

LABORATION

# EL 1

APPARAT- OCH INSTRUMENTKÄNNEDOM för M

**MÅLSÄTTNING:** Att lära Dig hantera laborationsplatsens instrument och då främst oscilloskopet

**INNEHÅLL:**

1. Universalinstrument
2. Spänningskällor
3. Funktionsgeneratorer
4. Oscilloskopet (IWATSU SS 5705)
5. Övrig utrustning

**OBS!** I laborationen ingår hemuppgifter som skall vara utförda innan laborationen påbörjats.  
(Se uppgift 4f och 4g)

Handledare: .....

Namn: .....

Laborationen utförd den: .....

Inlämnad den: .....

Godkänd den: ..... av: .....



## INLEDNING.

Lab ET1 behandlar den viktigaste mätutrustningen på Din labplats. Instrumentuppsättningen varierar något från labbord till labbord. Den övriga labplatsutrustningen är placerad i instrumentskåp och uppräknas också i apparatförteckningen ET0, som finns vid din labplats. I övrigt hänvisas till pärmar med de fullständiga instrumentbeskrivningarna från respektive fabrikant.

## 1. UNIVERSALINSTRUMENT.

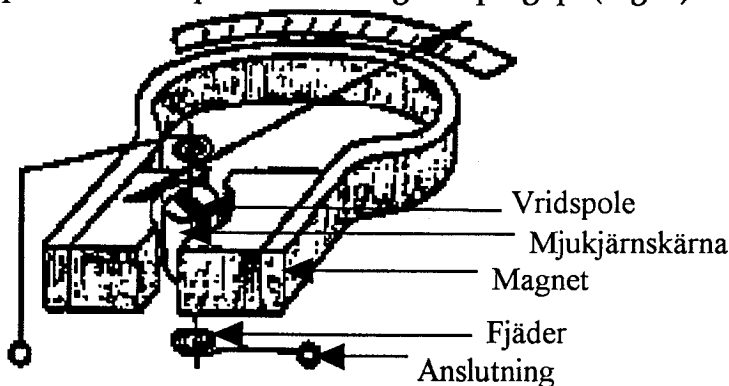
Med universalinstrument mäts likström, likspänning, växelström, växelspanning samt resistans. De är användbara vid spänningsmätningar från några tiondels volt upp till cirka tusen volt och för strömmar från något tiotal  $\mu\text{A}$  upp till flera A.

Två typer av universalinstrument förekommer, instrument med visare och digitala instrument. På visande instrument representeras mätresultatet av ett visarutslag, dvs en visarspets rör sig en sträcka längs en skala. Denna sträcka är en funktion av mätstorheten och representerar denna i analog form. Användaren av instrumentet får själv genom avläsning digitalisera mätresultatet, dvs uttrycka det i siffror. Ett digitalt universalinstrument (Digital MultiMeter, DMM) däremot anger självt direkt mätresultatet i digital form dvs i siffror på en sifvertablå.

Universalinstrument med visare (icke-elektroniska).

Den icke-elektroniska typen av vridspoleinstrument är effektkrävande. Strömmen genom vridspolen erhålles direkt från mätobjektet och ingångsimpedansen är av storleksordningen 10-100 k $\Omega$ /V på likspänningsområdena.

Instrument med visare har vissa fördelar exempelvis vid sökande av max- eller minvärden vid trimning etc. Den äldre typen av vridspoleinstrument är fortfarande mycket vanlig. Instrumenten är lätthanterliga, billiga och kräver ingen nätanslutning och inga batterier bortsett från användning för resistansmätning. Till nackdelarna hör att de är polaritetsberoende och belastar mätobjektet. Vridspoleinstrumenten har en rörlig spole placerad i en permanentmagnets polgap. (Fig. 1).



Figur 1.

Genomflyts spolen av ström uppstår ett vridmoment som motverkas av ett återföringsmoment åstadkommet med hjälp av spiralfjädrar. En viss ström bestämmer ett

visst jämviktsläge. Vid mätning med växelström är vridspoleinstrumenten försedda med likriktare.

### Digitala universalinstrument (DMM)

Till de digitala universalinstrumentens fördelar hör att de har hög noggrannhet, direkt polaritetsindikering samt är lätt avläsbara även på avstånd. Dessutom är de som regel känsligare och mindre effektkrävande än de konventionella (icke-elektroniska) visarinstrumenten. De flesta digitala instrument har också större noggrannhet än vad som över huvud taget är möjligt att uppnå med visarinstrument.

Till nackdelarna hör nätspänningsberoendet (direkt eller via batteriladdare) samt känsligheten för störningar.

#### *Grundregel vid användning av universalinstrument:*

- *Kontrollera först att instrumentet är nollställt mekaniskt (elektriskt) och justera vid behov.*
- *Börja alltid mäta på det okänsligaste området om inte spänningens eller strömmens ungefärliga storlek är känd från början.*

## UPPGIFT 1. UNIVERSALINSTRUMENT

Vid laborationen anvisas du ett universalinstrument av konventionell, icke-elektronisk typ (nedan kallad "visarinstrument") och en digital multimeter (nedan kallad "DMM").

### UPPGIFT 1a. VISARINSTRUMENT

Instrumentets fabrikat/typ: .....

Vilka mätområden har instrumentet?

Likström: .....

Likspänning: .....

Växelström: .....

Växelspänning: .....

Resistans: .....

Kontrollera nollställningen. Vid behov åtgärda.

Vrid instrumentets omkopplare till mätning av resistans. Kortslut ingången något ögonblick och nollställ instrumentet på ohmområdet. Går detta bra är instrumentets batterier i gott skick eljest får Du byta.

Mät resistansen hos ett trådlindat effektmotstånd (..... $\Omega$ ).

### UPPGIFT 1 b. DIGITALMULTIMETER.

Instrumentets fabrikat/typ: .....

Vilka mätområden har instrumentet?

Likström: .....

Likspänning: .....

Växelström: .....

Växelspänning: .....

Resistans: .....

.....  
.....  
.....

Hur många siffror erhålles maximalt på displayen? .....

(Ofta anges att ett instrument kan visa t.ex. 3½ siffror, det betyder att instrumentets display maximalt kan visa 1999; om det i en bruksanvisning står att ett instrument har 4 siffror kan displayen maximalt visa 9999.)

Har instrumentet manuell eller automatisk omkoppling mellan olika känslighetsområden?

.....

Ställ det visande universalinstrumentet i uppgift 1 a på resistansmätning.

Mät med DMM spänningen över universalinstrumentets anslutningskontakter (..... V).

## 2. SPÄNNINGSKÄLLOR (nätaggregat, power supply).

All elektronisk utrustning kräver någon form av likspänningsförsörjning. Beträffande spänningvärden finns ingen standard men vissa spänningar är vanligare än andra och närmast dikterade av kraven från vissa halvledarteknologier, t ex +5 V,  $\pm 12$  V,  $\pm 15$  V. Dessutom finns spänningsvariabla aggregat. Maximala strömuttaget kan variera från max. 100 mA till max 100 A eller mera. För att skydda utrustning mot fel finnes skydd mot överspänningar och begränsningar i strömuttag.

Ett *konstantspänningsaggregat* är en reglerad spänningskälla som oberoende av ändring i belastning, inspänning, temperatur etc. bibehåller konstant utspänning, dvs för en ändring i

belastningsmotståndet kommer utspänningen att bibehållas konstant. Utströmmen däremot ändras till ett värde nödvändigt för att kompensera spänningsändringen.

