

# Schakelende transceivervoeding (2)

## Ombouw van pc-voedingen naar een transceivervoeding

In het eerste artikel, *Electron* sep. 2003, pag. 391-395, hebben we de werking besproken van de schakelende voedingen die met name in computers worden toegepast. In deze tweede aflevering zullen we aangeven hoe met deze eenheden een voeding voor een transceiver is te realiseren. Onze eis is een voeding die gebruikt kan worden bij een normale 100 W HF-set, dus voor 13,8 V en 20 A. In een appendix beschrijven we nog een regelbare belastingsweerstand om de voeding te testen. Uitgaande van pc-voedingen is op twee manieren het gestelde doel te realiseren:

- serieschakeling van een drietal voedingen;
- ombouw van een voeding waarbij de 12 V uitgang wordt verhoogd naar 13,8 V.

In de volgende beschrijving zijn we uitgegaan van een voeding zoals beschreven in deel 1, namelijk met een TL494 of compatibele KA7500 of IR3MO2 als pulsbreedtemodulator (PWM). Om het gestelde doel te bereiken, moet de voeding minimaal 275 W kunnen leveren.

### Waarschuwing:

Allereerst is hier een waarschuwing op zijn plaats: aan de ingang van de voeding staan hoge spanningen van meer dan 300 V over grote condensatoren. Daarom is het advies: alleen aan de schakeling werken indien deze niet met het net verbonden is.

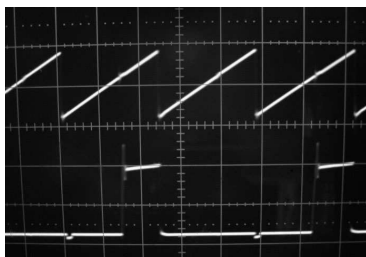


Foto 1

De grote condensatoren na de gelijkrichter houden na uitschakeling nog enige tijd hun spanning vast. Om ook aan de primaire zijde van de transformator te kunnen meten moeten we een scheidingstransformator tussenschakelen.

## Metingen

Alvorens met de verkregen voeding(en) aan de slag te gaan, moeten we eerst weten of hij nog wel werkt. Afhankelijk van de uitvoering kan het nodig zijn om de 5 V uitgang te belasten met een weerstand van ongeveer  $27 \Omega/2 \text{ W}$  om de oscillator aan het werk te krijgen. Bij ATX-voedingen is het vereist om het punt 14 van de 20-polige plug met massa door te verbinden – op de print is het punt vaak gemerkt als 'PC On' en op het kastje is de kleur van de betreffende aansluitdraad vermeld. Aansluiting aan het net moet nu de gewenste spanningen opleveren. Indien niet, kunnen we kijken of de fout eenvoudig is te verhelpen. Een visuele inspectie kan al naar een fout wijzen.

Als eerste controleren we of er een hulpspanning is: op punt 12 van de TL494 moet 20 -30 V staan. Vervolgens kunnen we de PWM controleren. Bij deze metingen is de voeding niet met het net verbonden. We sluiten een spanning van ongeveer 12 V aan op de +12V uitgang; de TL494 krijgt dan ook spanning. Te controleren door de spanning op het punt 12 te meten. Met de conditie 'PC on' aan massa, moeten we nu ongeveer de volgende spanningen meten:

Pt 2:	2,5 of 5 V	Pt 8:	1,4 V
Pt 4:	0	Pt 11:	4 V
Pt 5:	1,6 V	Pt 12:	12 V
Pt 6:	3,7 V	Pt 13-15:	5V

Op punt 5 kunnen we de zaagtandspanning van de oscillator (zie eerste artikel fig.5) meten: ongeveer 3 V<sub>tt</sub> en op de punten 8 en 11 moeten de blokvormige

Kees Heuvelman, PA0CJH en Fred Plomp, PA3HGF

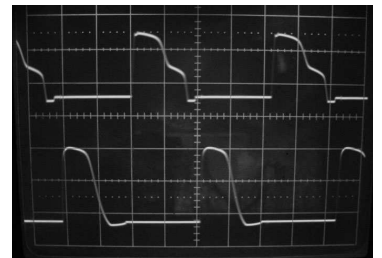


Foto 2

uitgangsspanningen aanwezig zijn van ongeveer 1,5 V<sub>tt</sub>, welke naar de bases van Q3 en Q4 worden gestuurd (foto 1).

