

HF-milliwatt forsats til digitalvoltmeter

Effektmålinger på HF-niveau er altid en interessant opgave. Denne lille forsats, der kunne være et godt week-end-projekt, dækker op til 30 MHz, tilmed lineært, og har vundet præmie i det tyske blad Funk Amateurs konstruktions-konkurrence. Artiklen er af Klaus Ludwig, DL7AIR, stammer fra Funk Amateur 10/96, og er oversat af OZ5RM.

Denne opstilling omdanner en indgangseffekt mellem 10 μ W og 10 mW i området fra 0 til ca. 30 MHz til en proportional udgangs-jævnspænding. Udlæsningen sker ved hjælp af et digitalvoltmeter der forbindes til opstillingen.

Diagram

Hjertet i opstillingen (fig.1) er A1, en lasertrimmet firkvadrant multiplierer fra firmaet Analog Devices. HF-indgangsspændingen går via R3 til indgangene X2 og Y1 på multiplieren. R1 og R2 sørger for at indgangen er belastet med 50 ohm. Multiplieren kvadrerer denne spænding hvilket bevirker at der på udgangen ligger en jævnspænding der er proportional med kvadratet på HF-spændingen fra indgangen, og desuden en HF-spænding med den dobbelte frekvens af den på indgangen. Da effekten $P = U^2/R$, har vi hermed en lineær sammenhæng med den tilførte effekt.

De differentielle strømudgange W1 og W2 leverer et differentielt udgangsspændings-signal over R8 og R9. C3-C6 filtrerer HF bort. RP1 er det eneste der skal justeres og tjener til nulpunktindsstilling.

Instrumentforstærkeren A2 symmetrerer og forstærker det differentielle udgangssignal fra A1; R11 lægger forstærkningen på ca. 50. Spændingsregulatorerne A3 og A4 sørger for spændingsforsyningen til A1.

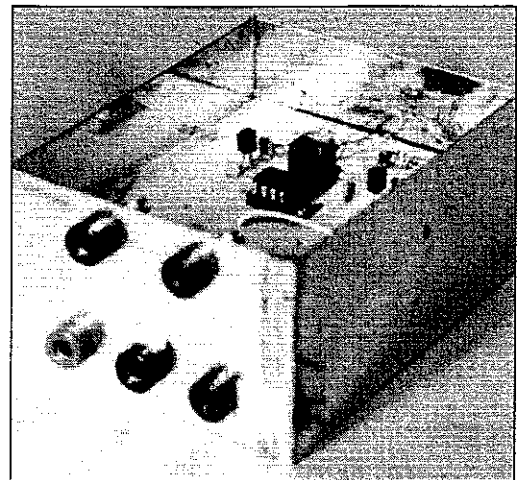


Fig. 4: Således ser måleinstrumentet ud, indbygget i en standard blikkasse.

Tekniske data:

- Driftsspænding: +/- 15 V +/- 10 %
- Strømforbrug: mindre end +/- 40 mA
- Max HF-indgangseffekt: 250 mW
- Måleområde: 10 μ W-10 mW
- Målenøjagtighed op til 60 MHz: mindre end 5 %
- Udgangsbelastning: større end 1 kOhm