Ett *konstantströmaggregat* är en reglerad spänningskälla som oberoende av ändringen i belastning, temperatur etc. bibehåller konstant utström, dvs för en ändring i belastningsmotstånd, kommer utströmmen att bibehållas konstant. Utspänningen däremot ändras till ett värde nödvändigt för att kompensera för strömändringen.

### **Observera följande vid all användning av spänningskällor.**

- *Utför kretsuppkopplingarna strömlöst. Vid inkoppling av ett likspänningsaggregat skall både spännings- och strömbegränsningsrattarna vara nervridna till minimum.*
- *Vissa spänningskällor har permanent + eller - pol ANSLUTNA till jord (chassi), andra kan däremot vara så konstruerade att utspänningen "flyter". Det blir då användaren som får avgöra jordningen.*
- *Utnyttja färgerna hos kablar, t ex svart = jord, rött = positiv spänning, blått = negativ spänning.*

### **UPPGIFT 2. LIKSPÄNNINGSAGGREGAT, TOPWARD TPS 4000**

Studera frontpanelbeskrivningen (se appendix). Lär dig att finna kontrollerna på instrumentet. Anslut en voltmeter för att kontrollera att du kan ställa in önskad spänning.

### 3. FUNKTIONSGENERATORER.

Funktionsgeneratorer alstrar med tiden varierande periodiska spänningar exempelvis sinusformade spänningar, eller kurvformer som kantvåg och triangelvåg. Dessa kan ofta erhållas överlagrade på en likspänningsnivå (offset) som kan väljas positiv, negativ eller noll. Frekvensområdet är ofta stort (0,1 Hz - 1 MHz). Offset = bias heter på svenska förspänning.

Funktionsgeneratorer som enbart kan alstra sinusformade signaler brukar kallas tongsgeneratorer.

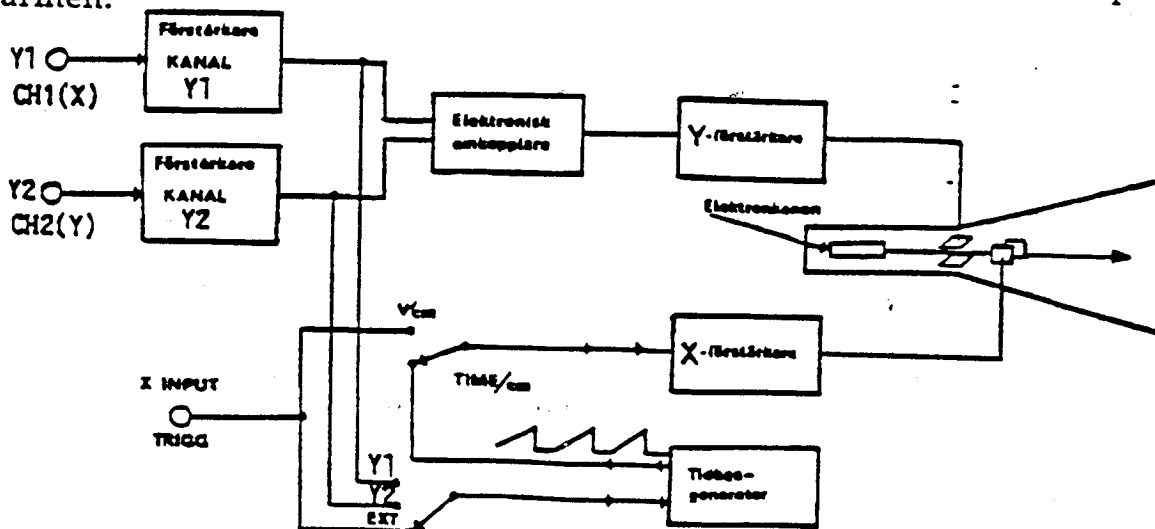
Funktionsgeneratorer används då man önskar undersöka hur en elektronisk apparat, t ex en förstärkare eller ett mätinstrument, reagerar på signaler av olika frekvens och kurvform. De funktionsgeneratorer som finns att tillgå (se ET0) har en maximal signalamplitud av storleksordningen 10 - 20 V. Maximala effektuttaget ligger i området 0,1 - 1 W.

### 4. OSCILLOSKOPET

#### ALLMÄNT

Oscilloskopet är ett av den elektriska mätteknikens viktigaste instrument, med vars hjälp det är möjligt att grafiskt återge elektriska spänningars och strömmars variation i tiden.

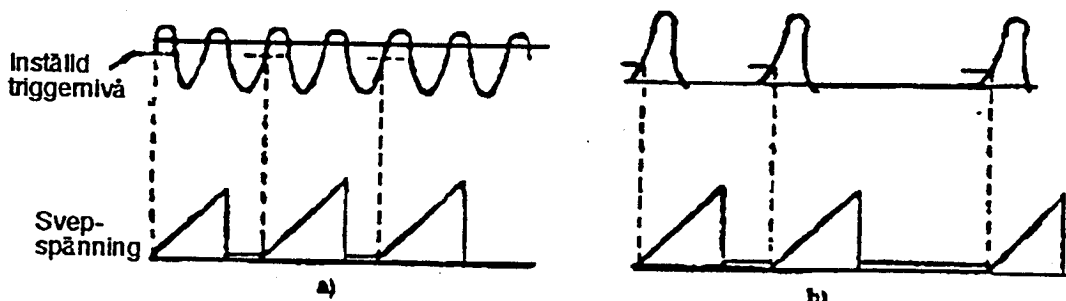
Oscilloskopet är uppbyggt kring katodstråleröret varmed tidsförlopp kan återges. Figur 9 visar uppbyggnaden av ett sådant. Elektronen emitteras från katoden genom kraftig uppvärmning av denna. Elektronerna accelereras genom ett rörformat anodarrangemang som dels accelererar elektronerna och dels fokuserar elektronstrålen så att en väl samlad punkt uppstår på skärmen. Man kan via rattar på frontpanelen kontrollera elektronstrålens intensitet, fokusering och astigmatism. Skärmen är belagd med ett fluorescerande skikt som emitterar synligt ljus när det träffas av energirika elektroner. Mellan skärmen och anoden är två par avlänkningsplattor placerade, ett par för x-led och ett annat par för y-led. Styrkret reglerar strömstyrkan hos elektronstrålen, dvs ljusintensiteten på skärmen.



Figur 9. Katodstråleröret.

Varför måste katodstråleröret vara lufttomt? .....

Vid mätning med oscilloskop vill man vanligen studera hur en viss elektrisk signal ändrar sig med tiden, dvs man vill "skriva" en funktion med signalen som beroende variabel och tiden som oberoende. I så fall lägger man den signal man vill studera över det plattpar som styr strålens avvikelse i vertikalled. Över det plattpar som styr avvikelsen i horisontell led lägger man en spänning som är proportionell med tiden, dvs spänningen ökar linjärt med tiden. På skärmen rör sig då strålen med konstant hastighet horisontellt, samtidigt som den utför vertikala avvikelser som är proportionella mot signalen. På detta sätt får man det önskade funktionssambandet uppritat. När strålen rört sig över hela skärmen skall den snabbt förflyttas tillbaka till utgångsläget. Detta sker genom att spänningen över horisontalavläkningsplattorna snabbt återgår till utgångsvärdet, samtidigt som en kortvarig negativ puls läggs på en styrelektrod så att strålen stryps och återgången inte blir synlig. Strålen kan nu utföra ett nytt svep över skärmen. Horisontalavläkningsspänningen får alltså det utseende som framgår av figur 10. Jämför även med oscilloskopsfönstrets bild i figur 12.



Figur 10.

