



Wie het kleine niet eert uit de ideeënbus van Elektor

In het november/decembernummer 2019 van (toen nog) Elektorlabs hebben we een uiterst luxueuze softstartschakeling beschreven, speciaal voor (zware) versterkers, voorzien van talloze toeters en bellen en opgebouwd met eveneens talloze onderdelen. Dat het ook eenvoudiger kan bewijst een van onderstaande bijdragen...

idee: Elektor-team

Simpele inschakelstroombegrenzing

Het schema is getekend in **figuur 1**. De werking spreekt eigenlijk voor zich. Laten we aannemen dat u een zware versterker wilt inschakelen, zo eentje met een paar heel dikke elco's in de voeding. U kunt zich voorstellen wat er op het moment van inschakelen gebeurt: er loopt gedurende korte tijd een bijzonder grote stroom, tot die elco's geladen zijn. En dat geluid dat u dan in de verte hoort is de zekering in de stoppenkast die eruit vliegt...

Wanneer deze schakeling tussen versterker (of belasting in het algemeen) wordt opgenomen, is dit gevaar geweken. De weerstand van 33 Ω begrenst de inschakelstroom op maximaal ongeveer 7 A. Door deze stroom valt een (flinke) spanning over de weerstand, zodat het 230V-relais niet kan aantrekken. Na korte tijd (een fractie van een seconde, orde van grootte 5...10 perioden van de lichtnet-wisselspanning) is de inschakelstroom afgenomen tot de normale bedrijfsstroom van de belasting. De spanningsval over de weerstand neemt navenant af en het relais kan aantrekken. Daardoor wordt de serieschakeling van zekering en weerstand overbrugd – we hebben een normale, stabiele bedrijfstoestand verkregen.

De weerstand is een 'zwaar' exemplaar (in het schema 50 W). Tijdens de inschakelpiek wordt deze met meer dan 50 W belast, maar omdat dit slechts kort duurt houdt hij dat probleemloos uit. Wanneer door een defect de belasting een kortsluiting of zo vertoont, zal de inschakelstroom zo hoog blijven dat ofwel de zekering ofwel de weerstand doorbrandt. In dat laatste geval zal een penetrante brandlucht uw deel zijn, maar een gevaar-

lijke situatie kan zich eigenlijk niet voordoen.

Afhankelijk van de belasting kunnen de waarden van de zekering en de weerstand worden aangepast.

idee: Ton Giesberts (Elektor Labs)

Automatische versterkingsregeling

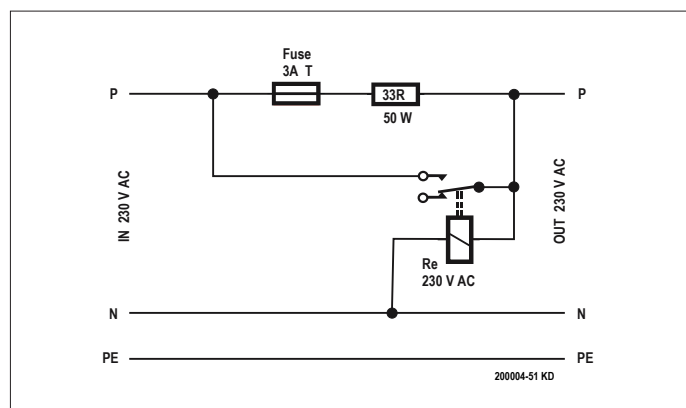
Deze schakeling past de versterking van (kleine)ingangssignalen automatisch zodanig aan dat het uitgangssignaal binnen een breed bereik constant blijft. De daarvoor vereiste regelspanning wordt met een cascadeschakeling verkregen.

Zo'n automatische versterkingsregeling (AVR) kan bij het detecteren van zwakke signalen van pas komen. Daarbij kunt u denken aan een vleermuisdetector: de door de microfoon opgepikte (ultrasone) geluiden van vleermuizen worden versterkt en naar een hoorbaar bereik verschoven. Daarbij gaat het er in eerste instantie om die signalen überhaupt te detecteren; een 'high-fidelity' versterking is daarbij van ondergeschikt belang.

