

BYGG SELV ET OSCILLOSKOP

For en amatør eller en tekniker fins det neppe noe instrument som er så allsidig og nyttig til mange slags målinger som et oscilloskop, og en kan ha god nytte av å sette seg inn i virkemåten for dette og lære litt om bruken av det. Oscilloskopet er også et meget brukbart instrument ved feilsøking på all slags radioutstyr.

Ved for eksempel å studere kurveformen for signalene i ulike punkter i en forsterker ved hjelp av et oscilloskop, kan vi danne oss et bilde av størrelsen og arten av en eventuell distorsjon, og avgjøre i hvilket rør- eller transistortrinn den oppstår. Oscilloskopet kan vi også med fordel nytte som nullindikator for ulike typer av målebroer og ved fasemålinger, det kan nyttes for direkte måling av vekselspenningers størrelse og frekvenser, og er ypperlig ved sammenlikning av frekvenser.

Først vil vi derfor se litt på hvordan oscilloskopet i prinsippet er bygd opp.

Katodestrålerørets oppbygging

Hjertet i oscilloskopet er det såkalte katodestrålerøret (se fig. 45.01). På samme måte som i andre elektronrør, har vi i katodestrålerøret en glødetråd (A), som indirekte varmer opp en katode (B), slik at denne emitterer elektroner. Omkring katoden er det anbrakt en elektrode som minner om en skjermkappe (C), og i denne er det et lite hull (E), som slipper gjennom en liten bunt av de elektroner som kommer fra katoden. Denne elektroden, som ligger nærmest katoden, virker som et styregitter i et elektronrør. Den regulerer

mengden av elektroner som kan passere gjennom hullet. Gjør vi styreelektroden sterkt negativ i forhold til katoden, kan vi helt blokkere elektronstrømmen. Reduserer vi den negative forspenningen, vil flere elektroner passere gjennom hullet i «styresylinderen».

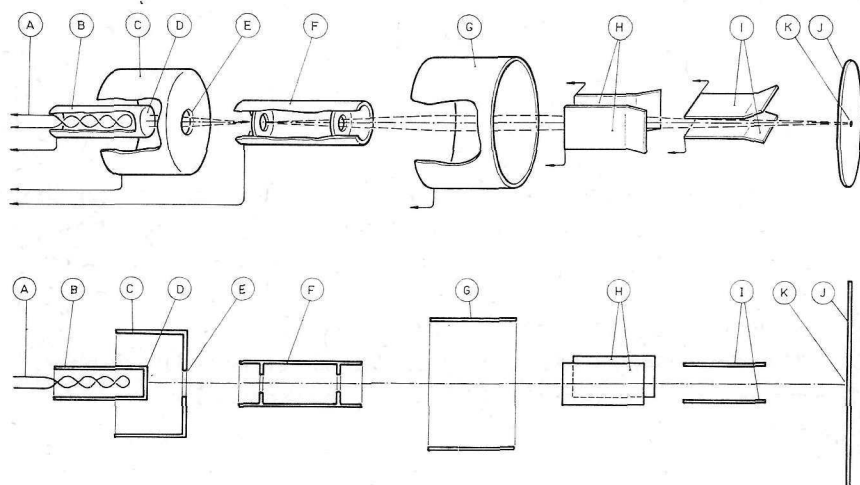


Fig. 45.01. Øverst: Perspektivskisse av elektrodesystemet i et katodestrålerør. Nederst: Elektrodesystemet gjennomskåret. Se teksten.

Elektronene som passerer ut gjennom hullet i styresylinderen, vil tiltrekkes av en sylinderveformet anode (G), som har høy positiv spenning i forhold til katoden. Elektronene vil få stor hastighet mot anoden, og passerer rett gjennom denne og fortsetter mot den såkalte billedskjermen (J), i røret. Denne skjermen er preparert på en slik måte at den lyser opp der den treffes av elektroner. Om elektronene treffer skjermen i en konsentrert stråle, vil det oppstå et lysende punkt på skjermen.

Ved at styreelektroden (C), er utformet som en sylinderveformet hule i sentrum, vil elektronstrømmen fra katoden allerede fra starten være en relativt smal bunt eller stråle mot anoden. For å få denne strålen konsentrert i ett punkt (K), på skjermen, har vi innført en

fokuseringselektrode (F), mellom katode og anode. Denne fokuserings-elektroden har to små åpninger for elektronstrålen. Den fokuserer strålen slik at den treffer skjermen i ett punkt, omtrent som lyset fokuseres i ett punkt ved hjelp av en linse.

Mellom anoden (G), og billedskjermen (J), har vi plassert to par med plater, et par med parallelle vertikale plater (H), og et par med parallelle horisontale plater (I). Den konsentrerte elektronstrålen passerer mellom disse plateparene på sin vei mot billedskjermen. Disse plateparene nytter vi for å avbøye strålen slik at den kan dirigeres til et hvilket som helst punkt på skjermen.

Ved hjelp av denne innretningen har vi altså fått en bevegelig elektronstråle som gir et lysende punkt der den treffer billedskjermen. Styrken av elektronstrømmen, og dermed lysstyrken i det lysende punktet på skjermen, kan vi regulere ved å variere størrelsen av den negative forspenningen på styreelektroden (C). Avbøyningen av strålen skjer ved at vi legger en avbøyningsspenning på avbøyingsplatene (H) og (I). Strålen vil trekkes mot den platen som har positivt potensial, og avbøyningen blir større jo større dette potensialet er.

Avbøyningen av elektronstrålen

Så lenge vi ikke har noen spenning på avbøyingsplatene vil elektronstrålen passere rett gjennom anodesylindren mot billedskjermen og treffe denne nøyaktig i midten (K). Legger vi den venstre platen i plateparet (H), på en positiv spenning i forhold til den høyre platen, vil elektronstrålen bøyes av mot den venstre platen, og det lysende punktet på skjermen flytter seg horisontalt mot venstre. Skifter vi polaritet av avbøyningsspenningen, vil strålen bøyes av i motsatt retning, altså mot høyre, og det lysende punktet går over mot den høyre siden.

