

# paX – de bouwhandleiding

## succes verzekerd

Jan Didden

**Deze bouwbeschrijving is de aanbevolen manier om de versterker te bouwen en te testen, zodat succes min of meer vanzelf komt. Ik ga er wel van uit dat u tenminste een multimeter heeft om enkele eenvoudige spanningsmetingen te kunnen doen. Mocht dat niet zo zijn, dan is het misschien nu een mooie gelegenheid er een aan te schaffen!**



De paX error-correction-versterker is niet moeilijk te bouwen. U kunt de hele versterker natuurlijk volledig opbouwen, de voeding aansluiten, een CD-speler aansluiten en inschakelen. Maar als je tijdens de bouw ergens een vergissing hebt gemaakt, kunnen de consequenties wel eens duur zijn. Zelfs als dat niet het geval is, is het een stuk moeilijker om fouten te lokaliseren en te verhelpen in een complete versterker dan in een bepaald gedeelte ervan. Om dat soort onnodige complicaties te voorkomen is het beter in een gestructureerde stap-voor-stap manier te werken en elk deel te testen als het klaar is. Zoals beschreven zijn er twee paar uitgangstransistoren. Elk paar heeft zijn eigen ruststroom- en instellingscircuit. De beste manier is om

met een enkel paar te beginnen, dan de rest af te bouwen en daarna pas het tweede paar te monteren. De verbindingen met de voeding en het uitgang- en beveiligingscircuit (o/p) zijn in **figuur 1** weergegeven.

### Voeding

Monteer de voeding met de volgende onderdelen:

Netschakelaar, zekering, netfilter, varistor, transformator, gelijkrichter, afvlakelco's.

Plaats een trage 3,15 A zekering in de zekeringhouder als de voeding klaar is. Sluit de multimeter (100-V-bereik) aan tussen de positieve en negatieve

uitgangsspanning (dus niet naar massa). Schakel de netspanning in met een oog op de multimeter. U moet dan een spanning zien ergens tussen de 90 en 100 V. Schakel onmiddellijk weer uit als de uitgangsspanning een stuk lager of hoger is en ga alle verbindingen nog eens nauwkeurig na.

Kijk ook naar sporen van rook of een raar geurtje. Controleer ook de diode- en elcopolariiteit. Verifieer de secundaire wisselspanning op de transformator. Als alles OK is, check dan zowel de positieve als de negatieve uitgangsspanning t.o.v. massa, dat moet ongeveer 40...50 V zijn. Ga in ieder geval niet verder met de versterker voordat de voeding helemaal goed werkt. Zet de voeding dan tijdelijk aan de kant en

begin met de versterker.

## Eindversterker

Uitgangstrap, eerste paar transistoren. Monteer een paar uitgangstransistoren en de bijbehorende onderdelen:

Q11, Q18, Q19, Q20;  
R40, R41, R42, R43, R44, R19, R20;  
R35, R36, R37, R38, R21, R22, R23, R24;  
C11, C12, C17, C18;  
Q15, Q16, R54, R55;  
C15, C16; D10, D11;  
R34, R60, R25;  
C3, C6, C7, C8, C13;  
RV1, C9, R64, R65, C10, L1;  
IC-voet U4 (U4 nog niet plaatsen);  
D7, D8.

Streep iedere stap op het schema aan, zodat u steeds weet waar u bent. Let er op RV1 precies zo te plaatsen zoals aangegeven op de print en draai de instelpotmeter helemaal met de klok mee tot u aan het einde een tikkend geluid hoort. Gebruik isolatieplaatjes om de eindtransistoren te isoleren van de koelplaten. Controleer met de multimeter of geen van de transistor aansluitingen verbinding maakt met metalen delen en de koelplaat.

Maak uitgangspoel L1; deze bestaat uit drie lagen van elk 8 windingen van 1,5 mm koperlakdraad (binnendiameter ongeveer 5 mm). Dat geeft een inductie van circa  $5 \mu\text{H}$ . Schraap de isolatie aan de uiteinden zorgvuldig

## De auteur

Audio is voor de auteur van deze artikelreeks, Jan Didden, een hobby waar hij al zijn hele leven aan verknocht is. Sinds kort heeft hij eindelijk genoeg tijd om alle projecten af te ronden waar hij ooit aan begonnen is. Met de paX-versterker is hij inmiddels al 10 jaar bezig, gerekend vanaf de eerste ideeën tot de realisatie van een prototype.



rondom weg om een goede soldeerverbinding te krijgen.

