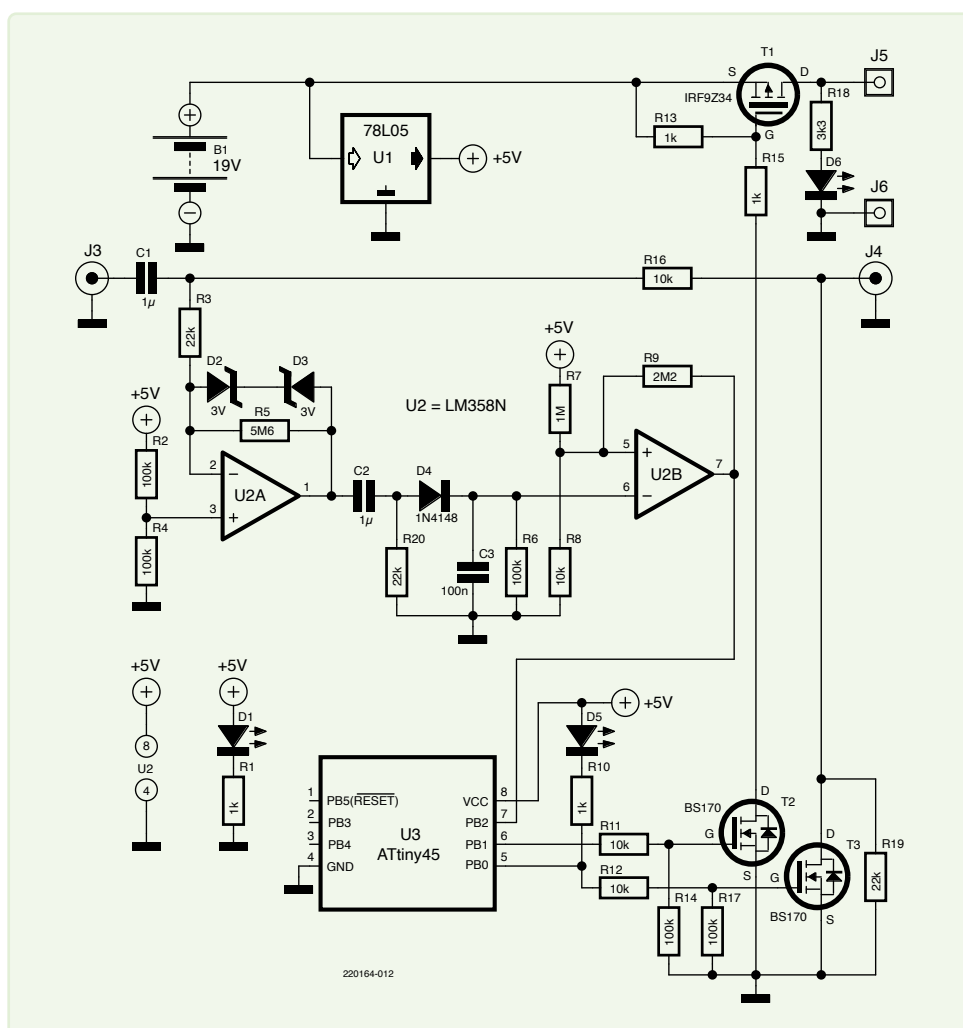




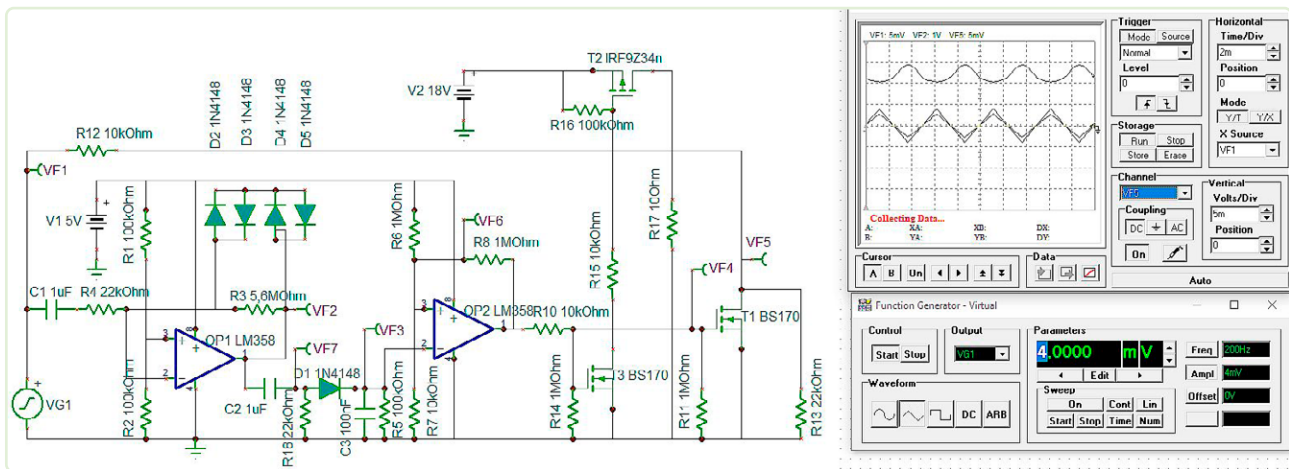
Actieve boxen in- en uitschakelen

Jac Hettema (Nederland)

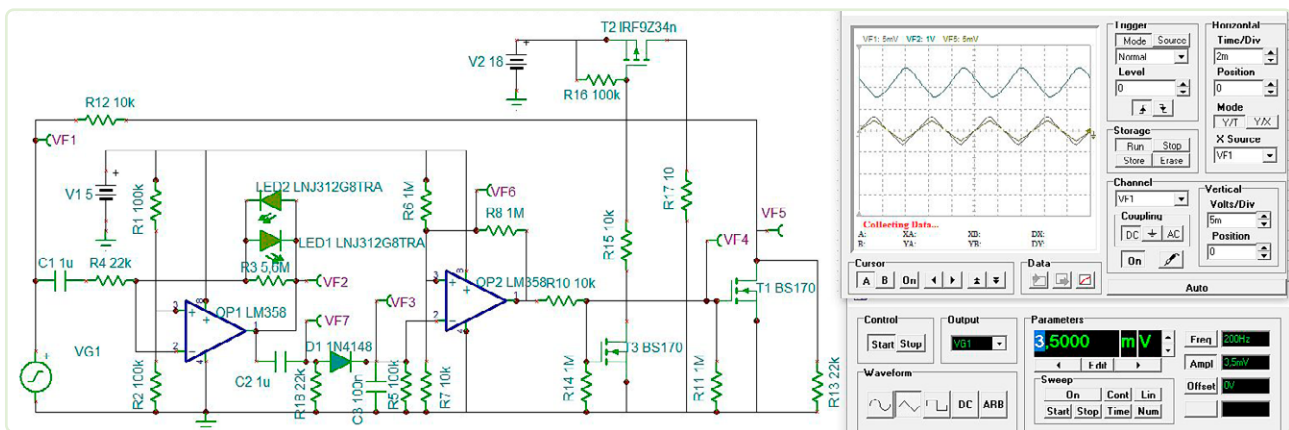
Actieve luidsprekers hebben hun eigen voeding en leveren geluid van hoge kwaliteit. Het nadeel is dat je ze aan moet zetten om ernaar te luisteren en weer uit als je bent uitgeluisterd. Dit project maakt daar een einde aan door de luidsprekers in te schakelen als er een signaal is, en uit te schakelen als ze een tijdje niet gebruikt worden.



Figuur 1. Schema van het schakelsysteem voor actieve boxen.



Figuur 2. Simulatieschakeling met diodes.



Figuur 3. Simulatieschakeling met LED's.

Luidsprekerboxen zijn er in soorten en maten. De 'betere' boxen zijn meestal uitgerust met meerdere luidsprekers, die elk via filters een deel van het geluidsspectrum weergeven. Meestal bestaan deze filters uit condensatoren en spoelen die de frequenties scheiden, en eventueel weerstandsnetwerken om de niveaus aan te passen. Dergelijke systemen zijn moeilijk te ontwerpen en zijn alleen geschikt voor de specifieke combinatie waarvoor ze ontworpen zijn.