Ook op de collectors van Q3 en Q4, ofwel de primaire van T2, moeten we een blokvormige spanning meten (foto 2).

Meten we daar een pulsvormige spanning, dan moeten we de fout zoeken in een defecte Q1 en/of Q2 of een der componenten rond Q1/Q2. Nu verbinden we punt B (eerste artikel figuur 7) met de massa van het secundaire circuit. De blokvormige spanning moet nu te meten zijn op de bases van Q1 en Q2.

Indien niet aan bovenstaande metingen werd voldaan is achtereenvolgens een defecte TL494, Q3/Q4 of Q1/Q2 de oorzaak. Gezien de huidige prijzen van de pc-voedingen is het de vraag of je tijd en geld wilt stoppen in een reparatie of met een andere voeding verder gaat. Onze ervaring is dat de meeste voedingen die wij gekregen hebben, prima werkten.

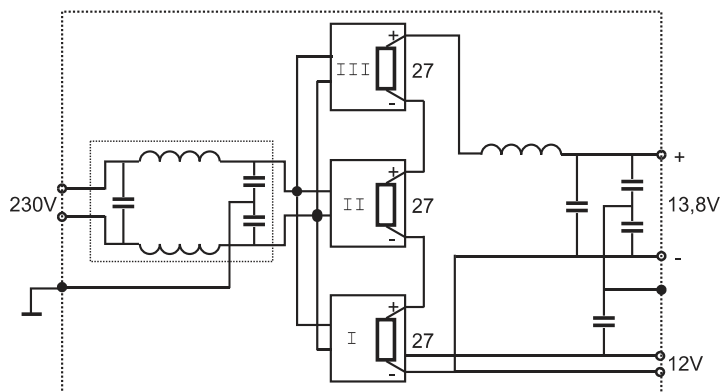


Fig. 12

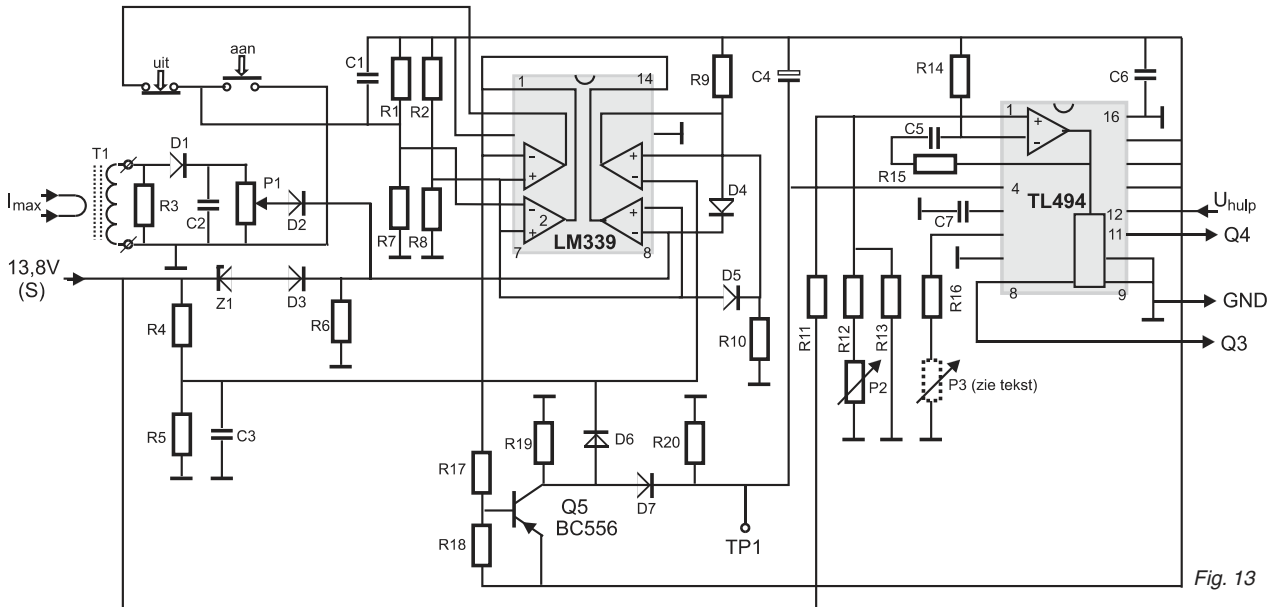


Fig. 13

## Serieschakeling

Dit is de eenvoudigste manier om ons doel te realiseren. Afhankelijk van de uitvoering van de voeding kan het zelfs zijn dat er niets aan de voedingen zelf behoeft te worden gewijzigd. We gaan uit van 3 voedingen van minimaal 175 W. Per voeding moet 5 V/20 A beschikbaar zijn. Eerst moeten we controleren of de min van de voeding vrij is van de kast en de net-aarde. Indien dit niet het geval is, dan van de voedingen II en III (figuur 12) deze verbinding verbreken. In het schema is uitgegaan van het wat oudere AT-type, zodat hier de 27 ohm belastingsweerstand zijn aangebracht.