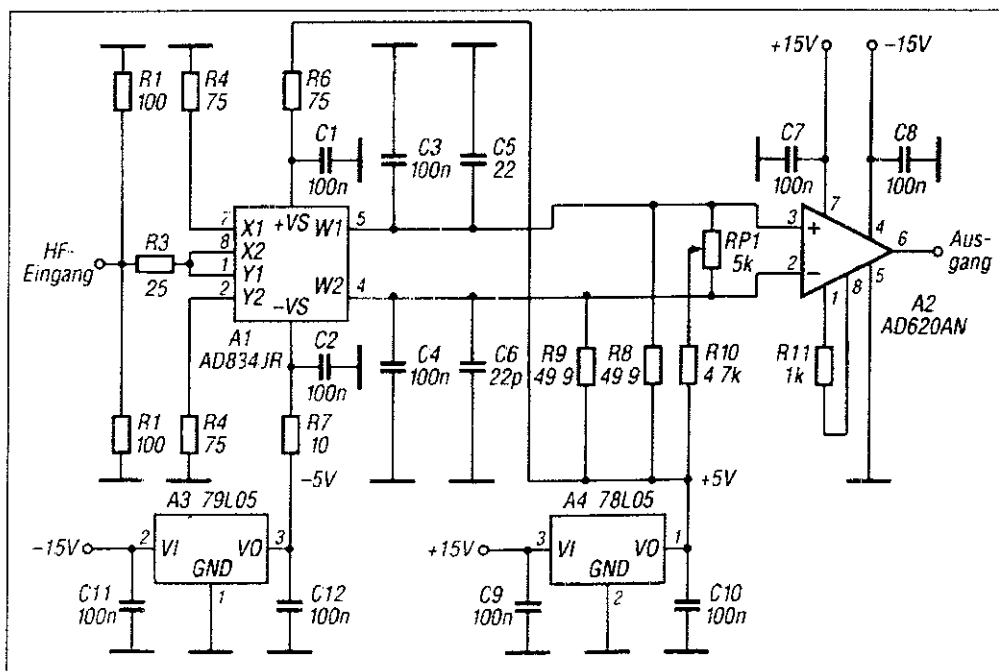


Fig. 1 Stromlaufplan des HF-Milliwattvorsatzes für Digitalvoltmeter

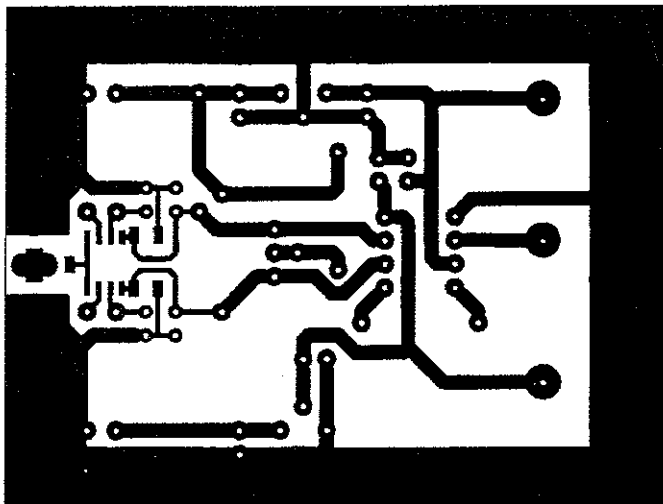


Fig 2: Print-layout til HF-milliwatt forsatsen.

Opbygning og justering

Printpladen er 72 mm x 109 mm og passer dermed ind i en standard blikæske på 77 mm x 111 mm x 50 mm (fig.4). Printets stel bør loddes til æskens side. Fig.2 og 3 viser hvorledes printet kan beskæres til 54 mm x 73 mm, så det passer ind i en æske på 55 mm x 74 mm x 30 mm.

Alle borer foretages med et 0,8 mm diameter bor. På grund af deres bedre HF-egenskaber er A1, R1, R2, R3, C5 og C6 SMD-komponenter og er lod-det fladt ned på printets kobberside.

Til HF-indgangen kan man bruge PL-, BNC-, N- eller SMA-konnektorer; lægger man vægt på præcision i målingerne, bør man vælge N eller SMA. Der er anvendt almindelige bananstik til strømforsyningen og udgangssignalet. Her er frit valg.

Når opbygningen er færdig og spændingen er tilsluttet uden problemer, slutter man et digitalvoltmeter til udgangen. Det bør vise mellem 10 og 100 mV, plus eller minus. Med multitørns-potmeteret RP1 skal denne værdi kunne formindskes til 0,1 mV.

