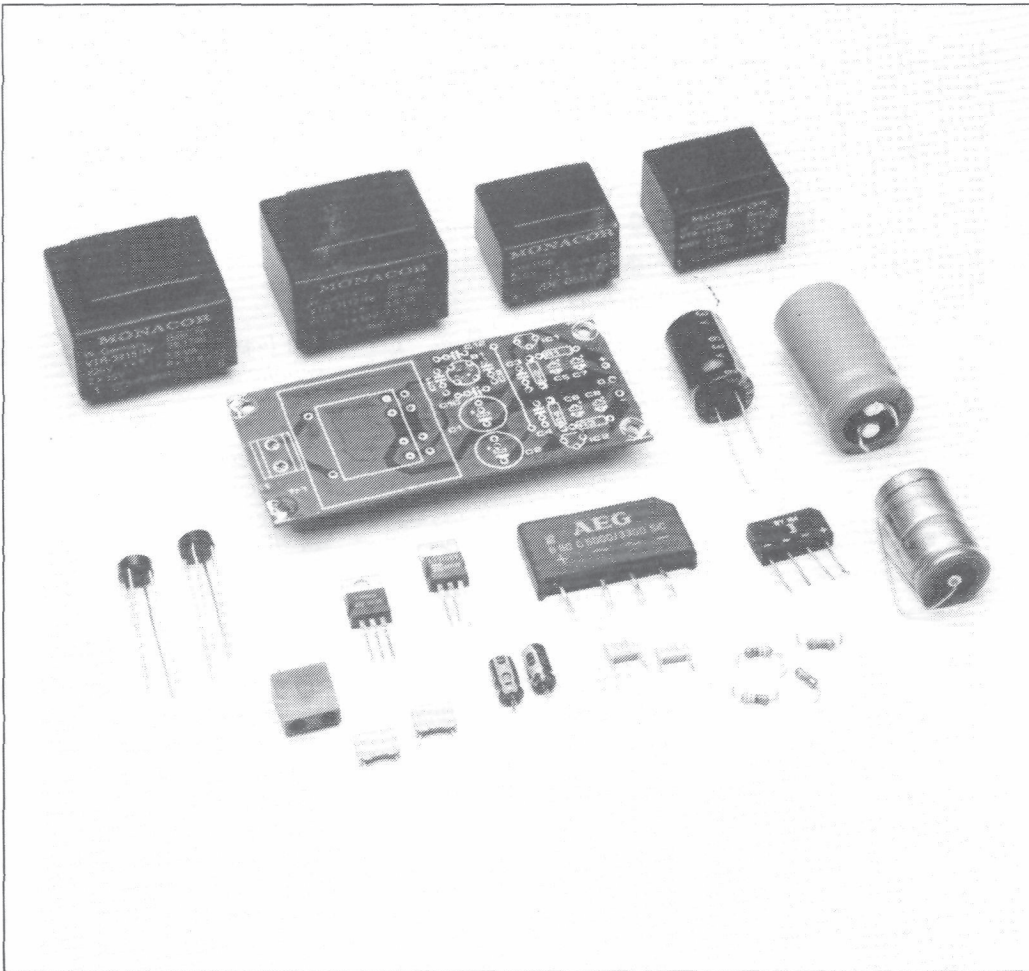


symmetrische low-power- voeding

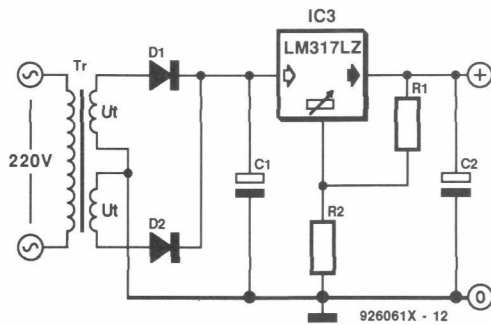
voeding voor opamp-schakelingen



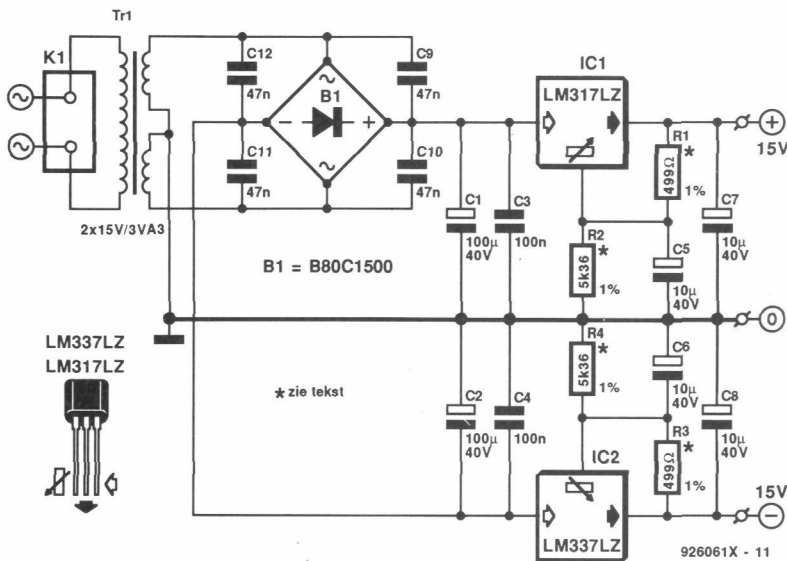
De veelzijdigheid van opamp's wordt vaak aangetast door de benodigde symmetrische voedingsspanning. Tijdens het testen kan men zich nog behelpen met een lab-voeding, maar uiteindelijk moet er toch een aparte voeding voor in de plaats komen. Speciaal hiervoor hebben we een universele voedingsprint ontworpen die simpelweg bij de desbetreffende schakeling ingebouwd kan worden.

In een hobby-lab is zoiets als een regelbare experimenteer-voeding gewoon niet meer weg te denken. Alle schakelingen dienen uiteindelijk immers getest te worden. Maar zelfs wanneer men in het gelukkige bezit is van een regelbare **symmetrische voeding** (positieve- en negatieve spanning), dan vormt dat ná de testfase nog steeds geen definitieve oplossing voor het voedingsprobleem. Het is namelijk het meest praktisch als een (zelfgemaakt) apparaat zelfstandig vanuit het net gevoed kan worden zonder de hulp van een losse (lab-)voeding. Denk niet dat u de enige bent met een dergelijk probleem; wij zijn zelf maar al te vaak met de