Als we de voedingen in serie schakelen, krijgen we 15 V. Hier is mee te werken omdat de meeste transceivers zijn gespecificeerd op 13,8 V, +/- 15 % en dat betekent een maximum toelaatbare voedingsspanning van 15,8 V. Maar het is ook eenvoudig om een nominale waarde van ongeveer 14 V in te stellen.

In de schakeling weergegeven in figuur 11 (eerste artikel) bepaalt de deler R2/R3 de waarde van de 5 V uitgangsspanning. Soms is in die deler een potentiometer opgenomen waarmee de +5 V naar beneden kan worden geregeld. Anders moeten we een weerstand parallel aan R2 monteren om de spanning te laten dalen naar ongeveer 4,6 V.

Als alle drie voedingen werken, kunnen we overwegen hoe ze te combineren. We hebben de prints gemonteerd in een kastje van een wat groter model computervoeding (15 x 15 x 20 cm), waar ook de netschakelaar en twee extra filters inzitten. Het geheel wordt weergegeven in figuur 12. Het extra netfilter is een standaard type voor 3 A en het secundaire filter be-

staat uit een smoorspoel van 100  $\mu$ H afkomstig uit een gesloopte voeding en een condensator van 3300  $\mu$ F. De ventilator kunnen we langzamer en daardoor geruisloos laten draaien door er een weerstand mee in serie te plaatsen. In mijn geval bleek 18  $\Omega$  een optimale waarde te zijn.

Van voeding I kunnen we uiteraard ook de 12 V uitgang gebruiken.

Op dezelfde manier zijn 4 pc-voedingen te gebruiken om door serieschakeling van de 12 V uitgangen een 48 V voeding maken om bijvoorbeeld een transistor PA te voeden.

## Ombouw van een voeding naar 13,8 V/20 A

Uiteraard moet de specificatie van de om te bouwen voeding zodanig zijn, dat het gevraagde vermogen geleverd kan worden. Voor 13,8 V/20 A kan een 275 W voeding worden gebruikt. In de SMPS in de pc-voeding wordt het vermogen verdeeld over de verschillende spanningen, maar indien we maar één uitgang gebruiken kunnen we het volle vermogen voor onze nieuwe spanning van 13,8 V gebruiken.

Er zijn in de literatuur diverse 'ombouwrecepten' verschenen van bestaande pc-voedingen. Helaas gaan sommige recepten uit van een bepaalde uitvoering van een pc-voeding en hoeft het recept helemaal niet van toepassing te zijn op jouw exemplaar.

In de meeste moderne voedingen wordt gebruikgemaakt van de gecombineerde beveiligingsschakeling zoals in fig. 11 (eerste artikel) weergegeven. Verhoging van de 12 V uitgangsspanning tot bijvoorbeeld 13,8 V door aanpassing van de R1/R3 deler in figuur 11 leidt dan tevens tot een stijging van de 5 V spanning waardoor de maximaal beveiliging gaat werken en we de 13,8 V niet bereiken. Loskoppelen van een of meer spanningen van het knooppunt 3 in figuur 11 betekent dat bijvoorbeeld ook de kortsluitbeveiliging niet meer werkt – hetgeen schrijver dezes door schade en schande heeft ervaren!

Omdat de variatie in, met name het stuur- en beveiligingscircuit, erg groot is, hebben we een universeel bruikbare variant ontworpen. We zijn uitgegaan van de TL494 in combinatie met een 4-voudige comparator LM339 – figuur 13.

De schakeling is opgebouwd op een printje van ong. 60 x 60mm en figuur 14 geeft een lay-out, zie ook foto 4. Via een 4-polige printsteker wordt de verbinding met de TL494 positie op de hoofdprint gemaakt. De verbindingen naar de 13,8 V, de stroomtransformator en de aan/uit drukknoppen gaan via 5 aansluitpennen. De eventuele potentiometer P3 is via een 2-polige printsteker aangesloten. Wanneer geen P3 wordt gebruikt, worden deze punten kortgesloten. Foto 4 laat het gemonteerde printje zien.

