

# POWER SUPPLY SN15





## INDHOLD

	Side
Tekniske data . . . . .	2
Introduktion . . . . .	3
Anvendelse . . . . .	3
Virkemåde . . . . .	8
Justering . . . . .	10
Stykliste . . . . .	20
Komponentplacering . . . . .	22
Diagram . . . . .	22
Garanti og service . . . . .	23

## CONTENTS

	Page
Technical Data . . . . .	11
Introduction . . . . .	12
Application . . . . .	12
Mode of operation . . . . .	17
Adjustment . . . . .	19
Parts List . . . . .	20
Component Location . . . . .	22
Diagram . . . . .	22
Guarantee and Service . . . . .	23

## TEKNISKE DATA

<b>Konstant spænding:</b>	
UDGANGSSPÆNDING:	0. . .50 V, 0. . .80 V (Remote)
REGULERING:	Bedre end 0,002 % ved 0. . .1 A. Bedre end 0,002 % ved $\pm 10$ % ændring af netspændingen
TEMP. KOEFFICIENT:	Bedre end 0,01 %/° C.
RIPPLE OG STØJ:	$< 0,3 \text{ mV}_{\text{eff}}$ .
REMOTE PROGRAMMERING:	$1 \text{ k}\Omega/\text{V} \pm 1 \%$ .
UDGANGSIMPEDANS:	$< 0,001 \Omega$ ved DC $< 0,003 \Omega$ ved $f < 1 \text{ kHz}$ $< 0,01 \Omega$ ved $f < 10 \text{ kHz}$ $< 0,15 \Omega$ ved $f < 100 \text{ kHz}$
<b>Konstant strøm:</b>	
UDGANGSSTRØM:	0. . .1 A, 0. . . $\frac{80 - E_0}{30}$ A (Remote)
REGULERING:	( $E_0$ = udgangsspænding i volt) Bedre end 0,02 % ved 0. . .50 V. Bedre end 0,1 % ved $\pm 10$ % ændring af netspændingen
TEMP. KOEFFICIENT:	Bedre end 0,1 %/° C.
RIPPLE OG STØJ:	$< 0,1 \text{ mA}_{\text{eff}}$ .
<b>Viserinstrument:</b>	
OMRÅDER:	0. . .50 V, 0. . .0,1 A og 0. . .1 A.
NØJAGTIGHED:	Bedre end 2 % af fuldt udslag.
<b>Nettilslutning:</b>	110 V $\sim$ / 220 V $\sim \pm 10$ %. 50. . .60 Hz.
FORBRUG:	7. . .90 W ved 0. . .1 A udgangsstrøm.
<b>Temp. område:</b>	0. . .50° ved belastningsstrøm $< 0,5$ A. 0. . .30° ved belastningsstrøm $> 0,5$ A.
<b>Dimensioner:</b>	Højde 80 mm Bredde 163 mm Dybde 210 mm
<b>Vægt:</b>	3,6 kg (8 lbs.)
<b>Finish:</b>	Sølvgrå og blå emaljelak.
<b>Tilbehør:</b>	1 instruktionsbog.

Ret til ændringer forbeholdes.

## INTRODUKTION

B&O Power Supply type SN15 er en universelt anvendelig strøm- og spændingsforsyning til brug for serviceværksteder, skoler, laboratorier, industrivirksomheder m. m. Udgangsspændingen er kontinuerlig variabel i området 0 . . 50 V DC og indstilles med et multiturn-potentiometer eller modstands-programmeres (1 Kohm/V). Strømområdet er 0 . . 1 A, og strømbegrænsningen er kontinuerlig variabel indenfor hele dette område. Udgangsimpedansen er mindre end 1 m $\Omega$ , og ripplespændingen på udgangen er mindre end 0,3 mV<sub>eff</sub> ved max. belastning. SN15 er sikret mod kortslutning og overbelastning og kan serieforbindes og parallelforbindes uden anvendelse af udlningsmodstande.

## ANVENDELSE

Power Supply SN15 er fra fabrikken monteret for 220 V  $\pm$  10 % netspænding, men kan let ændres til 110 V  $\pm$  10 % ved at parallelforbinde nettransformerens to 110-V-primærviklinger (fig. 1).

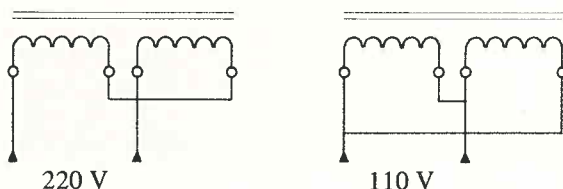


Fig. 1. Ændring til 110 V netspænding.

Netstikproppen er beregnet for en speciel type stikkontakt m./beskyttelsesjord („schuko”), men kan udmærket tilsluttes en almindelig stikkontakt. Dette medfører dog, at kabinettet bliver „svævende”.

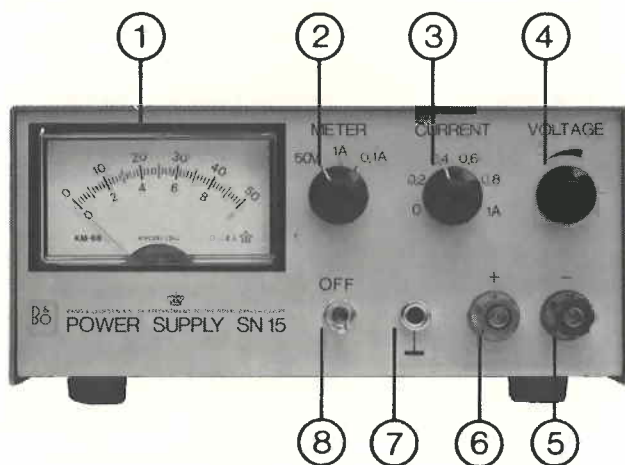


Fig. 2. Power Supply SN15 set forfra.

Betjeningen af apparatet fremgår af fig. 2 og 3.

1. Drejespoleinstrument. Fuldt udslag svarer til markeringen på „Meter”-omskifteren (2).
2. Instrumentomskifter. Udgangsspændingen måles i stilling „50 V”. Udgangsstrømmen måles i stilling „1 A” og „0,1 A”.

3. Strømregulering/-begrænsning. Markeringen svarer til den maksimale udgangsstrøm.
4. Spændingsregulering.
5. Negativ udgangsterminal.
6. Positiv udgangsterminal.
7. Stel-terminal. Forbundet til kabinet og beskyttelsesjord. Udgangsterminalerne (5) og (6) „svæver“ i forhold til stel.
8. Netafbryder.
9. Remote-indgang. Udgangsspændingen kan programmeres med en modstand (1 Kohm/V) forbundet til ben 1 og 3.

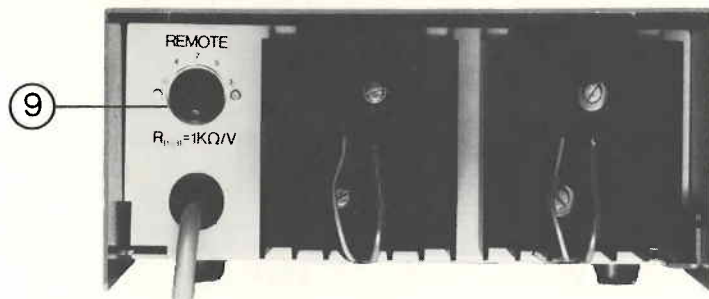


Fig. 3. Power Supply SN15 set bagfra.

SN15 er en kombineret strøm- og spændingsforsyning med rektangulær karakteristik (fig. 4).

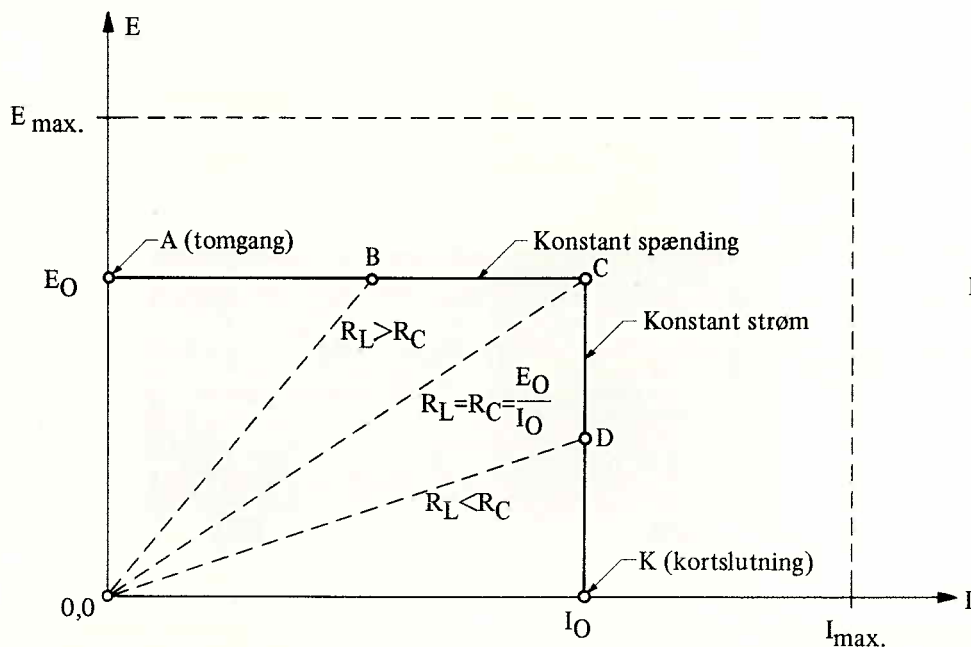


Fig. 4.