För att bilden på skärmen inte skall få ett kaotiskt utseende krävs att strålen uppritat samma kurva vid varje svep. Varje nytt svep måste börja på motsvarande punkter av signalspänningen (se figur 10). Man inför därför en speciell styrkrets för sågtandsgeneratorm. Denna krets startar (triggar) det nya svepet när signalen nått en viss inställbar höjd. Om kretsen innehåller en differentieringskrets\* får man en positiv puls då signalen passerar triggernivån på uppgång och en negativ signal vid nedåtgående passagen. Endera av dessa kan utväljas för start av svepkretsen, så att oscilloskopet triggar antingen på positiv eller negativ flank.

Emellertid kommer man att förlora den del av signalen som ligger före svepets start, vilken inte kan ske utan en viss tidsfördröjning. I oscilloskop avsedda för snabba signaler (särskilt pulser med kort stigtid) inför man en signalfördröjningsledning (ej utritad i figur 9) som åstadkommer fördröjning av signalen innan den påförs vertikalavläkningsplattorna. detta gör att svepet hinner starta innan signalen hunnit fram och man kan få en bild av hela signalen. Oscilloskop med

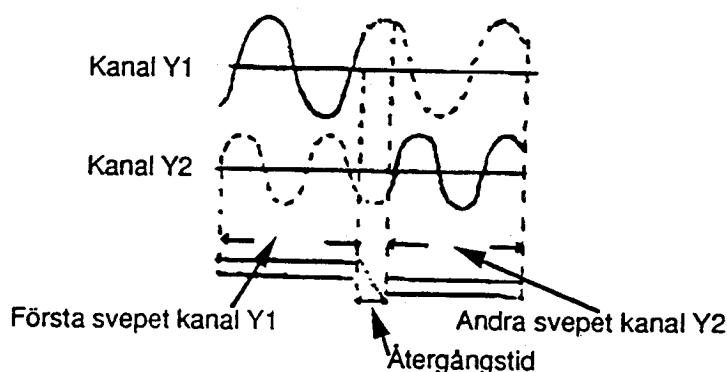
\* Differentieringskretsen ger, som mamnet antyder, en utsignal som påminner om insignalens derivata.



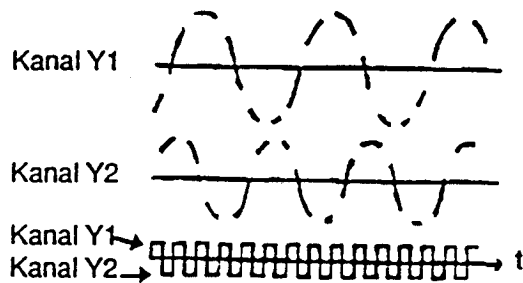
övre gränshfrekvenser  $> 10$  MHz (motsvarande en pulsstigtid av ca 30 ns) brukar vara utförda på detta sätt.

Många oscilloskop kan också användas som XY-oscilloskop, vilket innebär att man i stället för svepspänning matar en signalspänning till X-avlänkingsförstärkaren samtidigt som en annan signal matas till Y-förstärkaren. sambandet mellan två variabler kan på detta sätt studeras. Ett typexempel är upptagningen av hystereskurvor för magnetmaterial, dvs registrering av sambandet mellan B, flödestätheten och H, fältstyrkan. Ett annat är frekvensjämförelse med hjälp av s k Lissajousfigurer. Härvid matas de sinussignaler vars frekvenser skall jämföras till X- respektive Y-ingången: Då kvoten mellan frekvenserna är heltalig fås en stationär bild på skärmen. Även fasskillnaden mellan två signaler kan bestämmas.

För att kunna studera två förlopp samtidigt kan man använda ett så kallat dubbelstråleoscilloskop, där katodstråleröret är utfört med två elektronkanoner och två separata avlänkningssystem (äka dubbelstråleoscilloskop). Samma sak kan uppnås på ett alternativt sätt med hjälp av en så kallad elektronomkopplare, som växelvis kopplar in de båda förloppen på *alternerande* (vartannat) svep (fig. 11a). Man kan även med hög frekvens växla mellan de båda förloppen, dvs strålen ritar först ett litet stycke av förlopp 1 och hoppar därefter över och ritar ett litet stycke av förlopp 2, samt återvänder till förlopp 1 etc. (Figur 11b). Man säger i detta senare fall att man har ett "chopprat" svep. Ett äka dubbelstråleoscilloskop är att föredraga framför ett alternerande / "chopprat" oscilloskop men det blir dock mycket dyrare i inköp. Tekniken att alternera resp. "choppra" svepet är ej begränsat till enbart två förlopp utan kan också appliceras på studiet av tre eller flera samtidiga förlopp.



Figur 11a. Alternerat driftsätt. Vid detta driftsätt gör elektronstrålen ett svep över hela bildskärmen, först för kanal Y1 och sedan för kanal Y2, därefter återigen kanal Y1 och sedan kanal Y2 osv. Att återge två signaler samtidigt är omöjligt vid detta driftsätt, om signalerna har låg repetitionsfrekvens. Engångsförlopp kan inte heller återges.



Figur 11b. Chopprat (hackat) driftsätt. Elektronstrålens avlänkning bestäms under en kort tid av förstärkare Y1, under efterföljande tidsögonblick av förstärkare Y2. Oscilloskopet sägs då ha chopprat svep. Omkopplingen av elektronstrålen sker vid fast frekvens.

Vid laborationen används oscilloskopet **IWATSU SS-5705**. Gå igenom apparatbeskrivningen i ET0 och jämför med figur 12 överst på nästa sida.

Vilka frekvensområden har oscilloskopet DC- resp AC-läge?

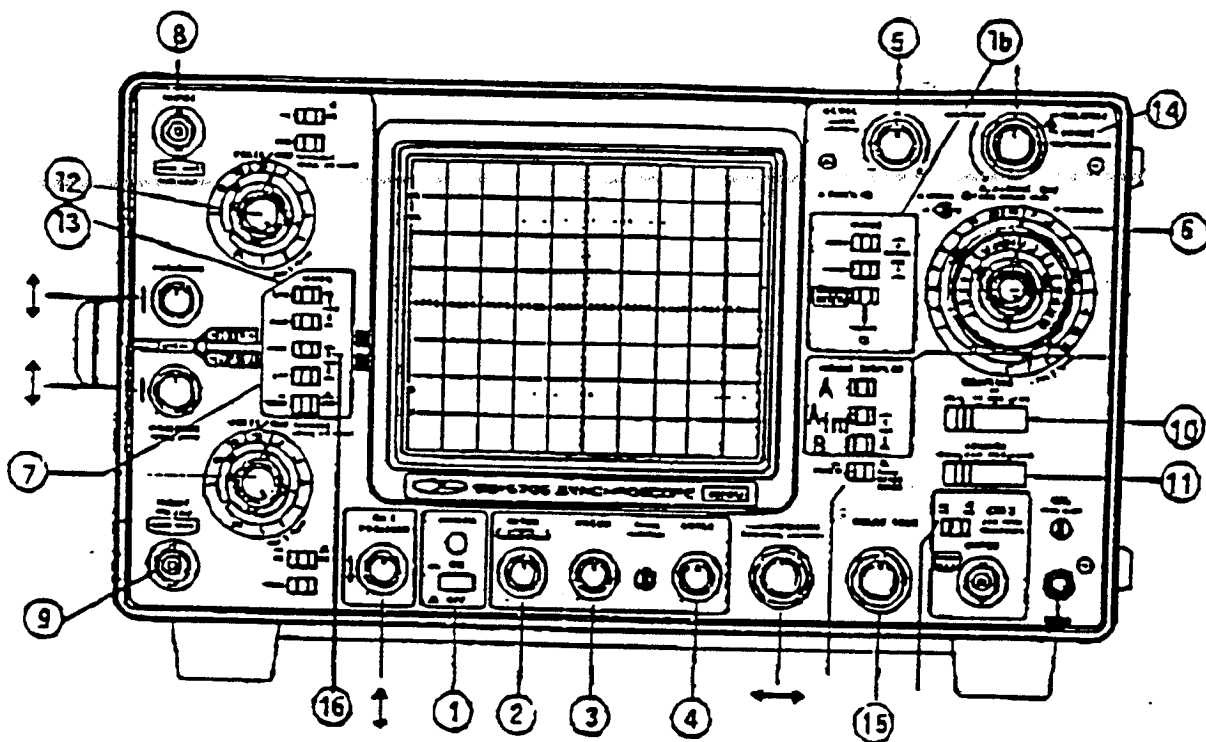
..... respektive .....

