

160 W slutsteg för 144 – 146 MHz

Ulf Bergström, SM6GXV
Lundegrensgratan 19 I
434 00 KUNGSBACKA

Denna artikel beskriver beggandet av ett högeffektsslutsteg för 144 – 146 MHz. 160 W RF FM/CW.

Mig veterligt har aldrig en så hög uteffekt förkommit som hemmabyggt på VHF. Beskrivningen är i original hämtad från en application note, utgiven av det amerikanska företaget CTC. Den har dock omarbetats litet och kompletterats en del.

Slutsteget arbetar i klass C, dvs det är inte lämpat för SSB-drift men går att bygga om /komplettera för linjärdrift.

Den konstruktionslösning som valts har flera fördelar framför andra t ex att den är bredbandeg. Har man en gång trimmat in den vilket göres med två trimkondensatorer och två fasta vilka flyttas, täcker den hela 2 M bandet. Den har ett ganska litet antal komponenter vilket gör kostnaden kronor/Watt liten. Vidare ingår endast tre RF transistorer. Konfigurationen och effektnivåer enligt figur 1.

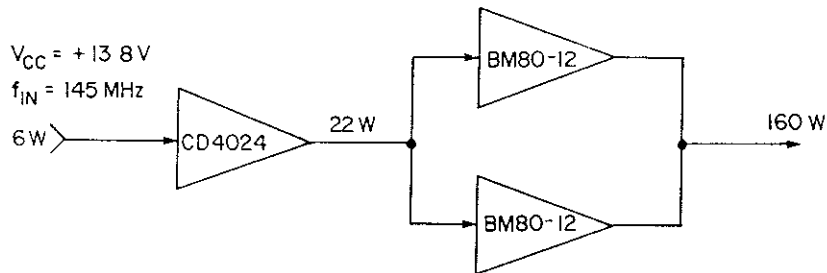
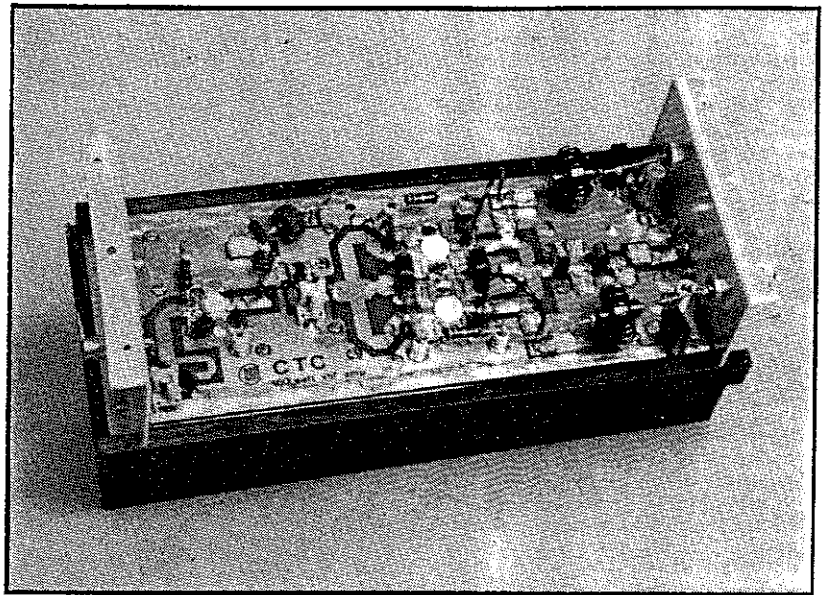


Fig. 1

Sluttransistorerna, BM 80 – 12 har enligt CTC fullständig tålighet mot mismatch vid maximal uteffekt och högsta tänkbara matningsspänning 15.5 V.

Ineffekten är kopplad till basen på drivtransistorn (CD 4024) via en bredbandig rostripline. För att uppnå bredbandighet och låga kretsförluster gäller det att hålla det be-

