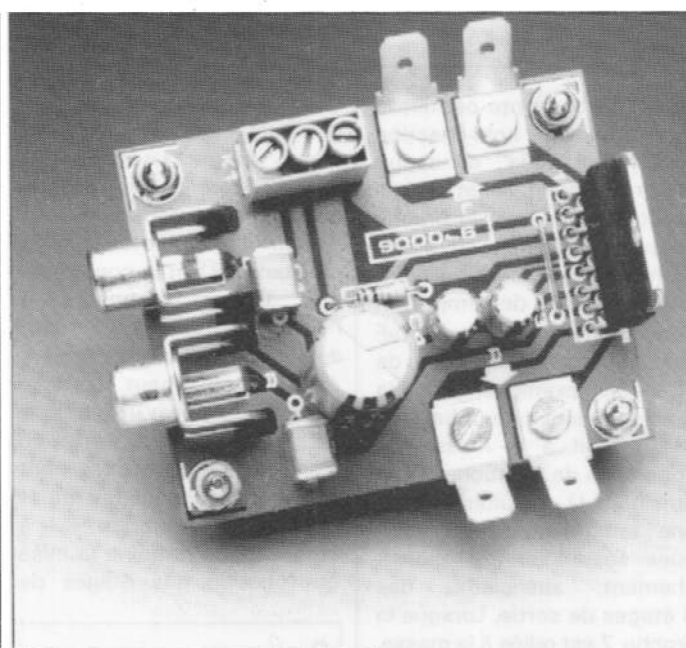


TDA 7370: amplificateur stéréo en pont

2 x 17 W de Hi-Fi auto dans une boîte d'allumettes

La puissance fournie par les circuits intégrés classiques utilisés pour la réalisation d'étages de sortie, alimentés à partir des 12 V fournis par une batterie de voiture, ne dépasse qu'exceptionnellement les 10 à 13 W. Cet inconvénient devient grave si on ne veut pas, ou ne peut pas, faire appel à un module d'alimentation-secteur. Grâce à un processus de fabrication inédit, le nouveau circuit intégré TDA 7370 de SGS-Thomson s'approche de la limite théorique de puissance de sortie que connaissent les circuits intégrés similaires, à savoir 22,5 W. Il va sans dire que la qualité sonore de ce nouveau circuit intégré est digne de sa puissance de sortie.

La liste des exigences posées aux circuits intégrés à utiliser dans des montages de haute-fidélité pour voitures est très longue et très différente des standards concernant la Hi-Fi domestique. La consommation de courant au repos se doit d'être très faible afin d'éviter une charge excessive de la batterie. Il va sans dire que la mise en ou hors fonction doit s'effectuer sans bruit (audible). L'utilisation d'un circuit, quel qu'il soit, dans un véhicule exige la présence d'un sous-ensemble de protection qui réagit à une surchauffe, un court-circuit, une surcharge ou une température ambiante trop élevée. Est-il nécessaire de préciser qu'il y a en outre des précau-

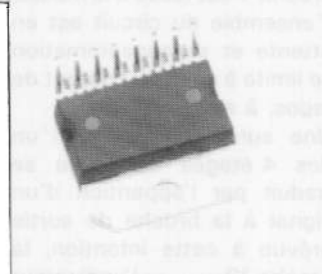


qu'il soit réalisé à l'aide de composants discrets ou de circuits intégrés hybrides, est la tension de saturation des transistors de sortie. Plus la chute de tension aux bornes de ceux-ci, lorsqu'ils sont passants, est faible, plus leur puissance maximale, appliquée à la résistance de charge, est élevée.

Dans le cas d'une tension d'alimentation de 14 V — qui est la tension d'une batterie bien chargée — l'utilisation d'un étage de sortie classique permet d'atteindre une puissance maximale de 5,6 W seulement dans une charge de 4 Ω. Les étages de sorties en pont permettent eux d'espérer une puissance en sortie de 22,5 W, dans cette même charge de 4 Ω. La chute de tension aux bornes des transistors de sortie, qui ne devrait pas dépasser les 0,3 V, valeur typique dans le cas du TDA 7370, est un nouveau critère très important. En cas d'utilisation de circuits intégrés de la "vieille garde", comme le TDA 2003, le TDA 2004, le TDA 2005 ..., il est important de tenir compte du fait que la tension de saturation est de 1 V. Cette valeur a pour résultat incontournable une puissance de sortie inférieure à 4,5 W (TDA 2003) ou à 18 W (TDA 2005).

