

# Pulver!!

(Författare: SM6FUD)

Nej, det är inte storleken på uteffekten som räknas! Det är heller inte storleken på plånboken som räknas. Det är storleken på ditt förstånd som verkligen räknas!

Javisst! Gå och skaffa dig ett slutsteg. Det gör nästan alla. Även de som påstår att det räcker med 100W. Det finns till och med de som säger att de inte alls har något slutsteg men har det ändå. Liksom lite hemligt. Det finns de som skäms över att de har ett slutsteg. Som om det på något vis skulle vara fult att äga ett sådant. För att inte tala om att använda ett! Ungefär som om man hade en sjukdom man inte skulle vilja avslöja.

Somliga har faktiskt inget slutsteg. Några har aldrig ens haft! Det finns de som har körkort men ingen bil. Och tvärtom också!

## Vad finns det då för olika orsaker att inte vilja ha ett slutsteg?

1. Elräkningen är ett exempel på ångest som kan undvikas genom att inte ha något slutsteg.
  2. Man kan vara rädd för sina grannar. Man har redan haft en och annan dust med dem trots att man kör högst 100W.
  3. Det stora intresset man har är helt koncentrerat kring miniatyrisering och kör därför QRP enbart.
  4. Det är för mycket pengar att lägga på någonting som bara kan göra en enda sak.
  5. I ett slutsteg kan det finnas farligt höga spänningar som man är rädd för.
  6. En så stor apparat som ett slutsteg får inte ens plats.
  7. Fläktar kan höras och man föredrar den totala tystnaden när man sitter vid sin radio.
  8. Avstämning är så fullständigt magiskt att det är obegripligt.
  9. Det är så tungt att det inte kan flyttas på och ansträngningen är oöverkomlig.
  10. Ett slutsteg alstrar alldeles för mycket värme. Särskilt på sommaren.
  11. Man kanske helt enkelt inte vill höras när man sänder? Man vill verkligen vara svag för alla andra!
  12. Man har ändå inga antenner.
  13. Kortvåg är en främmande företeelse och det man kör, det kör man över en repeater.
  14. Man kan inte bestämma sig för vilket slutsteg man ska ha och avstår därför helt.
  15. Pengar saknas.
- ...och slutligen: Man kör över huvud taget aldrig radio.

## Vad finns det för olika orsaker till att vilja ha ett slutsteg?

1. Kung på bandet verkar väldigt intressant.
2. Ingen hör när man sänder.
3. Det finns redan stora master och antenner till radion men tyvärr väldigt långa koaxialkablar.
4. Alla andra har slutsteg!
5. DXpeditionen kommer inte in i loggen förrän sista expeditionsdagen, om alls något kommer in.
6. Önskan om flera QSO när man kör Contest.
7. Liksom när man kör bil så vill man inte bli omkörd utan vill hellre köra om alla och vara först.
8. Personlig mental tillfredsställelse när man ser att det blinkar i taklampan.
9. Bodybuilding är livet! Radiobuilding likaså!
10. Lättare att samla på Diplomen man sukter efter.
11. Det finns en personlig och illa dold avsky mot QRP, av en eller annan odefinierbar orsak.
12. Allting ska finnas i radioshacket. Saknas det ett slutsteg så måste det skaffas!
13. Själva proceduren kring att utföra en avstämning är starkt laddad av vällust.
14. Stora elektronrör som ser biffiga ut höjer självkänslan kolossalt.

15. Det är alltid kallt i radioshacket under vintern när man sitter vid sin radio.
  16. Svårt att behålla RUN-frekvensen när man kör Contest.
  17. Måste köpa något! Någonting, men vad? Pengarna bränner hål i skallen. Någonting! "Shopping Syndrome" kallas det också.
  18. Att köra en DXpedition på alla band är en jätteanstängning utan slutsteg.
  19. Kamraterna skrattar när man sorterar sin lilla QSL-kortshög på klubben vid senaste leveransen.
  20. Man har inte ens ett DXCC ännu trots decennier som radioamatör.
- ...och slutligen: Man kör radio dygnet runt utan uppehåll!

Nu har vi tittat på orsakerna till både att inte vilja ha och att vilja ha ett slutsteg. Nu kommer frågan vad man ska besluta sig för. Ska man ha eller inte? Var passar du själv bäst in? I vilken av kategorierna?

Jag skulle tro att om du har läst så här långt så passar du in i någon av kategorierna som verkligen vill ha ett slutsteg!

## **QSL!**

### **Du vill ha ett slutsteg!**

Men vad? Och, begriper du dig på vad ett slutsteg innebär? Begriper du hur ett sådant fungerar? Det må vara så att du inte begriper hur din radioapparat fungerar men ett slutsteg då?

I det stora hela så känns det säkert så att du förstår principen kring superheterodynen och att man kan sända ut en signal med sändardelen. Men du tycker kanske inte att det är någon idé att sätta sig in i exakt hur det går till. Visst är det väl så? Tänkte väl det, ja...

Den kursen som du en gång gick för att ta ett amatörradiocertifikat krävde att du kunde begripa sammanhanget mellan de olika delarna i en mottagare av typen Superheterodyn. Det krävdes också att du skulle begripa vad en oscillator gjorde och vad ett förstärkarsteg hade för funktion. Till och med verkningsgrad, som var lite knepigt i början, var viktigt att begripa.

Starkström var inte ett så viktigt ämne kanske, men det var farliga saker. Det minns du. Några begriper allting om starkström medan andra ser det som något som "bara finns i vägguttaget"!

Man skulle nästan kunna säga att det är viktigare att begripa sig på sitt slutsteg än att kunna läsa schemat för radiostationen. När radion går sönder så kan det i värsta fall komma en liten rökslinga i något slags stilla gemak medan det i ett slutsteg kan komma ut både rök och kraftiga knallar. Lite dunder och brak, ungefär.

