



# commutation marche/arrêt pour enceintes actives

**Jac Hettema (Pays-Bas)**

Les haut-parleurs actifs possèdent leur propre alimentation et produisent un son de haute qualité. Leur inconvénient est qu'il faut d'abord les enclencher pour les écouter, puis les éteindre lorsque l'on a terminé. Ce projet permet d'éviter cette corvée en enclenchant automatiquement les haut-parleurs lorsqu'un signal est détecté et en les déclenchant automatiquement lorsqu'il n'y a plus de signal durant un certain temps.

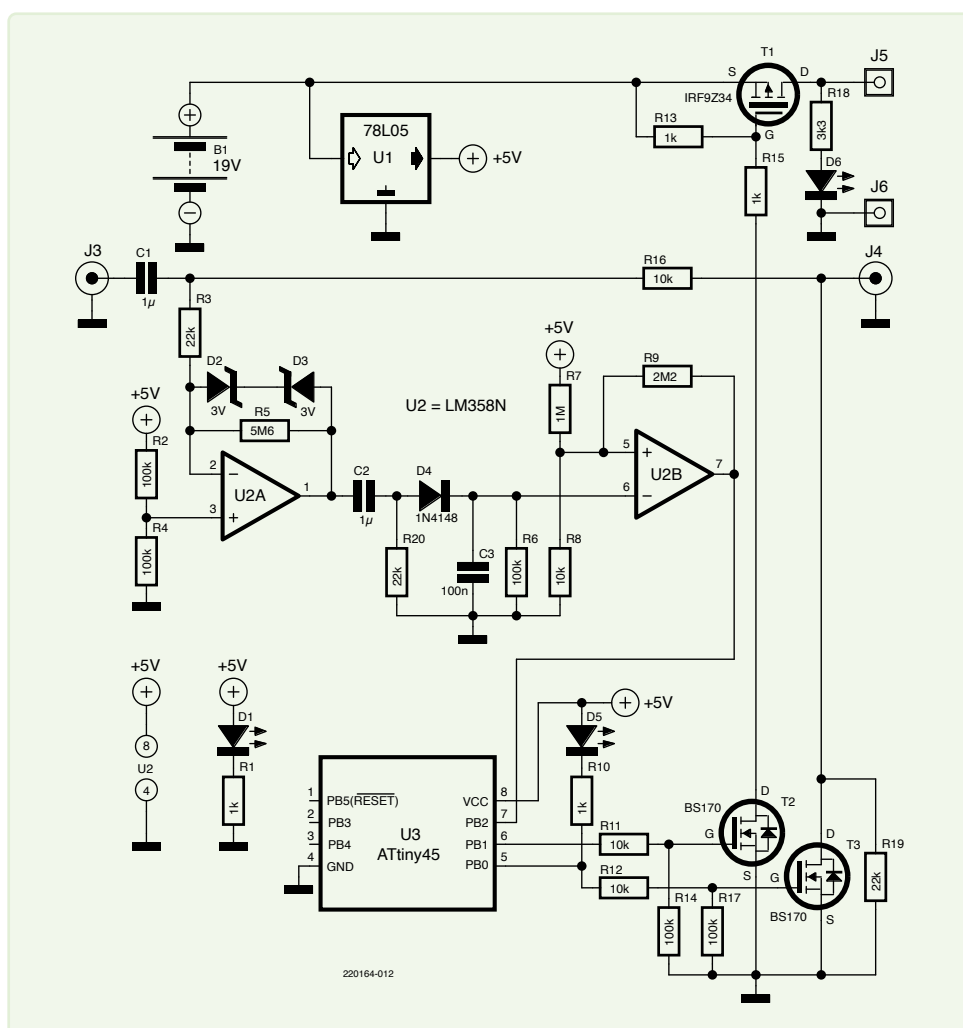


Figure 1. Schéma d'un système de commutation actif.

