



(8^{ème} partie)

PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

L'entre-deux guerres.

De 1910 à 1914, le nombre des abonnés recensés sur Paris passe de 45000 à 65000, une évolution relativement modeste par rapport à la progression qu'enregistrent des pays comme les Etats-Unis. Il y a donc fort à faire à la fin du premier conflit mondial pour que la France rattrape son retard en équipements.

■ Une prise de conscience nationale.

Déjà, lors de la Grande Guerre, le téléphone n'a qu'un rôle très modeste sur le plan stratégique. Employées pour les transmissions locales, les lignes ne fonctionnaient que grâce à l'ingéniosité des soldats qui en avaient la charge, comme le raconte le philosophe Alain dans ses mémoires (Souvenirs de guerre, 1937) : "Nous nous fîmes ingénieurs du réseau [...]. Suivre le fil, vérifier les connexions, recouvrir de toile goudronnée les parties dénudées par le



suite p 24

Chenillard étoile

PAGE 3

■ L'idée

Une étoile à huit branches est le motif animé ; les LED clignotent par rangée de couleur donnant l'impression d'une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Alimenté de manière autonome, ce chenillard permet de attirer l'attention à l'endroit où il est placé...

■ Analyse fonctionnelle

Trois fonctions sont nécessaires : une fonction **visualisation**, une fonction **comptage** avec décodage des sorties et une fonction **génération de signaux** comme l'indiquent les encadrés en pointillés sur le schéma structurel de la figure 1. La fonction génération de signaux produit un signal carré de fréquence variable et commande la LED centrale ainsi que l'entrée d'horloge du compteur. Le compteur est limité à 4 étapes dans son cycle et chaque étape active une seule sortie. Cha-

cune des quatre sorties commande les doubles branches de trois LED qui

traduisent donc une information électrique en information lumineuse colorée.

■ Analyse structurelle

L'astable est réalisé très simplement autour d'IC2, un classique 555 ; en reliant le circuit de charge de C1

directement à la sortie, la structure proposée permet d'économiser un résistor et d'avoir un rapport cyclique de 50%. La fréquence d'oscillation de sa sortie FREQ est déterminée par la formule $F = 1 / (1,4 \times C1 \times (R10 + R11))$; la tension aux bornes de C1 varie entre 1/3 de Vcc et 2/3 de Vcc, au rythme de F ; comme R11 est ajustable, on peut régler la fréquence F selon ses préférences. Le signal FREQ commande le compteur (incrémenté) tout en étant visualisé par la LED centrale D25. La technologie du circuit 555 est indifférente : bipolaire comme le NE555 ou BiCMOS comme le TLC555, avec une préférence pour cette dernière technologie (la bipolaire tend à devenir obsolète).

suite p 3

N°8 DECEMBRE 1998
NOUVELLE SÉRIE

SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE
- 2 - TECHNOLOGIE LES THERMISTANCES A CTP
- 3 - CHENILLARD ETOILE
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? ILLUSTRER SES PAGES WEB
- 6 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 10 - FILTRE POUR CAISSON DE BASSES
- 12 - INITIATION A L'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE
- 14 - LE COIN DE LA MESURE GENERATEURS DE SIGNAUX CARRES
- 16 - ATTENTE TELEPHONIQUE
- 18 - DECOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE CONVERTISSEUR D'ALIMENTATION POSITIVE EN NEGATIVE
- 20 - J'EXPERIMENTE LE PRAXINOSCOPE
- 22 - GENERATION INTERNET

Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD
S.A au capital de 5 160 000 F
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.42.41.89.40
Télex : 220 409 F
Principaux actionnaires :
M. Jean-Pierre VENTILLARD
Mme Paule VENTILLARD

Membres du comité de direction :
Madame Paule RAFINI épouse VENTILLARD
Président Directeur Général
Monsieur Jean-Pierre VENTILLARD
Vice-président
Madame Jacqueline LEFEBVRE
Administrateur
Directeur général adjoint
Jean-Louis PARBOT
Directeur de la rédaction
Bernard FIGHIERA (84.65)

Comité pédagogique :
G. Isabel, P. Rytter, F. Jongbloet,
E. Félice, B. Andriot
Maquette et illustrations :
R. MARAI

Marketing :
Corinne RILHAC (84.52)
Ventes :
Sylvain BERNARD (84.54)

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

Abonnement
Anne CORNET (85.16)
Voir tarifs et conditions p.23
Prix de vente au numéro : 20 F
Commission paritaire N° 0699774699
Membre inscrit à Diffusion Contrôlée (OJD)

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



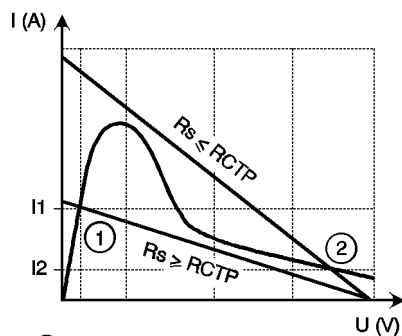
Les thermistances à coefficient de température positif CTP

Fabrication

Ce type de thermistance est constitué par une céramique à base de titanate de Baryum, non-conducteurs, dopé avec des impuretés telles que l'oxyde de titane, le pentoxyde de niobium, etc. Le mélange est broyé, chauffé, pulvérisé, pressé en forme de disques et séché. Les disques sont ensuite frittés par chauffage dans une atmosphère oxydante, selon un rapport critique temps/température, afin de leur donner une valeur voulue à 25°C, ainsi que la température du point de Curie désirée. Les connexions sont soudées directement sur chacune des faces du disque. Enfin, il est protégé par un vernis.

Caractéristiques

Le titanate de baryum est un matériau ferroélectrique ; il en résulte qu'une polarisation électrique se traduit par une hystérésis à la température ambiante et par une saturation sous des champs intenses. La constante diélectrique atteint une valeur maximale au point de Curie

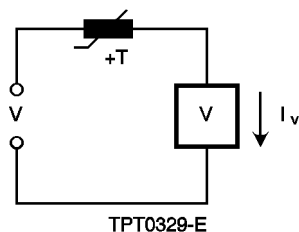


- ① en fonctionnement normal
- ② lors d'une surcharge

Fig 2 Fonctionnement d'un circuit

impuretés de dopage rendent le mélange semi-conducteur du type N avec une résistivité de l'ordre de 30 Ω cm à 25°C.

Lorsqu'une CTP est branchée en série dans un circuit de résistance R_s aux bornes de tension U , elle détermine le passage d'une intensité I qui ne l'échauffe que très peu. La résistance de la CTP doit être très petite devant R_s . Lorsqu'une surcharge se



TPT0329-E
Court-circuit surcharge coupeure avec délai

Fig 3a Application

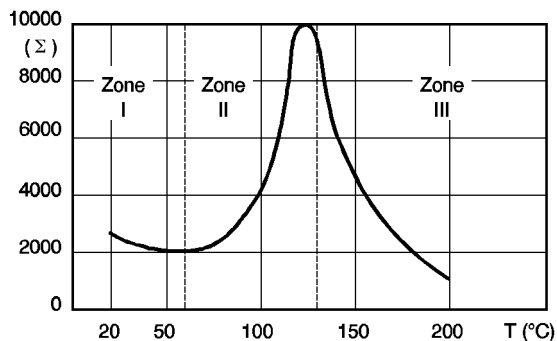
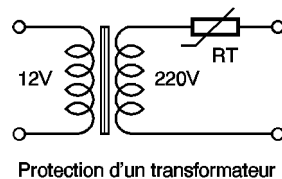


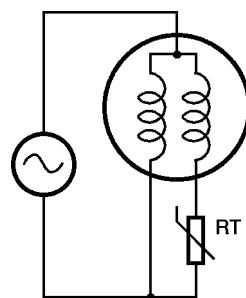
Fig 1 Variation de la constante diélectrique en fonction de la température

(115°C à 120°C), puis elle décroît (figure 1). Cette courbe montre comment est obtenu le coefficient de température positif. On appelle "point de Curie" une modification cristallographique de la céramique pour une température donnée. La constante diélectrique croît jusqu'à cette température, puis décroît rapidement au-delà. Les

produit dans le circuit, l'intensité augmente, la CTP s'échauffe, atteint son point de Curie, donc brusquement sa résistance augmente. Elle devient beaucoup plus grande que celle de R_s et l'intensité dans le circuit est réduite (figure 2). Lorsque la surcharge est éliminée, la CTP se refroidit, sa résistance diminue et le circuit reprend son fonctionnement



Protection d'un transformateur



Protection du bobinage de démarrage d'un moteur sur alternatif monophasé

Fig 3b/c Applications

- Protection de la bobine mobile des haut-parleurs de puissance,
- Contrôle du courant dans les bobines de démagnétisation des tubes de télévision en couleur,
- Contrôle du niveau des liquides,
- Suppression d'étincelles,
- Éléments chauffant.

Ordre de grandeur des caractéristiques

- Tension de service à 25°C : 220/265V
- Résistance à 25°C : de 5 à 15 Ω
- R_s min. à V_{max} : 25 à 150 Ω
- Courant au repos à 25°C : 150 à 600 mA
- Courant max. de coupure : 2 à 10 A à 120°C

CTP à chauffage indirect

- Ce sont des senseurs de température ; leur résistance est déterminée par la température de la pièce qu'ils contrôlent.
- Échauffement d'un moteur, détection de la surchauffe d'une boîte d'essieu
- Limitation de la température d'un appareil,
- Capteur de température.

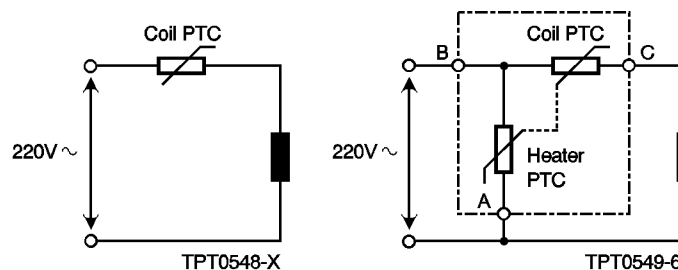
Ordre de grandeur des caractéristiques (version à fils et CMS)

- Tension de service max. à 25°C : 20 à 30V
- Température max. : 100°C
- Résistance à 25°C et 2,5V : 100 à 250 Ω
- Résistance à 100°C et 2,5V : 1300 à 1500 Ω
- Résistance max. à 115°C et 7,5V : 4000 Ω
- Temps de montée (coupure) : 3 à 5 s.

Applications

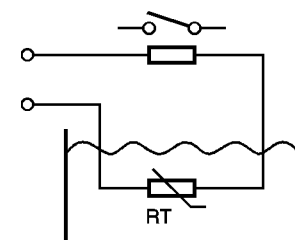
CTP à chauffage directe, en série dans le circuit (figure 3)

- Protection contre les surcharges et les courts-circuits,
- Délai de coupure d'un circuit,
- Protection du bobinage de démarrage d'un moteur,
- Protection des transformateurs,



Contrôle du courant dans la bobine de démagnétisation d'un téléviseur en démarrage avec un seul CTP, avec deux CTP ce qui permet de réduire le courant résultant.

Exemple : courant à la mise sous tension 20 A, après 180 s : 30 mA



Contrôle du niveau d'un liquide. Le CTP s'échauffe plus à l'air, il se refroidit dans le liquide et actionne le relais. Evite des débordements dans les cuves.

Fig 3d/c

Autres applications

Chenillard étoile



Le compteur doit avoir des sorties décodées proportionnelles

à son comptage, ce qui impose le choix du 4017 pour IC1 afin de conserver une structure simple. Le 4017 est un compteur décimal CMOS, de cycle 0 à 9 ; les sorties sont le résultat du décodage décimal, donc, parmi les dix sorties, la seule active à l'état haut est celle correspondant à la valeur interne du compteur ; le front de comptage se sélectionne selon la polarisation des broches 13 et 14 : front descendant si entrée en broche 13 et Vcc relié à la broche 14, front montant si entrée en broche 14 et broche 13 reliée au 0V ; la remise à zéro est active à l'état haut.

Le compteur incrémente sur le front montant de FREQ. Pour limiter son cycle à quatre étapes, on relie la cinquième sortie (sortie «4», broche 10) à la broche 15 de remise à zéro ; ainsi, au moment où la broche 10 passe à 1, le compteur est aussitôt remis à zéro et c'est la broche 3 de la sortie «0» qui est active. Le compteur valide donc successivement les sorties ROUGE, VERT, JAUNE,

rapport à la LED centrale. Pour limiter la tension nécessaire à leur illumination, on les associe par trois en parallèle ; comme une LED nécessite environ 2V à ses bornes, une tension d'alimentation minimum de 6V est nécessaire rien que pour les LED, ce qui est loin des 12V requis par un montage série des six LED.

La chute de tension aux bornes des LED varie légèrement selon la couleur et le fabricant, la valeur la plus faible étant obtenue pour le rouge (1,7V) et la plus forte pour les LED bleues (3,6V !). Les résistors limitent et équilibrent les courants de polarisation des LED, soit moins de 10mA pour les valeurs proposées ; ces valeurs pourront donc être ajustées. Les transistors, montés en «suiveur», réduisent le courant de commande

L'alimentation est directe à condition que la tension soit stable, ce qui est le cas avec une pile ou un accumulateur ; la structure fonctionne de 3V à 18V, notre préférence allant vers une pile standard de 9V pour un compromis de taille et d'autonomie. Il est plus économique d'utiliser un bloc secteur mural pour une utilisation en fixe, en augmentant le cas échéant la valeur de C2.

usuelle (feutres, rubans et pastilles ou transfert photographique de préférence).

A l'aide de la figure 3, après identification des composants, montez ces derniers et soudez-les au fur et à mesure ; il est d'usage de commencer par les straps (10 sur cette carte). Pour les circuits intégrés, soudez en place le support tulipe correspondant car il vous permet les essais, le remplacement du circuit en cas de panne tout en garantissant un maintien et une conductivité maximum. On relie directement le connecteur de pile en place du bornier J1 ou le connecteur adéquat selon l'alimentation choisie. Les LED pourront être montées sur entretoises afin de les aligner plus facilement.

Fabrication

Le tracé du typon, simple face bien sûr, est fourni en figure 2. Réalisez le circuit imprimé par votre méthode

suite page 17

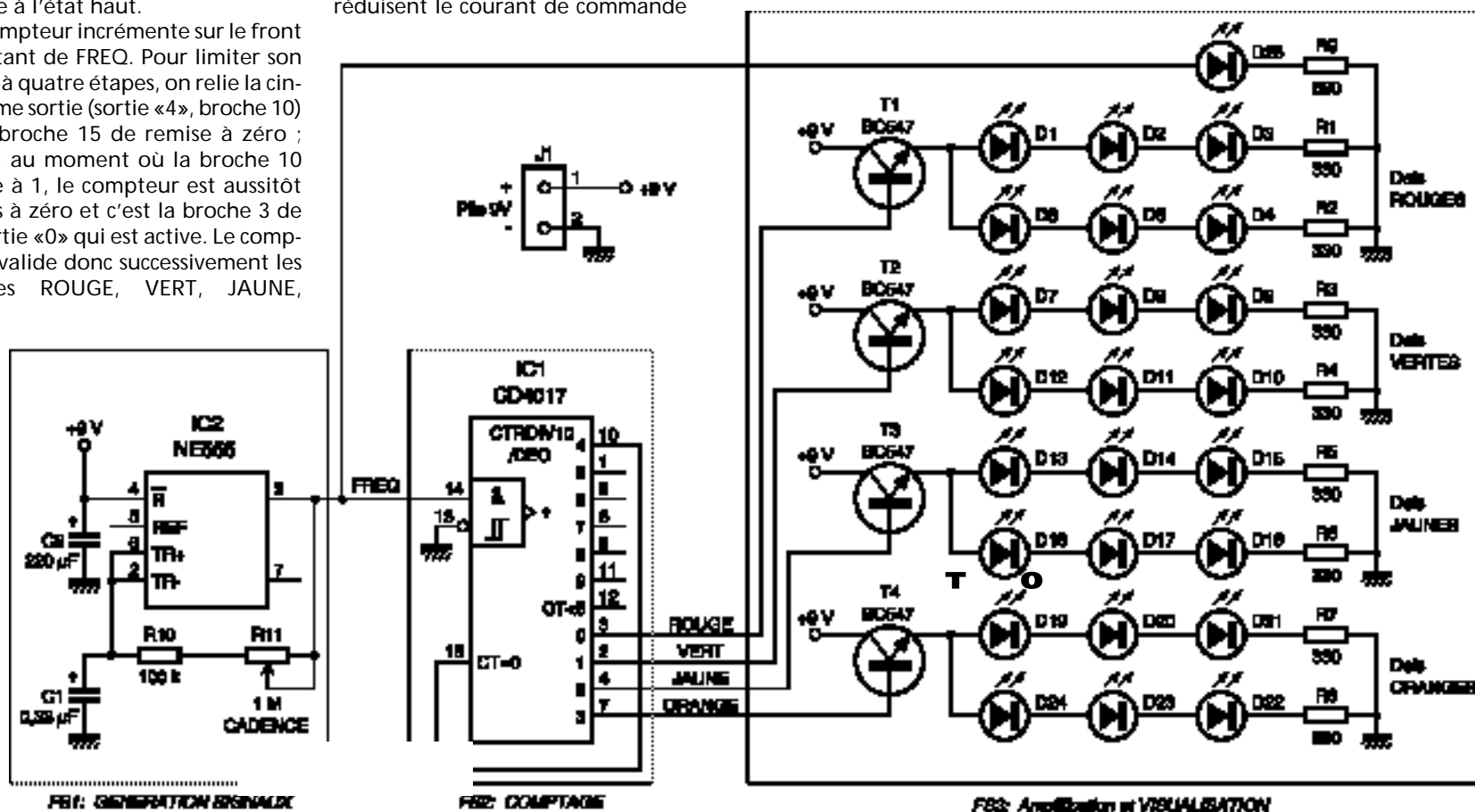


Fig 1

Schéma de principe

ORANGE, par un état haut, au rythme du signal FREQ. Chaque branche lumineuse est constituée de 6 LED de même couleur disposées symétriquement par

(que devrait fournir IC1 pour illuminer les LED) par le facteur β du transistor, soit une valeur compatible avec les courants de sortie des CMOS (IC1).

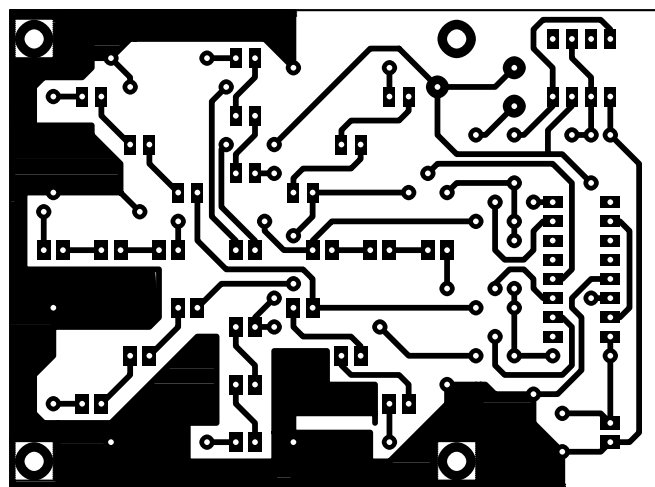
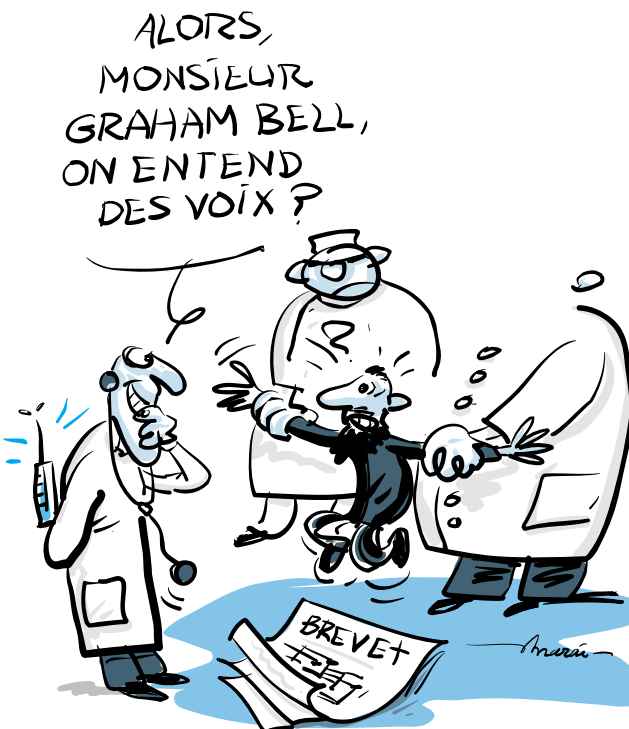


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

Impression



■ Tests et réglages

Pour vous éviter une déception lors du premier essai, suivez la démarche proposée : N'insérez pas encore les circuits dans les supports, ainsi ces derniers servent de «relais» pour les connexions temporaires de test qui seront réalisées en fil rigide 0,6mm isolé. Entre chaque essai, il faut supprimer ces connexions temporaires et déconnecter l'alimentation.

Pour l'alimentation, on utilise une pile de 9V reliée en J1, à défaut d'alimentation stabilisée limitée en courant ; en surveillant l'ampèremètre de l'alimentation, il est aisé de détecter un court-circuit ou un défaut immédiat.

Reliez la masse d'un voltmètre à la masse du montage (par exemple sur R1, côté D9) et vérifiez une tension de 9V sur les broches 4 et 8 de IC2 et la broche 16 de IC1 ; vérifiez l'extinction de toutes les LED sinon un court-circuit existe ou un transistor est claqué (jonction CE en court-circuit).

Reliez la broche 3 de IC2 au +9V (broche 8 de IC2) et vérifiez l'illumination de la LED D25 ; sinon assurez-vous du respect de la polarité de D25.

Reliez successivement les broches 3, 2, 4 et 7 de IC1 au +9V (broche 16 de IC1) et vérifiez l'allumage des deux segments de trois LED diamétralement opposés ; sinon assurez-vous du respect de la polarité des LED et transistors ainsi que du bon état des transistors.

Insérez le 555 dans le support d'IC2 et vérifiez le clignotement de la LED

D25 ; observez la variation de la cadence avec R11. Reliez successivement les broches 3, 2, 4 et 7 de IC1 à sa broche 14 et vérifiez le clignotement de la branche de LED choisie, en plus de la LED centrale. Insérez le 4017, IC1, dans son support et vérifiez le fonctionnement complet en appréciant enfin la rotation du segment multicolore. C'est fini, votre montage fonctionne correctement ; sa consommation moyenne est de l'ordre de 30mA avec les valeurs proposées.

■ Conclusion

La cadence du séquençement est aisément modifiable selon vos préférences, en ajustant la valeur de

R11 ; si la plage de réglage ne vous convient pas, le plus simple est d'agir sur C1 en le remplaçant par une valeur déterminée expérimentalement (par exemple 0,33 µF plastique ou tantale). La luminosité des LED varie selon le courant de polarisation et la couleur ; il peut donc se révéler nécessaire d'optimiser les résistors R1 à R9. Vous pouvez changer la couleur des LED, par exemple en utilisant des LED bleues, mais attention à la tension d'alimentation alors nécessaire ; en câblant les LED côté cuivre, la rotation s'effectue dans le sens horaire tout en minimisant l'épaisseur du montage ; en adaptant le circuit imprimé, la taille et le nombre de LED pourront varier ; en adaptant la structure pour utiliser les 10 sorties de IC1, on pourrait faire une étoile à 10 branches en rotation...

Un montage simple, attractif, même si un peu gadget, mais qui apportera du plaisir lors de sa fabrication et son utilisation...

■ NOMENCLATURE

- R1 à R8 : 330 Ω 1/4W
- R9 : 680 Ω 1/4W
- R10 : 100 kΩ 1/4W
- R11 : ajustable horizontal 1MΩ
- C1 : 0,22 µF à 1µF/16V tantale goutte
- C2 : 220 µF/25V électrochimique radial
- IC1 : CD4017 (compteur décimal décodé CMOS)
- IC2 : TLC555 ou NE555 ('timer')
- D1 à D6 : LED 5mm rouges
- D7 à D12 : LED 5mm vertes
- D13 à D18 : LED 5mm jaunes
- D19 à D24 : LED 5mm oranges
- D25 : LED 5mm rouge
- T1 à T4 : transistors NPN universels (BC547A,...)
- J1 : connecteur pile 9V, picots HE14
- 1 circuit imprimé époxy 90x65mm
- 1 support tulipe 14 broches pour IC1
- 1 support tulipe 8 broches pour IC2
- 10 straps (fil rigide 0,6mm)

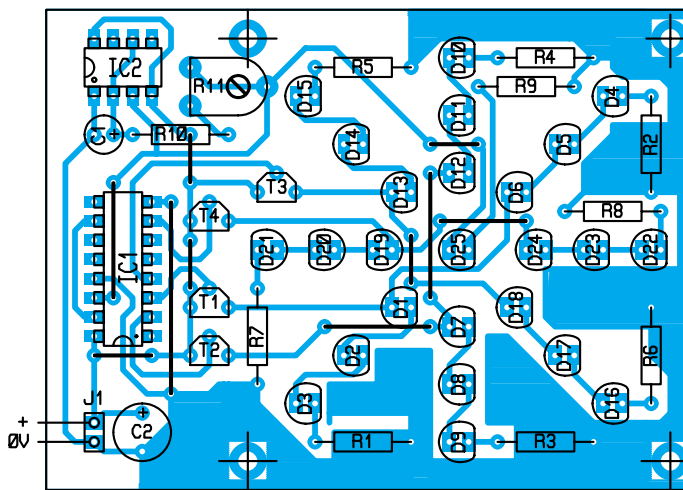


Fig 3

A CHAQUE NUMÉRO, RETROUVEZ LES PRINCIPALES RUBRIQUES DE



TECHNOLOGIE :

les afficheurs à cristaux liquides



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

tous les conseils, toutes les valeurs des composants



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

la photo numérique

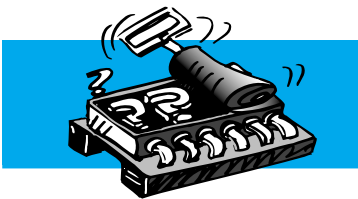


GÉNÉRATION INTERNET : les sites qui vous concernent



LE COIN DE LA MESURE : de véritables outils de travail





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

Illustrer ses pages Web (1).

