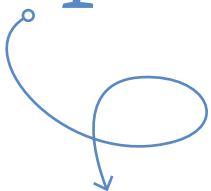


# amplificateur pour casque $32\Omega$

une solution simple mais de qualité à trois CI



Thierry Clinquart (Belgique)

Par le passé, la plupart des bons casques avaient une impédance de  $600\Omega$ . Aujourd'hui, les écouteurs de  $32\Omega$  dominent dans les catégories de prix moyennes et supérieures. Par conséquent, les amplificateurs de casque modernes ont besoin d'un peu plus de puissance.

Alors qu'un ampli-op basique est suffisant pour piloter à fort volume des casques de  $600\Omega$ , des courants nettement plus élevés circulent à volume comparable dans les bobines des casques modernes de  $32\Omega$ , ce qui provoque l'écrêtage des ampli-op ordinaires. La solution classique avec les anciens mais bons amplificateurs opérationnels audio NE5532 et les circuits intégrés comparables est donc obsolète. Pour que les casques modernes n'aient pas un son déformé, il faut donc modifier le circuit classique des ampli-op. Cela est très facile aujourd'hui, non seulement en principe mais aussi en pratique. Tout ce dont vous avez besoin est de rajouter un BUF634A par canal.

## Le BUF634A

Il s'agit essentiellement d'un étage amplificateur de puissance push-pull petit et rapide dans un boîtier de circuit intégré. Il suffit de le connecter derrière un ampli-op et de l'inclure dans la boucle de rétroaction négative – c'est tout !

La **figure 1** montre le circuit stéréo complet. Un ampli-op audio double de type OPA2134 [1] forme les deux étages d'entrée et est responsable de l'amplification de la tension. Deux BUF634As s'occupent de l'amplification du courant. Son circuit interne de base peut être admiré dans la **figure 2**.

La particularité de cet étage de sortie push-pull intégré est sa bande passante très élevée, qui peut être réglée entre 35 et 210 MHz via le courant traversant la broche 1. Si la résistance Rx de la **figure 1** est

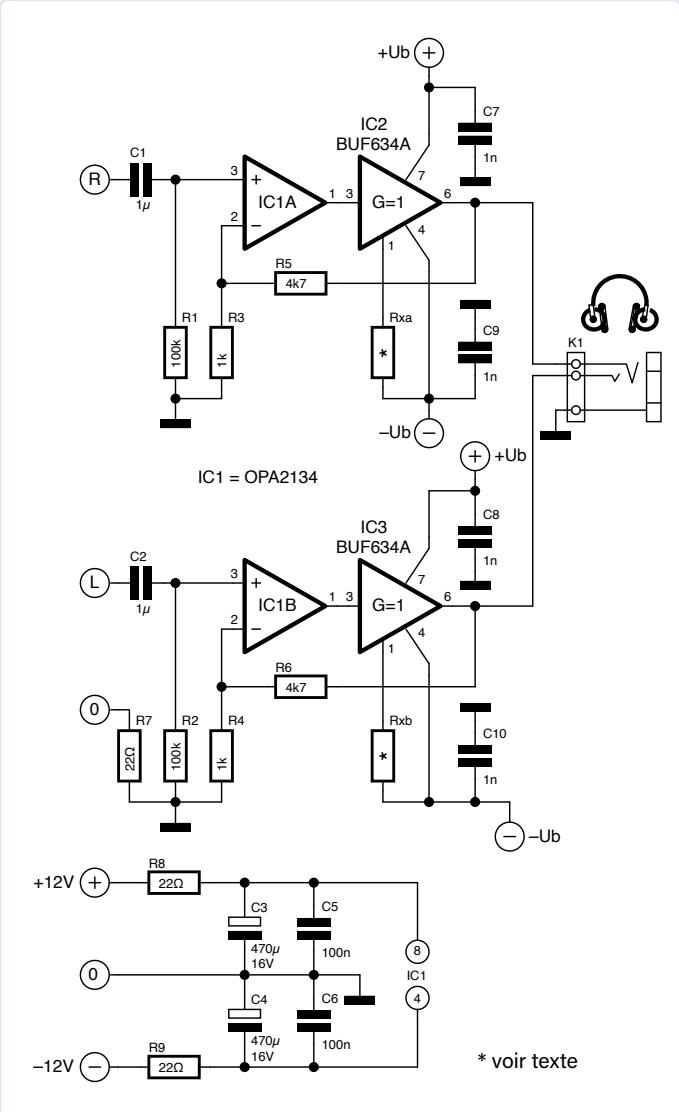


Figure 1. Le circuit complet de l'amplificateur de casque repose sur des semi-conducteurs intégrés.