Radioapparaten är en ganska lugn och fin liten figur. Ett slutsteg är just precis tvärt om. Det är inte någon lugn och fin liten figur utan en stor bufflig krigare som är fullständigt befriad från alla former av deodorant och parfym!

Men var det inte det du ville ha? En apparat som gör dig större och starkare på bandet? Då blir det så här. Men frukta icke! Det finns sätt att stilla även den värsta av bestar! Det gör man genom så kallad tämjning. Men först ska du tämjnas! Innan dess kan du inte tämja din best!

Alltsammans kring ett slutsteg är egentligen väldigt enkelt. Det är när man gör det komplicerat som det blir svårt.

## **ALC**

Ett litet ord bestående av tre bokstäver. En förkortning. Lägg det på minnet! ALC betyder att det finns en automatisk kontroll på det du sänder ut ur din radioapparat. Betydelsen är utrikisk och står för

”Automatic Limit Control”. Alltså ”automatisk begränsningsfunktion”. Det är någonting som sällsynt lärs ut på amatörradiokurserna. Det kanske nämns någon gång och någon berättar någonting men så försvinner det igen. Det finns inget krav att begripa sig på ALC för att få sig ett amatörradiocertifikat. Ungefär som man inte behöver förstå insprutningskontrollen i bilmotorns förgasare för att få sitt körkort.

Varje radioapparat värd sitt namn ska ha ett reglage för sändareffekten och ett instrument som visar graden av arbetande ALC. Det handlar i praktiken om en ren likspänning som ska förhindra radioapparatens interna slutsteg att bli överstyrt. Den här överstyrningen är inte alls samma sak som att överstyra med mikrofonförstärkning. Naturligtvis påverkas ALC'n av hur mycket mikrofonförstärkning som dras på men det är i SSB-läge och påverkar ju uteffekten. Ju! Och därigenom ALC-spänningen. Man kan ha överdriven mikrofonförstärkning och samtidigt hålla en god nivå på ALC. Alltså är det olika saker.

### **How to do med en ALC**

Om du har en radio med ALC-indikering, vilket jag verkligen hoppas att du är förnuftig nog att ha, så ser du först till att ha uteffektpådraget på minimum. Om du har ett DRIVE-reglage så ska också det stå på minimum. Radions instrument ska vara ställt för att indikera ALC.

Tryck nu på sändartangenten (MOX, TX, PTT eller vad det nu står på din radio) och titta på instrumentet medan du drar upp uteffekten. Instrumentet har en ”säker zon”. Det är ofta en heldragen färgad skala upp till hälften av instrumentets hela skala. Indikeringen ska gå upp och du ska sluta dra på effekt när den precis har börjat röra sig!

Om du har en radio som har DRIVE-reglage så har du två reglage att använda för ALC-justering. DRIVE innebär ”inläpp” till radions slutsteg och POWER innebär uteffektnivå. Då gör du likadant som ovan men du börjar med båda reglagen på minimum och drar först upp DRIVE till maxläge. Sedan drar du på POWER och låter indikeringen gå hela vägen upp på ”säker zon” utan att gå förbi änden av denna zon. Nu drar du ner DRIVE så att ALC faller tillbaka till ”inget utslag”. Stanna strax innan indikeringen försvunnit helt! Med POWER drar du nu upp uteffekten till den högsta uteffekt som din radio kan ge (100W ?) och justerar sedan DRIVE så att indikeringen ligger inom den säkra zonen.

Du kommer att se att du kan dra ner DRIVE så mycket att indikeringen nästan helt försvinner och ändå har du fortfarande full uteffekt!

Så här gör de som vet vad de gör medan de som inte vet vad de gör, tja... de gör inte så här alls. De drar allting till max och inbillar sig i sin fullständiga enfald att saker och ting är ”bra”.

Jag beklagar att det är invecklat att läsa texten ovan. Det är inte helt självklart när det beskrivs i text. Men läs det en gång till. Öva gärna! Det är helt och hållet för din egen skull! ....och för de andra på bandet, sedan när du ska börja använda ditt slutsteg ON-AIR.

Oavsett vilket trafiksätt du vill använda dig av så är grundinställningen du ska göra precis som du just gjort. För att ställa in ALC är det alltid bäst att göra det i CW-läget. Det är ju väldigt svårt att vissla med konstant nivå, inte sant? Naturligtvis använder du en KONSTANTENN! Eller hur?

När ALC är korrekt inställd kan du busa på med MIC GAIN och COMPRESSING om du vill. Tänk bara på att vissa radioapparater kan ge mera ALC-indikering när du aktiverat kompressorn och kör den hårt. Då måste du åter reglera ner ALC till ett måttligt värde. Då har mikrofoninställningen stor betydelse.

SSB innebär att din radioapparat ger full uteffekt trots att alla dina vackra visarinstrument kanske rent av inte visar någonting! Sådan är naturens lag. Så åck SSB'ns lag. Tro för all del inte att du inte får full uteffekt bara för att det inte ”viftar” på instrumenten. Om du till äventyrs skulle tro det så bör

du återvända till inläring om hur SSB fungerar och hur visarinstrument fungerar. Det är tyvärr en stor och ofta förekommande debatt amatörer emellan huruvida det då går ut något eller inte.

Beträffande TALKOMPRESSOR så finns det sådana som har ON/OFF-läge och höjer medeluteffekten med 3 dB (dubbelt!) utan att det syns någonting på några visarinstrument. Den illmarige teknikern sätter sig gärna och mäter på detta och kommer alltid fram till samma resultat: att det stämmer. Det kan självklart vara flera dB än 3, men sakfrågan kvarstår: syns det på instrumentet? Inte säkert.

