

Nettoyeur à ultrasons

Depuis déjà de nombreuses années, les ultrasons se voient confier les tâches les plus diverses. En effet, que ce soit dans le domaine médical avec la destruction des calculs rénaux, dans le domaine de la micro-mécanique avec le nettoyage de pièces, ou bien encore dans la vie de tous les jours avec les appareils à faire fuir les rats et autres bestioles, les ultrasons sont mis à contribution. Nous avons décidé de retenir l'application nettoyage avec cette description d'une cuve à ultrasons pour amateurs. Elle ne peut pas rivaliser avec ses homologues professionnelles, bien sûr, mais permet déjà de nettoyer avec une bonne efficacité de petites pièces de toutes formes et provenances, bien mieux que ne le ferait une simple immersion ou même un brossage avec un solvant.

Principe de notre cuve

Une cuve de nettoyage à ultrasons n'est rien d'autre qu'un récipient dans lequel on place un solvant approprié au type de salissure à enlever, ainsi que la ou les pièces à nettoyer, bien sûr. Un ou plusieurs transducteurs, fixés de façon aussi rigide que possible sur cette cuve, transmettent les vibrations ultrasonores au produit dont l'efficacité se trouve ainsi décuplée.

La production de signaux ultrasonores, même de puissance, ne pose aucun problème à tout amateur électronicien digne de ce nom. Restent à résoudre les problèmes du transducteur et de la cuve.

Afin de ne pas vous présenter une réalisation que vous ne pourriez terminer

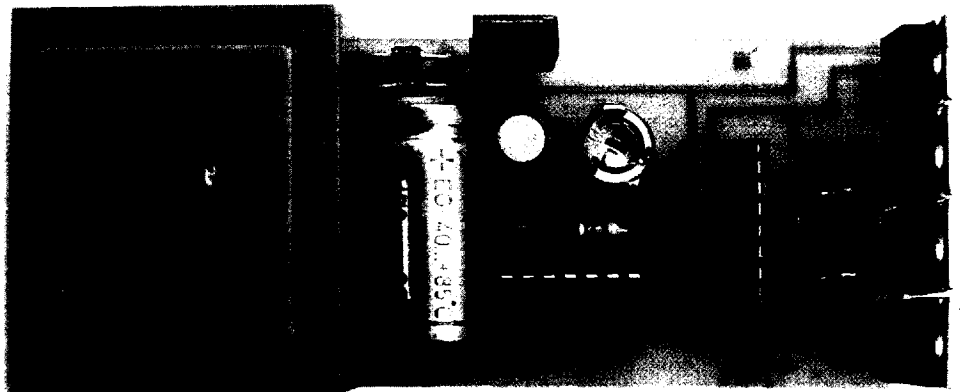
faute de composants, nous avons utilisé des solutions simples, même si les performances s'en ressentent quelque peu. Notre cuve est, en effet, une boîte de conserve (vide !) et notre transducteur un disque piézoxyde disponible chez de nombreux revendeurs.

Le schéma

Il vous est présenté figure 1 et reste d'une grande simplicité. Nous trouvons, en effet, un trigger de Schmitt en technologie CMOS contenu dans IC₁ qui est monté en oscillateur astable. La fréquence de fonctionnement de ce dernier est réglable de 18 kHz à 77 kHz environ par la manœuvre de P₁. On peut ainsi déterminer quelle est la valeur la plus efficace en fonction de la pièce à nettoyer, mais aussi faire d'intéressantes expériences quant à la répulsion des chiens, moustiques et autres animaux que font fuir (ou sont censés faire fuir) les ultrasons.

les sorties de ces étages afin de lui appliquer la tension la plus élevée possible ; en effet, comme la paire T₃-T₄ est commandée par des signaux en opposition de phase avec ceux qui agissent sur T₁-T₂, il reçoit une tension crête à crête égale au double de la tension d'alimentation du montage.

Cette dernière est limitée, et stabilisée à 15 V par un classique régulateur intégré IC₃. La consommation de l'ensemble reste, en effet, assez faible, car le transducteur est une charge essentiellement capacitive. Compte tenu des spécifications du transducteur retenu qui admet une tension maximale de 35 V, nous avons estimé que, avec notre alimentation de 15 V et notre structure en pont, nous avons une exploitation raisonnable de ses possibilités. De plus, cette tension est utilisable directement par les circuits CMOS et ne nécessite donc pas d'étage d'adaptation de niveau entre ces derniers et les transistors de sortie.



