

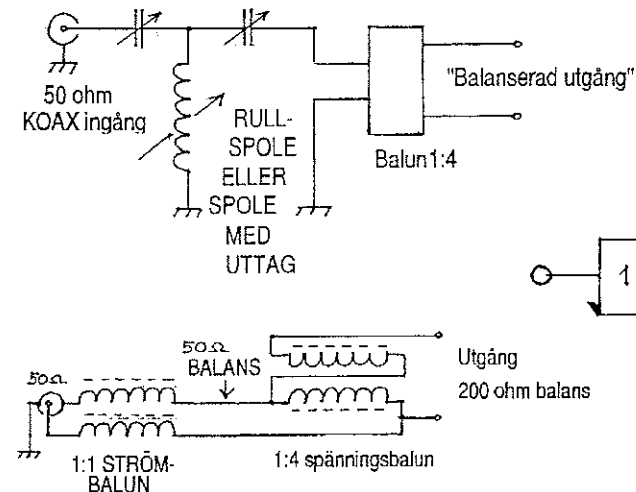
Antenn-tuners

Under de senaste femton åren har färdiga "antenna-tuners" blivit en vanlig tillsatsutrustning hos sändareamatörer. Anledningen är uppenbar; de transistoriserade HF-transceivrarerna har gjort sitt intåg på marknaden för gott och är utrustade med bredbandiga slutsteg som fordrar laster som ligger i närheten av 50 ohm. Eftersom impedansen i matarledningens nedre ända oftast avviker från detta värde har tunern blivit ett "måste", i synnerhet när man vill använda samma antenn för flera band.

INKOPPLING AV BALUNER

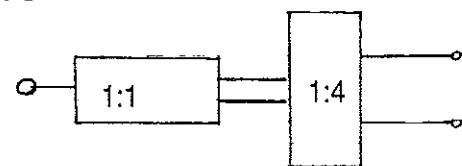
Som en finesse innehåller tunern ofta en 1:4 spänningsbalun på utgången för att kunna mata och stämma av en balanserad matarledning, vanligen en öppen stege eller 300/150 ohm kabel.

figur 1.



Två seriekopplade baluner i "Tandem".

Örtsättningen symboliserade som figuren här under:



Enligt min mening är det en tvivelaktig metod att koppla antennfiltret till matarledningen via en baluntransformator.

En balun lindad på en ferritkärna är en bredbandstransformator - men den fungerar endast som transformator när såväl omsättning som ingångs- och utgångsimpedanser stämmer någotsånär med förutsättningarna för balunens design. T ex bestäms varvantalet hos lindningarna bl a av belastningsimpedansen och den maximala effekt som ska passera balunen.

Vanligen är baluner utförda för att transformera 50:200 ohm eller 75:300 ohm för en resistiv last (omsättningsstal 1:2 räknat i

Av Bengt Lundgren, SM6APQ
Herred 1735,
430 33 FJÄRÅS
Tel/Fax 0340-652111

kommer balunens kärna säkert att mättas långt innan sändaren lämnar full effekt.

På nästa band - 7 MHz - blir det inte mycket bättre. Här kommer radiatorn i helresonans - den är två halvvågor i fas - och matningsimpedansen blir hög - låt oss säga 3000 ohm. Eftersom matarledningen på detta band utgör ungefär en elektrisk halvvåg, kommer matningsimpedansen 3000 ohm att upprepa sig i matningsändan hos stegen och förhållandet blir ungefär lika ogynnsamt som i föregående exempel.