Uden belastning ( $R_L = \infty$ ) er  $I = 0$  og  $E = E_0$  (pkt. A, fig. 4). Når en belastningsmodstand tilsluttes, stiger strømmen, medens spændingen holdes konstant (pkt. B). Gøres belastningsmodstanden mindre, stiger strømmen yderligere, men spændingen holder sig konstant, indtil strømmen er lig med  $I_0$  (pkt. C). Ved denne tilstand skifter reguleringen automatisk om fra konstant spænding til konstant strøm. Gøres belastningsmodstanden endnu mindre, falder spændingen, medens strømmen holdes konstant (pkt. D). Mindskes belastningsmodstanden yderligere, falder spændingen tilsvarende, indtil tilstanden i pkt. K nås, d.v.s. kortslutning. Ved gradvis at ændre belastningsmodstanden fra kortslutning til tomgang ( $R_L = \infty$ ), gentages forløbet, blot i modsat rækkefølge.

Hældningen af linien mellem ethvert arbejds punkt på den rektangulære karakteristik og punktet 0,0 er proportional med belastningsmodstandens størrelse. Den „kritiske“ værdi af denne  $R_L = R_C = E_O/I_O$ , kan vælges vilkårligt mellem 0 og  $\infty$  ved kombination af udgangsspænding („Voltage“) og kortslutningsstrøm („Current“). Er modstanden større end  $R_C$ , forbliver spændingen konstant, medens strømmen derimod forbliver konstant, såfremt modstanden er mindre end  $R_C$ .

**Eks. 1. Konstant spænding.** En måleopstilling kræver en forsyningsspænding på 24 V ved et nogenlunde konstant forbrug på 0,5 A. Af hensyn til specielle komponenter i det tilsluttede kredsløb må strømforbruget ikke overstige 0,6 A.

„Meter“-omskifteren stilles på „50 V“. „Voltage“-potentiometeret justeres til 24 V, der aflæses på drejespoleinstrumentet. „Meter“-omskifteren stilles på „1 A“. Udgangen kortsluttes, og „Current“-potentiometeret justeres til 0,6 A, der aflæses på instrumentet. Kortslutningen fjernes, hvorefter kredsløbet kan tilsluttes.

**Eks. 2. Konstant strøm.** Udløsetiden for et lille parti 80 mA fusesikringer m. træg karakteristik ønskes målt ved en konstant belastning på 0,2 A. Til måling af udløsetiden tilsluttes en elektronisk tæller. „Start/stop“-indgangens max. spænding f. eks. 10 V må ikke overskrides.

„Meter“-omskifteren stilles på „50 V“. „Voltage“-potentiometeret justeres til 10 V, der aflæses på drejespoleinstrumentet. „Meter“-omskifteren stilles på „1 A“. Udgangen kortsluttes, og „Current“-potentiometeret justeres til 0,2 A, der aflæses på instrumentet. Kortslutningen fjernes, hvorefter sikringerne kan tilsluttes direkte over udgangen.

### Remote-programmering

Udgangsspændingen kan modstandsprogrammeres via „Remote“-indgangen bag på apparatet. Programmeringskonstanten er 1 Kohm/V, og lineariteten er bedre end  $\pm 1\%$ .

Denne form for spændingsprogrammering kan anvendes til mange formål.

**Programmering med fast modstand.** Ved anvendelse af en fast modstand med en nøjagtighed bedre end f. eks.  $\pm 1\%$ , opnås en udgangsspænding med en nøjagtighed bedre end  $\pm 2\%$ . Ønskes en spænding på 12 V  $\pm 2\%$ , anvendes en metalfilm-modstand på 12 Kohm  $\pm 1\%$ . Denne kan monteres direkte i et 5-polet DIN-stik mellem ben 1 og 3. Det vil dog være en god ide, hvis man mærker stikket med „12 V“, for at undgå fejltagelser senere hen. Det er muligt at programmere udgangsspændingen helt op til ca. 80 V, afhængig af strømforbruget (fig. 5).

**Bemærk!** Udgangsspændingen kan momentant stige til ca. 80 V, når remote-stikket isættes. Det tilsluttede kredsløb bør derfor afbrydes under omskiftning til remote.

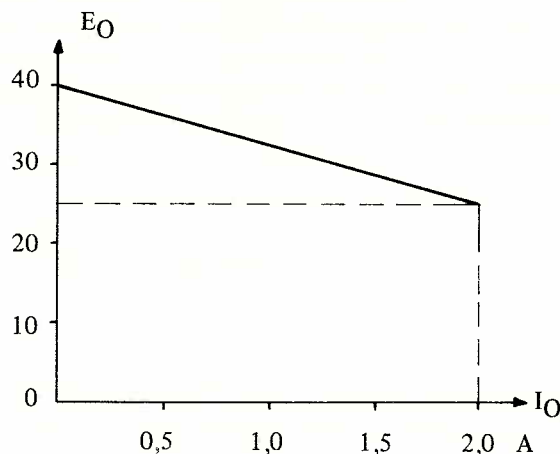


Fig. 5. Remote-programmering. Max. udgangsspænding som funktion af strømforbruget ved nominel netspænding.

**Programmering med potentiometer.** Anvendes et potentiometer på f. eks. 50 Kohm i stedet for en fast modstand, opnås mulighed for variation af udgangsspændingen indenfor området 0 . . 50 V. Som nævnt i det foregående er det muligt at programmere udgangsspændingen op til ca. 80 V afhængig af strømforbruget. Kablet mellem „Remote“-indgangen og potentiometeret må gerne have en længde på flere meter, men skal i så fald være skærmet, for at undgå en høj ripple på udgangen (fig. 6). Et voltmeter med indgangsimpedans, f. eks. 10 Mohm, kan evt. tilsluttes over potentiometeret til kontrol af udgangsspændingen.

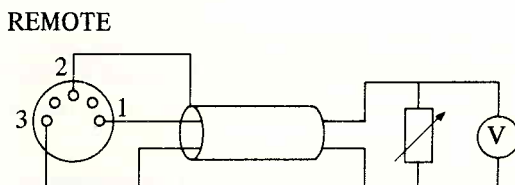


Fig. 6. Remote-programmering med et potentiometer.

**Programmering med et potentiometer i serie med en modstand.** Denne kombination giver mulighed for et begrænset variationsområde indenfor spændingsområdet (fig. 7). En 10 Kohm-modstand i serie med et 1 Kohm-potentiometer giver f. eks. et spændingsområde på 10 . . 11 V.

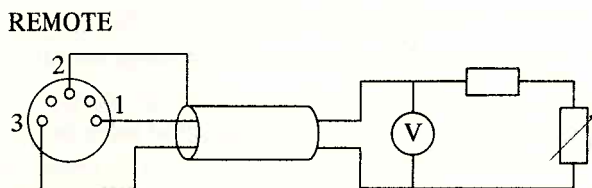


Fig. 7. Remote-programmering med et potentiometer i serie med en fast modstand.

#### Parallelforbindelse af to eller flere SN15-enheder

Som tidligere nævnt sker omskiftningen fra konstant spænding til konstant strøm (eller omvendt) automatisk. Dette kan med fordel udnyttes ved parallelforbindelse af to eller flere enheder. Ved stigende belastning vil den enhed, der har den højeste udgangsspænding, levere strømforbruget indtil strømbegrænsningen træder i funktion. Herefter vil den enhed, der har den næsthøjeste udgangsspænding, levere det ekstra strømforbrug, indtil strømbegrænsningen for denne enhed træder i funktion o. s. v.

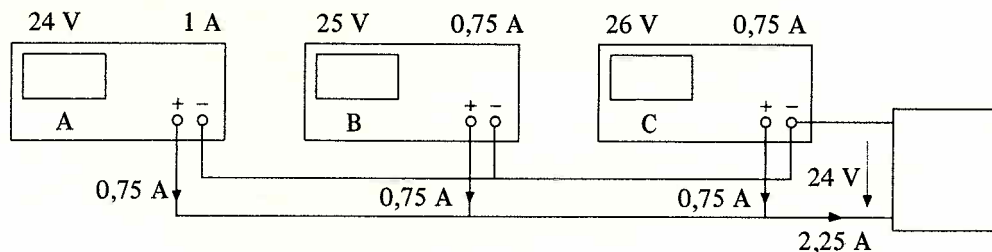


Fig. 8. Parallelforbindelse af tre SN15-enheder.

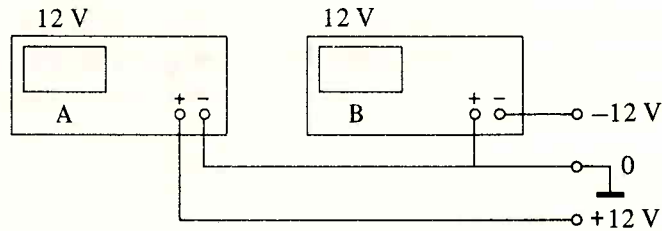


Fig. 11. Bipolar spændingsforsyning.

Det er ofte ønskeligt, at der er sporing mellem den positive og den negative spænding. Ved at tilslutte et tandem-potentiometer til begge „Remote“-indgange, kan dette lade sig gøre (fig. 12), se iøvrigt under „Programmering med potentiometer“.