Vilken amplitud måste en signal minst ha för att användas som trigg? .....

#### UPPGIFT 4 a. IGÅNGSÄTTNING AV OSCILLOSKOPET.

Dubbelstråleoscilloskopet har reglagen för de två kanalerna CH1(X) och CH2(Y) till vänster om bildskärmen och tidbasgeneratorns till höger, medan elektronkanonens reglage finns under bildskärmen. Se figur 12 överst på nästa sida.

1. Slå på huvudströmbrytaren (1) så att lampan märkt POWER börjar lysa. Tryck därefter in tidbasgeneratorns båda MODE-knappar AUTO och NORMAL, dvs LEVEL FIX, samt HORIZ DISPLAY A-knappen. På skärmen kommer då strax en bild av elektronstrålens rörelse.
2. Justera strålens intensitet och fokusering med knapparna (2) och (3) under bildskärmen samt skärmens skalbelysning med (4) så att Du får en skarp och inte alltför ljusstark bild. Om Du inte får någon bild, justera de tre knapparna märkta POSITION ( $\updownarrow$   $\leftrightarrow$ ).
3. Sätt tidbasgeneratorns trignivå LEVEL (5) på 0 och vrid tidbasomkopplaren för A-svepet (6) mot längre sveptider och iakttag bilden.



Figur 12. IWATSU SS-5705 oscilloskop.

4. Välj kanalernas display-MODE genom att trycka in XY-knappen (7) så att båda kanalernas gemensamma stråle visar sig. Justera strålens intensitet och placera punkten i mitten av bildskärmen (origo). I detta fall blir det bara en punkt på bildskärmen. Varför?

.....

**OBS!** Ett säkert sätt att bränna sönder bildskärmen är att dra på maximal intensitet på strålen med denna inställning och därefter gå och dricka kaffe.

5. Anslut en funktionsgenerator som ger sinusvågor med frekvensen 3 Hz till CH1(X)-ingången (8). Ställ in kanalens känslighet VOLT/DIV på 1 V/cm. Ändra amplituden på generatorspänningen och iakttag oscilloskopbild.

#### UPPGIFT 4 b. KONTROLLORGAN FÖR Y-AVLÄNKNINGEN.

1. Flytta funktionsgeneratoranslutningen från CH1- till CH2-ingången (9).

Studera bilden!

2. Öka nu frekvensen till 1 kHz. Slå över kanal-MODE-omkopplaren till CH2 (13) och välj lämplig tid. Justera förstärkningen tills bilden blir lagom stor och horisontalläget så att strålen startar 1 cm in på skärmen.

**OBS!** Har man hög Y-förstärkning och kraftig signal, kan det vara svårt att upptäcka att det är någon signal närvarande. Man ser bara svaga vertikala linjer. Prova detta!

Anm. En förutsättning för att man skall få en stadig bild hos ett dubbelstråle-oscilloskop är att rätt signal triggas. Se till att triggerhetens COUPLING (10) står på DC och triggkällan SOURCE (11) styr den Y-ingång som är ansluten till ton-generatorn. Är så ej fallet, kan ju svepet ej synkroniseras, utan startar på måfå. Undersök detta!

3. Normalt använder man "LEVEL FIX"-läget, varvid svepet startar på ett för oscilloskopet speciellt fasläge (uttryckt i 0-360 grader), exempelvis nollgenomgång. Om bara knappen "NORMAL" är intryckt kan man med en ratt märkt "LEVEL" själv välja fasläge. Sök upp reglaget och undersök funktionen! Här är det lämpligt att välja tidbasen så, att bara en hel period syns på skärmen. Vidare kan man trigga på positiv eller negativ lutning, SLOPE (PULL-). Leta rätt på denna omkopplare och undersök även denna funktion. Jämför slutligen vad som händer i "NORM"- respektive "AUTO"-mode då "LEVEL"-ratten vrids så att trignivån kommer utanför triggområdet.

4. Sätt triggomkopplaren i läge "LEVEL FIX". I vilket fasläge (0° -360°) startar nu svepet?.....

5. Ibland kan signalen vara besvärlig att trigga på. Man kan då vara tvungen att skaffa fram en speciell triggsignal och låta denna styra oscilloskopet. Anslutning sker via en ingång märkt "CH3" och triggomkopplaren skall helt naturligt stå i läge "CH3".

#### FRÅGA:

Vad kan intensitetsknappen i intryckt läge användas till? .....

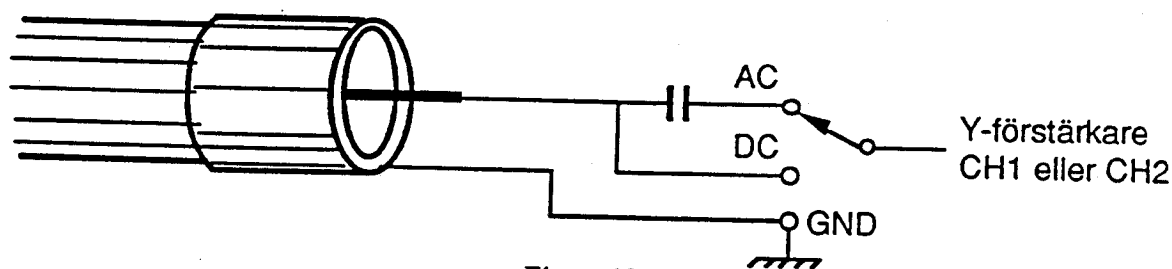
Prova!

ANM.: Du har kanske observerat att IWATSU SS-5705 har två kalibrerade rattar (en inre och en yttre) för regleringen av svephastighet. Detta styr två skilda svepgeneratorer (A- respektive B-svepet). Vid laborationen utnyttjar vi bara A-svepet (endast A-knappen på "HORIZ DISPLAY" är då intryckt). B-svepet, som – då det används – startar med reglerbar fördröjning efter A-svepet, möjliggör att man kan studera ett visst tidssegment av en signal med förhöjd tidsupplösning.

Du skall nu genomföra ett antal övningar som gör Dig mera förtrogen med oscilloskopet.

#### UPPGIFT 4 c. MÄTNING AV LIKSPÄNNING MED OSCILLOSKOP.

Vid kanalångarna finns två omkopplare. Förstärkaren jordas enligt figur 13 om Du trycker in knappen GND (eng. ground, dvs jord). Inställningen DC (Direct Current) innebär att signalen påförs y-ingången direkt och AC (Alternating Current) att signalen seriekopplas med en stor kondensator. Ingångskanalerna CH1 och CH2 kallas ofta Y1 och Y2.



