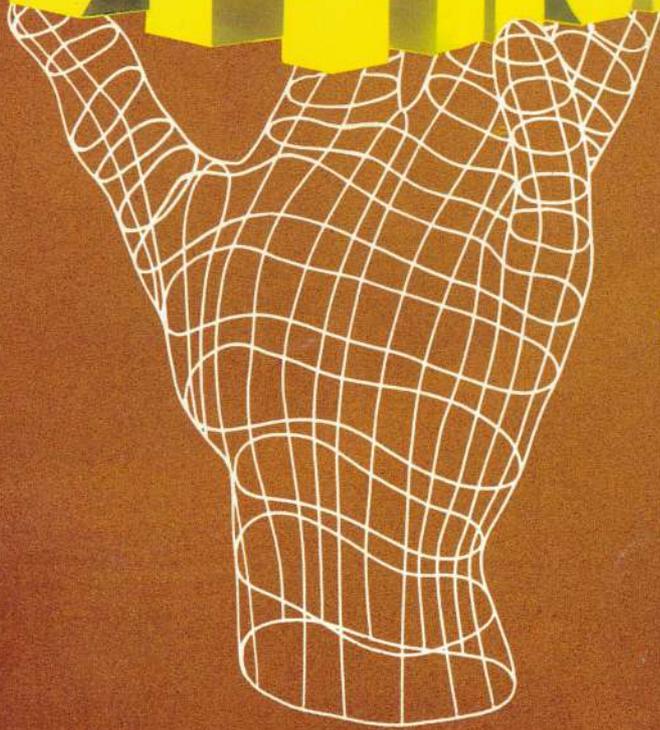


HOBBYTRONIC



**NOUVEAU MENSUEL
D'APPLICATIONS
ELECTRONIQUES**

N°6 - JUIN 1991 - 15,00 F

DOMESTIQUE



ALIMENTATION



MODELISME



HOBBYTHEQUE



LUMIERE



VOITURE-MOTO



MESURE



SONORISATION



VIDEO

EMISSION-RECEPTION

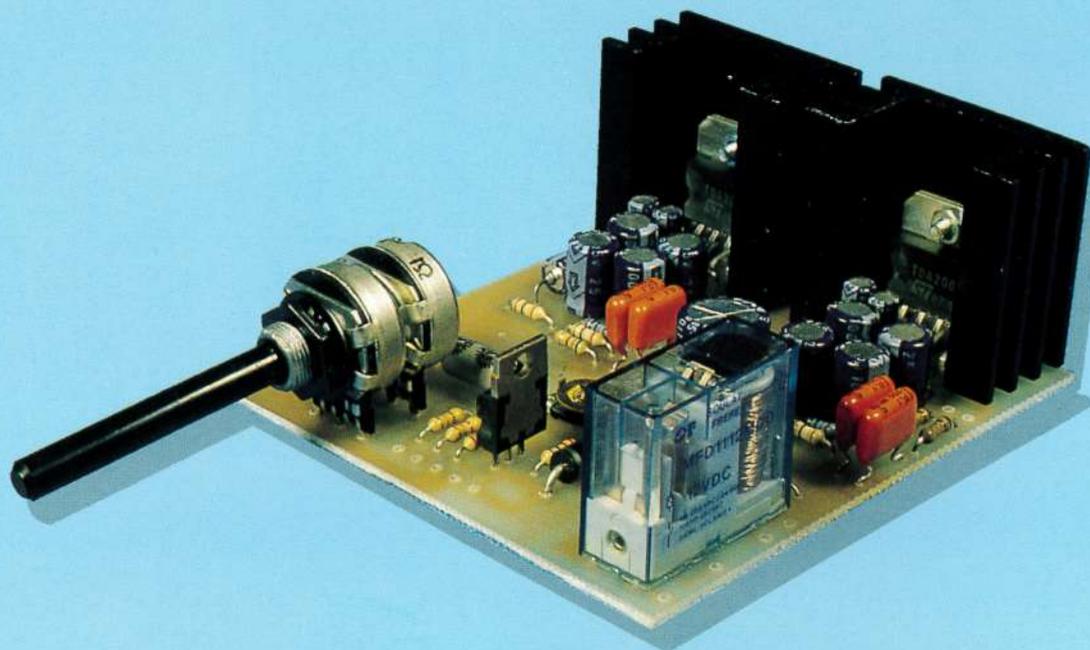
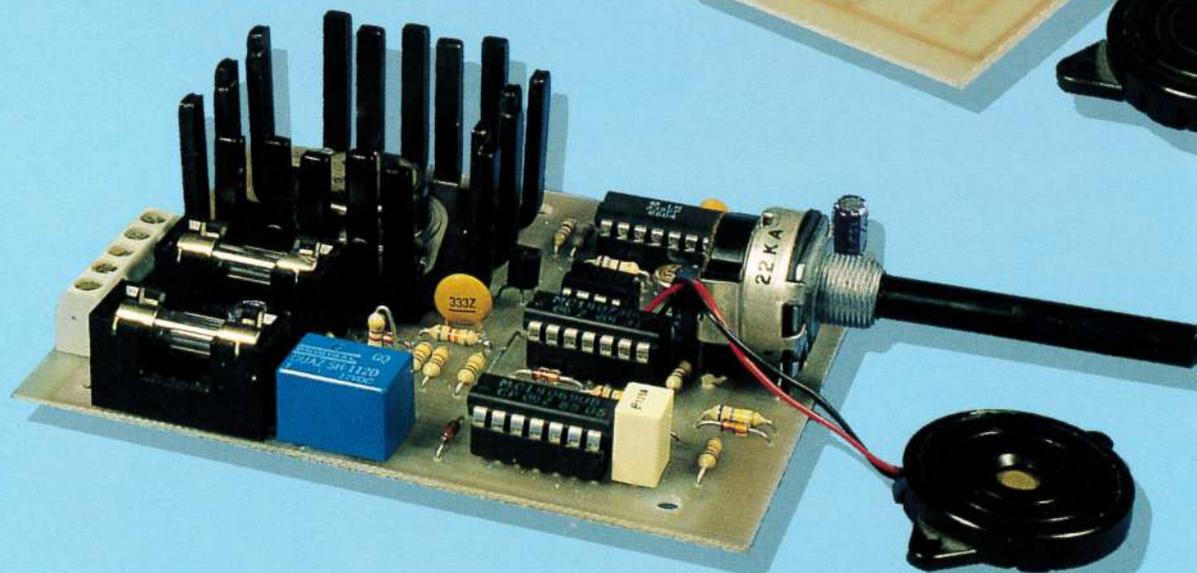
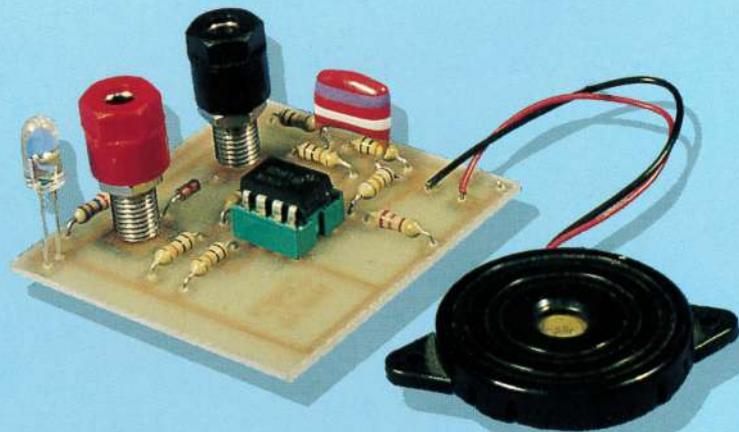
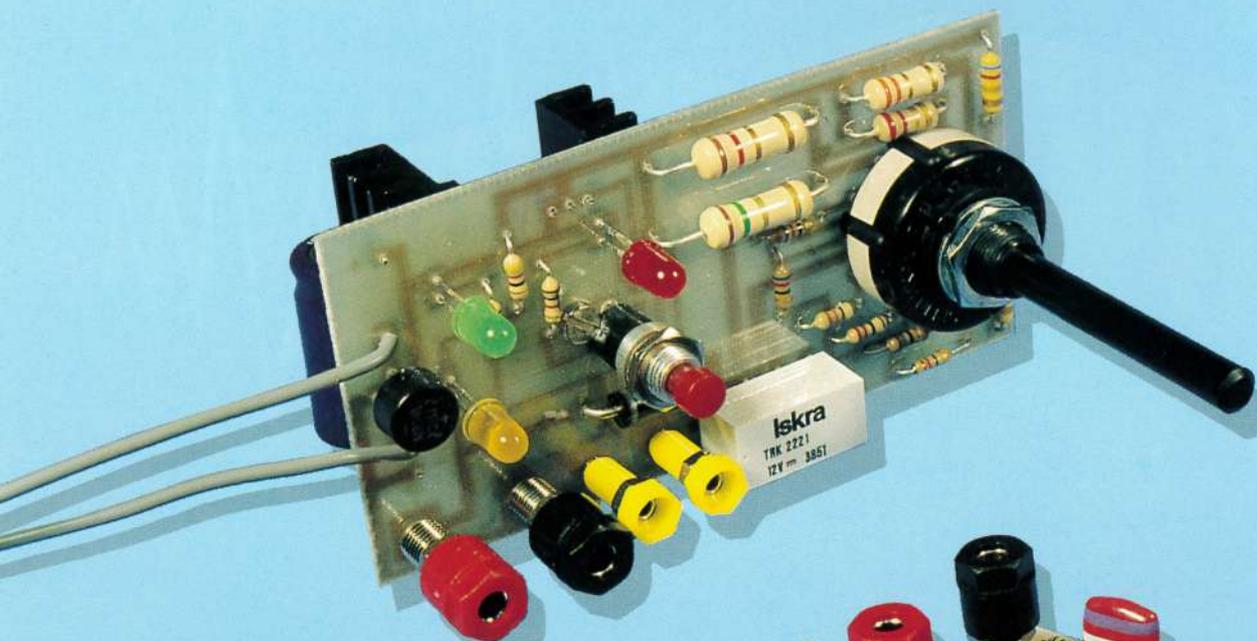


LES COMPARATEURS ...

... LEURS APPLICATIONS

M4443 - 6 - 15.00 F







SOMMAIRE

NOS FICHES TECHNIQUES

Les comparateurs : Une génération montante
N'AYEZ PLUS PEUR DES COMPARATEURS 33

Les TDA 2004, 2005 ET 2009
Des circuits simples d'emploi pour l'amplification B.F.
de puissance en basse tension 42



NOS REALISATIONS PRATIQUES

Découvrez comment sécuriser votre installation
audio de voiture :
UN BOOSTER 2x20W "Antivol" 2

UNE ALIMENTATION SECTEUR POUR BOOSTER 2x20W
Donnez de la voix à votre baladeur ou C.D. portable 8

Offrez à votre voiture une option peu répandue . . .
**UN GRADATEUR-TEMPORISATEUR
DE PLAFONNIER** 10

Camescope, modélisme.... :
Chargez vos accus avec efficacité et sans surveillance
UN CHARGEUR MULTI-CALIBRES AUTOMATIQUE 16

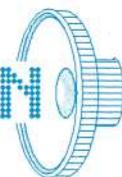
Coupé ? En court-circuit ? L'appareil simple qu'il faut :
UN TESTEUR DE CONTINUTE 22

Température, humidité . . . : Donnez leurs la possibilité de
vous alerter et de commuter la puissance.
**MODULE DE SURVEILLANCE, ALERTE
ET COMMUTATION** 26
Une extention pour modules d'affichage 3 digits 1/2 7106/07

Sommaire permanent 47

Pour vous abonner, rendez-vous en page 48





UN "BOOSTER" 2 x 20 Watts "antivol"

Vous possédez un auto-radio? C'est bien ! Seulement peut-être n'est-ce pas le premier que vous avez ? Car le problème de cet objet tant convoité est de créer beaucoup de bris de glaces ou de serrures inutiles.

Aussi le montage que nous allons voir, s'il permet une utilisation traditionnelle en tant qu'amplificateur additionnel d'auto-radio, permet également et surtout de ne plus se faire "piquer" cet accessoire tout simplement en le supprimant : fallait y penser !

Suivez le raisonnement de cet article et découvrez comment s'équiper moins cher, de meilleure qualité et sans risques inutiles...

Le montage que nous allons voir dans cet article, universellement connu sous le nom de "booster", (appellation d'outre-Manche) est un amplificateur permettant d'augmenter la puissance de sortie d'un auto-radio. Il permet aussi, tout simplement, d'ajouter deux haut-parleurs supplémentaires sans surcharger le sus-dit auto-radio.

Vous me direz, pourquoi faire un tel appareil, dont le coût tout monté, pour certaines marques illustrent inconnues, atteint des records de prix vers le bas ?...

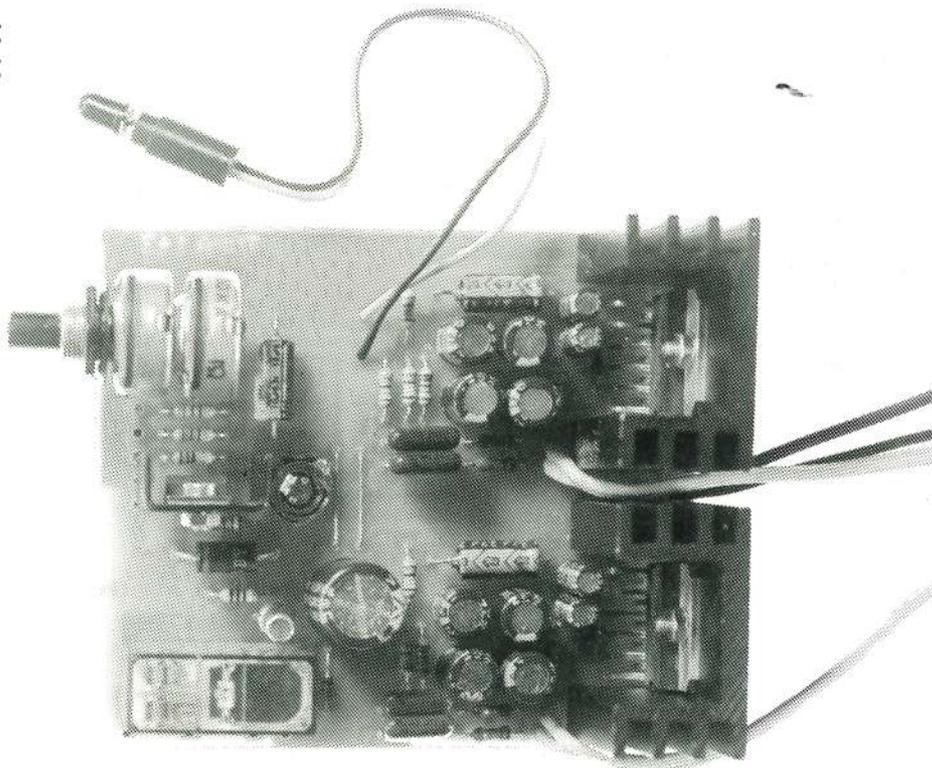
Il existe au moins deux raisons à cela : Son coût, à lui non plus, n'est pas exorbitant mais surtout, il apporte des solutions et même des gains d'argent secondaires qui peuvent se révéler très intéressants.

Au sujet des gains...

En effet, le propre d'un ampli est d'apporter du gain, mais ce n'est pas de celui-là que nous allons nous entretenir dans l'immédiat.

Le "Booster" que nous allons voir possède quelques avantages, comme nous le disions plus haut, par rapport à ceux que l'on trouve couramment dans le commerce.

Bien sûr, comme tout amplificateur de ce type qui se respecte, il possède deux entrées à niveau élevé, haut-parleurs de l'auto-radio par exemple, afin d'utiliser les signaux B. F. disponibles et d'augmenter leurs puissances.



Comme ses congénères, il possède également une mise sous tension automatique par détection de consommation de l'auto-radio principal: jusque là, rien que de très courant et son utilisation peut d'ailleurs se limiter à cela.

Les originalités de ce montage apparaissent sur les points suivants :

1/ Entrée possible avec un niveau 0 dB, permettant d'attaquer cet amplificateur avec un signal disponible sur des RCA ou une DIN classique.

2/ Sortie alimentation réglable de 1.2 à 9 Volts, permettant d'alimenter l'appareil fournissant le signal à 0 dB indiqué plus haut.

Cette sortie alimentation ajustable télécommande également la mise sous

tension automatique de l'amplificateur de puissance.

C'est ici que l'on peut commencer à parler d'autres gains.

En effet, la société est ainsi faite de nos jours, que quiconque désire avoir une installation de bonne qualité en voiture, tremble sans arrêt lorsque sa voiture est stationnée dans un parking souterrain ou sur un parking de grande surface.

Pour contourner ces craintes, les auto-radios extractibles ont vu le jour. Si c'est un point positif, il n'empêche que de se promener sans arrêt avec cet instrument, évidemment muet et inutilisable hors de son logement, est une contrainte à la fois pesante et encombrante.



Cet état de fait entraîne qu'à la longue, on devienne moins exigeant avec soi-même et que pour des petites absences, cinq minutes, dix minutes, on finisse par le laisser dans son logement...

C'est dans ce cas de figure que l'avantage de l'extractible peut se transformer soudainement en inconvénient, quant au dédommagement..., consultez votre contrat d'assurance sur les extractibles....

"Le moyen le plus simple pour ne pas se faire fracturer sa voiture et se faire voler son installation radio est de ne pas avoir d'auto-radio", m'avait un jour dit mon assureur ! C'est en quelque sorte, ce que permettra de faire cet amplificateur.

Mais revenons à nos gains, gains d'argent en fait, vous l'aurez sans doute compris.

Les deux originalités citées plus haut permettent d'utiliser et d'alimenter toutes sortes de sources, telles que mini-tuner F.M., baladeurs divers et même, pourquoi pas, un COMPACT DISC.

Cette dernière possibilité, (le COMPACT, pour ceux qui ne suivent pas) réduit d'ailleurs fortement l'investissement quand on compare les coûts d'une platine laser portable et de son homologue en format auto-radio.

De plus, l'appareil en question, une fois déconnecté de l'amplificateur retrouve son autonomie, puisque c'est sa vocation première. Il est aussi d'un encombrement beaucoup plus réduit qu'un auto-radio, puisque c'est le défi actuel des constructeurs pour ce genre d'appareil.

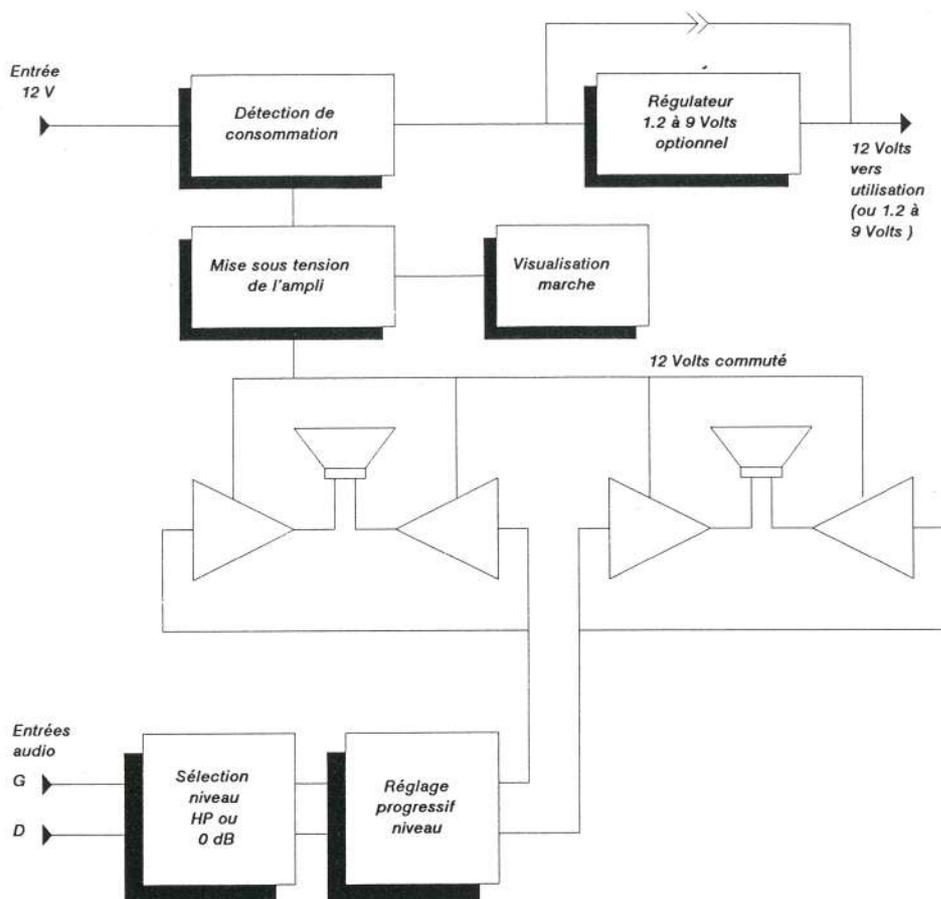
Comme vous le constatez, beaucoup d'aspects séduisants pour l'esprit (et pour le porte-monnaie) se font jour.

LE SYNOPTIQUE

Résolument simple, comme le sera le schéma de détail, gage de fiabilité et de faible coût, ce synoptique ci-dessus montre l'ensemble de la structure de notre montage.

Pour obtenir 20 Watts sous 12 Volts avec un montage qui reste simple, seule l'utilisation d'un montage en pont (ou bridge) est possible.

Le seul inconvénient de ce type de montage est qu'aucun des deux fils de chaque haut-parleur ne doit être réuni à la masse, condition pratiquement toujours



réalisée par les pré-équipements installés sur les véhicules.

A ce sujet, et pour faire un aparté, si vous désirez utiliser le montage en tant qu'amplificateur additionnel pour un auto-radio déjà existant, il faut également s'assurer que cet auto-radio ne possède pas déjà en interne un amplificateur bridgé.

En effet, la récupération du signal se faisant au niveau des H.P. et étant appliqué entre la masse et l'entrée du "booster", on se retrouverait également avec l'un des fils H.P. de l'auto-radio relié à la masse : pas génial.

Pour en avoir le coeur net : un coup d'ohmmètre entre la masse et les fils de sortie H.P. (H.P. non connectés, bien sûr) et vous serez fixé : si l'un des deux fils est à la masse, il ne s'agit pas d'un montage bridgé.

Notez que lorsque l'auto-radio est capable de fournir, déjà de lui-même, les 2 X 20 Watts, c'est en général écrit très lisiblement sur la façade....

Mais revenons à notre synoptique et au montage bridgé.

Cette structure, reproduite en deux exemplaires, nous fournit notre amplificateur stéréo complet.

L'amplification est précédée d'un réglage de niveau qui pourra être utilisé pour adapter progressivement la source 0 dB ou H.P. ou comme balance avant / arrière dans le cas d'une extension de l'installation à quatre haut-parleurs.

Ce réglage de niveau est précédé à son tour, d'une option commutable par pastilles à souder ou non, correspondant à la sélection du type de source utilisé : Sélection niveau H.P. ou 0 dB afin de conserver une course efficace complète sur le potentiomètre de réglage fin.

La partie alimentation reçoit le 12 Volts permanent ou après contact du véhicule et fournit le 12 Volts destiné à l'auto-radio ou une tension ajustable entre 1.2 et 9 Volts pour un appareil extérieur.

Dans ce cas aussi, c'est une liaison par soudure, ainsi que le montage de composants complémentaires qui déterminent l'option choisie.

Dans tous les cas, toute consommation à partir de quelques dizaines de milli-Ampères, active la mise sous tension de l'amplificateur de puissance.

Une LED visualise l'automatisme de la mise sous tension du montage.

SCHEMA DE DETAIL

Avant de voir ce schéma dans son intégrité, il faut dire quelques mots sur la mise sous tension automatique.

DETECTION DE CONSOMMATION

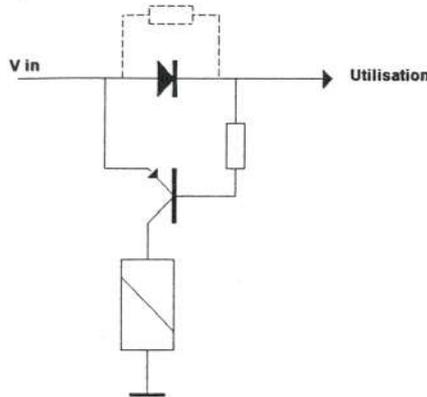
Le schéma utilisé pour cette fonction est très connu et à fait largement ses preuves.

Le principe de détection de consommation consiste à utiliser une diode en série avec la charge utilisée extérieurement. Si cette charge est à l'arrêt, aucun courant ne circule et la tension aux bornes de cette diode est nulle.

Dans le cas contraire, une tension de 0.7 Volts environ apparaît à ses bornes. Cette chute de tension apportée est considérée comme négligeable et ne vient pas perturber le fonctionnement de la charge connectée.

La seule contrainte se trouve au niveau de la diode qui doit pouvoir supporter le courant maximum que pourra absorber cette charge.

Le problème consiste donc à détecter ces 0.6 ou 0.7 Volts par un moyen simple. Dans ce cas, une seule solution : le germanium.



Il ne s'agit pas là de botanique, ni d'antiquités, mais de transistors constitué de ce matériau qui à fait la gloire des premiers postes à transistors (Snif !).

Pour information, il faut savoir que des recherches sur ce type de matériau se poursuivent aux Etats-Unis et que des composants au germanium, débarrassés de leurs anciens défauts, à savoir, dérive thermique et courants de fuites, sont fabriqués à ce jour.

Quand je vous aurai dit (Si vous ne le savez) que ces transistors ont un seuil de

conduction de l'ordre de 0.3 Volts, vous aurez tout compris. En effet une tension de 0.6 Volts suffit amplement à saturer ce genre de bestiole.

C'est ce genre de montage qui est utilisé dans la plupart des "Booster".

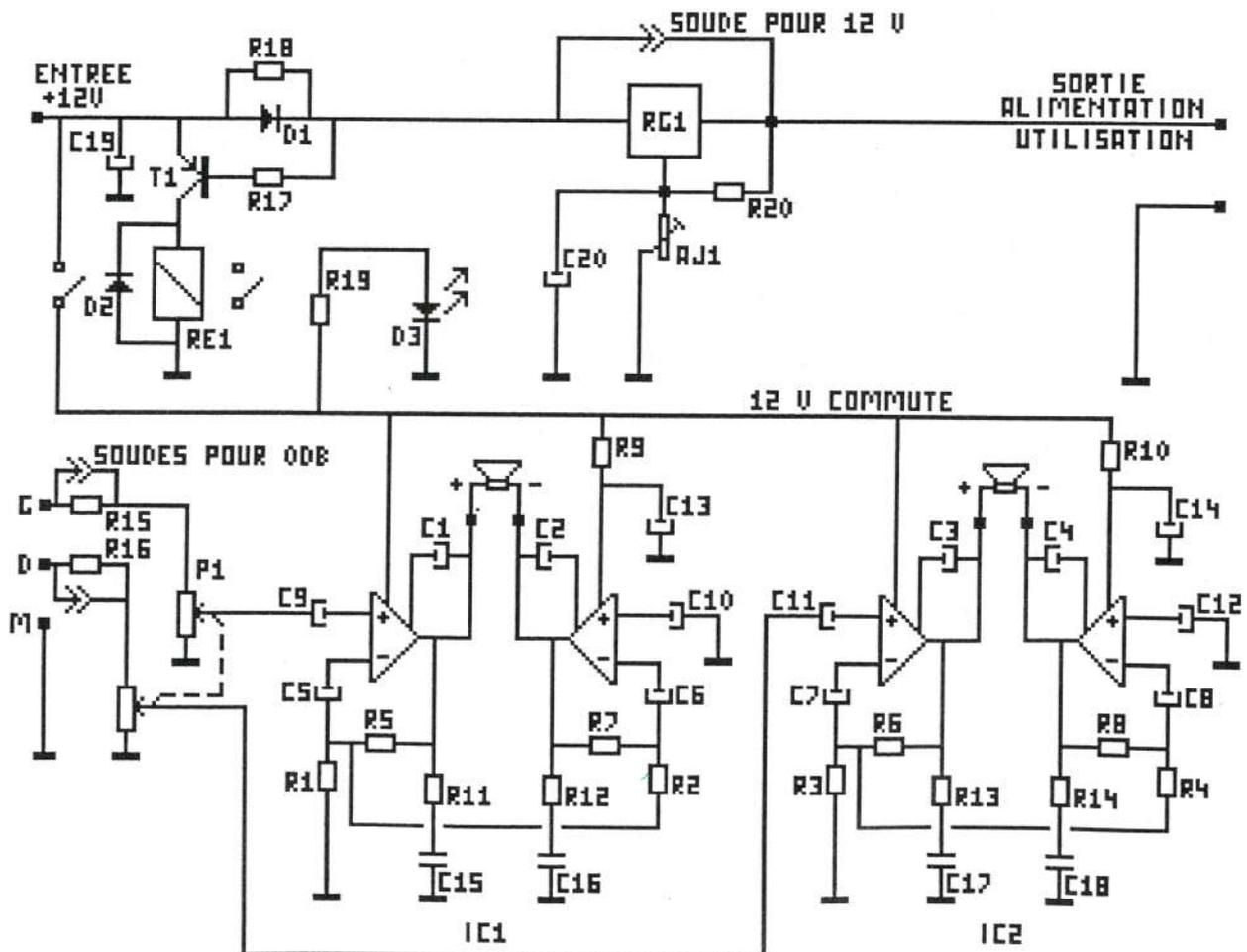
Dans le cas de notre amplificateur, c'est également ce montage qui sera utilisé. Il donnera toute satisfaction dans le cas où la sortie "utilisation" est un 12 Volts directement utilisable par l'auto-radio.

Par contre, un problème supplémentaire vient se greffer dans le cas de notre montage. En effet, l'amplificateur doit pouvoir se mettre en marche également si un courant est absorbé sur l'alimentation stabilisée 1.2 à 9 Volts.

Cette alimentation, afin de posséder de très bonnes caractéristiques sera réalisée à l'aide d'un LM 317.

C'est là que surgit le problème : ce genre de régulateur, comme pour la série des régulateurs style 78xx, la consommation propre du régulateur, donc sans charge de sortie, est de l'ordre de 2 à 5 mA.

Ce courant, faible certes, est toutefois suffisant pour actionner la mise sous



tension automatique de notre amplificateur en faisant apparaître les 0.7 Volts fatidiques.

Il faut donc tromper le système de mise sous tension, ce que fait la résistance représentée en pointillé, en parallèle sur la diode de mesure.

La valeur adoptée pour cette résistance est de 22Ω , ce qui représente une tension V_{be} du transistor germanium de 110 mV si le courant à vide de régulateur est de 5 mA.

La marge de sécurité est donc amplement suffisante et l'on retrouve un fonctionnement correct du système de détection. Lorsque le courant est important, la tension n'excédera jamais 0.7 Volts et la puissance dissipée dans la résistance ne dépassera jamais 23 mW environ.

L'AMPLIFICATION

L'entrée audio issue de l'auto-radio (niveau HP) ou d'un lecteur K7 ou CD (niveau 0 dB) se fait sur R15 et R16 qui attaquent le potentiomètre double P1 de réglage de niveau.

La représentation du schéma met en évidence le câblage de chacun des circuits intégrés : l'un des amplificateurs est câblé en amplificateur non inverseur et l'autre en inverseur. Cette façon de câbler évite de faire appel à un déphaseur 180° externe.

Le gain global de chaque ampli est fixé à 40 dB (gain de 100) par les résistances R1 et R5 pour l'ampli non inverseur et R7, R2 pour l'inverseur. (Voie de gauche du schéma)

Ce gain, amplement suffisant pour une attaque en 0 dB, pourra être réduit par P1.