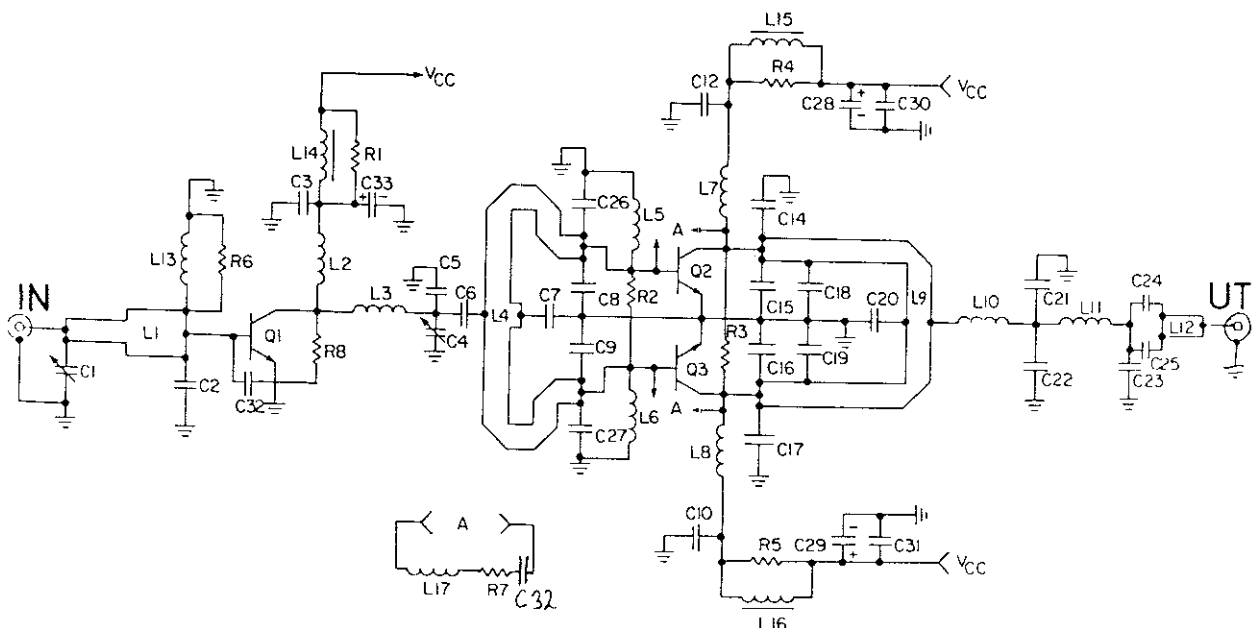
lastade Q-värdet lågt (vid drift). Q på 1–5 är inte ovanliga här. Taktiken att hålla Q lågt är utmärkande för hela konstruktionen, som inte är svår, vare sig att bygga eller att trimma. Från CD4024:an kopplas effekten vidare till en effektdeelningspunkt där ca. 11 W matas till varje sluttransistor. Från kollektorerna på sluttransistorerna kopplas effekten på samma sätt till en effektkombineringspunkt och efter det till ett nät som transformerar upp

impedansen till 50 ohm. Över sluttransistorernas elektroder ligger dessutom motstånd som balanserar ut eventuella tendenser till Push-Pull självsvängningar. Dessutom är DC-matningen separat med både HF- och LF-avkoppling för sluttransistorerna.

Flera spolar gjordes diskreta för att kunna ändras om steget skall modifieras till annat band, exempelvis marinbandet 175 MHz.

Slutsteget är uppbyggt på ett dubbelsidigt PCB om 100x240 mm. Tjockleken är 0.062 tum = 1.6 mm. Materialet är G10 vilket har en dielektricitetskonstant omkring 5.8.

Förlustfaktorn angives till 0.045. Kopparens tjocklek = 35 my. Det är naturligtvis idiotiskt att rabbla alla dessa siffror, men jag har inte lyckats få tag på en europeisk benämning för G10. Antagligen duger vilket glasfiberlaminat som helst med $t = 1.6$ mm. Kylflänsen är det enda jag har haft problem med att få tag på. 160 W är en stor effekt, och även om man räknar med en verkningsgrad om 55–60 % så tag till i överkant med 200



W i dissipation. Glöm allt idiotsnack om dutycycle. Räkna alltid med kontinuerlig drift. Vad händer om du exempelvis skulle få häng i mikrofon-tangenten ett par timmar?

Det räcker inte med att en kylfläns är stor. den måste vara tjock också. Mer om det senare.

Innan några komponenter monteras skall alla hål märkta med små ringar borrar upp. Runt kanterna på transistorhålen emitterar och kretskortskanternas ovan och undersidor skall tunna kopparbleck lödas. Se Fig. 2

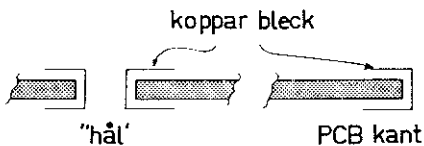


Fig. 2

När detta är gjort skall man fräsa av de ytor som är omedelbart under hålen för transistorerna se fig. 3.