Tilsvarende forhold får vi om vi legger ulike potensialer på plateparet (I). Gjør vi den øverste platen i dette paret positiv i forhold til den nederste, vil strålen bøyes av oppover i vertikal retning, og billedpunktet forskyves oppover mot skjermens øvre kant. Veksler vi polaritet på dette plateparet vil elektronstrålen, og dermed billedpunktet, bøyes av nedover mot nedre kant.

I fig. 45.02 har vi anskueliggjort dette. Her ser vi billedskjermen rett forfra, og punktet A angir det stedet hvor strålen treffer skjermen når vi ikke har noen avbøyningsspennning på noen av plateparene. Legger vi en spenning mellom de vertikalt stilte platene (H), vil strålen avbøyes horisontalt. Om den høyre platen er positiv i forhold til den venstre, vil lyspunktet flytte seg fra sentrum til for eksempel punkt B, en strekning h i horisontal retning.

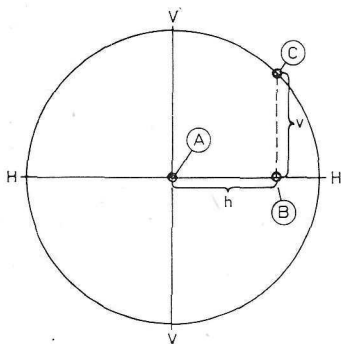


Fig. 45.02. Har vi ingen avbøyningsspenninger på de horisontale eller de vertikale avbøyingsplater i et oscilloskop, vil elektronstrålen gi et lyspunkt i sentrum for billedskjermen (A). Ved en viss avbøyningsspennning på de vertikaltstilte platene får vi en avbøyning av strålen i horisontal retning til (B). Legger vi samtidig en viss avbøyningsspennning på de horisontaltstilte platene, får vi en avbøyning av strålen i vertikal retning til (C).

Legger vi deretter en spenning på det horisontalt stilte plateparet (I), vil strålen avbøyes i vertikal retning. Om den øvre platen er positiv i forhold til den nedre, vil billedpunktet flytte seg oppover i vertikal retning, for eksempel fra punkt C til punkt B, altså strekningen v i vertikal retning. Det er her tydelig at vi kan dirigere strålen til et hvilket som helst punkt på skjermen ved å velge passende avbøyningsspenninger.

Symboler

For katodestrålerøret nytter vi vanligvis det symbolet som er vist i fig. 45.03 a eller b. Det symbolet som er vist i a er det mest vanlige, men det som er vist i b minner mer om symbolet for et vanlig elektronrør, og nyttes i enkelte tilfelle. I disse symbolene er (A) glødetråden, (B) katoden, (D) styreelektroden, (F) fokuseringselektroden,

(G) anoden og (H) og (I) de respektive platepar for avbøyingen av strålen.

For små katodestrålerør, som også er passende for amatørbygging av oscilloskop, er vanlige verdier på anodespenningen (elektrode (G)) + 800 V. Fokuseringsspenningen er vanligvis omkring 200—400 V,

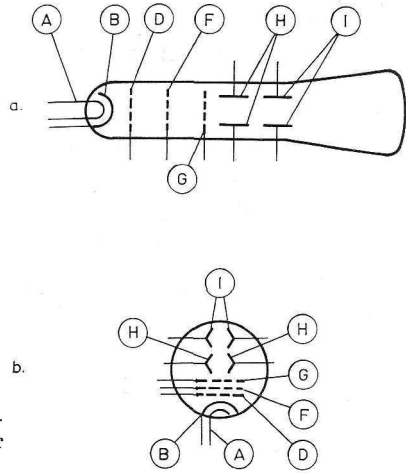


Fig. 45.03. Symboler for et katodestrålerør. Elektrodebetegnelse er de samme som i figur 45.01.

og må være regulerbar slik at vi kan stille inn den best mulige fokusering indikert ved at punktet blir minst mulig. For styreelektroden trenger vi vanligvis en forspenning mellom -15 og -20 V, som også må være regulerbar for at vi skal kunne stille inn lysstyrken til et passende nivå. Glødespenningen for katodestrålerør er vanligvis 4 til 6,3 V, og glødestrømmen 0,1—0,3 A.

Arbeidsspenninger for katodestrålerøret

For at katodestrålerøret skal kunne arbeide, må det ha passende arbeidsspenninger. I fig. 45.04 har vi antydnet hvilke arbeidsspenninger som trengs for et av de små katodestrålerørene, for eksempel DG7—31/01.

For å få de øvrige arbeidsspenninger for elektrodene i røret, nytter vi en spenningsdeler over den anodespenningen vi har. Over deluttakene på denne spenningsdeleren tar vi så de ønskede spenninger. Som vist i fig. 45.04, trenger vi + 900 V over spenningsdeleren. Katoden legger vi på ca. + 50 V, styreelektroden gir vi ønsket forspenning ved hjelp av et potensiometer (P_4), og med dette kan vi regulere lysstyrken for punktet på skjermen.

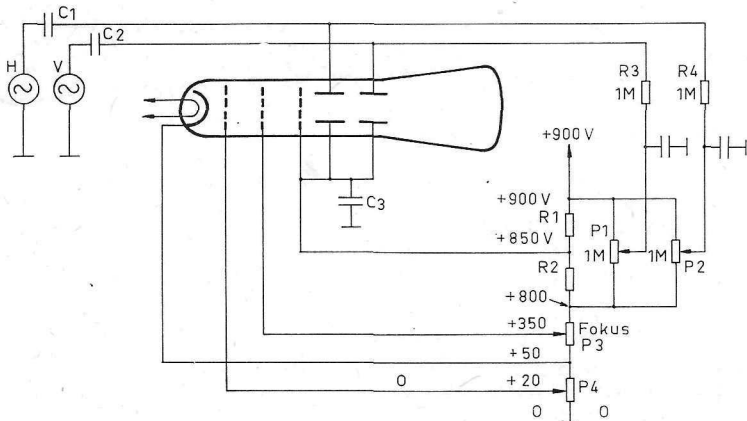


Fig. 45.04. Nødvendige arbeidsspenninger for katodestrålerøret tar vi ut over en spenningsdeler.

