

# En god, universel strømforsyning

Af OZ-DR 2483 Anders Henriksen, Skovhav evej 100, Fangel, Odense S

Denne strømforsyning er relativt billigt bygget. Der benyttes ingen spændingsregulatorer. Da den er så universel, som den er, kan mange trafotyper anvendes. Den højeste udgangsspænding bestemmes af en zenerdiode; måske ikke verdens mest stabile løsning, men rigelig præcis til langt de fleste formål. Ved hjælp af en uA741 og et potentiometer bestemmes udgangsspændingen.

Men lad os nu kigge på forsyningen i detaljer. Når man kigger på de forskellige diagrammer, vil man nok lægge mærke til den noget underlige rækkefølge, komponenterne har. Det skyldes det faktum, at jeg har arbejdet mig frem stykke for stykke for at gøre mig mine egne erfaringer.

## Diagrammet

Ensretningen af vekselspændingen fra trafoen sker ved hjælp af fire stk. 1N5408 (D1-4). Bemærk de store kobberflader på printet, der hvor de iloddes. De bør være der, da de virker som køleflader. Dioderne er meget robuste og er så godt som umulige at brænde af i denne konstruktion.

En kondensator på 4700 uF (C1) udglatter den fremkomne pulserende jævnspænding. Her skal man være forsigtig: kondensatoren oplades til trafoens maksimalspænding. Ellytten skal altså kunne klare 1,4 gange større spænding end den, som står på trafoen. Hvis det er en ukendt transformator fra rodekassen, må man have fat i voltmeteret. Vær opmærksom på, om det viser effektiv- eller maksimalspænding. Derudover skal der lægges lidt ekstra til, så de spidsspændinger, der findes på lysnettet, ikke ødelægger ladelytten.

Derefter bliver en lille del af strømmen ledt gennem R1 til C2, D5 (zenerdioden) og P1. Det er spændingsdeleren. Derfra går strømmen over i IC1s ikke-inver-

terende indgang. Den inverterende indgang bliver koblet til udgangen på forsyningen. Derved vil udgangsspændingen forblive stabil. En uA741 kan levere ca. 25 mA, men da vil spændingen falde med 30 %, og da en 2N3055 i heldigste fald har en strømforstærkning på 100 gange, må der ekstra transistorer til. En BC547 og en BD435 klarer jobbet. Ved at indføre en ekstra 2N3055 sparer man på kølepladen.

Dioderne D6-7 og kondensatoren C4 skal stoppe uønsket strøm fra f. eks. printboremaskiner i at nå frem til udgangstransistorerne og ødelægge dem. Når motorer kører, induceres der strøm i spolerne i dem. Det kan godt slå transistorerne ihjel.

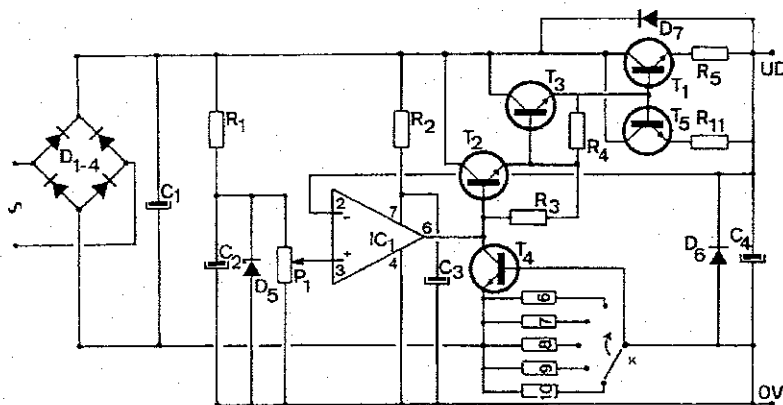
Modstandene R6-10 styrer T4, som virker som strømbegrænser. Med omskifteren K skiftes mellem modstandene. Når spændingen når et vist punkt, begynder T4 at lede. Normalt begynder en NPN-transistor at lede, når spændingen på basis når op på ca. 0,65 volt.

