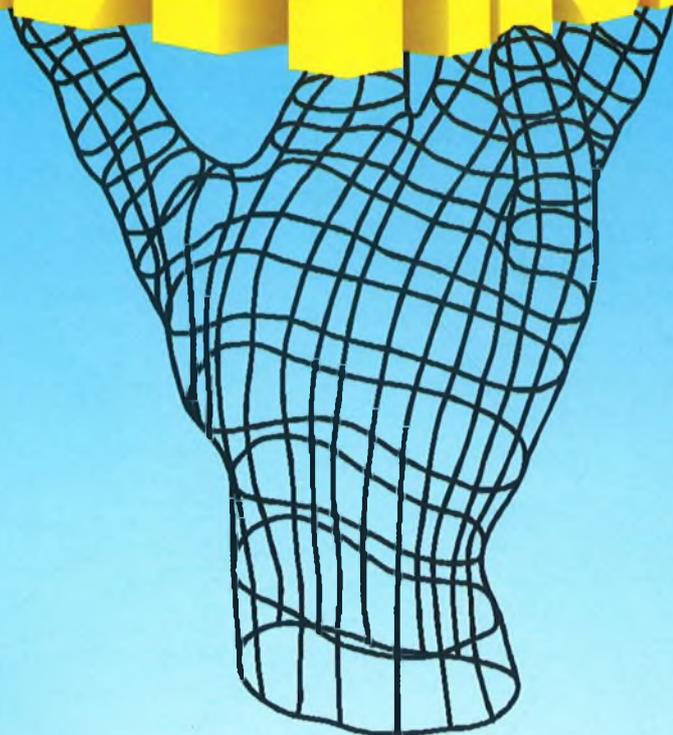


HOBBYTRONIC

N° 38 JUIN 1994 - 20,00F

MENSUEL D'APPLICATIONS ELECTRONIQUES



HOBBYTHEQUE 

LUMIERE 

DOMESTIQUE 

ALIMENTATION 

MODELISME 



VIDEO 



EMISSION-RECEPTION 

AUTO-MOTO 

MESURE 

SONORISATION 



**Savez-vous pourquoi un kit TORA
revient moins cher que l'achat de
tous les composants séparés ?**

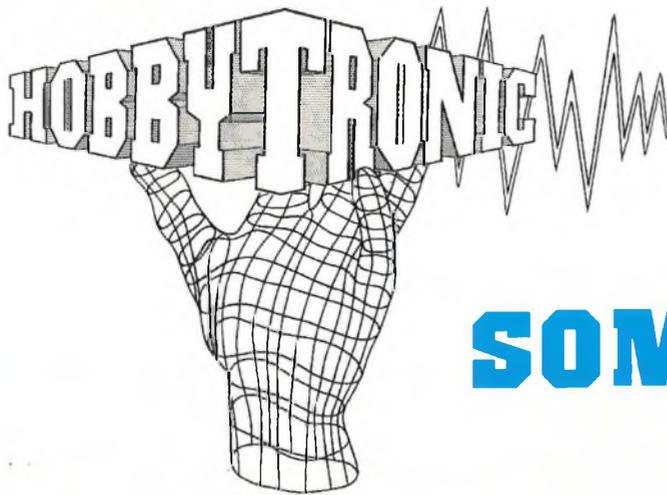


**C'est parce que dans un kit TORA
tout a été pensé,
y compris le prix...**



TORA
KIT ELECTRONIQUE

: pensé pour vous



SOMMAIRE

NOS FICHES TECHNIQUES

- Un circuit qui se charge d'écouler le temps....:
Le SAE 530 de chez Siemens 31
- En matière d'oscilloscope bi-courbe 2 x 20 MHz, le bon choix:
L'oscilloscope double trace DF 4312 37
- Si vous désirez passer l'été dans le secteur....
Le convertisseur statique 12-220V 200 W DF1753 51



NOS REALISATIONS PRATIQUES

- Un ensemble de télécommande complet pour les accessoires de votre réseau ferroviaire:
Les émetteurs 16 canaux maîtres-esclaves 4
Deux récepteurs 16 canaux 6
Trois modules de puissance miniatures 8
Une alimentation 11 à 14 volts, 4 Ampères 10
Un mini voltmètre de contrôle 11
- Laissez compter le 50 Hz secteur et le SAE 530 à votre place:
Une minuterie universelle directe secteur 12
- Au tour du 8751 de recevoir des octets...
Programmateur d'Eprom universel: extension 8751 15
- Radio modélistes: Testez le QI de votre servo:
Un testeur miniature de servo proportionnel 24
- Les condensateurs: qui sont-ils, comment les utiliser et les mesurer:
Un capacimètre 4 gammes 41
- Ajoutez des vu-mètres lumineux à vos enceintes acoustiques:
Un bargraph 10 LEDs sans alimentation 49
- En pages centrales détachables: Les circuits imprimés....
Sommaire permanent 54
NEW'S 55
Pour vous abonner, rendez-vous en page 56





Pilot 16: Ensemble de télécommande sériel d'accessoires.

C'est l'environnement qui crée la beauté... Si cette phrase possède déjà tout son sens dans une approche générale, elle est encore plus applicable au domaine du modélisme.

Le modélisme ferroviaire en est l'exemple type. S'il n'est constitué que d'un train circulant sur quelques voies dispersées sur une planche, ou au contraire une reconstitution soignée d'un environnement, le réseau passe d'une fonction "jouet" à une forme de professionnalisme personnalisé...

Pour rendre toute cette imitation d'environnement encore plus réaliste, le mouvement et la lumière doivent faire partie de la réalisation; et évidemment, c'est ici que cet article et les différents montages décrits vont intervenir.

Tous ceux qui se sont attaqués à l'animation et la vie de leur réseau vous le diront, c'est rapidement l'enchevêtrement de fils et d'épissures qui devient le souci majeur. Rendre un réseau vivant, c'est aussi le modifier, ajouter de nouvelles fonctions ou éclairages et, à chaque fois, il faut se replonger dans une toile d'araignée de plus en plus dense. Voyons de suite les différentes solutions et astuces pour faciliter tous ces travaux...

Les problèmes à résoudre...

Comme nous venons de l'indiquer, le problème majeur réside dans le câblage réalisé sous la planche supportant l'ensemble du réseau.

Tout l'équipement traction, surtout avec un éventuel fractionnement en cantons, apporte déjà une bonne partie de câblage véhiculant du 12 volts continu ou haché. La gestion des aiguillages, barrières et diverses signalisations vient s'ajouter encore à cela.

Côté éclairage, on trouve aussi un second groupe de câblage, parcouru cette fois par du 14 volts alternatif ou un 12 volt continu distinct suivant les cas.

Déjà à ce point, le moindre petit réseau en "HO" ou en "N" qui se veut d'un aspect attrayant comporte rapidement un faisceau de câblage dont le métrage est loin d'être négligeable.

Que dire encore quand un mauvais contact survient et qu'il faut trouver quelle est la connexion ou le câble défectueux au milieu de ce qui est devenu peu à peu un enchevêtrement inextricable...

Les premières solutions...

Parmi les premières astuces concernant la simplification du câblage, et indépendante de toute solution électronique, l'une d'entre elles se rapproche de la technique utilisée en automobile.

En effet, hormis certains véhicules bien particuliers, la carcasse métallique des véhicules sert, comme tout le monde le sait, de masse.

L'une des possibilités pour un réseau consiste donc à réaliser un plan de masse du même style.

En recouvrant toute la surface de la partie inférieure de la plaque support de papier aluminium, on peut ainsi réaliser économiquement un point commun pour le 12 volts continu de traction et celui d'accessoires (ou de l'un des pôles du 14 volts alternatif).

En utilisant du papier (style aluminium alimentaire, un peu plus épais si possible) qui sera agrafé et/ou collé régulièrement, on obtiendra un plan de masse qui, en même temps, constituera un blindage électrique efficace.

Facile à percer à chaque fois que l'on ajoute un accessoire, c'est encore l'agrafe qui viendra à votre secours pour se raccorder à ce potentiel de référence, sur lequel la soudure est impossible.

Une autre solution, bien que plus onéreuse, consiste à utiliser des plaques défraîchies de bakélite cuivrée (200 x 300 par exemple) sur lesquelles le raccordement soudé sera encore de meilleure qualité.

Ceci fait, (ce qui est plus facile sur une installation nouvellement envisagée), nous nous approchons petit à petit du système de télécommande qui fait l'objet de cet article.

Lignes d'alimentation

Sur un réseau classique, même si l'on installe un plan de masse omniprésent comme indiqué ci-dessus, le câblage classique impose ensuite de mener un fil entre chaque éclairage ou élément commandé et son interrupteur correspondant. On se retrouve donc avec une "demie" toile d'araignée...

C'est ici qu'intervient l'ensemble de la présente réalisation, puisque un seul fil porteur va distribuer les commandes entre les pupitres de commande et les récepteurs locaux.



Au niveau alimentation, l'aspect filaire se réduit donc fortement, puisqu'il suffit d'installer différentes lignes d'alimentation pour équilibrer les intensités (12 continu et/ ou 14 alternatif pour accessoire).

Chaque récepteur de commande, disposé près de son utilisation, viendra prendre son alimentation sur ces fils principaux, protégés par fusibles.

Le schéma ci-dessous montre la structure globale, de ce fait fortement simplifiée, du câblage d'une telle plaque.

Le projet

L'ensemble de base décrit se compose donc des éléments suivants:

- Un émetteur comportant 16 commandes et distribuant son information sur un simple fil blindé (bus d'information). Chaque émetteur possède un codage interne qui permet ainsi d'associer d'autres émetteurs au fur et à mesure des besoins. Au total, on peut ainsi associer 243 émetteurs ce qui permet de disposer de 3888 commandes indépendantes (quel beau réseau...).
- Un récepteur 16, recevant le signal codé et fournissant 16 sorties logiques indépendantes. En fait, nous verrons deux types de récepteurs, identiques quant à l'électronique, mais proposant des solutions différentes de connectique. Ce récepteur possédera une adresse de décodage bien précise, définie par vous-même au moment de l'installation et modifiable par la suite. Chaque récepteur possède une entrée codée et une sortie de report pour le décodeur suivant.

- Des étages de commande de puissance, qui sont de petits modules qui commanderont tel ou tel aiguillage, lampe ou groupe de lampes, moteur, etc.

Le récepteur 16 voies fournira simplement un état logique "1" sur une sortie parmi 16, correspondant à la touche correspondante sollicitée de l'émetteur.

De ce fait, nous vous proposerons pour l'instant trois types d'étages de puissance ayant des comportements bien précis. Ces étages peuvent fournir un courant de 10 Ampères maximum, ce qui sera amplement suffisant.

- L'étage de puissance simple: il fournira simplement sous forme de puissance l'image de l'impulsion de commande de l'émetteur. (Exemple, lampe allumée pendant l'appui et éteinte au relâchement de la touche).

- L'étage de puissance bistable: l'appui sur la touche correspondante allume la lampe connectée en sortie et un second appui sur la même touche l'éteint. On pourra choisir l'état préférentiel à la mise sous tension de l'ensemble.

- L'étage ON-OFF. Ce troisième type d'étage de puissance occupe deux touches de l'émetteur. L'appui sur une touche définie allume la lampe de sortie et c'est l'appui sur une seconde touche qui l'éteint. Ici encore, l'état préférentiel au démarrage pourra être choisi, ainsi que la position des touches de marche et d'arrêt sur l'émetteur correspondant.

Tout cet ensemble restera d'un coût de réalisation réduit, en utilisant uniquement des composants MOS classiques. C'est la condition indispensable qui justifie encore

plus le passage d'un système filaire à ce type de commande électronique.

Pour les liaisons entre émetteurs et récepteurs 16, nous avons opté pour des câbles blindés RCA mâle mâle. Le coût très réduit de ces câbles stéréo destinés à l'audio, (après avoir séparé les deux câbles), permettra des jonctions rapides et modulables sans alourdir le coût de l'installation.

Le câblage en étoile des étages de puissance autour d'un récepteur 16 peut être réalisé dans un ordre quelconque, qui correspondra à une logique de disposition du clavier de commande par exemple. Des sorties de récepteur 16 peuvent rester non câblées.

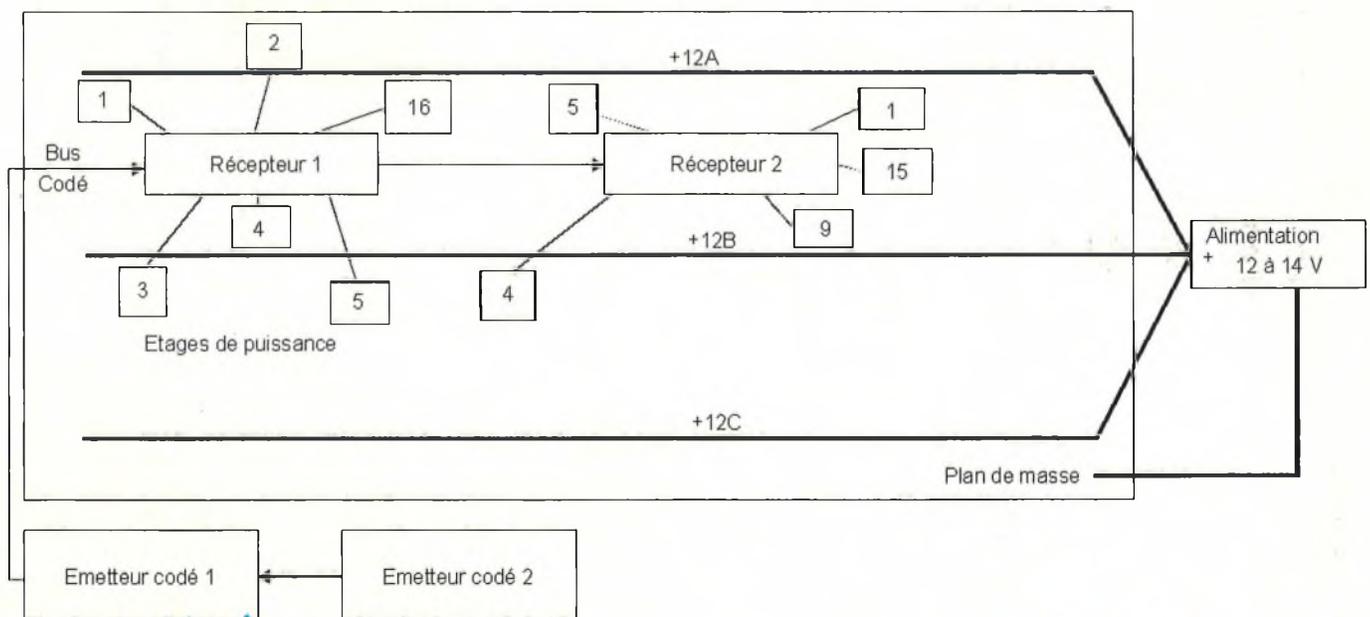
Les liaisons entre récepteur 16 et les divers modules de puissance ont aussi été prévues en RCA blindées. A ce stade, toute autre solution d'interconnexion sera fonction de vos préférences.

Tous les montages ont été prévus pour des boîtiers DIPTAL, non indispensables toutefois, les circuits pouvant être fixés sous la plaque principale du réseau.

Alimentation

Cet ensemble est aussi prévu pour fonctionner plutôt avec du 12 volts continu, bien que le travail en alternatif soit aussi possible.

A cette fin, nous ajouterons en fin d'article la description d'une alimentation ajustable de 11,5 à 13,8 volts, 4 Ampères de coût réduit, qui pourra être utilisée avec votre transformateur habituel (fournissant le 14 volts alternatif) ou à l'aide d'un transformateur spécifique.



Emetteur 16 canaux

La base de travail de cet ensemble sera constituée de circuit codeurs / décodeurs possédant des bits d'adressage et des bits de données.

Cela permettra de n'utiliser qu'un seul décodeur par récepteur 16, ce qui va encore dans le même sens de réduction de coût.

Nous avons décrit deux types de circuits correspondant à cette fonction dans des Hobbythèques. Il s'agit des circuits de la série UM3758 de chez UMC et des MC 145026 et 145027 de MOTOROLA.

Les circuits UMC étant décidément d'un approvisionnement difficile, c'est donc MOTOROLA qui se chargera de notre codage. Voir la Hobbythèque du numéro 27 page 48 sur ces circuits éventuellement.

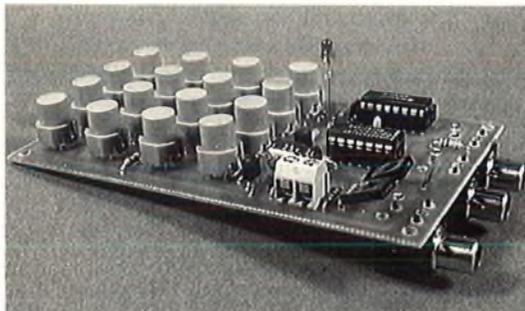
MC145026 et 145027

Le MC145026 correspond à un circuit codeur sur 9 bit mais en trois états, ce qui représente 3^9 possibilités soit 19683 codes différents.

Le MC145027 est un des récepteurs possibles, utilisant les cinq premiers bits du mot transmis comme adresse et les quatre derniers comme donnée. On retrouve donc dans les cinq premiers bits 3^5 adresses possibles soit 243 émetteurs et 2^4 possibilités de DATA soit 16 sorties. (les commandes de DATA ne pouvant être utilisées qu'en états "0" et "1").

Un émetteur peut être utilisé seul, il est alors "maître" et ne possède alors qu'une seule RCA de sortie de bus vers son récepteur.

Lorsque l'on désire lui adjoindre un second émetteur que nous appellerons "esclave" pour augmenter les commandes



par groupe de 16, une entrée RCA sera alors ajoutée pour recevoir le code du boîtier esclave.

A contrario, le boîtier esclave ne sera équipé que d'une RCA de sortie de données, destinée au mélangeur du boîtier maître; et ainsi de suite. Tout cela sera plus clair au vu du schéma de détail.

En toute théorie, un émetteur ne devrait donc jamais être équipé de ses trois RCA, contrairement à ce que montre la photographie ci-dessus.

Schéma de détail

Ce schéma, en bas de page est représenté en deux parties, émetteur par lui-même et clavier.

L'émetteur est alimenté en permanence, dès que la tension de l'installation est présente. IC1 en est le codeur MC145026. On y trouve d'abord les cinq pattes de codage d'adresse (pattes 1 à 5). Chacune d'entre elles pourra être laissée en l'air, réunie à la masse ou au plus pour définir l'état trinaire d'émission. Ces liaisons seront effectuées par des ponts de soudure au plus ou au moins, l'état initial réalisé par le circuit imprimé étant l'état "en l'air".

Suivent en 6, 7, 9 et 10 les quatre pattes de DATA venant du clavier et encodées en BCD.

Pour que ce circuit transmette son code, il faut que la patte 14 (transmit enable) soit à l'état "0". Cet état est donné par le clavier qui, lors de l'appui sur une touche, fait conduire le transistor T1.

Après avoir allumé une LED de contrôle d'émission (D2), cet état du collecteur est transmis à une porte inverseuse (IC2-1) qui fournit l'état "0" de validation d'émission.

R3, C3 et R4 définissent la fréquence interne d'horloge de IC1. Par les valeurs adoptées celle-ci fonctionne à 217 kHz environ. Comme il faut deux mots identiques pour qu'une commande soit acceptée et que deux mots sont transmis en 1,4 mS, on pourrait en théorie envoyer plus de 800 ordres différents par seconde, ce qui est amplement suffisant (il faudrait d'ailleurs être un sacré virtuose du clavier...).

Le signal sériel codé est enfin disponible sur la patte 15. IC2-2 permet, par sa fonction OU, de prendre soit le signal du codeur local ou venant d'un clavier esclave (entrée bloc précédent).

Dans le cas où le clavier est utilisé seul, la résistance R5 assure l'état zéro de l'entrée RCA non câblée.

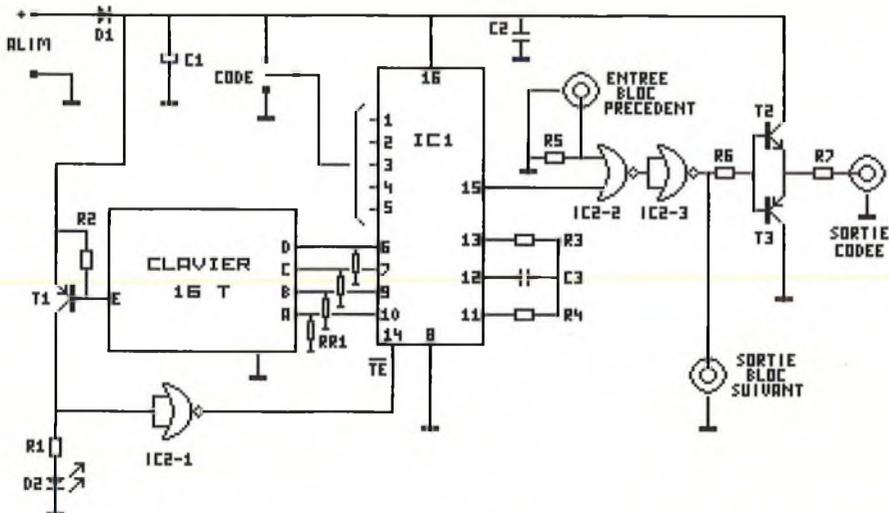
IC2-3 inverse de nouveau le signal codé pour le retrouver dans son sens normal afin qu'il soit compris par les récepteurs.

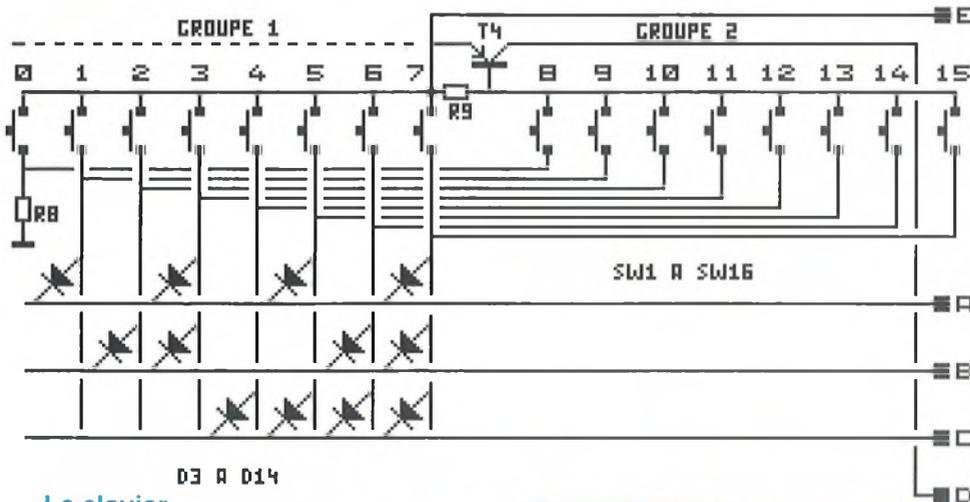
C'est à ce niveau que se trouve la sortie d'un émetteur "esclave". Celui-ci ne sera alors pas équipé des transistors T1 et T2, ni de R6 et R7. Cette sortie attaquera le boîtier maître à l'entrée "bloc précédent".

Ainsi de suite, chaque émetteur esclave utilisera les prises "bloc précédent" et "bloc suivant" jusqu'au dernier, boîtier maître, qui lui ne possédera pas de sortie "bloc suivant" (RCA non montée). Chaque émetteur possédera donc deux RCA sur trois, mais pas les mêmes en fonction qu'il s'agit d'un boîtier maître (1 seul) ou des boîtiers esclaves.

Pour ce boîtier maître, la sortie est amplifiée en courant par le push à transistors T1 et T2. N'oublions pas que le câble blindé RCA est capacitif et qu'une porte MOS est donc inadaptée à piloter une longueur de câble de bus d'une centaine de mètres par exemple.

Ces transistors résolvent le problème et R7 empêche toute sur-oscillation trop importante du signal codé par effet de self du câble. La consommation d'un tel émetteur maître est de 10 uA au repos (aucune touche appuyée), de 15 mA en marche et sans câble de sortie et de 20 mA avec une longueur de blindé de 50 mètres....





Le clavier

La partie clavier est un simple encodeur à diodes, que nous avons déjà vu lors de l'ensemble domotique HF du numéro 27. Les diodes D3 à D14 fournissent le code BCD pour les trois lignes de poids faible, tandis que la conduction de T4 fournit l'information de poids fort (bit D) pour le second groupe de touches (8 à 15).

R8 sur le groupe 1 est juste destinée à provoquer une consommation lors de l'appui sur la touche 0 (code 0000) afin de provoquer la conduction de T1 du schéma de l'émetteur et valider ainsi la transmission. Sur les autres touches, c'est le réseau RR1, au travers des diodes de codage, qui provoque la consommation détectable.

Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 de watts 5 % sauf indications contraires.

R1	1,5 kOhms	550152
R2	10 kOhms	550103
R3	10 kOhms 1%	554103
R4	20 kOhms 1%	554203
R5	100 kOhms	550104
R6	100 Ohms	550101
R7	10 Ohms	550100
R8	4,7 kOhms	550472
R9	100 kOhms	550104
RR1	réseau 5x4,7 kOhms	563472

C1	220 uF 25V radial	622227
C2	100 nF céramique	660104
C3	150 pF céramique	660151

D1	1 N 4004	DN4004
D2	LED 3 mm rouge	LED03R
D3 à D14	1 N 4148	DN4148

T1	BC 557 B	BC557B
T2	BD 139	BD139
T3	BD 140	BD140
T4	BC 557 B	BC557B
IC1	MC 145026	MC5026
IC2	MOS 4001	MS4001

2 RCA coudées CI	172932
16 poussoirs D6 long	205126
1 support CI 14 broches	161114
1 support CI 16 broches	161116
1 bornier 2 plots	280032
4 entretoises plastique 10 mm	185012

1 coffret TEK0 362	110362
--------------------	--------

Réalisation

La réalisation est conçue pour s'insérer dans un coffret pupitre 362, mais tout autre coffret ou pupitre pourra convenir. Vous pouvez éventuellement envisager de regrouper plusieurs émetteurs dans un seul coffret, etc...

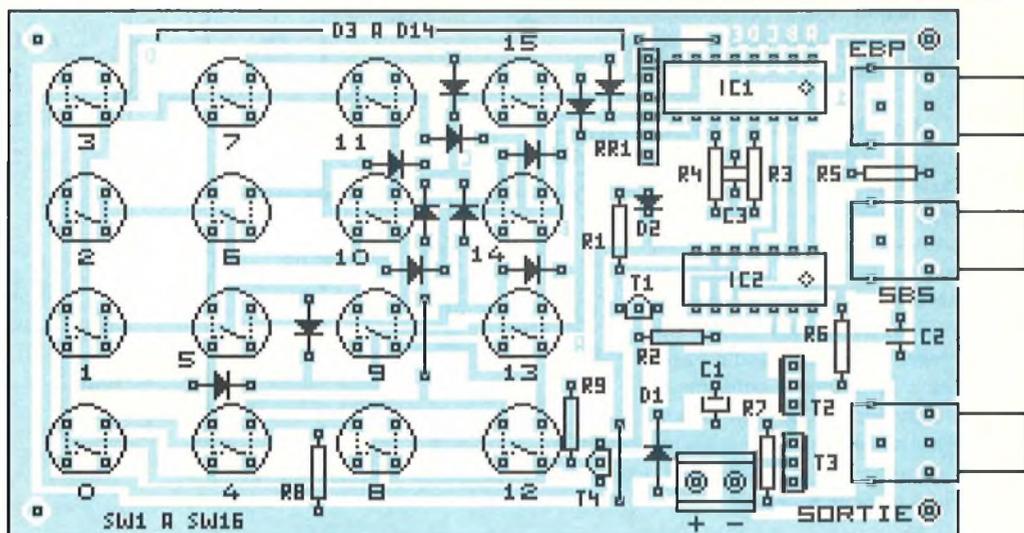
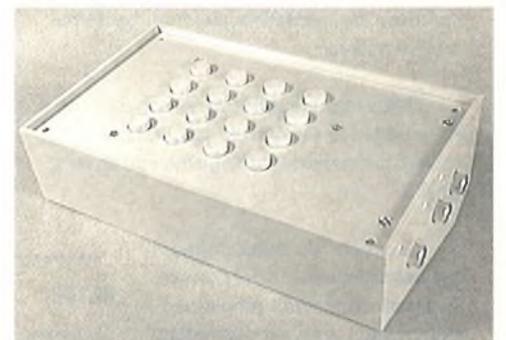
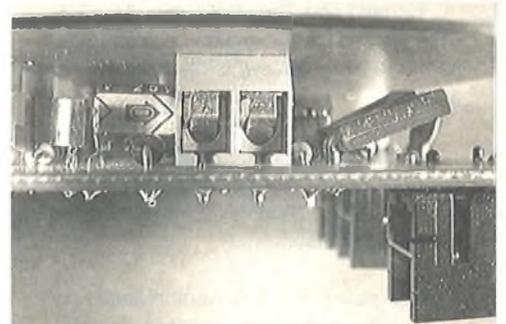
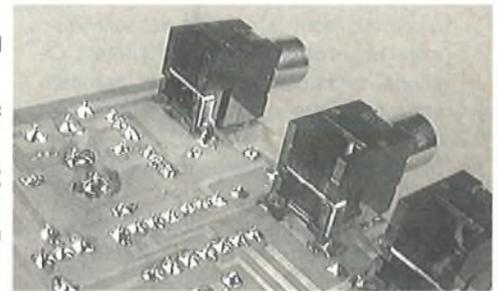
Pour la construction de la carte, il faut veiller à ce que les éléments occupant trop de hauteur soient couchés afin de laisser suffisamment dépasser les touches des cellules D6 de la façade. Pour cette raison, C1 sera monté à plat, T2 et T3 seront pliés légèrement vers le circuit et les RCA pour circuit imprimé seront montées côté cuivre.

Les photographies ci-contre montrent ces diverses étapes. N'oubliez pas que 2 RCA suffisent et que leur placement dépend du type d'émetteur: maître ou esclave. EBP représente la prise Entrée Bloc Précédent et SBS, Sortie Bloc Suivant.

Si vous construisez plusieurs blocs, ne pas oublier de paramétrer les pattes de codages 1 à 5 par des pontets de soudure à la masse ou au plus (pas les deux pour une patte SVP !).

Des repères sur le cuivre, notés ABCDE et "0" et "1" pour les états permettront d'associer chaque émetteur à un récepteur 16 correspondant par similitude du codage.

Vous pouvez aussi laisser certaines (ou toutes pour un seul émetteur) des pattes en l'air ce qui correspond au codage "tri-state".



Récepteur 16

Le récepteur aura pour rôle de décoder sur le bus sériel les données de l'émetteur qui lui correspond et de fournir 16 sorties logiques.

Nous verrons deux versions de récepteur, dont le schéma est identique, mais l'agencement des sorties différent. Ci-contre, la photographie de la première version montre que les 16 sorties sont disponibles sur des RCA verticales permettant un câblage homogène.

Les étages de puissance étant censés se trouver non loin de ce récepteur, le métrage de câble pourra atteindre une dizaine de mètres sans trop charger les sorties du décodeur MOS.

Schéma de détail

Comme pour l'émetteur, une diode D1 évite les erreurs d'inversion de polarité ou permet encore d'alimenter le montage en alternatif.

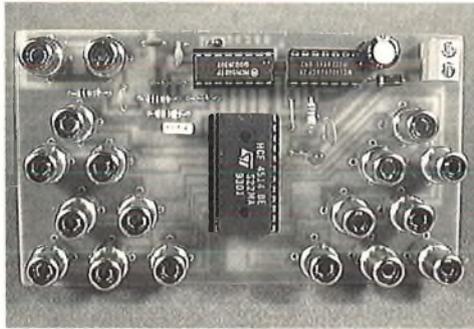
IC1 est cette fois le décodeur MC 145027 pour lequel R1, R2, C3 et C4 définissent une fréquence d'horloge compatible avec celle des émetteurs.

Les pattes 1 à 5 servent ici aussi au codage et permettent de personnaliser l'adresse de réception dans un système multi émetteur.

Coté étage d'entrée, on remarquera que la masse des RCA n'est pas directement reliée à la masse du montage mais au travers de C5.

La valeur de cette capacité est calculée pour laisser passer le signal codé sans problème ni déformation tout en permettant de rejeter toute composante continue qui serait superposée sur cette masse.

En effet, compte tenu des longueurs de câble possibles, et du fait que les alimentations pour les émetteurs et récepteurs peuvent être différentes, les masses des divers montages ne seront pas forcément équipotentielles (en fonction des chutes en ligne provoquées par les courants consommés notamment). Cette procédure évite aussi que ce soient les cordons RCA qui assurent la liaison de masse ou produisent un bouclage.



Ainsi, il peut exister une tension continue ou alternative de 0 à 24 volts efficaces à 50 Hz entre la masse de l'émetteur et celle du récepteur 16 sans qu'elle ne gêne le fonctionnement de l'ensemble.

Sur cette entrée on trouve évidemment deux RCA en parallèle afin de pouvoir repartir vers le récepteur 16 suivant.

Même isolation du signal par C6 ensuite, puis un alignement à la masse réalisé par R4. Enfin R5 et les deux diodes D3 et D4 évitent la destruction d'IC1 par excès d'amplitude d'entrée, ou choc électrostatique, etc.

La patte 11 de IC1 fournit un niveau logique "1" lorsque la transmission est correcte (les 5 bits d'adresse). Après deux inverseurs de IC3, cette transmission valide est signalée par une LED D2 qui permettra de vérifier facilement que le récepteur reçoit bien la commande de son émetteur personnalisé.

Reste enfin à décoder l'état fugitif BCD disponible sur les broches 12 à 15 de IC1 en une sortie parmi 16. C'est IC2, MOS 4514 qui sera tout à fait adapté à cette fonction. Afin que l'état affiché sur l'une des sorties soit un état stable, la commande d'inhibition

de la patte 23 est utilisée en prenant le signal entre les deux inverseurs de IC3.

Ce câblage permet de n'afficher le signal de sortie que lorsque les sorties BCD sont déjà stables dans le temps ce qui, encore, évite qu'une des autres sorties parmi 16 n'affiche une très courte pulse qui pourrait être gênante.

Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 de Watt, 5%, sauf indications contraires.

R1	10 kOhms 1%	554103
R2	130 kOhms 1%	554134
R3	1,5 kOhms	550152
R4	100 kOhms	550104
R5	1 kOhms	550102

C1	100 uF 25V radial	622107
C2	0,1 uF céramique	660104
C3	680 pF céramique	660681
C4	1 nF plastique 5,08	651102
C5	10 nF céramique	660103
C6	4,7 nF céramique	660472

D1	1 N 4004	DN4004
D2	LED 3 mm rouge	LED03R
D3, D4	1 N 4148	DN4148

IC1	MC 145027	MC5027
IC2	MOS 4514	MS4514
IC3	MOS 4069	MS4069

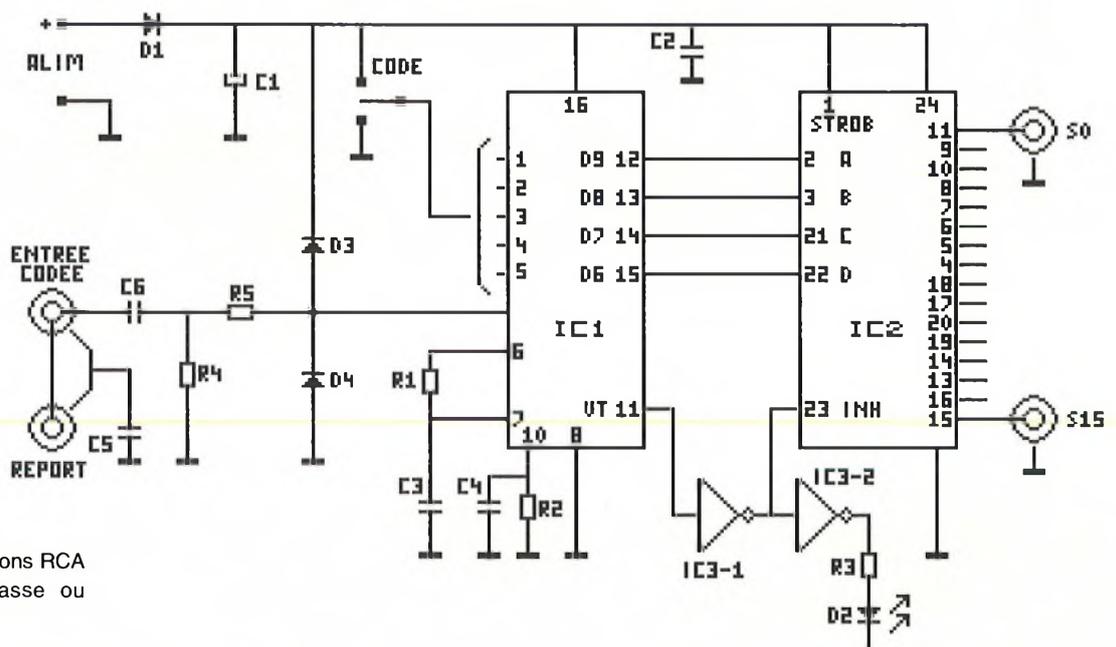
1 support CI 24 broches	161124
1 support CI 14 broches	161114
1 support CI 16 broches	161116
1 bornier 2 plots	280032
2 RCA CI droites	172931

Version sortie sur RCA

16 RCA CI droites	172931
-------------------	--------

Version sortie sur borniers

8 borniers 3 plots	280033
4 borniers 2 plots	280032



Réalisation

La réalisation d'un récepteur 16 est encore plus simple, aucune particularité de câblage n'étant vraiment notable.

Seule la résistance R1 est montée verticalement. Eviter d'utiliser du condensateur céramique pour C4 dont le changement de valeur en fonction de la température pourrait gêner la stabilité de la fréquence d'horloge.

Le montage est prévu pour un coffret DIPTAL G1173 (pour la version bornier) non indispensable, la plaque pouvant être fixée directement sous le réseau.

Côté cuivre, on retrouve le même système de pastilles soudables pour fixer la clef d'accès du récepteur.

Le circuit IC2 MOS 4514 fournit au repos les 16 sorties à l'état bas. A noter que pour d'autres utilisations, il est directement remplaçable par le MOS 4515 donnant en sortie l'état inverse.