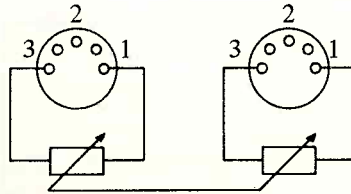


Fig. 12.

#### VIRKEMÅDE (FIG. 13).

Power Supply SN15 består af følgende kredsløb, hvoraf de fleste er indeholdt i eet integreret kredsløb (MC1466L):

1. Effektensretter (D1).
2. Serieregulator (TR1. .TR4).
3. Ensretter for hjælpspænding (D5).
4. Reguleringskredsløb for hjælpspænding (Q1. .Q3).
5. Strømgenerator (Q4).
6. Differentialforstærker for konstant spænding (Q5 og Q6).
7. Differentialforstærker for konstant strøm (Q7 og Q8).
8. OR-gate og driver (Q9).
9. Meterkredsløb.
10. Beskyttelseskredsløb.

1. **Effektensretteren** D1 består af en brokoblet ensretter, B80C2200, der forsynes fra nettransformatorens to serie-forbundne 30 V-viklinger. Den ensrettede spænding udglattes over ladeelektrolytten C6.
2. **Serieregulator.** Den uregulerede spænding fra effektensretteren tilføres colleetoren på serietransistoren (2 stk. 2N4347 i parallel), der bliver drevet af emitterfølgerne TR2 (BC117) og TR1 (MJE-340). Den samlede strømforstærkning i serieregulatoren (TR1. .TR4) er ca. 50000 gange.
3. **Ensretteren for hjælpspændingen** forsynes fra nettransformerens to serieforbundne 9 V-viklinger og består af enkeltensretteren D5 og ladeelektrolytten C2.
4. **Reguleringskredsløb for hjælpspænding.** Den udglattede spænding fra ensretteren D5 tilføres reguleringskredsløbet (Q1. .Q3) i det integrerede kredsløb, MC1466L, via ben 7 og 14. Zenerdioderne Z1 og Z2 er begge på ca. 9 V. Ved balance i differentialforstærkeren (Q2 og Q3) bliver den regulerede spænding således ca. 18 V.
5. **Strømgeneratoren** Q4 er styret af spændingen over zenerdioden Z2 (ca. 9 V). Strømforstærkningen er stor, hvilket medfører en god linearitet mellem emitter- og colleetorstrømmen. Colleetorstrømmen er således kun afhængig af emittermodstandens størrelse og justeres med potentiometeret P4 til 1 mA. Ref.spændingen over potentiometeret P1 („Voltage“) vil da være 1 V/Kohm.



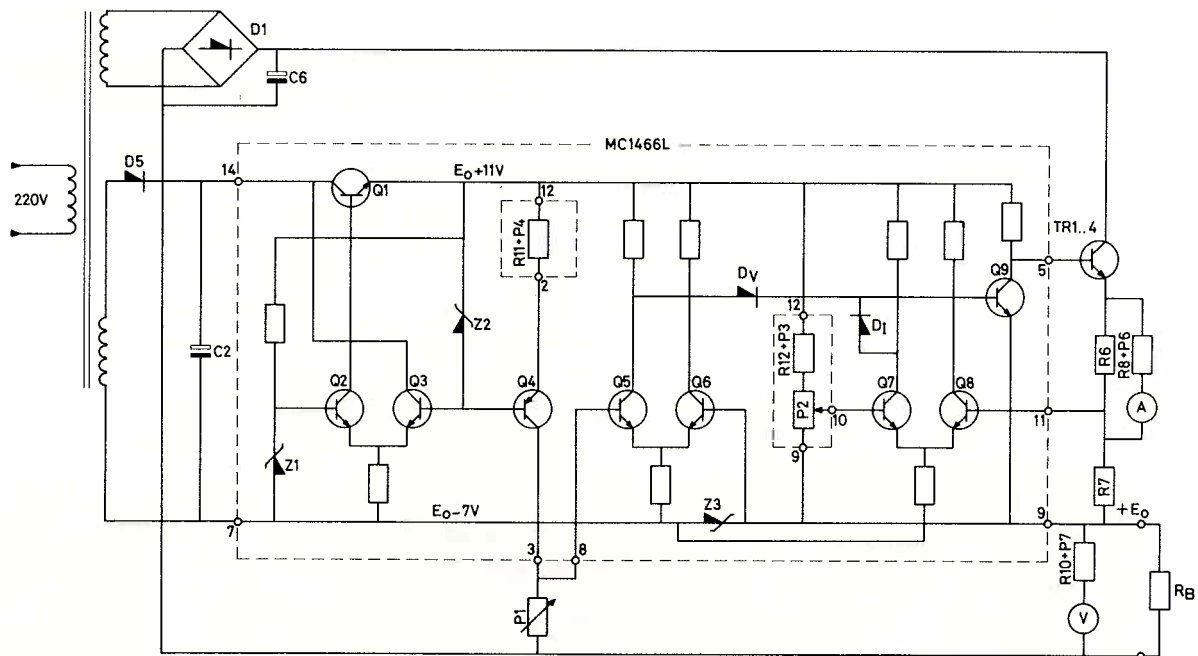


Fig. 13. Funktionsdiagram

6. **Differensforstærker for konstant spænding.** Den ene indgang (basen på Q6) er i direkte forbindelse med den positive udgangsterminal. Ref.spændingen (spændingen over potentiometeret P1) er tilsluttet den anden indgang (basen på Q5). Ved regulering for konstant spænding vil indgangene være i balance, d. v. s. at udgangsspændingen er lig med ref.spændingen.

Eks.: Ved et fald i udgangsspændingen bliver kollektorstrømmen i Q6 mindre. Kollektorstrømmen i Q5 bliver tilsvarende større, d. v. s. at kollektorspændingen, og dermed basespændingen på driveren Q9, falder. Basespændingen på TR1 stiger, hvorefter strømmen i serietransistorerne TR3 og TR4 stiger, indtil udgangsspændingen igen er lig med ref.spændingen.

7. **Differensforstærker for konstant strøm (Q7 og Q8).** Denne forstærker er i princippet identisk med ovennævnte for konstant spænding (6). Forstærkningen i dette trin sikrer en hurtig omskiftning fra konstant spænding til konstant strøm. Ref.spændingen, der bestemmes af potentiometeret P2 ("Current"), er tilsluttet basen på Q7. Spændingen på basen af Q8 er bestemt af spændingen over modstanden R7. Denne spænding er ligefrem proportional med udgangsstrømmen. Ved regulering for konstant strøm vil basespændingerne på Q7 og Q8 være i balance, d. v. s. at udgangsstrømmen bestemmes af ref.spændingen på basen af Q7 og justeres med potentiometeret P2 ("Current").

Eks.: Ved et fald i udgangsstrømmen bliver kollektorstrømmen i Q8 mindre. Kollektorstrømmen i Q7 bliver tilsvarende større, d. v. s. at kollektorspændingen, og dermed basespændingen på driveren Q9, falder. Basespændingen på TR1 stiger, hvorefter strømmen i serietransistorerne TR3 og TR4 stiger, indtil spændingen over modstanden R7 svarer til ref.spændingen på basen af Q7.

8. **OR-gate og driver (Q9).** Dioderne  $D_V$  og  $D_I$  danner en OR-gate, der sikrer, at der enten bliver reguleret for konstant spænding eller konstant strøm. Transistoren Q9 fungerer som inverter og forstærker. Kollektorstrømmen er begrænset til ca. 2 mA. Dette sikrer at effekttabet i den integrerede kreds holdes på et rimeligt niveau.

9. **Meterkredsløb.** Drejespoleinstrumentet har en følsomhed på 1 mA. Udgangsspændingen måles i stilling "50 V". Formodstanden, der skal være på ca. 50 K $\Omega$ , består af modstanden R10 i serie med potentiometeret P7. Udgangsstrømmen måles i stilling "1 A" og "0,1 A" ved at måle spændingen over modstanden R6 på 2  $\Omega$ . Ved 1 A er spændingen således 2 V og ved 0,1 A er spændingen 0,2 V. Formodstandene hertil består af henh. R8 i serie med P6 og R9 i serie med P5.

- 10 **Beskyttelseskredsløb.** For at forhindre at den integrerede kreds bliver ødelagt ved en evt. kortslutning i serieregulatoren, og deraf følgende transienter, er kredsen beskyttet med dioderne D2, D3, D4, D6 og D7. Transistorerne TR1, TR4 er beskyttet af dioden D8 imod transienter ved induktiv belastning samt ved parallellforbindelse af flere SN15-enheder. Dioderne D9 og D10 beskyttet mod udefra kommende modspændinger, f. eks. fra en aktiv belastning, eller ved serieforbinding af flere SN15-enheder.

## JUSTERING

Power Supply SN15 er konstrueret til langtids drift uden efterjustering og vedligeholdelse. Kun i tilfælde af komponentfejl vil det under normale omstændigheder være nødvendigt at kontrollere og justere instrumentet. I så fald bør nedenstående procedure følges.

For at kunne foretage justeringen er følgende instrumenter nødvendige:

1. Digital-voltmeter, nøjagtighed bedre end 0,1 %.
2. Amperemeter 0,1/1 A, nøjagtighed bedre end 1 %.
3. Modstand  $50 \text{ k}\Omega \pm 0,5 \%$ .