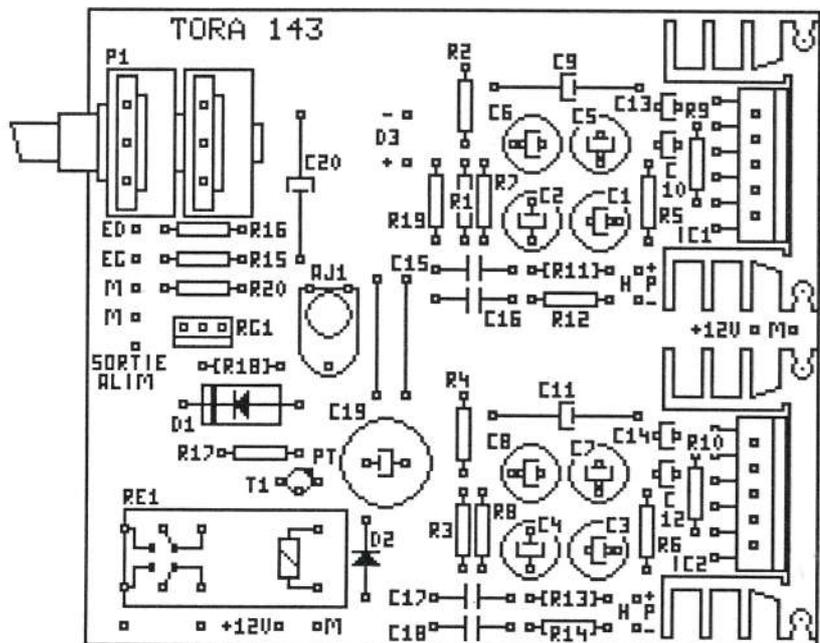
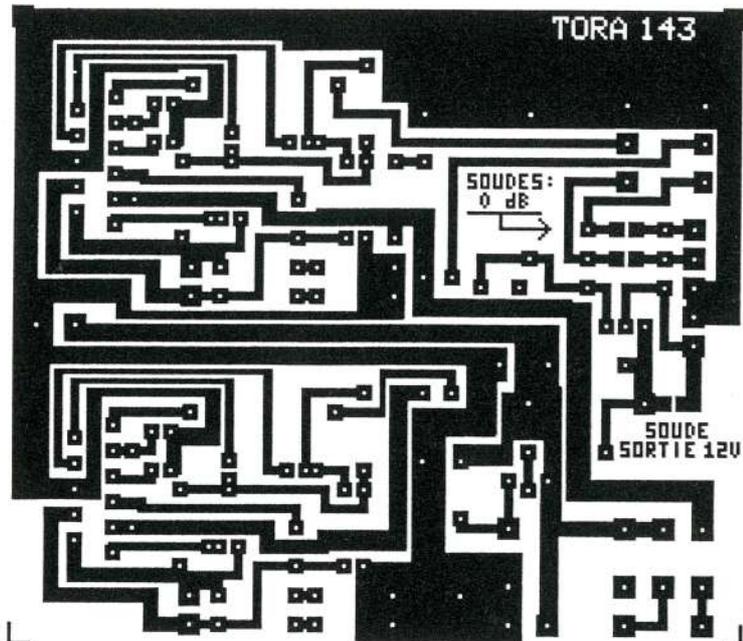
Les condensateurs C1 et C2 sont les condensateurs de "Bootstrap" : capacités qui permettent un pilotage des étages de puissance du circuit intégré avec une tension supérieure à la tension d'alimentation.

Enfin, les jeux R11, C15 et R12, C16 sont les circuits anti-oscillations classiques dans tout amplificateur B.F.

La sortie H.P., dont il faudra respecter scrupuleusement la polarité pour éviter les oppositions de phases désagréables, supporte des H.P. de 20 à 30 Watts avec une impédance de 4Ω (3Ω mini.)

ALIMENTATION REGULEE

Rien de très complexe dans cette alimentation ajustable réalisée à l'aide d'un LM317. Elle est constituée par les éléments



R20, C20, AJ1 et RG1 qui ne seront pas montés dans le cas d'utilisation avec auto-radio classique. Dans ce cas la pastille "citroën" en shunt de RG1 sera soudée pour assurer la liaison 12 Volts.

Cette alimentation est précédée par le montage détecteur de consommation dont nous avons parlé plus haut. Pour T1, germanium, beaucoup de transistors peuvent convenir : AC128, AC180, AC188 ou leurs homologues munis d'un boîtier cubique, en version K.

réduit et donc facilement logeable dans le véhicule (en montage non visible de l'extérieur éventuellement). Comme de coutume le circuit est donné à l'échelle 1.

Le transistor T1 possède un repère de couleur pour le collecteur que l'on placera en face de l'indication "PT".

Les deux radiateurs situés en bord de plaque ainsi que le potentiomètre avant serviront à fixer l'ensemble du montage dans le coffret.

A ce sujet, il est inutile de s'inquiéter de l'isolation des circuits intégrés, puisque le constructeur a eu la bonne idée de connecter les refroidisseurs au potentiel de masse, ce qui ne pourra qu'améliorer le refroidissement.

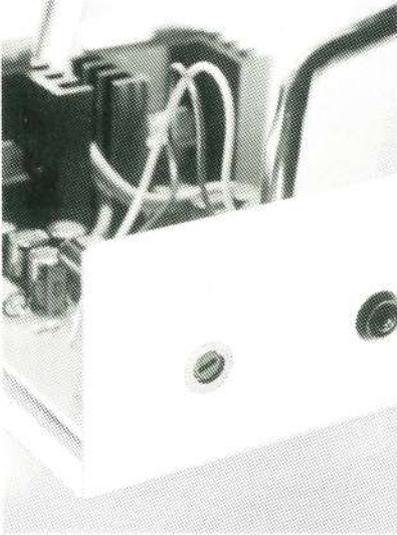
REALISATION

Le montage est prévu pour entrer dans un coffret EM10/05 de ESM ce qui représente un encombrement relativement

A noter que le potentiomètre est implanté légèrement en retrait du bord de plaque de façon à pouvoir être monté à l'envers, c'est à dire axe vers les radiateurs.

Montage dénué d'intérêt, me direz-vous, en fait pas tant que cela dans la mesure où les potentiomètres RADIOHM peuvent être manoeuvrés par la tête de vis située en bout d'axe, ce que vous montre la photo ci-dessous.

Le montage à l'envers sera utile dans le cas où le réglage de niveau est fait une fois pour toute (Préréglage du niveau d'entrée et réglage du volume d'ensemble par la source).



Pour le reste aucune particularité de montage ne se pose.

Si l'on désire utiliser cet amplificateur en tant que "booster" simple et alimentation utilisateur 12 Volts, le montage du régulateur RG1 ainsi que AJ1, C20 et R20 est inutile. Il suffira de réaliser le pontet par soudure sur la piste coupée au niveau du texte "soudé : sortie 12 v".

De même, au niveau de R15 et R16, on soudera les deux pistes coupées si l'on désire entrer avec un niveau 0 dB. Dans le cas contraire, ces deux résistances viendront atténuer le niveau d'entrée issu des haut-parleurs.

A noter que sur certains baladeurs et lecteurs CD existent les deux types de sorties : 0 dB et casque. La sortie casque sera assimilée à un niveau HP et aura pour avantage une commande de volume par le potentiomètre du lecteur.

A contrario, la sortie 0 dB sort en général un niveau constant, quelque soit le réglage de volume effectué. C'est une sortie destinée à la copie ou à l'attaque, justement, d'un amplificateur avec commande de volume (chaîne).

La qualité sonore dans ce cas sera toutefois meilleure dans la mesure où l'amplificateur interne du baladeur n'est pas utilisé (réduction du souffle).

L'entrée alimentation 12 Volts se fait entre les deux radiateurs et les sorties HP se trouvent sur le bord droit de chaque radiateur : cette disposition permet de passer l'ensemble des liaisons entre les deux radiateurs et de ne faire qu'un perçage unique en fond de coffret.

Il faudra prendre grand soin pour que les câbles de sortie ne puissent pas être à la longue cisailés par ce passage de coffret. Le plus facile est encore de faire dans le fond du coffret une découpe sur toute la hauteur et dégagée en haut (voir photos).

Pour l'ensemble de ce câblage de puissance, il faudra utiliser une section en rapport avec les intensités qui seront amenées à y circuler, autant pour les H.P. que pour le + 12 V et la masse.

On montera pour l'alimentation 12 Volts un cordon muni d'un porte-fusible afin d'éviter tout incident et court-circuit.

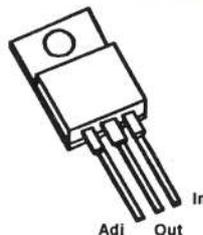
En utilisation avec un niveau d'entrée HP, les liaisons d'entrée et la sortie 12 Volts d'utilisation pourront sortir également à l'arrière du coffret.

Une sortie sur l'avant, avec les prises adéquates pour le baladeur utilisé, sera préférable dans le cas de l'utilisation avec périphérique amovible (à entrée HP ou 0 dB selon le choix).

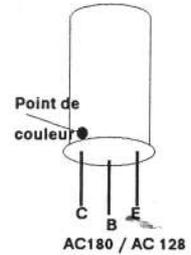
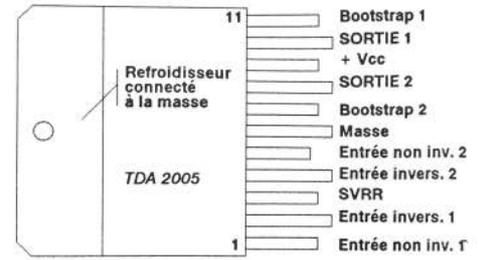
Enfin, dernier point à signaler au niveau de la réalisation, un contact du relais RE1 est disponible pour toute utilisation secondaire : par exemple pour mettre un second amplificateur sous tension.

Au niveau du coffret ESM, modèle non pourvu d'ouïes de ventilation, on pourra exécuter sur le fond et le capot de multiples trous d'aération afin d'améliorer le refroidissement des deux CI de puissance, la température en voiture pouvant être relativement élevée....

BROCHAGES



LM 317



LISTE DES COMPOSANTS

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

R1 à R4	39 Ω
R5, R6	1 kΩ
R7, R8	2 kΩ (couche métal)
R9, R10	120 kΩ
R11 à R14	1 Ω
R15, R16	470 kΩ
R17	100 Ω
R18	22 Ω
R19	680 Ω
R20	270 Ω
C1 à C8	100 uF 25 V radial
C9, C11	2.2 uF 63 V axial
C10, C12	2.2 uF 63 V radial
C13, C14	10 uF 25 V radial
C15 à C18	0.1 uF 250 V plastique
C19	470 uF 25 V radial
C20	10 uF 63 V axial
D1	Diode 3 A 200V (BY251)
D2	1N4148
D3	LED 5mm
T1	AC180 (ou AC128, AC188)
IC1, IC2	TDA 2005
P1	Potenti. 2 x 10 K Lin.
RG1	LM317
RE1	Relais SOULAT MFD1112MO (2RT 12 Volts)
AJ1	Ajustable horizontal 2.2 kΩ
2 Radiateurs ML 33	
Câble autoradio porte-fusible et fusible (voir texte pour la valeur)	
Coffret ESM EM10/05	

MISE SOUS TENSION

Les essais pourront se faire à l'aide d'une alimentation 12 Volts stabilisée et après s'être assuré qu'aucun court-circuit entre pistes ou au niveau des câbles n'existe.

Le fusible incorporé dans l'alimentation 12 Volts devra supporter le courant maxi de l'auto-radio plus 4 Ampères, ainsi pour un auto-radio dont le fusible d'origine est de 3 Ampères, on montera un fusible sur le booster de 6.3 ou 8 Ampères.

Dans le cas de l'utilisation d'un baladeur, sa consommation est en général minime et un fusible de 4 Ampères au total conviendra très bien : En tout cas, il faut un fusible !

Si le régulateur ajustable est monté, il faudra prérégler à l'aide de AJ1 et d'un voltmètre, la tension d'utilisation à la valeur correcte du périphérique utilisé. Généralement ces tensions sont de 3, 4.5, 6 ou 9 Volts. A noter que si le baladeur fonctionne en très basse tension, inférieure à 5 Volts, il peut être nécessaire de refroidir le LM317 avec un petit radiateur du type ML7 comme sur la photo ci-dessous.

Les liaisons de modulation pourront se faire avec du câble normal s'il s'agit de niveaux H.P. L'impédance d'entrée du montage est alors d'environ 470 k Ω .

Par contre, en niveaux 0 dB, l'impédance est ramenée à 10 k Ω , et les liaisons devront se faire impérativement avec du câble blindé.

On pourra d'ailleurs utiliser un câble unique blindé quatre conducteurs à la fois pour l'alimentation et les sorties B.F. qui iront vers le baladeur, le tout muni des prises correctes pour celui-ci.

A ce niveau c'est votre imagination qui peut vous faire trouver toutes les astuces

possibles et imaginables les mieux adaptées à votre véhicule.

Vous pouvez, par exemple, donner à ce câble une longueur suffisamment honnête pour permettre aux passagers placés à l'arrière du véhicule de choisir et régler la sonorisation, le tout sans se pencher dangereusement entre les deux sièges avant....

Pour revenir au câblage de plusieurs amplificateurs, cela peut se faire très simplement.

1 / Soit en récupérant le 12 Volts commuté au niveau du relais du premier amplificateur, 12 Volts qui sera mené au second amplificateur à l'aide d'un conducteur supplémentaire muni d'un fusible.

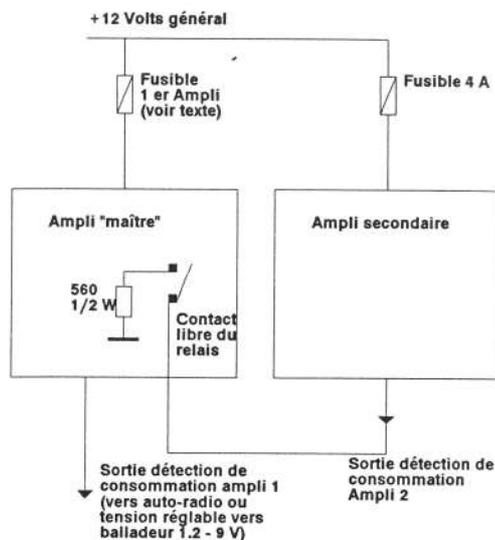
Cette façon de mettre en série les amplificateurs possède toutefois une limite, dans la mesure où le fusible du premier aura à supporter l'intensité consommée par les deux amplis.

Le second amplificateur ne doit plus alors obligatoirement être équipé de son système de détection de consommation puisque cette fonction est réalisée par l'amplificateur "maître".

2 / La seconde solution, donnant une meilleure répartition des courants consommés, consiste à monter les amplificateurs en parallèle.

Dans ce cas, on utilisera le contact libre du relais du premier amplificateur, qui, lors de la mise en marche, viendra mettre à la masse au travers d'une résistance de 560 Ω 1/2 Watt l'entrée détection de consommation du second amplificateur.

La mise sous tension du premier amplificateur viendra mettre à la masse la résistance de 560 1/2 Watt, créant ainsi une consommation que détectera le second amplificateur et éventuellement, ainsi de suite...., réaction en chaîne oblige..



Cette façon de câbler est représentée par le schéma ci-dessus pour plus de compréhension.

La photographie ci-dessous du montage terminé et mis en coffret montre le passage des câbles d'alimentation et haut-parleur vers l'arrière du coffret et la sortie vers le baladeur à l'avant. La fermeture du coffret nécessitera que l'on écarte légèrement son capot pour le passer au dessous du circuit imprimé.

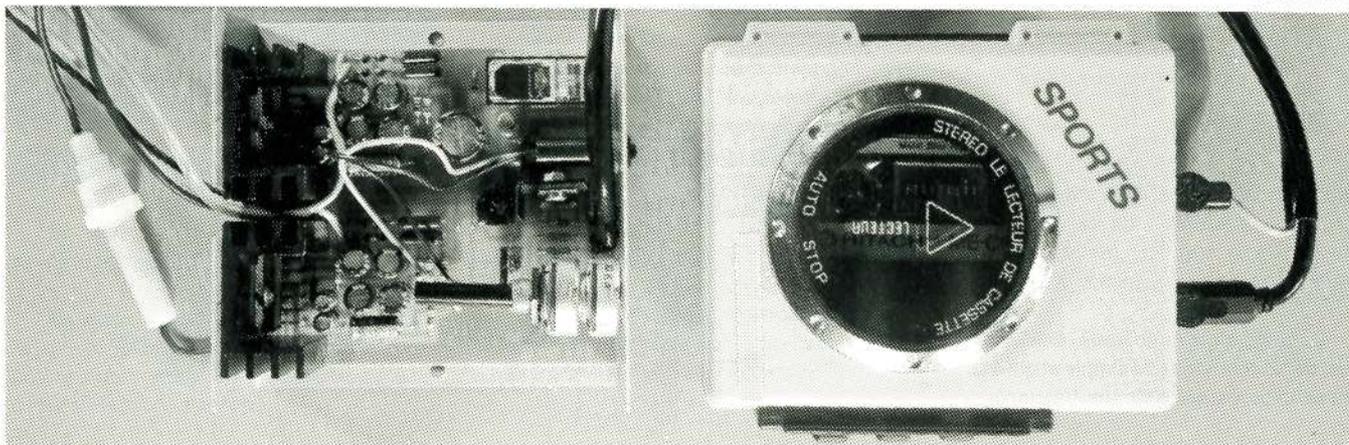
CONCLUSIONS

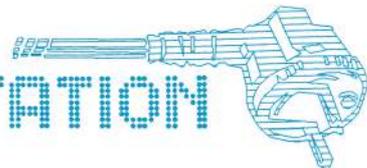
Si vous avez déjà vécu la triste expérience du véhicule abîmé et délesté de ses accessoires sonores, sans doute plus que quiconque, apprécierez-vous ce qui n'est, somme toute, qu'une idée de départ très simple.

"La tentation fait le larron", dit le proverbe : à l'opposé, la dissimulation des haut-parleurs (comme le permettent les véhicules actuels) ainsi que celle du ou des amplificateurs, ne laissant apparaître que quelques fiches anodines de raccordement, sont le gage d'économies tant au niveau de l'achat initial de matériel qu'au niveau des malus et franchises en tous genres.

En tout cas, bonne écoute...

J.TAILLIEZ





La tentation est grande, suite à l'article précédent sur le booster 2 x 20 Watts, de pouvoir l'utiliser à domicile.

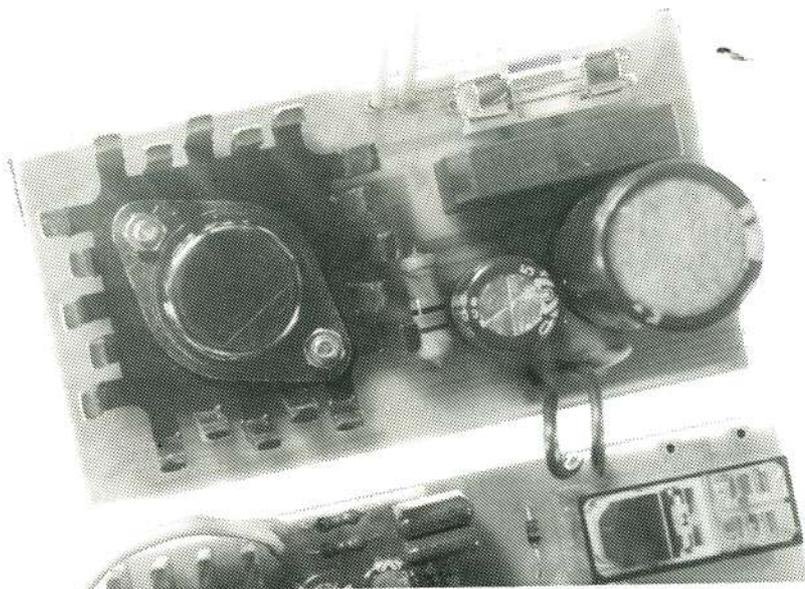
En effet, le mois de Mai passé et ce mois-ci, riches en ponts en tous genres et en fêtes sont synonymes également d'une période où ont lieu beaucoup de communions et événements divers. Les baladeurs F.M., K7 ou C.D. font souvent partie des listes de cadeaux qui accompagnent cette époque.

Pouvoir laisser s'exprimer, au niveau décibels, cette nouvelle source audio en équipant l'amplificateur stéréo vu précédemment d'une alimentation secteur, sera donc le but de cet article.

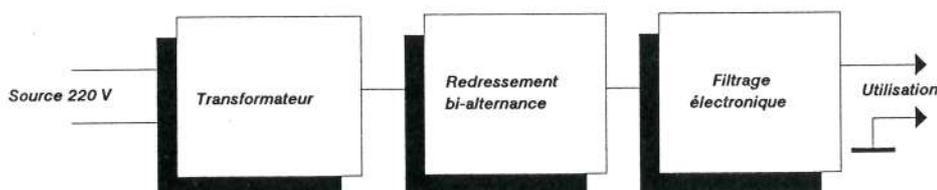
Pour cette alimentation, un schéma très simple sera utilisé.

En effet, pour rester dans l'esprit de la réalisation du booster, le coût de cette alimentation doit rester modique tout en ayant malgré tout des caractéristiques correctes.

Dans cette optique, il n'était pas envisageable de concevoir une alimentation régulée, car celle-ci suppose une différence minimum entre entrée et sortie d'un régulateur éventuel, entraînant des nécessités de refroidissement par un radiateur coûteux, etc....



SYNOPTIQUE



Afin de ne pas être dépaycé, un synoptique de cette alimentation, qu'il aurait été difficile de simplifier, montre la structure générale du montage.

Cette alimentation ne pouvait pas se limiter à un simple redressement et filtrage de la tension secondaire du transformateur.

Dans ce cas, en effet, la sensibilité relativement élevée de l'amplificateur, aurait eu à souffrir de la "ronflette" résiduelle à 100 Hz, inévitablement présente sur ce genre de montage.

Le choix s'est donc porté, encore une fois, sur un montage très simple et qui à fait ses preuves, qui est le filtrage électronique.

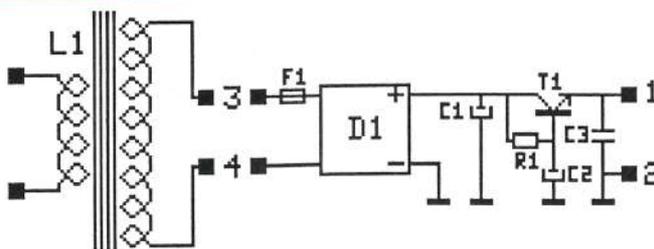
Sous cette "boîte noire" que représente actuellement le synoptique, se trouve ce montage que vous pourrez adapter et reproduire dans toutes vos réalisations où une tension régulée n'est pas indispensable, mais où le 100 Hz résiduel doit être absent.

Le schéma de détail représente en premier lieu un montage classique d'alimentation par transformateur et pont de diode. Le courant crête absorbé par l'amplificateur pouvant aller jusqu'à 4 Ampères, un premier filtrage sérieux par un 4700 uF / 25 Volts s'impose.

Un tel montage laisse toutefois une résiduelle de 0.5 à 1 Volt de ronfle, ce que va supprimer le montage formé par T1, R1 et C2.

Le principe de ce transistor monté en base commune est d'apporter pratiquement en filtrage une capacité égale à C2 multipliée par le gain en continu du transistor.

SCHEMA DE DETAIL



La résistance de polarisation de base de ce transistor, de faible valeur, oblige pratiquement celui-ci à être saturé en permanence. Elle doit donc pouvoir fournir le courant maximum de base que demandera ce composant en assurant un maintien de conduction correct (proche de la saturation).

La valeur de cette résistance pouvant être facilement calculée, puisque l'on connaît le courant collecteur maxi, le gain du transistor et la tension collecteur/émetteur espérée, il ne reste plus qu'à calculer la valeur du condensateur monté entre base et masse.

Ce jeu résistance / condensateur devra simplement posséder une constante de temps RC très supérieure à 10 mS afin d'assurer une continuité aussi parfaite que possible de la tension de base.

Ainsi, dans ce schéma, le produit RC donne une constante de temps de l'ordre de 22 mS et, si vous possédez un oscilloscope, vous pourrez juger de l'efficacité en mesurant en amont et en aval d'un tel montage. Conservez ce schéma en tête, il peut vous rendre de grands services.

Derniers points à ajouter : 1/ Le transistor ne dissipe que le strict minimum puisqu'il est maintenu pratiquement en permanence dans un état proche de la saturation, 2/ Si la charge de sortie est nulle, ce régulateur ne consomme lui-même aucun courant, par opposition aux régulateurs intégrés.

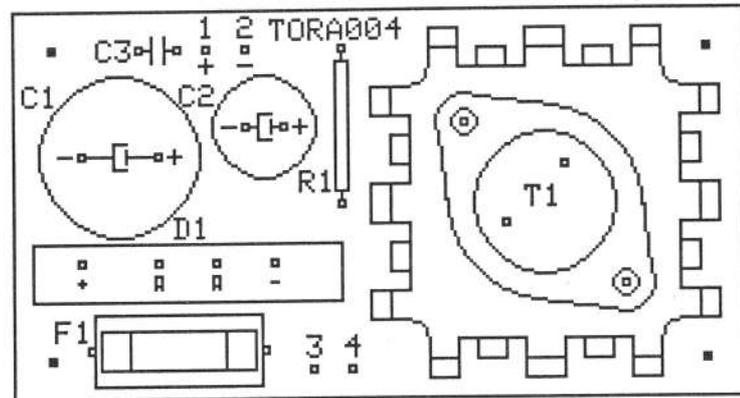
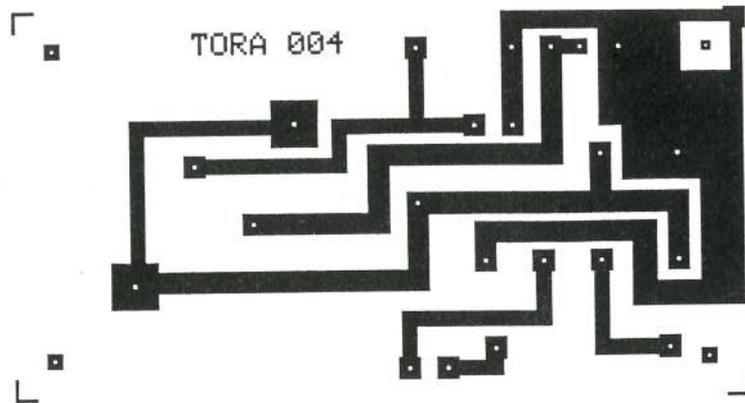
LISTE DES COMPOSANT

L1	Transfo 35VA 2 x 9Volts
D1	Pont 3A 40 Volts minimum
R1	47 Ω 2 Watts
C1	4700 uF 25 V Radial
C2	470 uF 25 V Radial
C3	0.1 uF Céramique
T1	2 N 3055 + Radiateur
F1	Fusible 4 Ampères temporisé Porte fusible C1 Fusible 1 Ampère temporisé dans le primaire du transformateur éventuellement.

REALISATION

La réalisation, compte tenu de la simplicité de ce montage, est très simple.

La dissipation de T1 ne dépassera jamais, au grand maximum, 6 à 8 Watts. On pourra donc utiliser un radiateur de plus petite taille si on le désire.



Avec ce type de radiateur par contre, prendre toujours la précaution d'isoler les deux pattes du TO3 avec des morceaux de gaine de fil de câblage.

Le circuit imprimé à l'échelle 1, est de même longueur que celui du booster 2X20W afin de se positionner le long de celui-ci.

Les liaisons d'alimentation tombent en face de celles de l'amplificateur, entrées que nous avons passé sous silence dans l'article sur le booster. Ces alimentations sont situées entre le bord de plaque et le relais RE1 (voir photo).

Le primaire du transformateur est prévu pour être alimenté en permanence, la télécommande d'alimentation du booster se chargeant de mettre les amplificateurs hors tension.

La consommation au repos sur le secteur est très réduite et se limite à environ 5 Watts. Cette puissance correspond au courant magnétisant du transformateur.

CONCLUSIONS

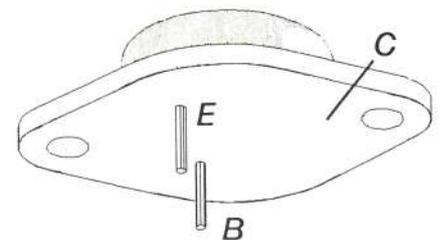
Cette alimentation non régulée peut être une base d'application pour tout autre montage que notre amplificateur pour lequel une tension non stabilisée mais correctement filtrée est nécessaire.

La tension à vide est de l'ordre de 13.2 Volts à vide pour descendre à 10 Volts à 3 Ampères.

Cette variation n'est en fait pas gênante pour des applications audio de puissance, pour lesquelles le courant varie sans cesse au rythme de la modulation mais où la résiduelle 100 Hz doit être la plus faible possible.

L'ensemble de ces deux montages, booster et alimentation secteur, vous permettra d'utiliser tout périphérique audio, alimenté entre 1.2 et 9 Volts, sans immobiliser la chaîne HI.FI. de la maison, avec tout ce que cela suppose comme adaptation de niveaux.

BROCHAGE 3055



J.TAILLIEZ



Un gradateur temporisateur de plafonnier

Si vous conduisez souvent de nuit, sans doute avez-vous déjà eu l'occasion de constater que l'éclairage intérieur de nos voitures n'est pas toujours placé là où il serait le mieux. De plus, rouler avec les plafonniers éclairés à 100 % se révèle assez gênant.

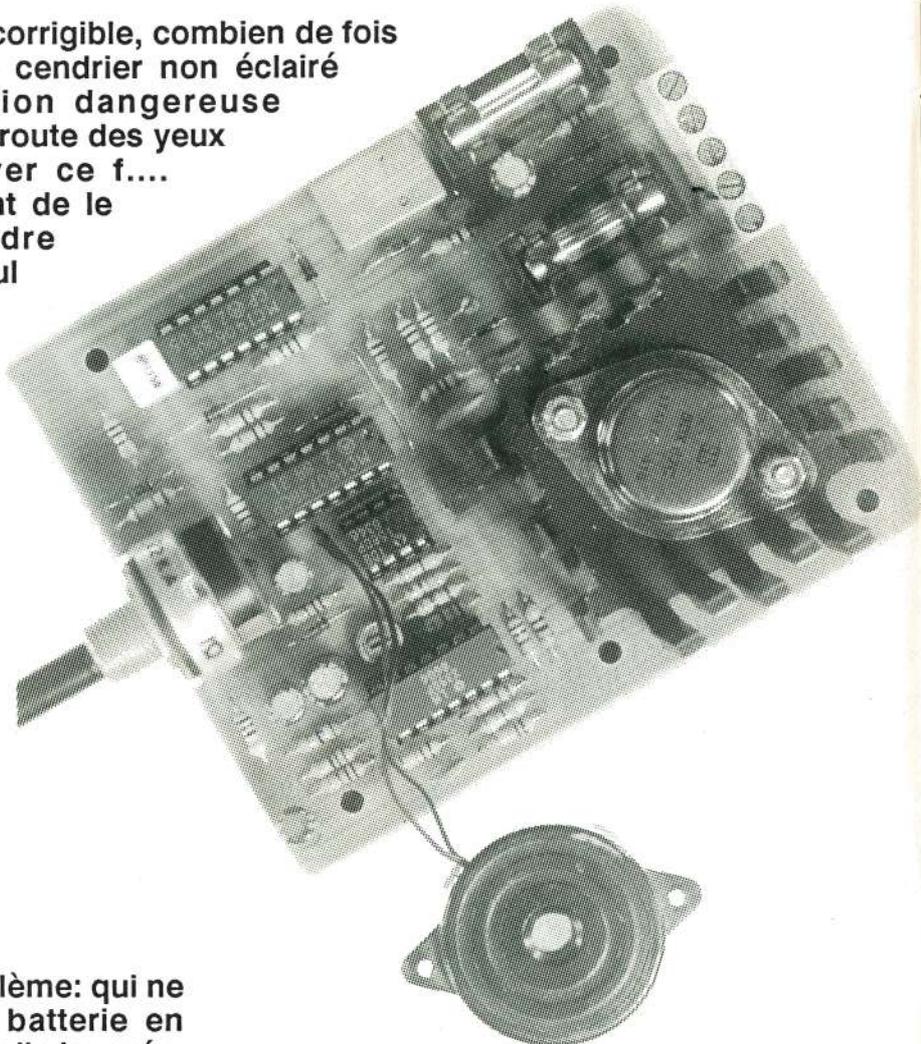
Si vous êtes en outre un fumeur incorrigible, combien de fois avez-vous sans doute cherché le cendrier non éclairé (Seulement en option), situation dangereuse puisqu'elle vous oblige à quitter la route des yeux quelques secondes pour trouver ce f.... accessoire. Vous étiez sur le point de le localiser ? : trop tard : la cendre rougeoyante est tombée Dieu seul sait où....

C'est en reprenant le véhicule le lendemain matin que vous mesurez l'ampleur des dégâts et salissures en tous genres. Pour peu que le constructeur ait eu la bonne idée de prévoir l'emplacement auto-radio sous ce cendrier, incliné vers le haut pour arranger les choses, et le transfert de fonction est effectué : vous possédez un auto-radio-K7-cendrier peu fiable, finalement, pas génial....

Il n'est pas indispensable d'être fumeur : trouver le ticket de péage et le moyen de paiement, seul, de nuit, en surveillant la file qui avance, tient quelque fois de l'acrobatie...

Pour la conduite de jour, autre problème: qui ne s'est pas retrouvé en panne de batterie en reprenant sa voiture le soir d'une belle journée, précédée toutefois d'un brouillard tenace, phares à moitié éteints et batterie "à plat". C'est une façon de faire varier l'éclairage me direz-vous, mais enfin....

Les fonctions assurées par le montage que nous allons voir ci-après seront donc multiples.



Trêves de plaisanteries. Le montage que nous allons décrire permet de compenser quelques lacunes provoquées par les listes interminables d'options de certaines marques.

Comme vous avez dû le comprendre, il permet de régler l'éclairage intérieur de votre véhicule de 0 à 100 % comme le ferait un gradateur d'appartement.

