

K A T O D S T R Å L E O S C I L L O G R A F E N

Cossor modell 1035.

Oscillografen intar en viss särställning bland moderna mätinstrument. Dess visare utgöres av en elektronstråle, och tack vare sin lätthet kan denna visare följa mycket snabba förlopp. Den kan dessutom samtidigt göra utslag i både horisontell och vertikal led. Medan en voltmeter endast anger en spännings storlek, t ex toppvärde eller effektivvärde, visar oscillografen även dess kurvform.

Oscillografens huvuddel är katodstråleröret. Detta är trattformigt och har i sin smalaste ändan en elektronkanon, som skjuter en elektronstråle mot den vidare ändan av oscillografskärmen. På vägen mellan elektronkanonen och skärmen passerar strålen två par avlänkingsplattor; om spänningen på dessa plattor är noll, går strålen rakt genom röret och träffar skärmens mitt. Genom att variera potentialen på de vertikallavlänkande plattorna kan man få strålen att träffa högre upp eller längre ned. På samma sätt styr de horisontallavlänkande plattorna strålen åt höger eller åt vänster. Man kan således få strålen att träffa vilken punkt som helst på skärmen genom att samtidigt variera spänningarna på båda plattparet. Eftersom skärmen lyser i den punkt som träffas av strålen, kan det undersökta förloppet studeras direkt eller fotograferas.

Som exempel på en modern oscillograf väljes här att närmare studera Cossor dubbelstråleoscillograf. Den har två plattpar för vertikal avlänkning, således sammanlagt tre par avlänkingsplattor. Tack vare detta ges möjlighet att samtidigt studera två skilda tidsförlopp.

Oscillografens frontplatta är avbildad på fig 1. Där ha kontrollratten och anslutningsklämmor märkts med siffror - motsvarande beteckningar på den verkliga frontplattan lämnas nedan inom citationstecken, närmast följt av hemgjord översättning samt redogörelse för användning och verkningssätt.

1. Oscillografskärm
2. "Brightness" - Intensitet
Med denna ratt varieras gallerförspänningen; är denna starkt negativ, nå endast de allra snabbaste elektronerna skärmen och denna lyser endast mycket svagt.
3. "Focus" - Fokusering
Med denna ratt varieras förhållandet mellan potentialerna på den elektriska linsens elektroner. Detta innebär, att linsens brännvidd ändras. Den undersökta oscillografen har en symmetrisk lins, vars mittelektrods potential varieras med ratten. Eftersom gallrets potential påverkar linsens fältbild, innebär en vridning av ratten "Brightness", att fokuseringen ändras. Denna störande inverkan är dock ganska obetydlig i moderna oscillografer.
4. "Trigger or sync" - Engångsförlopp eller synkronisering.
Ratten varieras amplituden på synkpulsen till tidsaxeln.
5. "Time base frequency" - Finjustering av tidsaxelsvopets frekvens.
Ratten varieras urladdningsmotsståndet i svepgeneratorkretsen och ändrar därmed kontinuerligt dennas tidskonstant.