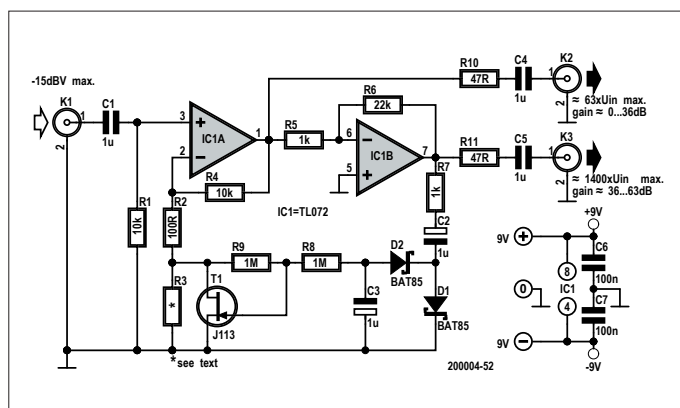
Het bepaald niet ingewikkelde schema is getekend in **figuur 2**. Voor de feitelijke versterking gebruiken we de beide helften van een dual-opamp TL072 (IC1A en IC1B). Met IC1A is een niet-inverterende versterker opgebouwd; voor de versterking daarvan geldt:

$$V1 = R4 / (R2 + R3 || T1) + 1$$

IC1B daarentegen is als inverterende versterker geschakeld; voor de versterking daarvan geldt:



Figuur 1. Deze inschakelstroombegrenzer kan nauwelijks nog eenvoudiger worden uitgevoerd.



Figuur 2. Een automatische versterkingsregeling hoeft niet extreem ingewikkeld te zijn.

$$V_2 = -R_6 / R_5$$

De 'truc' van deze schakeling zit 'm in de twee dioden D1 en D2; samen met de condensatoren C2 en C3 vormen deze een cascadeschakeling (spanningsverdubbelaar). Hiermee wordt uit de uitgangsspanning van IC1B een regelspanning afgeleid waarmee T1 (een JFET) meer of minder ver wordt opengestuurd. Zoals u waarschijnlijk weet (en zo niet, dan weet u het nu) kan een JFET prima als variabele weerstand gebruikt worden; de weerstandswaarde ervan hangt af van de op de gate aangelegde spanning. In deze schakeling hebben we een weerstand R3 parallel aan JFET T1 gezet om een minimale versterkingsfactor voor IC1A te garanderen; hier is ruimte voor experimenteren – u kunt R3 helemaal weglaten of met de waarde ervan 'stoeien'. In de schakeling zoals in figuur 2 getekend hebben we als JFET een J113 gebruikt; beide dioden zijn Schottky-typen. Met andere FET's zal de schakeling ook functioneren; beide dioden hoeven niet per se Schottky's te zijn, met gewone dioden als de 1N4148 zal het ook wel lukken. De opbouw van de schakeling is niet bijzonder kritisch; om te experimenteren kunt u die prima op breadboard opbouwen. Een 'definitieve' versie kan op gaatjesprint worden geconstrueerd.

Voor geïnteresseerden nog een paar details van de schakeling (als u zo snel mogelijk met de soldeerbout aan de slag wilt, kunt u dit met een gerust hart overslaan).

De ingangsimpedantie van de AVR-schakeling wordt door R1 vastgelegd op 10 kΩ; de laag-frequentie ligt bij 16 Hz (C1). De waarde van R2 plus de minimum weerstand van T1 (bij $U_{GS} = 0$ V volgens de datasheet 100 Ω) is bepalend voor de maximale versterking van de schakeling. Bij ons prototype viel die minimale weerstand van T1 wat lager uit (ongeveer 60 Ω), zodat voor de maximale versterking van de schakeling (bij $U_{GS} = 0$) geldt:

$$V = (1 + R_4 / (R_2 + R_{DS})) \times (R_6 / R_5) \approx 1400$$

De snelheid waarmee de AVR reageert ('attack') wordt bepaald door R7 en ligt in de orde van grootte van milliseconden. Maak R7 niet kleiner dan in het schema aangegeven omdat daardoor de vervorming op uitgang K3 onacceptabel zal toenemen. De hersteltijd van de schakeling bedraagt (bepaald door R8+R9, C2 en C3) enkele seconden.