Figur 13

1. Jorda först ingång Y2 genom att ställa omkopplaren på GND och flytta svepet med hjälp av ratten Y2 tills svepet sammanfaller med den horisontella mittlinjen på bildskärmens rut-nät. Kontrollera också med fokuseringsratten att Du har en så smal horisontell linje som möjligt.
2. Anslut till oscilloskopets ingång Y2 en koaxialkabel med BNC-kontakt i ena änden och två bananstift i den andra. Det ena bananstiftet är kopplat till kabelns skärm och via BNC-kontaktens yttre del till oscilloskopets jordkontakt. Vilken potential får en punkt i en strömförande krets om denna kontakt kommer i beröring med punkten?

3. Tryck nu ut GND omkopplaren. Koppla sedan in c:a -1,5 V från likspänningsaggregatet till oscilloskopet. Svepet flyttas nu nedåt. Studera inverkan av stegomkopplaren märkt Volts/cm och ratten för den kontinuerliga variationen mellan stegen. Skall Du välja AC eller DC ingång?

.....

4. Sätt denna ratt i kalibrerat läge och omkopplaren på 0,5 V/cm. Justera likspänningsgenerators utgångsamplitud, så att Du har exakt 1,5 V enligt utslaget på oscilloskopskärmen, dvs .....

rutor.

5. Koppla in ett universalinstrument av visartyp (vridspoleinstrument) parallellt över likspänningskällan, sedan Du först förvissat Dig om, dels att visarinstrumentet är inställt på ett okänsligt spänningsområde, dels att instrumentets polaritet är korrekt.

Oscilloskopets jordkontakt sitter därmed i förbindelse med voltmeterns ..... pol.

Voltmetern visar nu .....volt. Oscilloskopet visar nu .....volt.

6. Hur gör Du för att oscilloskopet skall få en känslighet av 1 mV/cm? Ta in en mV-signal (växelström) och pröva detta.

Hur förändras därvid den procentuella noggrannheten? .....

#### UPPGIFT 4D. MÄTNING AV AMPLITUD FÖR SINUSSPÄNNING.

Byt ut vridspoleinstrumentet mot en digital multimeter och likspänningsaggregatet mot tongeneratorn inställd för en utsignal på några volt.

Vad visar voltmetern? .....

Hur stor är sinusspänningens toppvärde? .....

Förklara de olika värdena .....

.....

.....

För vilket frekvensområde är voltmetern pålitlig? .....

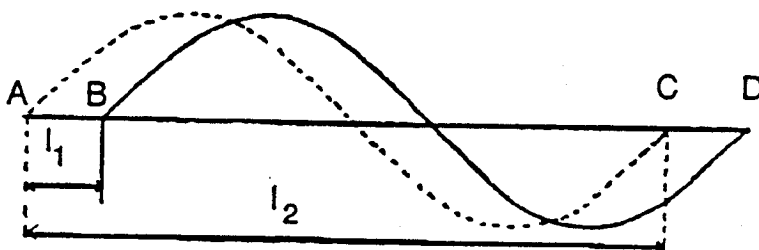
#### UPPGIFT 4 e. FREKVENSBESTÄMNING.

Anslut tongeneratoren till en av y-ingångarna. Ställ in frekvensen 1000 Hz på tongeneratoren samt justera svepet så att bilden upptar ca en period. Obs! Se till att den ratt som reglerar kontinuerlig x-förstärkning står i läge "calibrated". Annars gäller inte skalfaktorn på sveptidsomkopplaren. Frekvensen kan nu enkelt erhållas genom att mäta upp tiden för en period ( $f = 1/T$ , störst noggrannhet om man mäter i nollgenomgångarna).

- Hur många skaldelar svarar mot en period? .....
- Vilken skalfaktor har sveptidsomkopplaren? .....
- Hur lång blir periodtiden? .....
- Hur stor är frekvensen? .....

#### UPPGIFT 4 f. FASVINKELMÄTNINGSTEORI. (hemuppgift)

Om man har tillgång till ett dubbelstråleoscilloskop kan man enkelt mäta fasläget mellan två relaterade spänningar genom att koppla dem till var sin y-kanal och man erhåller en bild enligt Fig. 14.



Figur 14. Fasvinkelmätning med tvåkanalsoscilloskop.

Fasvinkeln erhålls då som:

$$\phi = \frac{l_1}{l_2} 360^\circ \quad (l_1 \text{ och } l_2 \text{ är avstånden i fig.})$$

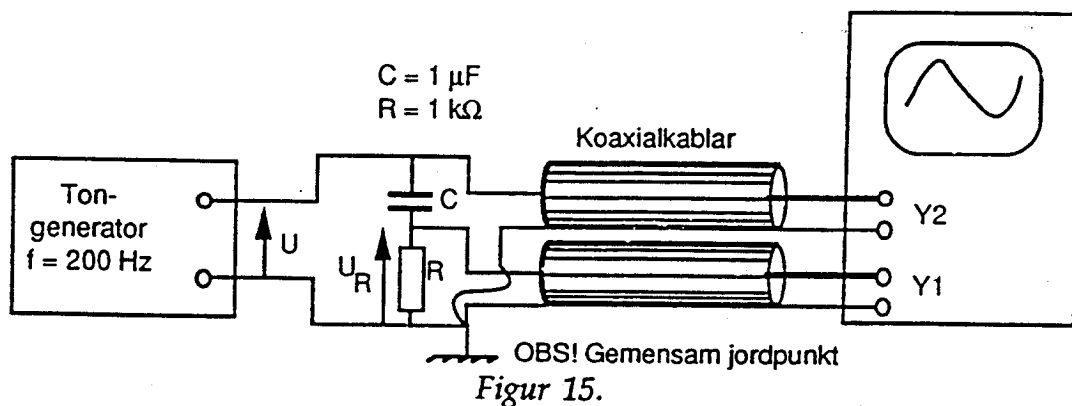
Låt oss tänka oss att Du väljer en sådan sveptid att en helperiod av signalen upptar 90 mm. Efter val av lämplig y-förstärkning skall signalerna justeras till exakt samma nollnivå.

Hur många grader/mm får Du då på skärmen? Svar: ..... grader/mm.

En ströms fasläge relativt spänningen kan studeras genom inkoppling av en liten resistans i kretsen och matning av spänningen över resistansen (jfr Ohms lag).

### MÄTUPPGIFT.

Tillämpa ovanstående genom att mäta fäsförskjutningen mellan ström och spänning i en kapacitiv krets. Koppla enligt figur 15. Spänningen ( $U_R$ ) över resistansen är proportionell mot strömmen i kretsen och i fas med denna.  $U_R$  som alltså kan representera strömmen ansluts till Y1-ingången på oscilloskopet. Den totala spänningen  $U$  får utgöra Y2-signalen. (Observera att en ström inte kan mätas direkt på ett oscilloskop!)

