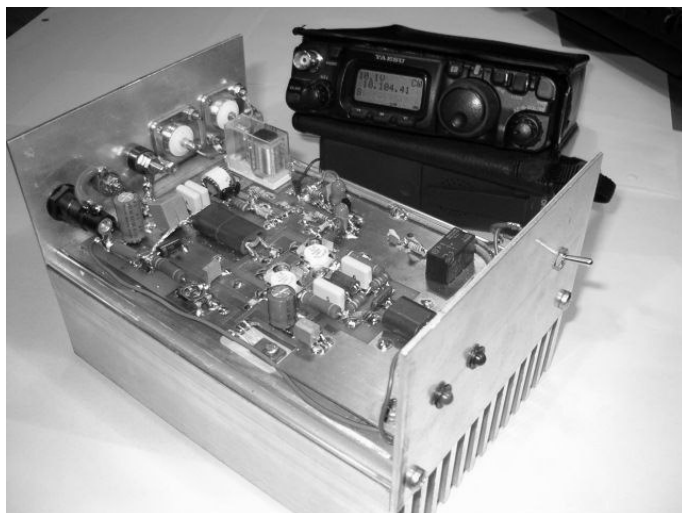


QRP Booster

Af OZ1JTE, Thomas Gosvig. 2750 Ballerup.



QRP Booster med Yaesu FT-817 i baggrunden.

Behovet.

Med udbredelsen af Yaesus lille rejseradio FT-817 blandt EDR Ballerups medlemmer, opstod der samtidig et ønske om at hæve effekten fra de ca. 5w stationen sender, til en mere robust effekt, når man enten var nået frem til sommerhuset eller hotelværelset, og jeg begyndte derfor at se lidt på om opgaven kunne løses inden for økonomiske og mekaniske forsvarlige rammer.

Konkurrencen er jo benhård når det gælder små PA-trin der netop henvender sig til qrp stationer og walkie-talkier med en udgangseffekt på omkring de 5 Watt.

Derfor ville dette projekt aldrig kunne blive en rigtig konkurrent til et købe PA-trin, hvis ikke vi kunne finde en del i skufferne, og ved at undskylde det med at vi ville lære en masse af det, og bygge noget der var mere robust, samtidig med at vi faktisk ville kunne bruge trinnet til noget bagefter, så gik vi i gang med at samle en lille gruppe interesserede medlemmer og så ellers kaste os ud i det.

Designkrav.

Designkravene var lidt uklare til at starte med, men vi måtte jo bestemme os for et eller andet. Da vi ikke ønskede et maraton projekt der aldrig blev færdig, så var det vigtigt at opstille nogen krav som kunne indfries.

Vi blev hurtig enige om at der helst skulle bruges 13,8v, da man næsten altid har det til stede i nærheden af hvor der også er en radio. Ikke nogen optimal spænding at bygge PA-trin med, men andre kan jo, så vi burde vel også kunne. Da det jo skulle være et bredbåndstrin som skulle kunne dække som min. amatørbandene i HF området og meget gerne 6m med hvis dette kunne lade sig gøre, så skulle vi på et tidspunkt også tage ønsket om et efterfølgende lavpas filter op. En gennemgang af andre fabriks fremstillede bredbåndstrin til HF viser en skræmmende tendens til at gå endog meget på kompromis med dette behov. Amatørbygget trin tager heldigvis dette punkt mere seriøst. Vi vaklede lidt, og da dette samtidig var et projekt der også skulle bruges for uøvede til at lære lidt om PA byggeri, så gjorde vi det til en option uden for selve PA-printet, da vi så i første omgang kunne koncentrere os om selve PA-modulet.

Vi valgte at bygge et push-pull trin som med matchede transistorer har en rigtig god dæmpning af lige harmoniske, og hvis udgangstrafoen samtidig bliver udført korrekt så nedtonede det derfor kravene til nogen meget skrappe filter.