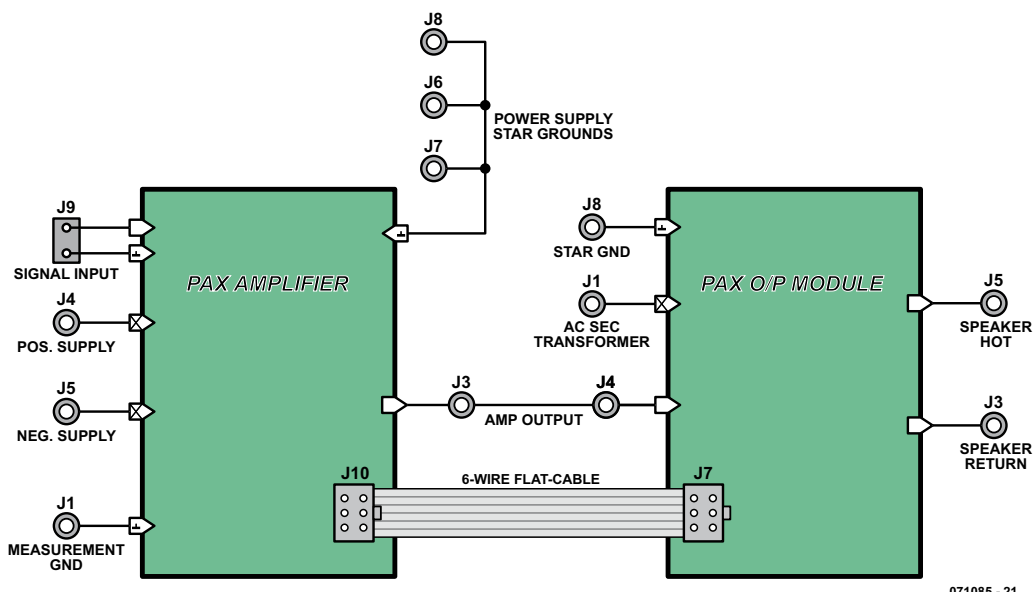
Plaats U4 nog niet, maar verbind pen 6 van het voetje door middel van een draadje met massa. Sluit een tijdelijke belasting op de versterkeruitgang aan naar massa, bijvoorbeeld 50 of 100  $\Omega$ . Sluit de voeding aan (let op de polariteit!) via 10  $\Omega$ /5 W serieweerstanden. Sluit de multimeter (1-V-bereik) aan op de versterkeruitgang. Schakel de voeding in en controleer dat de uitgangsspanning niet veel hoger is dan 1 V, en dat er geen rook- of oververhittingsverschijnselen zijn. Meet de spanning op de pennen 7 en 4 van het U4-voetje t.o.v. massa, deze moet respectievelijk +15 en -15 V bedragen. Schakel de voeding uit en verbind de multimeter met de ruststroom-testpunten zoals aangegeven in de componentenopdruk. Schakel weer in en draai RV1 tegen de klok in totdat de multimeter ongeveer 24 mV aangeeft; de exacte waarde is nu nog niet van belang en wordt aan het einde pas nauwkeurig

ingesteld. Als alles goed is, schakel dan weer uit en steek U4 in zijn voetje. Verbind het uiteinde van R29 (dat is aangegeven met Vdrive in het schema en op de print), schakel in en controleer dat de uitgangsspanning slechts enkele mV bedraagt, en dat de ruststroominstelling nog in de buurt van de 24 mV ligt.