### ***Beware of the SSB-monster!***

SSB är en speciell modulationstyp som väldigt lätt vilseleder vem som helst. Utom de som begriper, för de vilseleds ingenstans!

PEP är någonting helt annat än vare sig max uteffekt vid bärvåg eller det du ser i instrumenten när du visslar. Jag går inte in på det här men jag ber dig noga fundera på detta och rätta in dig i ledet av de som helst av allt vill låta perfekt och inte störa sina kamrater på bandet.

Nu låtsas vi att du vet precis hur du ska ställa in sändarreglagen på din radioapparat och går vidare till att prata om slutsteg.

### Det finns två typer av slutsteg:

#### 1. Rörsteg

A: enrörsteg

B: flerrörsteg

#### 2. Transistorsteg

A: bipolära transistorer

B: MOSFET

### Transistorsteg

Transistorer är väldigt käcka små prylar och vi vill gärna inbilla oss att de inte har någon begränsad livslängd till skillnad från rören som ju tyvärr så småningom kommer till vägs ände på grund av glödtrådar och annat.

Detta är inte sant! Transistorer kommer också till vägs ände! Dessutom är det så att komponenter som inte är "Military Grade" tillverkas för att de inte ska kunna leva för evigt. Alltså spelare det ingen som helst roll om du väljer transistorer eller rör av just den orsaken.

Ett slutsteg med bipolära transistorer är varken bättre eller sämre än MOSFET när det gäller uteffekt eller kvalitet på det som går ut. Alltså om du kan sköta din ALC!

### Ett varnings ord här!

Det finns tyvärr radiostationer på marknaden som har en väldigt knasig ALC-funktion. Det är en sorts automatisk uteffektbegränsning som tyvärr fungerar så ohederligt att det mycket lätt går ut en max-spik av uteffekt precis när sändaren går on-air! I nästa millisekund regleras effekten igen, som den ska. Det innebär att precis när du trycker på sändartangenten så far all uteffekt, som din radio kan prestera, rätt in i ditt slutsteg! Detta är PYTON för transistorsteg. De tål inte det. Det vill gå hem. De vill bara dö bort. Rörsteg brukar däremot överleva väldigt fint. Ganska länge i alla fall.

Ett särskilt problem med transistorsteg med MOSFET är att det kan bli transienter som dödar halvledaren. MOSFET kännetecknas på att de har en mycket liten genomgångskapacitans och det är lätt hänt att de självsvänger ihjäl sig när de får en plötslig spik från din radio. Som bekant, om det nu kanske är bekant, så har en puls en stor bandbredd. Ju intensivare puls desto större bandbredd och ju kortare puls desto större bandbredd. Vad kan hända om en intensiv och mycket kort puls går in i

ett MOSFET-slutsteg? Förhoppningsvis håller det. Men det finns inga garantier! Troligen vill det gå hem till sin skapare. Eller åtminstone gå någonstans där inte du och din sändare finns.

De vanligaste transistoriserade slutstegen för amatörradiobruk drivs från 12 VDC. Kända märken av slutsteg med hög kvalitet använder sig gärna av 48 VDC, eller högre. Men då är apparaten nätansluten och kan inte drivas från exempelvis ett bilbatteri.

Om du använder dig av ett slutsteg som drivs från 12 VDC så ska du vara medveten om att det finns ett väldigt litet arbetsområde för ditt steg. Den spänning som du, med din driveffekt, alstrar på transistorernas kollektorsida kan inte variera över mer än 0-12 V. Ett slutsteg som ska gå linjärt måste ha en så kallad vilopunkt och då kommer den förstärkta spänningen (för det är ju faktiskt det som är resultatet) på kollektorn att svänga kring denna vilopunkt. Den brukar ställas till att ge en viloström på runt 100-150 mA i en bipolär effektt transistor.

Tänk dig ett streck på en kurva som är helt rakt och lutar 45 grader. Jag ska först försöka förklara det här med text istället för en obegriplig bild. Det här strecket kan vi kalla för en spegel. Nu kommer din signal som en sinusvåg in underifrån och studsar på strecket och far ut åt höger (mitt streck lutar åt höger som en stege som lutar mot huset till höger). Det här strecket, det är transistorns så kallade överföringsfunktion. En slutstegskonstruktör vill titta på en sådan kurva för att veta hur han ska koppla just den transistor som har just denna överföringsfunktion (strecket).

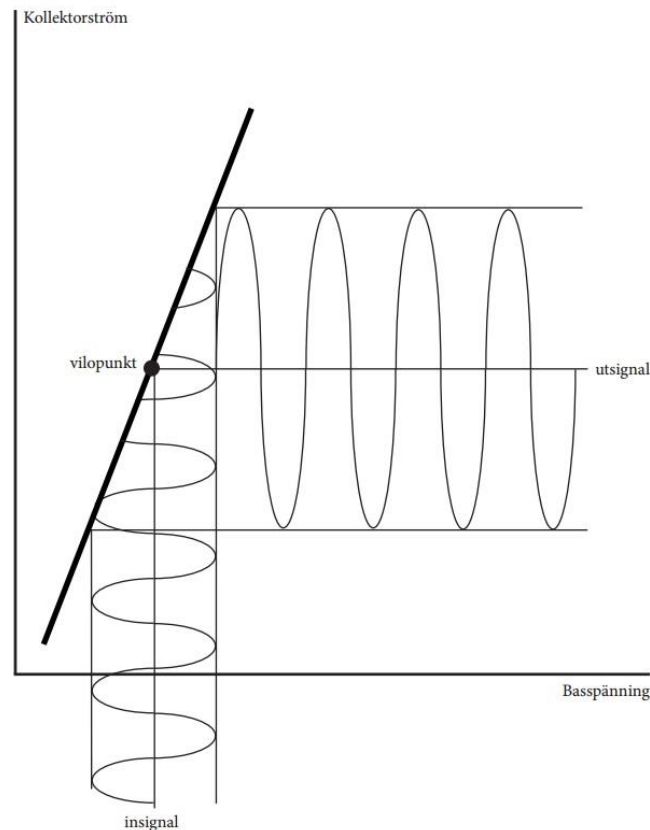
När strecket lutar precis 45 grader så är den utgående signalen identisk med den som du skjuter in. Eller hur? Yes Sir.

