

28 générateur de distorsion harmonique

générer volontairement de la distorsion

Alfred Rosenkränzer (Allemagne)

Le taux de distorsion harmonique (abrégié THD, *Total Harmonic Distortion* en anglais) est un indicateur de la qualité du traitement du signal dans un appareil.

Pour changer, ce circuit ne vise pas à éviter la distorsion, mais à générer intentionnellement de la distorsion. Il peut être utile pour vérifier un équipement en test ou pour des tests d'écoute. Le circuit est entièrement passif et très simple.

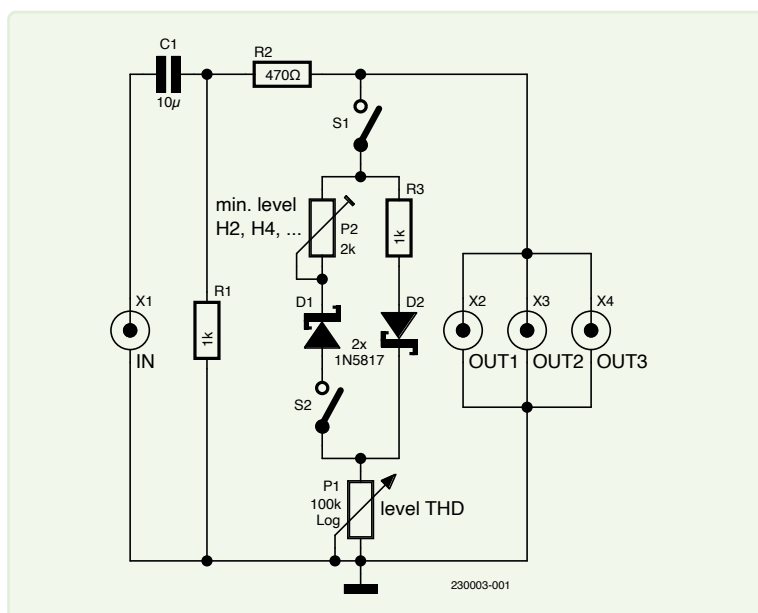


Figure 1. Le circuit du générateur THD est très simple et s'explique de lui-même.

À l'exception des amplificateurs de guitare, lorsque nous développons des amplificateurs audio, habituellement nous essayons de réaliser des circuits comportant le moins de distorsion possible. Le dernier amplificateur de puissance publié dans le magazine Elektor, le Fortissimo-100 [1], est un bon exemple : sa distorsion harmonique totale (THD) n'est que d'environ -100 dBc à pleine charge. En revanche, le circuit décrit ici est destiné à générer une distorsion harmonique réglable. Il peut être utilisé, par exemple, pour vérifier si un équipement de test destiné à mesurer la distorsion fonctionne réellement comme il le devrait. Vous pouvez également l'utiliser pour déterminer le niveau de distorsion relatif, lorsque vous constatez des variations sensibles à l'écoute d'un son.

À cet égard, j'ai constaté que mon test d'écoute personnel était décevant. En fonction de la fréquence, je n'ai entendu la distorsion qu'entre -40 et -50 dB. Soyez donc averti : je ne suis probablement pas le seul à surestimer ma capacité auditive dans ce domaine.

Circuit

Le circuit purement passif illustré à la **figure 1** est facile à comprendre. Le signal d'entrée, qui est généralement une onde sinusoïdale avec une distorsion aussi faible que possible, est appliqué au connecteur X1. Le niveau du signal doit être d'environ $2 V_{pp}$ au minimum. Toute composante du signal en courant continu est éliminée par C1 et R1. Pour C1, il faut utiliser un condensateur à film de bonne qualité.

La résistance R2 fait partie d'un diviseur de tension dont la deuxième partie est constituée de R3, P2, D1, D2 et P1. Elle peut être complètement désactivée par S1. Les deux diodes génèrent des harmoniques du signal d'entrée, dont l'amplitude peut être réglée à l'aide de P1. Si vous utilisez des diodes Schottky, le circuit peut fonctionner avec un niveau de signal d'entrée plus faible que si vous utilisez des diodes au silicium ordinaires.