L'exemple du fumeur n'est pas limitatif: ainsi les "distraits" trouveront, grâce à ce montage, deux types d'alarmes transmises pendant cinq secondes environ par un mini buzzer :

- 1 / une alarme phare allumé qui n'est active que lorsque trois conditions sont réunies : phares ou veilleuses allumées, contact coupé et ouverture de la porte.
- 2 / Comme la fonction gradateur

permet de descendre l'éclairage intérieur jusqu'à zéro, une seconde alarme signale si celui-ci est en service, contact coupé et au moment de l'ouverture de la porte.

Enfin ce montage permet de temporiser l'extinction des plafonniers après fermeture de la porte de la façon suivante: dans un premier temps, éclairage



temporisé à 100 % puis descente progressive jusqu'à zéro.

Pour terminer les présentations, on peut ajouter que le montage se met automatiquement hors tension lorsqu'il a terminé ses différentes tâches afin de ne consommer aucun courant au repos.

Le potentiomètre de réglage est d'autre part prévu pour pouvoir être monté à distance du montage pour plus de facilités d'utilisation.

Point non négligeable qu'il faut enfin souligner: l'installation de ce montage ne demande aucune modification du circuit électrique d'origine du véhicule.

Seuls des prélèvements d'informations: contact, lumières, interrupteur de porte sont nécessaires. Les contacts de portes assurent toujours leur rôle d'allumage du ou des plafonniers: fonction indispensable pour assurer leur auto-nettoyage par le courant important d'allumage des lampes froides.

Toutes les entrées sont protégées soit par fusibles ou par des impédances élevées d'entrée.

Vous l'aurez deviné également, afin de limiter la dissipation et de pouvoir assurer un fonctionnement permanent en toute sécurité, la commande de puissance s'effectue par découpage du 12 Volts.

LE SYNOPTIQUE

Comme de coutume, le synoptique reprend de très près le schéma de détail que nous verrons par la suite.

Trois données sont nécessaires pour faire fonctionner ce montage :

- Une information de lumières allumées ou non
- Une information contact coupé ou non
- Une information ouverture de portière

Ces trois conditions réunies permettent d'activer la cellule "anti-distraktion" à savoir l'oubli des veilleuses ou des phares lorsque l'on ouvre la portière et que le contact est coupé.

Une information complémentaire est fournie à la partie alarme lorsque le gradateur est en fonctionnement afin d'obtenir une tonalité différente d'indication.

Cette alarme est, dans les deux cas, limitée à cinq secondes, les occasions d'être crispé au volant étant déjà assez nombreuses comme cela...

Un plus 12 Volts permanent vient alimenter l'ensemble du montage et passe

au travers d'une cellule qui fournira un 12 Volts commuté uniquement aux moments utiles.

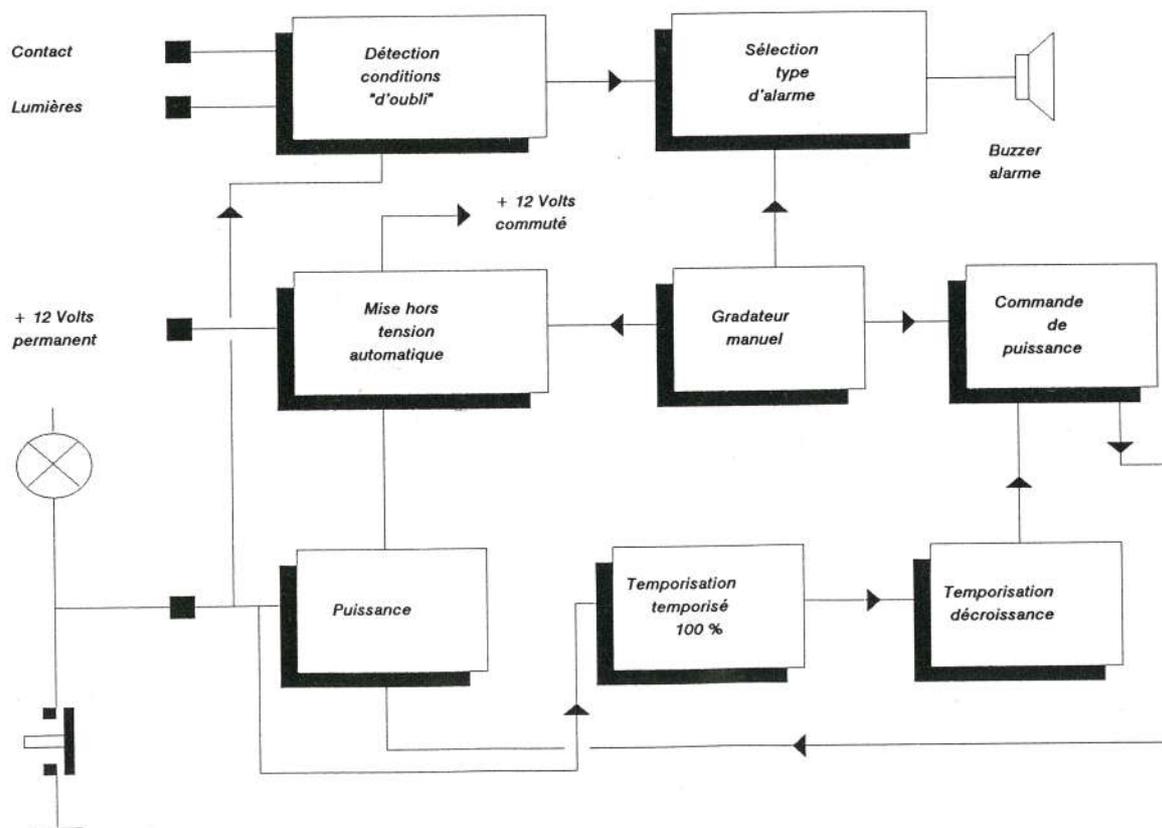
La consommation sur cette entrée 12 Volts est très limitée, maximum en fonctionnement une trentaine de milliampères, et peut donc être récupérée sur l'allume cigare ou une sortie 12 Volts permanent destinée, par exemple, à la mémoire de l'auto-radio.

Cette cellule commande d'alimentation est sollicitée par trois commandes:

- L'ouverture de la porte
- Le fonctionnement de la partie puissance
- Le gradateur manuel en fonctionnement.

Exemple: l'ouverture de la portière provoque l'allumage du plafonnier et met le montage sous tension. Lorsque la porte sera refermée, l'étage de puissance assurera la temporisation du plafonnier puis la décroissance progressive de cet éclairage.

Pendant tout ce temps, la puissance assure également le maintien de la commande d'alimentation qui ne sera totalement coupée qu'environ une demi-seconde après l'extinction totale de l'éclairage.



L'ouverture de la porte initialise également la remise à zéro des deux temporisations de plafonnier.

Ces deux temporisations, à savoir celle d'éclairage à 100 % et la décroissante, démarrent à la fermeture de la porte.

La première temporisation assure le maintien de l'éclairage 100 % pendant un temps ajustable, allant de une à environ trente secondes (réglable par un ajustable sur le circuit imprimé).

Lorsque cette temporisation est terminée, la seconde temporisation entre en action et vient diminuer l'éclairage progressivement de 100 % vers zéro.

Quand ce cycle est terminé l'alimentation est enfin coupée afin de ne consommer aucun courant au repos.

Le gradateur manuel assure lui aussi la mise sous tension du montage et attaque la commande du transistor découpeur de puissance.

L'ensemble du montage ne réclame donc au total que cinq liaisons, qui pourront être réalisées en section faible de câblage.

Seule les liaisons de masse et de contact de porte, qui auront à supporter le courant des lampes de plafonnier, devront être des liaisons de section adaptée. Le courant maxi prévu sur la sortie est de l'ordre de 8 Ampères, une protection limite de 10 Ampères est assurée par fusible.

SCHEMA DE DETAIL

Ce schéma comprend au total quatre circuits intégrés pour assurer toutes les fonctions du montage.

- Un LM339 pour les temporisations, le comparateur et l'oscillateur de découpage
- Un LM358 monté en suiveur (l'autre moitié n'est pas utilisée)
- Un MOS 4073 et un 4069 pour la gestion de la partie logique d'alarme.

ALIMENTATION AUTOMATIQUE

L'alimentation automatique est gérée par T1. Ce transistor n'est conducteur que lorsque sa base est parcourue par un courant allant vers la masse du montage.

Ce courant existe au travers de R26 et R28 quand la porte est ouverte ou lorsque le transistor T3 de puissance est conducteur.

La tension sur le collecteur de T3 étant un découpage du 12 Volts à environ 3 kHz, D7 et C8 assurent le maintien de la conduction même lorsque le rapport cyclique du découpage devient très faible.

Ce courant de base de T1 peut également être généré par R21 et l'interrupteur de P1, commande manuelle du gradateur.

R27 assure le blocage franc de T1 quand aucune des trois conditions précédentes n'existe.

Ce transistor commande un mini-relais qui fournit le 12 Volts commuté de l'ensemble du montage

Ce 12 Volts de travail est isolé et filtré par D5 et C1.

LOGIQUE D'ALARME

Les transistors n'étant jamais parfaits, il n'y a aucune raison pour que T3 échappe à la règle.

Cela veut dire en clair que lorsque T3 est parcouru par le courant du ou des plafonniers, qui peut aller jusqu'à 5 ou 6 Ampères, sa tension collecteur/émetteur n'est pas nulle. En fait, comme il s'agit d'un DARLINGTON, BDX67C, son Vce de saturation est de l'ordre de 1 Volts.

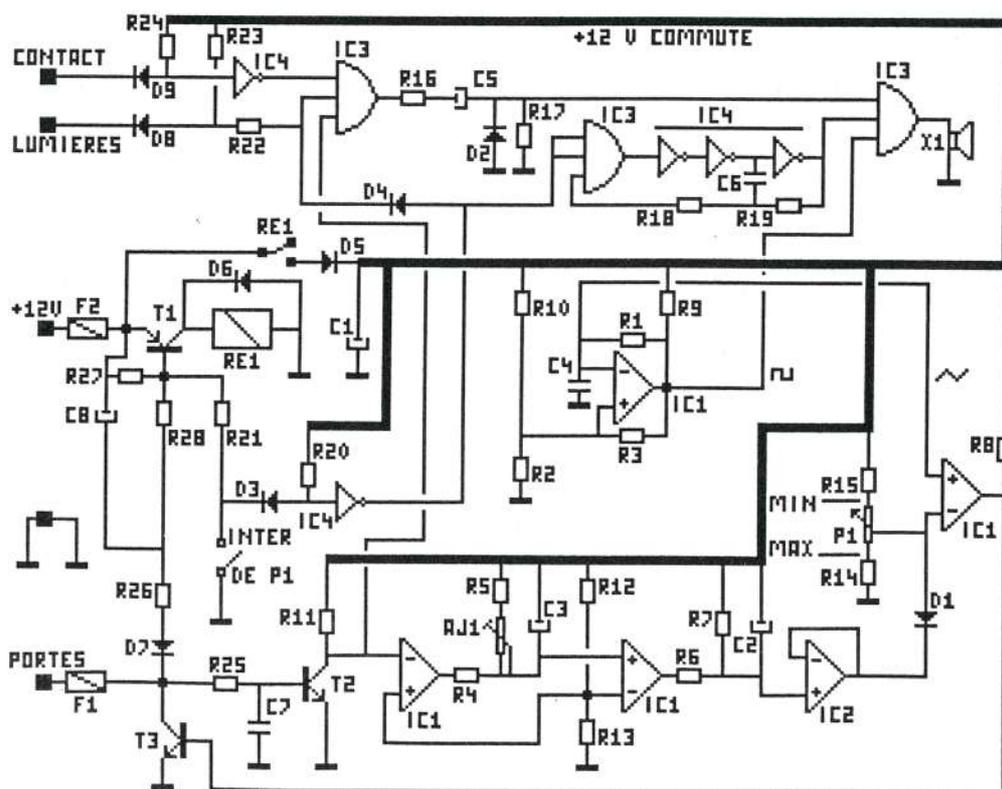
Le montage devant s'intégrer sans modification du câblage d'origine de la voiture, c'est cette tension résiduelle de saturation que va utiliser T2 pour savoir si la porte est ouverte ou fermée.

Lorsque la porte est ouverte, le contact est assuré par l'interrupteur de porte et donc, un contact (en principe) de bonne qualité. La tension sur le collecteur de T3 est dans ce cas au pire de 100 à 500 mV, tension en partie due à la résistance du faisceau électrique et au contact de porte lui-même.

Schéma complet du gradateur/temporisateur/ alarme phares.

4 circuits intégrés et 3 transistors assurent l'ensemble des fonctions de ce montage.

Le trait épais indique le + 12 Volts commuté par l'alimentation automatique.



Cette tension est, en tout cas, insuffisante pour polariser la base de T2. On retrouve donc un "1" logique sur son collecteur.

Lorsque la portière est refermée, c'est T3 qui prend le relais pour maintenir le plafonnier allumé. La tension sur son collecteur passe alors à environ 1 Volt.

Cette tension est amplement suffisante pour faire comprendre à T2 qu'il s'est passé quelque chose, ce qu'il fait en se saturant et en fournissant alors un "0" sur son collecteur.

Le réseau R25, C7 évite à ce transistor d'avoir des doutes sur ce qu'il doit faire quand T3 est en mode découpage.

En tout cas, le tour est joué. Sachant quand la porte est ouverte et quand elle vient de se refermer, T2 peut donc se charger d'initialiser les deux temporisations et la partie alarme.

Pour que cette alarme soit activée, il faut que les trois entrées du ET (en haut à gauche du schéma, IC3) soient à "1".

La première entrée est fournie par T2 quand la porte est ouverte, la seconde est à "1" si les veilleuses ou phares sont allumés (le "0" logique étant assuré par les filaments eux-même de ces accessoires gourmands) et enfin que le contact soit coupé: "0" qu'il suffit de transformer en ce qu'il faut par un inverseur.

Les trois conditions étant réunies pour s'apercevoir qu'il y a une potentialité d'oubli, la sortie de IC3 passe à "1".

Ce passage à "1" est transmis par C5 à la porte de sortie de IC3 (en haut à droite) pour activer le buzzer.

Les deux autres entrées de cette porte reçoivent du 3 kHz fourni par l'oscillateur de gradateur que nous verrons par la suite, et un niveau "1" constant fourni par IC4.

Dans ce cas d'oubli, l'alarme sera donc un BIP continu de 5 secondes, limitation dans le temps obtenue par la charge de C5.

ALARME GRADATEUR

Dans le cas de l'oubli du gradateur, il faut également prévenir le distract.

Lorsque ce gradateur est en service, l'inter de P1 est, par définition, fermé.

Cet état, après inversion, nous fournit le "1" logique nécessaire pour activer un

oscillateur que nous avons honteusement passé sous silence précédemment.

Cet oscillateur est constitué par trois inverseurs de IC4 et la troisième porte de IC3 (toujours en haut du schéma, mais cette fois-ci, au centre).

Ce nouvel oscillateur fournit un signal à environ 0.5 Hz, permettant d'obtenir un BIP discontinu, différentiable avec un peu d'attention, de celui obtenu précédemment.

Pour obtenir la durée avant énerverment de 5 secondes, la diode D4 vient tromper la commande lumière et assure ainsi une alarme gradateur seulement dans le cas où il est en fonction, contact coupé et porte venant de s'ouvrir.

RETARDATEURS / GRADATEUR

Ces fonctions à vocations analogiques sont confiées au LM339.

Le "1" logique fourni par T2 à l'ouverture de la porte, permet de charger très rapidement C3 au travers de R6 et par réaction en chaîne, C2 au travers de R6.

Le coté négatif de C2 est pratiquement au potentiel de la masse, potentiel suivi par IC2 et transmis par D1 au curseur du gradateur.

Le gradateur se retrouve donc en position MAXI et la dernière porte de IC1 vient saturer le transistor de puissance T3, prêt à prendre le relais de l'interrupteur de porte.

C'est ce qu'il fait au moment où celle-ci se ferme, mais en y ajoutant environ 1 Volt de saturation. T2 se sature alors, permettant à la première porte de IC1 de relâcher C3 qui, à son tour, se décharge au

travers de R5 et AJ1: C'est la phase de temporisation 100%.

Arrivé au seuil défini par R12 et R13, c'est la deuxième porte de IC1 qui se libère, permettant à C2 de se décharger progressivement au travers de R7.

Le potentiel au point commun R6, R7 remonte alors lentement vers le plus 12 Volts, information que transmettent IC2 et D1, ce qui correspond, vous l'aurez deviné, à une diminution progressive de l'éclairage.

Pour résumer, C5 détermine donc la durée de 5 secondes d'alarme et C2 la durée d'extinction en progressif de l'éclairage. Ces deux composants pourront donc être modifiés, au niveau de leurs valeurs, si vous désirez d'autres durées.

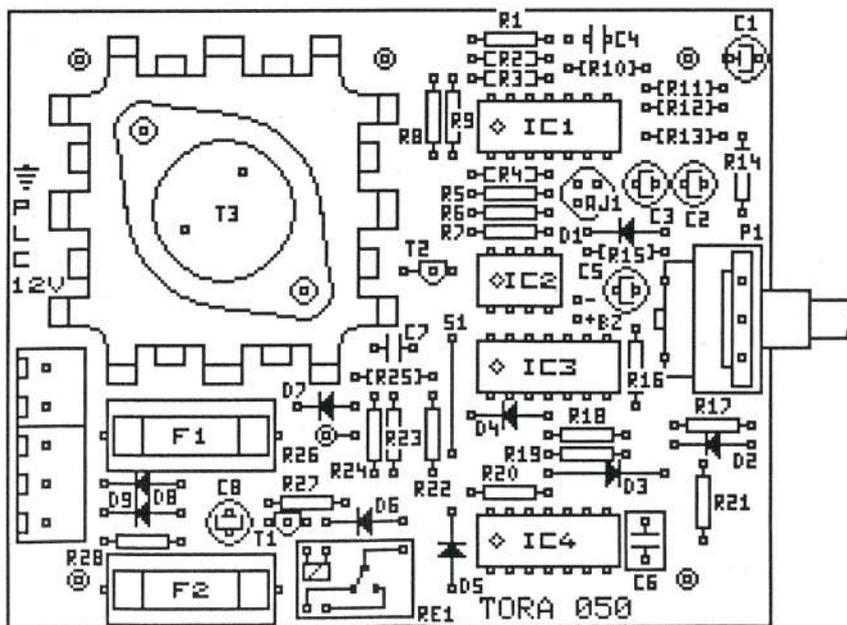
GRADATEUR

Là encore vous l'avez sans doute deviné, pour obtenir un rapport cyclique variable à l'aide d'une tension continue, il suffit de comparer cette tension à une dent de scie fixe.

C'est la quatrième porte de IC1, au centre du schéma, qui constitue ce générateur de dent de scie à 3 kHz. Cette dent de scie est prélevée sur C4 et le carré disponible sur la sortie est utilisé pour le buzzer d'alarme comme nous l'avons vu plus haut.

REALISATION

Le circuit imprimé est relativement compact comme le montrent les figures de la face cuivre (Echelle 1) et d'implantation des composants.



Le montage est prévu pour s'insérer et se fixer dans un coffret 114PM de MMP.

Une précaution de montage importante est à signaler au niveau de T3: dont le type de radiateur utilisé est, en général, prévu pour plusieurs types de transistors : TO220, TOP3, TO3, etc...

Pour cette raison, les perçages de fixation du TO3 sont des trous oblong et le radiateur peut bouger facilement autour de sa position correcte.

Pour éviter tout contact de ce radiateur avec les pattes du TO3, on aura tout intérêt à équiper celui-ci de deux "chaussettes" de 1 mm de long environ, réalisées artisanalement à l'aide de gaine de câble de 1.5 mm² de section.

Noter que pour une utilisation plus agréable et pour ne pas encombrer le tableau de bord du véhicule, le potentiomètre P1 avec interrupteur peut être monté à distance du circuit imprimé.

Il suffira pour extraire le potentiomètre du montage, d'utiliser un câble blindé à 4 conducteurs. Le blindage sera utilisé pour le point de masse de l'interrupteur de P1.

On notera également que c'est dans ce but qu'aucune alimentation + 12 Volts ne circule dans le câble blindé. Ceci afin d'éviter tout incident en cas de coupure ou cisaillement accidentel et mise à la masse de cette liaison

L'utilisation de borniers pour les sorties facilitera la connexion du montage terminé sur le faisceau de la voiture

LISTE DES COMPOSANTS

Toutes les résistances sont des 1/4 W

5 %.

R1	330 K Ω
R2	470 K Ω
R3	330 K Ω
R4	680 Ω
R5	39 K Ω
R6	680 Ω
R7	470 K Ω
R8	820 Ω
R9	10 K Ω
R10	1;2 M Ω
R11	10 K Ω
R12	3;3 K Ω
R13	3;9 K Ω
R14	2;7 K Ω
R15	10 K Ω
R16	1 K Ω
R17	680 K Ω
R18,R19	100 K Ω
R20 à R24	10 K Ω
R25	82 K Ω
R26	4;7 K Ω
R27,R28	10 K Ω
C1	10 uF 25 V Radial
C2	22 uF 25 V Radial
C3	47 uF 25 V Radial
C4	470 pF Céramique
C5	10 uF 25 V Radial
C6	1 uF 63 V Pas 5.08
C7	33 nF Céramique
C8	47 uF 25 V Radial

D1 à D9

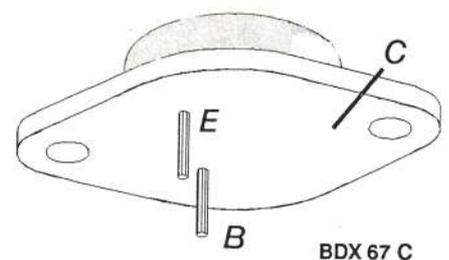
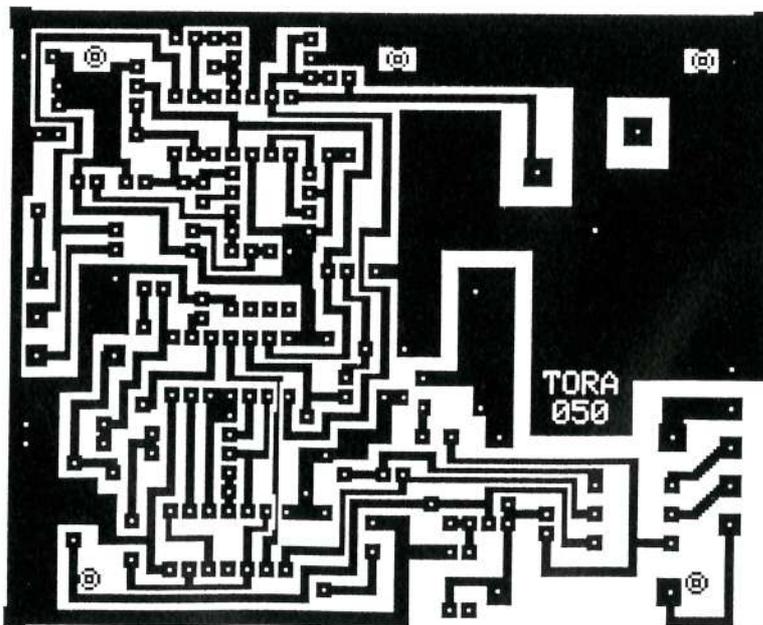
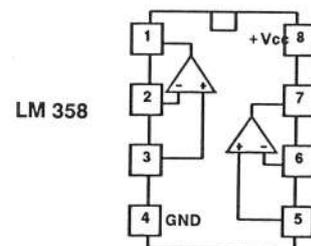
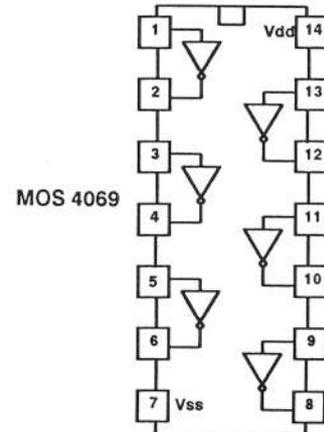
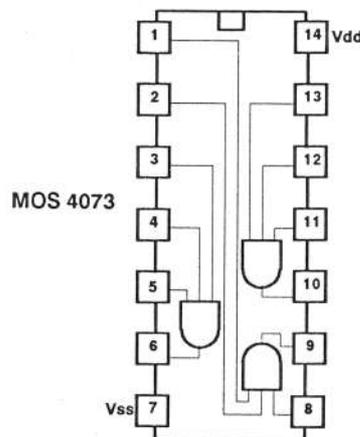
1N4148

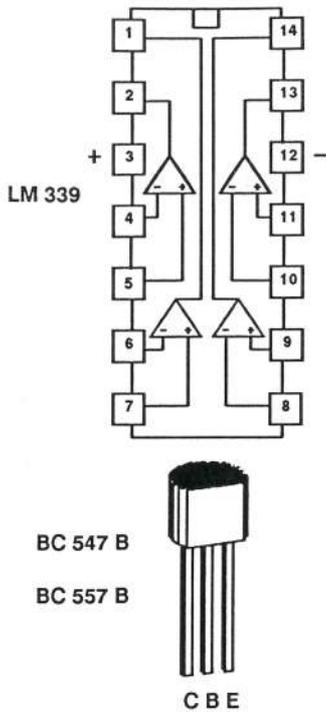
T1	BC557B
T2	BC547B
T3	BDX67C
IC1	LM339
IC2	LM358
IC3	MOS 4073
IC4	MOS 4069
P1	22 K Ω Linéaire avec inter
F1	10 Ampères rapide
F2	1 Ampère RAPIDE
RE1	Relais OUAZ-SH-112D
AJ1	500 K Ω Beckman 82PR

1 Buzzer piézo
1 Radiateur tulipe TO3
1 Bornier 2 plots
1 Bornier 3 plots
2 Supports fusibles pour CI
3 Supports CI 14 broches
1 Support CI 8 broches vis écrous

facultatif : 1 boîtier MMP 114 PM et câble blindé 4 conducteurs.

BROCHAGES





devenir muet, pour signaler une alarme potentielle de phares allumés.....

L'entrée "P" de commande de plafonnier est disponible sur les montants des portes avant ou au niveau du plafonnier lui-même.

Le retard à l'extinction des plafonniers pouvant être mené jusqu'à plus de trente secondes, cette durée peut dépasser le seuil de temporisation de certains systèmes d'alarmes.

La solution consiste à récupérer dans le montage le passage à zéro du 12 Volts commuté pour informer l'alarme du réel départ du délais de sortie du véhicule.

La photographie ci-dessous du montage terminé et mis en coffret montre le peu de place qu'occupe l'ensemble du montage. Il sera donc relativement aisé de lui trouver un emplacement sous la planche de bord ou dans les habillages d'ailes.

Pour plus d'efficacité, le buzzer pourra être collé à l'extérieur ou sur l'une des

façades du coffret, profitant de celui-ci pour utiliser son effet de résonance.

CONCLUSIONS

L'ensemble de ces options (hors constructeur) que nous venons de voir représente un investissement de l'ordre de 200 à 250 Francs environ ainsi que de l'ordre de deux à trois heures de réalisation et d'installation.

C'est une somme que l'on retrouve finalement assez rarement dans les longues listes d'options dont nous parlions au début de cet article, et que proposent les sus-dits constructeurs.... D'autant que ce genre de temporisateur à extinction progressive, n'est pas extrêmement courant.

Nul doute que ce genre de montage, à la fois utile à la sécurité et évitant les désagréments de la distraction, éveillera la curiosité de vos futurs passagers..

RACCORDEMENTS

Pour des raisons de place, les repères de raccordement de ces sorties sont placés à côté du radiateur de T3 et dans l'ordre des bornes:

- P : Inter de porte
- L : connexion des veilleuses
- C : connexion de contact
- 12V : +12 Volts permanent

Rappel: seules les connexions de masse et de la borne "P" nécessitent une forte section de câble dans la mesure où le courant pouvant y circuler est celui des plafonniers (3 à 10 Ampères).

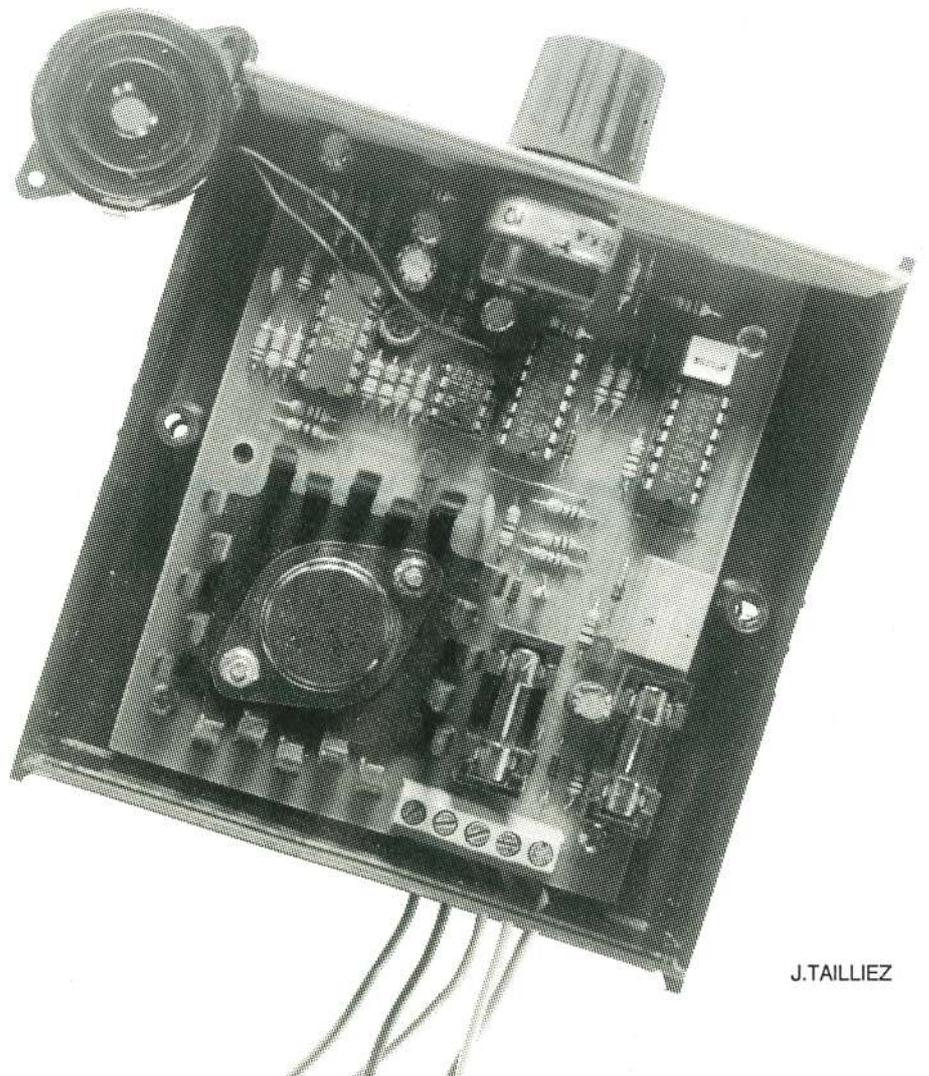
Vu les faibles courants utilisés pour les autres bornes, on pourra câbler le +12 permanent sur la broche centrale de l'allume cigare.

Celui-ci est généralement cerclé par une couronne en plastique éclairée qui sera idéale pour récupérer l'information d'allumage des veilleuses.

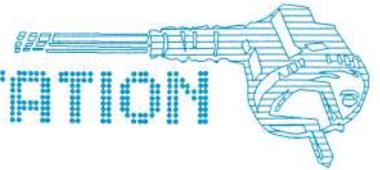
Toute autre luciole à proximité du tableau de bord peut, évidemment, également convenir.

Enfin, l'entrée contact pourra facilement être connectée au faisceau destiné à alimenter l'auto-radio.