La première partie de ces articles consacrés à la réalisation des pages Web nous a permis d'aborder les principes de base de leur conception, en ne tenant compte que du texte. Mais pour qu'il soit plus attrayant, votre site ne peut en aucun cas se passer des images.

■ Les formats graphiques.

Il existe une grande variété de formats graphiques, dont un certain nombre dédié uniquement à quelques programmes de dessin spécialisés. Nous n'allons pas tous les citer, pour ne décrire que ceux qu'il est vraiment utile de connaître afin de réaliser une bonne présentation sur le Web.

■ Le format Gif (.Gif).

Créé pour transmettre les images d'un ordinateur à l'autre avec plus de rapidité que le Bitmap, le Gif (Graphic Interchange Format) s'impose grâce à CompuServe au début des années 80. De fait, il est repris par les concepteurs Web des années 90, ce qui explique son omniprésence sur la toile. Sa limitation à 256 couleurs, soit 8 bits par pixel, le rend parfaitement apte à l'affichage de dessins ou de graphiques fortement contrastés.

■ Le format Jpeg.

Pour afficher une photographie ou des images dans lesquelles on trouve des dégradés de couleurs importants, il faut augmenter la palette des couleurs. Codé sur 24 bits, le format Jpeg (Joint Photographic Experts Group) permet d'obtenir jusqu'à 16,7 millions de couleurs. Paradoxalement, la taille du fichier d'une image Jpeg est plus petite que celle d'une image Jif en raison d'un meilleur taux de compression, d'où un gain de temps lors de son chargement sur une page Web.

■ Le format Png.

Ce format (Portable Network Graphic) combine les avantages du Gif et du Jpeg et assure un bon rendu après compression des dessins, comme des photographies. En outre, il offre l'avantage de res-

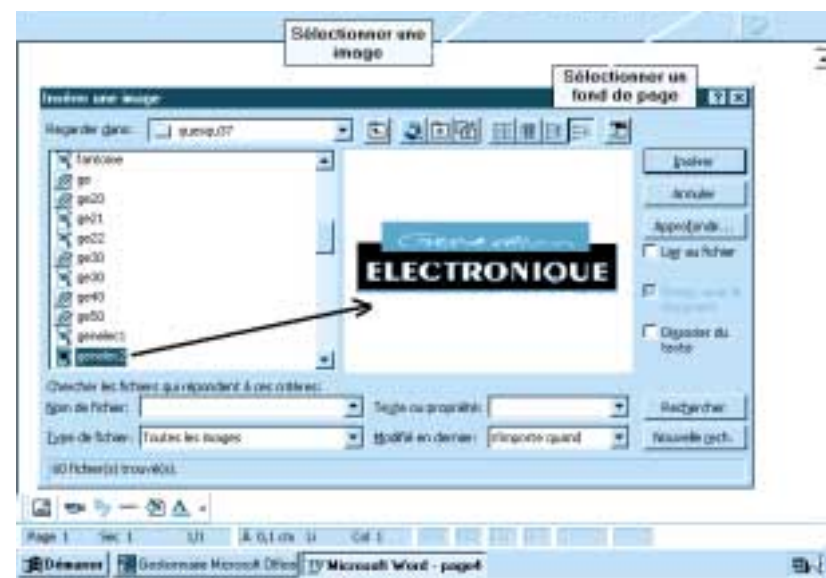
taurer les images dans leurs qualités d'origine après décompression. Qualifié aussi de *Peg progressif* ou *entrelacé*, le Jpeg affiche l'image par couches successives. L'utilisateur assiste donc à une suite d'améliorations de la résolution de l'image, ce qui donne l'illusion d'un temps de chargement moins long par rapport à une illustration affichée d'un seul bloc.

■ Les composants graphiques d'une page Web.

Une page Web peut très bien ne comporter que du texte sur un fond blanc, sans fioritures, avec de simples changements de couleurs pour les liens hypertextes entre les pages ou vers d'autres sites. Cette présentation un peu spartiate risque cependant de ne pas motiver les lecteurs de vos pages qui attendent désormais un minimum d'efforts de présentation de la part des auteurs, même si l'essentiel réside non pas dans la 'beauté' d'un message, mais dans son contenu.

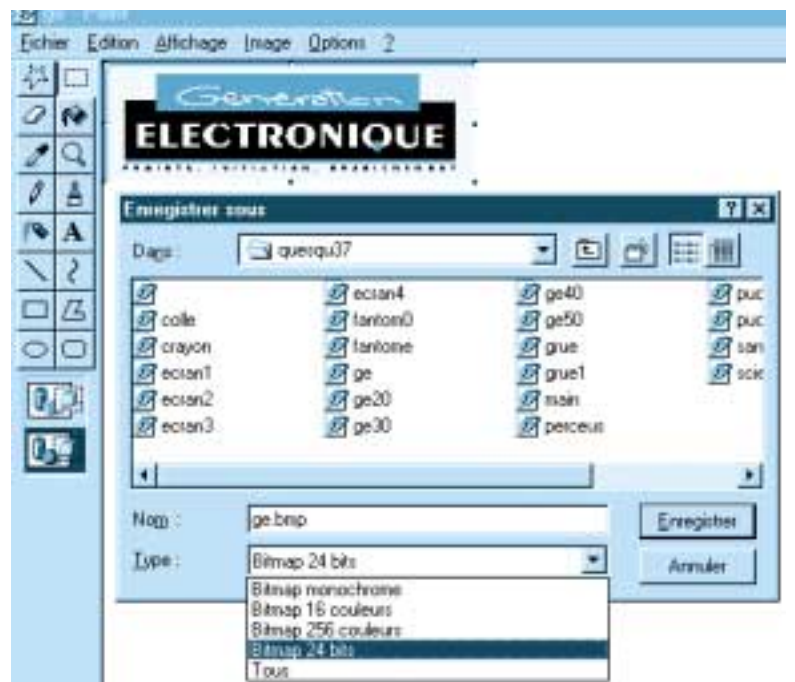
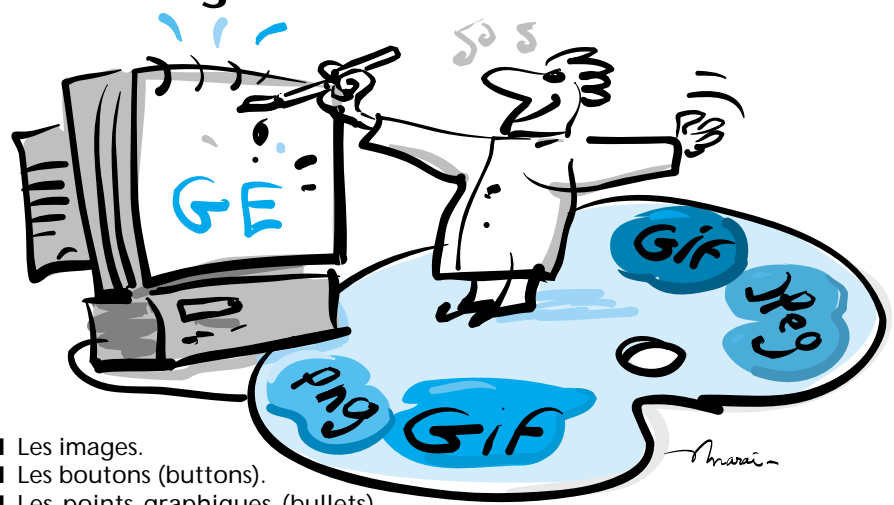
Les objets graphiques les plus courants sont, entre autres :

- Le motif de fond de page, qui donne un rendu moins terne que la page blanche.



Ecran 1

- Les images.
- Les boutons (buttons).
- Les points graphiques (bullets).
- Les lignes de séparation (lines).
- Les Gifs animés.



Ecran 2

■ Le fond d'écran (ou background).

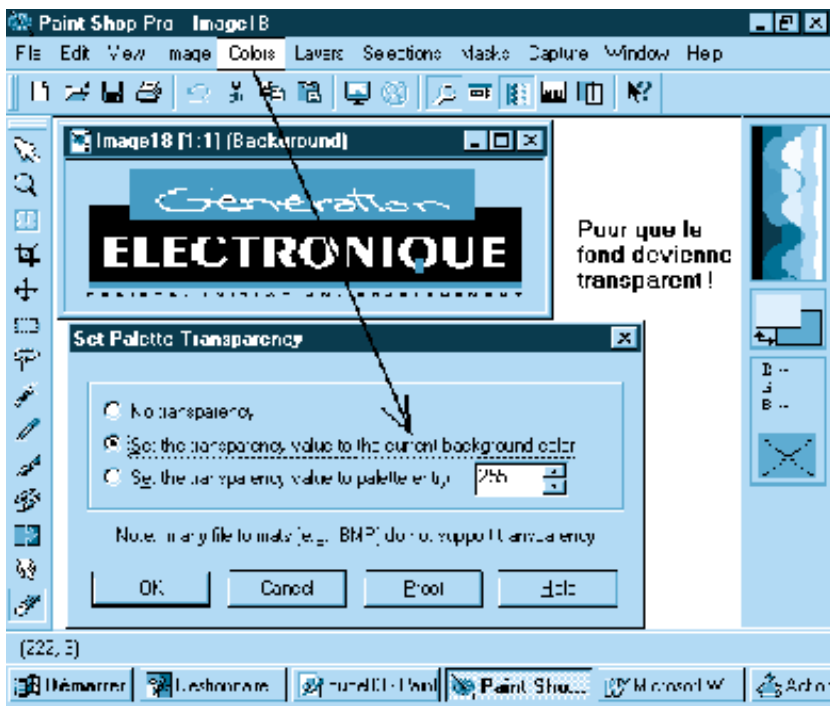
Un fond d'écran est un motif qui s'affiche sous le texte de vos pages. Il doit donc être aussi discret que possible afin de ne pas interférer avec les caractères. Il existe une

grande variété de fonds disponibles directement sur le Web, mais libre à vous d'en créer de nouveaux, cet exercice permettant par exemple d'inscrire le logo de votre établissement en filigrane sur les pages. Attention cependant à respecter les quelques règles que voici :

■ Choisissez le motif en fonction du message global que vous cherchez à faire passer. Dans notre cas, nous avons opté pour un fond imitant le papier, puisque notre sujet est rattaché à l'édition électronique. Pour présenter le travail réalisé au cours d'une formation de briqueteurs en lycée professionnel, nous aurions choisi un fond 'brique'.

■ Limitez le nombre de fonds employés pour réaliser les pages afin de ne pas allonger le temps de chargement de votre site. Un seul motif bien choisi porte une information plus significative tout en donnant l'impression d'une certaine unité dans le message que vous transmettez. En outre, les images évanescentes qui occupent tout le fond de l'écran ne doivent pas détourner inutilement l'attention du lecteur.

■ La taille de l'image du fond doit être dans les limites courantes, sur-



Écran 3

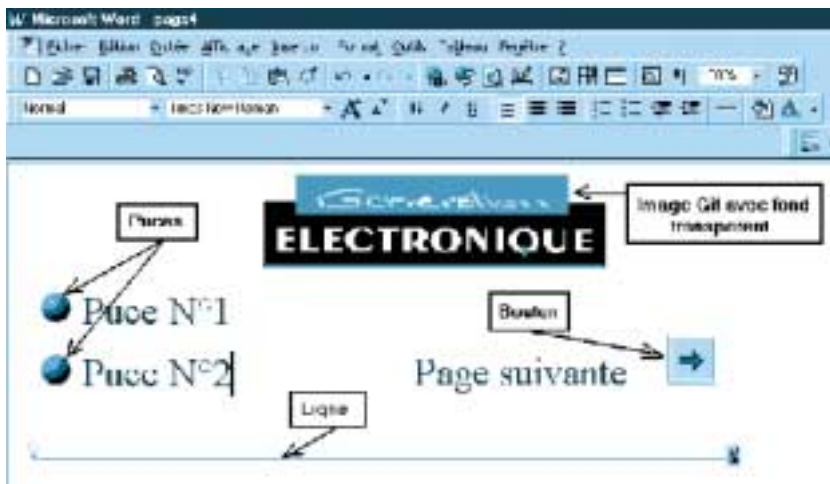
tout si le nombre de pages affichées dépasse l'unité ou la paire, mais cette image peut aussi devenir toute la page, pour peu que votre site n'en comporte qu'une seule.

■ Les images.

Ce sont des fichiers graphiques de diverses provenances, dessins ou images scannées, que vous placez sur la page en effectuant un copier / coller ou en suivant les modalités de dépôt de votre éditeur de pages Web. Avec l'éditeur de Word 98, il suffit de sélectionner l'outil 'dessin' de la barre d'outils puis de déposer le fichier choisi sur l'emplacement du curseur (écran 1).

■ Les puces graphiques (bullets).

Ces images, elles aussi de petite taille, sont utilisées comme les 'puces' que vous placez sur un texte lors d'un développement par points. Elles doivent donc être de petite taille afin de mieux se fondre dans l'ensemble du texte. Il convient cependant de ne pas trop abuser de ce type d'ornement graphique, car son objectif est avant tout de se mettre au service de votre discours. Si possible, limitez-vous à 2 types de puces de formes ou de couleurs différentes au maximum. De plus, même si ce n'est pas leur objectif premier, vous pouvez tou-



Écran 4

■ Les boutons (buttons).

Ce sont en général des images Gif de petite dimension qui reprennent plus ou moins l'aspect d'un bouton (pourquoi ne pas imaginer un 'bouton' en forme d'étoile?). Un bouton nécessite deux images Gif superposées, l'une représentant le bouton enfoncé en dessous de celle qui représente le bouton au repos. L'astuce consiste donc à supprimer l'image du bouton au repos lors d'un clic de la souris sur cette forme, ce que nous étudierons plus en détail par la suite.

jours utiliser une série de ces puces comme boutons, en leur associant un lien hypertexte lors d'un renvoi, vers une autre page par exemple.

■ Les lignes de séparation (lines).

Ces graphiques sont des images de formes rectangulaires utilisées comme séparateurs dans une page. On en trouve de toutes les formes, du simple trait au dessin le plus sophistiqué. Là aussi, il convient de

ne pas effectuer de 'surcharges' inutiles et de sélectionner le séparateur qui se rapproche le plus de l'idée générale qu'est supposé laisser transparaître votre site.

■ Les Gifs animés.

Le Gif animé est une séquence de fichiers Gifs individuels, dont l'ordre et la vitesse d'apparition sont déterminés au préalable grâce à un éditeur d'animations. Nous reviendrons plus précisément sur leur réalisation par la suite car ils sont bien pratiques lors de la présentation de phénomènes physiques ou mécaniques, dans le cadre d'un site destiné à renforcer un cours de sciences ou de technologie.

■ Créer un graphique.

Pour créer un dessin avec un groupe d'élèves, commencez par travailler sur sa réalisation avec le Paint de Windows, même si vous ne disposez que d'une version pour Windows 3.1. Sauvegardez les dessins au format Bitmap (.BMP), puis sur une machine équipée de Windows 95 (le CDI ou le club journal en possède au moins une), chargez cette image que vous enregistrerez sous un autre nom avec un format Bitmap codé sur 24 bits (écran 2). Pour effectuer l'enregistrement au

format Gif, reprenez cette image avec un logiciel comme Paint Shop Pro (disponible en version d'évaluation, durée d'utilisation limitée à 30 jours), puis effectuez une nouvelle sauvegarde au format GIF. Pour faire disparaître la couleur du fond, sélectionnez Colors dans le menu puis Transparency, ce qui vous permet d'afficher une image en supprimant le cadre rectangulaire (écran 3).

■ S'organiser :

La tâche qui consiste à créer plusieurs pages peut être aisément répartie sur plusieurs groupes de travail avec :

- La Réalisation de la maquette du site incorporant les graphiques standards disponibles avec Word 98 pour le fond d'écran, les puces ou encore les lignes.
- Les graphiques spéciaux que vous désirez incorporer (titre, illustrations, images scannées) à l'aide d'un logiciel de dessin (Paint Shop Pro 5 si possible, car sa prise en main s'avère des plus simples si on connaît déjà le Paint classique). Cette présentation relative à l'utilisation des graphiques pour le Web est encore très sommaire, raison pour laquelle nous reviendrons avec plus de détail sur les astuces de conception et d'utilisation des composants que nous venons de décrire (écran 4).

P. Rytter

ABONNEMENT PARRAINAGE

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

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

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

BULLETIN DE PARRAINAGE

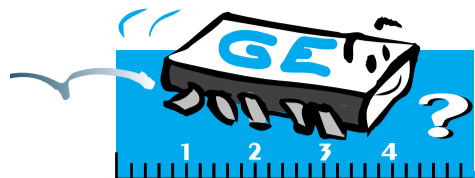
Nom du parrain :
 Adresse :
 Code postal : Ville :
 N° d'abonné à Génération Electronique :

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

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

- 1 an (10 numéros) France + DOM-TOM au prix de 148 F
 + en cadeau mon CD-ROM le dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F)
 - 1 an (10 numéros) étranger (par voie de surface) au prix de 192 F
- Ci-joint mon règlement à l'ordre de Génération Electronique par :
- chèque bancaire mandat-lettre carte bleue signature : _____
- date d'expiration
- Nous acceptons les bons de commande de l'administration



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

8° partie

Nous avons vu le mois dernier qu'une alimentation stabilisée classique ou linéaire, pour parler correctement, pouvait dissiper beaucoup de puissance en chaleur, c'est à dire en pure perte, si la différence de tension entrée/sortie était un tant soit peu importante. Aucun remède à cette situation n'existe tant que l'on fait appel à des alimentations linéaires et la seule solution pour réduire cette dissipation de puissance passe par l'utilisation d'une alimentation à découpage. Nous vous proposons donc de découvrir aujourd'hui les principes d'une telle alimentation. Nous verrons ensuite comment la calculer dans quelques cas particuliers simples mais le plus souvent très suffisants pour vos applications.

■ Un principe "assez" simple

Comme vous le savez maintenant, une alimentation linéaire adopte toujours le schéma de principe de la

transistor est bloqué. Le condensateur placé en sortie, dont les caractéristiques doivent être excellentes

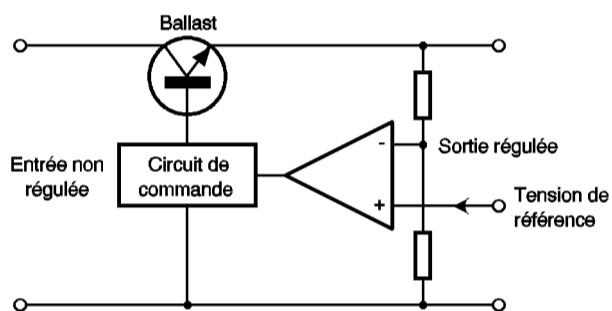


Fig 1 Rappel du principe de toute alimentation stabilisée linéaire.

figure 1, même si diverses variantes sont possibles.

Le transistor ballast agit comme une résistance variable et dissipe donc d'autant plus de puissance que l'on consomme de courant et que l'on doit faire chuter une tension importante. Dans une alimentation à découpage, dont le principe est schématisé figure 2, le fonctionnement est totalement différent.

(très faible résistance parasite série en particulier) se charge de filtrer autant que faire se peut cette tension.

En fait, c'est un petit peu plus complexe que cela, mais cette explication est largement suffisante en première approximation. Comme dans l'alimentation linéaire, un circuit compare la tension de sortie avec une référence et modifie en consé-

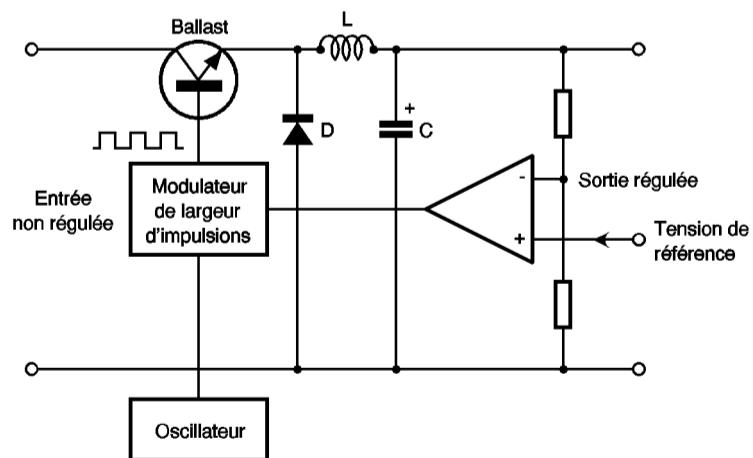
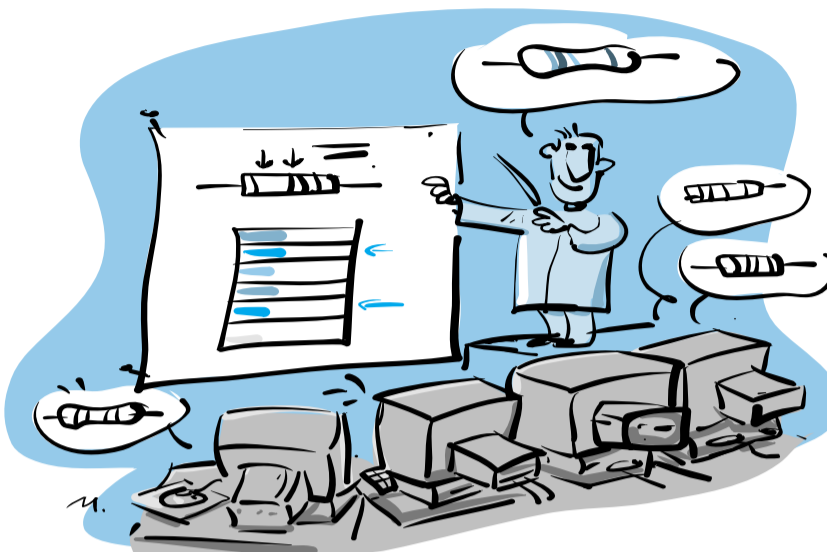


Fig 2 Principe d'une alimentation stabilisée à découpage.

Un transistor de puissance est placé là aussi en série dans le fil de sortie, mais il est commandé en tout ou rien et fonctionne donc en commutation. La tension "hachée" qu'il délivre est en quelque sorte lissée par la self de sortie qui agit comme un réservoir de courant, alimentant la charge via la diode D lorsque le

quence le rapport cyclique des signaux de commande du transistor afin de rendre celui-ci conducteur plus ou moins longtemps.

Théoriquement, une telle alimentation ne dissipe aucune puissance en chaleur. En effet, quand le transistor est bloqué, il est traversé par un courant nul et ne dissipe donc



aucune puissance et, quand il est conducteur, il est saturé et la chute de tension à ses bornes est très faible, entraînant une dissipation de puissance également très faible.

notre alimentation linéaire ; à savoir 35V en entrée, 5V en sortie et un courant de 3 A ; la puissance dissipée dans le transistor de puissance ne sera plus que de 3 W environ, soit

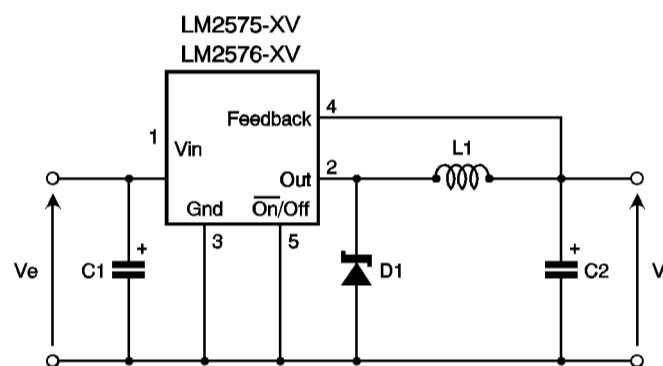


Fig 3 Mise en œuvre des "simple switchers" à tension de sortie fixe.

En pratique, le tableau est un peu moins rose car, pour avoir des composants de filtrage (self et condensateur) de faibles valeurs, on fait travailler l'alimentation à une fréquence relativement élevée (de 20 kHz à 100 kHz ou plus). A ces fréquences-là, tous les transistors, même rapides, présentent des pertes dites de commutation qui sont dues au fait qu'ils ne passent pas immédiatement d'un état bloqué à un état saturé et vice versa. En outre, quelques pertes sont aussi à prévoir dans les composants passifs, self et condensateur, ainsi que dans la diode de "roue libre" D. Le rendement d'une telle alimentation est tout de même de l'ordre de 80 % au minimum. Si l'on reprend l'exemple vu le mois dernier pour

près de 3 fois moins que pour l'alimentation linéaire de même puissance. Nous vous laissons apprécier...

■ Les "défauts" d'une alimentation à découpage

Un certain nombre de critiques sont faites presque unanimement aux alimentations à découpage. Certaines sont fondées et d'autres non ; d'autres enfin sont dues à une méconnaissance de ces alimentations et plus particulièrement des circuits intégrés récents qui permettent de les réaliser.