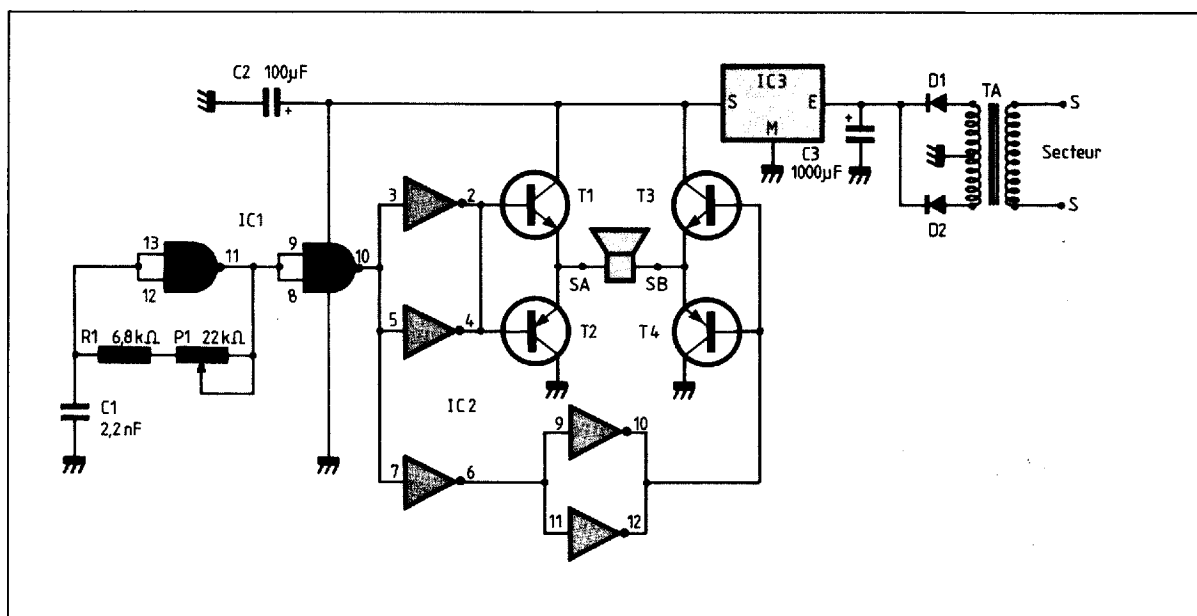
La sortie de cet oscillateur est appliquée à un sextuple inverseur, toujours en technologie CMOS, dont les éléments sont montés en parallèle deux à deux pour pouvoir fournir plus de courant de sortie.

Ces inverseurs attaquent à leur tour deux jeux de transistors complémentaires qui sont en fait des darlington afin de ne pas demander trop de courant aux circuits CMOS qui précèdent. Le transducteur est monté en pont entre

Réalisation du montage

L'approvisionnement des composants ne pose pas de problème particulier. Le disque piézoxyde (ou piézo) est disponible chez divers revendeurs. Les indications fournies n'ont rien d'impératif, mais mieux vaut choisir un disque du plus grand diamètre possible. Le nôtre vient de chez Saint-Quentin Radio et porte la référence 04-026. Les autres éléments n'appellent aucun commentaire particulier.

Fig. 1
Schéma du
nettoyeur à
ultrasons.



Le circuit imprimé dont le tracé vous est présenté figure 2 supporte tous les composants du montage, transformateur compris. Les transistors de puissance sont montés en bordure de ce dernier, comme le montre la figure 3, afin de faciliter leur fixation sur un radiateur éventuel. Nous n'avons cependant constaté aucun échauffement en fonctionnement normal et leur semelle métallique suffit donc à évacuer les quelques calories excédentaires.

Si vraiment vous vouliez tout de même les monter sur un radiateur, précisons tout de suite qu'il faudrait utiliser les classiques micas et rondelles à épaulement pour T₁ et T₃ puisque leurs collecteurs sont au potentiel de l'alimentation.

Le câblage ne présente pas de difficulté. Les circuits intégrés seront éventuellement montés sur support si vous le souhaitez.