For fokusering av strålen må vi ha ca. + 300 V (i forhold til katoden på + 50 V), og vi må da nytte et potensiometer (P_3), som vi kan regulere inn til best mulig fokus. Anoden trenger ca. + 800 V, og det betyr at vi må legge den til et punkt hvor vi har 800 V høyere spenning enn på katoden.

Sentrering av elektronstrålen

For å sentrere elektronstrålen på billedskjermen (strålen skal treffe sentrum av skjermen når vi ikke har noen spenninger på avbøyningsplatene), må vi ha to potensiometre (P_1 og P_2), parallelt med de like store motstandene R_1 og R_2 . Ved å dreie potensiometrene til midt-

stilling, kan vi gi de to platene i det horisontale, henholdsvis vertikale plateparet samme spenning, lik anodespenningen + 850 V. Strålen vil da passere platene uten å avbøyes og treffer sentrum av billedskjermen. Dreier vi på potensiometrene slik at platene i hvert par ikke lenger får samme spenning, vil elektronstrålen avbøyes mot den platen som er mest positiv. Den ene platen i det vertikale og det horisontale plateparet i fig. 45.04 er koplet sammen med anoden, og denne er dessuten avkoplet til jord med en avkopplingskondensator (C_3). På den måten oppnår vi at vi for avbøyningsspenningene kan nytte asymmetriske forsterkere med et enkelt sluttrør, dvs. forsterkere som ikke er push-pull-koplete, og dette er en koplingsmåte som nyttes i de billigste typer av oscilloskop som er i handelen. Denne koplingen vil også være den enkleste for den som ønsker å bygge sitt eget oscilloskop. Koplingen har riktignok den ulempen at vi ikke får eksakt lineær avbøyning av strålen, men ulineariteten er ikke verre enn at den kan aksepteres.

For å hindre at de målespenninger som koples til avbøyingsplatene H henholdsvis V i fig. 45.04 skal belastes av spenningsdeleren, har vi koplet inn motstandene R_3 og R_4 på 1 Mohm. Kapasiteten i avbøyingsplatene er svært ubetydelig, og i størrelsesorden noen få pF.

Avbøyingsfølsomheten

Avbøyingsfølsomheten for et katodestrålerør regner vi i antall millimeter pr. volt påtrykt spenning. For et lite katodestrålerør av den typen som er nevnt foran, DG7—31/01, er den i størrelsesorden 0,2—0,3 mm/V. Det betyr at 1 V spenning over avbøyingsplatene gir en forskyvning av strålen på 0,2—0,3 mm. For at vi ved en avbøyingsfølsomhet på 0,3 mm/V skal kunne forskyve strålen 3 cm, dvs. fra sentrum og nesten opp til øverste kant på et av de små katodestrålerørene, trenger vi altså en spenning på 100 V.

Avbøyingsfølsomheten for de to plateparene er ikke den samme. De to plateparene må nemlig plasseres etter hverandre, og det ene paret blir da lenger vekk fra anoden enn det andre. Vi må følgelig ha større avstand mellom platene i det ytre plateparet enn i det indre.

Platene i det ytterste plateparet vil da ligge lengre vekk fra elektronstrålen, og dette fører til at vi må ha en større avbøyningsspenning for å få en viss forskyvning av strålen. Det ytterste plateparet har vanligvis en avbøyningsfølsomhet som er ca. 80 % av følsomheten for det innerste.

Oftest plasserer vi røret slik at de platene som skal nyttes til den horisontale avbøyningen (tidsaksen), blir liggende ytterst, og det vil da si at vi for den horisontale avbøyningen trenger ca. 20 % høyere spenning enn for den vertikale. I DG7—31/01 er den vertikale avbøyningsfølsomheten 0,35 mm/V, mens den horisontale er 0,25 mm/V.

Avbøyningsfølsomheten for et katodestrålerør er imidlertid sterkt avhengig av anodespenningen på røret, og de verdiene som er nevnt ovenfor gjelder bare ved en bestemt anodespenning. Reduserer vi for eksempel anodespenningen til det halve, vil følsomheten øke til det dobbelte. Men samtidig blir lysstyrken og fokuseringen av billedpunktet på skjermen dårligere, så vi bør ikke gå for langt ned med anodespenningen.

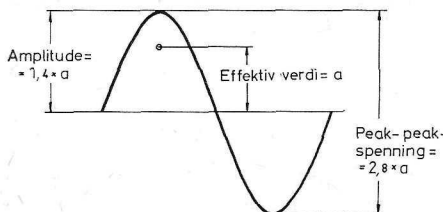


Fig. 45.05. Forholdet mellom effektivverdi, amplitude og peak-to-peak-verdi for en sinusformet vekselspenning.

Vekselspennings effektivverdi og amplitudeverdi

En sinusspenning har en amplitudeverdi som er ca. 40 % høyere enn spennings effektivverdi, dvs. den spenning som vi måler med et vanlig vekselspenningsvoltmeter (se fig. 45.05). «Peak-to-peak-spenningen» (se fig. 45.05), som regnes mellom vekselspennings positive og negative topp, blir da dobbelt så stor som amplitudeverdien. En vekselspenning på 1 V har altså en amplitudeverdi på 1,42 V og en peak-to-peak-verdi på 2,84 V (se fig. 45.05).

For at vi ved en avbøyningsfølsomhet på $0,26 \text{ mm/V}$ skal få en sinuspenning til å ligge med sine peak-verdier i 6 cm avstand vertikalt, trenger vi altså ikke en spenning på $60/0,26 = 230 \text{ V}$, men $230/2,84 = 81 \text{ V}$ (effektivverdi). For horisontalavbøyningen trenger vi ca. 20% høyere spenning, dvs. ca. 100 V (effektivverdi).

