

# HOBBYTRONIC

N° 30 OCTOBRE 1993 - 20,00F

MENSUEL D'APPLICATIONS ELECTRONIQUES



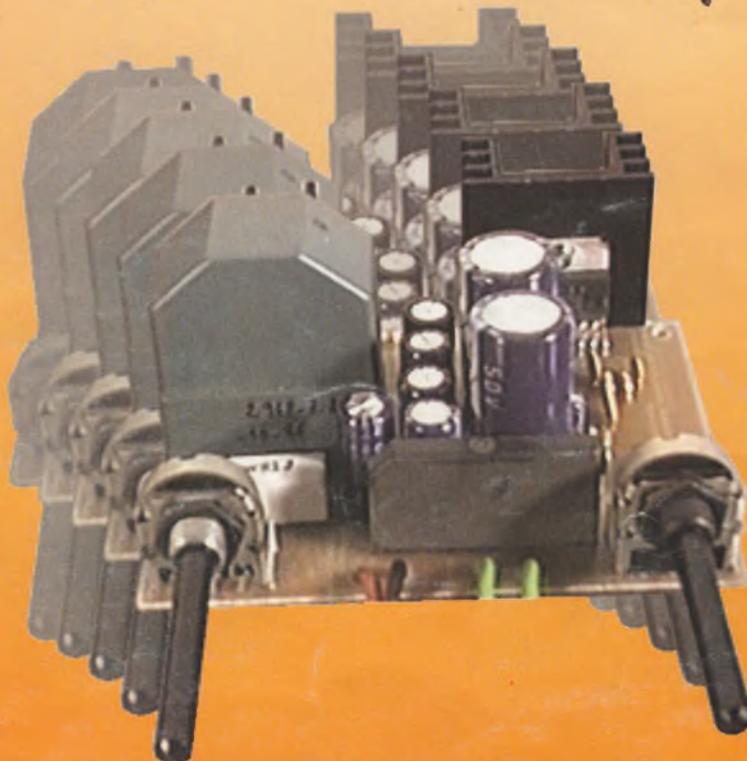
HOBBYTHEQUE 

LUMIERE 

DOMESTIQUE 

ALIMENTATION 

MODELISME 



VIDEO 

EMISSION-RECEPTION 

AUTO-MOTO 

MESURE 

SONORISATION 

M4443 - 30 - 20,00 F





# SOMMAIRE

## NOS FICHES TECHNIQUES

Des EEPROM série en version MOS:  
Les M93C06 (256 bits) et M93C46 (1024 bits) ..... 2

Afficheurs LCD: Quand il faut afficher plus que de 0 à 9...  
Afficheurs LCD intelligents à points ..... 6

Des spécialistes du découpage:  
Les L296 et L296P ..... 40



## NOS REALISATIONS PRATIQUES

Mise en oeuvre du L296P:  
Une alimentation de 0 à 30V, 3 Ampères ..... 16



Développements photos, insolation de CI's,...  
Une minuterie de 3 S à 3 Mn ..... 22



Un montage pour lequel il est interdit d'applaudir...  
Clap inter secteur ..... 29



Circuits imprimés: cessez de déprimer  
Chimie du CI. .... 32



Les "modifs" dans un véhicule? facile...  
Trois doubleurs de commandes ..... 49



En pages centrales détachables: Les circuits imprimés...  
Sommaire permanent ..... 54

NEW'S ..... 55

Pour vous abonner, rendez-vous en page ..... 56

## M93C06 EEPROM SERIE 256 BIT (16x16)

## M93C46 EEPROM SERIE 1024 BIT (64x16)

Dans le premier numéro de cette revue, une hobbythèque relative à la 9306 avait été donnée.

Grâce à l'avènement de la technologie CMOS, de nombreux progrès ont été réalisés essentiellement du côté de la consommation et de la puissance dissipée.

Dans le cas de ces EEPROMs, la différence pourrait s'arrêter là, ce qui ne justifierait pas la reprise d'une hobbythèque sur ces composants.

Mais voilà, des changements fondamentaux ont été apportés tant sur les phases d'écriture que sur les phases d'effacement (changements qui vont dans le bon sens pour l'utilisateur).

Comme il est bon de vivre avec son temps et de rester au goût du jour, voici l'occasion d'aborder des composants bien pratiques quand un faible volume de données doit être sauvegardé.

### Caractéristiques

Les mémoires M96C06 (M96C46) sont caractérisées de la manière suivante:

- Technologie CMOS faible consommation
- Organisation mémoire 16 x 16 bits (64 X 16)
- Fonctionnement sous 5 Volts uniquement
- Cycles d'écriture et d'effacement auto-cadencés
- Effacement automatique avant l'écriture
- Circuit de protection des données aux changements d'alimentations
- 100 000 cycles d'effacement/écriture
- Rétention des données > 10 ans
- Boîtiers DIP 8 broches ou SOIC
- Disponibles pour des gammes de températures étendues
  - Commerciales: 0°C à +70°C
  - Industrielles: -40°C à +85°C

### Description

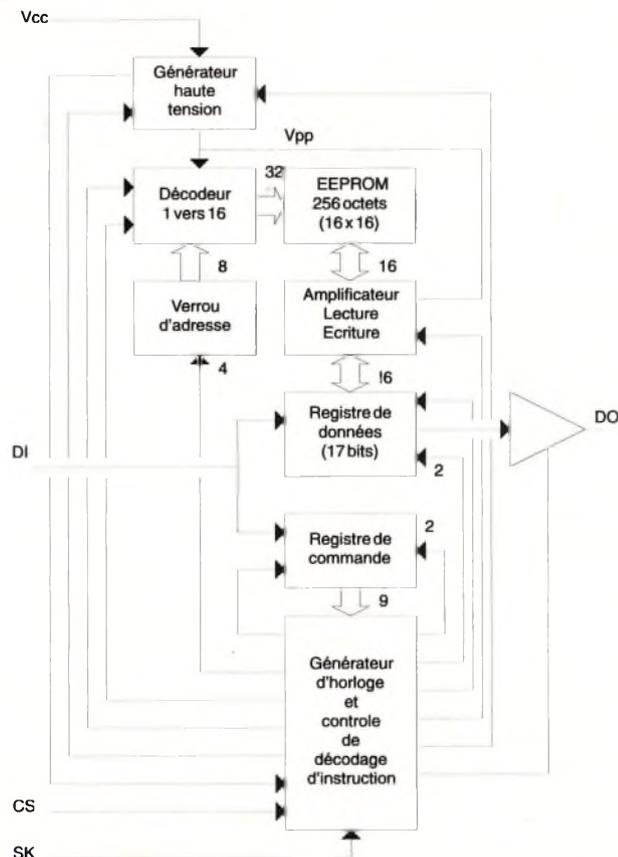
La 93C06 est une PROM sérielle effaçable électriquement de 256 bits. La mémoire a une structure de 16 x 16 bits.

La 93C46 est une PROM sérielle effaçable électriquement de 1024 bits. La mémoire a une structure de 64 x 16 bits.

La technologie CMOS rend ces composants idéaux pour les applications de

mémoires non volatiles de faible consommation. Ils sont disponibles sous la forme de boîtiers DIL8 ou en SOIP pour le montage de surface.

### Synoptique



## VALEURS LIMITES ABSOLUES

Symbole	Paramètre	Valeur	Unités
Vi, Vo	Tension des entrées/sorties relative/Masse	-0,3 à +7,0	V
Tsto	Température de stockage	-65 à +150	°C
Tpow	Température sous tension	-65 à +125	°C
Tsol	Température de soudage (10 secondes)	+300	°C
ESDP	Protection aux décharges électrostatiques	4	kV

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

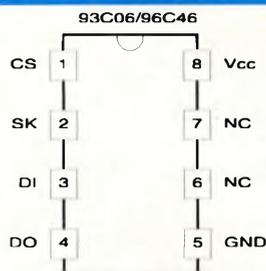
Vcc = +5V (+10% / -20%), Tamb = 0°C à +70°C (-40°C à +85°C si gamme industrielle)

Symbole	Paramètre	Conditions	Min	Typ	Max	Unités
Vcc	Tension d'alimentation		4.0		5.5	V
Vth	Seuil du détecteur d'alimentation		2,8		4,5	V
Vih	Niveau d'entrée haut		2.0		Vcc+1	V
Vil	Niveau d'entrée bas		-0.3		0.8	V
Voh	Niveau de sortie haut	Ioh=-400uA	2.4			V
Vol	Niveau de sortie bas	Iol=3,2mA			0.4	V
Ili	Courant de fuite en entrée	Vin = 0 à Vcc			10	uA
Ilo	Courant de fuite en sortie	Vout = 0 à Vcc			10	uA
Cint	Capacité interne	F = 1MHz			7	pF
Icc0	Courant de fonctionnement	CS=1, F=1MHz			4	mA
Icc1	Courant de repos	CS=0			100	uA

## Caractéristiques dynamiques

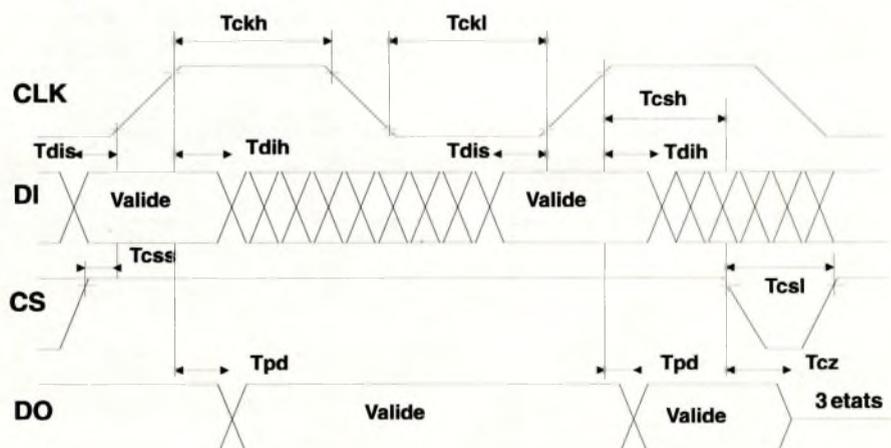
Symbole	Paramètre	Conditions	Min	Typ	Max	Unités
Fclk	Fréquence d'horloge				1	MHz
Tckh	Horloge à l'état haut		500			ns
Tckl	Horloge à l'état bas		500			ns
Tcss	Etablissement de CS		50			ns
Tcsh	CS à l'état haut		0			ns
Tcsl	CS à l'état bas		100			ns
Tdis	Etablissement de la donnée en entrée		100			ns
Tdih	Maintien de la donnée en entrée		100			ns
Tpd	Présence de la donnée en sortie	Cl=100pF			400	ns
Tcz	Disparition de la donnée (/CS=0)	Cl=100pF	0		100	ns
Tddz	Disparition de la donnée (/clk)	Cl=100pF	0		400	ns
Tsv	Apparition du status	Cl=100pF			100	ns
Twc	cycle de programmation	ERAL et WRAL			2 15	ms ms
Tec	Cycle d'effacement				1	ms

## Brochage



- CS : Chip Select
- SK : Horloge série
- DI : Entrée de donnée série
- DO : Sortie de donnée série
- Vcc : Alimentation +5V
- Gnd : Masse
- NC : Non connecté

## Diagramme de temps



## Description des broches

### Chip Select (CS)

Un niveau haut sur cette broche sélectionne le circuit. Un niveau bas le désélectionne et le force à se mettre en mode repos. Cependant, un cycle de programmation qui est déjà initialisé et/ou en cours se terminera indépendamment de l'état du signal d'entrée CS. Si CS est passé à l'état bas pendant un cycle de programmation, le circuit se mettra en mode repos dès que le cycle sera terminé.

CS doit être maintenu à l'état bas pendant un minimum de 100nS (Tcsl) entre deux instructions consécutives. Si CS est à l'état bas, la logique de contrôle interne est placée en mode RESET.

### L'horloge série (CLK ou SK)

L'horloge série est utilisée pour synchroniser la communication entre le système de commande et la mémoire. Les bits de commandes, d'adresses et de données sont validés en entrée par le front montant de l'horloge. Les bits de données en sortie sont également validés par le front montant de l'horloge.

L'horloge peut être arrêtée à n'importe quel moment lors d'une séquence de transmission (à l'état haut ou à l'état bas) et peut être reprise à n'importe quel instant (du moment que les durées d'horloge à l'état haut (Tckh) et les durées d'horloge à l'état bas (Tckl) sont respectées). Cela laisse une plus grande liberté de manœuvre au système de commande pour préparer les commandes, les adresses et les données.

L'état de l'horloge n'a aucune importance si CS est à l'état bas (circuit désélectionné). Si CS est à l'état haut, mais que la condition START n'a pas été détectée, un nombre important de cycles d'horloge peut être reçu par le circuit sans modifier son état (il reste dans la condition d'attente du START).

Les cycles d'horloge ne sont pas nécessaires pendant la phase d'écriture

temporisée (effacement automatique/écriture).

Après la détection de la condition START, un nombre précis de cycles d'horloge (plus exactement de transitions bas/haut d'horloge) doit être délivré. Ces cycles d'horloge sont nécessaires pour pointer tous les bits de la commande, de l'adresse et de la donnée avant de lancer l'exécution de la commande (Voir la table d'instructions). Les entrées CLK et DI deviennent alors des entrées sans importance en attendant qu'une nouvelle condition de départ soit détectée.

Note: CS doit repasser à l'état bas entre deux instructions consécutives.

### Data In (DI)

L'entrée Data In est utilisée pour pointer l'arrivée du bit de START, de la commande, de l'adresse et de la donnée sur les transitions positives de l'horloge.

### Data Out (DO)

La sortie Data Out est utilisée en mode Lecture pour sortir la donnée en synchronisme avec l'horloge (Tpd après le front montant de l'horloge)

Cette patte sert également à délivrer l'information de l'état READY/BUSY pendant les cycles d'effacement et d'écriture. L'information d'état READY/BUSY est disponible sur la broche DO. Il faut que CS est été remise à l'état haut après un passage à l'état bas pendant la durée minimum de Tcsl. Ce changement d'état doit se produire après le front descendant de l'horloge qui a pointé le dernier bit de l'entrée DI (DO pour l'écriture, A0 pour l'effacement) et qu'une opération d'effacement ou d'écriture ait été lancée.

Le signal d'état n'est pas disponible sur la ligne DO, si CS est conservé à l'état bas ou à l'état haut pendant toute la durée du cycle d'écriture ou d'effacement. Dans tous les autres cas, la ligne DO est dans un mode de haute impédance. Si le status est demandé après la fin d'un cycle d'écriture ou d'effacement, une résistance de Pull Up

sur la ligne DO est nécessaire pour permettre la lecture de l'état READY.

Les pattes DI et DO peuvent être reliées ensemble afin de réaliser une interface à 3 fils (CS, CLK, DI/DO).

Des précautions doivent être prises avec l'apparition du zéro factice de tête qui est placé sur la ligne DO après qu'une commande de lecture ait été détectée. De même, le système de commande ne doit pas piloter le bus DI/DO durant les cycles d'écriture et d'effacement si le status READY/BUSY est envoyé par la mémoire.

## Description fonctionnelle

### Condition de départ

Le start bit est détecté par le circuit à la première occurrence de CS et DI à l'état haut au moment du front positif de l'horloge.

Avant qu'une condition START ait été détectée, CS, CLK et DI peuvent prendre n'importe quel état (excepté la condition de départ) sans risquer d'aboutir à une opération du circuit (Read, Write, Erase, Ewen, Ewds, Eral et Wral). Dès que CS est à l'état haut, le circuit n'est plus en mode repos.

Une instruction suivant une condition START ne sera exécutée que lorsque le nombre de bits de commande, d'adresse et de données pour chaque type d'instruction aura été pointé à l'arrivée.

Après l'exécution d'une instruction (c'est à dire après la réception ou l'envoi du dernier bit), les lignes CLK et DI peuvent prendre n'importe quel état tant qu'une nouvelle condition de départ n'est pas détectée.

### La protection des données

Durant la phase de mise sous tension, tous les modes d'opération sont dévalidés tant que la tension d'alimentation n'a pas atteint un niveau compris entre 2,8V et 4,5V. Pendant une phase de mise hors tension, le circuit de protection de donnée entre en

## TABLE DES INSTRUCTIONS ? ? ? ? indique que la valeur est sans importance

Instruction	Start Bit	Op Code OP1 OP2	Adresse	Donnée en entrée	Data Out	cycles d'horloge	Commentaires
READ	1	1 0	A5A4A3A2A1A0		D15-D0	25	Lecture registre A5A4A3A2A1A0
WRITE	1	0 1	A5A4A3A2A1A0	D15-D0	RDY/BSY	25	Ecriture registre A5A4A3A2A1A0
ERASE	1	1 1	A5A4A3A2A1A0		RDY/BSY	9	Effacement registre A5A4A3A2A1A0
EWEN	1	0 0	1 1 ? ? ? ?		HZ	9	Validation d'effacement / écriture
EWDS	1	0 0	0 0 ? ? ? ?		HZ	9	Dévalidation d'effacement / écriture
ERAL	1	0 0	1 0 ? ? ? ?		RDY/BSY	9	Effacement de tous les registres
WRAL	1	0 0	0 1 ? ? ? ?	D15-D0	RDY/BSY	25	Ecriture de tous les registres

Pour la 93C06, les bits d'adresse A5 et A4 doivent être nuls.



service pour dévalider tous les modes dès que la tension d'alimentation est comprise dans la fourchette de 2,8V à 4,5V.

Les commandes EWEN et EWDS fournissent des protections supplémentaires contre les programmations accidentelles en fonctionnement normal.

Après une mise sous tension, le circuit est automatiquement dans le mode EWDS. Par conséquent, une instruction EWEN doit être réalisée avant de lancer toute instruction d'effacement ou d'écriture.

### Mode lecture (READ)

L'instruction de lecture sort la donnée série de l'emplacement mémoire adressé sur la broche DO. Un bit factice (état logique 0) précède la chaîne des 16 bits de sortie. La donnée sortie change d'état pendant l'état haut du signal d'horloge. Le bit factice est disponible  $T_{pd}$  après le front montant de l'horloge qui a servi à pointer le dernier bit de l'adresse (A0). Par conséquent, des précautions doivent être prises si DI et DO sont reliées ensemble car il peut y avoir conflit de bus si A0 est à 1.

DO retournera en état de haute impédance avec le front montant suivant le dernier coup d'horloge. Cela suit la sortie du dernier bit D0 ou le retour à l'état bas de la ligne CS, en fonction de celui qui apparaît le premier.

DO reste stable entre les cycles d'horloges pour une durée illimitée tant que CS reste à l'état haut.

Le bit de donnée le plus significatif (D15) est toujours sorti en premier suivi par les bits les moins significatifs (D14 - D0).

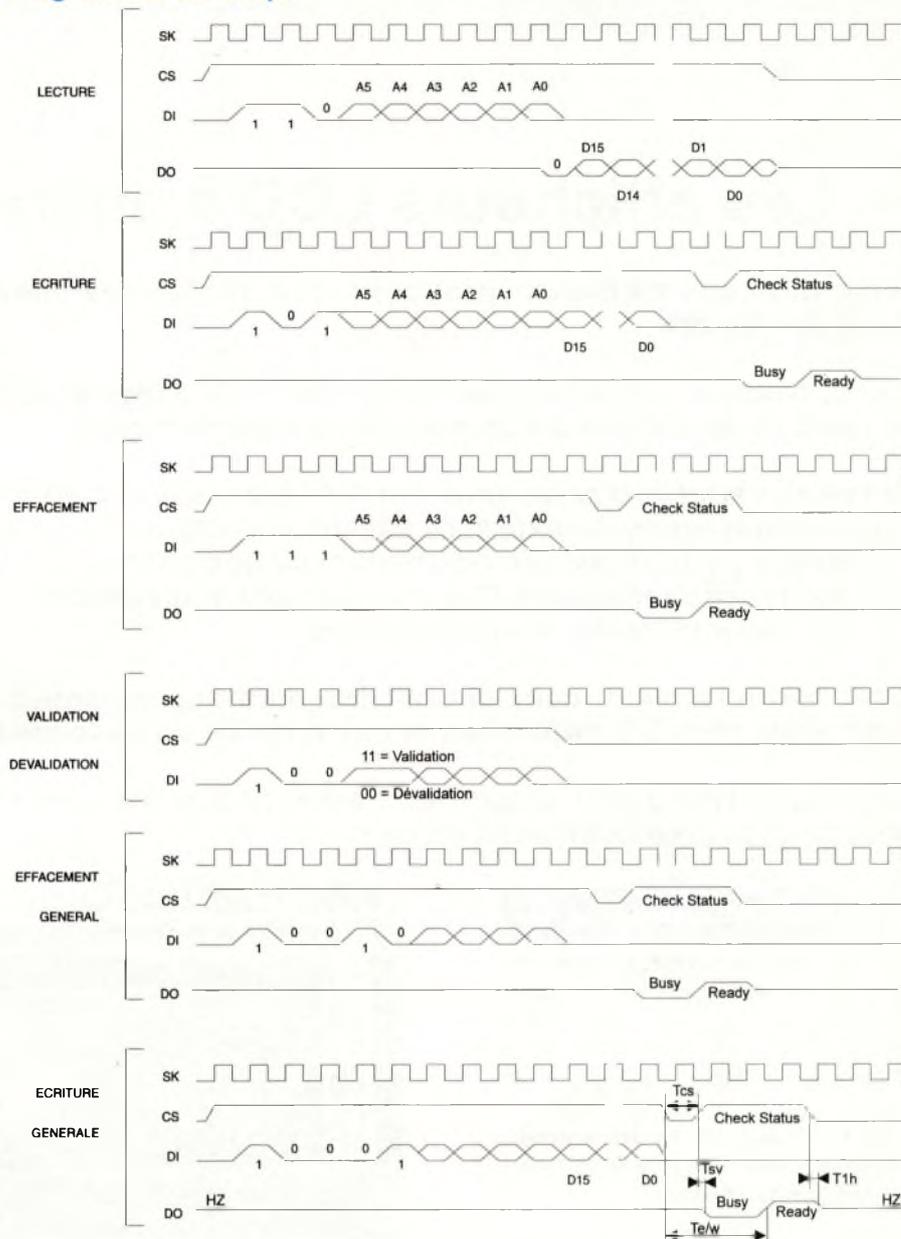
### Mode d'écriture (WRITE)

L'instruction WRITE est suivie par les 16 bits de données qui doivent être écrits à l'emplacement mémoire adressé. Le bit le plus significatif (D15) doit être pointé à l'arrivée en premier, suivi par les bits les moins significatifs (D14 - D0). Si une commande d'écriture a été reconnue par le circuit et que tous les bits de données ont été reçus, il réalise un cycle d'effacement automatique à l'adresse spécifiée dans la commande avant d'effectuer l'écriture. La durée du cycle d'écriture est auto-calibrée et commence automatiquement après la réception du dernier bit D0. La durée du cycle d'écriture est de l'ordre de 2 mS.

### Mode effacement (ERASE)

La commande d'effacement force les bits de donnée de l'adresse spécifiée à l'état

## Diagrammes de temps



1. La durée du cycle d'effacement est auto-calibrée et commence automatiquement après la réception du dernier bit d'adresse. La durée du cycle d'effacement est de l'ordre de 1mS.

### Validation / dévalidation d'effacement / écriture (EWEN, EWDS)

Le circuit est automatiquement dans le mode dévalidation d'effacement/écriture (EWDS) à la mise sous tension. Par conséquent, une commande EWEN doit être réalisée avant de pouvoir exécuter les fonctions ERASE, WRITE, ERAL, WRAL sur le circuit.

### Effacement général (ERAL)

L'ensemble de la mémoire sera effacée par des «1» si cette instruction est reçue par

le circuit et que celui-ci est en mode EWEN. La durée du cycle ERAL est auto-calibrée et commence aussitôt après la réception du dernier bit factice de l'adresse. ERAL dure environ 15 mS.

### Ecriture générale (WRAL)

L'ensemble de la mémoire peut être écrite avec la donnée spécifiée dans la commande. La durée du cycle WRAL est auto-calibrée et commence après la réception du dernier bit de donnée WRAL dure environ 15mS.

Note: La commande WRAL n'inclut pas un cycle d'effacement automatique de la mémoire. Par conséquent, l'instruction WRAL doit être précédée par une instruction ERAL et le circuit doit être dans le mode EWEN pour les deux opérations.



# Les afficheurs LCD à matrices de points

Voici deux ans maintenant (Hobbytronic n°10) nous avons écrit un article sur les afficheurs LCD standards.

Si cet article a intéressé beaucoup de monde, il a récemment suscité quelques critiques aux travers de demandes d'informations complémentaires.

En effet, certains d'entre vous ont fait l'acquisition d'afficheurs LCD à matrices de points réparties en lignes de texte et ne savent pas comment les utiliser. Leurs craintes principales se portent sur le phénomène du multiplexage d'affichage qui devient très vite insurmontable sur ces types d'afficheurs. Ces craintes sont motivées par la présence de quatorze points de contact pour effectuer les commandes.

Fort heureusement, ceux-ci sont toujours accompagnés d'une puce contrôleur qui se charge de tous ces problèmes et qui simplifie au possible l'affichage des messages.

Comme ce type de composant est devenu, aujourd'hui, très facile à se procurer, allons donc voir de plus près comment l'utiliser.

## Rappels sur les LCD

Comme le principe des LCDs a déjà été largement développé, seul un bref rappel sera donné ici.

### Principe

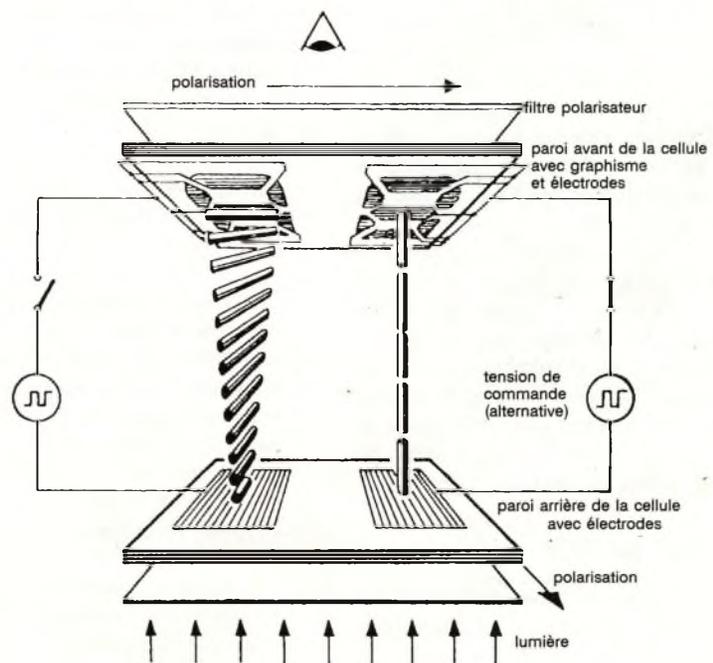
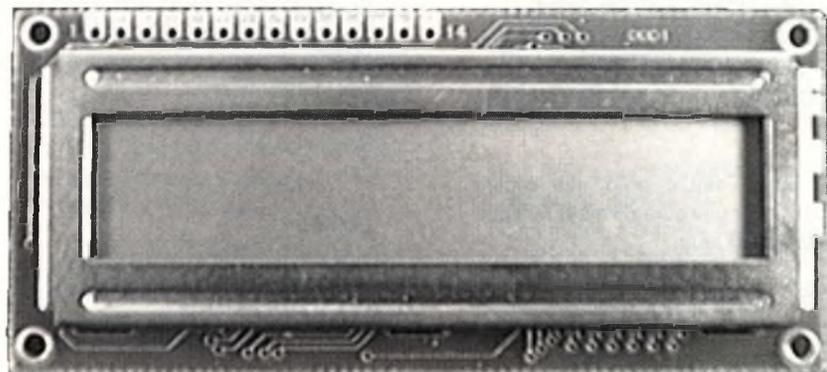
Les afficheurs LCD sont des composants qui mettent à profit la propriété de polarisation optique de la lumière.

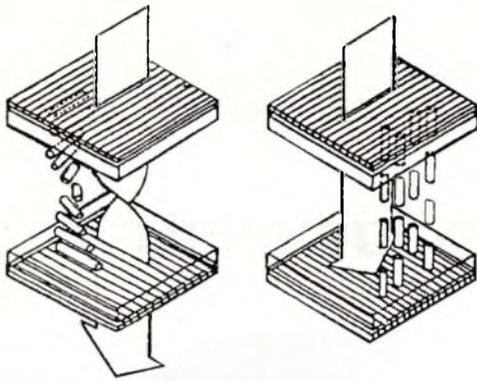
Ils sont constitués de deux filtres polarisateurs, disposés de telle manière qu'ils présentent un angle d'orientation différent. C'est cette différence d'orientation qui permet d'arrêter la lumière.

Afin que la lumière puisse passer au travers de ces deux filtres, une substance particulière, qui va faire "tourner" la lumière, est disposée entre eux-ci.

Dans le cas des afficheurs, cette substance est constituée par les cristaux liquides. Il s'agit de corps qui, sous l'action de la température, passent par un état intermédiaire qui possède à la fois les propriétés du cristal et du liquide. Le beurre mou présente cet aspect.

Dans le cas qui nous intéresse plus particulièrement, la substance utilisée est constituée de petits bâtonnets parallèles dont les axes sont disposés parallèlement





aux axes de polarisation des filtres. Afin que la lumière soit guidée entre les deux filtres, l'ensemble des bâtonnets est disposé en hélice. Au repos, la lumière passe donc librement entre les deux filtres. Le segment est éteint (aspect identique au fond).

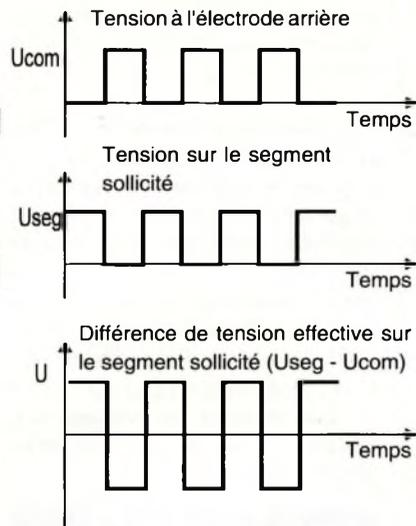
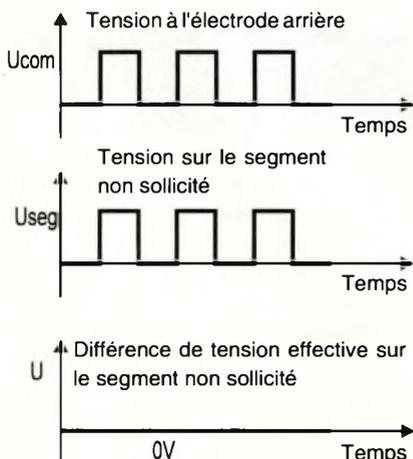
Sous l'action d'une tension, tous les bâtonnets pivotent et leurs axes deviennent perpendiculaires aux plans des filtres. La lumière n'est plus guidée et ne peut donc plus franchir le second filtre. Le segment est alors allumé (segment noir différent du fond).

## La commande

Si ce principe est extrêmement simple en théorie, il s'accompagne d'un défaut majeur qui est lié à la structure même des cristaux liquides. Sous l'action d'une tension continue, les bâtonnets risquent de ne plus pouvoir reprendre leur place initiale de repos. Le segment est alors irrémédiablement détruit.

Pour éviter ce phénomène, il importe donc que la tension moyenne qui est appliquée entre les deux électrodes du segment soit nulle. Pour ce faire, c'est une commande par inversion de phase qui est utilisée.

Un signal carré est appliqué sur l'électrode arrière du segment. Quand un signal en phase est appliqué sur l'électrode



avant, la différence de tension entre les deux électrodes est nulle et la lumière traverse le segment. Celui-ci est éteint.

Quand une tension en opposition de phase est appliquée sur l'électrode avant, la différence de tension entre les deux électrodes est maximale et la lumière ne traverse plus le segment. Celui-ci est actif.

La fréquence du signal de commande possède une limite basse de 30 Hz qui est dictée pour éviter les phénomènes de scintillements.

La limite supérieure est de l'ordre de 1 kHz et est liée au comportement capacitif du LCD qui vient influencer sur le courant consommé.

## Le multiplexage

Chaque segment impose de disposer de deux électrodes pour pouvoir le commander. Si l'électrode arrière peut être commune à tous les segments, l'électrode avant est par contre unique.

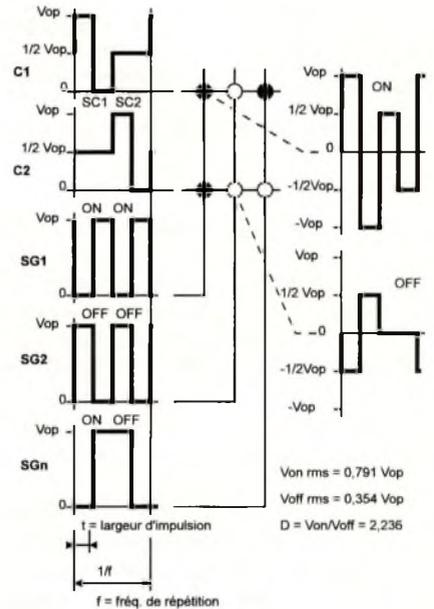
Par conséquent, plus le nombre de segments sera élevé, plus le nombre d'électrodes sera important. Pour les afficheurs à matrice de points cela devient quasiment inconcevable d'avoir une électrode par segment. Il faut donc MULTIPLEXER.

Le principe du multiplexage est relativement simple. Si au lieu de disposer d'une seule électrode arrière, celle-ci est coupée en deux, le nombre d'électrodes avant peut être divisé par deux. Chaque rajout d'une électrode arrière divise d'autant le nombre d'électrodes avant.

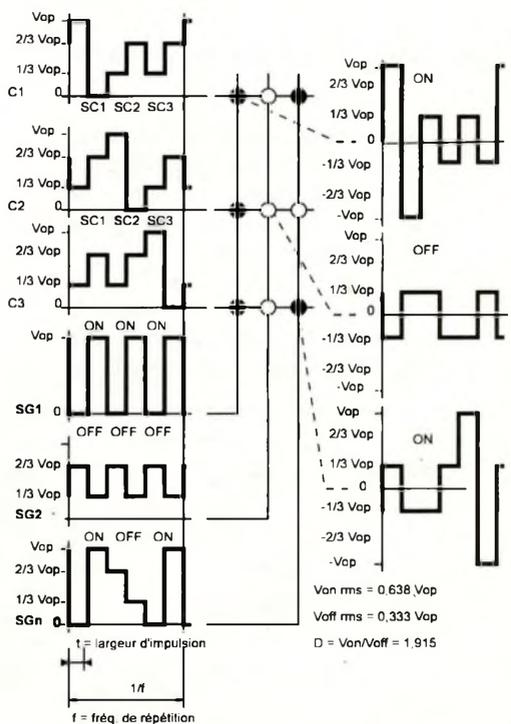
Le passage des commandes s'effectue alors électrode arrière par électrode arrière. Un segment pourra être allumé ou éteint (en fonction de son électrode avant) quand son électrode arrière est active. Il sera éteint

quand son électrode arrière est inactive (principe même du multiplexage).

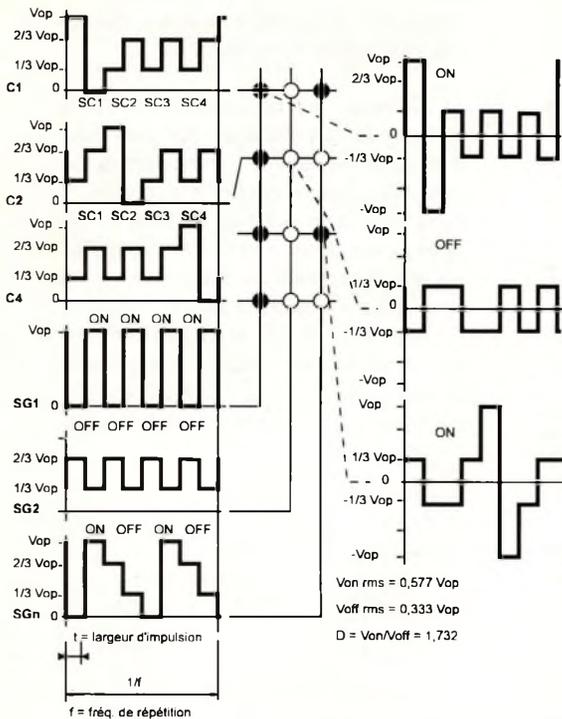
Comme la commande est une commande en tension (et non une commande en courant comme dans le cas des LEDs), celle-ci devient très rapidement complexe. La propriété qui est mise à profit dans le cas d'une commande multiplexée est que le segment ne devient actif qu'au dessus d'une tension de seuil  $V_s$ . Quand la tension aux bornes d'un segment est inférieure à  $V_s$ , celui-ci est considéré comme éteint. Quand cette tension devient supérieure à  $V_s$ , celui-ci est considéré comme allumé.



