

Skapad:
Lundström 2010

Reviderad:

118 – Grundläggande mätinstrument

Laborationen omfattar följande moment:

1. Oscilloskopet

1.1 Mätning av likspänning

1.2 Mätning av växelspänning

2. Multimetern

2.1 Mätning av spänning, ström och resistans

Namn			Inl. datum	Kommentarer
Gruppenr.	Period	Läsår		
Kurs		Kurskod		
Handledare				
Godkänd den		Signum		

Syfte

Syftet med laborationen är att lära känna de vanligaste basinstrumenten i ett elektroniklaboratorium och innefattar övningar i att hantera oscilloskop, multimeter, nätaggregat, och funktionsgenerator.

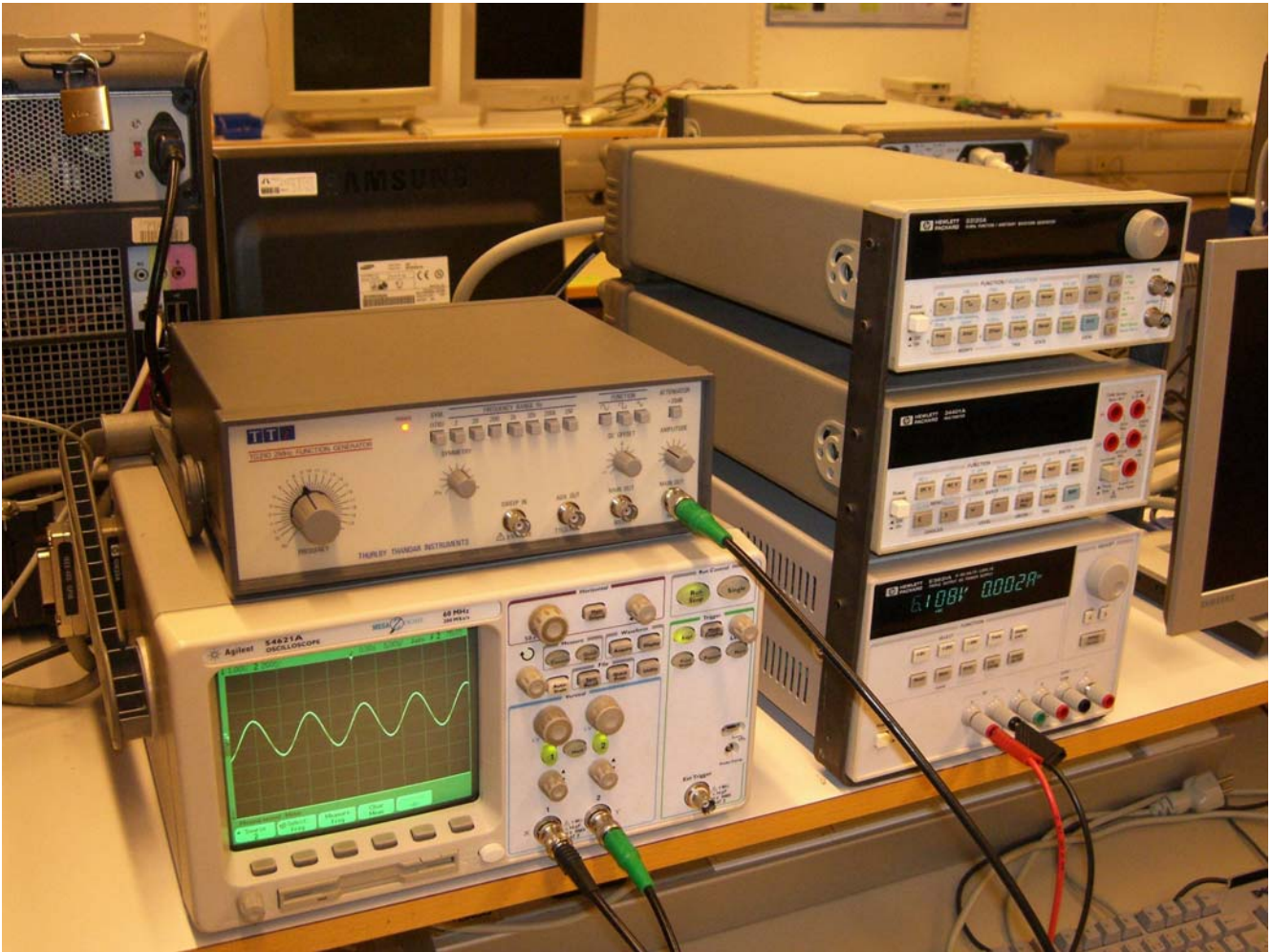
Allmänna instruktioner

Laborationen skall utföras i grupper om 2 studenter.