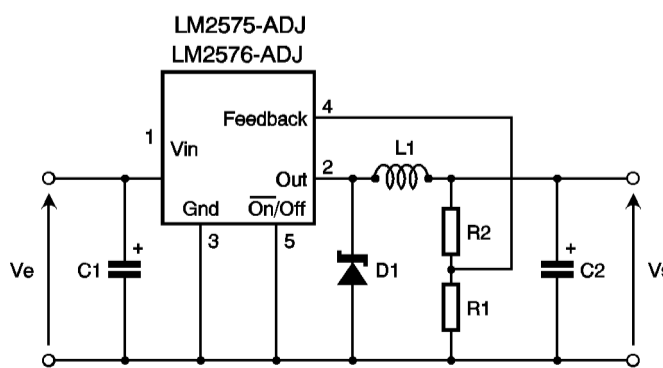


Fig 4 Mise en œuvre des "simple switchers" à tension de sortie ajustable.

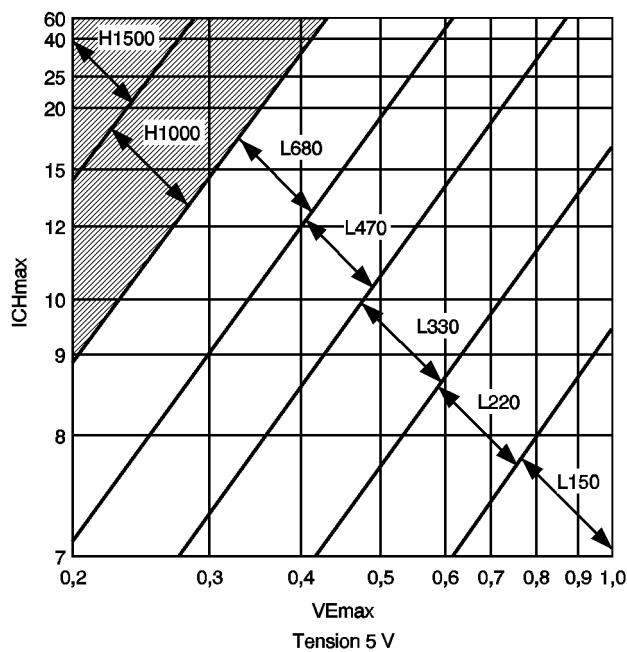
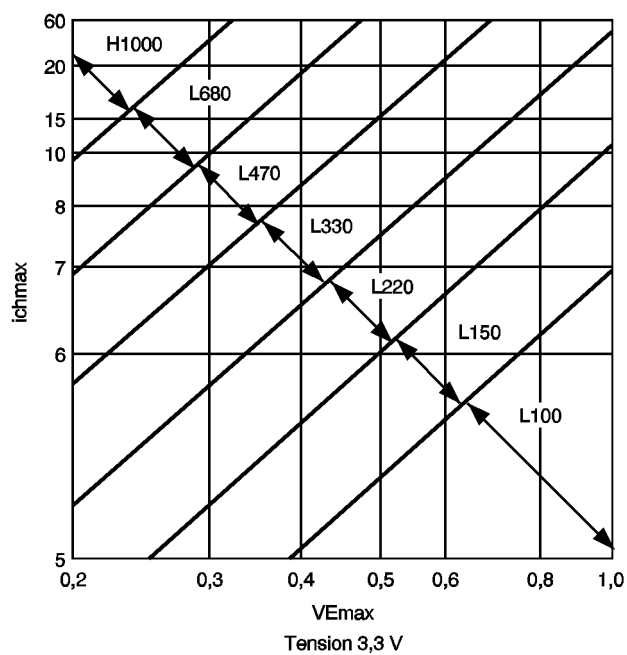


Fig 5a Abaques de calcul de la self pour les régulateurs à tension de sortie fixe de la famille LM2575.

La première critique concerne la complexité. C'était vrai par le passé et cela reste en partie vrai pour des alimentations de très forte puissance (250 W et au-delà). Pour les puissances inférieures, des circuits intégrés performants simplifient considérablement les schémas comme nous le verrons dans un instant.

La seconde concerne les bobinages nécessaires, délicats à trouver ou à réaliser. Là encore, c'est en partie vrai pour les modèles de très forte puissance qui découpent à des fréquences élevées mais, jusqu'à 200 W environ, les bobinages se réduisent à une seule bobine facile à faire ou disponible dans le commerce de détail courant.

La troisième concerne le bruit généré par une telle alimentation. Il est certain qu'une alimentation à découpage, de par son principe, produit plus de bruit qu'une alimentation linéaire. Mais, car il y a un mais, ce bruit est du bruit haute fréquence dû au phénomène de découpage. Il est souvent plus facile à filtrer que le 50 Hz ou 100 Hz qui sort de certaines alimentations linéaires. Il est certain, en revanche, qu'il est fortement conseillé de mettre l'alimentation elle-même dans un boîtier métallique (plein ou grillagé) afin de limiter le bruit produit par rayonnement, surtout si l'alimentation

découpe à des fréquences élevées. Nous allons voir maintenant qu'une partie de ces critiques tombe avec des circuits intégrés récents : circuits qui permettent de plus de calculer très facilement une telle alimentation.

■ Les "simple switchers" de NS

Les circuits intégrés les plus simples pour réaliser une alimentation à découpage sont constitués par les "simple switchers" introduits récemment sur le marché par National Semiconductor. Ces circuits s'apparentent aux régulateurs linéaires 3 pattes que vous connaissez bien et sont presque aussi simples qu'eux à utiliser. Il en existe à l'heure actuelle deux familles principales : la famille LM2575 pour un courant de sortie maximum de 1 A et la famille LM2576 pour un courant de sortie de 3 A. Au sein de chaque famille, différentes références sont disponibles pour produire une tension fixe (3,3 - 5 - 12 - 15V) et il existe également un modèle ajustable (suffixe ADJ). La mise en œuvre de tous ces circuits est fort simple comme le montre le schéma de la figure 3 pour ce qui est des modèles à tension de

sortie fixe et celui de la figure 4 pour les modèles à tension de sortie réglable. La tension d'entrée peut varier de 7 à 40V (60V pour les versions HV). La patte 5, baptisée ON/OFF permet une mise en marche et un arrêt du régulateur par une commande logique. Pour un fonctionnement permanent du régulateur elle est tout simplement mise à la masse.

Pour ce qui est des régulateurs de tension fixes, les seuls éléments externes à calculer sont C1, C2, L1 et la diode D1. Pour les circuits à tension de sortie ajustable, c'est à peine plus compliqué puisque s'y ajoutent seulement R1 et R2. Nous allons voir que, dans tous les cas, c'est une opération fort simple grâce à des abaques mis à notre disposition par National Semiconductor qui est, rappelons-le, le fabricant de ces circuits.

■ Calcul d'un régulateur à découpage fixe

Appelons V_s la tension de sortie, V_{Emax} la tension d'entrée maximum et I_{CHmax} le courant de sortie maximum débité et utilisons le schéma de mise en œuvre de la figure 3. La première

opération à réaliser consiste à choisir la courbe de calcul de la self L1 parmi celles présentées figure 5 pour les LM2575 et 6 pour les LM2576, compte tenu de la tension de sortie souhaitée. Déterminez ensuite la position du point correspondant à V_{Emax} et I_{CHmax} . Ce point se trouve dans une zone repérée LXXX ou HXXX qui donne la valeur de la self en μH (par exemple L220 correspond à une self de 220 μH).

La self L1 devra donc avoir cette inductance à la fréquence de fonctionnement du régulateur qui est de 52 kHz et devra supporter un courant maximum égal à $1,15 \times I_{CHmax}$. Il suffit donc de consulter les tableaux de caractéristiques des fabricants de bobinages de ce type pour trouver son bonheur.

Le condensateur de sortie C2 ne se calcule pas vraiment. Sa valeur doit être choisie entre 100 et 470 μF et sa tension de service doit être au minimum égale à $1,5 \times V_s$. Afin qu'il puisse bien jouer son rôle, ce condensateur devra être un modèle à faible résistance série ("low ESR" dans les documentations techniques).

La diode de "roue libre" D1 doit être une diode Schottky afin d'avoir une très faible chute de tension directe et une très grande vitesse de commutation. Son courant maximum admissible doit être égal au mini-

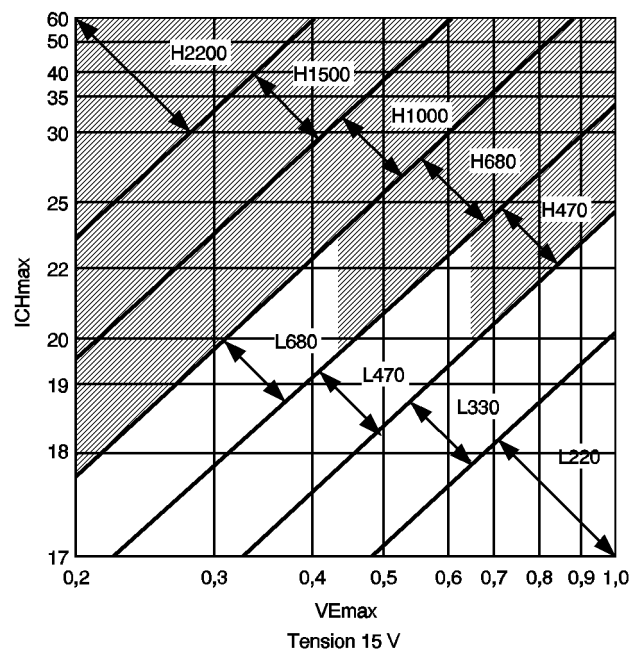
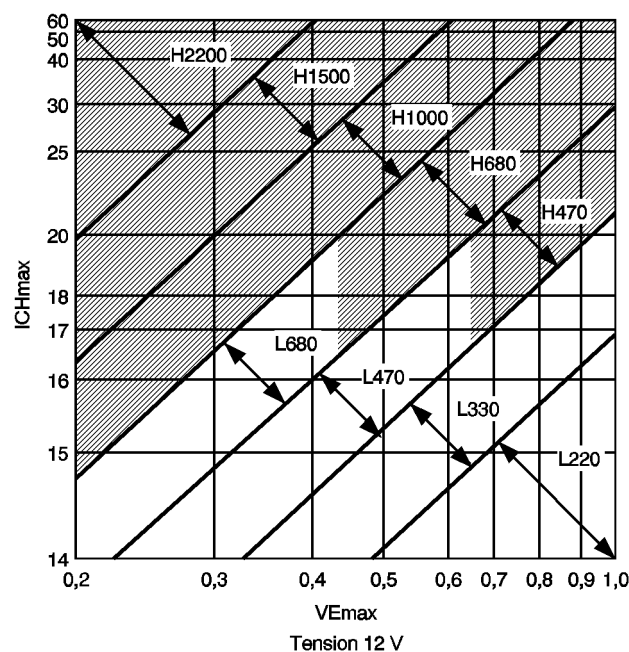


Fig 5b

Famille LM2575 pour 12 et 15V

num à $1,2 \times I_{CHmax}$ mais, si le régulateur doit pouvoir supporter des courts-circuits permanents en sortie, ce courant doit être égal au courant de court-circuit du régulateur (2,2 A pour la famille LM2575 et 5,8 A pour la famille LM2576). La tension inverse de cette diode doit être égale au minimum à $1,25 \times V_{Emax}$. Muni de ces deux informations (tension inverse maximum et courant maximum) la simple consultation d'un tableau de références de diodes Schottky permet de faire son choix. Le tableau ci-joint est un exemple mais n'est nullement limitatif.

Le condensateur C1 quant à lui n'est pas le condensateur de filtrage de l'alimentation, qui existe déjà par ailleurs et se calcule comme nous l'avons vu dans nos précédents articles. C'est juste un condensateur de découplage destiné à assurer un fonctionnement stable du régulateur. Il ne se calcule donc pas et sa valeur doit être de 47 à 100 μF . Sa tension de service doit être égale à $1,25 \times V_{Emax}$ et il doit être câblé au plus près des pattes du régulateur. Comme vous pouvez le constater, nous avons terminé la détermination des éléments de notre alimentation à découpage quasiment sans faire aucun calcul. Il est donc difficile de faire plus simple et l'appellation "simple switcher" de ces régulateurs n'est donc pas usurpée. Pour vous en convaincre tout à fait, voici un exemple pratique de mise en œuvre de notre exposé. Soit à réali-

ser l'alimentation ayant les caractéristiques suivantes :

$$V_s = 5V$$

$$V_{Emax} = 20V$$

$$I_{CHmax} = 0,8 A$$

Circuit utilisé : LM2575 - 05

Nous choisissons l'abaque de la figure 5 destinée à une tension de 5V. L'intersection de 20V avec 0,8 A nous donne comme région L330. Notre self sera donc un modèle de 330 μH sous un courant de : $1,15 \times 0,8$ soit 0,92 A. En pratique nous choisirons un modèle 330 μH sous 1 A.

Le condensateur de sortie C2 sera un modèle de 100 à 470 μF (au choix) à faible résistance série et de tension de service au moins égale à $1,5 \times 5$ soit 7,5V! En pratique, et vu cette faible valeur, nous prendrons par exemple un 470 μF 10V.

La diode D1 aura une tension inverse minimum de $1,25 \times 20$ soit 25V et un courant maximum de $1,2 \times 0,8$ soit 0,96 A. Nous prendrons donc un modèle 30V/1A choisi dans le tableau ci-joint ou bien, vu la faible différence de prix, un modèle 30V/3A qui pourra ainsi supporter un court-circuit continu en sortie. Le condensateur C1 quant à lui sera un 47 ou 100 μF (selon le contenu de nos tiroirs!) de tension de service au moins égale à $1,25 \times 20$ soit 25V.

Pour la petite histoire, sachez que notre alimentation dissipera en chaleur une puissance maximum de 800 mW alors que le même modèle réalisé avec un circuit linéaire (un 7805

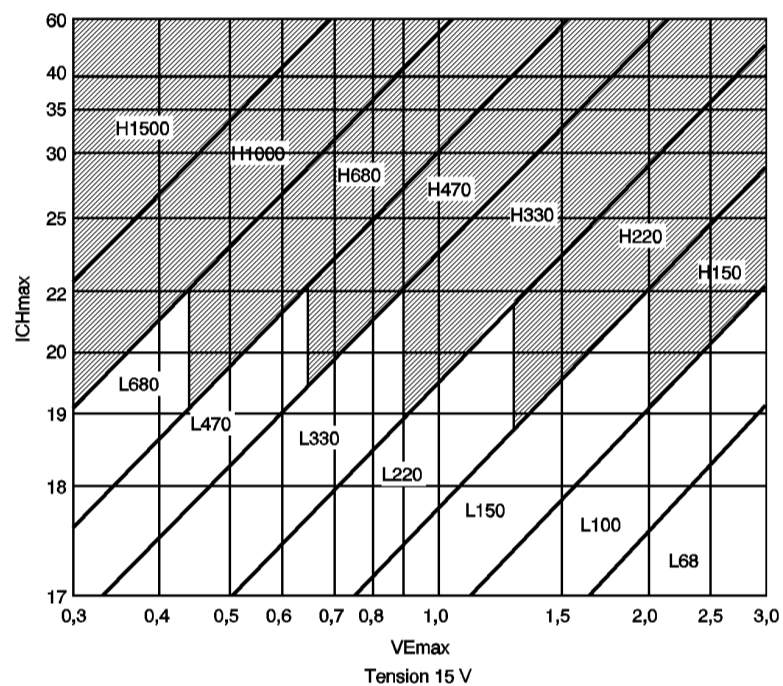
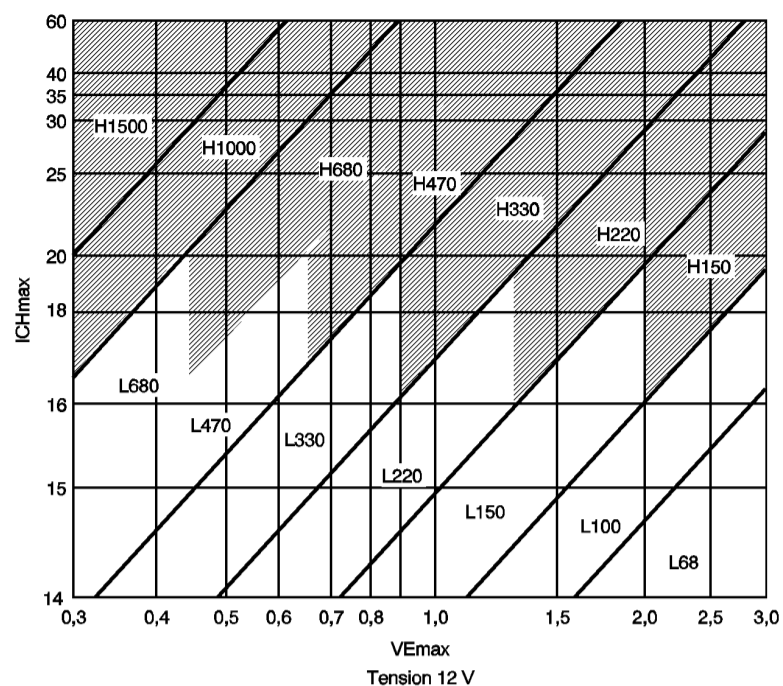


Fig 6b

Famille LM2576 pour 12 et 15V

par exemple) dissiperait dans les mêmes conditions : $(20 - 5) \times 0,8$ soit 12 W!

Calcul d'un régulateur à découpage ajustable

Le calcul d'un régulateur à découpage du même type, dans sa version à tension de sortie ajustable, repose sur les mêmes principes et n'est guère plus compliqué comme nous allons le voir maintenant. Comme dans le cas précédent, nous appellerons V_{Emax} la tension d'entrée maximum, I_{CHmax} le courant de charge maximum, V_s la tension de sortie désirée et nous utiliserons le schéma de mise en œuvre de la figure 4. Notez par ailleurs que la tension de référence interne V_{REF} des régulateurs (LM2575 ou LM2576) est de 1,23V.

La première opération à réaliser consiste à déterminer R1 et R2 en utilisant la relation suivante : $V_s = V_{REF} (1 + R2/R1)$. Remarquez que cette relation n'est pas une nouveauté puisque nous sommes en présence d'un simple diviseur de

tension qui prélève une fraction de la tension de sortie afin que le circuit puisse la comparer à sa référence interne. En pratique, et compte tenu de certaines caractéristiques du régulateur, R1 doit être comprise entre 1 et 5 k Ω . De ce fait il est plus pratique d'écrire la relation sous la forme :

$$R2 = R1 \times (V_s/V_{REF} - 1)$$

On choisit R1 arbitrairement dans la plage conseillée ce qui permet de déterminer ensuite R2. Si l'on tombe sur une valeur non normalisée, soit on utilise un potentiomètre ajustable, soit on choisit une nouvelle valeur de R1.

La deuxième opération consiste à choisir la self L1 mais nous n'avons cette fois-ci à notre disposition qu'un abaque, visible figure 7 pour le LM2575 et figure 8 pour le LM2576. Pour l'utiliser il faut déterminer la valeur du produit E x T avec la relation suivante :

$$E \times T = (V_{Emax} - V_s) \times (V_s / V_{Emax}) \times 19,23$$

Déterminez ensuite la position du point correspondant à E x T ainsi trouvé et I_{CHmax} . Ce point se trouve dans une zone repérée LXXX ou HXXX qui donne la valeur de la self en μH .

Comme pour le régulateur fixe, la self L1 devra donc avoir cette inductance à la fréquence de fonctionnement du régulateur (52 kHz) et

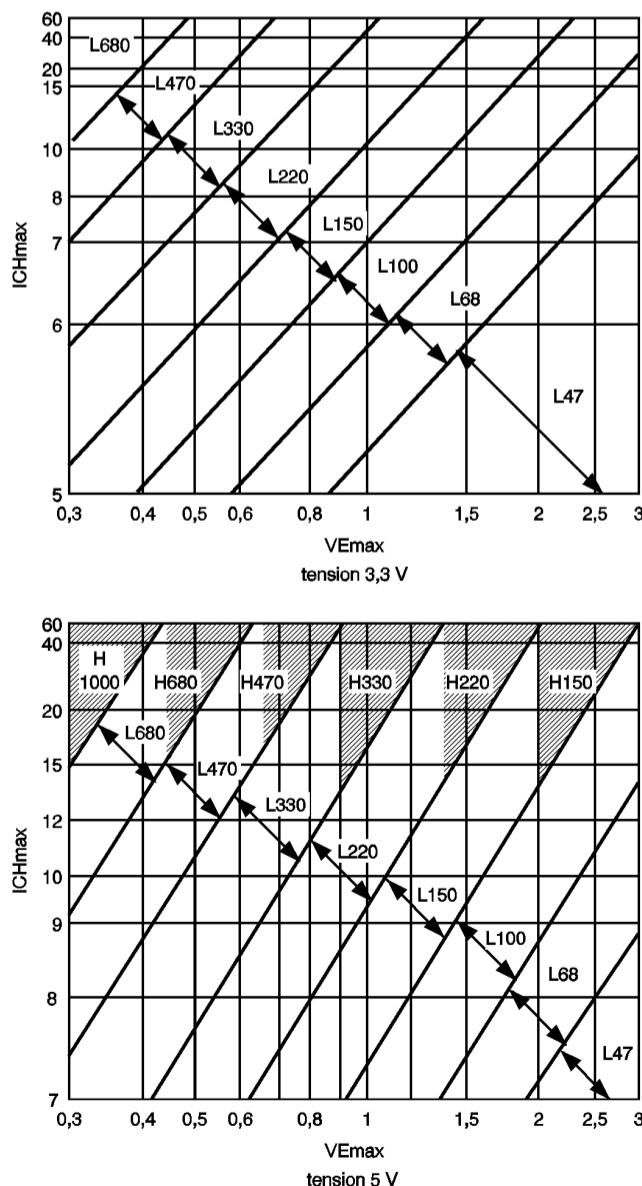


Fig 6a

Abaques de calcul de la self pour les régulateurs à tension de sortie fixe de la famille LM2576.

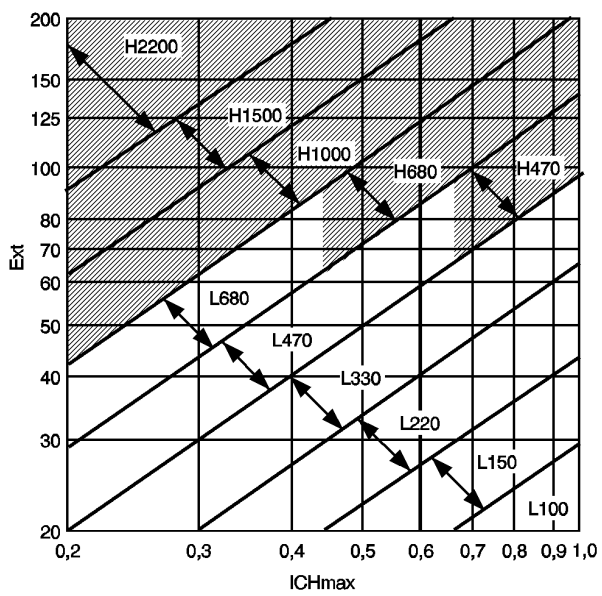


Fig 7 Abaque de calcul de la self pour les régulateurs à tension de sortie ajustable LM2575.

Le condensateur de sortie C2 doit avoir une valeur supérieure à celle donnée par la relation :

$C2 > 7785 \times V_{Emax} / (V_s \times L1)$ avec L1 exprimée en μH et C2 exprimé en μF . Cette valeur est une valeur minimum qui garantit le fonctionnement théorique du régulateur mais non une faible ondulation en sortie. Il est donc conseillé de prendre nettement plus que la valeur ainsi trouvée, surtout si celle-ci est relativement faible (quelques dizaines de μF par exemple). La tension de service de ce condensateur doit être au minimum égale à $1,5 \times V_s$ et ce doit être un modèle à faible résistance série.

La diode D1 et le condensateur C1 se déterminent comme nous l'avons vu ci-dessus pour le régulateur fixe, ce qui nous permet d'affirmer que le calcul de ce type de régulateur est tout aussi simple que le précédent. Voici donc pour finir un exemple concret de mise en œuvre de cette procédure de calcul avec la réalisa-

tion d'une alimentation présentant les caractéristiques suivantes :
 $V_s = 10V$
 $V_{Emax} = 25V$
 $I_{CHmax} = 1A$
 Circuit utilisé : LM2575 - ADJ
 Calculons tout d'abord R1 et R2. Nous choisissons arbitrairement $R1 = 3,9 k\Omega$ ce qui nous donne :
 $R2 = 3,9 (10 / 1,23 - 1)$ soit $27,8 k\Omega$. Nous prendrons donc la valeur normalisée la plus proche qui est 27 Ω donnera une tension de :

$V_s = 1,23 (1 + 27 / 3,9)$ soit $9,75V$. Nous pouvons ensuite calculer le produit $E \times T$ ce qui nous donne :
 $E \times T = (25 - 10) \times (10 / 25) \times 19,23$ soit environ 115.

Grâce à l'abaque de la figure 7 nous trouvons à l'intersection de $E \times T = 115$ et de $I_{CHmax} = 1A$ la zone correspondant à H470. Notre self sera donc un modèle de $470 \mu H$ sous un courant de : $1,15 \times 1$ soit $1,15A$. En pratique nous choisirons un modèle $470 \mu H$ sous 1 ou $1,2A$. Le condensateur de sortie C2 aura une valeur supérieure à :
 $7785 \times 25 / (10 \times 470)$ soit $41 \mu F$

Nous prendrons donc un modèle de valeur très supérieure, par exemple de $220 \mu F$, à faible résistance série et de tension de service au moins égale à $1,5 \times 10$ soit $15V$. La diode D1 aura une tension inverse minimum de $1,25 \times 25$ soit $31V$ et un courant maximum de $1,2 \times 1$ soit $1,2A$. Nous prendrons donc un modèle $40V/3A$ choisi dans le tableau ci-joint qui pourra ainsi supporter un court-circuit continu en sortie.