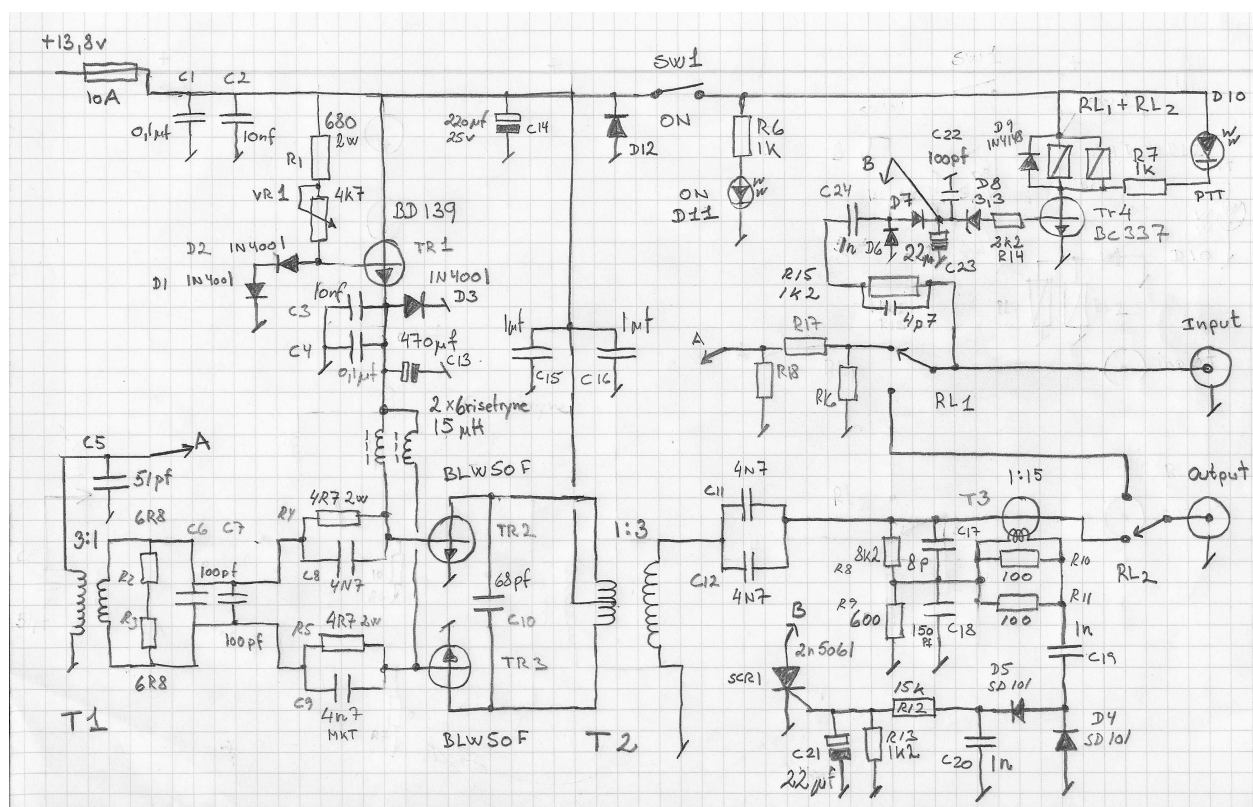
Udover push-pull blev vi enige om at målet var ca. 50Watt, da dette var inden for rækkevidde. Med et enkelt push-pull trin, skulle vi altså finde nogen transistorer med et gain på minimum 12db, da der så også var plads til lidt tab i regnestykket.

Da en portabel station tit bliver brugt i samarbejde med en kummerlig antenne lagt i den nærmeste tagrende, så blev vi enige om at supplere trinnet med en form for SWR beskyttelse.

Komponentvalg.

Som ved alle andre projekter af denne art, så starter man med at kikke i skuffen og se hvad man kan bruge. Da vi godt vidste at selve PA transistorerne ville blive de dyreste enkelt komponenter, så var fristelsen for stor da jeg fandt en lille håndfuld BLW50F transistorer. Valget faldt på disse, og selvom dette er 50V transistorer, så blev vi enige om at det skulle prøves. Den største forskel i designet af 12v typer er at der sidder flere transistorchips parallelt inden i transistor huset, og vil derfor have lavere "on" modstand når der skal trækkes strøm igennem transistoren, og denne værdi bliver så af mindre betydning. En stor fordel da der jo går virkelig store strømme ved høj effekt og 12v forsyningsspænding.