Het is ook mogelijk om een actief scheidingsfilter te gebruiken en elke luidspreker zijn eigen versterker te geven. Zo'n systeem kan eenvoudig in een luidsprekerbox worden ingebouwd, die dan een actieve box wordt genoemd. Er zijn tegenwoordig onder andere voor dit doel veel versterkermodule te koop.

Het hier gepresenteerde ontwerp is bedoeld om gebruik te maken van klasse-D versterkers, die alom verkrijgbaar zijn. De beoogde types zijn gebaseerd op ontwerpen van Texas Instruments en zijn van goede kwaliteit. Deze versterkers kunnen gevoed worden met een enkele gelijkspanning die kan variëren van ongeveer 12 V tot 30 V. Omdat er tegenwoordig veel voedingen uit afgedankte laptops beschikbaar zijn, is het aantrekkelijk om die te gebruiken. Veel van die voedingen kunnen ongeveer 19 V leveren bij 3 A – genoeg voor een fatsoenlijke versterker.

Een lastig punt bij actieve boxen is het in- en uitschakelen. Het is vervelend als je eerst naar de speakers moet lopen om ze aan te zetten voordat je van de muziek kunt genieten. Dat moet toch anders kunnen!

De schakeling

Het volledige schema van de schakeling is gegeven in **figuur 1**. De box wordt ingeschakeld zodra er een audiosignaal op J3 verschijnt. Daartoe wordt het audiosignaal versterkt en zodra er een beetje niveau is, klappt een comparator om. Deze stuurt een timer aan die onmiddellijk de voeding inschakelt en het audiosignaal met een korte vertraging doorschakelt. Bij het uitschakelen gebeurt dit in omgekeerde volgorde: eerst wordt het audiosignaal geblokkeerd en daarna wordt de voeding uitgeschakeld. Dit voorkomt vervelende klikken en knallen tijdens het in- en uitschakelen.

De box wordt echter pas uitgeschakeld als het audiosignaal een redelijke tijd afwezig was, zodat pauzes tussen nummers op een album geen afschakeling veroorzaken.

De schakeling bestaat uit twee delen, namelijk:

- het audio-detectiesysteem, en de
- vertragingsschakeling.

Figuur 4. De print.

Het audio-detectiesysteem

Het audiosignaal wordt versterkt met een opamp (U2A), dan gelijkgericht en naar een comparator (U2B) gevoerd. De bedoeling is om de versterker in te schakelen bij een heel klein signaal. De versterking van de opamp bedraagt

$$5,6 \text{ M} / 22 \text{ k} = \text{ongeveer } 250\times$$

Tijdens normaal bedrijf kan de amplitude van het audiosignaal echter veel groter zijn. Daarom moet de uitgangsspanning van de opamp worden begrensd. We doen dit met (zener)diodes of LED's. De simulaties laten zien dat zenerdiodes aanzienlijk kunnen verschillen: met de 1N5225B is de schakeldrempel ongeveer 3 mV, terwijl deze met de BZX84A3V6 ongeveer 35 mV bedraagt.

Met (groene of gele) LED's is de gevoeligheid ook ongeveer 3 mV.

Als we de normale 1N4148 gebruiken, dan moeten er twee antiparallelle diodes in serie worden geschakeld. Dat geeft ook een goed resultaat; misschien wel het beste.

Het versterkte signaal wordt gelijkgericht, waarna het met een comparator wordt vergeleken met een drempelspanning. De comparator heeft een kleine hysteresis om het schakelen rustiger te maken.

In de simulatie wordt de comparator direct gevolgd door MOSFET-schakelaars, zodat we het principe kunnen testen. In de echte wereld wordt de comparator gevolgd door een vertragingsschakeling die op zijn beurt de MOSFET-schakelaars aanstuurt.