Le condensateur C1 quant à lui sera un 47 ou $100 \mu F$ (toujours selon le contenu de nos tiroirs !) de tension de service au moins égale à $1,25 \times 25$ soit $31V$. En pratique nous prendrons un modèle $50V$ ou $63V$ (selon les fabricants).

Ici encore il est intéressant de comparer la dissipation de puissance de notre alimentation avec celle de son équivalente linéaire. Celle-ci est au maximum de $2W$ alors que le même modèle réalisé avec un circuit linéaire (un LM317 par exemple) dissiperait dans les mêmes conditions : $(25 - 10) \times 1$ soit $15W$!

En résumé

Les calculs relatifs à une alimentation à découpage ne sont pas simples si on veut la réaliser de toutes pièces. Par contre, si on fait appel à des circuits intégrés spécialisés tels que les "simple switchers" de NS pris en exemple dans cet article, ces calculs se résument à de simples multiplications et divisions comme vous avez pu le constater. Vous ne devez donc plus hésiter, surtout que nous vous avons permis de comparer les dissipations de puissance avec nos deux exemples pratiques.

Tension inverse maximum	Courant max. 1 A	Courant max. 3 A
20 V	1N5817 MBR 120 P SR 102	1N5820 MBR 320 P SR 302
30 V	1N5818 MBR 130 P 11 DQ 03 SR 103	1N5821 MBR 330 31 DQ 03 SR 303
40 V	1N5819 MBR 140 P 11 DQ 04 SR 104	1N5822 MBR 340 31 DQ 04 SR 304
50 V	MBR 150 11 DQ 05 SR 105	MBR 350 31 DQ 05 SR 305
60 V	MBR 1601 11 DQ 06 SR 106	MBR 3603 31 DQ 06 SR 306

Tableau : Quelques références de diodes Schottky utilisables dans nos alimentations.

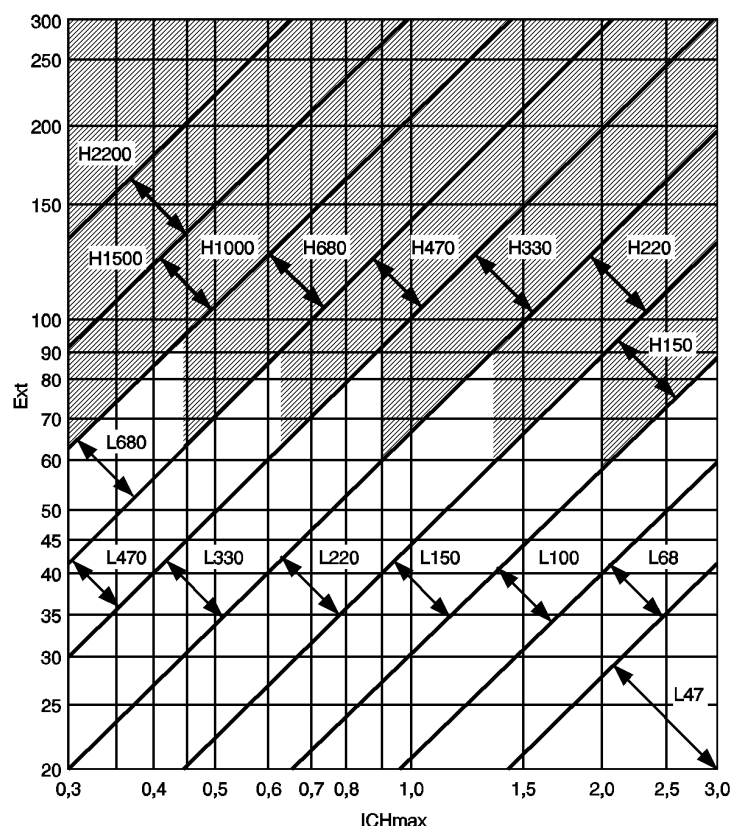


Fig 8 Abaque de calcul de la self pour les régulateurs à tension de sortie ajustable LM2576.

ABONNEMENT

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

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

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

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

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

- chèque bancaire mandat-lettre carte bleue

signature :

[Signature]

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

ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à



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

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

BULLETIN DE PARRAINAGE

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

Un filtre pour caisson de basses

Pour restituer au mieux la bande son des films actuels, l'utilisation d'un caisson de basses est devenue quasiment indispensable.

Les effets spéciaux s'accompagnent toujours d'effets sonores impressionnants. Explosions en tout genre se succèdent et restituer convenablement tant leur dynamique que leur profondeur n'est pas toujours à la portée de la première chaîne hi-fi venue. Or, tout passionné d'électronique qui se respecte possède au moins un amplificateur inutilisé. Pourquoi ne pas l'utiliser pour piloter un caisson de graves. D'autant plus que de telles enceintes, mono haut-parleur, sont relativement simples à réaliser pour peu qu'on les dote d'une taille respectable. Reste

saturer les composant. Afin de se libérer des problèmes.

■ Comment ça marche

Pour couvrir le besoin en composants actifs de ce filtre, seul un circuit intégré unique suffit. En effet, le LM324 regroupe quatre amplificateurs opérationnels au sein d'un même boîtier. Seuls trois d'entre eux seront ici exploités. Notons que,

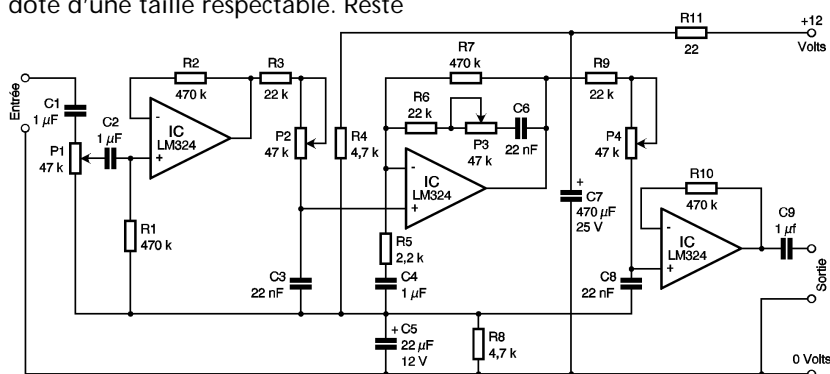


Fig 1 Schéma de principe

que, pour que le rendement du caisson de grave soit optimum et qu'il ne perturbe pas, en restituant des médiums, l'espace stéréophonique, il faut disposer d'un filtre chargé des fréquences indésirables. C'est donc le but de notre montage. Pour qu'il puisse s'adapter au mieux aux besoins et aux goûts de chacun ne l'avons pourvu de plusieurs réglages d'impédance d'entrée et de sortie, qui risqueraient de faire dériver la fréquence de coupure de ces cellules, deux autres amplificateurs opérationnels «encadrent» l'unité de filtrage. Un dernier potentiomètre ajustable (P1), en entrée du montage, offre un réglage de sensibilité générale.

comme les amplificateurs opérationnels doivent fonctionner sous une tension d'alimentation symétrique par rapport à la masse, l'association de R4, R8 et C5 porte la masse du montage à la demi-valeur de la tension d'alimentation. Ceci revient à créer une alimentation symétrique virtuelle.

Le signal d'entrée est appliqué à P1 par l'intermédiaire du condensateur C1. Ce premier potentiomètre est l'équivalent d'un réglage de volume. Il permet donc d'adapter la sensibilité du montage à la source utilisée. C2 transmet ce signal au premier amplificateur opérationnel. Le rebouclage de sa sortie sur son entrée inverseuse par R2 lui confère un gain en tension unitaire. Son but est offrir une faible impédance pour «attaquer» le filtrage. Le signal rencontre, ensuite, une première cellule de filtrage composée de R3, P2 et C3. Il s'agit d'un filtre passe bas dont l'atténuation est de 6 dB par octave. Le second amplificateur opérationnel prélève la tension aux bornes de C3. Sa boucle de contre réaction comporte une seconde cellule passe bas. A la sortie de ce circuit, l'atténuation atteint ainsi déjà 12 dB/octave. Enfin une troisième cellule passe bas, en sortie, porte

■ Le principe

Pour éliminer efficacement les fréquence élevée, nous utiliserons un filtre passe bas d'ordre trois. Trois cellules passe-bas de base encadrent un amplificateur opérationnel : une en entrée, la seconde en contre-réaction et la troisième en sortie. Sur le schéma de principe, ces trois cellules sont aisément reconnaissable : une résistance, un potentiomètre ajustable (P2, P3, P4) et un conden-

■ NOMENCLATURE

R1, R2, R7, R10 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune, or)
R3, R6, R9 : 22 kΩ (rouge, rouge, rouge, orange, or)

R4, R8 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge, or)
R5 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge, or)
R11 : 22 Ω (rouge, rouge, noir, or)

P1 à P4 : potentiomètres ajustables 47 kΩ
C1, C2, C4, C9 : 1 μF
C3, C6, C8 : 22 nF
C5 : 22 μF/12V
C7 : 470 μF/25V

Ic : LM324
2 fiches RCA
Un coupleur pour pile 9V ou un adaptateur secteur 12V sous 100 mA au moins

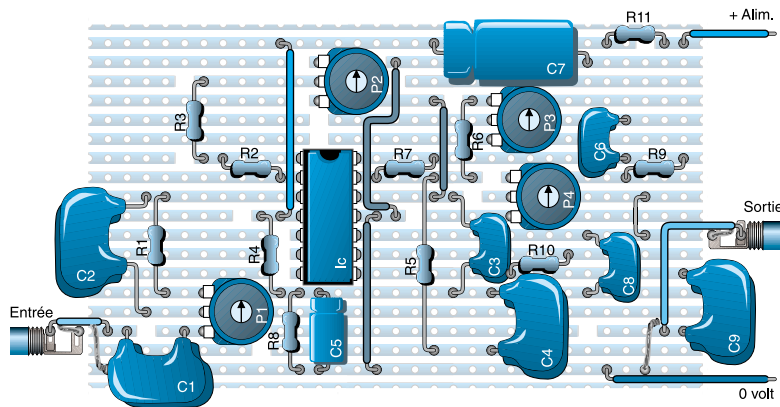


Fig 2 Mise en place des éléments

cette atténuation à 18 dB/octave. Le dernier amplificateur opérationnel possède également un gain unitaire. Tout comme le premier, il a pour fonction de nous libérer des problèmes d'impédance. Enfin le condensateur C9 élimine toute composante continue en sortie du montage.

■ Le câblage

Comme toujours, ce montage est réalisé sur une petite plaquette d'essai pré-perforée munie de bandes conductrices. Le travail commencera donc par la préparation de la plaquette. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma proposé. Rappelons-le la méthode la plus simple pour les réaliser est d'utiliser une foret à métal de 6 mm de diamètre. Il suffit de l'appliquer fermement sur le trou où doit s'effectuer l'interruption de bande et de le tourner doucement à la main tout en appuyant. Il est nécessaire d'utiliser du fil blindé pour réaliser les connexions d'entrée et de sortie de ce montage. En cas contraire, des

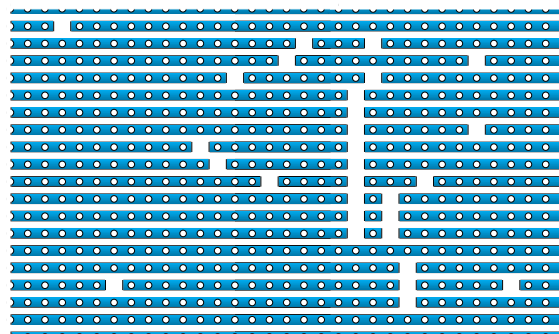


Fig 3 Préparation de la plaquette

ronflements parasites risquent de se manifester. De même, si on souhaite remplacer les ajustables par des potentiomètres éloignés de la plaquette de câblage, leurs liaisons devront être réalisées en fil blindé. Nous vous conseillons aussi de relier le corps métallique des potentiomètres à la masse. De plus, ceci simplifie le raccordement des tresses de masse des fils blindés des entrées. Nous n'avons pas mentionné sur nos schémas d'interrupteur arrêt/marche mais il est parfaitement possible d'en insérer un directement en série avec l'alimentation.

■ L'utilisation

Ce filtre brille par la polyvalence qu'il offre au niveau du prélèvement du signal. Si l'amplificateur que vous possédez comporte une fiche de sortie pour sub-woofer, elle lui sera, bien entendu, tout particulièrement destinée. Cette sortie présente l'avantage de délivrer un signal dont l'amplitude est fonction de la position du potentiomètre de volume générale. Elle assure ainsi la «synchronisation automatique» des niveaux des enceintes principales et de celui du caisson de graves. Si l'appareil en est dépourvu une sortie auxiliaire, destinée à l'entrée enregistrement d'un magnétophone à cassettes, peut parfaitement s'utiliser. Cependant, dans ce cas, il faut régler manuellement les volumes respectifs des deux amplificateurs. Une solution simple pour résoudre ce problème consiste à brancher directement l'entrée de notre filtre sur une sortie haut-parleur (voie droite ou gauche indifféremment). Son réglage de sensibilité lui permet de s'adapter à ce traitement.

Pour la mise en service définitive du montage, nous vous conseillons de placer tous les potentiomètres en position minimale. L'amplificateur destiné au caisson de basse doit être en service et son réglage de volume à mi-course. Une fois un CD, ou tout autre programme sonore lu par la chaîne principale, il faut tourner P1 progressivement jusqu'à ce que l'équilibre entre le son issu

du caisson de graves et celui des enceintes principales soit satisfaisant. Ensuite, en agissant sur P2, P3 et P4, il est possible de modifier la courbe de réponse du filtre. En agissant sur ces trois réglages en même temps, on obtient toujours une coupure raide (d'ordre 3) mais pour une fréquence de coupure de plus en plus basse. Il est également possible «d'arrondir» la courbe de réponse en donnant à ces trois potentiomètres une position différente. Ici ce sont essentiellement des tests auditifs qui permettront de déterminer le réglage le mieux adapté aux goûts de l'auditeur.

Initiation à l'électronique de puissance

Partie 1

Électronique, domaine des courants faibles ? Allons donc, plus de nos jours ou les composants de puissance comme la diode, le thyristor ou le triac nous permettent de maîtriser en souplesse et en toute sécurité l'énergie fournie par le réseau EDF. La traction électrique du TGV en est une application spectaculaire ; dans nos foyers également, on peut citer la maîtrise de l'éclairage par la variation de la luminosité, la régulation de température ultra précise des radiateurs électriques ou encore la gestion de la vitesse des moteurs ; sans parler des innombrables autres applications des composants de puissance dans les divers secteurs de l'industrie.

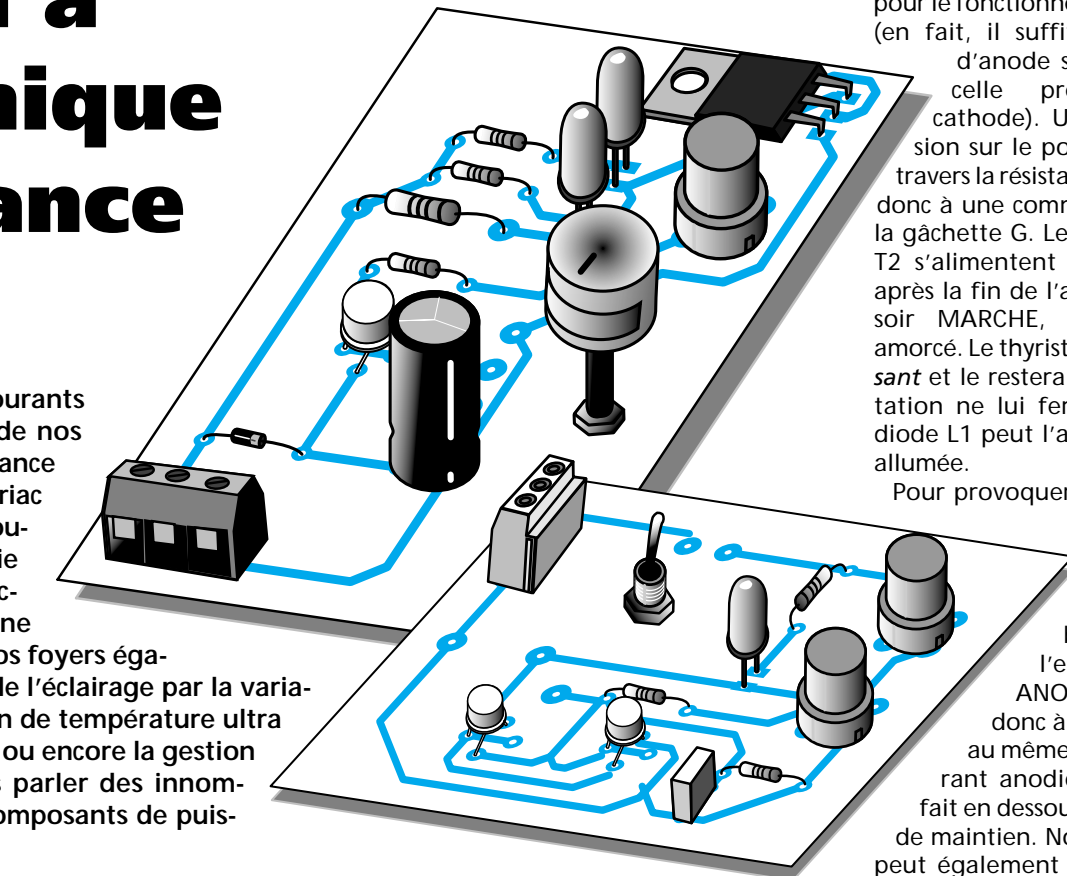
Nous allons dans un premier volet vous proposer de faire connaissance avec le thyristor, composant incontournable de ce domaine de l'électronique ; nous construirons deux maquettes didactiques plus à même de nous en dévoiler les principes de fonctionnement. Nous aborderons dans un second volet les possibilités du triac, plus particulièrement spécialisé dans les applications reliées au secteur. Plus tard encore, nous vous présenterons quelques convertisseurs de l'énergie électrique toujours par le biais d'applications concrètes. Toutefois pour des raisons de sécurité, toutes les maquettes proposées seront alimentées en très basse tension par un transformateur ou sur piles.

Le thyristor

Ce composant fondamental et paradoxalement assez méconnu dans nos schémas, a pour symbole quasiment celui de la diode, avec comme différence une électrode supplémentaire appelée Gâchette. Nous dirons qu'il s'agit d'un redresseur unidirectionnel commandé. On trouvera à la figure 1 sa représentation symbolique avec les trois lettres affectées à ses électrodes :

ANODE = A
CATHODE = K
GACHETTE = G

En décomposant le thyristor, on découvre en fait qu'il est constitué par l'association d'un transistor PNP



pour le fonctionnement du thyristor (en fait, il suffit que la tension d'anode soit supérieure à celle présente sur la cathode). Une simple impulsion sur le poussoir MARCHÉ à travers la résistance R2 correspond donc à une commande positive de la gâchette G. Les transistors T1 et T2 s'alimentent mutuellement et après la fin de l'action sur le poussoir MARCHÉ, l'ensemble reste amorcé. Le thyristor est devenu passant et le restera tant que l'alimentation ne lui fera pas défaut. La diode L1 peut l'attester en restant allumée.

Pour provoquer la mise au repos du thyristor nous avons prévu un poussoir ARRÊT shuntant brièvement l'espace CATHODE - ANODE qui se retrouve donc à ce moment précis au même potentiel : le courant anodique tombe de ce fait en dessous du seuil minimal de maintien. Notez bien que l'on peut également interrompre l'alimentation positive en manœuvrant l'interrupteur brièvement OU en le laissant ouvert.

Pour résumer :

∅ en courant continu une brève impulsion sur la gâchette du thyristor convenablement polarisé suffit à le rendre passant et à l'y laisser. ∅ pour faire cesser sa conduction, on peut ouvrir le circuit d'alimentation ou court-circuiter brièvement l'espace ANODE - CATHODE.

A noter que le courant nécessaire à la gâchette n'est que de quelques milliampères, alors que celui du circuit principal peut atteindre des centaines d'ampères pour un composant de forte puissance. Sachez encore qu'il existe un modèle de thyristor un peu particulier, dont le blocage est obtenu par simple inversion de la polarité appliquée sur la gâchette : on les nomme thyristor GTO (= Gate Turn Off).

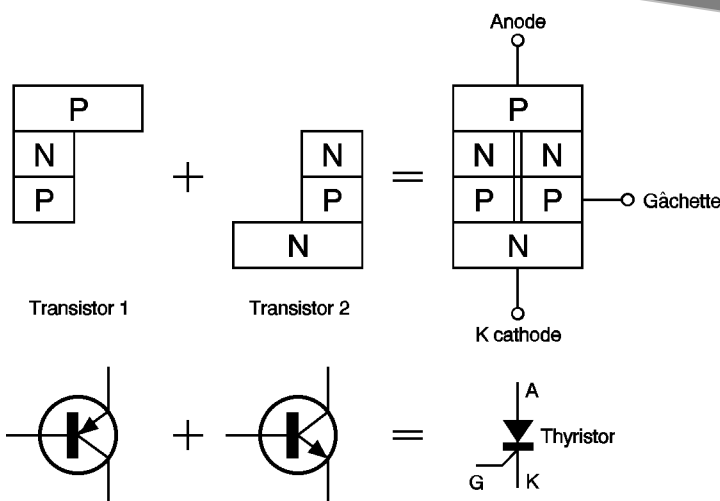


Fig 1

Configuration du thyristor

et d'un autre transistor NPN. Les jonctions médianes sont réunies comme en témoigne encore le croquis 1. Il nous a semblé intéressant de construire une telle association pour découvrir le principe de fonctionnement du thyristor en courant continu. Il sera passant dans le sens ANODE ∅ CATHODE, mais seulement à la condition que la gâchette soit sollicitée convenablement. Un redressement ne peut avoir lieu si l'ordre n'en est pas donné. Le schéma d'expérimentation est donc proposé à la figure 2 et fera l'objet d'une élaboration sur circuit imprimé.

constitue ici notre charge avec la résistance R1, n'est pas illuminée, car le couple T1-T2 n'est pas amorcé ; notre thyristor maison est donc bloqué. On peut noter que le plus de l'alimentation est bien relié du côté de l'anode, condition indispensable

Montage en courant continu

A la mise sous tension du circuit par la fermeture de l'inter ON/OFF, la diode électroluminescente L1, qui

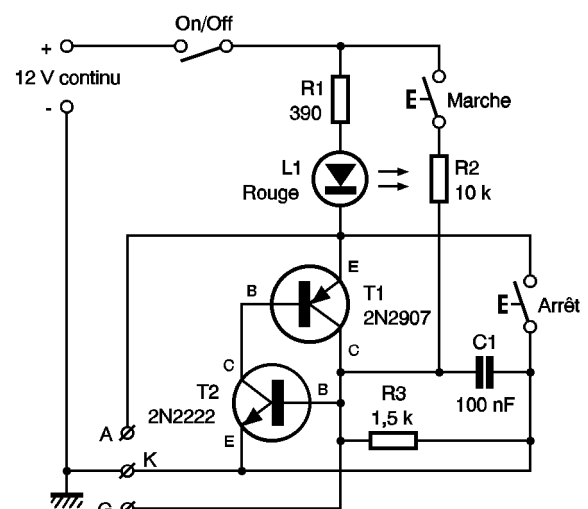


Fig 2

Schéma équivalent d'expérimentation

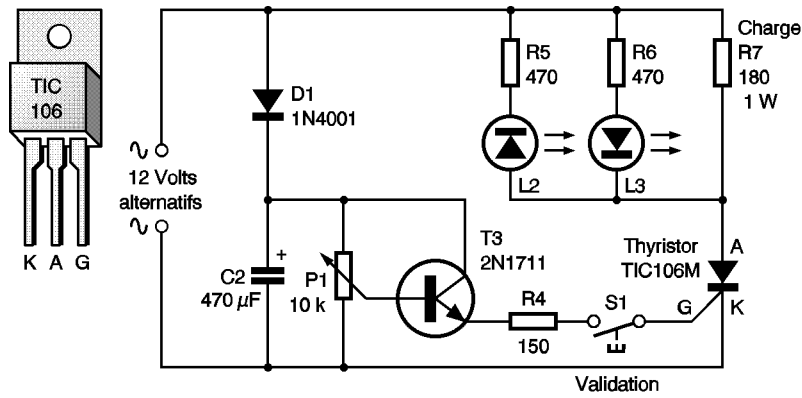


Fig 3 Schéma d'application

Montage en courant alternatif

Le comportement du thyristor alimenté en courant alternatif est sensiblement différent en raison du pas-

l'angle α de retard à l'amorçage ; il sera ainsi possible de moduler la puissance dans une charge pilotée par un thyristor, mais sur une alternance seulement. Deux thyristors pourraient peut-être... mais ceci est une autre histoire que nous abor-

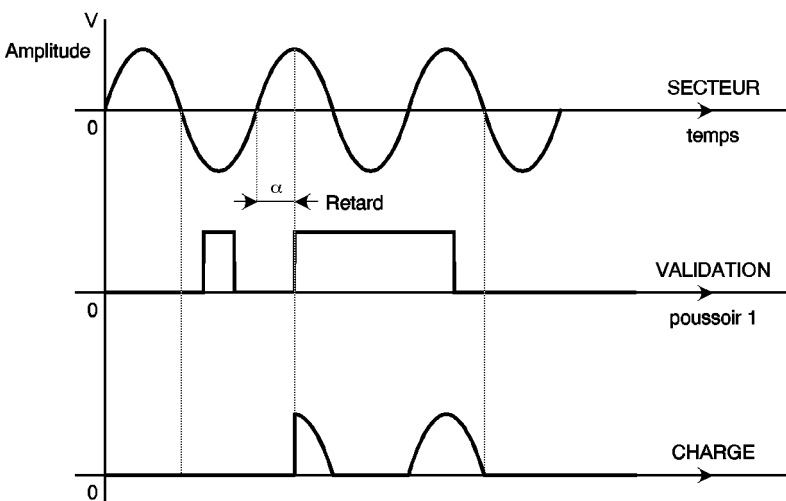


Fig 4 Chronogrammes

sage par zéro périodique de l'onde secteur. En effet, à chaque changement d'alternance, les polarités

de l'onde secteur s'inversent et une fois sur deux notre thyristor se trouve bloqué. Pour une impulsion brève et unique au départ de l'alternance positive, le composant ne peut conduire que pendant cette alternance entière au grand maximum.