Tänk dig nu att vi bestämmer att precis i mitten på spegeln (strecket) där din insignal träffar, där sätter vi en stor prick med vår penna. Vi har då bestämt vilopunkten för transistorn.

Nu lutar vi strecket (stegen) så att det blir väldigt brant! Så brant att det är svårt att klättra om det verkligen hade varit en riktig stege. Och så skjuter du in din drivsignal så att den träffar pricken (vilopunkten)! Vad kommer ut åt höger nu? Jo, det kommer ut en väldigt mycket "fetare" signal. Hur menar jag egentligen? Om det hade varit en ljusstråle så hade den lyst mera uppåt bara, ju! Japp, men nu är det inte ljus längre utan en insignal som är en sinusvåg och det är egentligen ingen spegel! Det är en överföringsfunktion i en förstärkare.

När din insignal rör sig uppåt mot strecket så tittar du på sinusvågen. Den varierar upp och ner kring en mitt, inte sant? Den mitten träffar den där pricken på strecket. Men också alla de andra delarna av din inskjutna sinusvåg träffar strecket. Varje del av din sinusvåg går RAKT UT ÅT HÖGER! Alltså, om strecket lutar väldigt brant så kommer din lilla sinusvåg att gå rakt ut åt höger som en jättestor sinusvåg det vill säga FÖRSTÄRKNING!

En bild kanske är på sin plats nu?



Som du ser på bilden så är din insignal underifrån kommande, träffar överföringsfunktionen och ger en förstärkt signal ut åt höger. Signalernas mittnivå pendlar kring vilopunkten.

Du ser också att det finns två skalor? Den vertikala är transistorns kollektorström och den horisontella är transistorns basspanning. Den här bilden är väldigt "rå" och visar endast själva principen.

I verkligheten är överföringsfunktionen inte så här rak. Men nu ser du att när "brantheten" blir brantare så blir också förstärkningen större. Inte sant? Detta är en kurva som visar att förstärkningen är linjär! Du kör linjärt, alltså. Och transistoren drar ström i vilopunkten konstant. Den strömmen kallas "tomgångsström". Det fungerar likadant med rör som för transistorer.

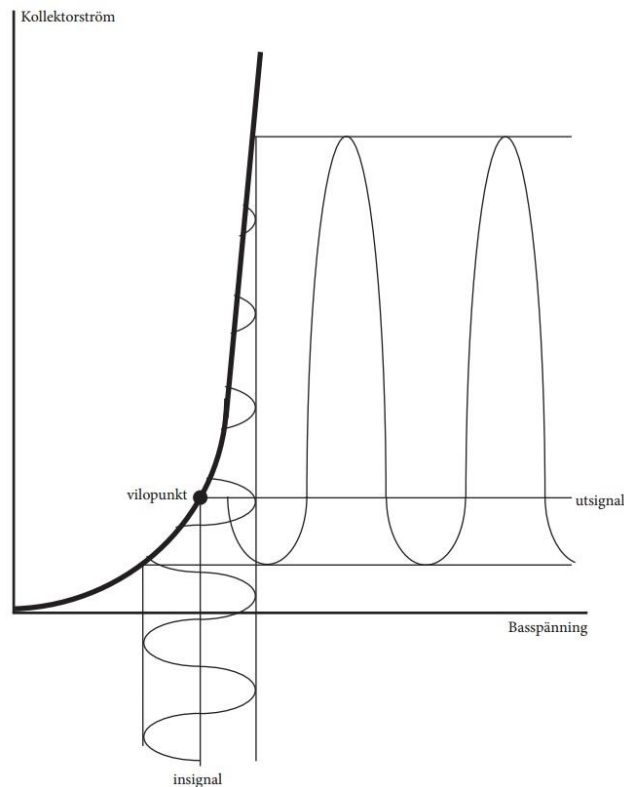
Varje transistorbeteckning och varje rörbeteckning har sin egen överföringsfunktion. Den bestäms av komponentens tillverkare när man konstruerar komponenten, som i sin tur beror på vad den ska användas till. Alltså komponentens specifikation. Överföringsfunktionen är en av alla specifikationer som tillhandahålls från tillverkaren. Inte slutstegets tillverkare utan komponenttillverkaren!

När ett slutsteg tillverkas för att kunna köras linjärt så krävs det att effektförstärkningen görs så att vilopunkten ligger snyggt och prydligt på den del av överföringsfunktionen som är, helst, helt rak.

Men vad händer om en sådan här komponent inte har någon rak funktion eller om det rent av är på det viset att vilopunkten hamnar fel? Till exempel om man bytt sina slutstegstransistorer och satt dit några helt andra? Några som heter någonting helt annat än de som satt från början? Tja, det blir antagligen katastrof.

Om du gör en sådan reparation och griper några transistorer ur luften som heter hipp-som-happ och

kanske faktiskt lyckas få ut full effekt så är det inte alls säkert att det kommer att låta så bra när man lyssnar på dig. Nästa bild visar en olinjär förstärkning.



Här ser du hur det kan råka bli om du valt en transistortyp som bara lötts in på måfå. Vilopunkten kommer sig av de kringkomponenter som redan finns på kretskortet så den hamnar där den hamnar. De här transistorerna har en helt annan överföringsfunktion och det visar sig (om du hade kunnat se med ögonen på dem) att den signal som förstärks och går ut, den är allt annat än vacker att skåda! Det är ingen sinusvåg alls! Den påminner om en sinus men den är inte sinusformad. Den är felaktig.