Comme pour l'émetteur, l'alimentation peut être continue ou alternative. La tension continue sera de 10 à 15 volts maximum, l'idéal étant de se brancher sur les lignes de distribution dont nous avons parlé en début d'article.

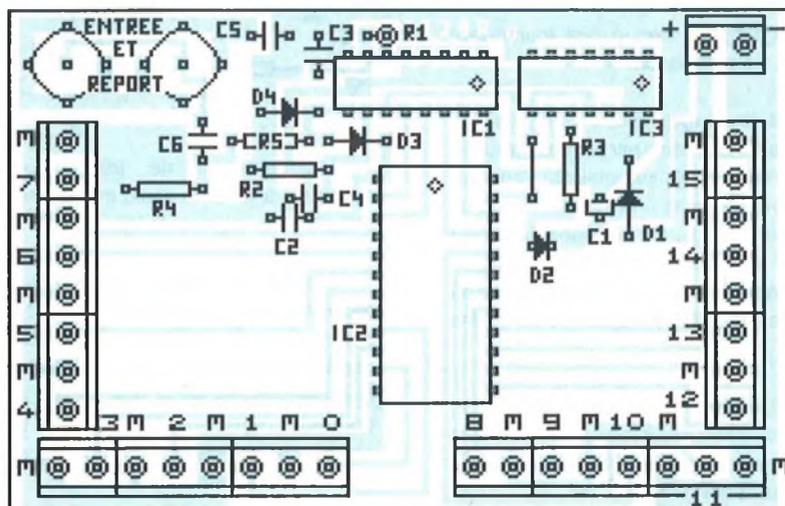
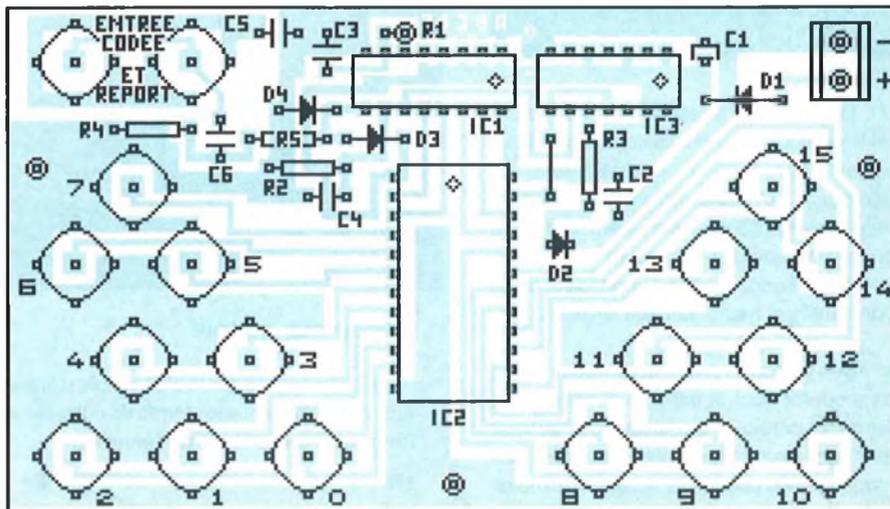
Une tension de 12 volts, qui est la valeur nominale des lampes d'éclairage en modélisme conviendra donc très bien.

En alternatif la tension efficace maximale est en théorie de 10 volts, puisque les circuits MOS ne supportent pas plus de 15 volts continus. Si l'on désirait utiliser le 14 volts alternatif du transformateur d'origine, il faudrait donc ajouter un régulateur 78L12 (TO 92) sur la carte au niveau de l'entrée d'alimentation.

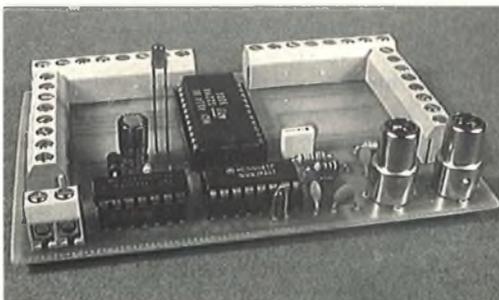
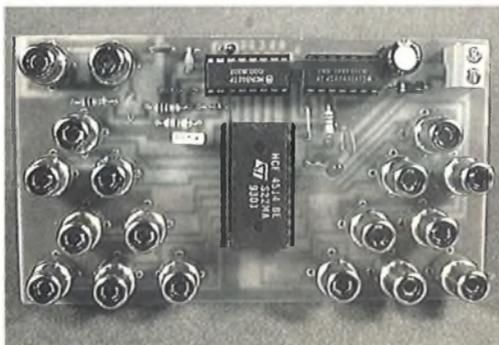
Nous ne l'avons pas prévu ici afin de réduire le coût de chaque récepteur et dans la mesure où le câblage complet du réseau en continu est fortement simplifié.

Les deux sérigraphies ci-contre montrent les deux types de récepteurs 16 et la disposition des numéros des sorties qui correspondent aux numéros des touches de l'émetteur.

Ceux qui ont déjà utilisé le MOS4514 ou 4515 auront constaté sans doute que c'est un plaisir de le câbler, les pattes de sortie ayant été sans doute disposées par le même "malade" qui a pondé le MOS4017 (Un samedi soir, et pas à jeun...).



Les plots notés M correspondent à la masse qui ira vers les étages de puissance.



Etages de puissance

Les étages de puissance sont au nombre de trois (pour l'instant). Ils sont prévus pour travailler en continu principalement. Le pilotage d'accessoires demandant impérativement une tension alternative devra se faire à l'aide d'un mini relais externe. Le nombre d'accessoires imposant cette contrainte est heureusement limité.

Ces étages se présenteront sous forme de modules dont la taille a volontairement été la plus réduite possible pour pouvoir éventuellement les intégrer dans les maquettes ou pour qu'ils occupent le moins de place possible sous la plaque du réseau.

Nous présenterons ici, dans l'article, les modules simples, c'est à dire fournissant une voie de commande.

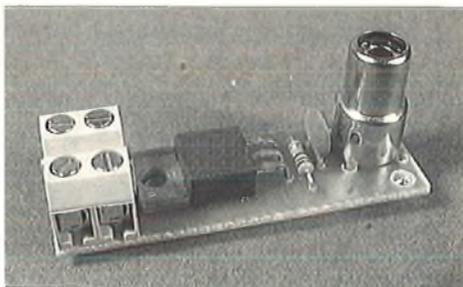
Dans les pages cuivre centrales, les différents modules sont par contre regroupés en un nombre d'exemplaires variable, permettant d'ailleurs une insertion dans un coffret bien précis. Ce regroupement peut s'avérer intéressant pour les maquettes demandant plusieurs fonctions distinctes ou pour des maquette proches les unes des autres.

Nous nous sommes arrangés pour que, si vous utilisez un circuit regroupant plusieurs voies, une seule entrée d'alimentation suffise pour toutes et que les circuits soient également sécables en modules indépendants sans perte de possibilité.

Tout cela sera plus clair avec l'exemple du premier étage de puissance que nous décrivons exceptionnellement dans ses deux présentations.

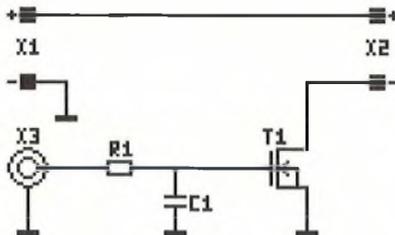
Afin de minimiser la taille, le transistor de sortie a été sur-dimensionné afin de pouvoir se passer de refroidisseur. C'est un transistor MOSFET, donc la conduction du barreau descend à 0,6 Ohms en mode saturé, qui servira d'interface. Cette faible résistance permettra de ne perdre que peu de tension sur la charge. Son courant de drain maximum en mode pulsé est de 16 Ampères, en mode permanent de 4 Ampères avec le boîtier à 25 °C et de 2,5 Ampères avec un boîtier à 100 °C.

La tension maximale drain source est de 60 volts, bref, vous devriez pouvoir commander vos charges sans vous poser trop de questions sur le courant limite. L'éclairage complet d'une rue par exemple, à l'aide de 50 lampes 12 V 50 mA, pourra se faire avec un seul étage de puissance.



Récepteur simple

Commençons par le plus simple d'entre eux, qui retranscrit sous forme de puissance l'impulsion du poussoir de l'émetteur.



L'alimentation de puissance est appliquée à X1 et la sortie est directement utilisable aux bornes de X2.

L'entrée de l'information venant du décodeur MOS (état logique 0 ou 12 volts) est appliquée sur X3, ou un réseau RC permet de supprimer toute hésitation de basculement qui serait due au rebond du poussoir d'émetteur. Non indiqué sur le schéma, le transistor T1 IRF511 possède une diode anti-retour en interne.

Liste des composants

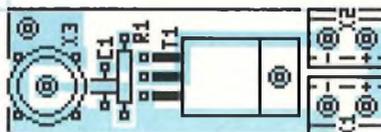
La liste ci-dessous correspond aux composants pour une voie isolée.

R1	1 MOhms	550105
C1	0,1 uF céramique	660104
T1	IRF 511	IRF511
X1, X2	borniers 2 plots	280032
X3	RCA droite CI	172931

Réalisation

La sérigraphie ci-dessous montre un module isolé et la face composant correspondant au cuivre des pages centrales. L'ensemble 4 voies formé est prévu pour un éventuel coffret DIPTAL P961AI (114853) et dans ce cas 5 borniers deux plots sont utiles seulement (4 sorties X2 et une alimentation commune X1).

La réalisation serait enfantine s'il n'y avait pas les précautions importantes à prendre pour souder T1 qui, comme tout MOSFET, est très sensible aux charges



statiques. Un bon conseil: court-circuitez les pattes extrêmes (source et gate) à l'aide d'une pince crocodile pendant les phases de soudage.

Puissance en bistable

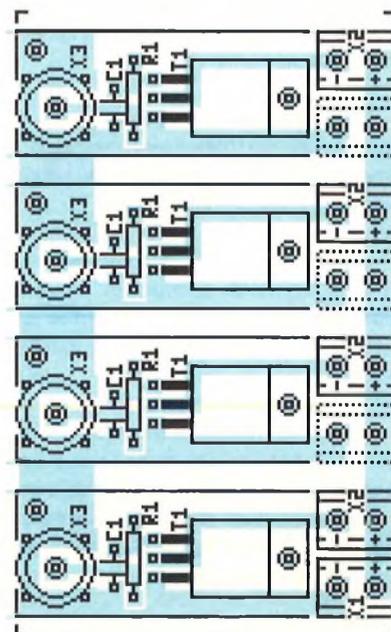
Son schéma, page suivante, est un peu plus étoffé. Il fait appel encore à un circuit MOS, double bascule D, ce qui explique par le fait qu'un module de base intègre d'office deux voies.

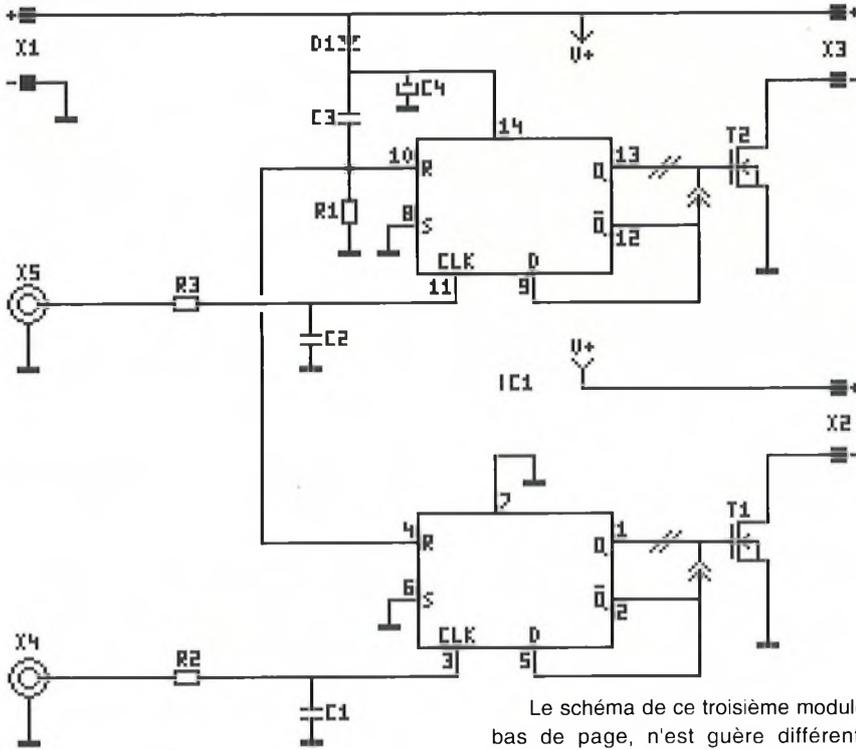
D1 et C4 permettent de créer une alimentation interne à l'abri des variations qui seraient provoquées par les courants d'appel (les MOS sont sensibles à cela). A partir de cette alimentation, C3 et R1 constituent une cellule de reset commune aux deux portes, permettant d'obtenir les sorties Q à l'état "0" à la mise sous tension de l'ensemble.

Les MOSFET sont d'origine connectés à cette sortie Q par le circuit imprimé, ce qui les met en position OFF (lampe de sortie éteinte par exemple). Cette piste de liaison est fine et peut être coupée pour "passer" la grille sur la sortie complémentaire par un pontet de soudure. On peut ainsi obtenir simplement la fonction "allumé" à la mise sous tension.

Enfin, les réseaux RC d'attaque des bascules sont identiques au montage précédent et pour les mêmes raisons.

La réalisation reste tout aussi simple: attention toutefois au sens des transistors. Le cuivre des pages centrale regroupe quatre unités de ce montage (donc huit voies) qui est alors prévu pour un coffret DIPTAL P1363AN (114921). Même remarque aussi sur la disparition de 3 borniers X1.

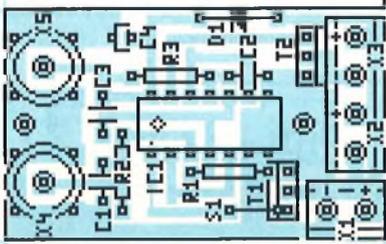




Liste des composants

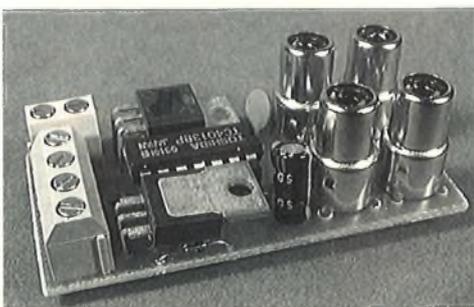
Liste pour un module deux voies isolé.

R1 à R3	1 MOhms	550105
C1 à C3	0,1 uF céramique	660104
C4	1 uF radial 63 V	625105
IC1	MOS 4013	MS4013
T1, T2	IRF 511	IRF511
D1	1 N 4148	DN4148
X1 à X3	borniers 2 plots	280032
X4, X5	RCA droites CI	172931
1 support CI 14 broches		161114



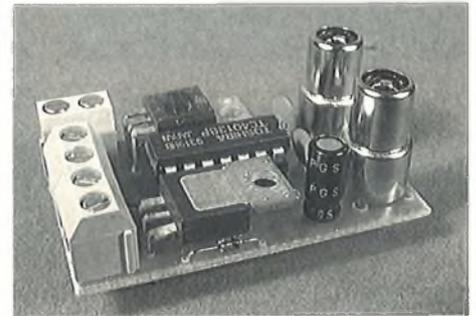
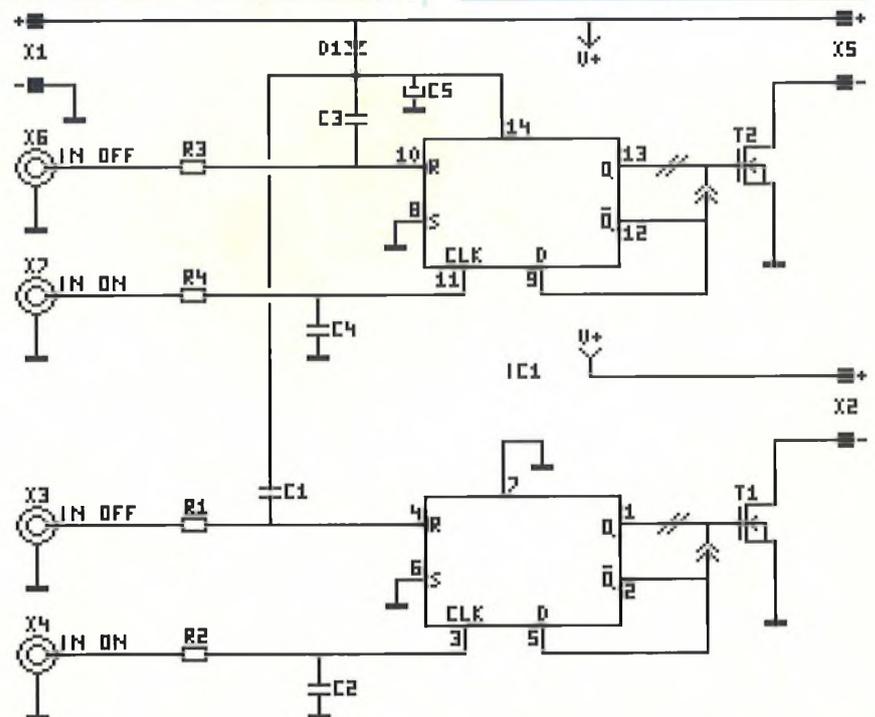
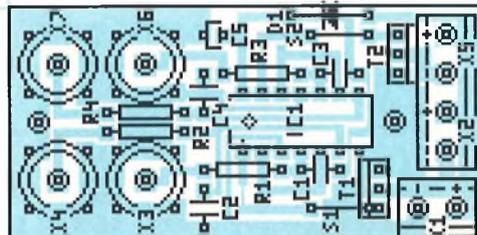
Puissance ON-OFF

Ce troisième circuit de puissance occupe deux touches de l'émetteur par voie utilisée. Le même circuit MOS double bascule crée deux voies distinctes ici aussi.



Le schéma de ce troisième module en bas de page, n'est guère différent du précédent. Seule la bascule est utilisée en mode SET-RESET. On retrouve le circuit d'initialisation à la mise sous tension et la possibilité de connecter les grilles des MOSFET aux deux sorties de chaque bascule.

Le cuivre des pages centrales regroupe trois modules (donc 6 voies) et est prévu



dans ce cas pour un coffret DIPTAL G1173 (114730). Pour ces deux derniers modules, ne pas oublier les straps S1 et S2. Les transistors pourront être couchés pour gagner de l'encombrement (voir photos). Terminons la description de ces étages de puissance en signalant que le transistor final des modules, IRF 511, peut être remplacé par l'IRF 530 (Rds 0,18 Ohms, Id max = 14 A à 25 °C) ou IRF 540 (Rds 0,085 Ohms (ef oui...) et Id max = 27 A à 25°C) pour les charges plus lourdes comme des moteurs par exemple. La résistance dynamique plus faible permettra de réduire une éventuelle dissipation excessive. Dans le cas de l'adjonction d'un relais ou moteur en sortie, il sera bon de prévoir une diode anti-surtension à ses bornes afin d'éviter de dépasser la tension Vds max du transistor.

Liste des composants

Liste pour un module deux voies isolé.

R1 à R4	1 MOhms	550105
C1 à C4	0,1 uF céramique	660104
C5	1 uF 63V radial	625105
IC1	MOS 4013	MS4013
T1, T2	IRF 511	IRF511
D1	1 N 4148	DN4148
3 borniers 2 plots		280032
4 RCA droites CI		172931
1 support CI 14 broches		161114

Alimentation 11 à 14 V

Comme promis, et pour faire suite à cet article sur le modélisme, voici un schéma d'alimentation ajustable de 11,5 à 14 volts environ sous 4 Ampères maximum.

Outre le modélisme, ce genre d'alimentation est très fréquemment utile pour tester des autoradios et divers montages automobiles, ainsi que pour utiliser des émetteurs / récepteurs CB.

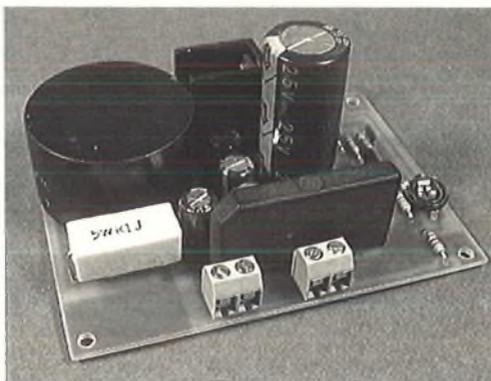
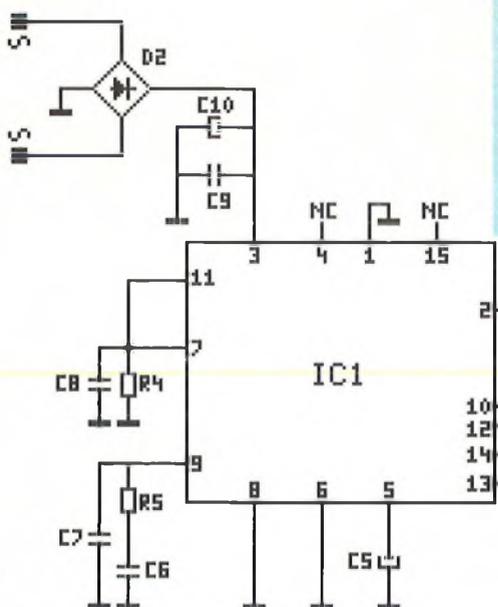
Si votre transformateur de modélisme fournit un 12 volts continu et un 14 volts alternatif pour les accessoires, cette seconde tension pourra être appliquée directement à cette alimentation pour obtenir un 12 volts continu distinct pour les montages qui viennent d'être décrits.

Le schéma

Il ne sera que très rapidement abordé car il est premièrement très simple et deuxièmement, il est proche des schémas que nous avons déjà décrits au sujet du L296 dans nos numéros 30, 31 et 33.

La tension alternative, après redressement et filtrage, est directement appliquée au circuit découpeur. Celui-ci possède son transistor hacheur, la gestion des sécurités, l'asservissement par réglage du rapport cyclique en interne, ce qui fait que très peu de composants externes sont nécessaires.

C'est la patte 10 qui reçoit le retour d'asservissement, avec un potentiel nominal de 5,1 volts. Le réglage de sortie de 11 à 14 volts environ est donc obtenu par le diviseur de sortie R3, AJ1 et R1.



A noter que AJ1 est placé dans la partie inférieure du diviseur résistif. C'est un point important à signaler pour tous ceux qui désirent réaliser des alimentations.

Les potentiomètres qui "crachent", tout le monde connaît cela, surtout pour les potentiomètres qui ne sont réglés que rarement. Cette façon de câbler permet, lors du crachement, de faire tomber la tension de sortie à la valeur d'asservissement (soit 5,1 Volts). Dans le cas d'un câblage inverse, pendant le crachement la boucle d'asservissement serait ouverte, laissant le circuit intégré fournir sa tension de sortie maximale. La charge connectée en sortie vous en rendra grâce...

Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 de Watt, 5 %, sauf indication contraire.

R1	12 kOhms	550123
R2	0,1 Ohm 4 Watts	561108
R3	22 kOhms	550223
R4	4,7 kOhms	550472
R5	15 kOhms	550153
AJ1	4,7 kOhms horiz.	519472

C1 à C4	220 uF 25V radial	622227
C5	47 uF 25V radial	622476
C6	33 nF céramique	660333
C7	390 pF céramique	660391
C8	2,2 nF céramique	660222
C9	0,1 uF céramique	660104
C10	4700 uF 25V radial	622478

D1	BYW 80-100	BYW801
D2	Pont B250C3300	P5A6

IC1	L 296	L296
L1	Self torique 300 uH	819465

1 refroidisseur ML 26	184250
2 borniers 2 plots	280032

Réalisation

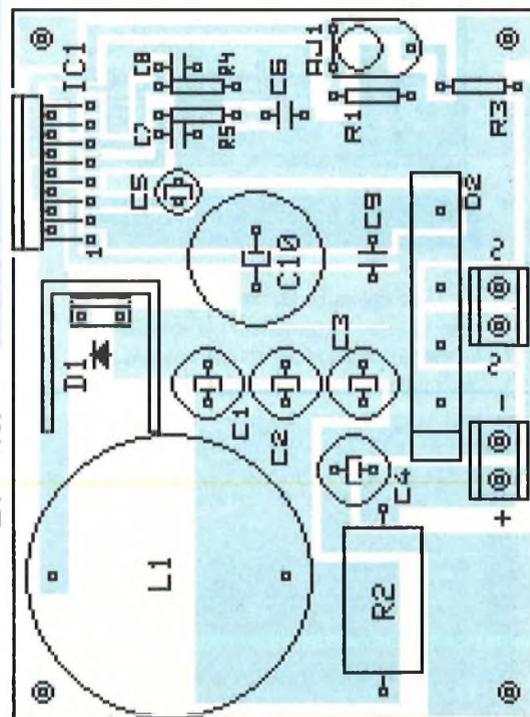
Le montage est prévu pour deux types de coffrets: ESM 11-08-FA (111520) si vous incluez un transformateur 65 VA (2x15V, secondaires en parallèle, code 858215) ou un coffret TEKO 3B (110283) si vous utilisez un transformateur externe. Ces indications sur les coffrets ne sont toutefois qu'indicatives.

Le point important réside surtout dans le refroidissement de IC1, qui est placé en bord de circuit à cet effet, pour être refroidi par ce coffret métallique. A défaut, un refroidisseur devra être ajouté sur ce circuit. Le refroidisseur de diode est, lui aussi, indispensable.

L'ajustable AJ1 peut être remplacé par un potentiomètre externe si le réglage de la tension de sortie doit être retouché fréquemment. A cette fin, la description de cette alimentation se terminera par le schéma d'un petit voltmètre à LEDs donnant une précision de 0,2 volts.

Au sujet du transformateur, reportez vous éventuellement aux NEW'S, où nous vous proposons l'opportunité d'un modèle tout à fait adapté à cette alimentation et au modélisme en général. Sa puissance permet d'attaquer trois à quatre alimentations de ce type sans surcharge.

Il est vrai que tous les avantages du découpage se retrouvent ici, notamment avec le rendement élevé (85 % en moyenne), ce qui permet d'utiliser un transformateur plus petit (65 VA pour une alimentation de ce type contre 85 VA minimum s'il s'agissait d'une alimentation linéaire...)



Voltmètre étalé

Nous terminerons cette série de montages avec un voltmètre étalé, permettant à l'aide de 10 LEDs de visualiser la tension de l'alimentation précédente avec une précision de 0,2 volts.

En fait, la valeur minimale, la maximale et donc la résolution par LED seront réglables, ce qui permet d'adapter le montage à diverses applications de contrôle d'une tension de 12 volts.

Le contrôle permanent de la tension de batterie voiture par exemple est directement exploitable.

Schéma de détail

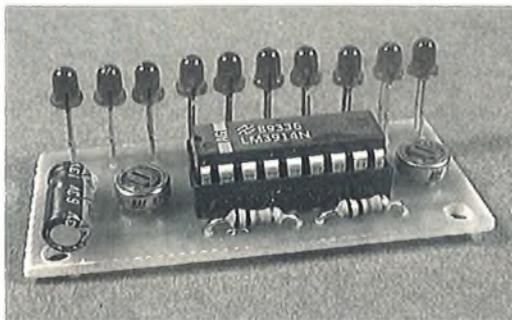
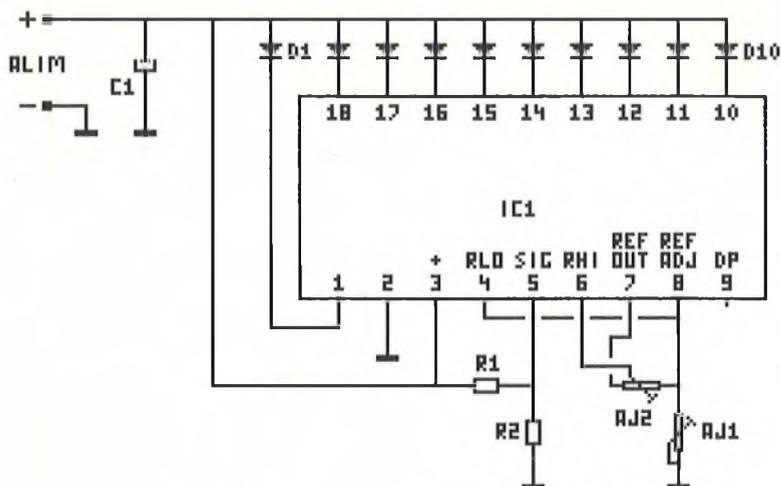
Ici encore, très peu de composants externes sont nécessaires, comme le montre le schéma ci-dessous, grâce à l'utilisation d'un circuit spécialisé, LM 3914.

Deux fils seulement arrivent au montage, car celui-ci procédera à la mesure sur sa propre tension d'alimentation.

Pour rendre cette mesure possible, la tension d'alimentation est d'abord divisée par deux grâce à R1 et R2, avant d'être appliquée à l'entrée de mesure.

Le réseau de résistances interne, destiné à allumer successivement les LEDs 1 à 10, est câblé entre la sortie référence (REF OUT) par le biais de AJ2 et l'ajustement de référence (REF ADJ). La tension maximale aux bornes est donc de 1,25 volts (V REF) ce qui permet une fourchette maximale sur la tension mesurée de 2,5 volts (grâce au diviseur R1, R2). AJ2, de 1 kOhms, fixe en même temps le courant de LED à 12,5 mA environ.

AJ1 détermine enfin le seuil bas de tension pour la première LED.



Liste des composants

R1, R2	10 kOhms 1%	554103
AJ1	5 kOhms 82PR	531502
AJ2	1 kOhms 82PR	531102
C1	2,2 uF 63V radial	625225
D1 à D10	LEDs 3 mm rouge	LED03R
IC1	LM 3914	LM3914
1 support CI	18 broches	161118

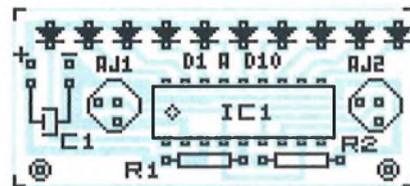
Réalisation

La réalisation ne demande que peu de commentaires. Les LEDs peuvent être montées côté cuivre ou composants, tout dépend de la présentation et l'accessibilité aux réglages que vous voulez obtenir. Deux perçages permettent la fixation du petit circuit sur une façade.

Réglage

Pour régler le montage, l'alimenter au départ sur une tension quelconque de 12 volts. Régler ensuite AJ2 pour obtenir 1 volt entre les pattes 6 et 8 du circuit, ce qui correspond à une gamme de contrôle de 2 volts de la tension d'entrée.

Régler ensuite votre alimentation à son minimum que vous désirez pour la première LED (par exemple 11,8 volts) et régler AJ1 pour obtenir juste la limite d'extinction de la première LED. Le voltmètre est alors réglé pour afficher de 11,8 à 13,8 en 10 pas de 0,2 volts.



La tension de plage réglable par AJ2 peut aller de 0 à 1,25 V, ce qui correspond à une plage de mesure à l'entrée de 0 à 2,5 volts.

Quant au montage par lui-même, il peut être alimenté de 3 à 24 volts, ce qui permet tout contrôle de tension par plages sur cette fourchette d'entrée.

Conclusions

Télécommandes

Le système de télécommande développé ici pour le modélisme peut trouver bien d'autres applications. En automobile par exemple, si vous en avez assez de passer des fils pour piloter de nouveaux accessoires, le passage d'un seul câble blindé permet de commander 16 accessoires indépendants.

On se demande d'ailleurs pourquoi ce principe de ligne unique de commande, ou encore d'un BUS I2C, n'est pas encore appliqué à l'automobile quand on connaît le coût et la complexité des faisceaux de câblage électrique. Ainsi, un seul récepteur à l'arrière permettrait de commander les stops, veilleuses, clignotants, etc..., simplement en ayant la masse (normal), des lignes 12 volts protégées et un fil de DATA. Enfin...

Côté modélisme, nous développerons éventuellement d'autres types d'étages de puissance si votre demande se fait sentir.

Vous aurez remarqué que l'accent a surtout été mis sur l'ergonomie de l'ensemble, le coût de revient modéré et une explication un peu plus poussée du fonctionnement, nos lecteurs modélistes n'étant pas forcément des manipulateurs expérimentés de l'électronique. Que les autres lecteurs veuillent bien accepter ce souci de clarté plus marqué.

Alimentation et voltmètre

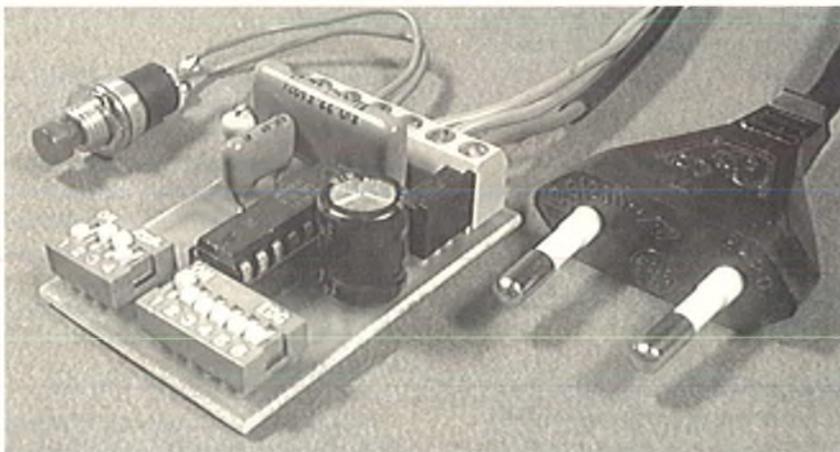
Ce sont deux réalisations qui permettent de solutionner efficacement les problèmes de "nourriture" des modélistes ferroviaires. Ce sont aussi les exemples types d'applications qui peuvent couvrir bien d'autres domaines d'activité.

J.TAILLIEZ



Une minuterie directe sur le secteur, précise et bon marché, programmable de 1" à 31h30

Un grand nombre d'applications, domestiques ou autres, font très souvent appel à une mise en route retardée, ou à une temporisation précise de fonctionnement : cuisson programmée, ventilations, éclairages de caves ou de garages, systèmes de développement photographique, et sans aller chercher bien loin, notre petite insoleuse en kit pour circuit imprimé. Les temps très courts réclament une précision que les montages à condensateur ne peuvent fournir. De plus, l'alimentation et la commande par relais font rapidement monter les prix d'un dispositif élaboré. L'utilisation d'un circuit intégré SAE 530 de chez SIEMENS, autorise cette réalisation simple, discrète, précise et peu coûteuse.



Le principe de fonctionnement

Il repose exclusivement sur l'utilisation rationnelle du circuit intégré SAE 530, dont la HOBBYTHEQUE figure en bonne place dans le présent numéro. Le mode de déclenchement du triac choisi est celui de la synchronisation en courant, ce qui permet l'emploi de charges inductives, capacitatives et résistives. L'emploi de ce temporisateur est donc universel quant à la charge.

La sélection des temporisations est confiée à deux séries de "dip switch" ou mini-interrupteurs pour circuit imprimé au format DIP. Cette méthode n'est pas la plus expressive pour l'utilisateur, mais c'est la plus économique.

Tel que nous avons réalisé le schéma, la temporisation démarre à la mise sous

secteur, ce qui est parfait pour notre insoleuse en kit. Un poussoir permet néanmoins de la relancer : à noter que le déclenchement de la période ne s'effectue qu'au relâchement du dit poussoir.

Le premier interrupteur du réseau de 4 permet de choisir le mode immédiat ou retardé du SAE 530. Les 3 autres sont dévolus à la sélection du timing de base. Le second réseau, de 6 celui-là, détermine le multiplicateur du temps de base.

Le triac utilisé déterminera la puissance maximum admissible : un 10 ampères nous amènerait jusqu'à 2000 watts, ce qui n'est pas si mal ! Nous avons opté pour 3 A.

Voyons à présent le schéma préconisé en détail, mais sans entrer dans les profondeurs du circuit SAE 530, pour lequel nous vous renvoyons à l'article spécialisé qui lui est consacré.

Le schéma en détail

La figure 1, page suivante, vous en livre tous les secrets.

Les entrées A, B, C, FC et S (broches 5,6,7,3 et 4) sont à l'état haut si elles sont en l'air (résistances internes au circuit). La première série de mini-interrupteurs (SW1) et le poussoir BP, permettent de les relier à GND (broche 1) en position "ON". Elles sont donc à 1 si le switch correspondant est sur OFF et à zéro s'il est sur ON. Nous nous permettrons de rappeler qu'il s'agit là d'une caractéristique nouvelle du SAE 530, qui le distingue, entre autres choses, de son prédécesseur le SAB 529, qui ne possédait pas ces pull-up internes.