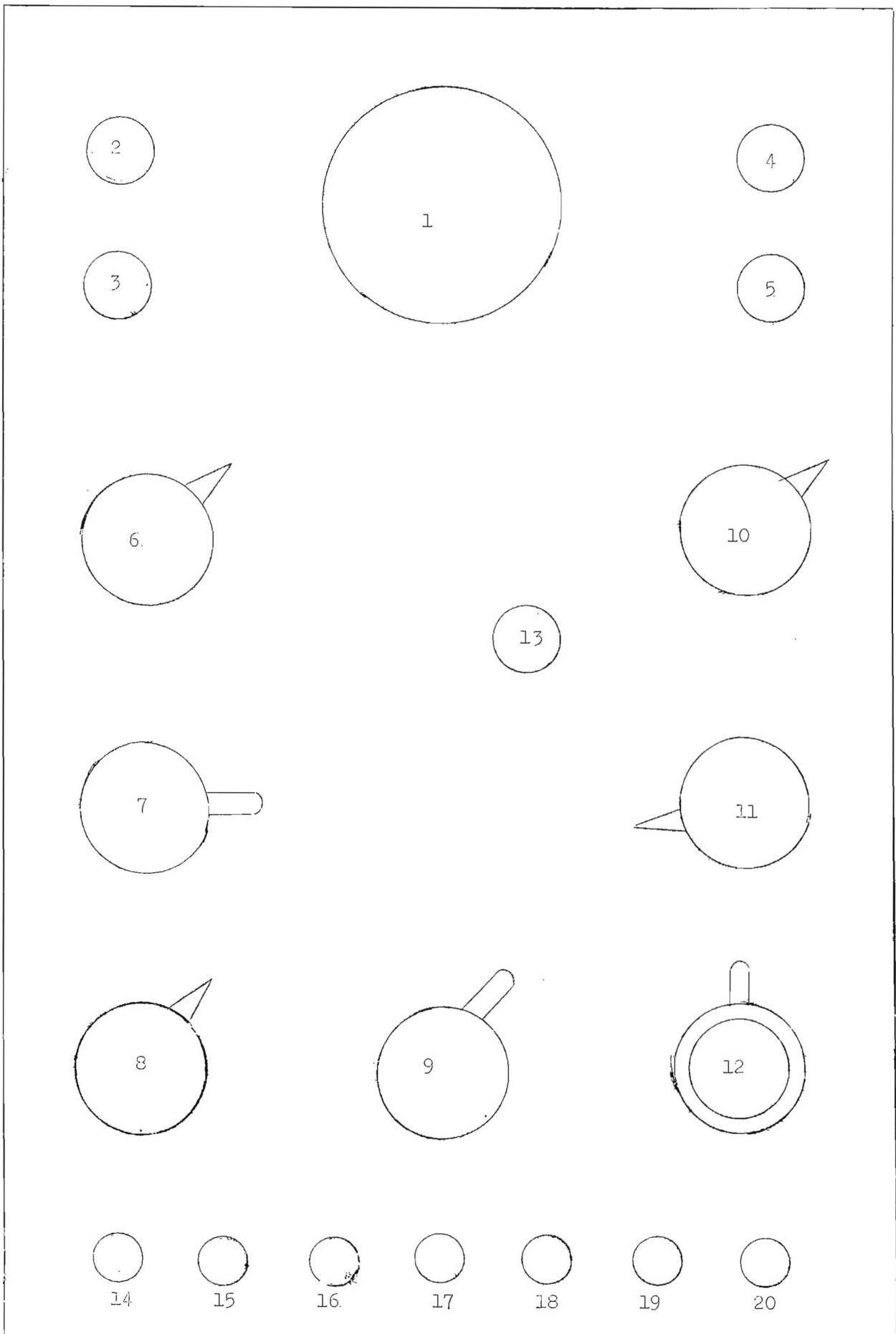


Fig 1.