Du kommer antagligen att låta fruktansvärt raspigt, oren och som om du hade världens halsfluss. Dessutom kommer det att låta som om din PTT har ett helt eget liv. Samtidigt! Alltså ingen bra reparation, va? Fel komponenter! Den här transistorn är tillverkad för att arbeta med mycket högre kollektorspänning. Troligen snarare 24 eller 48 VDC än 12 VDC.

Utöver att du låter fruktansvärt illa så händer ytterligare en obehaglighet. På grund av att vilopunkten nu ligger på den "kvadratiska delen" av överföringsfunktionen så kommer det att uppstå en lång rad olika blandningsprodukter ur din insignal. Det blir övertoner och annat otäckt. Ta omedelbart bort de här hemska transistorerna! Sluta sänd!

Samma sak gäller för rör. Förr i tiden var det häftigt med "Distorted Guitar"-sound i musikernas värld. Då gjorde man så här. Med mening!! Å andra sidan störde man enbart publiken och inga kamrater på banden...

### **Rörslutsteg**

Det vi ska titta på nu är ALC och det är enklast att ta det i samband med rörslutsteg eftersom det i första hand är de som kräver den här funktionen.

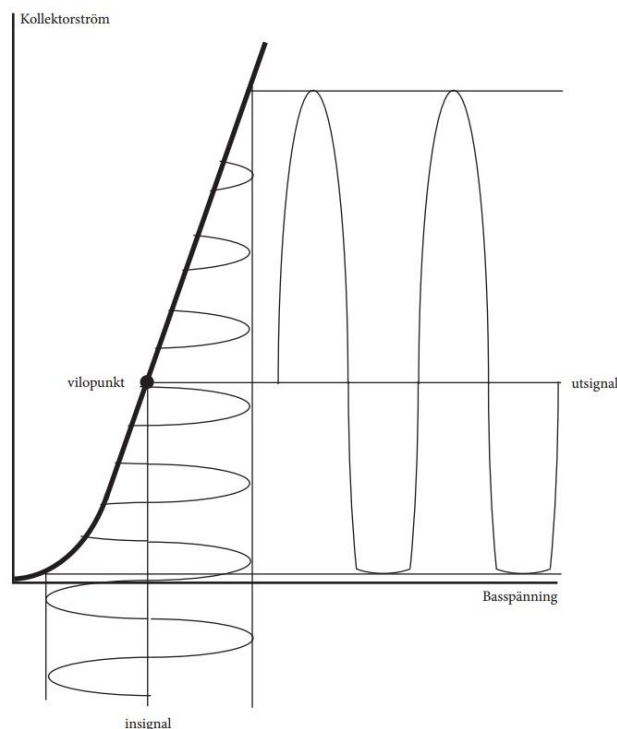
## Överstyrning

Vi pratade lite tidigare om att hålla kontroll på drivnivån på sändaren. Vad händer om du struntar i allt vad ALC heter och allt vad högsta driveffekt handlar om? Jo, det kan vi se på nästa bild!

Här är vi väldigt nära verklighetens överföringsfunktion. Som tillverkare av slutsteg vill man hålla temperaturen nere så mycket det går. Då behöver man bland annat välja en vilopunkt som ligger så lågt som möjligt. Då hålls komponenterna så svala som möjligt. De håller helt enkelt längre då. Med en förnuftigt placerad vilopunkt kan ett slutsteg specificeras med säljbara värden. Man berättar bland annat hur mycket driveffekt som krävs för full uteffekt. Man skriver inte alltid ut någonting om högsta tillåtna driveffekt. Nu för tiden är slutstegen vanligen konstruerade så att de har inbyggda skyddskretsar som bryter ner alltsammans när driveffekten blir för hög. Men inte alla slutsteg, inte de gamla. Förr brydde man sig inte om sådana skydd utan man överlät hela det ansvaret till användaren. Till dig alltså. Förr i tiden begrep de flesta...! Bland annat därför att de här sakerna fanns med på certifikatprovet.

Eftersom du har ett gammalt slutsteg så vet du att om du "trycker" in mera driveffekt så går uteffekten upp till förvånansvärda höjder! Du har sett det! Du har gjort det! Det går faktiskt! Ditt slutsteg ska kunna ge 600W uteffekt med 50W drivning. Men du har sett att om du drar upp din sändare till högsta möjliga effekt 100W så visar uteffektinstrumentet på 1000W ! Hej och hå! Du känner dig nöjd och glad. Det är ändå fantastiskt med slutsteg som kan mycket mera än det står "på papperet", inte sant? NEJ, det är inte fantastiskt. Möjligen fantastiskt tragiskt!

Se här:



Slutstegets vilopunkt ligger där den ligger (precis som för transistorer). Så är det bestämt av tillverkaren. Nu trycker du alltså in 100W i ett steg som inte ska ha mer än 50W. Din insignal är bra mycket större än vad den ska. Som du ser på bilden så blir utsingalen inte bara ful utan det blir rent av en sorts fyrkantvåg! Fy på dig!

Du vet väl att fyrkantvåg innehåller en fasanfull mängd med övertoner, väl? På bandet kommer du



att höras inte bara på den där lilla frekvensen som du har ställt in på din radioapparat utan antagligen på hela bandet. Ingen hör vad du säger mer än på den inställda frekvensen men ditt skräp hörs överallt! Usch! Du blir nu "bred som en lagårdsdörr" och det är rätt och slätt fruktansvärt! Sluta!

Du har ingen ALC kopplad mellan ditt slutsteg och din radioapparat (-sändare). På alla slutsteg finns det en kontakt på bakpanelen som är märkt just "ALC". Den måste du koppla till din radio och du måste justera den enligt den anvisning som slutstegstillverkaren skrivit i stegets instruktionsbok!