## Det praktiske

Typen af print er underordnet, men der er nogle regler, som skal følges: For hver ampere, som løber igennem printbanen, bør printbanebredden være 1 mm.

Forbindelsen til effekttransistorerne skal være kraftig – gerne en tyk netledning. R5 og R11 ser måske ud til at være unødvendige, men de skal sørge for, at det ikke kun er den ene transistor, som trækker læsset.

Benene på 1N5408 er temmelig tykke, så man kan med fordel bore hullerne i printet op til 2 mm i diameter. For at sikre god køling skal dioderne monteres lidt løftet fra printet.



Figur 1: Hvis man har en trafo med midtudtag på sekundærsiden, kan man nøjes med to dioder og midtudtaget til nul.

Til alle ydre forbindelser inkl. potentiometeret bør der benyttes printspyd. Det giver en sikker og holdbar forbindelse. Omskifter og potentiometer monteres i frontpladen. T3 monteres med metalsiden mod T2.

Punktet 'K' forbindes til K1s øverste enlige ben med et stykke ledning. Modstandene skal forbindes til K1 således, at R6 er indkoblet, når omskifteren er drejet helt til venstre.

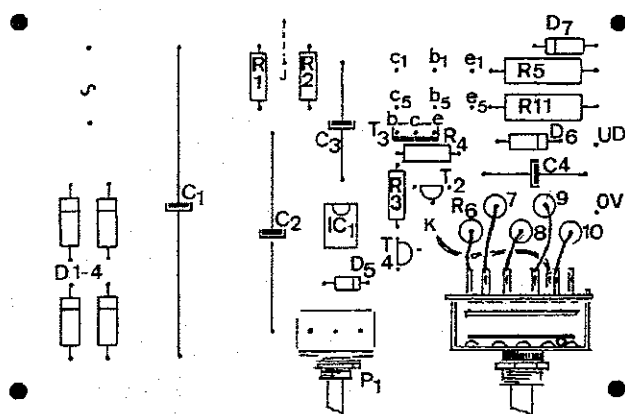
### Den tørre teori

Der er mange ting, som spiller ind, når man laver en strømforsyning, og jeg vil nu forsøge at give en grundlæggende indføring i emnet. Der er ingen tvivl om, at der findes forsyninger, som er både simplere og bedre end denne, men jeg synes, at den giver et godt indblik i, hvordan en del forskellige elektroniske komponenter virker. Vi begynder fra en ende af:

### Ensretteren og ladelytten

Ensretteren kan være en integreret ensretterbro, eller som her, fire enkeltstående dioder. De består i princippet af det samme, så reglerne er ens: De skal kunne tage både spændingen og strømmen. I denne konstruktion er dioderne så overdimensionerede, at det ikke er dem, som brænder af først.

Dioderne 'smækker' de negative dele af vekselspændingen op til de positive, og ladelytten udjævner den fremkomne pulserende jævnspænding. Når man skal beregne, hvilken spænding en ladelyt skal kunne klare, må man finde ud af, hvor stor en spænding transformeren afgiver målt i maksimal