Caractéristiques techniques

- 4 étages de sortie dans un seul circuit intégré,
- circuiterie externe réduite au strict minimum,
- absence de "bootstrap",
- mode d'attente,
- absence de bruit de commutation,
- protection intégrée contre:
 - les charges inductives,
 - les erreurs de polarité,
 - l'échauffement hors-limite,
 - les courts-circuits,
- tension d'alimentation maximale de 18 V,
- courant de sortie maximal de 3,5 A.



tions spéciales à prendre quant à la tenue en court-circuit (personne n'aime voir sa jolie "titine" partir en fumée).

L'une des caractéristiques les plus importantes d'un étage de sortie pour voiture,

* Le terme anglais "bootstrap" a plusieurs significations. Ce mot est utilisé fréquemment dans le jargon informatique pour indiquer un paramétrage qui sert à la préparation du chargement d'un programme. Dans un circuit électronique il s'agit "tout simplement" d'une élévation artificielle de l'impédance par réinjection d'un signal.

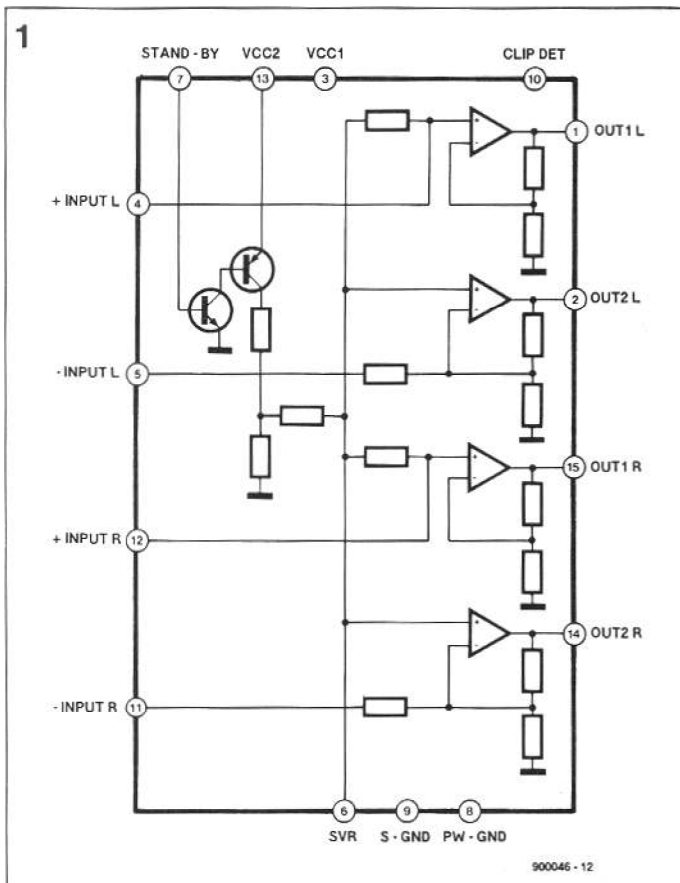


Figure 1. Synoptique d'une partie de la circuiterie interne du circuit intégré TDA 7370.

La circuiterie interne

A l'intérieur du TDA 7370 (voir **figure 1**) nous retrouvons 4 étages de sortie indépendants, un circuit d'attente, une détection d'écrouissage et des circuits de protection divers. Chacun des étages de sortie est doté d'un couplage à réaction comprenant deux résistances intégrées qui fixent le gain à 26 dB (facteur d'amplification de vingt fois). Pour avoir une modulation maximale, il suffit alors d'une tension d'entrée de 720 mV. La différence éventuelle entre les gains des étages de sortie ne dépasse pas 1 dB au pire.