Forbind et stykke tråd som hjælpeantenne til indgangssoklen, og anbring en HF-generator i nærhe-

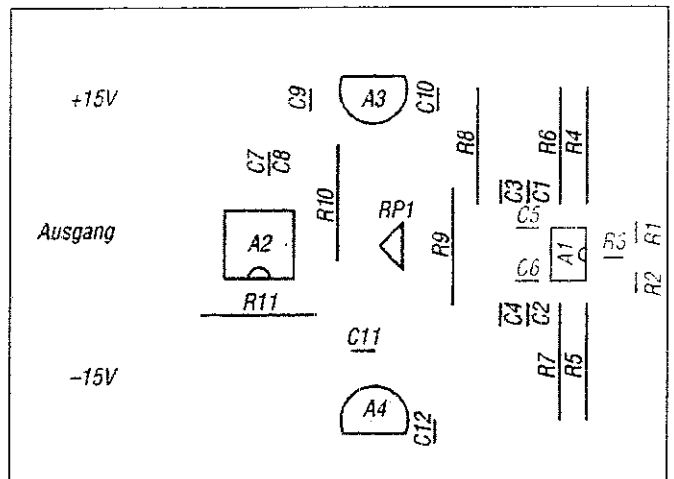


Fig 3: Printets bestykningsdiagram. SMD-komponenterne loddes liggende til printbanesiden.

den, fx en håndstation, en trådløs telefon eller lignende, og nu skal udgangsspændingen stige tydeligt. Da opstillingen jo arbejder helt ned til jævnspænding, kan man også foretage en kontrol af funktionen ved at lægge en jævnspænding på 0,707 V på HF-indgangen; så bør der være 10,0 V på udgangen. (Eventuel korrektion: se nedenfor).

Måleresultater

Til kontrol af opstillingen havde jeg til rådighed en signalgenerator Type 7100B og et HF-millivoltmeter URV 5 med probe fra Rhode & Schwarz Kreds-løbets linearitet målte jeg ved en frekvens på 15 MHz, fig.5. Ud af denne ses det at HF-indgangs signaler fra under 10 μ W og op til 10 mW kan måles med glimrende linearitet.

Herudover har jeg målt frekvensgangen sammenlignet med URV5, fig.6. Ved prøveeksemplaret holder afvigelsen sig under 1 % indtil 10 MHz og stiger så pga. A1s indgangskapacitet til 4 % op mod de 60 MHz (men holder sig altså tæt ved 1 % op til 30 MHz). Faktisk arbejder opstillingen op til frekvenser langt på den anden side af 500 MHz, men dog med

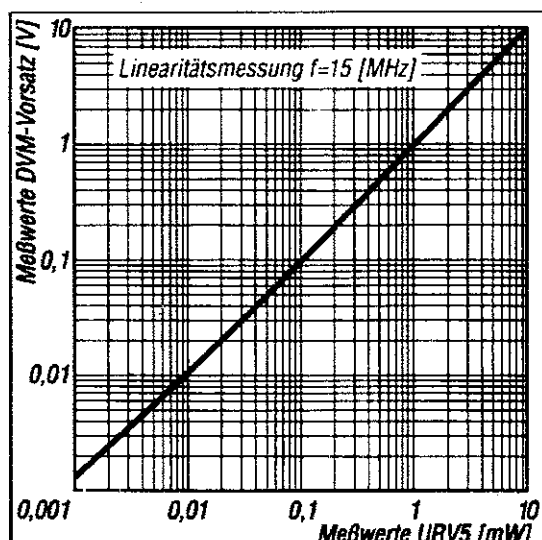


Fig 5: Milliwattforsatsen udviste denne linearitet ved 15 MHz; også mindre end 10 mW kan aflæses.

re et g... week-
Amat... s kon-
'6, og er oversat



entet
kasse.

- 10 %
+/- 40 mA
0 mW
N
Hz:

end 1 kOhm

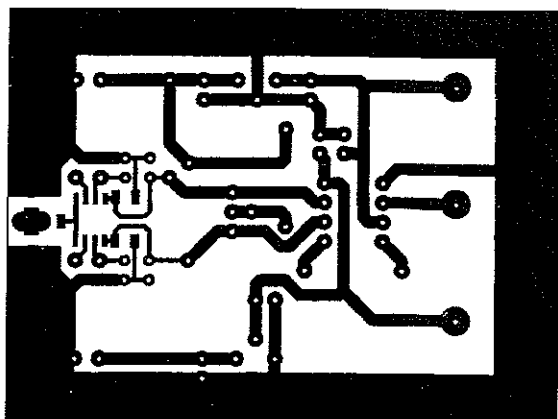


Fig. 2: Print-layout til HF-milliwatt forsatsen.