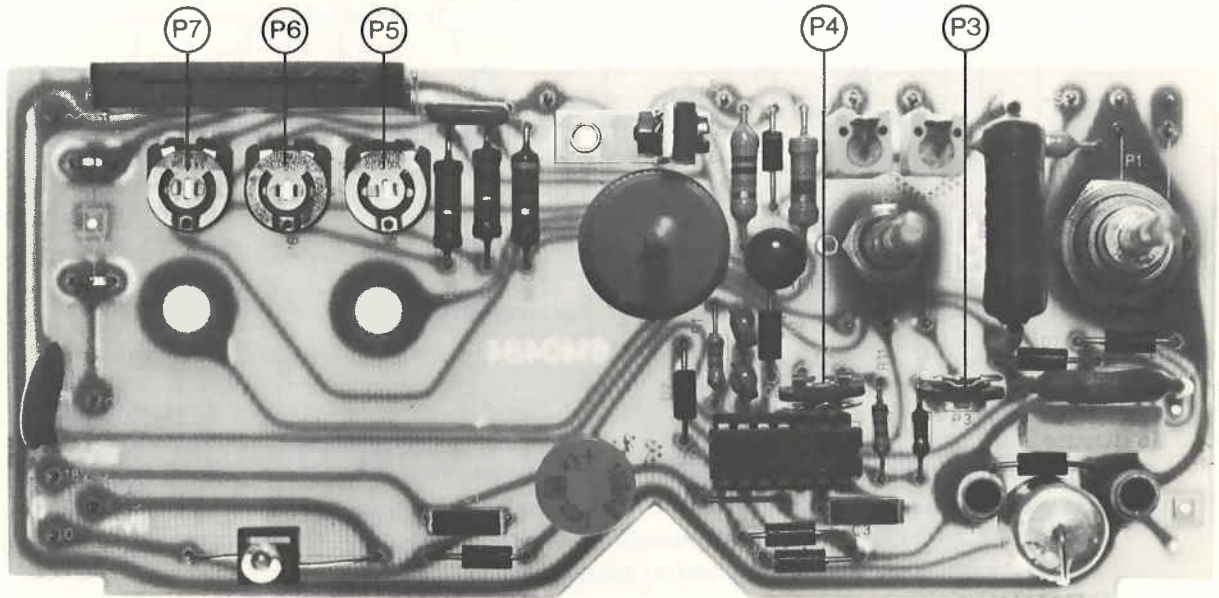


Fig. 14. Justering

1. Drejespoleinstrumentets mekaniske nulpunkt kontrolleres.
2. En modstand på  $50 \Omega \pm 0,5 \%$  tilsluttes "Remote"-indgangen. Udgangsspændingen måles med et digitalvoltmeter og justeres til 50,00 V med potentiometeret P4.
3. "Meter"-omskifteren sættes i stilling "50 V". Med potentiometeret P7 justeres drejespoleinstrumentets udslag til 50 V.
4. "Meter"-omskifteren sættes i stilling "1 A". Et nøjagtigt amperemeter med måleområde  $\geq 1 \text{ A}$  tilsluttes direkte over udgangsklemmerne i stedet for digitalvoltmeteret. Med "Current"-potentiometeret fuldt opdrejet, justeres udgangsstrømmen med potentiometeret P3 til 1 A på det tilsluttede amperemeter.
5. Med potentiometeret P6 justeres til fuldt udslag (1 A) på drejespoleinstrumentet.
6. Udgangsstrømmen reguleres ned til 0,5 A med "Current"-potentiometeret, og det kontrolleres, om knappens markering stemmer overens med "0,5 A" på skalaen.
7. Udgangsstrømmen reguleres ned til 0,1 A på det tilsluttede amperemeter. "Meter"-omskifteren sættes i stilling "0,1 A". Med potentiometeret P5 justeres til fuldt udslag (0,1 A) på drejespoleinstrumentet.

## TECHNICAL DATA

### Constant voltage:

OUTPUT VOLTAGE :	0. . .50 V, 0. . .80 V (Remote)
REGULATION:	Better than 0,002 % at 0. . .1 A. Better than 0,002 % at $\pm 10$ % mains-voltage variation.
TEMP. COEFFICIENT:	Better than 0.01 %/ $^{\circ}$ C.
RIPPLE AND NOISE:	$< 0.3$ mV <sub>rms</sub> .
REMOTE PROGRAMMING:	$1 \text{ K}\Omega/\text{V} \pm 1 \%$
OUTPUT IMPEDANCE:	$< 0.001 \Omega$ at DC. $< 0.003 \Omega$ at $f < 1$ KHz $< 0.01 \Omega$ at $f < 10$ KHz $< 0.15 \Omega$ at $f < 100$ KHz

### Constant current:

OUTPUT CURRENT:	$0. . .1 \text{ A}, \frac{80 - E_o}{30} \text{ A (Remote)}$
REGULATION:	( $E_o$ = Output voltage in Volts) Better than 0.02 % at 0. . .50 V. Better than 0.1 % at $\pm 10$ % mains voltage variation.
TEMP. COEFFICIENT:	Better than 0.1 %/ $^{\circ}$ C.
RIPPLE AND NOISE:	$< 0.1$ mA <sub>rms</sub> .

### Meter:

RANGES:	0. . .50 V, 0. . .0,1 A and 0. . .1 A.
ACCURACY:	Better than 2 % of full scale.

### Power Supply:

110/220 V AC  $\pm 10$  %, 50/60 Hz.  
Power Consumption: 7. . .90 W at 0. . .1 A output current.

### Temp. Range:

0. . .50 $^{\circ}$  C at load current  $< 0.5$  A  
0. . .30 $^{\circ}$  C at load current  $> 0.5$  A

### Dimensions:

Height,80 mm, width 163 mm and depth 210 mm

### Weight:

3,6 kg (8 lbs.)

### Finish:

Silver grey and blue enamel.

### Accessory:

Instruction Manual.

Subject to change without notice.

## INTRODUCTION

The B&O Type SN 15 Power Supply is a universally applicable current and voltage supply for use in service shops, schools, laboratories, industrial firms etc. Its output voltage is continuously variable in the range 0 . . 50 V DC and can either be adjusted with a multiturn potentiometer or resistance programmed (1 k  $\Omega$  /V). Current range is 0 . . 1 A, and current limiting is continuously variable throughout this range. Output impedance is less than 1 m $\Omega$  , and output ripple is < 0.3 mV at max. load. The SN15 is protected against short-circuits and overload and may be connected in series and in parallel without the use of equalising resistors.

## APPLICATION

The SN15 Power Supply is supplied wired for 220 V  $\pm$  10 % mains voltage but may easily be converted to 110 V  $\pm$  10 % by wiring the two 110 V primaries of the mains transformer in parallel. (Fig. 1).

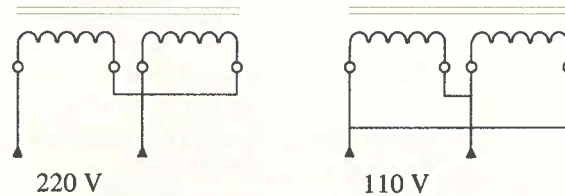


Fig. 1. Conversion to 110 V mains voltage.

The mains plug is intended for a special type of socket with protective earth (three-pin socket) but may also be connected to a conventional plug socket. However, this will cause the cabinet to "float".

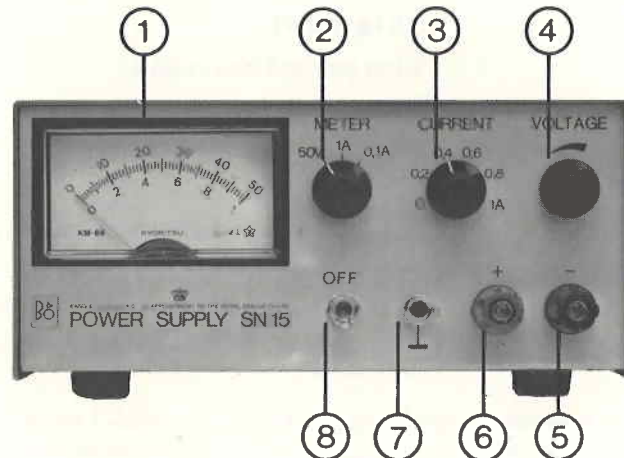


Fig. 2. Front view of Power Supply SN15.

Operation of the instrument will appear from Figs. 2 and 3.

1. Moving-coil meter. Full-scale reading corresponds to marking on "METER" switch (2).
2. Meter switch. Output voltage is measured in "50 V" position. Output current is measured in "1 A" and "0.1 A" positions.

3. Current regulation/limiting. Marking corresponds to maximum output current.
4. Voltage control.
5. Negative output terminal.
6. Positive output terminal.
7. Chassis terminal. Connects to cabinet and protective earth. Output terminals (5) and (6) "float" with respect to the chassis.
8. On/off switch.
9. Remote input. Output voltage is programmable with a resistor ( $1\text{ k}\Omega$ ) connected to pins 1 and 3.

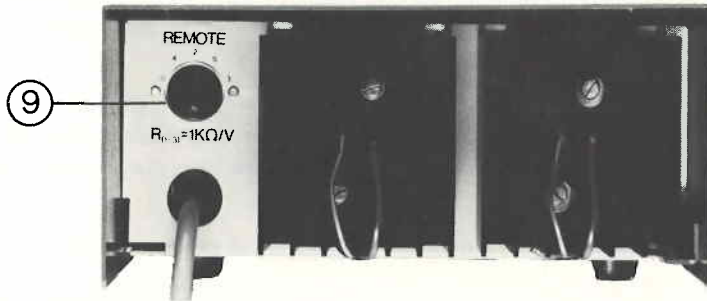


Fig. 3. Rear view of Power Supply SN15.