Multiplexage 1:2



Multiplexage 1:3



Multiplexage 1:4

Comme vous pouvez le constater, la forme des signaux de commande est fonction du taux de multiplexage appliqué sur l'afficheur.

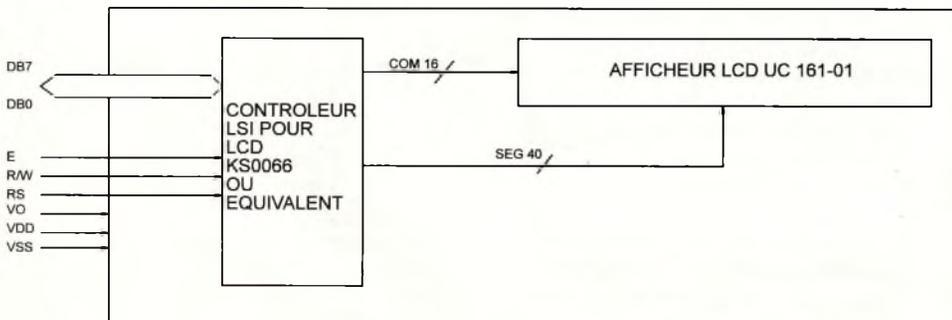
Au delà de quatre, c'est sur les seuils  $V_{on}$  et  $V_{off}$  que vont porter les modifications.

Avec des taux de 8, 16, 32, 64 et 128, la gestion des afficheurs devient vite complexe et l'électronique attenante devient très vite préminente. C'est pour cette raison que maintenant, cette partie est laissée au contrôle de circuits spécialisés.

### Cas des afficheurs à matrices de points

Un taux de multiplexage de 16 étant très fréquent sur ces afficheurs, il n'est donc pas étonnant de les trouver sous forme de modules déjà câblés avec la puce de commande intégrée dedans.

A partir de ce moment le principe de commande est totalement différent. Ces modules s'apparentent alors comme de



simples circuits périphériques avec bus de donnée, bus d'adresse et bus de contrôle.

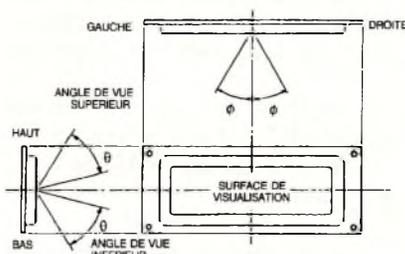
Il est alors difficile de donner des caractéristiques précises sur ces modules car il deviennent fonction du constructeur et du modèle. Cependant, un semblant de standardisation ressort de tous ces afficheurs et les caractéristiques qui vont être données couvrent près de 80% des modules afficheurs à matrice de caractères.

Les données qui suivent sont extraites du catalogue SAMTRON (filiale de SAMSUNG).

## Définitions

### Angle de vue

(pour tous les afficheurs)

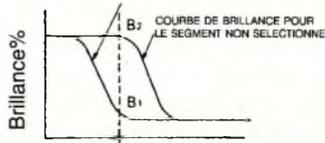


Note: choisir l'angle de vue inférieur ou supérieur.

### Rapport de contraste "K"

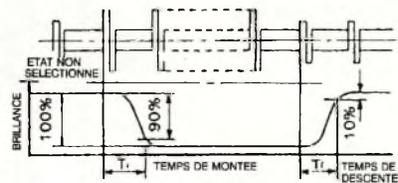
$$K = \frac{\text{Brillance du segment non sélectionné}(B_2)}{\text{Brillance du segment sélectionné}(B_1)}$$

Courbe de brillance du segment sélectionné



Tension de pilotage du point de sélection

## Temps de réponse optique

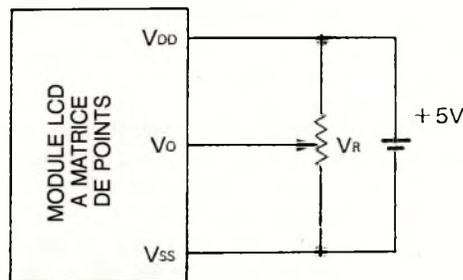


## Schémas d'alimentations

Voir les spécifications individuelles des modules pour la tension de commande afin d'obtenir le contraste et l'angle de vue optimum ( $V_r = 10$  à  $20$  k $\Omega$  pour ajuster le contraste).

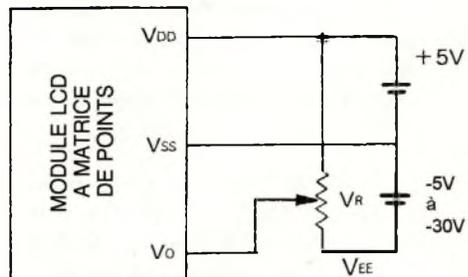
### Alimentation unique

Pour les modules avec une plage de température normale.



### Alimentation double

Pour les modules avec une plage de température étendue.



## Comment utiliser les modules LCD

Les LCD sont composés de verre et de polariseurs. Faire attention aux points suivants lors du transport.

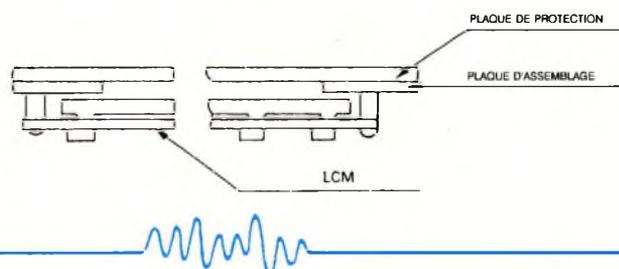
- (1) Bien respecter la plage de température pour l'utilisation et le stockage. Une dégradation de la polarisation, une apparition de bulles ou un écaillage du polariseur peuvent se produire avec de hautes températures ou un niveau d'humidité élevé.



- (2) Ne pas toucher, pousser ou frotter les polariseurs avec tout objet plus dur qu'une pointe de crayon HB (glace, brucelles, etc.).
- (3) Le N-hexane est recommandé pour nettoyer les surfaces adhésives utilisées pour fixer les polariseurs avant et arrière et les réflecteurs faits en matière organique. Ils peuvent être endommagés par des produits chimiques comme l'acétone, le toluène, l'éthanol et l'isopropylalcool.
- (4) Quand la surface d'affichage devient sale, l'essuyer en douceur avec du coton absorbant ou tout autre produit doux comme une peau de chamois trempée dans la benzine. Ne pas frotter trop fort pour éviter d'endommager la surface d'affichage.
- (5) Essuyer aussitôt toute trace de salive ou d'eau. Le contact avec l'eau pour une très longue durée peut provoquer des déformations ou une disparition de la couleur.
- (6) Éviter les contacts avec de l'huile ou de la graisse.
- (7) La condensation due au froid sur la surface d'affichage et les contacts peut endommager, tacher ou salir les polariseurs. Après que les produits aient été testés à basse température, ils doivent être réchauffés dans un coffret avant d'être mis en contact avec l'air à la température de la pièce.
- (8) Ne rien placer ou coller sur la surface d'affichage pour éviter d'y laisser des marques.
- (9) Ne pas toucher l'afficheur à main nue. Cela salira la surface d'affichage et dégradera l'isolation entre les contacts (Certains cosmétiques sont nocifs pour les polariseurs).
- (10) Comme la vitre est fragile, elle a tendance à s'ébrécher essentiellement sur les bords. Éviter de la laisser tomber ou de la heurter.

## Montage des modules LCD

Le trou dans le circuit imprimé est utilisé pour fixer le module LCM comme le montre la figure suivante. Respecter les consignes suivantes lors du montage du LCM.



- (1) Couvrir la surface d'affichage avec une plaque transparente pour protéger le polariseur et les cellules LCD.
- (2) Lors du montage du LCM dans d'autres équipements, l'entretoise entre le LCM et la plaque d'assemblage doit être suffisamment haute pour éviter les contraintes sur la surface du module.

## Précautions lors du transport des modules LCD

Une fois que le LCM a été assemblé et ajusté avec soin, éviter d'appliquer des chocs excessifs au module sous risque de l'altérer.

- (1) Ne pas altérer, modifier ou changer la forme des pattes sur le châssis métallique.
- (2) Ne pas faire de trous supplémentaires sur le circuit imprimé, modifier sa forme ou changer la position des composants qui y sont montés.
- (3) Ne pas endommager ou modifier les pistes sur le circuit imprimé.
- (4) Ne modifier en aucune manière le connecteur élastique (ruban conducteur) ou le toucher avec un quelconque objet.
- (5) Sauf sur le connecteur à souder, ne pas faire d'altération ou de modification avec un fer à souder.
- (6) Ne pas laisser tomber, plier ou tordre le module.

## Contrôle des décharges électrostatiques

Du fait que le module utilise un circuit LSI CMOS, les mêmes précautions doivent être prises que pour un circuit intégré CMOS vis à vis des décharges électrostatiques.

- (1) S'assurer que vous êtes relié à la masse quand vous portez le module.
- (2) Avant de retirer le module de son emballage ou de l'incorporer dans un montage, assurez-vous que le module et votre corps soient bien au même potentiel.
- (3) Quand vous soudez le connecteur du module, s'assurer que le fer à souder n'a pas de fuite secteur.

(4) Lorsque vous utilisez un tournevis électrique pour fixer le module, le tournevis doit être relié à la terre pour minimiser au maximum toute transmission d'ondes électro-magnétiques

produites par les étincelles issues des contacts du moteur.

- (5) Aussi vite que possible, rendez le potentiel électrique de vos habits et celui de votre poste de travail identiques au potentiel de masse.
- (6) Pour réduire la génération d'électricité statique, s'assurer que l'air ambiant n'est pas trop sec (Une humidité relative de 50 à 60% est recommandée).

## Précautions lors du soudage du module

- (1) Observez les points suivants lorsque vous soudez des fils, le connecteur, etc. sur le module.

- Température du fer à souder:  $280^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$

- Temps de soudure: 3-4 sec.

- Soudure: Soudure eutectic

Si un flux de soudure est utilisé, s'assurer de retirer tous les restes de flux après avoir fini l'opération de soudure (Cela ne s'applique pas dans le cas de flux non halogéné). Il est recommandé de protéger la surface du LCD avec un cache afin d'éviter les dommages provoqués par les projections de flux.

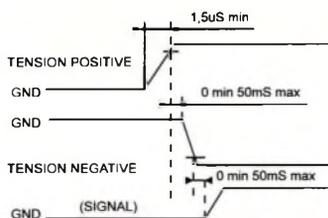
- (2) Lorsque vous soudez le panneau électroluminescent et le circuit imprimé, le panneau et le circuit ne doivent pas être détachés plus de trois fois. Le nombre maximum est déterminé par les conditions de température et de temps mentionnés précédemment.
- (3) Quand vous retirez le panneau électroluminescent du circuit imprimé, assurez-vous que la soudure est bien fondue sous risque d'endommager le circuit imprimé.

## Précautions d'utilisation

- (1) L'angle de vue varie avec les changements de la tension de pilotage des cristaux liquides ( $V_0$ ). Ajuster  $V_0$  pour obtenir le meilleur contraste.
- (2) Piloter un LCD avec des tensions au delà des limites raccourcit sa durée de vie.
- (3) Le temps de réponse est largement retardé à des températures situées au delà de la plage de température de fonctionnement. La zone d'affichage devient d'une couleur sombre au delà

de cette page. Cependant, cela ne veut pas dire que le LCD est détruit. Il retrouvera son aspect normal après être revenu dans la plage de température spécifiée.

- (4) Si la surface d'affichage est poussée violemment en cours de fonctionnement, l'affichage peut devenir anormal. Cependant, il reviendra à l'état normal si il est éteint et rallumé ensuite.
- (5) La condensation sur les points terminaux peut provoquer une réaction électrochimique qui peut altérer les points terminaux du circuit. Par conséquent, il doit être utilisé sous les conditions relatives de 40°C et 50% d'humidité relative.



- (6) Lors de la mise sous tension, appliquer les signaux d'entrée après que les tensions d'alimentation positives et négatives soient devenues stables.

### Stockage

Lors du stockage des LCD comme pièces de rechange pour plusieurs années, les précautions suivantes doivent être prises:

- (1) Les placer dans un sac en polyéthylène scellé. Si il est parfaitement étanche, il n'y a pas besoin de dessiccant.

- (2) Les placer dans un endroit sombre. Ne pas les exposer à la lumière du soleil ou à des lampes fluorescentes. Laisser la température entre 0 et 35°C.

- (3) La surface du polariseur ne doit jamais venir en contact avec un autre objet.

### Sécurité

- (1) Il est recommandé de broyer les LCD endommagés ou inutilisés et de les laver avec des solvants comme de l'acétone ou de l'éthanol qui pourront ensuite être brûlés.
- (2) Si des projections de liquides issues d'une cellule endommagée viennent en contact avec les mains, se les laver aussitôt soigneusement avec de l'eau et du savon.

### Niveaux maximum absolus

Caractéristique	Symbole	Conditions de test	min	max	unité
Tension d'alimentation pour la logique	Vdd-Vss	Ta = 25°C	0	7,0	V
Tension d'alimentation pour le LCD	Vdd - Vee	Ta = 25°C	0	6,5	V
Tension d'entrée	Vi	Ta = 25°C	Vss	Vdd	V
Température de fonctionnement	Topr	-	0	50	°C
Température de stockage	Tstg	-	-20	70	°C

### Caractéristiques optiques pour module d'affichage TN

Caractéristique	Symbole	Conditions	Min	Typ	Max	Unité	Définitions
Angle de vue	$\theta$	K=1,4	10	-	40	degré	1 - 2
	$\phi$		-30	-	30		
Temps de réponse (montée)	Tr	$\phi=0^\circ \theta=0$	-	150	250	ms	3
Temps de réponse (descente)	Tf	$f=0^\circ q=0$	-	150	250	ms	3

### Caractéristiques optiques pour module d'affichage STN

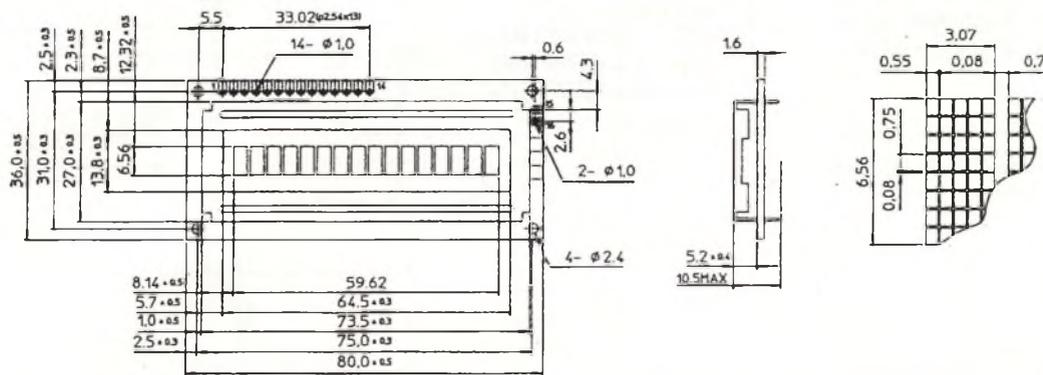
Caractéristique	Symbole	Conditions	Min	Typ	Max	Unité	Définitions
Angle de vue	$\theta$	K=2,0	10	-	40	degré	1 - 2
	$\phi$		-30	-	30		
Temps de réponse (montée)	Tr	$\phi=0^\circ \theta=0$	-	250	300	ms	3
Temps de réponse (descente)	Tf	$f=0^\circ q=0$	-	250	300	ms	3

### Brochage

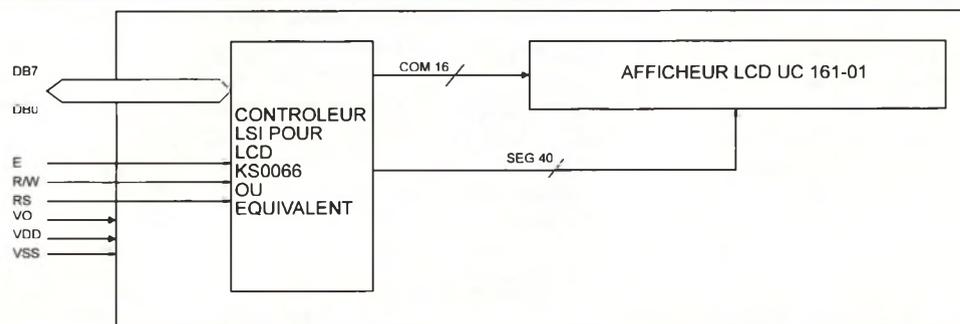
Broche	Symbole	Niveau	Description	Fonction
1	Vss	-	Masse	0V
2	Vdd	-	Tension d'alimentation logique et + LCD	5V ± 5%
3	Vo	-	Tension d'alimentation LCD	Définie par l'utilisateur du système
4	RS	H/L	Sélection de registre	H: Donnée L: Code d'instruction
5	R/W	H/L	Lecture / Ecriture	H: Lecture L: Ecriture
6	E	H - H->L	Signal de validation	-
7	DB0	H/L	Bit 0 de donnée	8 bits 4 bits
10	DB3	H/L	Bit 3 de donnée	
11	DB4	H/L	Bit 4 de donnée	
14	DB7	H/L	Bit 7 de donnée	

# UC-161-01 (1 ligne de 16 caractères)

## Dimensions physiques



## Bloc diagramme



## Spécifications mécaniques

Désignation	Dimensions	Unité
Taille du module (L x H x E)	80 x 36 x 10,5	mm
Surface de visualisation (L x H)	64,5 x 13,8	mm
Pitch du caractère (L)	3,77	mm
Taille du caractère (L x H)	3,07 x 6,56	mm
Fonte du caractère	5 x 8	points
Pitch du point (L x H)	0,63 x 0,83	mm
Taille du point (L x H)	0,55 x 0,75	mm

## Caractéristiques électriques

Ta = 25°C, Vdd = 5,0V ± 0,25V

Désignation	Symbole	Condition	Min	Typ	Max	Unité
Tension d'entrée à l'état haut	Vih	-	2,2	-	Vdd	V
Tension d'entrée à l'état bas	Vil	-	-0,3	-	0,6	V
Tension de sortie à l'état haut	Voh	-loh = 0,2 mA	2,4	-	-	V
Tension de sortie à l'état bas	Vol	lol = 1,2 mA	-	-	0,4	V
Tension d'alimentation du LCD	Vdd-Vo	Ta = 0°C	-	4,8	-	V
		Ta = 25°C	-	4,5	-	V
		Ta = 50°C	-	4,2	-	V



# Utilisation du contrôleur de LCD KS0066

## Contrôleur et pilote de matrices à point LCD

Le KS0066 est un circuit LSI contrôleur et pilote de matrices à point LCD fabriqué en technologie CMOS faible consommation.

### Fonctions

- Contrôleur et pilote de matrices à points LCD de type caractère.
- Pilote interne: signal de sortie pour 16 communs et 40 segments
- Format d'affichage de caractère: 5 x 7 points + curseur, 5 x 10 points + curseur
- Interface facile avec les MPU 4 et 8 bits
- Motifs de caractères d'affichage: standard 10.5
  - format 5 x 7 points: 192 types
  - format 5 x 10 points: 32 types
- Les motifs de caractères spéciaux peuvent être programmés directement par la RAM générateur de caractère
- Mise sous tension automatique par fonction RESET
- Il peut piloter un maximum de 80 caractères en utilisant un KS0065 ou un KS0063 en externe
- Il est possible de lire le générateur de caractère et la mémoire d'affichage de donnée depuis la MPU

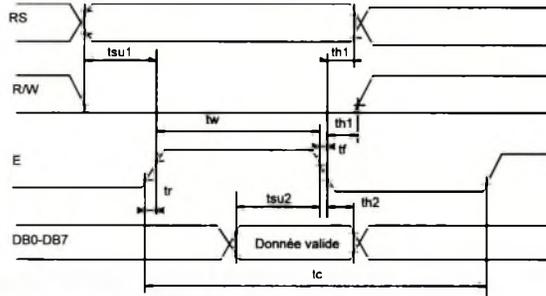
### Caractéristiques

- Mémoire interne
  - Rom générateur de caractères: 8320 bits
  - Ram générateur de caractère: 512 bits
  - Ram d'affichage de donnée: 80 x 8 bits pour 80 digits.
- Tension d'alimentation pour logique et LCD(+): +5V ± 10%
- Tension d'alimentation pour LCD(-): -5V
- Structure CMOS
- Rapport de multiplexage de 1/8, 1/11, ou 1/16: sélectionnable
- Boîtier 80 QFP puce seule disponible

## Caractéristiques dynamiques

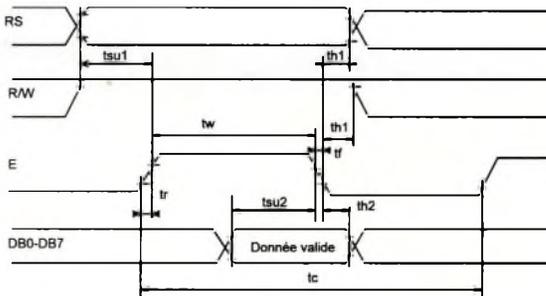
### Mode lecture (Vdd = 5V ± 10%, Vss = 0V, Ta = 25°C)

Caractéristiques	symbole	min	typ	max	Unité
Durée cycle E	Tc	500	-	-	ns
Temps de montée E	Tr	-	-	25	ns
Temps de descente E	Tf	-	-	25	ns
Largeur d'impulsion E	Tw	220	-	-	ns
Temps d'établissement R/W et RS	Tsu1	40	-	-	ns
Temps de maintien R/W et RS	Th1	10	-	-	ns
Temps d'établissement donnée	Tsu2	60	-	-	ns
Temps de maintien donnée	Th2	20	-	-	ns



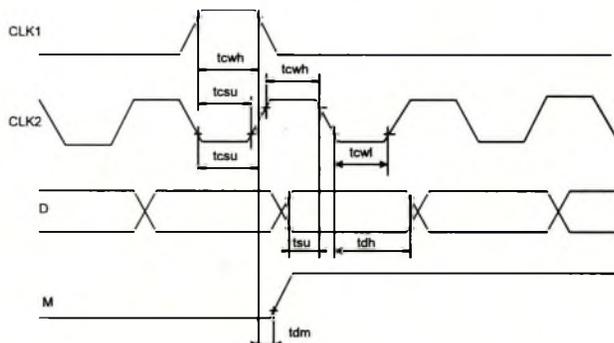
### Mode écriture (Vdd = 5V ± 10%, Vss = 0V, Ta = 25°C)

Caractéristiques	symbole	min	typ	max	Unité
Durée cycle E	Tc	500	-	-	ns
Temps de montée E	Tr	-	-	25	ns
Temps de descente E	Tf	-	-	25	ns
Largeur d'impulsion E	Tw	220	-	-	ns
Temps d'établissement R/W et RS	Tsu1	40	-	-	ns
Temps de maintien R/W et RS	Th1	10	-	-	ns
Temps d'établissement donnée	Tsu2	60	-	-	ns
Temps de maintien donnée	Th2	20	-	-	ns



### Mode d'interface avec le KS0065 ou le KS0063

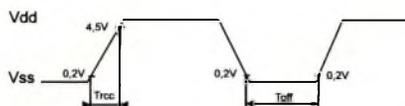
Caractéristiques	symbole	min	typ	max	Unité
Largeur impulsion horloge Haut	Tcwh	800	-	-	ns
Largeur impulsion horloge Bas	Tcwl	800	-	-	ns
Temps d'établissement donnée	Tsu	300	-	-	ns
Temps de maintien donnée	Tdh	300	-	-	ns
Temps d'établissement horloge	Tcsu	500	-	-	ns
Temps de délai M	Tdm	-1000	-	-1000	ns



## Reset de mise sous tension

Le circuit de RESET interne ne sera pas correctement opérationnel si les conditions de tensions d'alimentation suivantes ne sont pas vérifiées. Dans ce cas, réaliser les conditions d'initialisation au moyen des instructions.

Symbole	min	max	Unité
Trcc	0,1	10	ms
Toff	1	-	ms



Note: la fonction Toff définit le temps minimum pendant lequel l'alimentation doit être coupée lors d'une disparition momentanée de celle-ci.

## La fonction RESET

### ■ Initialisation par le circuit de RESET interne

Le KS0066 s'initialise automatiquement quand l'alimentation est appliquée dessus grâce au circuit de RESET interne. Les instructions suivantes sont exécutées lors de la phase d'initialisation. Le drapeau occupé (BF) est placé dans l'état occupé jusqu'à la fin de l'initialisation (BF = 1). L'état OCCUPE apparaît 10ms après que Vdd ait atteint 4,5V.

(1) Effacement de l'affichage

(2) Fonction activée

DL = 1 : interface de donnée 8 bits

DL = 0 : interface de donnée 4 bits

F = 0 : Fonte de caractère 5 x 7 points

N = 1 : rapport 1/16

N = 0 : rapport 1/8 et 1/11

(3) Contrôle d'affichage ON/OFF

D = 0 : Affichage OFF

C = 0 : Curseur OFF

B = 0 : Clignotement OFF

(4) Définition du mode d'entrée

I/D = 1 : +1 (incrément)

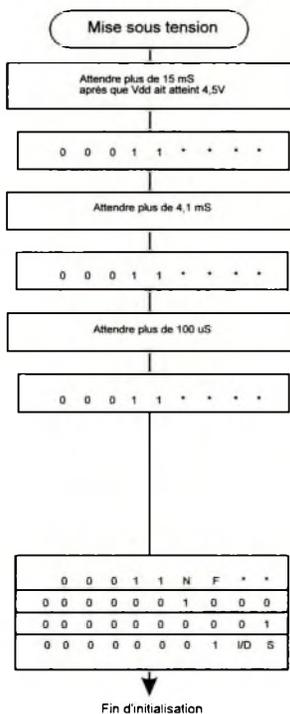
S = 0 : pas de décalage

Note: quand les conditions d'initialisation par le circuit interne ne sont pas réunies, le circuit d'initialisation n'agit pas correctement et une initialisation par instruction devra alors être réalisée.

### ■ Initialisation par instruction

Si les conditions d'alimentation étaient incorrectes pour le circuit de RESET interne, une initialisation par instruction est nécessaire.

Utiliser la procédure suivante pour l'initialisation.



#### Quand l'interface est en mode 8 bits

Le drapeau BF ne peut pas être testé avant cette instruction de définition de fonction (Interface en mode 8 bits)

Le drapeau BF ne peut pas être testé avant cette instruction de définition de fonction (Interface en mode 8 bits)

Le drapeau BF ne peut pas être testé avant cette instruction de définition de fonction (Interface en mode 8 bits)

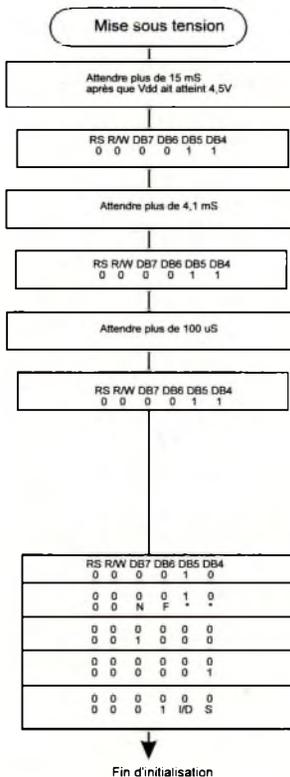
Le drapeau BF peut être testé après cette instruction. Quand BF n'est pas testé, le temps d'attente entre les instructions doit être plus long que le temps d'exécution de l'instruction.

- Définition de fonction (Interface en mode 8 bits. Spécifier le nombre de lignes d'affichage et la fonte du caractère). Le nombre de lignes d'affichage et la fonte du caractère ne peuvent être changés après.

- Affichage OFF

- Affichage ON

- Définition du mode d'entrée



#### Quand l'interface est en mode 4 bits

Le drapeau BF ne peut pas être testé avant cette instruction de définition de fonction (Interface en mode 8 bits)

Le drapeau BF ne peut pas être testé avant cette instruction de définition de fonction (Interface en mode 8 bits)

Le drapeau BF ne peut pas être testé avant cette instruction de définition de fonction (Interface en mode 8 bits)

Le drapeau BF peut être testé après cette instruction. Quand BF n'est pas testé, le temps d'attente entre les instructions doit être plus long que le temps d'exécution de l'instruction.

- Définition de fonction (Interface en mode 4 bits. Spécifier le nombre de lignes d'affichage et la fonte du caractère). Le nombre de lignes d'affichage et la fonte du caractère ne peuvent être changés après.

- Affichage OFF

- Affichage ON

- Définition du mode d'entrée

KS0066F00

MSB LSB	0	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	(1)	0	Q	P	'	P			-	?	≡	ω	p		
1	(2)	!	1	A	Q	a	q			7	+	4	ä	q	
2	(3)	"	2	B	R	b	r			Γ	ι	×	ρ	θ	
3	(4)	#	3	C	S	c	s			∪	∩	∩	ε	ω	
4	(5)	\$	4	D	T	d	t			\	∩	∩	∩	μ	ω
5	(6)	%	5	E	U	e	u			.	∩	∩	∩	∩	∩
6	(7)	&	6	F	V	f	v			∩	∩	∩	∩	∩	∩
7	(8)	'	7	G	W	w				∩	∩	∩	∩	∩	∩
8	(9)	(	8	H	X	x				∩	∩	∩	∩	∩	∩
9	(2)	)	9	I	Y	y				∩	∩	∩	∩	∩	∩
A	(3)	*	:	J	Z	j	z			∩	∩	∩	∩	∩	∩
B	(4)	+	:	K	[	k	(			∩	∩	∩	∩	∩	∩
C	(5)	,	<	L	]	l	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
D	(6)	-	=	M	]	m	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
E	(7)	.	>	N	^	n	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩
F	(8)	/	?	O	_	o	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩

CG RAM

KS0066F03

MSB LSB	0	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	(1)	0	Q	P	'	P			∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩
1	(2)	!	1	A	Q	a	q			∩	∩	∩	∩	∩	∩
2	(3)	"	2	B	R	b	r			∩	∩	∩	∩	∩	∩
3	(4)	#	3	C	S	c	s			∩	∩	∩	∩	∩	∩
4	(5)	\$	4	D	T	d	t			∩	∩	∩	∩	∩	∩
5	(6)	%	5	E	U	e	u			∩	∩	∩	∩	∩	∩
6	(7)	&	6	F	V	f	v			∩	∩	∩	∩	∩	∩
7	(8)	'	7	G	W	w				∩	∩	∩	∩	∩	∩
8	(9)	(	8	H	X	x				∩	∩	∩	∩	∩	∩
9	(2)	)	9	I	Y	y				∩	∩	∩	∩	∩	∩
A	(3)	*	:	J	Z	j	z			∩	∩	∩	∩	∩	∩
B	(4)	+	:	K	[	k	(			∩	∩	∩	∩	∩	∩
C	(5)	,	<	L	]	l	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
D	(6)	-	=	M	]	m	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
E	(7)	.	>	N	^	n	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩
F	(8)	/	?	O	_	o	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩

CG RAM

KS0066F05

MSB LSB	0	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	(1)	0	Q	P	'	P			∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩
1	(2)	!	1	A	Q	a	q			∩	∩	∩	∩	∩	∩
2	(3)	"	2	B	R	b	r			∩	∩	∩	∩	∩	∩
3	(4)	#	3	C	S	c	s			∩	∩	∩	∩	∩	∩
4	(5)	\$	4	D	T	d	t			∩	∩	∩	∩	∩	∩
5	(6)	%	5	E	U	e	u			∩	∩	∩	∩	∩	∩
6	(7)	&	6	F	V	f	v			∩	∩	∩	∩	∩	∩
7	(8)	'	7	G	W	w				∩	∩	∩	∩	∩	∩
8	(9)	(	8	H	X	x				∩	∩	∩	∩	∩	∩
9	(2)	)	9	I	Y	y				∩	∩	∩	∩	∩	∩
A	(3)	*	:	J	Z	j	z			∩	∩	∩	∩	∩	∩
B	(4)	+	:	K	[	k	(			∩	∩	∩	∩	∩	∩
C	(5)	,	<	L	]	l	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
D	(6)	-	=	M	]	m	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
E	(7)	.	>	N	^	n	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩
F	(8)	/	?	O	_	o	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩

CG RAM

KS0066F06

MSB LSB	0	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	(1)	0	Q	P	'	P			"	A	D	a	a		
1	(2)	!	1	A	Q	a	q			∩	∩	∩	∩	∩	∩
2	(3)	"	2	B	R	b	r			∩	∩	∩	∩	∩	∩
3	(4)	#	3	C	S	c	s			∩	∩	∩	∩	∩	∩
4	(5)	\$	4	D	T	d	t			∩	∩	∩	∩	∩	∩
5	(6)	%	5	E	U	e	u			∩	∩	∩	∩	∩	∩
6	(7)	&	6	F	V	f	v			∩	∩	∩	∩	∩	∩
7	(8)	'	7	G	W	w				∩	∩	∩	∩	∩	∩
8	(9)	(	8	H	X	x				∩	∩	∩	∩	∩	∩
9	(2)	)	9	I	Y	y				∩	∩	∩	∩	∩	∩
A	(3)	*	:	J	Z	j	z			∩	∩	∩	∩	∩	∩
B	(4)	+	:	K	[	k	(			∩	∩	∩	∩	∩	∩
C	(5)	,	<	L	]	l	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
D	(6)	-	=	M	]	m	)			∩	∩	∩	∩	∩	∩
E	(7)	.	>	N	^	n	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩
F	(8)	/	?	O	_	o	+			∩	∩	∩	∩	∩	∩

CG RAM

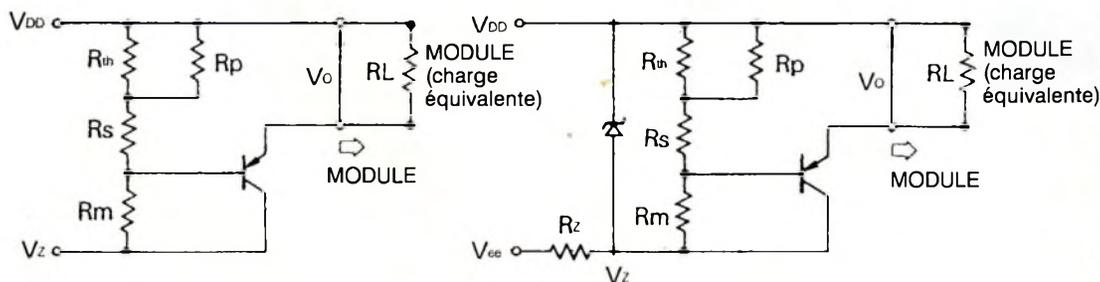


## Instructions

Instruction	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	DESCRIPTION	Durée
Effacement affichage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Efface l'affichage et place le curseur en début de ligne (adresse 0)	1,64mS
Curseur au début	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Place le curseur en début de ligne (adresse 0). Remplace également l'affichage devant être décalé en position initiale. Le contenu de la mémoire DDRAM reste inchangé	1,64mS
Définition du mode d'entrée	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Définit le sens de déplacement du curseur et spécifie si l'affichage doit être décalé. Ces opérations sont réalisées pendant la lecture et l'écriture de données	40 uS
Contrôle d'affichage ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Valide ON/OFF l'affichage (D), le curseur (C) et le clignotement du curseur sous le caractère (B)	40uS
Décalage curseur/affichage	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Déplace le curseur et décale l'affichage sans changer le contenu de la mémoire DDRAM	40uS
Définition de fonction	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Définit la longueur de la donnée de l'interface (DL), le nombre de lignes (N) et la fonte du caractère (F)	40uS
Définition adresse CGRAM	0	0	0	1	AGC					Définit l'adresse CGRAM. Les données CGRAM sont envoyées et reçues après cette définition	40uS	
Définition adresse DDRAM	0	0	1	ADD					Définit l'adresse DDRAM. Les données DDRAM sont envoyées et reçues après cette définition	40uS		
Lecture adresse flag BUSY	0	1	BF	AC					Lit le flag BUSY (BF) indiquant que l'opération interne est en cours et lit le contenu du compteur d'adresse	0uS		
Ecriture donnée CGRAM/DDRAM	1	0	Donnée					Ecrit une donnée dans la mémoire DDRAM/CGRAM	40uS			
Lecture donnée CGRAM/DDRAM	1	1	Donnée					Lit une donnée dans la mémoire DDRAM/CGRAM	40uS			

	Code	Description	Temps d'exécution (max)
I/D = 1 : Incrément I/D = 0 : Décrément S = 1 : Avec décalage d'affichage S/C = 1 : décalage d'affichage S/C = 0 : déplacement curseur R/L = 1 : décalage vers la droite R/L = 0 : décalage vers la gauche DL = 1 : 8 bits	DL = 0 : 4 bits N = 1 : 1/16 N = 0 : 1/8 ou 1/11 F = 1 : 5 x 10 points F = 0 : 5 x 7 points BF = 1 : opération en cours BF = 0 : libre	DDRAM : mémoire d'affichage CGRAM : mémoire générateur ACG : adresse CGRAM ADD : adresse DDRAM correspondant au curseur AC : adresse compteur utilisée par DDRAM et CGRAM	F <sub>cp</sub> ou F <sub>osc</sub> = 250 KHz Cependant quand la fréquence change, le temps d'exécution change aussi Exemple: si F <sub>cp</sub> = 270 KHz, $40\mu\text{s} \times \frac{250}{270} = 37\mu\text{s}$

## Exemples de circuits de compensation de température pour les types en gamme de température étendue



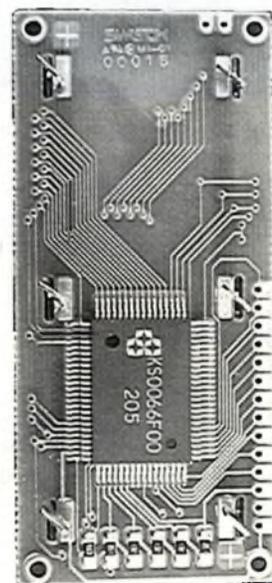
## Matrices de caractères

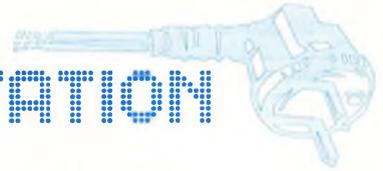
Les contrôleurs d'afficheurs LCD de matrices à points comportent en interne une ROM qui renferme les matrices de caractères.