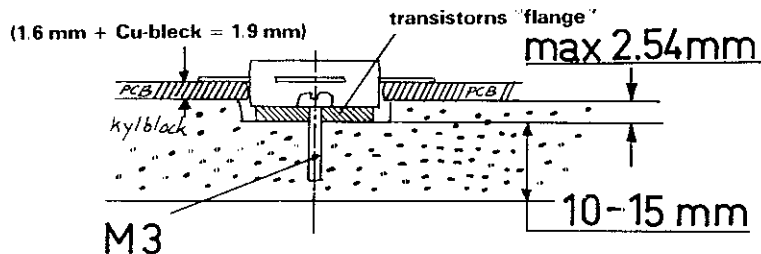


Fig. 3

Detta för att alla transistorernas anslutningsbleck skall vara i plan med kretskortet. I en första konstruktion frästes inte hålen upp. utan anslutningsblecken veks ner. Funktionen uteblev helt. Avståndet för transistorernas emitteranslutningar mellan kapsel och kretskort får ej vara mer än 1 mm. DETTA ÄR KRITISKT!! Vidare fräses hål upp för de fem lödtornen bredvid transistorerna. Som ett alternativ kan man använda distanser i form av amerikanska muttrar eller dylikt. Då skall man placera ut dem under hela kortet.

Ytan under transistorerna skall vara ABSOLUT flat. Väljes fräsmetoden enl ovan, så kör försiktigt. Applicera sedan en LITEN mängd kiselfett under varje transistor. Kiselfettet skall vara av oxidtyp. exempelvis General Electric Insula Grease. Montera sedan enligt följande:

1. Lägg ner kretskortet på kylflänsen och skruva fast det.
2. Lägg dit och skruva fast RF-transistorerna, OBS: C8, C26, C9, C27, C14, C15, C16, C17, C2 skall EJ vara monterade. Detta göres efter det att transistorerna är ditlödda.
3. Vänta 5 minuter och drag åt skruvarna ytterligare. Det tar nämligen en stund för fetttet att flyta ut.
4. Löd fort och ordentligt fast transistorerna. OBS vingarna i plan med kortet! Använd en stadig pjäs, och löd snabbt.
5. Löd fast kondensatorerna i punkt 2, och ohmmät varje gång för att kontrollera att ingen kortslutning har uppstått. Observera att polariteten är rättvänd så att inte transistorerna lurar dig.
6. Övriga komponenter kan du antingen ha lött tidigare, eller också gör du det nu.

När alla komponenter är monterade och kortslutningstestade är det dags att trimma steget. Det är mycket lätt, och man behöver inte vara rädd för att misslyckas om man är noggrann.

Har man en typisk 10 W transceiver typ TS700 eller IC211 som man kan variera uteffekten på är det rätt bra. Det är dock lätt att i all hast vrida åt fel håll och därmed ge steget för mycket kräm. Dessutom accepterar t. ex. inte IC211E att köras i mismatch utan börjar protestera i form av chipp (Uteffekten står och huggar) Vi konstruerar därför en dämpsats på 2,5 dB. se fig. 4.

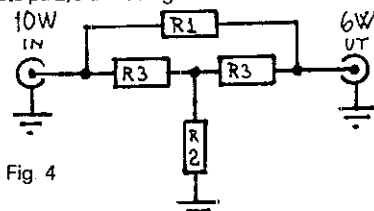


Fig. 4

R1 = ohm. R2 9 150 ohm R3 = 52 ohm.

Efter som 4 W skall kylas bort, parallellkopplas en massa kol-motstånd. Värdet och effekter blir en hemuppgift! Montering sker lämpligen i en liten låda med BNC-kontakter.

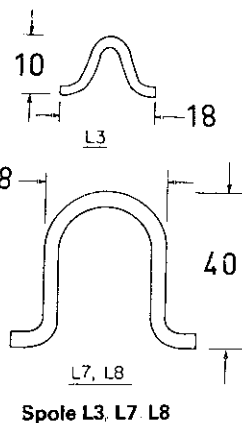
Koppla sedan enligt fig. 5.

Kontrollera alla skruvar och lödningar. Inte minst avståndet mellan emitterar och PCB.

Med mer än eller lika med 50%, anslut SWR-metern/Effekt-metern till ingången och trimma C1 för lägsta reflektion. Trimma återigen C4 och C1 och bygget är klart. Vägar du, så stoppa in 6W och avläs uteffekten. Kom ihåg att televerket lyssnar.