The SN15 is a combined current and voltage supply having a rectangular characteristic (Fig. 4).

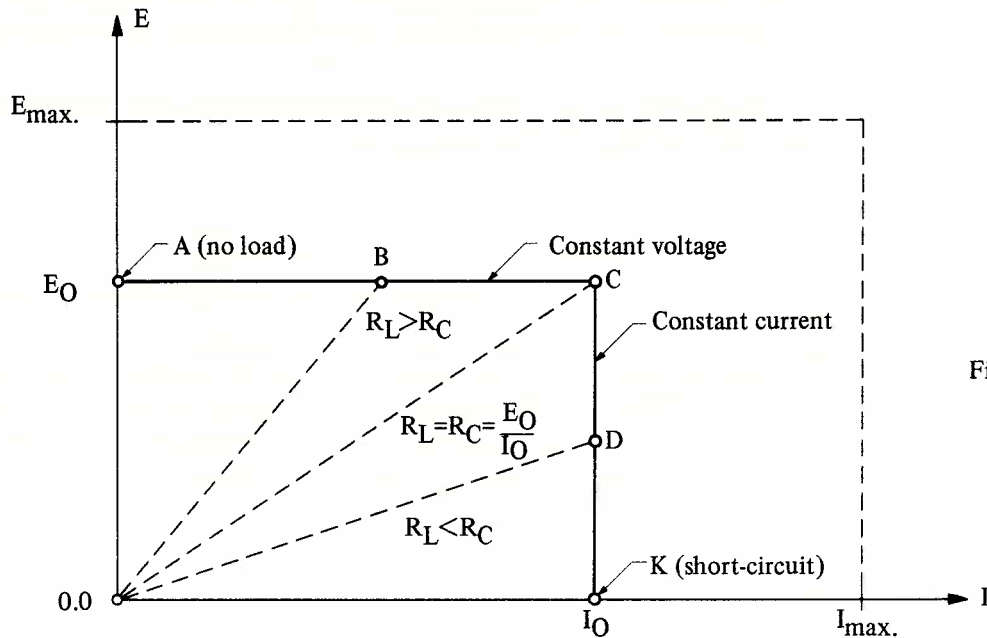


Fig. 4

Without a load ( $R_L = \infty$ ),  $I = 0$  and  $E = E_0$  (item A, Fig. 4). When a load resistor is connected, the current will increase whilst the voltage is kept constant (item B). If the load resistor is reduced, the current will increase further, but the voltage will remain constant until the current is equal to  $I_0$  (item C). At this condition, the regulator circuit will automatically switch from constant voltage to constant current. If the load resistor is reduced still further, the voltage will drop but the current is kept constant (item D). A further reduction of the load resistor will cause a commensurate voltage drop until the condition at item K is reached – that is, a short-circuit. If the load resistor is gradually altered from short-circuit to no load ( $R_L = \infty$ ), the process repeats itself but in the reverse order.

The slope of the line between any operating point on the rectangular characteristic and the point 0.0 is proportional to the value of the load resistor. The "critical" value of this  $R_L = R_C = E_O/I_O$ , can be selected arbitrarily between 0 and  $\infty$  by combining output voltage ("Voltage") and short-circuit current ("Current"). If the resistor is greater than  $R_C$ , and the voltage remains constant whereas the current will remain constant if the resistor is smaller than  $R_C$ .

**Ex. 1. Constant Voltage.** A measuring set-up requires a supply voltage of 24 V at a fairly constant drain of 0.5 A. Because of the ratings of components in the associated circuit, the current drain should not exceed 0.6 A.

Set the "METER" switch to "50 V". Adjust the "VOLTAGE" control for 24 V as indicated by the moving-coil meter. Set the "METER" switch to "1 A". Short-circuit the output and adjust the "CURRENT" control for 0.6 A as indicated by the meter. Remove the short-circuit. The circuit may now be connected.

**Ex. 2. Constant Current.** It is desired to measure the trip time of a small quantity of 80 mA slow-blow fuses at a constant load of 0.2 A. An electronic counter is connected for measurement of trip time. However, the counter's "Start/stop" input is not rated for more than 10 V.

Set the "METER" switch to "50 V". Adjust the "VOLTAGE" control for 10 V as read on the moving-coil meter. Set the "METER" switch to "0.1 A". Short-circuit the output and adjust the "CURRENT" control for 0.2 A as read on the meter. Remove the short-circuit. The fuses may now be connected directly across the output.

### Remote Programming

The output voltage can be resistor programmed via the "REMOTE" input on the rear of the instrument. The programming constants is  $1 \text{ k}\Omega / \text{V}$ , and linearity better than  $\pm 1 \%$ .

This form of voltage programming may be used for many applications.

**Programming with Fixed Resistor.** When using a fixed resistor having an accuracy better than, say  $\pm 1 \%$ , an output voltage of better than  $\pm 2 \%$  accuracy is obtained. If, for instance, a voltage of  $12 \text{ V} \pm 2 \%$  is desired, a  $12 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$  metal film resistor should be used. This may be wired directly in a 5-pole DIN plug, between pins 1 and 3. It is a good plan to mark the plug with "12 V" to avoid mistakes later on. The output voltage can be programmed all the way up to approx. 80 V, depending on current drain (Fig. 5).

**Note!** The output voltage can momentarily go up to approx. 80 V, when the remote plug is inserted. The connection circuit should therefore be switched off when changing to remote.

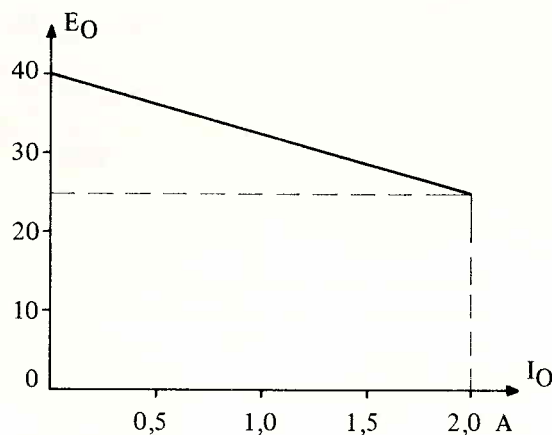


Fig. 5. Remote programming. Max. output voltage as a function of current drain at nominal mains voltage.

**Programming with Potentiometer.** If a potentiometer of say  $50\text{ k}\Omega$  is used instead of a fixed resistor it becomes possible to vary the output voltage inside the range  $0 \dots 50\text{ V}$ . As mentioned above it is possible to program the output voltage all the way up to approx.  $80\text{ V}$ , depending on current drain. The cable between the "REMOTE" input and the potentiometer can have any length up to several metres, in which case it must be screened to avoid excessive output ripple (Fig. 6). A voltmeter to provide a check on the output voltage.

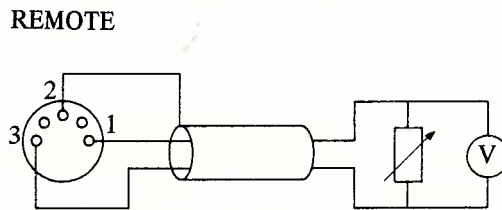


Fig. 6. Remote programming using a potentiometer.

**Programming with a Potentiometer in Series with a Resistor.** This combination makes it possible to obtain a limited control range inside the voltage range (Fig. 7). A  $10\text{ k}\Omega$  resistor in series with a  $1\text{ k}\Omega$  potentiometer, for example, will provide a voltage range of  $10 \dots 11\text{ V}$ .

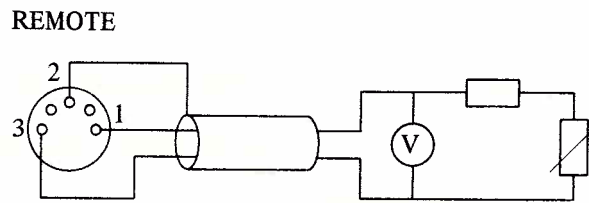


Fig. 7. Remote programming using a potentiometer in series with a fixed resistor

#### Parallel Connection of Two or More SN15 Units.

As previously stated, switching from constant voltage to constant current (or vice versa) is automatic. This feature can be utilised with advantage when two or more units are connected in parallel. At increasing load, the unit having the highest output voltage will supply the current drain until the current limiting circuit operates. Thereafter, the unit having the second-highest output voltage will supply the additional current drain until the current-limiting circuit of that unit operates, etc.

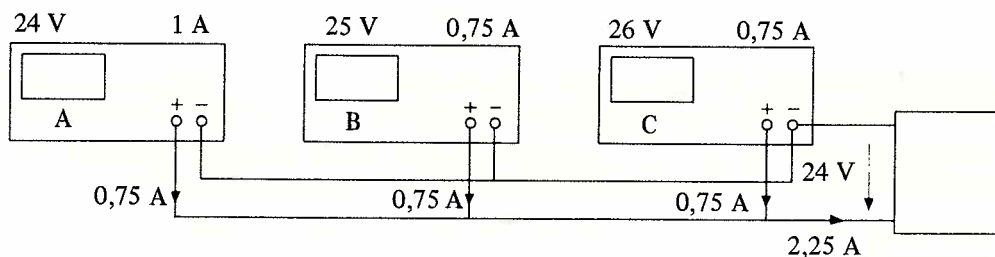


Fig. 8. Parallel connection of three SN15 units.