La page précédente donne quelques exemples de matrices.

Ces matrices sont naturellement fonction du constructeur et du type de contrôleur utilisé.

La matrice KS0066F00 correspond à celle qui se rencontre le plus fréquemment chez tous les constructeurs (japonais).



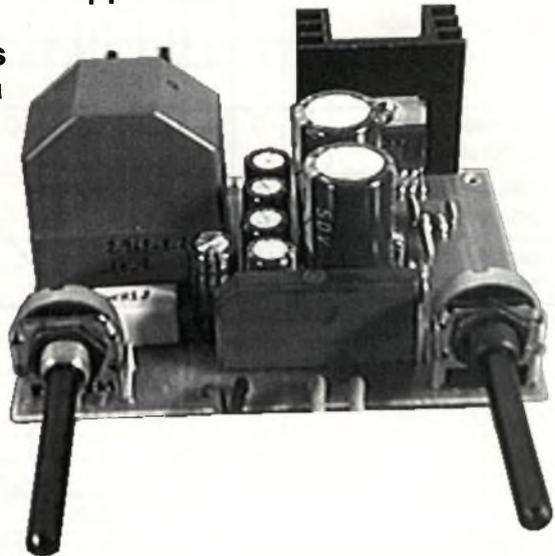


## Alimentation 0-30V, 4 Ampères

Les alimentations font partie des instruments indispensables qui n'ont été abordées que timidement dans cette revue jusqu'à présent.

Pourquoi avoir tardé si longtemps, comme l'ont déjà demandé de nombreux lecteurs? Simplement parce que deux grandes catégories sont en opposition.

En effet, les alimentations linéaires possèdent des avantages indéniables: fiabilité, qualité de la régulation, circuits spécialisés, etc. Elles présentent également de gros défauts tels que par exemple le faible rendement. Ce faible rendement est à l'origine de tous les reproches que l'on peut faire à celles-ci: refroidisseurs sur-dimensionnés, donc coût et encombrement élevés. C'est entre autres cette dissipation de puissance excessive qui est quelquefois à l'origine de pannes telles que le court-circuit du transistor ballast.



Face à ces schémas, que nous appellerons "traditionnels", les alimentations à découpage occupent une place de plus en plus marquée. Cette évolution était inévitable, et ne fera que se confirmer de plus en plus dans l'avenir, puisque les caractéristiques globales sont tout à fait comparables aux "traditionnelles linéaires", en offrant en plus les performances de rendement qui manquaient aux précédentes.

Certes, une certaine aversion existe vis à vis de ces schémas. Nous allons essayer de la dissiper avec cette première réalisation. La photographie ci-dessus montre par exemple un refroidisseur suffisant pour obtenir ces 4 Ampères sous 30V: n'est-ce pas déjà là un argument de poids?

### Les types d'alimentations

Pour commencer, il est bon de définir les différents types d'alimentations à découpage qui existent. Nous n'y sommes pour rien, mais dans le jargon électronique, ce ne sont pratiquement que des anglicismes qui les nomment.

#### OFF-LINE

En Français, hors secteur. Ce sont des alimentations pour lesquelles les circuits de découpages travaillent en général sous une tension élevée. Ce sont elles qui, par exemple, s'occupent exclusivement de nourrir les téléviseurs actuels. Elles ont la particularité de se passer du transformateur

classique (et lourd) à 50 Hz et de le remplacer par un transformateur à noyau ferrite, beaucoup plus petit, travaillant dans la gamme des 16 à 50 kHz.

On trouve successivement sur une alimentation de ce type: Un pont de diode sur le secteur, le circuit de découpage attaquant le primaire du transformateur, plusieurs cellules de redressement sur différents secondaires de ce transfo et enfin, un asservissement en tension assurant la stabilité des tensions obtenues.

C'est directement le transformateur en ferrite qui assure l'isolement indispensable entre le châssis de l'appareil et les tensions communes au secteur. Ces alimentations représentent une première grande famille, bien distincte des suivantes.

#### Basses tensions

Les autres grands types d'alimentations travaillent à partir d'une basse tension d'entrée, tension en tout cas isolée du secteur par un moyen ou un autre. L'élément selfique, toujours présent dans une alimentation à découpage, n'est plus ici un transformateur, mais une simple self à un seul enroulement (sauf particularités). Parmi celles-ci on peut distinguer:

#### Step-up converter

Littéralement: convertisseur élévateur (alias Boost regulator). Ce sont des alimentations qui permettent d'obtenir une tension de sortie plus élevée que celle disponible en entrée.



Ce genre de schéma permet d'obtenir facilement un convertisseur 12/24V avec un minimum de composants et un rendement élevé.

## Flyback regulator

Poétiquement: Régulateur "vol à l'envers". Dans un langage plus technique, nous la nommerons alimentation inverseuse.

Sa particularité est en effet de fournir une tension de sortie de polarité inversée par rapport à celle d'entrée. Là, le nombre d'applications possible est important et l'on retrouvera ce genre de convertisseur à chaque fois que des alimentations diverses sont nécessaires alors que l'on ne dispose que d'une batterie en source.

## Step down

Cette fois convertisseur abaisseur, encore appelé fréquemment convertisseur "Buck", c'est celui qui va nous intéresser plus particulièrement dans cet article.

Sa fonction est donc, comme vous l'aurez deviné, de jouer le rôle équivalent à un transistor "ballast", soit de diminuer une tension d'entrée non régulée vers une tension de sortie stable.

## Autres alimentations...

Les différents types d'alimentations que nous venons de passer rapidement en revue peuvent être jumelées et fournir, à l'aide d'un seul circuit découpeur, à la fois une tension inverse et une tension surélevée par exemple. Là, ce sont des accommodations de schémas qui permettent l'obtention des valeurs d'alimentations désirées.

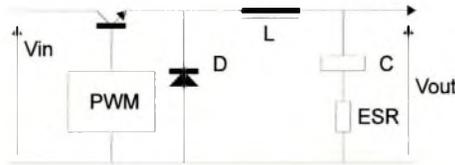
Dans ces alimentations multiples, il est d'ailleurs plus souvent intéressant de remplacer la simple self par, de nouveau, un transformateur adapté, même pour un travail à partir d'une basse tension.

C'est par exemple le cas pour les "Booster" d'autoradios de puissances supérieures à 2x20 Watts, qui nécessitent obligatoirement des alimentations supérieures à 12 Volts.

On trouvera par exemple des amplificateurs de 2x60 ou 2x100W pour voiture, avec un encombrement extrêmement réduit, dans lesquels se cache une alimentation à découpage à transformateur ferrite. Ses secondaires fournissent par exemple des tensions symétriques de 30 à 50 volts et la fréquence élevée de filtrage permet d'opter pour des capacités de filtrage de faibles valeurs.

## Le fonctionnement de l'abaisseur

Le schéma de base d'un découpeur abaisseur est le suivant:



Un oscillateur génère premièrement une fréquence fixe que l'on aura choisi, soit en fonction des caractéristiques de la self, soit en fonction des possibilités du découpeur par lui-même (200 kHz par exemple pour le L296).

Le signal carré pilote directement la base du transistor de découpage, par le biais d'un étage PWM, destiné à modifier le rapport cyclique de ce pilotage.

La modification de ce rapport cyclique, assurée par l'asservissement de la tension de sortie, permet de modifier la quantité d'énergie accumulée dans la self et restituée ensuite en sortie.

Lorsque ce transistor est conducteur (temps appelé  $T_{on}$ ), il fournit à la fois le courant de charge de sortie, ainsi qu'un courant superposé, croissant linéairement, et correspondant à la charge en énergie dans la self.

A ce moment ( $T_1$ ), l'émetteur de ce transistor se trouve à un potentiel égal à  $V_{in}$  (en négligeant les pertes). La diode est polarisée en inverse à hauteur de  $V_{in}$  et est non conductrice.

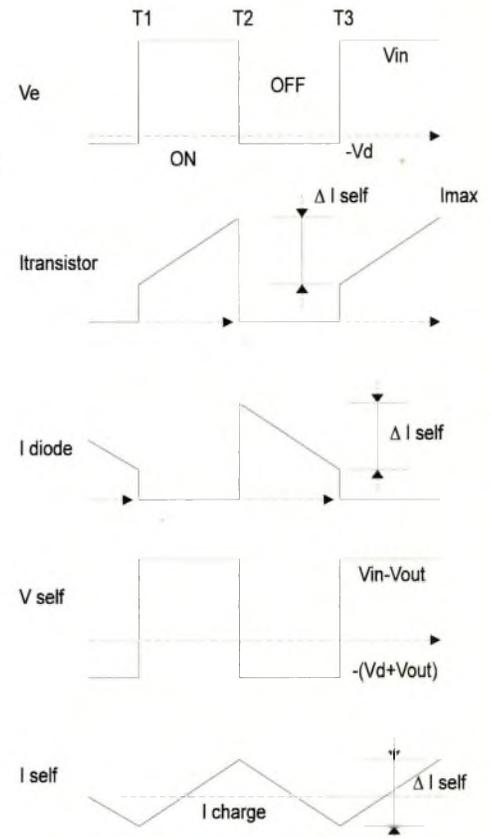
Lorsque l'étage d'asservissement de la tension de sortie commande de bloquer le transistor (passage au temps appelé  $T_{off}$ ), la tension aux bornes de la self s'inverse (n'est-ce pas un effet connu, contre lequel on ajoute une diode sur la bobine de relais par exemple?).

Cette inversion met en conduction la diode D et l'énergie accumulée dans la self peut maintenant se décharger, par un courant de sens inverse, au travers de la diode et de la charge.

Ceci est vrai jusqu'au moment où l'étage PWM recommence à faire conduire le transistor, commençant ainsi le cycle suivant (temps  $T_3$ ).

La self est donc parcourue par un courant moyen égal au courant absorbé par la charge, les courants croissants et

décroissants provoqués par le transistor étant égaux (en théorie, soit sans compter les pertes).



## Les composants particuliers

Compte tenu de la fréquence élevée de travail ainsi que des courants dont l'amplitude dépend de l'application désirée, le choix de certains composants demande de l'attention. Sans doute est-ce là d'ailleurs l'un des critères qui rebute l'amateur.

### Le transistor

Il doit pouvoir supporter le courant de crête ( $I_{max}$  de la seconde courbe) correspondant à  $I_{charge} max + (\Delta I_{self}/2)$ .

En tension, la jonction collecteur / émetteur ne supportera au maximum que  $V_{in}$  plus le seuil de diode. Toutefois, un choix de tension  $V_{ce} max$  supérieur à cette limite est un gage de sécurité.

Enfin, on aura tout intérêt à opter pour un transistor ayant des temps de commutation élevés, ce qui réduira la durée des phases transitoires (passage de 1 à 0 et 0 à 1) et ainsi le temps pendant lequel ce transistor travaille en mode linéaire (réduction de la dissipation).

Pour notre application, le problème ne se pose pas puisque ce transistor est inclus dans le L296.

## La diode

"Une diode est un interrupteur donc ouvert ou fermé", apprend-on à ses débuts dans l'électronique...

Eh bien sans affirmer pour autant qu'une diode peut être "entrebâillée", il s'avère que les diodes courantes ne sont pas des composants parfaits.

Ceci est surtout vrai lorsque l'on passe de l'état passant à l'état bloqué. Les électrons accumulés dans la jonction PN ne s'évacuent pas instantanément, et pendant ce temps là, celle-ci reste conductrice.

Ce temps, appelé temps de destockage, est variable suivant le type de diode et de fabrication. En alimentation à découpage, il est important (même indispensable) d'utiliser des diodes ayant un temps de recouvrement très faible (Trr, dans les documentations).

Des temps inférieurs à 50 nano secondes sont monnaie courante ou mieux, des diodes "SCHOTTKY", qui correspondent à une technologie adaptée à cet usage, et qui ont des temps encore meilleurs (moins de 30 nS). Le seul problème de ces diodes schottky concerne la tension inverse maximum qui excède rarement les 40 Volts.

La raison de cette nécessité saute aux yeux lorsque l'on regarde le schéma de la page précédente. Si l'on suppose que le transistor entre en conduction alors que cette diode conduit encore, cela correspond à court-circuit pur et simple de l'alimentation d'entrée à la masse. Si un tel fait durait effectivement longtemps, cela aboutirait inévitablement à la destruction de T ou de D (ou des deux).

Ce temps ne dure en fait que quelques fractions de seconde, et les deux éléments ne sont pas, à cet instant encore, dans une conduction franche. Ce temps, s'il est trop long à cause de la diode, est toutefois suffisant pour faire dissiper inutilement le transistor de commande (voir par exemple les courbes de dissipation du L296 en fonction de la diode employée).

Ici, nous utiliserons une BYW80-100, diode rapide de 8 Ampères et 100 Volts en inverse, 35 nS de temps de recouvrement, qui suffira amplement.

Dans les montages de ce type, elle est souvent appelée diode de recirculation ou diode de roue libre.

## La self

La self: le gros morceau... Outre les caractéristiques habituelles définissant une self, à savoir valeur, coefficient de qualité ou de surtension, les caractéristiques de saturation magnétique du noyau prennent ici toute leur importance.

La self utilisée dans cette application possède une valeur de 300  $\mu$ H à 8 Ampères. Cela signifie quoi? En fait quand une self est parcourue par un courant, sa valeur selfique diminue au fur et à mesure que le noyau magnétique se sature.

Par analogie, prenons le cas d'un transformateur secteur. Si vous mesurez sa résistance d'enroulement primaire en continu, vous allez trouver une dizaine d'Ohms environ pour un 25 VA, résistance qui, si elle était réelle, consommerait 4,8 kW sur le secteur. Hors tout le monde le sait, la consommation à vide d'un tel transformateur est de l'ordre de 10 mA, qui correspondent principalement au courant magnétisant du noyau (pertes fer) et aux pertes dans le cuivre (minimes à vide).

Si vous enlevez les tôles de ce transformateur, là, vous obtenez une valeur de self du primaire qui diminue fortement, et l'impédance primaire devient de plus en plus égale à la résistance ohmique de ce fil.

Le comportement de la self à découpage est exactement le même, plus le noyau devient saturé et plus cela s'apparente à son absence, transformant à la limite cette self en vulgaire bout de fil.

Or les courbes de la page précédente montrent que celle-ci est parcourue par le courant permanent de la charge, auquel se superpose le courant dynamique de découpage. Il est donc important que le courant permanent de charge n'amène pas cette self en zone de saturation.

Si tel était le cas, le transistor de découpage ferait les frais de l'opération pour cause de courant trop élevé (Ic max devient égal à (Vin-Vout) / R self).

Divers matériaux existent donc pour ces self particulières avec entre autres:

**Le molypermalloy:** le plus adapté des matériaux, tant par son coefficient élevé de saturation magnétique que par sa courbe d'hystérésis permettant un fonctionnement jusqu'à plus de 200 kHz.

**Poudre de fer:** moins cher, mais offrant des caractéristiques magnétiques moins bonnes, un noyau construit avec ce matériau demandera une taille plus grande pour

obtenir des caractéristiques équivalentes. Sa courbe d'hystérésis va limiter la fréquence de découpage vers un maximum de 50 kHz.

**Ferrite:** C'est un matériau à proscrire pour ce type de self car sa saturation est rapide. Il permet d'obtenir des valeurs de selfs élevées mais pour des courants d'utilisation faibles. Ce matériau sera plus adapté à la construction de selfs d'antiparasitage et de suppression de bruit.

Ce descriptif des matériaux est certes rapide puisqu'en fait, les composantes mêmes de celui-ci peuvent varier et conduire à des caractéristiques plus ou moins adaptées.

## Les condensateurs

Dans la plupart des schémas, vous verrez des indications sur la donnée ESR des condensateurs. Cette donnée, qui correspond à "Electrical Serial Resistance", soit résistance série équivalente influe fortement sur le bruit résiduel à fréquence de découpage qui restera en sortie.

Plus cette résistance est élevée et plus le bruit existera avec, pour conséquence secondaire, le risque de faire chauffer ces condensateurs soumis à un courant d'ondulation élevé.

Certaines firmes, comme Roederstein (ROE), Sprague et autres, ont fait de la fabrication de condensateurs spécifiques l'une de leurs spécialisations.

En fait, dans le domaine qui nous intéresse, les condensateurs chimiques actuels ont des caractéristiques déjà très honnêtes et le problème de la résistance série équivalente, si il reste présent, peut être contourné efficacement par la mise en parallèle de plusieurs condensateurs de valeurs plus faibles. C'est ce principe qui sera utilisé dans cette alimentation, donnant en sortie le résultat mesuré d'un bruit inférieur à 20 mV crête-crête.

## Et enfin...

Dernier élément important, et celui là vous ne le trouverez sur aucun schéma, c'est le tracé du circuit imprimé.

Les points de masse notamment, de la diode de roue libre, des chimiques de sortie et d'entrée, et surtout du montage PWM et sa référence, sont extrêmement importants. Qu'aucun schéma ne le laisse deviner est une affirmation un peu fautive puisque, ceux de la Hobbythèque sur le L296 par exemple, montrent les points de raccordement de ces éléments d'une façon peu habituelle.



Ce tracé va jouer à la fois sur la qualité de la régulation, le bruit de sortie et, au pire s'il est vraiment mauvais, empêchera l'alimentation de fonctionner (oscillations anormales, accrochages, disjonctions et autres festivités du même genre...)

La critique fréquente sur ces alimentations porte enfin sur le bruit électromagnétique engendré, pouvant notablement perturber les réceptions en GO par exemple.

Une mise en coffret métallique et l'adjonction d'un filtre d'entrée secteur résolvent à 90% ces problèmes. Ils sont d'ailleurs moins à craindre dans le cas de notre alimentation, qu'un transformateur à tôle classique présent en entrée, filtrera généreusement, par sa faible bande passante, les variations de courant à 100 kHz.

Après toutes ces indications, que vous ne jugerez pas, je l'espère, trop dissuasives, passons à la mise en pratique.

## Schéma de détail

### 0 - 30 Volts?

Contrairement à ce que laisse supposer la Hobbythèque, le schéma d'application de base du L296P peut être adapté pour descendre à proximité de 0 Volt.

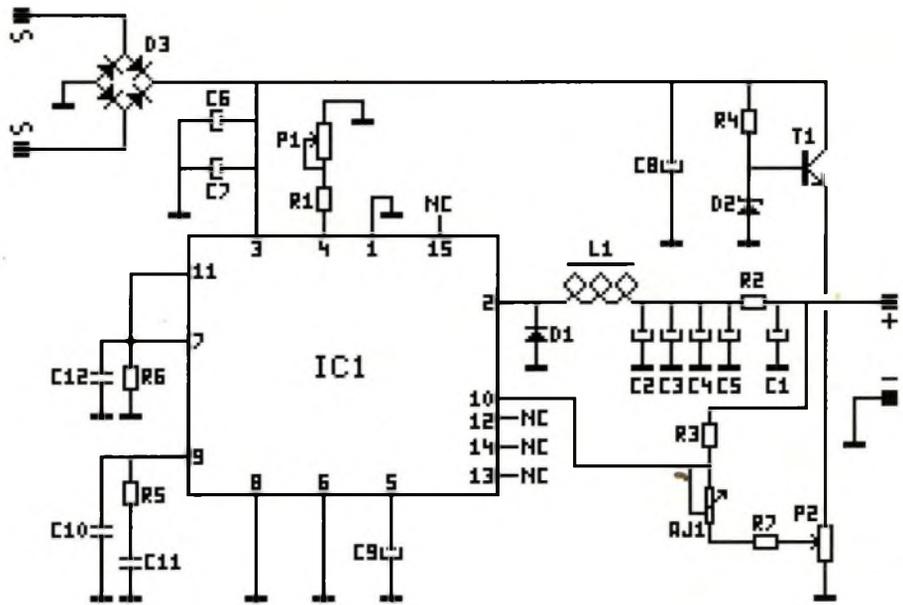
Il suffit pour cela de tromper l'entrée d'asservissement en tension (patte 10) du circuit, censée recevoir en permanence 5,1V. C'est T1 et D2 qui créent, dans un premier temps, une tension stabilisée de 6,2V environ à partir de la tension d'entrée. Cette tension est appliquée au potentiomètre P2 qui servira à régler la tension de sortie de 0 à 30 Volts.

Lorsque le curseur de ce potentiomètre se trouve côté masse, le montage se résume à l'application type de la Hobbythèque: R3 et AJ1, R7 forment le diviseur de sortie classique par rapport à la masse.

Dans ces conditions, AJ1 sert d'ailleurs à régler le maximum que pourra fournir l'alimentation, en l'occurrence 30 Volts.

R7 sert juste de butée pour éviter un réglage trop haut de cette valeur.

Au fur et à mesure que l'on va faire monter le curseur de P2, une fraction de la tension de 6,2 Volts va élever le potentiel de pied du diviseur R3, AJ1, R7. La régulation agissant pour conserver l'entrée 10 à 5,1 Volts, elle va faire chuter la tension de sortie V out.



alimentation stabilisée (classique, celle-là) de 40 Volts.

Les résultats obtenus avec le prototype en surveillant tension et courant d'entrée et pour un courant de sortie constant de 2 A à différentes tensions, ont permis d'obtenir les valeurs et la courbe de rendement ci-contre.

On voit que le rendement global est plus que bon, surtout que les pertes dans deux des quatre diodes du pont d'entrée sont incluses. Au niveau refroidisseurs, l'économie est certaine puisque les pertes indiquées se répartissent dans le pont, la diode de roue libre, la self, le L296 et R1.

A titre d'exemple, pour la tension de sortie de 15 Volts, la puissance d'entrée serait de  $40V \times 2A$ , soit 80 Watts et donc 50 Watts de dissipés dans le transistor ballast et un rendement ( $P_{out}/P_{in}$ ) de 0,375....

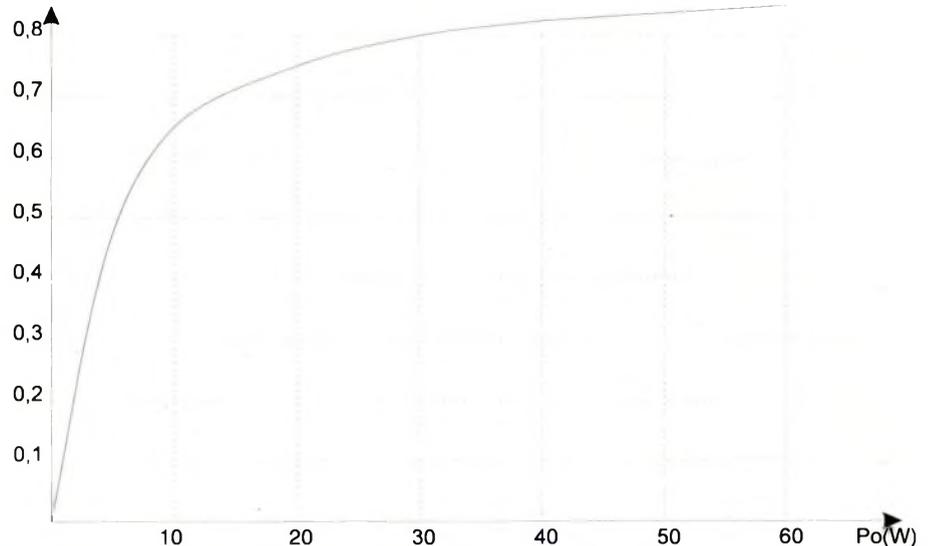
Dans le cas d'une alimentation variable comme ici, le transformateur doit présenter au moins la puissance de sortie maximum ( $30V \times 3A=90VA$ ), divisée par le rendement du circuit (0,8) et par le rendement du transformateur lui-même (0,9 environ), ce qui donne une puissance nominale de 125VA.

## Liste des composants

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

R1	5,6 k $\Omega$
R2	0,1 $\Omega$ 4 Watts ou ampèremètre (voir texte)
R3, R4	10 k $\Omega$
R5	15 k $\Omega$
R6	4,7 k $\Omega$
R7	1,2 k $\Omega$
AJ1	2,2 k $\Omega$ horizontal
P1	22 k $\Omega$ linéaire P20C
P2	4,7 k $\Omega$ linéaire P20C
C1 à C5	220 $\mu$ F 63V chimique radial
C6, C7	2200 $\mu$ F 50V chimique radial
C8	10 $\mu$ F 63V chimique radial
C9	47 $\mu$ F 25V chimique radial
C10	390 pF céramique
C11	33 nF céramique
C12	2,2 nF céramique
T1	BC 639
IC1	L 296 P vertical
D1	BYW80-100
D2	Zener 5,6 V 1W
D3	Pont B250 C5000/3300 (3A)
L1	Self 330 $\mu$ H 5A min. (Voir texte réalisation)
1 refroidisseur ML26	
1 refroidisseur ML33	
2 étriers pour P20C	

Courant entrée (A)	Puissance entrée(W)	Tension sortie(V)	Intensité sortie(A)	Puissance sortie(W)	Rendement	Pertes (W)
0,191	7,64	1,5	2	3	0,39	4,64
0,382	15,28	5	2	10	0,654	5,28
0,656	26,24	10	2	20	0,762	6,24
0,933	37,32	15	2	30	0,8038	7,32
1,211	48,44	20	2	40	0,8257	8,44
1,492	59,68	25	2	50	0,8378	9,68
1,783	71,32	30	2	60	0,8413	11,32



## Réalisation

Comme indiqué plus haut, le tracé du circuit imprimé est un élément d'une importance capitale. Vous y trouverez des plans de masse coupés bizarrement, semblant faire fi d'une quelconque logique, mais ceux-ci sont indispensables pour optimiser les réductions de bruits et bouclages de courants.

Une saignée existe par exemple entre les pôles négatifs des chimiques d'entrée et ceux de sortie. Celle-ci améliore par exemple considérablement la résiduelle à 100 Hz de filtrage de tête.

De même, la piste de masse du L296P est amenée séparément et l'on retrouve une masse de type "étoile" par rapport au moins du pont de diode.

Côté asservissement, on remarquera de même que la piste menant à R3 est reprise directement sur la borne de sortie stabilisée.

Enfin, les plans véhiculant des courants importants sont conçus larges, donnant l'impression d'une gravure anglaise. Attention donc aux soudures qui viendraient faire des court-circuits destructeurs.

Hormis ces remarques, la réalisation ne devrait pas poser d'énormes difficultés.

## Self

Plusieurs implantations ont été prévues pour la self, les deux plots actifs étant situés d'une part à la cathode de D1 et d'autre part aux plus des chimiques de sortie.

Ceci parce que pour l'instant cette alimentation a été réalisée à l'aide d'une self échantillon, dont nous ne sommes pas certains du brochage définitif.

Comme à l'accoutumée, nous ne vous laisserons pas tomber avec ce bobinage particulier et nous espérons même pouvoir vous donner toutes les informations utiles sur ce composant dans les NEW's du présent numéro.

Nous savons toutefois que l'encombrement global sera le même et que seul l'implantation des plots de sortie risque éventuellement de différer un peu. Pour cette raison, les plans actifs des pattes de sortie ont été prévus assez large pour repercer dans le pire des cas.

Les deux plots non câblés du modèle rectangulaire ne servent qu'à l'immobilisation mécanique.

## Diode

Point particulier pour la diode de roue libre D1, c'est sa cathode qui est reliée au boîtier. Si vous utilisez un refroidisseur unique pour le L 296 P et celle-ci, il est donc

indispensable d'y prévoir un MICA en plus, sous peine de détruire le L296.

Dans tous les cas, ML26 et ML33 ou refroidisseur unique, la graisse thermique ne pourra être que bénéfique.

Les liaisons d'entrée et de sortie se feront avec un fil de section adaptée aux intensités en jeu. De même pour l'ampèremètre si vous le câblez en lieu et place de R1.

## Mise en route & Réglage

On pourra, pour les essais, câbler cette alimentation sur la sortie d'une alimentation quelconque délivrant au moins 3 Ampères sous 40 Volts. Peu importe la polarité d'entrée puisque l'on passe par le pont de diode.

Placer le potentiomètre P2 (tension de sortie) au minimum et P1 (limitation) au maximum.

Hormis une surintensité au démarrage, due à la charge des chimiques d'entrée, la consommation doit se situer dans les 35 à 40 mA à vide soit environ 1,5 Watts.

Après avoir câblé un voltmètre en sortie, régler AJ1 pour obtenir la tension maximum de 30 Volts. C'est le seul réglage à exécuter, si tout est correct votre alimentation est prête à l'utilisation.

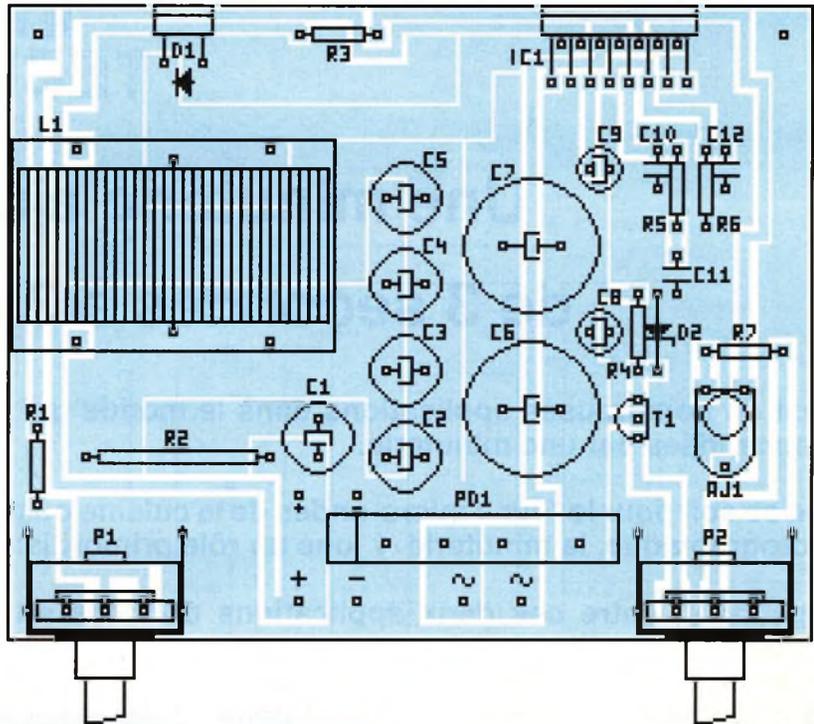
Au sujet de l'utilisation, vous constaterez sans doute qu'il faut un débit minimum pour que celle-ci descende à 1Volt.

En fait, lorsque l'on fixe une consigne de 0 Volt en sortie, cela revient à placer le curseur du potentiomètre P2 sur l'émetteur de T1. C'est cette tension, au travers de R7, AJ1 et R3, qui vient progressivement charger les chimiques de sortie lorsque aucune charge n'est connectée.

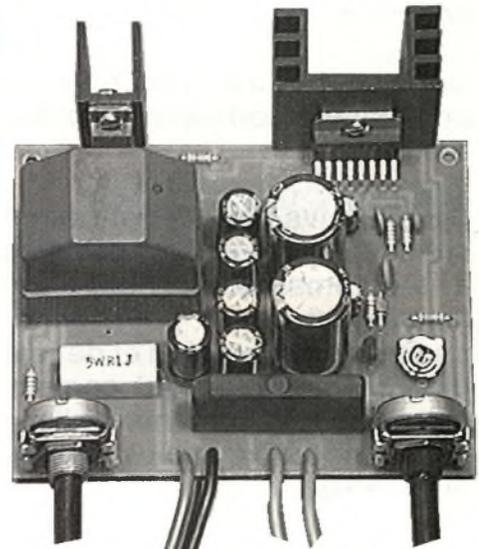
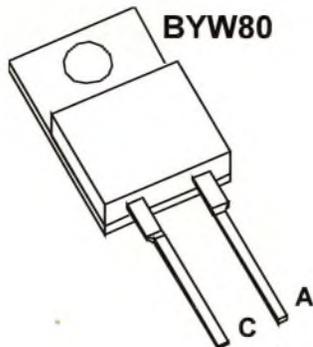
Cette tension montera progressivement jusqu'à 5,9 Volts environ.

Le moyen de résoudre ce problème consiste à câbler une charge minimum en sortie. En câblant par exemple une résistance de 1 kOhms en permanence, la tension descend alors facilement à 1 Volt minimum.

Si cette résistance doit rester à demeure, prévoir une puissance minimum de 1 ou 2 Watts.



## Brochages



## Conclusion

Que vous la destiniez à faire tourner une simple perceuse basse tension ou que vous l'utilisiez en tant qu'alimentation de labo, les usages d'une alimentation de qualité sont fréquents et multiples.

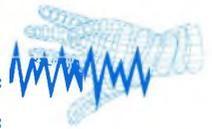
Son rapport taille / performance, (jusqu'à 4 ampères si vous enlevez le potentiomètre P1), vous permettra de toujours la posséder à proximité d'un montage en essai.

Ce montage n'est qu'une première approche des alimentations à découpage puisque, dans de prochains numéros, nous aurons l'occasion de décrire des ensembles beaucoup plus complets...



L 296

J.TAILLIEZ



## Une minuterie ajustable de 3 secondes à 3 minutes

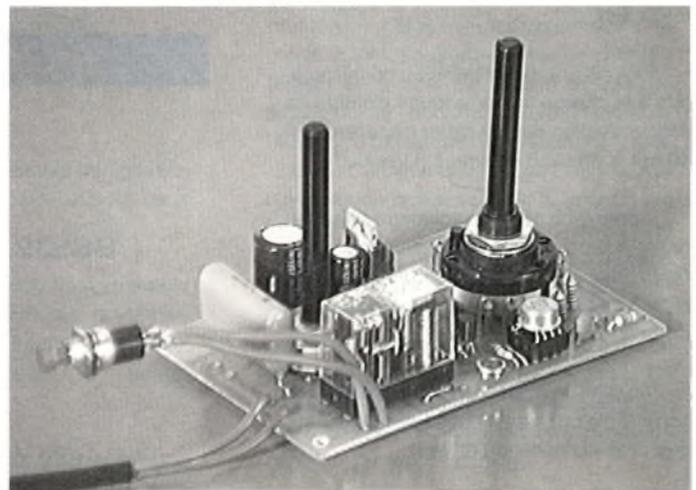
Il est de nombreuses applications dans le monde qui nous entoure qui réclament d'être commandées par une minuterie.

Que ce soit pour le four à micro-ondes de la cuisine ou pour l'agrandisseur d'un laboratoire photographique, la minuterie y joue un rôle primordiale.

Cependant, entre ces deux applications données en exemple, de grosses différences existent pour l'utilisation. La puissance de l'appareil à commander et la durée de la temporisation ne présentent aucun point commun.

Cela veut donc dire que pour chaque application doit correspondre sa propre minuterie.

Celle qui va être décrite dans les pages suivantes va être plus spécialement dédiée à la commande d'un banc à insoler. Cet instrument est le point de départ de la chaîne de conception et de réalisation des circuits imprimés qui comme chacun le sait sont les éléments indispensables et quasi incontournables de tout montage électronique.



### Principe de fonctionnement

Le cahier des charges de cette réalisation impose, pour un coût minimum, une précision maximum sur une plage débutant aussi proche que possible de 0 et jusqu'à 3 minutes de temporisation. C'est un compromis bien délicat, et la technique employée est innovante.

Le principe de la charge d'un condensateur est celui retenu. Mais pour obtenir une précision de moins de 2 % sur tous les temps intermédiaires, nous sommes contraint de travailler à courant constant. Sur le synoptique en figure 1, le condensateur de référence Ct est chargé par GC1 à courant constant et ajustable pour pouvoir calibrer le montage. Un

comparateur, dont le rôle est de commuter le relais de commande, est activé dès la mise sous tension par le poussoir START. Sa tension de référence est fournie par un sélecteur 12 positions, au pas de 15 sec, de 15 à 180. Cette tension peut être affinée au travers d'un étage translateur, à l'intérieur de cette plage.