Dette er jo reeltivt høye vekselspenninger, og om vi skal ha noen praktisk nytte av oscilloskopet, må vi ha en eller annen forsterker foran avbøyningplatene, for at vi også skal kunne studere målespenninger med lavere spenningsnivåer. I det oscilloskopet som beskrives her, er det derfor innført et forsterkertrinn med ca. 100 ganger forsterking (ca. $0,8 \text{ V}$ effektivverdi vil da gi full utstyring av billedrøret, og helt ned til ca. 200 mV vil vi få et brukbart bilde med ca. 12 mm vertikal avstand mellom peakverdiene).

Prinsippkjemaet

Det komplette skjemaet for oscilloskopet er vist i fig. 45.06. Ved å sammenlikne dette med skjemaet i fig. 45.04, vil vi lett kunne finne den spenningsdeleren vi må ha for å få riktige arbeidsspenninger til billedrøret. Her har vi også tegnet inn de reguleringsmuligheter som må til for å kunne variere lysstyrken på skjermen (P_4), for å kunne sentrere strålen i horisontal og vertikal retning (P_1 og P_2), og for å kunne fokusere den på riktig måte (P_3).

Øverst til venstre i skjemaet i fig. 45.06 har vi den såkalte y-forsterkeren, dvs. den forsterkeren som avbøyer strålen i vertikal retning. Under denne har vi den såkalte x-forsterkeren, som avbøyer strålen i horisontal retning. Begge forsterkerne er bygd opp på samme måte, med en pentode med stor steilhet, EF184, som gir en forsterking på ca. 100 ganger. I tillegg til x- og y-forsterkerne har vi i oscilloskopet en såkalt sweepgenerator, dvs. en generator som gir avbøyningsspenning for strålen i horisontal retning når vi skal studere et periodisk forløp av en spenning. Denne avbøyningspenningen skal være en *sagtakkspenning*, dvs. den skal gi en forholdsvis langsom avbøyning av strålen fra venstre til høyre, og deretter føre den meget raskt tilbake til venstre hvorfra vi igjen skal ha en forholdsvis langsom avbøyning til høyre, osv.

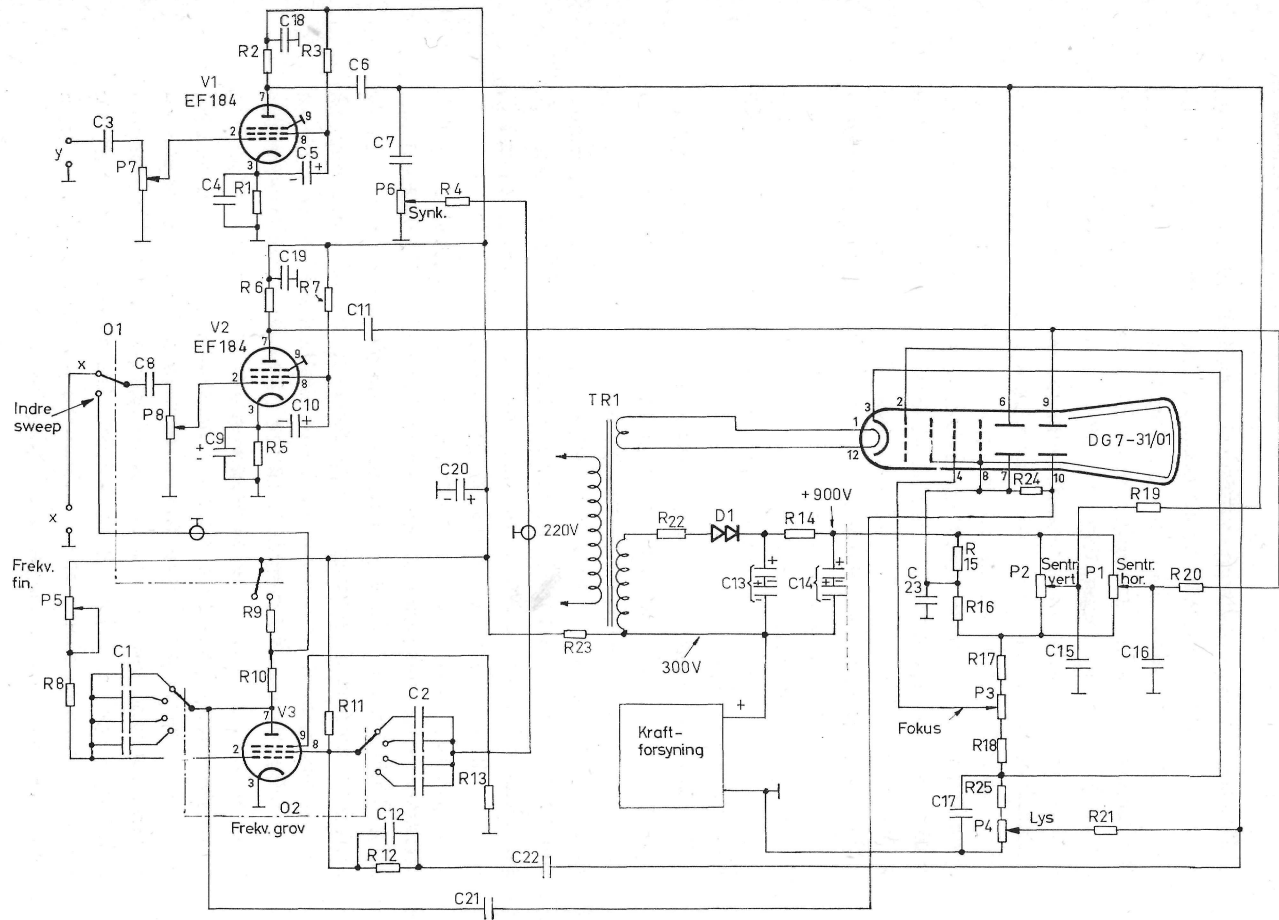


Fig. 45.06. Prinsipskjema for et enkelt katodestråleoscilloskop med 7 cm billedrør.