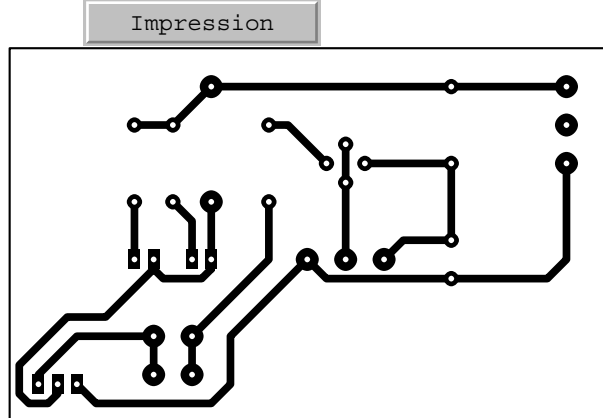


Fig 5 Tracé du circuit imprimé

Si la commande de la gâchette est permanente, le thyristor ne peut laisser passer que les alternances positives qui lui sont appliquées. Une impulsion synchronisée sur une alternance négative reste bien entendu sans effet si le sens de montage du thyristor n'est pas inversé. Les chronogrammes de la figure 4 devraient vous aider à y voir plus clair.

On devine peut-être à cet instant qu'il sera possible à l'aide de la commande par impulsion de choisir

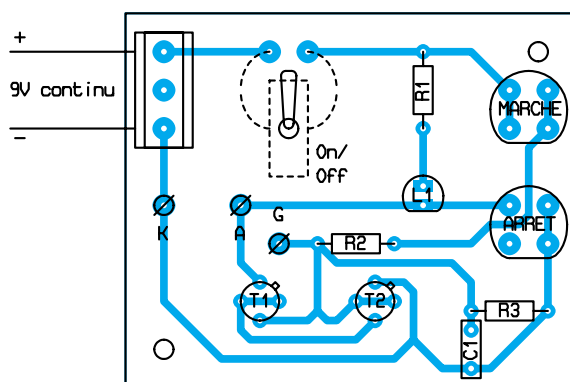


Fig 8 Implantation des éléments



secteur alternatif est abaissé à l'aide d'un transformateur sous une tension de 12V environ. A l'aide de la diode D1 et du condensateur chimique C2, nous produisons une tension continue pour l'amorçage de la gâchette. Le dosage de courant se fera aisément par le biais du potentiomètre P1 et grâce au transistor T1 sera acheminé vers la gâchette du thyristor.

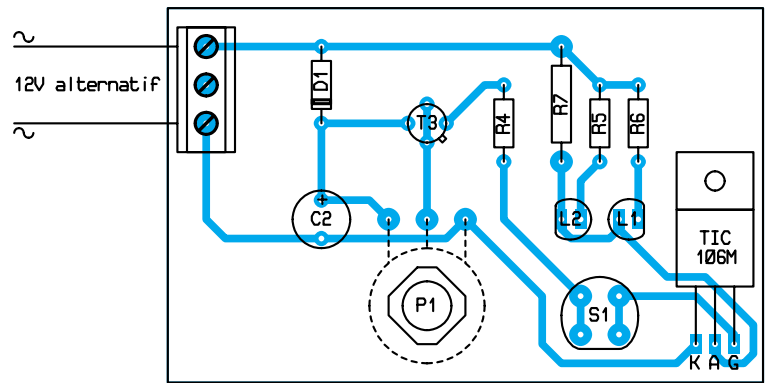


Fig 6 Implantation des éléments

Un poussoir S1 en série permet de n'appliquer qu'une impulsion à la fois ou du moins une impulsion relativement courte. La charge dans le circuit de puissance consiste en une résistance de faible valeur, R7. Les diodes L2 et L3 montées en opposition visualisent après amorçage les alternances positives ou négatives. Attention, il doit être clair que seules les alternances positives ici devraient être visualisées par la diode L3 ; la diode L2 ne devrait par contre jamais s'allumer, sauf si le thyristor était défectueux ou inversé.

Pour résumer :
 Ø en courant alternatif, il suffit d'une brève impulsion pour amorcer le thyristor sur une alternance positive ou négative à la fois, selon son sens de montage.
 Ø Il faut une commande périodique précise ou permanente pour conserver la conduction du composant.

Faites connaissance avec le thyristor avant de découvrir le mois prochain son cousin le triac, un costaud lui aussi.

NOMENCLATURE

- T1 : transistor PNP 2N2907
- T2 : transistor NPN 2N2222
- L1 : diode électroluminescente rouge 5 mm
- T3 : transistor NPN 2N1711
- L2 : diode LED jaune 5mm
- L3 : diode LED verte 5mm
- Thyristor TIC106M, boîtier TO220
- D1 : diode redressement 1N4001
- R1 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
- R2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R3 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R4 : 150 Ω (marron, vert, marron)
- R5, R6 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R7 : 180 Ω 1W (marron, gris, marron)
- P1 : potentiomètre 10 kΩ + bouton
- C1 : 100 nF/63V plastique
- C2 : 470 μF/25V chimique vertical
- 2 blocs de 3 bornes vissé-soudé, pas de 5mm
- 3 poussoirs miniatures pour C.I.
- Interrupteur inverseur à levier

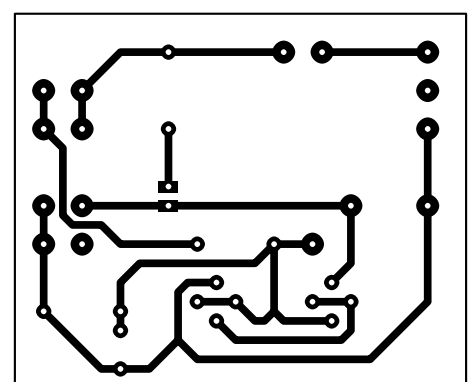
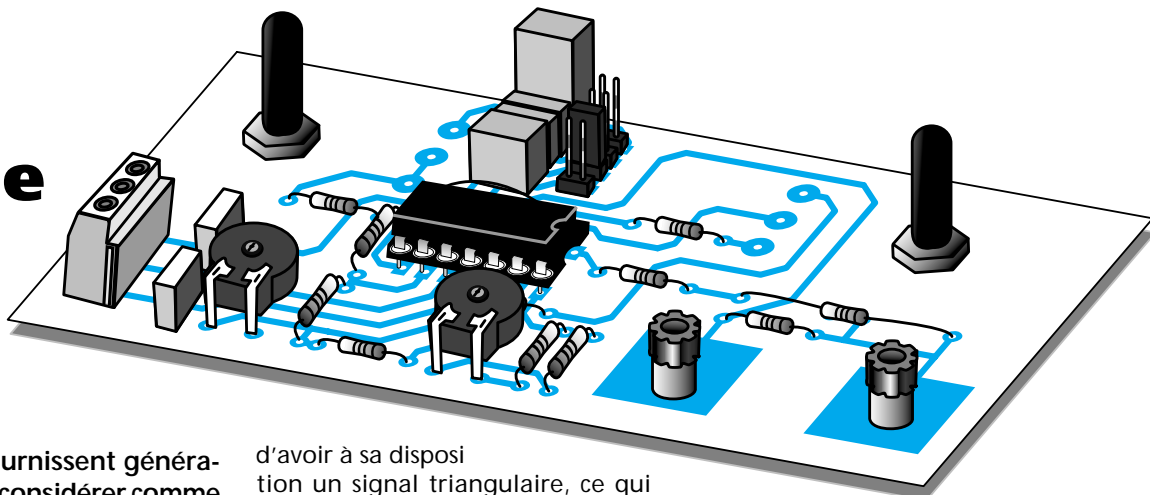


Fig 7 Tracé du circuit imprimé

Impression

Générateur de signaux carrés de rapport cyclique réglable



Les générateurs basse fréquence courants fournissent généralement les 3 formes de signaux que l'on peut considérer comme fondamentales, à savoir : des sinusoïdes, des triangles et des carrés. Quand on monte dans la gamme des prix, certains modèles offrent en plus la possibilité de faire varier le rapport cyclique des signaux carrés, fonction qui peut être mise à profit pour étudier par exemple le fonctionnement d'un hacheur série qui assure une conversion DC-DC avec des pertes moindres que celles que l'on obtient avec un régulateur série. Le montage que nous vous proposons de réaliser aujourd'hui est un générateur de signaux carrés de fréquence et de rapport cyclique variables que vous pourrez utiliser en complément d'un générateur BF dépourvu de cette fonction.

Définition

Le rapport cyclique d'un signal carré (noté η) est égal au rapport de la durée de son état haut T_h à

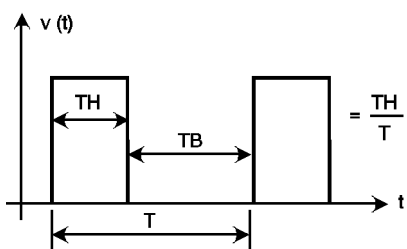


Fig 1 Rapport cyclique d'un signal

sa période T soit $\eta = T_h/T$ (figure 1). Pour un signal carré dont on ne précise pas le rapport cyclique, il est généralement sous-entendu que les états haut et bas ont la même durée ($T_h = T_b$) ce qui donne $\eta = 0,5$.

Obtention d'un signal carré de rapport cyclique variable

Les montages les plus utilisés s'appuient sur un générateur de signaux triangulaires associé à un étage comparateur comme celui de la figure 2a. En s'appuyant sur les chronogrammes de la figure 2b, on constate que tant que le niveau du triangle est inférieur au seuil du comparateur, la sortie de celui-ci reste à l'état haut. Quand le niveau du triangle franchit le seuil imposé par le diviseur potentiométrique à l'entrée non inverseuse du comparateur, sa sortie passe à l'état bas. En

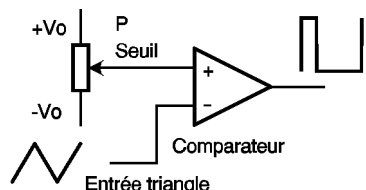


Fig 2a Principe

modifiant le seuil de $-Vo$ à $+Vo$, on peut donc faire varier le rapport cyclique d'une valeur quasiment nulle (pour $V_{seuil} = -Vo$) à $\eta = 1$ quand $V_{seuil} = +Vo$. D'un point de vue pra-

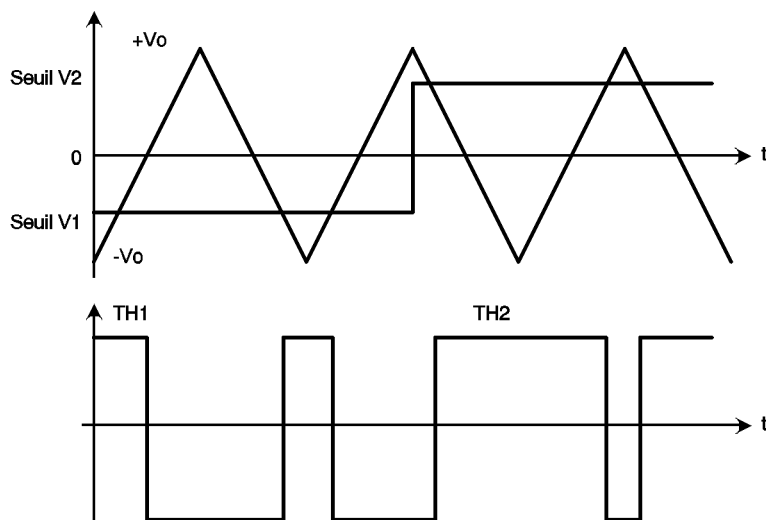


Fig 2b Chronogrammes

tique, on limite l'excursion du seuil de basculement afin que le signal de sortie du comparateur ne se transforme pas en un niveau constant (qui n'a plus rien à voir avec un signal périodique) lorsque le seuil vaut $+Vo$ ou $-Vo$. Cette limitation justifiée conduit à la réalisation de signaux dont le rapport cyclique peut varier d'environ 5 à 95%, ce qui est largement suffisant pour la majeure partie des applications. La technique envisagée nécessite

d'avoir à sa disposition un signal triangulaire, ce qui est le cas de tous les générateurs de signaux (ou presque), même d'entrée de gamme. Nous aurions donc pu proposer un module regroupant uniquement le comparateur et le potentiomètre, mais nous avons pensé qu'il serait plus judicieux de profiter de cette étude pour aborder en même temps, la génération de signaux triangulaires et réaliser un générateur complet.

Obtention d'un signal triangulaire symétrique

Un des schémas de principe qui assure cette fonction est représenté à la figure 3. Il fait intervenir 2 générateurs de courant constant $+I$ et $-I$ que l'on commute quand la tension aux bornes du condensateur atteint les niveaux $\pm Vo$. Quand le générateur $+I$ est en service, le condensateur C se charge et la tension u_c croît

la quantité d'électricité emmagasinée par le condensateur C ($Q = CU$) et de celle véhiculée par le courant I ($Q = I t$), qui sont bien évidemment identiques. La durée T_1 nécessaire pour que la tension u_c passe de la valeur $-Vo$ à $+Vo$ est $T_1 = 2VoC/I$ puisque $dU_c = 2Vo$ (passage de $-Vo$ à $+Vo$). Quand le générateur $-I$ est à son tour en service, le condensateur C se décharge linéairement de $+Vo$ à $-Vo$ en une durée $T_2 = 2VoC/I$ ($= T_1$). La période T du phénomène a pour expression $T = T_1 + T_2 = 4VoC/I$.

Pour réaliser les 2 générateurs de courant de façon très simple, on se sert d'un seul AOP comme le montre la figure 4a. Dans cette structure, lorsque l'AOP fonctionne en régime linéaire, la tension différentielle d'entrée ($e = e_+ - e_-$) étant nulle, la tension de commande V_e se retrouve aux bornes de R_e . Comme aucun courant i ne circule dans l'entrée inverseuse de l'AOP, le courant $I = V_e/R_e$ qui traverse R_e , se retrouve intégralement dans la charge. Si l'on s'arrange pour que V_e et R_e soit constantes, on a réalisé un générateur de courant constant qui pourra prendre les valeurs $+I$ ou $-I$ suivant le signe de V_e . En prenant comme charge un condensateur C, la tension u_c aux bornes de celui-ci croît ou décroît suivant le signe de V_e . Comme la tension u_c est par ailleurs égale à l'opposé de v_s , on récupère par conséquent à ce niveau, une tension triangulaire qui décroît pour V_e positive et qui croît pour V_e négative (figure 4b). Pour détecter les seuils $\pm Vo$ on utilise un trigger symétrique à AOP. Dans cette configuration, quand V_s décroît de $+Vo$ vers $-Vo$, la sortie du trigger est au niveau bas (c'est à dire une tension négative notée $-V_{sat}$ supérieure de 1 à 2V par rapport à la tension d'alimentation $-V_{cc}$ de l'AOP), alors qu'elle est au niveau

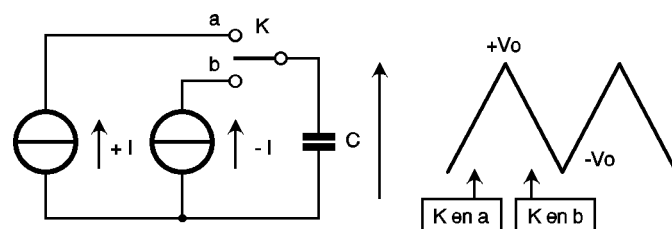


Fig 3 Intervention de deux générateurs de courant constant

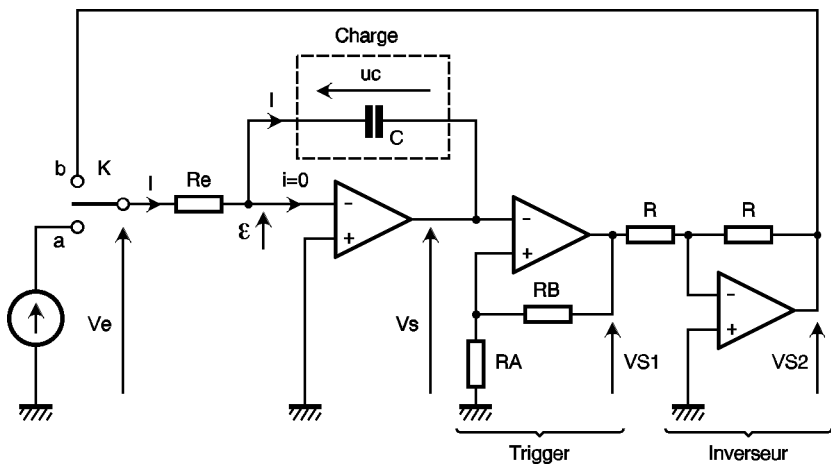


Fig 4a

haut (+Vsat=Vcc- 1 à 2V) quand vs croît de -Vo vers +Vo. Cette polarité est exactement l'inverse de celle que doit posséder la tension Ve. En utilisant un étage inverseur (encore à AOP) on dispose d'une tension qui peut parfaitement servir de commande Ve. En ajoutant cet étage et en reboulant sa sortie sur l'entrée de commande Ve, on réalise un montage qui auto oscille spontanément si l'inverseur K est en position "b". Ce générateur délivre des signaux triangulaires à la sortie Vs, et des carrés de même fréquence en Vs1 et Vs2=Ve.

Les grandes lignes du fonctionnement du générateur étant connues, il est possible d'aborder le schéma de la figure 5 qui permet de réaliser le générateur de signaux de rapport cyclique réglable objet de ces lignes.

Le générateur

Celui-ci présente quelques différences par rapport au schéma de la figure 4a afin d'en améliorer les performances et d'en corriger les défauts.

Le condensateur C de la figure 4a est en particulier remplacé à figure 5 par 4 condensateurs (C3 à C6), afin de balayer la plage des fréquences allant de 5 Hz à environ 50 kHz en 4

Générateur de signaux triangulaires

gammas. La résistance Re est remplacée par la résistance talon R1 et le potentiomètre P1, grâce auquel la fréquence varie continuellement sur chaque gamme. Les résistances fixes Ra et Rb du trigger ont été remplacées par des ajustables. AJ1 agit sur l'amplitude Vo et AJ2 symétrise les seuils (positif et négatif).

Cette symétrisation est nécessaire car il est rare que les tensions de saturation d'un AOP soient égales en valeur absolue. Quand la sortie de IC1d est à +Vsat, l'expression du seuil du trigger fait intervenir la partie basse de AJ2 (soit $V_{sh} = (V_{sat} - V_{d2})AJ1 / (AJ1 + R2 + AJ2b)$) alors que pour -Vsat c'est la partie haute de AJ2 qui intervient (soit $V_{sb} = (-V_{sat} + V_{d1})AJ1 / (AJ1 + R2 + AJ2h)$). L'action sur AJ2 permet d'aboutir à $V_{sh} = -V_{sb} = V_o$.

Comme les tensions de saturation de IC1d ne sont pas égales en valeur absolue, l'entrée de l'étage inver-

seur (gauche) valent à peu de chose près $\pm 2,5V$. On doit par conséquent s'arranger pour que l'amplitude crête à crête du signal triangulaire (donc que les seuils $\pm V_o$ du trigger IC1d) soit légèrement supérieure à cette valeur comme nous l'avons expliqué plus avant.

Pour que la tension de sortie de ce montage soit strictement positive, on élimine les alternances négatives par D3 et on ajuste l'amplitude de sortie à 5V grâce au diviseur résistif R5+R6. Les tensions d'alimentation de $\pm 8V$ sont découplées par les

Réalisation pratique

L'ensemble des composants du montage prend place sur le circuit imprimé dont le typon est donné à la figure 6. Seuls les potentiomètres P1 et P2 sont placés côté cuivre, leur axe dépassant du côté des composants dont l'implantation respectera les indications de la figure 7. Le commutateur de gamme est confectionné à partir d'une barrette comportant 2 rangées de 4 picots mâles espacés de 2,54 mm sur lesquels on enfiche un petit cavalier

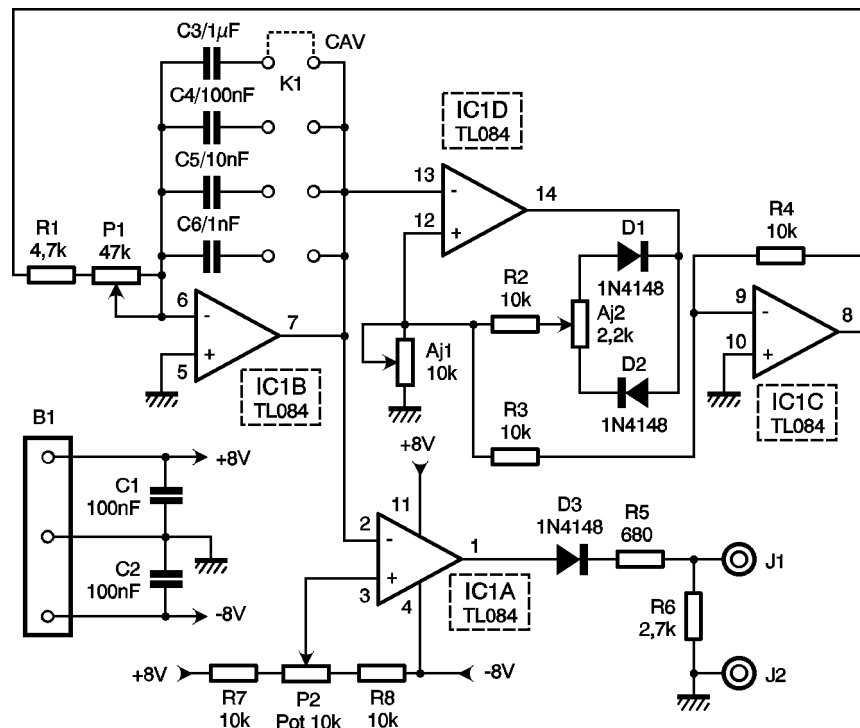
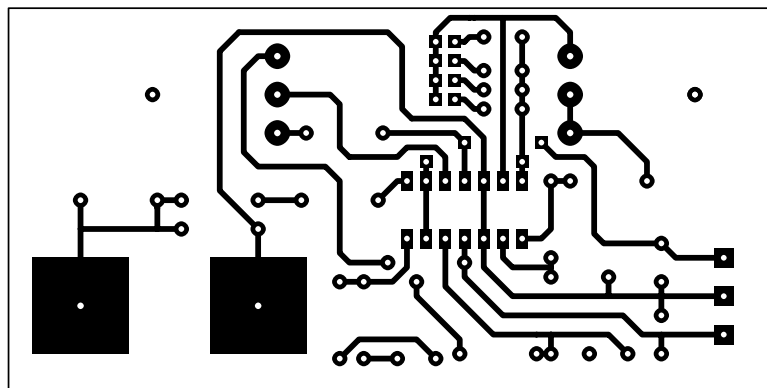


Fig 5

Schéma de principe



Tracé du circuit imprimé

Impression

Fig 6

seur est reliée au point commun de AJ1 et R2 où les tensions sont bien symétriques.

La période T des oscillations du générateur se calcule en utilisant la formule de T précédente ($T = 4V_o C / I$), en prenant pour valeur absolue de "I", l'expression $V_o / (R1 + P1)$ et pour C l'un des 4 condensateurs C3 à C6 ce qui donne $T = 4Cn (R1 + P1)$. Pour P1=0 et $Cn = C5$, nous obtenons par exemple $T = 4C5R1 = 0,0002$ soit $F = 5000$ Hz.

L'étage comparateur permettant de faire varier le rapport cyclique est réalisé à partir de IC1a associé à P2 et aux résistances talon R7 et R8. Avec une tension d'alimentation de $\pm 8V$, les seuils de basculement extrêmes (curseur de P2 à droite et à

gauche) valent à peu de chose près $\pm 2,5V$. On doit par conséquent s'arranger pour que l'amplitude crête à crête du signal triangulaire (donc que les seuils $\pm V_o$ du trigger IC1d) soit légèrement supérieure à cette valeur comme nous l'avons expliqué plus avant.

Pour que la tension de sortie de ce montage soit strictement positive, on élimine les alternances négatives par D3 et on ajuste l'amplitude de sortie à 5V grâce au diviseur résistif R5+R6. Les tensions d'alimentation de $\pm 8V$ sont découplées par les

(utilisé en informatique) pour sélectionner la gamme de travail. Le signal de sortie est collecté sur des bornes femelles de 4 mm de diamètre.