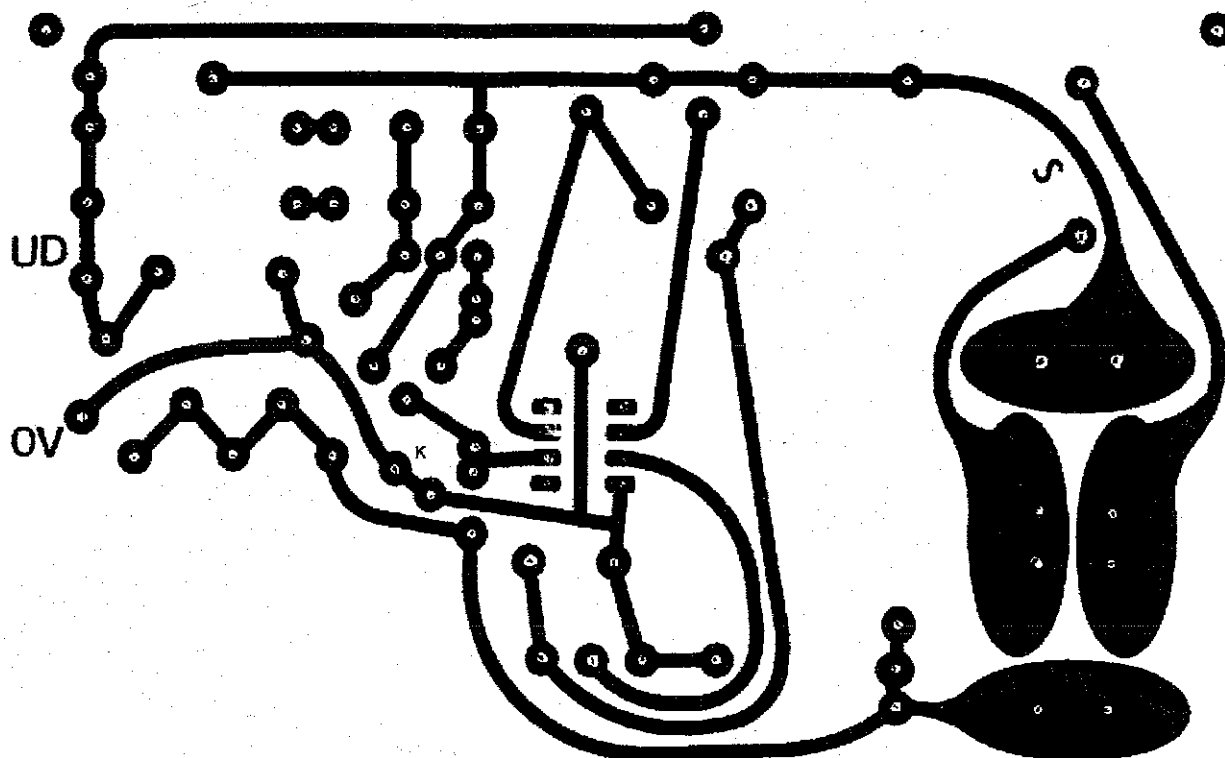
Figur 3: Til effekttransistorerne isættes der seks printspyd.

værdi. Den er pr. definition 1,4 gange effektivspændingen. Ved 24 volt giver det altså 33,6 volt. Derudover skal der være lidt ekstra, for elværkerne holder spændingen med +/- 10 %. Dvs. at de 33,6 volt også svinger med 10 %. Der vælges den nærmeste største spændingsformåen, 40 volt.

Når kondensatorerne er indsat efter zenerdioden, skal man ikke længere regne med effektiv- og maksimalspænding, men den spænding, som står på zenerdioden.

### Zenerdioden og potentiometeret

Zenerdioden virker ved, at den bryder sammen ved en bestemt spænding, f. eks. 24 volt. Den del af



Figur 2: Printstørrelse: længde: 13,15 cm, højde: 8,5 cm.

K1:	Omskifter 2x6	R11:	0,22 ohm 5 W	T4:	BC 547
P1:	10 k lin.	C1:	4700 $\mu$ F, 40 V	T5:	2N3055
R1:	1 k 0,25 W	C2:	470 $\mu$ F, 25 V	IC1:	$\mu$ A 741
R2:	1,5 k 0,25 W	C3:	100 $\mu$ F, 25 V	J:	Lus
R3:	220 ohm 0,25 W	C4:	2,2 $\mu$ F, 25 V		13 stk. printspyd
R4:	1 k 0,25 W	D1-4:	1N5408		Topolet netafbryder
R5:	0,22 ohm 5 W	D5:	24 V (zenerdiode)		Trafo 24 V 3 A
R6:	3,3 ohm 5 W	D6:	BY 127		Glimlampe
R7:	2,2 ohm 5 W	D7:	BY 127		Sikring, 250 mA, træg, -holder
R8:	1 ohm 5 W	T1:	2N3055		Køleplade 1,5 K/W
R9:	0,47 ohm 5 W	T2:	BC 547		Evt. amperemeter 3 A
R10:	0,33 ohm 5 W	T3:	BD 435		Evt. voltmeter 30 V