Hvordan vi ved hjelp av dette såkalte tidssweepet får et stillestående bilde på skjermen av et periodisk forløp, vil vi forklare nærmere i forbindelse med fig. 45.07. Her har vi nederst til venstre tegnet

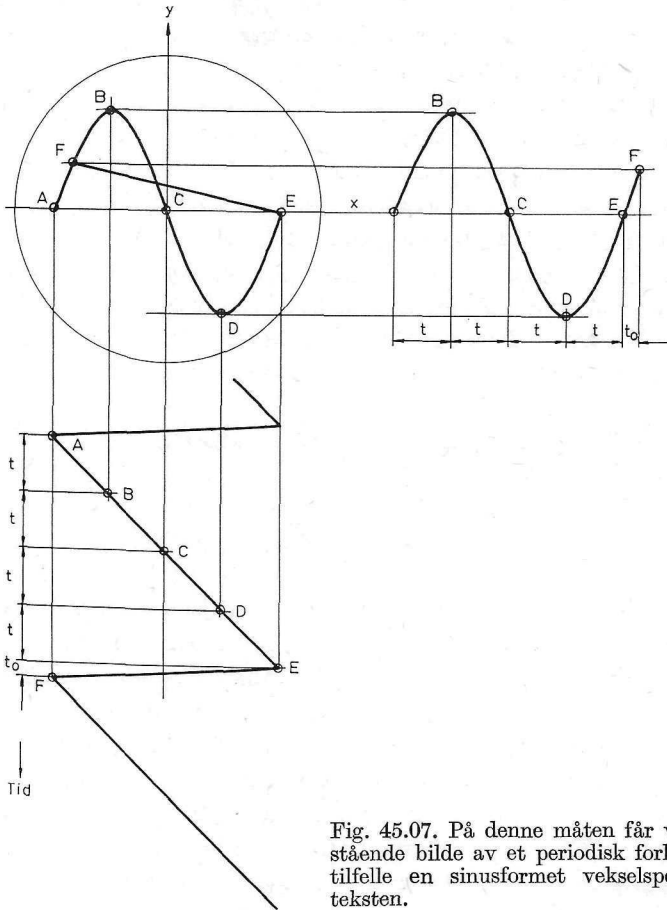


Fig. 45.07. På denne måten får vi et stillestående bilde av et periodisk forløp, i dette tilfelle en sinusformet vekselspanning. Se teksten.

inn en sagtakkspanning som avbøyer strålen i horisontal retning. Til høyre er tegnet en sinusspenning som avbøyer strålen i vertikal retning. I figuren er tegnet inn punkt for punkt den vei elektronstrålens lysfleck vil følge på skjermen. Vi finner bare størrelsen av x - hen-

holdsvis y -spenningen i samsvarende tidspunkter, A, B, C, D, E, F, og får dermed fram den vertikale henholdsvis horisontale avbøying ved disse tidspunkter. Da sweepet foregår uten stans fra venstre til høyre, vil strålen fortsette å tegne opp samme kurve på skjermen, så lenge spenningen vi betrakter ikke endrer kurveform eller frekvens. Vi får altså et stillestående bilde på skjermen.

Det er klart at vi ved å *øke* frekvensen på horisontalsweepet vil få med *mindre* av det periodiske forløpet av sinusspenningen på skjermen, men på den annen side kan vi ved å *redusere* frekvensen på sweepspenningen få med *flere* perioder av sinusspenningen.

I sweepgeneratoren har vi en 2-gangs vender med fire stillinger, 0_2 , som kopler om to kondensatorer (C_1 og C_2), i oscillatoren. Dermed endrer vi sweepfrekvensen i fire dekadetrinn. Ved hjelp av en variabel motstand (P_5), kan vi foreta en fininnstilling av frekvensen innenfor hvert sweepfrekvensområde. De fire sweepfrekvensområdene er følgende:

Frekvensområde 1:	10 Hz — 100 Hz
»	2: 100 Hz — 1 kHz
»	3: 1 kHz — 10 kHz
»	4: 10 kHz — 100 kHz

For at vi skal få et stillestående bilde på skjermen, må sweepfrekvensen være nøyaktig den samme som frekvensen for den spenning vi skal undersøke (se fig. 45.07), eller eventuelt en jevn brøkdel av denne ($1/2$, $1/3$, $1/4$ osv.). Om sweepfrekvensen avviker aldri så lite fra y -spenningens frekvens (eller en jevn brøkdel av denne), vil den kurven vi får tegnet opp på skjermen vandre i horisontalretningen.

Ved hjelp av fininnstillingsknappen for sweepfrekvensen (P_5), er det riktignok mulig å regulere frekvensen manuelt slik at vi får et stillestående bilde, men dette er litt ubekvem. Derfor lar vi som regel målespenningen styre sweeposcillatoren slik at denne synkroniseres med målespenningen. Vi får da et stillestående bilde med enten ett, to, tre eller fire perioder tegnet opp på skjermen. Sweeposcillatoren låses da fast ved en frekvens som står i et visst forhold til målespenningen. Synkroniseringen foretar vi ved at vi tar endel av den forsterkede målespenningen ut over et potensiometer (P_6), og

fører den inn på bremsegitteret for sweepposillatorrøret. På den måten tvinger vi oscillatoren til å arbeide på en frekvens som faller sammen med målespenningens frekvens eller er $1/2$, $1/3$, $1/4$ etc. av denne.

De knapper som oscilloskopet utstyres med blir altså følgende: Fokusering (P_3), lysstyrke (P_4), vertikal posisjon (P_1), horisontal posisjon (P_2), forsterking i x-retning (sweepbredde) (P_8), forsterking i y-retning (P_7), synkroniseringsspenning (P_6), og finavstemming av sweepfrekvensen (P_5). Videre har vi knapper for de to venderne for horisontal sweepfrekvens (0_2), og for inn- og utkopling av sweep-oscillatoren (0_1).

Se koplingskjemaet, fig. 45.08 på side 522 og 523.