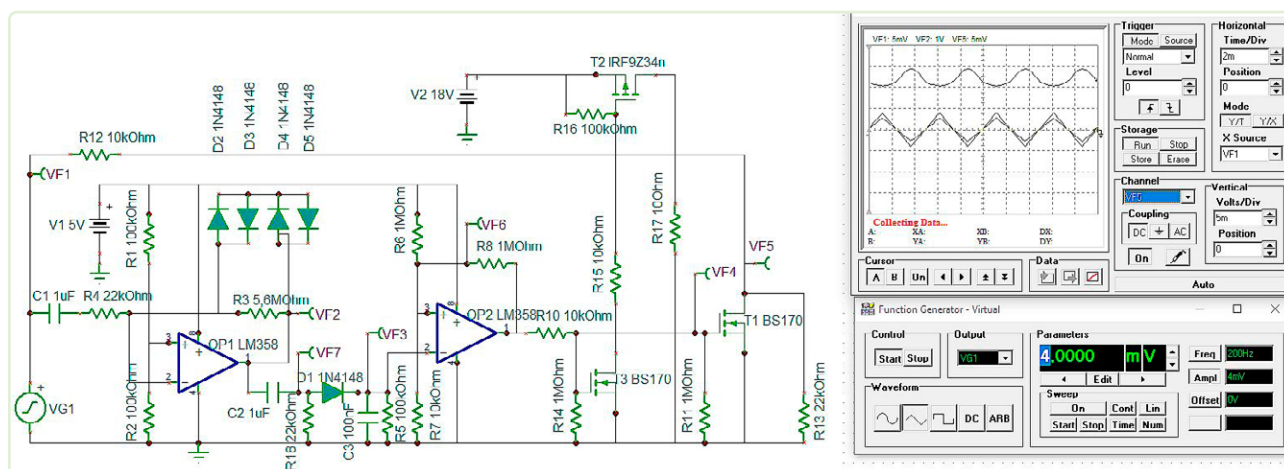


Figure 2. Circuit de simulation utilisant des diodes.

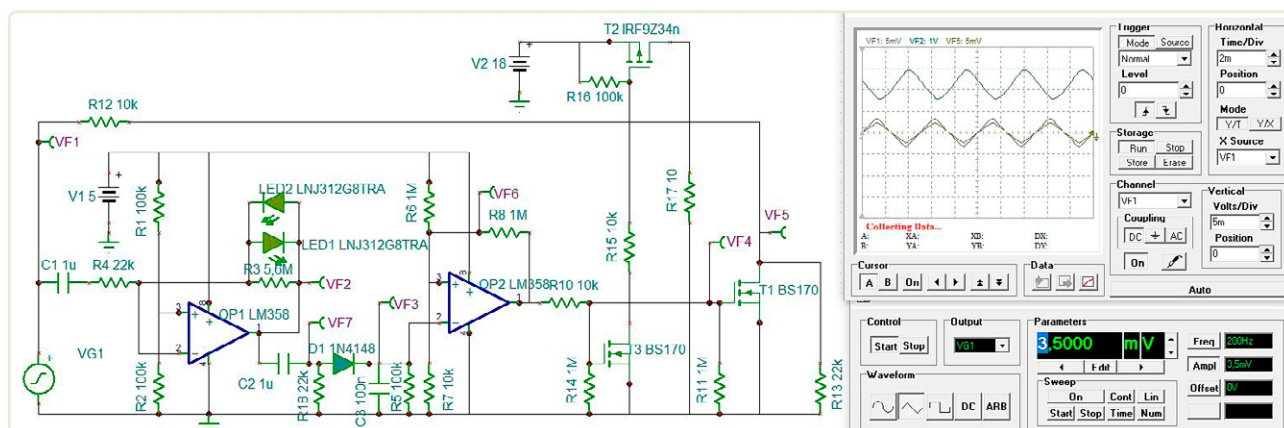


Figure 3. Circuit de simulation utilisant des LED.

Il existe des enceintes de haut-parleurs de toutes les formes et de toutes les tailles. Les « meilleures » enceintes sont généralement équipées de plusieurs haut-parleurs, chacun d'entre eux étant ne recevant par le biais d'un filtre qu'une partie du spectre sonore. En général, ces filtres sont constitués de condensateurs et de bobines qui séparent les fréquences, accompagnés d'un réseau de résistances servant à ajuster les niveaux. Ces modules sont difficiles à réaliser et ne conviennent qu'à l'assemblage pour lequel ils ont été calculés.