L'avantage de cette sortie est d'être alimentée en position "garage" (contact coupé mais volant non bloqué), et de passer à "0" lors de l'extraction des clefs : moment idéal où l'auto-radio vient de



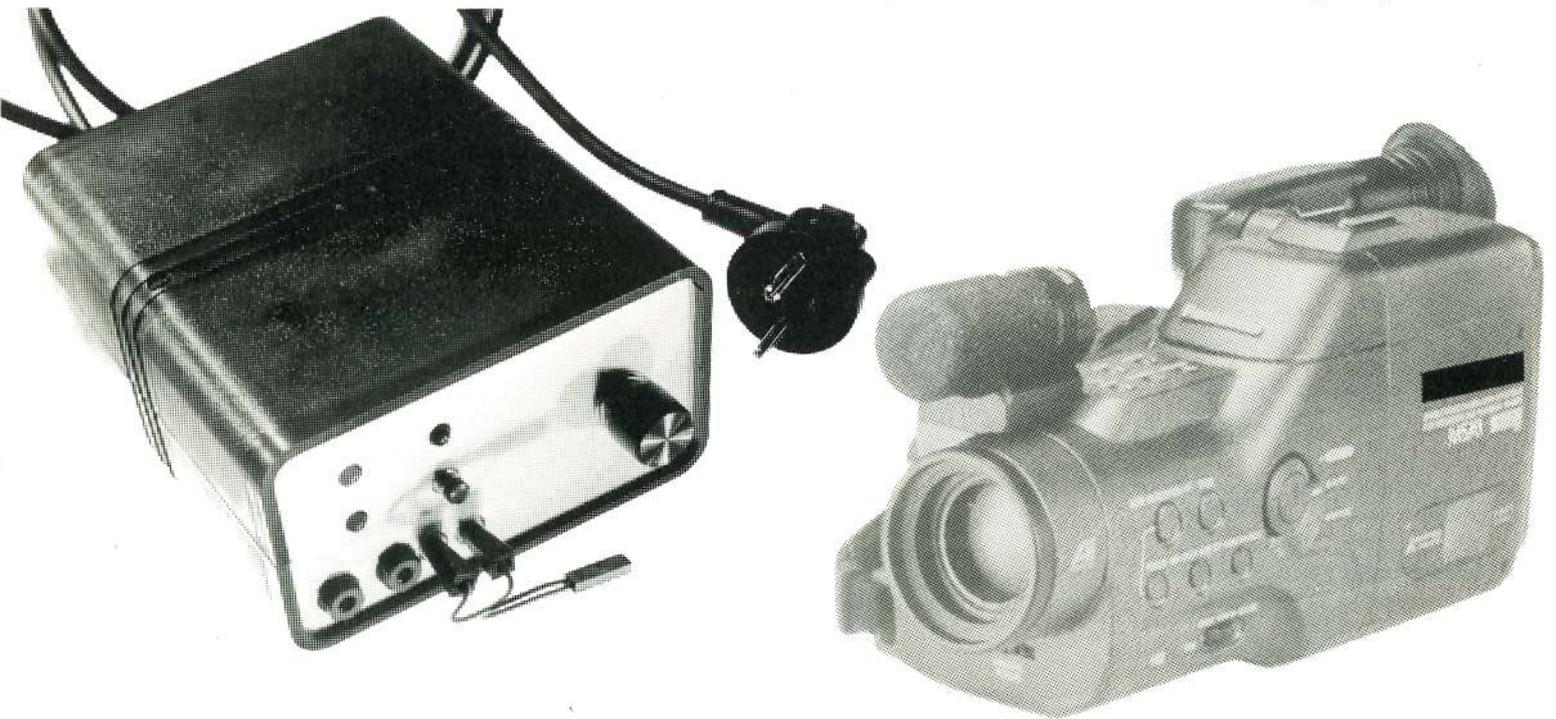
J.TAILLIEZ



UN CHARGEUR MULTI-CALIBRES AUTOMATIQUE

Le développement du marché de l'électronique domestique portable nécessite l'emploi de plus en plus fréquent d'accumulateurs de fortes capacités au cadmium-nickel (CD-NI). Ces derniers subissent de ce fait une amélioration constante et autorisent le plus souvent une charge rapide, bien pratique pour récupérer rapidement l'usage du caméscope ou du lecteur laser. Ils sont aussi très présents en modélisme.

Nous avons déjà abordé ce sujet dans notre numéro 2 en traitant du chargeur à courant constant. Ce projet reprend la même philosophie en automatisant l'arrêt de la charge rapide par détection de température, en permettant la sélection de 6 calibres de charge rapide et 6 calibres de charge lente et en assurant une charge d'entretien en fin de charge rapide.



Résumé des caractéristiques

Chargeur à courant constant : maxi 1 Ampère sous 9 volts (extensions possibles)

Alimentation : secteur 220 V 12 Watts

Sélection de 12 calibres de charge par rotacteur 6 positions (de 10 mA à 1 A)

Mise en charge rapide par poussoir

Arrêt de charge rapide par détection thermique sur le pack d'accus et passage en charge lente d'entretien (IC/10)

Visualisation d'états par 3 LED en façade

Coffret adapté : MMP 115PM (plastique) ou ESM EB11/08 (métallique)



Rappels sur les accus

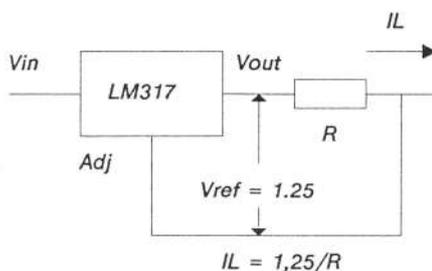
Un accu CD-NI classique doit être chargé par un courant dont l'intensité ne doit pas dépasser, en charge lente, le dixième de sa capacité nominale, et ce durant environ 14 heures (soit 120 mA pour une capacité de 1,2A). La charge rapide est autorisée sur la plupart des accus de fabrication récente et c'est en général précisé par le fabricant sur l'accu lui-même (intensité et durée). Durant cette charge rapide, l'accu s'échauffe énormément, la durée maximale autorisée ne doit pas être dépassée et une surveillance toute particulière est fortement conseillée. En effet, un maintien accidentel en courant élevé peut provoquer une explosion par élévation de température excessive. C'est fort dommageable et très dangereux.

Aussi la détection thermique permet-elle de s'affranchir de cette contrainte, d'assurer un arrêt automatique de la phase RAPIDE et de poursuivre un entretien en charge lente, sans risque pour l'accu et l'environnement.

Rappels sur le LM317

Nous avons très largement étudié ce type de régulateur dans notre numéro 2 (Février 91) et nous vous conseillons d'y jeter un coup d'oeil attentif (votre culture générale s'en félicitera).

Nous utilisons ici la propriété essentielle du LM317 qui est de maintenir entre sa sortie Vout et sa broche Adj une tension de référence constante, de l'ordre de 1,25 Volts. En plaçant une résistance R dans cette boucle de régulation, on obtient de par la loi d'OHM $IL = 1,25/R$. En faisant varier R on fera donc varier IL, et ce indépendamment des tensions d'entrée et de sortie, à condition que la différence de tension Vin-Vout soit toujours supérieure à 3 Volts.



Le LM317T (boîtier TO220) accepte une tension d'entrée maximale de 40 volts et un courant maxi de 1,5 A. Son coefficient de dissipation thermique jonction boîtier est de 4 °C/W.

Le schéma proposé

La sélection de calibre d'intensité de charge est confiée à un rotacteur 2 circuits 6 positions : 1 circuit de charge rapide et 1 circuit de charge lente (ou entretien). Le basculement d'un circuit à l'autre est assuré par un relais 2RT dont 1 contact repos est relié à la résistance sélectionnée du circuit lent par l'intermédiaire du curseur B du rotacteur et le contact travail à la résistance correspondant du circuit rapide (curseur A). Le contact commun est ainsi relié à la broche ADJ du régulateur et constitue la sortie en courant constant du montage. Les douze résistances sont toutes reliées, d'une part à la sortie Vout et d'autre part chacune à l'un des douze contacts du sélecteur.

L'autre série de contacts du relais assure son auto-maintien tant que la boucle de contrôle thermique reste fermée. Le relais est alimenté par la tension filtrée

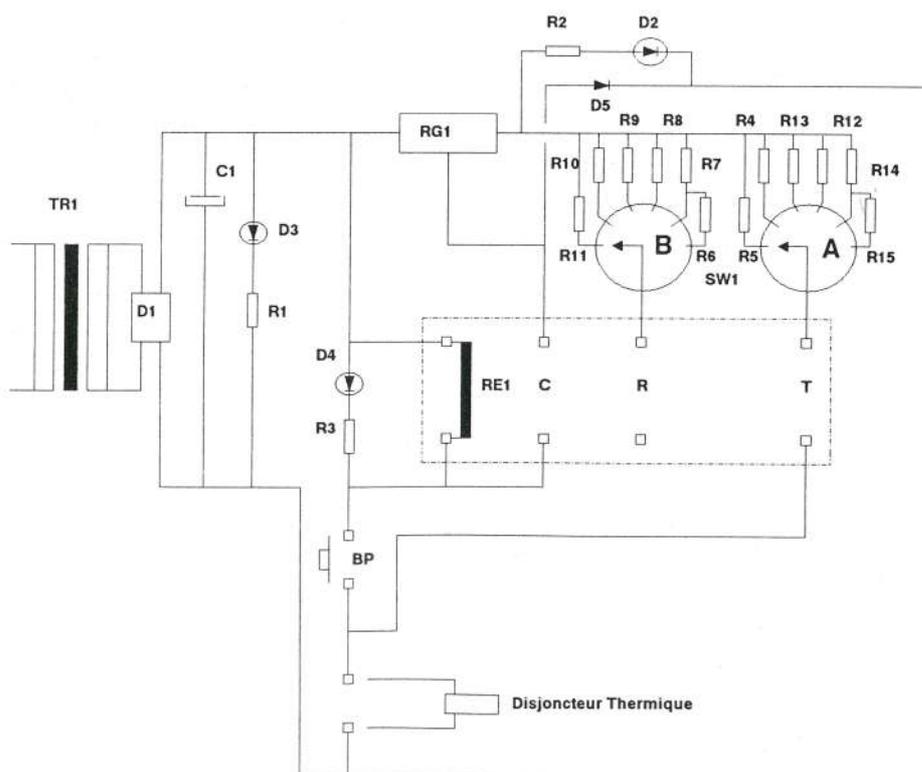
(prise en amont du régulateur) et un pousse contact en série sur la ligne de masse permet de le mettre en fonction.

Le contrôle de température est confié à un disjoncteur thermique calibré. Il en existe de nombreux types dépendant de l'application finale. Celui que nous avons sélectionné accepte un courant de plus d'un Ampère, s'ouvre pour une température choisie de 70 °C et se réarme vers 65 °C. Son boîtier métallique allongé permet de le glisser facilement sous la gaine d'un pack ou de le plaquer contre un accu à l'aide d'un élastique large.

L'alimentation est assurée à partir du secteur par un transformateur classique 2 x 6 Volts 12 VA dont les enroulements seront reliés ensembles pour donner 12 Volts. Le redressement est assuré par un pont D1 de 1,5 A et le filtrage par un condensateur C1 de 1000 µF 25 V.

La visualisation des différentes phases de fonctionnement est assurée par 3 LED :

-D3 et R1 sur la tension filtrée pour indiquer que le montage est bien sous tension.



-D4 et R3 en parallèle sur la bobine du relais pour signaler la charge rapide en service.

-D2 et R2 pour témoigner de la circulation d'un courant de charge. La diode D5 est d'ailleurs implantée surtout pour assurer une chute de tension suffisante pour pouvoir alimenter cette LED témoin.

Les résistances de calibres (R4 à R15) sont calculées selon la formule $R = 1,25 / IC$ pour obtenir environ les courants suivants :

Calibre 1	Rapide : 1 A - R5 $1,2 \Omega$ 2 W	Lente : 100 mA - R11 12Ω 1/4 W
Calibre 2	Rapide : 800 mA - R4 $1,5 \Omega$ 2 W	Lente : 80 mA - R10 15Ω 1/4 W
Calibre 3	Rapide : 600 mA - R13 $2,2 \Omega$ 1 W	Lente : 60 mA - R9 22Ω 1/4 W
Calibre 4	Rapide : 400 mA - R12 $3,3 \Omega$ 1 W	Lente : 40 mA - R8 33Ω 1/4 W
Calibre 5	Rapide : 200 mA - R14 $6,2 \Omega$ 1/2 W	Lente : 20 mA - R7 62Ω 1/4 W
Calibre 6	Rapide : 100 mA - R15 $6,2 \Omega$ 1/2 W	Lente : 10 mA - R6 62Ω 1/4 W

Pour ce dernier calibre, la mise en série de R14 et R15 (et de R7 et R6) donne la bonne valeur de la résistance totale nécessaire au courant choisi.

Vous pouvez à loisir et selon vos besoins, modifier bien sûr ces valeurs en vue d'applications personnalisées.

Liste des composants

R1,R3	$1 K\Omega$ 1/4 W
R2	47Ω 1/4 W
R4	$1,5 \Omega$ 2 W
R5	$1,2 \Omega$ 2 W
R6,R7	62Ω 1/4 W
R8	33Ω 1/4 W
R9	22Ω 1/4 W
R10	15Ω 1/4 W
R11	12Ω 1/4 W
R12	$3,3 \Omega$ 1 W
R13	$2,2 \Omega$ 1 W
R14,R15	$6,2 \Omega$ 1/2 W

C1 chimique radial 1000 uF 25 volts

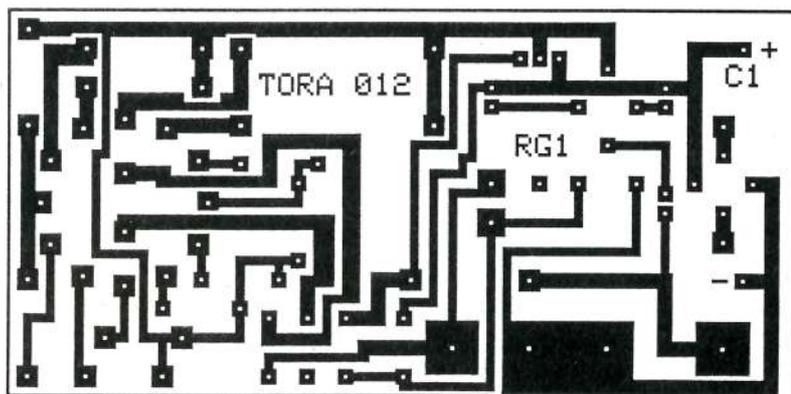
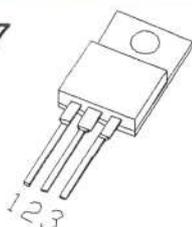
D1	pont de diode 1A5
D2	LED 5 mm jaune
D3	LED 5 mm verte
D4	LED 5 mm rouge
D5	diode 3A type BY251
RG1	LM317T

RE1	relais 2RT 12 V type TRK2221
SW1	rotacteur 2C 6P pour CI
BP	poussoir pousse-contact
DJT	disjoncteur thermique 70°C
TR1	transformateur 2x6 V 12 VA

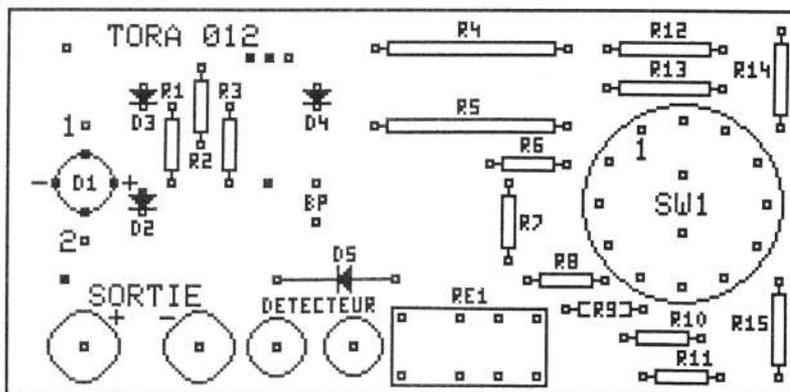
1 refroidisseur type ML33 (7W)
 2 bananes chassis diam 4 mm (1 rouge
 1 noire)
 2 bananes chassis diam 2 mm
 1 entretoise nylon de 5 mm
 1 vis + écrou métallique de 3 mm
 1 coffret (MMP ou ESM)
 Divers quincaillerie de finition. (fusible et câbles)

LM 317

1 ADJ
 2 Vout
 3 Vin



Circuit imprimé coté cuivre à l'échelle 1



Sérigraphie à l'échelle 1

La réalisation

Le circuit imprimé

Il est conçu pour servir de contre façade dans les types de boîtiers proposés et supporte ainsi l'ensemble des composants (sauf le transfo bien entendu). Les emplacements de R4 et R5 sont prévus pour des résistances jusqu'à 5 W et ceux de R12 à R15 pour 2 W.

Les sorties sont percées pour bananes châssis de diamètre 4 mm directement implantées sur le CI et qui serviront d'ailleurs à fixer celui-ci sur la façade.

Les bornes de connexion du disjoncteur thermique (forcément externes) sont calibrées pour des châssis diamètre 2 mm à souder également sur le CI.

Pour des raisons d'encombrement évidentes, le régulateur (et son refroidisseur surtout), ainsi que C1, seront implantés sur la face cuivre, à l'arrière donc.

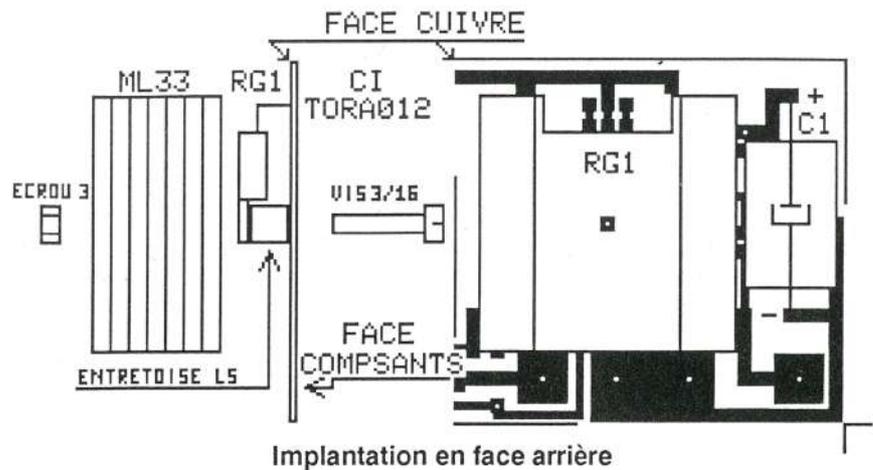
Le montage

On commencera, bien sûr, par implanter les résistances R1 à R15, puis la diode D5 et le pont D1 en prenant soin de respecter leurs polarités et de les écarter du circuit de 1 mm environ pour assurer leur bon refroidissement.

On poursuivra par le relais et les fiches bananes de sortie, en respectant les couleurs (si possible une rouge pour le plus et une noire pour la masse). Puis les bornes du disjoncteur thermique (couleur indifférentes, mais évitez le rouge et noir afin d'éviter les confusions ultérieures). On terminera la face composants par la mise en place des LED D2 à D4 en prenant soin de les écarter de la bonne distance du CI pour qu'elles arrivent à fleur de la façade selon vos goûts (utilisez une cale en carton). Le rotacteur peut alors rejoindre son emplacement.

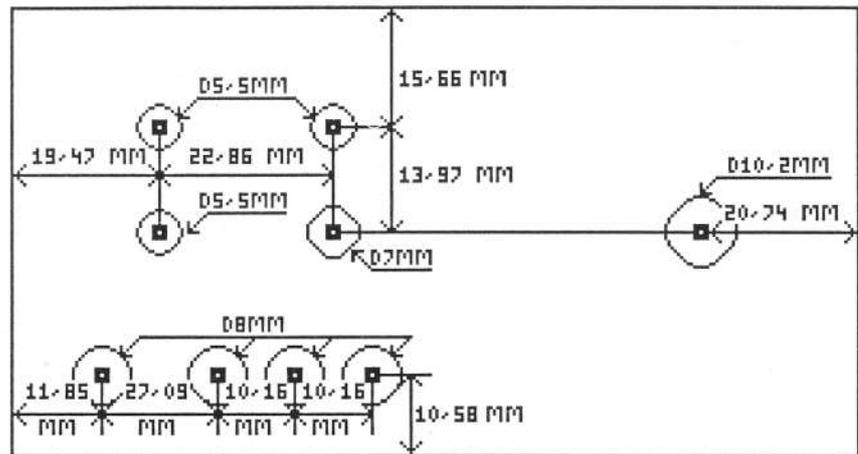
Sur la face cuivre, le régulateur sera implanté avec son radiateur à l'aide d'une entretoise de 5 mm et fixé avant soudure par une vis de 3 mm. Les pattes seront délicatement pliées à l'aide d'une pince plate avant mise en place (voir croquis). La mise en place de C1 (dans le bon sens) terminera le montage de la plaque.

Des fils, qui assureront la connexion au transfo, seront soudés sur la face composants sur les trous numérotés 1 et 2 de chaque côté du pont D1. Un dernier coup d'oeil aux soudures et à la bonne



Implantation en face arrière

VUE de FACE



Plan de perçage de la façade

implantation des composants ! Nous sommes prêt pour la mise en boîte...

La mise en coffret

Il vous faudra assurer le perçage de la façade selon le plan ci-joint. La fixation du montage contre cette façade est assurée par le rotacteur et les 2 bananes de sortie (4 mm).

La mise en place du CI et de cette façade dans le coffret 115PM plastique de chez MMP nécessite de tronquer les pions de fixation CI des deux coquilles (les plus proches de la façade), à l'aide d'une pince coupante.

Le transfo prendra place dans le fond du coffret et son secondaire sera relié aux fils prévus à cet effet. Son primaire sera relié au secteur au travers d'un fusible de tableau à implanter sur la face arrière. Un interrupteur marche-arrêt ne s'impose pas ici.

L'utilisation

A la mise sous tension, le voyant vert doit s'éclairer : le continu filtré est bien

présent. Le selecteur en position minimum, provoque un court-circuit sur la sortie : ne vous inquiétez pas, la régulation en courant est efficace et dans tous les cas, le débit ne dépassera pas l'intensité du calibre sélectionné. Seul l'échauffement du LM317 est à craindre, car c'est lui qui dissipera le plus ($V_{in}-5\text{volts}$) \times I_C, mais il est protégé contre l'emballement thermique. Dans cette configuration, la LED jaune de débit de charge doit s'allumer.

En ayant pris soin de mettre en place le disjoncteur thermique (ou un strap), effectuez un appui sur le poussoir : la LED rouge, témoin de charge rapide, doit s'illuminer à son tour. Chauffez sans excès à l'aide de votre fer à souder (ou d'un briquet) le disjoncteur. Vers 70°C le relais doit décoller et la LED rouge s'éteindre. Si tout se passe ainsi, le fonctionnement est donc correct.

Vous pouvez alors contrôler, sur chacun des calibres la valeur du courant débité, en branchant tout simplement un multimètre en courant continu sur la sortie. En manoeuvrant le selecteur sur les calibres de charge lente, puis après avoir enclenché le relais, sur les calibres de charge rapide, vous devez retrouver les courants prévus, à 5 % près (écarts sur V_{ref}



et la valeur des résistances couche carbone). Attention, dans cette configuration, le multimètre ayant une faible impédance, le régulateur dissipe comme en cas de court-circuit. Il va faire chaud sous le capot du boîtier : n'abusez pas.

En utilisation normale, la tension aux bornes des accus à charger est à soustraire de la chute de tension dans le régulateur, et celui-ci dissipe d'autant moins que le pack d'accus est d'une tension nominale élevée. La tension filtrée V_{in} est de l'ordre de 14 volts en débit maximum. La chute de tension au travers de l'équipage RG1-Rx-D5 étant de 5 volts, les accus à charger ne pourront pas dépasser 9 volts, soit 8,4 nominal. Pour des tailles supérieures, il faudra changer le type de transformateur en conséquence.

Dans le cas de charge rapide à débit élevé d'accus basse tension (1,2 volts par exemple et 1 A), le régulateur va devoir dissiper environ 10 W, ce qui est trop pour le type de refroidisseur utilisé (7 W). Il y a ici deux solutions. Soit se limiter à 600 mA, soit faire baisser la tension filtrée en n'utilisant qu'un seul enroulement du transformateur. Cette option peut être prévue d'origine par la mise en place d'un inverseur en face arrière du coffret pour assurer la sélection mono ou double enroulement.

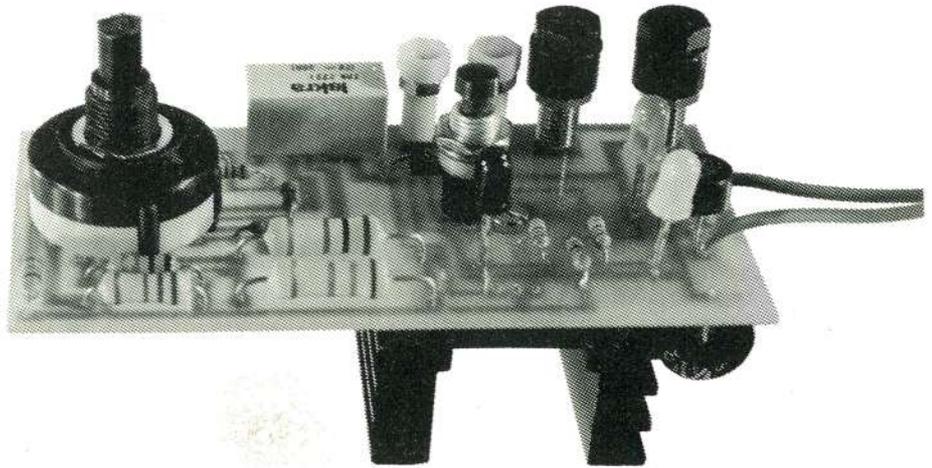
Le raccordement aux accus s'effectuera avec 2 fils équipés de bananes mâles et du type de connecteur complémentaire à celui de votre pack. Il en existe trop de modèles différents pour en dresser la liste. Dans le cas de charge d'accus seul, les coupleurs de piles classiques forment d'excellents supports faciles à câbler.

Extensions

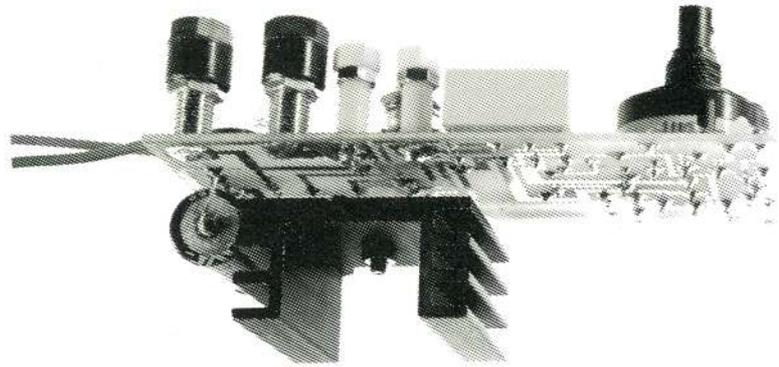
Le circuit imprimé autorise toute une série d'extensions, tant du point de vue des tensions de sortie que de la puissance en Ampères disponibles.

Les pistes du circuit imprimé peuvent, sur les lignes de puissance, résister à 3 A maxi. La diode D5 également. Seul le régulateur et son refroidisseur poseront quelques problèmes. Il faudra le remplacer par un boîtier TO3 pour des débits jusqu'à 1,5 A et par son grand frère, le LM338 pour atteindre les 3 A sans encombres. Le radiateur sera bien sûr adapté et la liaison vers le circuit imprimé confiée à du fil de câblage de bonne section.

Le condensateur C1 et le pont de diode seront également revus en conséquence.



Vue de l'ensemble monté

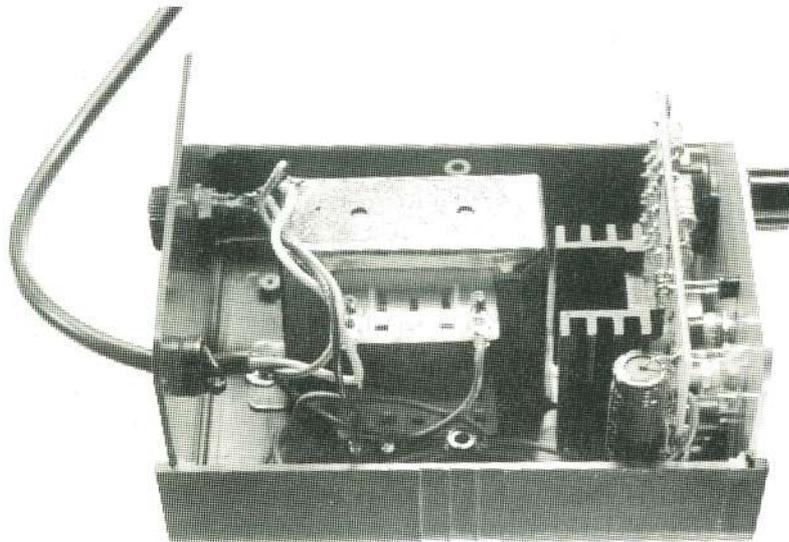


Détail du montage du radiateur



Disjoncteur thermique

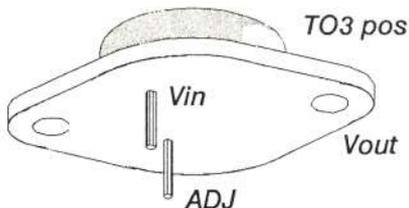




Implantation à l'intérieur du coffret 115PM

LM317

LM338



Conclusions

Cette réalisation, plutôt orientée vers la charge de pack d'accus de 6 à 9 volts, doit satisfaire les modélistes et les vidéo amateurs, pressés de récupérer l'usage de leur source de tension et ne pouvant exercer une surveillance constante de la fin de charge. Elle préserve l'environnement et la durée de vie de vos batteries. Elle s'adapte facilement à tous les types de charges et d'accus existants sur le marché. Son prix de revient reste très abordable, de l'ordre de 200 francs environ, coffret compris.

Bonne charge

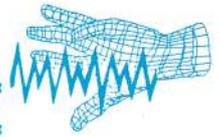
LE FUTE.

La majorité des rédactionnels d'HOBBYTRONIC sont disponibles en kits sous la marque TORA

Le circuit imprimé ainsi qu'une notice détaillée sont fournis

Et le kit est toujours meilleur marché que les composants au détail !





Un testeur de continuité

Cette rubrique INITIATION TECHNOLOGIE est consacrée à l'étude de montages simples. Elle est destinée, par son détail d'explication, aux nouvelles générations d'électroniciens curieuses de comprendre en se distrayant.

Le montage étudié ce coup ci est un testeur de continuité. C'est de tous les appareils de mesure celui qui est le plus utilisé. D'un emploi simple, il permet de détecter sans coup férir tous les court-circuits se trouvant sur un montage. Son attrait est essentiellement du à l'usage d'un avertisseur sonore. Ce dispositif permet de suivre le montage à contrôler sans avoir à le quitter des yeux (Ce qui n'est pas le cas avec un ohm-mètre). Hormis la recherche des court-circuits (Excès de continuité), il permet de savoir très rapidement si une piste est coupée (Manque de continuité). Comme quoi cet appareil porte bien son nom.

Le circuit intégré utilisé

L'ensemble du montage est construit autour d'un LM 393. Ce circuit intégré est constitué de deux comparateurs de tension.

Chaque comparateur possède deux entrées et une sortie. Les entrées sont l'entrée "plus" ou non inverseuse et l'entrée "moins" appelée aussi inverseuse. Cette structure est identique à celle des amplificateurs opérationnels (communément appelés AMPLI OP pour des raisons évidentes de rapidité).

L'entrée "plus" est appelée non inverseuse car une variation de tension sur celle-ci provoquera une variation de tension de même sens de la sortie.

Réciproquement, l'entrée "moins" ou inverseuse, soumise à une variation de tension d'un sens donné, entraînera une variation sur la sortie de polarité contraire.

Ce raisonnement sur les variations de tensions aux entrées est valable pour les amplificateurs opérationnels car leur fonctionnement est LINEAIRE : ce qui veut dire que la tension de sortie est proportionnelle en grandeur aux tensions appliquées aux entrées.

Pour un comparateur, le fonctionnement est à la limite plus simple et se résout à une phrase : si l'entrée "plus" est plus positive que l'entrée "moins", la sortie fournira une tension positive (que nous appellerons un "1" logique). Inversement, si l'entrée "plus" est soumise à une tension plus faible que l'entrée "moins", la tension sur la sortie du comparateur sera un état logique "0".

Ces états "0" et "1" correspondent en général aux tensions d'alimentation fournies au circuit. Exemples : un comparateur alimenté entre + 12 volts et une masse (0 volt), fournira un "1" logique d'environ 12 volts et un état "0" de quelques centaines de millivolts. Un circuit alimenté entre + 12 volts et - 12 volts donnera le même état logique "1" mais l'état "0" sera d'environ - 12 volts.

Ces tensions obtenues sur les sorties sont indépendantes de l'ordre de grandeur comparé en entrée. Dans notre deuxième exemple le circuit répondra toujours à l'équation $V+ > V-$ par un "1" logique et $V+ < V-$ par un "0" logique.

Le basculement de cet état de la sortie est très sensible. Un écart de quelques millivolts entre les deux entrées suffit pour provoquer son changement. Autant dire qu'il est pratiquement impossible d'essayer d'appliquer des tensions aux entrées qui permettraient d'obtenir un état médian de la sortie.

Le comparateur que nous allons utiliser possède une particularité de plus. Il est appelé comparateur "à collecteur ouvert". Qu'est-ce que cela ? Cela signifie que la sortie est directement le collecteur d'un transistor et rien d'autre. Cela signifie encore que l'état "0" pourra être accompli par le circuit intégré car le transistor interne est alors saturé. Il est équivalent à un interrupteur fermé et un courant peut alors être "extraire" (du plus vers le moins) au travers d'une charge externe.