Lorsque le câblage est terminé et vérifié, vous pouvez alors procéder aux premiers essais. Pour cela, raccordez le montage au secteur et connectez le disque, nu, en sortie du circuit imprimé. Si votre transducteur est livré sans fil de connexion, ce qui est possible, il faut souder ceux-ci. Pour cela, utilisez du fil isolé souple de 0,5 mm de diamètre environ. Soudez l'un d'entre eux sur le grand disque métallique de couleur ne et l'autre sur la pastille de céramique, qui est recouverte pour cela d'un

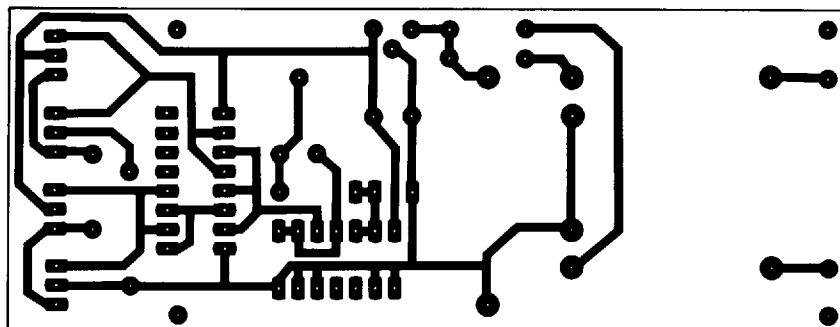


Fig. 2. - Circuit imprimé, vu côté cuivre, échelle 1.

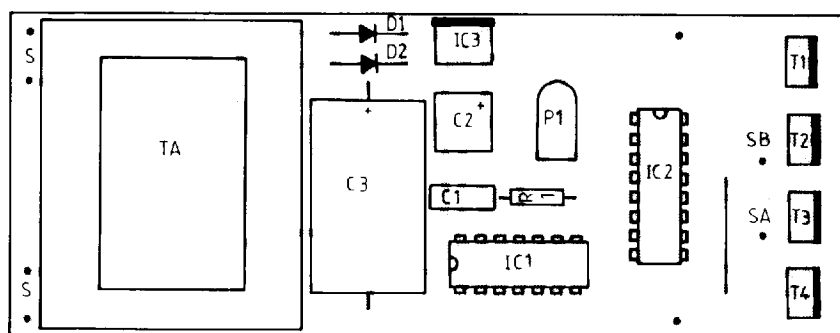


Fig. 3. - Implantation des composants.

léger dépôt argenté. Attention, procédez très vite et avec un fer suffisamment chaud. Si vous ne réussissez pas du premier coup, ne vous acharnez pas, laissez refroidir le disque avant de recommencer.

Si vous disposez d'un oscilloscope, vous pouvez vérifier la présence des signaux carrés aux points SA et SB. Attention, comme vous ferez sans doute cette mesure entre un de ces points et la masse, vous ne verrez qu'une ampli-

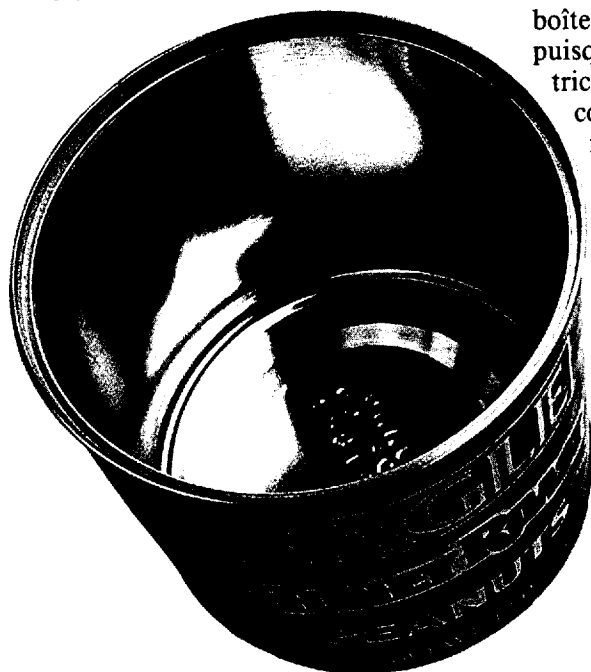
tude de 15 V environ ; c'est normal. Si vous avez la chance de disposer d'un oscilloscope à entrée différentielle, vous pouvez le relier en SA et SB et constater alors que l'on applique bien 30 V crête à crête au transducteur.

Si vous n'avez pas d'oscilloscope, mais un fréquencemètre, vous pouvez le relier en SA ou SB et vérifier qu'il indique bien de 18 kHz à 77 kHz environ lors

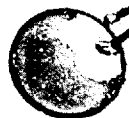
triques en relief qui rendent impossible tout collage plan du disque si cette condition n'est pas respectée.