En rapport per laborationsgrupp skall lämnas senast 5 arbetsdagar efter laborationstillfället.

OBS! En s.k. fullständig, dvs en egenhändigt författad, rapport skriven enligt gängse regler skall lämnas in, kompletterad med nödvändiga diagram och figurer.

Referenser



På varje labplats finns en fast uppsättning av instrument:

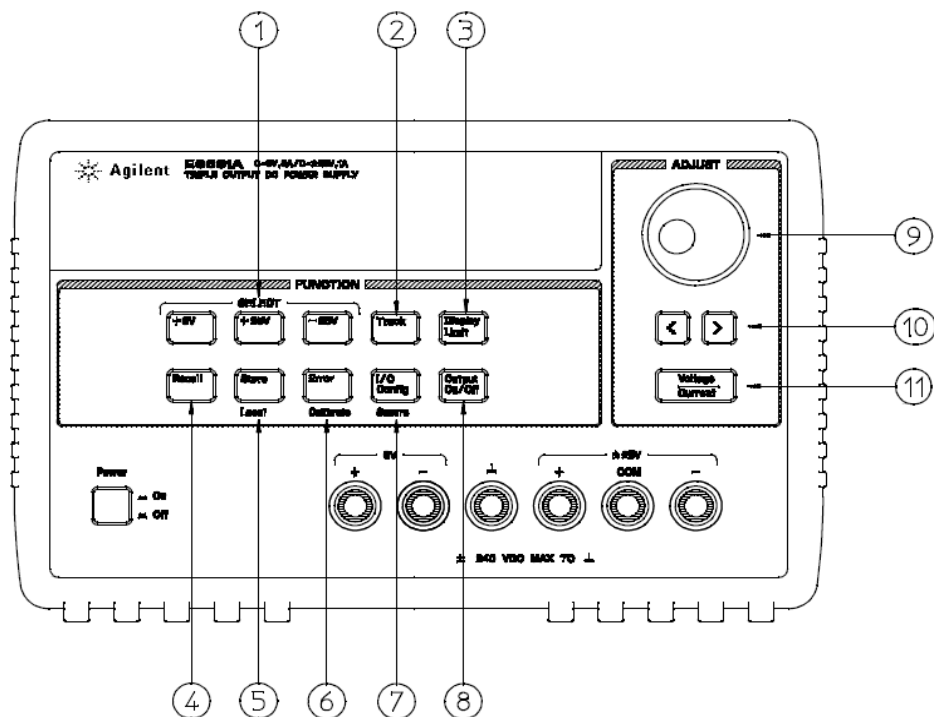
Nätaggregat	HP 3631A
Multimeter	HP34401A
Funktionsgenerator	HP 33120A
Oscilloskop	Agilent 54621A

Dessa instrument kan användas var för sig och manövreras via knapparna på frontpanelerna, men är också hopkopplade med datorn via en "instrumentbuss" (den grova kabeln på baksidan av instrumenten). På detta sätt kan instrumenten även styras från datorn med lämplig programvara men detta skall vi inte använda i denna lab. Dessutom finns vid varje plats en helt manuell funktionsgenerator (Thurlby Thandar TG120, syns ovanpå oscilloskopet på bilden). Denna manövreras med rattar och knappar och är ibland att föredra framför HP33120A som är lite krångligare att manövrera i början. TG120 rekommenderas i denna lab. Övriga instrument förvaras i skåp och hämtas vid behov.

Kort beskrivning av instrumenten

1.1 Nätaggregatet

Nätaggregatet HP3631A har två separata utgångar som kan ställas in var för sig: 0-6V max 5A och $\pm 25V$ max 1A.



- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 Meter and adjust selection keys | 7 I/O Configuration / Secure key |
| 2 Tracking enable/disable key | 8 Output On/Off key |
| 3 Display limit key | 9 Control knob |
| 4 Recall operating state key | 10 Resolution selection keys |
| 5 Store operating state/Local key | 11 Voltage/current adjust selection key |
| 6 Error/Calibrate key | |

Välj vilken utgång som skall ställas in med knapparna 1.