Le signal est limité symétriquement lorsque S2 est fermé. Ce qui conduit principalement à la génération d'harmoniques impaires (harmoniques étant des multiples impairs de la fréquence d'entrée, tels que les harmoniques 3 et 5). P2 peut être réglé pour compenser les différences entre les deux diodes afin de minimiser les amplitudes des harmoniques paires (deuxième harmonique, quatrième harmonique, etc.). Bien entendu, cela ne fonctionne correctement que si le niveau de distorsion est suffisamment élevé ou si P1 correspond à une résistance très faible. Lorsque S2 est ouvert, le circuit génère à la fois des harmoniques paires et impaires.

Utilisation

Le signal de sortie est disponible sur les trois connecteurs de sortie montés en parallèle, X2, X3 et X4. Il est utile d'avoir trois sorties car cela permet, par exemple, de connecter un analyseur de spectre en même temps qu'un amplificateur, pour y mesurer la distorsion déjà présente aux entrées de l'amplificateur. La procédure pour un test d'écoute est la suivante : connectez un analyseur de spectre audio à l'une des sorties, afin de mesurer le niveau de distorsion, et utilisez les deux autres sorties pour alimenter un amplifica-

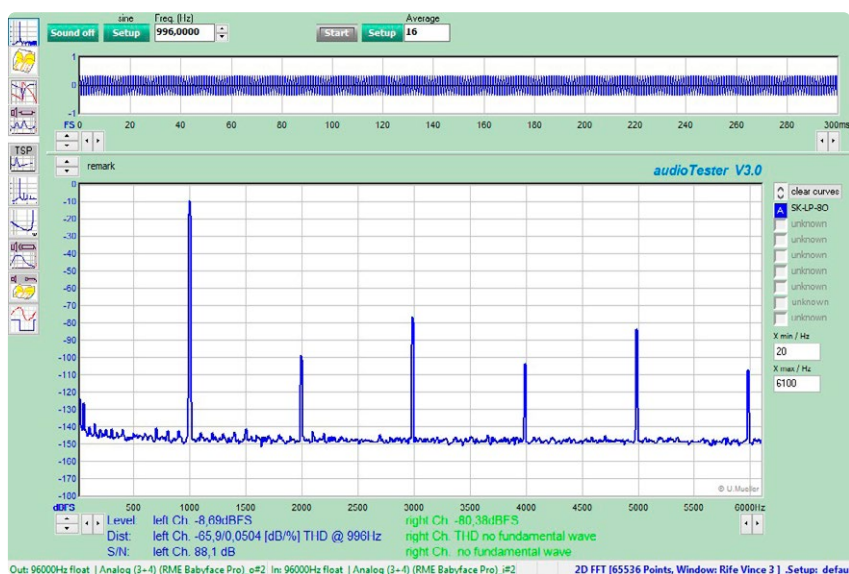


Figure 2. Le spectre avec S2 fermé correspond à celui d'un signal sinusoïdal limité. Les harmoniques paires peuvent être réglées à un niveau minimum avec le potentiomètre P2.