Sur l'entrée N (horloge + alimentation), nous avons opté pour le réseau RC, au lieu de la solution résistance et diode. Les calculs nous donnent pour R1 : 4400 ohms,



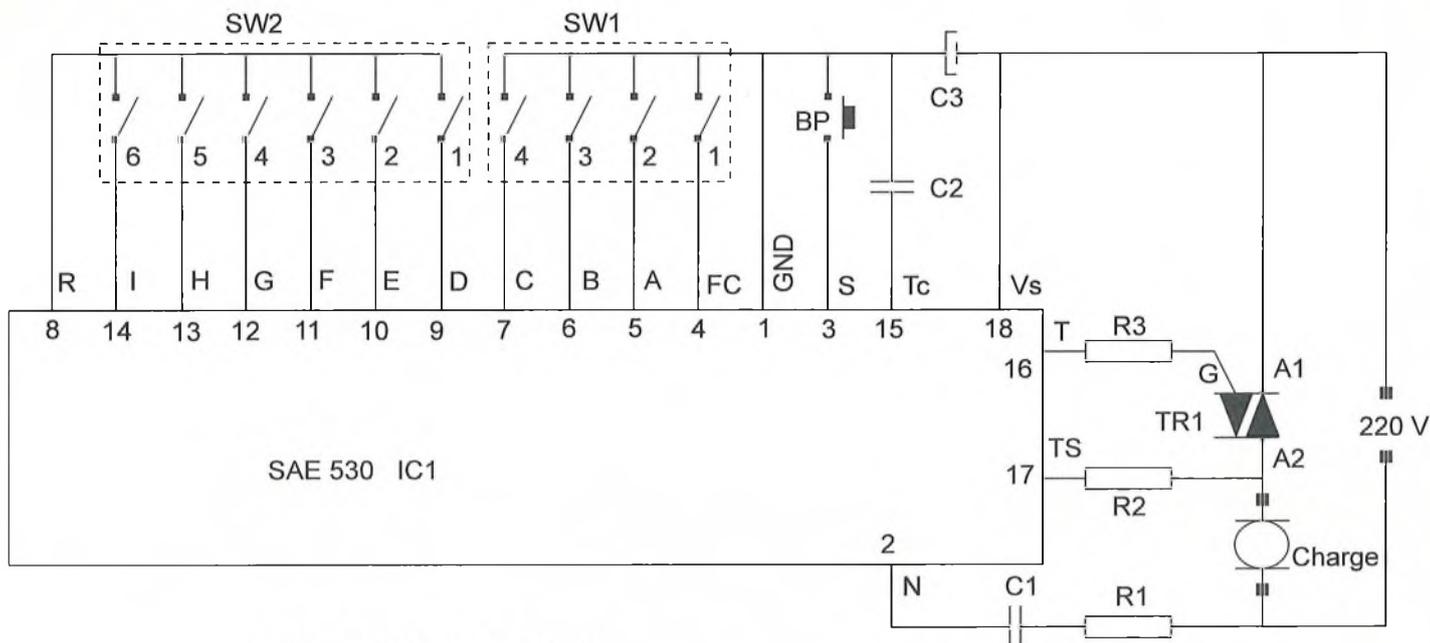


Figure 1 Schéma en détails

soit 4,7 K en valeur normalisée. C1 quant à lui devrait être de l'ordre de 0,185 uF, soit 220 nF/ 400V, valeur la plus proche. L'impédance de C1, pour 50 Hz, est de l'ordre de 15 K. Le courant dans le réseau R1C1 sera donc de l'ordre de 11 mA à vide, et la dissipation dans R1 de l'ordre de 0,6 watts. Une résistance de 1W minimum s'impose donc.

La présence de C2 entre Tc (broche 15) et GND (broche 1), ainsi que la position de R2 (ou R synchro) entre A2 et TS (broche 17), assure le fonctionnement du circuit en synchronisation en courant, autorisant ainsi le fonctionnement sur charges de tous types (inductives...). Les valeurs sont calculées selon les directives SIEMENS (voir HOBBYTHEQUE).

La résistance R3 régule le courant de gâchette. Sa valeur (220 ohms) assure un courant minimum de 22 mA et maximum de 35 mA. Un triac sensible s'impose ! Il faut en effet s'assurer d'un déclenchement franc dans tous les quadrants, et aujourd'hui, on en trouve relativement partout. Si vous ne disposiez pas d'un tel produit, notez que la limite en RMS sur l'entrée T (broche 16) est de 150 mA, ce qui impose une valeur minimum de 50 ohms pour R3.

La tension secteur est présente sur Vs (broche 18), et le circuit génère une masse fictive en broche 1 (GND), laquelle sert de référence à la structure logique de comptage. Cette masse fictive permet d'appliquer un état 0 sur les entrées A,B,C pour définir le temps de base (respectivement sur SW1-2, 3 et 4) : le tableau ci-contre vous en résume la règle de calcul.

Elle autorise également, au travers du poussoir BP, le déclenchement de chaque séquence de comptage. En mode immédiat, c'est le front montant, et donc le relâchement de BP qui lancera la séquence. En mode retardé, c'est le front descendant et le maintien à l'état bas qui autorise la séquence et son déroulement complet. Le fonctionnement complet de ces 2 modes est très largement commenté dans notre HOBBYTHEQUE.

Elle sert enfin à définir ce mode de fonctionnement du SAE 530 (immédiat ou retardé) en définissant l'état sur FC (broche 4). Un état 0 (SW1-1 sur ON) nous place en mode immédiat, un état 1 (SW1-1 sur OFF) en mode retardé.

La broche 8, ligne R, lorsqu'elle est à l'état bas, autorise le comptage au travers des interrupteurs SW2-1 à 6, vers les lignes logiques D à I (broches 9 à 14), lesquelles définissent le coefficient multiplicateur du temps de base, pour obtenir ainsi le temps total de la séquence.

SW1-	2	3	4
Durée	A	B	C
1 sec	on	on	on
3 sec	on	on	off
10 sec	on	off	on
30 sec	on	off	off
1 min	off	on	on
3 min	off	on	off
10 min	off	off	on
30 min	off	off	off

C3 assure le filtrage suffisant, entre GND et Vs, pour assurer les appels de courant de déclenchement du triac.

La réalisation

Le circuit imprimé

Les micro-switches d'un côté, les borniers d'entrées-sorties de l'autre, il est taillé pour prendre place éventuellement dans un petit coffret DIPTAL du type P643. Il est relativement simple, vu le peu de composants qui l'équipent. Les pistes qui véhiculent le secteur vers le triac et la charge sont plus largement dimensionnées. Sous la position des Dip-switches, des pastilles du type "Citroën" permettent de se passer des interrupteurs, en figeant les sélections, sur un montage dont la vocation est bien définie, bien qu'on puisse toujours ôter la soudure si besoin était.

La liste des composants

R1	4,7 K ohms 1 W	552472
R2	150 Kohms 1/4 W	550154
R3	220 ohms 1/4 W	550221
C1	220 nF 400 V plast	605224
C2	10 nF 400 V plast	604103
C3	220 uF 25V radial	622227
TR1	Triac sensible 3A	TSI3A4
IC1	SAE 0530	SAE530
SW1	Dip-switch 4	203104
SW2	Dip-switch 6	203106
1 support 18 broches		161118
2 borniers 3 plots		280033
1 bouton poussoir		205111

Optionnel :

1 boîtier DIPTAL P643AN	114821
1 cordon secteur	808420

Le montage

Il ne doit pas poser de problèmes particuliers. Attention au sens de mise en place de C3 (chimique polarisé), de IC1, du triac, et des Dip-switchs (pour une bonne lecture et la clarté d'utilisation). Il faudra redresser les pattes de C1 pour le positionner, et les résistances R1 et R2 sont à placer en vertical.

Attention s'il vous plaît, avant le premier branchement, le secteur est présent sur le circuit imprimé !

La charge sera connectée au centre du bornier (AMPOULE). Le secteur, bien évidemment sur 220 V et le bouton poussoir sur BP.

L'utilisation

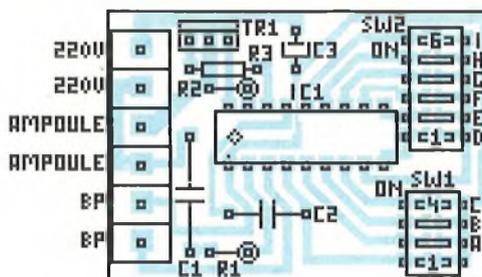
1 - choisir le mode : SW1-1 sur ON donne le mode immédiat, dans lequel la charge est activée sur relâchement de BP durant la durée déterminée par SW1- 2 à 4 et SW2- 1 à 6. SW1-1 sur OFF vous place en mode retardé ou retard à la coupure, dans lequel la charge est toujours activée, et où l'appui maintenu sur BP débute la séquence temporisée de coupure.

2 - choisir le temps de base : pour les premiers essais, tous les switches sur ON donneront 1 seconde. Voir le tableau en page précédente !

3 - choisir le coefficient multiplicateur à l'aide des switches SW2 : il faut choisir obligatoirement une position sur ON, car à défaut la temporisation serait nulle. Par exemple SW2-1 et 3 nous donne 1+4, soit 5 secondes avec le temps de base que nous avons choisi.

A la mise sous tension, la séquence démarre de suite : c'est le fruit de la charge de C3, plus lente que la mise sous tension de IC1, qui provoque un front montant sur S. Ce phénomène, bien pratique, sera bien utile pour se passer, éventuellement du poussoir BP. Attention néanmoins, pour être répétitif à chaque coupure secteur, il faut laisser à C3, et surtout à C1, le temps de se décharger (environ 10 secondes). De plus, la séquence se répète à chaque appui et relâchement de BP : si cela se passe ainsi, votre montage est prêt à l'emploi. A vous d'en faire le meilleur usage.

Comment obtenir une temporisation de 3 minutes pour insolation, par exemple ? Il y a plusieurs solutions : soit un multiplicateur de 1 (SW2-1 sur ON) et un temps de base de 3 mn (SW1-2 et 4 sur ON), ou un multiplicateur de 6 (SW2-2 et 3 sur ON) et un temps de base de 30 sec (SW1-2 et 3



sur ON), ou tout autre combinaison. Vous avez sûrement tout compris !

Il est évident que plusieurs boutons poussoirs peuvent être câblés sur l'entrée BP, en parallèle bien sûr, pour constituer autant de commandes que nécessaire, en commande de lumière pour cage d'escalier, par exemple. N'importe lequel pourra alors déclencher la séquence.

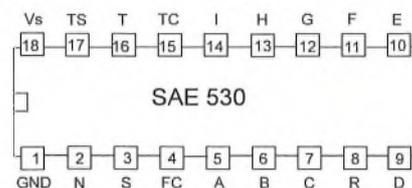
Le triac choisi nous limite à 3 A, soit 660 watts. Vous pouvez, sans apporter d'autre modification, opter pour un modèle supérieur, de 8 ou 10 A, si besoin est, à condition que cela reste un triac sensible.

En mode retardé, la charge est active dès la mise sous tension, et le restera tant que nous n'exercerez pas d'appui sur BP. Un appui maintenu (un interrupteur est donc souhaitable) démarre la séquence temporisée et la coupure se produira à la fin du temps sélectionné : bien pratique pour quitter votre garage en pleine lumière, et savoir qu'elle se coupera toute seule au bout de 3 mn, par exemple.

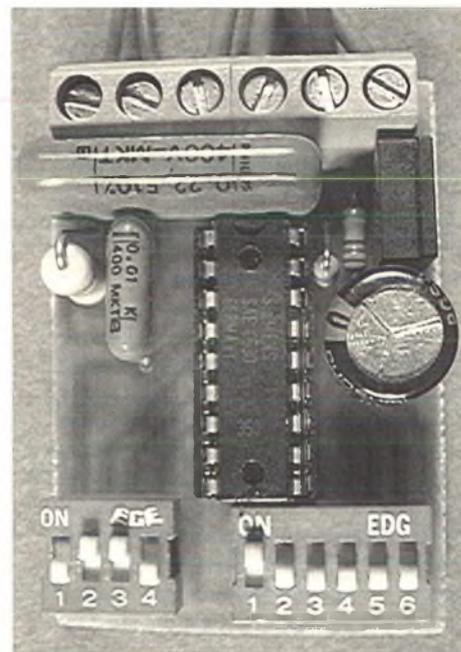
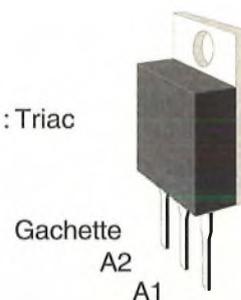
Conclusions

Voici une réalisation parmi les plus simples pour la mise en oeuvre d'une minuterie de plus (temporisation de fonctionnement ou à la coupure), mais aussi précise que peut l'être le 50 Hz du secteur, de format réduit et d'un prix abordable. Elle peut figurer en bonne place dans votre laboratoire photographique, en utilisation domestique (pour éviter les oublis dans la cave ou les dépendances), ou tout simplement pour commander notre petite valise d'insolation en kit.

LEFUTE



TR1 : Triac



Lignes de sélection	D	E	F	G	H	I
SW2 - (sur ON)	1	2	3	4	5	6
Coefficient multiplicateur	1	2	4	8	16	32

Exemple : si SW2-2, SW2-4 et SW2-6 sont sur ON, le coefficient devient $2+8+32 = 42$ fois le temps de base.

Le maximum est de $1+2+4+8+16+32$, soit 63 fois le temps de base, qui lui-même est au maximum de 30 mn, soit 31,5 heures, soit 31h 30mn.



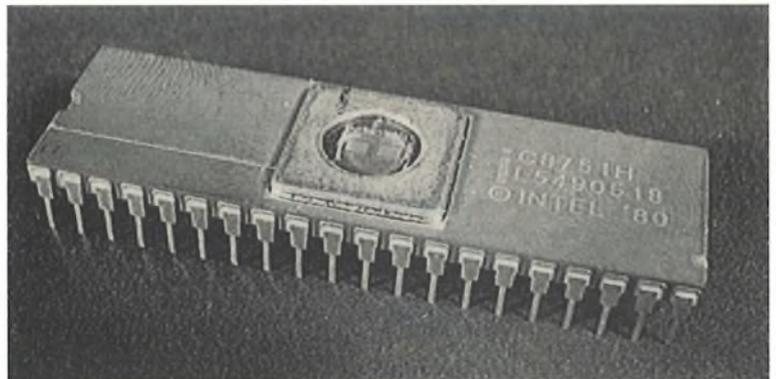
Extensions pour le programmeur d'EPROMs universel: le module pour 8751

Suite logique dans le développement des extensions, après le 68705 vient le 8751.

Ces deux familles de micro-contrôleurs représentent les deux grandes classes de circuits programmables qui sont parvenus jusqu'au niveau de l'amateur et qui soient facilement trouvables.

Il fallait donc que le programmeur soit lui aussi capable de les programmer.

Fabriqué en première source par INTEL, ce micro-contrôleur a donné naissance à beaucoup de petits frères dont certains sont de vraies petites merveilles. Dommage que leur structure de type CMS complique leur utilisation au niveau de l'amateur.



En attendant de trouver une solution pour pouvoir les employer facilement, commençons déjà par se pencher sur le circuit d'origine de cette lignée qui n'est déjà pas dépourvu d'intérêt.

La famille 8051 de chez INTEL

La famille 8051 de chez INTEL est une famille de micro-contrôleurs intéressante à plus d'un point. Elle est couramment dénommée MCS[®]-51

Elle se présente sous la forme d'un boîtier de 40 broches. En cela rien d'extraordinaire. Mais où les choses deviennent plus intéressantes c'est que 32 de ces pattes sont des lignes d'entrées sorties bidirectionnelles (quatre ports de huit bits).

Il comporte 4K de ROM interne pour recevoir le programme et 128 octets de mémoire RAM pour travailler. Une partie de cette mémoire RAM peut être adressée bit à bit ce qui est des plus intéressant pour les

fonctions binaires. Il dispose de 111 instructions dont 64 s'exécutent en un seul cycle. Dans sa catégorie c'est un microprocesseur rapide. Il dispose en plus de cinq sources d'interruption.

Au prix d'un port bidirectionnel, il dispose à la place d'un port série full duplex, de deux sources d'interruption externes et de deux sources de timer externe.

D'autre part, il est capable d'adresser un champ de 64K octets de mémoire RAM externe et d'autant de mémoire de programme. Cette caractéristique outrepassé de loin les possibilités de bon nombre de microprocesseurs 8 bits.

Voici en résumé quelques unes des caractéristiques de ce circuit. Son principal défaut pour ceux qui n'utilisent pas ce circuit en grande série est d'être du type masqué puisque le programme est injecté dans une ROM qui est construite au moment de la création de la puce.

Pour échapper à ce problème, il existe une version qui ne comporte pas de ROM en interne (ROMLESS dans le jargon des professionnels). Ce circuit vous le connaissez tous puisqu'il s'agit du 8031 qui équipe votre programmeur. Si cette solution est intéressante sur les programmes d'envergure, elle est pénalisante pour les petites applications puisque deux des ports se trouvent occupés à la génération du bus d'adresse et du bus de donnée pour accéder sur l'EPROM externe. Cependant grâce à quelques petites astuces, il y a moyen de limiter la casse. Une utilisation typique de ce micro-contrôleur est l'interface minitel imprimante qui a été décrite voici plusieurs numéros.

Pour revenir au point de départ qu'est le 8051, l'idéal est de pouvoir disposer d'une EPROM interne à la place de la ROM. Qu'à cela ne tienne, il s'agit du 8751 dont cet article va s'intéresser essentiellement à sa programmation.



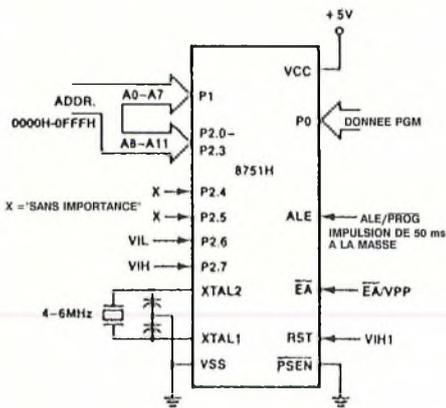
Parmi les évolutions de cette famille, signalons le 8052 qui comporte 8k octets de ROM, 256 octets de RAM, 6 sources d'interruption et trois timers. La version 8032 est similaire au 8052 dans une configuration ROMLESS.

Une application célèbre du 8052 est le MCS[®] Basic-52 qui est un interpréteur basic intégré dans la ROM du micro-contrôleur.

Programmation du 8751

La programmation du 8751 diffère peu de celle d'une EPROM. Cependant quelques points particuliers distinguent cette étape de ce qui a déjà été vu dans les articles précédents.

Programmation de l'EPROM



Pour pouvoir être programmé, le circuit doit fonctionner avec un oscillateur de 4 à 6 MHz. La raison pour laquelle l'oscillateur doit fonctionner est que le bus interne est utilisé pour transférer l'adresse et la donnée à programmer jusqu'aux registres internes appropriés. L'adresse de la case mémoire à programmer est appliquée sur le port 1 et sur les broches P2.0 à P2.3 du port 2 pendant que la donnée à programmer à cette adresse est appliquée sur le port 0. Les autres pattes du port 2 ainsi que les broches RST, PSEN, et EA doivent être placées dans l'état donné par le tableau de bas de page. ALE passe à

l'état bas pour générer une impulsion de 50 mS pour programmer l'octet dans la case mémoire désirée.

Normalement EA est maintenant à l'état haut jusqu'à l'instant où ALE doit être activé.

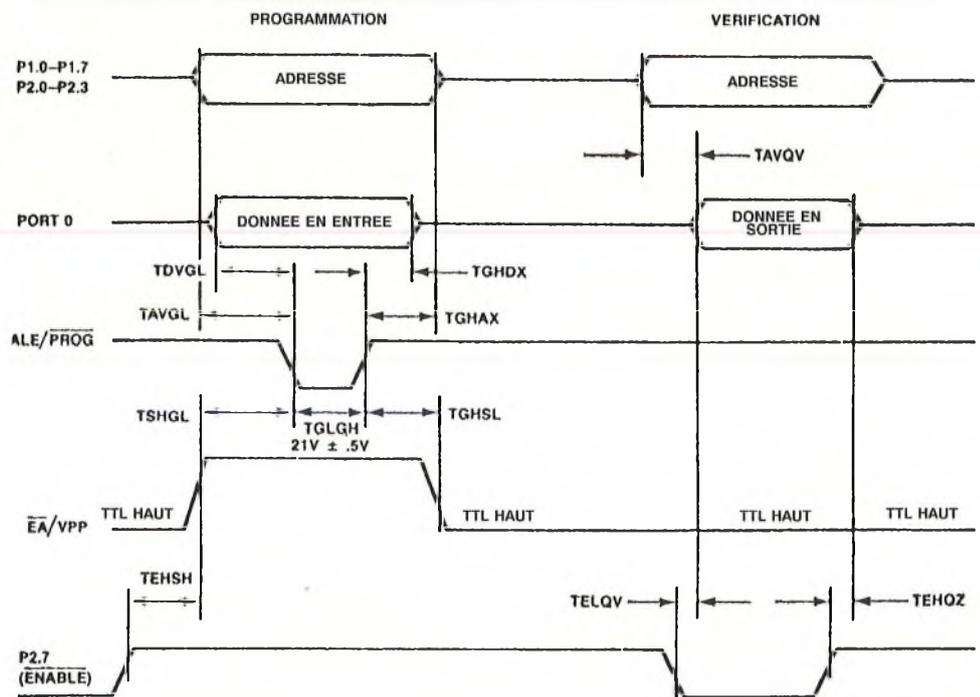
Alors EA est porté à 21V, ALE génère l'impulsion de programmation puis EA revient à l'état haut.

La forme des signaux et les timings sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques de programmation et de vérification de l'EPROM

(Ta = 21°C à 27°C, Vcc = 5V ± 10%, Vss = 0V)

Symbole	Paramètre	Min	Max	Unité
Vpp	Tension de programmation	20,5	21,5	V
Ipp	Courant de programmation	-	30	mA
1/TCLCL	Fréquence de l'oscillateur	4	6	MHz
TAVGL	Adresse stable à PROG bas	48TCLCL	-	
TGHAX	Adresse stable après PROG	48TCLCL	-	
TDVGL	Donnée stable à PROG bas	48TCLCL	-	
TGHDX	Donnée stable après PROG	48TCLCL	-	
TEHSH	P2.7 (ENABLE) haut à Vpp	48TCLCL	-	
TSHGL	Vpp stable à Prog bas	10	-	uS
TGHSL	Vpp stable après PROG	10	-	uS
TGLGH	Largeur impulsion PROG	45	55	mS
TAVQV	Adresse à donnée valide	-	48TCLCL	
TELQV	ENABLE bas à donnée valide	-	48TCLCL	
TEHQZ	Donnée flottante après ENABLE	0	48TCLCL	



Mode de programmation de l'EPROM

Mode	RST	PSEN	ALE	EA	P2.7	P2.6	P2.5	P2.4
Programmation	1	0	0*	Vpp	1	0	X	X
Inhibition	1	0	1	X	1	0	X	X
Vérification	1	0	1	1	0	0	X	X
Protection	1	0	0*	Vpp	1	1	X	X

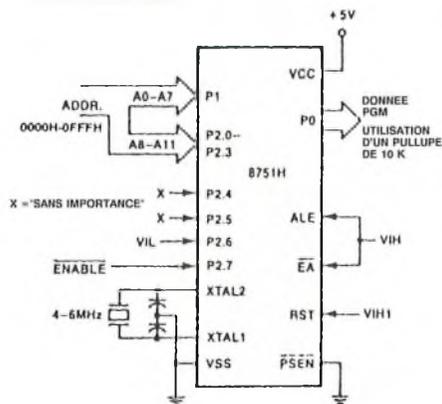
Note: "1" = Etat logique 1 pour cette patte
 "X" = Sans importance
 * = Impulsion à l'état bas pendant 50 ms

"0" = Etat logique 0 pour cette patte
 "Vpp" = +21V ± 0,5V



A noter que la patte EA/Vpp ne doit pas être autorisée à aller au dessus du maximum du niveau spécifié de 21,5V pour la tension Vpp pour n'importe quelle durée. Même un pic étroit au delà de cette tension peut provoquer des dommages irréremédiables au circuit. La source d'alimentation Vpp doit parfaitement être réglée et vierge de tout parasite.

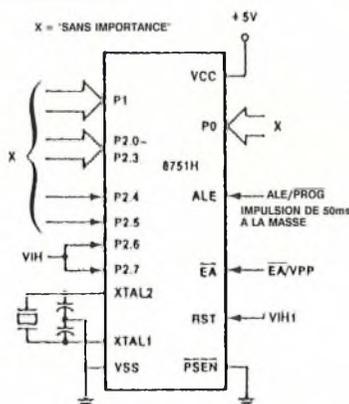
Vérification



Si le bit de protection n'est pas activé, le programme placé en mémoire peut être relu pour effectuer une vérification, si désirée, et cela aussi bien pendant la phase de programmation qu'après. L'adresse de la case mémoire à lire est appliquée sur le port 1 et sur les pattes P2.0 à P2.3. Les autres pattes doivent être placées dans l'état indiqué par le tableau de bas de la page précédente. Le contenu de la case adressée est alors disponible sur le port P0. Un PullUp externe est nécessaire sur ce port pour cette opération.

La configuration est la même que pour la programmation à l'exception de la patte P2.7 qui est placée à l'état bas ou utilisée comme une patte de validation de lecture.

Protection



Le principe de la protection consiste en un bit de verrouillage qui, lorsqu'il est programmé interdit tous les accès électriques par n'importe quel moyen externe sur la mémoire de programme.

La configuration est la même que pour la programmation à l'exception de P2.6 qui est placée à l'état logique haut. Les ports d'adresse et de donnée peuvent être dans n'importe quel état. Les autres pattes doivent être dans l'état donné par le tableau de la page précédente.

Une fois que le bit de sécurité a été programmé, il ne peut seulement être effacé que par un effacement complet de la mémoire de programme. Tant qu'il est programmé, le programme interne ne peut pas être lu de l'extérieur, le circuit ne peut pas non plus être de nouveau programmé, sans effacement et il ne peut pas exécuter de programme externe. L'effacement de l'EPROM effaçant le bit de protection redonne au circuit une fonctionnalité complète. Il peut alors être reprogrammé.

Caractéristiques d'effacement

L'effacement de l'EPROM commence quand la puce est exposée à une lumière dont la longueur d'onde est inférieure à 4000 Angstroms. Comme la lumière solaire et les tubes fluorescents ont des rayons lumineux dans cette plage, une exposition à de telles sources lumineuses pendant une durée prolongée (une semaine à la lumière solaire et trois ans sous les tubes fluo) peut provoquer un effacement accidentel. Si une application est sujette à de telles expositions, il est conseillé de placer une étiquette opaque sur la fenêtre.

La procédure d'effacement recommandée est l'exposition sous une lampe à ultraviolets (de 2537 Angstroms) avec une dose d'au moins 15 W sec/cm². L'exposition à une lampe UV de 12000 uW/cm² pendant une durée de 20 à 30 minutes à une distance de 1 pouce doit être suffisante.

L'effacement replace tous les bits à l'état 1 (mémoire remplie de FF).

Le connecteur d'extension

Bien que celui-ci ait déjà été donné dans l'article traitant de l'extension 68705, il est pratique de disposer à nouveau de la nature des signaux présents pour pouvoir se repérer facilement. Cela évite d'avoir à utiliser deux revues différentes pour suivre les explications.

Sur ce connecteur, nous retrouvons tout naturellement les lignes d'adresses (A0 à

+5V•	•Gnd
Vcc•	•A15/Vpp
A14/Pgm•	•A 12
Vcc/A13•	•A 7
A8•	•A 6
A9•	•A 5
Vpp/A11•	•A 4
Vpp/OE•	•A 3
A10•	•A 2
CS/Pgm•	•A 1
D7•	•A 0
D6•	•D 0
D5•	•D 1
D4•	•D 2
D3•	•GND
PC7 (ext7)•	•PA 0
PC5 (ext5)•	•PC6 (ext6)
PC0 (ext0)•	•PC4 (ext4)
PC2 (ext2)•	•PC1 (ext1)
PB0 (sel0)•	•PC3(ext3)
PB2 (sel2)•	•PB1 (sel1)
PB4 (sel4)•	•PB3(sel3)
PB6 (sel6)•	•PB5 (sel5)
NC•	•PB7 (sel7)
Vpp•	•+ 12V

A15) ainsi que les lignes de données (D0 à D7). Les lignes A12 à A15 ne seront pas utilisées car elles sont en dehors du champ d'application de la capacité mémoire de l'EPROM du 8751.

Nous y trouvons également les signaux CS et OE qui sont les signaux de sélection de l'EPROM classique. Dans le cas du 8751, ces signaux n'ont pas d'existence physique.

Pour les alimentations, nous y retrouvons les tensions Vcc et Vpp qui sont les deux tensions programmables en fonction du composant utilisé. Rappelons au passage que Vcc peut varier entre 0 et 12,5V (limité à 0 et 5V dans le cas du 8751) et Vpp entre 0 et 25V (0V, 5V et 21V pour le 8751). Nous trouvons également le +5V, le +12V et la masse (GND) qui sont des tensions fixes et permanentes.

Les lignes PC0 à PC7 sont des lignes supplémentaires de commandes qui permettent d'effectuer de nouvelles fonctions quand le besoin s'en fait sentir. Dans notre cas, elles serviront à définir la fonction en cours lors des différents traitements sur le 8751 (Programmation, vérification et verrouillage).

Les lignes PB0 à PB7 jouent le même rôle que les précédentes mais en plus, elles sont utilisées comme lignes de sélection afin de pouvoir identifier la nature de la carte d'extension connectée. Cette précaution est utilisée pour éviter d'appliquer des tensions incorrectes sur les composants.



Le schéma de la carte extension

Le schéma de la carte extension est donné ci-contre.

Comme vous pouvez le constater, le schéma se résume à sa plus simple expression et il ne fera appel qu'à très peu de commentaires.

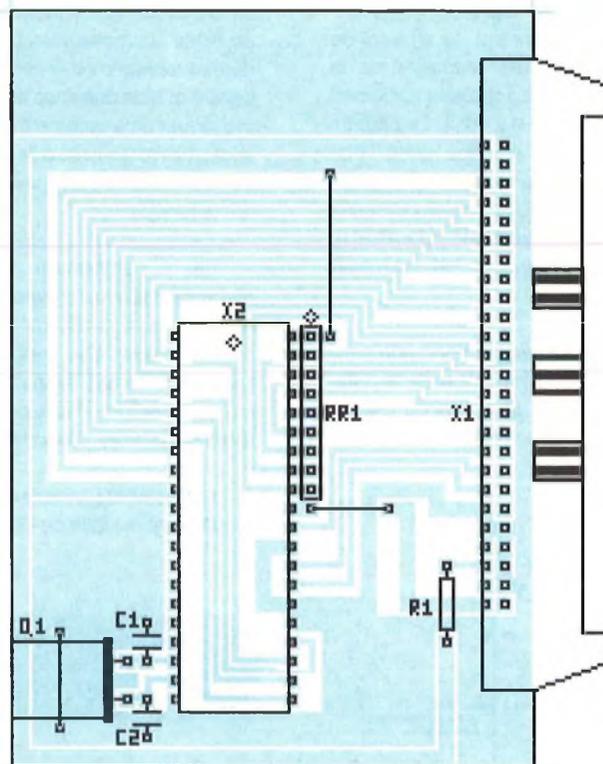
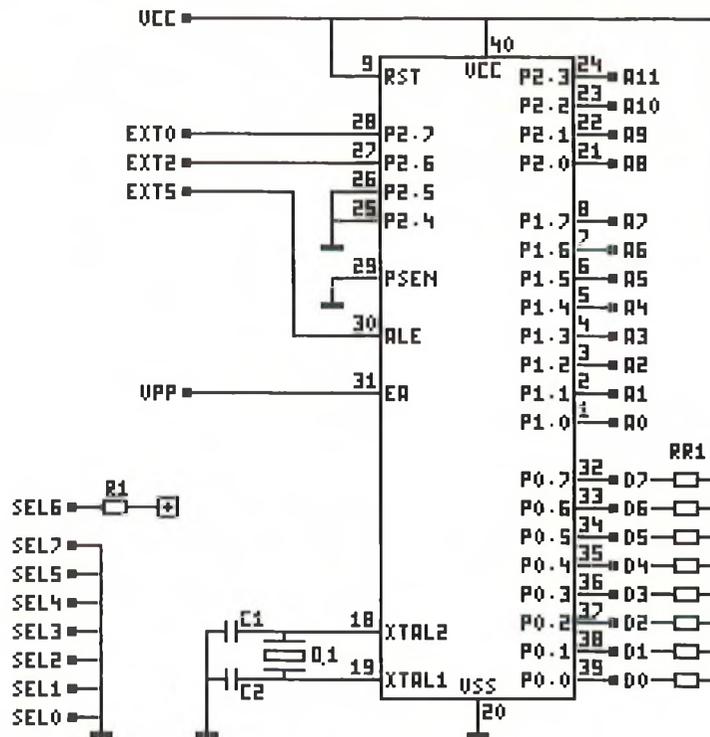
Le gros pavé qui occupe la quasi totalité du schéma représente le support 40 broches dans lequel viendra s'insérer le 8751 à programmer.

L'ensemble Q1, C1 et C2 constitue l'oscillateur qui est nécessaire pour que la donnée et l'adresse puisse circuler à l'intérieur du circuit lors des différentes phases d'utilisation.

Nous trouvons le réseau de Pull Up RR1 qui permet de pouvoir lire sans erreur le contenu de l'EPROM.

Pour finir, il y a la résistance R1 qui sert au décodage pour la reconnaissance de la carte d'extension.

Tout le reste du fonctionnement repose sur la gestion des différentes lignes par le programme.



Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4W 5% couche carbone

R1	10 kΩ	550103
RR1	Réseau 10x8	565103
C1	27 pF céramique	660270
C2	27 pF céramique	660270
Q1	Quartz 4MHz	Q4M
X1	HE10 50C M CI	906550
1 support tulipe 40 broches		161440
40 picots tulipe large optionnel		161450
(1 support 40 broches à force d'insertion nulle		161540)
1 coffret DIPTAL G1173		114730

Réalisation

Du fait du nombre réduit de composants qui viennent s'installer sur cette carte, la réalisation ne pose vraiment aucun problème.

La densité des pistes est cependant importante. Attention donc à ne pas faire de court-circuit entre pistes surtout au niveau du connecteur HE10 et du support 40 broches.

Coté composants, rien de particulier à signaler. Attention cependant de bien respecter le sens d'insertion du réseau de résistances. Le point commun est repéré

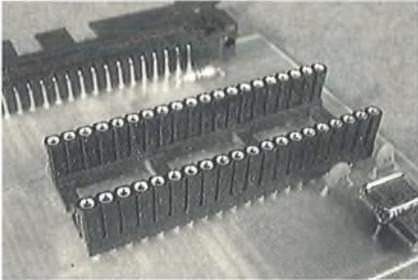
par un petit rond sur la sérigraphie. Il ne faudra pas oublier de monter également les deux straps.

Le quartz recevra également un strap qui sera soudé sur le boîtier afin de le blinder.

Le montage du support à force d'insertion nulle reposera sur le même principe que celui qui a été utilisé sur le

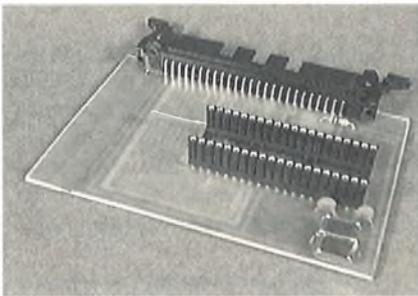
programmeur et les cartes d'extension pour 68705.

Un support à contact tulipe sera soudé sur le circuit imprimé. Une rangée de picots tulipe large sera insérée dans celui-ci pour réaliser la rehausse du support externe, cela afin d'arriver au ras du couvercle du boîtier (voir la rubrique mise en coffret qui vient juste après).



Il ne reste rien à ajouter pour ce qui touche la partie électronique par elle-même. C'est au tour de la mécanique d'entrer en jeu.

L'ensemble terminé doit avoir l'allure suivante.



La mise en coffret

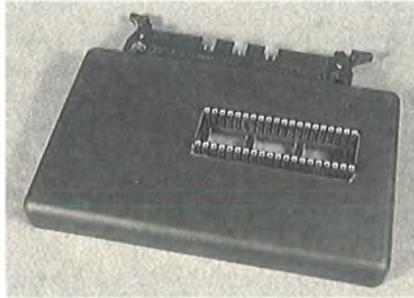
La mise en coffret s'inspirera directement de celle qui a déjà été employée pour les cartes d'extension 68705.

C'est un coffret de type G1173 de chez Diptal (114730) qui est utilisé. L'avantage de ce coffret est de ne pas être très épais et surtout de pouvoir s'usiner très facilement avec un "cutter" (attention aux mains quand même).

La première étape va consister à mettre en forme le couvercle pour recevoir le montage.

La rehausse qui se trouve placée dans le support tulipe donne une hauteur à l'ensemble qui est exactement égale à la profondeur du couvercle.

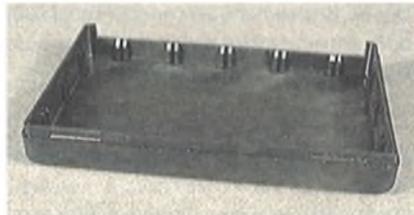
Une entaille rectangulaire sera donc effectuée dans le couvercle afin de permettre le passage de la rehausse. La précision de la découpe n'est pas importante puisque les défauts seront cachés par le support à force d'insertion nulle.



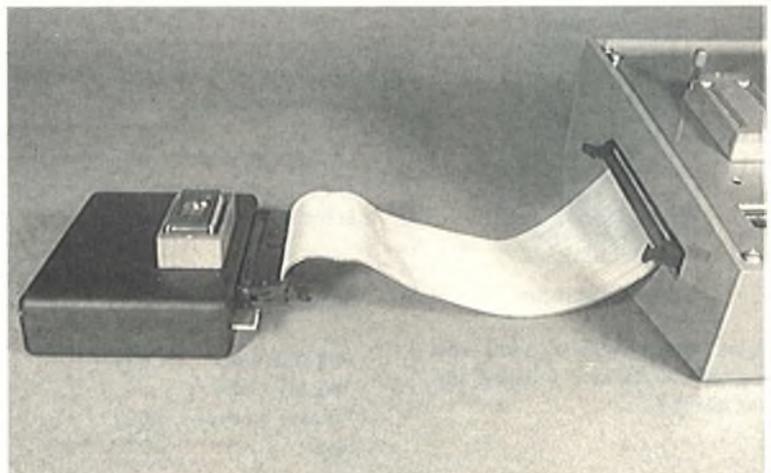
Quand le support à force d'insertion nulle est mis en place, le circuit est automatiquement immobilisé dans le couvercle. Il ne reste plus qu'à venir mettre en place le fond du boîtier pour que celui-ci se retrouve fermé.



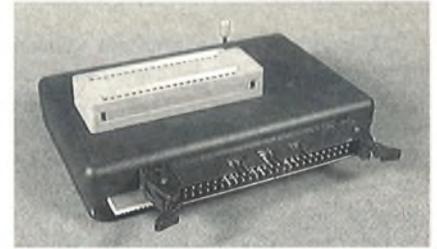
Une entaille de la largeur du circuit imprimé sera faite dans la partie inférieure du coffret pour pouvoir laisser passer intégralement l'ensemble du connecteur d'extension.



Une fois l'ensemble terminé, cela donne un ensemble facilement utilisable, d'aspect agréable et relativement compact.



L'ensemble des photos qui accompagnent ce chapitre illustre toutes les étapes de cette mise en coffret.