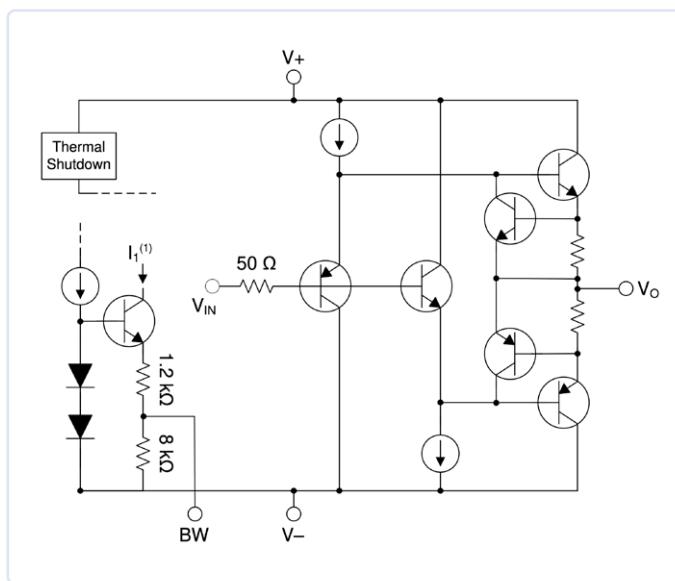


Figure 2. Le circuit de principe de l'étage de sortie push-pull intégré BUF634A. Source : [2].

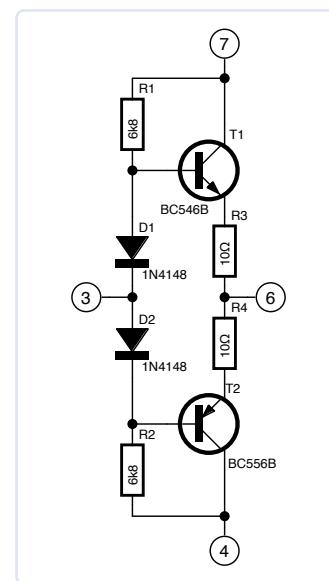


Figure 3. Ce circuit discret peut être utilisé pour remplacer le circuit intégré BUF634A.

omise (broche 1 = en l'air), la bande passante est de 35 MHz, et le courant de repos n'est que de 1,5 mA environ. Si une valeur de  $0\ \Omega$  est choisie pour  $R_x$ , alors la bande passante est maximale. Dans ce cas, le courant de repos passe à une valeur tolérable de 8,5 mA. L'étage de sortie peut délivrer des courants allant jusqu'à 250 mA - ce qui est suffisant pour les casques dont l'impédance ne dépasse pas  $8\ \Omega$ . Pour des informations détaillées, veuillez consulter la fiche technique [2].

Quelle est la bonne bande passante, et donc le bon courant de repos ? Pour un petit amplificateur de casque, normalement la faible bande passante devrait convenir, et vous pouvez vous passer de  $R_x$ . Pour des charges capacitatives plus élevées par contre, le courant de repos plus élevé avec  $R_x = 0\ \Omega$  est le meilleur choix. Ce dernier point s'applique également aux ampli-op, qui ne sont pas stables à gain unitaire. Les courants de repos entre les extrêmes sont facilement ajustables avec d'autres valeurs de  $R_x$ .

### Réglages fins et modifications

Avec des composants CMS, vous pouvez construire un superbe amplificateur de casque avec une distorsion minimale, un bruit très faible et une bande passante élevée dans un espace minuscule. Mais ceux qui aiment les traversants seront également satisfaits de ce circuit. IC1 est également disponible dans une version DIP à 8 broches, et pour IC2 et IC3, vous pouvez facilement utiliser un substitut de type BUF634. Ce CI est toujours disponible dans un boîtier DIP à huit broches. Il fonctionnera également, bien qu'il soit un peu plus lent, avec un courant de repos légèrement plus élevé, et ne soit pas trop recommandé pour les nouvelles conceptions.

Une alternative consisterait à remplacer le BUF634A intégré par un circuit équivalent discret de transistors à petits signaux, comme illustré à la **figure 3**. Le courant de repos dépend alors des caractéristiques combinées des semi-conducteurs respectifs, et peut être ajusté via les valeurs de R1 et R2. De plus, pour la stabilité thermique, il faut s'assurer

que D1 et D2 soient en contact direct avec T1 et T2. Si nécessaire, ils peuvent également être mis ensemble. Comme le courant de repos dépend également de la tension d'alimentation, l'amplificateur doit être utilisé avec une alimentation stabilisée de  $\pm 12\ V$ , par exemple en utilisant des circuits intégrés régulateurs de tension 7812 ou 7912. Pour des casques de  $32\ \Omega$ , une alimentation de  $\pm 100\ mA$  est suffisante. Pour un casque de  $8\ \Omega$ , il faut compter le double. R7 réduit les ronflements provenant de potentielles boucles de masse.



## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

(par défaut : à film métallique, 1%)

R1,R2 = 100 k

R3,R4 = 1 k

R5,R6 = 4k7

R7...R9 = 22 Ω

Rxa,Rxb = voir texte

### Condensateurs

C1,C2 = 1 μ, 25 V, film

C3,C4 = 470 μ, 16 V, électrolytique

C5,C6 = 100 n, 25 V

C7...C10 = 1 n, 25 V, céramique

### Semi-conducteurs

IC1 = OPA2134

IC2,IC3 = BUF634A (voir texte)

### Autre

K1 = fiche casque, stéréo, 6,3 mm



Bien sûr, vous pouvez expérimenter avec d'autres modèles pour IC1 ou T1 et T2 et obtenir également de bons résultats. Lorsque vous utilisez des écouteurs avec des impédances  $\geq 32\ \Omega$ , il n'y a pas de problèmes de chaleur avec le BUF634A. À  $8\ \Omega$  et une écoute prolongée à un volume élevé, les circuits intégrés en boîtier SOIC peuvent assez vite monter en température. Alors, lors de la conception d'un circuit, assurez-vous que la chaleur est dissipée via les pastilles vers une surface de cuivre suffisante, ou choisissez le boîtier DRB à 8 broches qui dispose d'un dissipateur thermique en-dessous. Le type BUF634 (sans le « A ») est même disponible en boîtier TO-220 ou TO-263 qui peut être facilement refroidi.

Il est préférable d'utiliser des condensateurs à film pour C1 et C2 à l'entrée. Il n'est pas nécessaire d'utiliser des condensateurs à la sortie car la tension d'offset typique sera de l'ordre de quelques mV, ce qui ne provoque pas de mouvement significatif des bobines mobiles. Par contre, si vous voulez être rassuré par rapport à cela, vous pouvez mettre un condensateur entre la sortie et le casque. Pour une impédance de  $32\ \Omega$ , un condensateur de type bipolaire de  $470\ \mu\text{F}$  ( $25\ \text{V}$ ) serait suffisant. Les casques de  $8\ \Omega$  ont besoin d'au moins  $1000\ \mu\text{F}$ . La sortie est protégée contre les courts-circuits, mais pas si vous utilisez le remplacement du BUF634 de la **figure 3**.

## Conclusion

L'électronique analogique moderne permet de réaliser des amplificateurs de casque minuscules avec des caractéristiques audiophiles remarquables. Des facteurs de distorsion inférieures à 0,01 % à des volumes moyens sont facilement réalisables, et le bruit est pratiquement inaudible grâce aux bonnes propriétés de IC1. L'amplificateur

peut délivrer jusqu'à  $300\ \text{mW}$  à un casque de  $32\ \Omega$  (et encore jusqu'à  $250\ \text{mW}$  à des charges de  $8\ \Omega$  avec un bon refroidissement), ce qui est bien plus que ce que vos oreilles ne peuvent supporter. ↗

200441-04 — VF : Laurent Rauber

## À propos de l'auteur

Électronicien de formation, Thierry Clinquart a orienté sa passion vers l'audio. Tous ses projets tournent autour de l'audio analogique – préamplification, traitement dynamique, corrections, distribution du signal, etc. Il réalise ses propres circuits imprimés avec Sprint-Layout d'Abacom et sPlan pour les schémas.

## Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



## Produits

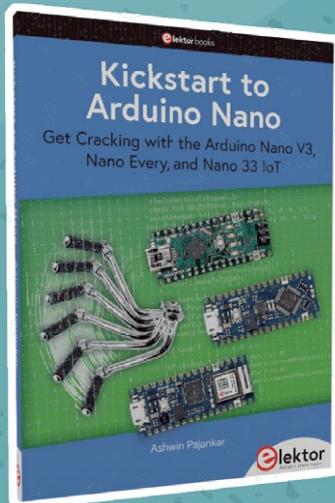
➤ OWON SDS1102 oscilloscope 2 voies (100 MHz) (SKU 18782)  
[www.elektor.fr/18782](http://www.elektor.fr/18782)

➤ PeakTech 3350 True RMS multimètre numérique (6000 points) (SKU 19986)  
[www.elektor.fr/19986](http://www.elektor.fr/19986)

➤ Joy-IT JDS6600 générateur de signaux et compteur de fréquence (SKU 18714)  
[www.elektor.fr/18714](http://www.elektor.fr/18714)

## LIENS

- [1] Fiche technique de l'OPA2134 : <https://ti.com/product/OPA2134>
- [2] Fiche technique du BUF634A : <https://ti.com/product/BUF634A>



## Kickstart to Arduino Nano

Ce livre constitue la première étape pour les novices et les amateurs de microcontrôleurs qui souhaitent s'initier à la programmation Arduino. Il suit une approche pas à pas pour expliquer les concepts et le fonctionnement des choses. Chaque concept est suivi d'un schéma de circuit et d'exemples de code. Viennent ensuite des explications détaillées sur la syntaxe et la logique utilisées. En suivant de près ces concepts, vous deviendrez plus à l'aise avec la construction de circuits.

[www.elektor.fr/20241](http://www.elektor.fr/20241)



elektor