Eftersom du nu inte har ett modernt slutsteg i mitt påhittade exempel så har du antagligen inte heller någon instruktionsbok. Tyvärr kan du inte bli förlåten för den sakens skull. Men hur ska du då göra?

Alla rörslutsteg har en högsta tillåtna gallerström (motsvarande basström i transistorer) och den ska man inte gå över. Denna ström varierar i takt med din insignal till slutsteget. Men vi ska först titta lite på vad ett rör egentligen är för någonting. Det är ju vanligen en liten tung klump som antingen kan tappas i golvet och ge glassplitter eller tappas i golvet och bli tillbucklat utan glassplitter. I båda fallen går det naturligtvis sönder och hade hellre velat gå hem än befinna sig i dina händer.

### **Vad är ett rör?**

Oavsett om det handlar om ett glaströr eller ett keramiskt rör så är det likafullt ett elektronrör. Bara för att det inte ser ut som ett gammalt rör från farfars fars radiogrammofon så kan det fortfarande vara samma grundkonstruktion.

En transistor har elektroder som kallas kollektor, bas och emitter. Ett rör har anod, galler och katod. Same-same-but-different, så att säga. Alltså samma finessrika idé av delar. Ser fruktansvärt olika ut bara.

Ett elektronrör måste värmas upp. Det behöver inte transistorer. Rörets glödtråd sköter om den saken. Det är en "tråd" som man värmer upp genom att låta det gå så hög ström att den glöder. För att inte saker och ting ska brinna upp av sig själva så är det vacuum i röret (egentligen finns där en gas). När en tråd glöder så bildas ett moln av elektroner runt tråden. Det är alla de små rackarna som vi ska sätta sprätt på sedan! De ska vi locka över till anoden! Det gör vi genom att lägga på en positiv spänning som är så pass stor att elektronerna inte kan annat än sticka iväg dit. Elektroner är, som bekant, väldigt negativa små saker och då vill de hemska gärna sticka iväg åt det hållet där det är mest positivt. Nästan som människor!...(förlåt)... Hur som helst, så kallas det för kortslutning om anoden blir plötsligt väldigt positiv och alla elektronerna sticker iväg samtidigt. Det brukar höras i slutstegets nätaggregat. Ett poff eller ett pang av något slag. Säkringarna går upp i rök och antagligen går också en propp (eller två) i ditt proppskåp i fastigheten. Det är sådant som händer. Var glad att det finns säkringar!

Eftersom man inte vill ha rör som kortsluter och skjuter säkringar så finns det någonting i röret som kallas för "galler". Det är faktiskt ungefär som ett riktigt galler. Det sitter mellan katoden och anoden. Glödtråden värmer upp katoden så att det är egentligen runt den som alla elektronerna står som ett litet moln och väntar på att anoden ska "vakna" med sin höga positiva spänning.

Nu jordar vi gallret! Vad händer? Ingenting.

Nu kopplar vi en jättehög spänning på anoden. Vad händer? Ingenting. Det är tyst i proppskåpet.

Allt höll!

Om vi gör gallret det allra minsta positivt så kommer elektronerna att vandra iväg dit. Blir de för många på en gång så brinner gallret upp (!) och då upptäcker de plötsligt den fantastiskt vackra positiva anoden som gömdes bakom gallret! Vad händer? Pang!

Härmed räknar vi ut att det där gallret spelar en avgörande roll för hur röret ska komma att fungera. Och hur tom din plånbok ska behöva bli. Rör är dyra. Men det är förstås transistorer också.

Nu vet vi ungefär hur ett rör fungerar. Både hur det inte ska fungera och hur det borde fungera. Detaljerna sköter slutstegstillverkaren!

Vanligen gör man så att man låter driveffekten gå in på rörets katod. Då påverkas spänningen på katoden i takt med frekvensen på signalen och därigenom blir strömmen ut genom anoden sådan att den håller samma frekvens. Förstärkningen uppstår genom att elektronerna finns i stort överflöd och att det är hög spänning på anoden, enkelt uttryckt. Med gallret kan vi styra hur många som ska släppas igenom. Och det styrs konstant. Överföringsfunktionen, som på tidigare bilder, fungerar här.

Alltså gäller precis samma regler för linjäritet, olinjäritet och överstyrning. Utsignalen blir precis likadan som hos transistorer. Men, och här är en stor skillnad, rören ger mera uteffekt och dessutom är de lättare att köra linjärt än bipolära transistorer. MOSFET-transistorer är däremot lika duktiga som elektronrören på att leverera uteffekt. De behöver heller inga höga spänningar som rören.

Ett rörslutsteg för amatörradiobruk har normalt en anodspänning på cirka 1800-2400 VDC. Strömmen genom anoden (anoderna, om det är flera rör) är då cirka 500-700 mA. Jämför detta med MOSFET som kanske har runt 400 VDC kollektorspänning och en ström, genom samma elektrod, på kanske 3-4 A för att ge samma uteffekt som rörsteget.

Den allvarligaste skillnaden här, rent konstruktionsmässigt, är alltså nätaggregatet. Men det finns en betydligt viktigare skillnad för dig som operatör och det är avstämningen ut mot antennen. Vi kommer till det strax.

När du kör in din sändarsignal i slutsteget så finns där kretsar som mäter olika saker. Det ser man, om man vill, på slutstegets kretsschema. Där mäts anodström (eller katodström), gallerström och alla spänningarna. Vissa slutsteg kan också mäta spänningen på glödtrådarna. Ofta har moderna steg en hel rad olika presentationer i en display men det är mest lite "show" för dig som operatör. Men du får betala pengar för det! Ungefär som alla onödiga indikeringar i moderna bilar. Behövs de?