Välj Voltage med knappen 11 och ställ in önskad spänning med ratten 9. Vilken siffra som påverkas av ratten 9 väljs med knappen 10.

Aktivera utgångarna med knappen 8.

Nätaggregatet har inbyggd strömbegränsning för att undvika överbelastning både av nätaggregatet och det objekt som den matar. När aggregatet slås på är strömbegränsningarna för de båda utgångarna inställda på maxvärdena 5A resp 1A. Detta är i många fall fullt tillräckligt för att bränna sönder komponenter om man kopplar fel.

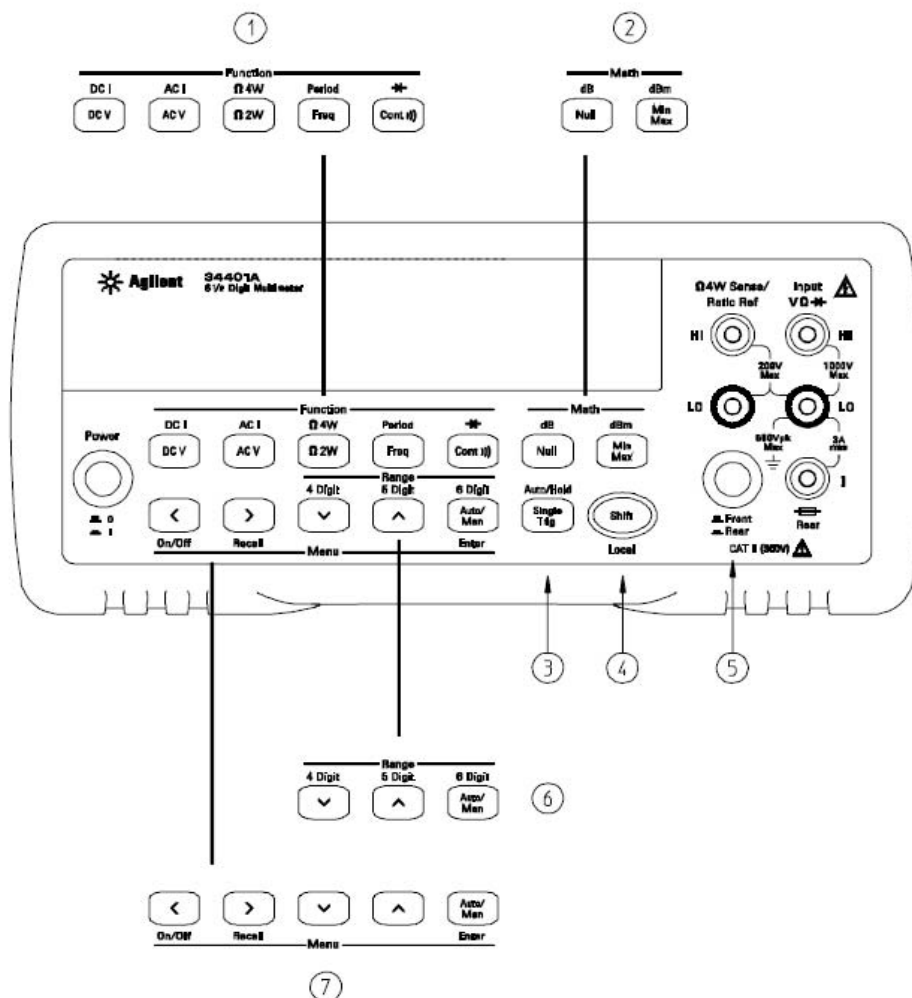
Gör det därför till en god vana att ställa in lämpliga strömgränser för din applikation innan något ansluts till nätaggregatet.

Strömbegänsning ställs in genom att trycka in knapp 3, välja Current med knapp 11 och ställa in värden med ratt 9.

Här skall kanske nämnas att de flesta nätaggregat du kommer att stöta på inte manövreras med knappar och piltangenter som detta. Det vanligaste är fortfarande att det finns två rattar: en för att ställa in spänningen och en för strömgränsen. Dessutom brukar det finnas något instrument på panelen som visar aktuell spänning och eventuellt ström.