6. "A 1 volts range" - Y1 - förstärkare. Reglerar stegvis förstärkningen på förstärkaren till det ena vertikallänkande plattparet, Y1-plattorna genom att in- och urkoppla olika kretsar. På skalan anges för varje förstärkning övre gränshfrekvensen. Rattens yttre skala kan användas för spänningsmätning tillsammans med rätt 7. I läget 50 volts är känsligheten 1 mm/volt, i läget 50 millivolts 1000 mm/volt.
7. "A 1 volts" - Vertikalförskjutning av Y1-bilden. Ratten varierar potentialen på Y1-plattorna och därigenom böjes strålen uppåt eller nedåt. Den yttre skalan avläses, när rätt 6 står i något av lägena 50 V, 5 V, 500 mV; 50 mV; den inre skalan i övriga fall.
8. "A 2 volts range" - Y2-förstärkare. Reglerar stegvis förstärkning på förstärkaren till det andra vertikallänkande plattparet, Y2-plattorna. Förstärkning är i läget 500 0,1 mm/1 volt och i läget 5 10 mm/volt. Övre gränshfrekvens för hela förstärkningsområdet är 100 kc. I läget "AC to Y2" anslutes klämman 19 direkt till Y2-plattorna. I läget "Cath Fol" anslutes samma klämma till Y2-förstärkarens katodföljarutgång.
9. "A 2 volts" - Vertikalförskjutning av Y2-bilden. Kan tillsammans med rätt 8 användas för spänningsmätning.
10. "Sync Selector" - Synkroniseringsväljare. I läget "Repetitive time base Ext -" kan tidsaxeln synkroniseras med en negativ från ett godtyckligt tidsförlopp, som är anslutet till klämma 18; och i motsvarande läge "+" på omkopplaren kan synkroniseras med en positiv puls. I lägena "Repetitive time base Y1" sker synkronisering med det förlopp som är anslutet till T1-plattorna. Även här finns två lägen "-" och "+" för neg resp pos puls. Omkopplaren har dessutom fyra lägen "Triggered time base", två märkta "Ext" och två "Y1" vilka användas vid engångsförlopp på motsvarande sätt som beskrivits ovan för periodiska förlopp. Verkan blir den, att samtidigt som det undersökta förloppet startar, så startar tidsaxeln sitt svep över skärmen. Om förloppet är för snabbt för att registreras av ögat, kan det fotograferas.
11. "Time Range" - Grovjustering av tidsaxelsvepets frekvens. Ratten kopplar in olika kapacitanser i svepgeneratorkretsen och ändrar därmed stegvis dennas tidskonstant. Periodtalet kan varieras i nio steg från 150 ms till 15 μ s. I läget "Ext Scan" bortkopplas svepgeneratoren, och ett godtyckligt tidsförlopp kan anslutas över X-plattorna - mellan klämmorna 15 och 20.
12. "Time Scale" - Horisontalförskjutning av båda bilderna. Tillsammans med rätt 11 kan ratten användas för tid- och frekvensmätning. Den varierar potentialen på X-plattorna.
13. "Off - On" - Från - Till. Strömbrytare.
14. "A1 input" - Y1-förstärkarens ingång.
15. "Earth" - Jord.
16. "A2 input" - Y2-förstärkarens ingång.
17. "Cal" - Kalibrering.

Mellan klämmorna 15 och 17 ligger en av ingångstransformatorns sekundärledning. Vid 225 volts nätspänning är spänningen mellan dessa klämmor 25 volt (toppspänning). De små krusformiga deformationerna på kurvan beror på belastningsändringar vid laddning och urladdning av helvågslikriktaren.

18. "Trigger or Sync"

Användning: se ovan under 8.

19. "A2 output or AC to Y2."

20. "X1"

Mellan 15 o 20 är X-plattorna anslutna. Däremellan kan också svepgeneratorns spänning tas ut.

Oscillografskärmen täcks av en glasplatta med ett rätvinkligt axelkors, vars axlar är graderade i cm - varje cm dessutom delad i 5 delar. Skivan är vridbar så att mätning kan ske med axlarna i valfri riktning på skärmen. Den är vidare graderad på både fram- och baksidan, och för att undvika avläsningsfel skall ögat hållas så att det avlästa skalsträcket på framsidan täcker det på baksidan.

Under en lucka på oscillografens baksida finns säkringar och spänningsomkopplare för områdena 105-115, 120-130, 200-215, 216-234 och 235-255 volt.

Genom omkopplingar under luckan på oscillografens vänstra sida kan avlänkningsplattorna anslutas direkt till de där befintliga klämmorna X2, X1, Y1 och Y2. Innan luckan öppnas skall oscillografens stickpropp dras ur väggkontakten.

Oscillografen har en helvågslikriktare, som lämnar 450 volt till förstärkare och svepgenerator samt en halvvågslikriktare, som lämnar accelerationsspänningen 2000 volt.

Observera, att kontaktklämmornas fjädrande bakolithylsor utan större svårighet kan förstöras även av i oscillografens användning helt otränad personal - en viss varsamhet är därför icke skadlig.

Intensitetsratten bör slås ifrån mellan mätningarna för att förebygga att skärmen brännes.