Lite beroende på exakt hur som slutstegstillverkaren valt att utföra den här mätningen så kan vi bara helt generellt säga att det finns en ALC-spänning att få ut från slutsteget. Det är den som ska påverka din radiostation i sändningsläge. Till exempel, om du har en ICOM-radio och ett ICOM-slutsteg så kopplar du bara ihop ALC på slutsteget med din ALC-ingång på din radio. Likadant om du har något annat märke med både radio och slutsteg med samma fabrikat. Men om du har skilda fabrikat då? Ja, då får du kolla upp om ALC-spänningen från slutsteget "matchar" de spänningsnivåer som radion regleras med. Beklagat, men "sån't är livet"!

Med samma fabrikat på allting så är det alltså bara att sätta ihop sladdarna, så att säga. Om det alltså är olika fabrikat och kanske rentav decennier av åldersskillnad mellan radion och slutsteget så finns det ändå vägar att gå! Man kan strunta i ALC'n !! Va? Varför inte? Om du står för intelligensen så behöver inte apparaterna vara smarta! Och det är detta som hela det här "lilla" dokumentet handlar om....att du ska stå för intelligensen på egen hand. I alla fall så småningom. Vad säger du om det, då?

Så här är det: om du låter bli att överstyra ditt slutsteg med någon jättefet drivsignal så kommer allting att bli bra!

Det var det hela.

Vad du ska göra är att börja med att läsa instruktionen för ditt slutsteg. Om du inte har någon sådan instruktion så gör du bäst i att se till att få tag på en sådan. När du läser i den så får du troligen två viktiga informationer. Dels bör där stå vilka ALC-spänningar som finns att tillgå i steget och dels står

det hur mycket gallerström och anodström som är maximala. Ganska troligt är det utrikiska och då heter det "Grid current" och "Plate current". Den sistnämnda kan också vara kallad "Cathode current" som då betyder katodström. Vi begränsar oss till att prata om rörlutsteg nu. Transistorstegen brukar sällan ha de här sakerna tillgängliga utan är helt automatiska. Och själslösa, på något vis...

Du följer vad som står i instruktionsboken genom att du tittar på instrumenten när du stämmer av slutsteget.

Tänk dig nu att du har ditt steg igång och det står i läge "operate" eller on-air, så att säga. Du sänder och börjar dra på lite uteffekt på din radio (-sändare). Du har självklart redan ställt in bandomkopplaren på rätt amatörradioband! Något måste du ju begripa helt på egen hand, inte sant?

Kör INTE radion i AM-läge när du stämmer av och under INGA omständigheter FM !!

Använd CW-läget. Varför? Jo ser du, så småningom kommer du lika fördömt att stämma av ditt slutsteg direkt mot antennen eftersom du har blivit "van och snabb" och har du då AM- eller FM-läge så sänder du ut en riktig skitsignal när du lika gärna kunde varit smal med CW. Skitsignaler är breda och luktar illa i etern. Vissla SSB? Javisst! Gör det! Och bli andfådd! Inte blir avstämningen snygg heller. Använd CW! Om du inte kan telegrafi så kan du ju nyttja denna facilitet till att stämma av slutsteget med ändå. Några monterar en handnyckel bredvid slutsteget där det står men de sänder aldrig ett enda telegrafitecken. Men den finns där för avstämningen.

När du drar på effekt så kommer både gallerströmmen och anodströmmen att öka i slutsteget. Du får nu INTE gå över det värde på gallerströmmen som står i stegets instruktionsbok! ALDRIG! Ja-ja-ja, skulle det råka vifta till en bit över så okej, men dra ner driveffekten med en gång. Gallerströmmen kommer ändå att variera upp och ner medan du vrider på slutstegets avstämningsrattar om en liten stund och då kan du bli tvungen att kanske dra upp igen, eller dra ner, drivningen.

När du har gallerström indikerad ska du börja stämma av (Konstantenn? Yes?) slutsteget med dess huvudreglage. De heter oftast "PLATE" och "LOAD" (korrekta termer) men de kan också heta "TUNE" och "LOAD" (modernare termer). Oavsett vad de heter så är det två olika vridkondensatorer som justeras. Den kondensator som sitter direkt i anslutning till själva slutstegsrören är den som justerar till resonans på frekvensen du ställt in. Den andra justerar kopplingsgraden mellan resonanskretsen och belastningen. Den sistnämnda är din konstantenn eller antennen på riktigt.

Resonansen är PLATE och den justerar du nu till att ge en "dipp", det vill säga anodströmmen "dyker ner" nästan plötsligt när resonansen är rätt. Då brukar gallerströmmen kunna rycka till uppåt istället, så se upp! Därför är det bäst att alltid göra den första avstämningen med låg drivning från radion!

När du hittat dippen (resonansen) så justerar du LOAD till högsta uteffekt på effektmätaren. Det räcker inte med de här två manövrarna utan du måste nu justera PLATE igen. Det beror på att när LOAD kopplar belastningen hårdare till stegets resonanskrets så förändras resonansläget. Justera därför nu PLATE på nytt för bästa "ner-dipp". Sedan åter LOAD för största uteffekt. Två gånger brukar räcka men det kan du inte vara säker på. De flesta sitter och petar med den första avstämningen en liten stund, fram och tillbaka, för att få "få till det" på bästa vis. Det är därför man ska ha en konstantenn att stämma av sitt slutsteg med innan man kopplar in antennen. Du ska ju inte hålla på att störa de andra på bandet, ju!

Nu har du fått resonansen rätt och du är färdig med kopplingen. Då drar du på driveffekten från din radio tills du får gallerströmmen att visa det där maximala värdet enligt instruktionen. Nu MÅSTE du göra en snabb kontrollavstämning! PLATE och LOAD! Håll koll på gallerströmmen! Klart!