Så ett par ord om kylfläns. Det är viktigt inte bara att kylflänsen är stor, utan även att den är tjock. De värmspridande fenorna måste vara tillräckligt tjocka för att värmen skall kunna nå ända ut. På en yta av ca 2 kvcm skall 80 W kylas/transistor.

Flänsen bör därför vara minst 10–15 mm tjock. Jag har inte lyckats finna någon, varför tips på leverantör mottages tacksamt. Den termiska resistansen skall vara max 0,5° C/W vid 25° C lufttemp. Steget har möjlighet till 200 W RF ut men då är fläckkyllning ett måste.



Spole L3, L7, L8

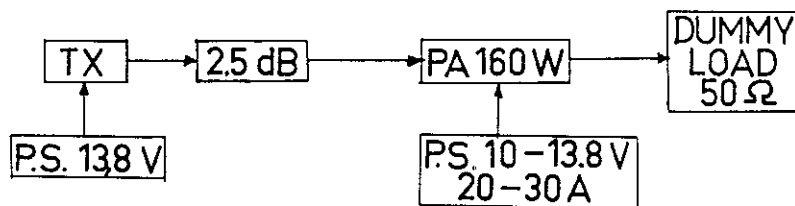


Fig. 5

Försök att använda separata nätagg. Man vet aldrig när ett nätagg är RF-känsligt. Varning utfärdas bl. a. till alla som är försedda med kretsen 723.

Om nätagget är känsligt märks det på att spänningen varierar mer än den borde vid drift. Den kan sjunka, men också stiga, något som är mycket oönskat och dyrt.

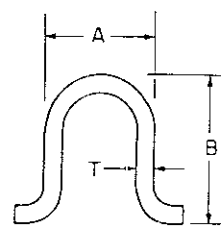
Som 20A agg kan man använda ett bilbatteri, men då man bör starta en trimning vid lägre spänning, förslagsvis 10 V. bör bilbatteriet ha uttag därför.

Trimningen tillgår så att man först ställer in c:a 1 W i driveffekt. Då trimmar man först för max uteffekt C1 och C4. C18 och C19 skall då vara monterade enligt komponentplaceringssritningen. Om uteffekt finnes kan så matningsspänningen höjas till 12.5 V som är den spänning vid vilken steget är dimensionerat. Trimma nu utgångskretsarna genom att parallellt flytta C18 och C19 utefter kortet. Detta är kritiskt på ett par mm när trimma på verkningsgrad vilken skall uppgå till 50% eller mer. för alla frekvenser inom 2M-bandet.

Om man inte kommer upp i dessa värden vid full ineffekt (6W) och max uteffekt, utan t. ex 40 %, skall man utan pålagd RF känna med pek och långfingret på sluttransistorerna. Dessa skall vara lika varma. Uppfyller inte detta krav är det troligen felaktig montering.

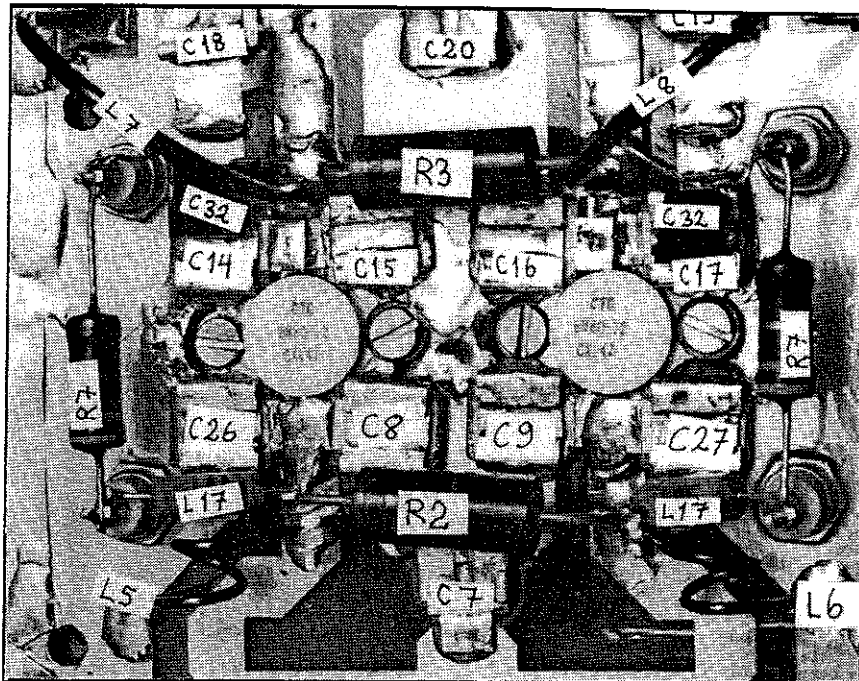
	L10	L11
A	7.6	7.6
B	10.2	16.0
T	0.8	0.8
R	6.4	6.4