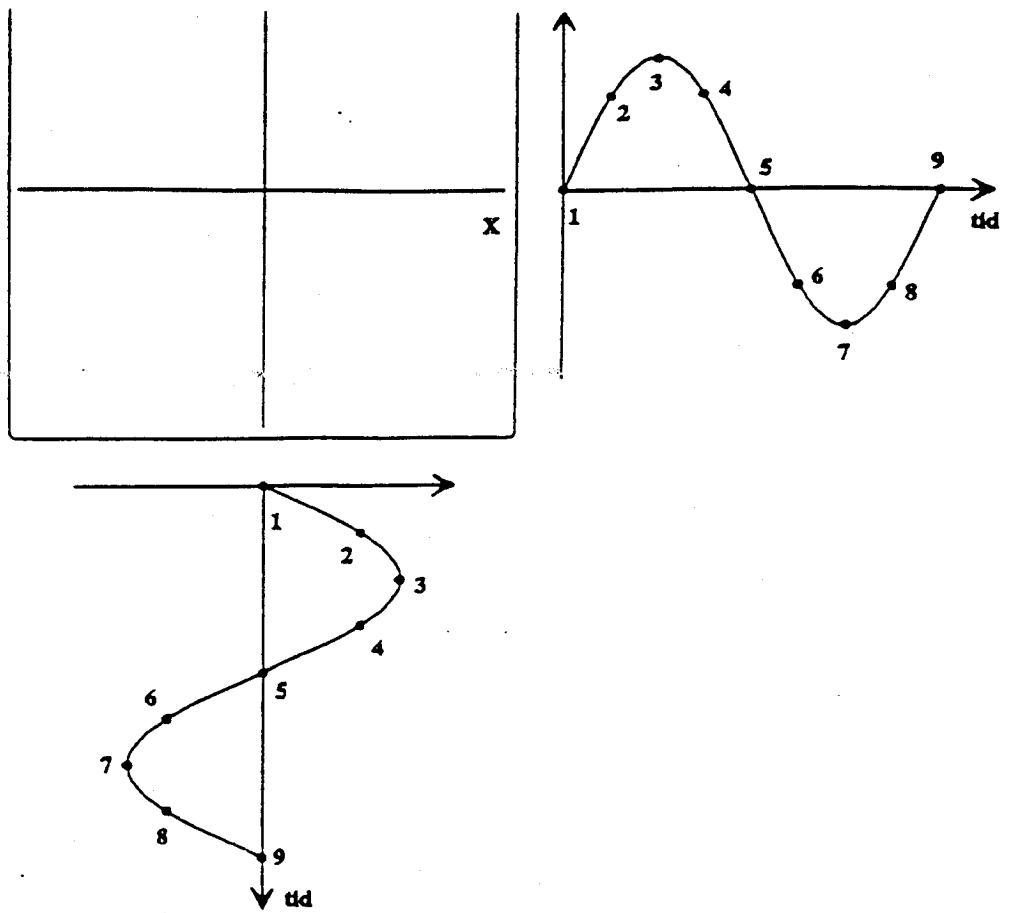


Trigga på Y1-signalen, välj x-position, svephastighet och amplitud så att Du ser svepets början och en helperiod såsom ovan beskrivits. Mät fäsvinkeln  $\phi$  noggrant genom att låta strömkurvan gå genom 0 och 90 mm-punkterna.

I denna koppling ligger spänningen ..... grader före/efter strömmen.  
(Stryk det ej tillämpliga!)

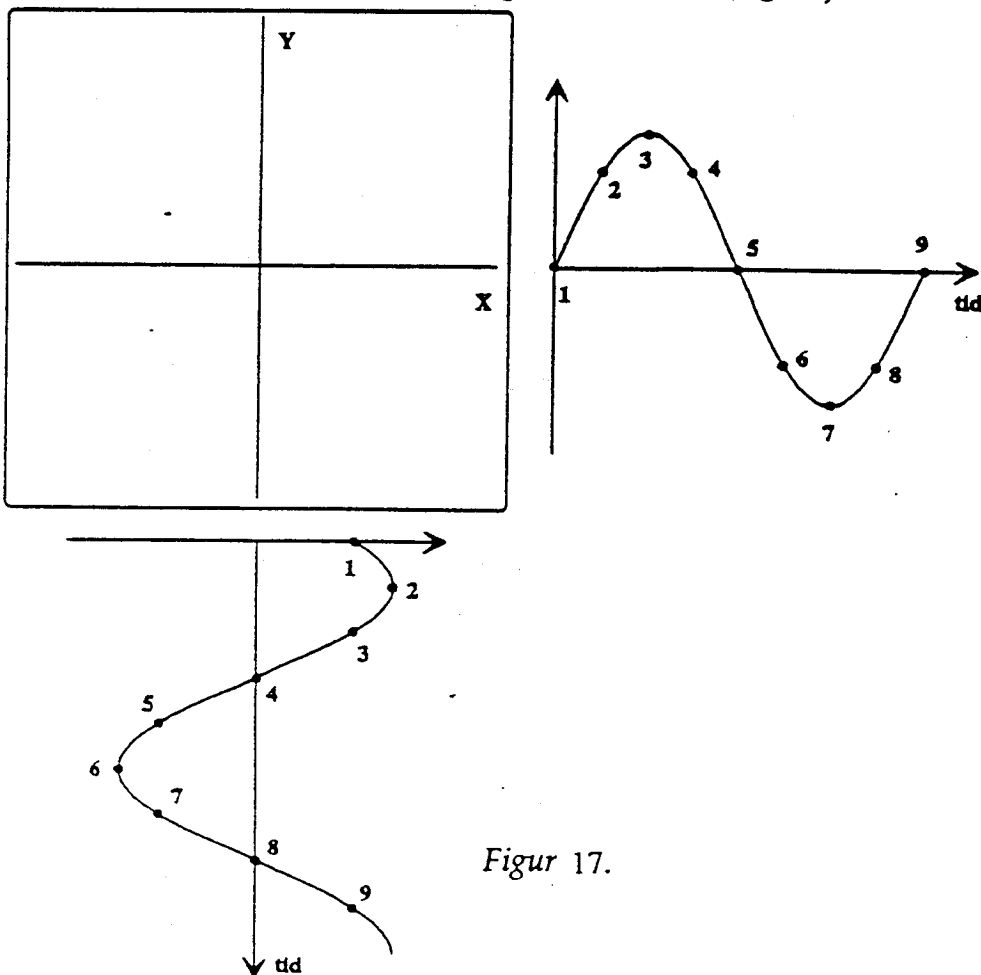
UPPGIFT 4 g. FREKVENSMÄTNING MED LISSAJOUS FIGURER. (hemuppgift)  
Om man matar in en sinusformad signal på både x- och y-ingångarna uppkommer nedanstående situation (Fig. 16). Konstruera bilden grafiskt, kontrollera resultatet i laboratoriet.





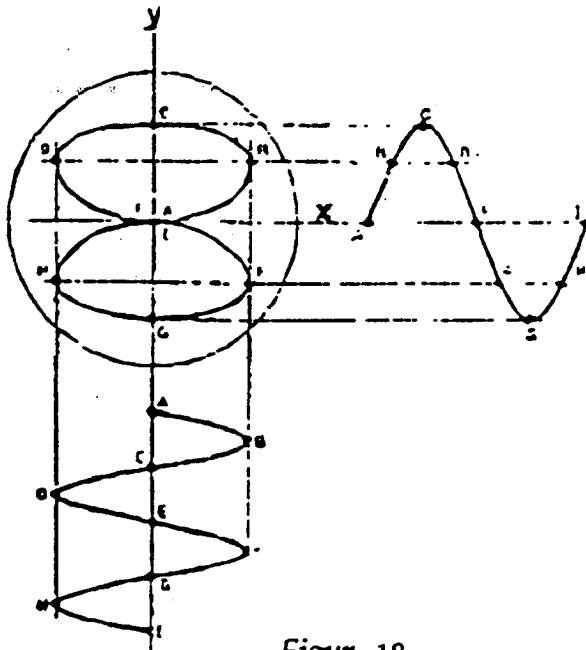
Figur 16.

Konstruktionsuppgift. För in sammanhörande värden på XY-diagrammet (Fig. 16). Om de två inmatade frekvenserna är lika, men  $45^\circ$  fasförskjutna fås en annan figur. Lös även detta problem grafiskt nedan (Fig. 17):



Figur 17.