**Ex. 3. Parallel Connection of Three SN15 Units.**

A circuit requires a supply voltage of 24 V and has a current drain of 2.25 A. Three SN15 units marked A, B and C are available. What output-voltage and current-limiting settings should be used for the three units in order for the current drain to divide evenly?

Set the output voltages and current-limiting circuits of the three units as shown in Fig. 8. Units B and C will regulate for constant current, and will deliver 0.75 A each. Unit A will regulate for constant voltage, and will supply the balance of the current drain. At a current drain of 2.5 A this unit will also regulate for constant current (Fig. 8).

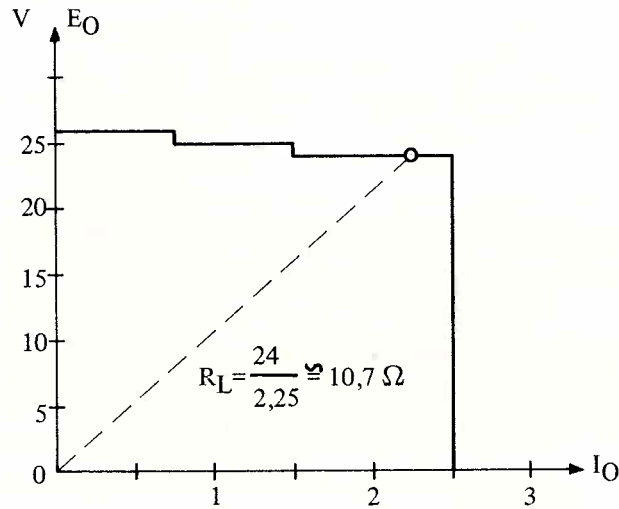


Fig. 9. Characteristic of set-up shown in Fig. 8.

**Series Connection of Two or More SN15 Units**

Two or more SN15 units may be connected in series. However, total voltage relative to chassis potential must not exceed 300 V. Current limiting should have the same setting on all units.

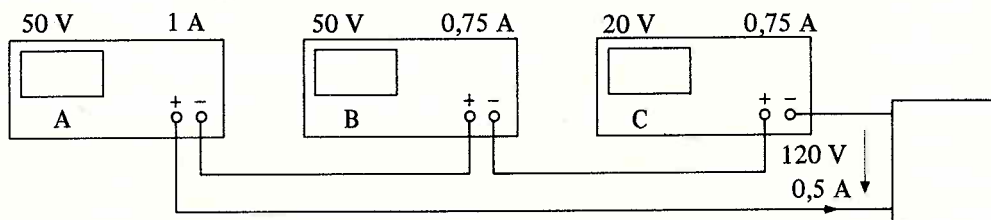


Fig. 10. Series connection of three SN15-units.

**Ex. 4. Series Connection of Three SN15 Units.** A circuit requires a supply voltage of 120 V and has a current drain of approx. 0.5 A. The current drain must not exceed 0.6 A. Three SN15 units are available.

Set two of the units, say A and B, for 50 V and the third unit for the balance of the voltage, 20 V. Set the current-limiting circuits of all three units for 0.6 A. Connect the units as shown in Fig. 10.

**Bipolar Voltage Supply**

By connecting two SN15 units in series as shown in Fig. 11 a so-called bipolar voltage supply is obtained. The positive and negative output voltages must be adjusted individually. The same applies to current limiting.



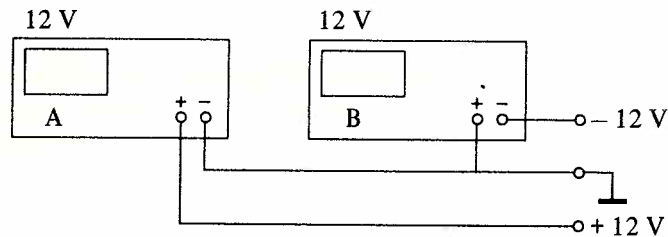


Fig. 11. Bipolar voltage supply.

It is often desirable to have tracking between the positive and negative voltages. This can be accomplished by connecting a tandem potentiometer to both "REMOTE" inputs (Fig. 12). See also under "Programming with Potentiometer".

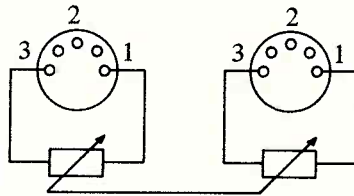


Fig. 12.

#### MODE OF OPERATION (FIG. 13).

The SN15 Power Supply comprises the following circuits, most of which are contained in one integrated circuit (MC1466L):

1. Power rectifier (D1)
2. Series regulator (TR1 . . . TR4)
3. Auxiliary-voltage rectifier (D5)
4. Auxiliary-voltage regulator circuit (Q1 . . . Q3)
5. Current generator (Q4)
6. Constant-voltage differential amplifier (Q5 and Q6)
7. Constant-current differential amplifier (Q7 and Q8)
8. OR-gate and driver (Q9)
9. Meter Circuit
10. Protective circuit

1. **Power Rectifier D1** consists of a bridge rectifier, B80C2200, which is supplied from the two series-connected 30 V windings of the mains transformer. The rectified voltage is smoothed by reservoir capacitor C6.
2. **Series Regulator.** Unregulated voltage from the power rectifier is fed to the collector of the series transistor (two 2N4347s in parallel) which is driven by emitter followers TR2 (MJE 340) and TR1 (BC 117). Overall circuit gain of the series regulator (TR1...TR14) is approx. 50000.
3. **The Auxiliary-voltage Rectifier** is supplied from the two series-connected 9 V windings of the mains transformer. It consists of half-wave rectifier D5 and reservoir capacitor C2.
4. **Auxiliary-voltage Regulator Circuit.** Smoothed voltage from rectifier D5 is fed to the regulator circuit (Q1 . . . Q3) in the integrated circuit, MC1466L, via pins 7 and 14. Zener diodes Z1 and Z2 both have an approx. 9 V rating. When the differential amplifier (Q2 and Q3) is in balance, the regulated voltage is consequently approx. 18 V.
5. **The Current Generator, Q4,** is controlled by the voltage across zener diode Z2, (approx. 9 V). The current gain is high, resulting in good linearity between the emitter and collector currents. Thus the collector current is dependent only on the value of the emitter current, and is adjusted with potentiometer P4 until 1mA. The reference voltage across potentiometer P1 ("VOLTAGE") will then be  $1V/k\Omega$ .

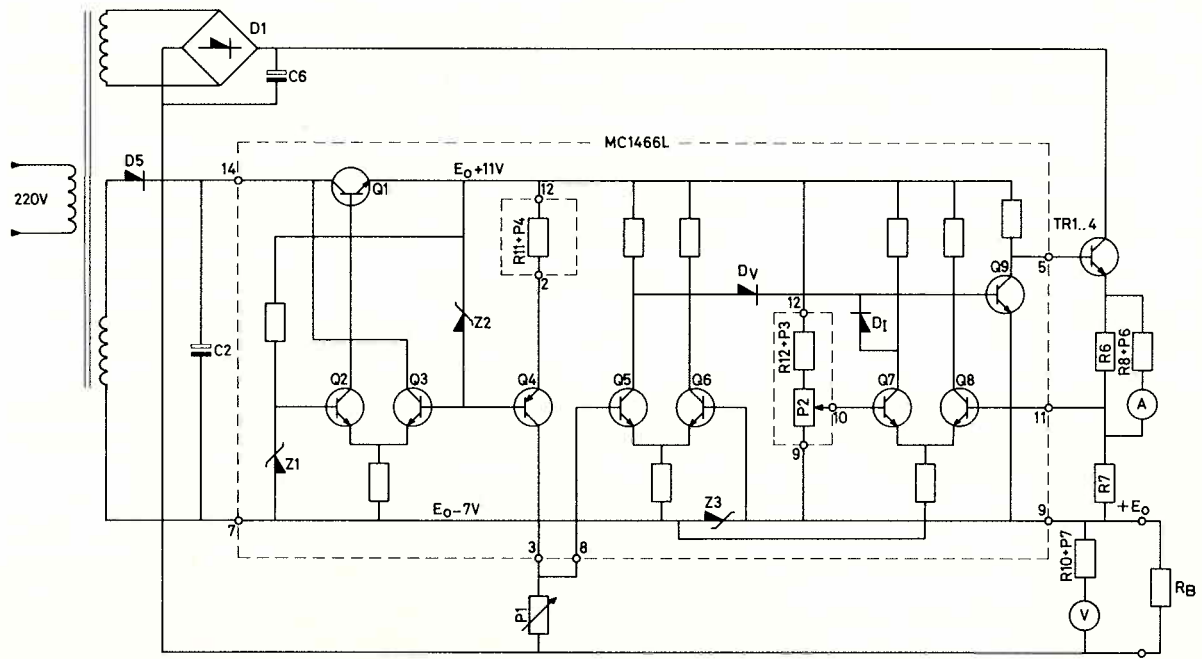


Fig. 13. Functional diagram

6. **Constant-voltage Differential Amplifier.** One input (the base of Q6) connects directly to the positive output terminal. The reference voltage (the voltage across potentiometer P1) is present at the other input (the base of Q5). During regulation for constant voltage, the inputs will be in balance, in other words, the output voltage will be equal to the reference voltage.

Ex.: A drop in output will cause a reduction of the collector circuit in Q6. The collector current in Q5 increases by a commensurate amount, causing a reduction of the collector voltage and hence also the base voltage of driver Q9. The base voltage of TR1 increases, whereafter the current in series transistors TR3 and TR4 increases until the output voltage again equals the reference voltage.