De TL494 wordt gebruikt op de manier zoals beschreven in het eerste deel, figuur 11.

Ingang 1 is via de deler R13/R14 met de uitgangsspanning verbonden en 2 ligt via R19 aan de 5 V referentiespanning. Het controlepunt 4 is via Q5 verbonden met de uitgangen van de viervoudige comparator LM339. De op-amps 1 en 2 worden gebruikt voor de aan/uit schakeling, 3 voor de maximum stroom en maximum spanningsbeveiliging, terwijl comparator 4 voor de kortsluitbeveiliging dienst doet.

De aan/uit schakeling werkt met twee drukknoppen aan en uit. Hiermede kan de voeding, indien gewenst, ook op afstand worden in- en uitgeschakeld.

De uitgangsspanning wordt ingesteld met P2.

Met zenerdiode ZD1, 13 V, is de maximale spanningsbegrenzing ongeveer 14,5 V. Overschrijden van die spanning geeft een spanning op ingang 8 gevolgd door 'laag' op uitgang 14 en via Q5 4 V naar punt 4 van de TL494. Hierdoor stopt deze en wordt de voeding uitgeschakeld.

Indien de voeding is voorzien van een maximum stroomtransformator, T1 in figuur 7 (eerste artikel), dan kan die verbonden worden met de punten T1-

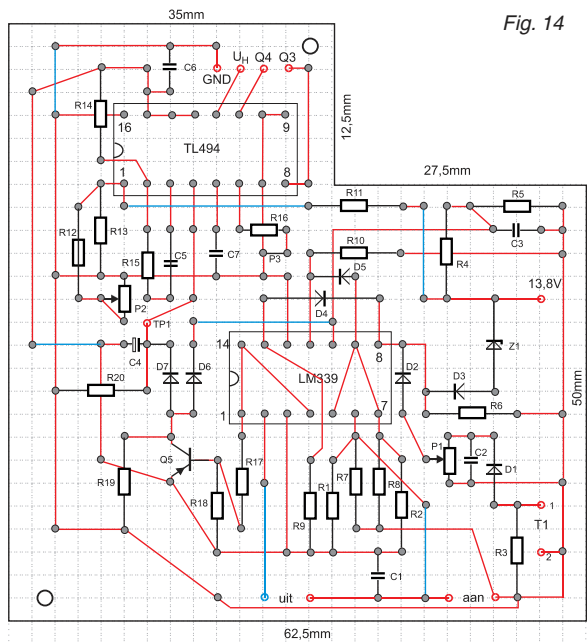


Fig. 14

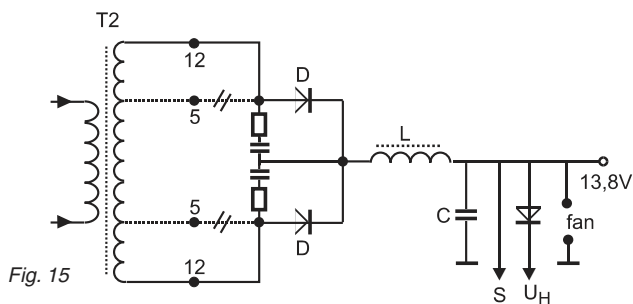


Fig. 15

dat hiermede te verhelpen. Na assemblage meten we eerst de TL494 door. De spanningen zijn hierboven aangegeven. Op het testpunt TP1 staat na inschakelen van een  $U_{hulp}$  van 12 V : 4 V. Zetten we ook op het punt 13,8 V 12 V, dan zal na inschakelen van de schakeling testpunt TP1 0 V geven.

Kortsluiten van het 13,8 V punt naar aarde resp. toevoeren van een spanning > 14,5V op dat punt, moet de spanning op TP1 weer naar 4 V doen omslaan en de TL494 uitschakelen. De beveiligingsschakeling is dan in orde.

Het ligt in de bedoeling t.z.t een printje, waarvan het ontwerp is gemaakt door Marc, PE1RRT, te leveren via het Jan Corver Museum. Nadere mededelingen zullen volgen in deel III van deze serie.