neus op de feiten gedrukt. De maat was eigenlijk vol toen de solist-onderdrukker aan bod kwam. Een simpele voeding hiervoor viel niet te vinden in de universele-adapter-wereld, aangezien het bij die adapters hoofdzakelijk om asymmetrische spanningen gaat. Bovendien is zo'n adapterspanning voor audiotoeepassingen meestal niet "rimpel-vrij" genoeg, waardoor altijd een brom in het signaal hoorbaar blijft. Omdat er in de behuizing van de solist-onderdrukker genoeg plaats over was, hebben we niet lang gearzeld om er een voeding bij te plaatsen. U moet natuurlijk niet denken dat het om een "krachtpatser" gaat die zonder moeite een paar ampère kan leveren. Nee, gewoon een lichte symmetrische voeding met ± 15 V spanning en een maximale stroom van ca. 20 mA. Perfect voor de solist-onderdrukker en voor talloze andere opamp-schakelingen. Het gaat om een universeel ontwerp dat zonder problemen naar wens aangepast kan worden. Door simpelweg enkele weerstandswaarden te veranderen, kan bijvoorbeeld de voedingsspanning op een andere waarde ingesteld worden. De uitgangsstroom hangt op zijn beurt af van de gekozen transformator. We zullen nu eerst eens gaan kijken hoe zo'n eenvoudige voeding ontworpen wordt.

