

En VMOS fet 60 watts HF-forsterker

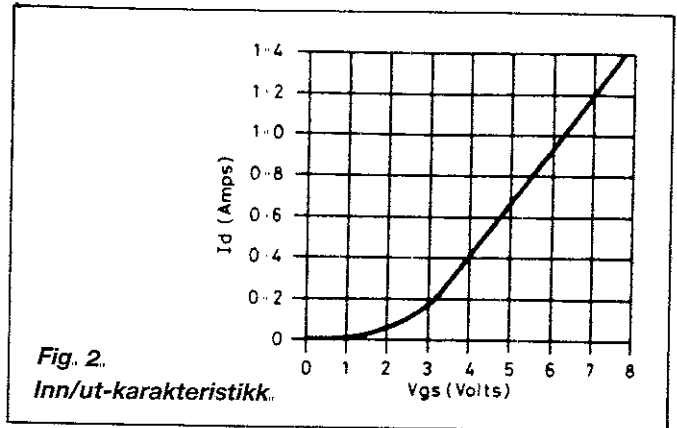
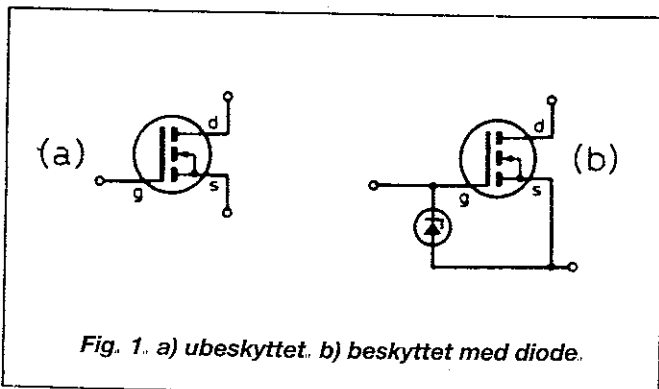
av C.F. Fletcher, G3DXZ

Denne beskrivelsen er oversatt fra det engelske amatørbladet Radio Communication, aug. -86. Forsterkeren er relativt rimelig å bygge. Den kan være passende som PA-trinn til en QRP-rig eller som en del av en hjemmebygget transceiver.

VMOS fet

VMOS fet av krafttypen, har vært på markedet en stund. Konstruktøren hadde som mål å bruke de rimelige utgangene av VMOS-typen. Der finnes både HF og switch-typer, hvorav sistnevnte er rimelig. Disse trenger relativt høyt inngangssignal, og har ellers høy utgangskapasitet. Typene som ble prøvd, var V90AA og VN8AF. Konstruktøren endte opp med VN90AA.

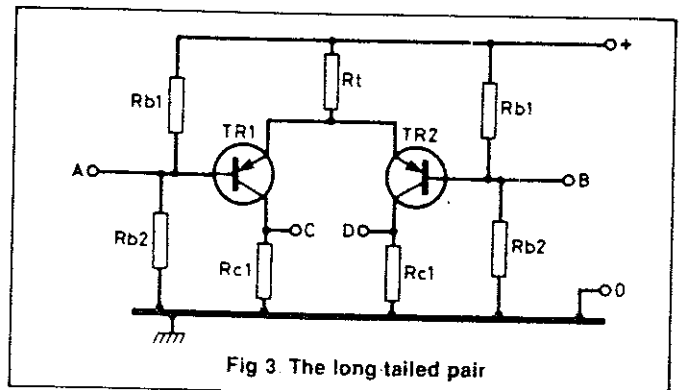
For dem som er flasket opp med radiorør, skulle en mosfet være det som kommer nærmest en kraftpentode. Fig. 1. viser de skjematiske symbolene for standardtypene med og uten en beskyttelsesdiode. Denne dioden sitter vanligvis i switch-typen. Inn/ut-karakteristikken er vist i fig. 2. Legg merke til at strømmen går når «gate» er positiv i forhold til «source». Null volt mellom «gate» og «source» stopper strømmen. Forfatteren sier at «gate» kan svinge negativt med inntil 0.3 volt for typer som har beskyttelsesdiode. Dette medfører at en ikke kan bruke vanlig avstemning eller transformator-koblede kretser for å drive en slik mosfet. Kretsen her er spesielt utviklet for å overkomme problemet. Et annet problem er at disse mosfets har en motstand på 2 ohm når de drives hardt. Dette reduserer deres effektivitet når en bruker lave spenninger. (2 ohm regnes for høyt når mosfet ikke tåler en høyere strøm enn 2 amp.) For å kunne få ut maksimum, er det nødvendig å bruke så høy spenning som mulig. Heldigvis er disse komponentene hardføre og kan brukes opp mot de maksimumsspenningene som fabrikanten oppgir.