Van de pc-voeding, die zoals boven is beschreven eerst op een goede werking is gecontroleerd, verwijderen we allereerst alle draden. Vervolgens kunnen de componenten van de 3,3 V opwekking worden verwijderd. De TL494 wordt losgesoldeerd en kan uiteraard gebruikt worden in het nieuwe printje. We sluiten nu het printje aan op de punten 8,9,11 en 12 van de TL494 positie, resp. de 12 V uitgang naar het punt '13,8V' van de schakeling. Als tussentest is aan te bevelen om een 12 V aan het punt  $U_{hulp}$  aan te sluiten en te controleren of de blokspanningen op T2 aanwezig zijn – zoals hierboven is beschreven (foto 2). Indien je in het bezit bent van een variac, kun je nu de ingaande spanning langzaam opvoeren en controleren of de '12 V' spanning nu naar ongeveer 13,8 V loopt.

Foto 3 geeft een beeld van de secundaire spanning bij belasting. We kunnen nu de onderdelen van de originele stuur- en beveiligingsschakeling en de -5 en -12 V opwekking verwijderen. De componenten van de TL494 naar de stuurtransistoren Q3/Q4 en T3 (figuur 11) natuurlijk laten zitten!

We hebben nu een voeding 13,8 V bij een maximum stroom zoals die in de originele pc-voeding beschikbaar was, nl. 8 à 10 A.. Om deze waarde te verhogen naar ons doel van 20 A, moeten we de diode vervangen indien dit geen 20 A type is. I.v.m. de hoge frequentie kunnen we het best zgn 'Ultrafast recovery rectificers' toepassen, bijv de typen BYV32 (20 A) of BYV42 (30 A), of analoge types. \*) Het is aantrekkelijk om de plaats die door de 5 V diode + afvlakking werd

1/2. Indien dit niet het geval is, maken we een T1 transformator met behulp van een 15 mm ferriet-ringkern. We kunnen een exemplaar gebruiken dat in de 3,3 V opwekking wordt gebruikt. De primaire is een draad die we aanbrengen zoals in figuur 7 aangegeven, n.l. door de seriecondensator los te maken en vervolgens de kern te schuiven over de draad die de condensator weer verbindt met T2. Gebruik voor deze verbinding goed geïsoleerd draad! De secundaire bestaat uit 40 windingen  $\varnothing 0,5$  mm, zie foto 5.

Met potentiometer P1 kunnen we de maximale te beveiligen stroom instellen. De voeding zal uitschakelen op analoge wijze als bij maximum spanning.

Via R4/R5 is de 13,8 V verbonden met ingang 10 van de LM339. Kortsluiting, dus aarding van punt 10, geeft een spanning op punt 8. Ook dan zal de voeding uitschakelen. Condensator C7 en weerstand R 16 bepalen de frequentie van de oscillator in de TL 494:  $f = 1/RC$ . Door een potentiometer in serie met R16 te plaatsen kan deze frequentie worden veranderd. Met de aangegeven waarden is een variatie van 2% mogelijk. Mocht namelijk onverhoopt de voeding toch storen net op de frequentie van dat zeldzame DX-station, dan is

Stuklijst:

R1, R7, R9, R20	10 kΩ	C1	33 nF
R2	30 kΩ, 1%	C2	100 nF
R3	82 Ω	C3	15 nF
R4, R14	4,7 kΩ	C4	2,2 μF, 6,3 V
R5, R10, R12	56 kΩ	C5	10 nF, ker
R6	3,3 kΩ	C6	100 nF
R8, R11	8,2 kΩ, 1%	C7	1 nF, ker
R13	4,7 kΩ, 1%	P1, P2	4,7kΩ, instel
R15	47 kΩ	P3	470 Ω
R16	15 kΩ	D1-7	1N4148
R17	5,6 kΩ	ZD1	13 V
R18	20 kΩ	Q5	BC556
R19	560 Ω		
IC1	LM339		
IC2	TL494		