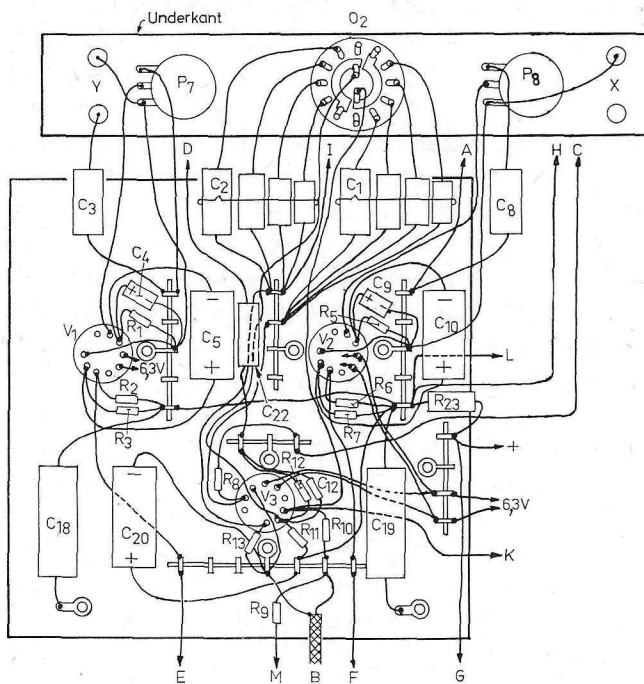
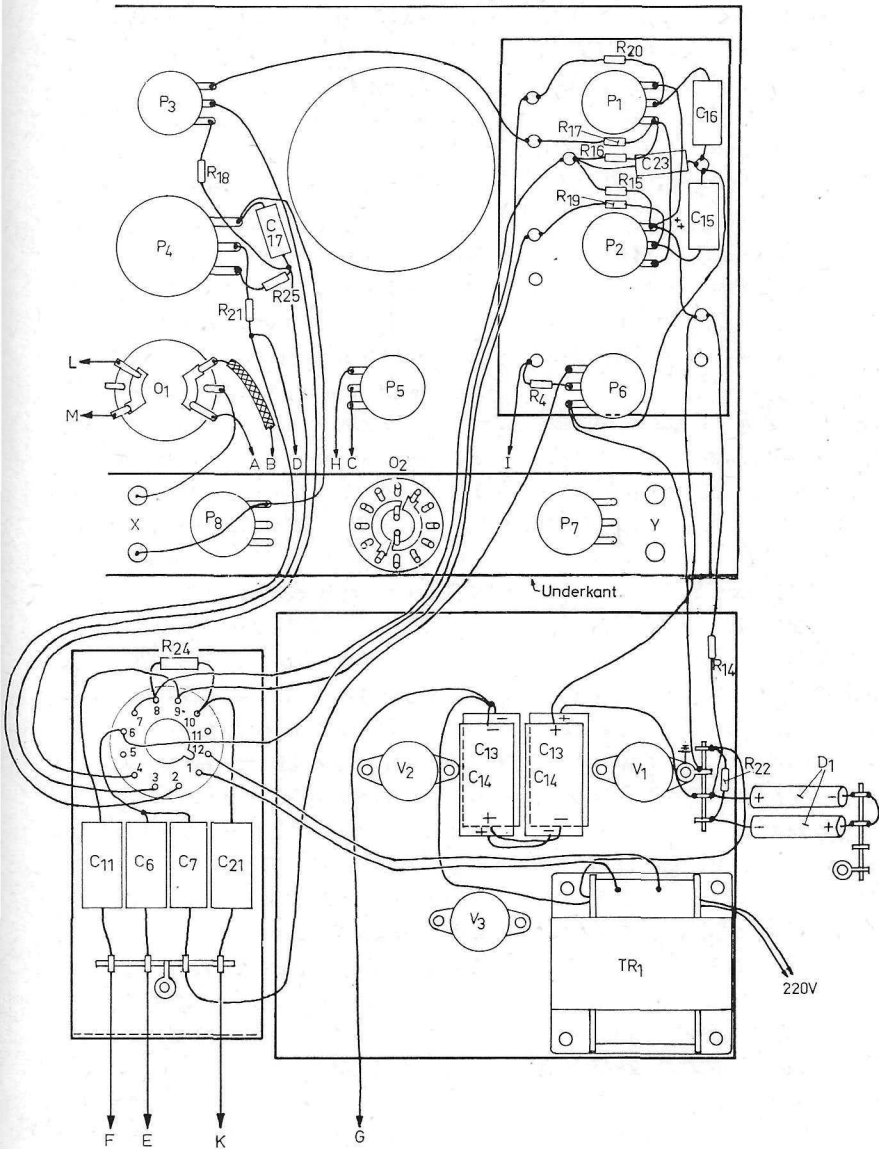


Fig. 45.08. Koplingsskjema for katodestråleoscilloskop ifølge prinsippskjema i fig. 45.06.



