

Elektriska mätsystem och mätmetoder

Laboration 1

Instrumentkännedom

Giuseppe Durisi, Göran Hult, Jessica Chani & Sven Jacobsson

Chalmers tekniska högskola

2016

Obs! Denna laboration innehåller hemuppgifter som skall vara gjorda *innan* labtillfället!

0 Förberedelse

Följande uppgifter ska vara gjorda *innan* labbtillfället!

1. Läs häftet "laborationsmanual" som finns att ladda ner på PingPong.
2. Om du inte använder en prob utan kopplar en spänning direkt till oscilloskopet så är amplituden som visas på oscilloskopet $10\times$ större än den riktiga. Varför det?

.....
.....

3. Säg att man vill ställa in oscilloskopet så att det triggar på kanal 2, på negativ flank och i "Normal Mode". Ange vilka knappar man måste trycka på för att åstadkomma detta.

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

4. Hur gör man för att invertera signalen på kanal 1?

.....
.....

5. Med vilka tre metoder kan man genomföra mätningar med ett oscilloskop?

.....
.....

6. Förklara hur du kan få oscilloskopet att automatiskt mäta upp en signals stigtid.

.....
.....

7. Hur gör man för att, med multimetern HP 34401, registrera en signals max- och minvärde under ett dygn?

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

1 Grundläggande användning av funktionsgen. och oscilloskop

I den här övningen kommer vi att lära oss att generera en signal med funktionsgeneratoren och hur man ställer in oscilloskopet för att mäta den.

Koppla in funktionsgeneratorns signalutgång till oscilloskopets kanal 1 via en kopplingsplatta och prob. Se till att alla tryckknappar är i sitt yttre läge utom knappen för sinusvåg som ska vara intryckt. Tryck på **MODE**-knappen tills läget **CONT** anges. Ställ in frekvensen 5 kHz med hjälp av **RANGE**-knapparna och **FREQUENCY**-ratten.

Vi kan inte lita på att frekvensen som visas i teckenfönstret är korrekt, därför måste vi kontrollera frekvensen med hjälp av oscilloskopet. Återställ oscilloskopet till fabriksinställning med **Default Setup**-knappen och tryck sedan på **Autoset**. Notera frekvensen på oscilloskopskärmen (glöm inte enhet).

Frekvens:

Justera frekvensen till rätt värde (alltså 5 kHz) med hjälp av oscilloskopet. Använd sedan **AMPLITUDE**-ratten för att ställa in sinusvågens amplitud till 4 V (topp-till-topp).

Knappen **Autoset** är väldigt användbar för att hitta en bra inställning på den vertikala och horisontella skalan samt hitta en bra triggnivå, men det är också viktigt att lära sig hur man själv ställer in dem.

Tryck på **Default Setup** och vrid sedan på **Vertical Scale**-ratten (för **Ch1**) och **Horizontal Scale**-ratten så att vertikalskalan är 1 V/div respektive 100 μ s/div. Hur många perioder av signalen ser du och varför?

.....
.....

Tryck på knappen **Trigger Menu** och följ anvisningarna i avsnitt 2.3 av laborationsmanualen för att ställa in triggingen så att oscilloskopet triggar på kanal 1, på negativ flank och i "Auto Mode". När du gjort dessa inställningar, vrid på **Level**-ratten tills du hittar en bra triggnivå.

Vrid på **Level**-ratten tills triggnivån är 3 V. Vad händer med den på oscilloskopet uppritade signalen efter du gjort det? Varför sker detta?

.....
.....

2 Mätning på fyrkantsvåg

I den här övningen kommer vi lära oss hur man använder oscilloskopet för att utföra olika sortens mätningar.

Ställ in funktionsgeneratoren så att den genererar en fyrkantsvåg med frekvensen 1 MHz och amplituden 2 V (topp-till-topp). **Obs! Ignorera fyrkantsvågens översvängning när du ställer in amplituden.** Kontrollera att du ställt in funktionsgeneratoren ungefär rätt med hjälp av oscilloskopet. Tryck därefter in **SYMMETRY**-knappen och vrid på **SYMMETRY**-ratten. Vad händer? Vilken frekvens läser du på oscilloskopet nu?

.....
.....

Ställ in signals pulskvot till cirka 25% med **SYMMETRY**-ratten.

Det finns flera metoder för att genomföra mätningar med oscilloskop. Man kan använda rutorna på skärmen som referens, använda markörer eller använda oscilloskopet inbyggda mätfunktioner. Vi ska testa samtliga metoder för att mäta olika storheter. I avsnitt 2.2 av laborationsmanualen står beskrivet hur mätningarna utförs.