1



2



Feiten en vuistregels

In figuur 1 is de vereenvoudigde versie te zien van een voeding met het door ons gebruikte stabilisator-IC voor een positieve(!) spanning. We kunnen volstaan met het ontwerpen van de positieve voedingshelft, aangezien het negatieve deel op exact dezelfde wijze wordt gedimensioneerd, alleen passen we dan een IC met omgekeerde polariteit toe en verwisselen we de "plus" en de "min".

Als bekend is aan welke voorwaarden de voeding moet voldoen, kan men het beste bij de (gewenste) uitgangsspanning en -stroom beginnen. Vervolgens rekenen we met deze gegevens en de specificaties van het IC terug naar de transformator. De gewenste spanning bedraagt in ons voorbeeld + 15 V met een maximale stroom van zo'n 20 mA. De stroomsterkte is voor het IC geen probleem, want in de specificaties wordt een maximale stroom

van 100 mA vermeld. Deze waarde geldt natuurlijk alleen indien het maximale vermogen van 625 mW niet overschreden wordt!

Om te beginnen heeft condensator C2 de functie om eventuele oscillatie-neigingen van het IC te onderdrukken. Hierbij kan de capaciteitswaarde van C2 tussen 1 µF en 10 µF liggen (afhankelijk van fabrikant). Met behulp van twee weerstanden (R1, R2) wordt de uitgangsspanning vastgelegd. De waarde van de uitgangsspanning kunnen we berekenen met de formule; $U_o = 1,25 \times (1 + (R_2/R_1)) + 0,5 \times 10^{-4} \times R_2$. Aangezien we in het definitieve ontwerp hebben gekozen voor $R_1 = 499 \Omega$ en $R_2 = 5,36 k\Omega$, wordt de uitgangsspanning gelijk aan 14,94 V. Als het niet zo nauwkeurig hoeft (en meestal steekt het niet zo nauw) kunnen voor R1 en R2 ook gewoon weerstanden uit de E12-reeks worden genomen; met waarden van bijvoorbeeld resp. 470 Ω en

4,7 kΩ is de uitgangsspanning 14 V.

Bij de keuze van C1 gebruiken we de vuistregel dat de capaciteit ervan, per ampère uitgangsstroom minstens 2200 µF moet bedragen. Voor 20 mA wordt de waarde van C1 dus $0,02(A) \times 2200(\mu F) = 44 \mu F$. In de schakeling heeft de elko een waarde van 100 µF gekregen, hetgeen meer dan genoeg is.

Vervolgens komen we terecht bij de gelijkrichter (D1, D2). Let erop dat deze de maximale stroom zonder moeite verwerken kan. Een gelijkrichter van 1,5 A (AC) in ons ontwerp is voor een stroom van 20 mA (DC) meer dan voldoende.

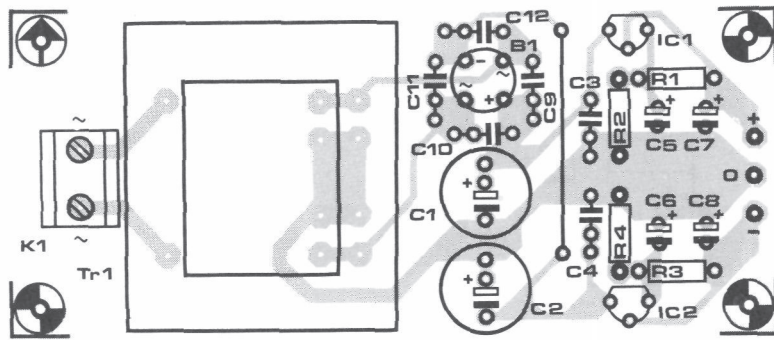
Bij de keuze van een transformator (Tr) moeten we een paar dingen in de gaten houden. Ten eerste dient de maximale uitgangsstroom van de trafo veel hoger te zijn dan de gelijkstroom aan de uitgang (20 mA). Veiligheidshalve nemen we voor de te leveren wisselstroom

Figuur 1. Het ontwerpen van de voeding begint eigenlijk met dit simpele schema. Natuurlijk gebruiken we voor het dimensioneren van de schakeling niet de "natte-vinger-methode" maar strikt praktijkregels.