Om vi försöker förlänga matarledningen för att ta oss ur problemet, låt oss säga med 5 meter vilket motsvarar 1/8 våglängd på 7 MHz, så kommer vi att få ca 175 ohm resistiv last och 500 ohm kapacitiv (negativ) reaktans i matningsändan - vi "snurrar" ett kvarts

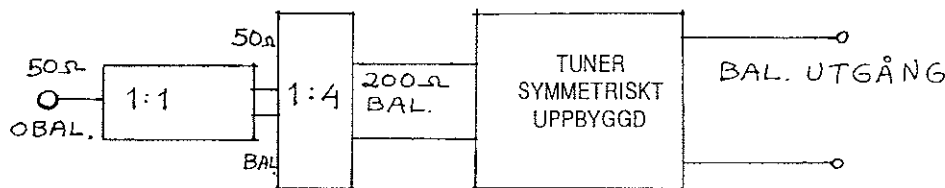
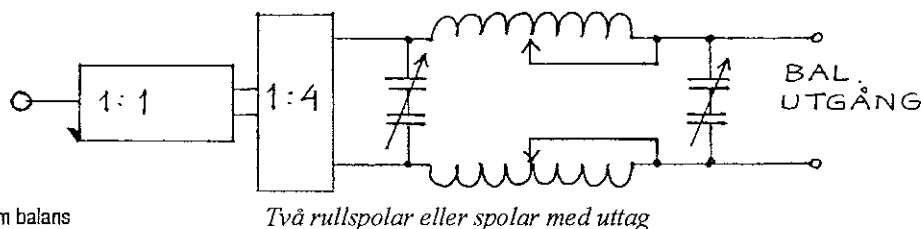


Fig 3. Balanserad tuner. Princip och block-schema

Fig 4. Balanserad tuner. Dubbelt PI-filter



Två rullspolar eller spolar med uttag

spänning). Om matningsändan av matarledningen visar upp en impedans som avviker från de förutsättningarna, t ex om impedansen är mycket hög eller låg och/eller starkt reaktiv, kan inte balunen arbeta som den ska och då ökar risken för att toroidkärnan ska mättas. När detta händer kan en avsevärd del av sändareffekten gå till balunkärnan istället och resultatet blir då att balunen överhettas och kan skadas permanent.

En avstämd matarledning kan ha mycket höga eller låga impedanser i sin nederända oavsett vilken karakteristisk impedans (Z_0) ledningen än har.

Vi tar ett exempel: antag att vi har en 2 x 20 m mittmatad dipol som matas med en öppen stege med 500 ohms impedans som är 20 m lång. Dipolen har en matningsimpedans på ca 60 ohm på 3.5 MHz-bandet. Då kommer matarledningen, som är omkring en kvarts våglängd, att transformera detta värde till ca 4000 ohm i matningsändan. En balun som från början är avsedd att transformera 200 ohm till 50 ohm ska nu "ta hand om" 4000 ohm och eventuellt omvandla till fjärdedelen, 1000 ohm. Försöker man med detta

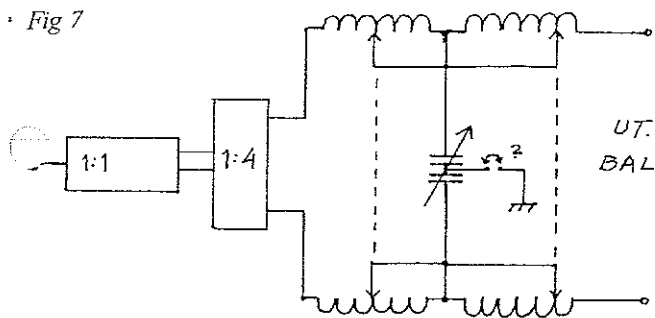
varv i Smithdiagrammet. Balunen är fortfarande kraftigt missanpassad eftersom den ser en starkt kapacitiv last och ferritkärnan kommer att bli mättad om man "drar på" effekt.

Många moderna transceivers har gudske-lov skyddskretsar för högt SVF och begränsar automatiskt uteffekten när belastningen är starkt missanpassad.

På övriga amatörfband, inklusive WARC-banden, får man på samma sätt impedanser i matningsändan som varierar från ett tiotal ohm upp till flera kiloohm. Sannolikheten att balunen ska få en chans att arbeta riktigt är inte så stor.