1.2 Multimetern

Multimetern HP34401A kan mäta spänning, ström, resistans och frekvens. Dessutom finns möjligheter att beräkna ytterligare storheter med hjälp av inbyggda matematiska funktioner. Instrumentet är mycket noggrant och visar värden med "6½ siffror", dvs totalt 7 siffror men där första siffran bara antar värdena 0 eller 1.



- | | |
|---|---|
| 1 Measurement Function keys | 5 Front / Rear Input Terminal Switch |
| 2 Math Operation keys | 6 Range / Number of Digits Displayed keys |
| 3 Single Trigger / Autotrigger / Reading Hold key | 7 Menu Operation keys |
| 4 Shift / Local key | |

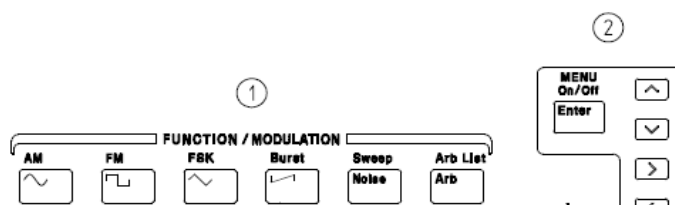
Val av mätstorhet görs med knapparna i övre raden och anslutning görs med banankontakter till anslutningarna längst till höger på instrumentet, se fig. OBS likadana anslutningar finns på baksidan av instrumentet och man väljer vilka anslutningar man vill använda med knappen 5. Om inget visas på displayen så är ett vanligt fel är att knappen 5 har hamnat i fel läge.

Anslutning för mätning av
spänning och resistans.

Anslutning för mätning
av ström.

1.3 Funktionsgeneratoren

Funktionsgeneratoren 33120A kan generera sinus-, triangel-, ramp- och fyrkantvågor. Kurvform väljs med knapparna i övre raden. Frekvens, amplitud och offset ställs in genom att trycka på någon av knapparna i undre raden och vrida på ratten i övre högra hörnet. Utsignalen tas ut genom BNC-kontakten märkt OUTPUT.



OBS! Den utspänning som visas på displayen gäller under förutsättning att funktionsgeneratoren belastas med 50Ω . I våra experiment har vi så gott som alltid högre impedans och för att displayen skall visa rätt spänning måste funktionsgeneratoren ställas om. Gör så här:

- Tryck på Shift - Menu, displayen visar A:MOD MENU
- Tryck på högerpil tre gånger så att D:SYSMENU visas
- Tryck på neråtpil tills HIGH Z visas
- Tryck på ENTER.

Nu är värdet sparad i minnet, men proceduren måste göras varje gång generatoren slås på.