Metodiken ovan ger uppenbarligen möjlighet till frekvensjämförelser. Ansluts exempelvis en sinusformad signal med okänd frekvens till y-förstärkarens ingång och en sinusformad signal med varierbar och avläsbar frekvens till x-förstärkaren så är frekvenserna lika då en ellips uppstår på skärmen. Likheten gäller oberoende av ellipsens form. Antar man att signalen i x-led har dubbelt så hög frekvens som den i y-led uppkommer bilden i figur 18.

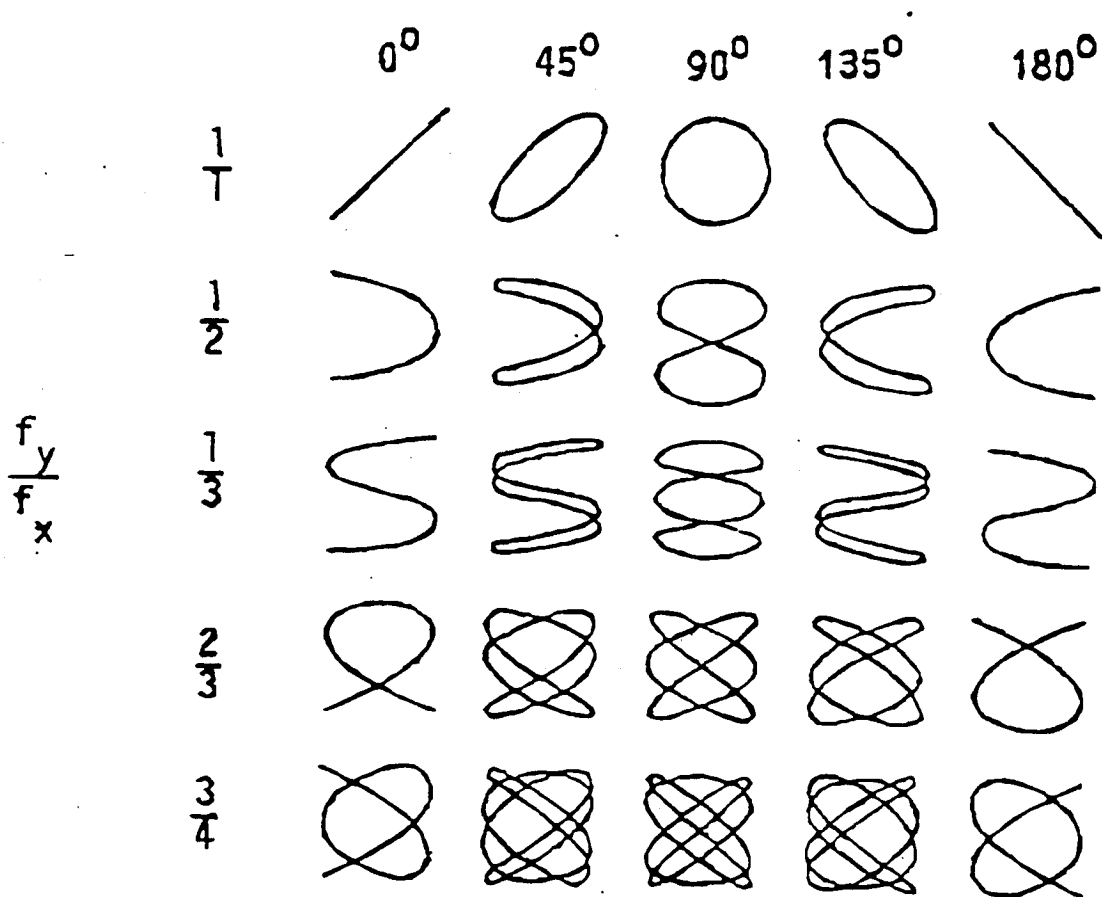


Figur 18

Allmänt gäller att då y- och x-plattorna på detta sätt matas med sinusformade spänningar med olika frekvens erhåller man så kallade Lissajous figurer. Förhållandet mellan vertikala och horisontella spänningarnas frekvenser,  $f_y$  resp  $f_x$ , får man genom att bestämma antalet skärningspunkter med en horisontell linje,  $n_h$ , och antalet skärningspunkter med en vertikal linje,  $n_v$ . Vi har sambandet

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{n_h}{n_v}$$

Se exempel i figur 19.



Olika fasvinklar

Figur 19. Exempel på Lissajous-figurer för några olika frekvenskvoter och olika faslägen.

Sätt omkopplaren för tidssvepet (Time/Cm) i läge X - Y. Koppla in spänningen från en sinusgenerator, som antas vara välkalibrerad, på oscilloskopets y-axel och signalen från en annan sinusgenerator på x-axeln. Sätt in en fix frekvens av  $f_y = 50$  Hz i y-led och variera frekvensen i x-led. Leta upp enkla figurer kring följande värden på  $f_x$ : 50, 75, 100 och 150 Hz och försök få dem att stå stilla på bildskärmen. Kan Du få fram Dina konstruerade bilder i Fig. 16. o. 17?

## 5. ÖVRIG UTRUSTNING.

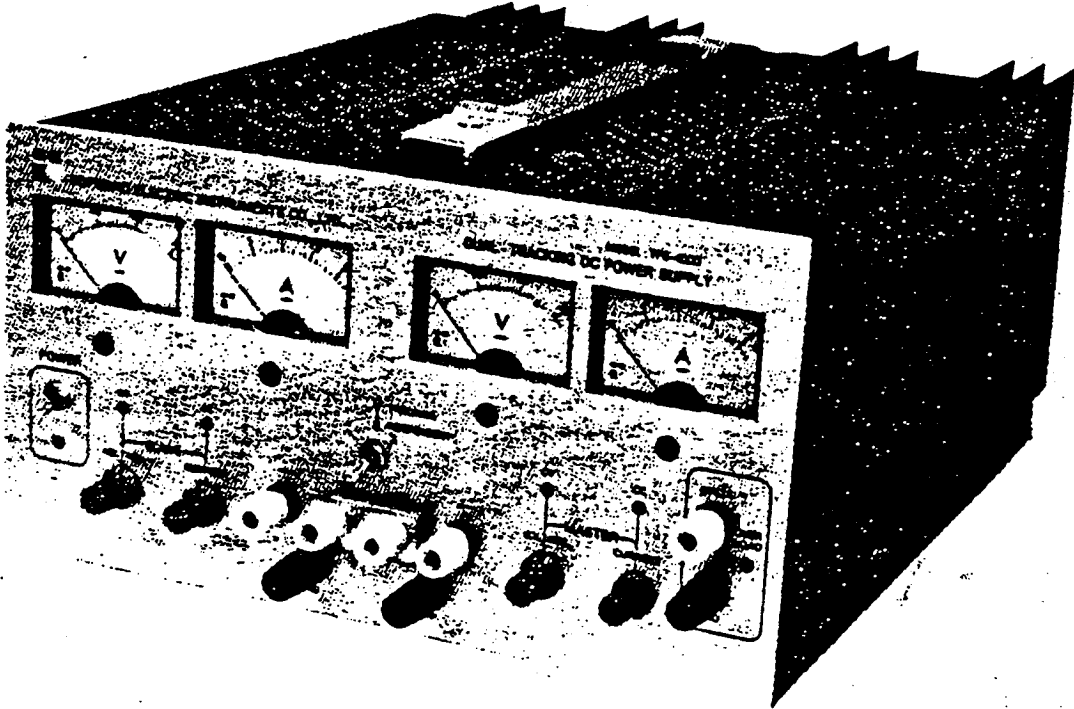
Vid denna (och följande) laborationer används även motstånd (t ex dekadmotstånd och skjutmotstånd), kondensatorer och spolar som finns på din labplats. Dessa komponenter har begränsningar med avseende på effekt, spänning respektive ström. Gränsvärdena kan som regel avläsas på komponenterna själva eller erhållas ur ET0. Är du osäker på om du överskrider gränsvärdet för en viss komponent så fråga handledaren *innan* du kopplar den.