## Spanningsversterkertrap (Vas)

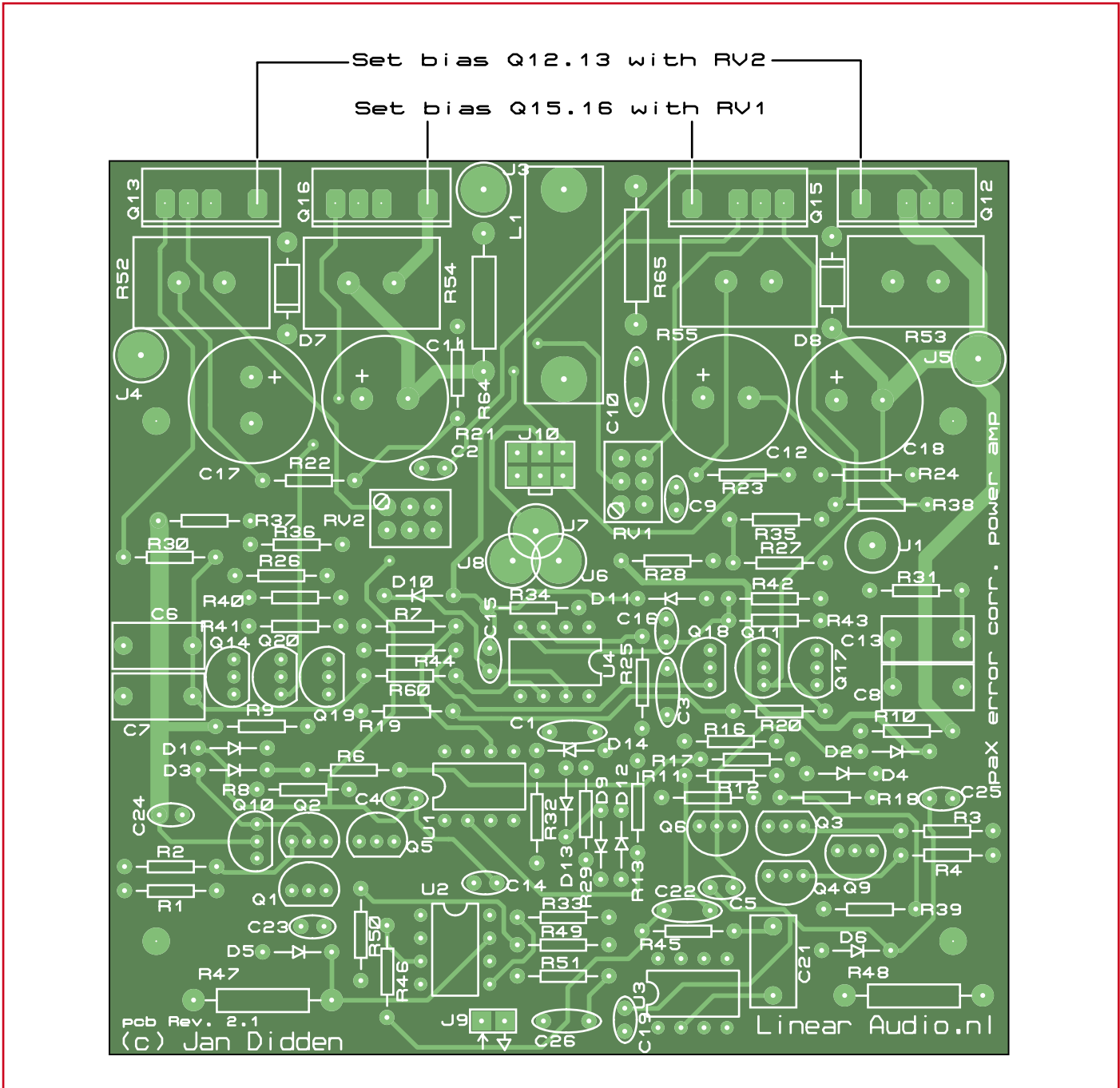
Monteer alle componenten van figuur 4 van deel 2, plus de voetjes voor U2 en U3 (figuur 5 van deel 2).

Plaats U1 als de Vas-trap verder helemaal is opgebouwd, maar laat U2 en U3 er nog even uit. Verbind pen 6 van het U2-voetje met massa. Schakel de versterker in en controleer of de uitgangsspanning niet meer is dan een paar honderd mV. Meet de voedingspanning op pen 7 en pen 4 van U1, deze moet respectievelijk circa +15 en -15 V bedragen.



071085 - 21

Figuur 1. Aansluitingen voor de ingang, voeding, uitgang en beveiliging.



Figuur 2. Componentenopstelling voor de versterkerprint (afgebeeld op 150% van ware grootte).

### Ingangsbuffer en offset-servo

Monteer alle onderdelen van figuur 5 van deel 2.