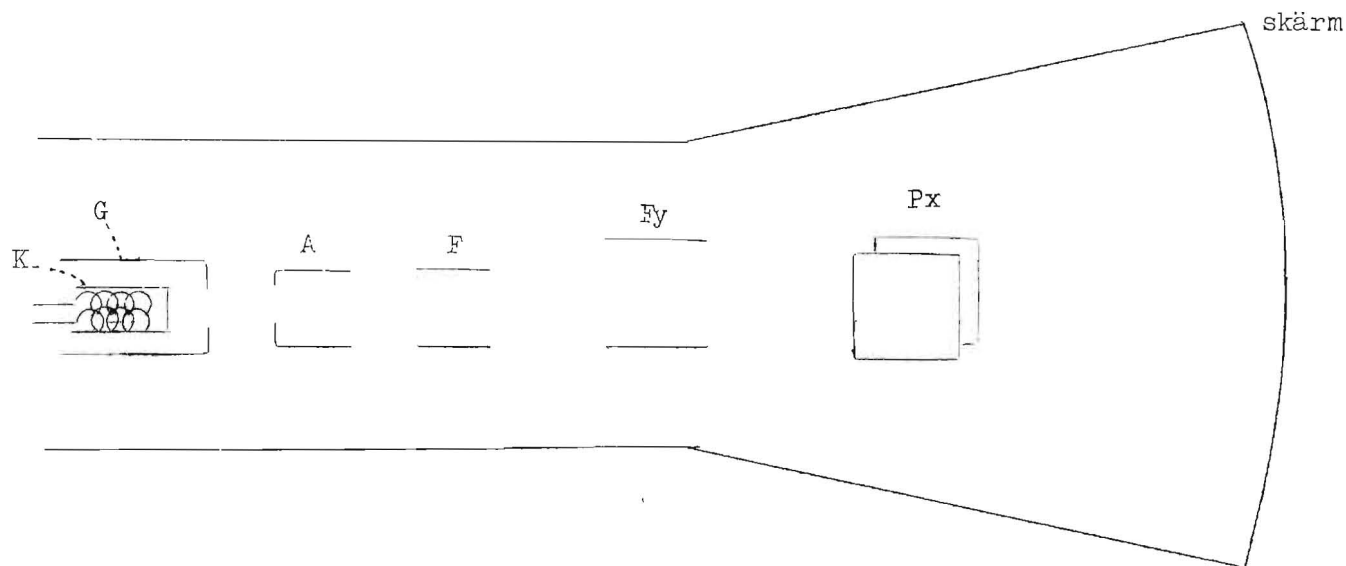
Exempel på oscillografens användning för spännings- och frekvensmätning.

Anslut det förlopp, t ex en sinusformad spänning, som skall undersökas till klämmorna 14 (A1) och 15 (Earth). Ställ förstärkningen på lämpligt värde med ratt 6. Vrid ratt 7, så att bildens övre kant sammanfaller med glasskivans horisontella axel. Läs av inställningen på rattens, 7 skala. Vrid ratten så att bildens undre kant sammanfaller med horisontella axeln. Antag, att ratt 6 står på 15 volt, då avläses inre skalan på ratt 7. Antag vidare, att första avläsningen på denna skala var 4 på skalans vänstra del, den andra avläsningen 7 på högra delen av skalan. Den undersökta spänningen är då $4 + 7 = 11$ volt, men lägg märke till att detta är spänningen från topp till topp, d v s dubbla amplituden.

Ställ med hjälp av ratt 11 och 5 in en stillastående fig, som helst ej visar alltför många hela perioder (ev anv av ratt 10 o 4). Sätt ratt 12 på 0, håll den yttre ratten stilla och vrid den inre så att en topp kommer mitt för vertikala axeln. Vrid yttre ratten så att närliggande topp kommer mitt för vertikala axeln. Om ratt 11 står på 50 millisekunder och ratt 12 vridits till 2,0 - yttre skalan, är periodtiden $T = 20 \text{ ms}$ och således frekvensen $F = 1/T = 50 \text{ p/s}$.