Opbygning og justering

Printpladen er 72 mm x 109 mm og passer dermed ind i en standard blikæske på 77 mm x 111 mm x 50 mm (fig. 4). Printets stel bør loddes til æskens side. Fig. 2 og 3 viser hvorledes printet kan beskæres til 54 mm x 73 mm, så det passer ind i en æske på 55 mm x 74 mm x 30 mm.

Alle borer foretages med et 0,8 mm diameter bor. På grund af deres bedre HF-egenskaber er A1, R1, R2, R3, C5 og C6 SMD-komponenter og er loddet fladt ned på printets kobberside.

Til HF-indgangen kan man bruge PL-, BNC-, N- eller SMA-konnektorer; lægger man vægt på præcision i målingerne, bør man vælge N eller SMA. Der er anvendt almindelige bananstik til strømforsyningen og udgangssignalet. Her er frit valg.

Når opbygningen er færdig og spændingen er tilsluttet uden problemer, slutter man et digitalvoltmeter til udgangen. Det bør vise mellem 10 og 100 mV, plus eller minus. Med multitørms-potmeteret RP1 skal denne værdi kunne formindskes til 0,1 mV.

Forbind et stykke tråd som hjælpeantenne til indgangssoklen, og anbring en HF-generator i nærhe-

Fig. 5: Milliwattforsatsen udviste denne linearitet ved 15 MHz; også mindre end 10 mW kan aflæses.

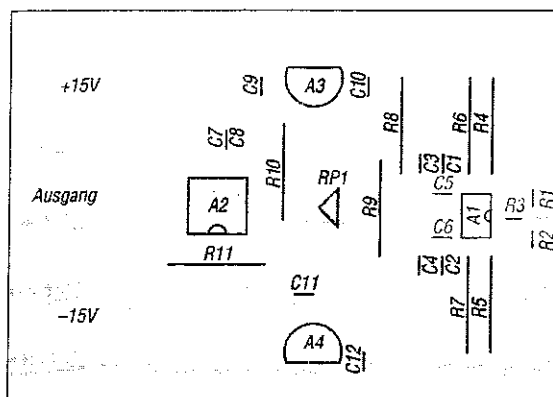


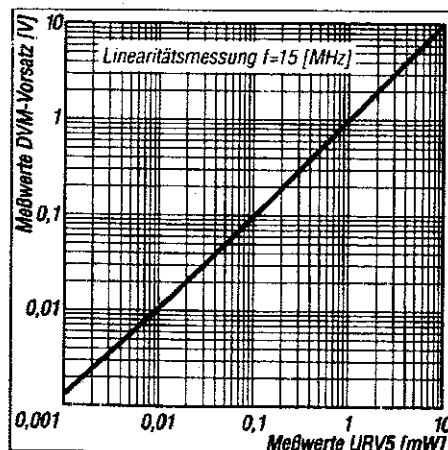
Fig. 3: Printets bestykningsdiagram. SMD-komponenterne loddes liggende til printbanesiden.

den, fx en håndstation, en trådløs telefon eller lignende, og nu skal udgangsspændingen stige tydeligt. Da opstillingen jo arbejder helt ned til jævnspænding, kan man også foretage en kontrol af funktionen ved at lægge en jævnspænding på 0,707 V på HF-indgangen; så bør der være 10,0 V på udgangen. (Eventuel korrektion: se nedenfor)

Måleresultater

Til kontrol af opstillingen havde jeg til rådighed en signalgenerator Type 7100B og et HF-millivoltmeter URV 5 med probe fra Rhode & Schwarz. Kredslobets linearitet målte jeg ved en frekvens på 15 MHz, fig. 5. Ud af denne ses det at HF-indgangssignaler fra under 10 μ W og op til 10 mW kan måles med glimrende linearitet.