Plaats U2 en U3 in hun voetjes. Leg de versterkingang aan massa. Schakel de versterker in en controleer of de uitgangsspanning niet meer is dan enkele mV. Controleer de voedingsspanning op pen 7 en pen 4 van U2 en U3, deze moet ongeveer +15 en -15 V bedragen. Als u een toongenerator en oscilloscoop heeft, dan kunt u bijvoor-

beeld een signaal van 100 mV/1 kHz aansluiten; aan de uitgang moet dan een signaal verschijnen van ongeveer 3 V piek. Schakel, als alles goed is, de versterker weer uit.

We zijn er bijna doorheen. Monteer de componenten voor het tweede paar uitgangstransistoren:

Uitgangstrap, tweede paar:  
Q14, Q17, Q12, Q13;  
R30, R31, R52, R53, R26, R27;  
RV2, C2.

Let er op RV2 precies zo te plaatsen zoals aangegeven op de print en draai de instelpotmeter helemaal met de klok mee tot u aan het einde een tikkend geluid hoort.

Gebruik isolatieplaatjes om de eindtransistoren te isoleren van de koelplaten. Controleer met de multimeter dat geen van de transistor-aansluitingen verbinding maakt met metalen delen en de koelplaat.

Schakel de versterker weer in en controleer dat de uitgangsspanning (zon-

der ingangssignaal) nog steeds slechts enkele mV is.

Schakel uit en verbind de multimeter met de ruststroom-testpunten voor het tweede paar, zoals aangegeven in de componentenopstelling. Schakel weer in en draai R2 tegen de klok in totdat

de multimeter ongeveer 24 mV aan- geeft; de precieze waarde wordt zo meteen ingesteld.

Laat de versterker een kwartiertje opwarmen en stel dan de beide rust- stromen nogmaals nauwkeurig in op 24 mV op de testpunten.

Hiermee is de versterker af. Gefeliciteerd!

(071085-B)

## Onderdelenlijst

### Weerstanden:

(0,25 W metaalfilm)

R1...R4,R6,R8,R17,R18 = 47 Ω

R7 = 220 Ω

R9,R10,R12,R25,R34 = 4k7

R11 = 249 Ω

R13 = 2k74

R16 = 5k23

R19,R20,R30,R31 = 2k15

R21...R24,R60 = 100 Ω

R26,R27,R33,R40...R43,R46,R51 = 1 k

R28 = 10 Ω

R29 = 3k0

R32 = 33 Ω

R35,R36 = 619 Ω

R37,R38 = 680 Ω

R39,R45 = 1M

R44 = 7k5

R47,R48 = 1k8 2 W MF

R49,R50 = 10 k

R52...R55 = 0Ω22 5 W ker.

R64 = 1Ω5 2 W

R65 = 6Ω8 2 W

RV1, RV2 = 200 Ω multiturn instel

R5,R14,R15,R56...R59, R61...R63 = niet aanwezig

### Condensatoren:

C1,C3,C23 = 150 p polypropyleen

C2, C4,C5,C9,C14...C16,C19,C22,

C24,C25 = 100 n ker.

C6...C8,C13,C21 = 1 μ/63 V folie

C10 = 220 n/50 V ker.

C11,C12,C17,C18 = 470 μ/63 V

C26 = 1 n folie

### Zelfinducties:

L1 = 5 μH (zie tekst)

### Halfgeleiders:

D1, D2, D5,D6,D10,D11 = zenerdiode

15 V/0,5 W

D3,D4,D9,D12,D13,D14 = 1N4148

D7,D8 = 1N4003

Q1,Q2,Q9 = 2SA1208

Q3,Q4,Q10 = 2SC2910

Q5,Q11,Q17,Q18 = BC546B

Q6,Q14,Q19,Q20 = BC556B

Q13,Q16 = STD03N (+ isolatieplaatje en montage materiaal)

Q12,Q15 = STD03P (+ isolatieplaatje en montage materiaal)

U1,U2,U4 = AD844AN

U3 = TL051CP

### Diversen:

J9 = header 2 x 1 pen (signaalingang)

J10 = header 2 x 3 pen (+ flatcable)

4 IC-voetjes DIL08

Print 071085-1 leverbaar via

[www.thepcbshop.com](http://www.thepcbshop.com)