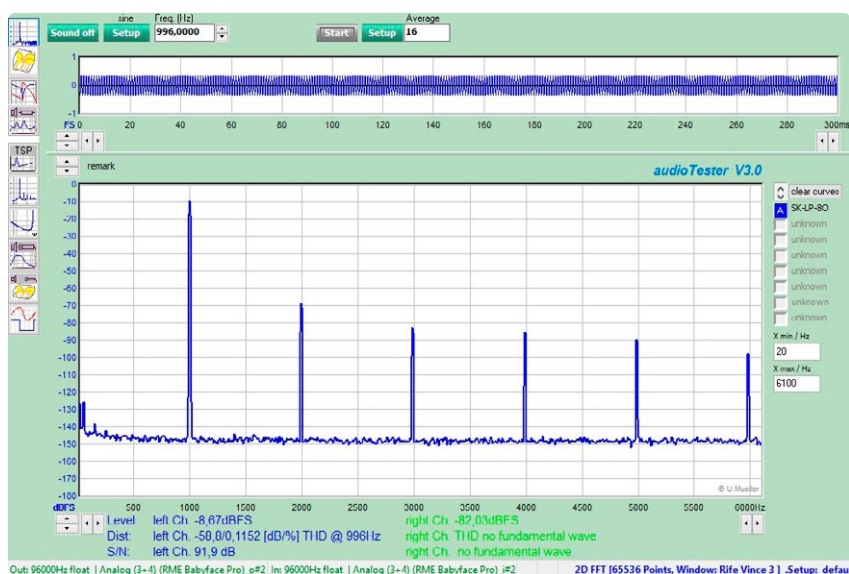


Figure 3. Le spectre avec S2 ouvert montre une série d'harmoniques dont l'amplitude diminue successivement.

teur ou un amplificateur de casque, stéréo ou double mono, auquel sont connectés des haut-parleurs ou respectivement un casque. Les casques ont de meilleures propriétés acoustiques et sont donc généralement préférables lors d'un test d'écoute.

Fermez S1 et réglez P1 sur la distortion maximale (résistance minimale). Après le réglage de P2, comme décrit précédemment, il doit y avoir une différence nettement audible entre les positions ouverte et fermée de l'interrupteur S1. Maintenant, augmentez progressivement la valeur de P1 jusqu'à ce que la distortion ne soit plus perceptible. Prenez alors note du niveau de distortion (THD) sur l'analyseur de spectre.

Vous pouvez répéter ce test d'écoute à différentes fréquences et avec S2 ouvert pour

établir un tableau avec les différentes mesures. Les figures 2 et 3 montrent les spectres des signaux avec S2 ouvert ou respectivement fermé. Bien entendu, vous pouvez également répéter le test avec un signal musical, mais les résultats ne seront que qualitatifs car il n'est pas raisonnable d'utiliser un analyseur de spectre pour effectuer des mesures avec des signaux non sinusoïdaux.

Le générateur de THD peut également être utilisé à bon escient pour comparer les résultats de mesure de différents analyseurs de spectre.

Construction

Étant donné que le circuit comporte si peu de composants, il peut être réalisé sans avoir recours à un circuit imprimé, en effectuant

un câblage point à point et en le plaçant le tout dans un petit boîtier en plastique. Si vous utilisez des composants avec des pattes, le condensateur et le potentiomètre de réglage, ainsi que les deux diodes et les trois résistances, peuvent simplement être soudés entre les connecteurs et le potentiomètre P1. La figure 4 montre à quoi ressemble mon prototype terminé. J'ai récupéré le bloc équipé des quatre connecteurs RCA (appelé Cinch en Europe) d'un vieux appareil. ◀

VF : Jean-Philippe Nicolet — 230003-04

À propos de l'auteur

Alfred Rosenkränzer a travaillé pendant de nombreuses années comme ingénieur de développement, d'abord pour des équipements de télévision professionnelle. Depuis la fin des années 1990, il développe des circuits numériques et analogiques à haute vitesse pour les testeurs de circuits intégrés. Le domaine de l'audio fait partie de son hobby.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (alfred_rosenkraenzer@gmx.de) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

➤ **OWON SDS1102 oscilloscope 2 voies (100 MHz)**
<https://elektor.fr/18782>

➤ **Elektor Fortissimo-100 kit d'amplificateur de puissance**
<https://elektor.fr/20273>



Figure 4. Prototype de l'auteur : les entrées et sorties, ainsi que les deux interrupteurs et le potentiomètre de réglage du niveau de distortion, sont situés sur le dessus.

LIEN

[1] Ton Giesberts, « amplificateur haut de gamme Fortissimo-100 », Elektor 11-12/2022 : <https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-283/61180>