7. **Constant-current Differential Amplifier (Q7 and Q8).** This amplifier is in principle identical with the constant-voltage differential amplifier described above (6). The gain in this stage secures rapid switching from constant voltage to constant current. The reference voltage, determined by potentiometer P2 ("CURRENT"), is applied to the base of Q7. Voltage at the base of Q8 is determined by the voltage across resistor R7. The latter voltage varies in direct ratio to the output current.

During regulation for constant current, the base voltages of Q7 and Q8 will be in balance, meaning that the output current is determined by the reference voltage at the base of Q7 and is adjusted with potentiometer P2 ("CURRENT").

Ex.: A drop in output current will cause a reduction of the collector current in Q8. The collector current in Q7 increases by a commensurate amount, causing a reduction of the collector voltage and hence also the base voltage of driver Q9. The base voltage of TR1 increases, whereafter the current in series transistors TR3 and TR4 increases until the voltage across resistor R7 equals the reference voltage at the base of Q7.

8. **OR-gate and Driver (Q9).** Diodes D<sub>V</sub> and D<sub>I</sub> form an OR-gate to secure that the instrument will either regulate for constant voltage or for constant current. Transistor Q9 functions as an inverter and amplifier. The collector current is limited to approx. 2 mA. This secures that the power loss in the integrated circuit is kept at a reasonable level.
9. **Meter circuit.** The moving-coil meter has a sensitivity of 1 mA. Output voltage is measured in the "50 V" position. The series resistor, which should be approx. 50 kΩ, consists of the resistor R10 in series with potentiometer P7. Output current is measured in the "1 A" and "0.1 A" positions by measuring the voltage across the 2 Ω resistor, R6. At 1 A the voltage therefore is 2 V, at 1 A it is 0.2 V. The series resistors for this purpose consists of R8 in series with P6 and R9 in series with P5, respectively.

10. **Protective Circuit.** To prevent the integrated circuit from being destroyed as a result of a possible short-circuit in the series regulator and the consequent transients, the circuit is protected by diodes D2, D3, D4, D6 and D7. Transistors TR1...TR4 are protected by diode D8 against transients when an inductive load is connected to the instrument and when a number of SN15 units are connected in parallel. Diodes D9 and D10 protect against reverse output voltage, for example from an active load, or when a number of SN15 units are connected in series.

## ADJUSTMENT

The SN15 Power Supply is designed for long-term operation without readjustment and maintenance. Under normal circumstances, checks and adjustments will be required only in case of component failures. In this event the following procedure should be followed:

Adjustment requires the following instruments:

1. Digital voltmeter, accuracy better than 0.1 %.
2. 0.1/1 A ammeter, accuracy better than 1 %.
3.  $50\ \Omega \pm 0.5\ %$  resistor.

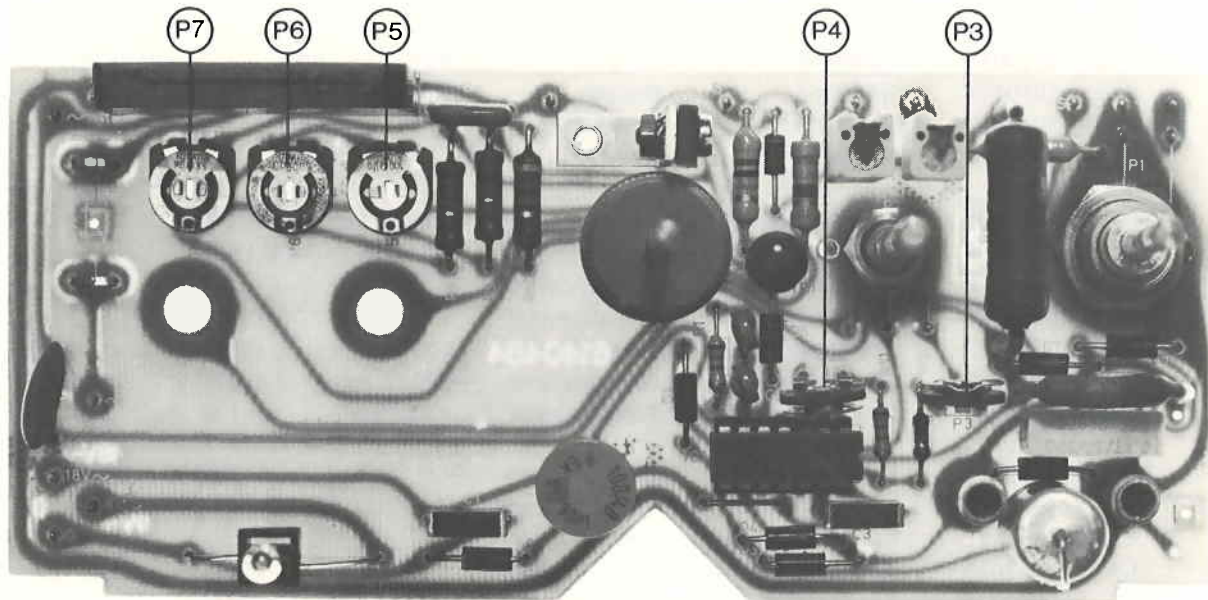


Fig. 14. Adjustment.

1. Check mechanical zero of moving-coil meter.
2. Connect a  $50\ \text{k}\Omega \pm 0.5\ %$  resistor to the "REMOTE" input. Measure output voltage with a digital voltmeter and adjust to 50.00 V with potentiometer P4.
3. Set "METER" switch to "50 V" position. With potentiometer P7 adjust moving-coil meter reading to 50 V.
4. Set "METER" switch to "1 A" position. Connect an accurate ammeter with a measuring range  $> 1\ \text{A}$  directly across the output terminals instead of the digital voltmeter. With the "CURRENT" potentiometer turned fully on, adjust, with potentiometer P3, output current to 1 A as read on the ammeter connected to the SN15.
5. With potentiometer P6, adjust for full-scale reading (1A) on the moving-coil meter.
6. Reduce the output current to 0.5 A with the "CURRENT" potentiometer. Check if the knob marking coincides with "0.5" on the scale.
7. Reduce the output current to 0.1 A as read on the ammeter connected to the SN15. Set the "METER" switch to the "0.1 A" position. With potentiometer P5, adjust for full-scale (0.1 A) on the moving-coil meter.

STYKLISTE/PARTS LIST

R1	5010153	Modstand	Resistor	1,2 K $\Omega$	5 %	0,125 W
R2	5011044	Modstand	Resistor	10 K $\Omega$	5 %	0,25 W
R3	5011019	Modstand	Resistor	330 $\Omega$	5 %	0,25 W
R4		Modstand	Resistor	1 $\Omega$	10 %	2 W
R5		Modstand	Resistor	1 $\Omega$	10 %	2 W
R6		Modstand	Resistor	2 $\Omega$	2 %	5 W
R7	5100015	Modstand	Resistor	0,33 $\Omega$	10 %	1 W
R8	5011033	Modstand	Resistor	1,8 K $\Omega$	5 %	0,25 W
R9	5011013	Modstand	Resistor	100 $\Omega$	5 %	0,25 W
R10	5010036	Modstand	Resistor	47 K $\Omega$	5 %	0,25 W
R11	5010154	Modstand	Resistor	8,2 K $\Omega$	5 %	0,25 W
R12	5010053	Modstand	Resistor	15 K $\Omega$	5 %	0,25 W
R13	5010179	Modstand	Resistor	12 K $\Omega$	5 %	1 W
R14	5011050	Modstand	Resistor	33 K $\Omega$	5 %	0,25 W
R15	5002009	Modstand	Resistor	56 $\Omega$	10 %	1 W
P1	5300095	Potentiometer	Potentiometer	56 K $\Omega$ lin.		0,3 W
P2	5300094	Potentiometer	Potentiometer	470 $\Omega$ lin.		0,15 W
P3	5370076	Potentiometer	Potentiometer	5 K $\Omega$ lin.		0,1 W
P4	5370141	Potentiometer	Potentiometer	1 K $\Omega$ lin.		0,1 W
P5	5370052	Potentiometer	Potentiometer	100 $\Omega$ lin.		0,1 W
P6	5370002	Potentiometer	Potentiometer	500 $\Omega$ lin.		0,1 W
P7	5370058	Potentiometer	Potentiometer	5 K $\Omega$ lin.		0,1 W
C1	4130132	Kondensator, poly.	Capacitor, poly.	0,1 $\mu$ F		250 V
C2	4201060	Elektrolytkond.	Capacitor, electrol	100 $\mu$ F		40 V
C3	4130132	Kondensator, poly.	Capacitor, poly.	0,1 $\mu$ F		250 V
C4	4133016	Kondensator, poly.	Capacitor, poly.	68 nF		250 V
C5	4011019	Kondensator, keram.	Capacitor, ceramic	4,7 nF		500 V
C6		Elektrolytkond.	Capacitor, electrol	1000 $\mu$ F		100 V
C7		Kondensator, poly.	Capacitor, poly.	0,47 $\mu$ F		100 V
C8	4010003	Kondensator, keram.	Capacitor, ceramic	200 pF		500 V
C9	4001074	Kondensator, keram.	Capacitor, ceramic	10 pF		500 V
C10		Elektrolytkond.	Capacitor, electrol	47 $\mu$ F		100 V
C11	4133011	Kondensator, poly.	Capacitor, poly.	10 nF		250 V
C12	4130067	Kondensator, poly.	Capacitor, poly.	0,47 $\mu$ F		630 V
D1	8300129	Ensretter	Rectifier	B80C2200		
D2	..					
D7	8300023	Diode	Diode	1N4002		
D8	..					
D10	8300102	Diode	Diode	1N4004		
TR1	8320323	Transistor, NPN	Transistor, NPN	BC117		
TR2	8320191	Transistor, NPN	Transistor, NPN	MJE 340		
TR3		Transistor, NPN	Transistor, NPN	2N4347		
TR4		Transistor, NPN	Transistor, NPN	2N4347		
IC1		Integreret kreds	Integrated circuit	MC1466L		
S1	6600013	Sikring, træg	Fuse, slow	1.25 A		
V1	8230050	Lampe	Lamp	12 V/30 mA		
M1		Instrument	Meter	1 mA/0. . .50/0. . .1		
	7400122	Omskifter, "Meter"	Switch, "Meter"			
		Netafbryder	Switch, mains	C & K-7201		
	8013152	Nettransformer	Power Transformer			
	6271086	Netledning, komplet	Power Cord, complete			