Förutom att en balun placerad på tunerns utgång har dålig verkningsgrad (hög förluster) när impedanserna avviker från vad balunen är avsedd för, finns det risk för att obalans kommer att uppträda efter balunen, särskilt när matarledningsändan uppvisar en hög impedans. Som förut nämnt är det inte ovanligt med flera tusen ohm, och då blir även små strökapacitanser viktiga. Bli inte förvånad om du mäter matarledningsströmmar efter balunen som skiljer sig åt 50%!

Fig 7



För den som bara har plats för en enda antenn och har valt "mittmatad med öppen stege" kan det vara mödan värt att lägga ner lite eftertanke och komponenter på en rejäl tuner som överför sändareffekten med minsta möjliga förluster till ett matningssystem som är korrekt balanserat.

Figur 7 visar en annan intressant variation där avstämningen huvudsakligen sker med två omkopplare som varierar induktansen "symmetriskt" i fyra spolar.

minimeras måste två huvudvillkor uppfyllas:

- a) avståndet mellan trådarna ska vara mindre än en hundradels våglängd. 10 cm eller mindre duger fint för hela HF-området.
- b) feederströmmarna ska vara lika.

Det är därför lämpligt att kontrollera balansen på matarledningen. Figur 7 avbildar flera sätt att göra detta. Var misstänksam! Inget hindrar att man mäter med alla metoderna. Figur 8A visar RF-ampereometrar eller skallampor som bör indikera samma värde. Minska effekten vid behov för att få lagom utslag eller ljusstyrka. Man kan i enklaste fall använda en glimlampa som ska tända vid ungefär samma avstånd vid bägge ledarna - denna metod är dock inte särskilt noggrann.

Fig 8B visar användning av två skallampor (samma spännings- och effektmärkning) som är seriekopplade. Vid jordning av mittpunkten ska lamporna fortsätta att lysa med samma ljusstyrka. Vid koppling enligt 8C får skal-

Figur 7B visar en sista variation på en balanserad tuner. Den observante läsaren ser säkert att spolar och kondensatorer är kopplade som ett dubbel pi-filter induktivt matat från en linkspole. Observera att L2 och L3 skall lindas åt samma håll dvs spolarna skall betraktas som *en spole med mittpunkten "uppbruten"* och kopplad till en av splitstatorkondensatorerna. LI kan givetvis utföras som två spolar precis som i figur 6.

Till slut några ord om öppna matarledningar. För att strålningen från en matarledning ska

lampan inte visa tendens till att lysa när mittpunkten på motståndet via lampan kopplas till jord.

Med metoder enligt 8B och 8C kan även tunerns eller en enskild baluns balans undersökas utan att matarledningen är ansluten.

Sammanfattning:

1) Det är olämpligt att installera en 1:4 balun på utgången av en obalanserad tuner för att mata en balanserad stege. Balunen till en antenn-tuner ska istället placeras på tunerns ingång. Det är en klok åtgärd och det kostar inte mycket att också använda en strömbalun i serie med en spänningsbalun.

2) En SVF-meter inkopplad mellan sändare och tuner kan och kommer att indikera perfekt anpassning, trots att en balun inkopplad mellan tuner och matarledning i vissa fall "stjäln effekt" och förorsakar olika strömmar (oönskad strålning).

3) Eftersträva god symmetri hos antennsystemet. Även om antennen är symmetriskt uppbyggd kan det hända att den ena halvan kopplar till ledande föremål i närheten - hänggränor, stuprör, andra trådar och luftledningar osv. Svåra obalanser av detta slag kan man inte klara av genom att ge sig på antenn-tunern.

4) Sträva efter att konstruera själva tunern med bästa möjliga symmetri. Det kan vara lämpligt att låta samtliga komponenter som ingår i tunern "flyta" i förhållande till jord (eller chassie).

5) Använd variabla kondensatorer med så stor variation som möjligt. Det är fördelaktigt att bygga tunern med gangade eller splitstator-kondensatorer och vid behov parallellkoppla sektioner för att erhålla högre kapacitans på lägre frekvenser.