Mise au point

Cette étape nécessite un oscilloscope dont la connexion de masse est placée dans la borne J2. Le montage étant alimenté par une tension symétrique de $\pm 8V$ appliquée au bornier B1, on relie l'entrée verticale de l'oscilloscope (calibre 1V/div) en mode continu (DC) à la patte 7 de IC1 et on place les ajustables et les potentiomètres en position

(suite page 19)

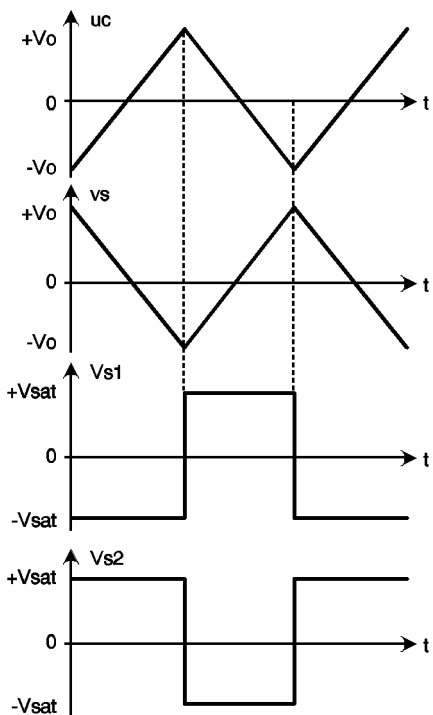
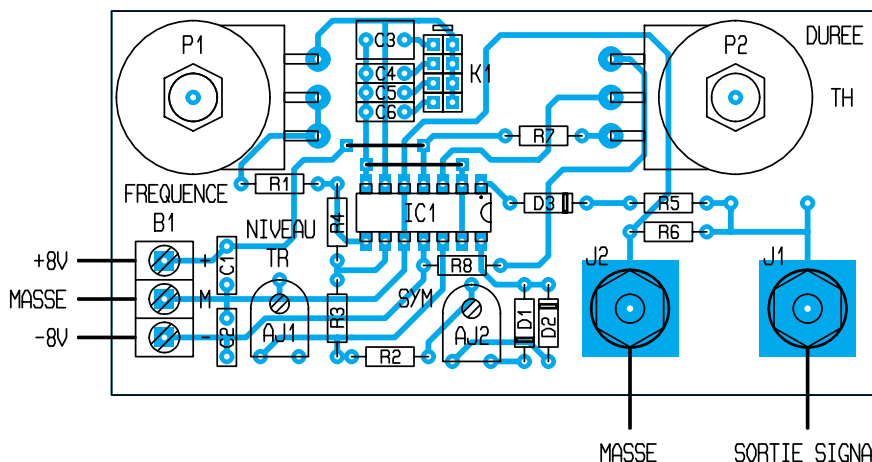


Fig 4b Chronogrammes relevés sur le montage de la figure 4a



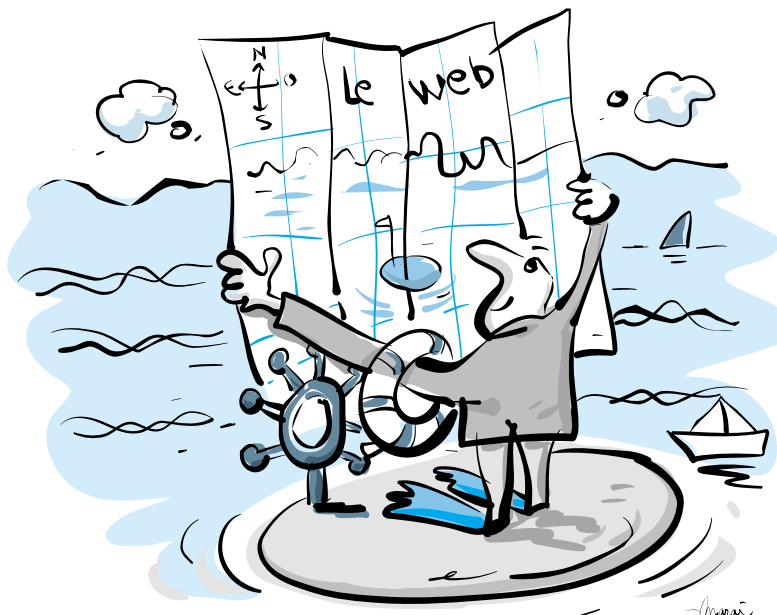
Implantation des éléments

Fig 7

LE COIN DE LA MESURE (suite de la page 15)

médiane. En disposant le cavalier pour sélectionner par exemple le condensateur C5, on doit observer un signal triangulaire dont on modifie l'amplitude par AJ1 pour qu'elle soit proche de 2,5V soit 5V crête à crête. En modifiant le réglage de AJ2 on doit s'arranger pour que les alternances positive et négative soient de hauteur identique (2,5V) et symétrique par rapport à la référence 0V. On peut éventuellement revenir sur ces réglages une ou deux fois de suite. En modifiant P1, la fréquence doit varier de 500 Hz (P1 max) à 5 kHz (P1=0) quand C5 est en service. Pour C6 cette fréquence varie de 5 kHz à environ 50 kHz. Si l'on veut vraiment atteindre les 50 kHz, il faut diminuer la valeur de C6 (mettre 2 condensateurs de 470 pF en parallèle

au lieu de 1 nF par exemple). Les 2 autres condensateurs (C3 et C4) couvrent respectivement les plages de fréquence 5 Hz-50 Hz et 50 Hz-500 Hz. En mettant l'entrée verticale de l'oscilloscope sur la sortie J1, et en agissant sur P2, le rapport cyclique du signal observé doit varier de façon importante. Si le signal carré fait place à un signal continu au niveau haut (5V) ou au niveau bas (0V), il convient d'augmenter légèrement l'amplitude des triangles par AJ1 pour que cette situation disparaisse. Si l'amplitude du signal observé à la borne J1 dépasse 5V, il faut diminuer R6 (par mise en parallèle d'une résistance à souder côté cuivre) ou augmenter R5 (en mettant une résistance en série, ce que permet le dessin du circuit imprimé).



■ NOMENCLATURE

R1, R2 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R3, R4, R7, R8 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R5 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
 R6 : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
 AJ1 : 10 k Ω ajustable horizontal Piher
 AJ2 : 2,2 k Ω ajustable horizontal Piher
 P1 : 47 k Ω potentiomètre linéaire axe 6 mm
 P2 : 10 k Ω potentiomètre linéaire axe 6 mm

C1, C2, C4 : 100 nF/63V milfeuil
 C3 : 1 μ F/63V milfeuil
 C5 : 10 nF/63V
 C6 : 1 nF/63V
 IC1 : TL084
 D1, D2, D3 : diodes 1N4148
 K1 : barrette mâle à 2 rangées espacée de 2,54 mm (4 plots)
 CAV : Cavalier informatique pas de 2,54 mm
 B1 : bornier à souder sur CI 3 plots
 J1, J2 : bornes femelles 4 mm pour châssis



J'ARRRRRRRRIVE



Une attente téléphonique

Grâce à ce montage, vos correspondants trouveront le temps moins long lorsque vous leur demanderez de patienter au téléphone...

Le fonctionnement (figure 1)

Le cœur du montage est un ISD de la série 25XX. Nous avons retenu le 2590 étant donné qu'il s'agit d'une mémoire analogique de capacité relativement importante : 90 secondes. Dans la même série, on trouve également le 2560 (60

potentiel de l'ordre du volt (1,2V exactement). Le montage est mis sous tension par l'intermédiaire de l'inverseur T1. L'allumage de la LED L signale la mise sous tension. La

parleur de 8 Ω, cette résistance peut être remplacée par un strap.

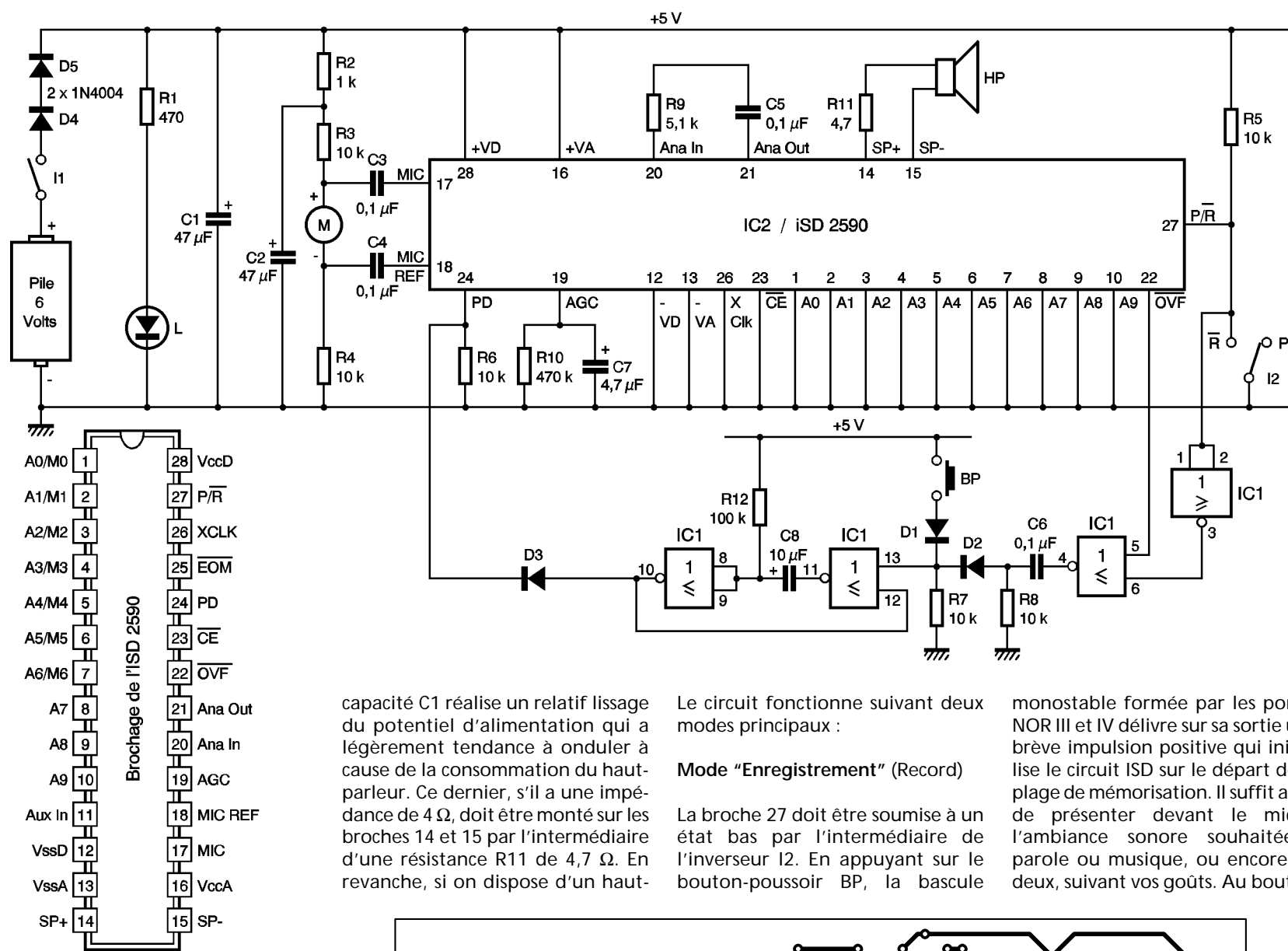
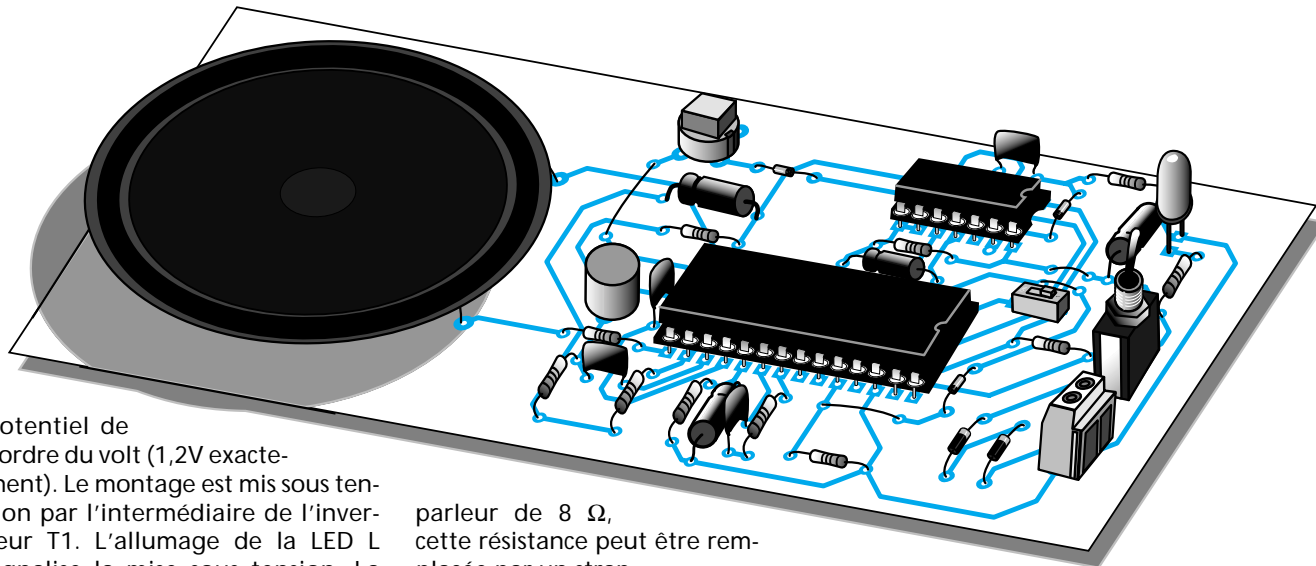


Fig 1 Schéma de principe

secondes de capacité) et le 2575 (75 s). A noter toutefois que plus la durée est grande, moins la bande passante sera large. Dans le cas présent, cette dernière se caractérise par une valeur de 2,3 kHz (pour 3,4 kHz si on choisit le 2560). Un tel composant fonctionne obligatoirement sous un potentiel de 5V (+/- 0,5V). Nous l'alimentons donc à partir d'une source formée par 4 piles de 1,5V, ce qui donne un potentiel de 6V. Les 2 diodes, D4 et D5, introduisent une chute de

capacité C1 réalise un relatif lissage du potentiel d'alimentation qui a légèrement tendance à onduler à cause de la consommation du haut-parleur. Ce dernier, s'il a une impédance de 4 Ω, doit être monté sur les broches 14 et 15 par l'intermédiaire d'une résistance R11 de 4,7 Ω. En revanche, si on dispose d'un haut-

Le circuit fonctionne suivant deux modes principaux :

Mode "Enregistrement" (Record)

La broche 27 doit être soumise à un état bas par l'intermédiaire de l'inverseur I2. En appuyant sur le bouton-poussoir BP, la bascule

monostable formée par les portes NOR III et IV délivre sur sa sortie une brève impulsion positive qui initialise le circuit ISD sur le départ de la plage de mémorisation. Il suffit alors de présenter devant le micro, l'ambiance sonore souhaitée : parole ou musique, ou encore les deux, suivant vos goûts. Au bout de

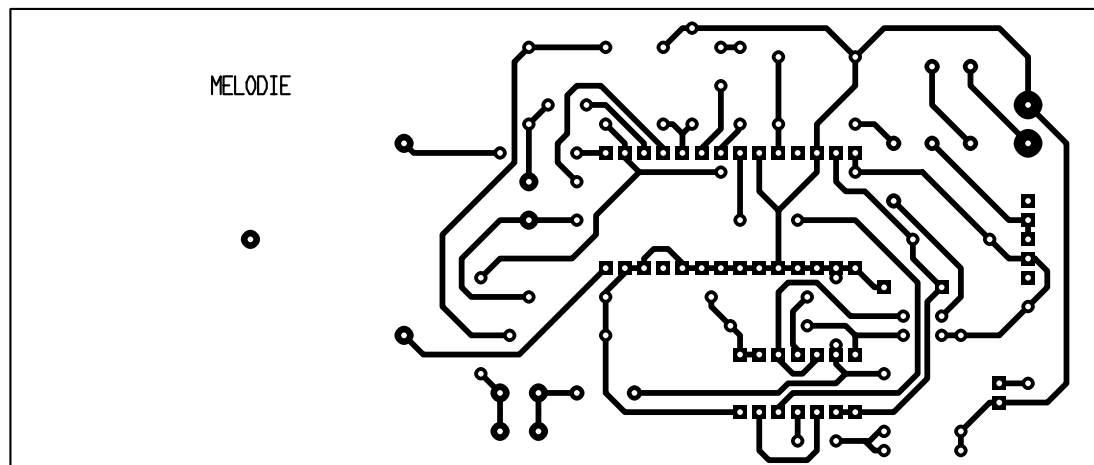


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

Impression

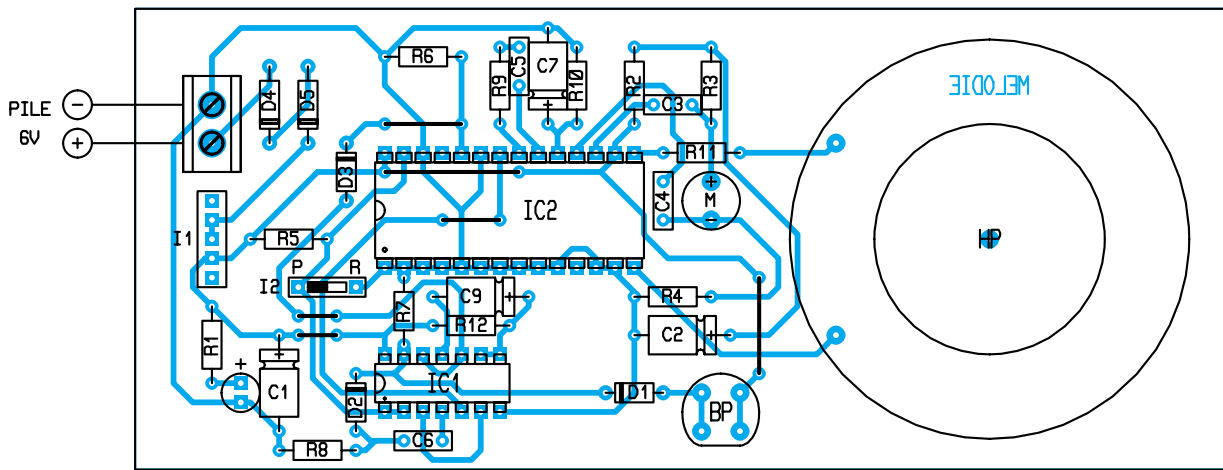


Fig 3

90 s, la plage mémoire a été entièrement parcourue par le pointeur interne. L'enregistrement cesse automatiquement.

Mode "Restitution" (Play)

L'inverseur I2 est positionné de manière à soumettre l'entrée 27 à l'état haut par l'intermédiaire de R5.

En appuyant sur BP, le circuit restitue l'enregistrement au niveau du haut-parleur. Arrivée en fin de cycle, la broche "OVF" présente un état bas. Il en résulte un état haut sur la sortie de la porte NOR II. Le front montant est aussitôt pris en compte par le dispositif dérivateur que

constituent C6 et R8. En particulier sur l'entrée de la bascule monostable, on note une brève impulsion positive due à la charge de C6 à travers R8. La bascule délivre alors un état haut fugitif. Le cycle de restitution recommence et ainsi de suite. Il suffira de poser le microphone du

combiné téléphonique à proximité du haut-parleur afin que ce dernier diffuse le contenu de l'enregistrement dans la ligne téléphonique, à l'intention de votre correspondant. A noter enfin, que le dispositif de réitération du cycle est neutralisé pendant le mode "enregistrement", étant donné que la sortie de la porte NOR III est bloquée à l'état bas.

■ La réalisation

La figure 2 fait état du circuit imprimé du montage. Il est relativement simple à reproduire par les moyens habituels. Quant à la figure 3, elle indiquera comment sont implantés les composants.

Attention au respect de l'orientation des composants polarisés. Le haut-parleur a directement été collé sur l'époxy. Le montage ne nécessite aucun réglage.

■ NOMENCLATURE

6 straps (5 horizontaux, 1 vertical)
 R1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R2 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R3 à R8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R9 : 5,1 kΩ (vert, marron, rouge)
 R10 : 470 kΩ (jaune, violet,

jaune)
 R11 : 4,7 Ω (jaune, violet, or)
 R12 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 D1 à D3 : diodes signal 1N4148
 D4, D5 : diodes 1N4004
 L : LED rouge Ø 3
 M : micro ELECTRETT (2 broches)

HP : haut-parleur 4 Ω / Ø 50 mm
 C1, C2 : 47 µF/10V électrolytique
 C3 à C6 : 0,1 µF céramique multicouches
 C7 : 4,7 µF/10V électrolytique
 C8 : 10 µF/10V électrolytique
 IC1 : CD4001

(4 portes NOR)
 IC2 : ISD2590, 2560, 2575 (mémoire analogique)
 1 support 14 broches
 1 support 28 broches
 1 bornier soudable
 2 plots
 1 microswitch 1 interrupteur
 BP : bouton-poussoir pour circuit imprimé
 I : inverseur monopolaire pour circuit imprimé

Chenillard étoile (suite de la page 3)

■ Tests et réglages

Pour vous éviter une déception lors du premier essai, suivez la démarche proposée : N'insérez pas encore les circuits dans les supports, ainsi ces derniers servent de «relais» pour les connexions temporaires de test qui seront réalisées en fil rigide 0,6mm isolé. Entre chaque essai, il faut supprimer ces connexions temporaires et déconnecter l'alimentation.

Pour l'alimentation, on utilise une pile de 9V reliée en J1, à défaut d'alimentation stabilisée limitée en courant ; en surveillant l'ampèremètre de l'alimentation, il est aisé de détecter un court-circuit ou un défaut immédiat.

Reliez la masse d'un voltmètre à la masse du montage (par exemple sur R1, côté D9) et vérifiez une tension de 9V sur les broches 4 et 8 de IC2 et la broche 16 de IC1 ; vérifiez l'extinction de toutes les LED sinon un court-circuit existe ou un transistor est claqué (jonction CE en court-circuit).

Reliez la broche 3 de IC2 au +9V (broche 8 de IC2) et vérifiez l'illumination de la LED D25 ; sinon assurez-vous du respect de la polarité de D25.

Reliez successivement les broches 3, 2, 4 et 7 de IC1 au +9V (broche 16 de IC1) et vérifiez l'allumage des deux segments de trois LED diamétralement opposés ; sinon assurez-vous du respect de la polarité des LED et transistors ainsi que du bon état des transistors.

Insérez le 555 dans le support d'IC2 et vérifiez le clignotement de la LED

D25 ; observez la variation de la cadence avec R11. Reliez successivement les broches 3, 2, 4 et 7 de IC1 à sa broche 14 et vérifiez le clignotement de la branche de LED choisie, en plus de la LED centrale. Insérez le 4017, IC1, dans son support et vérifiez le fonctionnement complet en appréciant enfin la rotation du segment multicolore. C'est fini, votre montage fonctionne correctement ; sa consommation moyenne est de l'ordre de 30mA avec les valeurs proposées.

■ Conclusion

La cadence du séquençage est aisément modifiable selon vos préférences, en ajustant la valeur de

R11 ; si la plage de réglage ne vous convient pas, le plus simple est d'agir sur C1 en le remplaçant par une valeur déterminée expérimentalement (par exemple 0,33 µF plastique ou tantale). La luminosité des LED varie selon le courant de polarisation et la couleur ; il peut donc se révéler nécessaire d'optimiser les résistors R1 à R9. Vous pouvez changer la couleur des LED, par exemple en utilisant des LED bleues, mais attention à la tension d'alimentation alors nécessaire ; en câblant les LED côté cuivre, la rotation s'effectue dans le sens horaire tout en minimisant l'épaisseur du montage ; en adaptant le circuit imprimé, la taille et le nombre de LED pourront varier ; en adaptant la structure pour utiliser les 10 sorties de IC1, on pourrait faire une étoile à 10 branches en rotation...

Un montage simple, attractif, même si un peu gadget, mais qui apportera du plaisir lors de sa fabrication et son utilisation...

■ NOMENCLATURE

R1 à R8 : 330 Ω 1/4W
 R9 : 680 Ω 1/4W
 R10 : 100 kΩ 1/4W
 R11 : ajustable horizontal 1MΩ
 C1 : 0,22 µF à 1µF/16V tantale goutte
 C2 : 220 µF/25V électrochimique radial
 IC1 : CD4017 (compteur décimal décodé CMOS)
 IC2 : TLC555 ou NE555 ('timer')
 D1 à D6 : LED 5mm rouges
 D7 à D12 : LED 5mm vertes
 D13 à D18 : LED 5mm jaunes
 D19 à D24 : LED 5mm oranges
 D25 : LED 5mm rouge
 T1 à T4 : transistors NPN universels (BC547A,...)
 J1 : connecteur pile 9V, picots HE14
 1 circuit imprimé époxy 90x65mm
 1 support tulipe 14 broches pour IC1
 1 support tulipe 8 broches pour IC2
 10 straps (fil rigide 0,6mm)

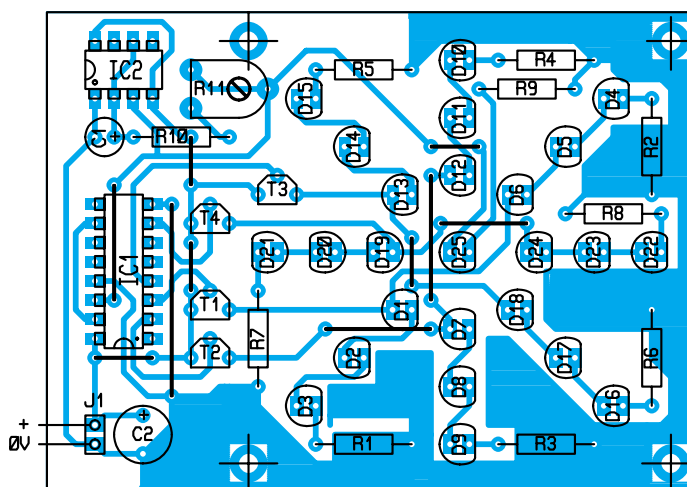


Fig 3

Implantation des éléments

Convertisseur d'alimentation positive en alimentation négative

Le circuit décrit dans cet article présente un **dispositif original conçu pour résoudre le problème spécifique lié au besoin de disposer d'une alimentation négative** lorsque seule une alimentation positive est disponible. Ceci est très courant et se produit, par exemple, dans des systèmes utilisant des mémoires dynamiques dans lesquelles les composants nécessitent un faible courant de polarisation alimenté autour de -5V. Les alimentations négatives sont aussi désirées dans les systèmes avec beaucoup de logique numérique (à +5V) mais contenant une petite partie analogique utilisant des convertisseurs analogiques/numériques, des amplificateurs opérationnels et des comparateurs, fonctionnant tous par rapport à un signal de masse de référence.