Figuur 2. Voortbordurend op het schema van figuur 1 komen we al snel tot de uiteindelijke schakeling van de symmetrische voeding. Het negatieve voedingsdeel wordt op dezelfde manier berekend als de positieve helft. Voorts zijn er extra onderdelen toegevoegd om ervoor te zorgen dat het stabilisator-IC zonder problemen zijn werk doet.

een minimale waarde van $2 \times I(DC) = 40 \text{ mA}$ (weer zo'n vuistregelkje). Voorts moet er op gelet worden dat de spanning over de stabilisator (tussen in- en uitgangsaansluiting) niet te hoog of te laag wordt. Dit betekent (volgens de fabrikant) dat deze verschilspanning tussen 3 V en 40 V mag liggen. Bij een uitgangsspanning van 15 V en een diodespanning van 1 V, mag de maximale transformatorspanning (Ut) (theoretisch) tussen 18 V en 55 V liggen. Hoe meer spanning er over het IC valt, hoe meer de stabilisator echter in warmte moet omzetten. Kies de ingangsspanning dus niet onnodig hoog. Hou er voorts rekening mee dat bij het inschakelen de spanning meestal kortstondig hoger wordt dan de nominale waarde. Hierdoor zou de stabilisator het loodje kunnen leggen indien daadwerkelijk een bovengrens van 55 V aangehouden zou worden. Een maximale in-

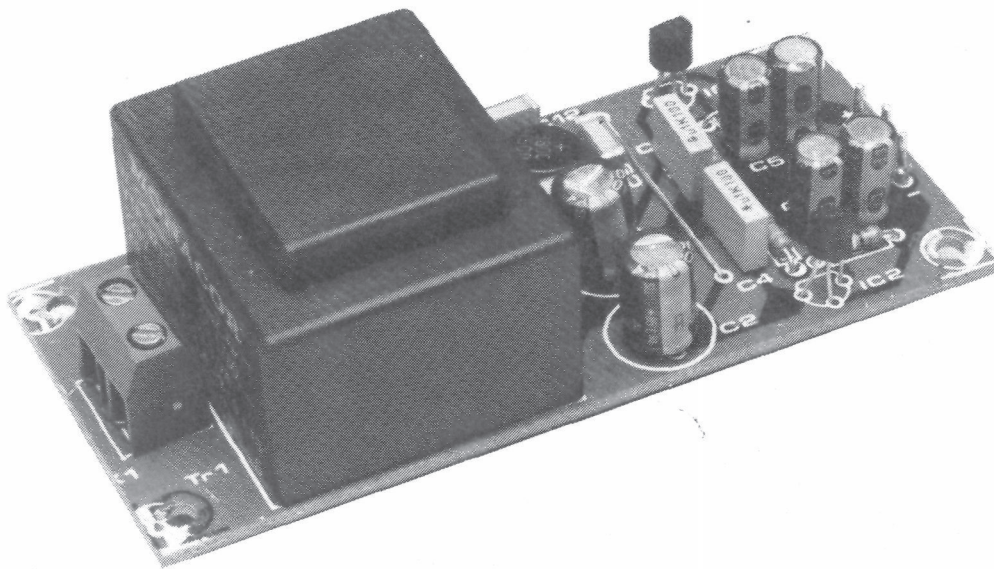
3



Figuur 3. Met deze print kunt u echt alle kanten op. Er kunnen zowel grote als kleinere trafo's en elko's op gemonteerd worden.