Da vi ikke skulle køre vores transistorer helt ud til grænsen, mente vi at der nok skulle kunne drives nok strøm igennem dem til at kunne leverer vores ønsket 50W.



Da bias kredsløbet skulle designes valgte vi et lidt enklere og til tider kritiseret biaskredsløb end mange måske ville gøre. Mest af den årsag at dette har virket fint her mange gange før. Den fine udgave kan findes omtalt i Litt. 1, hvis man ønsker at bruge denne i stedet. Der er plads på printet til nemt at kunne indføre de lidt flere komponenter.

D1 og D2 holder TR1's base i et fast greb omkring de 1,2-1,4v bestemt af strømmen igennem VR1, og efter spændingsfaldet over TR1's basis emitter strækning, vil den efterfølgende emitter spænding ende op med bias spændingen 0,6-0,7v som igen vil kunne drive vores udgangstransistor TR2 og TR3 til klasse AB, og derved sikre os at trinnet kører lineært. D3 sidder som beskyttelse imod bias fejl, og vil sikre os mod en katastrofe hvis TR1 pga. en defekt forsøger at hæve spændingen til mere end 0,7 volt. Lidt fråds med strømforbruget, men en god forsikring at have på sine udgangstransistorer.

Selve signal vejen er via antenne relæet ind i en attenuator, hvor vi har mulighed for at kunne tilpasse til vores styresenders effekt. Derefter løber signalet ind i vores indgangs transformator T1. T1 skal tilpasse vores 50ohm til transistorernes lave indgangsimpedans. T1 har et vindingsforhold på 3:1 og dermed impedansforholdet 9:1 som vi mener er meget godt ramt til at transformere de 50 ohm ned til den impedans som T1 kikker ud i, og som er estimeret til ca. 5-6 ohm. T1 er viklet på 1 stk. af samme type grisetryne der er omtalt under udgangstransformatoren.

R2 og R3 giver en stabiliserende virkning, da de vil ses som $9 \times 13,6 = 122 \text{ohm}$ henover primær af T1, og sikre samtidig et fornuftigt SWR ind i trinnet.

C5, C6+C7 er frekvenskompenseringen af T1, og man vil med fordel kunne eksperimentere lidt med disse værdier for at få en bredbåndet trafo, dog med hensyntagen til om 50Mhz er et ønske i designet. For store værdier her vil påvirke 6m negativt.

R4,R5,C8, og C9 er også frekvenskompenserende, men her mere for at imødegå transistorernes gain kurve op igennem frekvensspektrummet. Dette er i øvrigt meget gain villige transistor. Databladet siger typisk 18db's gain.

Udgangstransformator.

Dette er komponenten som kan få mange til at ryste på hænderne, men med "OZ"'s temahæfte fra 1991 "Bredbånd HF PA trin" Litt 2, så skulle vi nok have rystet det meste af magien ud af denne komponent. I øvrigt er Temahæftet et rigtig godt sted at starte.

Med et fornuftigt valg af ferritmateriale, og i øvrigt mekanisk passende, så burde det være en opgave hvor alle kan være med.

Vi har valgt 2 "Grisetryner" eller "2-huls kerner" som vi har sat i serie for at få lidt mere ferritmateriale at transformere på. Disse havde vi en del af, så valget faldt naturligt på disse. Vores kerner måler ca. 14x14mm og 2 i forlængelse af hinanden bliver derfor ca. 28x14mm. Man kunne også sagtens her vælge andre former for kerner. F.eks. flere sammensatte ringe(toroider) , eller evt. 2stk. rør(cylinderkerner).

En finger på kernen under fuld last burde hurtigt afsløre om kernen er stor nok, da den vil varme op hvis der mangler ferritmateriale. Denne effekt er mest udpræget på lavere frekvenser.