Stykkliste

- $R_1 = 220 \text{ ohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_2 = R_6 = 15 \text{ kohm}, 1 \text{ W}$
 $R_3 = R_7 = 25 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_4 = 470 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_5 = 100 \text{ ohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_8 = 0,2 \text{ Mohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_9 = 1 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{10} = 39 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{11} = 68 \text{ kohm}, 1 \text{ W}$
 $R_{12} = R_{21} = 220 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{13} = R_{15} = R_{16} = 100 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{14} = R_{25} = 47 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{17} = 500 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{18} = 150 \text{ kohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{19} = R_{20} = R_{24} = 2,2 \text{ Mohm}, \frac{1}{2} \text{ W}$
 $R_{22} = 1 \text{ kohm}, 1 \text{ W}$
 $R_{23} = 500 \text{ ohm}, 2 \text{ W}$
 $C_1 = 50 \text{ nF}, 5 \text{ nF}, 1 \text{ nF}, 100 \text{ pF}, 350 \text{ V}, \text{ papir}$
 $C_2 = 0,25 \mu\text{F}, 30 \text{ nF}, 5 \text{ nF}, 300 \text{ pF}, 350 \text{ V papir}$
 $C_3 = C_8 = 0,27 \mu\text{F}, 350 \text{ V}, \text{ papir}$
 $C_4 = C_9 = 100 \mu\text{F}, 12 \text{ V}, \text{ el.lytt.}$
 $C_5 = C_{10} = 32 \mu\text{F}, 350 \text{ V}, \text{ el.lytt.}$
 $C_6 = C_7 = C_{11} = C_{21} = C_{23} = 0,1 \mu\text{F}, 850 \text{ V}, \text{ papir}$
 $C_{12} = 50 \text{ pF}, 350 \text{ V}, \text{ keramisk}$
 $C_{13} = C_{14} = 4 \text{ stk. } 16 \mu\text{F}, 450 \text{ V e.lytt. (seriekoplet to og to)}$
 $C_{15} = C_{16} = C_{17} = 50 \text{ nF}, 500 \text{ V}, \text{ papir}$
 $C_{18} = C_{19} = 1 \mu\text{F}, 350 \text{ V}$
 $C_{20} = 16 \mu\text{F}, 450 \text{ V}, \text{ el.lytt.}$
 $C_{22} = 0,1 \mu\text{F}, 400 \text{ V}, \text{ papir}$
 $P_1 = P_2 = P_6 = P_7 = P_8 = 1 \text{ Mohm pot.m. lineære}$
 $P_3 = 0,5 \text{ Mohm}, \text{ pot.m. lineært}$
 $P_4 = 50 \text{ kohm}, \text{ pot.m. trådviklet}$
 $P_5 = 2 \text{ Mohm pot.m. lineært}$
 $D_1 = 2 \text{ stk. enveislikerettere}, 500 \text{ V}, 30 \text{ mA}, \text{ koplet i serie}$
 $TR_1 = \text{nettransformator } 2 \times 250 \text{ V}, \text{ seriekoplet til } 500 \text{ V}, 6,3 \text{ V til glødn.}$
 Katodestrålerør DG7—31/01
 $V_1 = V_2 = V_3 = \text{EF184}$
 $O_1 = 2 \times 2\text{-still. vender}$
 $O_2 = 2 \times 4\text{-still. vender}$
 1 stk. rørholder 12 pins til DG7—31/01
 3 stk. rørholdere, 9 pins.
 4 stk. bananbøssinger
 1 mm båndjern, $80 \times 125 \text{ mm}$, til å sette som skjerm rundt halsen på DG7—31/01.

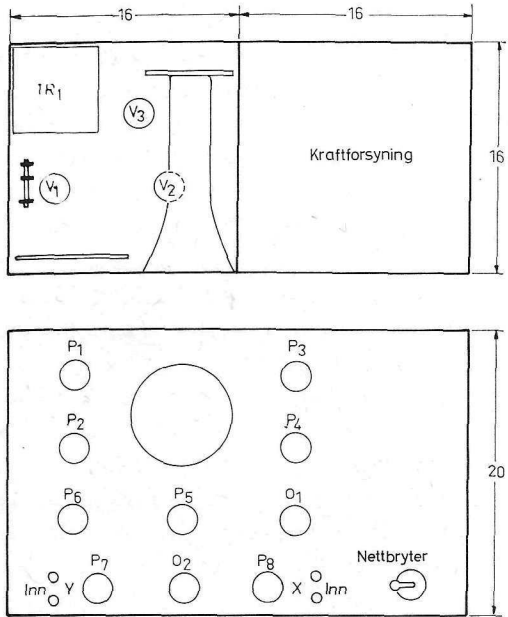


Fig. 45.09. Plasseringstegning for oscilloskopet samt utseendet av frontpanelet.

Oppbyggingen

Oscilloskopet er bygd opp på en chassisplate på 16 × 16 cm, med et frontpanél på 16 × 32 cm. Skjermen på katodestrålerøret er anbrakt i et hull i frontpanelet. På frontpanelet anbringer vi også alle de kontrollknapper som må være tilgjengelige ved bruken av oscilloskopet.

For å få de nødvendige arbeidsspenninger nytter vi den vanlige kraftforsyningen, som imidlertid er komplettert med et aggregat som gir ca. 600 V anodespenning. Den adderes til den spenningen på 300 V som vi har i den opprinnelige kraftforsyningen. Den totale anodespenningen blir altså 900 V. For den ekstra kraftforsyningen som gir 600 V, nytter vi en vanlig enkel nettransformator med en vikling for 2 × 250 V, og kopleer den slik at vi får 500 V. Denne spenningen likeretter vi med en enkel tørrlikeretter (D₁), og filtrerer den med kondensatorene C₁₃ + C₁₄. Forsterkerne og sweepgeneratoren går på den opprinnelige kraftforsyningen med 300 V.

Potensiometrene P_1 og P_2 ligger på et meget høyt positivt potensial i forhold til jord, og vi må derfor montere dem isolert fra chassiset slik at vi ikke risikerer overslag. Spenningen ligger jo her på ca. + 900 V. De komponenter som har denne spenning er derfor montert på en pertinaxplate på innersiden av frontpanélet.

Rørholderen for katodestrålerøret må vi montere på en vinkel av jernplate, og billedrøret monteres med sin forreste kant hvilende i hullet i frontpanélet. Dette hullet har vi på forhånd utstyrt med en «krave» som vist i fig. 45.10 og 45.12. Disse figurene sammen med fig. 45.08 og 45.11 viser plasseringen av komponentene, og av fig. 45.08 og 45.12 ser vi hvordan kontrollene er plassert på frontpanélet.

Det er viktig å huske at de høye sweepspenningene inneholder mange overharmoniske, og derfor må ledninger som fører denne spenningen holdes borte fra y-forsterkerens ledninger på inngangen.

For å hindre at brumfelter fra nettransformatoren og nettdrosselen skal påvirke elektronstrålen i katodestrålerøret, er det nødvendig å anbringe en 80 mm lang sylinder av bløttjern omkring halsen på katodestrålerøret.