Lorsque la charge de Ct atteint cette valeur de référence, le comparateur bascule, et le relais décolle. Et pour figurer l'ouvrage et repartir toujours du bon pied, l'un de ses contacts vient court-circuiter Ct à la masse pour assurer sa décharge immédiate, pendant que l'autre coupe l'alimentation du montage, et le secteur au destinataire.

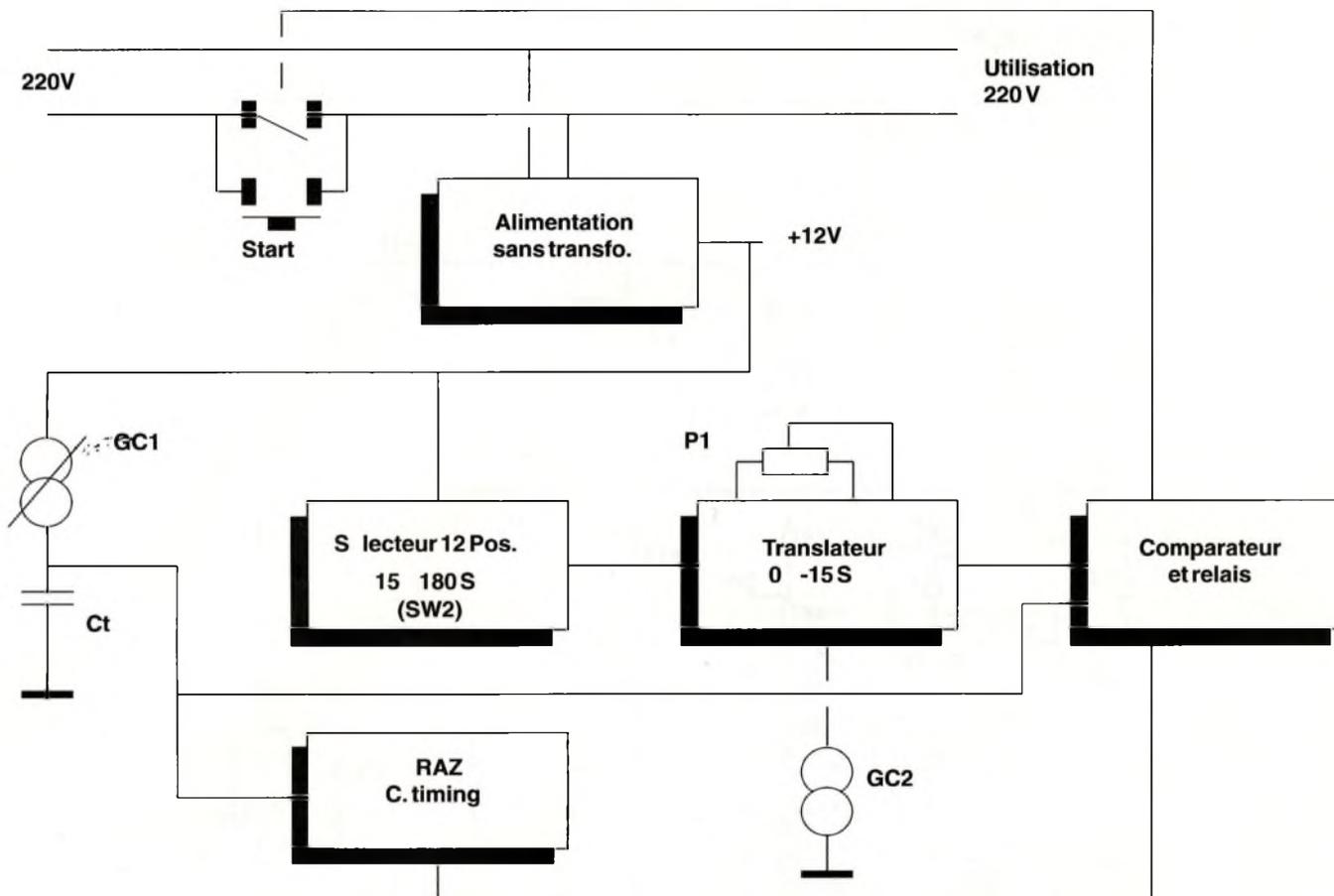
Comme nous le verrons plus loin dans l'explication détaillée du montage, un second générateur à courant constant est

nécessaire au bon fonctionnement du translateur, et à son efficacité linéaire sur toute la plage et surtout sur tous les calibres proposés : GC2 remplit ici cet office.

L'alimentation du montage est simplifiée pour réduire les coûts en économisant un transformateur coûteux et inutile, vu la faible consommation de ce montage. L'astuce utilisée a déjà fait l'objet d'un article dans cette revue, et se trouve également employée sur un autre montage de ce même numéro (le clap-inter en page 29). La seule et importante différence est la présence indispensable d'un régulateur pour garantir une tension très précise, et assurer ainsi la précision exigée dans le cahier des charges.

Voyons à présent le schéma en détails et les astuces utilisées : elles sont fort intéressantes.





## Le schéma en détails

La figure 2, en page suivante, vous aidera à mieux suivre nos explications.

### L'alimentation

Le condensateur C1 fournit l'énergie au montage, sous son impédance de 3,183 K, suffisante pour assurer 50 mA de courant disponible. R1 assure sa décharge rapide à la coupure secteur (sécurité oblige !).

Le pont de diodes D1 assure un redressement bi-alternance, et les diodes zener D2 et D3, placées en série pour se diviser la puissance absorbée, pré-régulent la tension à 16,4 volts. C2 filtre cette tension avant le régulateur RG1 qui la stabilise à 12 volts. Le condensateur C3 éliminera les résiduelles parasites.

A l'appui sur le bouton START, un poussoir pousse-contacts, le montage est alimenté et le relais colle, car la tension à l'entrée inverseuse du comparateur est celle du condensateur de référence C5, toujours déchargé à la mise en route par un des contacts repos du relais, et la tension sur

son entrée positive est celle de référence, qui elle est toujours positive. L'autre contact du relais assure l'auto-maintien de l'alimentation au relâchement de SW1.

Passons maintenant à la logique de commande de temporisation par elle-même.

### Le générateur à courant GC1

Un ampli OP et un petit transistor, et le tour est joué ! Mais quel ampli OP ?

Compte tenu du fait que la tension de référence du "timing" maximum peut monter jusqu'à 9 volts, il faut pouvoir charger le condensateur Ct, en l'occurrence C5 sur le schéma, jusqu'à une tension supérieure pour assurer le basculement du comparateur. Compte tenu de la présence de T1, et de son Vbe, il faut donc que l'AOP choisi puisse atteindre avec succès la tension d'alimentation moins 2 volts, et ils ne sont pas nombreux à le faire. Nous avons opter pour le LM307 (IC1). Son entrée non-inverseuse est figée à 10 volts par le réseau diviseur R2/R3 et stabilisée par C4. Du même coup, la tension au collecteur de T1 se trouve aussi entraînée à cette valeur par la

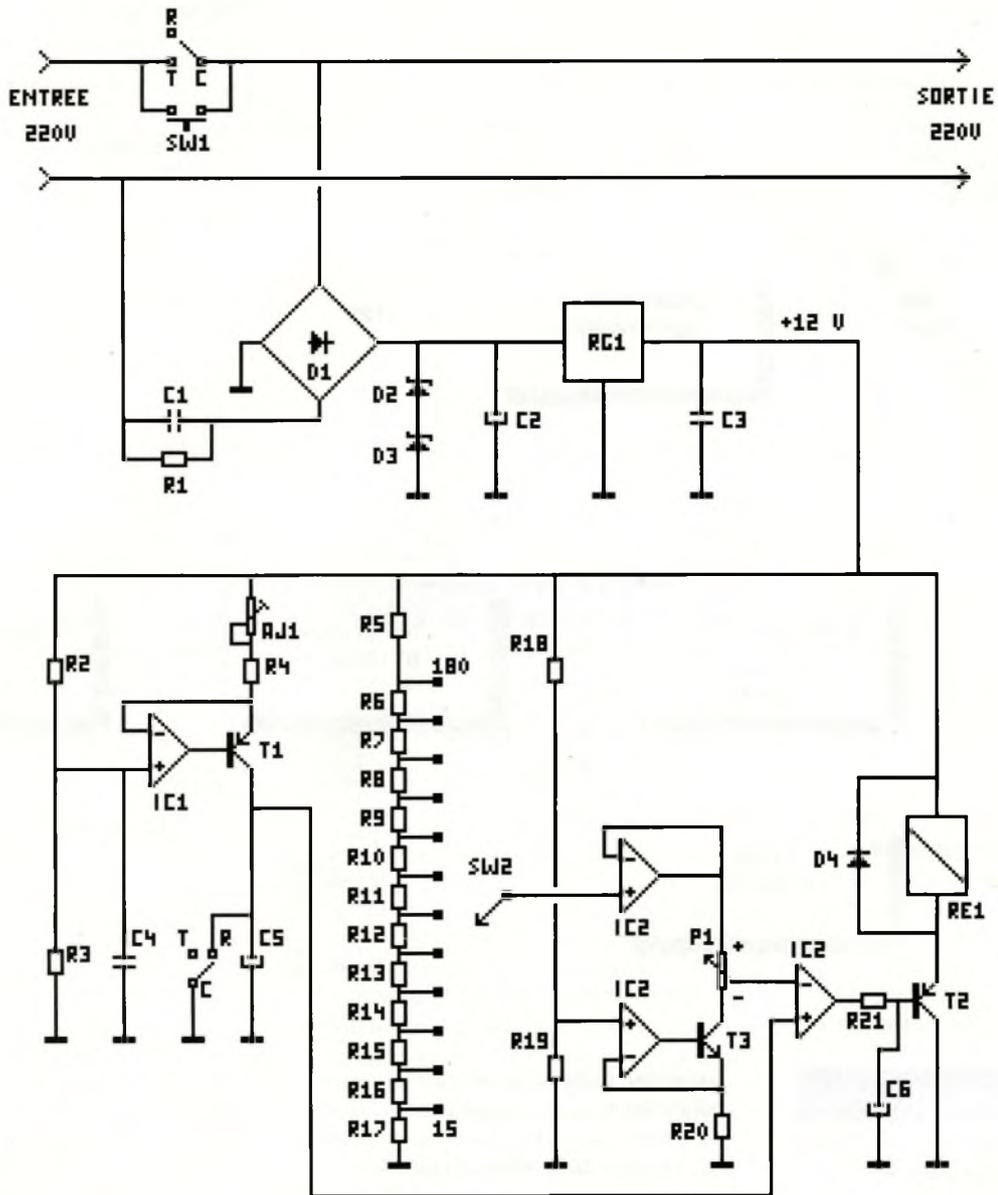
porte inverseuse de IC1. R4 et AJ1 transforme cette chute de tension fixe, de 1,9 volts exactement, en courant constant. L'ajustable AJ1 permet de régler ce courant de 30 à 130 uA, afin de compenser les écarts de valeur de C5, dont les tolérances sont de l'ordre de 30 %.

Fort de cette brillante démonstration, nous sommes à présents convaincu que C5 se chargera à courant constant, et que, par conséquent, cette charge sera strictement proportionnelle au temps. Cette tension est directement envoyée sur l'entrée non-inverseuse du comparateur (porte C de IC2).

### La référence de temps

Un simple pont diviseur à résistances, de précision il est vrai, sur 12 étages, R6 à R17, R5 servant de talon de valeur maximum, en principe 180 sec, soit 3 mn. Le rotacteur 1C12P, à douze positions, permet de transmettre cette première référence à la porte A de IC2, qui avec l'aide du second générateur de courant constant, GC2, joue le rôle de translateur, afin d'affiner





la plage de temps sous les 15 secondes, à l'intérieur de chacune des pages.

### Le translateur

La porte A est un suiveur, dont la sortie est ajustable en tension sur une plage de 750 mV, grâce à la présence providentielle de GC2, constitué autour de la porte B de IC2. Cette plage de tension correspond à l'inter plage des 12 positions, soit 15 sec.

Pourquoi avons-nous 750 mV aux bornes de P1 ? Et bien, voilà le rôle du générateur monté autour de T3 et de la porte B de IC2. A l'inverse de GC1 qui génère un courant de charge, GC2 absorbe un courant constant de la sortie de la porte A, et ce courant est fixé à 76 uA par R18/R19 et R20. Ce qui nous donne 750 mV aux bornes de P1 qui fait 10 Kohms. Ce

potentiomètre permet donc d'ajuster finement sur la plage sélectionnée, de la valeur choisie, à celle de la plage inférieure. Ceci n'est plus tout à fait vrai sur la dernière plage, celle de 0 à 15 sec. En effet, dans cette zone, GC2 ne peut plus travailler correctement, ce qui limite, d'expérience, le temps minimum à environ 3 sec. Il est vrai qu'en dessous de cette valeur, le rôle de cette minuterie n'a plus de sens : on ne rencontre pas souvent des temps d'insolation inférieur à 5 sec, et le temps d'allumage des tubes n'est plus du tout négligeable : il vaut mieux travailler à vue !

### Le comparateur et la commande

La dernière étape, la plus simple, est confiée à la troisième porte de IC2. Son fonctionnement est bien connu de nos lecteurs assidus. Tant que la tension de

référence, sur l'entrée inverseuse est plus haute que celle de C5, sur l'entrée non-inverseuse, le comparateur maintiendra le relais collé, au travers de R21 et par l'intermédiaire du transistor T2. La diode D4 protège les contacts du relais et T2 contre les surtensions à la coupure.

Comme nous l'avons déjà dit, la coupure du relais, à la fin du temps sélectionné, stoppe le secteur sur la sortie, et décharge instantanément C5, et le montage est prêt à repartir pour un tour.

Nous en avons terminé avec la théorie, passons à la réalisation concrète du projet.



## La réalisation

### Le circuit imprimé

Conçu pour prendre place dans un coffret DIPTAL type V1167, il ne présente par ailleurs aucune difficulté particulière. Le rotacteur et le potentiomètre ont été choisis parmi les modèles pour CI à enfichage vertical. Le circuit intégré LM307 a la particularité d'être disponible soit en boîtier dil 8 br, soit en boîtier métallique rond 8 br. Dans tous les cas, un support CI pour dil 8 br nous servira de support.

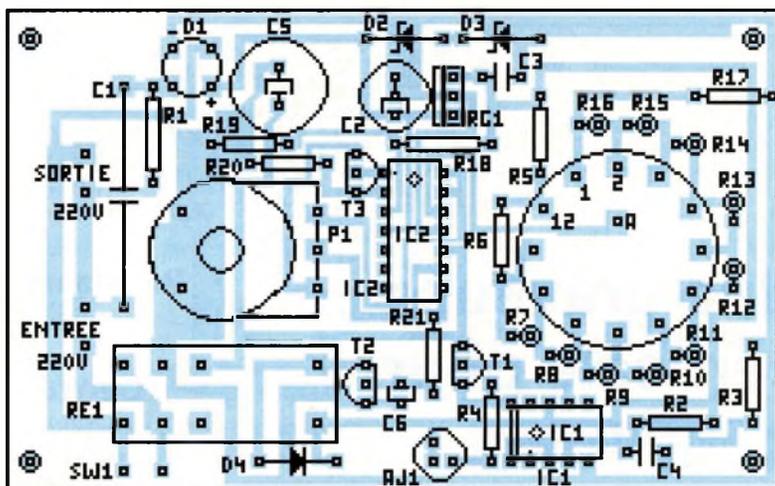
### La liste des composants

R1	220 kohms 1/2 watts 5%
R2	2,2 kohms 1/4 watts 5%
R3	12 kohms - - -
R4	15 kohms - - -
R5	39 kohms - - -
R6 à R17	10 kohms métal 1 %
R18	39 kohms - - -
R19	1 kohms - - -
R20	3,9 kohms
R21	12 Kohms
AJ1	ajustable 82PR 50 kohms
P1	pot. EP20C 10 kohms
C1	1 uF 400 V plastique
C2	220 uF 25 V radial
C3,C4	100 nF
C5	1000 uF 16 V radial
C6	22 uF 25V radial
D1	pont de diode 1,5 A 600 V
D2,D3	zener 8,2 volts
D4	1N4148
T1,T2	BC 557B
T3	BC 547B
IC1	LM 307
IC2	LM 324
RG1	R7812
RL	relais 12 V 2RT
SW1	pousse-contact
SW2	rotacteur 1C12P

1 support CI 8 broches  
1 support CI 14 broches  
1 cordon secteur  
1 boîtier DIPTAL V1167

### Le montage

Comme d'habitude, on commencera par les composants les plus bas, et donc les résistances et les diodes D2 à D4. Attention à respecter le sens d'implantation des composants polarisés : diodes, chimiques, et fiez-vous à la sérigraphie ci-contre pour la bonne mise en place de T1, T2 et T3 sans les confondre : un PNP ne fonctionne pas du tout comme un NPN. Veillez enfin au bon sens d'insertion des IC's. Si vous disposez d'un boîtier métal pour IC1, préformez les pattes, 4 par 4, avant son insertion dans le support. Le montage prendra place sur le couvercle du coffret proposé. 3 trous seront percés dans le fond du coffret lui-même pour le bouton poussoir, les axes de P1 et SW2. Les vis de fixation du coffret vont maintenir le circuit et l'espace est prévu entre les tenons plastiques.



### Réglages et Utilisation.

Attention à la présence secteur possible sur les lignes de masse du circuit : danger !

A la mise sous secteur, rien ne doit se passer. Dès l'appui sur le poussoir SW1, le relais doit coller, pendant un temps qui va dépendre de la sélection du rotacteur SW2 et de la position de P1.

Pour calibrer le montage, il faudra sélectionner le calibre le plus élevé, et placer P1 en butée haute. Actionner alors SW1 et ajuster AJ1 pour obtenir 180 sec, en vous aidant bien sûr de votre montre. Ce sera le seul réglage à faire. Il vous reste à vérifier la validité des autres calibres, et à valider l'action de P1 en repérant éventuellement sa position sur une sérigraphie boîtier.

L'utilisation en est évidente, spécialement avec notre insoleuse en kit (voir en page 32 du présent numéro). Le secteur alimentera directement l'insoleuse à l'appui sur le poussoir, durant le temps programmé par le rotacteur et P1. Le temps recommandé de 2 mn 30 pour l'insolation d'une plaque d'époxy présensibilisé sera respecté à la seconde près, et aussi en fonction du temps d'allumage des tubes.

### Conclusions

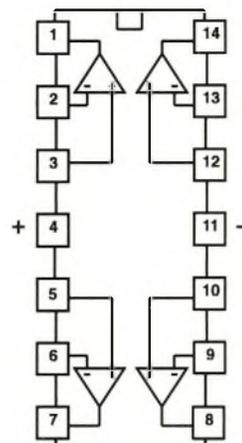
Bravo ! Nous voici arrivé au terminus d'une nouvelle réalisation pratique et à la portée de nombreuses bourses. Elle trouvera de suite son utilité avec l'insoleuse en kit du présent numéro. Mais aussi en photographie amateur ou tout simplement pour satisfaire votre curiosité ou votre créativité dans divers domaines. Les astuces qu'elle utilise ne sont pas sans intérêt, et trouveront certainement place dans votre coffre à malice.

J.TAILLEZ & Le FUTE

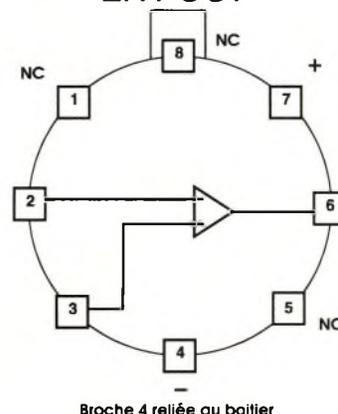
### Brochages

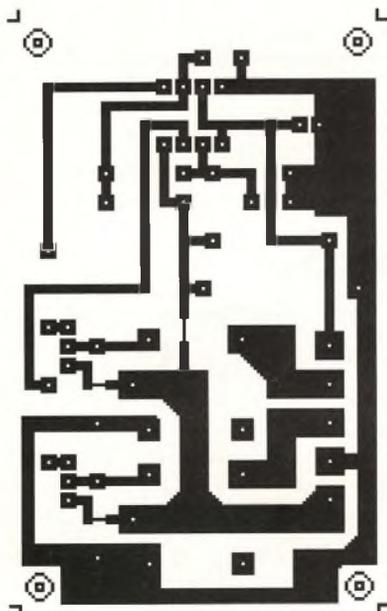


### LM 324



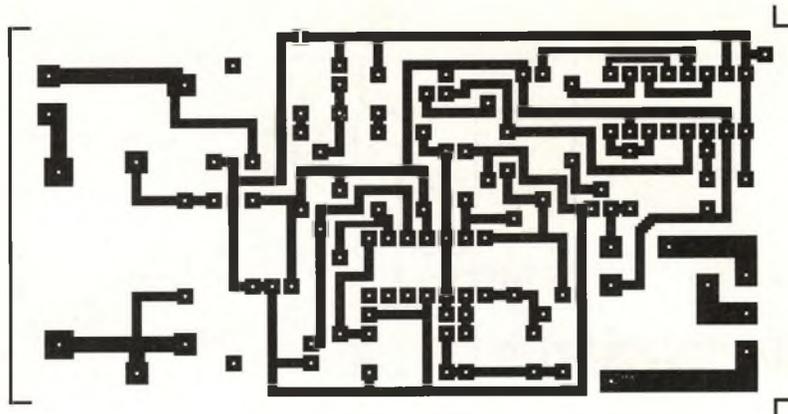
### LM 307



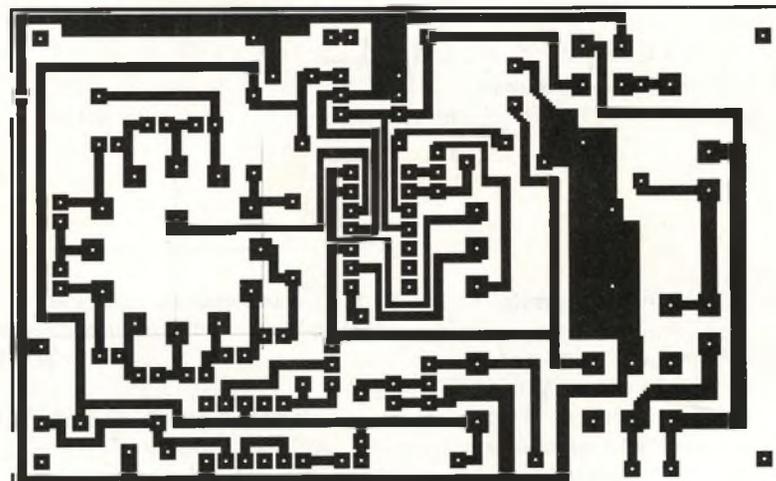


**Doubleur de commande**

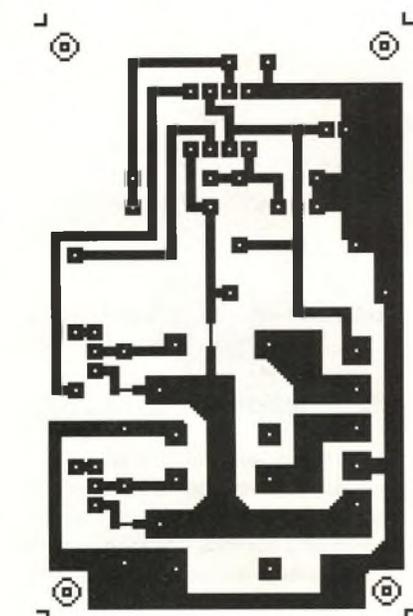
Commande par masse



**"Clap - Inter"**

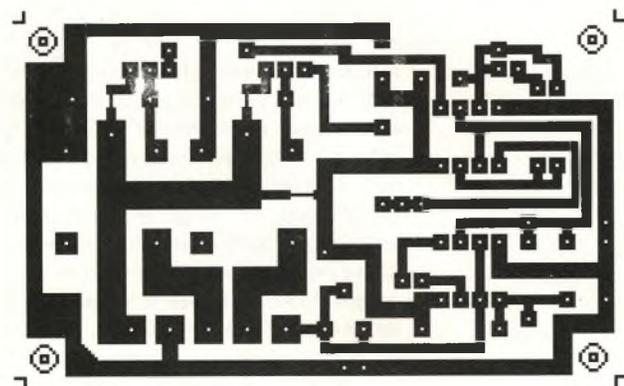


**Minuterie de 3s à 3mn**



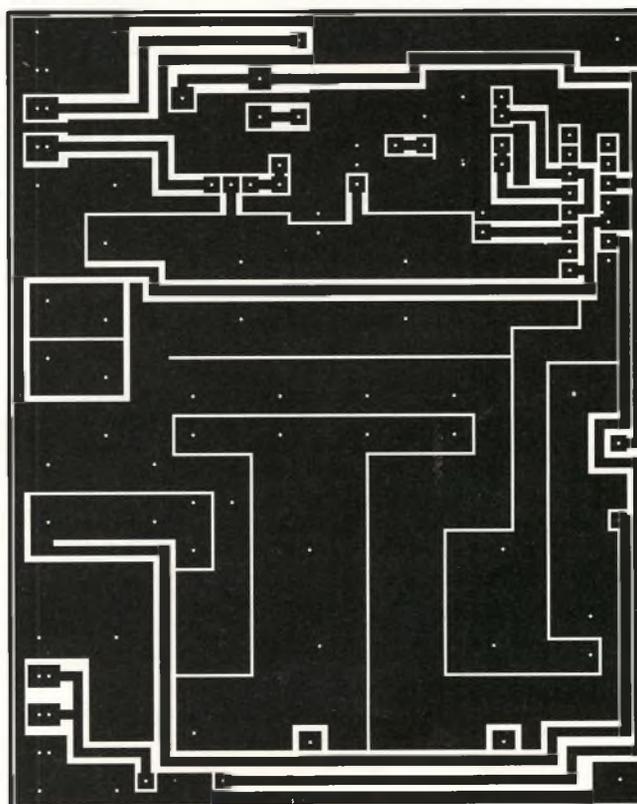
**Doubleur de commande**

Commande par plus



**Doubleur de commande**

Temporisateur



**Alimentation 0 à 30V - 3A**

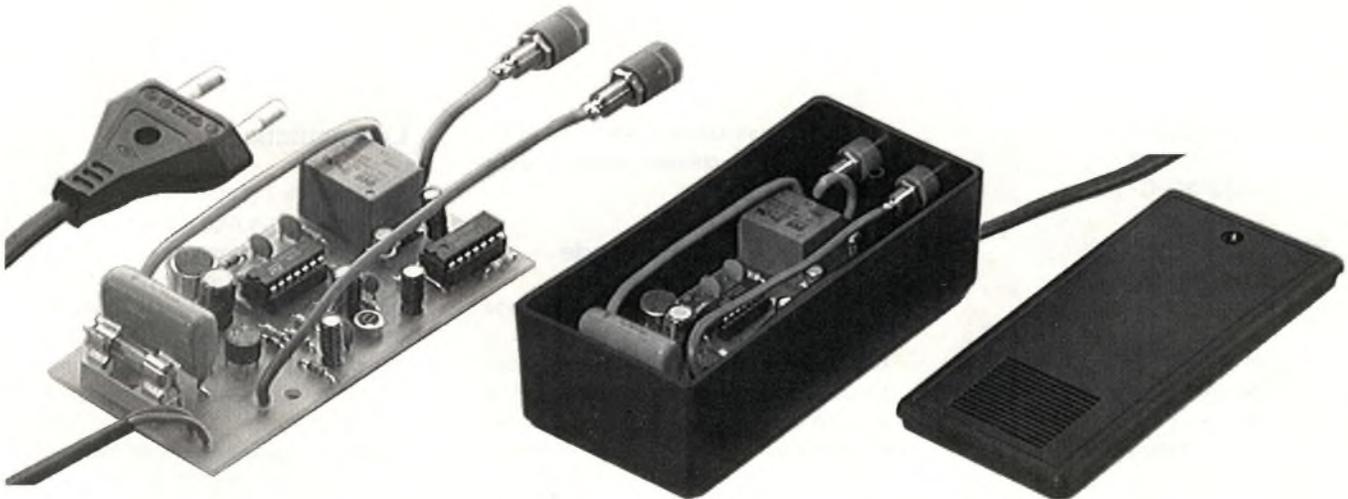




## Au doigt et à l'oeil, ou presque !

### Un CLAP-INTER obéissant et économique

Tranquillement enfoncé dans votre fauteuil, à l'écoute de votre morceau de musique préféré, vous éprouvez soudain le besoin d'éteindre la lumière. Vous rêvez alors de pouvoir le faire d'un claquement de doigts. Et le tout en plein morceau d'un hard rock endiablé ! Si vous aviez réalisé ce petit montage, le rêve serait déjà réalité. Comment ne pas être tenté de tout diriger au doigt, et presque à l'oeil ? Cet article vaut bien un petit détour que vous ne regretterez pas, et depuis votre lit, vous ne pesterez plus d'avoir oublié cette satanée lumière.



#### Le principe de fonctionnement

Un claquement de doigt ou de langue, une frappe dans les mains, après analyse sonore à l'oscilloscope, apparaît comme un court signal dont la fréquence centrale se situe vers les 3000 Hz. Un micro va permettre de capter ce signal. Un amplificateur sélectif, qui doit amplifier fortement la zone des 3000 Hz en éliminant au maximum les effets des autres fréquences, et spécialement celles des basses, transmet à un étage de remise en forme l'impulsion initiale. Une bascule finale, qui changera d'état à chacun des claquements détectés, actionnera un relais de puissance qui permettra la commande directe d'un dispositif fonctionnant sur le secteur. Une alimentation simple, dépourvue de transformateur, permet de réduire le coût de cette réalisation.

#### Le schéma en détails

Vous pourrez suivre sur la figure 1 la progression et le traitement du signal de commande.

#### Le préamplificateur

Un micro electret, correctement polarisé par R9, R10 et C5, capte les signaux BF au profit d'un étage amplificateur à grand gain. Le rapport R12/R13, de 2200 sur 10, nous donne 220. La présence de C6 en série sur R13, coupe le gain en dessous de 1500 Hz, et nous permet de réaliser ainsi un filtre coupe bas du premier ordre. Avant d'attaquer l'étage de mise en forme, il nous faut éliminer les pics de fréquences indésirables, comme ceux des coups de grosse caisse ou de cymbales de votre morceau de musique. Ce sera le rôle d'un étage de filtrage passe bande à 24 dB.

#### Le filtre sélectif à 2 étages

Cette partie du montage, fortement intéressante, nous retiendra quelques lignes.

Pour permettre une forte pente de coupure, tout en conservant un gain suffisant, deux étages d'ampli-OP sont utilisés. Le premier est un filtre actif passe bande classique. Deux condensateurs et trois résistances suffisent pour obtenir une pente initiale à 12 dB. Le second vient renforcer l'action du premier en augmentant la contre-réaction dans la bande autour de la fréquence sélectionnée. Les entrées positives des 2 AOP sont stabilisées à V/2 par le réseau R5/R8 et C3.

Retrouvons les valeurs des composants pour  $F=3000$  Hz,  $Q=28$  et  $K=3$ . Si nous fixons  $C1=C2=100$  nF, nous obtenons:



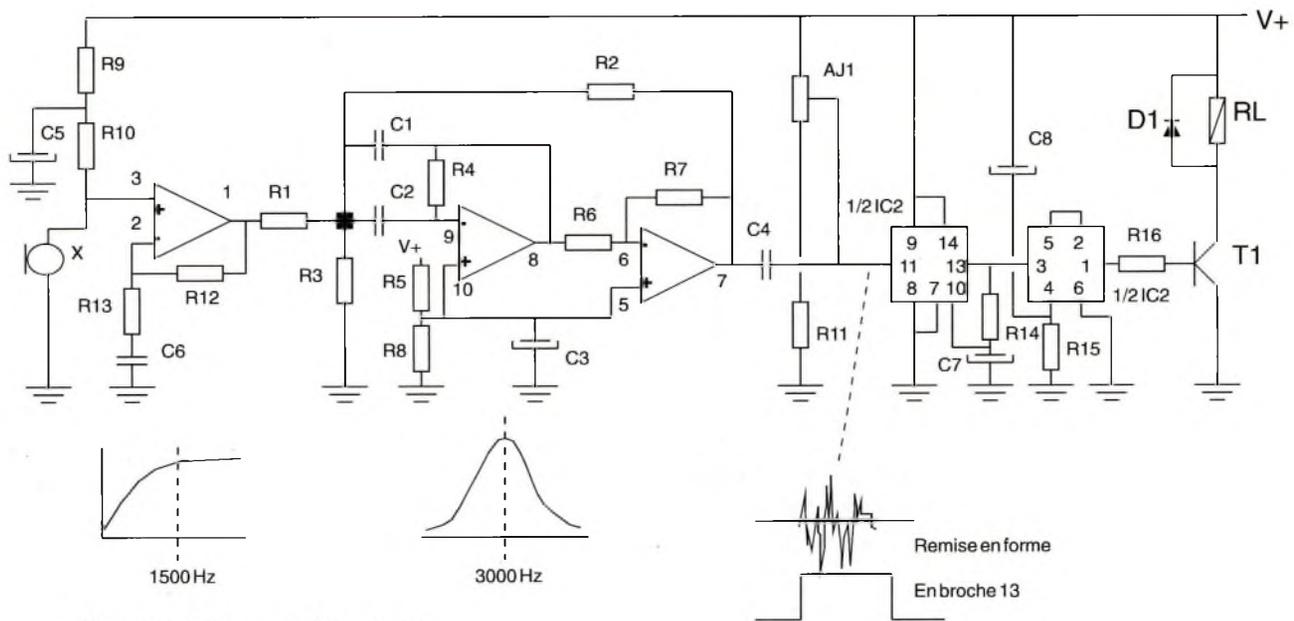


Figure 1 schéma du Clap-inter

$$R1=R4=R6=Q/2\pi xF$$

$$R2=R1 x K x Q / (2Q-1)$$

$$R3=R1 / (Q^2 - 1 - 2/K + 1/K x Q)$$

$$R7=K x R1$$

Cela donnera  $R1=R4=R6=15\text{ K}$ ,  $R2=22\text{ K}$ ,  $R3=18\text{ ohms}$  et  $R7=47\text{ K}$ .

### Le réglage de sensibilité

Le signal est ensuite transmis, au travers de C4, à un pont diviseur composé de R11 et AJ1. Ce dernier permet de faire varier la composante continue à l'entrée de la mise en forme, pour en ajuster ainsi la sensibilité, par l'approche du seuil de basculement.

### La mise en forme

Cette tâche est confiée à un monostable, construit très simplement à partir d'une bascule fournie par 1/2 IC2. R14 et C7 en fournissent la constante de temps T selon la loi  $T=R14 x C7$ . En effet, l'entrée horloge (Clock) en broche 11 est attaquée par le signal. La sortie Q, en broche 13, "présetée" à l'état bas (broches 8 SET et 10 RESET à 0), passe alors à l'état haut, recopiant ainsi l'entrée DATA (broche 9), reliée au + d'alimentation. Elle charge alors le condensateur C7 au travers de R14. Au seuil de basculement, la bascule sera "resetée" et la sortie en 13 retournera à l'état bas.

Les valeurs choisies pour R14 et C7 nous donnent un créneau positif de l'ordre de 200 mS.

### La bascule de commande

La seconde bascule de IC2 est utilisée de façon simple. A la mise sous tension, le réseau R15, C8 assure sa remise à zéro. La sortie Q- (broche 2) est reliée à DATA (broche 5), ce qui entraîne, à chaque impulsion sur l'entrée horloge (broche 3), un changement d'état sur les 2 sorties.

Sur la sortie Q (en broche 1), un transistor T1 est attaqué sur sa base au travers de R16. Il commande, en émetteur commun, la bobine d'un relais, entre V+ et son collecteur. La diode D1 le protège des surtensions de seuils.

### L'alimentation

La figure 2 vous en retrace le schéma. Le principe en a déjà été abordé dans les lignes de cette revue, en page 22 & suivantes de notre No 25. C'est la technique de redressement double alternance, assurant une meilleure puissance, qui a été choisie. C9 transmet les alternances du secteur au travers de son impédance équivalente de 3,183 K. Le courant maximum disponible sera de l'ordre de 50 mA aux bornes de C10. Les zeners D2 et D3, en série, fixent la tension à 11,8 V et se partagent la dissipation thermique. Un fusible F1 assure la sécurité en cas de court-circuit sur C9 et R17 en assure la décharge rapide au débranchement.

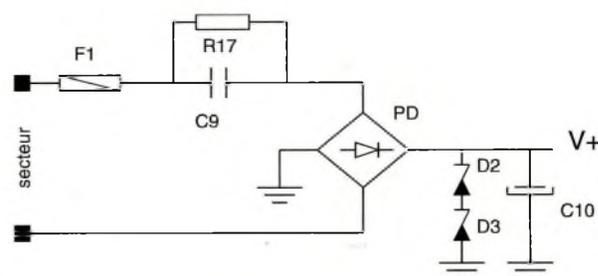


Figure 2 Alimentation secteur

## La réalisation

### Le circuit imprimé

Conçu pour prendre place dans un coffret du type PP9A, ses dimensions permettent une implantation plutôt aérée. Sur le côté arrivée secteur, 2 trous marqués N et P permettent de récupérer le neutre pour emploi direct et la phase pour le contact commun du relais, ceci en cas d'emploi direct sur le secteur. Le reste n'appelle aucune remarque particulière.