Räkna rutor på skärmen för att mäta signalens topp-till-topp amplitud och periodtid, multiplicera resultatet med skalfaktorn [V/div] respektive [s/div].

Topp-till-topp amplitud:

Periodtid:

Använd markörer för att mäta följande storheter:

Topp-till-topp amplitud:

Periodtid:

Pulskvot:

Stigtid: (sätt tidsskalan till cirka 25 ns/div)

Ställa in oscilloskopet för att automatiskt göra följande mätningar på signalen:

RMS-amplitud:

Topp-till-topp amplitud:

Periodtid:

Pulskvot:

Stigtid:

Obs! Ignorera fyrkantsvågens översvängning när du mäter stigtiden.

3 Mätning av fasförskjutning mellan spänning och ström

Betrakta den seriekopplade kretsen i figur 1. På grund av kondensatorn och resistorn så kommer spänningen över kretsen och strömmen genom kretsen att få en fasförskjutning relativt varandra (kondensatorn är spänningströg). Vi ska mäta denna fasförskjutning med hjälp av oscilloskopet. Koppla in kretsen till oscilloskopets ingångar så som det är angivet i figuren.

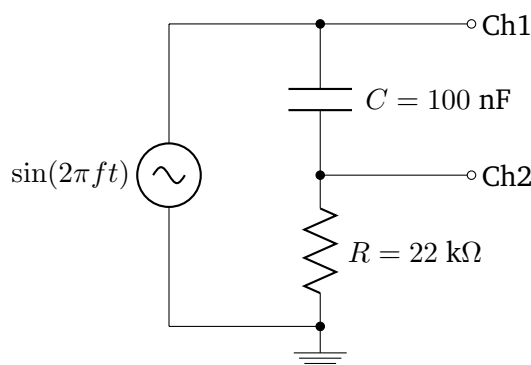


Fig. 1: Växelspänningsskema för mätning av fasförskjutning mellan ström och spänning.

Mät fasförskjutningen då insignalen är en sinusvåg med frekvensen $f = 50$ Hz respektive $f = 200$ Hz och valfri amplitud. Oscilloskopet kan mäta fasförskjutning om man i **Measure**-menyn väljer att mäta **Phase** mellan **Ch1** och **Ch2**.

Det teoretiska värdet för fasförskjutningen φ kan dessutom beräknas enligt

$$\varphi = \arctan\left(\frac{1}{2\pi fRC}\right).$$

Fyll i det uppmätta samt det teoretiska värdet för fasförskjutningen nedan.

Teoretiskt:	50 Hz:	200 Hz:
Uppmätt:	50 Hz:	200 Hz:

Ni kanske har noterat att signalen på **Ch2** har en lägre amplitud än signalen på **Ch1**. Kretsen i figur 1 är faktiskt ett högpasfilter med brytfrekvensen

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = 72.3 \text{ Hz}.$$

Vad kommer alltså att hända med den uppmätta signalen på **Ch2** om vi ökar frekvensen på insignalen? Vad händer om vi istället matar kretsen en DC-spänning? Testa gärna.

.....

4 AC/DC-koppling och medelvärdesbildning

Koppla bort RC-kretsen från föregående uppgift och anslut funktionsgeneratoren direkt till oscilloskopets **Ch1**-ingång (behåll proben såklart). Ställ in funktionsgeneratoren så att den genererar en sinusvåg med frekvensen 1 kHz och maxvärdet 5 V (så att topp-till-topp-amplituden är 10 V). Använd gärna oscilloskopets inbyggda mätfunktioner för frekvens och amplitud för att ställa in parametrarna korrekt.

Lägg nu till en DC-offset genom att på funktionsgeneratoren trycka in **ON**-knappen ovanför **OFFSET**-ratten. Ställ in DC-nivån så att signalen är centrerad kring 5 V.

Vad är nu maxvärdet på signalen? Vad är topp-till-topp amplituden?

.....
.....

Hittills har vi bara använt oss av oscilloskopet i DC-kopplat läge. I många mätapplikationer är det vanligt att signalen är påverkad av en oönskad DC-nivå. Man kan då ställa in oscilloskopet så att denna DC-nivå inte visas. Följ instruktionerna i avsnitt 2.4 av laborationsmanualen för att ställa in oscilloskopet i AC-kopplat läge. Vad händer då med signalen som visas på oscilloskopet?

.....
.....