Driv-kretsen

Driv-kretsen er basert på «long-tail» par. Fig. 3. viser prinsippskjemaet. Emittorene er koplet sammen og forspenningen bestemmes av Rb1 og Rb2. Spenningen over Rb1, emitter/basisspenningen = ca. 0,4 volt, finner vi igjen over Rt. Denne motstanden kalles for «tail»-motstand (motstanden danner en hale). Dersom basisspenningen er lik i A og B, vil strømmen gjennom Rt fordele seg likt på transistorene. Når det er balanse vil strømmene og spenningene ved C og D være like. Spenningsforskjell mellom A og B vil forstyrre balansen, og forårsake en forsterket forskjell mellom C og D. Dersom Rt ikke er for liten vil kretsen være veldig stabil. Derav kommer forresten navnet «long-tailed». Halen skal være «lang» (stor motstand).

Fig. 4. viser driv-kretsen. Her er brukt Darlington-kobling. Forsterkeren får liv når strømmen gjennom Rt blir slått på av TR2. Nøkkel-kretsen koples til jord. Strømmen her er 5 mA. TR1 etablerer forspenning for Darlingtonparet. RV1 skal settes slik at det produseres 3 v likespenning over R7 og R8 med RV2 justert til maksimum mot-



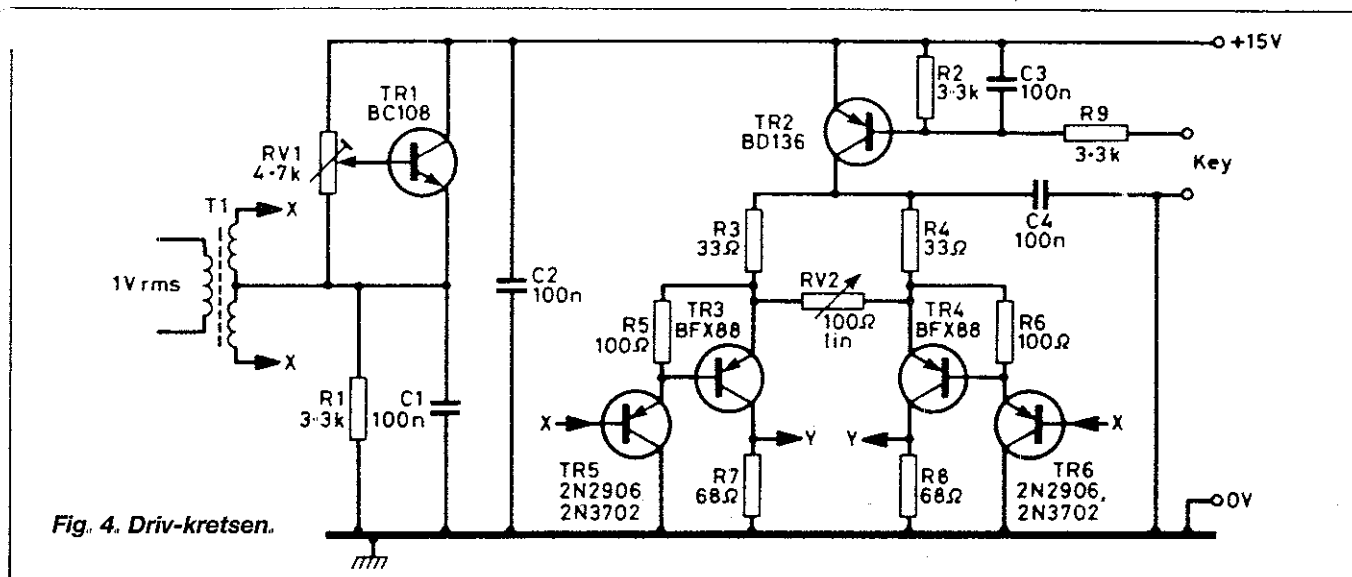


Fig. 4. Driv-kretsen.