Katodstrålerörets princip

Katodstråleröret består av en källa, som emitterar elektroner, en linsanordning, som samlar elektronerna till en smal stråle, ett system för strålens styrning på en fluorescerande skärm, som lyser, där den träffas av strålen. Nedan visar en sektion av röret.



Katoden, K, är en indirekt upphettad oxidkatod. Den omges av ett galler, G, som består av en cylinder med ett litet hål, genom vilket elektronstrålen passerar. Strålen fortsätter genom accelerationselektroden, A, som har hög pos potential - omkr 1,000 volt. Eventuella ströelektroner, som ej hör till den smala strålen, kunna ej passera hålet utan fastna på elektroden. De skulle eljest göra bilden på skärmen oskarp. Närmast accelerationselektroden följer en fokuseringselektrod, F, vars potential är omkring 2.000 volt.

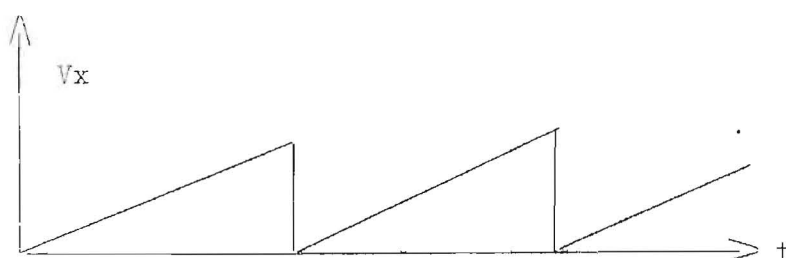
Vi skall studera, hur den elektriska linsen verkar. Nedan visas det elektriska fältets utseende mellan de cylindriska elektroderna A och F. Fältlinjerna äro vid metallytorna vinkelräta mot dessa och gå från positiv till negativ elektrod (A neg i förh till F).



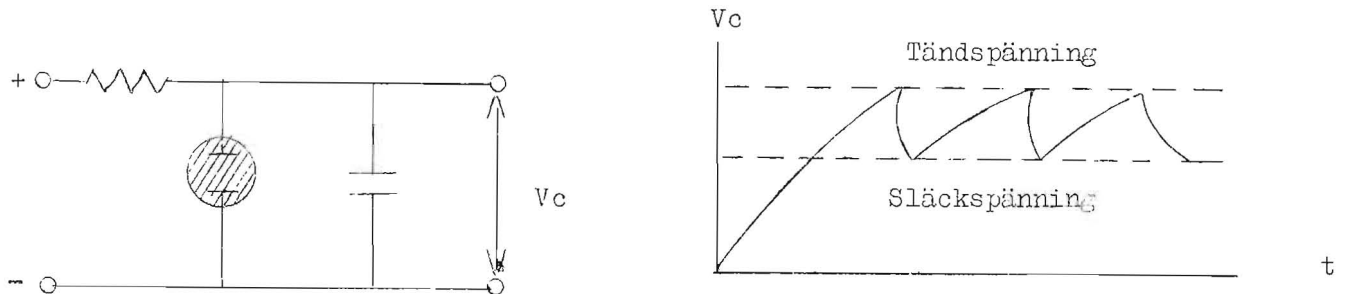
En elektrisk laddning, Q , påverkas i ett elektriskt fält med styrkan E av en kraft, $F = Q \cdot E$, riktad som fältlinjerna. En elektron har laddningen, $-e$, och påverkas således av kraften $F = -eE$. Denna kraft är tydligen riktad åt motsatt håll som kraftlinjerna. Om vi betrakta fig ovan, se vi, att en elektron, som kommer in i fältet från vänster, påverkas av en kraft, riktad in mot centralaxeln, men vi se också, att vid utgången ur fältet påverkas elektronerna av en kraft, riktad snett från axeln. Elektronstrålens knippe kommer således att först samlas och sedan åter att spridas. Man kan emellertid visa, att den samlade effekten är störst, vilket innebär, att strålen fokuseras.