7210075	Fatning, MC1466L Fatning, "Remote"	Socket, MC1466L Socket, "Remote"	C931402
	Klemskrue, rød Klemskrue, sort	Binding post, red Binding post, black	JK6272 JK6272
	Knap, "Meter"	Knob, "Meter"	020-212/044-212/040-102
	Knap, "Current"	Knob, "Current"	020-232/044-212/040-102
	Knap, "Voltage"	Knob, "Voltage"	020-232/044-202/040-102
	Manual	Manual	SN15

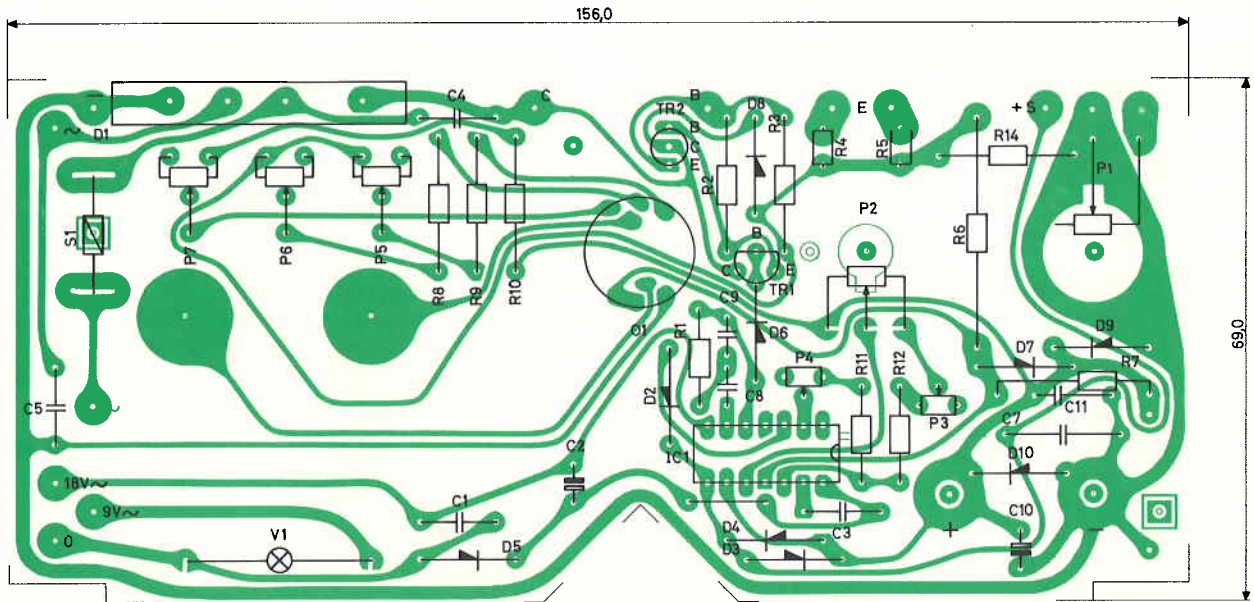


Fig. 15. Komponentplacering  
Component Location

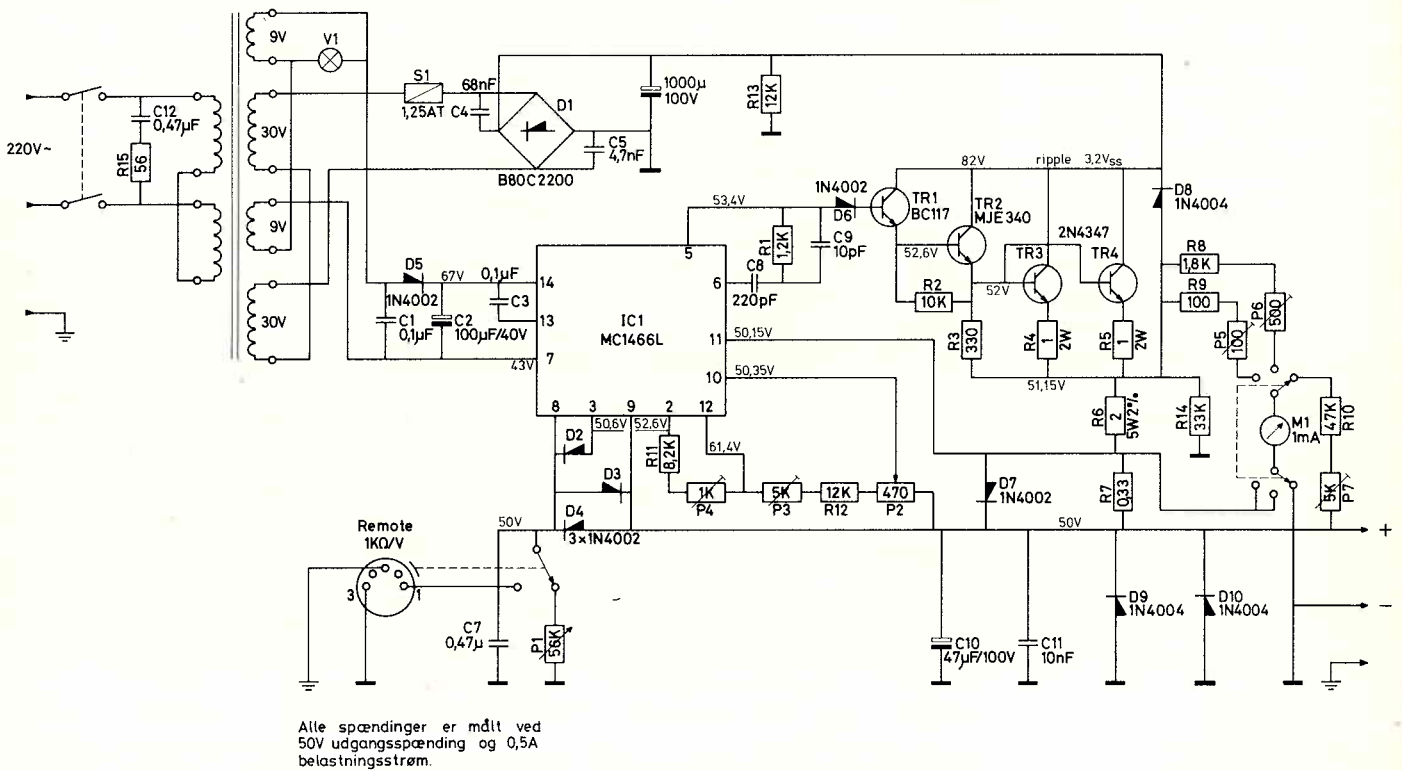


Fig. 16. Diagram. Alle spændinger er målt ved 50 V udgangsspænding og 0.5 A belastningsstrøm.  
Diagram. All voltages are measured at 50 V output voltage and 0.5 A load current.

## GARANTI OG SERVICE

For dette B&O måleinstrument yder BANG & OLUFSEN A/S en garanti, gældende i et år fra faktureringsdatoen.

Garantien dækker alle fabrikations- og materialefejl, der opstår under normalt brug af måleinstrumentet. Garantien omfatter samtlige dele i apparatet og det arbejde, der udføres af BANG & OLUFSEN A/S i forbindelse med udskiftning af defekte dele.

Opstår der en funktionsfejl i apparatet, indsendes det til BANG & OLUFSEN A/S, forsvarligt emballeret og vedlagt en udførlig fejlrapport.

Er fejlen af en sådan art, at De selv ønsker at udskifte en eller flere dele, kan de defekte dele indsendes til ombytning uden beregning, under henvisning til bestillingsnumrene i den tilhørende stykliste. Ved indsendelsen opgives instrumentets fabrikationsnummer.

## GUARANTEE AND SERVICE

BANG & OLUFSEN A/S guarantee this B&O measuring instrument for one year from the invoicing date.

This guarantee covers all defects in workmanship and materials which develop during normal operation.

This guarantee covers all instrument parts and the labour which is carried out by BANG & OLUFSEN A/S in connection with replacement of defective parts.

If the instrument fails to give satisfactory service, it should be sent to BANG & OLUFSEN A/S adequately packed and with full details of the fault.

If you prefer to replace one or more parts yourself, the defective parts can be sent in for exchange free of charge with reference to the order numbers in the parts list. Kindly state the production No. of the instrument.

Fab. nr.   
Prod. nr. 

BANG & OLUFSEN A/S  
STRUER, DANMARK