Nästan....

Det sista du gör är en liten justering för att släppa kopplingsgraden en liten aning med hjälp av LOAD. Det gör du genom att vrida det reglaget moturs (normalt) någon millimeter på ratten. Då sjunker gallerströmmen lite grand och du är garanterad att låta så bra som det går på bandet. Om du hade haft en mätare för ALC-spänningen så hade du nu sett att den gick ner en liten aning, vilket är bra.

Nu kör du linjärt och du låter bäst. Notera de här inställningarna i din fasansfullt nedkladdade anteckningsbok- eller häfte. För det har du väl en sän, eller hur? Inte hör väl du till de radioamatörer som bara struntar i allting, väl?

### **Du har ingen instruktionsbok!**

Nu är vi vid den svåraste delen. Innan du påbörjar dina avstämningsövningar för första gången så måste du först och främst ta reda på vad ditt slutsteg innehåller. Inte vad där sitter för skruvar eller sladdar utan vad det är för sorts rör! Hur göra? Jo! Titta efter! Verktyg? Go-go-go!

Du måste kanske inte plocka ut röret (eller: rören). Det går kanske att se ändå? Det står en beteckning på alla rör. Det är namnet som berättar vad röret heter. Kanske "3-500ZG", "3CX800A7", "572B" eller rent av "8877" eller "3CX1500A7"? Det finns en väldig massa olika rörbeteckningar! Kolla upp detta och ta sedan reda på hur mycket gallerströmmen får lov att vara och likaså anodströmmen. Gallerströmmen är viktigast. Det är den som berättar för dig hur mycket drivning du kör in i slutsteget.

När (om?) du fått reda på "Maximum Grid Current" för ett sådant rör som sitter i ditt slutsteg så tänk på att om det sitter två likadana rör så är det dubbla gallerströmmen som är maxivärde på frontpanelens instrument. Och vad du än gör: förväxla INTE instrumenten för anoden och gallret! Då kan du sedan bli tvungen att få öppna din plånbok på vid gavel...

En annan möjlighet är att låta någon erfaren radioamatör titta på ditt slutsteg. Låt honom prata och berätta. Notera i din anteckningsbok! Eller hur du nu gör med ditt minne?

### **Är det fel på ditt slutsteg?**

Vet ej. Vet du?

Ett slutsteg som du lyckats inhandla på en loppis kan vara ett stort svin i en säck. Men oftast är det bara rörproblem. Många begagnade steg blir till salu när förre ägaren har tömt plånboken tillräckligt många gånger och ledsnat. Fråga när du köper det! Om det är fantastiskt billigt så är det troligen också fantastiskt trasigt. Ett trasigt slutsteg måste först provas verkstadsmässigt. Alltså utan att köra in någon driveffekt på dess ingång. Om alla spänningar visar rätt så är det dags att prova med drivning. Då visar det sig ganska omgående om röret, eller rören, är friska. Bered dig alltid på att de inte är det. Det är mindre risk att du blir besviken då. Många gånger är det så att en ny uppsättning med rör kostar lika mycket som du redan betalat för slutsteget när du köpte det.

Ett slutsteg som körs med defekta rör bör inte köras alls. Detsamma gäller transistoriserade steg. Utgå ifrån att du kommer att låta pyton om du inte åtgärdar en sådan här sak. Man SKA INTE låta PYTON! Det är regel nummer ett. Några andra regler finns inte. Förutom att du ska respektera gränsen för sändareffekt som Post- och Telestyrelsen bestämt!

Om du till exempel har en uteffekt på 700 Watt istället för 1500 Watt spelar ingen roll för kommunikationen. Och 1500 Watt är inte tillåtet. Egentligen går det att klara sig helt utan något slutsteg. Om man vill, alltså.

Jag vill ha ett slutsteg!

Under mina år som radioamatör har jag haft den synnerligen stora förmånen att kunna ägna mig åt samlingsbestyr av rörslutsteg. Det är en hemsk röra, kan man säga. Det här är inga små saker. Stora och tunga. Många har varit riktigt tunga. Exempelvis HENRY 4K Ultra och Alpha PA-77. De vanligaste modellerna var ändå DRAKE L4 och HEATHKIT SB-220 liksom hela raden av olika modeller från YAESU och KENWOOD. Även DENTRON olika modeller samt TEN-TEC.

Man brukar dra en gräns mellan "små" och "stora" slutsteg och då handlar det om högsta möjliga uteffekt. Gränsen går runt 500-600 Watt. Under gränsen går de att lyfta utan risk för ryggskott och nackspärr. Över gränsen blir det värre...

Ett rörslutsteg upplevs av många radioamatörer som om det har en egen "själ", ett liv. Det beror på att, till skillnad från transistorsteg, så luktar det och det lyser! Eftersom det vanligen fordras en avsevärd luftkylning från en fläkt (transistorsteg har oftast en tyst kylfläns) så kommer både lukt och värme ut i rummet i stor mängd. Så säger jag, som är rörfantast. Andra har kanske inte samma inställning till detta? Men för mig betyder bara min åsikt någonting för mig. Det är ju mitt slutsteg och det står hemma i mitt radioshack! Det står inte hos dig.

Köp gärna ett helt nytt och modernt slutsteg. Då är du garanterad följande saker:

1. Håll i plånboken!
2. Minst 1 års garanti!
3. Perfekt funktion!
5. Helt nya rör!
6. Minst risk att låta illa på bandet!
7. Minst risk att behöva ett reservslutsteg stående!
8. Du kan inte köra sönder det med alla kontrollsystem som finns färdiga i konstruktionen!

Men ha gärna ett reservslutsteg. Det kan vara ett gammalt åbäke. Ifall, ifall, ifall.

Pulver? Ja, alltså... uteffekt!