Allmänt kan sägas om elektronstrålars brytning i elektriska linser, att den vanliga optikens lagar kan tillämpas i de flesta fall på samma sätt som vid glaslinser.

Som framgått av det föregående, är elektronstrålens avböjning mellan X- och Y-plattorna proportionell mot spänningen - eller rättare fältet - mellan plattparen. För att få en tidsaxel - en horisontell linje på skärmen - bör tydligen X-plattorna ge en spänning, som växer linjärt med tiden; den bör vidare gå tillbaka till sitt utgångsvärde på så kort tid som möjligt för att på nytt börja sitt växande. Se nedan.

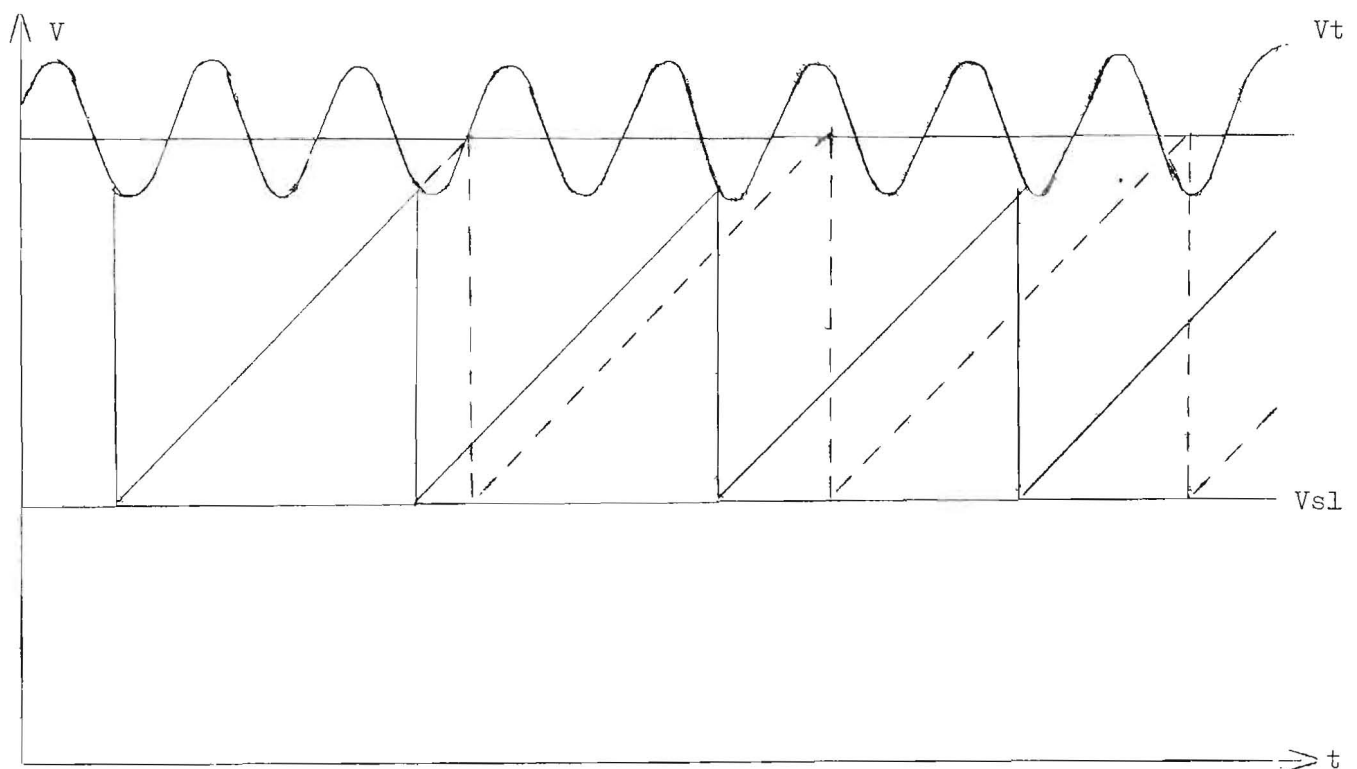


En spänningssfunktion, som liknar nedanstående idealkurva, ger en koppling enligt nedan