Herudover har jeg målt frekvensgangen sammenlignet med URV5, fig. 6. Ved prøveeksemplaret holder afvigelsen sig under 1 % indtil 10 MHz og stiger så pga. A1s indgangskapacitet til 4 % op mod de 60 MHz (men holder sig altså tæt ved 1 % op til 30 MHz). Faktisk arbejder opstillingen op til frekvenser langt på den anden side af 500 MHz, men dog med



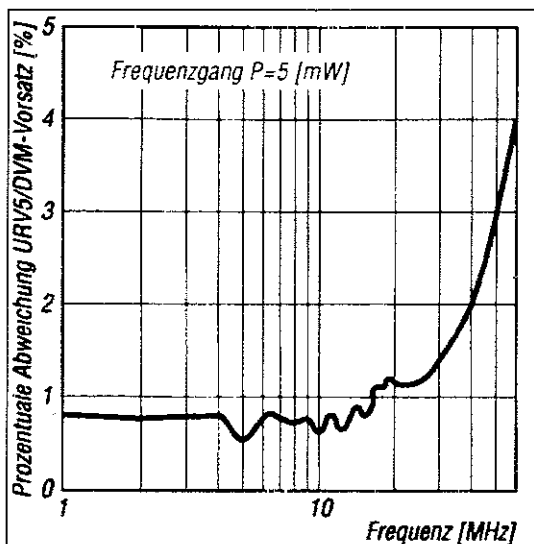


Fig. 6: Kredsløbets frekvensafhængighed ved et indgangsniveau på 5 mW i forhold til en URV 5

betydelig højere afvigelser som altså er stærkt frekvensafhængige.

Råder man over tilsvarende muligheder for at kalibrere, og fx vil foretage præcise målinger på en bestemt frekvens, kan man ved at ændre på værdien af R11 justere instrumentforstærkeren A2 - eller indstille til andre særlige formål. Med passende opbyggede dæmpningsled eller retningskoblere lader måleområdet sig udvide næsten vilkårligt opefter.

Afsluttende vil jeg gerne igen pege på, at nok tillader indgangen målinger fra 0 Hz, men til gengæld

kan DC-spændinger der overlejrer HF-indgangsspændingen føre til fejlmålinger, og ligeledes kan spændinger over 1 V skade instrumentets indgang.

Litteraturhenvisninger: (1) Analog Devices Amplifier Reference Manual 1992

(2) Analog Devices Special Linear Reference Manual 1992.

Rettelse

~~XXX~~
YYY

Så du røgen?

Det er ingen kunst at brænde kunstantennen fra OZ juli '97 s. 406 af, oplyser OZ5RM som nu er blevet klogere. Han er af importøren, Ole Skipper, blevet gjort opmærksom på, at man under ingen omstændigheder bør overskride den nominelle wattangivelse. Der er simpelthen ikke "masse" nok i selve modstanden til i allerførste omgang at optage mere end en begrænset effekt. Der vil gå lidt tid før varmen ledes ud til kølepladen, den er opspændt på - og da kan det let være for sent!

OZ5RM har været heldig med sin 60W modstand, men du bør bruge både seler og livrem og til f.eks. en 100W sender vælge næste størrelse modstand: 250W versionen. Den er såmænd ikke meget større eller dyrere.

Bredbåndsforstærker: En MAR i OZ august '97.

Jeg har med tak modtaget et par "skæverter" fra OZ7MA, Arne!

Side 449 er resultatet af udregning i eksemplet forkert. **Der står:**

582

Eksempel: Teflon: 0.8 mm x 2,90 = 1,2 mm printbanebredde.

Der skal stå:

Eksempel: Teflon: 0.8 mm x 2,90 = 2,32 mm printbanebredde.

Side 452 er formlen forkert. **Der står:**

$$L \text{ i } \mu\text{H} = \frac{0,159}{\text{Laveste frekvens i MHz}}$$

Der skal stå:

$$L \text{ i } \mu\text{H} = \frac{0,159 \times \text{impedansen i ohm}}{\text{Laveste frekvens i MHz}}$$

hvilket giver følgende resultat i eksemplet, hvor den laveste frekvens er 144 MHz:

$$L = \frac{0,159 \times 500}{144} = 0,55 \mu\text{H}$$

OZ5WK

OZ OKTOBER 1997