L'état "1" correspond au transistor bloqué ou interrupteur ouvert et donc aucun courant ne peut être fourni par le circuit intégré. Cet état "1" devra donc être assuré par une résistance (ou autre charge) extérieure au circuit intégré et connectée

au plus d'alimentation. La figure 1 symbolise le fonctionnement du comparateur à collecteur ouvert.

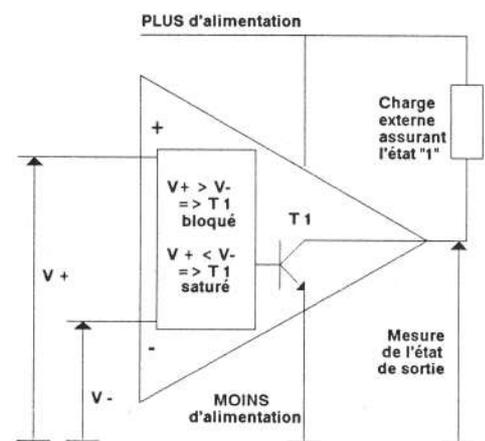


Figure 1 : Comparateur à collecteur ouvert

Pratiquement tous les comparateurs répondent à ce type de fonctionnement. Par contre tous ne sont pas en "collecteur ouvert". Le très grand nombre de comparateur qui existe sur le marché se justifie par des différences de rapidité, par les tensions ou courants qu'ils peuvent supporter et par le nombre de portes incorporées dans le boîtier.

Le principe du montage

Le synoptique de la figure 2 montre les trois sous ensembles du montage.

Un étage de mesure vient tester (par l'intermédiaire des pointes de touches) si l'impédance entre les points à contrôler n'est pas trop faible. Quand celle ci est



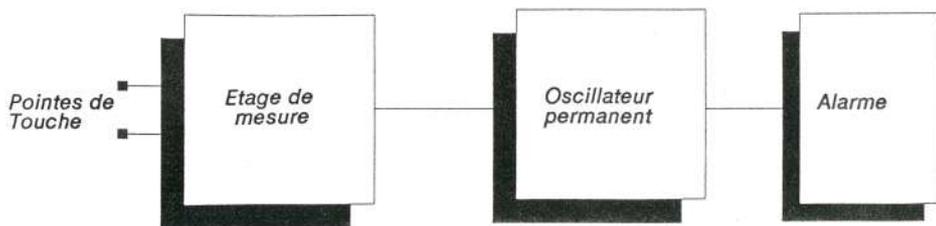


Figure 2 : Synoptique du testeur de continuité

correcte, le premier étage bloque l'oscillateur permanent. Quand elle descend en dessous d'une certaine valeur, l'étage de mesure libère l'oscillateur qui délivre alors un signal carré. Ce signal est appliqué sur un buzzer qui joue le rôle d'alarme.

Comment ça marche ?

L'oscillateur.

Il est construit avec l'un des deux comparateurs du boîtier, cinq résistances et un condensateur (figure 3).

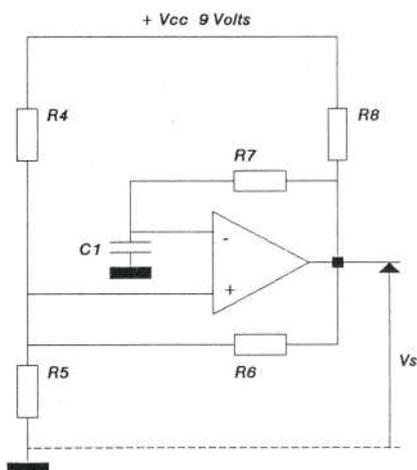


Figure 3 : Etage oscillateur

A la mise sous tension, le condensateur C1 est déchargé, l'entrée "moins" du comparateur est donc à un potentiel de masse de zéro volt. L'entrée "plus" est polarisée par les résistances R4, R5 et R6 à une tension égale aux deux tiers de la tension d'alimentation. En effet, nous retrouvons sur la sortie, notre résistance qui assure le "1" logique : c'est R8. Pour expliquer le démarrage nous supposons que sa valeur est négligeable devant R4, R5 et R7, qui elles, sont toutes de valeur identique.

L'entrée plus est au minimum polarisée par R4 et R5. Ces deux résistances étant de même valeur, on retrouve donc au minimum la tension d'alimentation divisée par 2, soit dans notre cas d'une alimentation Vcc de 9 volts : au

minimum 4.5 volts. L'entrée plus est donc plus positive que l'entrée moins ce qui entraîne, selon ce que nous avons vu précédemment, une sortie à l'état "1" (environ 9 volts). On voit donc que cela revient à mettre en parallèle sur R4 la résistance R6 reliée au plus grâce à la sortie (et par R8 supposée négligeable). On n'obtient pas alors 4.5 volts sur l'entrée plus mais deux tiers de la tension d'alimentation (diviseur $R/2 - R$) donc 6 volts.

Pendant ce temps le condensateur C1 ne reste pas inactif. La résistance R7, que l'on peut considérer comme étant également reliée au plus d'alimentation par l'état "1" de la sortie, vient charger ce condensateur. Tant que la tension aux bornes de ce condensateur n'atteint pas $2/3$ de Vcc, rien ne justifie un changement d'état du comparateur : l'entrée "plus" est toujours supérieure à l'entrée "moins".

Quand la tension aux bornes de C1 atteint puis dépasse légèrement celle de l'entrée plus, le comparateur bascule (Le transistor interne se sature). La sortie est alors à "0". La résistance R8 n'intervient toujours pas dans notre raisonnement. Elle est simplement parcourue par un courant égal à la tension d'alimentation divisée par sa valeur.

Par contre le passage à "0" de cette sortie entraîne l'équivalence de la mise à la masse de R6, qui au lieu d'être en parallèle sur R4 se place maintenant en parallèle sur R5. La tension sur l'entrée "plus" passe donc instantanément de $2/3$ de Vcc à $1/3$ de Vcc (diviseur $R - R/2$).

Le basculement de la porte est d'autant plus franc que le passage à $1/3$ de Vcc de l'entrée "plus" confirme un état "0" sur la sortie.

La résistance R7 peut également être considérée comme étant connectée maintenant à la masse. C1 ne peut donc plus faire qu'une chose : se décharger au travers de R7. C'est ce qu'il va faire en essayant d'atteindre zéro au bout d'une constante de temps égale à $R7 \times C1$. Il sera interrompu bien avant cela car lorsque l'entrée moins atteindra $1/3$ de Vcc, le comparateur va de nouveau basculer dans l'autre sens et ainsi de suite. Le condensateur C1 va donc toujours essayer

d'atteindre les deux limites de 0 et Vcc mais à chaque fois qu'il sera à $1/3$ et $2/3$ de Vcc, une nouvelle consigne lui sera demandée.

Vous me direz : c'est pas sympa pour C1, mais c'est efficace : ça oscille.

Les signaux que l'on trouve sont donc :

- Sur la sortie : un carré allant pratiquement de zéro à + Vcc (toujours en négligeant R8)

- Sur l'entrée "plus" : un carré variant de $1/3$ de Vcc à $2/3$ de Vcc.

- Sur l'entrée "moins" : une dent de scie, correspondant aux charges et décharges de C1 qui essaye indéfiniment d'atteindre les limites de $1/3$ et $2/3$ de l'entrée "plus" (voir figure 4).

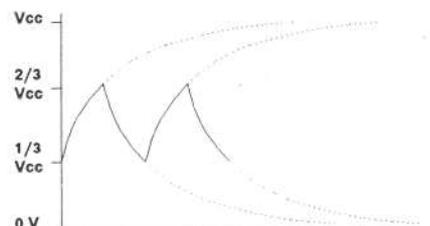


Figure 4 : oscillogramme sur l'entrée moins de l'oscillateur

Nous avons négligé jusqu'à présent R8 : quelle sera son influence ?

Pour un état de sortie à "0" : pas d'incidence.

Quand la sortie passe à "1", on n'a pas exactement R6 en parallèle sur R4 mais l'ensemble (R8 + R6) en parallèles sur R4 : la tension sur l'entrée "plus" est donc légèrement inférieure à $2/3$ de Vcc. De même au niveau de C1, sa charge ne se fait pas uniquement au travers de R7 mais au travers de (R7 + R8). Le courant de charge est donc moindre et la période dans le sens montant de la dent de scie est plus longue.

Il en résulte une oscillation dont les 2 périodes n'ont pas la même durée : le rapport cyclique de l'oscillation est différent de 1 (50 %).

Dans ce genre d'oscillateur le rapport cyclique de 1 ne peut jamais être obtenu quand $R4 = R5$. Il peut tout au plus être fortement approché en adoptant pour R8 une valeur très faible par rapport à R6 et R7. La limite minimum de R8 est simplement déterminée par le courant maxi de la porte quand sa sortie est à "0".



Il peut être amené à 1 en déséquilibrant le jeu R4 R5 mais ce déséquilibre intervient également sur la fréquence.

C'est le signal carré de la sortie que nous utiliserons pour la suite du montage.

Pratiquement tous les éléments du montage jouent sur la fréquence. Dans notre cas d'oscillateur sur 1/3 et 2/3 de Vcc et si on néglige l'influence de R8, la formule simplifiée suivante peut être appliquée pour obtenir la fréquence d'oscillation :

$$F = 1/(2 R7 C1 (\ln(2/3) - \ln(1/3)))$$

ou

$$F = 1/(2 R7 C1 \ln(2))$$

Ce qui donne :

$$F = 1/(2 * 68000 * 2,7 * 10^{-9} * \ln(2))$$

$$F = 3,92 \text{ kHz}$$

Les composants montés donnent une fréquence légèrement supérieure. La différence notable de fréquence est due aux tolérances des composants mais surtout à la valeur non négligeable de R8 qui réduit le seuil 2/3 de Vcc.

Une des méthodes classiques pour bloquer ce genre d'oscillateur est d'empêcher la charge du condensateur C1. C'est ce qui est réalisé par l'étage de mesure.

L'étage de mesure

C'est la deuxième porte du circuit intégré qui va accomplir cette fonction.

Cet étage est une illustration de l'application classique d'un comparateur à sortie collecteur ouvert.

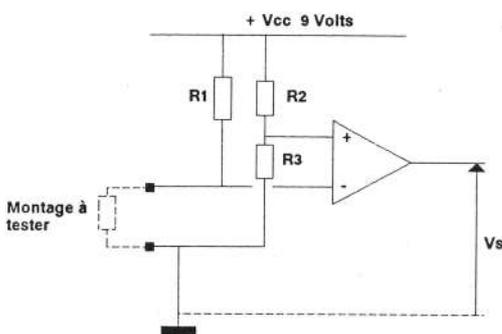


Figure 5 : Principe de l'étage de mesure

L'ensemble des résistances R2 et R3 constitue un diviseur potentiométrique. La tension appliquée sur l'entrée + du comparateur est constante (Si on ne tient pas compte de l'usure de la pile). Elle a pour valeur $V_{cc} R3 / (R2 + R3)$.

La branche appliquée sur l'entrée - est constituée elle aussi par un diviseur potentiométrique. Mais sur celle-ci, la seconde résistance est remplacée par l'impédance du montage à contrôler. La tension appliquée sur l'entrée - est donc égale à $V_{cc} M / (M + R1)$ où M représente l'impédance du montage.

En reprenant les explications du premier paragraphe, la sortie est à l'état bas quand $V- > V+$, c'est à dire quand $M > R3$ (Dans le cas où $R1 = R2$). Inversement, la sortie est à l'état haut quand $V+ > V-$, donc quand $M < R3$. Ce montage qui était un comparateur de tension au départ est donc devenu un comparateur d'impédances (Ou de résistances).

La sortie de cet étage (à collecteur ouvert) est appliquée directement sur le condensateur de l'oscillateur. Quand elle est à l'état bas, le condensateur ne peut pas se charger car il est tout simplement court-circuité à la masse par le transistor de sortie. L'oscillateur ne peut pas démarrer.

Si ce schéma est juste pour fournir les explications sur le principe de fonctionnement, il ne peut malheureusement pas être utilisé comme cela directement. A vide la tension présente sur la sortie + de la mesure est égale à la tension d'alimentation de la pile. Appliquer une telle tension sur le montage à contrôler (Qui lui n'est pas alimenté) peut entraîner la destruction immédiate de certains composants sensibles. Il faut donc ramener cette tension de sortie à un seuil admissible. Une méthode classique consiste à brancher en parallèle sur les bornes de sortie une diode dans le sens

passant. Elle limite ainsi la tension de mesure à sa tension de coude qui est de l'ordre de 0,7 volts. La valeur des résistances devra être choisie de telle sorte que le courant résiduel qui traversera la diode au moment critique de la mesure (Seuil de déclenchement de l'alarme) soit négligeable pour ne pas la fausser et que le raisonnement tenu précédemment soit encore valable. D'autre part, la tension de référence engendrée par R2 et R3 devra être inférieure à cette tension de coude (A quoi sert un appareil de mesure s'il indique toujours la même chose).

Le schéma de détail.

Il devrait vous paraître tout simple dans la mesure où il rassemble les modules que nous venons de voir en détail. Il se trouve en figure 6.

L'étage de mesure est identique à celui de la figure 5 hormis qu'il comporte la diode de limitation. La tension obtenue sur le pont diviseur R2/R3 est de l'ordre de 40 mV. Dans ces conditions, le courant résiduel de la diode devient négligeable car celle-ci est pratiquement bloquée. D'autre part ces 40 mV sont largement inférieurs au 0,7V de la diode. La sortie de l'étage de mesure est bien à l'état bas et l'oscillateur est bloqué. Les résistances R1 et R2 étant identiques, et la résistance R3 valant 39Ω , l'oscillateur ne sera pas libéré tant que l'impédance mesurée ne sera pas inférieure à 39Ω .

L'oscillateur est identique à celui de l'étude de la figure 3. Il attaque directement le buzzer qui est placé en parallèle sur R8.

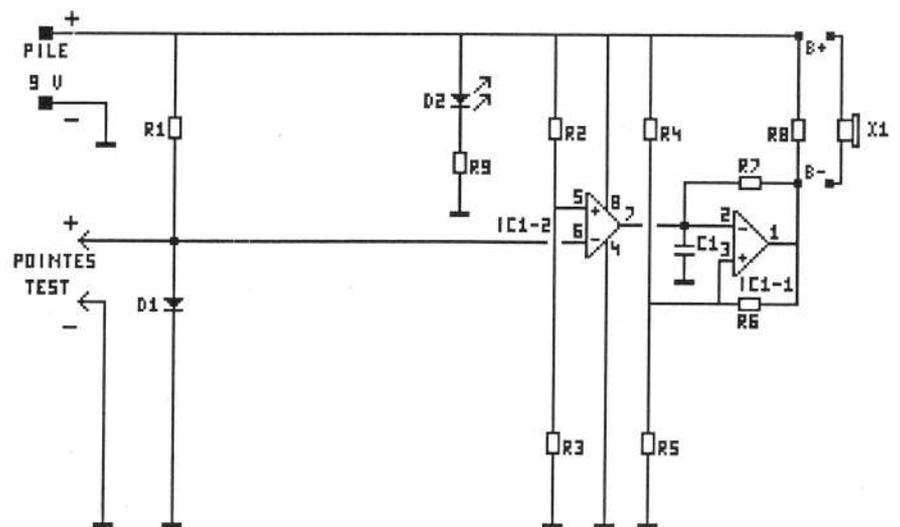


Figure 6 : Schéma complet du testeur de continuité



La diode D2 sert de témoin pour indiquer que le montage est sous tension ou plus simplement pour signaler que la pile n'est pas usée (Ce serait quand même bête de s'acharner à vouloir trouver un court-circuit alors que le montage n'est plus capable de l'indiquer). La résistance R9 sert à limiter le courant qui traverse cette LED.

LISTE DU MATERIEL

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

R1-R2 10 k Ω (Marron, Noir, Orange)
 R3 39 Ω (Orange, Blanc, Noir)
 R4 à R6 10 k Ω (Marron, Noir, Orange)
 R7 68 k Ω (Bleu, Gris, Orange)
 R8 - R9 2,7 k Ω (Rouge, Violet, Rouge)

C1 2,7 nF plastique

D1 1N4148
 D2 Led \varnothing 5 mm

IC1 LM393

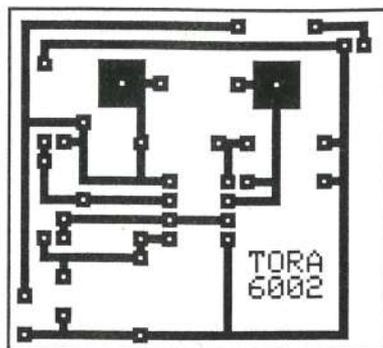
X1 Buzzer piezzo

REALISATION

La réalisation est facilitée par un circuit imprimé relativement aéré. Des composants supplémentaires pourront être ajoutés à votre convenance : coupleur de pile, interrupteur marche / arrêt.

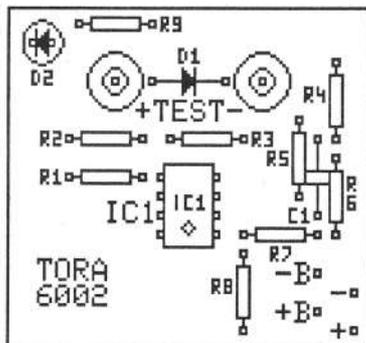
Le circuit imprimé est donné à l'échelle 1 et sa dimension externe est ajustée pour que le montage entre dans un coffret C1 MMP.

Respecter le sens du circuit intégré.



L'alimentation 9 volts fournie par exemple par une pile, sera connectée aux emplacements marqués "+" et "-" du circuit imprimé. On pourra insérer un interrupteur à glissière dans l'un des deux fils du coupleur de pile.

L'arrivée des pointes de touche sur le boîtier sera réalisée à l'aide de fiches bananes châssis isolées. La sortie "+" sera repérée par une fiche rouge et l'autre par une fiche noire.



Erreurs sur les mesures

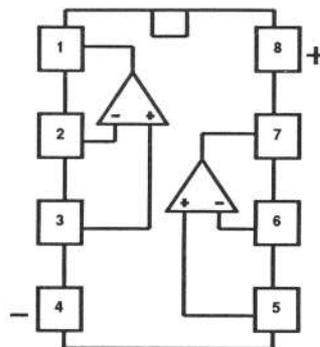
Cet outil couramment utilisé en dépannage présente quand même un certain nombre de défauts. Le déclenchement de l'alarme se produit quand la valeur de la résistance mesurée est inférieure à R3. Attention donc, l'activation du buzzer n'indique pas forcément un court-circuit mais une résistance inférieure à R3. Le montage se déclenchera si on vient tester la résistance d'équilibrage de sortie d'un amplificateur de puissance (Inférieure à 10 ohms).

La charge d'un condensateur de forte valeur sur le montage en test peut également provoquer l'activation du buzzer. Dans ce cas, la durée du signal sonore est brève mais peut prendre quelques secondes.

Donc pas de conclusions trop hâtives pour affirmer que la panne se trouve à cet endroit.

BROCHAGE

LM393



CONCLUSIONS

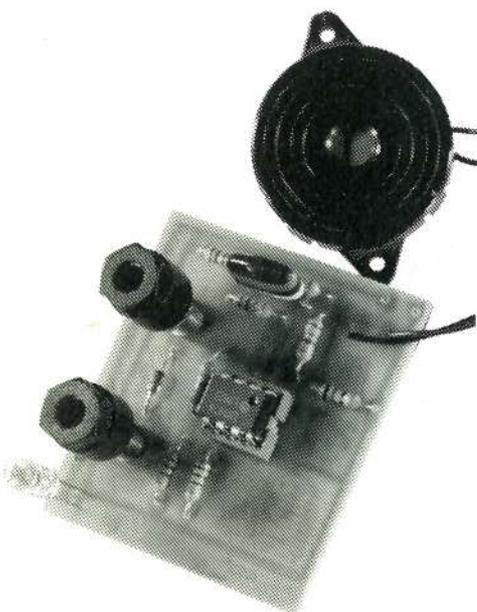
Ce montage réalisé et mis en boîtier vous transformera en vaillant chevalier de l'électronique qu'aucune panne ne fera reculer pour venir en aide à votre "MIE".

Redevenons sérieux : il permet surtout de voir deux des innombrables applications des comparateurs et leur fonctionnement. La compréhension des deux cellules, oscillateur et mesure, permet de les extraire du montage pour les utiliser en tant que sous-ensembles dans d'autres montages.

Le type d'oscillateur notamment que nous venons de voir est très intéressant et répandu. En effet, à l'aide d'une seule porte disponible sur un boîtier, on peut obtenir une dent de scie et un signal carré allant de 0 à +Vcc et directement utilisable en TTL par exemple. Le rapport cyclique peut être ajusté de façon à obtenir des impulsions en lancée positive ou négative.

La dent de scie aux bornes de C1 peut également être utilisée en prenant soin de passer au travers d'un ampli OP monté en suiveur. Ce montage oscillateur que nous retrouverons souvent est de plus relativement insensible aux variations de l'alimentation : c'est un point qui peut se révéler utile dans certains montages alimentés sur piles où une dérive limitée de fréquence est nécessaire.

J. TAILLIEZ.



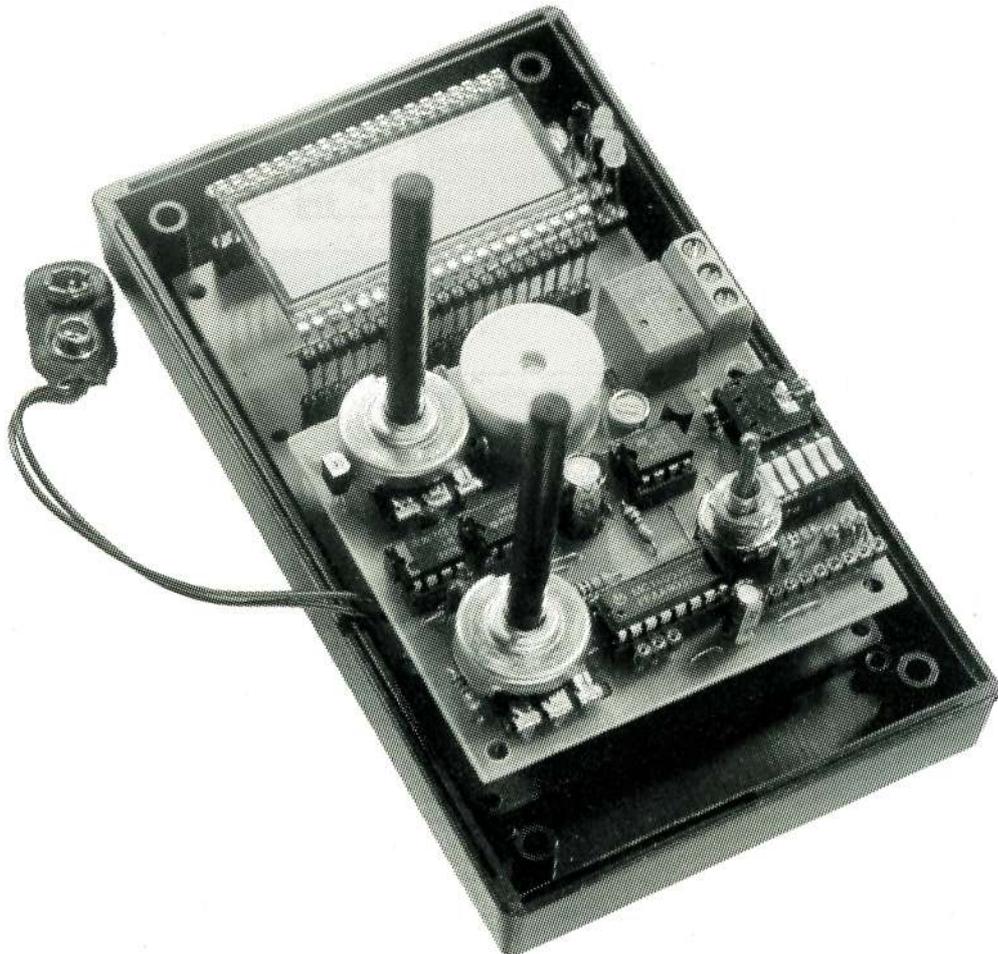
LE MSAC

**Un module de Surveillance de données,
d'Alerte et de Commutation**

**Une interface d'extension pour module
d'affichage 3 digits 1/2 à 7106 ou 07**

Nos précédentes réalisations de capteurs (et celles à venir) permettent de visualiser sur nos modules d'affichage la donnée à explorer : température, humidité, pression... C'est déjà très bien, mais quelquefois insuffisant. Il s'avère souvent nécessaire de confier à un montage électronique la surveillance de l'évolution de cette donnée, d'alerter lorsque sa valeur sort d'un cadre bien défini et de commuter une fonction de puissance le cas échéant : c'est le cas du thermostat ou de l'alerte congélateur en ce qui concerne la température ou de l'humidificateur dans le domaine de l'hygrométrie.

Le module SAC (Surveillance-Alerte-Commutation), interface adaptable sur nos modules d'affichage (voir HOBBY no 3) et utilisant nos capteurs déjà parus (voir HOBBY no 5), va permettre d'apporter une solution efficace à chacun de vos casses-têtes présents et à venir.



Caractéristiques générales

Alimentation : par le module d'affichage +5 volts, GND, -3 à -5 volts 50 mA

Entrée capteur : - 2000 mV à + 2000 mV et alimentation de celui-ci (V+ et GND)

Référence haute : ajustable de - 1200 mV à + 2000 mV

Référence basse : ajustable de - 1200 mV à la valeur de la référence haute

Sélection d'affichage : Donnée mesurée - Ref haute - Ref basse

Alerte par zones sur buzzer piezo

Commutation par zones sur relais 2 A avec séquenceur et sorties repos-travail

Séquenceur pré réglable et ajustable : en continu ou de 1 à 1000 sec

Sélection des zones de surveillance et des actions par DIP SWITCH 6 inters

Dans les grandes lignes

La valeur à surveiller peut évoluer, en sortie de capteur, entre -2000 mV et 2000 mV. Dans la pratique, elle est souvent positive. En hygrométrie, elle va de 0 à 1000 mV (100,0 %). En température, elle varie de -400 mV (-40 °C) à 1500 mV (150 °C).

Cette variable est appliquée à un comparateur à fenêtre dont les deux bornes (références haute et basse) sont ajustables par potentiomètres, la basse ne pouvant jamais dépasser la haute. Ces deux limites définissent une fenêtre F. En sortie, trois états sont possibles :

- au dessus de F zone H
- dans F zone M
- en dessous de F zone B

Ces trois états sont matérialisés sur trois sorties, actives à l'état bas, qui, au travers d'un sélecteur, peuvent activer simultanément un buzzer et/ou un relais au travers d'un séquenceur. Ainsi le buzzer peut-il être activé au dessus et en dessous de la zone, tandis que le relais serait commandé dans la zone (ou ailleurs). Toutes les combinaisons sont ainsi possibles.

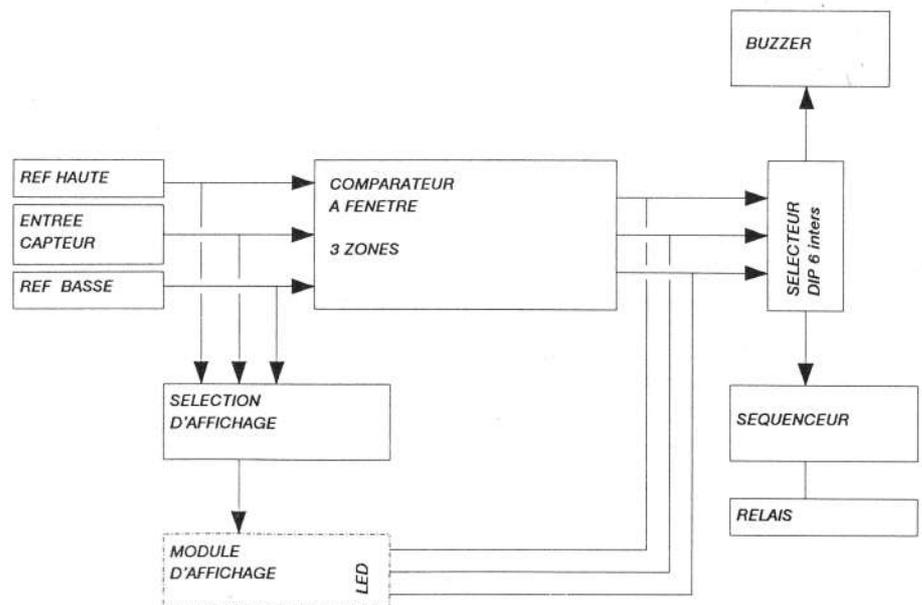
Le séquenceur permet de ne faire coller le relais que suivant un timing choisi et pré réglé, et ce en fonction de la finalité de cette commutation.

Si l'on veut, par exemple, entretenir l' humidité à 60 % et plus, et alerter si elle baisse sous 40 %, la référence haute sera ajustée à 600 mV (lire 60.0) et la basse à 400 mV (lire 40.0). Le buzzer sera activé sur la zone basse et le relais dans la zone M.

Cette commutation activera, par exemple une pompe assurant l'arrosage. Si l'on ne veut pas noyer le local, l'humidité mettant un certain temps à remonter (par évaporation), Il vaut mieux séquencer cette douche : 10 secondes d'action pour 2 minutes d'attente, et on recommence si le résultat n'est pas atteint. Voilà sur un exemple précis le rôle exact du séquenceur, qui peut bien sûr, être positionné sur action continue si cette attente est inutile et non souhaitée.

La donnée à mesurer est bien entendu retransmise au module d'affichage, mais au travers d'un inverseur triple, permettant de sélectionner et de visualiser les valeurs des références, afin de pouvoir les ajuster aisément.

Enfin, les trois états possibles sont retransmis aux LED du module d'affichage, qui permettent ainsi d'appréhender d'un seul coup d'oeil la situation du moment.



Le schéma en détails

L'étage comparateur

Les références

Seul le 5 volts est bien référencé par rapport à GND.

La tension V- dépend du module utilisé, et de l'alimentation initiale de ce module. Il nous faut donc une référence négative plus fiable.

La plupart des capteurs et des données à exploiter ne descendent pas sous 1000 mV, une tension de moins 1200 mV est donc plus que suffisante.

Un circuit déjà utilisé sur le module 7106 va refaire surface : le LM385 dans sa version 1,2 volts, le LM385-1,2.

Il permet d'élaborer une tension stabilisée sous un faible courant de zener, moins de 1 mA. R1 fournit ce courant à partir de V- et la cathode du LM est reliée à GND. Son anode se trouve donc stabilisée à GND-1,2 volts.

Le potentiomètre de référence haute est un 47 K Ω . Son point froid est relié au potentiel moins 1200 mV et son point chaud devant être de l'ordre de 2000 mV, R2 termine le diviseur de tension relié au + 5 Volts de l'alimentation.

Le curseur, découplé par C1, attaque un ampli suiveur afin de fournir, en basse impédance, un point chaud au potentiomètre de référence basse (voir les ampli-OP sur HOBBY no 4 et 5).

Celui-ci est également un 47 K Ω et son point froid est relié au - 1200 mV. Le curseur peut donc évoluer entre ref Haute et - 1200 mV et doit être également découplé par C2.

L'ampli-OP, qui assure le suiveur de référence Haute, est un 1/2 LM392, circuit déjà connu de nos lecteurs assidus, car utilisé sur le module 7106. Il contient dans un 8 broches un ampli-OP et un comparateur, que nous allons bien sûr, utiliser maintenant.

Le montage à fenêtre

La référence haute attaque l'entrée plus du comparateur libre du LM392, l'entrée moins étant reliée, quant à elle, à la tension de la donnée à surveiller (VM).

La sortie, sur collecteur ouvert, sera à l'état bas lorsque VM sera supérieure à Ref H. (voir la hobbythèque de ce présent

numéro sur les comparateurs). Cette ligne portera désormais le nom de LEH.

Il nous faut 2 autres comparateurs pour assurer la zone basse et la zone milieu.

Un LM393, autre 8 broches, en contient deux : voilà qui est parfait. La référence basse attaque donc l'entrée moins d'un premier comparateur, tandis que VM est reliée à la positive.

La sortie sera donc à l'état actif bas lorsque VM sera inférieure à réf B. Cette ligne portera désormais le nom de LEB.

Et la fenêtre ? Comment activer une ligne témoin de milieu de zone à l'état bas (LEM) ?

Un montage à diode, réalisant un OU câblé vers l'entrée du dernier comparateur, permet de répondre à cette question.

Cette entrée est tirée vers le + par R3 et sa complémentaire est reliée à GND. Ainsi lorsque l'une des deux autres lignes, LEH ou LEB, est à l'état bas, la sortie LEM reste à l'état haut.

Si les deux autres sont inactives et tirées au + par R4 et R5, la sortie LEM passe, elle, à l'état bas.

Comme ses deux soeurs, cette ligne est sur collecteur ouvert et doit être tirée (on dit aussi PULLER, à prononcer "poulet") à V+ par R6.