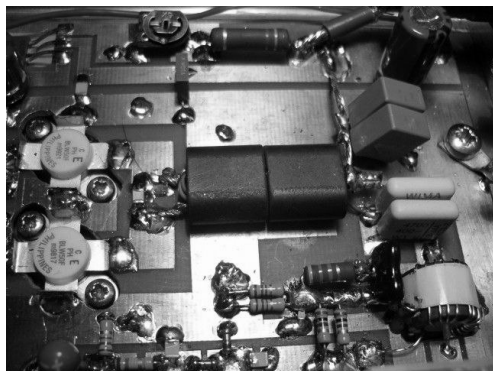
Det førnævnte Temahæfte hjælper også med at finde egnet ferritmateriale. Ferroperms Permax 54 cylinderformet rørkerner ville være meget fine til vores formål.

Selve viklingsforholdet er også her valgt til 1:3, da de ønsket 50Watt ved 13,8 volt forsyningsspænding, burde give en Rcc (kollekt til kollekt impedans) på $2 \times (13,8 - V_{sat} \times 13,8 - V_{sat}) / 50 = 5,6 \text{ ohm}$. V_{sat} på transistorerne er her estimeret til 2v.

Dette omsætningsforhold burde så transformere de 5,6 ohm op til vores 50ohm.

C10, C11 og C12 er som tidligere også her med, for at gøre udgangstransformatoren mere bredbåndet.

Viklemetoden er ens for hhv. indgangs og udgangstrafo. 1 vikling på den lav impedanset side, og 3 viklinger på den høj impedanset side. Den ene vikling som mere er et "U" vikles med litze eller tæt flettet skærm fra et multikabel i passende dimension, og hvis man så åbner denne strømpe op, vil man indvendigt i strømpen kunne vikle de 3 viklinger med noget varmebestandigt wrap tråd, teflontråd eller lign. Så er man garanteret den tætte kopling imellem viklingerne, som er vigtig i disse trafoer.



Udgangstrafo og SWR bro

SWR broen og antenneskift.

SWR broen og antenneskiftet er en tilrettet kopi af OZ7TA Jørgens SWR beskyttelse som blev præsenteret sammen med hans 29Mhz Pa-trin fra OZ nr. 9 1990. Litt. 3.

Jeg henviser til dette nummer af OZ for en mere detaljeret gennemgang af de enkelte komponenter.

Kort fortalt vil et højt SWR få trinnet til at koble ud, når en forudbestemt værdi overskrides.

Værdien kan tilpasses med R13. PTT skal herefter slippes for at trinnet kommer til live igen.

Antenneskiftet er lavet som en "vox". Dvs. vi snuser lidt til indgangen på trinnet, og er der styring på, så genereres en spænding der vil få Tr4 til at trække og derved taste trinnet. C23 vil holde trinnet tastet et passende stykke tid efter at styresignalet er forsvundet. Dette kræves for at undgå relæerne står og klapper ved SSB modulation.

Printet.

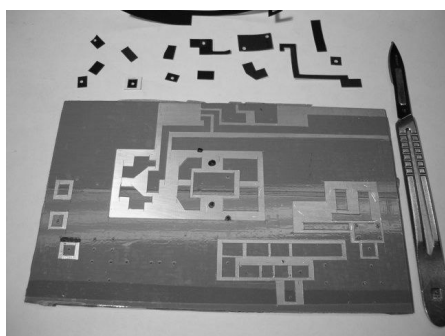
Selve printet jeg har lavet er lidt af en hybrid. En metode som jeg lærte af min gode kollega Søren OZ1CXR. Ikke en pralende metode, men en metode som egner sig udmærket til denne slags opgaver. Komponenterne bliver lagt ud på et stykke ternet papir, og så tegner man felter op til de forskellige forbindelser. Komponenterne vil så komme til at sidde ovenpå kobberbanerne i stil med SMD montering.

Når skitsen så er tegnet op, laver man et passende stykke print som man dækker fuldstændigt med en god tynd tape. Gerne den brune brede fra posthuset. Herefter klister man sin skitse ovenpå printet og efter man så lige har markeret alle huller til undersiden op, så begynder man ellers at skære alle baner og felter op med en skarp skalpel. Til sidst skulle man så gerne stå tilbage med et print hvor man nemt kan fjerne alt tape fra de steder der skal ende med borttætset kobber, og man er så klar til at smide det i sin jernklorid eller lign.