and (minimum gain). Dette er en høvelig gate-spenning for VMOS. Utgangen blir drevet i klasse AB1, noe som burde fryde gamle rørmenn iflg. forfatteren. Den resulterende strøm burde være 500–600 mA. Posisjonen til HF drivkontrollen RV2, har liten effekt på DC-forholdene. HF-gainet blir påvirket slik: R3 og R4 er satt i emitterkretsen for med hensikt å redusere gainet. Når RV2 reduseres vil det etterhvert bli en økning i forsterkningen. HF-drivet blir tilført via T1 som er en tohulls ferritperle med viklinger på. Den midttappede sekundærvindingen, som vikles bifilært, produserer push-pull spenningen som long-tail paret trenger. Kilden er et enkeltfødete signal på 1 v RMS og med lav impedans (50 ohm). Tilført signal kan stå på hele tiden da forsterkeren er død når nøkkelen ikke trykkes ned. Denne siden av prosjektet er til stor hjelp når en bruker full QSK nøkling i DC-transceivere. Forsterkeren var opprinnelig laget for slikt formål.

Utgangsdelen (PA-trinnet)

For å kunne oppnå en tilført effekt på 60 w DC, må lasten på drain være omkring 16 ohm. Denne verdien kommer vi fram til med følgende betraktning:

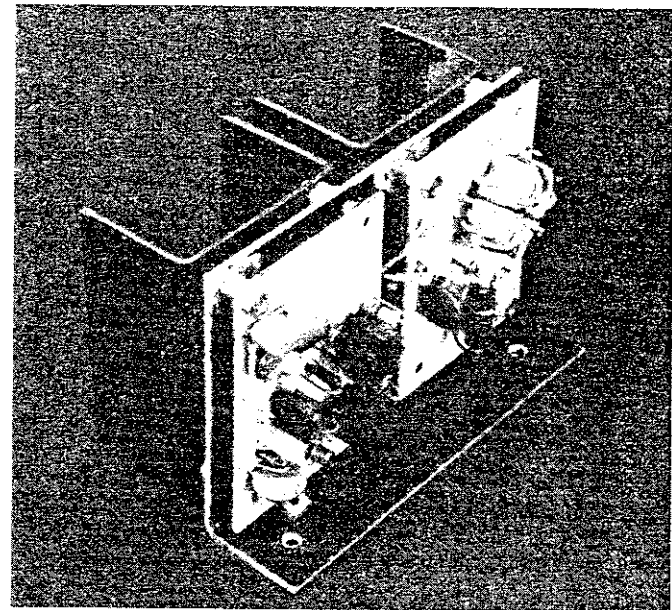
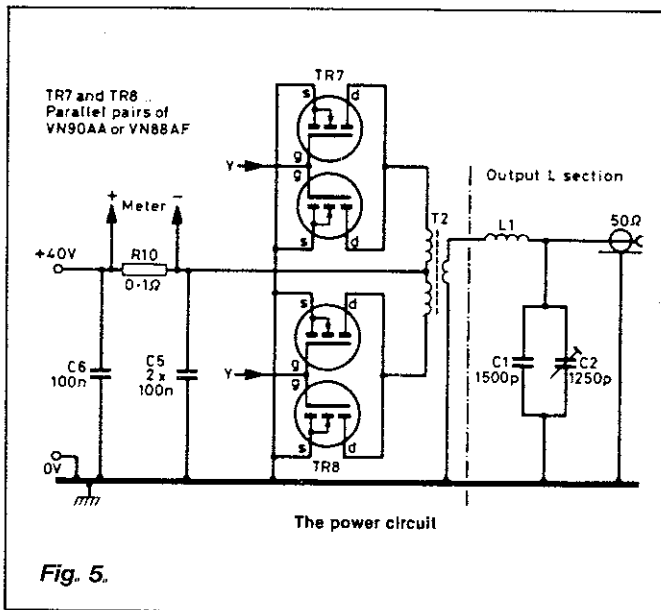
Anta en driftsspenning på 40 volt, og at drainspenningen ikke synker under 4 volt. Denne antagelse tillater en toppverdi på drainspenningen på 36 volt. Ved en tilført DC effekt på 60 w blir middelverdien på strømmen $60/40 = 1,5$ A og $1,414 \times 1,5 = 2,12$ A spiss verdi. (Gjelder for ren sinusformet signal.) Drainmotstanden skal altså droppe 36 volt ved 2,12 A. Det gir $36:2,12 = 17$ ohm. Avrunding til 16 er tillatt. I praksis kan du drive PA-trinnet hardt. Dersom signalet begynner å se ut som firkantspenning, vil tilført effekt kunne økes utover 60 w. Imidlertid vil dette medføre økning av uønsket harmonisk effekt. Som kjent skal du ta deg i vare for slikt da det medfører store muligheter for interferens.