Tryck på knappen **-40dB** på funktionsgeneratoren för att dämpa utsignalen. Vad är nu topp-till-topp amplituden?

.....

Hur många gånger har signalen alltså dämpats efter att vi tryckt på **-40dB**? Svara gärna med en ekvation.

.....

Signalen som nu visas på oscilloskopet är troligen ganska brusig. Detta kan vi motverka genom att medelvärdesbilda signalen innan den ritas upp. Tryck på knappen **Acquire** på oscilloskopet, välj sedan **Average** med ett lämpligt antal medelvärdesbildningar. Notera hur störningarna i sinusvågen dämpas. Varför sker detta?

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

Prober är känsliga för kapacitivt kopplade störningar, dessa är den troliga störningskällan i mätningen ovan. Vi kommer att återkomma till dessa störningar senare i kursen samt hur man kan handskas med dem.

5 Ingångs- och utgångsimpedans

Idealt sett så har all mätutrustning noll utgångsimpedans och oändlig ingångsimpedans så att deras inverkan på kretsen kan försummas, detta är dock tyvärr aldrig fallet. Vi ska nu studera hur instrumentens ändliga impedanser kan påverka kretsarna vi mäter på och ge upphov till mätfel.

Anslut funktionsgeneratoren till oscilloskopets **Ch1**-ingång via en prob. Ställ in funktionsgeneratoren så att den genererar en sinusvåg med frekvensen 1 kHz och topp-till-topp amplituden 5 V.

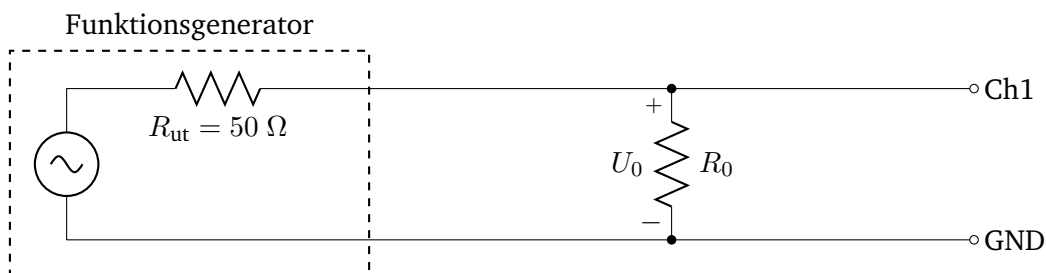


Fig. 2: Funktionsgeneratoren har utgångsresistansen $R_{\text{utt}} = 50 \Omega$.

Anslut ett motstånd med resistansen $R_0 = 50 \Omega$ mellan kanal 1 och jord enligt figur 2. Mät upp spänningen U_0 över resistorn R_0 . Vad är nu signalens topp-till-topp-amplitud? Enligt databladet för funktionsgeneratoren är utgångsresistansen också $R_{\text{utt}} = 50 \Omega$. Kan du förklara det uppmätta värdet?

.....

.....

.....

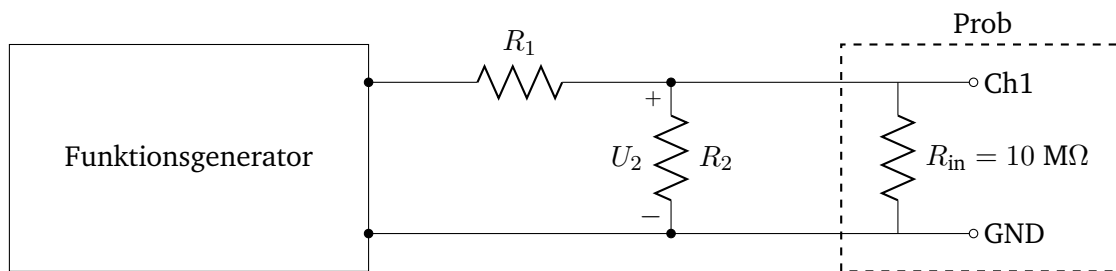


Fig. 3: Proben har ingångsresistansen $R_{\text{in}} = 10 \text{ M}\Omega$.

Koppla nu istället upp kretsen i figur 3. Här är $R_1 = R_2 = 10 \text{ M}\Omega$. Mät upp spänningen U_2 över resistorn R_2 . Vad är nu signalens topp-till-topp-amplitud? Eftersom $R_1 \gg R_{\text{utt}}$ så kan funktionsgenerators utgångsresistans försummas. Enligt databladet för proben är ingångsresistansen också $R_{\text{in}} = 10 \text{ M}\Omega$. Kan du förklara det uppmätta värdet?