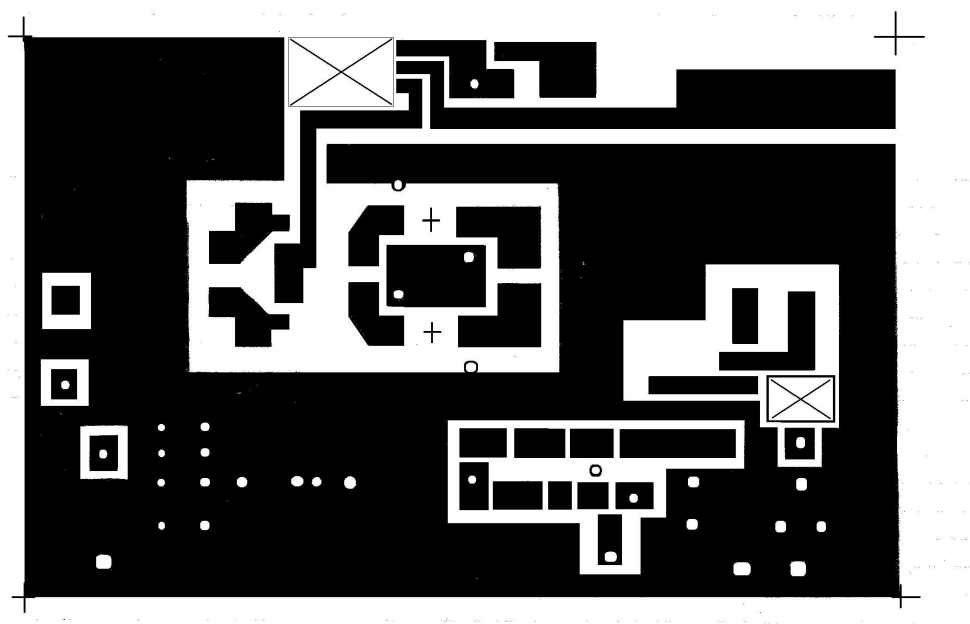
En metode der ikke tager lang tid, og ikke behøver speciale remedier. Man kunne sikkert godt lave film af tegningerne, men pas på, da undersiden mere er vist som en guide til hvordan banerne evt. kunne tegnes op med en tusch, og jeg er ikke sikker på at den er 100% mål fast i forhold til oversiden. Undersiden kan derfor som sagt nemmest tegnes op i hånden med en kombination af tape og tusch. Printet bør måle 10,2 x 16cm.