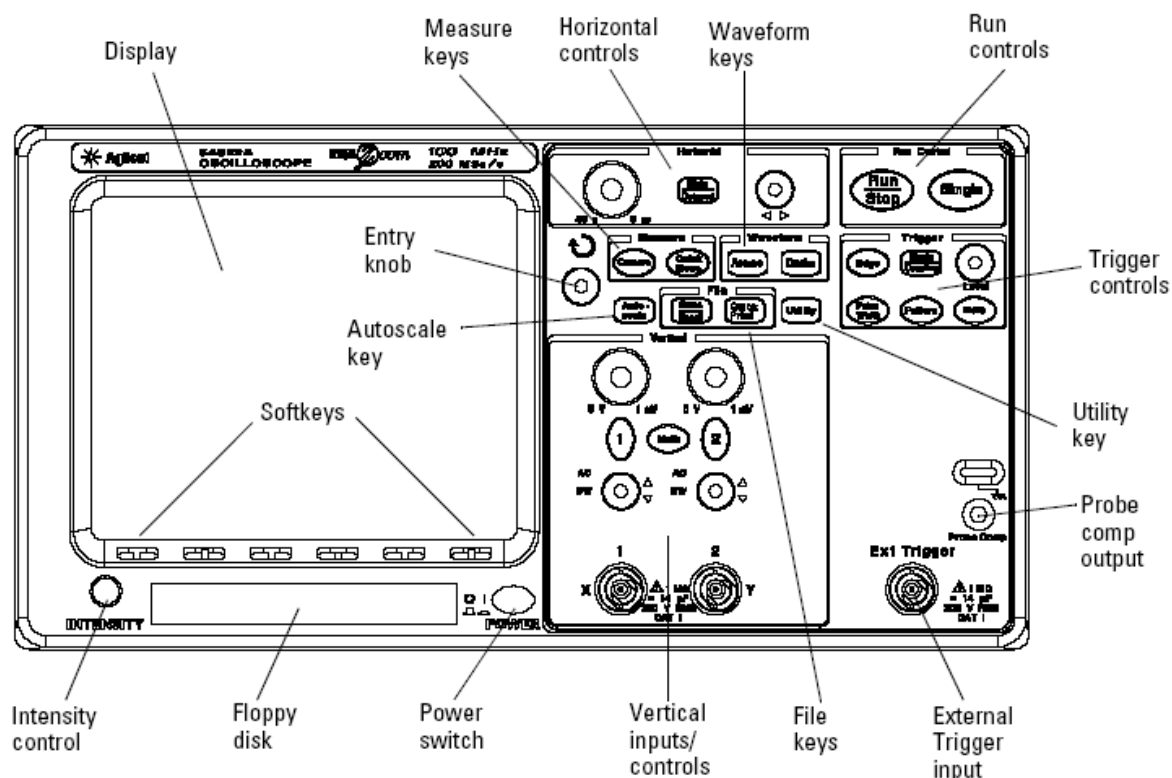
1.4 Oscilloskopet

Oscilloskopet är ett av basinstrumenten i ett elektroniklaboratorium. Det används för mätningar av likspänning, växelspänning, frekvens, fasskillnad etc. Det har den stora fördelen att det grafiskt kan åskådliggöra den uppmätta signalen. Jämför med t ex en multimeter som visserligen kan ha hög noggrannhet men bara ger oss någon form av medelvärden. Med ett oscilloskop kan man t.ex. se om en likspänning har en överlagrad växelspänningskomponent eller om det förekommer transienta förlopp, något som annars kan vara svårt att detektera.

Det finns två typer av oscilloskop: analoga och digitala. I det analoga oscilloskopet förstärks signalen man vill studera så att den i princip direkt styr en elektronstråle på en bildskärm i realtid. I det digitala oscilloskopet omvandlas den inkommande signalen (samplas) till digitala data som visas på bildskärmen. Den digitaliserade insignalen kan sparas i ett minne. Härigenom kan även korta och enstaka förlopp registreras och visas. Ett analogt oscilloskop utan minnesfunktion kan enbart visa förlopp som upprepas. Eftersom det digitala oscilloskopet har alla data i sitt minne kan dessa behandlas matematiskt och därigenom kan oscilloskopet göra beräkningar av till exempel frekvens, effektivvärde mm, en funktion som normalt inte finns på analoga oscilloskop. Bortsett från minnesfunktionen och möjligheten till beräknade parametrar hos insignalen har analoga och digitala oscilloskop samma grundläggande funktioner och det är ungefär samma inställningar som måste göras. I professionella sammanhang används idag uteslutande digitala oscilloskop. Vårt oscilloskop är naturligtvis digitalt.

Insignalen till oscilloskopet påverkar bilden i y-led medan x-led styrs av tidbasgeneratoren som är en inbyggd oscillator i oscilloskopet. Bilden scannas från vänster till höger med en fart som bestäms av tidbasengeneratoren och ställs in med den stora ratten under "Horizontal controls" (se fig nästa sida). Scanninghastigheten (eller svephastigheten som den också kallas) anges på bildskärmens övre del som tid/div, dvs den tid det tar att scanna en ruta. Kan ställas in mellan 50 s/div – 5 ns/div.

Oscilloskopet har två ingångar och kan därför visa två insignaler (spänningar) samtidigt. Båda scannas emellertid med samma hastighet. Skalfaktorn dvs hur stor spänning som motsvaras av en ruta i vertikalled ställs in med rattarna under "Vertical inputs/controls". Inställt värde visas på bildskärmen som spänning/div och kan väljas mellan 5 V/div - 1mV/div. Här finns också rattar för att förskjuta oscilloskopbilderna i y-led. Med de två knapparna märkta 1 och 2 väljs vilka ingångar som skall aktiveras. Om man trycker på knappen "Auto scale" så ställer oscilloskopet in sig självt enligt en standardmall så att man får en någorlunda användbar bild av aktuell insignal. Om insignalen är en likspänning (eller noll) blir kurvan ett horisontellt streck.