Le collage sera effectué avec une mince pellicule d'Araldite, le côté entièrement métallique du disque étant plaqué contre le fond de la boîte.

Lorsque ce sera fait, assurez-vous avec un ohmmètre de l'isolation des deux électrodes du disque par rapport à la boîte. Si c'est le cas (ce qui devrait être, puisque l'Araldite n'est pas conductrice), tout est parfait. Dans le cas contraire, ce n'est pas très grave, mais il faudra alors vous assurer que la boîte ne touche aucun élément du montage lorsqu'il est en fonctionnement, il y va de la vie de vos transistors de puissance !



Le transducteur et la « cuve ». Il n'est pas interdit de manger le contenu de la boîte avant de l'utiliser !



Cette cuve peut bien évidemment être utilisée pour nettoyer les bijoux de madame ; de nombreux bijoutiers procédant d'ailleurs de la sorte. On nous a cependant dit que certaines pierres seraient endommagées par ce traitement. Faute d'information plus précise à ce sujet, nous vous conseillons donc de vous renseigner au préalable.

Hormis cette application pour laquelle notre montage a été initialement prévu, vous pouvez aussi tester l'effet des ultrasons sur les chiens (pour faire reculer un chien méchant, paraît-il) ou sur les rats, souris, moustiques et autres agréables bestioles réputées effrayées par ces signaux. Nous vous laissons apprécier les résultats par vous-même, et nous nous garderons bien de déclencher une polémique plus ou moins stérile sur ce sujet.

Conclusion

Voilà une application originale et peu connue de l'électronique, ce qui est d'ailleurs assez surprenant lorsque l'on voit la modicité de l'investissement nécessaire pour la mettre en œuvre.

C. Tavernier

de la manœuvre de P_1 . Enfin, si vous n'avez rien de tout cela, essayez de faire fuir votre chien en approchant le transducteur de ses oreilles ou, ce qui peut être plus efficace, soudez provisoirement un condensateur de 10 nF en parallèle sur C_1 . On descend ainsi dans la gamme des fréquences audibles, ce qui permet de vérifier à l'oreille que le montage fonctionne.

Réalisation de la cuve

Comme nous l'avons annoncé en introduction, notre cuve est une simple boîte de conserve dont les bords sont soigneusement ébavurés pour éviter tout risque de coupure. Il faut choisir un modèle dont le fond présente une zone plane au moins aussi grande que le disque, afin de pouvoir fixer celui-ci bien à plat. En effet, le fond de très nombreuses boîtes comporte des cercles concen-

Utilisation

Ne sombrons pas dans le ridicule de certaines publicités que nous avons pu lire sur des produits similaires au nôtre : les ultrasons ne font pas tout. Ils ne servent, en effet, qu'à agiter, certes avec beaucoup d'efficacité, le solvant placé dans la cuve. Ne vous attendez donc pas à voir partir des traces de graisse avec de l'eau, par exemple ! Pour utiliser notre cuve, recourez au même solvant que celui que vous auriez pris pour un nettoyage manuel. Ne mettez que la quantité nécessaire à l'immersion de la pièce à nettoyer et attendez. L'efficacité se voit en principe à l'œil nu.

Pour ce qui est du réglage de fréquence, nous n'avons pas de recette miracle à vous donner. Seule l'expérimentation vous permettra de déterminer quelle est la valeur la plus efficace ; valeur qui varie d'ailleurs avec la taille et la matière des pièces à nettoyer.

Nomenclature des composants

Semi-conducteurs

IC₁ : 4093 CMOS
IC₂ : 4049 CMOS
IC₃ : 7815, régulateur intégré + 15 V 1 A
T₁, T₃ : TIP 120 ou équivalent
T₂, T₄ : TIP 125 ou équivalent
D₁, D₂ : 1N4001 à 1N4007

Résistances 1/2 ou 1/4 W 5%

R₁ : 6,8 kΩ

Condensateurs

C₁ : 2,2 nF céramique ou mylar
C₂ : 100 μF 25 V chimique radial
C₃ : 470 à 1 000 μF 40 V chimique axial

Divers

TA : transformateur moulé 220 V 2 x 15 V 5 VA
P₁ : potentiomètre ajustable horizontal de 22 kΩ
Transducteur piézo 04-026 de Saint-Quentin Radio, par exemple (St-Quentin Radio, 6, rue Saint-Quentin 75010 Paris, tél. : 40.37.70.74.)