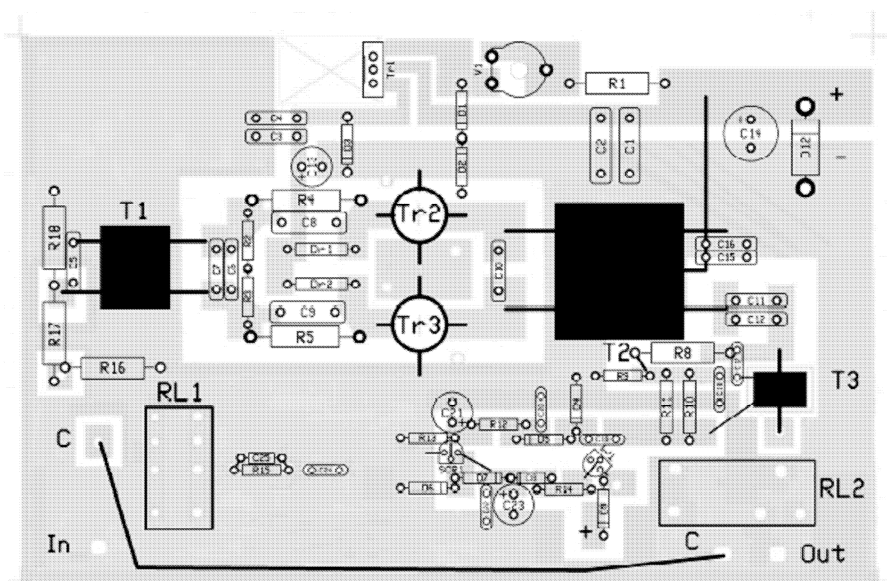
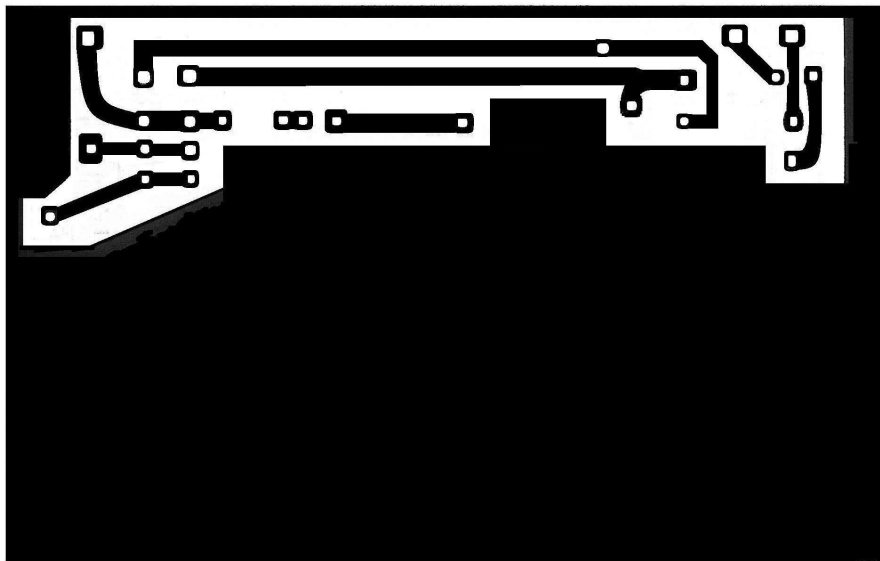
Når printet er færdigætset fjernes lidt kobber rundt om de gennemgående huller på oversidens stelplan. Dette gøres nemt i hånden med et skarpt 6-7mm bor. Herefter bores og files ud til udgangstransistorerne samt Tr1 og T3. Husk at rejfe kanten rundt om T3, da vi ikke skal have stelplanet til at skære i tråden. Hullerne til udgangstransistorerne kan bores op med hhv. et 13mm og et 7mm bor, og så er det nemt at file resten. De 13mm sikre at der er plads til en større transistor hvis man ønsker at eksperimentere med dette.

Da det er meget vigtigt at have et godt stelplan overalt, bores der ca. 10stk. 1mm huller i stelplanet rundt om udgangstransistorerne for at kunne skabe en god kontakt imellem oversidens og undersidens stelplan, ved hjælp af små stykker tråd. Husk også en der hvor Tr2 og Tr3's emittere mødes på midten.



Print klar til ætsebad





Montering.

Monteringen burde ikke volde de store problemer. Husk et lille stykke coaxkabel, til at forbinde de 2 relæers "bypass" funktion. Punkterne er markeret med et C.

Dioderne D1 og D2 skal have god termisk kontakt med udgangstransistorerne, og monteres derfor nedenunder printet på en måde så de ligger ned til køleklodsens, så tæt på Tr2 som muligt. Lidt kølepasta sikre god termisk kontakt. C15 og C16 monteres tæt på midtpunktet af T2's primærvikling. De loddes direkte på litzen og ned til stel. Her monteres også 13,8v forsyningen evt. igennem en ferrit cylinderkerne, men det sidste er ikke nødvendigt.

Punkterne markeret med et kryds som er filet væk giver plads til hhv. Tr1 og T3. T3 skal ikke ned og røre kølepladen, men mere sænkes lidt ned i printet for at sikre en kort signal vej igennem kernen. Husk et stykke tråd igennem kernen, som udgør primærsiden af transformatoren T3. Evt.

kan inder leder med dialektrikum fra et coax kabel bruges, da der så sikres en god placering i kernen. Lidt silicone klister holder kernen på plads.

Det hele monteres på en passende køleprofil, der evt. kan indgå som bunden af hele kassen. Husk at gøre plads til et lavpas filter, hvis du vil være flink imod dine medamatører. Dette kan monteres hen over trinnet.