.....

.....

.....

6 Samplingshastighet

Koppla bort kretsen från föregående uppgift och koppla funktionsgenerators direkt till oscilloskopets **Ch1**-ingång via en prob.

Ställ in funktionsgenerators så att den genererar en sinusvåg med frekvensen 49.5 KHz. Använd oscilloskopet för att ställa in korrekt frekvens.

Ändra sedan oscilloskopets tidsskala till 5 ms/div och mät upp sinusvågens frekvens.

Frekvens: [Hz]

Kommentera på varför oscilloskopet beräknar denna frekvens? *Tips:* I oscilloskopets dat-ablad står det att antalet sampel som visas på skärmen är 2500. Vilken samplingstakt motsvarar det och vad säger samplingsteoremet?

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

7 Ström-spänningskaraktäristik för en Zenerdiod

Obs! För att kunna genomföra uppgiften måste vågformsgeneratorns (eller oscilloskopets) jordpunkt vara flytande så att kretsen inte kortslut, vilket kan åstadkommas med hjälp av en speciell transformator. Be labbassisten förse er med en sådan.

I denna övning ska vi mäta upp ström-spänningskaraktistiken för en Zenerdiod. Du får en Zenerdiod samt ett 1 k Ω -motstånd av labbassistenten och du ska själv på oscilloskopet försöka visa en bild som liknar den i figur 4b.

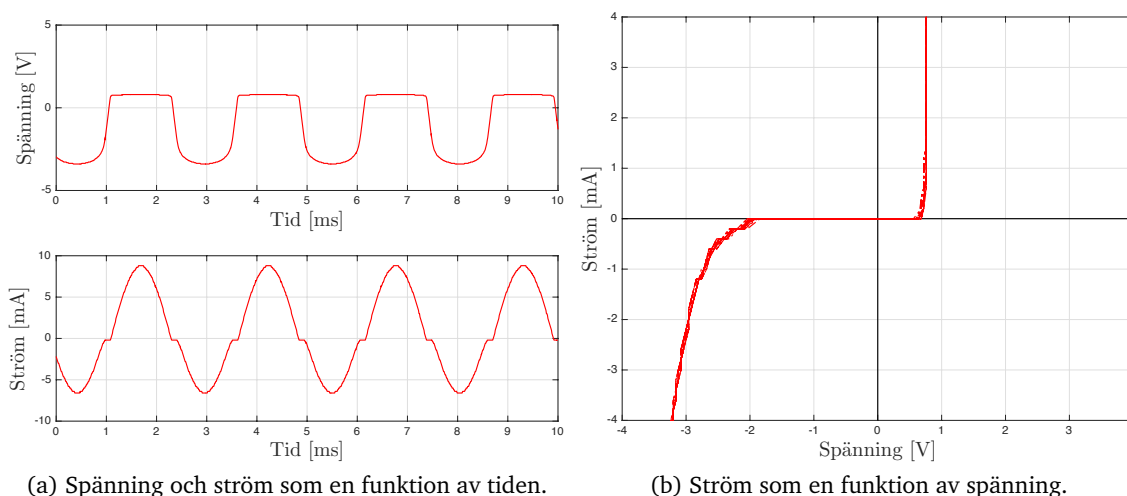


Fig. 4: Ström-spänningskaraktäristik för en Zenerdiod.

Ställ in funktionsgeneratorn så att den genererar en sinusvåg med frekvensen 400 Hz och maximal amplitud. Kontrollera först att funktionsgeneratorn matar ut korrekt spänning m.h.a. oscilloskopet. Anslut därefter Zenerdioden och motståndet enligt figur 5. Eftersom proben över motståndet är kopplad med strömmens riktning så måste signalen på **Ch2** inverteras. Detta gör ni genom att precis som ni lärde er i förberedelseuppgift 4 välja **Invert On** i **Menu** för **Ch2** Vågformerna som syns på oscilloskopet bör nu se ut som i figur 4a.

Ställ in oscilloskopet så att det visar en XY-graf genom att först trycka på **Utility**-knappen, och sedan trycka på **Display** följt av **Format** i menysystemet. Välj slutligen **YX** istället för **YT**. Plotten som syns på oscilloskopet bör nu se ut som i figur 4b.

Vilken Zenerspänning har dioden? Är det en kisel- eller en germaniumdiod?

.....
.....