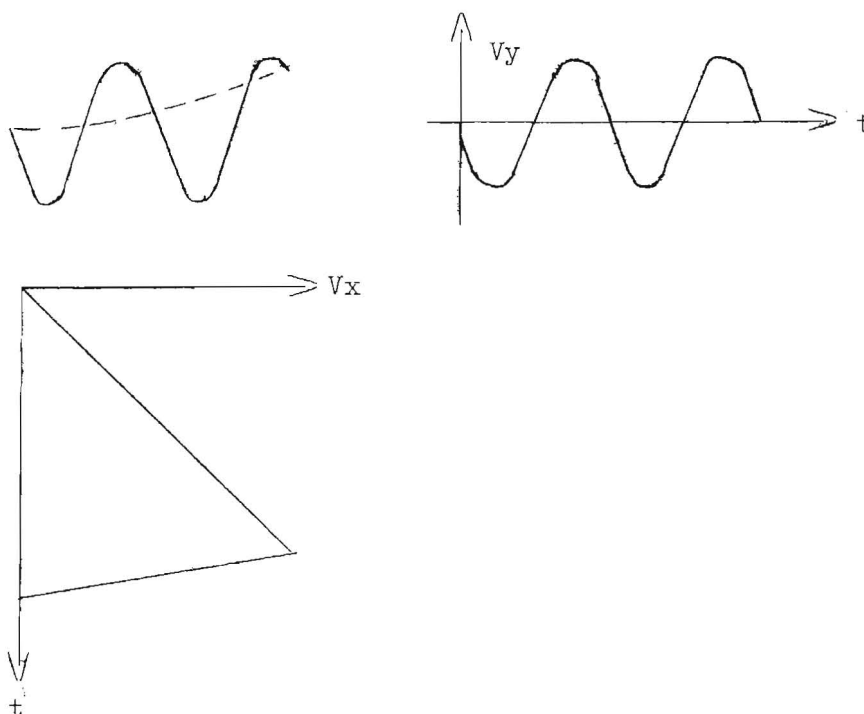
Kondensatorn uppladdas, tills spänningen, V_c , blivit så hög att den gasfyllda dioden "tänder" och därmed blir ledande. Dioden verkar efter tändning som ett motstånd, över vilket kondensatorn urladdar sig, tills spänningen V_c sjunkit till släckspänningen, då dioden åter blir oledande.

För synkronisering förses det gasfyllda röret ofta med en tredje elektrod, ett styrgaller. Ger detta en negativ spänning, bromsas elektronerna, vilket innebär, att tändspänningen höjs. Vid positivt galler sker motsatsen. Tändspänningen kan alltså fås att variera med det förlopp, som skall undersökas. Nedan åskådliggöres svepfrekvensens synkronisering med en sinussvängning, som har något mer än två gånger så hög frekvens.



Streckad kurva visar synkroniserad svepfrekvens. Gallerspänningen påverkar ej släckspänningen, V_{sl} , eftersom positiva joner kommer att samlas runt gallrtrådarna och neutralisera gallrets negativa potential.

Nedan visas hur bilden av t ex en sinuskurva uppkommer på oscillografskärmen. Vi väljer att rita en sinuskurva, som har dubbelt så hög frekvens som tidsaxeln. Elektronstrålens avböjning är proportionell mot spänningen mellan plattorna. Vi väljer skala, så att avböjningen blir lika stor som spänningen. Svepfrekvensen anslutes till X-plattorna, det undersökta förloppet - sinusfunktionen - till Y-plattorna.



För att bilden skall bli så fullständig som möjligt skall tydligen kondensatorns urladdningstid vara kortast möjliga tid av svepperioden. Återgångsstrålen - streckad i fig - är störande att se. Den släcks därför genom att urladdningsströmmen får passera genom gallermotståndet och på så sätt ge gallret en negativ potential.