Sammenkopling av VMOS og antennenetuner for å få til en god tilpasning kan gjøres på flere måter. To måter ble vurdert i forbindelse med prosjektet. Den ene var step-down og impedanstransformering, balansert til ubalansert og en L-tilpasning. Den andre var step-up med et såkalt elliptisk filter. Forfatteren viser til RAD COM feb. 1983 og RAD COM aug. 1984.

Forutsatt at en avstemning på 100 kHz er tilfredsstillende på 80 meteren, vil L-tilpasningen være den enkleste. Dersom du ønsker å kunne bruke hele båndet uten å avstemme, må du bruke elliptisk filter (dette må også brukes på 1,8 MHz). Eksempelvis vil for en CW sender på 3,5 til 3,6 MHz, L-varianten være ypperlig. Push-pull forsterkere i god balanse vil undertrykke like tall harmoniske (2–4–6), mens en må kontrollere 3, 5, 7 de o.s.v. på annen måte. En L-seksjon blir et effektivt filter når inn og ut-impedansene er markert forskjellige, d.v.s. når den effektive Q-verdi er høy. For å oppnå dette kan transformatoren T2 vikles som step-down fra 16 til 4 ohm. L-seksjonen høyner impedansen igjen til 50 ohm som jo passer for coax.

Forholdet 4 til 50 ohm gir en rimelig høy Q-verdi som fjerner de uønskede harmoniske. Forfatteren har ikke prøvd systemet med spektrumanalysatorer, men et oscilloskop som tester HF-signalet over en 50 ohms resistiv belastning, viser et bemerkelsesverdig rent signal. En annen god test er jo unektelig å kontrollere at du ikke forstyrrer verken naboens eller egen TV/FM-radio.

Forfatteren brukte en toroid-kjerne, type T106/2 på 80 meteren. Han sier ellers at på høyere frekvenser bør en bruke en balansert transformator. Han har ellers prøvd en rekke kjerner, hvorav mange virket. Det viser seg at VMOS fet er tolerant overfor trafokvaliteter i utgangen. Det eventuelle gale som skjer er at utgangseffekten blir lavere. Som forfatteren sier, kretsen gir store muligheter for eksperimenter.



The power amplifier, showing the separate input and output circuit boards.

Konstruksjonsdetaljer

Alle komponenter, unntagen fettransistorene, er montert på små plater. Du bør la det være igjen så mye kopper som mulig på platene og jorde dette. Forfatteren brukte to plater. En for komponentene for styringssiden og en for utgangstrafo og tilhørende deler. Som vanlig skiller inn- og utganger fra hverandre mest mulig, og alle tråder skal være kortest mulig. Husk at kretsen er balansert og da skal helst også komponentene legges ut mest mulig symmetrisk. Meter shunten R10 ble laget for å passe et tilgjengelig meter. Forfatteren brukte noen få vindinger med motstandstråd på en 22 ohms 2 watts motstand.

VMOsene monteres på separate varmeavledere, ca. 5 x 7,5 cm. Ved å bruke to avledere holdes kapasiteten over utgangstrafo nede og dette forbedrer frekvensgangen. Varmeavlederene monteres på støttebukker som er isolerte. Ellers er det å anbefale at varmeavlederene monteres på den ene siden av en aluminiumsplate og at kretsplatene monteres på den andre. Se bildene.

På denne måten oppnår en god skjerming mellom inn- og utgang.

Spolene i L-seksjonen ble laget av 1,5 mm plastisolert kopperledning (nettledning). Justering av induktiviteten gjøres ved å strekke spolen. Du kan ellers bruke mica trimmekondensatorer.

Ellers skal du merke deg at 40 watt HF-energi forårsaker ganske høye strømmer i kretsene. 40 watt i 4 ohm gir 3,5 A. HF går jo i overflaten på ledningene og det er derfor nødvendig å bruke tykk tråd.

Kraftforsyning

Du bør ha en stabilisert spenning som også er overspenningsbeskyttet. Dette er særlig viktig når du driver nær grensen for hva VMOS tåler. Se fig. 6.

PA styringskrets trenger 15 volt. Bruk en 7815 regulator her. Inngangsspenningen på denne må være minst 18 volt. Se ellers artikkelen Kraftforsyninger i Bullen nr. 9 40 volts forsyningen er en regulatorkrets som bruker 15 volt som referanse. TR2 gir beskyttelse (strømsperre) og RV1 setter grensen for maksimum strøm som kan trekkes. Utgangsspenningen reguleres av RV2. Forfatteren oppgir ellers at en varmeavleder med finner på 2 grader/watt, er nok til at både 7815 og BD-transistorene kan monteres på samme avleder (kjøleflate). TR5 kan sløyfes dersom du bare har behov for en utgangseffekt på 40 watt.