Till tidbasgeneratom finns en s.k. trigger (eng. avtryckare) som synkroniserar den horisontella scanningen med den undersökta spänningen på någon av de vertikala kanalerna (y-kanalerna). Triggern ser till att man skannar av samma utsnitt av en repetitiv signal varje gång. Om triggern är felinställd kommer bilden på skärmen att vandra i sidled och bli svårtydd. Triggern ställs in med reglagen "Trigger controls". Med hjälp av triggerfunktionen kan man alltid få en stillastående bild på skärmen. För någorlunda enkla repetitiva förlopp brukar det fungera bra genom att ställa triggern i läge "Auto level", vilket också är default när oscilloskopet slås på.

Till hjälp att avläsa spänningsnivåer och tider finns "cursors", dvs horisontella och vertikala linjer som kan positioneras på skärmen. Oscilloskopet kan också göra mätningar på insignalerna och visa resultatet digitalt på bildskärmen. Denna funktion aktiveras genom att trycka in knappen "Quick meas". Vad som skall mätas väljs med menyerna i "Soft Keys" i nedre kanten på bildskärmen. Man väljer först vilken kanal man vill mäta på, 1 eller 2, sedan vad som skall mätas med "Select" och när man trycker på "Measure" visas mätvärdet digitalt på skärmen. Flera storheter kan mätas samtidigt: amplitud, frekvens, fasskillnad etc.

För de flesta knapparna på oscilloskopet finns en inbyggd funktionsbeskrivning. Om man trycker in en knapp och håller den intryckt några sekunder så visas en text på skärmen som ger en kort beskrivning av knappens funktion.

1.5 Handhållna multimettrar



En multimeter mäter ström, spänning och resistans, kallas ofta DMM (=Digital Multi Meter). En del moderna instrument ger också möjlighet att mäta ytterligare storheter t ex frekvens, kapacitans och transistorparametrar. De är oftast på "3½ siffra" vilket betyder att displayen har fyra siffror men att första siffran bara kan anta värdena 0 eller 1. Det största tal som kan visas är alltså 1999. En del multimetrar har automatisk områdesinställning vilket innebär att man bara behöver ställa in att man vill mäta spänning, ström, resistans etc och instrumentet anpassar sig själv till lämpligt mätområde. Det är viktigt att hålla isär om man mäter likström/likspänning (DC) eller växelström/växelspänning (AC).

Anslutning görs med banankontakter och det brukar finnas tre eller fyra anslutningar, vanligtvis märkta med COM, V Ω (eller V Ω A), A (eller mA) och ibland 10A. COM är alltid gemensam minuspol. Spänning och resistans mäts mellan COM och V Ω , ström mellan COM och A, mA eller 10A. Om man vid strömmätning får för hög ström genom instrumentet går den inbyggda säkringen sönder och måste bytas innan man kan mäta ström igen. När det gäller växelströmsmätningar skall man hålla i minnet att enklare multimetrar mäter likriktat medelvärde men är graderat i effektivvärde (RMS). Detta innebär att instrumentet visar rätt enbart för sinusformade signaler. Mera avancerade instrument mäter sant effektivvärde och kan användas för alla kurvformer. Sådana instrument är ofta märkta med "True RMS". I vårt labb förekommer båda typerna av instrument.

Noggrannheten hos ett enklare instrument ligger i storleksordningen 0,5 – 1 % medan dyrare instrument kan ha en noggrannhet på 0,1 %. Bänkmultimetern HP34401A som beskrivits tidigare har betydligt högre noggrannhet och upplösning och dessutom fler funktioner, men när man labbar med elektronikkopplingar är en handhållen multimeter oftast fullt tillräcklig och dessutom enkel att använda. Det är en god regel att alltid ha en multimeter till hands på labbänken för att snabbt kunna mäta och göra felsökningar i sina uppkopplingar.

Utförande

1 Mätningar med oscilloskopet

1.1 Likspänningsmätningar

Slå på nätströmbrytaren och tryck på "Save recall" och "Default setup" (finns bland "Soft keys"), detta försäkrar oss att oscilloskopet står i default-läge.