Dans tous ces cas, le courant exigé et la régulation ne sont pas vraiment demandés, mais néanmoins, la génération d'une telle alimentation -5V est souvent coûteuse et inefficace. Typiquement, un grand nombre de composants discrets ou de circuits intégrés sont nécessaires pour convertir la ligne commune +5V en une autre ligne négative. Une autre solution peut aussi consister à ajouter une sortie supplémentaire à l'alimentation principale. Ce problème peut être résolu par le ICL7660 de chez 'HARRIS' qui est un composant monolithique CMOS qui offre des avantages en performance unique par rapport aux composants précédemment disponibles. L'ICL7660 remplit la fonction de conversion d'une tension d'alimentation positive en entrée en une tension d'alimentation négative en sor-

lateur, lorsqu'il est non chargé, oscille à une fréquence nominale de 10 kHz pour une tension d'alimentation en entrée de +5,0V. Cette fréquence peut être baissée par l'adjonction d'une capacité externe sur la borne 'OSC' ou l'oscillateur peut être surexcité par une horloge externe. La borne 'LV' peut être tirée à la masse pour dériver la série de régulateurs internes et ainsi améliorer les opérations pour les basses tensions. Pour les tensions moyennes et élevées (+3,5V à +10,0V), la broche 'LV' est laissée flottante pour empêcher le blocage du composant.

L'ICL7660 contient toute la circuiterie nécessaire pour accomplir la fonction de convertisseur de tension négative, à l'exception de deux capacités externes de 10 µF polari-

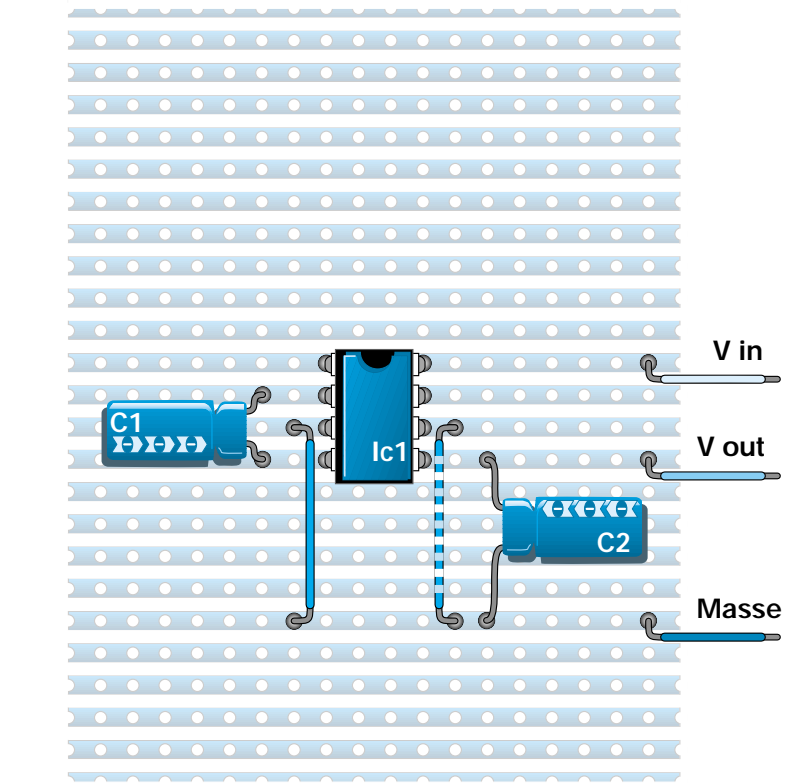


Fig 4

Mise en place des éléments

sont des commutateurs de puissance MOS ; S1 est un système à canal P et S2, S3 et S4 sont des systèmes à canal N. La principale difficulté avec cette approche est qu'en intégrant les commutateurs, les substrats de S3 et S4 doivent toujours rester polarisés en inverse par rapport à leurs sources, mais pas trop pour ne pas

tensions, la broche 'LV' doit être connectée à la masse, mettant hors service le régulateur. Pour des tensions d'alimentation supérieure à +3,5V, la broche 'LV' doit être laissée ouverte afin d'assurer l'opération de verrouillage et de prévenir le composant contre tout dommage.

Notre circuit représenté à la figure 2 est l'application de base de l'ICL7660. Pour de faibles charges, la tension de sortie suit la tension d'entrée très précisément, tandis que pour des charges plus importantes, la sortie peut être vue comme ayant une inversion parfaite plus une résistance de sortie d'environ 55 Ω. Ainsi, à 18 mA, la tension de sortie chute d'environ 1V en dessous de la tension d'entrée.

Au-delà de 40 mA environ, la chute de tension devient non linéaire et le circuit se limite de lui-même, se protégeant par conséquent contre dissipation excessive de puissance. L'ondulation en sortie dépend prin-

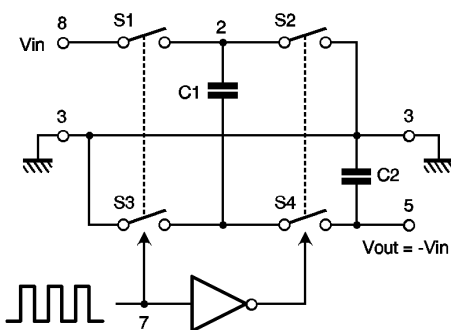


Fig 1 Schéma simplifié

tie pour une plage de tension d'entrée allant de +1,5V à +10,0V résultant en sortie de sa valeur complémentaire allant de -1,5V à -10,0V. Seulement deux capacités extérieures non critiques sont nécessaires pour les fonctions de pompe de charge et de réservoir de charge. L'ICL7660 peut aussi être connecté pour fonctionner en tant que doubleur de tension et il générera alors des tensions de sortie jusqu'à +18,6V pour une tension d'entrée de +10V. Sa puce contient une série de régulateurs d'alimentation continue, un oscillateur résistance/capacité, un translateur de niveau de tension et quatre commutateurs de puissance MOS en sortie. Un seul élément logique détecte la tension la plus négative dans le composant et assure que les jonctions source/substrat du commutateur de sortie canal N ne sont pas polarisée en inverse, ceci afin d'assurer l'opération d'asservissement libre. L'oscil-

sées qui peuvent être bon marché et de type électrolytique. Le mode opératoire du système peut être mieux compris en considérant le schéma de la figure 1 qui montre un convertisseur de tension négative idéalisé. La capacité C1 est chargée à une tension, V+, pendant la moitié d'un cycle lorsque les commutateurs S1 et S3 sont fermés avec S2 et S4 ouverts. Durant la seconde moitié du cycle, les commutateurs S2 et S4 sont fermés avec S1 et S3 ouverts, faisant ainsi basculer négativement la capacité C1 chargée par V+.

La charge est alors transférée de C1 vers C2 de telle sorte que la tension aux bornes de C2 est exactement V+, en considérant que les commutateurs sont parfaits et qu'il n'y a pas de charge sur C2. L'ICL7660 approche cette situation idéale de plus près que les circuits non mécaniques existants. Dans l'ICL7660, les quatre commutateurs de la figure 1

dégradent leurs résistances de passage 'ON'. De plus, au démarrage du circuit et sous des conditions de court-circuit en sortie (Vout = V+), la tension de sortie peut être détectée et la polarisation du substrat ajustée en conséquence. L'échec pour accomplir ceci résulterait dans d'importantes pertes de puissance et probablement le verrouillage du composant. Ce problème est éliminé dans l'ICL7660 par un réseau logique qui détecte la tension de sortie Vout en même temps que les translateurs de niveau et commutent les substrats de S3 et S4 au niveau correct pour maintenir la polarisation inverse nécessaire.

La portion du régulateur de tension fait partie intégrante de la circuiterie anti-verrouillage ; cependant, sa chute de tension inhérente peut dégrader les opérations à faibles tensions. Par conséquent, afin d'améliorer les opérations à faibles

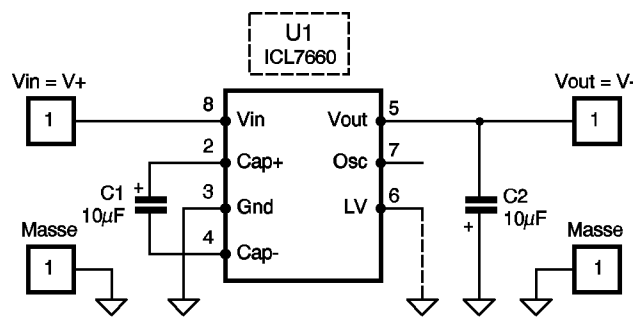


Fig 2 Schéma de principe

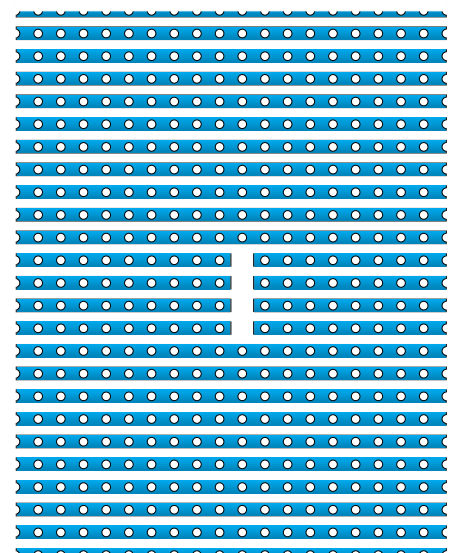


Fig 3 Préparation de la plaquette

cialement de la capacité de sortie, bien que ceci puisse maintenir la charge pendant la moitié du temps de cycle (ou une période d'oscillation). Dans le cas d'état établi, cette ondulation est fabriquée pendant l'autre moitié du temps de cycle et

une capacité de pompe suffisante doit être utilisée pour assurer que ceci est fait de façon monotone ; les valeurs recommandées le garantissent pour la fréquence interne de l'oscillateur. L'application décrite ci-dessus

montre l'utilisation de l'ICL7660 comme une sorte de transformateur de puissance. Cependant, les applications de ce composant sont remarquablement variées en considérant surtout la nature plutôt étroite de la fonction de base de ce dispositif.

NOMENCLATURE

U1 : ICL7660
C1, C2 : 10 µF/16V
1 support DIL 8 broches
4 connecteurs 2 points

Découvrez l'anglais technique



Glossaire

Français-Anglais

- Circuit : **Circuit**
- Dispositif original : **Original Device**
- Concevoir : **To design**
- Résoudre : **To solve**
- Problème spécifique : **Specific problem**
- Lier : **To bind**
- Besoin : **Need**
- Disposer : **To have something**
- Alimentation négative : **Negative supply**
- Positive : **Positive**
- Disponible : **Available**
- Courant : **Common**
- Se produire : **To occur**
- Par exemple : **For example**
- Système : **System**
- Utilisant : **Using**
- Mémoire dynamique : **Dynamic memory**
- Composant : **Component**
- Nécessiter : **To require**
- Faible courant de polarisation : **Low current bias**
- Autour : **around**
- Aussi : **Also**
- Désirer : **To desire**
- Beaucoup de logique numérique : **A lot of digital logic**
- Contenant : **Containing**
- Partie analogique : **Analog section**
- Convertisseur analogique-numérique : **Analog to digital converter**
- Amplificateur opérationnel : **Operational amplifier**
- Comparateur : **Comparator**
- Fonctionner : **To operate**
- Signal de masse de référence : **Ground referenced signal**
- Cas : **Case**
- Exiger : **To require**
- Régulation : **Regulation**
- Néanmoins : **Nevertheless**
- Génération : **Generating**
- Souvent : **Usually**
- Coûteuse : **Expensive**
- Inefficace : **Inefficient**
- Typiquement : **Typically**
- Grand nombre : **Large number**
- Composant discret : **Discrete component**
- Circuit intégré : **Integrated circuit**
- Nécessaire : **Needed**
- Convertir : **To convert**
- Ligne commune : **Common line**
- Ajouter : **To add**
- Sortie supplémentaire : **Extra output**
- Alimentation principale : **Main supply**
- Résoudre : **To resolve**
- Monolithique : **Monolithic**
- Avantage : **Advantage**

- Performance : **Performance**
- Unique : **Unique**
- Par rapport : **Over**
- Précédemment : **Previously**
- Disponible : **Available**
- Remplir la fonction : **To perform**
- Plage : **Range**
- Résultant : **Resulting**
- Complémentaire : **Complementary**
- Seulement : **Only**
- Capacité : **Capacitor**
- Extérieur : **External**
- Intérieur : **Internal**
- Non critique : **No critical**
- Fonction : **Function**
- Pompe de charge : **Charge pump**
- Réservoir de charge : **Charge reservoir**
- Connecter : **To connect**
- En tant que : **As**
- Doubleur de tension : **Voltage doubler**
- Générer : **To generate**
- Puce : **Chip**
- Contenir : **To contain**
- Régulateur : **Regulator**
- Oscillateur résistance-capacité : **Resistor-capacitor oscillator**
- Translateur de niveau : **Level translator**
- Commutateur de puissance : **Power switch**
- Seul élément logique : **Unique logic element**
- Détecter : **To sense**
- Jonction source-substrat : **Source-substrat junction**
- Polarisé en inverse : **Forward biased**
- Assurer : **To assure**
- Opération d'asservissement libre : **Latchup free operation**
- Non chargé : **Unloaded**
- Osciller : **To oscillate**
- Fréquence nominale : **Nominal frequency**
- Baisser : **To lower**
- Adjonction : **Addition**
- Borne : **Terminal**
- Surexciter : **To overdrive**
- Horloge : **Clock**
- Tirer : **To tie**
- Dériver : **To bypass**
- Ainsi : **Like this**
- Améliorer : **To improve**
- Basse tension : **Low voltage**
- Moyenne : **Medium**
- Élevé : **High**
- Flottante : **Floating**
- Empêcher : **To prevent**
- Blocage : **Latchup**
- Circuiterie nécessaire : **Necessary circuitry**
- Accomplir : **To accomplish**
- À l'exception : **Except**

- Bon marché : **Inexpensive**
- Electrolytique : **Electrolytic**
- Mode opératoire : **Operating mode**
- Mieux compris : **Best understood**
- En considérant : **By considering**
- Schéma : **Schematic**
- Montrer : **To show**
- Idéalisé : **Idealized**
- Fermé : **Close**
- Ouvert : **Open**
- Durant : **During**
- Moitié d'un cycle : **Half cycle**
- Ainsi basculer négativement : **Thereby shifting negatively**
- Transférer : **To transfer**
- De telle sorte : **Such that**
- Exactement : **Exactly**
- En considérant : **Assuming**
- Parfait : **Perfect**
- Approcher : **To approach**
- De plus près : **More closely**
- Non mécanique : **Non-mechanical**
- Canal : **Channel**
- Principale difficulté : **Main difficulty**
- Approche : **Approach**
- En intégrant : **In integrating**
- Rester polarisés en inverse : **Always remain reverse biased**

- Par rapport : **With respect**
- Dégrader : **To degrade**
- De plus : **In addition**
- Démarrage : **Start-up**
- Court-circuit : **Short circuit**
- Détecter : **To detect**
- Ajuster en conséquence : **To adjust accordingly**
- Echec : **Failure**
- Accomplir : **To accomplish**
- Probablement : **Probably**
- Réseau logique : **Logic network**
- En même temps : **In the same time**
- Partie intégrante : **Integral part**
- Circuiterie anti-verrouillage : **Anti-latchup circuitry**
- Cependant : **However**
- Chute de tension inhérente : **Inherent voltage drop**
- Par conséquent : **Therefore**
- Mettre hors service : **To disable**
- Prévenir : **To prevent**
- Dommage : **Damage**
- Application de base : **Basic application**
- Caractéristique : **Characteristic**
- Suivre : **To follow**
- Très précisément : **precisely**
- faible : **Light**
- Tandis que : **While**
- Pouvoir être vu : **Can be viewed**





Un jouet optique : le praxinoscope.

Nous vous proposons de faire une pause dans la série d'expérimentations relatives au téléphone à la veille de ces fêtes de Noël, et d'aller voir ce qui se passe dans le domaine des jeux scientifiques... du début de ce siècle bien évidemment. Le praxinoscope que nous décrivons sous cette rubrique est quelque peu remis au goût du jour puisqu'il est 'électronique' afin de procéder à quelques observations des principes qui concourent à créer l'illusion du mouvement à l'aide d'images fixes.

Les premières animations.

Avant l'apparition du cinéma, nombreux sont les chercheurs qui tentèrent de fixer le mouvement et de le

produite par une lampe à incandescence traversée par un courant alternatif (les passages par le zéro des alternances sont trop brefs pour que le filament perde la totalité de son éclat). Parmi les premières applications relatives à ce phénomène nous pou-

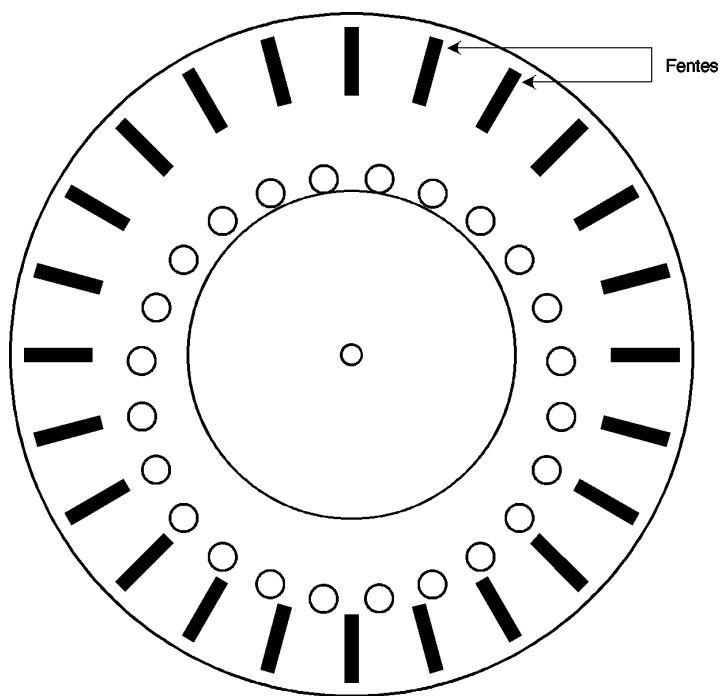


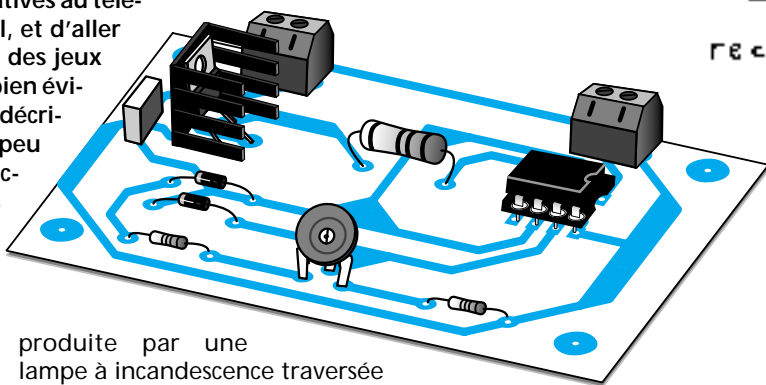
Fig 1

Disque de phénakistiscope

traduire avec la plus grande fidélité par des images. Le principe de la persistance rétinienne est énoncé pour la première fois par l'abbé Nollet dans ses *Leçons de physique expérimentale*, avec notamment la description en 1765 de sa 'toupie éblouissante'.

Le phénomène de la persistance rétinienne est défini dans la seconde partie du XIXe siècle par l'Allemand Helmholtz comme suit : " Des impressions lumineuses répétées avec une rapidité suffisante produisent le même effet sur l'œil qu'un éclairage continu. " En effet, pour peu que la vitesse de défilement soit suffisante, une série d'images nous donne l'illusion d'un mouvement continu. L'œil conservant l'impression de l'image sur sa rétine pour un temps très court, les transitions se fondent dans une continuité qui s'apparente à celle de la lumière

vous citer le *thaumatrope* inventé par le médecin anglais John Paris en 1827. Pour reproduire ce jouet, il vous suffit de découper les figures qui représentent une cage est un oiseau puis de les coller sur un rond de carton sur lequel vous fixez des élastiques sur les côtés. Après avoir enroulé l'élastique, il suffit de tirer pour que le carton tourne autour de son axe en donnant l'impression que les deux images n'en font qu'une. Le physicien belge Joseph Plateau a quant à lui soumis les indications relatives à la réalisation d'un *fantascope* à un constructeur de Londres en 1830, lequel va donner naissance à une série d'appareils regroupés sous le nom de *phénakistiscope*. En 1834, William Horner reprend le principe du phénakistiscope, mais en disposant les figures et les fentes en anneau autour d'un axe pour son *zootrope*.



Le praxinoscope.

Digne héritier de cette lignée d'appareils, le praxinoscope est fabriqué en 1876 par Emile Reynaud. Il combine la disposition en couronne avec un système de réflexion à miroirs, un dispositif qu'il rend encore plus attractif par l'adjonction d'une glace chargée de réfléchir un décor fixe. Ce principe connaîtra son heure de gloire avec

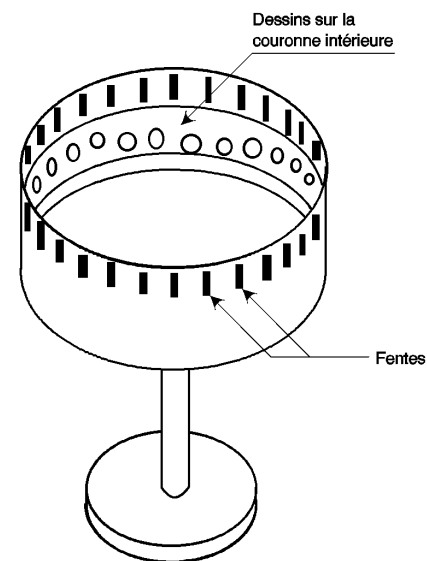
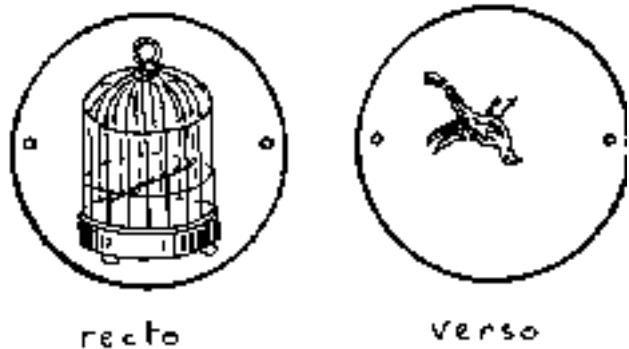


Fig 2

Zootrope de W. Horner

d'images. En déroulant cette bobine qu'il synchronise avec le cylindre central sur lequel sont disposés les miroirs, il projette un spectacle au musée Grévin à partir du mois d'octobre 1892. Son succès n'est que momentané car le kinétoscope de Thomas Edison supprime cet appareil en permettant de visionner des scènes plus 'vivantes'. Mais à son

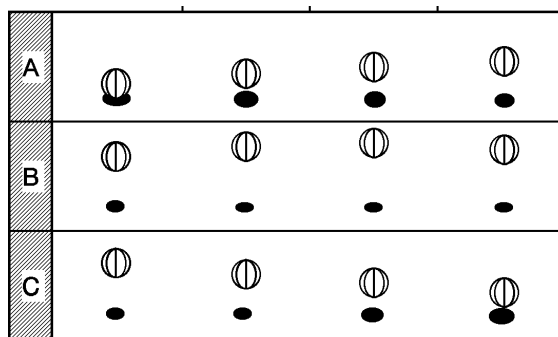


Fig 3

Exemple d'animation

le théâtre optique dont E. Reynaud dépose le brevet en 1888. Afin d'obtenir des scènes plus longues qu'il rêve de projeter à un groupe de spectateurs, il utilise des bandes perforées souples sur lesquelles il fixe à intervalle régulier une image peinte sur une plaque de verre, constituant ainsi une bobine

tour, ce système est rapidement détrôné par l'invention des frères Auguste et Louis Lumière dont le brevet, déposé le 13 février 1895, décrit un appareil capable de fixer sur un film transparent une suite d'images à l'aide d'un système d'obturation mécanique. Le père, Antoine Lumière l'utilise pour réaliser les premières projections publiques du cinématographe dans

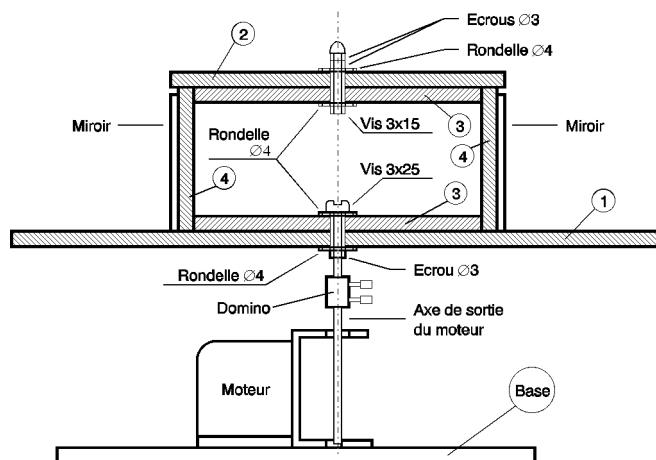


Fig 4

Assemblage moteur

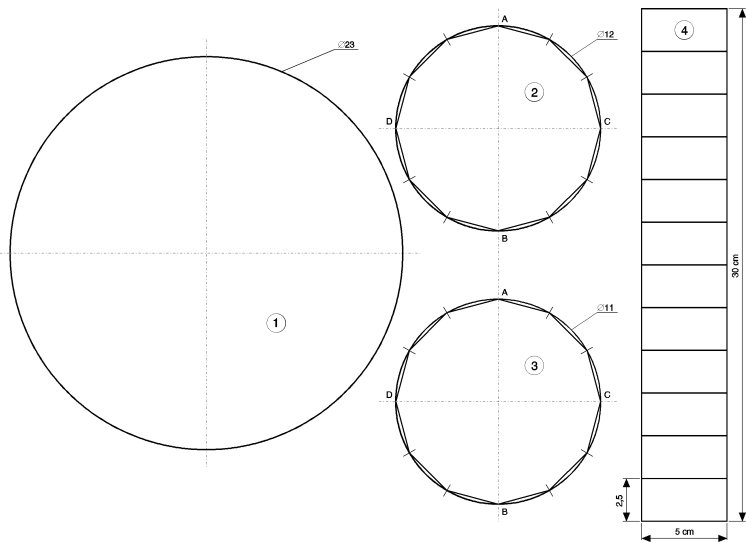


Fig 5 Découpe des pièces du plateau

une salle du Boulevard des Capucines à Paris.