### La liste des composants

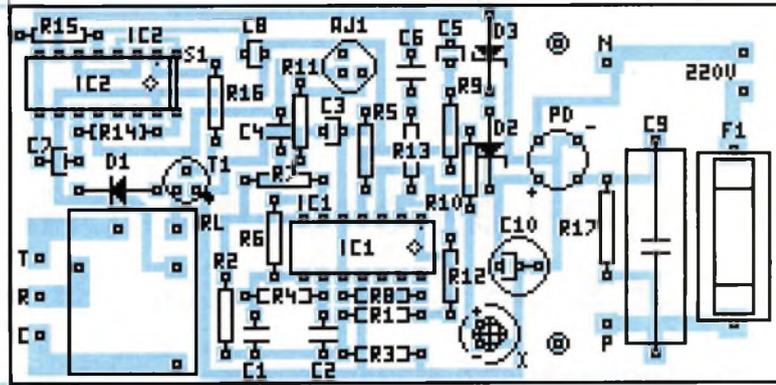
Toutes les Résistances sont des 1/4 W à couche carbone 5%, sauf précisions contraires

R1	15 Kohms
R2	22 Kohms
R3	18 ohms
R4	15 Kohms
R5	100 Kohms
R6	15 Kohms
R7	47 Kohms
R8	100 Kohms
R9,R10	10 Kohms
R11	100 Kohms
R12	2,2 Megohms
R13	10 Kohms
R14	22 Kohms
R15	470 Kohms
R16	22 Kohms
R17	220 Kohms 1/2 W
C1,C2	100 nF céramique
C3	100 uF Radial
C4	10 nF céramique
C5	10 uF Radial
C6	22 nF céramique
C7	10 uF Radial
C8	1 uF Radial
C9	1 uF 400 V plastique
C10	220 uF Radial
AJ1	Ajustable 82PR 100 Kohms
D1	1N4007
D2	Zener 6,2 v
D3	Zener 5,6 v
FD	pont de diodes 1,5A 600 V
T1	2N2222
IC1	TL 084
IC2	MOS 4013
F1	support fusible + fusible
X	micro electret
RL	relais 12V 1RT

2 supports CI 14 broches  
1 coffret type PP9A  
1 cordon secteur

### Le montage

La sérigraphie fournie vous facilitera la mise en place des composants. Vous débuterez, comme à l'accoutumé, par les plus bas pour terminer par le plus haut sur pattes : le relais. Attention à la polarité des diodes et des condensateurs chimiques. Veillez à respecter également l'implantation des deux circuits intégrés et du transistor T1. Vérifiez une dernière fois votre montage et la bonne qualité de vos soudures.



Ne le mettez surtout pas sous tension hors de son coffret. Le secteur sera potentiellement présent partout sur les pistes du circuit (une chance sur deux sur la masse) !

Si vous devez l'utiliser en interrupteur direct du secteur, vous devrez relier par un câblage externe une banane de sortie à N, l'autre au contact travail du relais (T), en ayant au préalable relié le commun (C) au plot P du secteur.

### La mise en coffret

Le circuit trouve facilement sa place au fond du coffret préconisé, ici le PP9A. Il faut prévoir auparavant un perçage de trois trous : un sur la face arrière pour l'entrée du cordon secteur, deux sur la face opposée pour y placer les bananes de sortie de commande. Le couvercle se fixe à l'aide d'une seule vis et possède une grille bien pratique pour laisser le son accéder au micro.

### La mise en route

Une ultime recommandation : ne pas toucher au montage lorsqu'il est relié au secteur : il n'y a pas de transformateur et la phase peut être présente sur la ligne de masse.

Le seul réglage possible est celui de la sensibilité sur AJ1, qui sera donc prépositionné à mi-course avant la mise sous tension. Puis, en fonction de vos besoins, il vous appartient de régler cet ajustable au seuil requis. Vous pourrez alors en fermer le couvercle.

## Conclusions

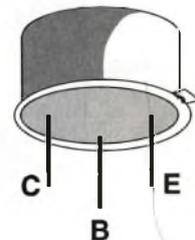
Cette réalisation, simple et fort pratique sera toute à votre goût cet hiver, au coin du feu. Nul doute que vous serez nombreux à la mettre en chantier, et en plusieurs exemplaires.

Alors bon clap, et à bientôt !

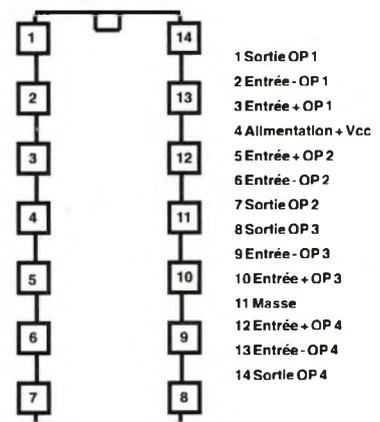
Le Futé

## Brochages

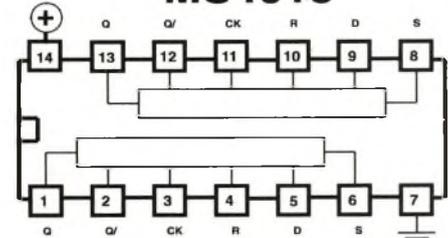
### 2N2222



### TL084

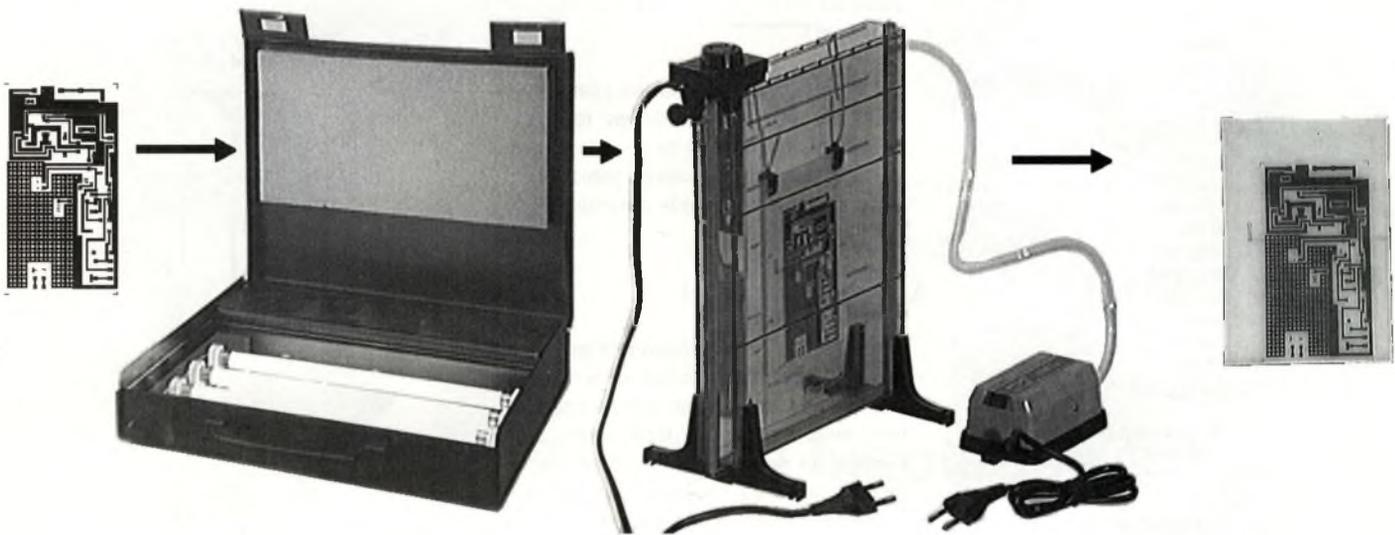


### MS4013



# Du typon au circuit imprimé : Toutes les étapes de l'insolation et de la gravure.

Bon nombre d'entre vous souhaitent un rédactionnel traitant des cheminements chaotiques pour passer du typon au circuit imprimé, et du matériel adéquat, ainsi que des conseils avisés pour franchir ces étapes avec réussite, et au moindre coût : nous y voici !



## La chaîne de traitement

Voyons ensemble les différentes étapes qui nous mèneront à la réalisation finale :

Au départ, il y a le projet électronique qu'il convient de matérialiser par un circuit imprimé. L'étape incontournable du processus est la gravure d'une plaque d'époxy recouverte d'une fine couche de cuivre (en général 35 microns). Après avoir protégé les pistes et pastilles que l'on souhaite garder, on confie à un bain d'une substance acide oxydante le soin d'éliminer la surface de cuivre indésirable.

### La gravure directe

Sur une plaque d'époxy cuivrée, on peut tracer directement le circuit imprimé à l'aide de transfert du type "Mécanorma" ou d'un feutre spécialisé. Ainsi protégées, les parties marquées résisteront à l'attaque des substances acides telles le perchlorure de fer ou le persulfate d'ammonium. Ces substances vont, par contre, dissoudre le cuivre nu. Le mélange doit être agité pour

faciliter la réaction chimique de surface : plus le brassage est efficace, plus rapide sera la gravure. Comme nous le verrons plus loin, la qualité du bain et sa température influence aussi la vitesse du processus.

Cette manière de procéder présente un défaut majeur : une seule gravure est permise et la reproduction du projet s'avère fastidieuse et délicate. Elle peut néanmoins convenir à la réalisation de prototypes. Si le point de départ de votre réalisation est la reproduction d'un circuit déjà existant, sur papier ou autre, tels que les pages centrales de notre revue, le passage par une plaque présensibilisée positive est de loin le procédé le mieux adapté. Voyons en les différentes étapes !

### La conception du typon

Si vous êtes l'auteur de votre projet, vous aurez à réaliser un typon, c'est à dire une épreuve papier ou film de votre circuit imprimé. Cela peut se faire manuellement, avec les mêmes outils que la gravure directe ou par un procédé informatique, sortie sur imprimante. Le plus important pour la suite

des opérations et la qualité du résultat final est une parfaite opacité du circuit au noir et une bonne transparence du reste du support. Dans ce contexte, le typon sur film (ou mylar) est de loin le meilleur.

L'impression Jet d'encre ou Laser sur papier convient bien, mais il faudra se méfier des imprimantes matricielles à aiguilles, spécialement si le ruban est usé : un résultat "pâlichon" provoquera plus d'une surprise désagréable à la gravure finale.

La méthode manuelle sur papier calque donne également de bons résultats, si le feutre est encore bien encré ou le transfert bien posé, sans coupures, aussi infimes soient-elles.

Lorsque le typon vous est gracieusement fourni, comme c'est le cas pour HOBBYTRONIC, vous pouvez travailler en direct ou utiliser une reproduction. Nous verrons que ce dernier choix est souvent préférable si l'on souhaite réaliser plusieurs fois le même circuit, ou ne pas détériorer son journal préféré.



## La reproduction du typon

Il faut mettre tous les atouts de votre côté, et profiter de cette étape pour mieux préparer la suite.

La photocopie pure et simple, sur papier ou transparent, est la méthode la plus évidente et certainement la moins onéreuse. Mais il faut disposer du matériel adéquat à proximité, et ce n'est pas toujours le cas.

Nous aborderons un procédé photosensible donnant de très bons résultats, et nous parlerons du PELIFILM dont la tenue dans le temps pose de graves problèmes de conservation et de fiabilité.

Le procédé photosensible permet de placer le circuit du côté "offset", terme scientifique employé en imprimerie, et qui signifie que la matière opaque du film se trouvera en contact avec la plaque à insoler, assurant ainsi une parfaite étanchéité à la lumière et aux ultraviolets.

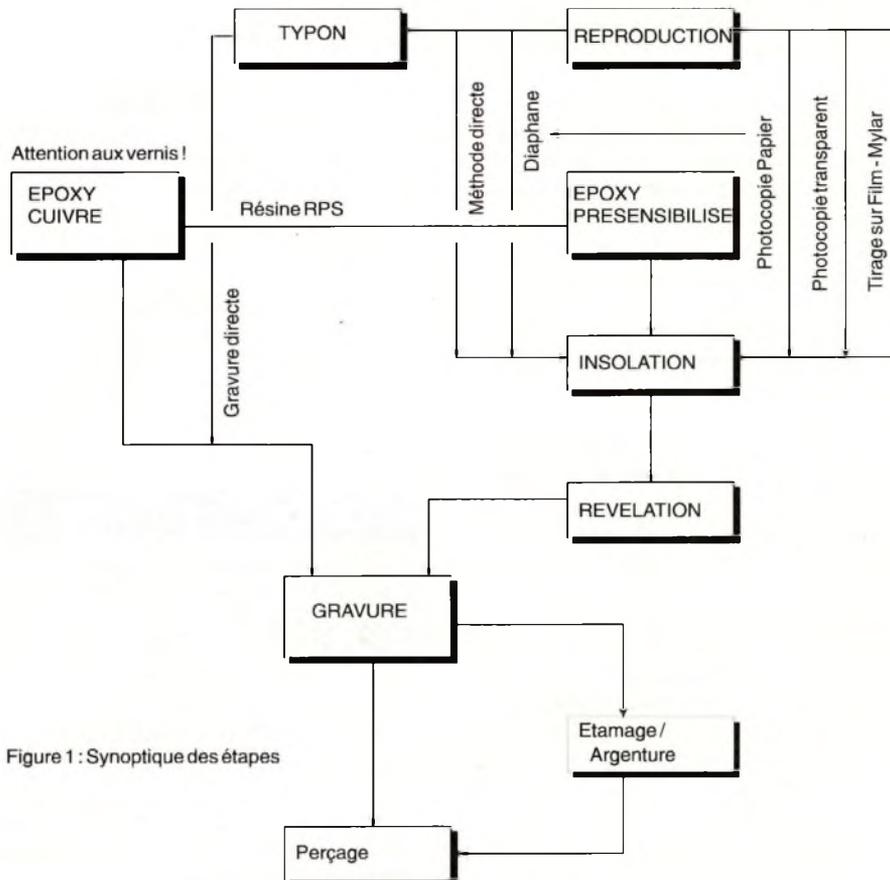
## L'insolation de la plaque présensibilisée positive

Ici débutent les étapes indispensables aux travaux sur époxy photosensible.

Une mince couche de résine colorée (pour faciliter la visualisation du résultat, car le produit est transparent d'origine) et sensible aux rayons UV (ultraviolets) est déposée par le fabricant, ou par vous (Résine RPS en bombe de KF par exemple) sur une plaque cuivrée. Cette substance est inaltérable aux agents chimiques (basiques ou acides), sauf aux endroits attaqués par le rayonnement UV. Si vous disposez votre typon, ou sa reproduction, tout contre la surface de résine, une fois débarrassée de son film protecteur, et que vous exposez un certain temps aux UV d'une insoleuse ou d'une lampe quelconque (mais attention aux temps ...), la partie non protégée, et donc exposée, sera alors rendue altérable par la solution basique du révélateur. Nous verrons plus loin les précautions à prendre au cours de cette phase délicate, et l'intérêt qu'il y a à disposer d'une bonne insoleuse (et pas forcément de la plus chère).

## La révélation

Cette phase consiste à tremper dans un bain de révélateur (R.V.P.) la plaque ainsi insolée. La solution alcaline va dissoudre la surface de résine attaquée par les UV. Il ne restera sur votre plaque que le circuit imprimé en résine colorée et le cuivre nu, prêt à être absorbé par la solution de gravure.



## La gravure

A ce stade des opérations, nous sommes revenus "à la case départ" de la gravure directe, dont le principe a déjà été abordé en tête de ce chapitre. Nous étudierons en profondeur le procédé et les outils nécessaires à un bon travail.

Il reste à parfaire éventuellement, par étamage ou argenture, le circuit ainsi obtenu.

## L'étamage ou argenture

Les pistes de cuivre sont naturellement protégées de l'oxydation par la pellicule de résine restante, qui est elle-même soudable. Toutefois un étamage (ou une argenture) permet d'augmenter l'épaisseur de la piste conductrice, de résoudre souvent des problèmes de micro-coupures, et de protéger

les pistes d'une oxydation en milieu très agressif (salin entre autres). Cette opération s'effectue par trempage de la plaque, débarrassée de la résine par un solvant du type alcool ou acétone, dans une solution d'étamage ou d'argenture à froid.

## Le perçage

C'est la dernière étape avant la mise en place et la soudure des composants. Un bon équipement est conseillé pour un travail rapide et efficace.

Nous allons à présent développer chacune de ces phases, et vous conseiller de façon pratique sur la marche à suivre, le choix d'un bon matériel, en rapport avec votre type d'utilisation (professionnelle ou domestique) et sur les erreurs à ne pas commettre.



## L'insolation aux UV

C'est une étape primordiale, et souvent méconnue de la chaîne. Elle nécessite de bonnes connaissances du sujet, un matériel adéquat, et une solide dose de patience.

Que ce soit pour transposer un typon sur un film sensible ou directement sur une résine photosensible, le procédé et les précautions restent les mêmes : seuls les temps d'insolation varient suivant les produits et la puissance du rayonnement UV. Il faut respecter 3 grands principes :

1- une diffusion la plus perpendiculaire et la plus uniforme possible, par rapport aux supports à traiter.

2- un parfait contact entre la surface photosensible et la partie opaque du typon.

3- un typon parfaitement contrasté et opaque sur les pistes à préserver.

Ces trois grands conseils ont tous le même but : Empêcher les UV de détruire les surfaces à protéger, que ce soit au travers d'un tracé grisâtre et perméable, ou sournoisement par les cotés d'un typon mal plaqué au récepteur. La figure 2 résume assez bien ces pièges à éviter.

Comme il se doit, un bon instrument donnera des résultats plus facilement meilleurs qu'un équipement de fortune mal adapté. De plus, une légère surestimation des temps ne serait préjudiciable à une bonne réussite si ces trois conditions sont remplies. Dans tous les cas, la lecture de la notice du produit sensible et sa stricte application est fortement conseillée, de même qu'un ou plusieurs essais sur de petites surfaces pour valider les paramètres inhérents à votre propre équipement.

Il existe un nombre considérable de techniques d'insolation, de la simple lampe NITRAPHOT dans un support de lampe de bureau, jusqu'à l'insoleuse professionnelle, avec pompe à vide, minuterie et capable du double face en une seule opération. Si cette dernière, bien utilisée, ne déçoit jamais, elle reste souvent inabordable pour la bourse du "hobbyiste" en chambre. Et la première présente tous les défauts quand à la perpendicularité des rayons et aux temps prohibitifs provoquant des écarts légitimes et catastrophiques.

Nous vous proposons ici la réalisation d'une petite insoleuse en kit, pour simple face, et une surface maxi de 200 x 300, largement suffisante pour tous nos montages. Elle présente tous les atouts de ses grandes soeurs professionnelles.

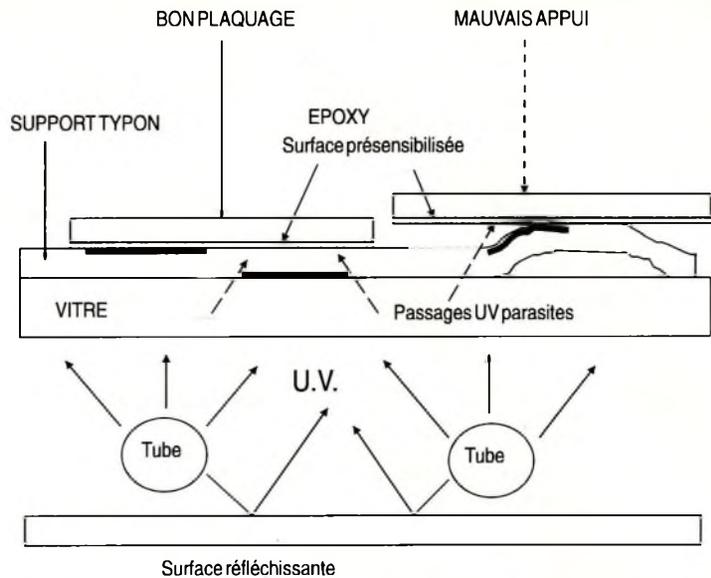


Figure 2 Les pièges de l'insolation

## Une insoleuse en KIT

Une petite valise plastique pas chère, 4 tubes UV 8 watts et les supports adéquats, 4 starters et 2 ballasts, une surface réfléchissante, une vitre et un cordon secteur, et le tour est joué !

La figure 3 vous guidera pour mieux suivre l'exposé qui va suivre.

Les supports de tubes seront fixés sur le fond de la valise, selon une implantation régulière, comme indiqué sur le schéma de montage. Cela donnera sur la partie avant une bonne surface d'insolation, avec une idéale répartition du rayonnement. Les ballasts et les supports de starters seront fixés également sur le fond, mais en partie arrière de la valise. Le câblage sera réalisé suivant le schéma fourni. La surface réfléchissante, une feuille d'aluminium collée sur une fine pellicule de polystyrène, sera

découpée suivant le plan de découpe de la figure 3, glissée sous les tubes et repliée aux extrémités sur les bords de la valise. La vitre, en matériaux composites, en principe incassable, sera posée sur les supports des tubes. Une autre vitre ou un morceau de mousse viendra appuyer sur la plaque à insoler pour garantir un bon contact avec le typon. Une encoche dans la partie arrière permettra le passage du cordon secteur pour son alimentation. Il n'est pas indispensable de disposer d'une minuterie, vu les temps relativement courts. Suivant les produits, cela varie de 5 sec à 3 mn. Toutefois, vous pouvez en intercaler une avant la prise secteur.

Cette valise, une fois fermée, avec son câble secteur replié à l'intérieur, se veut pratique et discrète. Son prix de revient reste inférieur à 400 frs. Voir nos NEW's à ce sujet !

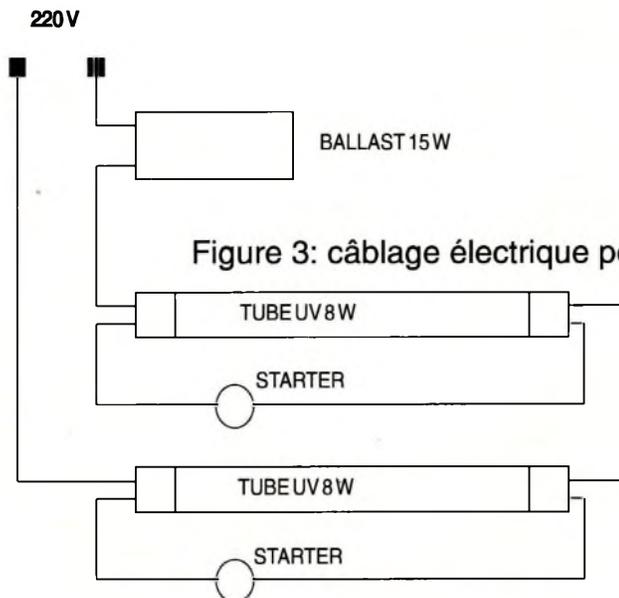
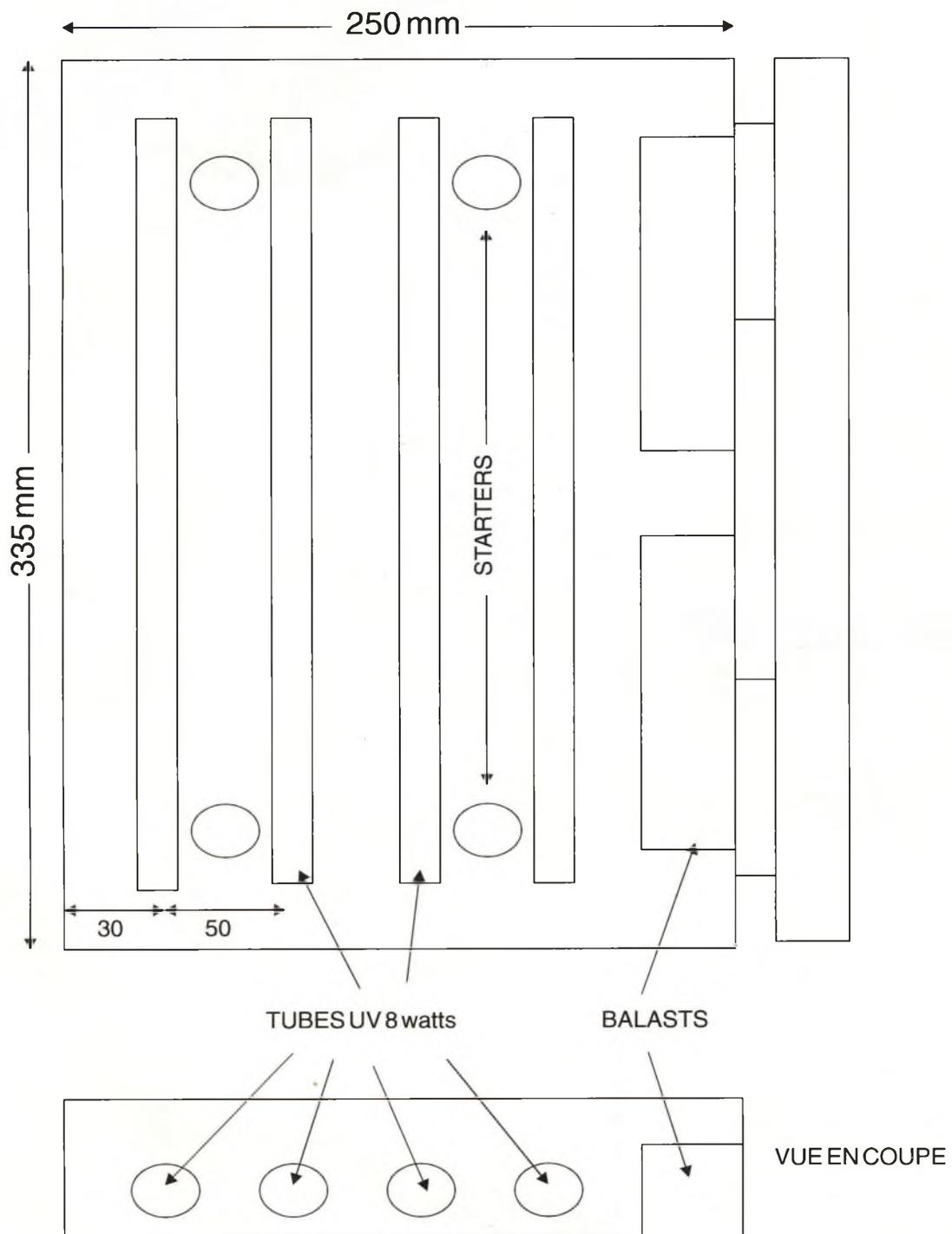


Figure 3: câblage électrique pour 2 tubes



GROS PLAN DE L'IMPLANTATION DE L'INSOLEUSE EN KIT



## La Révélation

Ici, pas de mystères ! Un bon produit, un simple bac en plastique, et un petit coup de main, et le résultat est toujours au rendez-vous. Surtout pas d'impatience, et donc pas de frottements intempestifs sur la surface fragile, car c'est ici que prennent naissance les rayures que l'on retrouvera, hélas, sur le circuit après la gravure.

La meilleure façon de procéder consiste à tremper entièrement la plaque insolée dans un bac préalablement rempli (juste le fond pour recouvrir la plaque) de la solution de révélateur, et d'agiter doucement de gauche à droite, jusqu'à disparition de la résine sur les surfaces à graver. Seul le CI sur fond de cuivre doit subsister. Cela prend de l'ordre de 30 sec à 1 mn à 20-25 °C. Retirer alors la plaque, avec une pince en bois ou plastique, ou des gants de ménage, et la rincer abondamment sous un robinet d'eau courante.

Attention, le révélateur est à base de soude caustique, et à ce titre, se révèle très corrosif pour votre peau. Le produit est en général vendu en sachet de poudre pour 1 litre d'eau. On le trouve aussi en solution concentrée à étendre avec de l'eau.

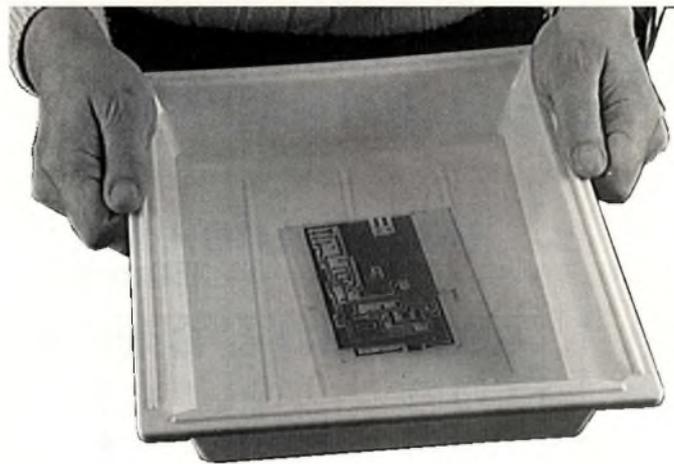
## La gravure

C'est le second cap délicat à franchir. Il est de plus mal accepté, car il possède la réputation d'être très salissant dans un environnement familial. Nous essayerons de vous convaincre qu'il n'en est rien, moyennant un bon équipement et quelques précautions très simples.

### Les produits chimiques

Le produit incriminé est le perchlore de fer, qui en solution dans l'eau est un liquide foncé jaunâtre, dont les tâches sont tenaces, spécialement sur les vêtements et le sanitaire. Il nécessite, à ce titre, de grandes précautions d'emploi : un petit atelier spécialisé est conseillé, mais on ne dispose pas toujours de la place requise. Il existe toutefois un produit détachant très efficace : il faut le noter et le demander à votre distributeur habituel ! Le travail sur une plaque de bois laminée de formica blanc, par exemple, permet de sauvegarder l'environnement direct.

Son concurrent direct, le persulfate d'ammonium, est un liquide transparent et qui ne tâche pas. Mais il vaut deux fois plus cher environ et grave en deux à trois fois plus de temps.



Tous deux se vendent en sachet poudre ou granulés à mélanger à de l'eau (en général pour 1 L) ou directement en bouteilles plastiques. Ils agissent beaucoup mieux à des températures comprises entre 30 et 50°C.

### Les machines à graver

Elles sont de plusieurs types :

1- Horizontales à mousse pour perchlore de fer.

2- Verticales à jet rotatifs ou agitation par bulles d'air dans le bain, pour les deux types de produits.

Les prix varient de 500 frs à plusieurs milliers de francs pour les machines professionnelles. Notre intérêt se limite ici aux petites graveuses à usage domestique.

Les machines horizontales à mousse sont actuellement les plus répandues. Le principe de fonctionnement en est simple. Dans un bac rectangulaire, un plan incliné supporte le circuit à graver. Une bonne dose (plusieurs litres) de perchlore de fer repose au fond du bac. Une pompe

externe souffle de l'air au travers d'un diffuseur en céramique immergé dans le bain. Des milliers de petites bulles vont faire "mousser" le perchlore. Cette mousse va remonter, par capillarité le long du pan vertical du plan incliné, et va déborder sur la face douce de ce même plan, et va baigner ainsi le circuit à traiter. Le procédé est simple, mais présente toutefois quelques inconvénients : la mousse est souvent longue à monter, surtout si le bain est ancien et sale, le diffuseur se bouche souvent avec le magma d'oxyde de fer résultant de la réaction chimique de gravure. Si la mousse n'est pas de bonne facture, la gravure est imprécise et nécessitera plusieurs interventions manuelles désagréables. Enfin le bain de perchlore s'oxyde à l'air ambiant, d'autant plus vite que la surface de contact est plus grande, ce qui est le cas des graveuses horizontales. Le transfert de la solution en bouteilles est une manoeuvre délicate, et même périlleuse avec de grosses machines.

Les machines verticales étaient jusqu'à présent du domaine professionnel, volumineuses et plutôt chères. Mais un petit produit fantastique vient d'arriver sur le marché, qui va révolutionner le monde de la gravure à domicile.

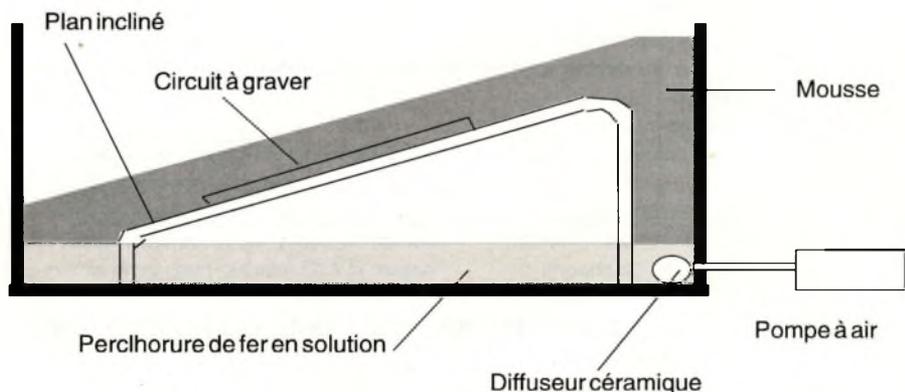
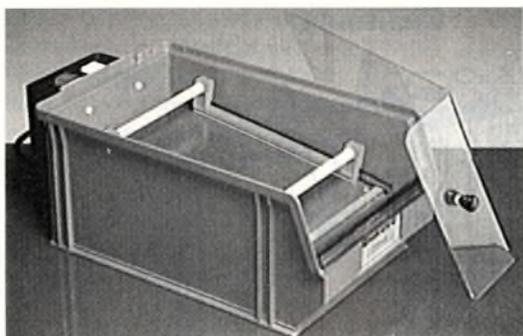


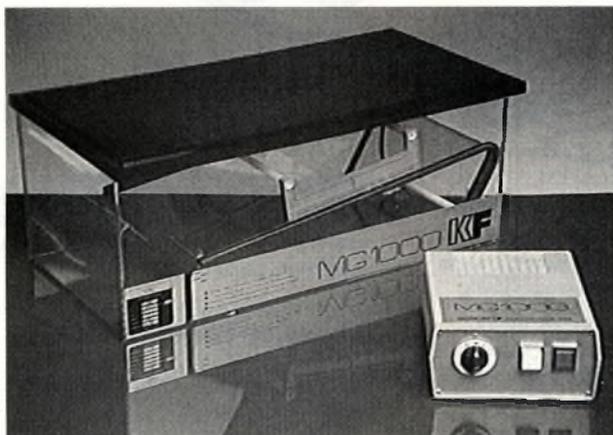
Figure 6 graveuse horizontale à mousse vue en coupe



Machine à graver horizontale  
GRAVE-VITE 2 de chez KF  
Format utile : 180 x 240 mm



Insoleuse simple face  
BI 1000 de chez KF  
Format utile : 240 x 410 mm



Machine à graver horizontale  
MG 1000 de chez KF  
Format utile : 400 x 260 mm



Insoleuse double face  
BI 2000 de chez KF  
Format utile : 310 x 405 mm



Machine à graver verticale  
MG 2500 de chez KF  
Format utile : 200 x 300 mm

### Quelques machines à graver et insoleuses semi-professionnelles



## Une petite machine à graver verticale

C'est le petit miracle du moment ! Son efficacité est surprenante, face à un prix très abordable et ses petits cotés pratiques qui autorisent son usage en milieu domestique avec un maximum de bonheur.

Elle se compose d'un bac à graver vertical et de ses accessoires : pieds de maintien, clips de fixation de Cl (4), et du tube d'alimentation en air. Elle est livrée avec sa pompe à air et une résistance chauffante thermostatée, le tout pour moins de 300 frs : l'occasion est trop belle pour la manquer !

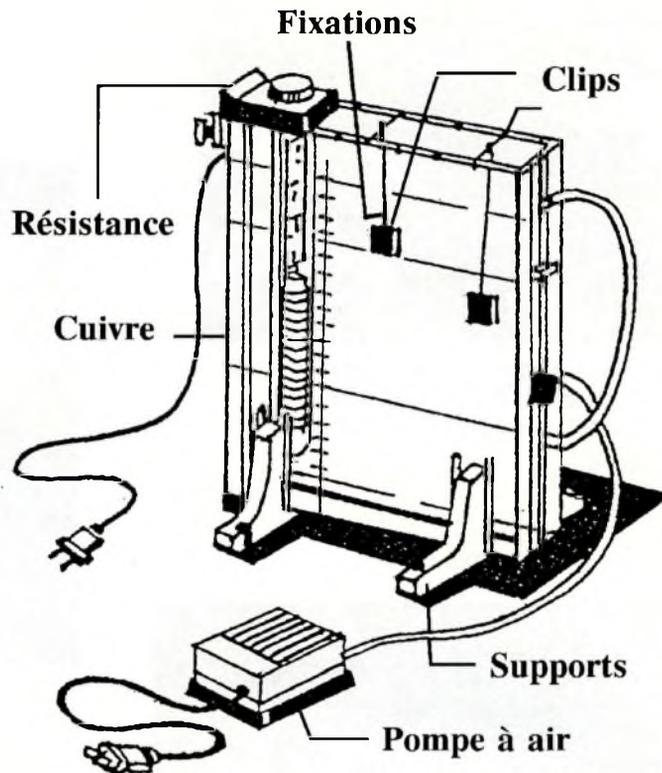
Une fois les pieds correctement montés dans les rainures de la cuve, le bac est très stable sur une surface plane. Des encoches sont prévues sur les pieds pour la fixer, éventuellement, sur une planche en copeaux pressés, plaquée de laminé blanc pour en faciliter le nettoyage. La pompe sera reliée par le tube fourni à l'entrée d'air du côté non obturé pas la colle: des petits trous dans la rainure du fond laisseront passer le flux d'air, lequel provoquera l'agitation plus que suffisante pour assurer une rapide gravure. Cette pompe doit être placée impérativement plus haute que le bac, sous peine de refoulement du produit de gravure à l'arrêt de celle-ci : la pose d'un petit clapet anti-retour, non fourni initialement, évitera ce genre de soucis. La résistance se pose simplement sur le bord opposé à l'arrivée d'air. Elle est livrée réglée et repérée pour une température de l'ordre de 30 à 50 degrés : à vérifier tout de même ! Ne pas la faire fonctionner à l'air libre : le verre éclaterait quasi-instantanément, et il n'est pas garanti. Son emploi est surtout utile en travail dans une ambiance fraîche, en dessous des 20 °C. Une température de 30 à 50°C accélère la gravure, mais au dessus c'est inutile, et même nuisible au bain qui s'oxydéra trop vite, au contact de l'air ambiant.