Figuur 4. Het voedingsprintje in opgebouwde toestand. Op maat gesneden voor de "solist-onderdrukker" elders in dit nummer.

4



Onderdelenlijst

R1,R3 = 499 Ω 1 % (470 Ω)*
R2,R4 = 5,36 k Ω 1 % (4,7 k Ω)*

C1,C2 = 100 μ F/40 V
C3,C4 = 100 nF
C5...C8 = 10 μ F/40 V
C9...C12 = 47 nF keramisch

IC1 = LM317LZ
IC2 = LM337LZ
B1 = brugcel, B80C1500

K1 = printkroonsteen 2-polig,
steek 7,5 mm
Tr1* = 2 \times 15 V/3,3 VA, b.v.
Monacor VTR-3215
of 2 \times 15 V/1,5 VA, b.v.
Monacor VTR-1215

*) zie tekst

geschatte bouwkosten (exkl.
print) ca. f 20,-

gangsspanning van 40 V lijkt ons daarom een stuk veiliger en realistischer. Doordat gekozen is voor een veiligheids-printtrafo, krijgen we te maken met een open spanning (trafo onbelast) die nagenoeg gelijk is aan $1,5 \times$ Unominaal. Vervolgens moet er rekening gehouden worden met de topwaarde van de topspanning ($\sqrt{2} \times$ Unom.). Hiermee wordt de maximale ingangsspanning van de stabilisator (in het ongunstigste geval), gelijk aan $1,5 \times 1,41 \times$ Unom. -1 V = $2,1 \times 15$ V -1 V = 30,5 V. Door de trafo te belasten zakt de uitgangsspanning weliswaar beneden 30,5 V, maar omdat de trafo (in onze schakeling) maar voor een klein deel belast wordt, blijft de spanning hoger dan de minimale 18 V. De spanning van 30,5 V is tevens de reden dat voor C1 een 40-V-exemplaar genomen is.

Even alles op een rijtje zetten. We hebben nu dus een voeding van + 15 V/20 mA. De transformator heeft een sekundaire spanning van 15 V en een uitgangsstroom van minimaal 40 mA, hetgeen resulteert in een vermogen van 0,6 VA. Met deze gegevens gaan we ons ontwerp eens aan de tand voelen.

De schakeling

In figuur 2 is een groot deel van het rekenvoorbeeld terug te vinden, zodat kwa uitleg niet veel meer overblijft. Er zijn echter een paar extra onderdelen te bekenen.

Als eerste zien we als het ware een "spiegeling" van eenzelfde schakeling. Het deel voor de positieve spanning ligt boven de nullijn en de negatieve helft eronder. Er wordt wel gebruik gemaakt van twee verschillen-

de(!) IC's en de tweede helft van de bruggelijkrichter is ook ingezet. De extra condensatoren C5 en C6 zorgen voor een verbetering van de rimpelonderdrukking (van 65 dB naar 80 dB!). Aangezien C1 en C2 niet goed in staat zijn om eventuele hoogfrequentie storing weg te filteren, zitten C3 en C4 in de schakeling. Zij zijn namelijk voor dit karweitje wel snel genoeg, waardoor "spikes" zoveel mogelijk uit de voedingsspanning gehouden worden. Omdat de topspanning door de brugcel tamelijk abrupt gelijkgericht wordt, zijn C9...C12 aangebracht om mogelijke schakelpiepjes te onderdrukken.

De printtrafo kan een vermogen leveren van 3,3 VA, wat bij de 2 \times 15 V-spanning resulteert in een maximale (wissel-)stroom van 110 mA (en we hadden 2 $^{\circ}$ 40 mA nodig). Hiervoor kan

dus best een 1,5 VA exemplaar gebruikt worden, aanzien in principe 80 mA al voldoende is.