D'après la fiche de caractéristiques, la puissance maximale de sortie est de 17 W. Apparemment, cette valeur-ci représente la puissance standard à un taux de distorsion de 10%. En prenant les choses à rebours, on tombe sur une valeur beaucoup plus intéressante: un taux de distorsion de 0,03% seulement à une puissance de sortie de 10 W, valeur excellente dans le cas d'un étage de sortie pour voiture.

Le circuit d'attente permet la mise en ou hors-fonction "télécommandée" du circuit intégré complet. A cet effet, il suffit de connecter la broche en question (broche 7), dotée d'un réseau RC définissant une constante de temps (un condensateur de 10 μ F associé à une résistance de 10 k Ω par exemple), soit à la tension positive de la batterie (+ U_B), soit à la masse. La connexion de la broche 7 à la tension + U_B résultera, après une temporisation de quelques secondes, à l'enclenchement, silencieux, des 4 étages de sortie. Lorsque la broche 7 est reliée à la masse, l'ensemble du circuit est en attente et sa consommation se limite à celle du courant de repos, à savoir 80 mA. Une surmodulation de l'un des 4 étages de sortie se traduit par l'apparition d'un signal à la broche de sortie prévue à cette intention, la broche 10, l'indicateur d'écrouissage. Que cet écrouissage se produise dans la demi-onde positive ou négative est sans la moindre importance.

A la sortie de la détection d'écrouissage apparaît une impulsion positive dont la largeur correspond à la durée de la surmodulation.

Pour éviter de trop embrouiller les choses, nous n'avons pas reproduit, sur le schéma synoptique de la **figure 1**, tous les circuits de protection intégrés dans le TDA 7370. La **figure 2** vous propose le brochage de ce circuit intégré.

Le circuit pratique

Le schéma électronique de la **figure 3** est à peine plus grand que le schéma synoptique. Deux paires d'amplificateurs font office d'étage de sortie en pont. En service (en l'absence de signal) le niveau des 4 sorties (broches 1/2 et 11/12) est celui de $U_B / 2$. Par conséquent la tension continue entre ces broches est nulle et l'utilisation de condensateurs électrochimiques de sortie, dont ne peuvent se passer les étages de sorties standard, est, ici, inutile.

Les condensateurs de couplage C1 et C2 empêchent l'arrivée de toute composante de tension continue aux entrées du circuit intégré. Le condensateur C5 sert à découpler la tension d'alimentation. Le réseau RC constitué par la résistance R1 et le condensateur C4 et connecté à l'entrée d'attente (stand by), définit la constante de temps, évoquée plus haut. Lorsque cette broche est reliée à la masse (ou qu'elle reste en l'air) toutes les sorties sont muettes. L'application de la tension d'alimentation + U_B à cette broche entraîne la mise en fonction des étages de

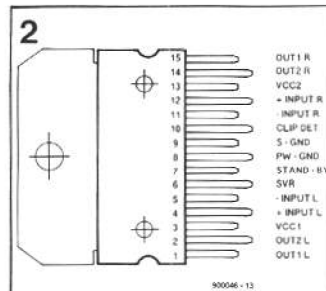


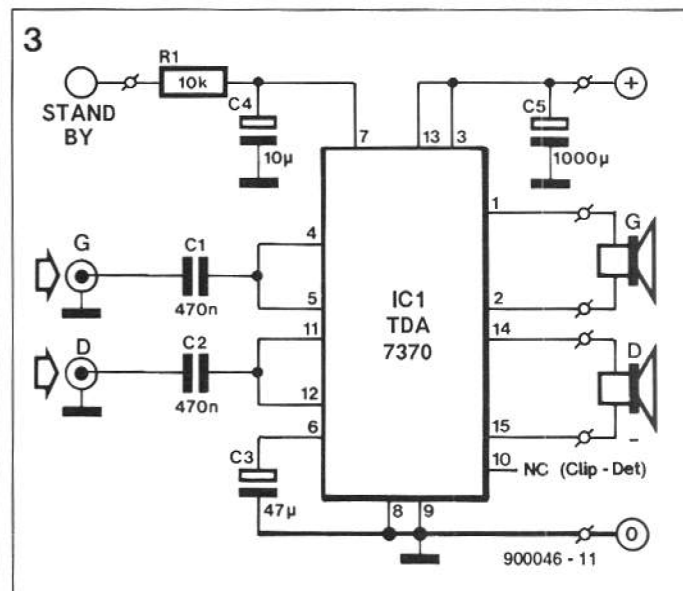
Figure 2. Le brochage du TDA 7370, un circuit intégré à quadruple étage de sortie.