Cette graveuse présente les avantages suivants :

1- elle nécessite peu de produit pour de grandes surfaces de gravure : moins de 1,5 litres contre plus de 2 pour la plus petite des machines à mousse horizontale. Elle est de plus moins encombrante.

2- Elle est très rapide grâce à une agitation régulière et très efficace : moins de 4 mn contre plus de 6 pour ses petites concurrentes horizontales.

3- On manipule facilement le circuit à graver sans mettre les mains dans le bain



(avec ou sans gants) et on visualise très bien l'évolution du travail par transparence, avec l'aide d'une lampe de bureau, sans être gêné par la mousse.

4- L'entretien du bac est des plus simples. On transvase aisément le produit dans une bouteille en fin de travail, à l'aide d'un simple entonnoir muni d'une crépine de filtrage. Un rinçage rapide à l'eau claire et c'est fini ! Aucune pièce à déplacer, aucun diffuseur à déboucher !

5- Elle convient aussi bien à l'emploi du perchlorure de fer, que celui du persulfate d'ammonium, et elle coûte moins de 300 frs. C'est plus qu'il n'en faut pour vous convaincre !

## La chimie autour du circuit imprimé

### Le Diaphane de chez KF

Ce produit, conditionné en aérosol, permet de rendre une feuille blanche semi-transparente aux UV. Une bonne aspersion sur le typon ou sa photocopie rend le support huileux. On laissera sécher quelques minutes, afin de ne pas tâcher l'insoleuse. Lorsque le papier ne graisse plus au contact, on le plaquera contre la surface photosensible de l'époxy, et on pratiquera une insolation traditionnelle. Il est utile de faire quelques essais sur de petites surfaces pour avoir le coup de main, suivant votre insoleuse et le rapport quantité de Diaphane / temps de séchage.

En général, et suivant nos propres expériences, il faut de 1 à 2 mn suivant la qualité du papier traité.

### La résine RPS de chez KF

Les plaques sont disponibles déjà présensibilisée, et protégées par un film plastique à ôter avant insolation. Mais si vous disposez d'un stock de cuivre nu, vous pouvez souhaiter l'utiliser en tant que présensibilisé. La résine RPS, livrée également en aérosol, une fois vaporisée sur votre cuivre, débarrassé de tout vernis ou trace de graisse, vous donnera le résultat escompté.

### Le pélicfilm et ses déboires

Apparu sur le marché il y a moins d'un an, ce produit fort intéressant devrait en être sorti aujourd'hui. En effet, il ne se conserve pas suffisamment longtemps. Comme tout produit chimique, ses qualités se dégradent avec le temps, mais sa courte durée de vie en empêche même le stockage chez les distributeurs. C'est dommage, car il permettait d'obtenir un film par simple insolation, sans produits chimiques, par simple dépelliculage : il restait sur la surface transparente, que le circuit en couche de métal mince et opaque, parfait pour insoler ensuite notre plaque de "présens". Hélas, on ne peut plus ôter la pellicule après quelques semaines de stockage. Le fabricant japonais a d'ailleurs cessé sa production, et poursuit ses recherches en laboratoire. Si vous en avez chez vous, il ne faudra pas trop tarder à vous en servir!



## Le film photosensible ou Mylar

Bien que d'un emploi délicat, il est le seul produit de substitution au péfilm déficient. Il permet l'obtention d'un film noir opaque sur transparent, lequel permet une infinité de tirages de très bonne qualité sur époxy présensibilisé. Il donne de bien meilleurs résultats que la simple photocopie sur transparent, dont l'opacité du noir laisse souvent à désirer.

Il nécessite l'emploi d'un révélateur et d'un fixateur, et les temps d'insolation sont très courts : de 5 sec à partir d'un autre transparent, à 10 sec à partir d'une feuille centrale de HOBBY ou de sa photocopie. De plus, il faut travailler en lumière atténuée, jaune de préférence, car le film est très sensible : ce qui explique les temps très courts.

On procédera par insolation directe du typon sur le film, en ambiance tamisée SVP. Le contact devra être parfait. La durée étant très courte, on agira valise ouverte, le "timing" débutant à l'allumage des tubes. Eventuellement, une feuille de canson noir opaque protégera par dessus de la lumière inverse. Sitôt insolé, le film sera trempé dans le bain de révélateur (produit fourni avec le film) dans un simple bac plastique. Puis dès le bon résultat obtenu (au visuel), on transfère aussitôt dans un second bac contenant le fixateur. Quelques secondes, on rince à l'eau courante, et c'est fini! On obtient ainsi un film parfait, avec le contraste optimum, et de longue conservation. La production de grandes quantités de circuits imprimés sur le même modèle est ainsi permise.

## Le perçage

Une bonne perceuse sur un bon support, et équipée de bons forets vous procurera de grandes satisfactions. Bien entendu, le foret au carbure de tungstène effectue un travail plus net, et dure plus longtemps, mais casse plus facilement. Et du même coup, son amortissement n'est pas toujours garanti. Le foret classique, bon marché, lui sera préféré dans la plupart des cas.

Il existe deux bonnes marques de perceuses pour circuits imprimés : Minilor et Applications Rationnelles. Les produits se valent : le choix reste une question de goût. Elles fonctionnent sur courant continu et les transformateurs sont souvent équipés de variateurs. Ces derniers peuvent être réalisés en kit, et ont déjà fait l'objet de rédactionnels dans cette revue.

Toutefois le support et le variateur ne sont pas indispensables. La perceuse seule revient à environ 300 frs.

## De nos pages centrales au circuit imprimé : comment faire ?

Plusieurs méthodes sont possibles. Aux vues de tout ce que nous venons d'aborder, il convient d'en choisir une, et de l'optimiser.

### Le matériel

Le produit final sélectionné est l'époxy présensibilisé de bonne facture, d'une marque reconnue pour sa production garantissant un stockage minimum.

La solution de gravure sera indifféremment le perchlorure de fer, ou le persulfate d'ammonium : à vous de choisir en fonction de votre budget et du paramètre temporisation de gravure.

La machine à graver sera, bien sûr, notre petite graveuse verticale bon marché, vue plus haut dans ce même article.

Notre mini-valise et son kit ad-hoc constituera notre banc à insoler.

Quelques bacs en plastique (2 à 5 suivant les méthodes de reproduction de typon éventuelles), une paire de gants de ménage, une éponge douce et quelques chiffons ou un rouleau de papier ménage, et le matériel est au complet.

### Chronologie

A partir du choix du nombre d'exemplaires du circuit à tirer, lequel est souvent unique, nous opterons pour la découpe du CI à partir des pages centrales. Si vous souhaitez ne pas les abîmer, vous aurez alors recours à la photocopie sur papier ou transparent (de bonne opacité SVP). Si vous vous décidez pour la totale indépendance vis à vis du monde extérieur, l'étape du MYLAR devient indispensable.

Si l'on prend le cas le plus courant, le premier donc, on insolera directement à partir d'une découpe de la page considérée. Avec emploi du Diaphane, l'insolation sera plus rapide et plus fiable, mais on peut aussi s'en passer. Dans ce dernier cas, le temps d'insolation peut atteindre ou dépasser les 5 mn, suivant la texture du papier utilisé par l'imprimeur. Le Diaphane réduit ce temps de moitié en le rendant moins aléatoire : de l'ordre de 2 mn, comme pour un bon Mylar.

La phase de révélation s'effectuera rapidement : de 30 sec à 1 mn dans une solution de révélateur à 20-25°C. Vous aurez à rincer abondamment avant de fixer votre plaque par ses clips, pour la placer à bonne hauteur dans notre petit bac à graver.

Celui-ci, préalablement préchauffé, surtout s'il s'agit de persulfate, sera alors alimenté en air, et surveillé de près durant la gravure, surtout après 3 mn. Lorsque par transparence, vous serez satisfait de votre ouvrage, vous stopperez la pompe, vous sortirez avec précaution votre CI en vérifiant le bon achèvement du travail et vous laisserez égoutter quelques secondes. Vous rincerez ensuite, toujours avec abondance afin de stopper définitivement l'action du bain acide.

Vous pourrez alors passer directement à la phase de perçage, à moins que vous ne souhaitiez étamer votre chef-d'oeuvre. Dans ce cas, il faudra tremper durant 1 mn votre circuit dans un petit bac plastique contenant une solution d'étamage à froid, en frottant délicatement avec une petite éponge douce. Avant cette dernière opération, vous aurez décapé la plaque à l'aide d'un solvant type "acétone", pour ôter la résine et dégraisser la totalité de la plaque, pour une bonne accroche du produit. Attention, ces produits d'étamage ou d'argenture sont à base de cyanure, et donc très dangereux : tenir hors de portée des enfants et ne pas avaler. Il en va d'ailleurs de même pour tous les produits chimiques employés ici, ou ailleurs ! Et ne pas oublier de se laver les mains avant de passer à table !

## Conclusions

Pour moins de 1000 frs, vous pouvez vous équiper efficacement et durablement pour réaliser vous-même vos circuits imprimés en toute indépendance. Si vous êtes un "mordu" du HOBBY électronique, ce matériel sera très vite amorti, et vous irez beaucoup plus vite au but.

Dans tous les cas, suivez bien tous nos conseils, et restez méticuleux et prudents : la chimie est quelquefois capricieuse, mais l'ouvrier est souvent la cause de ses déboires.

Bons tirages, et à bientôt !

Le FUTE



# Le L296: Circuit d'alimentation à découpage

**V**aste domaine que les alimentations à découpage! Bien souvent, pour des raisons obscures, celles-ci sont redoutées, voire haïes par les électroniciens. Soit à cause de la particularité des composants employés, soit à cause d'essais ayant laissés de mauvais souvenirs ou encore à cause de tout une aura de mystère qui entoure ces montages, elles sont souvent jugées négativement, mais n'est-ce pas un tort?....

Pourtant, dans vos téléviseurs par exemple, c'est depuis les années 75 que celles-ci ont remplacé (pas toujours heureusement au début) le volumineux transformateur à 50 Hz.

Car rendement élevé, donc faible dissipation, taille réduite et coût moins élevé sont inévitablement au rendez-vous avec ces alimentations, et ce sont des avantages indéniables.

Le but de cette Hobbythèque (copieuse mais indispensable), et d'une réalisation attenante, sera d'abord de démystifier ces circuits.

Le L296, circuit relativement ancien, possédait déjà toutefois à l'époque de sa conception, tous les éléments internes des circuits actuels. Il est en fait équipé de nombreuses possibilités internes de contrôle, dont l'emploi n'est toutefois pas obligatoire. A titre d'exemple, si l'on délaisse toute les options de contrôle, une alimentation opérationnelle et fiable peut être obtenue à l'aide d'une dizaine de composants extérieurs seulement...

Comme à l'accoutumée, cette Hobbythèque sera une transcription exacte de la documentation constructeur, et c'est dans l'article sur la réalisation que nous vous donnerons le plus de renseignements possibles sur les accommodations.

## Caractéristiques principales

- Courant de sortie de 4 A
- Tension de sortie de 5,1 à 40V
- Rapport cyclique de 0 à 100%
- Référence intégrée à +/- 2%
- Fréquence de travail jusqu'à plus de 200 kHz
- Très haut rendement (jusqu'à plus de 90%)
- Peu de composants externes
- Soft start
- Sortie information de reset
- Circuit de commande crowbar
- Entrée de pilotage d'inhibition et de synchronisme oscillateur
- Protection thermique intégrée.

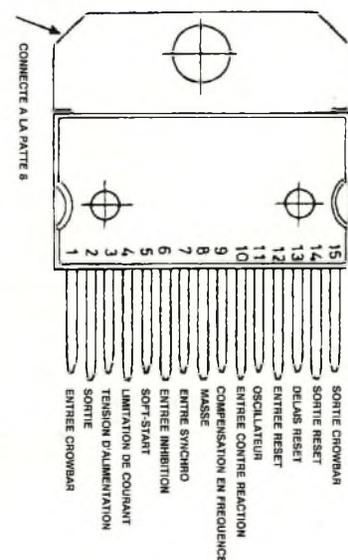
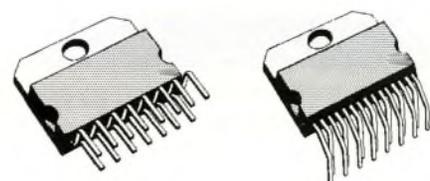
Le L296 (L296P) est un régulateur stepdown ( $V_s < V_{in}$ ) à découpage capable de fournir 4 Ampères pour une tension allant de 5,1V à 40 Volts.

Les possibilités du circuit incluent les possibilités de limitation de courant programmable, soft start (démarrage progressif), télécommande d'inhibition, protection thermique et une sortie d'information de reset pour les alimentations de micro-ordinateurs. La synchronisation des oscillateurs est possible lorsque l'on utilise plusieurs circuits.

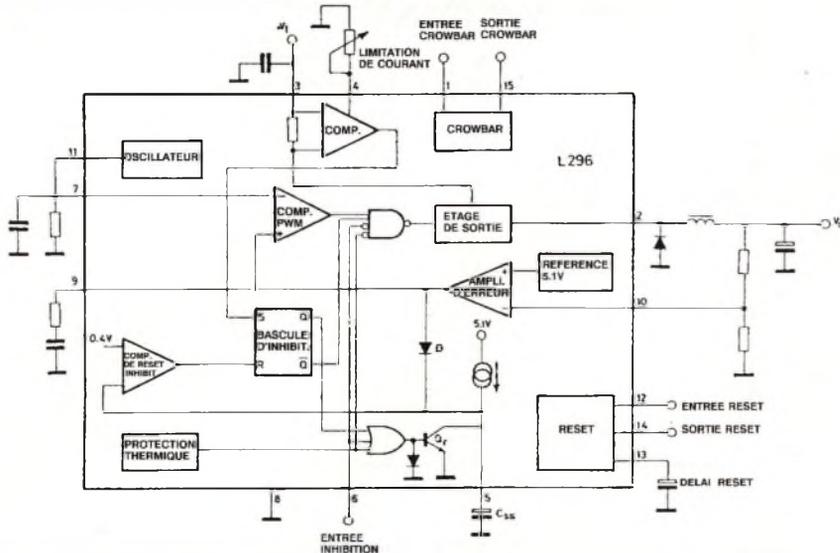
Le L296 se présente en boîtier plastique Multiwatt 15 broches et ne demande que peu de composants externes.

Le fonctionnement efficace à des fréquences de découpage jusqu'à plus de 200 kHz permet une réduction notable de la taille et du coût des composants externes de filtrage. Une entrée de détection de surtension et une sortie de commande de thyristor permet éventuellement d'ajouter en option un circuit crowbar (court-circuit de la tension de sortie) de protection avec un thyristor externe.

## Boîtier et brochage



## Structure interne



## Valeurs limites maximales

Tension d'entrée: 50V  
 Différence entrée/sortie: 50V  
 Tension de sortie min.: -1V  
 Tension de sortie min (0,1µs, 200kHz): -7V  
 Tension pattes 1, 12: 10V  
 Tension patte 15: 15V  
 Tension pattes 4, 5, 7, 9, 13: 5,5V  
 Tension pattes 6, 10: 7V  
 Tension patte 14 (I14 < 1mA): Vin  
 Courant absorbé patte 9: 1mA  
 Courant fourni patte 11: 20mA  
 Courant absorbé patte 14 (V14 < 5V): 50mA  
 Dissipation à Tboitier <= 90°C: 20Watts  
 Température de jonction et stockage: -40 à +150°C  
 Rth jc: résistance thermique jonction / boîtier: 3°C/W max.  
 Rth jamb: résistance thermique jonction / ambiant: 35°C/W max.

## Description des pattes

**1 Entrée CROWBAR:** Entrée de contrôle de surtension. Elle est normalement connectée à l'entrée d'asservissement en tension afin de déclencher un thyristor lorsque la tension de sortie excède de 20 % la tension nominale prévue. Cette entrée peut aussi surveiller la tension d'entrée et un diviseur résistif peut être ajouté pour modifier la valeur de seuil de déclenchement. Connecter cette patte à la masse quand elle n'est pas employée.

**2 Sortie:** Sortie du découpeur

**3 Entrée:** Entrée de la tension non régulée. Un régulateur interne alimente tous les étages internes.

**4 Limitation de courant:** Une résistance connectée entre cette patte et la masse permet de modifier le seuil du limiteur de courant (L296P uniquement). Si cette patte est laissée non connectée, le seuil de limitation est défini en interne (voir caractéristiques électriques).

**5 Soft start:** Entrée de constante de temps de soft start. Un condensateur est connecté entre cette patte et la masse pour définir la constante de temps de soft start (démarrage progressif). Cette capacité définit aussi le courant moyen de court-circuit.

**6 Entrée inhibition:** Cette entrée est compatible TTL et pilote le fonctionnement du circuit. Un état logique « 1 » sur cette entrée inhibe le fonctionnement du circuit.

**7 Entrée synchro:** Le fonctionnement synchronisé de plusieurs L296 s'obtient en connectant ensemble la patte 7 de tous les circuits et en ne montant qu'un seul réseau RC oscillateur sur l'un d'eux.

**8 Masse**

**9 Compensation en fréquence:** Un circuit RC série connecté entre cette patte et la masse définit les caractéristiques de la boucle de compensation de l'asservissement.

**10 Entrée contre-réaction:** C'est l'entrée de l'asservissement en tension. La sortie est connectée directement à cette patte pour une tension de sortie de 5,1V, ou au travers d'un diviseur résistif pour des tensions plus élevées.

**11 Oscillateur:** Un réseau RC parallèle connecté à cette patte détermine la fréquence de découpage. Cette patte doit

être reliée à la patte 7 lorsque l'on utilise l'oscillateur interne.

**12 Entrée reset:** Entrée de circuit reset dont le seuil est précisément à 5V. Cette entrée peut être connectée au point d'asservissement ou via un réseau diviseur.

**13 Délai de reset:** Un condensateur connecté entre cette entrée et la masse définit le délai du signal de reset.

**14 Sortie reset:** Sortie sur collecteur ouvert. Cette sortie est à l'état « 1 » quand l'alimentation est correcte.

**15 Sortie crowbar:** sortie de commande de gâchette pour le thyristor de protection crowbar.

## Description de fonctionnement

Les L296 et L296P sont des régulateurs abaisseurs à découpage procurant une tension de sortie de 5,1 à 40V et un courant de 4A.

La boucle de régulation comprend un oscillateur à dents de scie, un amplificateur d'erreur, un comparateur et un étage de sortie. Un signal d'erreur est produit en comparant la tension de sortie avec une référence interne précisément ajustée à 5,1V (+/-2%). Ce signal d'erreur est alors comparé avec la dent de scie pour déterminer la largeur de pulse à fréquence constante nécessaire (PWM). Le gain et la stabilité en fréquence de l'asservissement peuvent être ajustés par un réseau RC externe connecté à la patte 9. Fermer la boucle d'asservissement directement fournit une tension de sortie de 5,1V. Les tensions plus élevées sont obtenues à l'aide d'un diviseur à résistance.

Les pointes de courant de sortie au démarrage sont contrôlées par le soft start (démarrage progressif). La sortie de l'amplificateur d'erreur est initialement alignée par une capacité externe C<sub>ss</sub> et autorisée à monter en tension, linéairement, au fur et à mesure que cette capacité est chargée par un générateur à courant constant.

La protection de surcharge du courant de sortie est réalisée par un limiteur. Le courant de charge est mesuré en interne par une résistance métal connectée à un comparateur. Quand le courant de charge excède un certain seuil, ce comparateur active une bascule qui désactive l'étage de sortie et décharge la capacité de soft start. Un second comparateur remet à zéro la



bascule lorsque la tension aux bornes de cette capacité est descendue à 0,4 Volts. L'étage de sortie est alors réactivé et la tension de sortie réapparaît sous le contrôle du soft start. Si la condition de surcharge est toujours présente, la bascule sera activée de nouveau dès que le seuil de limitation est atteint. Le courant moyen de court-circuit est maintenu à une valeur correcte par le temps mort introduit par le réseau de soft start.

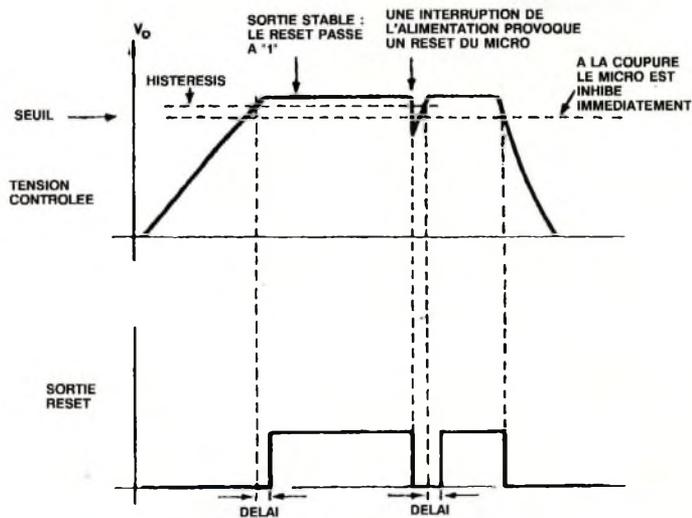
Le circuit de reset génère un signal de sortie lorsque la tension d'alimentation excède un seuil programmé par un diviseur externe. Le signal de reset est généré avec un temps de délai programmé par une capacité externe. Lorsque la tension descend en dessous du seuil programmé, la sortie de reset passe à l'état bas immédiatement. Cette sortie reset est un collecteur ouvert.

Le circuit crowbar mesure la tension de sortie et sa sortie peut fournir un courant de 100 mA pour amorcer un thyristor externe. Ce thyristor sera amorcé lorsque la tension sera de 20% au dessus de la valeur nominale. Il n'existe pas de liaison interne entre l'entrée du circuit crowbar et la tension de sortie, aussi ce circuit peut-il également contrôler la tension d'entrée.

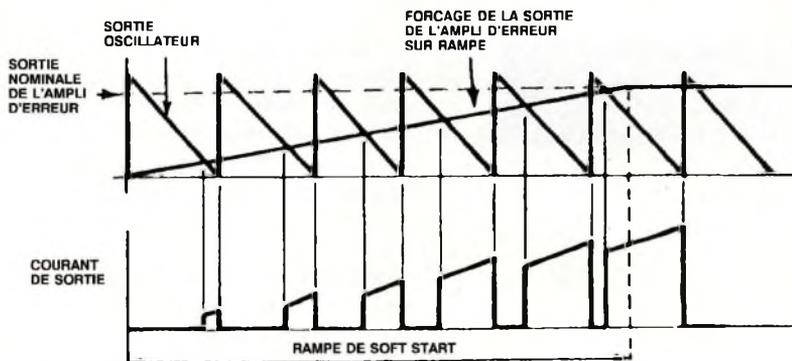
Une entrée d'inhibition à niveau TTL est disponible pour des applications telles qu'une télécommande on/off du circuit. Cette entrée est activée par un niveau haut et désactive le fonctionnement du circuit. Après une inhibition, le circuit redémarre sous le contrôle du circuit de soft start.

Un circuit de protection des surcharges thermiques désactive le fonctionnement si la température de jonction approche les 150°C, il possède un hystérésis afin d'éviter un fonctionnement instable.

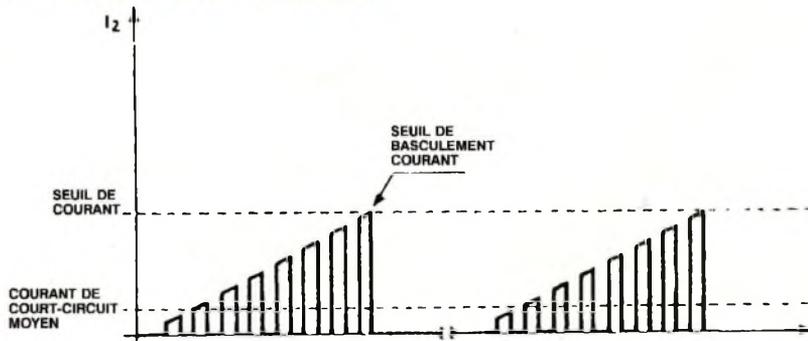
### Action de la sortie RESET (p. 14)



### Action du soft start



### Action du limiteur de courant



**Caractéristiques électriques** (voir schéma de test,  $T_j=25^\circ\text{C}$ ,  $V_i=35\text{V}$ , sauf indications contraires).  
**Caractéristiques dynamiques** (patte 6 reliée à GND, sauf indication)

Symbole	Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité
$V_o$	Gamme de tension de sortie	$V_i=46\text{V}$ , $I_o=1\text{A}$	$V_{ref}$		40	V
$V_i$	Gamme de tension d'entrée	$V_o=V_{ref}$ à 36V, $I_o \leq 3\text{A}$ note 1, $I_o=4\text{A}$	9		46 46	V V
$\Delta v_o$	Régulation d'entrée	$V_i=10$ à 40, $V_o=V_{ref}$ , $I_o=2\text{A}$		15	50	mV
$\Delta v_o$	Régulation de sortie ( $V_o=V_{ref}$ )	$I_o=2$ à 4A $I_o=0,5$ à 4A		10 15	30 45	mV mV
$V_{ref}$	Référence interne (patte 10)	$V_i=9$ à 46V, $I_o=2\text{A}$	5	5,1	5,2	V
$\Delta V_{ref}/\Delta T$	Coef de température $V_{ref}$	$T_j=0$ à 125°C, $I_o=2\text{A}$		0,4		mV/°C
$V_d$	Chute de tension entre pattes 2 et 3	$I_o=4\text{A}$ $I_o=2\text{A}$		2 1,3	3,2 2,1	V V
$I_{2L}$	Seuil de limitation de courant	L296, patte 4 en l'air $V_i=9$ à 40V, $V_o=V_{ref}$ à 36V	4,5		7,5	A



Symbole	Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité
I2L	Seuil de limitation de courant	L296P, patte 4 en l'air Rlim=22k	5 2,5		7 4,5	A A
Ish	Courant d'entrée moyen	Vi=46V, sortie en court-circuit		60	100	mA
r	Rendement	Io=3A, Vo=Vref Io=3A, Vo=12V		75 85		% %
SVR	Réjection ondulation entrée	Dvi=2Veff, F=100Hz Vo=Vref, Io=2A	50	56		dB
f	Fréquence de découpage	(schéma de test)	85	100	115	kHz
$\Delta f/\Delta v_i$	Stabilité fréquence/vi	Vi=9 à 46V		0,5		%
$\Delta f/\Delta T_j$	Stabilité fréquence/Temp.	Tj=0 à 125°C		1		%
f max	Fréquence de découpage maxi	Vo=Vref, Io=1A	200			kHz
Tsd	Limitation en température	Note 2	135	145		°C

Note 1: avec diode schottky de 7A min., Note 2: non testé à 100% sur la production.

## Caractéristiques en continu

Symbole	Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité	Figure
I3Q	Courant de repos	Vi=46V, V7=0, V6=0 (S1:B, S2:B), Vi=46V, V7=0, V6= 3V		66 30	85 40	mA mA	6A 6A
-I2L	Courant de fuite sortie	Vi=46V, V6=3V (S1:B, S2:A), V7=0			2	mA	6A

## Soft start

I5H	Courant fourni 5	V6=0, V5=3V	80	130	150	µA	6B
I5L	Courant absorbé 5	V6=3V, V5=3V	50	70	120	µA	6B

## Inhibition

V6L	Tension état bas	Vi=9 à 46V, V7=0, S1:B, S2:B	-0,3		0,8	V	6A
V6H	Tension état haut	"	2		5,5	V	6A
-I6L	Courant d'entrée à l'état bas	Vi=9 à 46V, V6=0,8V			10	µA	6A
-I6H	Courant d'entrée état haut	V7=0, S1: B, S2:B, V7=2V			3	µA	6A

## Amplificateur d'erreur

V9H	Tension de sortie état 1	V10=4,7V, I9=100µA, S1:A, S2:A	3,5			V	6C
V9L	Tension de sortie état 0	V10=5,3V, I9=100µA, S1:A, S2:E			0,5	V	6C
I9L	Courant de sortie absorbé	V10=5,3V, S1:A, S2:B	100	150		µA	6C
-I9H	Courant de sortie fourni	V10=4,7V, S1:A, S2:D	100	150		µA	6C
I10	Courant de polarisation d'entrée	V10=5,2V, S1:B V10=6,4V, S1:B, L296P		2 2	10 10	µA µA	6C 6C
Gv	Gain boucle ouverte	V9=1 à 3V, S1:A, S2:C	46	55		dB	6C

## Oscillateur et comparateur PWM

-I7	Courant de polarisation d'entrée comparateur PWM	V7=0,5V à 3,5V			5	µA	6A
-I11	Courant de source oscillateur	V11=2V, S1:A, S2:B	5			mA	

## Reset

V12R	Seuil de tension supérieur	Vi=9 à 46V, S1:B, S2:B		Vref-150mV	Vref-100mV	Vref-100mV	V	6D
V12F	Seuil de tension inférieur	idem	4,75	Vref-150mV	Vref-100mV		V	6D
V13d	Tension Vde seuil du délai	V12=5,3, S1:A, S2:B	4,3	4,5	4,7		V	6D
V13h	Hystérésis de seuil			100			mV	6D
V14s	Tension de saturation sortie 14	I14=16mA, V12=4,7, S1:B, S2:B			0,4		V	6D
I12	Courant de polarisation (12)	V12=0 à Vref, S1:B, S2:B		1	3		µA	6D
-I13so	Courant fourni délai (13)	V13=3V, S1:A, S2:B, V12=5,3V	70	110	140		µA	6D
I13si	Courant absorbé délai (13)	idem et V12=4,7V	10				mA	6D
I14	Courant de fuite (14)	Vi=46V, V12=5,3, S1:B, S2:A			100		µA	6D

## Crowbar

V1	Tension de seuil d'entrée	S1:B	5,5	6	6,4		V	6B
I1	Courant d'entrée	V1=6V, S1:B			10		µA	6B
V15	Tension de sortie saturé	Vi=9 à 46V, V1=5,4 I15=5mA, S1:A		0,2	0,4		V	6B
-I15	Courant fourni (15)	Vi=9 à 46V, V1=6,5V V15=2V, S1:B	70	100			mA	6B

Notes: Les données ci-dessus se réfèrent au schéma de test et aux circuits de mesure 6A à 6D de la page suivante.

C7 et C8 sont des capacités ayant un faible ESR (faible résistance série).

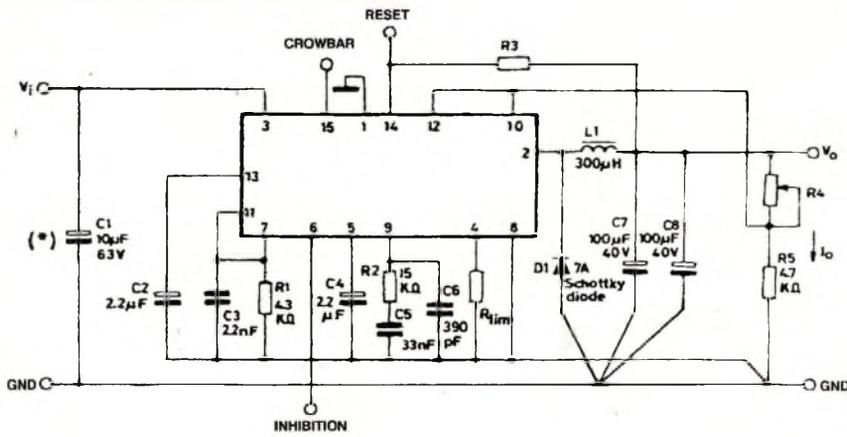
L1 est une self d'une valeur de 300 µH à un courant de 8A (voir explications dans l'article sur la réalisation à base de L296P).

La capacité d'entrée C1 de 10 µF est présente pour éviter tout risque d'oscillation du montage.

Le filtrage de tête comprendra en fait une valeur de 1000 µF ou plus, réalisée à l'aide d'un ou plusieurs condensateurs (diminution de la résistance série).