Il est également possible d'utiliser un filtre actif (crossover) et d'attribuer un amplificateur à chaque haut-parleur. Une telle solution est facile à intégrer dans une enceinte, que l'on appelle alors une enceinte active. On trouve aisément de nombreux modules d'amplification sur le marché.

Le circuit présenté ici est destiné à tirer parti des amplificateurs de la classe D, qui sont facilement disponibles. Les types prévus ici sont basés sur les modèles de Texas Instruments et sont de bonne qualité. Ces amplificateurs peuvent être alimentés par une seule tension continue qui peut varier d'environ 12 à 30 volts.

De nombreuses alimentations d'ordinateurs portables sont disponibles de nos jours, lorsque ceux-ci sont mis au rebut. Il est donc intéressant de les utiliser. Beaucoup d'entre elles peuvent fournir environ 19 V avec un courant de 3 A, ce qui suffit pour un amplificateur correct.

L'ennui avec ces enceintes actives, c'est qu'il est à chaque fois nécessaire de les enclencher puis de les déclencher. En effet, il faut d'abord se diriger vers les haut-parleurs avant de pouvoir profiter de la musique. Il faut absolument trouver une autre solution.

## Circuit

Le schéma complet du circuit est présenté à la **figure 1**. L'enceinte s'enclenche dès qu'il y a un signal audio en J3. Pour ce faire, le signal audio est amplifié et, dès qu'il atteint un certain niveau, un comparateur bascule. Celui-ci commande une minuterie qui met immédiatement l'alimentation en marche et après un court délai laisse passer le signal audio. Lors de la mise hors tension, le processus s'inverse : le signal audio est d'abord bloqué, puis l'alimentation coupée. Ce procédé permet d'éviter les clics et les bruits parasites désagréables lors de l'enclenchement et déclenchement du haut-parleur.

Cependant, il ne se déclenche que lorsque le signal audio est absent durant un temps suffisant, de sorte que les silences entre les morceaux d'un album n'entraînent pas de coupures.

Le circuit est composé de deux parties, à savoir :

- la détection audio
- la temporisation.

Figure 4. Circuit imprimé.

## Détection audio

Le signal audio est amplifié par un amplificateur opérationnel (U2A), puis redressé et envoyé sur un comparateur (U2B). Le but est d'activer l'amplificateur avec un signal même très faible. Le gain de l'amplificateur est de

$$5.6 \text{ M} / 22 \text{ k} = \text{environ } 250\times$$

En fonctionnement normal, cependant, l'amplitude du signal audio peut être beaucoup plus importante. C'est pourquoi la tension de sortie de l'amplificateur doit être limitée. Pour ce faire, nous utilisons des diodes Zener ou des LED. Les simulations montrent que les diodes Zener ont des caractéristiques considérablement différentes : avec la 1N5225B, le seuil de commutation est d'environ 3 mV, tandis qu'avec la BZX84A3V6, il est d'environ 35 mV.

Avec des LED (vertes ou jaunes), la sensibilité est également d'environ 3 mV.

Si nous utilisons la populaire 1N4148, deux diodes antiparallèles doivent être branchées en série. Cela donne également un bon résultat, peut-être même le meilleur.

Le signal amplifié est redressé, puis comparé à une tension de seuil à l'aide d'un comparateur. Le comparateur présente une petite hystérèse pour stabiliser la commutation.

Dans la simulation, le comparateur est directement suivi par des interrupteurs MOSFET permettant de tester le principe. Dans la version réelle, le comparateur est suivi d'une temporisation, qui commande à son tour les interrupteurs MOSFET.