6) Låna gärna hem en tuner av någon närboende amatör, helst någon som har den klassiska "Viking Matchbox". Jämför de feederströmmar du får från ditt eget hembygge med den lånade tunern. Prova på alla frekvensband som du avser att använda. Kom ihåg att fältstyrkan du producerar hos motstationen är direkt proportionell mot feederströmmen.

Lycka till med experiment och bygge!

SM6APQ/Bengt

Fig 7B

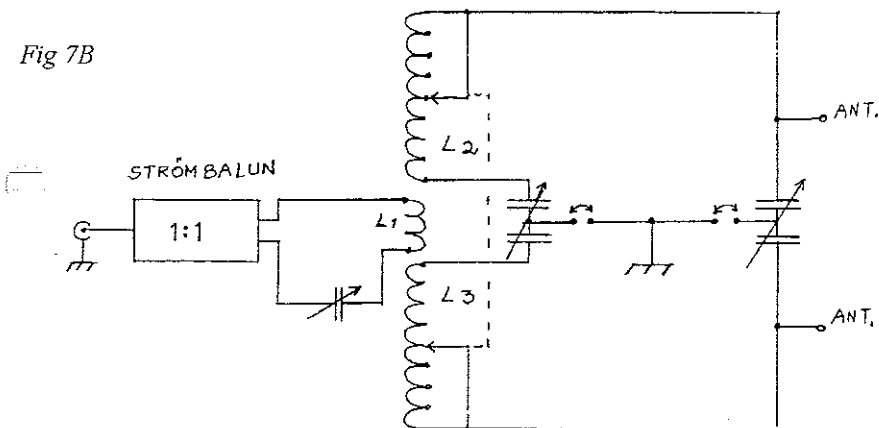


Fig 8. Kontroll av balans

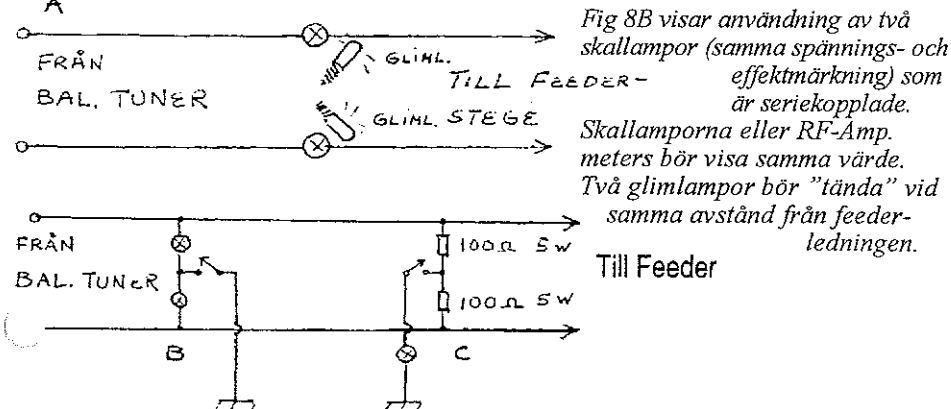
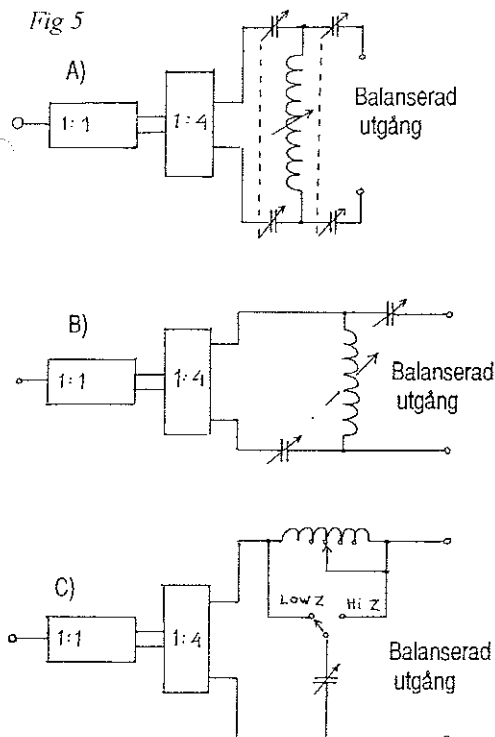


Fig 8B visar användning av två skallampor (samma spännings- och effektmärkning) som är seriekopplade. Skallamporna eller RF-Amp. meters bör visa samma värde. Två glimlampor bör "tända" vid samma avstånd från feederledningen.