## Schéma de test



## Circuits de mesure

Figure 6A

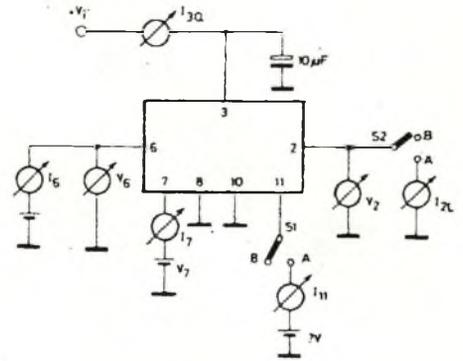


Figure 6B

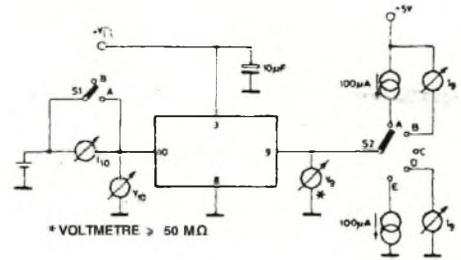
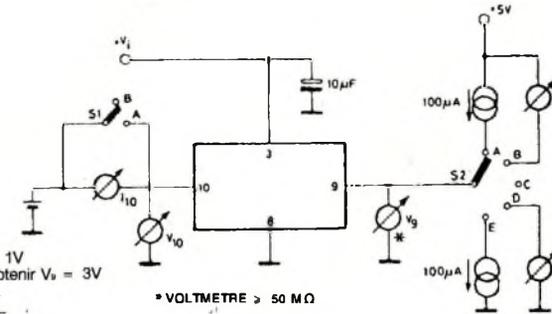


Figure 6C



- 1 - Régler  $V_i$  pour  $v_o = 1V$
- 2 - Changer  $V_i$  pour obtenir  $v_o = 3V$

$$3 - G_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{2V}{\Delta V_i}$$

\* VOLTMETRE > 50 MΩ

Figure 6D

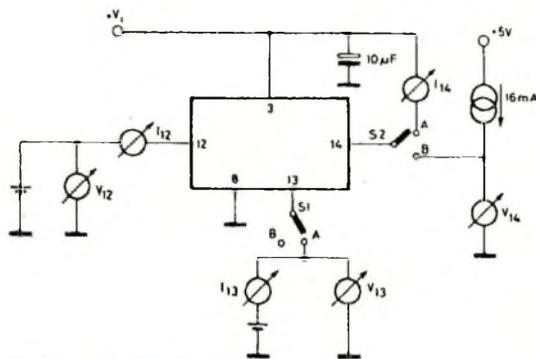
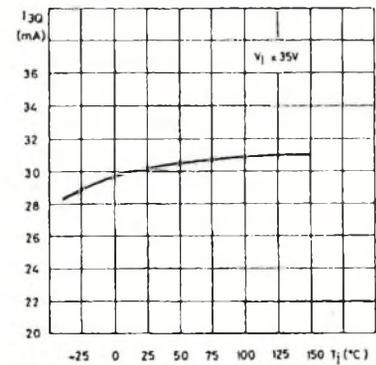


Fig 9: Courant de repos  $I_{30}$  de la température de jonction (rapport cyclique 0%)



## Courbes caractéristiques

Fig 7: Courant de repos  $I_{30}$  de la tension d'alimentation (rapport cyclique 0%, voir fig 6A)

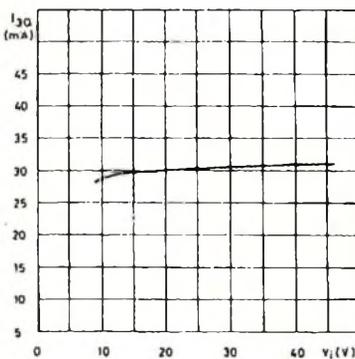


Fig 8: Courant de repos  $I_{30}$  de la tension d'alimentation (rapport cyclique 100%, voir fig 6A)

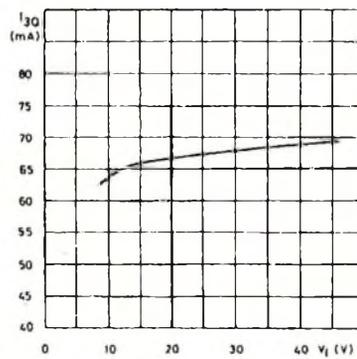


Fig 10: Courant de repos  $I_{30}$  de la température de jonction (rapport cyclique 100%)

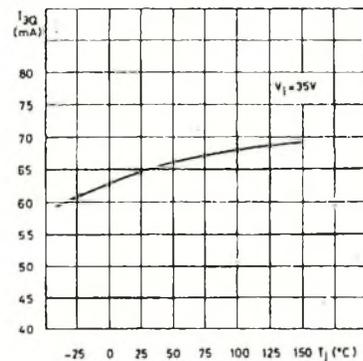


Fig 11: Tension de référence (patte 10) Fct de la tension d'alimentation

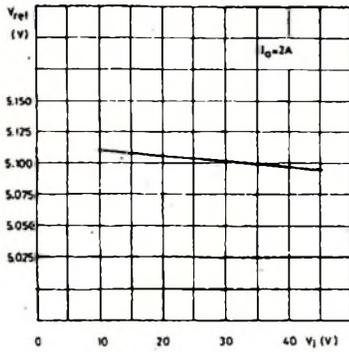


Fig 15: Fréquence de découpage Fct de la température de jonction

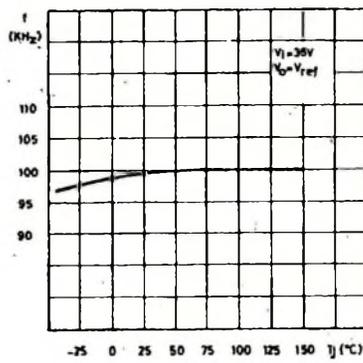


Fig 19: Réjection ondulation d'entrée Fct de la fréquence

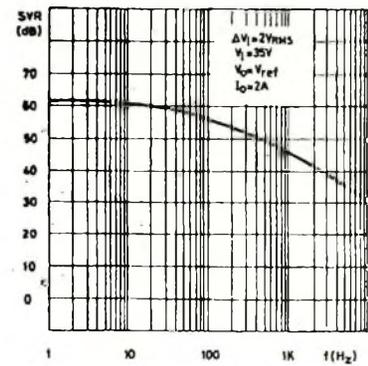


Fig 12: Tension de référence (patte 10) Fct de la température de jonction

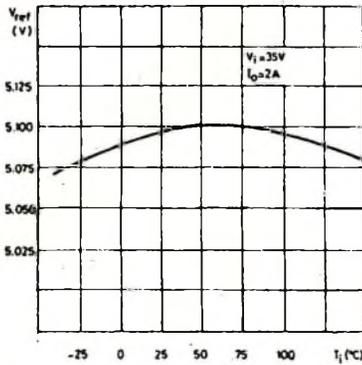


Fig 16: Fréquence de découpage Fct de R1

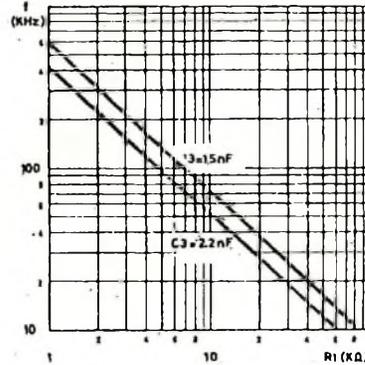


Fig 20: Chute de tension entre pattes 3 et 2 Fct du courant patte 2

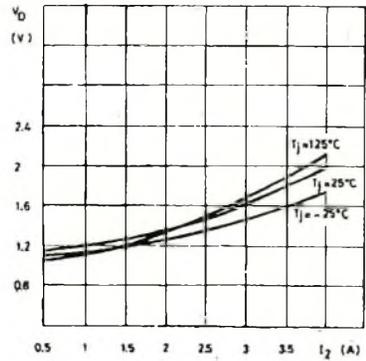


Fig 13: Réponse en fréquence et en phase de l'amplificateur d'erreur (boucle ouverte) fig.6C

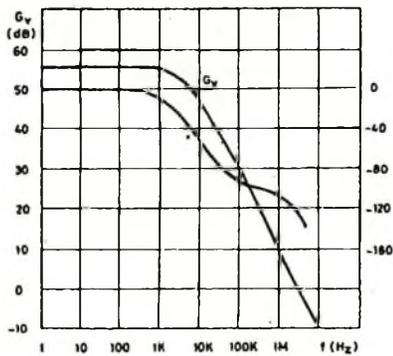


Fig 17: Réponse de sortie Fct de la tension d'entrée

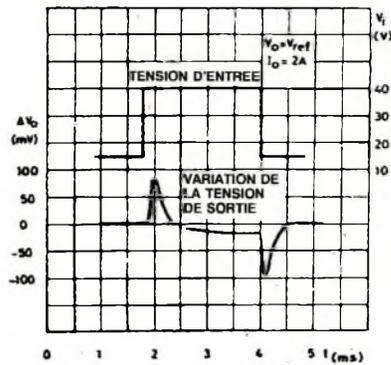


Fig 21: Chute de tension entre pattes 3 et 2 Fct de la température

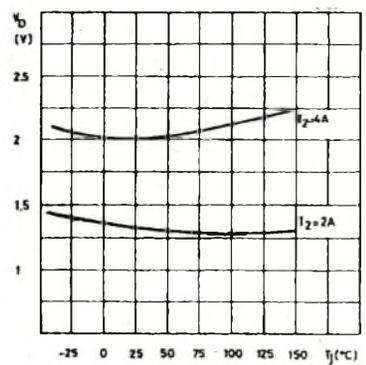


Fig 14: Fréquence de découpage Fct de la tension d'entrée

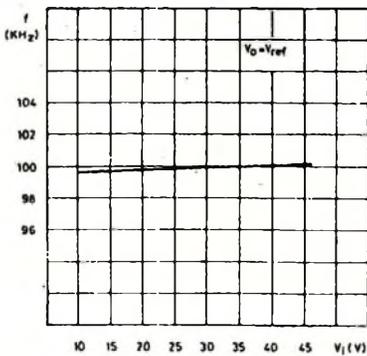


Fig 18: Réponse de sortie Fct de la charge de sortie

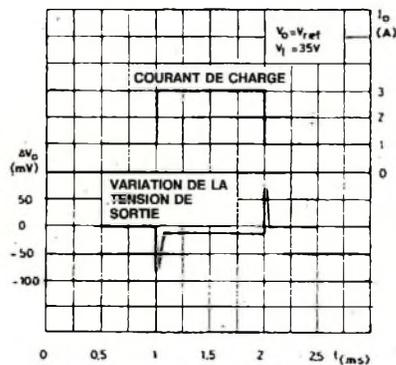


Fig 22: Courbes de dissipation Fct du dissipateur utilisé

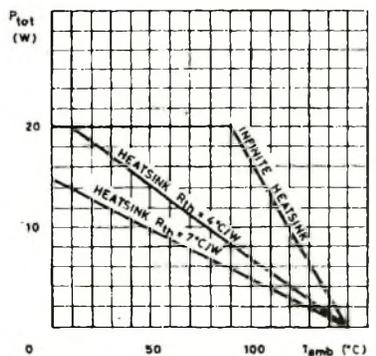


Fig 23: Dissipation (L296 seulement) Fct de la tension d'entrée

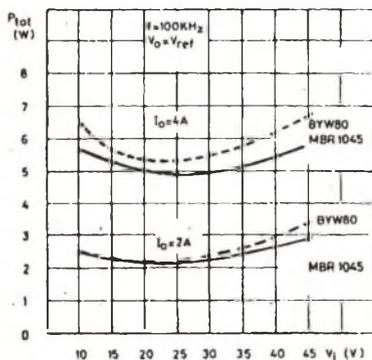


Fig 24: Dissipation (L296 seulement) Fct de la tension d'entrée

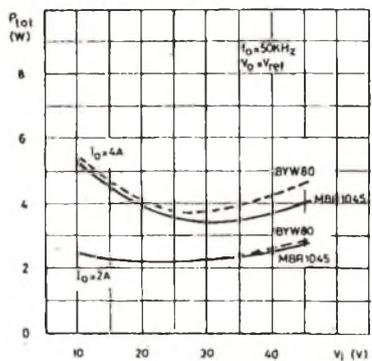


Fig 25: Dissipation (L296 seulement) Fct de la tension de sortie

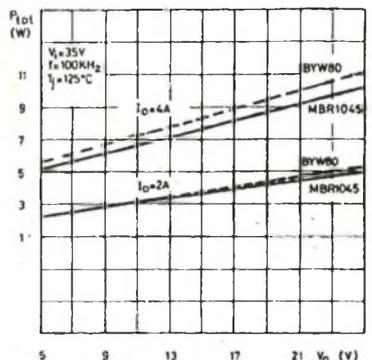


Fig 26: Forme des tensions et courant en patte 2

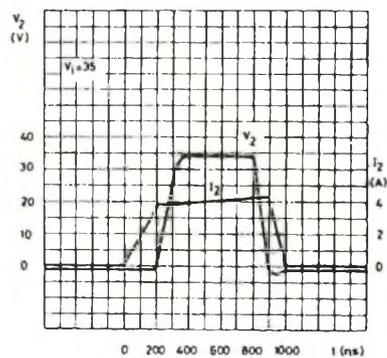


Fig 27: Rendement Fct du courant de sortie et de la fréquence de travail

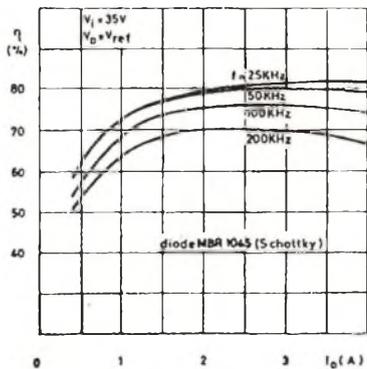


Fig 28: Rendement Fct de la tension d'entrée pour I\_o variable

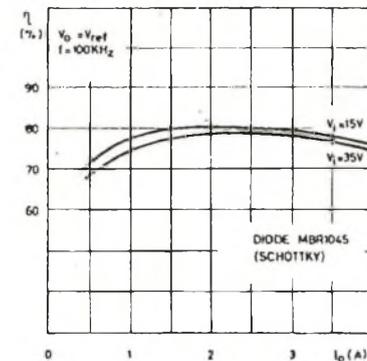


Fig 29: Rendement Fct de la tension de sortie

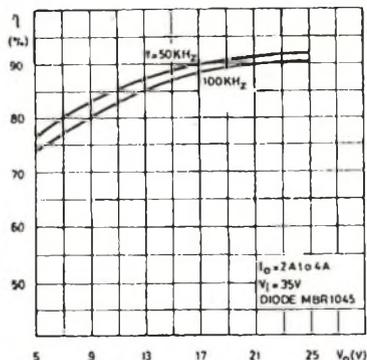


Fig 30: Seuil de limitation de courant Fct résistance patte 4 (L296P seulement)

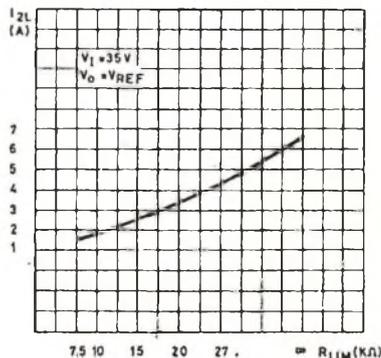


Fig 31: Courant de limitation Fct de la température de jonction

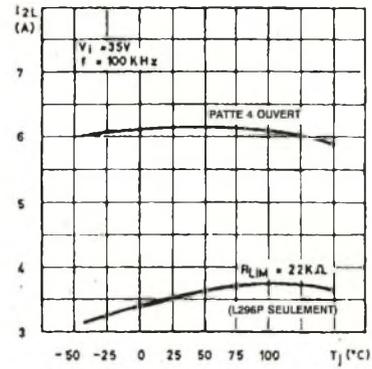
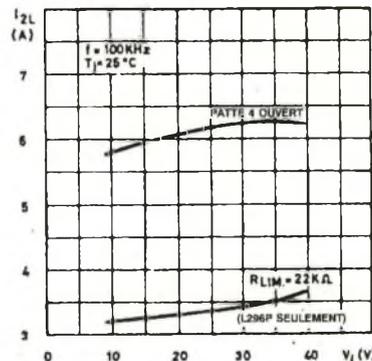


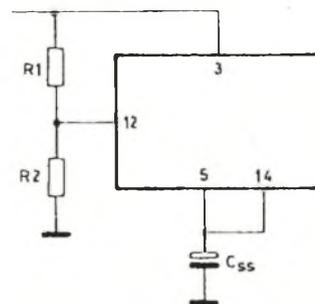
Fig 32: Seuil de limitation de courant Fct de la tension d'entrée



## Conseils d'utilisation

Soft start et démarrages répétitifs:

Lorsque le circuit est régulièrement activé et désactivé, la capacité de soft start doit être déchargée rapidement pour garantir le démarrage progressif. Cette fonction peut être obtenue de manière économique en utilisant le schéma ci-dessous.



Les temps approximatifs de décharge obtenus avec ce schéma sont:

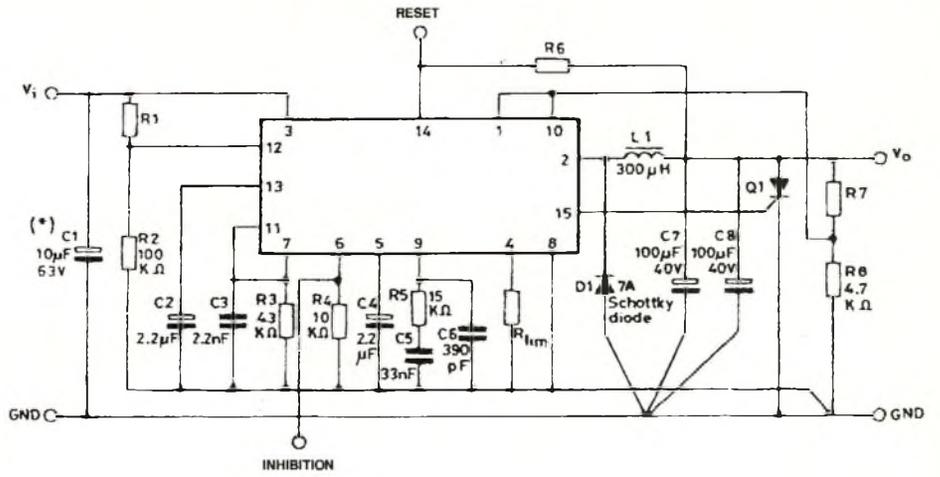
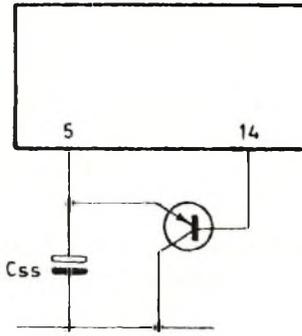
- C<sub>ss</sub>=2,2uF: T<sub>d</sub>=200uS
- C<sub>ss</sub>=4,7uF: T<sub>d</sub>=300uS
- C<sub>ss</sub>=10uF: T<sub>d</sub>=600uS

Si ces temps sont trop longs pour l'application, un transistor PNP externe peut être ajouté.

Avec le circuit de la figure suivante (page suivante), des temps de décharge de

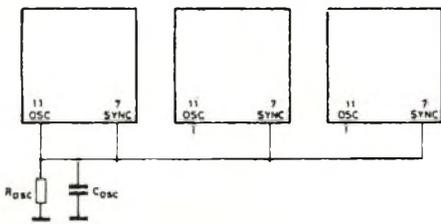


quelques micro-secondes peuvent être obtenus.

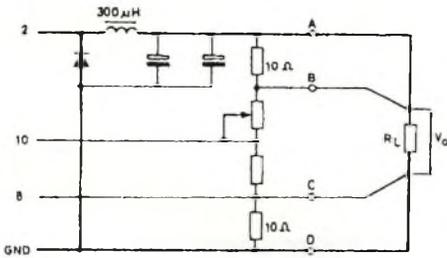


## Schémas d'application

Câblage des horloges pour la synchronisation de plusieurs L296.



Asservissement de Vout vis à vis des pertes dues aux câbles de liaison.



Le schéma en bas de page montre comment obtenir à la fois la fonction de reset et la détection de rupture d'alimentation à l'aide d'une simple diode (D) et d'une résistance (R) complémentaire.

Dans ce cas le délai de reset (patte 13) ne peut démarrer que lorsque la tension de sortie Vout est supérieure à Vref - 100mV et la tension aux bornes de R2 supérieure à 4,5V.

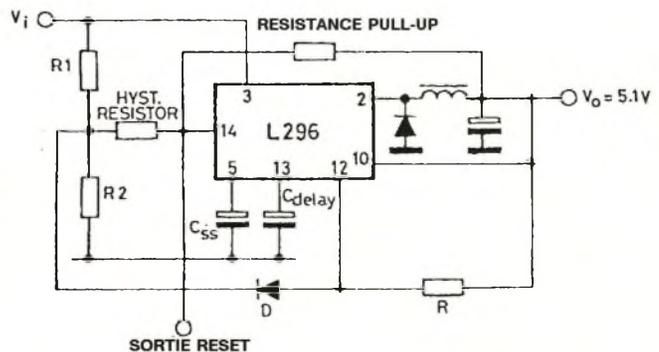
Avec la résistance d'hystérésis, il est possible de définir l'hystérésis d'entrée de la patte 12 de manière à augmenter l'immunité à l'ondulation à 100 Hz de la tension d'entrée.

A ce sujet, la détection de rupture d'alimentation et le délai de reset sont liés automatiquement au soft start. Le soft start et le délai de reset sont deux fonctions séquentielles.

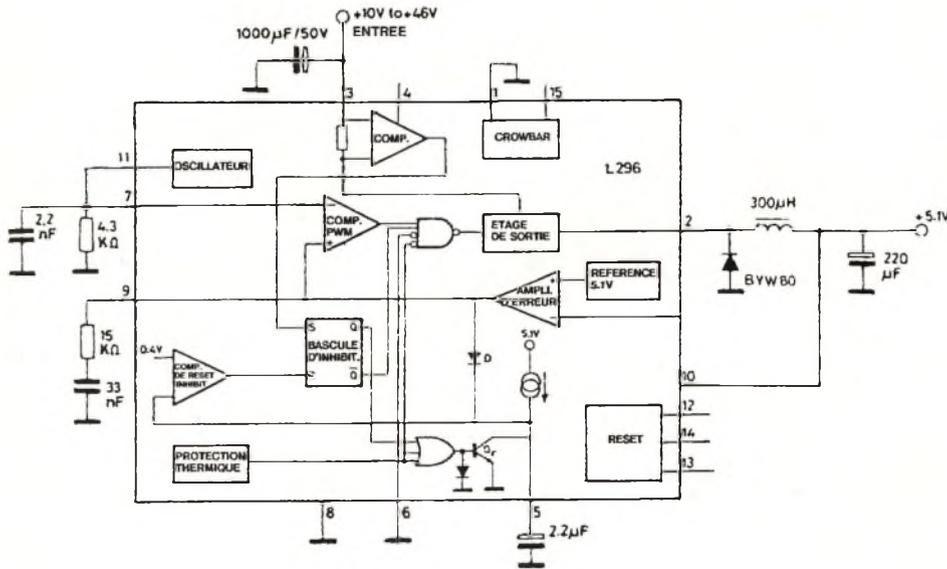
Choix et action des valeurs (schéma ci-dessus)

Composant	Valeur recommandée	Action	Gamme Min	possible Max	Note
R1	-	Définissent le seuil d'entrée du reset	-	220k	R1/R2=(Vimin/5)-1
R2	100k				
R3	4,3k	Définit la fréquence de découpage	1k	100k	
R4	10k	rappel de masse		22k	R4 peut être omise et la patte 6 reliée à la masse si l'inhibition n'est pas utilisée.
R5	15k	Compensation en fréquence	10k		
R6		charge de collecteur du reset	Vo/50mA		R6 peut être omise si la fonction reset n'est pas utilisée
R7	-	Diviseur de tension	-	-	Vo=(Vref(R7+R8))/R8
R8	4,7k	définissant Vout		10k	
Rlim	-	Règle la limitation de courant	7,5k		Si Rlim est omise, la limite de courant est définie en interne
C1	10uF	Stabilité	2,2uF		
C2	2,2uF	Délai de reset	-	-	Omise si reset non utilisé
C3	2,2nF	Fréquence de découpage	1nF	3,3nF	
C4	2,2uF	Soft start	1uF		Définit aussi le courant de Court circuit moyen
C5	33nF	Compensation en fréquence	-	-	
C6	390pF	Compensation HF	-	-	Non utile si Vo=5V
C7, C8	100uF	Filtre de sortie	-	-	
L1	300uH		100uH		
Q1		Protection crowbar			Le thyristor doit être capable de supporter le courant de décharge des capacité de sortie et le courant de court circuit du montage
D1		diode de roue libre (ou de recirculation)			Employer une diode Schottky ou de Trr < 35 nS

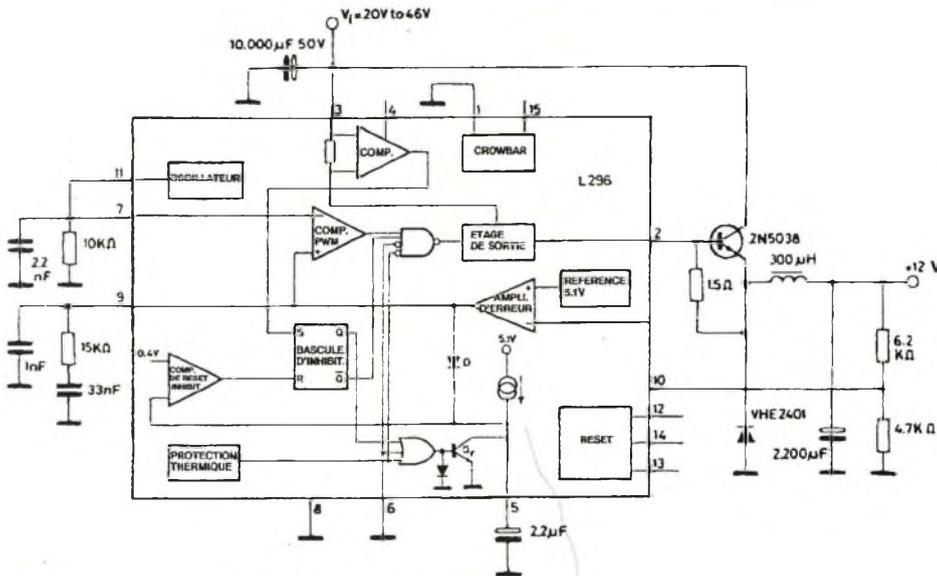
La résistance d'hystérésis sera dans la gamme des 100 k et la résistance de pull-up de 1 à 2,2 kOhms.



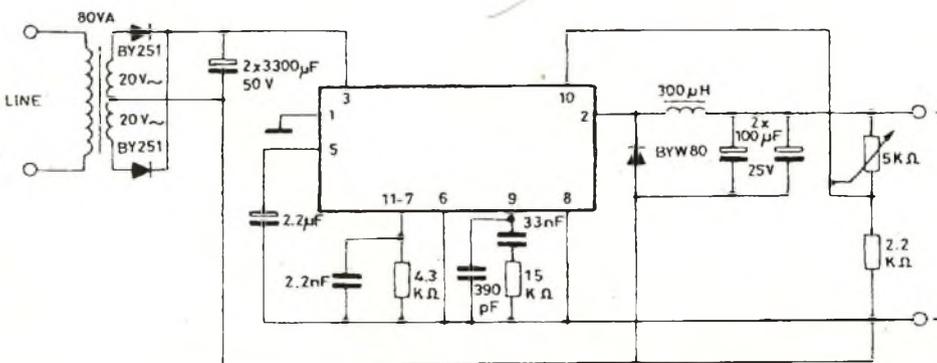
## Alimentation de 5,1V utilisant un minimum de composants



## Une alimentation 12V, 10 Ampères avec transistor de découpage externe.



## Une alimentation réglable de 5,1 à 15V



Le courant de sortie maximum est de 4A, la charge de sortie minimale doit être de 100mA. L'ondulation de sortie est inférieure ou égale à 20mV. La régulation de charge pour un courant passant de 1 à 4A est égale à 10mV (pour  $V_{out}=5,1V$ ).

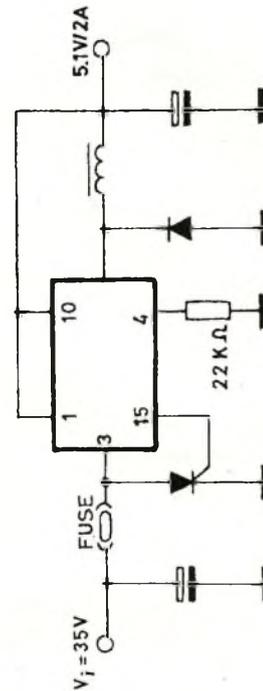
Enfin, la régulation de ligne relevée est de 15 mV pour une tension secteur de 220V +/-15%, un courant de sortie de 3A et une tension de sortie de 5,1V.

## Alimentation 5,1V, 2A

Exemple de câblage d'un montage crowbar et d'une limitation de courant par résistance externe (22k).

En cas d'élévation anormale de la tension de sortie, le circuit crowbar amorce le thyristor et protège ainsi les montages en aval.

La limitation à 2A est assurée par la résistance de 22 kOhms en patte 4 (L296P seulement).

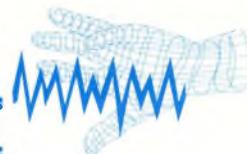


## Conclusions

Ici se termine la description et quelques exemples d'application des L296 et L296P.

Afin de pas rendre cette Hobbythèque «trop lourde», nous retrouverons dans le prochain numéro toutes les équations qui régissent ce type de montage ainsi que d'autres schémas d'application plus diversifiés et plus largement commentés.

Dans l'immédiat, le contenu théorique de toute cette Hobbythèque pourra être mis en oeuvre et testé à l'aide de la réalisation d'une alimentation variable spécifique décrite dans ce numéro.



## Doubleur de commande pour voiture

**I**l est fréquent que l'on veuille ajouter des accessoires ou des options sur un véhicule, travail que l'on remet sans cesse au lendemain tant on est rebuté par les problèmes de fils à passer, de perçages à exécuter, etc...

Les montages que nous allons décrire ici se proposent de piloter des périphériques indépendants avec un seul fil de liaison, voire même, dans la mesure du possible, avec le câblage d'origine.

Pour étayer les différents montages que nous allons voir de suite, nous prendrons par exemple le cas des klaxons.

Si vous possédez à la fois un avertisseur dit «ville» et un «route», peut-être hésitez-vous quelquefois à utiliser l'avertisseur pour réveiller quelqu'un qui s'est lentement laissé aller à une douce torpeur face à un feu obstinément rouge.

Pour le peu que votre dormeur le «prenne mal», il risque de vous faire traîner à 40 à l'heure à titre de revanche.

A l'inverse, si vous ne possédez qu'un seul avertisseur, en général la version «ville», sans doute trouvez-vous que c'est un instrument quelque peu poussif quand vous êtes à bonne vitesse sur autoroute, et c'est parti pour les «modifs»....

### L'organe de commande

Ce titre pompeux désigne en fait les interrupteurs de commande. Sur un véhicule, suivant les marques et le type d'organe piloté, on peut trouver différentes sortes de schémas de commande. Ils se résument à trois grandes catégories:

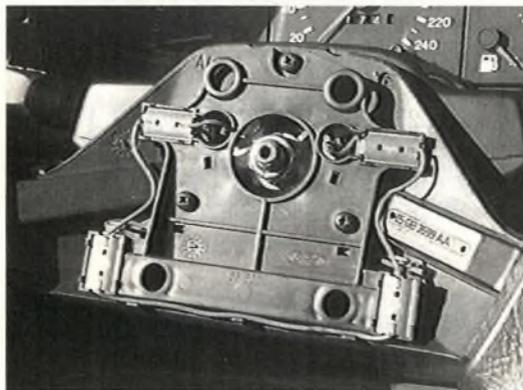
- Commande par l'envoi d'un +12 Volts (+12 permanent ou +12 après contact), c'est le cas fréquent pour les commandes d'appel de phares, d'anti-brouillards, etc...
- Commande par mise à la masse: c'est fréquemment la solution utilisée pour les klaxons commandés au centre du volant, ce qui permet de n'utiliser qu'une seule bague de frottement de liaison électrique.
- La troisième catégorie ne concerne pas le type de tension envoyée mais le nombre d'interrupteurs: un seul interrupteur ou plusieurs pour la commande d'un même accessoire.

La commande par interrupteurs multiples est par exemple fréquente pour ces klaxons pilotés au centre du volant, ce

qui permet de détecter l'appui quel que soit l'endroit sollicité de la coquille d'habillage du volant.

Tous ces interrupteurs (de 2 à 4 suivant les marques de véhicule) sont en général reliés en parallèle (voir par exemple la photo ci-dessous, système utilisé par FORD, de quatre interrupteurs réalisant une commande par mise à la masse.

Les quatre interrupteurs directement reliés en parallèle commandent simultanément les avertisseurs route et ville).



### Les montages

Nous décrivons donc trois montages différents pour assurer le multi-pilotage.

Deux d'entre-eux sont pratiquement identiques. Ils permettront la commande de plusieurs accessoires à l'aide de plusieurs interrupteurs, mais en ne conservant qu'un seul fil de liaison entre pilote et organe commandé. L'un des deux sera adapté à une commande par envoi de +12 Volts, l'autre pour une commande par mise à la masse.

Dans le cas de la photographie précédente, le montage «par mise à la masse» permettra de rompre la liaison entre les quatre interrupteurs pour les transformer en deux sous groupes. L'appui à gauche du volant assurant l'activation du klaxon ville par exemple et ville + route pour l'appui à droite.

Le montage récepteur, situé à proximité des klaxons, permet de ne conserver qu'un seul fil de liaison pour les deux fonctions, ce qui est dans le cas présent encore plus intéressant puisque la transmission de la tension se fait par un système de bague et



charbon frotteur unique. La masse est, quant à elle, généralement assurée par la liaison mécanique du volant.

La figure ci-contre (en haut) montre le câblage existant à l'origine et celle en dessous la modification apportée pour obtenir une double commande.

Au niveau de la commande réalisée par les quatre poussoirs, elle devient séparée en deux commandes distinctes par l'adjonction d'une simple résistance placée entre les deux groupes Cde 1 et Cde 2.

Le montage récepteur remplace purement et simplement le relais d'origine qui commandait simultanément les deux avertisseurs. Ce montage comporte en interne deux relais de puissance qui piloteront maintenant séparément les deux accessoires.

Le relais d'origine est pratiquement toujours existant dans le cas d'une commande par «mise à la masse», celui-ci assurant à la fois l'interface de puissance et le pilotage des klaxons par un +12, ceux-ci ayant un retour de masse assuré par leur fixation.

Dans le cas d'une commande par un +12V, il n'est pas rare que le constructeur ait fait l'économie du relais et que le contact d'avertisseur pilote directement la charge. Dans ce cas, c'est le second montage qui sera adopté et intercalé de la même manière.

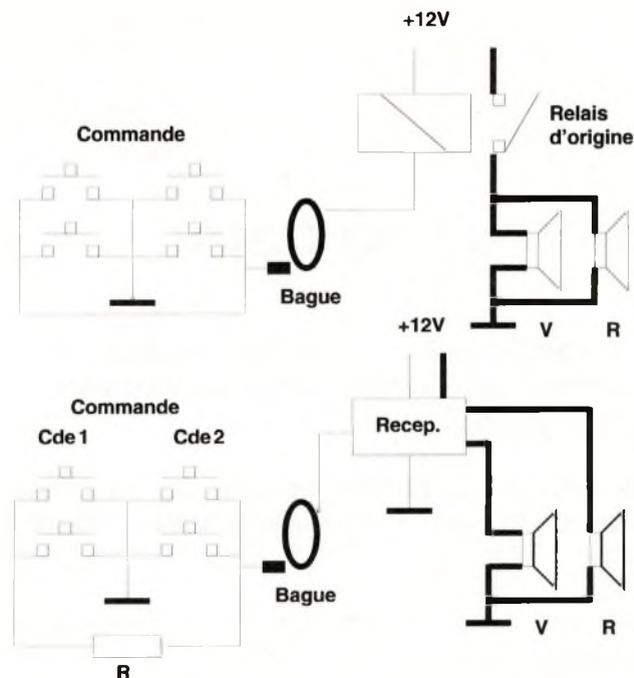
Ces deux premiers montages sont, comme nous venons de le voir, plus spécialement adaptés à une commande par multi-interrupteurs, séparables en sous groupes.

Dans le cas où il n'existe qu'un seul poussoir de commande, c'est un troisième montage, basé sur un système de temporisation, qui va permettre la commande multiple.

Le principe retenu consiste à activer d'abord une première charge pendant un temps déterminé puis, au bout d'un temps réglable, y ajouter la seconde.

Pour rester toujours dans nos exemple de klaxons, un appui bref (ou plusieurs de suite) activera uniquement l'avertisseur ville. Si la commande reste appuyée, l'avertisseur route fonctionne ensuite, après un délais réglable entre 0,5 et 2 secondes.

Pour ce dernier montage, la commande pourra indifféremment être du type «masse» ou «+ 12».



Pas uniquement réservé au son, ce montage pourra être utilisé par exemple pour commander l'appel de phare, enclenchant par exemple dans un premier temps les phares puis, après le délais, les longue-portées (avantage: réduction de l'appel de courant instantané par exemple).

En fait, bon nombre d'ajouts d'accessoires deviennent simples. Si vous possédez un essuie-glace arrière commandé par un simple interrupteur (fonction 1), il devient tout simple d'ajouter un second interrupteur de commande (fonction 1+2) et sa résistance pour obtenir un pilotage de lave-glace par exemple, sans pour autant repasser un fil de plus d'un bout à l'autre du véhicule.

Il est tout aussi facile de remplacer un interrupteur simple par son équivalent à trois positions, ce qui économise encore quelques découpes.

## Schémas de détail

Nous commencerons par les schémas des doubleurs de commande pour interrupteurs multiples.

Les deux schémas (commande par masse et par +12 Volts) sont pratiquement identiques, seules les entrées d'AOP étant inversées ainsi que la résistance de seuil.

### Doubleur de commande par masse

Son schéma, page suivante, est simple et utilise un double comparateur.

Les entrées moins de ceux-ci sont reliées respectivement à 2/3 de Vcc (8V, patte 2) et 1/3 de Vcc (4V, patte 5). Elles sont découplées par C3 et C4 pour éviter tous bruits et déclenchements parasites.

Les entrées plus sont reliées ensemble et, sans action sur l'entrée commande, elles sont portées à +Vcc par le biais de R1.

Ainsi polarisées, les sorties de ces deux AOP fournissent un état logique «1» au repos.

L'appui sur la commande 1+2 va entraîner la mise à la masse de ces deux entrées, entraînant à leur tour le passage à «0» des sorties (pattes 1 et 7).

Les deux étages qui suivent, constitués de transistors de commande, résistances de base et sortie sur relais, transmettent ce changement d'état en faisant coller les deux relais correspondants.

L'appui sur le poussoir 1 uniquement crée un diviseur résistif constitué par R1 et la résistance placée entre les deux groupes d'interrupteurs.

Cette résistance, choisie égale à R1, va alors créer sur l'entrée Cde une tension de 6 Volts, située juste au centre des polarisations des entrées moins. Dans ce cas, seul l'AOP en haut de schéma change d'état, ainsi que son relais associé.

Le principe de fonctionnement de cet ensemble est, comme vous le voyez, extrêmement simple, et repose sur le comportement du comparateur à fenêtre.