De bouw

Om u van alle gemakken te voorzien is er een universele print verkrijgbaar via onze printservice (figuur 3). De layout voldoet natuurlijk zoals altijd aan de veiligheidsvoorschriften voor een dergelijke schakeling. Het is bij dit ontwerp mogelijk om zowel een 1,5 VA trafo als een 3,3 VA exemplaar te monteren. Voor de elko's C1 en C2 is er genoeg plaats op de print voor eventuele grotere exemplaren ter verkleining van de voedingsrimpel. Het opbouwen van de schakeling zal over het algemeen geen problemen geven. Let wel op dat de elko's en de brugcel de goede polariteit hebben en dat IC1 (LM317LZ) niet verwisseld wordt met IC2 (LM337LZ). Na het inbouwen (figuur 4)

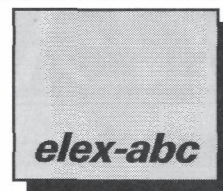
wordt het verplichte identificatieplaatje (figuur 5) op de achterkant van het apparaat geplakt en klaar is kees (of wie dan ook).

Tot slot

Zoals u ziet is het zeer eenvoudig om met een paar huisregeltjes en een kant-en-klare print snel een veilige voeding te ontwerpen. Met enig experimenteren kan het ontwerp ook voor andere toepassingen geoptimaliseerd worden. Let er wel op dat u voor een grotere stroom niet alleen de transformator aanpast, maar dat tevens de waarden van C1 en C2 vergroot worden. Degene die liever een regelbare voeding heeft, kan R2 en R4 simpelweg vervangen door potmeters. Hiermee is het mogelijk de uitgangsspanning vanaf 1,25 V omhoog naar de maximale spanning te regelen. Met een goede voorraad printen en trafo's hebt u dankzij dit universele ont-

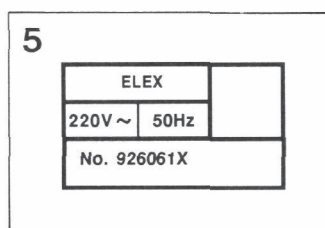
werp, altijd de beschikking over een op maat gesneden (a)symmetrische voeding.

(926061X)



rimpelspanning: Een gelijkspanning die verkregen wordt door een wisselspanning gelijk te richten en daarna met een elko af te vlakken, is nooit een schone gelijkspanning. Afhankelijk van de belasting blijkt de spanning altijd nog een restant van de wisselspanning te bevatten. Deze wisselspanningscomponent noemen we de rimpelspanning.

symmetrische voeding: Voedingsbron die ten opzichte van de nul zowel een positieve als een negatieve spanning levert (bijvoorbeeld plus 10 V en min 10 V). Het totale spanningsverschil tussen de plus en de min is dan 20 V.



Figuur 5. Zodat iedereen kan zien wat de elektrische specificaties van het desbetreffende apparaat zijn, dient u dit (verplichte!) identificatieplaatje aan te brengen.

MARKT-INFO

Nieuwe Atoomklok van HP nog nauwkeuriger

De firma Hewlett-Packard heeft haar op Cesium gebaseerde atoomklok verbeterd tot de nauwkeurigste van alle tot op heden verkrijgbare atoomklokken. Met een afwijking van minder dan 1 seconde op 1,6 miljoen jaar over lange termijn is de HP 5071A haast van een onvoorstelbare precisie. Door toepassing van ingenieuze compensatietechnieken voor temperatuurwisselingen, magnetische velden en parasitaire atomaire effecten, is een nagenoeg perfecte stabiliteit bereikt zonder dat correcties over perioden van meer dan een dag nodig zijn. HP kwam al in 1964 met een Cesium-beam klok op de markt. Deze klok voor commerciële toepassingen heeft zijn nauwkeurigheid te danken aan de automatische synchronisatie van een