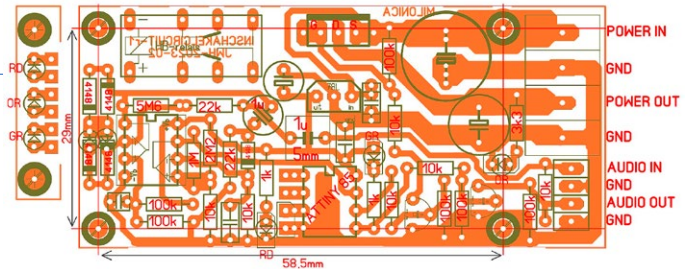
De vertragingsschakeling

Hiervoor is een microcontroller (U3) gekozen omdat het gewenste gedrag kan worden verkregen met slechts een paar extra componenten. De ATtiny85 is hiervoor zeer geschikt. De μC wordt aangestuurd door de comparator en stuurt op zijn beurt de FET-schakelaars aan. Nadat een audiosignaal is gedetecteerd, wordt de voeding onmiddellijk ingeschakeld; het audiosignaal wordt kort daarna doorgegeven. Bij het uitschakelen gebeurt dit in omgekeerde volgorde. De box wordt schakelt pas uitgeschakeld als er gedurende ongeveer vijf minuten geen audiosignaal is gedetecteerd. Deze tijd kan eenvoudig softwarematig worden aangepast.

De werking van de software is als volgt: als bij het inschakelen de PB2-pin van de ATtiny85 laag wordt, wordt de stroom ingeschakeld en een timerwaarde opgeslagen, waarna die waarde met de huidige waarde wordt vergeleken. Als deze groter is dan een ingestelde waarde, wordt het audiosignaal doorgelaten.

Bij afwezigheid van een audiosignaal wordt PB2 hoog en start de uitschakelprocedure. Audio en voeding worden niet onmiddellijk uitgeschakeld – in plaats daarvan wordt de timerwaarde opnieuw opgeslagen. De waarde ervan wordt vergeleken met de vorige waarde en als het verschil groter is dan de vooraf ingestelde waarde, wordt het audiosignaal uitgeschakeld. Als de tellerwaarde een volgende vooraf ingestelde waarde overschrijdt, wordt de voeding uitgeschakeld.

Zoals eerder aangegeven, is de werking van de schakeling getest met een simulatieprogramma. Hiervoor is TINA-TI simulatiesoftware



van Texas Instruments gebruikt. De simulatiebestanden van de versie met diodes en de versie met LED's zijn respectievelijk in **figuur 2** en **figuur 3** te zien, inclusief screenshots.

Nog enkele opmerkingen

LED D1 geeft aan dat de voedingsspanning voorhanden is. LED D6 geeft aan dat de versterkervoeding is ingeschakeld.

Als PB0 van de ATtiny hoog is, gaat FET T3 geleiden, waardoor het audiosignaal de uitgang van de schakeling niet kan bereiken. Tevens wordt indicatie-LED D5 uitgeschakeld.

In het schema zijn zenerdiodes getekend om de uitgangsspanning te begrenzen. Deze kunnen worden vervangen door kleinsignaaldiodes (bijvoorbeeld 1N4148) of LED's. In de uiteindelijke versie is in plaats van de '45 een ATtiny85 gebruikt.

Voor deze schakeling is een enkelzijdige print met bescheiden afmetingen ontworpen: 35 × 77 mm (**figuur 4**). Deze is voorzien van de nodige ontkoppel- en afvlakcondensatoren.

De power-FET die de voedings schakelt, kan eventueel worden vervangen door een gewoon relais. Voor deze FET kunnen zowel TO220- als TO3P-versies worden gebruikt.

De BS170 staat een onverschoven spanning toe tot ongeveer 300 mV. ◀

220164-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.

Over de auteur

Jac Hettema's liefde voor elektronica begon in zijn jeugd, toen hij een buizenradio en een AMROH-transistorradiokit kreeg. Hoewel hij zijn carrière begon in de energietechniek, leidde Jac's pad hem naar de onderzoeksafdeling van de Nederlandse Spoorwegen, waar hij zich richtte op elektrische metingen. Zijn vroege opleiding omvatte ook analoge computers, een bewijs van zijn blijvende interesse. Inmiddels meer dan tien jaar met pensioen bestaat Jac's passie voor elektronica nog altijd, en houdt hij zich bezig met verschillende projecten, waaronder een state-variable drieweg-scheidingsfilter.



Gerelateerde producten

► **Elektor Audio Collection (USB Stick) (SKU 19892)**
www.elektor.nl/19892

WEBLINK

[1] Projectpagina op Elektor Labs: <https://elektormagazine.com/labs/on-and-off-switching-system-for-active-boxes>