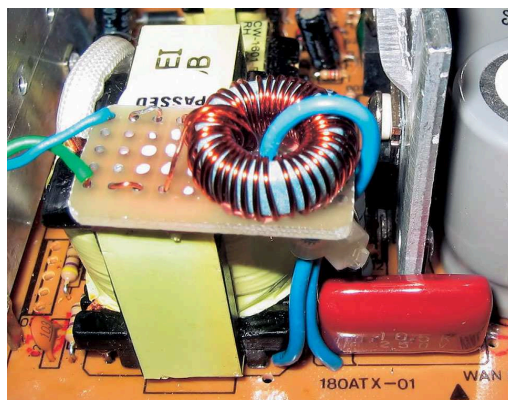


Foto 5

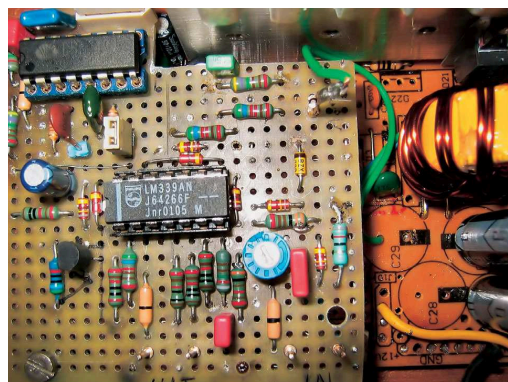


Foto 4

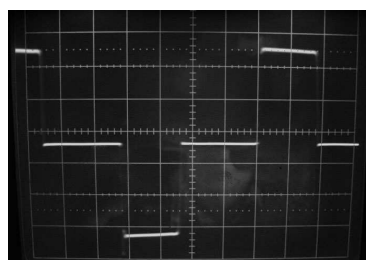


Foto 3

gebruikt, nu te gebruiken voor onze 13,8 V. Na verwijdering van de 5 V en 12 V circuits, verbreken we de sporen van T2 naar de 5 V diode. Vervolgens verbinden we de 12 V uitgang van T2 met de anodes van de 5 V positie. Hier solderen we nu de 20 A diode. De aanwezige snubbers laten we zitten. Van smoorspoel L, figuur 8 (eerste artikel), verwijderen we alle wikkelingen en wikkelen er nu  $2 \times 20$  windingen van 1 mm draad om. De smoorspoel wordt nu weer gemonteerd en we voegen nog een afvlakcondensator C toe van minimaal 3300  $\mu$ F, 25 V. Ook moeten we een verbinding maken van de 5 V uitgang (nu dus 13,8 V) naar de oude 12 V uitgang omdat daarmee o.a. de aansluiting van de ventilator is verbonden. Punt S gaat naar het 13,8 V aansluitpunt van de stuurprint (figuur 13). Het nieuwe secundaire circuit is aangegeven in figuur 15.

Het stuurprintje monteren we boven de print. De ventilator weer aansluiten, eventueel via een serieweerstand op de 13,8 V. Indien in de oorspronkelijke voeding een ventilator met een temperatuurregeling was ingebouwd, kunnen we deze uiteraard weer gebruiken.

\*) De aanwezige Schottky diode van het 5 V circuit kunnen we niet gebruiken omdat de maximum toelaatbare spanning (meestal 45 V) niet genoeg is voor de 13,8 V opwekking.

## Het uitgangsfILTER

Zie figuur 16.

Het uitgangsfILTER zorgt ervoor dat eventuele reststoorspanningen niet buiten het voedingsapparaat komen. Het is aangesloten op de 13,8 V uitgang van het secundaire circuit van figuur 15.

Het filter is klassiek van opbouw en dient zo dicht mogelijk bij de uitgangsaansluiting te worden gemonteerd. In figuur 17 is het schema getekend. Het is een laagdoorlaatfilter dat bestaat uit een zelfinductie en twee condensatoren.

L4 heeft een waarde van 14  $\mu$ H en bestaat uit een ferriet-staafje van 8 mm  $\varnothing$ , lang 30 mm waarop 20 windingen van 1 mm  $\varnothing$  koperdraad is gewikkeld. De spoel zit buiten het regelcircuit zodat we door stroom door de spoel een kleine spanningval krijgen. Voor een transceiver is dit echter van geen belang.

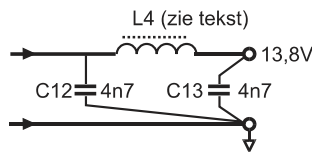


Fig. 16

C12= C13	4,7 nF
L4	12 $\mu$ H, zie tekst

## APPENDIX

Belastingsweerstand voor het testen van transceivervoedingen.

Het is nuttig om een voeding te testen met een variabele belastingsweerstand.