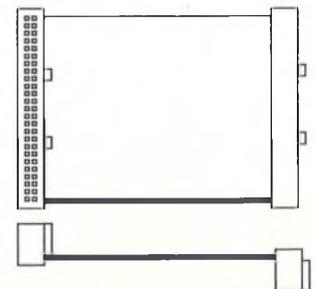
La liaison programmeur extension

Tout comme pour les modules d'extension pour 68705, ce montage va venir se connecter sur la prise d'extension du programmeur.

Cette liaison s'effectuera au moyen d'un câble en nappe de 50 conducteurs d'une vingtaine de centimètres et de deux connecteurs HE10 50 contacts femelles à sertir.

La photo ci-dessous illustre de quelle manière est monté ce câble de liaison entre le programmeur et le module d'extension.

Le petit schéma ci-dessous illustre de quelle manière doivent être montés les deux connecteurs pour pouvoir être compatibles avec le montage. Attention au sens des détrompeurs. Le trait fort représente le liseré du câble en nappe.



Le programme

L'apparition d'une nouvelle version semble chagriner certains d'entre vous.

Par principe, l'apparition d'une nouvelle version reprend toutes les fonctionnalités de l'ancienne version. Mais elle dispose en plus de nouvelles fonctions qui n'avaient pas été envisagées lors de l'élaboration de la version précédente.

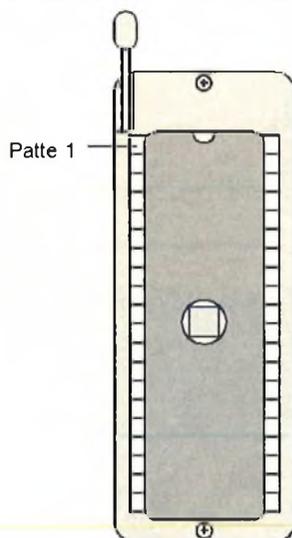
Donc que ceux qui avaient des craintes se rassurent. La version 1.02 dont il a été question dans l'article précédent est toujours capable de programmer des EPROMS.

C'est cette même version 1.02 qui comporte également toutes les fonctions nécessaires à la programmation des 8751.

L'utilisation de ces fonctions est des plus classiques. Elles seront analysées en détail un peu plus loin dans ce paragraphe.

Pour pouvoir programmer un 68705, il faut que la mémoire de donnée ait été initialisée avec les valeurs nécessaires à la programmation. Toutes les fonctions relatives au chargement et au traitement de la mémoire de donnée ont été détaillées dans le numéro 32 de décembre 1993.

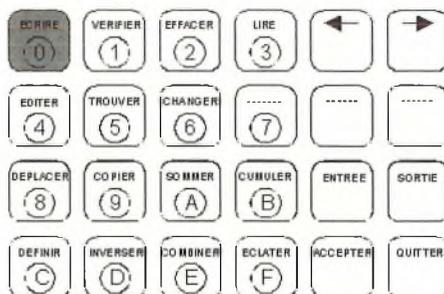
Tout comme pour une EPROM, le circuit doit être inséré dans le module extension quand le programmeur est au point de repos. L'insertion s'effectue comme cela est illustré ci-dessous.



Circuit 40 broches

Tous les éléments étant en place, il est temps maintenant de faire l'analyse des différentes fonctions.

La touche "Ecrire"



Cette touche va lancer le processus de programmation.

La programmation du 8751 est identique dans son déroulement à celui d'une EPROM. Seule le traitement de la partie finale est légèrement différent.

La programmation se déroule en prenant en compte le contenu initial du 8751. Il y a donc contrôle de la cohérence de la programmation. Les octets ne nécessitant pas d'être programmés sont donc ignorés dans le but de gagner du temps.

Un seul cas conduit à une aberration. C'est celui où le 8751 est en mode verrouillé. Il est détecté comme étant vierge et la programmation se lance normalement. A la vérification du premier octet, cela conduit à une erreur systématique. Il n'y a pas moyen de détecter ce verrouillage.

Si la programmation s'est bien déroulée jusqu'à la fin (tous les octets programmés et vérifiés un à un), la vérification totale est lancée. Si le contenu est correct, le checksum de la zone mémoire traitée est affiché pour signaler que tout s'est bien passé.

A ce point, vous pouvez revenir au point d'attente. La phase de programmation est terminée et votre 8751 est à nouveau programmable, il peut à nouveau être lu ou vérifié.

Par contre, si vous appuyez de nouveau sur la touche "Ecrire", la procédure de verrouillage est lancée. Quand celle-ci est effectuée, le message "Fin" est affiché pour signaler que l'opération est terminée. Le retour au point de repos s'effectue de la manière habituelle.

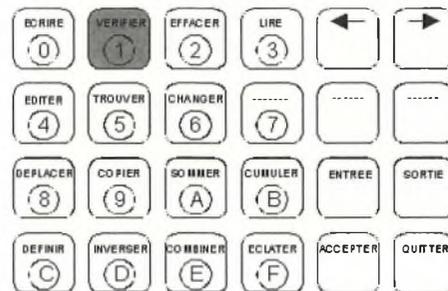
Lors de la phase de programmation, le compteur d'adresse défile pour montrer que la tâche se déroule bien.

Le tableau ci-dessous résume les différentes étapes de cette commande.

Point de repos	8751
Touche "Ecrire"	
Adresse de départ	0000
Saisie	XXXX

Touche "Accepter"	
Effacement affichage	YYYY
programmation	Patience
Vérification	Patience
Fin de tâche	CCCC
Touche "Ecrire"	
Verrouillage	Patience
Fin de tâche	Fin
Touche "Quitter"	
Point de repos	8751

La touche "Vérifier"



Cette touche permet de venir "comparer" le contenu du 8751 avec le contenu de la mémoire de donnée. Pour que cette opération soit utile, il faut naturellement que le 8751 ne soit pas en mode verrouillé.

Si l'ensemble des deux mémoires est identique, le message "Fin" apparaît sur l'afficheur sinon l'adresse défectueuse est affichée avec les deux données. Quand le message "Fin" apparaît, c'est que l'ensemble des octets a été comparé. Les adresses qui n'ont pas été affichées sont donc identiques.

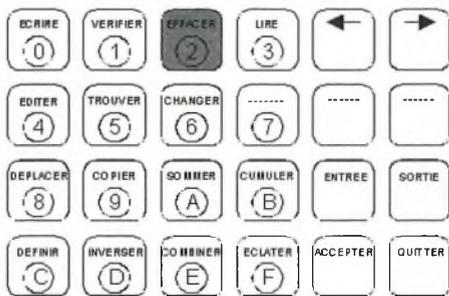
Là aussi, le retour au point de repos se fait par la touche "quitter".

Le tableau ci-dessous résume les différentes étapes de cette commande.

Point de repos	8751
Touche "Vérifier"	
Adresse de départ	0000
Saisie	XXXX
Touche "Accepter"	
Vérification	Patience
Différence	YYYY MM EE
Flèche droite	
Vérification	Patience
Fin de tâche	Fin
Touche "Quitter"	
Point de repos	8751

La touche "Virginité"

Cette opération permet de vérifier que le 8751 est bien vierge et que de ce fait il peut être programmé sans aucun risque. Cependant si le 8751 est en mode verrouillé, le résultat est identique à celui d'un 8751 vierge. Seule la programmation permet de détecter cet état de fait par génération d'une erreur de programmation.



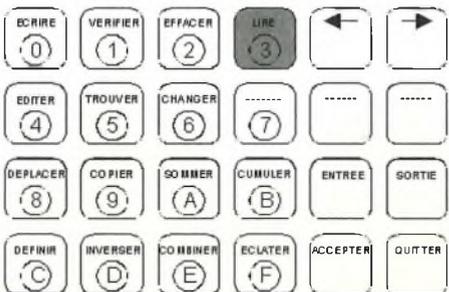
L'opération s'effectue de la même manière que pour la fonction de vérification, à la différence près que ce sont des FF qui se substituent à tous les octets de la mémoire de donnée (sans altération de celle-ci fort heureusement). Il va de soi que dans ce cas, il n'est pas besoin de préciser d'adresse de départ.

Si le 8751 est effectivement vierge, le message Fin apparaît à la fin du traitement sinon l'adresse est affichée avec son contenu.

Le tableau ci-dessous résume les différentes étapes de cette commande.

Point de repos	8751
Touche "Effacer"	
Vérification	Patience
Différence	YYYY MM EE
Flèche droite	
Vérification	Patience
Fin de tâche	Fin
Touche "Quitter"	
Point de repos	8751

La touche "Lire"



Cette touche permet de lire le contenu du 8751 et de le transférer dans la mémoire du programmeur.

Cette opération est généralement effectuée lors d'un transfert vers ordinateur ou lors d'une modification locale du contenu.

La procédure est extrêmement simple puisqu'il suffit de préciser l'adresse de transfert. La longueur est automatiquement déterminée par la capacité du 8751.

A la fin de l'opération de lecture, le checksum de la partie transférée est affichée pour indiquer que la tâche est terminée.

Si un appui sur la touche "lire" est à nouveau effectué, le système passe en mode visualisation rapide du contenu. Le déplacement dans la mémoire s'effectue par les flèches droite et gauche. Si la flèche de déplacement est maintenue enfoncée en permanence, l'adresse évolue de manière automatique de 1 en 1 sur les sept premières adresses puis de 10 et 10 sur les huit suivantes puis ensuite de 100 en 100. Le relâchement de la touche de déplacement arrête automatiquement cette évolution.

Cela permet de pouvoir aller rapidement contrôler un point particulier de la zone mémoire.

Cette option permet la visualisation mais n'autorise pas la modification.

Le retour au point de repos est obtenu par un appui sur la touche "Quitter"

Le principe d'utilisation est identique à celui d'une EPROM.

Le tableau ci-dessous résume les différentes étapes de cette commande.

Point de repos	8751
Touche "Lire"	
Adresse de départ	0000
Saisie	XXXX
Touche "Accepter"	
Transfert	Patience
Fin de tâche	CCCC
Touche "Quitter"	
Point de repos	8751

C'est sur cette opération que s'achève l'étude des fonctions liées à la programmation des 8751.

Comme vous pouvez le constater, elles sont très poches de celle employées pour la programmation des EPROMs.

Et le programme dans tout ça?

Rien de changé dans nos habitudes.

Le volume de celui-ci est toujours trop important pour qu'il puisse paraître un jour dans la revue (et le fait de lui ajouter des fonctions ne risque pas de le faire maigrir).

Comme toujours, nous vous demandons une petite participation aux fournitures et aux frais d'expéditions.

Les différentes formules disponibles sont les suivantes:

- Pour le listing sur papier, le prix est maintenant de 25,00 francs. En raison de la taille qu'il commence à atteindre, la modique somme de 15,00 francs qui était demandée auparavant ne couvre plus les frais postaux d'expédition.

- Pour la source et le fichier EPROM sur une disquette fournie par vos soins: 25,00 francs (format 5'1/4 ou 3'1/2).

- Pour la source et le fichier EPROM sur une disquette fournie par nos soins (3'1/2, 1M44 uniquement): 35,00 francs

- Pour l'EPROM programmée (27128 fournie uniquement par nos soins): 85,00 francs.

La demande s'effectue comme toujours sur papier libre auprès de la revue à l'adresse indiquée à la fin de celle-ci (bulletin d'abonnement) et accompagnée de son règlement.

Conclusions

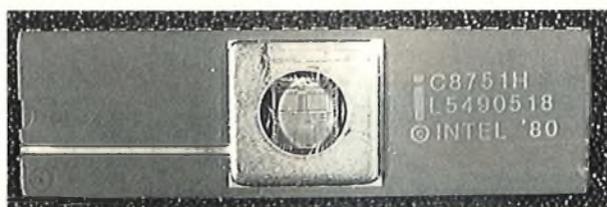
Nous voici donc arrivés au terme de cette étude sur cette deuxième carte d'extension.

Tout ayant été largement expliqué sur le mécanisme de programmation de ce composant, il ne reste plus grand chose à ajouter.

Les possibilités de ce composant sont telles qu'il ne serait pas surprenant de le trouver intégré dans l'une de nos prochaines réalisations. Mais cela c'est une autre histoire.

D'ici là, vous avez déjà de quoi réaliser les vôtres.

E. DERET



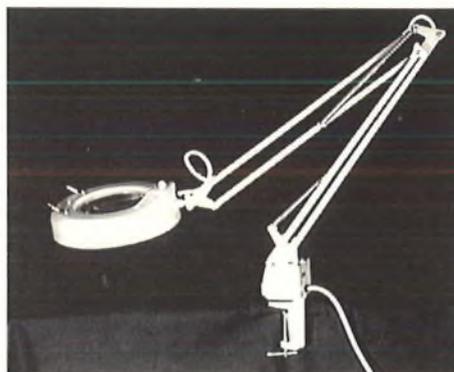


DEUX MOIS EN FÊTE



Etau à rotule 3 axes
fixation à ventouse
puissante
mâchoire 76mm
SV-3

245 Frs



Lampe LOUPE
à éclairage
circulaire
fluorescent
LTS 120 :

490 Frs



Multimètre multicalibre
affichage 3 digits 1/2
DC/AC ohmmètre
testeur transistors
DT-830

99 Frs



Station
thermostatée
de 150 à 420°C
affichage bargraph
SL-20

435 Frs



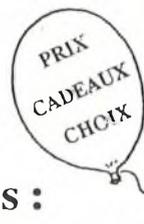
Station
thermostatée
de 150 à 480°C
affichage digital
SL-30

690 Frs

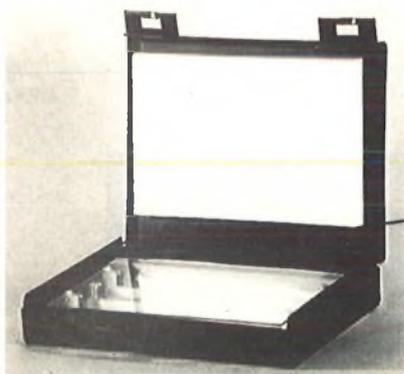


Oscilloscope
CELUI QUE VOUS ATTENDEZ !
2x20 MHz
avec sonde

1990 Frs



Et toujours :



Notre insoleuse
4 tubes
format utile :
200x300 mm
en kit :

390 Frs TTC

montée :

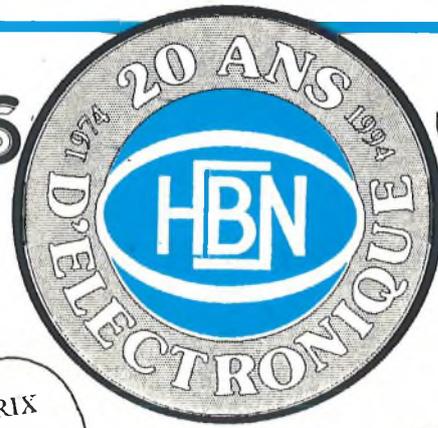
490 Frs

La graveuse verticale
complète
avec pompe et
résistance chauffante
pour

290 Frs



POUR NOS 20 ANS



PRIX
CADEAUX
CHOIX



Convertisseur DC/AC-200W
qualité professionnelle
Entrée : 10-15V DC
Sortie : 230V AC
dimensions : 150x112mm
DF-1753

495 Frs



Alimentation spéciale C.B.
13.8/6A régulée
RPS-1206

190 Frs

PRIX
CADEAUX
CHOIX

NOUVEAUX MODELES :



Détecteur de métaux
-Tête de détection étanche
-Double bouton d'accord
pour une sensibilité maxi
-facile d'emploi
CS-220

990 Frs



Détecteur de métaux
-Le circuit à discrimination
rejette les objets sans valeur
-Accord facile :
"Allumez et détectez"
-Canne-poignée perfectionnée
CS-660

2350 Frs



PRIX
CADEAUX
CHOIX

Avec **AUDAX**

OPERATION VOITURE EN FETE

SYSTEME TRIPHONIQUE ACTIF ET PASSIF

- Plages arrières
- Amplis
- Filtres
- Haut-parleurs
- Câbles

PRIX

PERFORMANCE !

Dans la limite des stocks disponibles

CHARLEVILLE 08000 1, Av. J. Jaurès Tél. 24 33 00 84
TROYES 10000 8, Rue de Preize Tél. 25 81 49 29
COGNAC 18100 * 21 Le Fiel du Roy - Ch. Bernard Tél.43 35 04 43
AJACCIO 20000 * Av. du Maréchal Juin Tél. 95.20.27.38
DIJON 21000 2, Rue Ch. de Vergennes Tél. 80 73 13 48
MONTBELIARD 25200 * ZA Le Cray Voulaucourt Tél. 81 90 24 48
VALENCE 26000 28, rue des Alpes Tél. 75 42 51 40
BREST 29200 151, Av. J. Jaurès Tél. 98 80 24 95
BORDEAUX 33000 10, Rue du Mal Joffre Tél. 58 52 42 47
MONTPELLIER 34000 48, Bd. des Arceaux Tél. 67 83 53 27
RENNES 35000 12, Quai Duguay Trouin Tél. 99 30 85 26
ST ETIENNE 42000 30, Rue Gambetta Tél. 77 21 45 61
NANTES 44000 3, Rue J. J. Rousseau Tél. 40 48 76 57
ORLEANS 45000 61, Rue des Carmes Tél. 38 54 33 01
CHALONS/M 51000 2, Rue Chamorin (CHV) Tél. 26 64 28 82
REIMS 51100 46 Av. de Leon Tél. 26 40 35 20
REIMS 51100 10 Rue Gambetta Tél. 26 88 47 55
NANCY 54000 133, Rue St Dizier Tél. 83 38 67 97
METZ 57000 6, Rue Clovis Tél. 67 83 05 18
DUNKERQUE 59140 14, Rue du Mal Franch Tél. 28 86 38 85
VALENCIENNES 59300 57, Rue de Paris Tél. 27 46 44 23
LILLE 59800 81, Rue de Paris Tél. 20 06 85 52
LENS 62300 63, Rue de la Gare Tél. 21 28 80 49
BAYONNE 64100 * 3, Rue du Tour de Bault Tél. 58 59 14 25
STRASBOURG 67000 4, Rue du Travail Tél. 88 32 86 98
LE MANS 72000 18, Rue H. Lecornu Tél. 43 28 38 83
ROUEN 76000 19, Rue Gal Orlaud Tél. 35 88 59 43
LE HAVRE 76600 13 Pl. Halles Centrales Tél. 35 42 80 92
AMIENS 80000 19, Rue Gresset Tél. 22 91 25 69
TOULON 83100 400 av. du Cl. Ploot Tél. 84.81.27.41
POITIERS 86000 8, Pl. Lepetit Tél. 48.88.04.80

En vente dans les magasins voir liste ci-contre,
ou au Siège Social : HBN Electronic, rue du Val Clair, Z.I. La Pompelle, B.P. 2739, 51060 REIMS Cedex



Un testeur de servocommandes

Lorsque tout fonctionne bien, personne ne voit l'utilité de se doter d'un matériel de test, surtout s'il est cher et sophistiqué. Tous les amateurs de modélisme radio-commandé ont eu un jour maille à partir avec l'un de leur équipement. Comme le veut la loi de Murphy, celle qui dit que la tartine tombe toujours du côté confiture, c'est toujours au plus mauvais moment que les ennuis de déclenchent. Comment lever le doute entre l'équipement radio et la servocommande proportionnelle ? Ce petit montage, portable et économique, vous permettra de tester vos servocommandes ou n'importe lequel de vos récepteurs fonctionnant dans le mode impulsif, telles les commandes de trains rentrant par exemple. Il se doit de faire partie de votre trousse d'intervention en campagne !

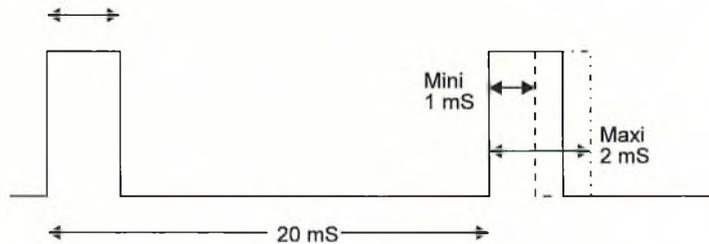


Le principe de fonctionnement

Un petit rappel sur le fonctionnement habituel des servocommandes s'impose.

Trois fils relie en principe chaque servocommande au récepteur radio sur la voie qui lui correspond. Le premier, noir ou bleu, est celui de la masse d'alimentation. Le second, rouge ou orange, est celui du + de cette alimentation, en général du 4,8 volts. Le dernier correspond à la ligne de commande. Celle-ci est impulsif : un créneau positif se produit toutes les 20 mS, et sa largeur est variable. Le neutre de la servocommande, en principe sa position centrale, est obtenu pour une largeur d'impulsion de 1,5 mS. Les positions extrêmes correspondent à une variation de largeur d'impulsion de 0,5 mS, soit de 1 mS à 2 mS pour un complet débattement.

Position centrale ou neutre
1,5 mS

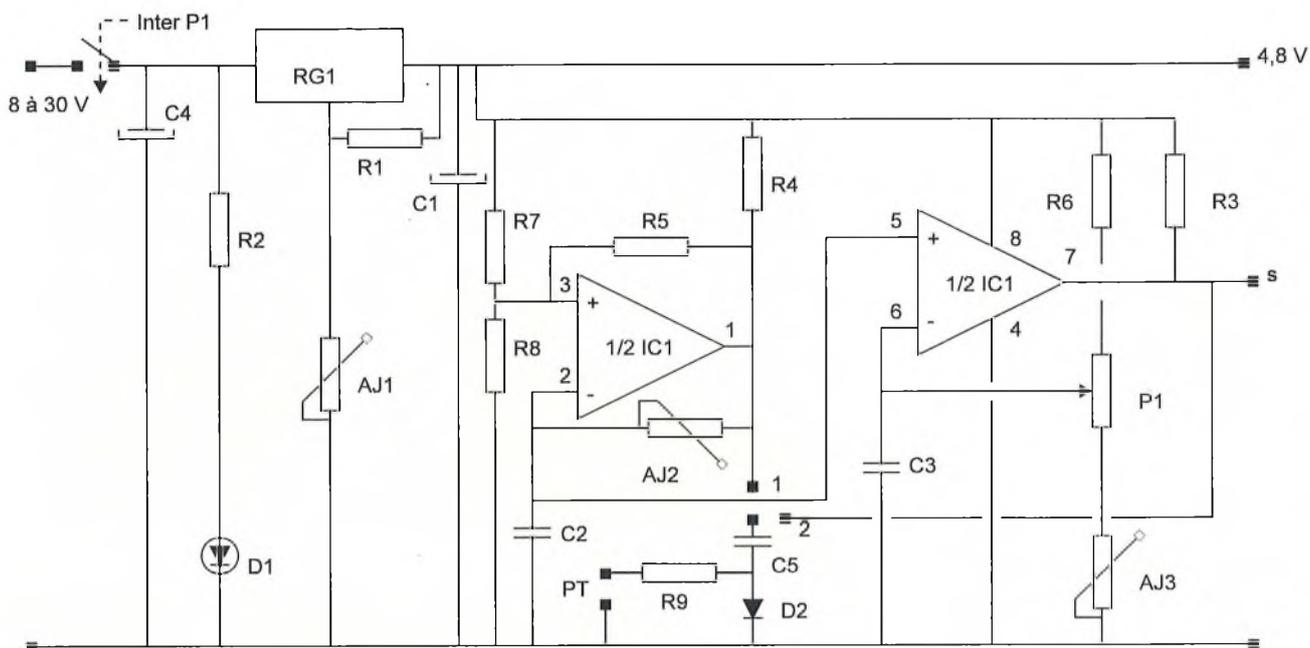


Il nous suffit donc de réaliser un petit montage générateur d'impulsion à intervalles réguliers, toutes les 20 mS, et de pouvoir faire varier la largeur de cette impulsion de 1 mS à 2 mS pour obtenir l'outil de test dont nous parlions plus haut. Il doit fonctionner sur pile ou batteries, et fournir la tension d'alimentation nécessaire, soit 4,8 volts.

Le schéma en détail

Si le montage doit fonctionner à partir d'une pile 9 volts (par exemple), un étage régulateur s'impose ! Il permettra l'usage du module en laboratoire, sur n'importe quelle alimentation de 8 à 30 volts ou en rase campagne, sur fiche allume-cigare. Cette régulation est confiée à un LM317, un





régulateur ajustable bien connu de nos lecteurs, et qui a fait l'objet d'une étude détaillée dans notre premier numéro. La résistance R1 et AJ1 permettent d'ajuster sa tension de sortie à 4,8 volts. Les condensateurs C4 et C1 assurent un filtrage conséquent et très utile, car plus les servocommandes sont puissantes, plus elles sont gourmandes.

La diode LED D1, associée à la résistance de limitation de courant R2, nous sert de témoin de fonctionnement, surtout utile pour éviter de consommer de la pile en oubliant de couper l'interrupteur associé au potentiomètre P1.

Un double comparateur, du type LM 393, (petit frère du célèbre 339), fournira les deux portes nécessaires au reste du montage.

La première est montée en oscillateur impulsif, par charge et décharge de C2 jusqu'à 2V/3, potentiel sur la broche 3, entrée non-inverseuse (+). C2 est monté sur la broche 2, entrée inverseuse (-), et AJ2 permet d'ajuster la période de cette oscillation.

La tension sur C2 est appliquée à la broche 5 de IC1, entrée non-inverseuse de la seconde porte. Le potentiel sur C3, présent sur la broche 6 de IC1, l'entrée inverseuse, permet d'ajuster la largeur d'impulsion en sortie 7, à collecteur ouvert, de ce second comparateur. R3 assure l'état haut en sortie, et R6, P1 et AJ3 détermine le potentiel sur C3.

Le potentiomètre P1 doit autoriser un débattement de 0,5 mS autour de la largeur moyenne de 1,5 mS requise pour la position neutre. AJ3 permet le réglage fin de cette position. Les valeurs des composants choisis font le reste.

Un petit montage annexe, autour de C5, D2 et R9, autorise le réglage de ce montage de test sans instrument de mesure particulier. En effet, sans ce dernier gadget, un oscilloscope pourrait bien vous manquer au moment de régler la période d'impulsion et la plage de largeur en sortie S. Nous y avons pourvu, et un simple multimètre peut alors suffire. C5, D2 et R9, effectuent une intégration des signaux issus soit de la broche 1 (sortie du premier comparateur) pour ajuster la période avec AJ2, soit de la sortie S pour régler alors le neutre et la largeur d'impulsion avec AJ3. La valeur des composants choisis donne la valeur de 1,4 volts au point test pour le cavalier de sélection en position 1 (période en 1) et 2,05 volts en position 2.

La réalisation

Le circuit imprimé

Dessiné dans le but de prendre place dans un coffret DIPTAL type 962, avec logement de pile 9 volts, et couvercle opto rouge, il ne présente aucune difficulté de réalisation. Les pistes d'alimentation sont larges et les plus directes possibles.

Sur le haut, la LED de contrôle et les entrées d'alimentation. Vers le bas, les 3 sorties vers le test servocommande, et le point test. Au centre, le potentiomètre P1 en P160i, implantation verticale avec inter

pour couper la pile. Les 3 ajustables sont bien visibles et faciles d'accès. La sérigraphie fournie vous facilitera la mise en place des composants. Sur le circuit imprimé, sous la position prévue pour le régulateur, une piste avec coupure type Citroën est prévue au cas où votre choix serait d'alimenter directement le montage en 4,8 volts sur accus. Dans ce dernier cas, le régulateur RG1, R1 et AJ1 disparaissent, et une soudure doit ponter la pastille Citroën.

La liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 W couche carbone

R1	220 ohms	550221
R2	560 ohms	550561
R3	3,3 Kohms	550332
R4	470 ohms	550471
R5	10 Kohms	550103
R6	330 Kohms	550334
R7, R8	10 Kohms	550103
R9	4,7 Megohms	550475

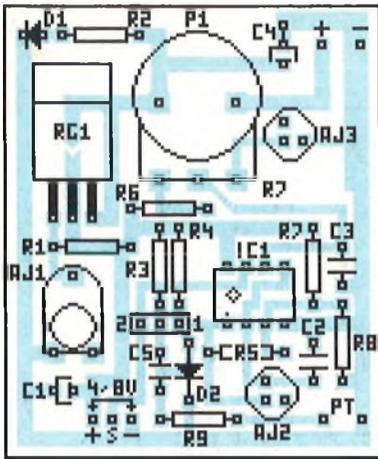
P1	22 KA P160inter	536223
AJ1	2,2 K PR10H	519222
AJ2	500 K 82P	531504
AJ3	1 Meg 82P	531105

C1	100 uF 25 V Rad	622107
C2	100 nF MKT	651104
C3	1 uF MKT	651105
C4	100 uF 25 V Rad	622107
C5	10 nF multicouche	602103

D1	LED Hte luminosité	LEDHL
D2	1 N 4148	DN4148
RG1	LM 317	R317
IC1	LM 393	LM393

1 support 8 broches	161108
5 picots mâles	164465
1 cavalier femelle	906224
1 coupleur pile 9 V	164622
1 bouton simple axe 6	188021
1 coffret DIPTAL 962 ADO	114868





Le montage

Il se fera, à l'aide de la sérigraphie fournie, dans l'ordre habituel, des composants les plus bas vers les plus élevés, en prenant garde au sens pour les diodes, les condensateurs chimiques, le régulateur et le circuit intégré IC1 sur son support. Les pattes du régulateur seront pliées à 90°, à l'aide d'une petite pince, pour une implantation horizontale.

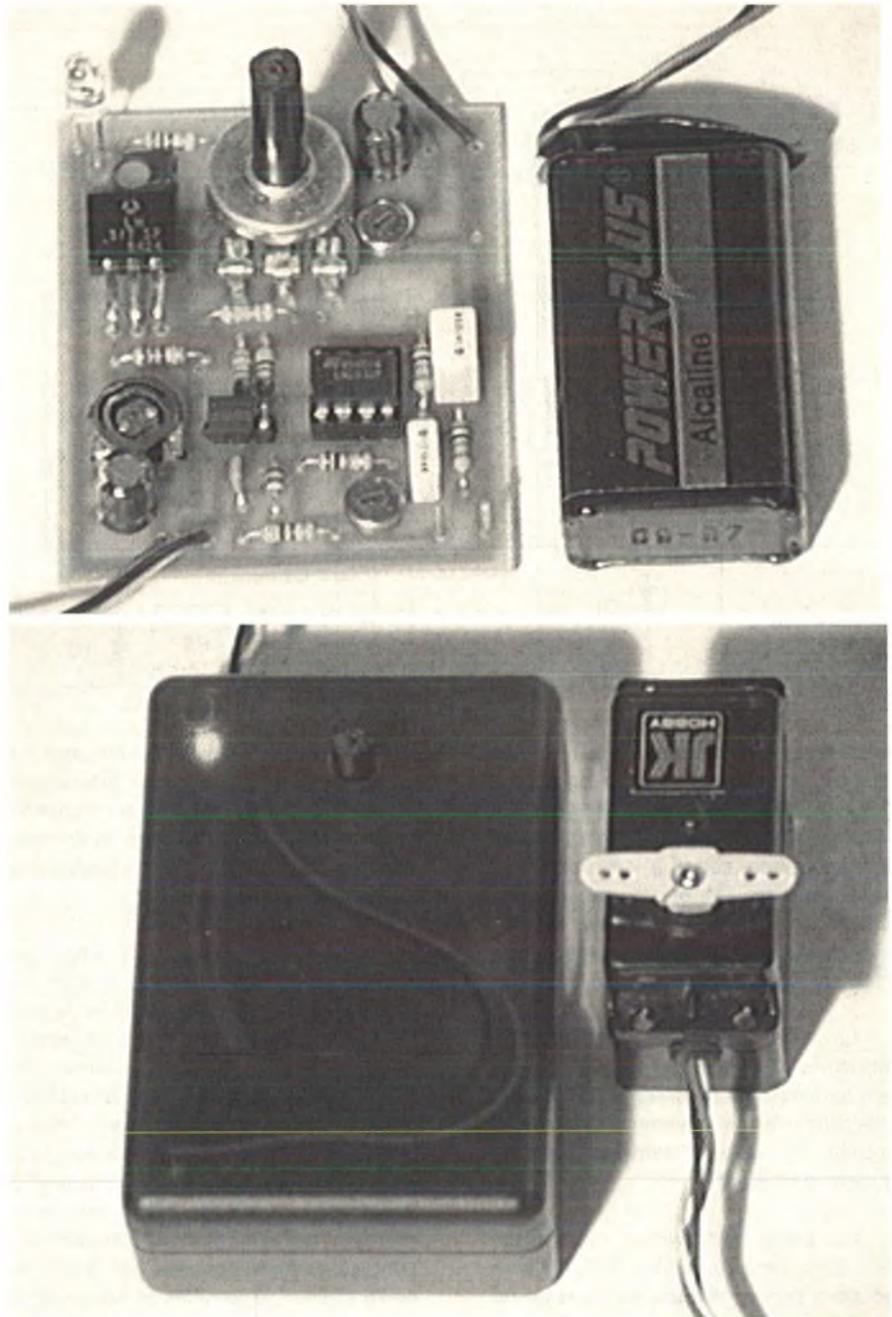
Trois picots mâles seront consacrés au sélecteur de test, pour y disposer le cavalier femelle, et deux autres pour la prise de test elle-même.

La réalisation prend place dans le coffret prévu, et la pile 9 volts rejoint son logement. Un trou de diamètre 5 mm dans le couvercle permettra le passage de l'axe du potentiomètre P1. Sur le coté supérieur, une petite encoche autorisera le passage pour les 3 fils de commande pour le test des servos commandes.

Les réglages

La mise en fonctionnement s'effectue à l'aide de l'interrupteur de P1. Placer P1 en position centrale.

A l'aide d'un multimètre sur calibre 20 volts, régler tout d'abord AJ1 pour obtenir 4,8 volts sur les sorties alimentation + et -. Puis, si vous disposez d'un oscilloscope, régler AJ2 pour obtenir une période de 20 mS entre chaque créneau, et AJ3 pour avoir une largeur de 1,5 mS. Si vous ne disposez pas d'un tel instrument, vous placez alors le cavalier sur la position 1, et vous réglez AJ2 pour obtenir 1,4 volts entre les 2 points PT. Placez ensuite le cavalier en position 2, et réglez AJ3 pour obtenir 2,050 volts sur PT. En positions extrêmes de P1, vous devez alors lire respectivement environ 2 volts et 2,1 volts. Le module est à présent prêt à l'emploi.



L'utilisation

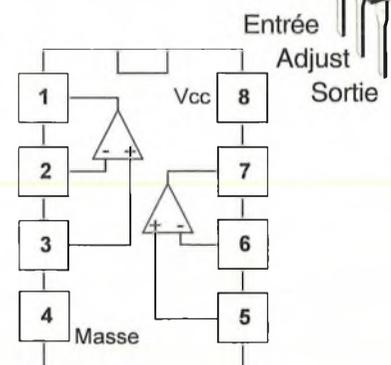
Rien de bien sorcier : il suffit de disposer d'un connecteur type pour servocommande que l'on adaptera au bout des trois fils de liaison. Pour tester une servocommande proportionnelle, il suffit de déconnecter cette dernière du récepteur et de la câbler à notre montage test. On peut alors vérifier son plein débattement sur la course de P1. On peut ainsi vérifier toutes celles qui équipent un modèle réduit, sans utiliser la radio-commande.

Conclusions

Voilà bien un équipement des plus économique (moins de 100 frs), dont l'utilité est incontestable, et qui fera partie de vos réalisations.