Referenser:

- The 1988 ARRL Handbook, Chapter 34-19
- Communications Quarterly (Winter 1995) page 27-32

Fig 5



Med så stor skillnad mellan strömmarna i matarledningens trådar, uppträder den som en antenn och då inträffar det som vi minst av allt önskar: ledningarna från sändaren strålar hela vägen och det induceras RF-spänningar i matarledningar till närbelägna TV-antennor och i högtalar- och nätanslutningar till annan hemelektronik och kraftiga HF-fält kan uppstå i huset/shacket vilket ger kaos i modem, telefoner och annan känslig kringutrustning.

Likasa kan obalans i matarledningen förstöra prestanda hos en riktantenn vid mottagning genom att matarledningen tar emot signaler från oönskade riktningar som riktantennen normalt skulle undertrycka.

Det finns emellertid ett sätt att konstruera en tuner så att man kommer runt de problem som beskrivs ovan. Gamla "hederliga" antennavstämningar var alltid försedd med en link som *magnetiskt* kopplade effekten till en symmetrisk avstämningsskrets. På det viset erhöill man perfekt balans. Linken bör kunna ersättas med en eller två baluner. Om en balun kopplas till ingången hos tunern, se figur 3 och 4, kommer följande att inträffa. Antag att matarledningens nederända på ett band visar en "svår" impedans, t ex omkring 4000 ohm enligt ovan. När systemet är korrekt avstämt har själva tunern omvandlat 4000 ohm (balanserat) till 200 ohm resistivt och balanserat (under förutsättning att spolarna och kondensatorerna är något så när symmetriskt inmonterade). Därefter kommer 4:1 balunen att omvandla 200 ohm balanserat till 50 ohm obalanserat mot sändarändan vilket en stående-våg meter i serie med koaxialkabeln till sändarutgången kommer att indikera som 1:1.

Man kan ju också resonera så här: när efter diverse "kranande" på tunern en SVF-mätare visar 1:1 på balunens lågohmiga sida (50 ohm) måste balunen "se" 200 ohm på

den höghmiga sidan och själva tunern måste då ha omvandlat matarledningens ingångs-impedans till 200 ohm.

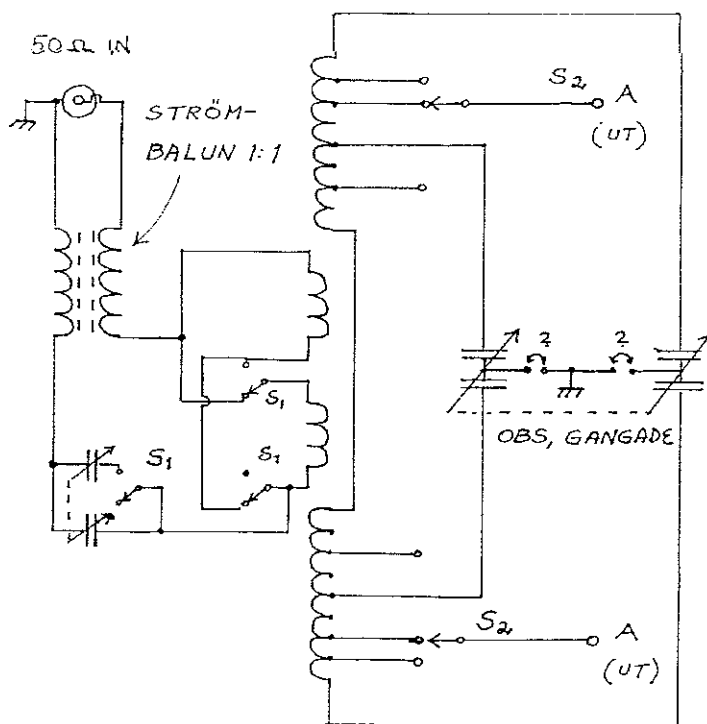
I princip kan vilken antenntuner som helst användas mellan balun och feeder under förutsättning att uppbyggnaden efter balunen är något så när "balanserat" till jord (oftast = chassiet). Detta kan ibland vara besvärligt att konstruera. Detta är för den enda nackdelen med den typ av tuner där balunen sitter på sändarsidan.