De schakeling is ontworpen voor voeding uit een tweetal 9V-blokjes (plus en min 9 V); het stroomverbruik ligt bij 3,5 mA. Natuurlijk hebben we de schakeling in ons lab nog een beetje aan de tand gevoeld; in **figuur 3** ziet u dat het uitgangsniveau (blauwe lijn) over een breed ingangsbereik (horizontale as) een nagenoeg constant niveau heeft.

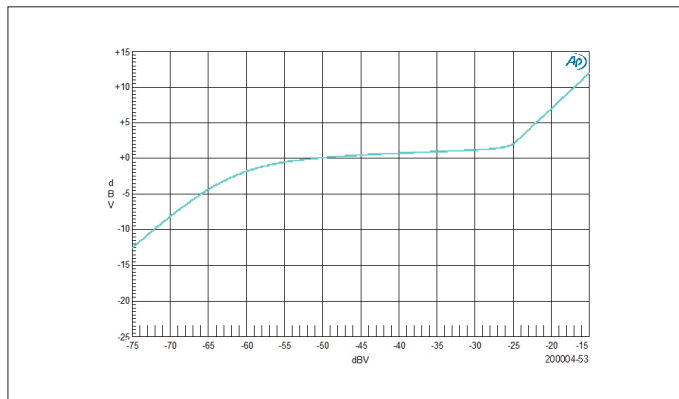
idee: Elex-team

Rechtuit-ontvanger

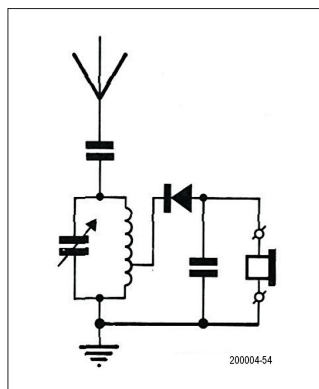
Ter afsluiting van deze aflevering nog een lekkernij uit vroeger dagen: een rechtuit-ontvanger. Of u het gelooft of niet: hiermee kunt u (zonder enig 'actief' onderdeel) radio-uitzendingen ontvangen!

Het principe is denkbaar eenvoudig: de variabele condensator vormt samen met de spoel een afgestemde kring; het ermee opgepikte (amplitudegemoduleerde) signaal wordt door de diode annex condensator gedetecteerd en kan dan met een kristal-oortelefoontje worden beluisterd.

Deze uiterst elementaire radio-ontvanger (zo zagen de aller-



Figuur 3. In de praktijk gedraagt de AVR zich verrassend goed.



Figuur 4. Hiermee is de geschiedenis van de radio begonnen...

eerste ontvangers [1] er daadwerkelijk uit, alleen hebben we hier de oorspronkelijke kristaldetector [2] vervangen door een diode) nodigt uit tot experimenteren! Voor eerste pogingen kunt u voor de spoel ongeveer 85 windingen geëmailleerd koperdraad ('koperlakdraad') van 0,2 mm op een ferriet-staaf van ongeveer 10 cm lang leggen; de diode is een germaniumexemplaar (AA119 of vergelijkbaar) die op een aftakking van de spoel wordt aangesloten. Het kristal-oortelefoontje moet een hoogohmig

(ongeveer 2000 Ω) exemplaar zijn! De afstemcondensator is een exemplaar van ongeveer 200 pF; de antenne wordt via een klein condensatortje van zo'n 3,9 pF aangesloten. Voor de gelijkrichtcondensator (aan de anode van de diode) kunt u een exemplaar van zo'n 10 nF gebruiken.

Deze ontvanger heeft beslist een 'echte' antenne nodig – een langedraad-antenne van een paar meter is wel het minste. Voor een goede werking is ook een 'echte' aarde nodig, sluit deze aan op waterleiding of CV-installatie!

In de volgende aflevering gaan we deze primitieve ontvanger een beetje opleuken met actieve componenten. ◀

(200004-01)



IN DE STORE

→ Engelstalig boek: Electronic Circuits For All
www.elektor.nl/electronic-circuits-for-all

Weblinks

- [1] Kristalontvanger:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Kristalontvanger>
- [2] Kristaldetector:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Kristaldetector>