sortie et la puissance de sortie augmente progressivement. Si par hasard un signal était appliqué au circuit avant sa mise en fonction, on pourrait nettement entendre l'augmentation progressive de son niveau dans les hauts-parleurs.

Le montage

Le circuit imprimé de la **figure 4** a été conçu de manière à ce que la face arrière métallique du TDA 7370 puisse être vissée directement contre un radiateur. Il n'est pas sorcier de fabriquer un boîtier tout simple, en tôle d'aluminium par exemple, dont l'un des cotés constituera le radiateur en question. Puisque la température à l'intérieur d'une voiture, en particulier pour les habitants de la Côte d'Azur, atteint très souvent des valeurs tropicales, il est primordial

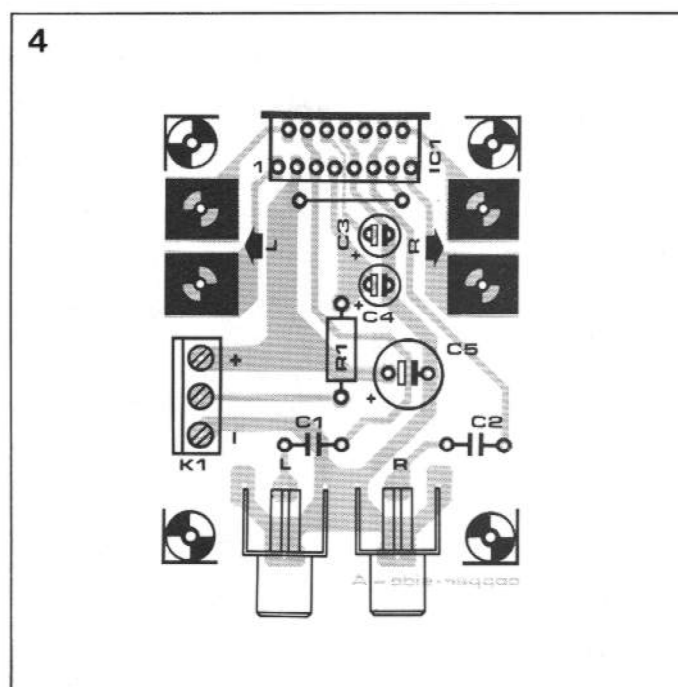
Figure 3. Le schéma électronique de l'amplificateur de sortie. Outre le circuit intégré du type TDA 7370 on n'y trouve que 6 composants discrets: il s'agit là de toute la circuiterie externe requise.



d'utiliser un radiateur de "bonnes" dimensions. On peut doter le boîtier de deux embases Cinch qui font office d'entrée, permettant l'application des signaux droite et gauche. Outre ces deux embases, il faut au circuit sept autres contacts d'entrée ou de sortie: pour la "télécommande" (mode d'attente), les sorties pour les hauts-parleurs (signal et masse G et D) et la tension d'alimentation. L'utilisation de la "télécommande" n'a rien de nécessaire. Si vous n'avez que faire d'une telle fonction, il vous suffira de connecter la broche 7 (mode d'attente) à la tension positive de l'alimentation à l'aide d'un pont de câblage.

Modifications

Pourquoi donc se limiter à un seul amplificateur stéréo dans sa voiture ? Les dimensions du circuit imprimé sont si... modestes que l'installation de deux, trois..., voire quatre amplificateurs, peut se réaliser facilement, même dans une voiture "de poche". Transformez votre voiture en auditorium (auto)mobile: un filtre d'aiguillage électronique connecté à deux ou trois de



nos amplificateurs, permet de réaliser un système d'enceintes actives sur roues. La connexion du contact de "télécommande" à la prise de l'autoradio destinée à la commande d'une antenne électrique, permet une mise en fonction automatique du circuit.