Redaktøren håper ellers at dersom noen bygger denne konstruksjon, så får han tilbakemelding om resultatet. Helst i form av uttalelser om effektiviteten, om det var lett å få til og gjerne fotos, tegninger med andre planløsninger. Redaktøren tar svært gjerne imot artikler om andre typer utgangstrinn. Utgangspunktet må være at konstruksjonene er forholdsvis enkle slik at flere kan bli stimulert til å våge å gå i gang med loddebolten.

-7GF

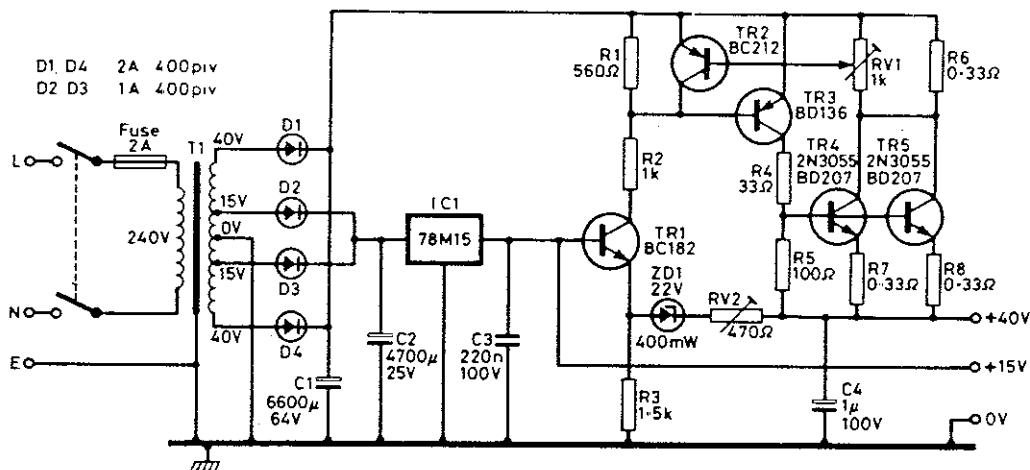


Fig. 6. Kraftforsyningen.

Components list

POWER AMPLIFIER

R1,2,9	3-3KΩ 0.25W
R3,4	33Ω 0.25W
R5,6	100Ω 0.25W
R7,8	68Ω 0.5W
R10	0.1Ω 1W (resistance wire wound on 2W resistor)
RV1	4.7kΩ skeleton preset
RV2	100Ω linear
C1,2,3,4,6	100nF 63V disc ceramic
C5	2 x 100nF 63V disc ceramic in parallel
T1	0.5 by 0.5 by 0.25in twin-hole bead. Pri 25t, sec 20-0-20t bifilar wound
T2	1 by 0.5in ferrite ring core. See text. Pri 20-0-20t 18swg bifilar wound and distributed around core, sec 10t 18swg distributed
TR1	BC108
TR2	BD136
TR3,4	BFX88
TR	2N2906 or 2N3703
TR7,8	Parallel pairs VN90AA or VN88AF

POWER UNIT

C1	6,600µF 64V
C2	4,700µF 25V
C3	220nF 100V
C4	1µF 100V
D1,4	2A 400 pIV
D2,3	1A 400 pIV
R1	560 0.25W
R2	1kΩ 0.25W
R3	1.5kΩ 0.25W
R4	33Ω 0.25W
R5	100Ω 0.25W
R6,7,8	0.33Ω 2W
RV1	1kΩ skeleton preset
RV2	470 skeleton preset
IC1	78M15
T1	40-0-40, tapped 15-0-15, 3A
TR1	BC182
TR2	BC212
TR3	BD136
TR4,5	2N3055 or BD207
ZD1	22V 400 mW zener diode

OUTPUT L SECTION

L1	wound in 1.5mm plastic insulated mains wiring cable
3-5 L1	5t 1in dia close-wound
C1	1,5000 pF silvered mica 250V
C2	1,250pF mica compression trimmer

Husk på bladet ditt! Har ikke du noe teknisk stoff som du kan dele med andre? Det trenger ikke være avansert nødvendigvis. Send ditt bidrag snarest!