R = BREDD



L10, L11

Spole L10, L11
Alla mått i mm



Komponentlista

- C1 5-45 pF Arco C4103/OX eller ekv
- C2 200 pF MICA = C20
- C3 1000 pF MICA = C10, C12
- C4 = C1
- C5 68 pF MICA
- C6 750 pF Dropp MICA = C24, C25
- C7 100 pF MICA
- C8 300 pF MICA = C9, C14, C15, C16, C17, C26, C27
- C18 250 pF MICA = C19
- C21 47 pF MICA = C22
- C23 33 pF MICA
- C28 50 uF/50 V DC Tantallyt = C29
- C30 0,1 uF Keramisk skiv = C31
- C32 10 nF Keramisk skiv. = C34
- C33 1 uF/50 V DC Tantallyt

Alla Mica fabr UNELCO J-101 utom C6, C24 och C25

- L2 3 varv $\phi = 1,6$ mm 6,3 mm diameter avst. mellan varven = 1,6 mm
- L3 se spolfiguren $\phi = 1,6$ mm
- L5 1,5 varv $\phi = 1,3$ mm 6,3 mm diameter (se figur) = L6
- L7 se spolfiguren = L8
- L10 se spolfiguren
- L11 -
- L13 3 varv $\phi = 1,0$ mm lindade på R6
- L14 Ferritkärna 13 varv $\phi = 1,0$ mm på Indiana General F627-8 QI
- L15 Ferritkärna 14 varv $\phi = 1,6$ mm på Indiana General F624-19 QI
- L16 = L15
- L17 0,1 uH RF drossel
- R1 15 ohm/0,5 W9 = R6
- R2 15 ohm/2W = R3
- R4 15 ohm/1W = R5
- R7 82 ohm/2W
- R8 47 ohm/0,5W

Samtliga motstånd massamotstånd kol

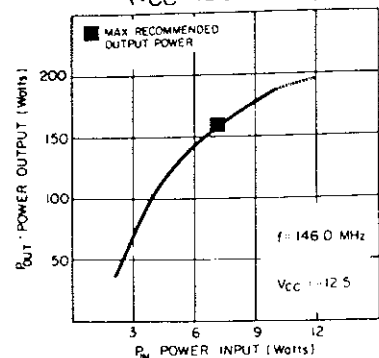
- Q1 CTC CD 4024
- Q2 CTC BM 80-12 = Q3

Om intresset visar sig stort, kommer Amateur Electronic Supply att tillhandahålla komponenter. Ju större intresse, desto billigare blir det. I vart fall under 100 kr om man har litet prylar i junk-boxen. Speciellt MICA kondensatorerna, fabrikat UNELCO är svåra att få tag på De föres i Sverige av Walmore Electronics i Vällingby. tfn 08 / 38 01 30.

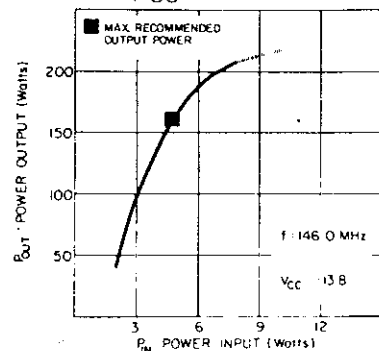
Ferriterna finnes hos AES tfn. 0300 / 423 61 eller 126 56. Ingen svensk representant för dessa

Transistorerna föres av Varian AB i Solna men finnes också hos AES. Som i alla fall blir elektronikkomponenter billigare ju fler man köper, så ett sådant här slutsteg blir ett idealiskt "klubb-samköps-projekt". Slutligen visas här nedan utdrag av data uppmätta hos fabrikanter. Labprototypen hade inga problem att uppfylla kraven.

TYPICAL POWER PERFORMANCE
($V_{CC} = 12,5$ VOLTS)



TYPICAL POWER PERFORMANCE
($V_{CC} = 13,8$ VOLTS)



Kretskortet är som nämnts i storleken 100x240 mm. Kretskort och komponentplacering skulle ta två hela QTC-sidor om de tas in i naturlig storlek. I stället kommer att framställas skalenliga figurblad som erhålles mot insändande av ett frankerat och adresserat kuvert till QTC Red.