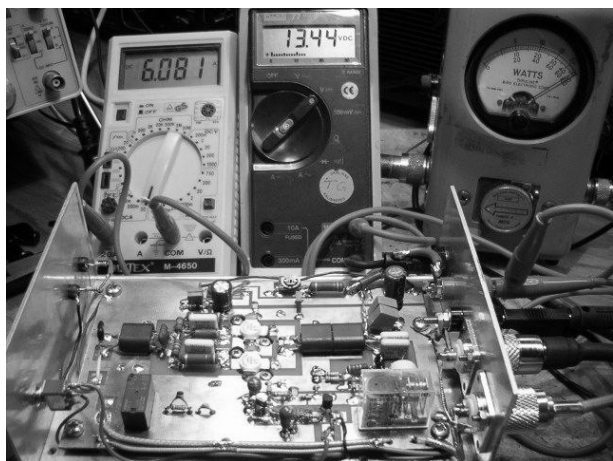
Justering og opstart.

Når alt er monteret og checket, så er det tid til at starte trinnet op. Lige inden udgangstransistorerne monteres testes trinnet med spænding på, og især bias spændingen checkes ved at se reguleringen på Vr1 kan variere biasspændingen imellem ca. 0,5-0,75 volt. Efter montering af udgangs transistorerne kan Vr1 endeligt justeres til en hvilestrøm på omkring 50-60mA per transistor.

Evt. kan kollekt benet på Tr4 stilles for at få en sikker tastning af trinnet under justering med styring på. På dette sted kan efter samme princip også indføres PTT styring fra stationen hvis dette ønskes.

Ved små udstyringer af trinnet behøves ingen attenuator indskudt mellem styresender og PA, men er effekten over 5w skal du indsætte en attenuator som der også er gjort plads til på printet. Uden attenuator kortsluttes de 2 loddepunkter hvor R17 skulle placeres. Med et par watt skulle du nu allerede have et output på omkring 20Watt. Som ved alle denne slags projekter må der lidt forsøg til for at pine de sidste dyrebare db'er ud. Der kan eksperimenteres lidt med C5, C6, C7 og C10 for at opnå den bedste kombination af gain og bedst båndbredde på trinnet.

Der skal muligvis også eksperimenteres lidt med værdierne på R9 og C18 for at SWR broen giver minimum ud ved 50 Ohm. I en dummyload kan man med et potentiometer placeret på R9's plads finde minimum ud af broen målt som en DC på katoden af D5. Denne justering fortages ved den laveste frekvens, og på samme måde findes et minimum justeret på C18 ved den højeste frekvens. Herefter kan de 2 trimmere så erstattes af faste værdier. Der er ca. 0,5v ud af vores SWR bro når den er justeret til min.



Færdigsamlet PA under test

Variationer.

Som før nævnt er det viste diagram her i vores tilfælde med 50v transistorer og pga. den meget lave spænding er de både lidt dovne og meget rolige. Ingen tegn på ustabilitet eller andre uønsket tendenser.

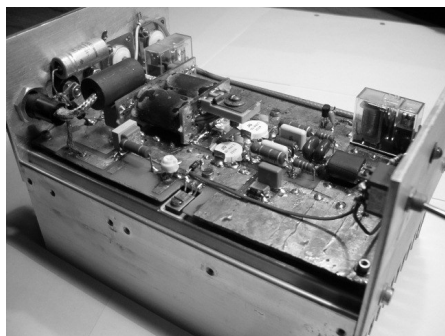
Det har vist sig at den energi der er i 2 Watts styring ikke giver meget spænding fra sig i HF snuser kredsløbet til at taste relæerne, og derfor blev D8 kortsluttet, og giver nu mulighed for at taste

sikkert ned til meget små udstyrings niveauer. Der blev yderligere sat en 4,7pF hen over R15 for at frekvenskompenserer HF snuser kredsløbet.

Der er dog masser af muligheder for at eksperimentere med mange andre typer af transistorer uden at skulle ændre meget. Højere spændinger er også en mulighed hvis man lige tænker over de små ændringer der skal indføres for at relæer og relæskifte elektronikken virker.