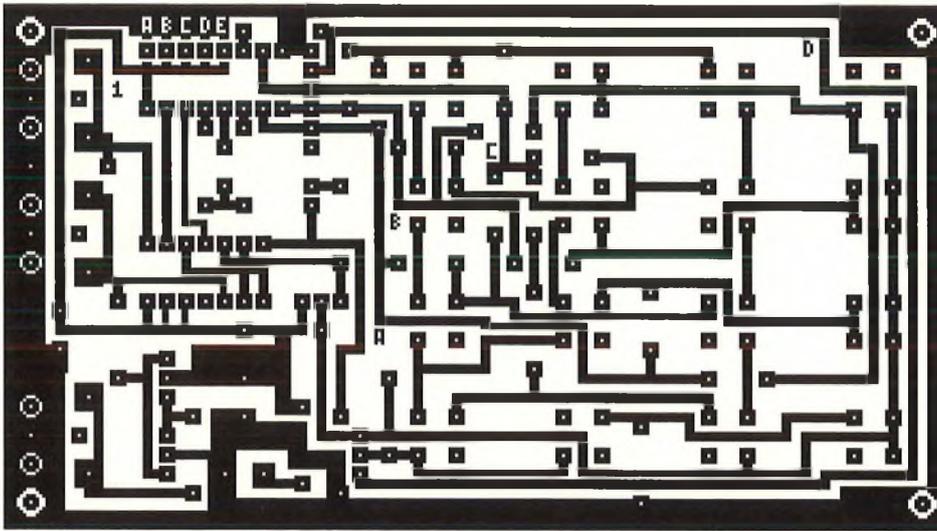
LEFUTE

LM317

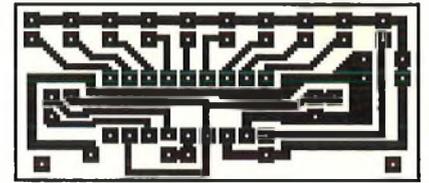


LM 393

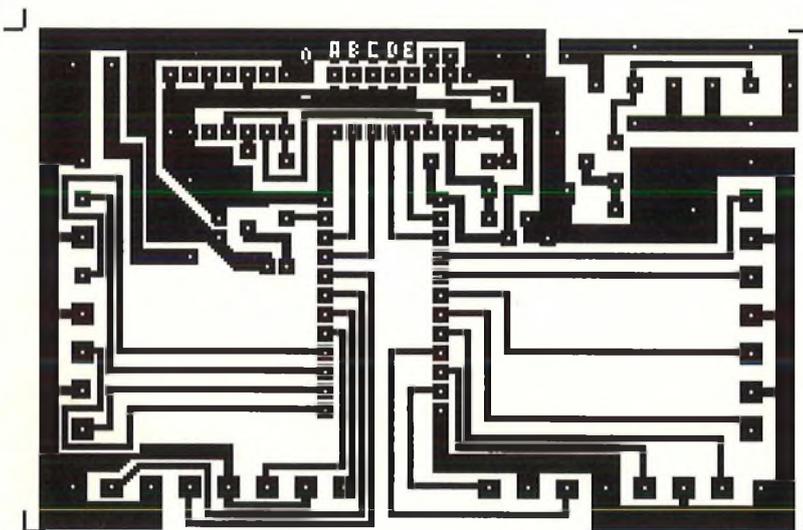




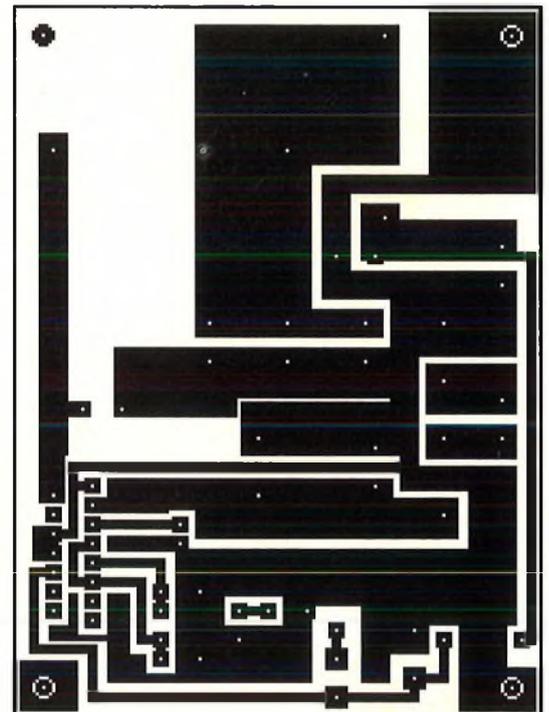
Emetteur 16 canaux



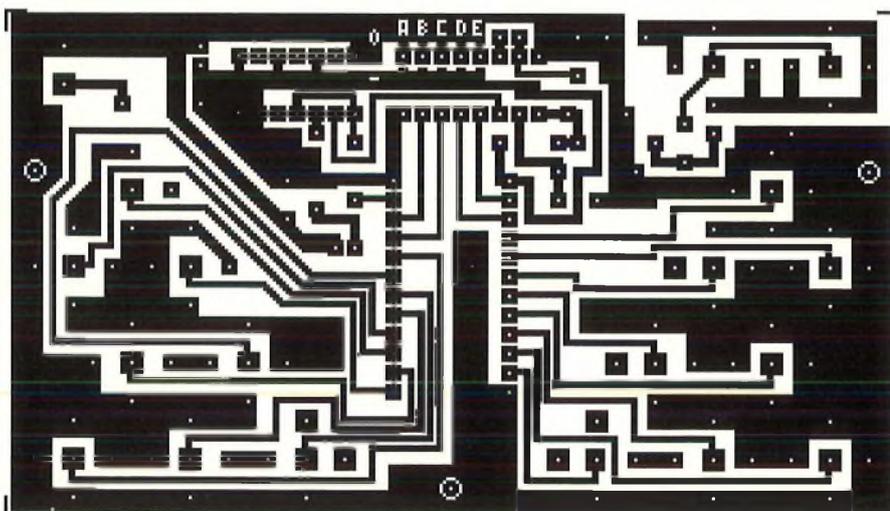
Voltmètre étalé



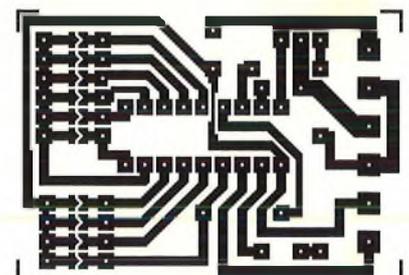
Récepteur 16 canaux (bornier)



Alimentation 11-5 13-18

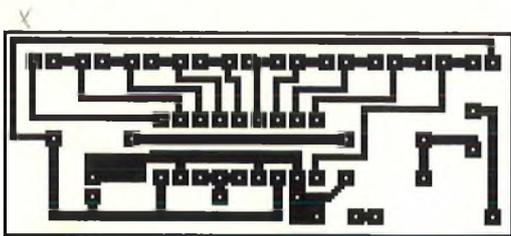


Récepteur 16 canaux (RCA)

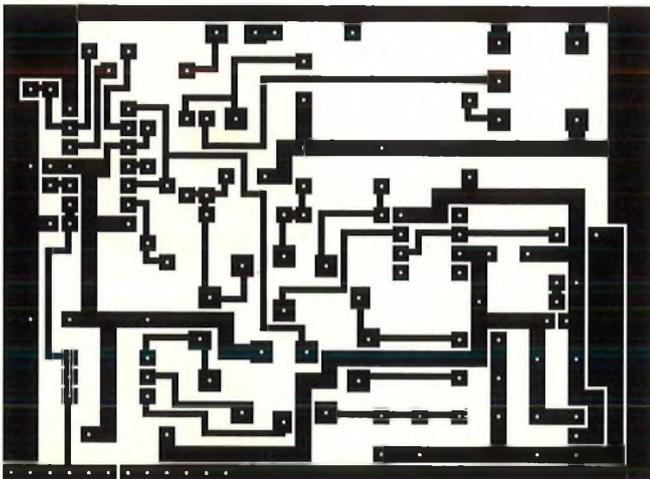


Une minuterie programmable

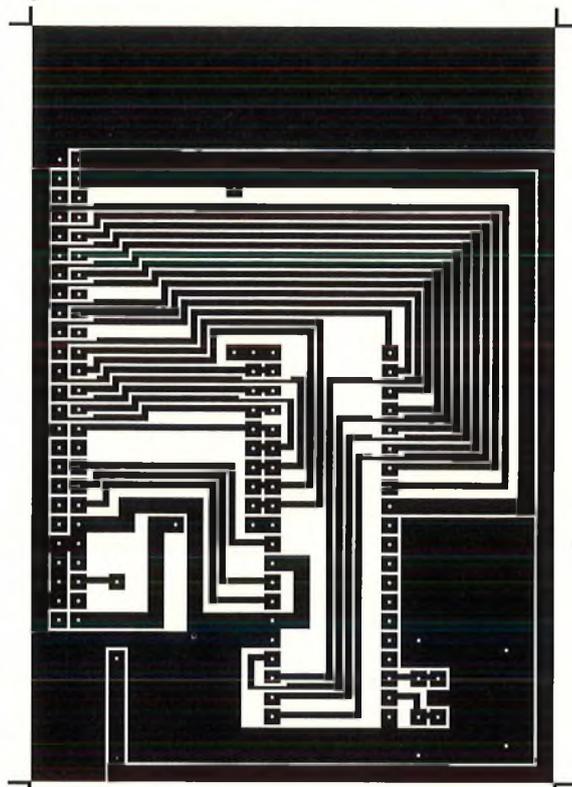




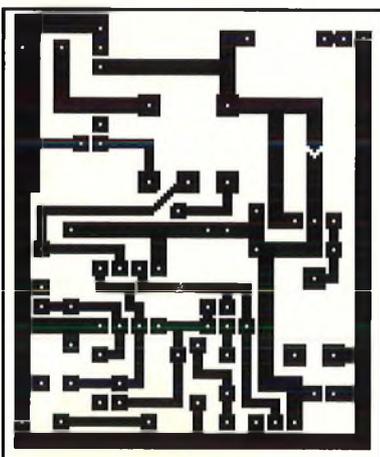
Vumètre sans alimentation



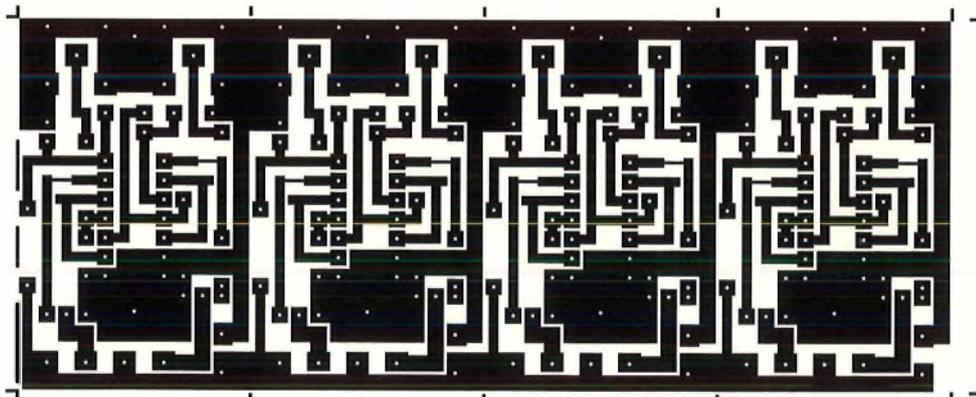
Capacimètre



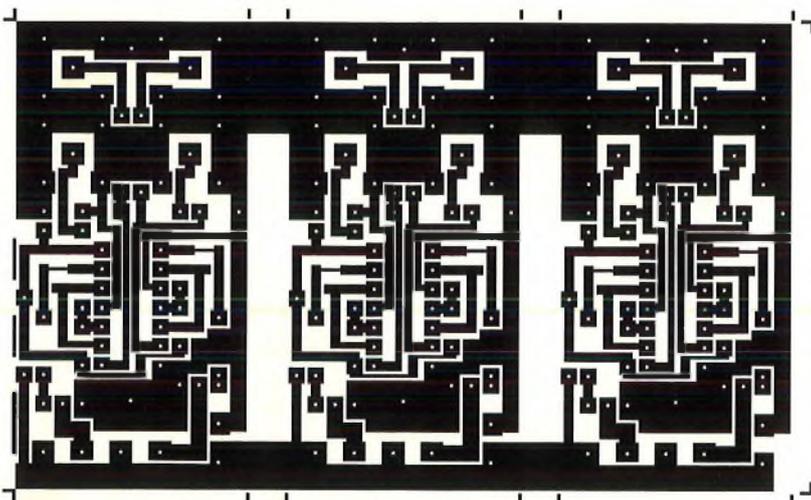
Programmateur 8751



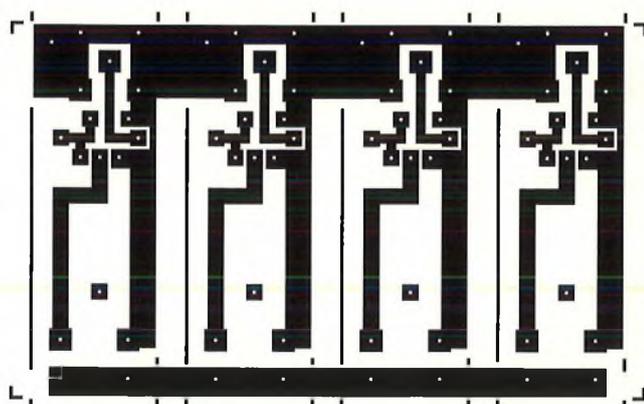
Module testeur de servo



Modules bistables



Modules ON OFF



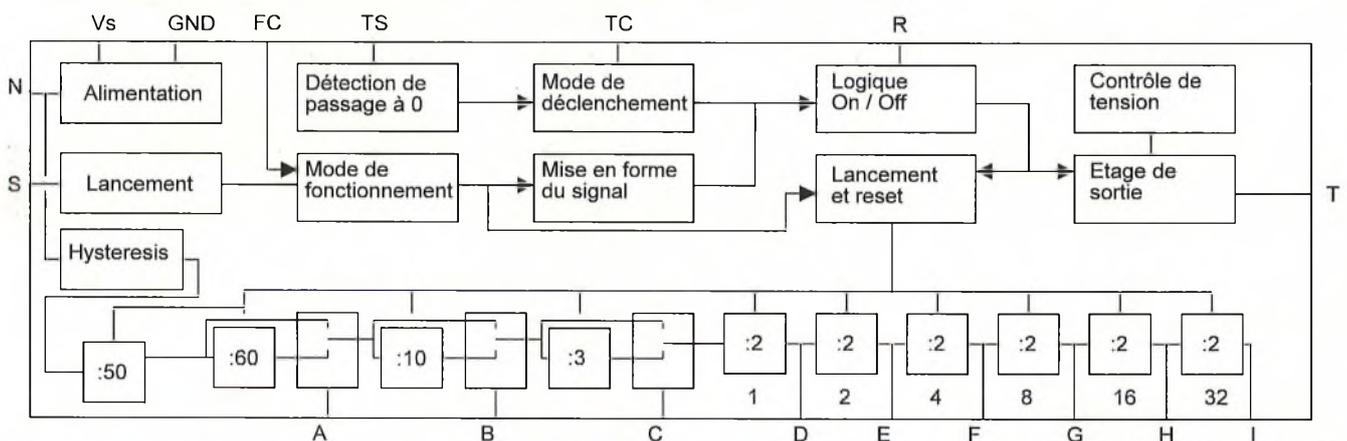
Modules commande simple





Le circuit temporisateur SAE 530 de chez SIEMENS

Le SAB529 a bien vécu ! Voici son remplaçant, le SAE 530, du même fabricant bien sûr. Les progrès ne sont pas révolutionnaires : il ne s'agit que d'une évolution bien naturelle. Ce modeste circuit intégré permet la réalisation de divers types de temporisateurs, alimentés directement par le secteur ou en continu, se servant éventuellement du 50 Hz comme référence de temps, et dont la durée peut être sélectionnée, en mode binaire, entre 1 sec et 31 heures 30 mn. Voyons, en détail, comment il fonctionne.



Caractéristiques

- Alimentation directe en alternatif secteur ou en continu.
- Base de temps 50 Hz sur le secteur, ou n'importe quelle fréquence jusqu'à 10 KhZ en courant continu. (il existe 2 autres modèles, 60 Hz SAE531 ou mixte SAE 532).
- Déclenchement du triac en mode synchronisation en tension (uniquement pour charges résistives) ou en mode synchronisation en courant (pour tous types de charges).
- Courant de déclenchement triac (gâchette) jusqu'à 150 mA.
- ou courant de 100 mA en continu pour l'activation d'un relais.
- Entrées et sorties réarmables.
- Temporisation programmable de 1 sec à 31 heures 30 minutes.
- Large plage de température de fonctionnement de -25° C à 85° C
- Boîtier DIP 18 broches.

Fonctionnement

Le synoptique ci-dessus donne une idée claire de la structure interne du circuit intégré. Nous allons en aborder toutes les spécificités.

Alimentation sur secteur

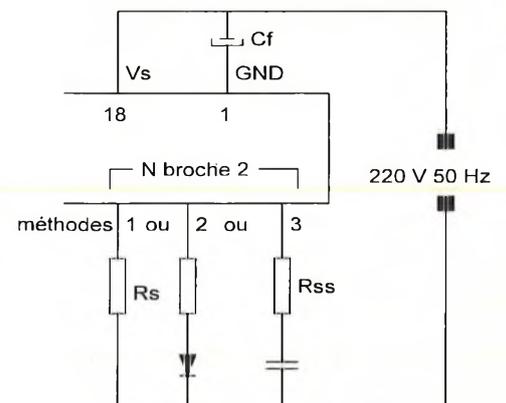
L'entrée N sert à la fois d'entrée pour l'horloge, qui est externe, et pour l'alimentation du circuit en présence du courant alternatif secteur. Pour se faire, un montage à diodes et zéner reconstitue une masse située à environ 7,5 volts sous Vs. Cette masse est alors disponible en broche 1 (GND). Le secteur est donc appliqué d'une part directement sur Vs (broche 18), et d'autre part sur N, selon 3 méthodes :

- 1 - Une simple résistance de limitation : elle encaisse toute seule la dissipation de puissance (de l'ordre de 3 à 4 watts).
- 2 - Une résistance et une diode : L'admission d'une alternance sur deux permet de diviser par deux la puissance dissipée, c'est déjà mieux !

3 - Un réseau RC, dont le condensateur va absorber les 3/4 de la puissance sans s'échauffer, compte tenu du déphasage de 90° du courant sur la tension. Dans ce dernier cas, la résistance ne dissipe que de l'ordre de 1/2 watt.

Dans tous les cas, le courant I_N est limité à 35 mA RMS (200 mA en crête durant 2 mS).

Un condensateur C_f , entre Vs et GND, joue le rôle d'accumulateur d'énergie où le circuit viendra puiser la puissance nécessaire à la commande de la charge.



Alimentation en continu

Dans ce cas, la tension est appliquée entre Vs (broche 18) et GND (broche 1). Elle doit être comprise entre 4,5 et 5,5 volts. La charge, entre Vs et T (broche 16), peut consommer jusqu'à 100 mA en continu (relais par exemple).

Horloge et programmation de la temporisation

Dans tous les cas, il faut une horloge sur l'entrée N. Lorsque c'est le secteur, c'est le 50 Hz qui sert de cadenceur. En continu, le signal d'horloge peut monter jusqu'à 10 KhZ. Le signal est tout d'abord remis en forme par un trigger de Schmitt, avant d'attaquer un diviseur par 50 sur le SAE 530 qui nous préoccupe (60 sur le 531 destiné au secteur US).

Viennent ensuite 3 étages diviseurs programmables, le premier par 60, le second par 10 et le dernier par 3, respectivement activés par les lignes A (broche 5), B (broche 6) et C (broche 7). Ces 3 lignes de commandes fixeront le temps de base selon le tableau ci-contre.

Enfin, 6 étages de division par deux, respectivement commandés par les lignes D à I (broches 9 à 14), permettent d'appliquer un coefficient multiplicateur au temps de base obtenu précédemment. C'est la sortie R (broche 8 ou reset) qui permet la commande de ces lignes. A l'état haut, elle interdit toute séquence en empêchant la sortie T (broche 16 ou commande de charge) d'être active. Son passage à l'état bas débute la séquence. Elle repasse à l'état haut en fin de timing, et la sortie est désactivée après un délai de l'ordre de 20 à 40 mS.

Modes de fonctionnement

Deux modes sont possibles : le mode que nous appellerons "immédiat" ou direct, et le mode que nous nommerons "retardé" ou indirect (ou inverse).

1 - En mode "immédiat", le délai est une temporisation de marche, qui débute avec un front montant sur l'entrée S (broche 3) et se termine par un arrêt en fin du temps sélectionné.

2 - En mode "retardé", la charge est alimentée tant que S est à l'état haut. Un front descendant et un état bas maintenu débute la temporisation de coupure, et au bout du temps sélectionné, la charge n'est plus alimentée.

Dans les deux modes, un front contraire sur S reset le fonctionnement. La

figure 1 illustre ces deux modes par un diagramme des temps sur S, T et R.

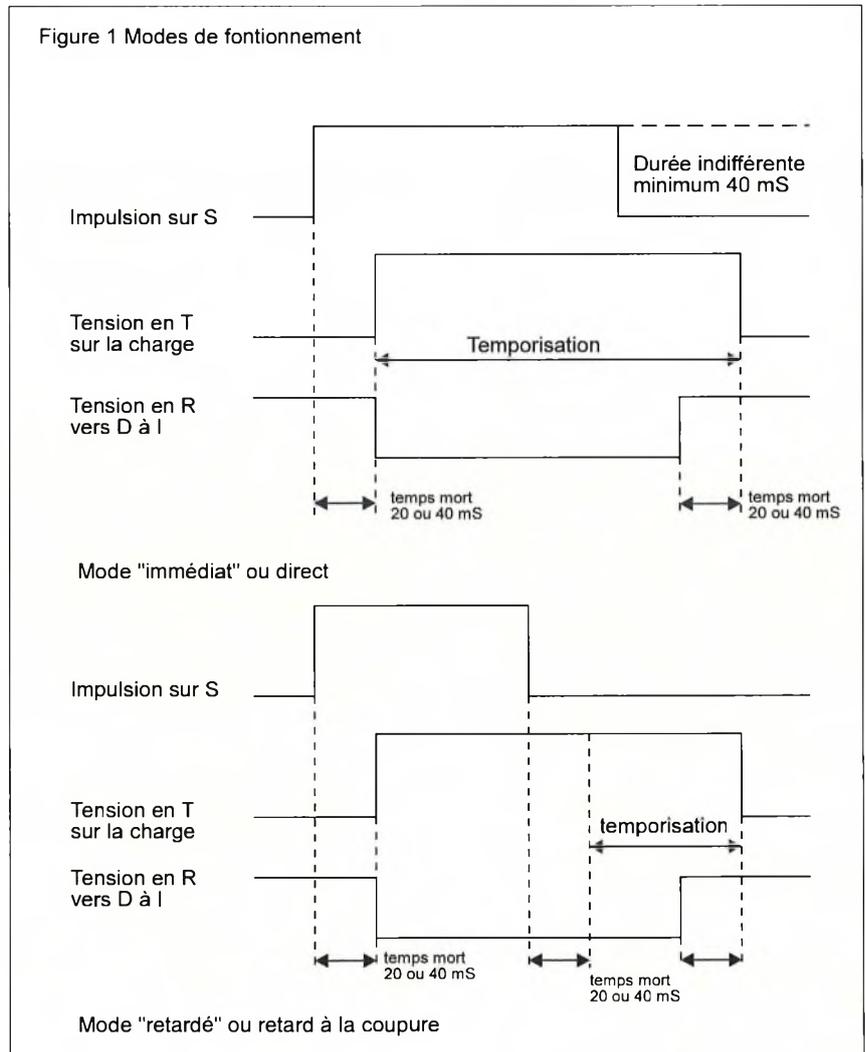
Lignes de sélection	D	E	F	G	H	I
si reliée à R broche 8	9	10	11	12	13	14
Coefficient multiplicateur	1	2	4	8	16	32

Exemple : Si vous reliez les lignes E, F et G, vous obtenez un coefficient de $2+4+8$, soit 14 fois le temps de base.

Logique de sélection du temps de base			
Durée	A	B	C
1 sec	L	L	L
3 sec	L	L	H
10 sec	L	H	L
30 sec	L	H	H
1 min	H	L	L
3 min	H	L	H
10 min	H	H	L
30 min	H	H	H



Figure 1 Modes de fonctionnement



Modes de déclenchement

En commande de triac, et donc sur alimentation secteur, il existe trois modes de déclenchement, illustrés par la figure 2. La sélection est assurée par les liaisons appropriées des lignes TC (broche 15 ou mode triac) et TS (broche 17 ou synchronisation).

1 - Le mode synchronisation en tension (TC relié à Vs et TS via Rsyn à l'opposé de la charge : application No 1). La sortie de commande T est actionnée par la cellule de détection de passage par zéro sur TS, et est activée pour $V_s - 1,3 V < V_{ts} < V_s + 1,3 V$. C'est le mode le plus simple, réservé à l'emploi sur charge résistives uniquement.

2 - Le mode synchronisation en courant (TC relié via Ce à GND ou en l'air, et TS via Rsyn entre le triac et la charge : application No 2). La sortie de commande T est toujours actionnée par la cellule de détection de passage par zéro sur TS selon la même règle, mais vu le point de ponction de Rsyn sur A2, c'est en fait une détection de passage de courant à 0 qui est faite. Le déphasage tension/courant est donc pris en compte par ce procédé. Un monostable, dont le condensateur Cm, placé entre TC et GND, règle la durée, assure l'activation de la gâchette en T.

3 - Le mode continu (TC et TS relié à Vs, applications No 3, 4 et 5). La sortie de commande T est toujours activée. C'est le mode à sélectionner pour actionner un relais ou un triac sur charge faible où le courant d'auto-maintien n'est pas assuré.

Quelques remarques utiles

1- Les lignes N, S, R, FC, A, B, C sont reliées à Vs en interne par une résistance de "pull-up" qui leur assure un état haut par défaut (si elles sont en l'air). Sur l'entrée S, des diodes d'écrêtage permettent de commander la séquence par une tension externe au montage.

2 - Les lignes D à I peuvent être reliées à GND pour obtenir une meilleure immunité aux parasites éventuels.

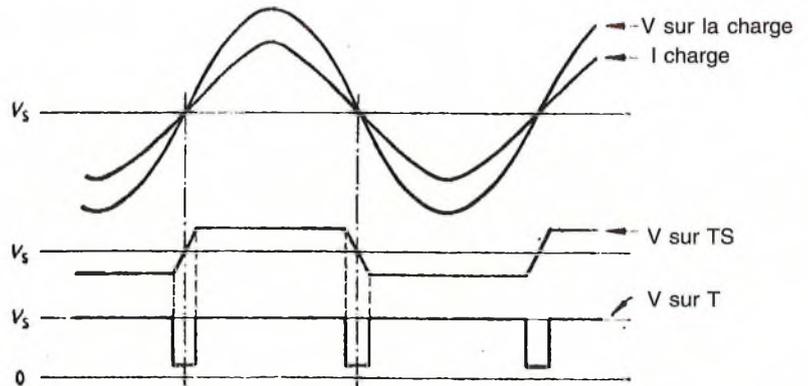
3 - La valeur du condensateur de filtrage d'alimentation Cf peut être calculée largement pour compenser d'éventuelles micro-coupures sur le secteur.

4 - Les problèmes éventuels de rebonds sur la commande S et sur la ligne de reset R sont traités par retard volontaire d'un ou deux cycles d'horloge, soit 20 ou 40 mS sur le secteur à 50 Hz.

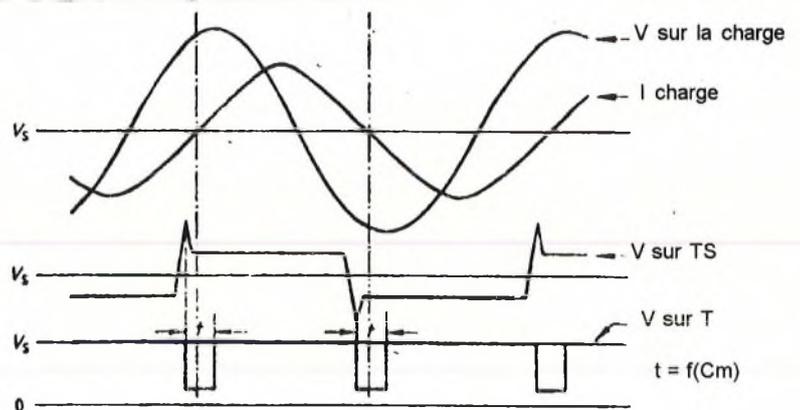
5 - Afin de limiter le courant d'entrée sur N dans le cas du réseau RC, cette résistance Rss doit être au moins supérieure à $0,2 R_s$, résistance calculée pour un emploi simple.

Figure 2 : les modes de déclenchements en diagramme des temps

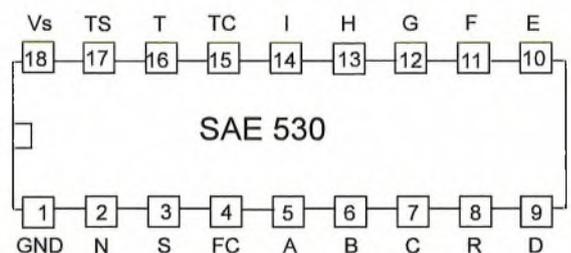
Mode de déclenchement en synchronisation en tension



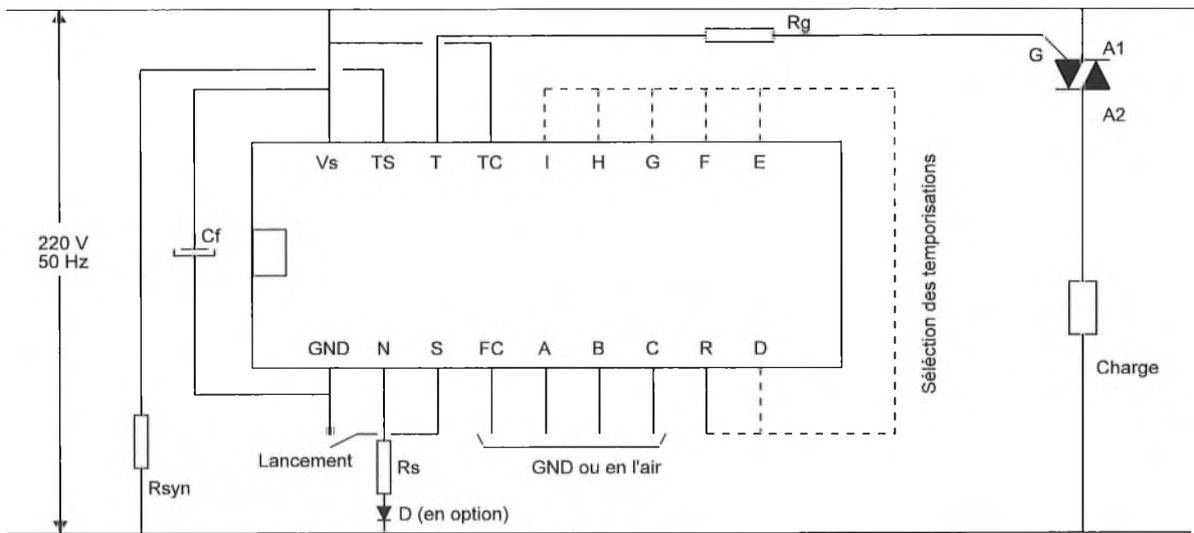
Mode de déclenchement en synchronisation en courant



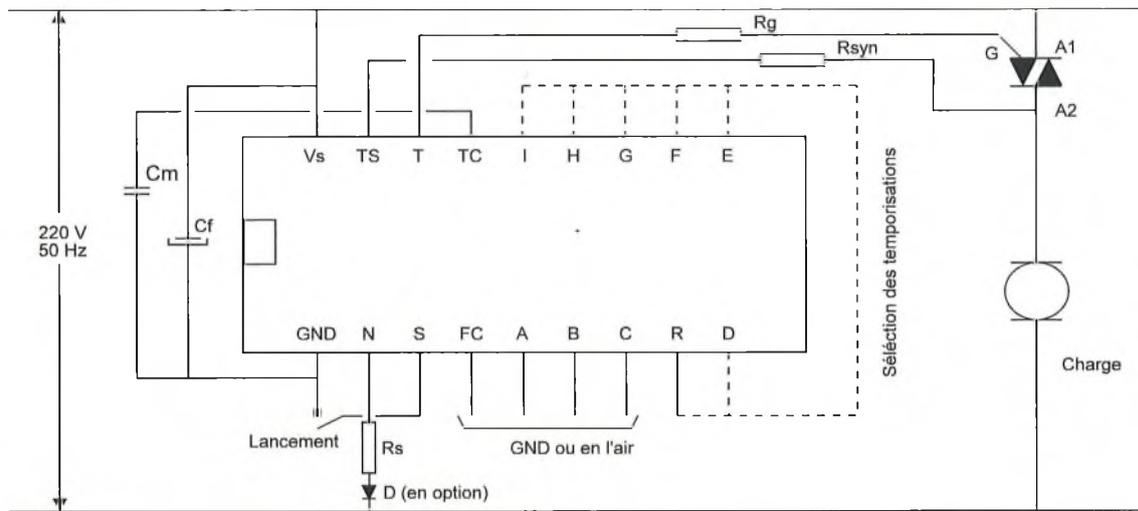
Brochage



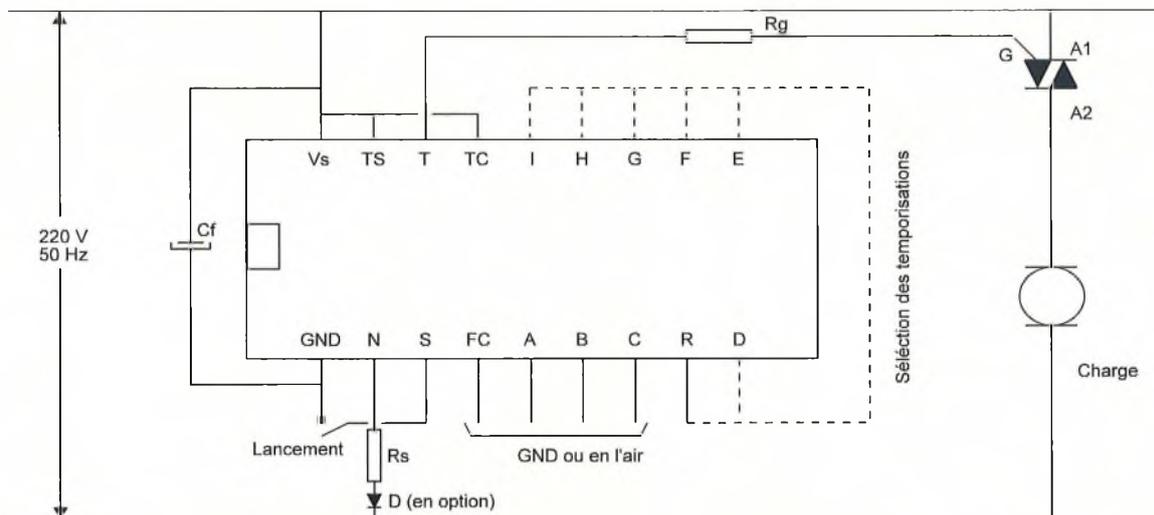
1	GND	ligne de masse
2	N	Horloge + alimentation
3	S	lancement de séquence
4	FC	Mode de fonctionnement
5	A	sélection temps de base
6	B	sélection temps de base
7	C	sélection temps de base
8	R	reset
9	D	multiplicateur x 1
10	E	multiplicateur x 2
11	F	multiplicateur x 4
12	G	multiplicateur x 8
13	H	multiplicateur x 16
14	I	multiplicateur x 32
15	TC	mode de déclenchement de la charge
16	T	commande de la charge
17	TS	prise de synchronisation du déclenchement
18	Vs	alimentation +



Application No 1 : Sur charges résistives

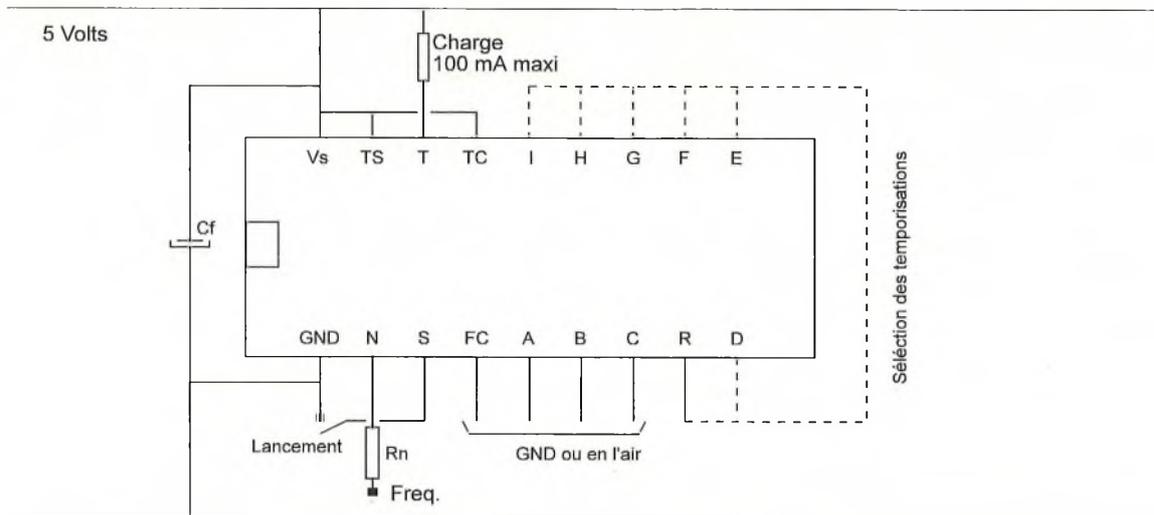


Application No 2 : Sur tous types de charges : inductives, capacitives, résistives

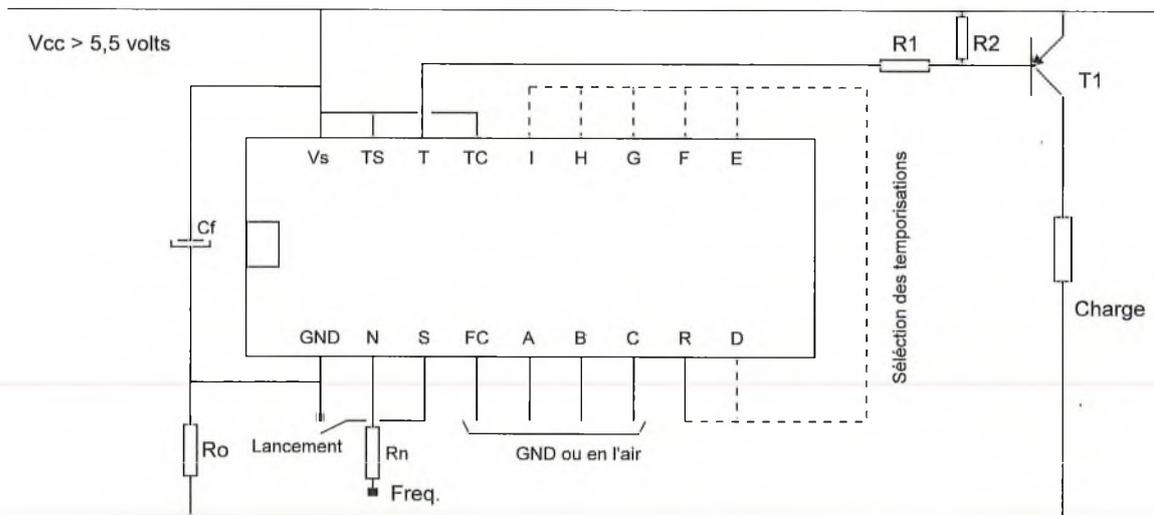


Application No 3 : Sur tous types de charges faible consommation en déclenchement permanent

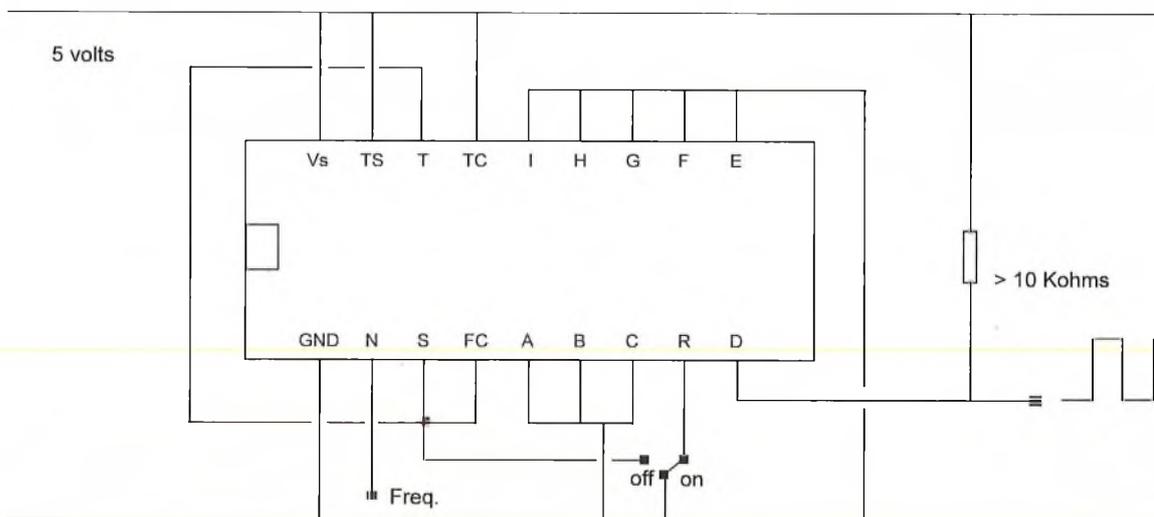




Application No 4 : opération en courant continu 5 volts



Application No 5 : opération en courant continu supérieur à 5,5 volts



Application No 6 : Générateur de signal carré de demi-période de 1 seconde



Formules de calcul des composants périphériques

Les équations suivantes permettent le calcul des éléments en alimentation sinusoïdale 220 V - 50 Hz.

$$T \text{ (longueur du pulse trigger du triac)} = \frac{5 \times \text{courant d'auto-maintien}}{220} \text{ (en mS)}$$

$$R_g = \frac{V_s - V_{tl} - \text{tension d'amorçage}}{\text{courant d'amorçage}}$$

$$R_s = \frac{0.5 \times 220 - V_s}{I_s + \text{courant moyen de commande de triac}}$$

Courant moyen de commande triac = 0.1 x courant d'amorçage x T (en mS)

$$\text{Dissipation sur } R_s \text{ (sans diode)} = \frac{(220)^2}{R_s} \quad \text{Dissipation sur } R_s \text{ (avec diode)} = \frac{0.5 \times (220)^2}{R_s}$$

$$C_f = \frac{20 \times 220}{R_v} \text{ (uF, Kohms, pour } V \text{ résiduel} < 0.5 \text{ Vpp)}$$

$$\text{Sur circuit d'application No 1 : (synchronisation en tension)} \quad R_{syn} = \frac{22 \times T \times 220 - 1.3}{0.025} > \text{voltage crête/4 (Kohms, mS)}$$

Sur circuit d'application No 2 : (synchronisation en courant) $C_m = 16.7 \times T$ (nF, mS)

$$R_{syn} > \frac{\text{tension inverse maximum} - 1.3}{I_{ts \text{ min}}} \text{ (Kohms, V, mA)}$$

$$R_{syn} > \text{Voltage crête} / 4 \text{ (Kohms, V)}$$

$$R_{syn} < \frac{\text{Tension d'amorçage} - 1.3}{I_{ts \text{ max}}} \text{ (Kohms, V, mA)}$$

Sur circuit d'application avec réseau RC : $R_{ss} = 0.2 \times R_s$ et $C_s = 4 / R_s$ (uF, Kohms)

Tableau des principales caractéristiques

Paramètre	Symbole	Mini	Typique	Maxi	Unités	Notes
Tension d'alimentation externe	Vs	-0.3	5	5.5	V	tension continue
Tension d'alimentation interne	Vs	6	7.5	8.2	V	sur secteur
Courant alternatif sur N	In	5		35	mA	RMS
Courant crête en N	In	-200		200	mA	2mS / 100 mS
Tension en A,B,C,FC,N,R,S,TC	Va...	-0.3		Vs+0.3	V	
Tension en D,E,F,G,H,I	Vd...	-0.3		20	V	D...i sur Off
Tension en TS	Vts	Vs-0.7		Vs+0.7	V	
Courant en D,E,F,G,H,I	Id...			0,5	mA	D...i sur ON
Courant en S	Iis	-2		2	mA	
Courant continu en T	It			100	mA	
Courant crête en T	Itc			150	mA	1mS / 10 mS
Température de fonctionnement	Tf	-25		85	°C	
Température de stockage	Tstg	-55		125	°C	
Courant d'alimentation	Iis		1.6	2.5	mA	
Tension de seuil A,B,C,S,FC,R		1.0	1.8	2.4	V	
Tension de seuil état haut en N			1.8	2.4	V	
Tension de seuil état bas en N		0.8	1.2		V	
Hystérésis en N		0.4	0.6	0.9	V	
Tension de seuil sur TC	Vtc1	0.8	1.4	2.2	V	charge capacitive
Tension de seuil sur TC	Vtc2	2.5	3.3	4.0	V	
Tension de seuil sur TS	Vts		Vs+/- 1.3		V	
Courant moyen sur A ... R			20	40	uA	
Tension sur T			0.7	1.1	V	pour It = 1 à 10 mA
Tension sur T			1	1.5	V	pour It = 100 mA





L'oscilloscope 2 x 20 MHz DF4312

Nous vous avons présenté, il y a quelques numéros de cela, le banc d'essai d'un oscilloscope mono-trace 10 MHz. C'est cette fois à un matériel relativement différent que nous allons nous intéresser dans ce nouveau banc d'essai, puisqu'il s'agit d'un oscilloscope double trace, dont la bande passante s'étend de 0 à 20 MHz.