Vi börjar med att mäta spänningen från nätaggregatet med oscilloskop och multimeter. Använd nätaggregatets 6V utgång och ställ in strömgränsen på 0,1A. Anslut både oscilloskopets CH1 och en multimeter parallellt till nätaggregatets 6V utgång. Multimeters uttag "COM" kopplas till minuspolen på nätaggregatet och "VΩ" (eller liknande) till pluspolen. Använd röda labsladdar för pluspolen och svarta för minus. Till oscilloskopet tar man en koaxialkabel vars innerledare ansluts till aggregatets pluspol och ytterledaren (skärmen) ansluts till minus. Detta sätt att arrangera ledarna, med den ena som en jordad skärm kring den andra, gör att omgivande störningar inte så lätt kommer in. Ytterledarens banankontakt är svart och innerledarens röd.

Ställ in skalfaktorn 1V/div på CH1 på oscilloskopet och se till att multimetern är inställd för likspänningsmätning och på lämpligt område (om den inte är försedd med automatisk områdesinställning). Vrid upp spänningen på nätaggregatet och kontrollera att både multimetern och oscilloskopet "följer med". På oscilloskopet skall nu den horisontella linjen flytta sig uppåt - ett skalstreck för varje volt. För att kunna avläsa spänningen måste man alltså hålla reda på linjens position för noll volt in. Med knappen längst till vänster i raden för "Soft keys" kan man ställa om mellan AC, DC eller GND för varje kanal. I läget GND är ingången kortsluten och alltså inspänningen noll, även om man har anslutit en spänning på ingången. I läget AC kopplas en kondensator in och blockerar likspänningar. Detta kan vara lämpligt om man t ex vill titta på en växelspanning som är överlagrad på en likspänning. Normalt används läget DC för både lik- och växelspanningsmätning, detta är också default när man slår på oscilloskopet. Ställ in CH1 i läget GND och vrid på positionsratten tills linjen hamnar på lämplig höjd t ex i mitten på skärmen. Den höjd som nu inställts är referens och motsvarar spänningen noll. Ställ tillbaka CH1 till läge DC.

Ställ nu in några olika spänningar på nätaggregatet och avläs både oscilloskopet och multimetern. Stämmer värdena överens? Du kan ändra skalfaktorn och noll-läget för CH1 för att få bästa upplösning.

Inställd spänning på nätaggregatet	Uppmätt med multimeter	Uppmätt med oscilloskop

1.2 Växelspanningsmätningar

Att mäta likspänning med oscilloskopet är inte särskilt spännande. Likspänningsmätningar görs faktiskt både noggrannare och enklare med en multimeter. Oscilloskopets stora användningsområde är att mäta förlopp som varierar i tiden. Vi skall nu prova att göra mätningar på några olika växelspanningar.

Anslut CH1 till signalgeneratoren TG120, använd en koaxialkabel med BNC-kontakt i båda ändar. Ställ in signalgeneratoren på 1 kHz sinusvåg. Ställ tidbasen på 500 $\mu\text{s}/\text{div}$ och skalfaktorn för CH1 på 1V/div. Justera "Amplitude" på signalgeneratoren så att du får en lagom stor och tydlig bild. "DC offset" och "Symmetry" på signalgeneratoren skall stå i mittläge, dvs ej aktiverade. Ändra på signalgeneratorns frekvens och följ efter med oscilloskopets tidbasgenerator. Prova också att trycka på knappen "Auto scale" så att oscilloskopet ställer in sig själv så att en tydlig bild syns.

Tryck på knappen "Quick meas" för att aktivera oscilloskopets mätfunktion. Med knapparna under "Soft keys" tryck på "Select" välj Freq och tryck sedan på "Measure". Nu syns en ruta med signalens frekvens. Ställ in mätning av andra parametrar på samma sätt, välj t ex Amplitude, P_k-P_k , Max, Min och Period. Studera mätvärdena, ser det ut att stämma med oscilloskopbilderna? Prova att titta på andra kurvformer och välj själv några signaler med olika frekvens och kurvform och jämför inställd frekvens hos signalgeneratoren med uppmätt frekvens.