Un petit mot de consolation à l'intention de tous ceux

d'entre nos lecteurs qui ne sont pas les (heureux ?) possesseurs d'un domicile roulant: les caractéristiques techniques du TDA 7370 permettent aussi d'envisager toutes sortes d'applications domestiques telles qu'un système d'enceintes actives miniatures ou des hauts-parleurs moniteurs (ceci à l'intention des musiciens en particulier). ■

Figure 4. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de l'amplificateur de sortie.

Liste des composants

Résistances:

R1 = 10 kΩ*

Condensateurs:

C1, C2 = 470 nF

C3 = 47 µF/25 V, radial

C4 = 10 µF/63 V, radial*

C5 = 1 000 µF/35 V, radial

Semi-conducteurs:

IC1 = TDA 7370

Divers:

K1 = bornier

encartable à 3 contacts

2 embases Cinch

coudées encartables

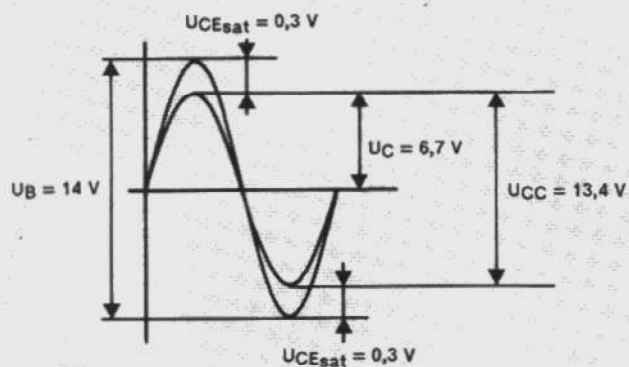
4 cosse automobiles

6,3 mm mâles à

fixation par vis

radiateur 1 K/W

* voir texte



900046 - 15

La puissance de sortie théorique d'un étage de sortie classique d'un amplificateur pour voiture est simple à déterminer.

Voici quelques formules.

Commençons par le calcul de la tension de crête aux bornes du haut-parleur, U_{HPC} :

$$U_{HPC} = \frac{1}{2} U_B - U_{CEsat} = 7 \text{ V} - 0,3 \text{ V} = 6,7 \text{ V}.$$

La valeur efficace dans le cas d'un signal sinusoïdal est de:

$$U_{HPEff} = U_{HPC} / \sqrt{2} = 6,7 / 1,414 = 4,7 \text{ V}.$$

La puissance maximale de sortie à une charge de 4 Ω est alors de:

$$P_{max} = U_{HPEff}^2 / R_{ch} = 4,7^2 / 4 = 5,6 \text{ W}.$$

Dans le cas d'un étage de sortie en pont, la première formule change et, par conséquent, les résultats des formules suivantes:

$$U_{HPC} = U_B - 2 \cdot U_{CEsat} = 14 \text{ V} - 2 \cdot 0,3 \text{ V} = 13,4 \text{ V}$$

$$U_{HPEff} = U_{HPC} / \sqrt{2} = 13,4 / 1,414 = 9,5 \text{ V}$$

$$P_{max} = U_{HPEff}^2 / R_{ch} = 9,5^2 / 4 = 22,5 \text{ W}.$$

Même si la tension de batterie atteint 14,4 V et que la valeur de la tension collecteur/émetteur de saturation (U_{CEsat}) est de 1 V par transistor, un étage de sortie en pont atteint tout juste 20 W dans une charge de 4 Ω. Une charge de 2 Ω permettrait d'arriver à une puissance de près de 40 W. La plupart des étages de sortie à circuits intégrés automobiles sont incapables de frôler cette limite théorique pour la simple raison qu'ils ne peuvent pas fournir le courant maximal nécessaire.

Pour calculer rapidement la valeur de la puissance maximale de sortie (P_{max}) à des tensions d'alimentation (U_B) différentes, vous pouvez vous servir de la formule suivante: elle permet de se passer des formules mentionnées plus haut:

$$P_{max} = U_B^2 / 8 \cdot R_{ch}$$