Si l'électronique fait de vous une passion (voire un futur emploi) qui se précise de plus en plus, ou si tout simplement votre hobby préféré justifie l'emploi d'un appareil plus élaboré, il sera l'instrument de travail performant pour toutes vos mises au point et travaux sur des maquettes électroniques.

Il s'adresse aussi à ceux qui ont déjà fait de l'électronique leur profession puisqu'il permet, pour un coût modéré (moins de 2000 Frs ttc), de disposer d'un appareil de mesure bien développé pour la consultation de signaux vidéo, entre autres, grâce à une incorporation des filtres pour l'analyse à la fréquence trame et à la fréquence ligne.



Une façade dépouillée

C'est bien la première impression que l'on peut ressentir lorsque l'on déballe cet appareil. Ici, il n'est nullement question de fioritures ou gadgets inutiles.

Pourtant, tous ceux qui ont l'habitude d'utiliser un oscilloscope bi-courbe s'apercevront vite que toutes les commandes utiles à l'utilisation courante d'un tel appareil sont présentes à l'appel.

Par contre, sur cette façade, prédomine un élément qui ne manquera pas de séduire: c'est le tube de visualisation, d'un format identique à ceux des oscilloscopes de haut de gamme.

Ses dimensions de 105 x 85 mm, qui autoriseront un affichage aéré, le fait qu'il s'agisse d'un écran plat et que la gravure du réticule soit directement sur la face interne du tube, sont aussi des critères qui permettent de faire le moins d'erreurs possible sur les mesures (erreurs de parallaxe notamment).

Comme pour les plus grands encore, un pointillé gradué à 10 % et 90 % facilite la mesure des temps de montée et de descente des signaux rapides.

Les commandes

Même si le nombre des commandes paraît limité, celles-ci sont disposées d'une façon traditionnelle, qui ne devrait pas dérouter ceux qui ont l'habitude d'utiliser plusieurs appareils de marques différentes.

Sous le tube on retrouve le classique interrupteur marche/arrêt et son témoin à LED, les boutons de luminosité et de focalisation ainsi qu'une commande de rotation de la trace (potentiomètre) permettant d'aligner exactement celle-ci sur les gravures du réticule.

Entrées Y

Tout le reste de la façade est occupé par les commandes des deux canaux Y (en bas) et celles de la base de temps pour la partie supérieure.

Cette façade munie d'une sérigraphie en Anglais rappelle que le canal Y2 est aussi l'entrée X en mode X-Y (figures de lissajous).

Chaque canal Y possède sa commande de position, sa prise BNC d'entrée avec une impédance nominal de 1 MOhms et une capacité d'entrée de 22 pF. La sérigraphie signale également à côté de ces BNC que la tension maximum admissible maximum est de 600 volts crête-crête, ce qui est plutôt au dessus de la moyenne habituelle (400 volts).

Les commandes de calibre s'étendent de 20 volts par division à 5 mV en progression 1-2-5 soit 12 calibres au total. Au centre de ce réglage, un ajustement progressif permet de réduire encore la sensibilité d'entrée dans un rapport de 3, portant par exemple le premier calibre à 60 volts par carreau avec une sonde par 1. Pas de "déclat" en butée de réglage pour bien différencier la position "calibrée" et le serrage par vis de ces boutons centraux n'est pas un exemple du genre: heureusement que la position "non calibrée" des entrées n'est que très rarement utilisée car ce réglage deviendrait vite énervant. La même remarque s'applique au réglage fin de la base de temps, qui possède un bouton du même type.

Pour continuer avec le canal Y2, celui-ci possède en plus la possibilité d'inverser la trace, en tirant sur le bouton de position. Sachant que la somme des canaux Y1 et Y2 est réalisable, cela permet de voir rapidement la fidélité d'un étage suiveur par exemple ou de quantifier son déphasage.

C'est une clef de mode, située entre les deux canaux Y qui sélectionne cette fonction. Elle permet en fait le choix entre le canal Y1 seul, Y2 seul, le mode bi-courbe et le mode addition Y1 + Y2.

La partie entrée Y se termine avec une prise banane de masse permettant par exemple de connecter un contrôleur pour des mesures en masse commune.



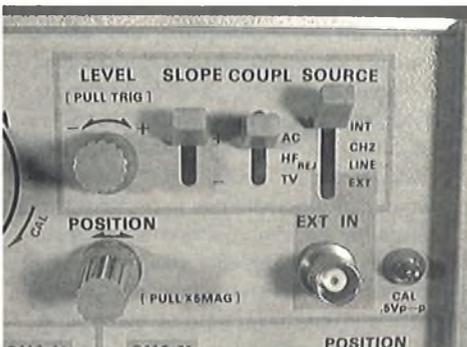
Base de temps

Côté base de temps, l'utilisateur dispose au total de 20 calibres s'étalant de 0,5 secondes à 200 nanosecondes par carreau, plus un dernier calibre qui permet de passer en mode X-Y.



On remarquera, au vu de ce commutateur, que le dénuement de la façade s'explique en partie par ce commutateur. En effet, il existe souvent un inverseur permettant de choisir entre la synchronisation trame ou ligne en mode TV, qui est ici réalisée automatiquement par le passage du calibre 0,1 mS à 50 uS de la base de temps.

De même, à droite de cette commande, le mode synchronisation automatique ou manuelle (par réglage du seuil) est obtenu à l'aide d'un seul bouton (potentiomètre à tirette). Pareil enfin pour la position horizontale de la trace qui, lorsque le bouton est tiré, crée une magnification x 5.



Trois clefs ensuite permettent la sélection du sens de synchronisation, du type de signal à extraire pour cette synchronisation (alternatif, rejet HF et mode TV) puis la source de synchronisation (interne, canal Y2, secteur ou externe).

Enfin, l'entrée BNC pour la synchronisation externe et un calibrateur de sonde discret, fournissant un signal carré de 1 kHz et une amplitude de 0,5 V crête terminent cette partie base de temps.

Comme on peut le constater finalement, tout y est, grâce notamment à l'utilisation de commandes jumelées et à l'utilisation d'automatismes dans les commutations.

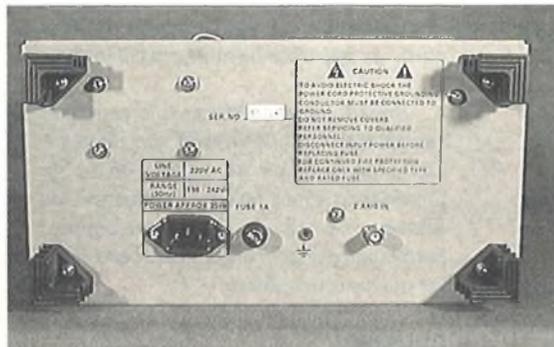
Présentation

Les dimensions du coffret, liées à la taille du tube, feront que cet appareil devra occuper une place de choix dans votre atelier. Les goûts et les couleurs ne se discutent pas, nous passerons sous silence la teinte utilisée pour la tôle de ce coffret.

Tous les matériaux utilisés sont de bonne qualité et ne devraient pas surprendre l'acquéreur par une fragilité imprévue. Des joues en plastique souple viennent étayer les deux côtés de la façade, ainsi que deux renforts en aluminium pour les côtés supérieurs et inférieurs. Tous ces éléments sont fixés à la structure interne du châssis, donnant une bonne rigidité à l'ensemble en même temps qu'une protection des éléments de cette façade.

Une béquille métallique, fixée par les pieds avants en plastique, permet de donner un angle d'utilisation agréable à l'appareil, toutefois méfiez-vous de cette accessoire qui semble avoir tendance à se replier d'une façon intempestive. Sur les deux appareils que nous avons eus en main, il a fallu extraire cette béquille (ce qui est facile) et la recambrier pour qu'elle épouse les crans de blocage d'une façon plus efficace.

L'une des faces latérales est équipée d'une poignée de transport, contrebalancée sur l'autre face par quatre pieds miniatures permettant le rangement vertical.



La face arrière fournit une entrée de modulation de la cathode du tube cathodique, qui permet une modulation de l'intensité du spot lorsque l'on applique une tension en lancée négative (entrée Z). La tension maximale sur cette entrée est de 30 volts crête-crête (continu + alternatif).

Le reste de cette façade fournit les instructions d'usage, tension secteur (198 à 242 Volts), puissance consommée (30 Watts) ainsi que les inévitables accessoires liés au secteur (fusible et messages d'avertissement). Cette façade est aussi équipée de pieds permettant d'enrouler et de bloquer le câble secteur (cordon US donc amovible du reste).

Une prise banane de terre permet de relier ensemble les masses d'autres appareils de mesure. A noter que le coffret et donc les masses des prises BNC d'entrée sont reliées à la terre, attention donc pour les mesures directes sur le secteur ou sur des parties primaires d'alimentation à découpage.

Accessoires

Un coup d'oeil pour chercher ce qui reste dans le carton permet quelques trouvailles, telles que deux sondes BNC se terminant par des pinces crocodile et un cordon BNC-BNC pouvant être utilisé pour l'entrée Z ou la synchronisation externe.

Deux fusibles de rechange pour le secteur et une notice (en Anglais) terminent les investigations.

Cette notice d'utilisation, d'une quinzaine de pages, n'apportera pas grand chose à tous ceux qui ont l'habitude d'utiliser un oscilloscope. Il est vrai que les commandes sont classiques et que les termes Anglais de la façade font partie de 90 % des oscilloscopes du marché.

Côté caractéristiques, la précision annoncée sur les calibres des voies Y est de 5 %, la même que pour ceux de la base de temps horizontale. On y apprend aussi que la sensibilité du déclenchement de la synchronisation est de 1 division en mode synchro interne (utilisation par récupération du signal après l'amplification d'entrée) et de 1 volt crête-crête sur une synchronisation externe.

Le temps de montée global en Y est indiqué pour 17,5 nS et le point de coupure à -3dB en entrée alternatif de 10 Hz. Dans l'ensemble, toutes ces valeurs sont standards et tout à fait acceptables pour un appareil de ce type.

Cette notice fournit également le schéma par sous-ensembles des différentes platines qui équipent cet appareil, ainsi que des caractéristiques techniques propres au fonctionnement interne.

La post accélération est ainsi donnée pour environ 2 kVolts, ainsi que la structure du circuit utilisé pour la synchronisation sur des signaux vidéo, qui permet un accrochage facile aussi bien en ligne qu'en trame par un nettoyage efficace des fréquences inutiles. La valeur de post accélération nous laisse craindre un peu pour la luminosité sur des événements rapides, surtout par rapport à la taille du tube employé. Nous verrons cela lors de l'utilisation.



Comme devrait le faire tout bon utilisateur, après avoir lu la notice, on peut mettre sous tension.

Utilisation

Toutes les clefs en position haute dit la notice, les réglages par potentiomètres à mi-course et les entrées Y sur GND. Voilà un moyen infailible de trouver la (les) trace au démarrage. De fait, ça marche !

Une période de chauffe de 5 minutes est en principe nécessaire à tout appareil de ce genre pour afficher ses caractéristiques et calibrages typiques, que nous nous empresserons de vérifier dès que nous aurons terminé de manipuler quelques boutons.

La lumière d'abord qui aurait pu nous créer quelques inquiétudes, se révèle suffisante même sur les calibres de base de temps les plus élevés. Ce n'est toutefois pas un écran que l'on pourra utiliser en plein soleil pour autant.

Côté finesse de la trace, c'est la surprise. La qualité de focalisation surprend surtout avec une valeur aussi faible d'accélération et le réglage s'avère souple.

Pour terminer avec tous les réglages qui soulignent l'écran, un petit tournevis glissé dans le réglage de rotation montre une plage de réglage apte à vous donner le mal de mer: la trace s'incline d'au moins quinze degrés de part et d'autre de l'horizontale sans se déformer...

Juste le temps de connecter une sonde et notre oscillo ne va pas tarder à recevoir son premier signal carré.

La vérification des réglages de la base de temps et des amplificateurs Y à l'aide d'un calibrateur d'oscilloscope, donnés pour une tolérance de 5 %, se révèle posséder une tolérance de loin meilleure. Dans l'ensemble, les écarts maximum relevés ne dépassent pas 2 % sur les différents calibres: bon point.

Dans les visualisations de signaux carrés proches de la fréquence maximale de l'oscilloscope (20 MHz) il faudra toutefois se méfier de la déformation des montées et descentes qui sont dues aux temps d'établissement des amplificateurs.

Surprise aussi sur les signaux carrés de très faible amplitude (inférieurs à 5 mV) où cet engin a révélé une synchronisation meilleure que notre oscilloscope d'atelier de 2 x 100 MHz... Une trace parfaitement stable

étant toujours disponible pour une amplitude de 2 mVolts crête-crête (écoeurant non?).

Ces faibles valeurs d'amplitude ont permis aussi de vérifier que les étages d'entrée ne gênaient que très peu de souffle propre, ce qui est très certainement lié à la qualité de synchronisation pour laquelle l'extraction du signal utile est plus facile.

Evidemment, ces tests ne peuvent être faits qu'avec une liaison BNC/BNC de qualité, tout bruit extérieur devant être rejeté systématiquement.

Côté signaux TV, rien à dire non plus sur la synchronisation et la commutation automatique entre fréquence ligne et trame par le commutateur de base de temps qui se révèle bien pratique.

Plus problématique, la mesure du temps de montée d'un signal carré reste presque du domaine de l'impossible, même pour des fréquences d'entrée faibles et en mode manuel.

De toute évidence, cet oscilloscope souffre de l'absence d'une ligne à retard qui permettrait de différer l'affichage de la trace par rapport au déclenchement de la base de temps. Cette impossibilité est d'autant plus regrettable que la dalle du tube est graduée pour obtenir ce genre de valeur facilement (graduations à 0, 10, 90 et 100%).

Les seules solutions pour obtenir ce genre d'information consistent donc à utiliser le mode de magnification x 5, en ayant plus d'une demi-alternance visible au départ à l'écran, ou de posséder un signal synchrone à celui que l'on veut analyser et décalé en avant dans le temps: pas toujours évident.

Il faut se méfier aussi des boutons de réglages fins (dénoncés plus haut) qui pourraient quitter sournoisement leur position calibrée lorsque l'on tourne le bouton concentrique principal.

Conception et structure interne

Après un peu plus d'une dizaine de vis ôtées, c'est à l'intérieur de l'engin de nous révéler ses secrets.

Les dimensions prédominantes qu'impose le tube cathodique au coffret laissent de la place aux platines qui trouvent une implantation aérée.

Celles-ci sont fixées sur une structure métallique qui rigidifie l'ensemble de l'appareil et le démontage est éventuellement

facile. Toutes les liaisons entre cartes sont réalisées à l'aide de mini connecteurs que l'on peut voir fréquemment dans tous les appareils d'origine japonaise (connecteurs miniatures style magnétoscope, TV, etc...).

Ce démontage éventuel en vue d'un dépannage ne sera d'ailleurs pratiquement jamais nécessaire puisque l'espacement entre ces différentes cartes est amplement suffisant pour y accéder.

Tous les circuits intégrés sont montés sur supports et sont des composants classiques.

LM3086 (réseau de transistor, en amplification d'entrée Y), divers circuits TTL et MOS représentent les CI de la carte d'amplification.

En base de temps, un LM733 (ampli vidéo différentiel) et d'autres classiques MOS et TTL réalisent les fonctions principales.

Enfin en alimentation, c'est le royaume des régulateurs intégrés en TO 220 qui se révèle. Cette alimentation regroupe toutes les basses tensions ainsi qu'une alimentation à découpage pour créer les 2 kilovolts de post accélération.

L'absence de circuits intégrés spécifiques et introuvables est donc un point positif pour le long terme. Côté transistors, ce sont principalement des modèles japonais qui occupent le devant de la scène. Du 2 SA xxx au 2 SK yyy, tous ces transistors sont aussi des bestioles connues et ne posant pas de problèmes au niveau équivalences.

Logiquement, l'alimentation est placée sous le tube cathodique, à gauche de l'appareil. Le transformateur d'alimentation, blindé par un cerclage de cuivre, se retrouve fixé sur la façade arrière pour éviter tout rayonnement excessif.

La partie droite de l'appareil reçoit en haut une carte pour gérer tout ce qui concerne la base de temps (fixée tête en bas) et, en vis à vis, les étages d'entrée Y se retrouvent sur une carte distincte.

Ces deux cartes sont isolées du tube et de la partie alimentation par des blindages en cuivre. Des blindages aussi sont présents entre les deux entrées Y de la carte amplification.

A noter que nous n'avons relevé, au cours des essais, aucune interaction entre les traces Y1 et Y2 lors de la manoeuvre des réglages de position, ce qui est à souligner car relativement rare.

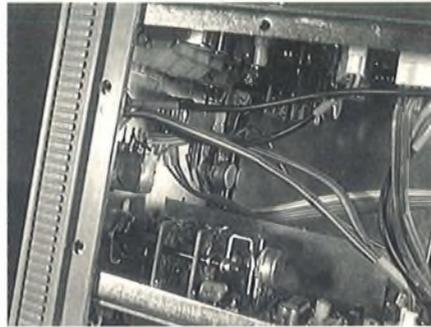
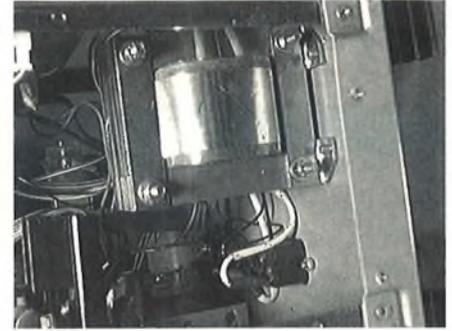
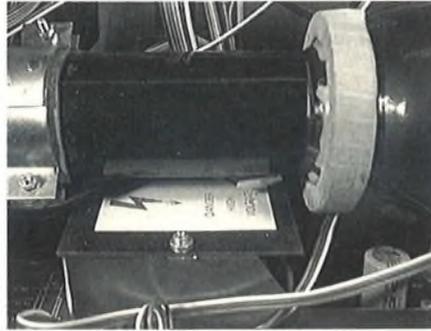


Le tube est emboîté à l'avant dans des cornières plastiques de la façade, l'immobilisation définitive étant obtenue par une bride solidaire de la façade arrière. Un bloc de caoutchouc empêche le support de ce tube de se désolidariser en cas de choc important sur l'appareil.

L'ensemble du col de ce tube est recouvert d'un blindage style mu-métal qui augmente encore l'isolation aux rayonnements magnétiques externes sur sa partie sensible. Juste avant l'évasement du tube se trouve le tore qui permet le réglage électromagnétique de la rotation de trace. (vu la taille et le schéma de la commande en courant, on comprend que ce réglage soit efficace..).

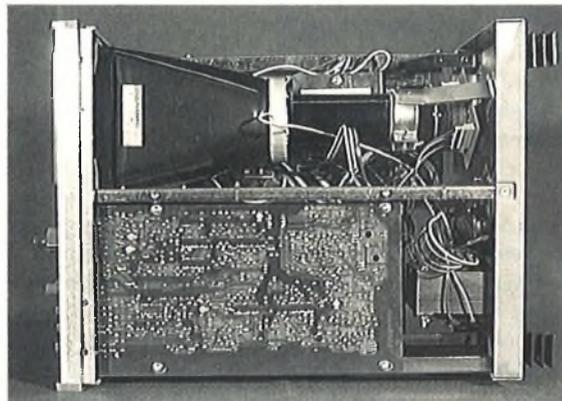
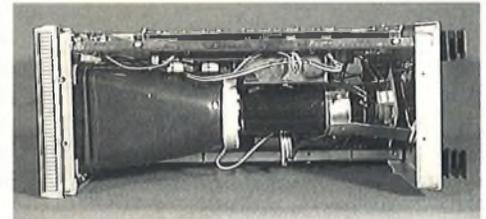
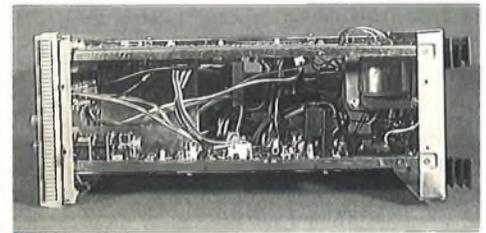
Enfin, même une recherche approfondie n'a pas permis de découvrir une quelconque ligne à retard permettant de dissocier l'affichage du déclenchement de la base de temps. Confirmation donc de nos constatations lors des essais.

Les photographies de cette page montrent ces différents aspects de la composition intérieure de cet oscilloscope.



Gros plans sur l'alimentation à découpage, sous le tube, protégée par un blindage servant simultanément de refroidisseur. Ci-dessus, le transformateur d'alimentation cerclé de cuivre pour éviter le rayonnement. Ci-contre enfin, vue sur les commutateurs soudés directement sur les circuits imprimés, ce qui réduit le câblage au minimum et ne peut être que positif pour le fonctionnement.

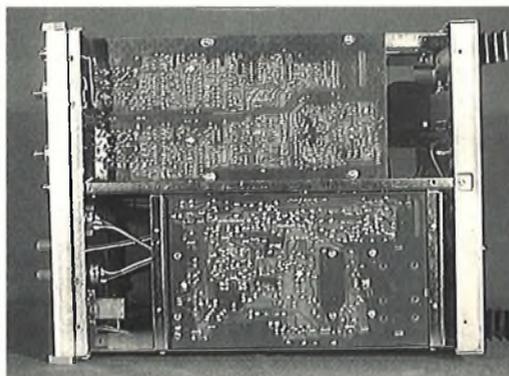
Les photographies ci-contre, à droite, montrent que l'accessibilité aux composants des cartes supérieure et inférieures est tout à fait possible sans démontage. Sur la photographie du haut, on peut voir les quatre refroidisseurs correspondants aux déviations des plaques du tube, ainsi que les liaisons par connecteurs miniatures.



Vue de dessus de l'appareil. On remarquera le transformateur d'alimentation fixé sur la façade arrière ainsi que la bride du tube cathodique. Le circuit imprimé visible ici est celui de la base de temps. Cette implantation des cartes permet d'utiliser des commutateurs directement soudés sur elles, minimisant ainsi le câblage par fils. La bobine de réglage de la rotation de trace sur le tube est parfaitement visible.

La vue de dessous, ci-contre, laisse apparaître la carte alimentation et la carte d'amplification des entrées Y. Les inévitables condensateurs ajustables destinés à pré-régler les compensations sont montés côté cuivre, ce qui leur autorise un accès facile et sans démontage. La même philosophie est adoptée pour les réglages de la base de temps (réglages des calibres les plus rapides).

A l'avant, les potentiomètres de commande de lumière et focus sont bien isolés (point indispensable puisqu'ils travaillent à un potentiel d'environ -2000V par rapport à la masse).



Conclusions

Tout ce qui vient d'être dit souligne que cet appareil est en fait idéal pour le débutant qui désire posséder un double trace pour un prix raisonnable (1990 f TTC).

Il possède tous les atouts indispensables et minimum que se doit d'offrir un bi-courbe avec, en prime, un excellent comportement de la synchronisation de la base de temps, aussi bien sur des signaux simples que sur les signaux composites que sont ceux de la télévision (vidéo en général).

Les divers inconvénients signalés appartiennent principalement à la mécanique et peuvent, éventuellement, être résolus facilement par l'utilisateur.

Enfin, l'absence de composants trop spécifiques et la fourniture du schéma sont des arguments sécurisants pour le long terme.



Un capacimètre simple

Les condensateurs sont, avec les résistances, les composants passifs qui définissent toutes les propriétés d'un montage. Il n'est donc pas surprenant de les trouver à tour de bras sur toutes les réalisations.

Malgré cette utilisation intensive, ces composants sont entachés de graves défauts qui viennent modifier leurs comportements. Ces principaux défauts sont essentiellement le manque de précision (une tolérance de 80% n'est pas rare) et une sensibilité accrue aux phénomènes de variations de température.

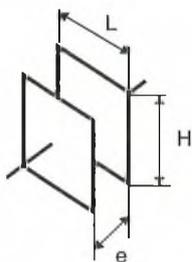
Si l'ohmmètre est un appareil de mesure présent sur tous les contrôleurs universels, le capacimètre est d'une présence beaucoup plus timide. Or son emploi est tout aussi fréquent que son homologue pour les résistances.

Le montage qui va être décrit dans ces lignes va venir combler cette lacune. Ses possibilités de mesures vont de la détermination d'un condensateur d'une dizaine de picofarads jusqu'à une capacité de 200 microfarads grâce à quatre calibres. L'affichage du résultat s'effectue sur n'importe quel voltmètre en utilisant le calibre 2V.

Structure d'un condensateur

Pour pouvoir comprendre le comportement d'un condensateur et la cause de ses défauts, il importe de voir de plus près sa structure.

Un condensateur de base est constitué par deux plaques métalliques placées l'une en face de l'autre et séparées par un isolant.



Le principe de fonctionnement du condensateur est basé sur les lois de l'électrostatique. Si des charges positives viennent s'accumuler sur l'une des plaques, elles auront tendance à attirer les charges négatives sur l'autre plaque et à y repousser les charges positives qui s'y trouvaient.

Cette attraction est proportionnelle à la surface des plaques en vis à vis et inversement proportionnelle à la distance qui les sépare.

La capacité d'un condensateur est donnée par la relation

$$C = k \times \epsilon \times H \times L / e$$

Dans cette formule nous y retrouvons les notions de surface par le produit $H \times L$ et la notion d'écartement par e . Ces valeurs s'expriment en mètre. La valeur k est une constante pour un condensateur donné qui est fonction de la charge de l'électron (normal puisqu'il s'agit d'électrostatique); $k = 8,85 \times 10^{-12}$. La valeur ϵ représente le rôle joué par la nature de l'isolant qui sépare les deux plaques. Dans le cas du vide, ϵ vaut 1. Il est fréquent de prendre la même valeur pour l'air (la valeur exacte est 1,00576).

L'unité employée pour les condensateurs est le Farad (F). Un condensateur possède une capacité de 1 Farad s'il est capable d'emmagasiner une quantité d'électricité de 1 Coulomb sous une tension de 1 Volt: ($C = Q / V$).

Avec cette quantité d'électricité apparaissent deux nouvelles notions qui sont le courant et le temps puisque l'autre unité du Coulomb est l'Ampère Seconde (As): ($Q = I \times T$).

De ces deux définitions nous obtenons la relation fondamentale qui gère le fonctionnement des condensateurs:

$$C \times V = I \times T$$

dans laquelle C représente la valeur du condensateur, V la tension à ses bornes, I le courant qui a circulé et T le temps pendant lequel le courant a circulé.

L'énergie emmagasinée par un condensateur chargé sous une tension V est donnée par la relation:

$$W = C V^2 / 2$$

Le condensateur est donc un réservoir d'énergie qu'il est capable de restituer quand le besoin s'en fait sentir.

Les grandes familles de condensateurs

Nous avons vu précédemment que la valeur d'un condensateur était fonction de la surface de ses plaques, de l'écartement qui existait entre elles et de la nature de l'isolant qui les séparait.

Pour augmenter la valeur d'une capacité, la première idée qui vient à l'esprit est d'augmenter la surface des plaques et de réduire l'écartement entre celles-ci.

En partant de la formule initiale, pour créer un condensateur de 1 Farad dont l'isolant serait l'air et dont l'écartement serait de 1 mm, les plaques devraient posséder une dimension de l'ordre de 10 km de coté. Il va de soi qu'il est difficile d'imaginer un tel composant. Le Farad est donc une unité



énorme. C'est donc des sous-multiples de cette unité qui sont utilisés.

Les unités employées sont donc le microfarad μF (1 millionième de Farad ou 10^{-6}), le nanofarad nF (1 milliardième de Farad ou 10^{-9}) et le picofarad pF (1 millième de milliardième de Farad ou 10^{-12}).

En reprenant le condensateur à air qui a servi dans la démonstration précédente, un condensateur de 1 μF est obtenu avec des plaques de 10 mètres de côté. Même en ramenant l'écartement entre plaques à un centième de mm, elles auraient encore une taille de 1 m de côté.

Ce n'est donc pas en jouant sur la taille physique des plaques que l'on peut augmenter de manière significative la capacité. C'est sur le dernier élément qui n'a pas encore été traité que peut s'effectuer l'évolution. Il s'agit de l'isolant qui se situe entre les plaques et de son rôle sur le coefficient ϵ .

C'est de la nature de cet isolant, qui est plus couramment appelé diélectrique, que va dépendre la qualité du condensateur. C'est également lui qui va définir la famille du condensateur.

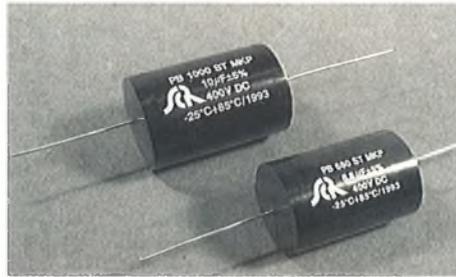
La présence de cet isolant permet de réduire l'écartement qui peut exister entre les plaques. Mais il y a des limites à tout. Le fait de rapprocher les plaques limite la tension qui peut être appliquée entre celles-ci. Si cette valeur est dépassée, il y a apparition d'un arc entre les deux plaques ce qui entraîne une destruction du diélectrique et par la suite une diminution de la tension d'isolement. Il en résulte un effet boule de neige qui peut aller jusqu'à la destruction complète du condensateur (mise en court-circuit des deux plaques).

Les condensateurs à air

Ces condensateurs sont parmi les plus stables qui puissent exister, mais également parmi ceux qui ont la plus faible capacité. Ils ne présentent donc aucun intérêt face à ceux qui vont être présentés par la suite. Cependant, il est un domaine où il n'a pas encore été possible de les remplacer efficacement par d'autres types de condensateurs, il s'agit des condensateurs variables dont la capacité est modifiée en faisant varier la surface de vis à vis entre les plaques. Ils sont utilisés principalement pour régler l'accord dans les postes radio.

Les condensateurs au papier

Ce sont les plus anciens condensateurs qui existent. Ces condensateurs sont constitués de deux couches de papier, d'une feuille d'aluminium, de deux nouvelles



couches de papier puis de la seconde feuille d'aluminium. Le tout est bobiné pour constituer le condensateur final. Il en résulte donc un volume total très important.

Les feuilles de papier qui constituent le diélectrique sont doublées pour supprimer les risques de défauts d'isolement qui ne manqueraient pas de se produire si la feuille était unique (épaisseur non constante et présence de trous).

Le fait que toutes les feuilles sont bobinées ne manque d'ajouter un caractère selfique à ce type de composant.

Le papier est imprégné à la cire dans le cas des condensateurs grand public ou à l'huile minérale dans le cas des condensateurs professionnels. Cette imprégnation est rendue nécessaire pour que le papier puisse conserver ses propriétés isolantes (le papier est sensible à l'humidité).

L'intérêt de ces condensateurs est de pouvoir supporter des tensions élevées (jusqu'à une vingtaine de kV).

La constante diélectrique ϵ est comprise entre 3,4 et 5,5. Elle est fonction de la qualité du papier, du serrage de l'enroulement et de la nature du produit d'imprégnation. Il en résulte donc une valeur de capacité qui reste faible.

La tolérance standard est de $\pm 20\%$. Elle peut descendre jusqu'à $\pm 5\%$ pour les gros condensateurs.

Les condensateurs au papier métallisé

Afin de lutter contre le volume prohibitif des condensateurs au papier, la feuille d'aluminium est supprimée et remplacée par une fine couche de métallisation déposée sur la feuille de papier.

L'avantage principal de cette technique est de présenter une épaisseur de surface conductrice ridicule. Si pour une raison ou pour une autre, le diélectrique venait à se perforer (dépassement de la tension limite par exemple), l'arc qui se produirait entre les deux couches conductrices vaporiserait la zone métallisée. La zone altérée deviendrait alors à nouveau isolante par absence de point conducteur. Cette propriété rend donc

inutile la présence de la seconde feuille de papier. Le volume est par conséquent beaucoup plus faible. Ces condensateurs possèdent donc une propriété d'autocicatrisation ou d'autorégénération en cas de court-circuit interne.

Le fait que l'épaisseur de la couche conductrice soit négligeable, devant l'épaisseur du papier, supprime tous les effets selfiques.

Le papier est également imprégné pour les mêmes raisons que précédemment. Les deux feuilles conductrices sont là aussi bobinées.

La constante diélectrique est comprise entre 3,5 (feuille d'ethylcellulose) et 4 (feuille d'acétobutyrate de cellulose).

La tolérance est de $\pm 20\%$. La tension d'isolement varie de 250 à 1000V pour les condensateurs grand public.

Les condensateurs à film plastique et film plastique métallisé



La fabrication de ces condensateurs est identique à celle des condensateurs papier. La feuille de papier est remplacée par une feuille de plastique.

Les plastiques utilisés sont de différentes natures. Il en découle donc de nouvelles familles. On distingue les condensateurs au polystyrène ($\epsilon = 2,4$ à $2,6$), les condensateurs au polyester ($\epsilon = 3,25$), les condensateurs au mylar métallisé ou polycarbonate ($\epsilon = 2,8$), les condensateurs au polypropylène métallisé et au polypropylène à armatures ($\epsilon = 2,2$).

L'imprégnation n'est plus indispensable si le diélectrique est suffisamment hydrophobe. La meilleure constance de l'épaisseur de la feuille de diélectrique n'impose plus de devoir la doubler.

Les tolérances varient de $\pm 1\%$ à $\pm 20\%$ en fonction des procédés de fabrication. Les tensions d'isolement varient de 40V à 630V.