Notre praxinoscope.

Il reprend le principe du praxinoscope d'Emile Reynaud, avec une couronne d'images disposée sur la périphérie d'un disque et des miroirs au centre. Cet ensemble est entraîné

Relevez le rayon avec le compas et, tout en conservant cet écartement, posez la pointe sur les points A, B, C et D, puis tracez les intersections avec les cercles. Vous obtenez ainsi les 12 points d'intersection avec le cercle que vous joignez par un trait.

Déposez un peu de colle sur les pièces 1 et 3 avant de les assembler avec une vis de 3x25, sans oublier les rondelles. Faites de même avec les

NOMENCLATURE

Du contreplaqué de 5 mm d'épaisseur ou du PVC / polystyrène choc de 3mm.
1 moteur MECCANO type MO.
12 miroirs découpés aux dimensions par le verrier.
1 vis de 3x25 mm.
9 vis de 3x15 mm.
10 écrous de 3 mm.
1 écrou borgne de 3 mm.
1 élément de barrette de connexion (domino) de diamètre 4 mm.
De la colle (bois ou

plastiques).
1 tube de colle extra forte multi-usages pour les miroirs.
Pour donner un aspect fini à l'ensemble, 4 pieds si la base est en PVC ou une moulure d'encadrement pour le bois.
Du vernis teinte merisier, applicable en 3 couches, avec un ponçage fin à chaque fois.

directement au verrier de la grande surface d'outillage).

Contrôlez l'orientation des composants avant les essais.

Le variateur de vitesse.

Il doit garantir un bon couple moteur et des pertes réduites aux basses vitesses, c'est pourquoi nous avons opté pour un 'mini hacheur' commandé par un 555 chargé de

Le moteur.

C'est un moteur issu d'une boîte MECCANO, de type MO, comprenant le support de piles nécessaire à l'alimentation. Fixez ce dernier conformément aux indications du schéma puis raccordez-le au variateur. Un domino extrait d'une barrette de connexion, d'un diamètre de 4mm équivalent à celui de l'arbre de sortie du moteur, doit permettre de rendre le plateau tournant du praxinoscope solidaire du moteur.

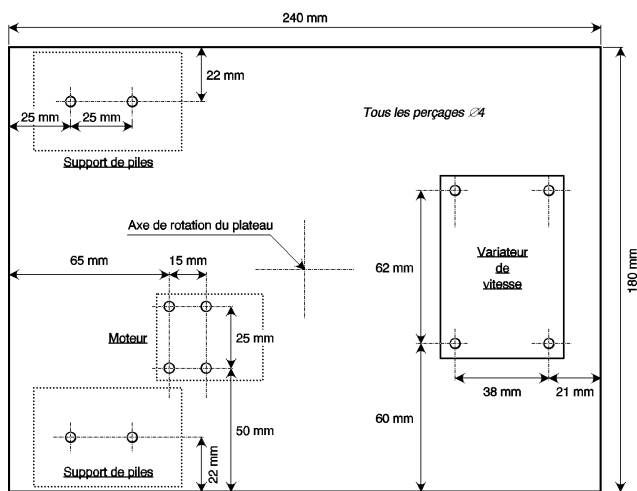


Fig 6 Découpage et perçage de la base

par un moteur (que ne possédait pas l'original) muni d'un variateur de vitesse, ce qui vous permettra d'effectuer des observations simples sur le phénomène de la persistance rétinienne.

Sa fabrication.

Les matériaux utilisés dépendent de ce que vous préférez travailler : le bois, le polystyrène choc ou encore le PVC (mais le bois verni donne un rendu à l'ancienne).

Effectuez tout d'abord la découpe des différents éléments avec une épaisseur de 5 mm pour le contreplaqué et 3 mm pour les matières plastiques.

Commencez par la découpe des pièces rectangulaires des 12 supports de miroir repérés 4, et la base. Pointez les perçages à 4mm de diamètre puis tracez les cercles du plateau 1, des pièces 2 et 3, cette dernière étant à reproduire à 2 exemplaires.

Pour obtenir les dodécagones sur lesquels seront fixés les miroirs, procédez comme suit :

Repérez le centre de chaque axe.

pièces 2 et 3 en veillant à ce que les bords soient bien parallèles. Il faut ensuite coller les 12 supports de miroir (pièces 4) sur la base du plateau, en les calant sur le bord de la pièce 3. Sans attendre, encollez les bords du chapeau formé par l'assemblage de 2 et 3, que vous placez délicatement sur la couronne des pièces 4. Pour faciliter le maintien de l'ensemble, placez un élastique autour de la couronne sur laquelle vous pourrez coller les miroirs après séchage (vous pouvez demander la découpe des miroirs

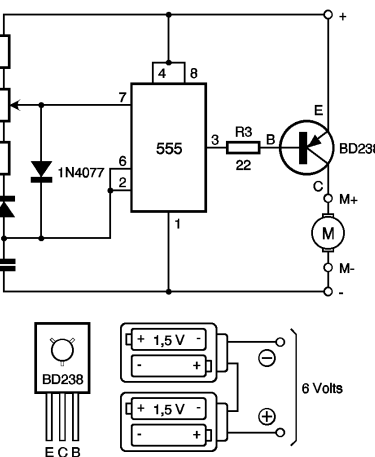


Fig 7 Schéma de principe

découper le courant en créneaux. Les impulsions de sorties du 555 dépendent directement de la position du potentiomètre, ce qui simplifie le pilotage du moteur. Etant donné son extrême simplicité, vous ne rencontrerez pas de grandes difficultés dans la réalisation du circuit, pour lequel il faudra implanter les composants dans l'ordre classique (diodes, résistances, supports de C.I. et transistor) avant de souder le potentiomètre, qui est le composant le plus encombrant.

Préparation d'une scène.

Découpez les 3 bandes repérées A, B et C que vous collez puis coloriez avant de fixer l'anneau ainsi formé sur la périphérie du plateau à l'aide d'un adhésif (attention, chaque dessin doit être face à l'un des miroirs).

Les observations.

Actionnez l'interrupteur puis faites varier la vitesse. Si elle est trop réduite (moins de 10 images par secondes), la sensation du mouvement n'est pas rendue, mais au-delà vous pourrez voir votre balle rebondir plus ou moins vite. Libre à vous d'imaginer de nouvelles scènes par la suite.

P. Rytter

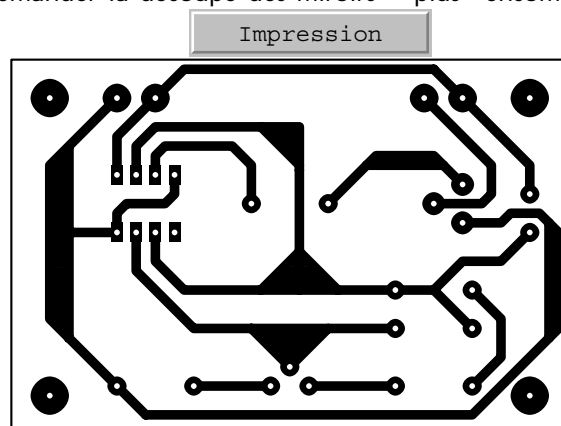


Fig 8 Tracé du circuit imprimé

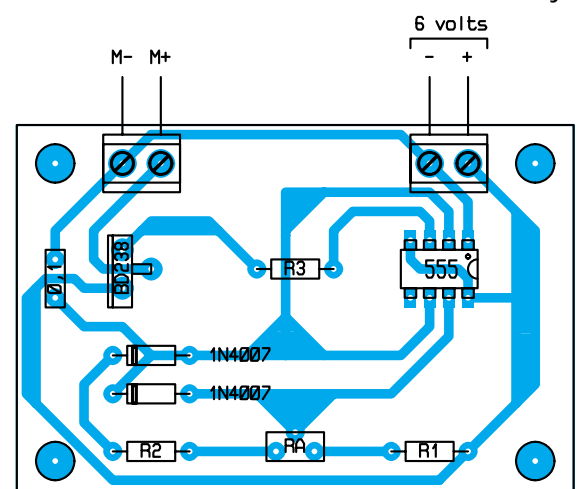


Fig 9 Implantation des éléments



GÉNÉRATION INTERNET

DE L'ATOME AU CIRCUIT INTEGRE.

De plus en plus, les sites Internet destinés à l'électronique, s'ouvrent vers le concept de formation, et ceci pour un large public.

Les ateliers de recherche pédagogiques de l'EUDIL (Ecole Universitaire D'Ingénieurs de Lille) proposent un large choix dans ce domaine. Les objectifs de l'EUDIL sont de mettre à la disposition des internautes des produits pédagogiques permettant de disposer de véritables outils de cours dans les domaines les plus pointus de l'électronique.

Le site élaboré par un enseignant de l'université de Lille (<http://www.univ-lille1.fr/~eudil/bbsc/phys/>) fournira, sans aucun doute, aux plus curieux d'entre nous des informations de cours essentiels tant sur les principes fondamentaux que sur les composants semi-conducteurs usuels.

■ Pour qui ?

Ce cyber-cours est un complément de cours sur les composants semi-conducteurs délivré aux élèves des sections suivantes :

- élèves de DUT et BTS concernés par l'électronique,
- élèves des autres écoles d'ingénieurs,
- étudiants de licence et Maîtrise de l'Université,
- auditeurs de différents cycles de Formation Continue,
- professionnels désirant recycler leurs connaissances sur un sujet en perpétuelle évolution,
- ou encore tout internaute curieux de comprendre le fonctionnement des composants électroniques actuels.

Afin d'aborder les notions évoquées, il n'est pas nécessaire d'avoir des pré-requis importants mais seulement un sens de la curiosité aiguisé pour tout ce qui touche à l'électronique !

Aussi, trois approches sont possibles pour accéder à l'information :

- «*La découverte du sujet*». Celle-ci consiste à parcourir les pages sans se préoccuper des modélisations mathématiques, seule la compréhension des phénomènes est, dans ce cas, l'objectif principal. Néanmoins, il est indispensable d'avoir de bonnes connaissances générales en physique.

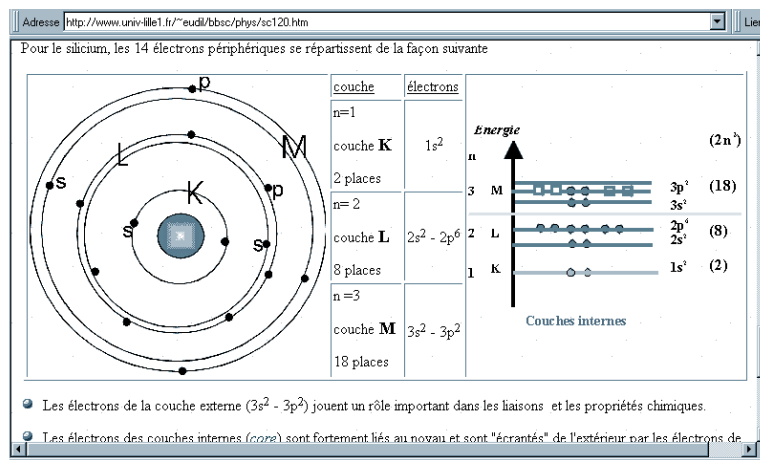
- «*Etude du sujet*». Pour cette approche, il est impératif de maîtriser les représentations mathématiques des phénomènes exposés. Les pré-requis correspondent à un niveau Bac +2.

- «*Approfondissement du sujet*». A ce stade, on suppose que la plupart des notions exposées sont déjà acquises.

■ Pourquoi ? Ou, l'intérêt d'Internet.

Le support de communication que représente l'Internet permet de :

Fig 1



Généralités sur les matériaux semi-conducteurs.

- s'affranchir du temps et de l'espace permettant à l'utilisateur de disposer des informations disponibles à tout moment,

- disposer d'informations régulièrement mises à jour,

- avoir des représentations dynamiques et en 3 dimensions que, ni le cours magistral, ni l'écrit ne peuvent fournir,

- trouver une certaine interactivité très difficile à obtenir avec les moyens d'enseignement traditionnels,

- disposer d'une quantité de données importantes.

■ Comment ?

L'auteur réalisant le travail de création et d'actualisation du site, Bernard BOITTIAUX, Professeur à l'EUDIL, consacre beaucoup de temps pour cette activité. Les chapitres sont donc mis en ligne au fur et à mesure de leur élaboration. Aussi, revenez consulter le site régulièrement si vous souhaitez enrichir vos connaissances en électronique !

■ Les intéressés.

Les développements pédagogiques des Ateliers de Recherches Pédagogiques de l'EUDIL sont plus large-

ment destinés aux :

- élèves des écoles d'Ingénieurs et aux étudiants des universités,
- participants aux cycles de formation continue,
- professionnels désirant réactualiser leurs connaissances ou augmenter leurs compétences,
- enseignants ou formateurs dési-

- 5 - Semi-conducteur homogène à l'équilibre.
- 6 - Semi-conducteur homogène hors équilibre-durée de vie.
- 7 - Semi-conducteur inhomogène-Phénomènes de diffusion.
- 8 - Equation de continuité.

■ Les composants bipolaires.

- 1 - La jonction PN idéale.
- 2 - Les diodes semi-conductrices.
- 3 - Le transistor bipolaire.
- 4 - Les dispositifs multijonction.

■ Les composants unipolaires.

- 1 - Le contact Métal-Semiconducteur.
- 2 - Le transistor à effet de champ à jonctions.
- 3 - La structure Métal-Isolant-Semiconducteur.
- 4 - Le transistor à effet de champ à grille isolée.

■ Les composants optoélectroniques.

- 1 - Les propriétés optiques des semi-conducteurs.
- 2 - Les photodétecteurs.
- 3 - Les photoémetteurs.

Accédons à présent au sous chapitre 1 - La jonction PN chapitre sur les composants bipolaires.

Plusieurs sous-leçons sont disponibles et traitent de la polarisation de celle-ci ainsi que de l'étude dynamique.

L'étude du régime dynamique de la diode à jonction est développée de manière très détaillée, en voici une représentation, à partir de l'écran suivant :

Les thèmes traités au travers des cours sont largement détaillés tant

reux de posséder des documents. Les enseignements dispensés à l'EUDIL sont numérisés et ainsi mis à disposition sur le WEB.

■ Tableau de navigation.

Au début et à la fin de chaque page se trouve un tableau de navigation. Il permet d'aller directement à l'élément indiqué en sautant les pages intermédiaires.

Objectifs	Paragraphe 1	Paragraphe 2
Paragraphe ...	Dernier paragraphe	Conclusions

Sommaire du chapitre.

Chaque chapitre commence par un paragraphe «*Objectif*» contenant l'énumération des principales notions exposées.

Chaque chapitre se termine par un paragraphe «*Conclusions*» qui fait le point des connaissances acquises et éventuellement propose des exercices d'application.

Les productions du site " De l'atome au circuit intégré " concernent les chapitres suivants :

■ Physique des semi-conducteurs.

- 1 - Les matériaux semi-conducteurs.
- 2 - Bandes d'énergie-Porteurs.
- 3 - Population des porteurs.
- 4 - Conduction.

au niveau de l'approche pédagogique sur les concepts fondamentaux que sur les développements mathématiques relatifs aux semi-conducteurs.

Aussi, chaque internaute pourra naviguer à son gré et en fonction de ses propres connaissances physiques pour parfaire sa maîtrise des phénomènes liés aux semi-conducteurs.

Les Riches Heures de l'électronique des semi-conducteurs sont alors accessibles à un large public grâce aux ateliers de recherche pédagogiques de l'EUDIL !

Eric FELICE.



Poste d'abonné type 1924

frottement, couper une perche en deux dans les bois afin d'élever le fil au-dessus des pistes; en même temps observer les trous d'obus, faire passer le fil par les zones tranquilles [...], tel était notre travail. " En avril 1917, les soldats américains font appel à leur propre service des transmissions, le Signal Corps, afin qu'il aménage les lignes nécessaires. Ces nouveaux réseaux se déplacent en fonction de l'évolution du conflit, pour finalement disparaître après l'Armistice de 1918.

Mais les problèmes de l'équipement français de l'époque ne reposent pas uniquement sur de simples critères quantitatifs. Il faut moderniser les équipements et les rendre plus performants, ce qui suppose la mise en place d'un plan concerté et l'apport de crédits importants. Le mécontentement est tel que des responsables de cette administration finissent par douter de son efficacité, comme Paul Laffont, alors sous-secrétaire d'Etat aux P.T.T., qui déclare en 1922 qu' " *Il y a une crise du téléphone en France [...]. Les usagers protestent [...], contre les attentes excessives opposées aux demandes de communication interurbaines ; contre les déficiences auditives, les coupures, les " pas libres ", les sonneries intempestives. Si l'état est incapable d'exploiter le téléphone, qu'il passe la main à l'industrie privée.* "

Il est vrai que la répartition des moyens reste inégale et anarchique, même si on constate quelques avancées sur le plan technique.

■ Les lignes à grandes distances.

Pour devenir national, le réseau téléphonique doit s'affranchir des distances. A partir de 1914, les liaisons interurbaines constituées de fils nus sont progressivement remplacées par des câbles souterrains moins vulnérables aux intempéries, d'après un procédé de l'ingénieur américain Michael Pupin. Son idée consiste à placer des bobines de self-induction qui relèvent l'inductance des conducteurs des lignes (son brevet est racheté un million de dollars par A.T.T. en 1902). Les distances que parcourent ces câbles restent encore bien modestes, il faut donc attendre la mise au point d'un système d'amplification. Ce dernier voit le jour avec l'avènement du tube électronique appelé triode. Bien sûr, il n'apparaît pas

comme cela simplement par la volonté d'un chercheur, mais constitue l'un des aboutissements de ces nombreux hasards et détours qui nous conduisent vers le modernisme. En fait, ce sont trois voies de recherche qui finissent par se rencontrer en 1906 pour donner naissance au premier tube électronique : celle de la luminescence dans les tubes à vide, celle des oscillations ultra-rapides rencontrées tout d'abord dans les étincelles électriques, et enfin les travaux de Thomas Edison relatifs à la lampe à incandescence. C'est au cours de ses travaux dans ce domaine qu'Edison produit une valve électrique à sens unique, constituée d'un filament chauffé à proximité d'une électrode supplémentaire, le tout scellé dans une ampoule de verre. Il ne trouve pas d'application à cette curiosité qui tend à retomber dans l'oubli jusqu'à ce que A.-J. Fleming, un collaborateur de Marconi, reprenne le principe de cette valve pour réaliser sa diode, un tube comportant 2 électrodes dont la fonction est de 'rectifier' les oscillations du signal radio en bloquant ses composantes négatives.

■ La triode.

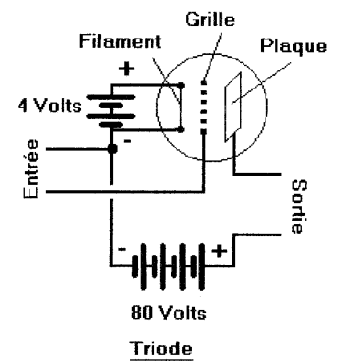
Lee De Forest apporte une modification décisive à ce dispositif en ajoutant un écran fin, appelé 'grille', qui s'interpose entre la cathode chauffée et la plaque réceptrice. Cet audion, rebaptisé triode, constitue alors une véritable révolution dans les applications électroniques car elle peut se comporter comme un relais ou comme un amplificateur. L'envoi d'une charge négative sur la grille, même minuscule, suffit à empêcher la circulation d'un courant, même élevé, entre la cathode et la plaque de par l'effet répulsif qui s'exerce alors, ce qui permet d'interrompre la circulation des électrons comme le ferait un relais mécanique. L'application d'une charge positive sur la grille, aussi faible qu'elle soit, entraîne l'apparition d'un courant de plaque important. Cet effet est particulièrement appréciable car il signifie que de très faibles variations de potentiel appliquées sur la grille vont entraîner un gain de puissance sur la sortie du dispositif, comme un haut-parleur. Ce système peut être combiné afin de former une série d'étages d'amplification qui augmentent d'autant plus son efficacité.

Curieusement, De Forest, ne comprend pas la portée de son invention qu'il laisse de côté quelques années, avant qu'elle ne soit vendue 50.000 dollars, une somme tout à fait dérisoire, à la compagnie des téléphones pour l'amplification des communications à longue distance, avant d'être reprise par tous les amateurs de T.S.F. de l'après guerre.

■ Le tout automatique mécanique.

Implanter un système de gestion des lignes téléphoniques qui permette de se passer des opératrices constitue l'un des objectifs prioritaires de l'administration française des années 20. Mais les retards pris au niveau des lignes, des centraux et la grande diversité des appareils utilisés constituent autant de handicaps dans cette nouvelle course au progrès. Il est en effet difficile d'harmoniser tout cela car, si les centraux semi-automatiques se sont répandus dans les grandes villes, les campagnes sont toujours équipées de tableaux manuels desservis par le préposé téléphoniste de la poste locale.

Le choix du système adopté par l'administration doit en outre tenir compte des habitudes déjà prises par les usagers, ce qui constitue en soi une difficulté supplémentaire. Par comparaison, l'automatique de Berlin (Allemagne) s'avère très simple à implanter puisqu'il repose sur un système unique à un million de lignes, divisé en 9 districts comportant chacun cent mille lignes



Triode

caractères qui seront formés sur le cadran. Par exemple, l'appel d'un correspondant relié au central Diderot s'effectue en formant les trois premières lettres DID avec le cadran avant le numéro proprement dit. Les trois premiers chiffres qui forment DID (343) ne sont pas des indications d'acheminement directe, ils sont donc stockés dans un 'enregistreur' avant d'être analysés par le 'traducteur' qui détermine le cheminement vers le bon central. En outre, le traducteur est à même de déterminer si la ligne cherchée appartient ou non à la zone géographique du central d'appel.

L'adoption du système ROTARY, qui répond à toutes ces exigences, repose sur de nombreuses expériences menées dans d'autres capitales, comme New York ou Londres, ainsi que les enseignements qu'apportent l'implantation des autres systèmes, comme le Strowger (dont nous avons déjà parlé précédemment) à Nice et Orléans ou encore l'Ericsson à Dieppe.

Enfin, parallèlement aux efforts d'implantation des centraux, l'administration décide de standardiser les appareils téléphoniques automatiques qu'elle met à disposition des usagers en proposant le poste de type 1924, lequel est muni d'un cadran et d'un combiné monté sur un socle, le tout utilisant des matériaux comme la bakélite noire, plus simples à travailler que le bois, et qui restera en usage jusqu'en 1943. Ces particularités françaises résultent d'habitudes propres aux usagers de la capitale, mais il en est d'autres que rapporte Seikichi Miyai, un ingénieur du département impérial des communications du Japon à Tokyo dans les Annales des Postes, télégraphes et téléphones de 1929 : " *...on paye 12 yens (150 F) pour faire installer chez soi un poste téléphonique [...], on assigne à l'abonné le premier numéro disponible au central ; mais si ce numéro n'a pas l'agrément de l'abonné, ce dernier a la faculté de s'adresser à des intermédiaires, sortes de courtiers autorisés [...]. Naturellement, ces courtiers vendent fort cher les numéros que certaines personnes superstitieuses considèrent comme porte-bonheur. C'est ainsi qu'un abonné peut avoir à verser de 1500 à 7000 yens suivant le numéro choisi, le numéro 8 étant considéré comme celui qui porte le plus de chance. [...] le numéro 42 [...] signifie mort. Le numéro 49 est aussi l'un de ceux qui ont mauvaise presse. Aussi est-il d'usage courant d'affecter ces derniers numéros aux postes de police.* "

P. Rytter



Le premier tube réalisé en laboratoire (Diode)

plus cent mille réservées aux lignes directes et à l'interurbain. Chaque district est lui-même divisé en 10 centres principaux de dix mille lignes et ainsi de suite jusqu'aux abonnés. Pour appeler son correspondant, l'abonné doit donc former la succession des chiffres sur un cadran rotatif : C3 428 correspond au district, 3 au centre principal, etc... jusqu'à la ligne demandée.

En France, on préfère à cette époque s'en tenir aux habitudes et conserver les noms des centraux téléphoniques manuels, comme Gutenberg, Gobelins, Diderot, etc... S'il est facile d'être orienté vers le central désiré en annonçant son nom à une opératrice, l'automatisation de la recherche devient plus compliquée parce qu'elle suppose une mémorisation préalable des