Nous avons nos trois lignes d'états : LEH, LEM et LEB, qui attaquent directement au travers de trois résistances (R7 à R9) la commande des LED du module d'affichage à base 710x.

Ces résistances en série avec les LED, font le complément avec celles en place sur le module, car notre état bas est V- et non GND : et oui ! Il faut penser à tout. Nous verrons tout à l'heure quoi faire d'autre avec ces lignes, mais une petite récréation nous attend avec le séquenceur...

Le séquenceur

Ou comment réaliser un temporisateur à démarrage instantané (voir HOBBY no 3 page 21 et toute la hobbythèque sur le NE555 : vous serez incollable sur le sujet).

Au départ, le condensateur C3, relié à V+, est déchargé par R10. Dès la mise sous tension du NE555, les broches 6 et 2 étant reliées à C3, la sortie devient active (broche 3 à l'état bas) et la broche 7 peut assurer la charge de C3 au travers de R11 et AJ1 vers son collecteur ouvert et V-.

Cette charge est freinée par R10 qui s'y oppose, et peut empêcher le changement d'état si sa valeur est trop faible par rapport au total R11 + AJ1 (C'est d'ailleurs le moyen de bloquer le séquenceur sur continu).

Mais admettons que R10 soit grand par rapport à R11 + AJ1. A la fin de la charge (au 2/3 de la tension d'alimentation), le NE555 bascule et sa sortie passe alors à l'état haut.

La décharge de C3 peut alors s'effectuer au travers de R10 et le cycle durera ainsi jusqu'à la disparition de la commande du séquenceur, qui est en fait l'alimentation négative du NE555 par LEH, LEM ou LEB. La sortie du NE555 (broche 3), attaque un relais 12 volts au travers d'un transistor PNP, T1.

En effet, bien que le NE puisse en fait commander seul ce relais (30 mA ce n'est rien pour lui), ce transistor a pour rôle de soulager les lignes de commande qui auraient alors à supporter ce débit, trop important pour les collecteurs ouverts des comparateurs (16 mA maximum).

J'en vois qui ne suivent pas dans le fond ! Un peu de formules mathématiques pour élever le débat :

- le temps t1 de commutation est égal à

$$T1 = \frac{R10 \text{ Raj } C3}{R10 + \text{Raj}} \ln \frac{2R10 - \text{Raj}}{R10 - 2\text{Raj}}$$

Avec Raj = R11 + AJ1

- le temps t2 de repos lui est égal à

$$T2 = R10 \text{ C3 } \ln 2$$

On constate alors que t2 est indépendant de R11 + AJ1 (et c'est normal, car la broche 7 du NE555 à collecteur ouvert, laisse ces 2 résistances en l'air). Par contre, t1 dépend de R10 et de Raj. Pour que le NE555 puisse fonctionner en multivibrateur astable, il faut avoir impérativement R10 > 2 Raj. Sans quoi, le seuil de basculement ne sera jamais atteint et la sortie sera en permanence à l'état bas (Relais collé).

Les sorties travail, repos et commun du relais sont disponibles sur un bornier à vis 3 plots pour en faciliter la connexion ultérieure avec les éléments situés à l'extérieur.



Le buzzer

Nous avons choisi un modèle piezo intégrant son oscillateur et à implantation directe sur CI. Il est alimenté en permanence par V+ et n'attend que V- sur sa seconde patte pour vous résonner à 1000 Hz. C'est le rôle des lignes de commande (LEH, LEB ou LEM) au travers du DIP de sélection. Il peut être alimenté de 3 à 24 volts. La puissance émise est fonction de cette tension. Avec 9 volts, c'est déjà très acceptable!

La liste des composants

IC1	LM385-1,2
IC2	LM392
IC3	LM393
IC4	NE555
IC5	MOS4053
T1	BC557
D1,D2,D3	1N4148
R1	3,3 K Ω 1/4 W
R2	47 K Ω 1/4 W
R3 à R6	10 K Ω 1/4 W
R7 à R9	1 K Ω 1/4 W
R10	au choix pour t2
R11 à R13	10 K Ω 1/4 W
R14	82 k Ω Optionnelle (T°C)
P1, P2	EP20C 47 K Ω A
AJ1	89P 500 K Ω (choix pour t1)
C1, C2	2,2 uF tantale
C3	chimique radial 100 μ F 25 V
C4	1 uF 63 V chimique.
RE1	relais 12 Volts OUAZ SH 112D
BZ	buzzer CI 3 à 24 V
X1	jack châssis stéréo pour CI
X2	bornier 3 plots pour CI
X3	DIP SWITCH 6 inters
X4	un inverseur 3 positions

12 contacts tulipes à wrapper
15 cm de fil émaillé (straps)
Supports CI (facultatifs) 3x8br,1x16br

2 vis et 4 entretoises 5 mm (nylon)

La réalisation

Le circuit imprimé

Il est, bien sûr, étudié pour prendre place par simple enfichage sur un des deux modules 3 digits 1/2 et prendre ainsi place, éventuellement, dans un coffret TEK0 660 (voir le baromètre-altimètre, HOBBY no 4.)

L'entrée capteur est implantée sur la droite, ainsi que les sorties relais sur bornier 3 plots. L'inverseur X4 est positionné de telle façon que son sens de

basculement soit naturel, soit vers le haut pour affichage de ref H (vers R1) et vers le bas pour ref B (vers P2)

La densité de pistes est importante : un soin tout particulier sera apporté à la réalisation par l'amateur, et une vérification soignée s'impose avant le montage des composants.

Le montage

La densité des composants est élevée et les pastilles serrées. Beaucoup de précautions sont à prendre pour soigner l'implantation et la soudure des composants sur le circuit imprimé.

On commencera par les straps S1 à S8, sans en oublier, car ils seront difficilement accessibles ensuite. Ceux sous les potentiomètres, S9 et S10, ne sont à placer que si vous ne disposez pas de type EP20C, modèle spéciaux pour implantation verticale sur CI, qui possèdent 2 broches reliées au boîtier pour effectuer cette liaison. Le strap S8, qui gère la décimale, sera cablée sur la bonne pastille, depuis GND (en principe celle des dizaines pour les capteurs déjà en service)

Attention aux straps entre le potentiomètre P2 et les IC2 et 3 qui ne sont espacés que de 1.27 mm. L'idéal est d'utiliser un morceau de fil de câblage pour le strap du centre.

Viennent ensuite toutes les résistances horizontales et les diodes D1 et D2. La résistance R14 est optionnelle. Elle ne doit être montée que pour le capteur de température à LM35CZ.

On poursuivra par AJ1, le jack X1, les supports pour circuits intégrés si vous prenez cette option, ou directement les IC sur le circuit.

Ensuite toutes les résistances à disposer verticalement, puis le relais, les condensateurs en respectant leur polarité, la diode D3 (polarité itou) verticalement (celle du relais). Enfin le DIP X3, le bornier X2 et l'inverseur X4.

On terminera par le buzzer, les potentiomètres et les barrettes tulipes de liaison avec la carte affichage en soignant leur position et l'alignement.

Les 2 vis nylon et les entretoises sont à monter sur les 2 trous supérieurs du CI, afin d'assurer l'espacement et la stabilité du montage une fois enfiché sur le module d'affichage. Deux entretoises par vis, la seconde servant à régler la hauteur du CI.

Un dernier contrôle sur la bonne implantation et à la qualité des soudures

sur la face cuivre, ainsi que les courts-circuits éventuels et malencontreux. Votre interface SAC est prête au service.

Les tests

Enfichez votre interface SAC sur le module d'affichage (si vous utilisez le module 7107, attention à la puissance sur V-, voyez HOBBY no 4 page 8)

Si vous disposez d'un capteur déjà réalisé, vous pouvez l'enficher. Sinon, un potentiomètre correctement câblé et ajusté peut faire l'affaire, mais limitera la valeur basse de VM à GND.

Le sélecteur d'affichage X4 en position centrale, vous devez lire la valeur de la donnée sur l'affichage (après avoir alimenté, bien sûr !)

En basculant sur ref H, à l'aide de P1, vous devez explorer de moins 1200 mV à plus 2000 mV (1900 mV si R2 = 47 k Ω).

En basculant sur ref B, à l'aide de P2, vous devez pouvoir ajuster de moins 1200 mV à ref H. Si c'est le cas, tout va bien. Sinon, coupez l'alim et vérifiez votre montage.

Durant cette exploration, les LED du module affichage doivent suivre la position de VM (capteur) par rapport à ref H et ref B.

Ajuster à présent ref H au dessus de VM et ref B dessous. La LED milieu doit être allumée. Si oui, tout va bien sur les lignes de commandes (LEB, LEM et LEH). Vous pouvez à présent sélectionner le buzzer sur médian : il doit sonner. Puis le relais, il doit commuter au rythme de la séquence choisie, que vous pouvez ajuster à l'aide de AJ1.

Vérifiez maintenant le fonctionnement des autres zones (haute et basse). Votre module est en ordre de marche ? Tant mieux, car il va vous être utile et bientôt indispensable.

L'utilisation pratique

Le mode d'emploi

La lecture directe de la donnée capteur, sélecteur d'affichage au centre , ne pose pas de réel problème de compréhension.

Le réglage de la référence haute ne doit pas être plus obscur. Le sélecteur X4 vers le haut, l'action de P1 est à lecture directe. Et l'allumage des LED du module affichage



Vitesse de réponse

La vitesse de réponse d'un comparateur est également un critère important. Celle-ci est fonction de l'amplitude et de la vitesse de variation du signal d'entrée. Le montage test consiste à envoyer sur une entrée un signal de 100 mV dont le temps de montée est négligeable devant le temps de propagation du comparateur. L'autre entrée reçoit une tension de référence. Le temps de réponse du comparateur est par définition le temps qui s'écoule entre la commutation du signal d'entrée et le passage de la sortie au seuil de commutation d'un circuit TTL (1,4V à 25°C).

La tension de référence est ajustée pour que le comparateur soit sur le point de basculer (Compensation de la tension de décalage). Une valeur de 5 mV de tension différentielle est généralement prise pour la mesure du temps de propagation.

Applications

Au départ, le but des comparateurs était de mettre en relation un environnement analogique vers un monde logique de type TTL. L'étage d'entrée était similaire aux AOP de l'époque et l'étage de sortie était identique à une porte TTL. Ce type de configuration était très limitatif au niveau des utilisations. Grâce à l'évolution des techniques de réalisation, et également aux besoins finaux des comparateurs (Utilisation de plus en plus importante et de plus en plus pointue dans les convertisseurs analogiques/digitaux) ils ont évolué pour aboutir pratiquement au comparateur idéal.

Comparateurs de la première génération

- LM710 : Ce comparateur est le plus simple qui puisse exister. Son faible gain (500 minimum) lui confère une précision assez médiocre. Il n'est plus aujourd'hui fabriqué.

- LM711 : Ce double comparateur possède deux entrées d'inhibition (Une par voie) et une seule sortie (Application typique pour un comparateur à fenêtre). Il n'est plus, lui non plus, fabriqué.

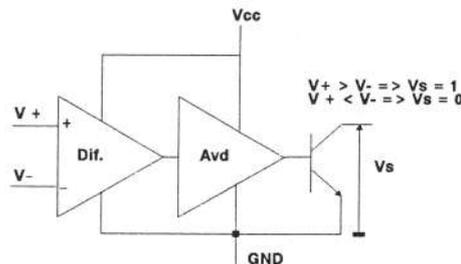
Comparateurs de la seconde génération

Dans cette catégorie nous trouvons les LM339 et LM393 qui sont des comparateurs d'usages généraux, le LM311 qui est un comparateur dont l'étage

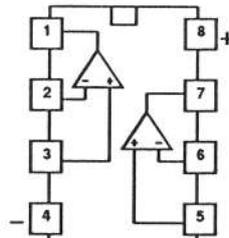
de sortie possède une alimentation indépendante et le LM360 qui est un comparateur rapide à sortie TTL.

Le LM393 et le LM339

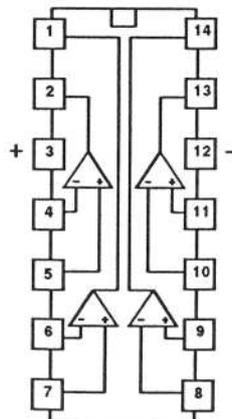
Ce double comparateur (LM393) et ce quadruple comparateur (LM339) sont certainement de loin les plus utilisés. Ils présentent une tension de décalage à l'entrée inférieure à 2 mV pour tous les comparateurs. Ils ont été développés spécialement pour pouvoir fonctionner avec une alimentation unique. Ces comparateurs possèdent la caractéristique unique d'une tension d'entrée en mode commun capable de descendre jusqu'à la masse de l'alimentation. Leur étage de sortie à collecteur ouvert les rendent compatibles avec toutes sortes de logiques (TTL, DTL, ECL, MOS et CMOS). La tension de saturation du transistor de sortie de 250 mV à 4 mA les rendent encore plus attractifs. Toutes ces particularités font qu'ils peuvent être utilisés dans de nombreux domaines d'applications.



Structure du LM339/LM393

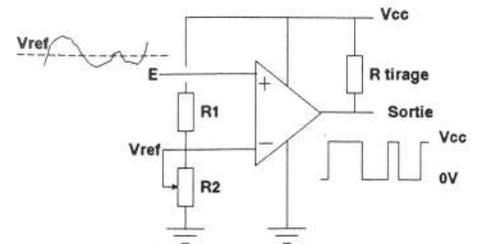


Brochage du LM393



Brochage du LM339

Montage de base



Montage de base du comparateur

Le montage précédent donne le principe de base de fonctionnement du comparateur. Un signal analogique centré sur Vref et de faible amplitude est converti en un signal digital d'amplitude élevée. L'alignement du comparateur sur Vref est réalisé grâce au diviseur potentiométrique constitué de R1 et de R2. La résistance de tirage doit être choisie de valeur suffisamment élevée afin de réduire la dissipation de puissance dans le comparateur mais de valeur suffisamment faible pour ne pas interférer avec la résistance de charge (Et le temps de montée du signal en sortie).

Le problème de ce montage est de ne pas supporter une tension égale à Vref sur son entrée. Dans ce cas, le comparateur se trouve positionné dans sa zone de fonctionnement linéaire et risque de se mettre à osciller comme le ferait un AOP de gain élevé non compensé.

Montage anti-oscillation

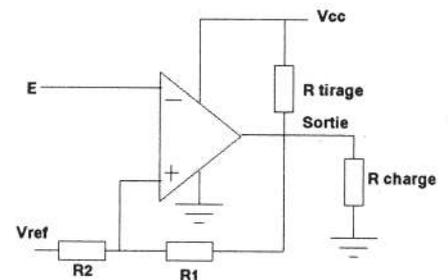


Schéma du montage anti-oscillation

Pour supprimer ce genre de problème, une des solutions consiste à apporter un élément de réaction positive (Représenté par R1). Pour garantir le parfait fonctionnement, les conditions suivantes doivent être vérifiées:

- $R_{tirage} \ll R_{charge}$
 - $R_{tirage} \ll R_1$
- (Rappel : \ll signifie "négligeable devant")

Ces deux relations assurent un état de sortie à l'état haut qui ne soit pas influencé par les résistances R_{charge} et R_1 .

Dans ce cas de figure, la quantité de contre-réaction est fixée par l'action de R1 et de R2. Elle est égale à :

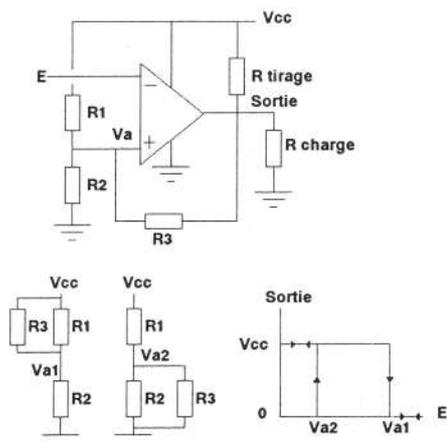
$$V_{reac} = V_{cc} R1 / (R1 + R2)$$

Ainsi pour une réaction de 1% (50mV pour un Vcc de 5V) R2 sera choisie de l'ordre de 100 R1.

Montages à Trigger de Schmitt

Une autre méthode consiste à apporter un hystérésis dans la boucle de réaction. Dans ce cas, la boucle de réaction ne travaille plus comme un simple supprimeur d'oscillations mais comme un vrai Trigger de Schmitt où les points de basculement peuvent être choisis par l'utilisateur.

Comme pour tous les montages à comparateur à sortie en collecteur ouvert, la résistance de tirage devra être choisie de telle sorte qu'elle ait un rôle négligeable sur le fonctionnement du montage.



Trigger inverseur

La figure ci-dessus donne le principe d'un hystérésis sur un montage comparateur inverseur. Le point de basculement Va1 représente la valeur pour laquelle la sortie passera de l'état haut à l'état bas. Cette valeur est donc égale à :

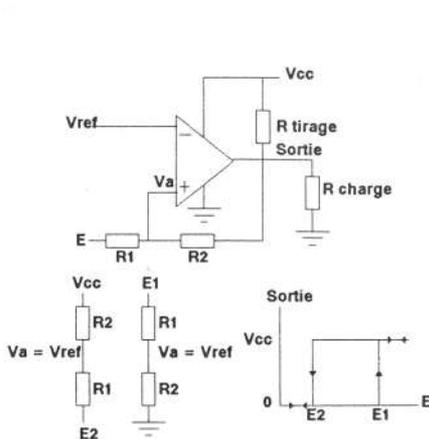
$$Va1 = V_{cc} R2 / (R2 + (R1 // R3))$$

Le point Va2 représente la valeur pour laquelle la sortie passera de l'état bas à l'état haut. Cette valeur est donc égale à :

$$Va2 = V_{cc} (R2 // R3) / (R1 + (R2 // R3))$$

Pour que la résistance de charge n'intervienne pas dans les calculs des points de basculement, la résistance R3 sera choisie grande devant Rcharge.

La figure suivante illustre un montage à hystérésis appliqué à un montage comparateur non inverseur. La valeur E1



Trigger non inverseur

représente le point de basculement pour lequel la sortie passe de l'état bas à l'état haut. Elle est égale à :

$$E1 = V_{ref} (R1 + R2) / R2$$

La valeur E2 représente le point de basculement pour lequel la sortie passe de l'état haut à l'état bas. Sa valeur est donc :

$$E2 = (V_{ref}(R1 + R2) - V_{cc}R1) / R2$$

Remarque sur ce montage : La valeur de l'hystérésis (E1 - E2) est indépendante de la valeur de Vref.

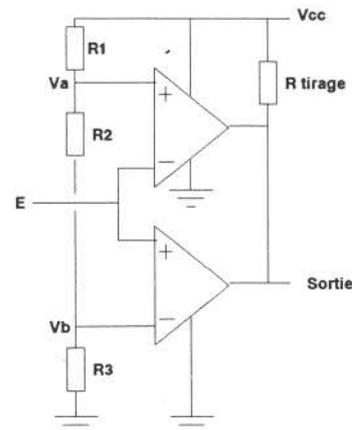
$$H = E1 - E2 = V_{cc} R1 / R2$$

La valeur de R1 sera obligatoirement inférieure à celle de R2 pour que le montage puisse fonctionner.

Le comparateur à fenêtre

Le but initial d'un comparateur est de pouvoir dire si une tension est supérieure ou inférieure à une valeur donnée. Il est fréquent d'avoir à vérifier si la tension d'entrée est comprise dans une fourchette connue (Exemple : systèmes de surveillance).

Le montage fournit un état haut en sortie si la tension d'entrée est comprise dans la fenêtre définie par Va et Vb. Si pour une raison ou une autre, la tension d'entrée en sortait, la sortie passerait à l'état bas. Ce montage utilise la particularité du LM339 d'avoir une sortie à collecteur ouvert. Cette propriété permet de réaliser un montage de type "OU câblé" qui n'est pas réalisable aussi simplement avec une sortie Totem-Pole (Risque de destruction des transistors de sortie). Sur ce montage le seuil bas de commutation est défini par :



Comparateur à fenêtre

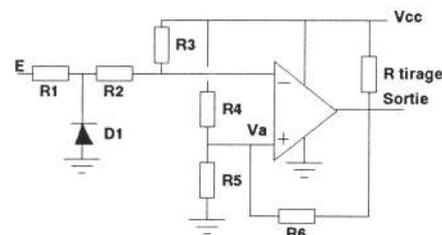
$$Vb = V_{cc} R3 / (R1 + R2 + R3)$$

Le seuil haut lui est calculé par :

$$Va = V_{cc} (R2 + R3) / (R1 + R2 + R3)$$

C'est donc la résistance R2 qui fixe la largeur de la fenêtre de mesure.

Détecteur de passage par zéro

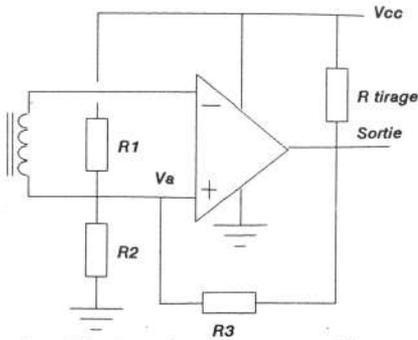


Détecteur de passage par zéro

Il est souvent utile d'avoir à convertir une onde sinusoïdale centrée sur zéro. Ce type de montage permet de connaître la polarité du signal à l'entrée et en particulier à quel moment il passe par zéro. En choisissant $R1 + R2 = R5$ et $R3 = R4$ (Avec $R4 \gg R5$) une telle condition est réalisée. Pour avoir un hystérésis de très faible valeur, R6 sera choisie très grande devant R5. La diode D1 permet de protéger l'entrée du comparateur quand la tension à convertir est négative (L'entrée "moins" ne doit pas aller au delà de -100mV). Elle limite donc la tension au point commun de R1 et de R2 à -700mV max. La tension d'entrée maximale sera donc choisie en fonction du courant direct maximal que sera capable de délivrer la diode.

Amplificateur de capteur magnétique

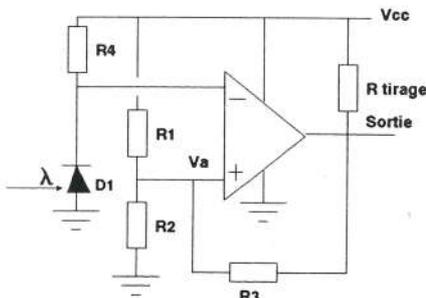
Avec ce montage, nous retrouvons l'application de prédilection des comparateurs à savoir l'amplification en tout ou rien des très petits signaux. Il s'agit



Amplificateur de capteur magnétique

une nouvelle fois de la détection du "passage par zéro" du signal d'entrée. Une réaction positive de faible valeur est réalisée par R3. Les résistances R1 et R2 assurent un alignement à $V_{cc}/2$ du signal d'entrée.

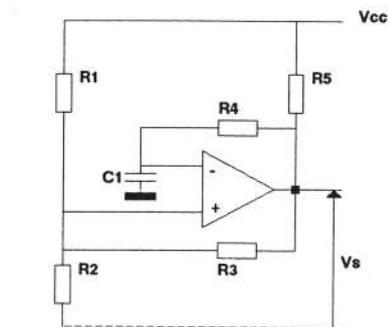
Un amplificateur de photodiode



Amplificateur de photo-diode

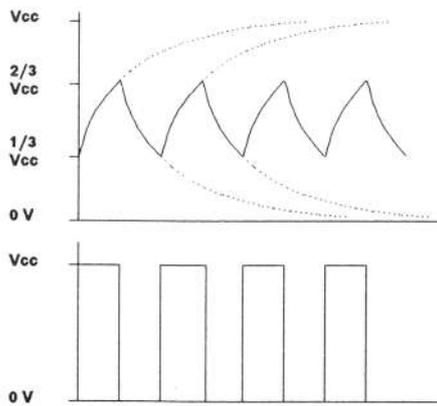
Dans la catégorie amplificateurs, voici le même appliqué pour un récepteur à photodiode. Ce montage à l'origine était utilisé pour la lecture de bande perforées. Il peut servir à la détermination de la vitesse et de la position d'un moteur électrique (Grâce au système de disques optiques)

Le multivibrateur astable



Multivibrateur astable

La réalisation d'un oscillateur avec un comparateur est chose aisée. Ce montage est l'illustration parfaite du montage à trigger de schmitt. En réalisant $R1 = R2 = R3$ le montage présente des points de basculement situés respectivement à $1/3$ de V_{cc} et à $2/3$ de V_{cc} . Le phénomène de temporisation est réalisé par la charge et la décharge d'un condensateur dont la constante de temps



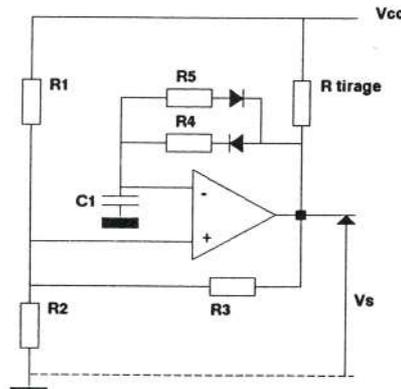
Courbes de tension sur C1 et la sortie

propre est égale à $R4 C1$. La résistance de tirage ayant été choisie suffisamment faible pour ne pas influencer sur le fonctionnement (Charge du condensateur), l'oscillation de sortie est parfaitement symétrique et la période de l'oscillateur est égale à :

$$T = 2 \ln 2 R4 C1$$

Dans cette formule nous retrouvons le terme $R4C1$ qui est la constante de temps de l'ensemble RC, le terme 2 qui illustre la symétrie de l'onde de sortie et la valeur $\ln 2$ qui est le coefficient de correction dû à la limitation du passage de $1/3$ à $2/3$ de V_{cc} .

Générateur d'impulsions à rapport cyclique variable



Générateur d'impulsions

Ce montage est une variante du montage précédent. Sur l'oscillateur initial, la résistance de charge est confondue avec celle de décharge. Cela permet d'obtenir la parfaite symétrie du signal de sortie. Pour supprimer ce type de particularité, il faut donc faire appel à deux résistances différentes dont l'effet est annulé par l'action d'une diode (En fonction de la charge ou de la décharge du condensateur).

Dans l'hypothèse où les tensions de basculement sont toujours positionnées à

$1/3$ et à $2/3$ V_{cc} , la durée de la sortie à l'état haut est donnée par :

$$T1 = \ln 2 R4 C1$$

De même, la durée de la sortie à l'état bas est donnée par :

$$T2 = \ln 2 R5 C1$$

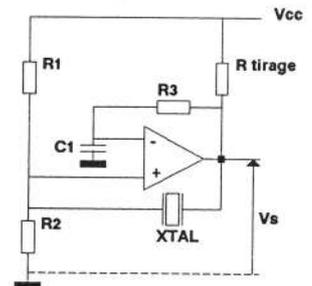
La période totale est égale à :

$$T = \ln 2 (R4 + R5) C1$$

et le rapport cyclique est égal à :

$$R = R4 / (R4 + R5)$$

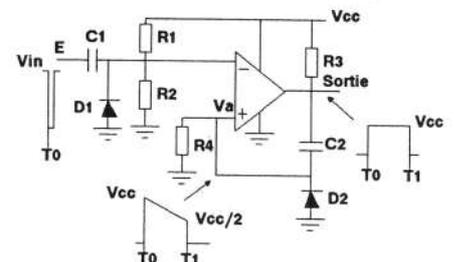
Oscillateur à quartz



Oscillateur à quartz

Ce montage est une méthode simple pour obtenir un oscillateur stable et précis. L'astuce consiste à remplacer l'élément de réaction (Initialement R3) par un quartz. La constante de temps de l'ensemble RC sera choisie supérieure à celle du quartz afin que l'ensemble oscille bien par rapport à ce dernier. Le quartz doit être de type résonance série.

Le multivibrateur monostable



Multivibrateur monostable

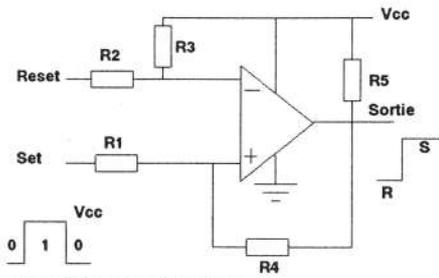
Un multivibrateur monostable peut être réalisé simplement en utilisant une seule porte de comparateur. La durée de l'impulsion de sortie est définie par la constante propre de l'ensemble $R4 C2$ et le seuil de basculement donné par

$V_{cc} R_2 / (R_1 + R_2)$. Si $R_1 = R_2$, le seuil de basculement est fixé à $V_{cc}/2$ et la durée de l'impulsion de sortie est égale à

$$T = \ln 2 R_4 C_2$$

Les diodes D1 et D2 servent à protéger les entrées du comparateur contre les tensions inverses que ne manquent pas de générer les condensateurs.

Le multivibrateur bistable



Multivibrateur bistable

Encore une application particulière de l'hystérésis. Avec une seule porte, voici un montage qui réalise la très célèbre bascule RS. Il s'agit une fois de plus de déplacer les points de basculement. Les valeurs des résistances sont calculées de telle sorte que le montage soit stable dans tous les cas.

1er cas : $R=0, S=0$ et $Q=0$: Pas de problèmes. L'entrée "-" est au potentiel $V_{cc} R_2 / (R_2 + R_3)$ et l'entrée "+" est au potentiel 0 car $S=Q=0$.

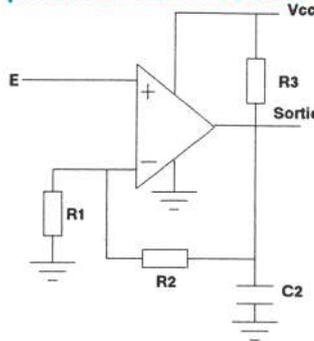
2ème cas : $R=0, S=0$ et $Q=1$: L'entrée "-" est toujours au même potentiel. L'entrée "+" est au potentiel $V_{cc} R_1 / (R_1 + R_4 + R_5)$. Si on pose $R_1 = R_2, R_4 + R_5$ doit être inférieure à R_3 pour avoir un état stable

3ème cas : $R=0, S=1$ et $Q=0$: L'entrée "-" est toujours au même potentiel. L'entrée "+" est au potentiel $V_{cc} R_4 / (R_1 + R_4)$. Il faut donc avoir $R_4 / (R_1 + R_4) > R_2 / (R_2 + R_3)$. Etc....

En reprenant tous les cas de figure, il est possible de trouver les différentes relations qui doivent exister entre chaque résistance. En ajoutant à cela les notions de consommation et de seuils de commutations sur une logique donnée, toutes les valeurs peuvent être obtenues.

Il existe pourtant un cas d'instabilité, c'est le cas $R=S=Q=1$. La sortie Q doit normalement vouloir osciller mais arrivera rapidement à l'état $R=1, S=1$ et $Q=0$ qui est un état stable. On peut donc dire que la fonction Reset est prioritaire sur la fonction Set

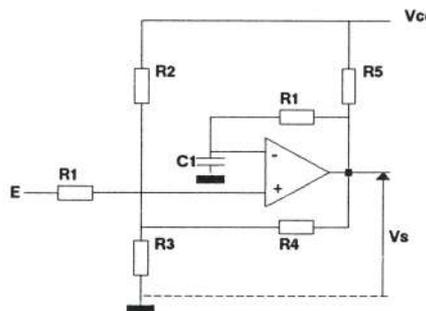
Amplificateur non inverseur



Amplificateur non inverseur

Gag ! Non... Ce montage est bien un amplificateur linéaire à base de comparateur. Bon d'accord! Sa bande passante n'est pas géniale ($< 100\text{Hz}$) mais pourquoi faire appel à un autre boîtier quand une porte de libre peut sauver la mise. La boucle de contre-réaction apporte un gain égal à $1 + R_1/R_2$ (Comme pour l'AOP). Les caractéristiques de cet amplificateur sont essentiellement limitées à cause de la résistance de tirage. L'utilisation de réseaux de compensation ainsi que d'un transistor de sortie permet de rehausser très sérieusement les caractéristiques de cet amplificateur.

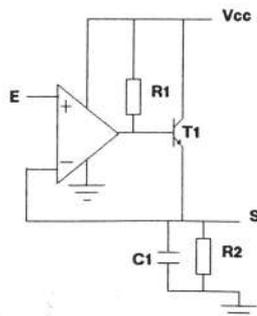
Modulateur de largeur d'impulsion (PWM)



Modulateur PWM

Ce montage rappelle étrangement le multivibrateur astable. Normal, c'est le même auquel a été ajoutée une entrée de commande en tension qui vient modifier les points de basculement.