## Temporisation

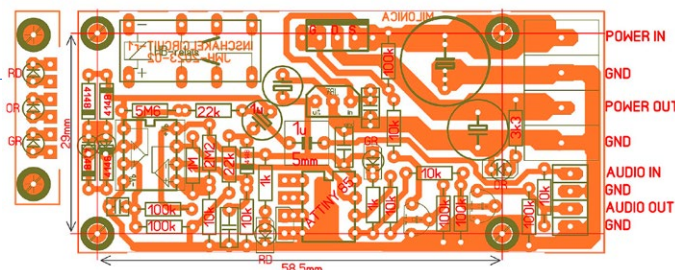
On a choisi un microcontrôleur (U3), car le comportement souhaité peut être obtenu en n'utilisant que peu de composants supplémentaires. L'ATtiny85 convient parfaitement. Le  $\mu\text{C}$  est contrôlé par le comparateur, qui à son tour, contrôle les interrupteurs FET.

Une fois le signal audio détecté, l'équipement est immédiatement mis sous tension et le signal audio est transmis peu après. Lors de la mise hors tension, l'opération s'effectue dans l'ordre inverse. L'appareil ne s'éteint que lorsqu'une absence de signal audio a été détectée pendant environ 5 minutes. Cette durée peut facilement être adaptée dans le logiciel.

Le fonctionnement du logiciel est le suivant : à la mise sous tension, si la broche PB2 de l'ATtiny85 passe au niveau bas, l'alimentation est activée et la valeur de la minuterie est mémorisée, puis une comparaison avec la valeur actuelle est effectuée. Si elle est supérieure à une valeur prédéfinie, le signal audio est transmis.

En l'absence de signal audio, PB2 passe à l'état haut, ce qui déclenche la séquence de mise hors tension. L'audio et l'alimentation ne sont pas coupés immédiatement - au lieu de cela, la valeur de la minuterie est mémorisée à nouveau. Elle est comparée à la valeur précédente, et si la différence dépasse la valeur prédéfinie, le signal audio est bloqué. Si la valeur du compteur dépasse la valeur prédéfinie suivante, l'alimentation est coupée.

Comme indiqué précédemment, le fonctionnement du circuit a été



testé à l'aide d'un programme de simulation. Le logiciel de simulation TINA-TI de Texas Instruments a été utilisé à cet effet. Les circuits de simulation de la version avec diodes sont présentés à la **figure 2** et ceux de la version avec des LED à la **figure 3**. On y voit aussi les captures d'écran.

## Quelques notes

La LED D1 indique que la tension d'alimentation est présente. La LED D6 indique que l'alimentation a été enclenchée.

Un niveau haut sur la sortie PB0 de l'ATtiny fait conduire le FET de contrôle T3, ce qui empêche le signal audio de passer à travers le circuit. Ce niveau haut sur PB0 éteint également le voyant D5.

Les diodes Zener représentées sur le schéma limitent la tension de sortie. Elles peuvent être remplacées par des diodes de signal (par exemple 1N4148) ou des LED. Dans la version finale, un ATtiny85 a été utilisé à la place du 45.

Pour ce module, un circuit imprimé simple face de dimensions modestes a été réalisé : 35 × 77 mm (**figure 4**). Il est équipé des condensateurs de découplage et de lissage nécessaires.

Le FET de puissance, avec lequel le courant est commuté, peut éventuellement être remplacé par un relais ordinaire. Les versions TO220 et TO3P peuvent être utilisées pour le FET de puissance.

Le BS170 permet une tension stabilisée atteignant approximativement 300 mV. ◀

VF : Jean-Philippe Nicolet — 220164-04

## Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).

## À propos de l'auteur

La passion de Jac Hettema pour l'électronique a débuté dès sa jeunesse, lorsqu'il a reçu une radio à tubes et un kit de radio à transistors AMROH. Bien qu'il ait commencé sa carrière dans le domaine de l'énergie, le parcours de Jac l'a conduit au département de recherche des chemins de fer néerlandais, où il s'est concentré sur les mesures électriques. Ses premières études ont également porté sur les ordinateurs analogiques, ce qui témoigne de son intérêt sans relâche. À la retraite depuis plus de dix ans, cette passion persiste et il se lance donc dans diverses réalisations, notamment un filtre à trois voies à état variable.



## Produit

> **Elektor Audio Collection (clé USB)**  
<https://elektor.fr/19892>

## LIEN

[1] Fichiers du projet sur Elektor Labs : <https://elektormagazine.fr/labs/on-and-off-switching-system-for-active-boxes>