## Liste des composants

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

R1 220  $\Omega$  1 Watt  
R2 à R4 10 k $\Omega$   
R5, R6 22 k $\Omega$

Résistance entre groupes d'interrupteurs  
220  $\Omega$  1 Watt

C1 1  $\mu$ F 63V chimique radial  
C2 100  $\mu$ F 25V chimique axial  
C3, C4 0,1  $\mu$ F céramiques

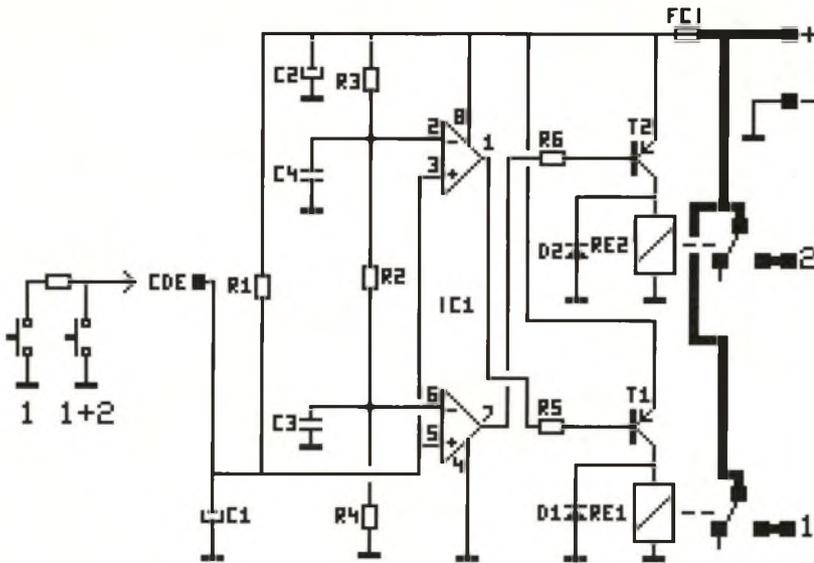
IC1 LM 2904

T1, T2 BD 680

D1, D2 1 N 4148

RE1, RE2 Relais 1 RT OMRON G4S  
12V

1 bornier 2 plots  
1 bornier 3 plots  
1 support CI 8 broches



### Doubleur de commande par plus.

Ce second schéma est identique au point de vue fonctionnement. Seules les entrées d'AOP sont inversées ainsi que la résistance R1, désormais reliée à la masse.

Ce sont ces différences uniquement qui entraînent deux circuits imprimés distincts en fonction de la commande disponible.

Parmi les points communs entre schémas, le condensateur C1 joue un rôle de légère temporisation, afin d'éviter toute commande hésitante qui serait due à des contacts de commande oxydés. Pour ces mêmes raisons, le courant circulant dans les contacts a été choisi assez haut (30 à 60 mA), afin d'éviter des commandes par courant de fuite ou défaut d'isolement.

C'est un LM2904, double AOP, qui a été sélectionné pour travailler comme

comparateur, celui-ci ayant un fonctionnement garanti pour une gamme de température allant de -40 à +70°C.

Dans le cas d'une application autre que l'automobile, un simple LM358 le remplacera tout aussi efficacement et directement.

Le +12 Volts amené au montage sera un 12 Volts de puissance, protégé par fusible externe, et apte à fournir le courant pour les charges. Le montage par lui même est protégé par un fusible noté Fci, qui correspond à un amincissement de la piste du circuit.

Seuls les contacts «travail» sont utilisés et fournissent en sortie le 12 Volts de puissance. Cette utilisation réduite des contacts permet d'obtenir un module facile à câbler, ne comprenant que cinq liaisons au total.

## Réalisation

A schéma simple, réalisation tout aussi simple. Hormis les précautions habituelles concernant les soudures, ce montage doit fonctionner et pouvoir être testé sur table dès le dernier composant monté.

Attention aux transistors T1 et T2, dont le double trait de la sérigraphie indique la face métal.

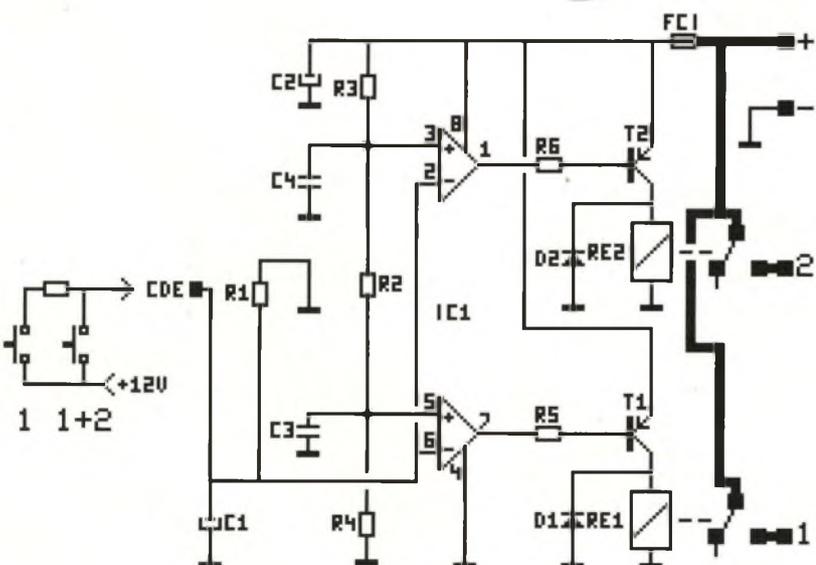
Au niveau des borniers, on trouve d'abord, de bas en haut, les alimentations. La masse ne véhicule qu'un courant faible, 100 mA maximum, l'entrée plus supporte par contre les courants de charge des sorties relais: Prévoir la section de fil en conséquence.

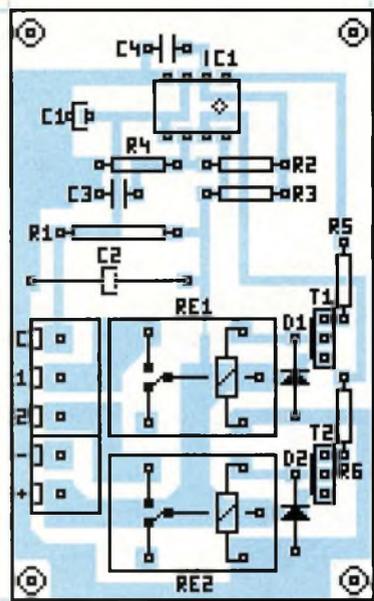
Les sorties 1 et 2 fournissent la tension de 12 Volts correspondant aux poussoirs ou interrupteurs correspondants. Là aussi, une section de fil en rapport avec la charge est nécessaire.

Enfin, la borne marquée «C» correspond à l'entrée de pilotage du montage (fil unique venant de la commande).

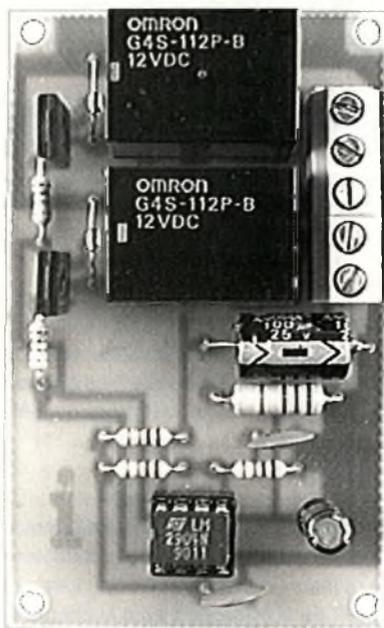
Malgré que les deux circuits imprimés soient différents suivant que l'on opte pour une commande type masse ou +12V, l'implantation des composants et la sérigraphie (page suivante) sont identiques pour les deux versions.

Ces deux types de circuits sont prévus pour s'insérer dans un coffret DIPTAL V966, solide, fermant à vis, et pouvant facilement être étanchéisé.





Cinq petites encoches laisseront simplement passer les fils de sortie. (ou 1 trou rond muni d'un passe-fil, au choix...) et voilà votre coffret prêt à affronter les affres d'un compartiment moteur de voiture.



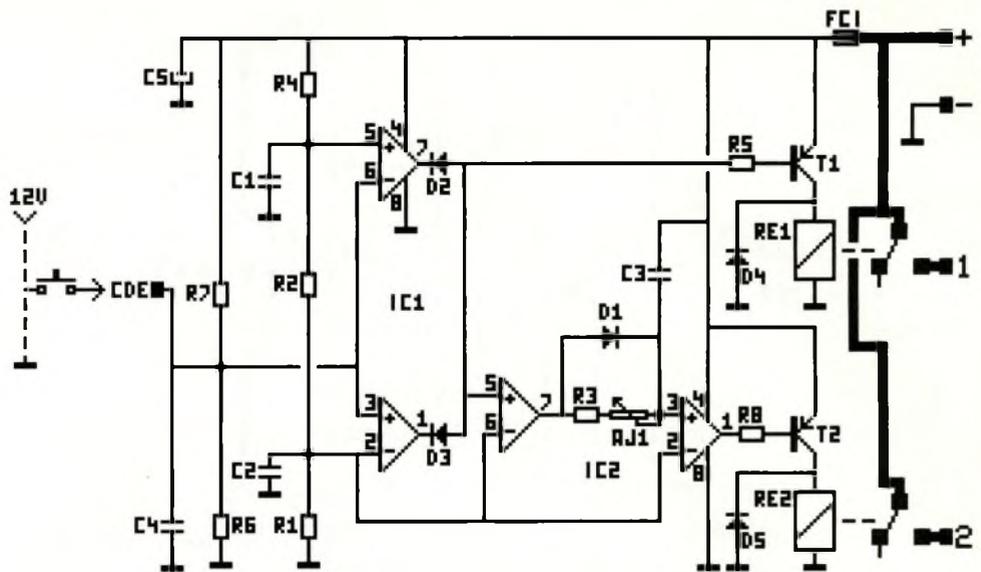
## Schéma de détail

### Double commande retardée

Troisième et dernier schéma, celui de la commande par interrupteur unique fournissant une double commande par temporisation.

Son schéma est cette fois relativement différent et, particularité ici, le montage fonctionne aussi bien avec une commande de type masse que par envoi de +12V.

Le même système de comparateur à fenêtre que pour les montages précédents



est employé pour détecter le changement d'état sur l'entrée de commande.

C'est cette fois l'entrée plus (patte 5) du premier AOP qui est polarisée à 8V (2/3 de Vcc) et l'entrée moins du second (patte 2) à 1/3 de Vcc. Les entrées 3 et 6 sont réunies ensemble et polarisées, au repos à Vcc/2 grâce à R6 et R7.

Suivant que l'entrée de commande sera sollicitée par une masse ou un +12V, ce sera respectivement le comparateur du bas ou du haut qui changera d'état, avec une sortie passant à «0». Un «OU» à diode formé par D2 et D3 permet de récupérer ce passage à l'état «0» quelque soit l'AOP qui l'a généré.

Ce passage à «0» commande d'abord directement la base du transistor T1, activant immédiatement par la même occasion le relais correspondant.

Dans un deuxième temps, ce changement d'état, également appliqué à l'entrée plus d'un second AOP (5 de IC2), fait passer la sortie correspondante (patte 7) à l'état «0».

R3 et AJ1 chargent progressivement le condensateur C3, faisant descendre ainsi vers la masse le potentiel de la patte 3.

Si cette tension devient inférieure à 4 Volts (référence commune prise pour les entrées moins), sa sortie change d'état à son tour pour enclencher le relais RE2 par le biais de T2.

L'activation de ce relais est donc bien obtenue avec un retard variable dont la contante de délais et déterminée par les valeurs de C3, R3 et AJ1.

Lorsque l'action sur l'entrée de commande disparaît, le comparateur

d'entrée de IC1 concerné repasse à l'état «1», stoppant immédiatement le fonctionnement du relais 1.

Le comparateur 5,6 et 7 de IC2 change lui aussi d'état dans la foulée (passage à «1»), et le condensateur C3 se trouve déchargé avec une constante de temps proche de 0 grâce à D1.

Cette décharge rapide de C3 permet d'obtenir un délais d'enclenchement du relais RE2 pratiquement constant, même si il y a eu plusieurs appuis successifs sur la commande (charge de C3 non cumulative).

Pour résumer le fonctionnement, un ou plusieurs appuis sur le poussoir de commande n'activent que le relais 1, tant que la ou les durées de sollicitation restent inférieures à la constante de temps définie par le réglage de l'ajustable.

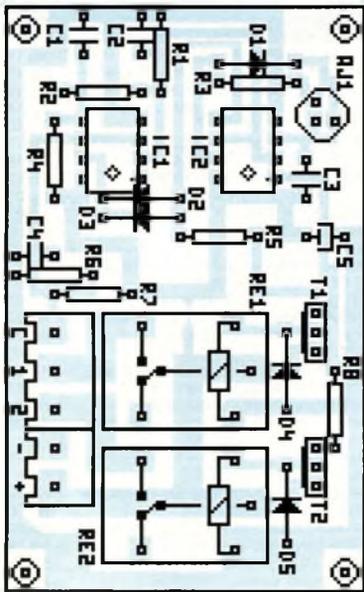
Si la durée d'appui dépasse ce temps, le relais 2 entre en action. Au relâchement, de la commande, les deux relais retombent enfin simultanément.

## Réalisation

Le format de la carte et la disposition des sorties restent identiques aux deux montages précédents: l'installation en coffret V966 de DIPTAL reste donc aussi simple.

Les composants sont placés d'une façon assez aérée et la réalisation ne devrait pas ici non plus poser de problème.

Même remarque que précédemment, attention aux transistors T1 et T2 dont la face métal est représentée par un trait plus épais sur la sérigraphie.



### Réglage

Le seul réglage à apporter concerne la durée après laquelle le second relais va s'enclencher et cela, à l'aide de AJ1.

Pour faire ce réglage, il suffit d'alimenter le montage et de solliciter l'entrée «C» de la sérigraphie par une mise à la masse ou l'envoi d'un +12 Volts.

Avec les valeurs d'origine, la durée est réglable d'environ 1/2 à 2 secondes. Modifier la valeur de C3 permet de prolonger éventuellement ce temps pour d'autres applications spécifiques.

Pour le câblage définitif, les relais envoient ici aussi directement le +12 Volts de puissance, il faudra donc utiliser un +12 pour le montage ayant une section de fil adéquate et protégé par fusible externe (ou celui d'origine du véhicule). La connexion de masse n'est par contre parcourue que par le courant des deux bobines de relais +10 mA pour l'électronique au maximum.

La protection en cas de problème sur le montage lui-même est réalisée aussi par trois affinements de piste servant de fusibles.

### Liste des composants

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

- R1, R2 10 kΩ
- R3 470 kΩ
- R4 10 kΩ
- R5 22 kΩ
- R6, R7 10 kΩ
- R8 22 kΩ
  
- AJ1 1 MΩ 82 PR Beckman
- C1, C2 0,1 uF céramiques
- C3 1 uF 63V plastique pas de 5,08
- C4 0,1 uF céramique
- C5 100 uF 25V chimique radial
  
- IC1, IC2 LM 2904
- T1, T2 BD 680
- D1 à D5 1 N 4148
  
- RE1, RE2 Relais 1 RT OMRON G4S 12V
  
- 1 bornier 2 plots
- 1 bornier 3 plots
- 2 supports CI 8 broches

### Conclusions

Vous admettez que les montages qui ont été abordés ici sont finalement très simples. Très simple en tout cas vis à vis des difficultés que supposent quelquefois les modifications à apporter à un véhicule.

Les accessoires supplémentaires que vous pourrez ainsi commander sans trop de modifications sont nombreux.

L'hiver approchant prématurément, vous pourrez installer par exemple votre dégivreur de gazoil et le commander sans ajouter de fils disgracieux hors du faisceau d'origine, mais simplement en utilisant le câblage d'un autre accessoire moteur.

Enfin, en dehors de l'automobile, c'est aussi bien en modélisme qu'en domestique que vous pourrez doubler aussi facilement certaines fonctions commandées en filaire...

### Utilisation sur d'autres tensions

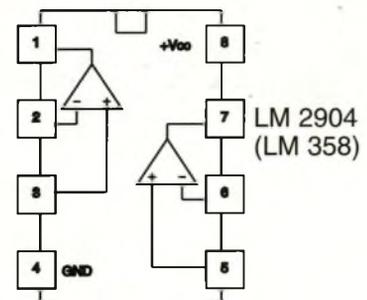
La tension nominale de ces différents montages, fixée à 12 Volts, n'est en fait principalement définie que par les tensions des relais.

Si ceux-ci sont adaptés, rien n'empêche de les faire fonctionner sous 6 ou 24 Volts.

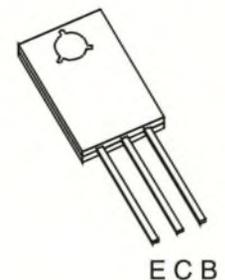
Sous 6 Volts, les résistances de base des BD680 seront ramenées à 10 kOhms.

Enfin, pour les deux premiers montages, la valeur de la résistance R1 ainsi que celle montée entre les groupes d'interrupteurs de commande sera modifiée pour conserver un même courant de commande (470 Ohms en 24 Volts, 120 Ohms en 6 Volts, etc..).

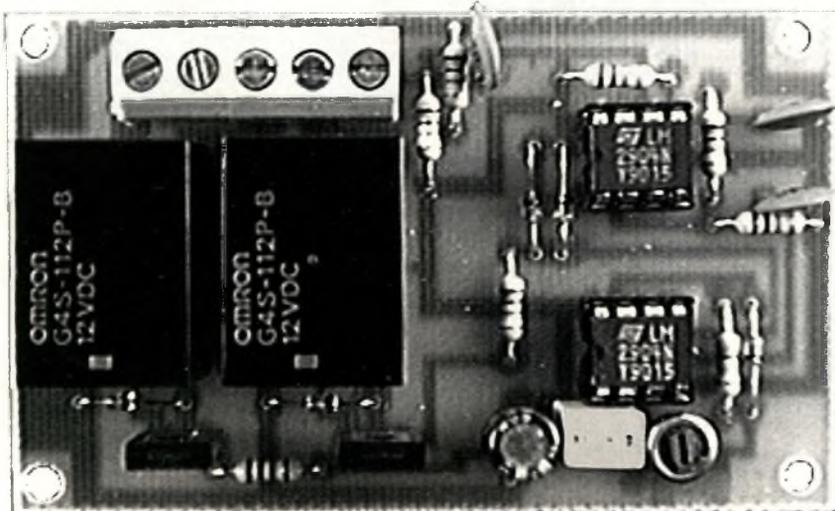
### Brochages



BD 680



J.TAILLIEZ



# Rappel des sujets déjà traités (présent numéro non compris)

## HOBBYTHEQUE

AOP Ampli opérationnels (Généralités)	No 4 Page 32
AOP Ampli opérationnels (suite)	No 5 Page 13
Comparateurs (Généralités et LM311,339,360,393)	No 6 Page 33
Calcul des selfs imprimées	No 8 Page 43
Oscillateurs sinusoidaux à réseaux R-C	No 9 Page 10
Les L.C.D. ou afficheurs à cristaux liquides	No 10 Page 16
Les filtres passifs et actifs (1 ère partie)	No 11 Page 2
Les filtres passifs et actifs (2 ème partie)	No 12 Page 2
Les moteurs pas à pas	No 12 Page 10
Les filtres passifs et actifs (3 ème partie)	No 13 Page 2
Les filtres passifs et actifs (4 ème partie)	No 14 Page 2
Initiation aux micro-processeurs (1 ère partie)	No 19 Page 2
Initiation aux micro-processeurs (2 ème partie)	No 20 Page 6
Initiation aux micro-processeurs (3 ème partie)	No 21 Page 2
Initiation aux micro-processeurs (4 ème partie)	No 23 Page 2
Initiation aux micro-processeurs (5 ème partie)	No 25 Page 2
Les circuits MOS & commutateurs analogiques	No 25 Page 11
Initiation aux micro-processeurs (6 ème partie)	No 26 Page 2
Initiation aux micro-processeurs (7 ème partie)	No 27 Page 2
Les liaisons RS232: prises, câblage, normes...	No 27 Page 35

8255	No 29 Page 2
AD 7569	No 22 Page 43
ADC 801 à ADC 805	No 17 Page 2
AY 3-1015	No 24 Page 41
CA 3140	No 5 Page 22
CA 3161, CA 3162	No 12 Page 17
COL 80D & COL 90D (Diodes LASER)	No 15 Page 24
DAC800, 801, 802	No 17 Page 12
ICL 7106 / ICL 7107	No 3 Page 2
LM 10	No 15 Page 5
LM 35	No 5 Page 2
LM 317 / LM 337	No 2 Page 18
LM 324	No 18 Page 6
LM 381	No 24 Page 38
LM 386	No 5 Page 16
LM 741	No 20 Page 49
LM 2907 / LM 2917	No 1 Page 2
LM 3914 / LM 3915	No 1 Page 22
M 9306	No 19 Page 10
MAX 232	No 27 Page 48
MC 145026, 145027, 145028 et 145029	No 29 Page 20
MC 1496 / MC 1596	No 13 Page 16
MC 3479	No 2 Page 27
MC 68705	No 26 Page 10
MM53200 / UM 3750	No 7 Page 7
MOC 302x / 304x / 306x	No 25 Page 11
MOS 4051 / 4052 / 4053 / 4066	No 5 Page 24
MOS 4553	No 4 Page 2
MPX 100 / 200 et dérivés	No 3 Page 16
NE 555 / 556	No 16 Page 25
NE 567	No 16 Page 14
SAF 1032 P / SAF 1039 P	No 9 Page 18
SN 76477	No 24 Page 18
SLB 586 A	No 14 Page 21
TBA 820 et 820 M	No 7 Page 19
TCA 965	No 4 Page 9
TDA 1220 B	No 29 Page 41
TDA 1514 A	No 14 Page 36
TDA 1524	No 8 Page 33
TDA 2002, 2003, 2006, 2008	No 9 Page 42
TDA 2004, 2005 et 2009	No 6 Page 42
TDA 2030 (A), 2040 (A)	No 9 Page 42
TDA 2088	No 5 Page 37
TDA 2320	No 7 Page 37
TDA 3810	No 8 Page 12
TDA 5850	No 1 Page 13
TDA 7000	No 8 Page 39
TDA 7250	No 24 Page 2
TEA 5114 A / TEA 5115 / TEA 5116	No 21 Page 12
TGS 813	No 1 Page 17
TL 07x / 08x	No 5 Page 20
TOLD 9200 & 9211 (Diodes LASER)	No 15 Page 24
UCN 5804	No 13 Page 38
UGN 3020T et UGS3020	No 22 Page 33
UM 66T / 3482 / 3491 / 3561	No 7 Page 31
UM 3758 (Encodeurs de la série 3758)	No 26 Page 15
UM 5003 (Bruiteurs de la série 5003)	No 27 Page 25
UM 5100 et modulation Delta	No 16 Page 2
XR 2206	No 4 Page 27

## ALARMES

ALARME AUTONOME «QUICKGUARD»	No 7 Page 4
DETECTEUR D'ALARME A ULTRASONS CENTRALE D'ALARME POUR VOITURE	No 13 Page 20
BARRIERE INFRAROUGE CODEE	No 14 Page 40
UN MINI MODULE VOX	No 16 Page 37
UN ANTI-ELOIGNEMENT H.F.	No 28 Page 2
	No 29 Page 14

## ALIMENTATION

CONVERTISSEUR STATIQUE 12/220 100 WATTS	No 3 Page 35
Application LM317 Alimentation 1.2-14 V. 2 Amp.	No 2 Page 41
ALIMENTATION 220 V POUR BOOSTER 2x20W	No 6 Page 8
CHARGEUR MULTI-CALIBRES AUTOMATIQUE	No 6 Page 16
MINI ALIMENTATION SYM. A PRESELECTIONS	No 13 Page 41
MINI ALIMENTATION SYMETRIQUE A DECOUP	No 18 Page 31
ALIMENTATION POUR REPARTITEUR D'ANTENNE	No 19 Page 23
REGULATEUR UNIVERSEL DE MINI-PERCEUSE	No 23 Page 24
REGULATION TACHYMETRIQUE PAR COMPTAGE	No 23 Page 31
ALIMENTATION POUR TRUQUEUR DE VOIX	No 23 Page 36

## AUDIO - SONORISATION

AMPLIFICATEUR 100 WATTS 8 Ohms	No 3 Page 24
BOOSTER 2 x 20 W «ANTIVOL»	No 6 Page 2
LOUPE PHONOQUE	No 7 Page 10
MODULE CORRECTION DE TONALITE Cde DC.	No 8 Page 2
MODULE PSEUDO-STEREO & SPATIAL	No 8 Page 15
METRONOME A AFFICHEURS	No 8 Page 28
AMPLIFICATEUR 2 WATTS	No 10 Page 12
AMPLIFICATEUR 20 WATTS	No 10 Page 14
AMPLIFICATEUR 20 WATTS	No 11 Page 34
AMPLIFICATEUR 40 - 50 WATTS	No 14 Page 25
ANALYSEUR DE SPECTRE (1ere partie)	No 14 Page 9
FUZZ & TREMOLO POUR GUITARE	No 15 Page 15
TRUCQUEUR DE VOIX	No 15 Page 20
ANALYSEUR DE SPECTRE (2eme partie)	No 16 Page 7
ISOLATEUR AUDIO A OPTO-COUPLEUR	No 16 Page 21
TRANSMISSION AUDIO PAR LE SECTEUR	No 16 Page 32
CHAMBRE D'ECHO/REVERBERATION DIGITALE	No 16 Page 41
AUTO-STOPPER AUTOMATIQUE D'ENREG K7	No 17 Page 20
EQUALISER MONOPHONIQUE	No 17 Page 29
GENERATEUR DE BRUIT ROSE	No 17 Page 34
EQUALISER STEREO & GENERATEUR DE BRUIT	No 17 Page 37
PREAMPLIFICATEUR STEREO FAIBLE BRUIT	No 18 Page 10
EQUALISER STEREO: L'ALIMENTATION	No 18 Page 12
CALCUL ET CHOIX D'ENCEINTES ACOUSTIQUES	No 20 Page 18
CHOIX D'ENCEINTES ACOUSTIQUES: LES KITS	No 21 Page 19
TRUQUEUR DE VOIX DIGITAL (1 ère partie)	No 21 Page 34
TRUQUEUR DE VOIX DIGITAL (2 ème partie)	No 22 Page 2
TRUQUEUR DE VOIX DIGITAL (3 ème partie et fin)	No 23 Page 16
AMPLIFICATEUR 2x60 WATTS COMPACT	No 24 Page 7
GENERATEUR DE BRUITS POUR SONORIS.	No 24 Page 31
CIRCUIT D'EVALUATION POUR SN 76477	No 24 Page 22
UN DIAPASON A QUARTZ	No 28 Page 5
UN CRYPTEUR DECRYPTEUR AUDIO	No 29 Page 47

## AUTO - MOTO

ANTI VAPOR-LOCK	No 5 Page 41
BOOSTER 2 x 20 W «ANTIVOL»	No 6 Page 2
GRADATEUR-TEMPORISATEUR DE PLAFONNIER	No 6 Page 10
INTERPHONE MOTO	No 7 Page 25
DEUX DETECTEURS DE TEMPERATURE ET GEL	No 12 Page 20

## DOMESTIQUE

DETECTEUR DE GAZ	No 1 Page 15
SERRURE CODEE à 68705	No 1 Page 24
EXTENSION DE PUISSANCE SERRURE CODEE	No 1 Page 24
REGULATEUR DE VITESSE 220 Volts	No 5 Page 10
DOUBLE TELERUPTEUR ELECTRONIQUE	No 7 Page 40
PROGRAMMATEUR JOURNALIER à 68705	No 10 Page 35
HORLOGE-MINUTERIE-CHRONO DE PRECISION	No 11 Page 10
THERMOMETRES NUMERIQUES	No 12 Page 24
PROGRAMMATEUR UNIVERSEL à 68705	No 14 Page 15
PROGRAMMATEUR JOURNALIER: Modifications	No 17 Page 26
SIMULATEUR DE PRESENCE	No 18 Page 2
2 THERMOSTATS TELE-PILOTES 3 CONSIGNES	No 21 Page 45
EXTENSION DE TELE-PILOTAGE 2 FILS	No 21 Page 51
ENSEMBLE DOMOTIQUE H.F.:	
EMETTEUR 16 CANAUX	No 27 Page 7
RECEPTEUR A RELAIS DOUBLE MODE	No 27 Page 12
RECEPTEUR VARIATEUR D'ECLAIRAGE	No 27 Page 15
GESTION D'ARROSAGE AUTOMATIQUE	No 28 Page 15
ANTI-MOUSTIQUE DE POCHE VOBULE	No 28 Page 37
CONTROLE AUTOMATIQUE DE NIVEAU	No 28 Page 40
CHASSE NUISIBLE VOBULE	No 29 Page 11

## EMISSION-RECEPTION

EMETTEUR F. M. AVEC MICRO ET ENTREE 0 dB	No 2 Page 18
Application F. M. TELECOMMANDE MONOCANAL	No 2 Page 21
Application F. M. TELECOMMANDE 16 CANAUX	No 2 Page 23
Application F. M. EMETTEUR PERITEL	No 2 Page 25
AMPLIFICATEUR D'ANTENNE LARGE BANDE	No 7 Page 22
RE-EMETTEUR INFRAROUGE	No 7 Page 16
ENSEMBLE DE TELECOMMANDE 32 FONCTIONS	No 9 Page 24
REPARTITEUR D'ANTENNE AMPLIFIE 2 A 6 VOIES	No 18 Page 20
REPARTITEUR D'ANTENNE: L'ALIMENTATION	No 19 Page 23
ENSEMBLE EMISSION RECEPTION HF CODE	No 26 Page 20
RECEPTEUR C.B. MONO-CANAL MINIATURE	No 28 Page 19

## GADGETS

UN MONTAGE REPONDEUR	No 11 Page 17
GUIRLANDE A LEDS	No 11 Page 44
MAGNETOPHONE NUMERIQUE A UM5100	No 23 Page 46
AH QUE: BOITE A COUCOU!	No 25 Page 33
GENERATEUR DE JINGLES POUR VOITURE	No 28 Page 44

## INITIATION TECHNOLOGIE

PILE OU FACE A AFFICHEUR	No 2 Page 9
CLIGNOTEUR 6 LEDS	No 3 Page 41
JEU DE LUMIERE DE POCHE	No 4 Page 11
LOTO 2 DIGITS	No 5 Page 28
MINI ORGUE 8 NOTES	No 5 Page 44
TESTEUR DE CONTINUITE	No 6 Page 22
GENERATEUR DE MELODIE + accompagnement	No 7 Page 28
3 MONTAGES GENERATEURS MUSICAUX	No 7 Page 44
MINI-RECEPTEUR & BALADEUR F.M.	No 8 Page 5
SABLIER A LEDS	No 8 Page 18
GRILLON ELECTRONIQUE	No 9 Page 7
COMPTEUR DE PASSAGE UNIVERSEL	No 9 Page 33
MINUTERIE REGLABLE DE 5 S à 4 Mn	No 10 Page 8
VOLTMETRE DE POCHE A LEDS	No 11 Page 20

DOUBLE «BARGRAPH» A LEDS (K2000)	No 11 Page 41
TESTEUR DE PILES 1.5, 4.5 et 9 V à LEDS	No 12 Page 44
3 MONTAGES DE Cde DE MOTEURS PAS A PAS	No 13 Page 32
EMETTEUR F. M. COMMANDE PAR LA VOIX	No 14 Page 29
METRONOME MINIATURE	No 15 Page 2
GRADATEUR 220V SIMPLE A POTENTIOMETRE	No 17 Page 16
DETECTEUR UNIVERSEL A RELAIS	No 18 Page 14
MINI-SERRURE CODEE 3 CHIFFRES	No 19 Page 38
UNITE D'AFFICHAGE BARGRAPH A 20 LEDS	No 20 Page 10
-EXTENSION GENERATEUR DENT DE SCIE	No 20 Page 13
-EXTENSION THERMOMETRE	No 20 Page 14
-EXTENSION VU-METRE POUR AMPLI	No 20 Page 15
-EXTENSION COMPTE-TOURS ANALOGIQUE	No 20 Page 16
ALARME DE TIROIR A BUZZER	No 21 Page 42
TESTEUR DE CONTINUITE AUTOMATIQUE	No 23 Page 38
TEMPORISATEUR DE PRECISION 1S à 48J	No 24 Page 13
INITIATION TRANSISTORS: CLIGNOTEUR 2 LEDS	No 25 Page 38
421 à LEDS	No 26 Page 31
INITIATION TRANSISTORS: CHENILLARD à LEDS	No 26 Page 45
INITIATION TRANSISTORS: AMPLI. B.F.	No 27 Page 19
UN INTERPHONE SIMPLE 2 POSTES	No 27 Page 23
UN LABYRINTHE EVOLUTIF	No 29 Page 38

## LUMIERE

VARIATEUR 220 V COMMANDE EN TENSION	No 7 Page 12
GRADATEUR CHENILLARD	No 10 Page 31
MODULATEUR VUMETRE 8 VOIES A MICRO	No 10 Page 2
VARIATEUR 220 V A EFFLEUREMENT	No 14 Page 33
2 UNITES DE PILOTAGE DE DIODE LASER	No 15 Page 34
CLIGNOTEUR 220 V ANTI-PARASITE	No 18 Page 17
JEU DE LUMIERE A MOTEUR PAS A PAS (1)	No 25 Page 16
JEU DE LUMIERE A MOTEUR PAS A PAS (2)	No 26 Page 35
JEU DE LUMIERE A MOTEUR PAS A PAS (3)	No 27 Page 31
2 STROBOSCOPES SIMPLES 40 et 150 JOULES	No 27 Page 37
JEU DE LUM. PSYCHEDELIQUE 2 VOIES	No 28 Page 9

## MESURE

UNITE D'AFFICHAGE LCD 3 DIGITS 1/2 à 7106	No 3 Page 44
UNITE D'AFFICHAGE LED 3 DIGITS 1/2 à 7107	No 3 Page 44
GENERATEUR DE FONCTIONS VOBULE	No 4 Page 14
BAROMETRE - ALTIMETRE	No 4 Page 41
MINI FREQUENCEMETRE 6 DIGITS 1 MHz	No 5 Page 31
THERMOMETRE SIMPLE -40 à +110 °C	No 5 Page 4
HYGROMETRE SIMPLE 5 à 100 %	No 5 Page 6
MODULE SURVEILLANCE, ALERTE ET COMMUT.	No 6 Page 26
GENE SINUS-TRIANGLE-CARRE DE BASE	No 10 Page 27
CLAVIERS A TOUCHES MODULABLES	No 10 Page 23
SIGNAL-TRACER STEREO (1ère partie)	No 11 Page 24
MODULE BISTABLE MINIATURE (Diviseur par 2)	No 11 Page 37
VOLTMETRE AMPERMETRE DE TABLEAU	No 12 Page 28
SIGNAL-TRACER STEREO (2ème partie)	No 12 Page 31
MINI GENERATEUR DE SIGNAUX	No 13 Page 10
PUPITRE LAB AVEC ALIM. ET GENERATEUR	No 13 Page 25
ANALYSEUR DE SPECTRE 10 BANDES	No 14 Page 9
DETECTEUR ENREGISTREUR DE MINI / MAXI	No 17 Page 41
MILLI-OHMETRE AUTONOME	No 18 Page 35
IMPEDANCEMETRE POUR MODULE A ICL7106	No 19 Page 2
MILLI WATTMETRE OPTIQUE	No 19 Page 43
MODULE AFFICHEUR DE TABLEAU LCD 3 1/2	No 20 Page 23
ANEMOMETRE POUR MODULE A 7106/7107	No 22 Page 16
GIROUETTE 360 ° POUR MODULE A 7106/7107	No 22 Page 35
STATION METEO «LOW COST» A AFFICH. DIGITAL	No 22 Page 22
UNITE D'ACQUISITION A/D 8 VOIES (Carte A/D)	No 24 Page 47
UNITE D'ACQUISITION (Cartes calibres et mère)	No 25 Page 42
UNITE D'ACQUISITION (Carte affichage façade)	No 26 Page 49
UN SIMULATEUR DE LIGNE TELEPHONIQUE	No 28 Page 49

## MODELISME

INDICATEUR DE CHARGE D'ACCUS	No 1 Page 19
CHARGEUR D'ACCUS A COURANT CONSTANT	No 2 Page 44
SIMULATEUR DE SOUDURE A L'ARC	No 3 Page 32
ALIMENTATION SIMPLE POUR BOUGIE	No 7 Page 2
COMMANDE DE TRAIN A COURANT PULSE	No 8 Page 23
COMMANDE DE FEUX TRICOLORES	No 9 Page 2
ECLAIRAGE DE CONVOIS FERROVIAIRES	No 9 Page 38
GESTION D'ECLAIRAGE MAQUETTES FERROV.	No 18 Page 40
GESTION D'ECLAIRAGE PAR SEQUENCEUR	No 23 Page 42

## PERI-INFORMATIQUE

PROGRAMMATEUR DE 68705	No 2 Page 13
INTERFACE 8 VOIES CENTRONICS 220 Volts	No 3 Page 8
2 CORDONS ADAPTEURS MINITEL / RS232	No 19 Page 18
RAM SAUVEGARDEE PAR PILE	No 27 Page 43
PROGRAMMATEUR D'EPROM UNIVERSEL (1ere)	No 29 Page 31

## TRUCS & ASTUCES

LES ALIMENTATIONS SANS TRANSFORMATEUR	No 25 Page 22
OPTO-COUPLEUR MAISON (rés. Cde en tension)	No 28 Page 12

## VIDEO

AMPLI CORRECTEUR VIDEO 4 VOIES	No 1 Page 9
PERITEL F.M. avec report	No 15 Page 39
2 PERITEL F.M. sans alimentation	No 15 Page 43
COMMUTATEUR PERITEL AUTOM. MULTI-VOIES	No 19 Page 24
GENERATEUR DE MIRES R.V.B.	No 20 Page 31
COMMUTATEUR PERITEL: CARTE DOUBLE R.V.B	No 21 Page 37