Détecteur d'impulsions positives

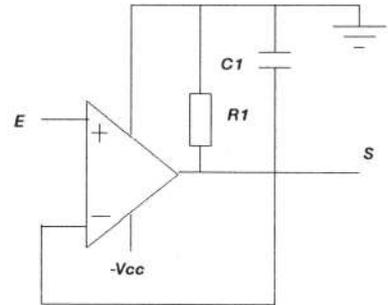


Détecteur d'impulsions positives

Ce montage réalise la mémorisation de la valeur crête d'un signal pour en permettre la mesure. Quand une crête est

détectée sur l'entrée du montage, elle est intégralement transmise sur la sortie (Dans ce cas le montage se comporte comme un suiveur). Quand celle-ci disparaît, le montage se bloque laissant la valeur de la crête en mémoire dans le condensateur. Cette mémorisation n'est pas éternelle car la résistance R_2 va provoquer la décharge de ce condensateur. Ce comportement permet de mémoriser l'enveloppe positive d'un signal appliqué sur l'entrée.

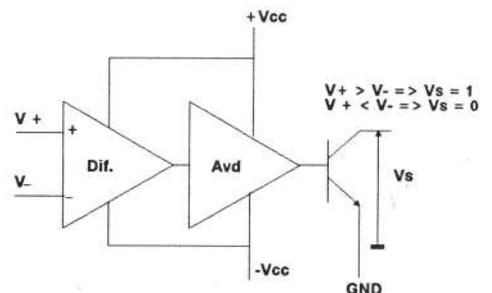
Détecteur de crêtes négatives



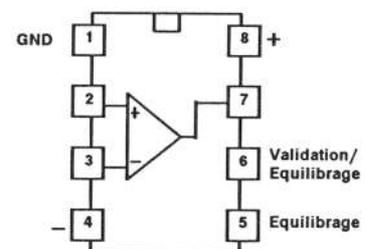
Détecteur de crêtes négatives

"Qui veut le plus veut le moins". Voici donc le petit frère qui se charge de gérer les crêtes négatives. Le principe de fonctionnement reste identique au précédent.

Le LM311



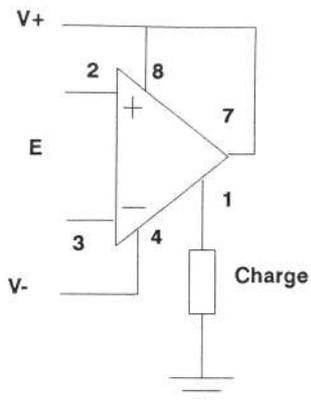
Structure du LM311



Brochage du LM311

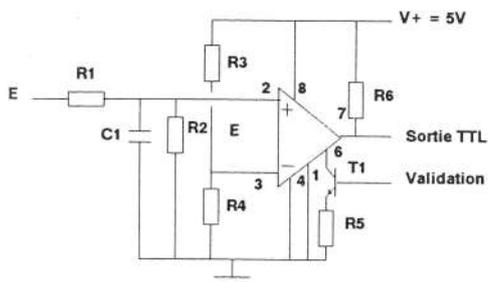
Ce comparateur possède un gain élevé (200 000 en typique) et la possibilité d'être alimenté soit avec des tensions comparables à celles des amplificateurs opérationnels, soit à partir d'une seule source de tension de 5 volts. Son étage de sortie à alimentation séparée permet de commander des charges référencées par rapport à la masse. Seule ombre au

tableau, ce circuit est lent (Temps de réponse typique de 200 nS). Cette lenteur le rend par contre nettement moins sensible aux risques d'oscillations parasites (Caractéristique des comparateurs rapides).



Charge référencée par rapport à la masse

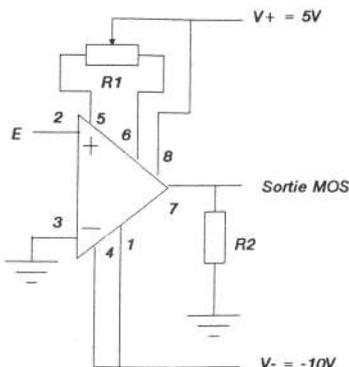
Une des particularité de ce comparateur est de posséder un étage de sortie totalement indépendant en alimentation. Cette caractéristique permet de commander une charge référencée par rapport à l'alimentation positive, par rapport à l'alimentation négative ou par rapport à n'importe quelle alimentation comprise entre les deux (La masse en particulier).



Commande de validation

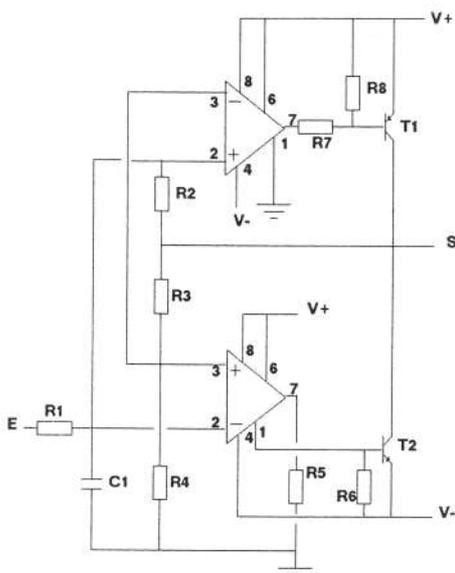
L'un des intérêts de ce composant est de posséder une commande de validation (Blocage de l'étage de sortie en état haute impédance). Le montage ci-dessus réalise l'interfacage entre deux types de logiques différentes (Logique de niveau élevé vers TTL). L'ensemble R1,R2 réalise un diviseur potentiométrique qui ramène le signal d'entrée dans une amplitude compatible avec le composant. L'ensemble R3,R4 réalise la référence autour de laquelle basculera la sortie. Le condensateur améliore l'immunité au bruit sur le signal d'entrée. En raison des faibles courants de polarisation du LM311, l'impédance d'entrée du montage peut être très élevée (>300KΩ). Le comparateur peut être dévalidé par l'action de T1 et R5. Avec un état 1 sur la base de T1, un courant de l'ordre de 2,5mA est extrait sur la patte de validation du LM311 plaçant alors celui-ci en sortie haute impédance.

Une autre particularité du LM311 est de permettre un rattrapage simple de la



Correction de la tension de décalage

tension de décalage à l'entrée. (Voir hobbytronic N°4 pour des explications détaillées sur cette grandeur). Cette correction s'opère grâce à un simple ajustable. Le montage ci-dessus réalise un détecteur de passage par zéro (Remise en forme de signaux issus de capteurs magnétiques). Les alimentations sont disposées de telle sorte qu'une logique MOS peut être attaquée directement.



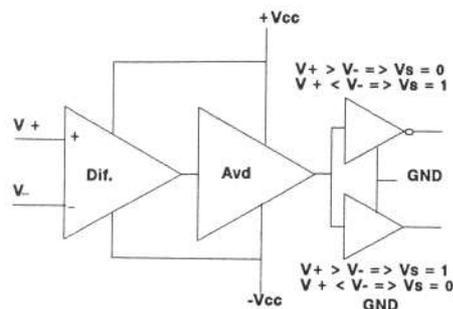
Amplificateur à découpage

Le montage ci-dessus réalise un amplificateur de puissance à découpage. La propriété de l'alimentation indépendante de l'étage de sortie est une fois de plus largement utilisée. La fréquence de découpage est définie par l'ensemble R1,R2,R3,R4,C1 et est fonction de la tension d'entrée.

Les montages proposés pour le LM311 et le LM360 tiennent compte des particularités propres à chaque composant. Il est évident que toutes les applications de base sont réalisables avec ceux-ci.

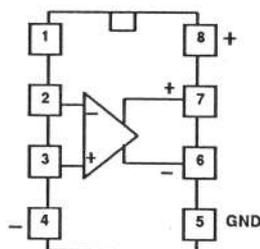
Le LM360

C'est un comparateur possédant un étage d'entrée différentiel très rapide et un



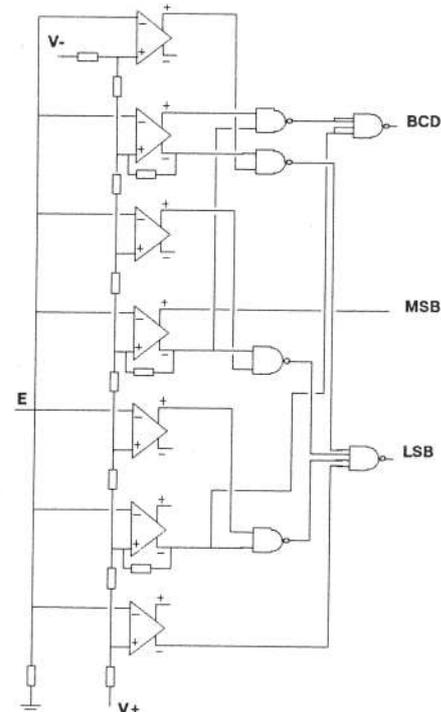
Structure du LM360

étage à sorties complémentaires compatibles TTL. Leurs applications les plus courantes sont les convertisseurs A/D ultra rapides, mise en forme des signaux de têtes magnétiques (Lecteurs de disquettes et de cartouches), détecteurs rapides de passage par zéro, récepteurs de lignes différentiels rapides.



Brochage du LM360

L'alimentation du circuit s'opère entre les pattes "+" et "-". La patte GND sert de référence de tension pour la sortie logique.



Convertisseur A/D 3 bits

Voici un exemple de convertisseur A/D 3 bits avec un temps de conversion typique de 21 nS (Analyse de signaux à 25 MHz). Les portes logiques de sortie sont de type 74S00 et 74S20 pour réduire les temps de transfert. Ce principe est celui utilisé par les

convertisseurs "Flash", la logique de sortie étant remplacée par une PROM rapide.

La tendance

La tendance d'utilisation des comparateurs aujourd'hui est de plus en plus orientée vers l'intégration dans les convertisseurs A/D. Cette évolution impose d'avoir des comparateurs présentant des temps de réponse de plus en plus rapides (Réduction des temps de conversion), des gains de plus en plus élevés (Réduction de la plage d'incertitude sur l'entrée d'où plus grande précision), une consommation de plus en plus faible (Réduction de la dissipation thermique) Réduction de la tension de décalage, augmentation de l'impédance d'entrée, etc.

Pris indépendamment, cela donne des comparateurs aux caractéristiques inégalées à ce jour même au niveau des AOP. Leur prix en font hélas des composants qui ne sont pas encore à la portée de l'amateur. D'autre part leur structure interne fait qu'ils sont très sensibles à l'électricité statique (Fragilité liée à la composition MOS qui les génère et cela malgré les protections intégrées).

Conclusions

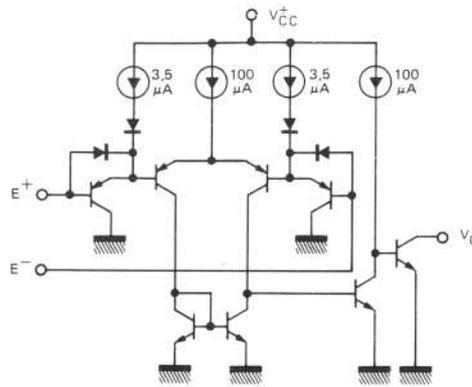
L'utilisation des comparateurs est certainement, de toute l'électronique, la plus simple à réaliser. Son principe de fonctionnement en tout ou rien en sortie mâche déjà une bonne partie du travail. Après il faut, d'accord, appliquer la loi d'Ohm : $U = RI$. Mais sans elle, que serait l'électronique aujourd'hui !

Les exemples donnés précédemment ne sont qu'un très faible aperçu des possibilités d'utilisation des comparateurs. Leurs combinaisons avec d'autres circuits aussi bien logiques qu'analogiques permettent d'aboutir à des fonctions beaucoup plus complexes (Convertisseurs A/D par exemple).

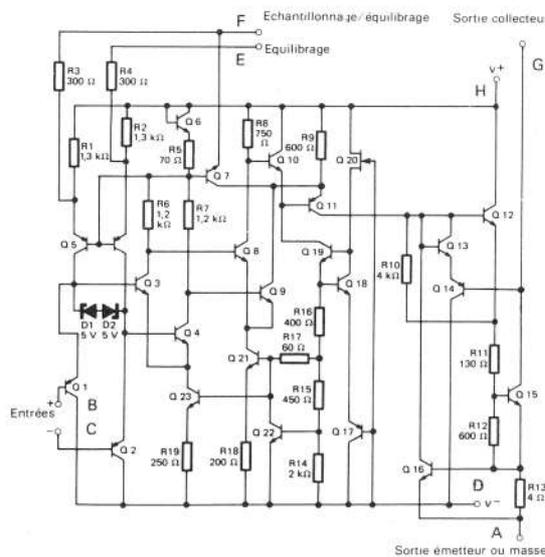
La simplicité avec laquelle fonctionne les comparateurs laisse une très grande liberté à l'esprit d'innovation. Cette souplesse est à l'origine de la prolifération de ces composants dans les montages. A vous maintenant de mettre en application ce passe-partout de l'électronique !

E. DERET

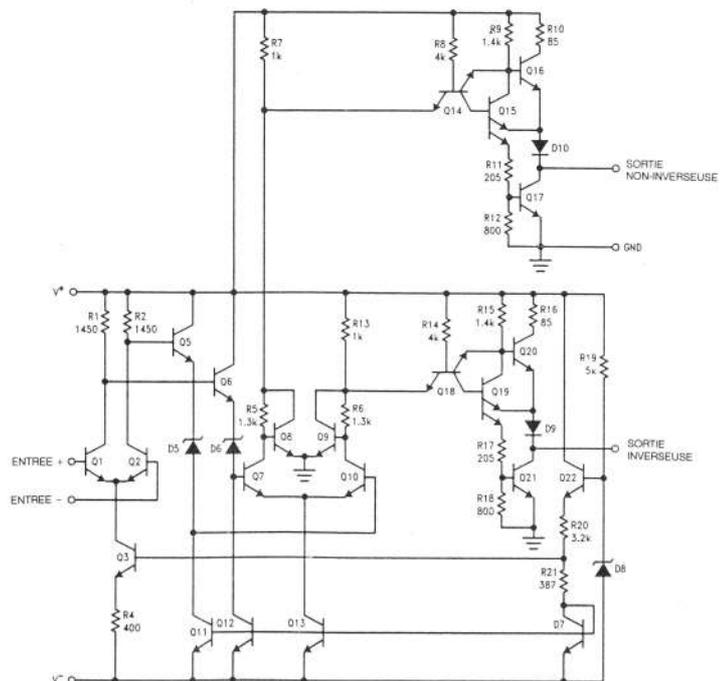
Structure du LM339/LM393



Structure du LM311



Structure du LM360



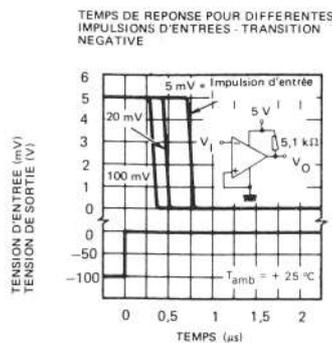
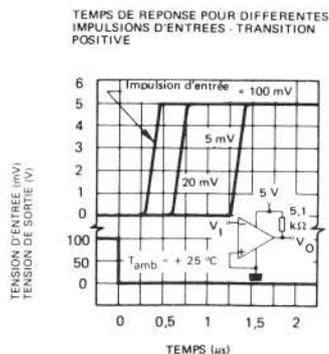
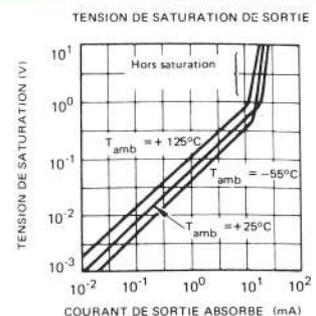
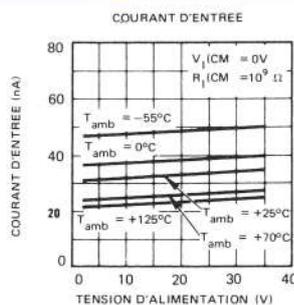
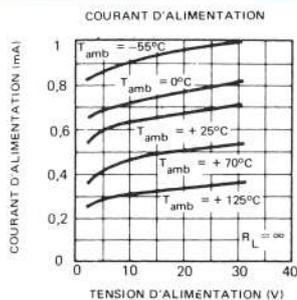
Caractéristiques des comparateurs

Limites absolues	LM311	LM360	LM339/LM393	Unités
Tension d'alimentation V_{cc} max	36	± 8	36 ou ± 18	V
Puissance dissipable	500		1050	mW
Tension d'entrée différentielle	± 30	± 5	36	V
Tension d'entrée	± 15	$\pm V_{cc}$	-0,3 à 36	V
Durée de court-circuit en sortie	10S		Infinie	
Gamme de température	0 à 70	0 à 70	0 à 70	$^{\circ}\text{C}$
Température de jonction	110			$^{\circ}\text{C}$

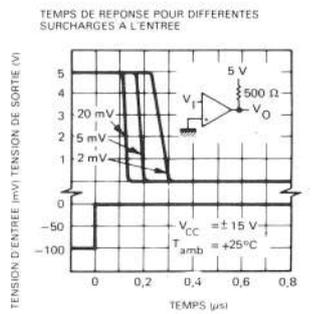
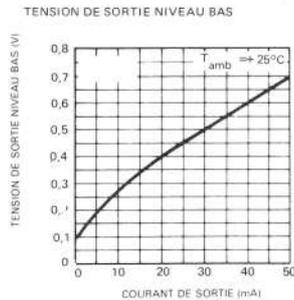
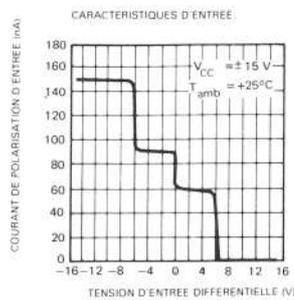
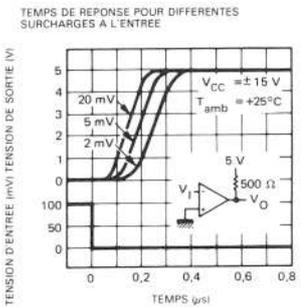
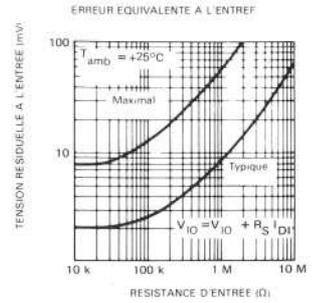
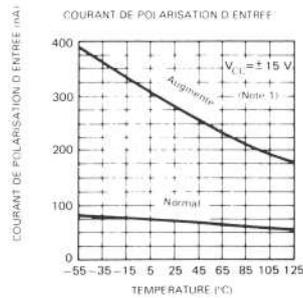
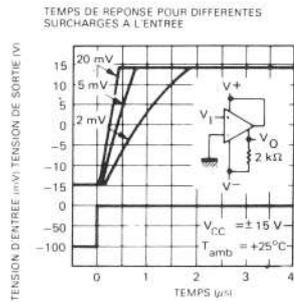
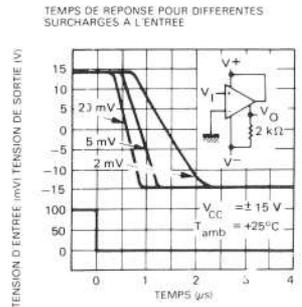
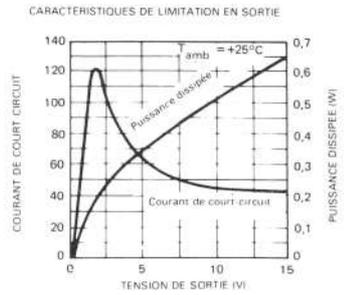
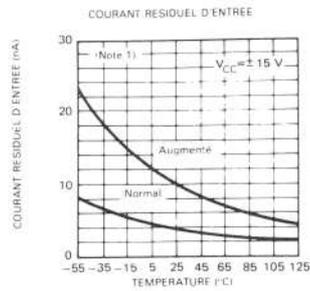
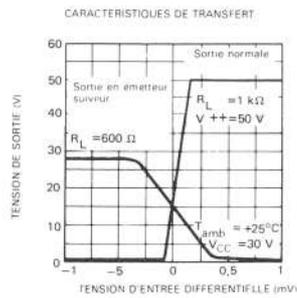
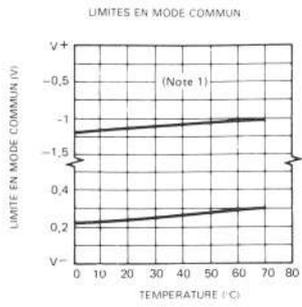
Caractéristiques électriques (A $T_a = 25^{\circ}\text{C}$)

	LM311			LM360			LM339/LM393			Unité	Condition					
	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max							
Condition générale	$V_{cc} = \pm 15\text{V}$			$V_{cc} = \pm 5\text{V}$			$V_{cc} = 5\text{V}$									
Tension de décalage à l'entrée	2,0	7,5		2	5		$\pm 2,0$	$\pm 5,0$		mV						
Courant de décalage à l'entrée	6,0	50		500	3000		± 5	± 50		nA						
Courant de polarisation	100	250		5	20		25	250		nA						
Plage de la tension d'entrée	-14,5			13,0			± 5			0		V	V			
														$V_{cc} - 1,5$		V
Gain en tension	40	200				50	200		V/mV							
Temps de réponse en grand signaux							300			nS						
Temps de réponse	200			13			25			1,3	μS					
Courant d'alimentation	5,1	7,5		18	32		0,8	2,0		mA						
	-4,1	-5,0		-9	-16		1,0	2,5		mA	$V_{cc} = 36\text{V}$					
Courant de sortie							6,0	16		mA						
Tension de saturation	750	1500		250	400		250	400		mV						

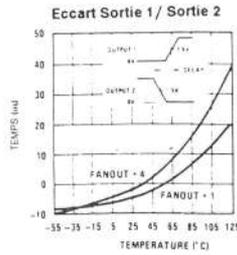
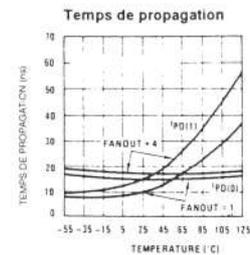
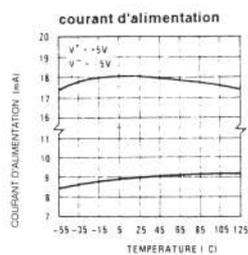
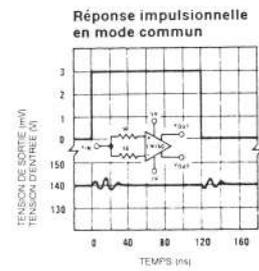
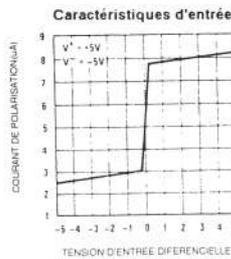
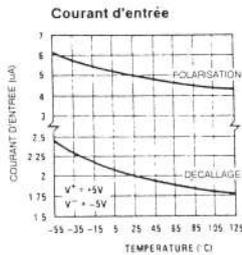
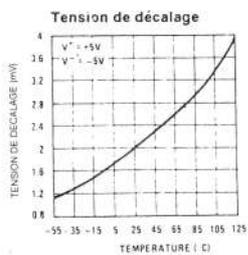
Courbes du LM339/LM393



Courbes du LM311



Courbes du LM360



Les TDA2004 / 2005 / 2009 amplificateurs de puissance intégrés de chez SGS-THOMSON

L'amplification en puissance de signaux audio a été de tous temps un domaine de recherche largement exploité. La réalisation d'amplificateurs pour l'automobile a été la plus dure à résoudre. Les amplificateurs à tubes étaient volumineux, dissipaient beaucoup de puissance et étaient difficilement alimentables à l'aide d'une source continue basse tension. L'apparition des transistors a permis de résoudre simplement le problème d'alimentation. Bien que la taille ait largement diminuée, celle d'un amplificateur de puissance restait encore importante pour un montage en composants discrets. L'avènement de l'intégration a résolu le problème de place. Restait à résoudre les problèmes de dissipation thermique dans les circuits intégrés. La création du boîtier PENTAWATT et par la suite du boîtier MULTIWATT a vaincu le dernier obstacle de l'amplification de puissance pour l'automobile.

Le TDA2004 est un amplificateur intégré stéréo pouvant délivrer une puissance de 2X10W pour auto-radio.

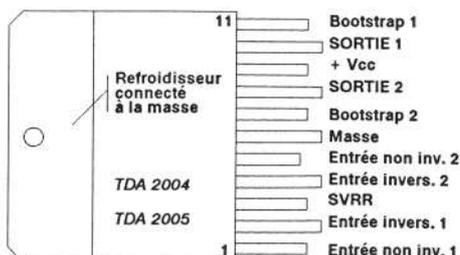
Le TDA2005 présente les mêmes caractéristiques mais peut en plus être branché en pont ("Bridgé" diront certains) pour délivrer une puissance de 20W.

Le TDA2009 est un ampli 2X10W de classe HI-FI

Caractéristiques

Les TDA2004 / TDA2005 / TDA2009 sont des doubles amplificateurs de puissance audio en boîtier multiwatt. Les deux premiers sont des amplificateurs de classes B spécialement conçus pour les applications auto-radio. Le TDA2009 est lui par contre un amplificateur de classe AB lui conférant ainsi des caractéristiques HI-FI pour une utilisation en télévision ou dans les "Music Center". Ils sont tous les trois caractérisés par un courant de sortie pouvant atteindre 3,5 A par voie ce qui permet d'obtenir une puissance en sortie de 2X10W par boîtier. Leurs gros avantages résident dans un besoin très réduits en composants extérieurs.

Les TDA2004 / TDA2005



En raison de leurs spécificités auto-radio, ces composants ont un certain nombre de points en commun en

particulier au niveau des protections internes.

- Protection contre les court-circuits à la masse
- Protection contre les charges inductives
- Protection thermique (150°C)
- Protection contre les surtensions
- Protection contre les coupures de masse
- Protection contre les inversions de polarités

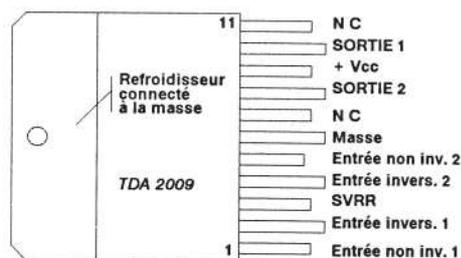
La tension d'alimentation de ces composants étant très réduite (Tension de la batterie en général), la puissance en sortie ne peut être réellement obtenue en sortie que grâce à la technique du "Bootstrap". C'est une méthode classique sur les amplificateurs de classe B de suralimenter l'étage de sortie à l'aide d'un condensateur afin de délivrer la puissance crête maximale quand la tension de sortie atteint la tension d'alimentation (Réduction notable de la distorsion). Sur ces composants, la distorsion ne dépasse pas 10% à pleine puissance.

En mode double amplificateur, la charge de sortie peut descendre jusqu'à 1,6 Ω.

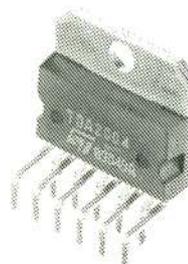
Le TDA2005 se distingue de son petit frère grâce à la possibilité de pouvoir être monté en pont. Cela permet de disposer d'un amplificateur de 20W (Le courant

maximum ne changeant pas pour autant).

Le TDA2009



Le TDA2009 reprend les caractéristiques du TDA2004 au niveau du fonctionnement. Son orientation HI-FI fait qu'il est alimenté par une tension supérieure rendant ainsi inutile l'utilisation du "Bootstrap". Seule la protection thermique est conservée (Absence de câblage volant, fréquent dans une voiture, n'impose pas les autres protections). La distorsion ne dépasse pas 0,5% à pleine puissance.



Caractéristiques électriques

Limites absolues	TDA2004	TDA2005	TDA2009	Unités
Tension d'alimentation d'utilisation	18	18	28	V
Tension d'alimentation Max	28	28		V
Pic d'alimentation (50 mS)	40	40		V
Pic de courant non répétitif en sortie (0,1 mS)	4,5	4,5	4,5	A
Pic de courant répétitif en sortie (f > 10Hz)	3,5	3,5	3,5 (f > 20Hz)	A
Puissance dissipable	30	30	20	W
Température de jonction	150	150	150	°C

Caractéristiques électriques (A Ta = 25°C et Rth = 4°C/W)

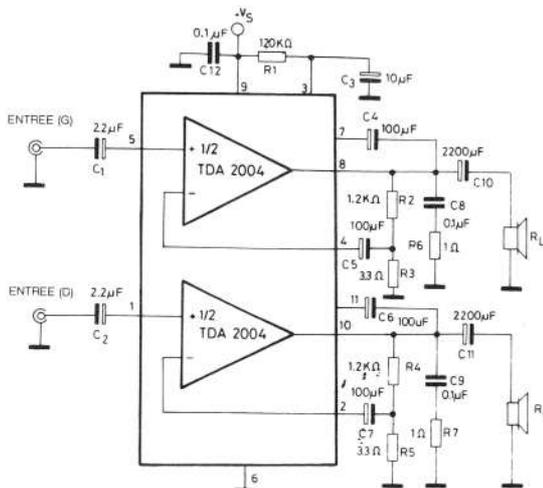
	TDA2004/2005 stéréo			TDA2005 en pont			TDA2009			Unité	Condition
	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max		
Condition générale	Gv = 50 dB			Gv = 50 dB			Gv = 36 dB				
Tension d'alimentation	8		18	8		18	8		28	V	
Tension de sortie au repos	6,6	7,2	7,8			0,15				V	Vs = 14,4V
	6,0	6,6	7,2			0,15				V	Vs = 13,2V
							11			V	Vs = 23V
Courant de sortie au repos		65	120		75	150				mA	Vs = 14,4V
		62	120		70	160				mA	Vs = 13,2V
							80	120		mA	Vs = 23V
Puissance de sortie par canal f = 1Khz											
Vs = 14,4V RI = 4Ω	6	6,5		18	20					W	
Vs = 14,4V RI = 3,2Ω	7	8		20	22					W	
Vs = 14,4V RI = 2Ω	9	10								W	
Vs = 14,4V RI = 1,6Ω	10	11								W	
Vs = 13,2V RI = 3,2Ω	6	6,5		17	19					W	
Vs = 13,2V RI = 1,6Ω	9	10								W	
Vs = 16V RI = 2Ω		12								W	
Vs = 23V RI = 4Ω							10	11		W	
Vs = 23V RI = 8Ω								7		W	
Vs = 18V RI = 4Ω							5,5	6,5		W	
Vs = 18V RI = 8Ω								4		W	
Distorsion par canal f = 1Khz											
Vs = 14,4V RI = 4Ω P < 4W		0,2	1			1 (P < 15W)				%	
Vs = 14,4V RI = 2Ω P < 6W		0,3	1							%	
Vs = 13,2V RI = 3,2Ω P < 3W		0,2	1			1 (P < 15W)				%	
Vs = 13,2V RI = 1,6Ω P < 6W		0,3	1							%	
Vs = 23V RI = 4Ω P < 8W								0,1		%	
Vs = 23V RI = 8Ω P < 3W								0,05		%	
Sensibilité d'entrée		6			9					mV	
Tension de saturation en entrée	300			300			300			mV	
Impédance entrée "+"	70	200		70			70	200		kW	
Impédance entrée "-"		10						10		kW	
Fréquence de coupure basse			50			40		20		Hz	
Fréquence de coupure haute	15			20				80		kHz	
Gain en boucle ouverte		90						85		dB	
Gain en boucle fermée	48	50	51		50		35,5	36	36,5	dB	
Tension de bruit en entrée		1,5	5		3	10		1,5		uV	
Rendement par canal f = 1Khz											
Vs = 14,4V RI = 4Ω P = 6,5W		70				60 (P = 20W)				%	
Vs = 14,4V RI = 2Ω P = 10W		60								%	
Vs = 13,2V RI = 3,2Ω P = 6,5W		70				58 (P = 19W)				%	
Vs = 13,2V RI = 1,6Ω P = 10W		60								%	
Protection thermique	125	135		100	110			145		°C	



Applications

TDA2004

Le schéma de base du montage à TDA2004 est des plus simples.



Les valeurs conseillées des composants sont celles indiquées sur le circuit d'application. D'autres valeurs peuvent être utilisées.

R1 (120kΩ) : Cette résistance assure l'optimisation de la symétrie du signal de sortie. Modifier sa valeur s'accompagne d'une perte de puissance.

R2 et R4 (1kΩ) et R3 et R5 (3,3Ω) : Ces résistances définissent le gain en boucle fermée. Augmenter R2, R4 et/ou diminuer R3, R5 provoque un accroissement du gain.

R6 et R7 (1Ω) : Ces résistances contrôlent la stabilité en fréquence. Augmenter leurs valeurs risque d'engendrer des risques d'oscillations à haute fréquence sur des charges inductives.

C1 et C2 (1µF) : Ces condensateurs assurent le couplage de l'entrée. Réduire leurs valeurs déplace la fréquence de coupure basse et augmente le bruit en entrée.

C3 (10µF) : Cette capacité influe sur le taux de réjection sur les alimentations. Réduire sa valeur réduit le SVR.

C4 et C6 (100µF) : Ces condensateurs pilotent le Bootstrap. Réduire leurs valeurs augmente la distorsion dans les basses fréquences.