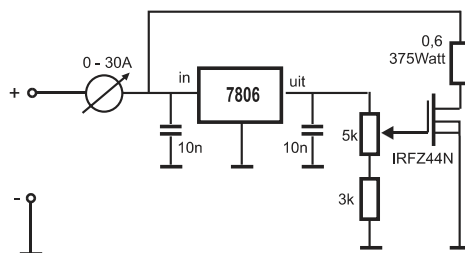


Fig. 17

Een ruim gedimensioneerde belastingsweerstand voor transceivervoedingen moet bij een spanning van ongeveer 15 Volt een stroom aankunnen van 25 A. Die weerstand moet dan een waarde hebben van 0,6  $\Omega$  en een vermogen kunnen dissiperen van 375 W. Bovendien moet die weerstand ook hogere waarden kunnen hebben om een kleinere stroom dan 25 A op te kunnen nemen.

Het laatste is te bereiken door meerdere weerstanden in serie te zetten. Omgekeerd kunnen natuurlijk ook meerdere weerstanden parallel geschakeld worden zodat uiteindelijk de laagste weerstand, dus 0,6  $\Omega$ , verkregen wordt, bijvoorbeeld met 20 weerstanden van 12  $\Omega$ . Wordt één zo'n weerstand ingeschakeld dan is de stroom 1,25 A. Door telkens een weerstand bij te schakelen wordt de stroom met stapjes van 1,25 A hoger totdat uiteindelijk de 25 A wordt bereikt. Elk van de 12  $\Omega$  weerstanden moet 18,75 W kunnen dissiperen.

Martin, PA3DSC heeft in Electron van april 1999 een dergelijke belastingsweerstand beschreven. Hij deed dat overigens voor kleinere stromen en voor 12 Volt. Hij beschreef in dat zelfde artikel een variabele belasting met een olie-gekoelde vermogens transistor type 2N3055. Die kunnen echter maximaal maar 115 Watt dissiperen terwijl de collectorstroom niet meer dan 15 A mag zijn. Je kan natuurlijk andere of meerdere transistoren gebruiken.

De hier beschreven weerstand bestaat uit een combinatie van één vaste weerstand van 0,6  $\Omega$  en een mosfet die de stroom door die weerstand regelt van 0 tot de maximale waarde van 25 A. De weerstand moet bij 25 A natuurlijk de 375 W kunnen dissiperen. De mosfet moet een stroom van 25 A en een dissipatie van ongeveer 30 W aankunnen. Een mosfet van het type IRFZ44N kan dat gemakkelijk. De weerstand bestaat uit 11 weerstanden van 12  $\Omega$  en 11 weerstanden van 15  $\Omega$  die allen parallel staan en zo een weerstand van 0,6  $\Omega$  vormen. Elk van de weerstanden kan in de vrije lucht 5 W dissiperen, echter in olie gekoeld kunnen ze ongeveer 5 keer zoveel meer aan, dus ook 18,75 W.

Het schema van de aldus verkregen belastingsweerstand is getekend in figuur 17.

Een stabilisator LM7806 zorgt voor een constante spanning voor de spanningsdeeler, onafhankelijk van de te belasten spanningsbron. De laatste kan variëren tussen 6,5 en 15 V.

De mosfet is gemonteerd op een koelplaatje van 7,5 bij 4 cm. Dit geheel is met de 22 weerstanden (de 0,6  $\Omega$  weerstand) geplaatst tussen twee printplaten van 8 cm  $\varnothing$ . De afstand tussen de printplaten is ongeveer 7 cm. Het geheel hangt aan een deksel van een 1 liter verfblik. Het verfblik is (niet geheel) gevuld met olie. Boven op het deksel zijn de overige onderdelen gemonteerd. De gebruikte olie is bij een drogist verkrijgbare lampolie. Kies olie met een zo hoog mogelijk vlampunt, bijvoorbeeld boven 100 graden Celsius.

pa0cjh@amsat.org  
pa3hgf@amsat.org



# Foutieve onderschriften

Een storende fout is opgetreden bij de onderschriften van de foto's van PA6HQ op pagina 512 en 513 van het novembernummer.

Linksboven moet zijn Adam, MONIO; daaronder Jan, PA3ELD; rechtsboven Ronald, PA3EWP en in het midden uiteraard Het Team PA6HQ.

Onze excuses hiervoor.

**Redactie**

## Errata

In het eerste deel zijn op pag 394 een paar fouten gesloten: Rechtsboven in de tekst moeten T2 en T3 verwisseld worden. In figuur 8 is de transformator T2 i.p.v. T3.