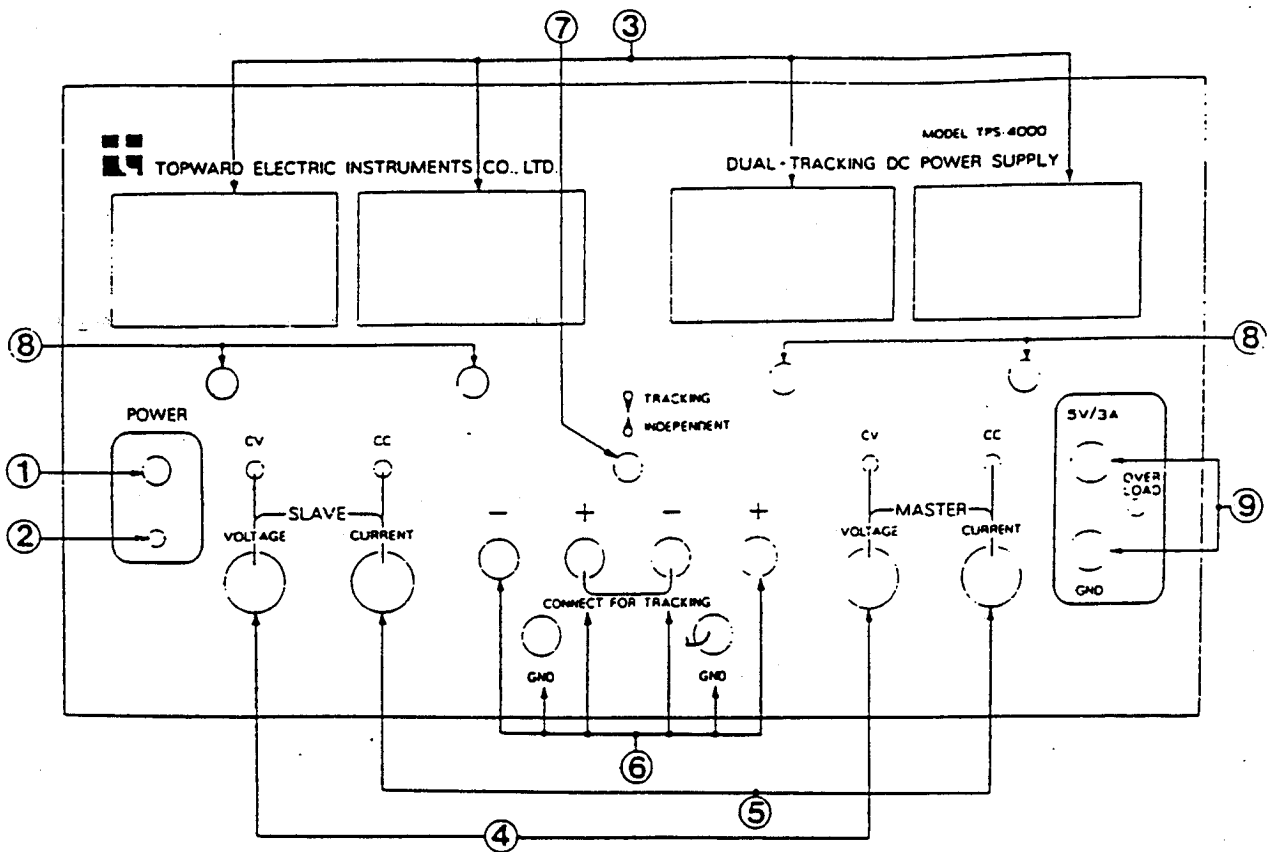
## Kontrollfrågor.

1. Vad menas med ett universalinstrument? Vad kan det normalt mäta?
2. Beskriv för- och nackdelar hos visarinstrument och digitala instrument.
3. Vilka egenskaper har ett konstantspänningsaggregat?
4. Vad betyder det att utspänningen från ett aggregat "flyter"?
5. Vilka egenskaper har ett konstantströmaggreat?
6. Vad menas med förkortningarna DC och AC?
7. Vad är en funktionsgenerator och vad används den till?
8. Ett tvåstråleosilloskop kan vara alternerande, chopprat eller äkta två stråle. Beskriv skillnaderna.
9. Vad är skillnaden mellan XY-koppling av ett oscilloskop och "normal" koppling?
10. Vad mäter man med ett oscilloskop, där ingångsväljaren står på DC?

**APPENDIX.**

PICTURE of MODEL TPS-4000





1. **POWER ON** - This is the main power switch.
2. **POWER ON LED** - This LED indicates that the power is on.
3. **VOLTAGE/CURRENT METERS** - These four meters indicate the output voltage and current as measured at the output terminals.
4. **VOLTAGE ADJUST** - These two controls adjust the output voltage of the two supplies.
5. **CURRENT ADJUST** - These two controls adjust the output current that the two supplies will put out.
6. **OUTPUT TERMINALS** - There are two sets of three terminals (one set for each supply). They represent positive, negative and ground. Note that the two inside connectors (one + the other -) should be connected together when the supply is used in tracking mode.
7. **INDEPENDENT/TRACKING SWITCH** - This toggle switch is used to turn the tracking function on and off.
8. **METER ZERO** - Each meter has a mechanical screw adjustment for setting the zero point.
9. **5V/3A OUTPUT** - These two terminals have a fixed 5V/3A voltage output. The GND terminal is connected to the earth ground. (Model 4302, 4303 only).

**SPECIFICATIONS**

Mode		4302	4303	4306	4602	4603
<b>Output</b>	<b>DC Voltage</b> <b>DC Current</b>	0-30V 0-2A	0-30V 0-3A	0-30V 0-6A	0-60V 0-2A	0-60V 0-3A
<b>Loading Effect</b> (Load Regulation)	CV CC	0.02% + 5mV 0.02% + 5mA				
<b>Source Effect</b> (line Regulation)	CV CC	0.02% + 2mA $\approx \sqrt{\phantom{x}}$ 0.02% + 0.25mA				
<b>PARD (Ripple &amp; Noise)</b> At Any Line Voltage	CV CC	0.5mV(rms), 4mV(p-p) 0.5mA(rms), 4mA(p-p)				
<b>Input</b> 110V/120V/220V/240V $\pm$ 10%		2.6A 290W 60Hz	3.7A 400W 60Hz	4.7A 539W 60Hz	4.3A 470W 60Hz	6.1A 680W 60Hz
<b>Constant 5V Output</b> Load and Source Effect Ripple and Noise < 2 mV		Voltage Range: 4.75V Min, 5.25V Max 0.1% + 5mV Output Current 3A $\pm$ 10% 4302 and 4303 only				
<b>Dimensions:</b> (Width, Height, Depth in mm)		250*140*363	250*140*363	250*140*423	250*140*423	250*140*423
<b>Weight</b> : (in KG)		9	10	14	13	13
<b>Accessory</b> : ACS-002 (Banana Clip)		2	2	2	2	2
<b>Operating Temperature Range</b>		0 C to 40 C in Operation -20C to 55 C in Storage				

**Notes:** CV=Constant Voltage, CC=Constant Current  
Input voltage can be factory-modified to meet different country.