Notera att vi på **Ch2** faktiskt mäter en spänning (och inte den ström som vi vill visa i XY-plotten). Ändå ser XY-plotten korrekt ut. Hur ser förhållandet ut mellan strömmen genom kretsen och spänning över motståndet?

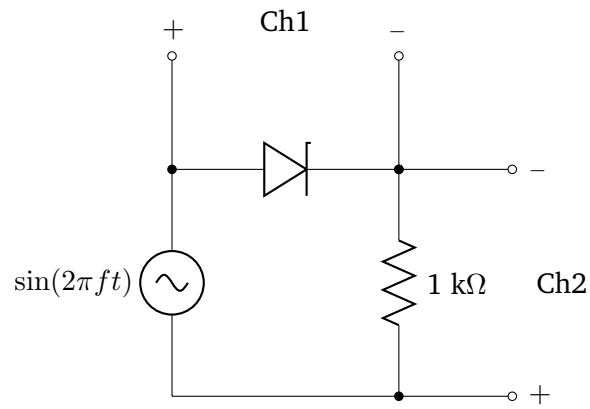


Fig. 5: Kretsen för mätning av ström-spänningskaraktistiken för en zenerdiod

.....

Kan du komma på ett motiv till varför vi har valt ett motstånd med just resistansen $1\text{ k}\Omega$?

.....

8 Grundläggande användning av multimeter

Koppla in utsignalen från funktionsgeneratoren till ingångarna för spänningsmätning på multimetern Hewlett-Packard 34401A. Signalen ska vara en sinusvåg med topp-till-topp värdet 1,5 V, frekvensen 500 Hz och ingen DC-offset (kontrollera gärna med oscilloskopet).

Mät med hjälp av multimetern upp följande storheter (anteckna samma antal värdesiffror som visas på multimeterns frontpanel):

Signalens periodtid: [ms].

Signalens frekvens: [Hz].

Signalens spänningsvärde: [V].

Är signalens amplitud mindre än väntat? I så fall varför? Se gärna labbmanualen eller multimeterns datablad.

.....
.....

Grundinställningen för multimetern är 5½-siffrors noggrannhet och automatisk inställning av mätområdet. Gör om spänningsmätningen ovan men med inställningen 6½-siffrors noggrannhet och använd mätområdet 10 V.

Signalens spänningsvärde: [V].

Om värdet i den sista siffran fluktuerar kan man frysa mätvärdet med **Hold**-funktionen. Prova att frysa värdet, d.v.s. tryck på **Shift+Auto/Hold**. "Släpp loss" det igen genom att trycka på **Shift+Auto/Hold** en gång till.

I normalläget mäter multimetern kontinuerligt, d.v.s. den triggar automatiskt med jämna mellanrum. Man kan få den att ta mätvärden när man själv vill (manuell trigging) genom att trycka på knappen **Single**. För varje tryck tar multimetern ett nytt mätvärde.

Hur gör du för att återställa till automatisk trigging?

.....

9 Medelvärdesbildning med multimeter

Vi ska nu testa en funktion i multimeterns **Math**-möjligheter, mer specifikt möjligheten att medelvärdesbilda signalen samt att spara dess största och minsta värde. Trycker man en gång på knappen **Min-Max** på frontpanelen så börjar multimetern spara dels medelvärdet av alla mätvärden samt det största och minsta värdet. Multimetern piper varje gång ett nytt max- eller minvärde har registrerats. Med ett nytt tryck på **Min-Max**-knappen avslutas mätningen. Genom att sedan gå in i **B: MATH** → **1: MIN-MAX**-menyn kan man läsa av största och minsta värdet, medelvärdet samt antalet avläsningar som gjordes under mättiden.

Ställ in multimetern på att mäta likspänning med $6\frac{1}{2}$ -siffrors noggrannhet. Anslut en likspänning på 5 V. Använd funktionsgeneratorn om likspänningsaggregat med hjälp av **OFFSET**-ratten. Starta medelvärdesbildningen och låt den gå i cirka 20 sekunder. Stoppa mätningen och avläs följande värden:

Minsta värde: [V].

Största värde: [V].

Medelvärde: [V].

Hur många mätpunkter mättes upp?

.....

10 Resistansmätning med multimeter

Be labbhandledaren ge er ett motstånd vars resistans ni ska mäta. Mät upp resistansen med tvåtråds- och fyrtrådsmetoden.

Tvåtrådsmetoden: [Ω].

Fyrtrådsmetoden: [Ω].

Hur stort blir det procentuella felet med tvåtrådsmetoden?

.....