Pour les utilisations en basse tension, il remplacent avantageusement les condensateurs au papier.



Les condensateurs ajustables et variables qui sont produits aujourd'hui utilisent des diélectriques à base de plastique ce qui a permis d'en réduire considérablement la taille.

Les condensateurs au mica

Ce sont des condensateurs précis et stables qui sont utilisés essentiellement en HF. Sa constante diélectrique est comprise entre 6,8 et 7,5.

Le mica à l'état naturel se trouvant sous forme de lamelles, c'est donc un empilement de plusieurs couches de mica métallisé qui va constituer le condensateur. Il en résulte donc une capacité très faible (<100nF).

La stabilité est essentiellement due au fait que le mica présente une très faible dilatation face aux variations de température.

Les condensateurs au verre

Le mica constituant les condensateurs précédents ne provenant que d'un seul endroit du globe (l'Inde), il a fallu trouver un produit de substitution.

En remplaçant les lamelles de mica par des lamelles de verre, il a été possible de recréer le même type de produit. Le domaine d'utilisation est le même et les remarques faites précédemment restent valables.

Les condensateurs céramiques



Les céramiques utilisées dans les condensateurs sont des mélanges complexes de silicate de magnésium (talc), d'alumine, de Corydon, de zircon, de feldspath auxquels on ajoute en fonction du diélectrique désiré du titane, du baryum, du calcium, du magnésium, etc...

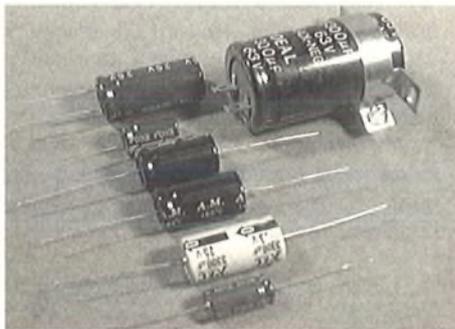
L'ensemble est broyé finement puis calciné pour supprimer tous les corps organiques et oxyder tous les autres constituants. Le tout est à nouveau réduit en poudre avant d'être moulé sous pression élevée (frittage).

Ces condensateurs sont à classer en deux grandes classes qui sont notées classe 1 et classe 2 (la classe 3 est trop spécifique pour être abordée).

Les condensateurs de classe 1 sont des condensateurs précis et stables. Ils sont utilisés en UHF. Leur constante diélectrique est supérieure à 100.

Les condensateurs de classe 2 sont l'inverse de ceux de classe 1. Ils ne sont pas stables en température et leur capacité varie dans le temps. Leur constante diélectrique variant entre 1000 et 10000 permet d'obtenir des condensateurs de valeurs élevées sous un faible encombrement.

Les condensateurs électrolytiques à l'aluminium



Si on plonge deux électrodes d'aluminium dans une solution d'acide borique et que l'on fait circuler un courant continu entre celles-ci, il se produit une électrolyse qui va dégager de l'oxygène sur l'électrode positive.

Ce dégagement d'oxygène va venir oxyder l'électrode positive qui va devenir progressivement de moins en moins conductrice (formation d'alumine: Al_2O_3). Si la tension appliquée entre les deux électrodes est augmentée, un nouveau courant va s'établir jusqu'à sa disparition par l'augmentation de l'épaisseur de la couche d'alumine.

Cette couche d'alumine va donc constituer un diélectrique qui se trouve placé entre l'électrode positive et l'électrolyte. Un condensateur s'est donc formé. Si on inverse le sens du courant, la couche d'alumine initiale va se réduire pour aller se former sur l'autre électrode.

De cette expérience apparaît un nouveau phénomène qui n'existait pas sur les autres condensateurs. Un condensateur électrolytique est un condensateur polarisé qui possède donc une électrode positive et une électrode négative. L'inversion de polarité provoque la destruction pure et simple de ce celui-ci.

Quand le condensateur est placé dans son boîtier, l'inversion de polarité provoque une nouvelle électrolyse qui s'accompagne d'un dégagement gazeux. Si la durée de cette inversion est prolongée, la pression à l'intérieur du boîtier devient supérieure à

celle qu'il peut supporter et ce dernier explose littéralement. Cette explosion s'accompagne naturellement de projection d'acide bouillonnant (car l'électrolyse provoque naturellement une élévation de la température interne du condensateur).

Le même risque est obtenu si la tension de service est dépassée (Reprise de l'électrolyse de formation du diélectrique).

L'utilisation de ce type de condensateur est donc dangereuse s'il est utilisé dans de mauvaises conditions. Sur les condensateurs de fortes valeurs, une capsule de sécurité est ajoutée afin de provoquer l'ouverture du boîtier en cas d'incident (disparition du risque d'explosion et de celui de projection d'acide). Cela n'empêche pas cependant que l'acide se répande sur le montage.

De par son principe d'élaboration, la résistance d'isolation du diélectrique est mauvaise et ce type de condensateur présente une résistance de fuite non négligeable.

Cette résistance parasite interdit totalement l'utilisation de ce type de condensateur pour les applications haute fréquence. De même, le fait qu'il soit bobiné lui apporte un caractère selfique non négligeable.

Sa constante diélectrique varie entre 8,4 et 9.

Par contre, les fortes capacités qui peuvent être obtenues les rendent parfaits pour les utiliser comme réservoirs d'énergie dans la conception des alimentations.

Des valeurs variant entre 1 μ F et 200mF sont fréquentes pour ce type de composant. Le volume est alors fonction de la tension de service retenue.

Ces condensateurs sont caractérisés par une durée de vie qui est limitée. La principale défaillance est liée en grande partie à l'évaporation de l'électrolyte liquide qui se trouve à l'intérieur du condensateur.

Pour réduire ce phénomène de vieillissement prématuré, l'électrolyte liquide a été remplacé par un électrolyte solide à base de dioxyde de manganèse (électrolyte des piles Zinc Carbone).

Grâce à son pouvoir absorbant élevé, cet électrolyte permet au condensateur de pouvoir supporter des tensions inverses continues allant jusqu'à 0,3 fois la tension de service, une tension alternative à 50 ou 100 Hz sans tension continue de 0,8 fois la tension de service et des surtensions allant



jusqu'à 1,15 fois la tension de service et cela sans aucun dommage pour le condensateur.

Les condensateurs électrolytiques au tantale



Dernière grande famille de condensateurs, les condensateurs au tantale.

Ces condensateurs sont caractérisés par une constante de diélectrique de 26. Tout comme les condensateurs à l'aluminium, ils sont polarisés.

L'anode est constituée par une pastille de poudre de tantale pressée et frittée. La pastille étant poreuse, on obtient une surface active de 1m^2 par cm^3 de volume. Cette caractéristique permet donc d'obtenir des condensateurs de très fortes valeurs sous un volume très réduit.

L'électrolyte est obtenue avec de l'acide sulfurique à 40°B (celui d'une batterie est à 29°B) ou du chlorure de lithium qui présentent une très faible résistance. Il est gélifié par de la silice colloïdale.

La cathode est constituée par un boîtier en argent qui assure un très bon contact avec l'électrolyte et qui surtout n'est pas attaqué par lui.

Il existe également des condensateurs à électrolyte solide à base de dioxyde de manganèse. L'anode est alors constituée d'oxyde de tantale (Ta_2O_5). L'ensemble constitue l'équivalent d'une jonction PN.

Si les condensateurs à l'aluminium étaient déjà explosifs, les condensateurs au tantale sont carrément détonnant en cas d'inversion de polarité prolongée.

Le caractère oxydant des électrolytes permet de créer naturellement le phénomène d'autocicatrisation. Les condensateurs au tantale ont alors un courant de fuite considérablement réduit.

De plus les condensateurs à électrolyte solide ne renferment que des matériaux solides, stables et non volatiles. Ils ont donc une durée de vie illimitée en stockage (contre dix ans pour un condensateur au tantale à électrolyte liquide).

Comportement du condensateur face aux variations de tensions

Jusqu'à présent nous avons considéré le condensateur comme élément d'accumulation de charge. Le fait d'appliquer une tension à ses bornes provoquait un afflux de charges positives et de charges négatives sur ses plaques.

Les condensateurs de filtrage

Si, pour une raison ou pour une autre, l'alimentation venait à faillir, la charge accumulée dans le condensateur est disponible pour combler cette lacune momentanée et éviter ainsi que la tension d'alimentation ne s'effondre. Dès que l'alimentation a retrouvé son tonus (parce que moins sollicitée), elle vient rembourser la charge que le condensateur a déboursé.

L'exemple classique d'utilisation de cette fonction est obtenu par le condensateur qui se trouve placé derrière le pont de diode sur une alimentation secteur. La tension redressée (simple ou double alternance) repasse régulièrement par zéro et est de ce fait inutilisable pour alimenter correctement un montage.

Le condensateur qui se trouve placé derrière va servir de tampon pour alimenter le montage quand la tension secteur va effectuer son changement d'alternance.

L'énergie perdue sera aussitôt restituée dès que la tension au secondaire du transformateur redeviendra supérieure à celle atteinte par le condensateur. Le condensateur est rechargé à la tension crête de la tension du secondaire.

Il en résulte donc une ondulation qui est d'autant plus importante que le courant consommé par le montage est élevé. Cette consommation est naturellement fonction de l'impédance d'entrée du montage.

L'ensemble condensateur - montage constitue donc un filtre RC passe bas vis à vis de la tension issue du pont de diode. Il n'est donc pas surprenant que ce condensateur soit appelé condensateur de filtrage. Avec un secteur à 50Hz, il est classique de prendre une valeur de base de $1500\mu\text{F/A}$ pour obtenir une ondulation raisonnable.

Ce condensateur délivre à la fois une tension et un courant. La puissance qu'il est capable de fournir est uniquement fonction de la charge qu'il est capable d'emmagasiner lors la phase active de la tension secteur.

Les condensateurs de découplage

Le phénomène lié à l'utilisation des condensateurs de découplage peut s'apparenter au phénomène qui accompagne le condensateur de filtrage.

Le but n'est plus de pallier à une disparition attendue de la tension d'alimentation mais à une disparition très brève et totalement inattendue.

Son utilisation est fréquente sur les montages logiques. Les fronts de commutation des portes logiques s'accompagnent par des appels de courant importants.

Les pistes du circuit imprimé, ayant un caractère résistif mais surtout selfique, font que l'alimentation qui arrive sur la patte d'alimentation de la porte s'effondre au moment de l'appel. Cela s'accompagne alors d'un fonctionnement désordonné de l'ensemble de la porte (risque de réinitialisation, de basculement aléatoire, etc...).

Le condensateur de découplage, de par sa proximité des broches d'alimentation, vient supprimer l'effet des pistes et laisse ainsi à la porte un fonctionnement normal. Il fournit donc un courant, la tension est maintenue par l'alimentation qui n'a plus besoin de débiter.

Les condensateurs de liaison

Leur rôle est totalement différent.

Sur un condensateur chargé à une tension donnée, le courant qui le traverse est nul; normal puisque les deux plaques sont isolées et qu'aucun courant ne peut passer au travers du diélectrique.

Or si une charge positive supplémentaire arrive à atteindre la plaque positive, cela s'accompagne par l'arrivée d'une charge négative supplémentaire sur la plaque négative.

Dans la pratique l'arrivée d'une charge négative se traduit par le départ d'une charge positive.

En résumé, l'entrée d'une charge positive sur une des bornes du condensateur s'accompagne par la sortie d'une charge positive sur l'autre borne. Comme le courant n'est jamais qu'un déplacement de charges positives, le condensateur n'est pas un obstacle pour qu'un courant variable le traverse.

Bien qu'aucune charge ne traverse physiquement le diélectrique, tout se passe,



vu de l'extérieur, comme s'il n'était pas présent.

Pour qu'il y ait variation de charge, il faut qu'il y ait variation de tension à ses bornes.

Réciproquement, pour qu'il y ait variation de tension, il faut qu'il y ait variation de charge (c'est cette deuxième constatation qui est mise à profit sur un condensateur de liaison).

Pour qu'une nouvelle charge positive puisse arriver à pénétrer dans la plaque positive, il faut qu'elle arrive à vaincre la force de répulsion exercée par toutes les autres charges déjà accumulées dans la plaque. Cette force de répulsion va donc constituer un frein à la circulation du courant au travers du condensateur.

L'action de ce frein sera d'autant plus faible que la variation de la tension de commande sera rapide (les charges arrivant en plus grand nombre).

Pour une variation de tension donnée, le condensateur présente donc une impédance qui va varier en fonction des charges déjà absorbées. Il est donc difficile de calculer l'impédance d'un condensateur (qui est nulle quand celui-ci est totalement déchargé et infinie quand celui-ci est totalement chargé).

Cependant, il est un cas de variation où cette impédance est constante. C'est le cas où le condensateur est soumis à une tension sinusoïdale (ou alternative). Dans ce cas, cette impédance vaut

$$Z = 1 / 2 \pi F C$$

où F représente la fréquence du signal qui est appliquée sur le condensateur.

Cette impédance sera d'autant plus faible que la fréquence du signal sera élevée. Elle entre naturellement en conflit avec toutes les autres impédances que peuvent constituer chaque composant d'un montage.

Le rôle d'un condensateur de liaison est de jouer deux fonctions distinctes.

La première est d'isoler en continu un point de liaison entre deux étages d'un montage dont les tensions au point de repos sont différentes. Le condensateur est donc chargé.

La seconde est de pouvoir transmettre entre ces deux étages une tension alternative sans l'atténuer. Pour que cette fonction soit réalisable, il faut donc que sa variation de charge soit nulle.

Pour que cela soit vérifié, il faut donc que l'impédance qu'il va avoir pour la fréquence à transmettre soit négligeable devant toutes les autres impédances des deux étages.

Il joue alors le rôle de liaison entre deux étages incompatibles pour transmettre un signal. Son rôle est d'autant facilité que la fréquence à faire passer est élevée.

En résumé

Un condensateur est donc capable de transmettre un courant (découplage), une tension (liaison) ou une puissance (filtrage).

Le mode dans lequel il évolue est uniquement fonction de la manière dont il est câblé et de la nature du signal à supporter.

Mesure de la capacité d'un condensateur

Il existe de nombreuses méthodes pour mesurer la capacité d'un condensateur.

Les méthodes de l'impédance

La première qui vient à l'esprit est de mesurer son impédance pour une fréquence donnée. Là aussi les principes sont nombreux. Tous font intervenir une résistance de valeur connue pour effectuer la mesure.

- Contrôleur à aiguille:

C'est une de ces méthodes qui est utilisée sur les capacimètres intégrés dans les contrôleurs universels à aiguille.

Le principe est de mesurer la tension qui reste aux bornes du condensateur lequel est placé en série avec une résistance, le tout étant appliqué au secteur qui comme chacun le sait ondule à la fréquence de 50 Hz (en France).

Ce type de capacimètre est limité en valeur de condensateurs mesurables et interdit totalement le contrôle des condensateurs polarisés.

- Méthode du filtre

C'est le principe du filtre RC qui est mis en oeuvre. Avec une résistance de valeur connue, la technique consiste à rechercher la fréquence pour laquelle l'atténuation sera de -3dB aux bornes du condensateur. En remplaçant la graduation de fréquence par celle de capacité, il y a moyen de connaître rapidement la valeur. Ce principe autorise la mesure de condensateurs polarisés par superposition d'une tension continue à celle de la tension alternative.

- Méthode du pont RC

Cette méthode est plus complexe à mettre en oeuvre.

Son principe utilise un condensateur connu et une résistance connue sur l'une des deux branches, le condensateur à mesurer et une résistance ajustable sur l'autre branche. En appliquant un signal sinusoïdal, il faut régler la résistance ajustable pour équilibrer le pont. Le rapport de la résistance ajustable et de la résistance connue est alors égal au rapport du condensateur à mesurer et du condensateur connu.

La méthode de la résonance

Cette technique utilise le comportement complémentaire d'une self de valeur connue pour trouver la valeur du condensateur.

Le condensateur et la self constituent un filtre passe bande (ou coupe bande en fonction de leur câblage). Il est alors facile de trouver la fréquence de résonance du circuit pour en connaître la valeur du condensateur.

C'est cette méthode qui est employée sur les ponts de mesure évolués.

La méthode de la charge

S'il est possible de connaître la valeur d'un condensateur en fonction de son impédance à une fréquence donnée, il est également possible de mesurer la charge qui a été emmagasinée pendant un intervalle de temps. Comme tension, courant, charge et temps sont intimement liés ($Q = CV = IT$), plusieurs méthodes sont également utilisables.

- Charge à courant constant

Si un condensateur est chargé à courant constant, la tension qui apparaît à ses bornes est une fonction linéaire du temps. Deux solutions sont possibles.

La première consiste à charger le condensateur à courant constant pendant une durée donnée et de mesurer la tension qui a été obtenue.

La seconde consiste à charger un condensateur à courant constant pour qu'il atteigne une tension donnée et de mesurer le temps qu'il a mis pour atteindre cette tension.

Ce sont ces méthodes qui sont utilisées sur bon nombre de capacimètres électroniques. L'avantage de celles-ci est de pouvoir, avec un seul appareil, tester tous les condensateurs qui existent.



- Mesure par comparaison de temps

Cette technique consiste à mesurer le temps qu'il faut à un condensateur pour se charger et atteindre une tension désirée. Cette durée est alors comparée avec une autre durée qui sera prise comme référence et correspondant à la charge d'un condensateur de valeur connue sous les mêmes conditions.

C'est cette technique qui est retenue sur les contrôleurs universels numériques. Si elle n'autorise pas la mesure de très fortes valeurs de capacités, elle a le mérite d'être très simple à mettre en œuvre et de faire appel à très peu de composants. C'est ce principe qui a été retenu pour le capacimètre qui va être décrit maintenant.

Synoptique

Le synoptique de ce montage est très simple et reprend les éléments qui ont déjà été présentés.

Nous trouvons donc l'étage de référence qui délivre un signal de durée connue. Ce signal est utilisé pour déclencher le circuit de charge. Ce circuit va délivrer un signal dont la durée va être fonction de la valeur du condensateur C_x à mesurer. La durée de ce signal doit être inférieure à celle de référence pour que la mesure soit cohérente.

Pour éviter d'arriver à cette condition d'erreur, le montage comporte un circuit de calibre qui vient modifier les conditions de mesure.

Quand les deux signaux sont générés, le circuit de mesure effectue la comparaison des deux durées.

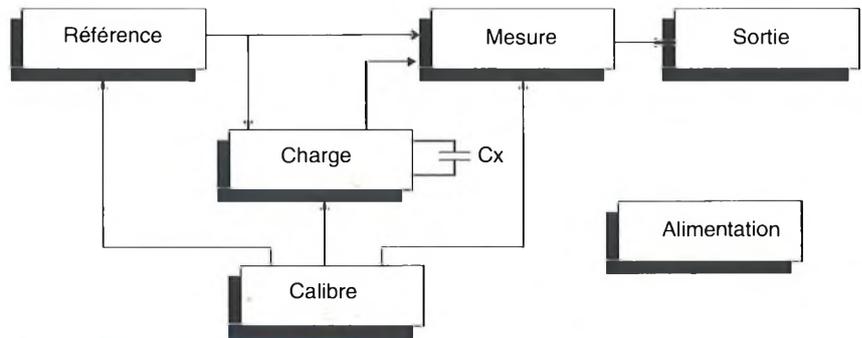
L'étage de sortie délivre une tension qui est utilisable par le voltmètre et qui est l'image de la valeur de la capacité mesurée.

Pour terminer la présentation du synoptique, signalons la présence de l'alimentation qui va fournir toutes les tensions et les courants utiles pour l'ensemble de tous les étages

Le schéma de détail

Le schéma de détail est donné juste en dessous du synoptique et reprend exactement la même disposition pour des facilités de repérage.

Le secret du montage repose sur l'utilisation d'un NE555 qui est un double timer et dont la propriété est de délivrer une impulsion de sortie dont la durée est une fonction uniquement de la valeur de la résistance de charge et de la valeur de la capacité à charger. Le résultat est alors



Synoptique du capacimètre

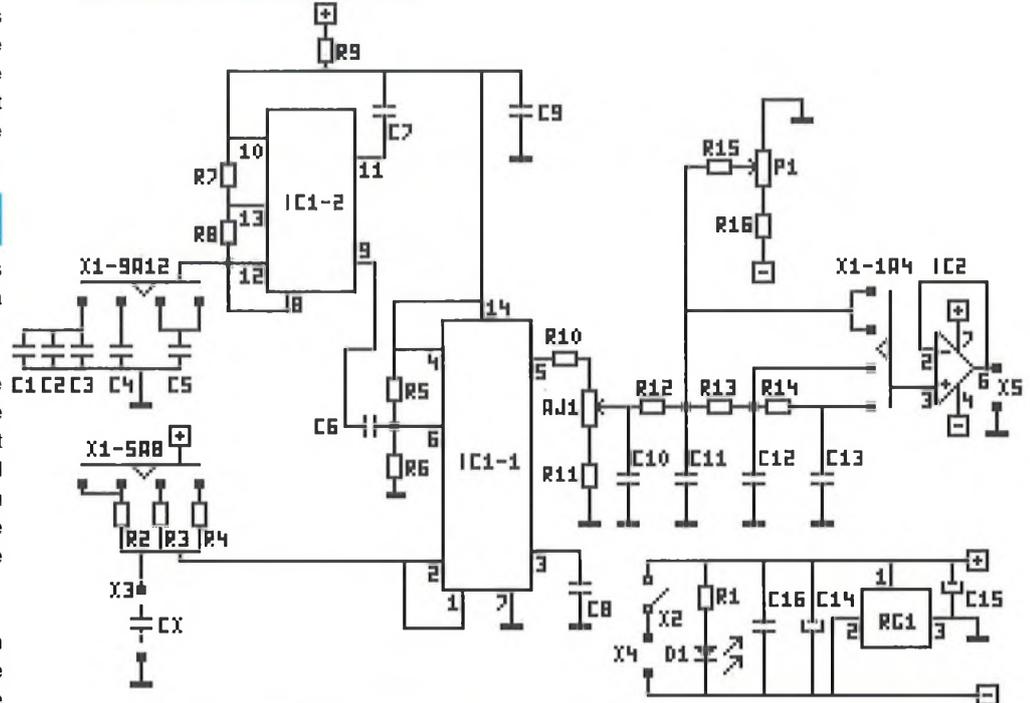


Schéma de détail du capacimètre

indépendant de la tension qui sert à charger le condensateur et du courant qui en résulte (lequel n'est pas linéaire).

Le circuit de référence est constitué par IC1-2 qui est câblé en astable. La durée de l'impulsion de sortie disponible sur la patte 9 est donnée par la relation

$$T_r = [C_r (R_7 + R_8) + C_r R_8] \ln 2$$

$$T_r = 0,7 \times (R_7 + 2 R_8) \times C_r$$

Le condensateur C_r représente le condensateur de charge du circuit de référence dont la valeur est donnée par $C_1 + C_2 + C_3$ ou C_4 ou C_5 en fonction du calibre choisi. Les condensateurs C_1 à C_5 doivent être les plus précis possibles pour éviter les dispersions entre les différents calibres.

Le signal de référence est donc délivré en permanence ce qui évite d'avoir à faire intervenir un circuit de déclenchement.

Le signal rectangulaire issu du circuit astable est appliqué sur un différentiateur

constitué par C_6 , R_5 et R_6 dont la fonction est de transformer en impulsions les fronts du signal rectangulaire. Les impulsions négatives servent à déclencher le circuit de charge du condensateur à mesurer.

Le circuit de charge est constitué par IC1-1 qui est câblé en monostable. La durée de l'impulsion disponible en sortie de la patte 5 est donnée par la relation

$$T_x = R_x C_x \ln 3 = 1,1 R_x C_x$$

La résistance R_x représente la résistance de charge du condensateur à mesurer et sa valeur est donnée par R_2 ou R_3 ou R_4 en fonction du calibre choisi. Leur valeur doit être la plus précise possible pour éviter les dispersions entre les calibres.

Plus la valeur C_x sera élevée, plus la durée de la période de mesure devra être importante. C'est donc le rôle du circuit de calibre d'adapter ces périodes de mesures. Les fréquences de mesures se situent à 275Hz, 27,5Hz et 2,75Hz pour l'ensemble des calibres.



Comme le circuit de charge est redéclenché perpétuellement par les impulsions issues du circuit de référence, le signal de sortie est un signal rectangulaire dont le rapport cyclique est donné par le rapport Tx/Tr.

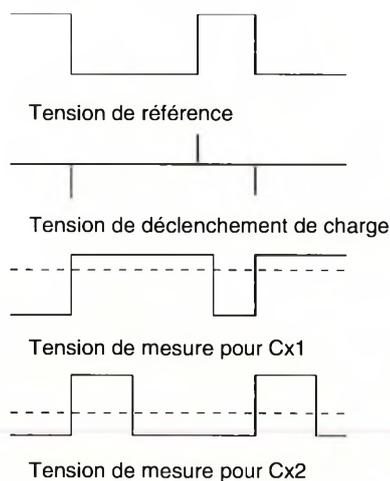
$$R = (R_x C_x L_n3) / [(R7+2R8) C_r L_n2]$$

$$R = [L_n1 R_x / (R7+2R8) C_r] C_x = k C_x$$

Ce rapport est donc directement fonction de Cx.

La valeur moyenne du signal rectangulaire disponible sur la patte 5 est donnée par $V_m = V_5 T_x / T_r = V_5 R = V_5 k C_x$.

Cette tension est donc, là encore, directement proportionnelle à la valeur du condensateur à mesurer.



Les courbes ci-dessus illustrent ces différentes étapes. La première donne la forme du signal issu du circuit de référence. Il s'agit d'une oscillation rectangulaire dont la fréquence dépend du calibre choisi. La seconde donne la forme de la tension de déclenchement du circuit de charge. Les deux suivantes donnent la forme du signal délivré par le circuit de charge pour deux condensateurs mesurés différents. La courbe en pointillé représente la valeur moyenne qui sera présentée en sortie.

Le circuit de mesure va donc servir à extraire cette valeur moyenne issue du circuit de charge.

Il est donc constitué par un filtre RC passe bas dont la fréquence de coupure sera la plus éloignée possible de la fréquence du signal disponible sur la patte 5.

Comme le circuit de calibre utilise différentes bases de temps pour effectuer les mesures, le circuit de mesure doit comporter autant de filtres pour arriver à

extraire la valeur désirée. Pour augmenter l'efficacité de ces différents filtres, ils sont cascades afin d'augmenter l'ordre pour la fréquence considérée.

La fréquence de coupure ne doit pas être trop éloignée non plus afin d'avoir un temps d'extraction de cette valeur moyenne qui ne soit pas disproportionné.

Il faut se rappeler que la constante de temps $T=RC$ représente le temps nécessaire au condensateur pour se charger à 63% de sa charge finale. Ainsi, si T donne 63% de la charge, 2T donne une charge de 63% complétée de 63% des 27% manquants, soit 80% de la charge finale. A 3T la charge est de 92,6%, à 4T elle est de 97,3% et de 99% à 5T. Si la période est choisie de 10s, il faut au moins 60s pour obtenir la valeur désirée et autant pour revenir à zéro.

C'est donc un compromis qu'il faut effectuer pour déterminer les constantes de temps du filtre de mesure.

Le premier filtre est constitué par R10, AJ1, R11 et C10 suivis de R12 et C11. Le second est formé par R13 et C12 et le dernier par R14 et C13.

Le rôle d'AJ1 est d'adapter la tension de sortie pour que celle-ci soit l'image la plus parfaite possible de la valeur du condensateur mesuré.

Le circuit de sortie est constitué par IC2 son rôle est de réaliser une adaptation d'impédance pour que l'impédance du voltmètre (qui n'est pas négligeable devant les valeurs de ce montage) ne vienne pas fausser la mesure.

Reste le rôle de R15, P1 et R16. Cet ensemble est généralement appelé circuit de zéro. Son but est de régler le zéro du calibre quand celui-ci n'a pas de condensateur Cx à mesurer. Ce réglage est nécessaire pour pouvoir annuler l'effet de la capacité parasite qui ne manque pas d'être présente sur l'entrée du montage.

Son principe est d'injecter une tension négative égale à la tension positive introduite par la capacité parasite.

L'alimentation sert à créer une masse virtuelle qui est utilisée par les circuits de référence, de charge, de mesure et de sortie. Cela est obtenu grâce au régulateur RG1. Les condensateurs C14 à C16 permettent de filtrer les différentes tensions d'alimentation. La résistance R1 et la diode D1 permettent de visualiser quand le montage se trouve sous tension.

Liste des composants

Toutes les résistances sont des couches carbone 1/4W 5% sauf indication contraire

R1	1Kohm	550102
R2	1,2 Kohm 1%CM	554122
R3	12 Kohm 1%CM	554123
R4	1,2 Mohm	550125
R5 à R6	100 Kohm	550104
R7	47 Kohm 1%CM	554473
R8	100 Kohm 1%CM	554104
R9	4,7 ohm	550479
R10	1,2 Kohm	550122
R11	10 Kohm	550103
R12	100 Kohm	550104
R13	470 Kohm	550474
R14	2,2 Mohm	550225
R15	1 Mohm	550105
R16	100 Kohm	550104
C1 à C2	1uF polyester 5,08	651105
C3 à C4	220nF polyester 5,08	651224
C5	22 nF polyester 5,08	651223
C6	27 pF céramique	660270
C7 à C8	10 nF céramique	660103
C9	100 nF céramique	660104
C10 à C13	1 uF polyester 5,08	651105
C14	100 uF 25V radial	622107
C15	1uF 63V radial	625105
C16	100 nF céramique	660104
AJ1	4,7 K cermet horiz.	522472
P1	10K P160	540103
D1	Led 3mm rouge	LED03R
RG1	79L05	R79L05
IC1	NE556	NE556
IC2	TL081	TL081
X1	Com. 3C 4P CI	295404
X2	Inter miniature	202101
X3	(12)picot large coudé	161451
X4	Coupleur 9V	164622
1	Support CI 8 br.	161108
1	Support CI 14 br.	161114
1	Cof. DIPTAL G1175	114758

Réalisation

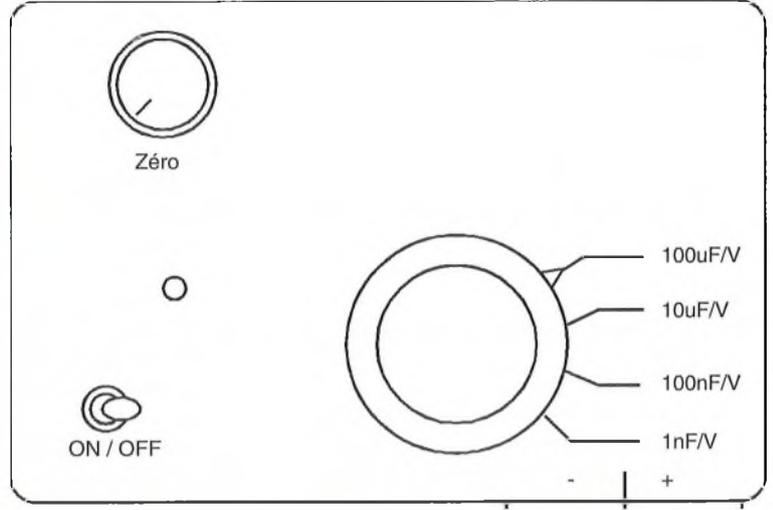
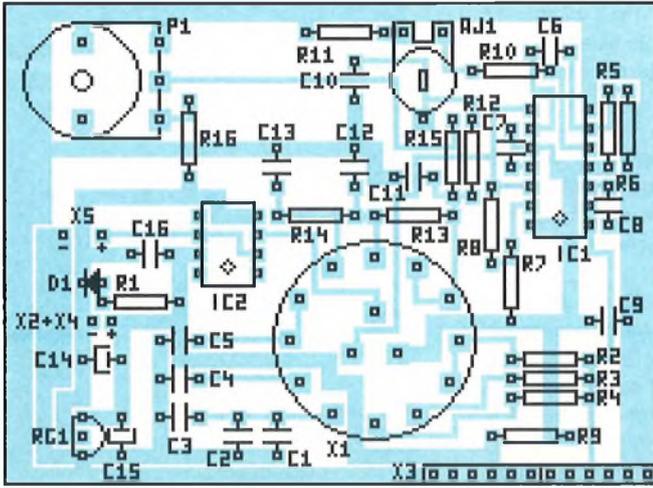
La réalisation ne présente pas de difficultés insurmontables. Vous trouverez l'implantation des composants sur la page suivante.

Le circuit imprimé est suffisamment aéré pour éviter tout risque de court-circuit entre pistes mais prudence malgré tout.

Après toutes les explications qui ont été fournies sur la structure des condensateurs électrochimiques, il doit être inutile de vous rappeler de faire attention sur le sens de leur implantation. La même remarque est valable pour la diode, le régulateur de tension et les circuits intégrés.

Quand l'ensemble est terminé, il doit avoir l'allure de celui qui est présenté sur la photo en bas de la page suivante.





Un point n'a pas encore été abordé. Il s'agit de la réalisation du cordon de sortie qui vient se placer sur X5. Il sera donc constitué par deux câbles, de couleur noir et rouge pour bien distinguer le fil positif du fil négatif. A l'extrémité de ces deux fils seront ajoutées deux fiches qui seront compatibles avec votre voltmètre. Comme dans ce domaine, il existe pratiquement autant de fiches que de marques de contrôleur, il n'est pas possible de pouvoir opérer un choix unique.

Quand l'appareil est prêt à être utilisé, il reste encore à l'étalonner. La première étape est de le raccorder au contrôleur et d'effectuer le réglage du zéro.

Une fois cela terminé, il faut régler AJ1 de manière à ce que le voltmètre affiche la valeur du condensateur qui sert au réglage. Pour cela, il faut naturellement disposer d'un condensateur dont la valeur est parfaitement connue et qui soit stable (pas de dérive en température). Un condensateur de précision à 1% est l'idéal. Les condensateurs polyester métallisés de par leur stabilité thermique sont également de bonne sources. Une valeur de 100nF est idéale pour effectuer le réglage.

Il ne reste plus qu'à mettre le tout dans un coffret pour obtenir un appareil opérationnel.

L'allure de l'ensemble terminé est donné sur la deuxième photo en bas de page.

Utilisation

L'utilisation de ce type d'appareil n'est pas sorcière mais demande cependant quelques précautions d'emploi pour éviter de tomber sur des erreurs de mesure.

Tout d'abord, il dispose de quatre calibres qui permettent de pouvoir mesurer tous les condensateurs jusqu'à une valeur de 250 uF. Pour que la mesure soit cohérente, il faut sélectionner le calibre le mieux adapté à la valeur du condensateur à mesurer. Il est en effet idiot de mesurer un condensateur de 100 pF avec le calibre 200uF.

Pour la mesure des condensateurs polarisés, il faut veiller à bien respecter le sens d'insertion. En plus de ne pas apprécier, un condensateur monté à l'envers retourne une valeur complètement erronée.

Lors de la mesure de condensateurs céramiques, bien faire attention de laisser le condensateur reprendre la température ambiante. Le simple fait de l'avoir chauffé avec les doigts pour l'introduire dans le support de mesure peut entraîner une variation allant jusqu'à dix pour cent de sa valeur.

Important

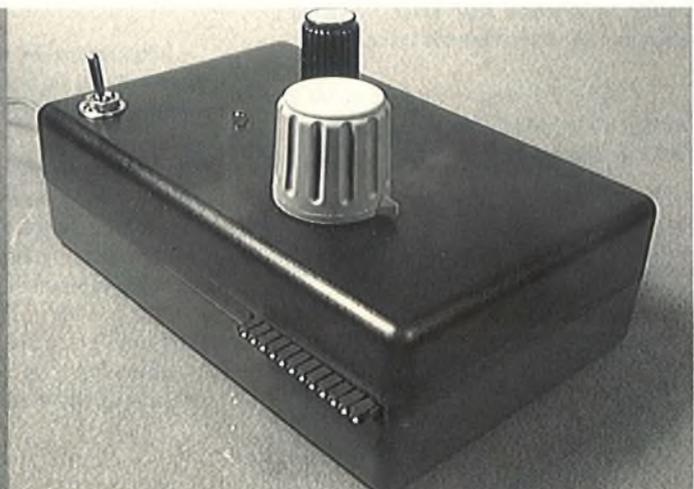
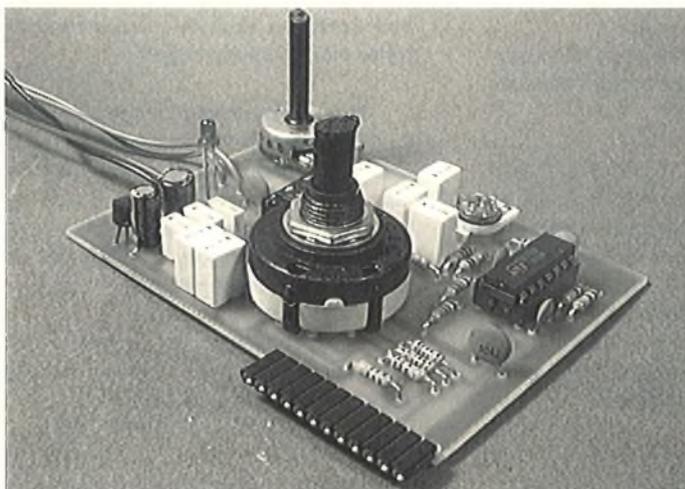
Si vous désirez ne pas avoir de dépannages fréquents à faire sur votre capacimètre, prenez l'habitude de décharger les condensateurs avant de les introduire dans le support de mesure. Cela est obtenu en reliant les deux pattes ensemble.

Conclusions

Cet article bien que déjà long n'est qu'un très faible aperçu de ce que peut faire un condensateur.

Grâce à ce capacimètre vous pourrez constater que les condensateurs sont loin d'être des modèles de précision. Fort heureusement ces écarts sont rarement nuisibles dans le bon fonctionnement d'un montage.

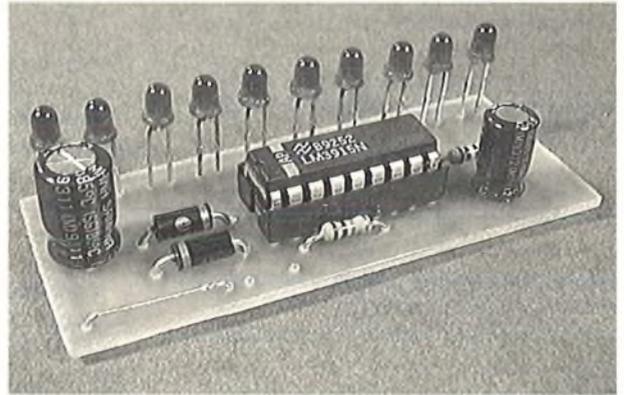
E. DERET



Vumètre à LEDs pour HP.