mikrogolfsignaal met de trillingen in een bundel versnelde Cesium-atomen. De frequentie van de trillingen bedraagt ongeveer 9 GHz en is nauwkeurig bekend. Hoewel atoomklokken de nauwkeurigste tijdmeters zijn, zijn ze niet ongevoelig voor temperatuurveranderingen, magnetische velden en bepaalde atomaire instabiliteiten. De nieuwe Cesiumklok HP 5071A is voorzien van microprocessor-gestuurde elektronica, die de invloed van deze factoren voortdurend minimaliseert. Verder is door verbeterde constructie de invloed van de atomaire instabiliteiten gereduceerd. Door deze verbeteringen overtreft de HP 5071A andere atoomklokken in nauwkeurigheid en stabiliteit met een factor twee. In het nieuwe ontwerp is de behuizing aanzienlijk kleiner en vrijwel gelijk aan de afmetingen van een desktop-

PC. Ook is de levensduur van de nieuwe Cesiumbron langer dan gebruikelijk. De HP 5071A regelt zich na het inschakelen automatisch af en bereikt in ongeveer 30 minuten de fabriekspecificaties, ongeacht de omgevingsfactoren. Bij andere atoomklokken is hiervoor ongeveer 24 uur onder voortdurend toezicht nodig. Doordat de HP 5071A beschikt over een asynchrone communicatiepoort RS232, kan men de klok op afstand bedienen. Verder kan men de klok starten, bedienen en uitlezen met behulp van de SCPI-programmeertaal (Standard Commands for Programmable Instruments). De programmeerbaarheid en de automatische kalibreerfaciliteiten van de Cesiumklok maken het mogelijk een aantal klokken te combineren via een centrale computer tot een superklok met grotere nauwkeurigheid. Cesiumklokken staan meestal bij internationale bureaus voor standaarden in

wetenschappelijke en industriële centra. Met de beschikbaarheid van de gemakkelijk hanteerbare HP 5071A is nauwkeurige tijdmeting binnen bereik gekomen van een veel groter aantal toepassingen.

Voor nadere informatie: Hewlett-Packard Nederland B.V., Startbaan 16, Postbus 667, 1180 AR Amstelveen, tel.: 020-5476911

Technisch vragenuurtje

Voor Elex-lezers die moeilijkheden ondervinden bij het bouwen van Elex-ontwerpen zijn wij, binnen de ons daartoe ter beschikking staande mogelijkheden, bereid om een helpende hand te bieden in de vorm van het technische vragenuurtje. Ondanks dat we in elke Elex-uitgave toch duidelijk de grenzen van deze service aangeven (pagina 2), blijken deze steeds verder verlegd te worden. Zo grijpen heel wat lezers niet naar de telefoon, maar klimmen meteen in de pen. De laatste tijd wordt de redactie overstelpt met vragen die toch eigenlijk niet passen binnen het karakter van deze lezersservice. Een paar voorbeelden: Meneer X te Y heeft geruime tijd geleden een beschrijving gezien van een apparaat Z in ons blad Elex. Of wij zo vriendelijk willen zijn om even uit te zoeken welke uitgave dat was. Oh ja, en of we er ook nog maar effe bij willen vertellen of er "moeilijke" onderdelen in zitten en waar die het beste gekocht kunnen worden. Of meneer A te B, die op een foto in ons blad zag dat wij ook zo'n laboratoriumvoeding gebruiken die hij in Spanje gekocht had. Z'n Spaans was niet al te best, vandaar zijn verzoek aan ons om onze Nederlandstalige handleiding even te mogen lenen om daarvan een kopietje te maken. Of meneer C uit D, waarvan door onbekende oorzaak de eindtorren van zijn versterker uit Elex '87 de geest hebben gegeven. Helaas was het desbetreffende Elex-nummer zoek geraakt. Of we wel zo