Selve HF afdelingen er der ikke nogen ændringer ved udover at transformatorerne med fordel kan vikles i et andet forhold hvis dette passer bedre.

Trinnet her er også forsøgt bygget med 2 stk. MRF421 / SD1487 som er rigtige 12volts typer i 100Watts klassen. Med en udgangstrafo lavet af permax 54 cylinderkerner og i forholdet 1:5 giver dette trin snildt 180W fra sig. Her er indgangsrelæet dog også erstattet af et med samme data som udgangsrelæet, da trinnet for at skulle give 180W fra sig kræver et input på ca. 20W.



180w PA variant

Efterskrift.

Nåede vi så vores mål ? Tja, vi fik lært at bygge PA trin og nåede vores 10dB gain i HF området. Lidt mindre på 6m, men stadig fint nok til at konkluderer at ved lidt omhyggelig opbygning kan trinnet også snildt bruges på 6m. I HF området giver 5w input ca. 50W out. På 6m giver samme input ca. 35W.

Uden lavpasfilter monteret kan SWR beskyttelsen virke lidt hysterisk ved nogen kombinationer af antenner, men dette skyldes at harmoniske fra trinnet de fleste gange vil se ind i en dårlig impedans og dette vil SWR broen jo også registrerer som dårligt SWR, så her må igen opfordres til at forsyne trinnet med et Lavpas filter, for at få bedste performance på systemet.

Men vi er glade for vores trin og ikke en eneste PA transistor er brændt af endnu.

Stykliste:

Komponent	Værdi	Bemærkninger
R1	680 Ohm	0,5 watt
R2, R3	6,8 Ohm	2 watt
R4, R5	4,7 Ohm	2 watt
R6, R7	1,0 Kohm	1/3 Watt
R8	8,2 Kohm	2 watt
R9	600 Ohm	(2x1200) 1/3 watt
R10, R11	100 Ohm	1/3 watt
R12	15 Kohm	1/3 watt
R13, R15	1,2 Kohm	1/3 watt
R14	2,2 Kohm	1/3 watt+4,7pF.
R16, R17, R18.	Valgfri	Attenuator
Vr1	4,7 Kohm	Potmeter
C1, C4	0,1 uF	

C2, C3	10 nF	
C5	51pF	Mica
C6, C7	100pF	Mica (evt. 1x220pf)
C8, C9		
C11, C12	4,7nF	MKT
C10	68pF	Mica
C13	470uF	Elektrolyt 6,3v
C14	220uF	Elektrolyt 25v
C15, C16	1uF	MKT
C17	8pF	Mica
C18	100pF	
C19,		
C20, C24	1nF	
C21	22uF	Elektrolyt 6,3v
C22	100pF	
C23	22uF	Elektrolyt 12v
C25	4,7pf	

D1, D2,		
D3	1N4007	
D4, D5,		
D6, D7	SD101	Shottkey
D8	Z 3,3/0 Ohm	3,3v zener. Se tekst.
D9	1n4148	
D10,D11	Lysdiode	Rød, Grøn.
D12	1N6277	Kraftig diode.

SCR1	2N5061	SCR
------	--------	-----

Tr1	BD139	
Tr2, Tr3	BLW50F	
Tr4	BC337	

RL 1	12v/0.2A	Omron dip relæ 2 oms.
RL 2	12v	?

Dr1, Dr2	15uH	Grisetryne
----------	------	------------

T1	3:1	Se tekst
T2	1:3	Se tekst
T3	1:15	Strømtransformator. Primær er signalvejen, Sekundær 15 vindinger Tråd: Cul 0,25mm Kerne: Ferroperm Permax 59, 11x6,5x8mm

Litteraturliste:

- Litt.1 : Bias til transistor PA. Af OZ2ELA, September 1998.
- Litt.2 : Teknisk Temahæfte nr. 1, Bredbånds HF PA-trin med transistorer. Af OZ7TA, OZ 1991.
- Litt.3 : 60w PA-trin til 29MHz FM. Af OZ7TA, September 1990.