Le but de cet article sera de créer un petit montage lumineux, traduisant à l'aide de dix LEDs, la puissance sonore transmise à des haut-parleurs, dans une gamme de puissance pouvant s'étendre de 10 à 100 Watts.

Nous avons déjà décrit plusieurs fois des applications de style "Bargraph", soit à l'aide de circuits intégrés LM3914 ou de LM3915. Pourtant, si vous nous suivez jusqu'au bout de cet article, vous verrez que, bien que le circuit utilisé soit toujours le même, la philosophie du montage est tout à fait différente.



La différence majeure réside dans le fait que ce montage ne demandera aucune alimentation, puisqu'il se nourrira des tensions présentes sur les lignes des haut-parleurs.

A partir de là, vous pourrez insérer ce petit module directement dans des enceintes, sur des haut-parleurs de voiture, etc... sans fil ni alimentation additionnel. Vous constaterez sans doute aussi que ceux qui verront le montage fonctionner ne manqueront pas de curiosité et d'une certaine envie de copier...

Le principe

Les contraintes que nous nous sommes fixés sont, en priorité, que ce montage ne puisse pas dégrader le signal audio appliqué aux haut-parleurs et surtout qu'il ne puisse pas apporter une surcharge à l'amplificateur de sortie.

Les buts de second ordre sont d'obtenir un fonctionnement à partir d'une puissance assez faible, et de pouvoir supporter des puissances allant jusqu'à une centaine de Watts environ.

Tout cela sans alimentation....

Hummm....

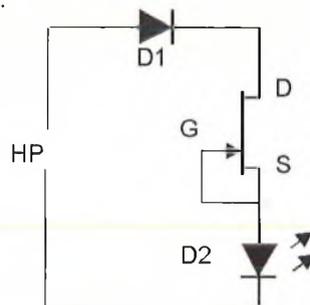
Lourde tâche....

Au travail. Certes, la tension sur les lignes de haut parleur peut se révéler assez importante. Si un amplificateur de 100 Watts fournit une tension crête - crête de 80 volts quand l'impédance est de huit Ohms, il ne reste pas grand chose lorsqu'il s'agit d'une écoute normale et, à fortiori, sur une impédance de quatre Ohms...: tout juste de quoi allumer une LED.

Gérer un bargraph en plus, implique une logique de progression de l'électronique interne qui n'est pas simple à mettre en oeuvre.

Nous avons donc commencé par essayer d'alimenter une LED à partir d'un générateur à courant constant performant.

Sachant que le meilleur composant pour ce genre d'application reste le générateur à effet de champ, qui est à la fois simple, ayant une bonne dynamique et pouvant supporter des tensions élevées, un premier schéma, servant de base de travail, a vu le jour.



Un simple BF 245 A, dont la grille est reliée à la source, procure un parfait petit générateur à courant constant, dont le point de repos se situe à 3 mA environ (les caractéristiques des FET étant très larges).

Avantage: à partir de 2 volts la LED commence à s'éclairer et, jusqu'à une tension proche de 30 volts, la régulation du courant demeure pratiquement parfaite.

La diode D1, du type 1 N 4004 par exemple, n'est présente que pour rendre le montage opérationnel que sur une alternance du signal de haut-parleur.

Si ce montage fonctionne parfaitement (il est bon d'ailleurs de le garder dans un coin de sa mémoire, lorsque l'on a à alimenter une LED sur une large plage de tension), nous sommes encore loin des dix LEDs que nous nous sommes fixés et de leur éclairage progressif.

Aucun doute, si nous ne voulons pas extraire trop de courant sur la ligne HP, afin de ne pas surcharger les petits amplificateurs, il faut choisir un système où les LEDs seront placées en série. Avec 10 LEDs rouges par exemple, l'éclairage de l'ensemble sera obtenu à partir de 18 volts environ, ce qui est une valeur qui est exploitable.

Le seul problème, c'est qu'il faut d'abord allumer la 1 puis la 2 et ainsi de suite jusqu'à la 10, au fur et à mesure que la tension augmente.



La logique à transistors que nous avons mise en jeu, afin de conserver le système à effet de champ, nous conduisait à une telle "usine à gaz" que le projet ne pouvait qu'être abandonné.

Le schéma définitif

Après avoir compulsé une nouvelle fois la documentation des LM3914 et 3915, il s'est avéré que plusieurs particularités de ce circuit pourraient peut-être être mises en jeu (voir Hobbytronic No 1).

Pour commencer, sa structure interne de commande fonctionne à partir de 3 volts: point intéressant.

Les dix sorties ensuite, sont des générateurs à courant constant pilotant directement les LEDs, et dont la valeur du courant est définie par la résistance connectée entre les pattes 7 et 8. Or, lorsque l'on met plusieurs générateurs à courant constant en série, c'est le générateur le plus faible qui définit le courant régulé dans la chaîne.

Toutes ces constatations nous aiguillent petit à petit vers le schéma ci-dessus (qui est le schéma définitivement adopté d'ailleurs).

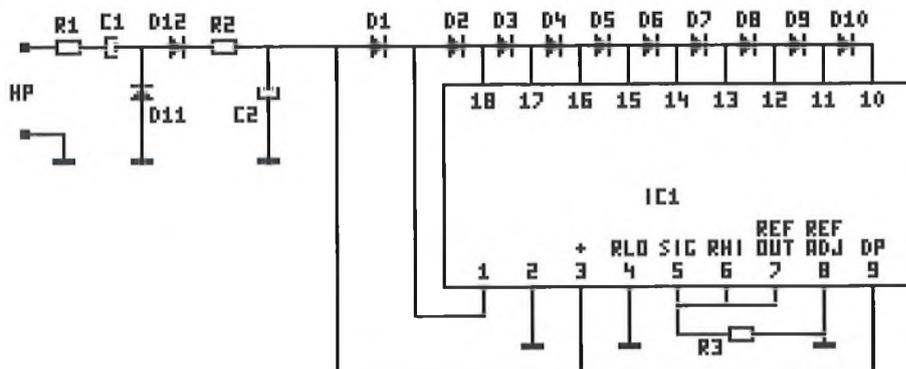
Basé sur un LM 3915, dont la progression d'allumage suit une loi logarithmique, on remarquera que les dix LEDs, contrairement à l'utilisation courante, sont câblées en série. Ainsi, même lorsque les 10 LEDs seront allumées, c'est environ une dizaine de milli Ampères qui seront utilisés sur la ligne HP, ce qui est de loin dérisoire pour un tel générateur de tension qu'est un amplificateur.

A la limite, une seule alternance du signal alternatif présent sur cette ligne nous intéresse. D'autre part, afin de gagner un peu sur le seuil inférieur de fonctionnement, un doubleur d'alimentation rendrait bien service.

C'est ce que font les composants C1, C2, D11 et D12 qui permettent de doubler l'amplitude disponible des "coups de basse" pour obtenir une alimentation un peu plus élevée.

La résistance R2, de 10 Ohms, permet de venir limiter l'appel de courant de charge sur la ligne, provoqué par C2.

Côté tension maximum, le LM 3915 accepte sans broncher une limite de 25 volts. Il ne sera, par ailleurs, pas sollicité en dissipation puisque les générateurs internes sont configurés en série.



Pour les amplificateurs plus puissants, c'est donc la résistance R1, optionnelle, qui va gérer cette limitation en créant un diviseur avec le montage. Fixée une fois pour toutes en fonction de l'amplificateur utilisé, nous donnerons les valeurs possibles en réalisation.

Côté entrée du signal, il est nécessaire de tromper le circuit pour le faire fonctionner non plus sur le signal d'entrée en patte 5, mais sur l'évolution de sa propre alimentation. A cette fin, cette patte 5 est directement reliée au point de référence haut (RHI) du diviseur interne.

Et cela fonctionne... Car à partir de 3 volts (même légèrement en dessous) le circuit s'éveille et s'aperçoit qu'il doit allumer la LED 1 et ainsi de suite en fonction du signal. Les constantes de temps propres à l'alimentation définissent en même temps la fréquence de coupure du vumètre, qui réagit ainsi principalement sur les coup de basses (fréquences inférieures à 200 Hz).

De plus, l'ensemble se résout à très peu de composants, donc un faible coût et une certitude de fonctionnement: atouts supplémentaires.

Liste des composants

R1	voir texte réalisation	
R2	10 Ohms	550100
R3	10 kOhms	550103
C1	220 uF 25V radial	622227
C2	100 uF 25V radial	622107
IC1	LM 3915	LM3915
D1 à D10	LEDs 3mm rouges	LED03R
D11, D12	1 N 4004	DN4004
1 support CI	18 broches	161118

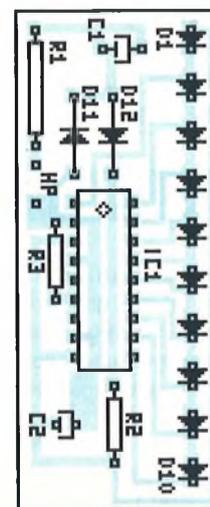
Réalisation

La réalisation reste donc à la hauteur du schéma: simple. En parlant de hauteur, c'est à celle des diodes qu'il faudra apporter le plus de soin pour qu'elles soient correctement alignées.

Comme pour le voltmètre décrit par ailleurs, elles pourront être montées côté cuivre ou composants suivant la fixation

finale du circuit que l'on souhaitera donner (attention au sens toutefois). Ceux qui veulent s'amuser peuvent même les relier par fils pour créer un motif géométrique autour des HP ou de l'enceinte, là, libre cours.

Passons enfin à la résistance R1. Pour des amplificateurs jusqu'à 20 Watts, la résistance R1 sera de 4,7 Ohms. Jusqu'à 35 watts, 47 Ohms, 100 Ohms pour 50 Watts et 150 Ohms jusque 100 Watts. Dans tous les cas, cette résistance sera un modèle de 2 Watts. Si vous choisissez de toute façon une valeur trop faible, le bargraph sera toujours au maximum sans donner le mouvement de la dynamique.



Conclusions

Réalisé en deux exemplaires, vous serez équipé au rythme de la musique de deux mini jeux de lumière qui ne vous créeront pas de souci d'alimentation.

A noter enfin que le montage peut être tout autre que gadget, en signalant la présence de modulation sur des enceintes en sono ou encore donner un aperçu de la puissance en cours sur telle ou telle enceinte.

Ah!, un dernier point que j'allais oublier, ne descendez jamais R1 à 0 Ohms (contrairement à la photo), ce qui pourrait surcharger la sortie de votre ampli...

J.TAILLIEZ

Convertisseur statique 12-220V, 200 Watts

Les beaux jours arrivent et, avec eux, les envies d'évasion et de plein air occupent de plus en plus l'esprit. Toutes ces activités bucoliques s'accompagnent généralement d'un renoncement plus ou moins marqué et désiré de la technologie moderne.

Et pourtant... Tôt ou tard, des activités habituelles reprennent obligatoirement le dessus... Qu'il s'agisse de faire chauffer un biberon, de faire fonctionner un téléviseur, de faire tourner un barbecue, telles ou telles de ces activités requièrent la présence d'un 220 volts, dont l'absence, à moins de posséder tous les équipements en 12-220V, se fait cruellement sentir.

Le modèle que nous vous présentons dans ce banc d'essai, basé sur un principe d'alimentation à découpage, offre à la fois des performances de rendement et de puissance attrayantes, surtout vis à vis de son prix.

Principe utilisé

Pour convertir du 12 volts en 220 volts alternatif (sans parler de sinusoïde dans l'immédiat), il existe différents principes utilisables.

Nous avons abordé dans le numéro 3 de cette revue un schéma utilisant le principe le plus courant, à savoir attaquer le primaire d'un transformateur à tôles, sur deux demi-enroulements, à l'aide de transistors travaillant en tout ou rien à 50 Hertz.

Le signal fourni à la charge est donc un signal carré, dont la tension doit être asservie en fonction de la charge.

Le rendement d'un tel système est en général bon, puisque les transistors travaillent en tout ou rien, au grand dam de la forme du signal.

Fournir une sinusoïde pure, ou tout au moins d'une forme fortement proche est de loin beaucoup plus difficile. Dès que l'on s'éloigne d'un système découpeur simple, les problèmes de rendement apparaissent à un moment où on les désire le moins, la source de 12 volts étant loin d'être inépuisable.

Pour obtenir une sinusoïde, les solutions les plus utilisées à ce jour sont les transformateurs ferro-résonnants ou un découpeur travaillant en classe D suivi d'un filtre de puissance de lissage. Dans les deux cas, ce sont des rendements plus faibles qui sont obtenus, un encombrement et un coût bien plus élevé. Tous ces inconvénients rendent ces produits peu courants sur le marché.

Nous passerons sous silence la possibilité d'entraîner une génératrice par un moteur continu qui est une solution d'un autre âge.

Pourtant, dans la plupart des cas, la forme du signal, tel que celui fourni par ce convertisseur, n'est pas d'une importance capitale. Tout réside plutôt sur la qualité de l'asservissement de la tension de sortie.

Ainsi, pour éclairer une lampe à filament ou faire chauffer une résistance, cette forme du signal n'intervient pas du tout. Fer à souder, lampes et autres résistances mortes font donc partie des charges connectables sans problème.

Pour alimenter un appareil possédant un transformateur à tôles en entrée, la forme n'est pas trop critique non plus. La précaution à prendre réside dans ce cas à veiller à ce que les transitoires rapides générées dans le primaire du transformateur (selfique par le fait), ne génèrent pas de surtensions de coupure qui pourraient être dangereuses pour l'appareil utilisé. C'est le cas avec le convertisseur qui nous intéresse, ce qui permet l'utilisation de tables de mixage, d'amplificateurs, bref, de tout appareil classique dont la puissance en mode permanent n'excède pas 200 Watts.

Pour alimenter enfin des appareils possédant eux-mêmes une alimentation secteur à découpage, le problème est encore moins crucial. Généralement, ces appareils disposent directement d'un pont sur le secteur, afin d'obtenir du 310 volts continu ($220\text{ V} \times 1,4142$), apte à être découpé dans le primaire d'un transformateur ferrite. La tension crête de 310 volts étant respectée



avec ce convertisseur (nous verrons par la suite comment), ces appareils peuvent donc être connectés en sortie.

Petits téléviseurs (non équipés d'une entrée 12 volts), ordinateurs d'appartement et autres appareils munis de ce type d'alimentation (ce qui n'est pas toujours facile à savoir), peuvent donc y être connectés.

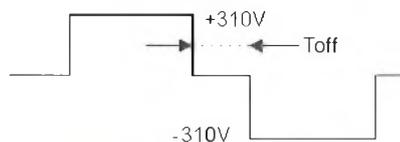
Bref, on peut tout y connecter ? Oui sauf...

Il existe des charges qui, en elles-mêmes sont génératrices de surtensions sur la ligne. Si, sur une ligne secteur (de faible impédance) ces surtensions sont très vite atténuées au fil de la ligne, au niveau d'un tel convertisseur, les surtensions générées peuvent s'avérer destructrices pour les étages de sortie.

C'est le cas notamment des ballasts de tubes au néon, de moteurs puissants à charbons, etc... Dans le cas de tels charges, mieux vaut s'abstenir de l'utilisation d'un tel convertisseur, qui risquerait de rendre l'âme pour raisons extérieures.

Le signal fourni

Bien que le principe de découpage utilisé sur ce convertisseur soit totalement différent de celui que nous avons décrit, le signal fourni en sortie est aussi un signal carré. Plus précisément, il s'agit d'un signal à trois niveaux, comme le montre la figure ci-dessous.



Les paliers supérieurs et inférieurs sont positionnés précisément à 310 volts par le biais de l'asservissement interne.

Le palier "mort" correspondant au temps Toff, est celui qui peut être notamment relevé à vide à l'aide d'un oscilloscope.

L'asservissement de la tension de sortie, par augmentation de la surface de chaque alternance, se fait par diminution progressive de ce temps Toff au fur et à mesure de l'augmentation de la charge.

A charge maximum, soit 200 Watts dans le cas du présent convertisseur, le signal devient un carré pur, le temps Toff étant égal à 0. A partir de cet instant, l'asservissement ne peut plus agir, ce qui est déclaré par une LED de signalisation de surcharge.

Présentation

Comme le montre la photographie de la page précédente, ce convertisseur est relativement compact. Présenté dans un boîtier du style "Booster" d'autoradio, ses dimensions de 150 x 110 x 50 mm ne laissent pas présager au départ d'une disponibilité de 200 Watts dans un volume aussi restreint. Rien n'est prévu, par contre, pour le fixer à demeure dans un véhicule ou une caravane.

Les parties latérales servent à l'évidence au refroidissement d'éléments internes, et le tout donne un sentiment de matériel soigné.

Tout ce qui concerne l'entrée, à savoir un fusible de protection de 25 Ampères (fusible cavalier style voiture) et les deux fils



de forte section du 12 volts, se trouve sur l'une des faces, la seconde recevant deux LEDs indicatrices et deux prises d'utilisation du 220 volts.

L'une des LEDs (rouge) signale la surcharge vue plus haut, tandis que la seconde (verte) témoigne du fonctionnement correct et de la présence du 220 volts en sortie.

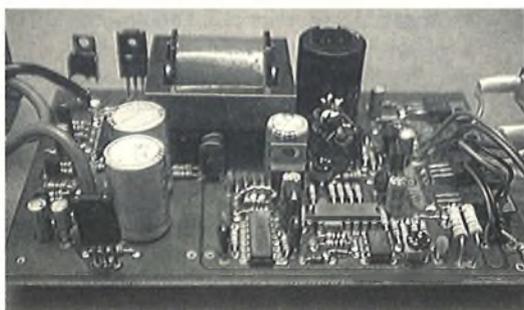
Côté prises, elles sont à la fois prévues pour le modèle Américain (broches droites) et les types Européens (type 6 ou 16 Ampères). Ce double système prévu pour une fabrication unique nuit un peu au bon maintien d'une prise 6 Ampères. Pour résoudre ce problème efficacement, deux adaptateurs sont fournis avec l'appareil.

Comment c'est dedans ?

Loin s'en faut, le schéma n'est pas fourni avec l'appareil. Il l'est d'autant moins qu'un protectionnisme stupide se manifeste dès que l'on jette un oeil curieux dans le boîtier.

En effet, même si tous les transistors de puissance portent leurs marquages, les quatre circuits intégrés s'occupant des limitations, asservissements et protections ont été soigneusement grattés afin que le montage ne puisse pas être copié.

Comme vous pouvez vous en douter, cette façon de procéder a tout à fait été du style à hérisser le poil des rédacteurs de votre revue préférée. Nous ne manquerons donc pas de vous communiquer plus loin les références de ces circuits, que nous avons finalement facilement reconnus par l'analyse de certaines parties du montage. Rien que du classique d'ailleurs, ce qui autorise une maintenance éventuelle sans trop de difficultés pour trouver les pièces.



En observant le circuit, de bonne qualité d'ailleurs (double face à trous métallisés et vernis épargne), on reconnaît de suite le style de fabrication oriental. Nul doute que le prix de revient de ce produit est associé à son origine de construction.

En y regardant de plus près, on s'aperçoit aussi que cet engin est le royaume du transistor MOSFET.

Côté entrée 12 volts, on trouve deux transistors TO 220, BUK456-50A (Philips) dont la consultation des caractéristiques affiche allégrement un courant Drain maximum de 52 Ampères, une puissance de 150 Watts et surtout une résistance de saturation de 28 milliOhms !. Ils utilisent les joues du boîtier comme refroidisseurs.

Un petit tour côté sortie montre quatre IRF740 qui sont eux, par contre, des MOSFET haute tension, $V_{ds} = 400 V$, $I_{drain} = 10$ Ampères (non refroidis).

Entre les deux trône un transformateur ferrite et, au vu de tout cela, une première idée du fonctionnement se dessine dans l'esprit.

Le schéma...

Evidemment, quand le constructeur "gratouille" les circuits intégrés, ce n'est pas pour donner le schéma. N'empêche...

Page suivante, vous trouverez le synoptique général de fonctionnement de ce montage qui, somme toute, est simple.

Le primaire du transformateur ferrite est attaqué en point milieu par le 12 volts d'entrée après la protection par fusible.

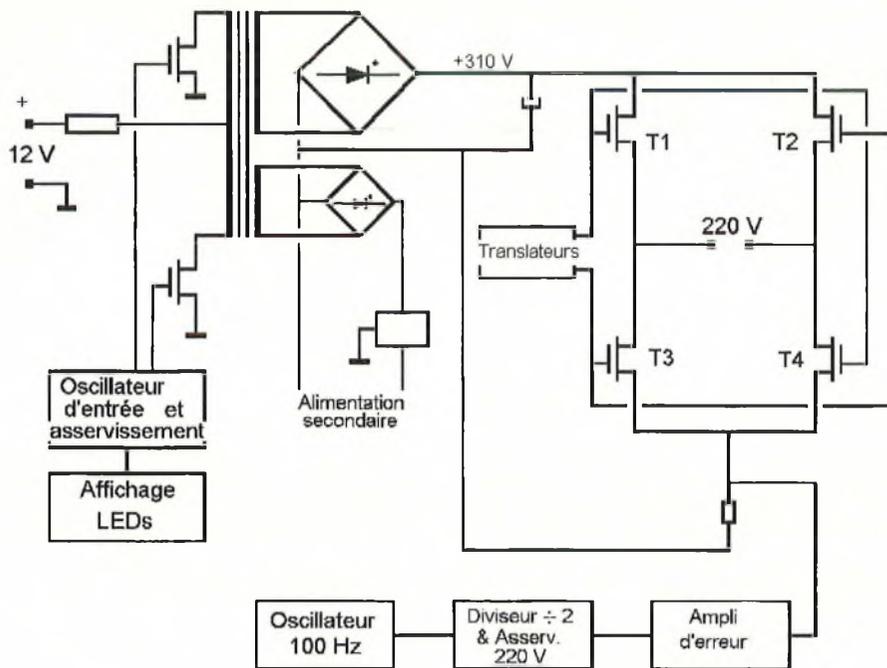
De chaque côté, deux transistors MOSFET (les BUK456) attaquent tour à tour ce primaire. On comprend aisément que c'est au niveau de cet étage d'entrée qu'il faut perdre le moins d'énergie possible, car c'est là que les courants pilotés sont les plus forts (200 Watts sous 12 volts nécessitent quand même un courant d'entrée de 16,6 Ampères, sans tenir compte du rendement global). Les caractéristiques des BUK se justifient donc pleinement, surtout pour la dissipation (le R_{ds} on de 28 mOhms est ici capital).

Par le fait, il n'existe donc pas de diode d'entrée d'anti-inversion, qui représenterait une perte trop importante. Seules les diodes incorporées aux MOSFET peuvent éventuellement faire fondre le fusible d'entrée. L'inversion de polarité est donc absolument à proscrire.

Ces deux transistors sont pilotés en opposition de phase et à une fréquence de 40 kHz par un étage oscillateur d'entrée, réalisé à l'aide d'un classique TL494 de Texas Instrument. C'est lui aussi, par commande du rapport cyclique, qui stabilise les tensions qui seront nécessaires aux secondaires.

Ce circuit reçoit aussi une information d'élévation anormale de température par une CTN montée à proximité d'un des BUK.





La fréquence élevée de fonctionnement explique en grande partie la petite taille du transformateur ferrite.

Deux secondaires sont disponibles sur ce transformateur. L'enroulement inférieur produit une basse tension pour les étages de commande de la sortie, qui demeurent ainsi isolés de la masse d'entrée et donc, de celle du véhicule. Un régulateur TO220 7806 stabilise cette tension secondaire.

L'enroulement supérieur fournit une tension qui, une fois redressée et filtrée, aura une valeur nominale de 310 volts, soit la tension crête d'une sinusoïde secteur.

Un oscillateur de référence à 100 Hertz, constitué d'une moitié d'un NE 556, va définir la fréquence de sortie de la tension d'utilisation. Le 50 Hz est obtenu après un diviseur par deux, réalisé à l'aide d'un 74 HC107 (double bascule JK), qui procure simultanément deux carrés en opposition de phase sur Q et Q barre.

La seconde moitié du NE 556 sert à générer le temps mort entre les deux alternances qui sera fonction de la charge de sortie.

Les signaux en opposition de phase seront tout à fait adaptés pour attaquer un double pont de sortie, fournissant le 220 volts alternatif par conduction tantôt de T1 et T4 puis de T2 et T3. C'est ici que l'on retrouve nos quatre IRF740.

Les commandes des grilles de ces transistors doivent subir des translations en tension avant de pouvoir être appliquées. Ces rôles sont attribués à des transistors (2 SC 4166 et 2 SC 1815).

Enfin, dans le pied du pont, se trouvent deux résistances permettant de mesurer le courant de sortie. La mesure de ce courant et la comparaison par rapport à une référence sont réalisées par un LM393, double comparateur, qui vient agir sur le NE556 pour gérer la période de temps mort.

Utilisation

Nous avons évidemment essayé différentes charges, résistives, selfiques, à découpage, etc... et le comportement de ce convertisseur s'est avéré plus que satisfaisant.

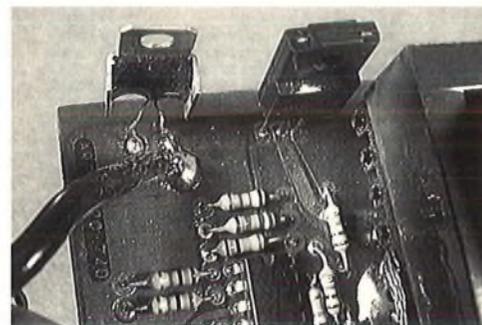
Nous avons notamment fait fonctionner un amplificateur TORA 2x100W (sans le pousser dans ses limites de puissance toutefois) et avons constaté qu'aucune perturbation n'apparaissait (bruit de fond qui serait du au découpage notamment).

La surcharge de démarrage (cet amplificateur possède un transformateur de 300 VA et des chimiques de filtrage copieux) est bien acceptée par le convertisseur. Il réagit en activant sa sécurité de limitation au démarrage puis assure un fonctionnement stable dès que la charge revient à une consommation normale.

Les protections sont d'ailleurs multiples puisque, hormis la limitation en cas de surcharge, il existe une protection bloquant le fonctionnement si la tension de batterie descend en dessous d'un certain seuil (10,4 volts typique), évitant une décharge trop importante.

Sécurité aussi contre toute élévation anormale de la température, par la CTN placée à proximité des découpeurs d'entrée. En fait, nous avons été surpris par la faible

dissipation des différents transistors, largement dimensionnés. L'élévation de température la plus à craindre restant la cause extérieure, à savoir l'utilisation en été. Il faudra donc veiller à éviter de placer l'appareil au soleil ou à proximité de sources de chaleur.



Dans le cas d'excès de température, l'appareil s'arrête de fonctionner jusqu'à ce qu'il retrouve une température normale. Dans tous les autres cas, sous-tension ou surcharge, l'appareil entre en phase de disjonction, ce qui est affiché par la LED rouge.

Nous pourrions terminer sur la notice et les informations complémentaires qu'elle est censée apporter, mais elle est rédigée dans un Anglais tellement mauvais et remplie de telles absurdités que cela ne vaut même pas la peine d'en parler.

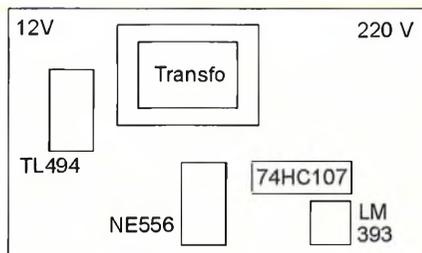
Ce produit est donc distribué par la société HBN Electronic avec une notice complètement revue, en Français naturellement, ce qui rend le produit enfin pleinement exploitable.

Conclusions

Sur le convertisseur proprement dit et son fonctionnement, le bilan global est positif.

Le rapport qualité / prix est au rendez-vous et l'utilisation est simple. Cela devrait donc constituer un appareil que vous pourrez aussi bien utiliser pour les loisirs que pour tous travaux sur l'automobile en absence de secteur, comme la soudure au fer, l'utilisation d'un oscilloscope embarqué, etc....

Evidemment, l'intérêt de cet appareil est d'autant augmenté avec l'existence d'une notice correcte et la connaissance exacte des composants utilisés en vue d'un éventuel problème futur...





Formule "pré-kits"

Pour chaque réalisation de ce numéro, vous trouverez ci-dessous premièrement le coût de l'ensemble des composants compris dans la (ou les) zone tramé bleue de l'article sans circuit imprimé.

En second lieu, vous trouverez le prix du circuit imprimé seul, non percé ni sérigraphié.

Vous pouvez évidemment commander l'un ou l'autre ou la somme des deux en faisant le total des montants TTC et en y ajoutant **une seule fois 28 F ttc de frais d'expédition** (pour la commande à la revue) quelque soit le nombre de produits commandés.

Ces "pré-kits" sont également disponibles dans les points de vente dont la liste se trouve en dernière page de la revue. Renseignez-vous auprès d'eux si vous êtes à proximité.

Composants émetteurs 16 canaux modélisme:	145 Fttc
Circuit imprimé:	36 Fttc
Composants récepteur 16 à RCA:	110 Fttc
Circuit imprimé:	29 Fttc
Composants récepteur 16 à bornier:	98 Fttc
circuit imprimé:	25 Fttc

Composants module puissance simple:	24 Fttc
Circuit imprimé (4 voies):	15 Fttc
Composants module puissance bistable:	48 Fttc
Circuit imprimé (4 voies):	23 Fttc
Composants module puissance ON-OFF:	54 Fttc
Circuit imprimé (3 voies):	23 Fttc
Composants alimentation 4 Ampères:	198 Fttc
Circuit imprimé:	23 Fttc
Composants mini voltmètre étalé:	45 Fttc
Circuit imprimé:	6 Fttc

Composants minuterie SAE530:	88 Fttc
Circuit imprimé:	8 Fttc

Composants extension 8751:	250 Fttc
Circuit imprimé:	25 Fttc

Composants testeur de servo commande:	74 Fttc
Circuit imprimé:	11 Fttc

Composants capacimètre:	110 Fttc
Circuit imprimé:	20 Fttc

Composants mini vu-mètre sans alimentation:	32 Fttc
Circuit imprimé:	7 Fttc

Transformateur torique 160 VA

Si vous avez lu l'article sur l'alimentation 11 à 14 V, 4 Ampères, vous aurez remarqué que nous vous parlons d'un transformateur torique (Williamson) idéal pour créer une alimentation stabilisée pour le modélisme ou pour la CB. Ce transformateur possède deux secondaires indépendants: l'un de 10 volts efficaces sous 8 Ampères (fils rouge et jaune) et le second de 15 volts efficaces sous 5,4 Ampères (fils bleu et gris). Nous proposons ce transformateur de grande marque à nos fidèles lecteurs pour un prix **exceptionnel de 99 Fttc** (+28F de port). Profitez-en: la quantité est limitée!!



Le complément indispensable de votre collection HOBBYTRONIC :

Reliures sous forme de classeurs

(bleu ou vert) Prix unitaire: 45 Fttc, par deux ou plus: 40 Fttc l'unité.

Classeur vert	Quantité <input type="text"/>
Classeur bleu	Quantité <input type="text"/>

+3 PIN'S gratuits pour l'achat de classeur



Bulletin d'abonnement : Juin 1994

Complétez votre collection HOBBYTRONIC: Vous désirez d'anciens numéros ? : Cochez ci-dessous les numéros qui vous intéressent et le nombre d'exemplaires. Joindre 15 Francs par numéro commandé, jusqu'au numéro 28 (fond bleu) et 20 Francs, à partir du numéro 29 (Port gratuit).

(Veuillez dans tous les cas indiquer vos coordonnées au verso de ce coupon S.V.P.)

1	8	15	22	29	36
2	9	16	23	30	37
3	10	17	24	31	
4	11	18	25	32	
5	12	19	26	33	
6	13	20	27	34	
7	14	21	28	35	
Total:			x15F	x20F	



HOBBYTRONIC JUIN 1994
Dépot légal JUIN 1994

Imprimerie MATOT BRAINE
32, rue de L'écu
51100 REIMS

Directeur de la Publication :
Mr JC HOUBRON
Conception et réalisation:
HBN Electronic SA
au capital de 7.930.000
B.P. 2739
Z.I.S.E 51100 REIMS
ISSN 1157 - 4372

Rédaction:
Mr E. DERET
Mr J. TAILLIEZ
"LE FUTE"

Digitalisation vidéo: Mr JP. CHAUFOUR

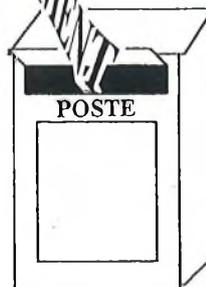
Maquettes électroniques:
Mr C. BASTARD
Mr P. BOUDIN
Mme J. POIRSIN

Abonnement France Métropolitaine: 190F ttc
Etranger: nous consulter

Pour tout renseignement sur les abonnements
et commandes d'anciens numéros:
Tél 26 50 69 76
du Lundi au Jeudi de 9h00 à 13h00
En cas d'appel, indiquez votre numéro
d'abonné SVP.

L'ABONNEMENT

Chez vous....



....directement

Economique:

Abonnement 1 an (11 numéros)

190 Fttc

au lieu de 220 Fttc (prix au numéro au 1/9/93)

Soit une économie de 30F, ou l'équivalent de 1No 1/2...



BULLETIN D'ABONNEMENT N°38 - JUIN 1994

Réabonnement (190F)

Veuillez dans ce cas indiquer votre N° d'abonné ci-contre):

Sur bande adresse
(Indication: NA + No)

Nouvel abonnement: 190F

A partir de quel numéro inclus, désirez-vous recevoir votre abonnement: N°



HOBBYTRONIC - Abonnement
BP 2739 - 51060 REIMS Cedex

ATTENTION, si vous désirez d'anciens numéros, voir au verso de ce coupon.

Ecrire en CAPITALES une lettre par case, laisser une case entre deux mots. MERCI. (Ou joindre la bande adresse).

TOTAL REGLEMENT: , Frs

Chèque bancaire ou postal.

Carte bleue Expiration

N°

Signature:

(Signature des parents pour les mineurs)

Nom, prénom

Adresse

Code postal

Ville



Sous ce voile, il y a un kit
qui ne fonctionne pas :
il "nuît gravement à votre santé"...



Cependant, quelqu'un vous a déjà
certainement conseillé de choisir
un kit TORA . . .



: pensé pour vous

TORA Electronique



Une

Couverture

Nationale

HOBBYTRONIC



AMIENS 80000
19 RUE GRESSET
TEL 22 91 25 69
FAX 22 91 72 25

AJACCIO 20000
AV DU MARECHAL JUIN
TEL 95 20 27 38
FAX 95 27 57 67

BAYONNE 64100
3 RUE DU TOUR DE SAULT
TEL 59 59 14 25

BREST 29200
151 RUE J JAURES
TEL 98 80 24 95
FAX 98 80 57 38

BORDEAUX 33000
10 RUE DU MAL JOFFRE
TEL 56 52 42 47

COGNAC 16100
21 LE FIEF DU ROY
CH BERNARD
TEL 45 35 04 49

CHARLEVILLE 08000
1 AV J JAURES
TEL 24 33 00 84

CHALONS/MARNE 51000
2 RUE CHAMDRIN
TEL 26 64 28 82

DUNKERQUE 59140
14 RUE MAL FRENCH
TEL 28 66 38 65
FAX 28 63 89 22

DIJON 21000
2 RUE CH DE VERGENNES
TEL 80 73 13 48
FAX 80 73 12 62

LE HAVRE 76600
13 PL HALLES CENTRALES
TEL 35 42 60 92

LE MANS 72000
16 RUE H LECORNUE
TEL 43 28 38 63
FAX 43 77 09 62

LENS 62300
43 RUE DE LA GARE
TEL 21 28 60 49

LILLE 59800
61 RUE DE PARIS
TEL 20 06 85 52
FAX 20 31 81 91

METZ 57000
6 RUE CLOVIS
TEL 87 63 05 18
FAX 87 50 51 04

MONTBELIARD 25200
2A LA CRAY
VOUJEAUCOURT
TEL 81 90 24 48

TROYES 10000
6 RUE DE PREIZE
TEL 25 81 49 29

MONTPELLIER 34000
46 BD DES ARCEAUX
TEL 67 63 53 27

NANTES 44000
3 RUE J J ROUSSEAU
TEL 40 48 76 57
FAX 40 08 01 77

NANCY 54000
133 RUE ST DIZIER
TEL 83 36 67 97
FAX 83 32 44 50

ORLEANS 45000
61 RUE DES CARMES
TEL 38 54 33 01

POITIERS 86000
8 PL A LEPETIT
TEL 49 88 04 90

REIMS 51100
10 RUE GAMBETTA
TEL 26 88 47 55
FAX 26 47 23 01

REIMS 51100
46 AV DE LADM
TEL 26 40 35 20

RENNES 35000
12 QUAI DUGUAY TROUIN
TEL 99 30 85 26

ROUEN 76000
19 RUE GAL GIRAUD
TEL 35 88 59 43

STRASBOURG 67000
4 RUE DU TRAVAIL
TEL 88 32 86 98
FAX 88 32 52 77

ST BRIEUC 22000
16 RUE DE LA GARE
TEL 96 33 55 15

ST ETIENNE 42000
30 RUE GAMBETTA
TEL 77 21 45 61

TOULON 83100
400 AVE DU COL PICOT
TEL 94 61 27 41
FAX 94 61 33 70

VALENCE 26000
28 RUE DES ALPES
TEL 75 42 51 40
FAX 75 42 24 82

VALENCIENNES 59300
57 RUE DE PARIS
TEL 27 46 44 23
FAX 27 45 26 88

AG ELECTRONIQUE
LYON 69006
13 BD BROTTEAUX
TEL 78 52 43 90
FAX 78 71 76 00

ELECTRONIC
SOUND DISTRIBUTION
BORDEAUX 33800
62 COURS DE L'YSER
TEL 56 92 94 85
FAX 56 92 94 48

LA MAQUETTERIE
ROMILLY 10100
65 RUE G BOIVIN
TEL 25 24 25 04