C5 et C7 (100µF) : Ces deux condensateurs assurent l'isolation en continu de la boucle de réaction.

C8 et C9 (0,1µF) : Ces capacités contrôlent la stabilité en fréquence. Réduire leurs valeurs risque de provoquer des oscillations.

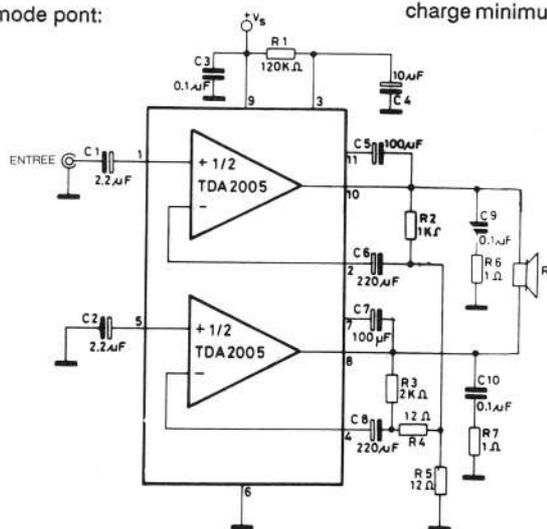
C10 et C11 (1000 à 2200 µF) : Ces condensateurs assurent l'isolation en

continu de l'étage de sortie. Réduire leurs valeurs revient à descendre la fréquence de coupure haute.

Le TDA2005

Le TDA2005 peut fonctionner suivant le mode stéréo (identique au TDA2004) ou en mode pont (Augmentation de la puissance de sortie).

Le mode pont:



Les paramètres suivant peuvent s'avérer intéressants lors de la mise en chantier d'un amplificateur en pont.

Vs max : Tension de sortie crête.

Is max : Courant de sortie crête

Ps max : Puissance de sortie efficace

Pour un amplificateur classique les paramètres sont les suivants :

$$\begin{aligned} V_s \max &= (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) / 2 \\ I_s \max &= (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) / 2 R_L \\ P_s \max &= (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) / 8 R_L \end{aligned}$$

Pour un amplificateur en pont, ces mêmes paramètres deviennent :

$$\begin{aligned} V_s \max &= (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) \\ I_s \max &= (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) / R_L \\ P_s \max &= (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) / 2 R_L \end{aligned}$$

avec Vce sat : tension de saturation des transistors de sortie, Vcc tension d'alimentation de l'étage de sortie et RL : impédance de charge.

La plage d'excursion de la tension et du courant de sortie d'un amplificateur en pont est le double comparée à celle réalisée par un amplificateur classique. Pour résumer, sur une même charge RL, une configuration en pont peut délivrer une puissance de sortie quatre fois supérieure à celle d'un amplificateur classique. De même pour un courant de sortie identique, un montage en pont peut délivrer le double de puissance. Par conséquent, des précautions doivent donc être prises dans le choix de Vcc et de RL afin de ne pas dépasser le courant maximal admissible par l'étage de sortie.

Pour une tension d'alimentation de 14,4Volts et une tension de saturation de 2Volts, sachant que le courant de sortie maximum est de 3,5 Ampères, il est possible de connaître l'impédance de charge minimum qui pourra être câblée sur

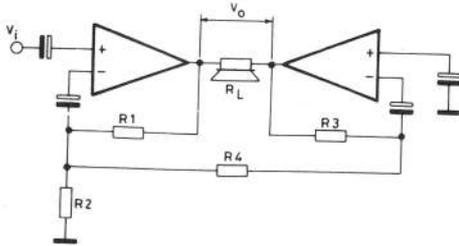
un montage en pont.

$$R_L \min = (V_{cc} - 2 V_{ce \text{ sat}}) / I_s \max$$

Ce qui nous donne une impédance de 2,97Ω minimum.

La configuration de base d'un amplificateur en pont est très simple





Le gain en tension d'un tel montage est donné par la relation

$$G_v = V_o / V_i$$

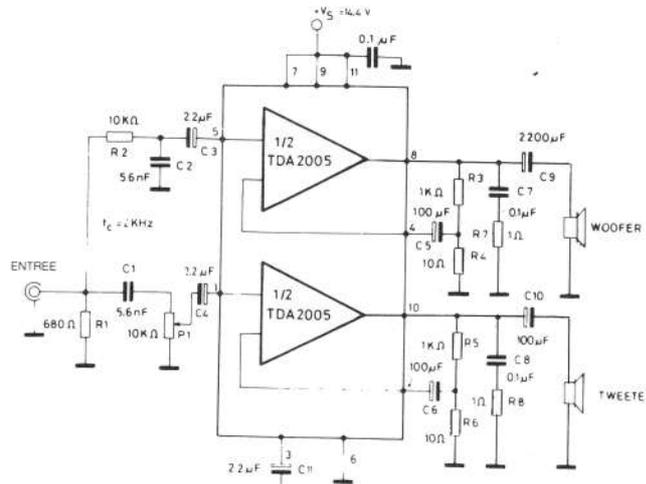
$$G_v = 1 + (R_1 / R_2 // R_4) + (R_3 / R_4)$$

Pour obtenir des gains très élevés (40 à 50 dB), il est possible de prendre $R_2 = R_4$ et $R_3 = 2 R_1$ ce qui permet de simplifier la formule (Le terme 1 est considéré comme négligeable devant 100)

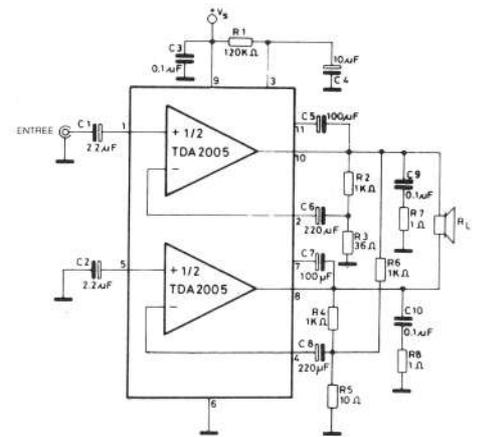
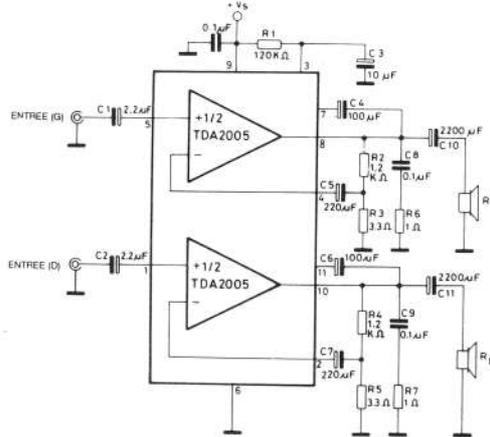
$$G_v = 4 R_1 / R_2$$

Voici les valeurs des composants en fonction du gain

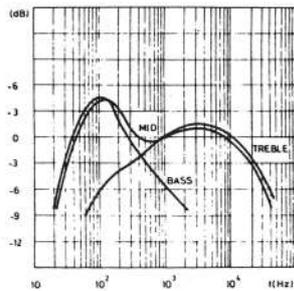
G_v (dB)	R_1 (Ω)	$R_2 = R_4$ (Ω)	R_3 (Ω)
40	1000	39	2000
50	1000	12	2000



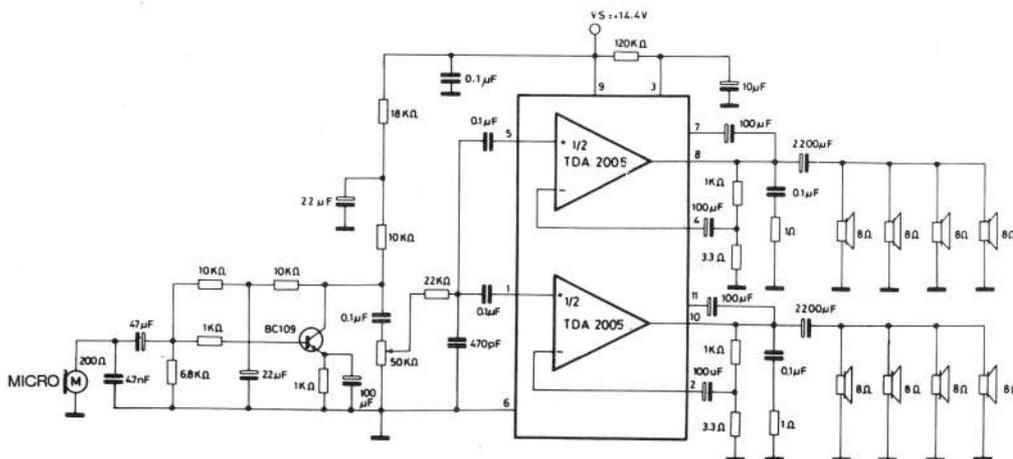
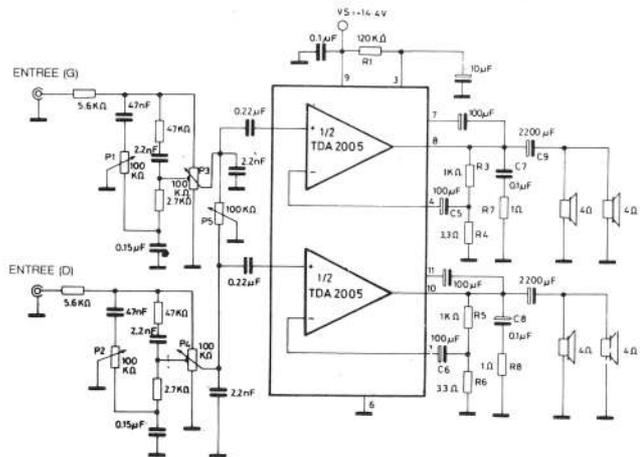
Amplificateur simple 2 voies



Amplificateur en pont faible gain



Amplificateur stéréo avec balance et tonalité



Amplificateur 20W pour car

Le TDA2009

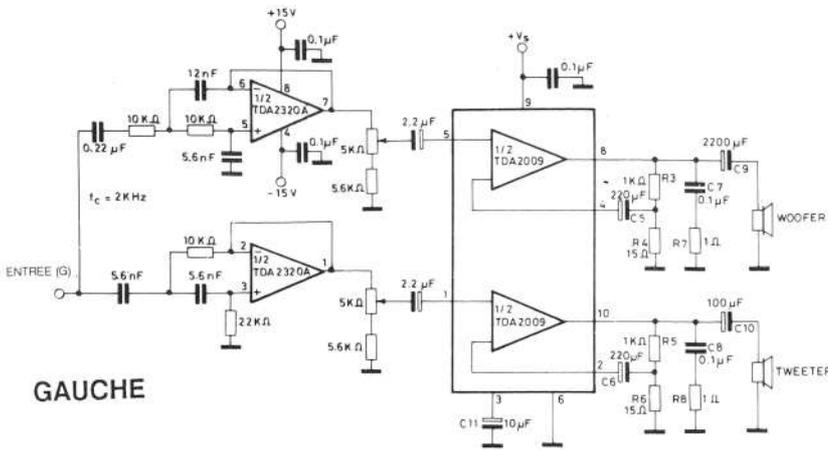
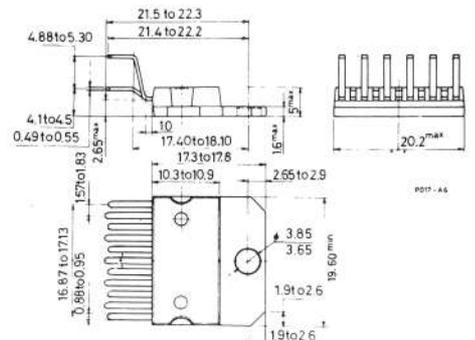
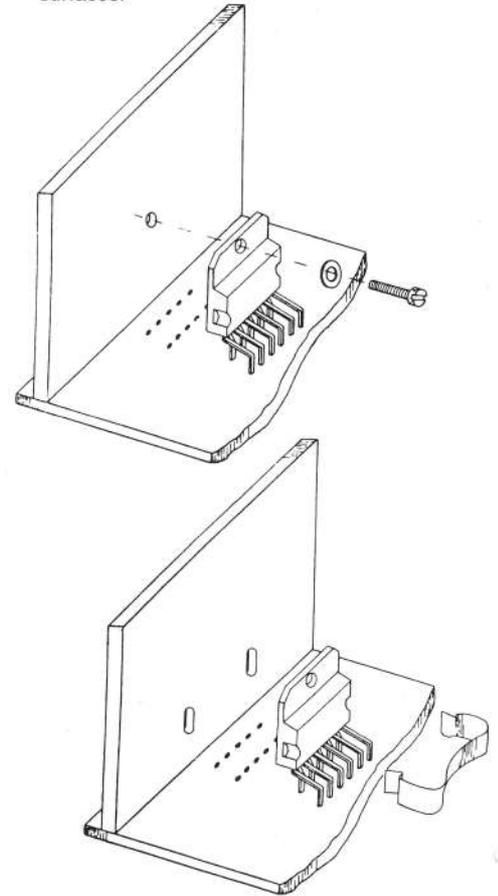
Le montage du TDA2009 est identique à celui du TDA2004 ou du TDA2005. La seule différence se situe dans l'absence des condensateurs de bootstrap.

Montage d'un boîtier MultiWatt

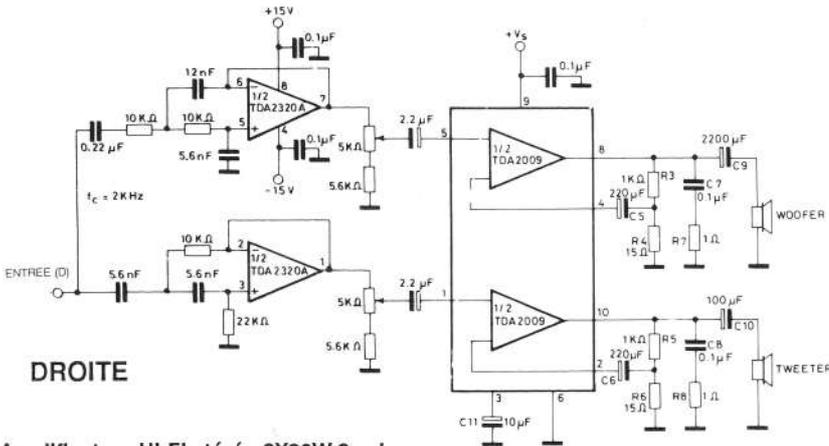
La puissance dissipée dans le boîtier doit être évacuée par l'adjonction d'un radiateur extérieur.

La fixation du boîtier multiwatt s'opère simplement grâce à une vis ou plus simplement grâce à un clip de serrage.

Il est conseillé d'ajouter une couche de graisse thermique entre le boîtier et le radiateur pour améliorer le refroidissement. Il n'est pas nécessaire d'envisager une isolation entre les deux surfaces.

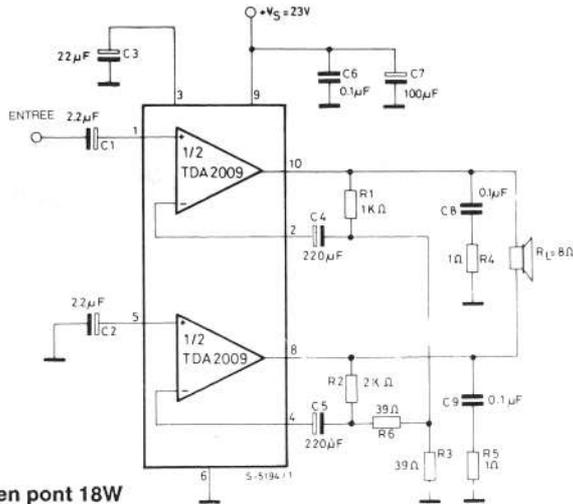


GAUCHE

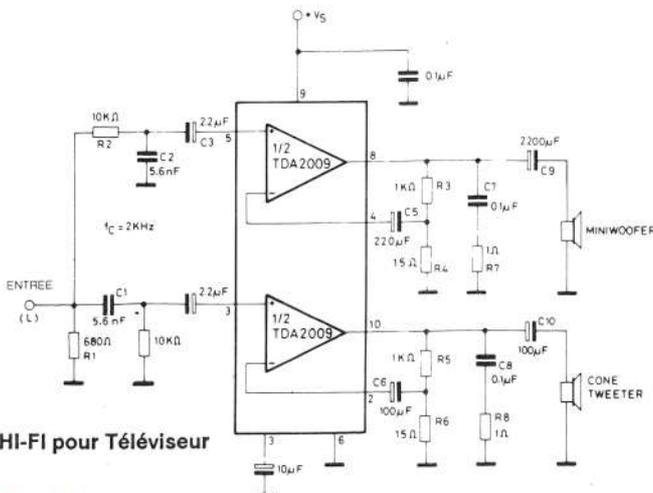


DROITE

Amplificateur HI-FI stéréo 2X20W 2 voies



Amplificateur en pont 18W



Amplificateur 20W HI-FI pour Téléviseur

Rappel des sujets déjà traités

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	
CA 3140	No 5 Page 22	
ICL 7106 / 07	No 3 Page 2	
LM 317	No 2 Page 2	
LM 324	No 5 Page 18	
LM 35	No 5 Page 2	
LM 741	No 5 Page 16	
LM 3914	No 1 Page 2	
LM 3915	No 1 Page 2	
M 9306	No 1 Page 22	
MC 68705	No 2 Page 27	
MOS 4553	No 5 Page 24	
MPX 100 / 200 et dérivés	No 4 Page 2	
NE 555 / 556	No 3 Page 16	
TCA 965	No 4 Page 9	
TDA2004, 2005 et 2009	No 6 Page 42	
TDA 2088	No 5 Page 37	
TDA 5850	No 1 Page 13	
TGS 813	No 1 Page 17	
TL 07x / 08x	No 5 Page 20	
XR 2206	No 4 Page 27	

RUBRIQUE No HOBBYTRONIC/Page et Référence Kit TORA

AUTO / MOTO

ANTI VAPOR-LOCK	No 5 Page 41	
UN BOOSTER 2 x 20 W "ANTIVOL"	No 6 Page 2	143
UN GRADATEUR - TEMPORISATEUR DE PLAFONNIER	No 6 Page 10	050

ALIMENTATION

CONVERTISSEUR STATIQUE 12/220 100 WATTS	No 3 Page 35	015
Application LM317 Alimentation 1.2-14 V. 2 Ampères	No 2 Page 41	
UNE ALIMENTATION 220 V POUR BOOSTER 2x20W	No 6 Page 8	004
CHARGEUR MULTI-CALIBRES AUTOMATIQUE	No 6 Page 16	012

DOMESTIQUE

DETECTEUR DE GAZ	No 1 Page 15	
SERRURE CODEE à 68705	No 1 Page 24	025
EXTENSION DE PUISSANCE SERRURE CODEE	No 1 Page 24	026
REGULATEUR DE VITESSE 220 Volts	No 5 Page 10	061
COFFRET REGULATEUR 061 + Accessoires	No 5 Page 10	062

EMISSION RECEPTION

EMETTEUR F. M. AVEC MICRO	No 2 Page 18	042
EMETTEUR F. M. ENTREE B. F.	No 2 Page 18	041
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	

INITIATION TECHNOLOGIE

PILE OU FACE A AFFICHEUR	No 2 Page 9	6003
CLIGNOTEUR 6 LEDS	No 3 Page 41	6001
JEU DE LUMIERE DE POCHE	No 4 Page 11	6006
LOTO 2 DIGITS	No 5 Page 28	6004
MINI ORGUE 8 NOTES	No 5 Page 44	6005
UN TESTEUR DE CONTINUITE	No 6 Page 22	6002

MESURE

UNITE D'AFFICHAGE LCD 3 DIGITS 1/2 à 7106	No 3 Page 44	106
UNITE D'AFFICHAGE LED 3 DIGITS 1/2 à 7107	No 3 Page 44	107
GENERATEUR DE FONCTIONS WOBULE	No 4 Page 14	101
BAROMETRE - ALTIMETRE	No 4 Page 41	110
MINI FREQUENCEMETRE 6 DIGITS 1 MHz	No 5 Page 31	102
THERMOMETRE SIMPLE -40 à +110 °C	No 5 Page 4	111
HYGROMETRE SIMPLE 5 à 100 %	No 5 Page 6	112
MODULE SURVEILLANCE,ALERTE ET COMMUTATION	No 6 Page 26	120

MODELISME

INDICATEUR DE CHARGE D'ACCUS	No 1 Page 19	162
CHARGEUR D'ACCUS A COURANT CONSTANT	No 2 Page 44	011
SIMULATEUR DE SOUDURE A L'ARC	No 3 Page 32	161

PERI-INFORMATIQUE

PROGRAMMATEUR DE 68705	No 2 Page 13	082
INTERFACE 8 VOIES CENTRONICS 220 Volts	No 3 Page 8	071

SONORISATION

AMPLIFICATEUR 100 WATTS 8 Ohms	No 3 Page 24	147
UN BOOSTER 2 x 20 W "ANTIVOL"	No 6 Page 2	143

VIDEO

AMPLI CORRECTEUR VIDEO 4 VOIES	No 1 Page 9	081
--------------------------------	-------------	-----

HOBBYTRONIC

BULLETIN D'ABONNEMENT

JUIN 1991 - N°6

Complétez votre collection HOBBYTRONIC : Vous désirez d'anciens numéros ? : indiquez ci-dessous les numéros qui vous intéressent et le nombre d'exemplaires. Veuillez joindre 15 Francs par numéro commandé (Port gratuit).

n°	quantité
1	
2	
3	
4	
5	
Total :	

x 15,00F (Chèque ou carte)

Hobbytronic JUIN 1991
Dépot légal JUIN 1991

Imprimerie Georges Frère
15, rue A. Briand - BP 199
59202 TOURCOING Cedex

Directeur de la Publication :
M. Ninassi
HBN Electronic
S.A. au capital de 7.930.000
B.P. 2739
Z.I.S.E 51100 REIMS
ISSN 1157 - 4372
Commission paritaire
en cours



Complétez votre collection HOBBYTRONIC : Voir au verso du coupon d'abonnement ci-dessous.

L'ABONNEMENT :

Facile

à
Remplir



Economique

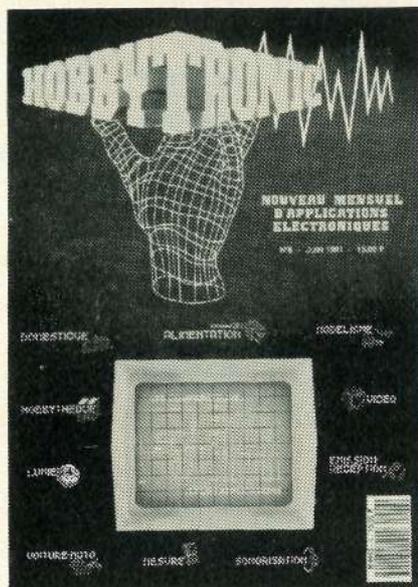
11 numéros à 15 F
= 165 F
+ Frais postaux

Abonnement : **140 F**
à domicile



Chez vous directement
dès la parution

LA POSTE 



BULLETIN D'ABONNEMENT

N°6 - JUIN 1991

A partir de quel numéro inclus, désirez-vous recevoir

votre abonnement : N°

ATTENTION, si vous désirez d'anciens numéros, voir au verso de ce coupon.

TOTAL REGLEMENT : , Frs

Chèque bancaire ou postal.

Carte bleue

N°

Expiration

SIGNATURE :

(Signature des parents pour les mineurs)

HOBBYTRONIC - Abonnement

BP 2739 - 51060 REIMS Cedex

Nom, prénom

Adresse

code postal

Ville

invitez la micro-informatique dans vos soirées !..

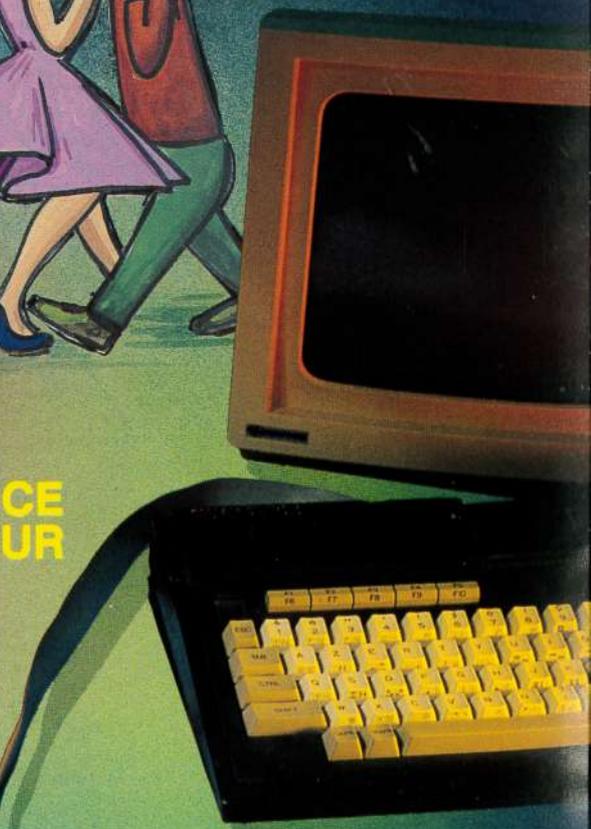
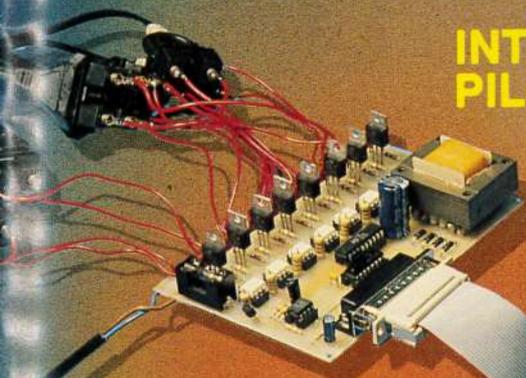


**INTERFACE DE PUISSANCE
PILOTEE PAR ORDINATEUR**

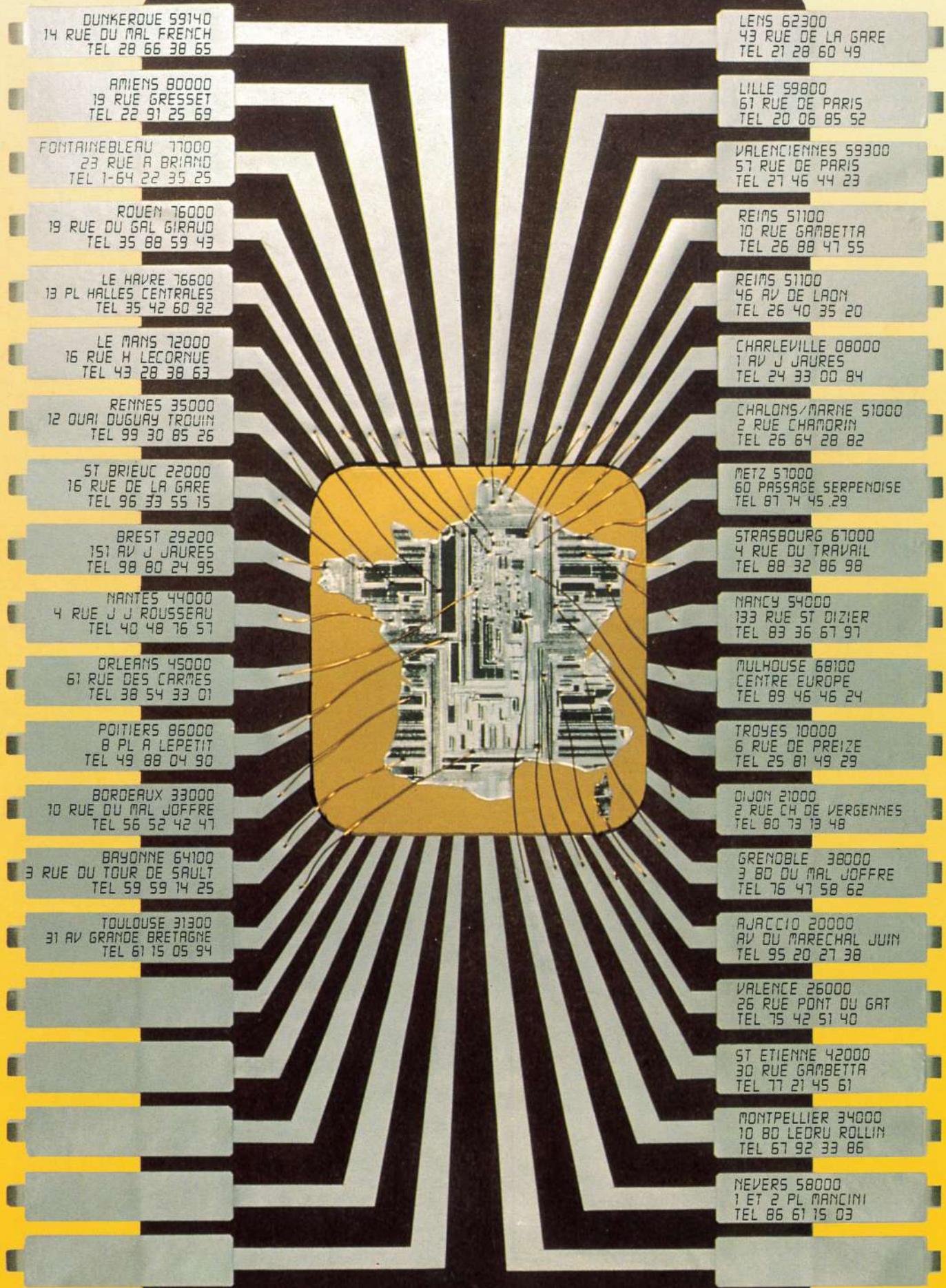


TORA
KIT ELECTRONIQUE

KIT TORA 071
Vu dans HOBBYTRONIC N°3
Mars 1991







DUNKERQUE 59140
14 RUE DU MAL FRENCH
TEL 28 66 38 65

AMIENS 80000
19 RUE GRESSET
TEL 22 91 25 69

FONTAINEBLEAU 77000
23 RUE A BRIAND
TEL 1-64 22 35 25

ROUEN 76000
19 RUE DU GAL GIRAUD
TEL 35 88 59 43

LE HAVRE 76600
13 PL HALLES CENTRALES
TEL 35 42 60 92

LE MANS 72000
16 RUE H LECORNUE
TEL 43 28 38 63

RENNES 35000
12 QUAI DUGUAY TROUIN
TEL 99 30 85 26

ST BRIEUC 22000
16 RUE DE LA GARE
TEL 96 33 55 15

BREST 29200
151 AV J JAURES
TEL 98 80 24 95

NANTES 44000
4 RUE J J ROUSSEAU
TEL 40 48 76 57

ORLEANS 45000
61 RUE DES CARMES
TEL 38 54 33 01

POITIERS 86000
8 PL A LEPETIT
TEL 49 88 04 90

BORDEAUX 33000
10 RUE DU MAL JOFFRE
TEL 56 52 42 47

BAYONNE 64100
3 RUE DU TOUR DE SAULT
TEL 59 59 14 25

TOULOUSE 31300
31 AV GRANDE BRETAGNE
TEL 61 15 05 94

[Empty label]

[Empty label]

[Empty label]

[Empty label]

[Empty label]

[Empty label]

LENS 62300
43 RUE DE LA GARE
TEL 21 28 60 49

LILLE 59800
61 RUE DE PARIS
TEL 20 06 85 52

VALENCIENNES 59300
57 RUE DE PARIS
TEL 27 46 44 23

REIMS 51100
10 RUE GAMBETTA
TEL 26 88 47 55

REIMS 51100
46 AV DE LADON
TEL 26 40 35 20

CHARLEVILLE 08000
1 AV J JAURES
TEL 24 33 00 84

CHALONS/MARNE 51000
2 RUE CHANDRIN
TEL 26 64 28 82

METZ 57000
60 PASSAGE SERPENOISE
TEL 87 74 45 29

STRASBOURG 67000
4 RUE DU TRAVAIL
TEL 88 32 86 98

NANCY 54000
133 RUE ST DIZIER
TEL 83 36 67 97

MULHOUSE 68100
CENTRE EUROPE
TEL 89 46 46 24

TROYES 10000
6 RUE DE PREIZE
TEL 25 81 49 29

DIJON 21000
2 RUE CH DE VERGENNES
TEL 80 73 13 48

GRENOBLE 38000
3 BD DU MAL JOFFRE
TEL 76 47 58 62

AJACCIO 20000
AV DU MARECHAL JUIN
TEL 95 20 27 38

VALENCE 26000
26 RUE PONT DU GAT
TEL 75 42 51 40

ST ETIENNE 42000
30 RUE GAMBETTA
TEL 77 21 45 61

MONTPELLIER 34000
10 BD LEDRU ROLLIN
TEL 67 92 33 86

NEVERS 58000
1 ET 2 PL MANCINI
TEL 86 61 75 03

[Empty label]

[Empty label]

DISTRIBUE :