vriendelijk willen zijn om even alles uit de handen te laten vallen en met ons exemplaar naar de kopieermachine te lopen, kopieën te draaien, een acceptgirootje uit te schrijven, een adreslabel te maken en het geheel als de wiedeweerga op de post te doen. En dan hebben we het nog niet over al die studenten die ons de vraag voorleggen om over artikel zus of zo een uitvoerige theoretische beschouwing te geven, omdat zij er een scriptie over willen schrijven maar daar eigenlijk geen tijd voor hebben. Beste mensen, daarvoor is de Technische Vragen Service echt niet bedoeld! Vrijwel geen enkele uitgeverij is gewapend tegen dit soort aanvallen van buiten. Probeer te maar eens bij uw dagblad-uitgever aan de weet te komen wanneer dat stukje over de bijwerkingen van vitamine A in de krant stond en of u er een kopietje van toegestuurd kunt krijgen, want waarschijnlijk hebt u al de aard-appelschillen in die krant verpakt. Antwoord: Sorry meneer/mevrouw, daar kunnen we echt niet aan beginnen.

Nee, u hebt gelijk, Elex is geen krant, het is een blad voor de rechtgeaarde elektronica-hobbyist. Vandaar dat we, zij het in beperkte mate, service verlenen in de vorm van technische ondersteuning bij onverhoopte calamiteiten bij het nabouwen van onze ontwerpen. Ja, helaas in *beperkte mate*, want zoals met zovele dingen in dit aardse leven zijn ook hiermee kosten gemoeid. Als we op dat soort vragen individueel en uitvoerig zouden moeten ingaan, dan kwamen we niet meer toe aan ons eigenlijke werk, en



dat is: elektronica-tijdschriften "maken"! Dat proberen we zo goed mogelijk te doen. U kunt ons daarbij helpen door verstandig gebruik te maken van de Technische Vragen Service! Op vragen in de trant van "wanneer is welk artikel/ontwerp gepubliceerd" vindt u het antwoord in de jaarinhoud die steeds in het december-nummer gepubliceerd wordt. Bij de meeste plaatselijke bibliotheken kunt u alle oude jaargangen op uw gemak naneuzen. Ook de service-pagina, vooraan in elke Elex-uitgave, kan een antwoord geven op dit soort vragen. Zij geeft een overzicht van alle nog verkrijgbare printen, frontplaten en software en u kunt er het bijbehorende Elex-nummer bij bestellen (indien nog leverbaar; zoniet, dan ontvangt u kopieën van het desbetreffende artikel). Om vragen over de verkrijgbaarheid van "moeilijke" onderdelen te voorkomen, zouden we natuurlijk alleen

oudbakken componenten kunnen gebruiken, met als resultaat een eveneens oudbakken blad. Voor die makkelijke oplossing kiezen we om begrijpelijke redenen niet. Wat we wel doen is de detailhandel door middel van onze maandelijkse Nieuwsbrief vroegtijdig op de hoogte stellen van ontwerpen en hun onderdelen die in de onderdelenlijsten van het komende Elex-nummer te vinden zijn. Zegt uw handelaar de door u gevraagde component niet te kennen, wijs hem dan op het bestaan van die Nieuwsbrief. Een telefoontje naar Uitgeverij Elektuur B.V. zorgt er voor dat ook hij die informatie toegestuurd zal krijgen. Nogmaals ons vriendelijke doch dringende verzoek: Maak verstandig gebruik van het technisch vragenuurtje en voorkom daarmee een overbelasting van deze service, waardoor lezers die echt in de problemen zitten beter geholpen kunnen worden. Bij voorbaat dank!

"(TUSSEN HAAKJES)"

Laadregelaar

Joost Bosman uit Emmen attendeerde ons op een

klein tekenfoutje in het twee maanden geleden (Elex nr. 104) gepubliceerde artikel

"laadregelaar voor auto-akku's". Bij de weergave van de behuizing van de BD675 (figuur 2, pag. 41) zijn namelijk kollektor en emitter verwisseld; de kollektor

hoort dus in het midden te zitten. Schema, print en foto's zijn wel korrekt, dus voor vergissingen hoeven we gelukkig niet zo bang te zijn.