Kurvform	Inställd frekvens på funktionsgeneratorn	Uppmätt frekvens med oscilloskopet

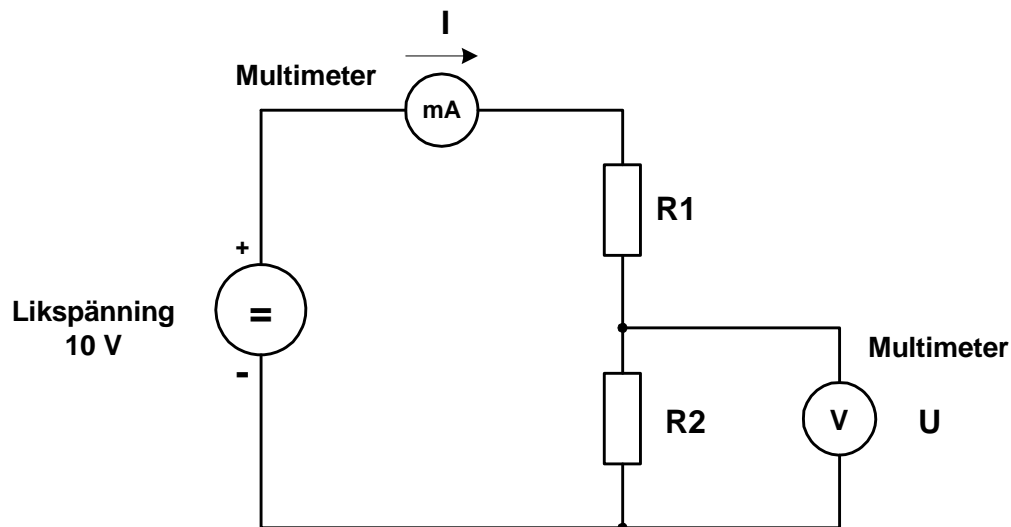
Ändra på "Dc-offset" på signalgeneratoren och se vad som händer med oscilloskopbilderna när oscilloskopet är kopplat i "DC" respektive "AC". Förklara!

Prova också att koppla in insignalen till CH2 på oscilloskopet. Man kan ansluta samma signal till båda kanalerna och få upp två bilder på bildskärmen samtidigt. Använd koaxialkablar och en BNC-förgreningskontakt. Ställ in lämpliga skalfaktorer på båda kanalerna och flytta bilderna i vertikalled så att både kurvorna ryms på skärmen.

Du behöver inte vara rädd för att manövrera reglagen på oscilloskopet, inget kan gå sönder. Det enda som kan hända är att man tappar bort sig i menyerna och inte hittar tillbaka. Det enklaste då är att gå tillbaka till default-inställningarna: tryck på "Save recall" och "Default setup". Tryck sedan på "Auto scale" så är du tillbaka till utgångsläget.

2 Mätningar med multimeter

Vi skall koppla upp en spänningsdelare med två motstånd enligt figuren och använda två multimetrar för att mäta strömmen I och spänningen U . Som spänningskälla använder vi nätaggregatet. Vi börjar med att välja ut motstånden $R1$ och $R2$ och undersöka dessa.



Tag två motstånd med olika resistansvärden i området 1 - 10 k Ω . Anslut motstånden till en multimeter med labsladdar och krokodilklämmor. Mät upp resistanserna med multimetern och jämför med resistansvärdena som är angivna med färgkoden på motstånden. Välj mätområde på multimetern så att största antalet siffror (högsta noggrannhet) erhålls.

	Resistans enligt färgkod	Uppmätt med multimeter
R1		
R2		

Troligtvis ser du en skillnad mellan uppmätt och angivet värde för motstånden. Uppskatta grovt hur stora avvikelserna kan vara utan att vi behöver misstänka att något är fel. Motstånden har en tolerans på $\pm 5\%$ och multimetern har ett fel i storleksordningen $\pm 0.5\%$. Vilket värde, det uppmätta eller det angivna, bör vara riktigast? Motivera ditt resonemang.

Beräkna nu **I** och **U** (använd de värden på resistanserna som du anser är mest rättvisande). Koppla upp kretsen. Kopplingarna kan göras med labsladdar och krokodilklämmor. Avläs **I** och **U** med hjälp av multimetrarna och jämför med de beräknade värdena. Använd nätaggregatets 25V-utgång, och kom ihåg att ställa strömgränsen på c:a 0.1 A före inkopplingen.

	Beräknat värde	Uppmätt värde
I		
U		

Vid mätningar är det alltid viktigt att försäkra sig om att instrumenten inte påverkar funktionen hos den krets man mäter på. I den här kopplingen är det rimligt att anta att instrumentens inverkan är försumbar, dvs **I** och **U** skulle ha i stort sett samma värden även om instrumenten inte skulle vara inkopplade i kretsen. Hur kan man motivera detta påstående? Förklara kort hur du resonerar.