spændingen, som ligger over 24 V, løber igennem dioden, mens resten bliver tilbage. Det udgør en brugbar referencespænding, som ledes videre over i potmeteret. Disse to enheder kan ikke klare uændede mængder strøm. Derfor indsættes gerne en modstand (R1) som holder strømmen nede på et niveau, som er brugbart. Det normale er nogle få mA, men andet kan forekomme. Det afhænger udelukkende af komponentvalg og konstruktionens formål.

Potentiometeret virker som en almindelig spændingsdeler. Når det står i midterstilling, virker det som to seriekoblede modstande, hver på 5 kohm. Derved bliver spændingen delt i to dele, så man kan udtage 12 volt på midterbenet.  $\mu$ A741 har den store fordel, at den har en så stor indgangsmodstand, at man kan udelade den fra beregningerne. Ellers ville 'den nedre halvdel' af potentiometeret ikke være 5 kohm, men mindre, og man ville måske få en noget andet spænding end ønsket.

#### $\mu$ A741 og transistorerne

Operationsforstærkeren er koblet som spændingsfølger, modkoblet til strømforsyningens udgang. Modkoblingen kunne også have været forbundet til selve forstærkerens udgang, men da havde opstillingen ikke været nær så stabil, da den bruger de to spændinger, referencespændingen og spændingen på udgangen til at finde ud af, 'hvad den skal gøre'. Hvis man belaster forsyningen hårdt, er spændingen på forstærkerens udgang måske i orden, men ved udgangstransistorerne er den ikke.

R2 sørger for, at  $\mu$ A741 ikke brænder af. C3 stabiliserer spændingen yderligere.

T2, T3 og T1/T5 er Darlington-koblet. Det betyder så, at strømforstærkningen er produktet af de tre transistorers forstærkning:  $\min. 300 \cdot 40 \cdot 20 = 240000$ .

R5 og R11 skal sørge for, at de to 2N3055 trækker lige meget. Når T1 begynder at trække en stor strøm, går der også en stor strøm gennem R5. Det kræver en større spænding på basis af T1, der så alligevel

spærrer lidt mere. T5 vil lede mere, da spændingsfaldet over R11 er mindre end over R5. Derved trækker de to transistorer lige meget. R3-4 giver kompensati-on for det spændingsfald, som ligger over transistorerne.

#### Strømbegrænseren

Strømbegrænseren er enkelt opbygget. Nulledningen går hen til fem modstande, som der vælges imellem ved hjælp af en omskifter. T4s basis er forbundet til nulledningen. Den valgte modstand vil prøve at forhindre strømmen i at løbe igennem sig. På et tidspunkt bliver strømmen så stor, at der opstår en spænding på ca. 0,65 volt på T4s basis. Derved åbner den og 'trækker i strømmen' på  $\mu$ A741s udgang. Formlen for modstandene er som følger:

$$0,65 / (\text{ønsket kortslutningsstrøm}) = R_x \text{ i ohm}$$

#### Afsluttende bemærkninger

Her skulle jeg egentlig skrive om ripple, støj, begrænsninger osv., men jeg har ikke mulighed for at udføre alle disse tests, men rent subjektivt vil jeg sige, at den er yderst anvendelig. Med et digital-voltmeter kunne jeg i løbet af et minut måle en forandring i udgangsspændingen på 0,06 volt. Det burde være til at leve med. Selv bruger jeg en transformator, som giver 25 volt, og som kan klare, at man trækker 3 ampere fra den. Selv ved 3 volt kan man trække 3 ampere uden at gå ned i spænding.

**OZ**

*Tekniske artikler  
modtages gerne!*