Det finns dock ett antal matningsfall där exakt balans faktiskt är fysikaliskt omöjliga att uppnå. Ett typiskt sådant fall är när antennen är osymmetriskt matad - en ändmatad "zepp" är ett bra exempel. Vid en sådan antenn är alltid strömmen noll i den fria änden av matarledningen (bortsett från den lilla kapacitiva laddningsström som flyter vidare till antennisolatorn). Strömmen i den andra feederledaren blir aldrig noll - man kan inte ens påstå att den är "liten" eller "försumbar". Det enda fallet man kan tänka sig teoretiskt är när systemet är helt förlustfritt - inklusive förluster p g a strålning - då blir strömmen noll, men vad har vi för glädje av ett sådant fall?

Den bästa balansen med en ändmatad antenn uppträder när arbetsfrekvensen motsvarar resonans hos antennen. Den första chansen att minimera antennströmmen på matarledningen och få något som liknar balans uppträder först när "longwiren" är en halv våglängd. Korta longwires ("Shortwires") som är kortare än en halv våglängd och matade med stege ska snarast betraktas som en sorts L-antenn där motvikten utgörs av den fria ledningen i stegen - där kan man aldrig få balans i matarledningen.

Figur 5 visar tre experimentkopplingar för antenntuners som jag tycker är intressanta. Jämfört med figur 4 innehåller kopplingarna bara en induktiv gren som ska varieras.

Fig 6



I figur 5a är enheten uppbyggd med hjälp av fyra vridkondensatorer som alla måste isoleras från chassiet och dessutom parvis måste gangas med isolerande axlar.

För alla typer av antenntuners gäller det att ju mer man kan variera induktansen och kapacitansen (serna) ju större är möjligheten att få anpassning till "svåra" impedanser i matningsändan av feedern. Det är därför lämpligt att använda kondensatorer med så stor kapacitansvariation som möjligt. Ett alternativ är att bygga enheten med gangade eller split-statorkondensatorer där man använder sig av endast en halva på frekvenser över 14 MHz och där bägge halvorna parallellkopplas på lägre frekvenser - då minskar man den sk nollkapacitansen vid höga frekvenser.

Jag vill också visa en intressant variation, se figur 6. Titta noga på schemat som är en blandning av "gammalt och nytt". De båda linkarna på ingången tillsammans med 1:1 balunen garanterar perfekt balans. Med omkopplaren S1 läggs linkarna parallellt för frekvenser omkring 14 MHz och där över, och i serie för lägre frekvensband, samtidigt som en extra sektion av seriekondensatorn kopplas in. För att säkra god balans är linkmatningen försedd med en strömbalun.

Sekundärsidan är utförd som en multibandkrets; med omkopplaren S2 väljs lämplig impedans. Inget hindrar att man har betydligt fler uttag på spolarna än vad ritningen visar. Precis som i figur 4 och 5 är denna typ av tuner mer invecklad och fordrar två split-statorkondensatorer som dessutom ska gangas. Prova med att montera delarna på ett isolerat chassi av t ex bakelit eller plast. Prova också att jorda (eller "ojorda") de båda split-statorkondensatorernas axlar (rotorplattorna) för att se vilket alternativ som ger bästa balansen i matarledningarna (lika strömmar).