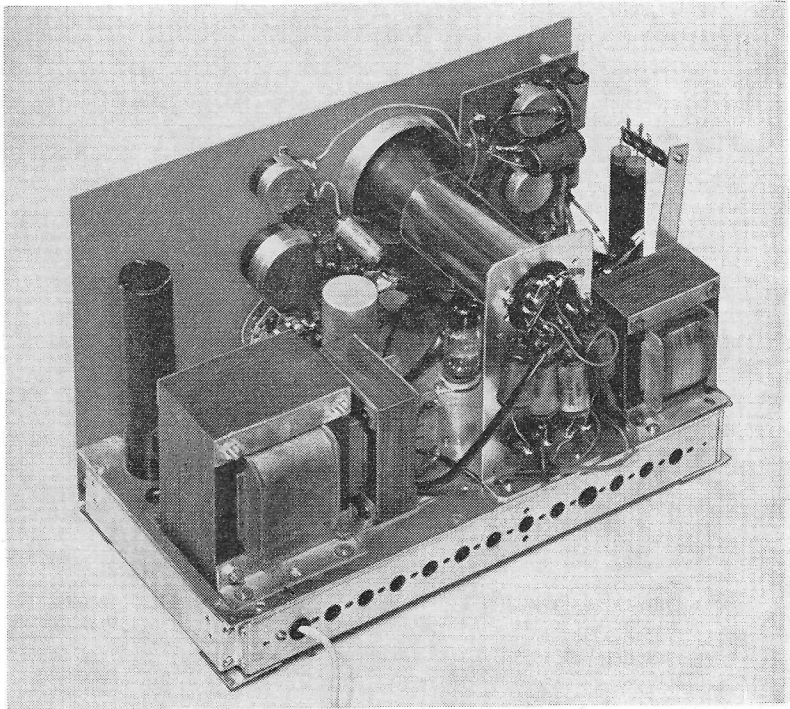


Fig. 45.10 a. Oscilloskopet sett bakfra.

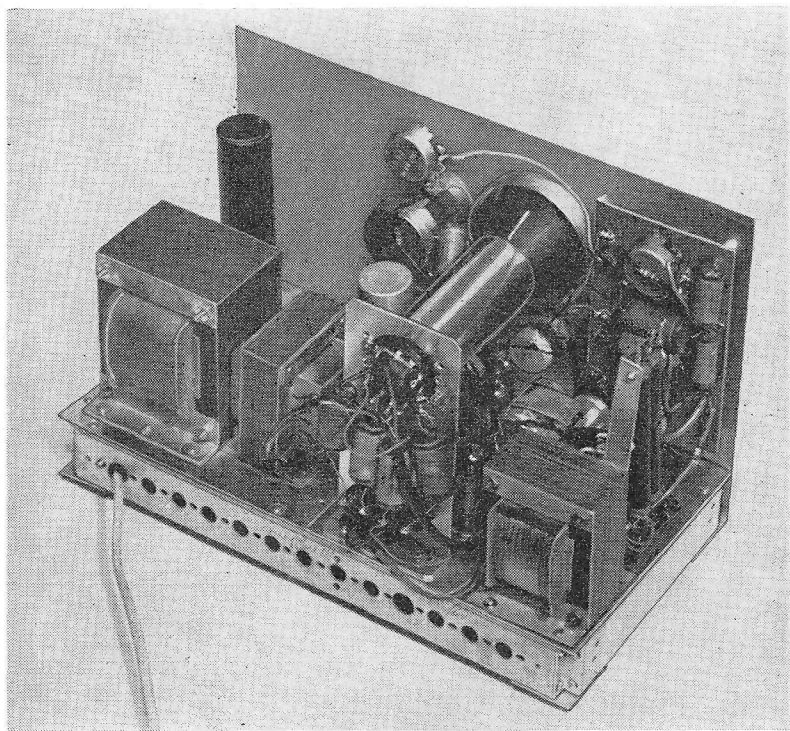


Fig. 45.10 b. Oscilloskopet sett bakfra.

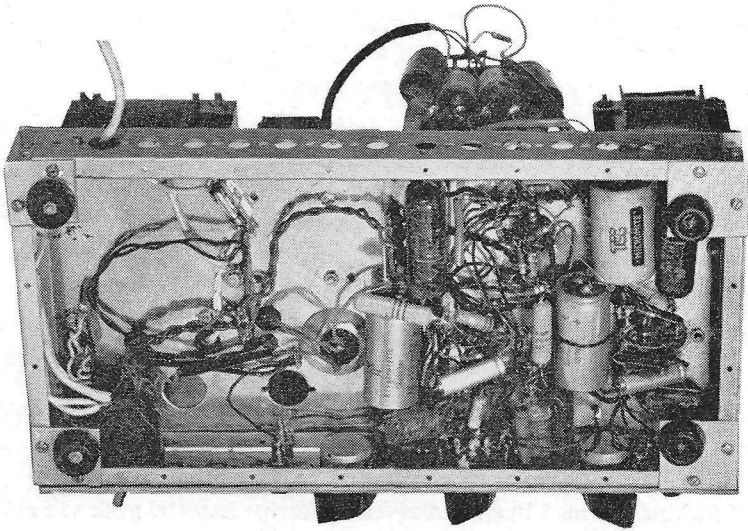


Fig. 45.11. Oscilloskopets chassis sett fra undersiden. Til høyre chassiset for kraftforsyningen, til venstre chassiset for forsterkere m. m.

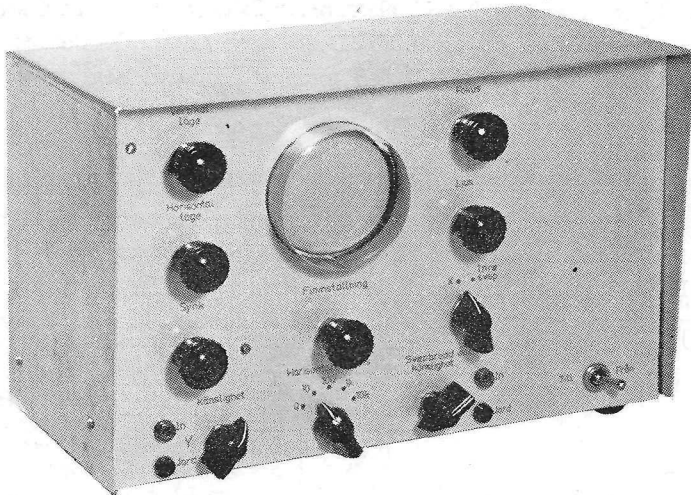


Fig. 45.12. Det ferdige oscilloskopet.