

EE466
Lab 167
Mätning på elektriska kretsar

Jonas Sjöberg
Högskolan i Gävle,
Elektronikingenjörsprogrammet,
`tel12jsg@student.hig.se`

Oscar Wallberg
Högskolan i Gävle,
Dataingenjörsprogrammet,
`tco13owg@student.hig.se`

Lab utförd: ? Februari 2015
Instruktör: Efrain Zenteno

Sammanfattning

Syftet med laborationen är att praktiskt pröva några av de grundläggande sambanden och satserna i likströmläran, samt att förstå enkla växelströmskretsar. Dessutom bör studenten efter genomförd laboration översiktligt förstå universalinstrumentets och oscilloskopets principiella funktionssätt, samt kunna tillämpa hanteringen av dessa instrument i mätning på elektriska kretsar.

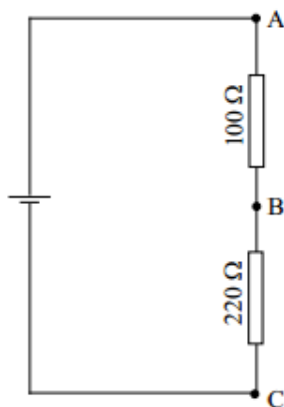
Innehåll

1	Introduktion	3
2	Mätning på seriekrets	3
2.1	Mätresultat	3
2.2	Kommentar	3
3	Inverkan av en parallellgren på en krets	4
3.1	Mätresultat	4
4	Mätning på parallellkrets	4
4.1	Mätresultat	5
4.2	Kommentar	5
5	Mätning av resistans	5
5.1	Mätresultat	5
5.2	Teoretisk beräkning	5
6	Mätning av emk och inre resistans i en tvåpol	5
6.1	Teoretisk härledning med Thévenins teorem	6
7	Karakteristik hos en lysdiod	9
7.1	Mätresultat	10
7.2	Kommentar	12
8	Mätning av växelspänning med universalinstrument och oscilloskop	12
9	Studium av frekvensgång i en reaktiv krets	12
9.1	Mätresultat	12
9.2	Teoretisk beräkning	12
9.3	Kommentar	12
10	Mätning av fasförskjutning i en reaktiv krets	12
10.1	Mätresultat	12
10.2	Teoretisk beräkning	12
10.3	Kommentar	12
11	Mätning av resonansfrekvens	12
11.1	Mätresultat	12
11.2	Kommentar	12
12	Resultat	12
13	Referenser	13

1 Introduktion

2 Mätning på seriekrets

Seriekretsen enligt figur 1 kopplades upp. 5 V valdes för spänningskällan.



Figur 1: Seriekrets

2.1 Mätresultat

Resistensen mellan A och B, R_1 , mättes upp till $100.561\ \Omega$ och mellan B och C, R_2 , mättes $217.78\ \Omega$ upp. Följande spänningar mättes därefter upp:

$$U_{AB} = 1.58\text{V}$$

$$U_{BC} = 3.41\text{V}$$

$$U_{AC} = 4.999\text{V}$$

2.2 Kommentar

Spänningsdelningslagen ger:

$$U_{AB} = U \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_{AB} = 4.999 \times \frac{100.561}{100.561 + 217.78}$$

$$U_{AB} = 1.579$$

$$U_{BC} = U \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_{BC} = 4.999 \times \frac{217.78}{100.561 + 217.78}$$

$$U_{BC} = 3.42$$

$$U_{AC} = U \times \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_{AC} = U = 4.999$$

Kirchhoff's 2:a lag:

Summan av samtliga emk:s som ingår i en sluten krets är lika med summan av potentialfallen, eller

$$u_1 + u_2 + \dots + u_n = 0$$

där u_k betecknar en potentialändring.

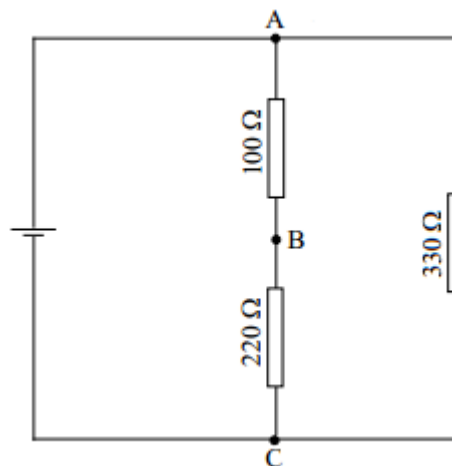
Enligt Kirchhoff's lag:

$$U - U_{AB} - U_{BC} = 0$$

$$4.99 - 1.579 - 3.42 = 0, \text{ vilket stämmer.}$$

3 Inverkan av en parallellgren på en krets

Ytterligare en resistor på 330Ω kopplades parallellt till kretsen från figur 1, se figur 2.



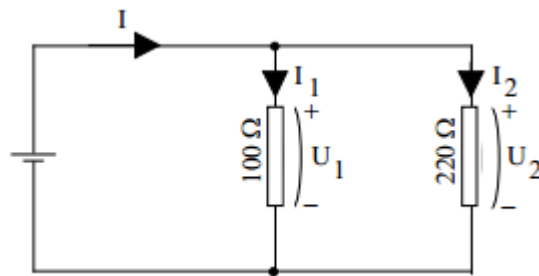
Figur 2: Parallellgren på föregående krets.

3.1 Mätresultat

Strömmen som mättes vid spänningskällan var 33mA och strömmen i punkt B var 15.466mA.

4 Mätning på parallellkrets

Två resistorer kopplades enligt figur 3. Sedan valdes en lämplig spänning för spänningskällan.



Figur 3: Parallellgren på föregående krets.

4.1 Mätresultat

4.2 Kommentar

5 Mätning av resistans

5.1 Mätresultat

5.2 Teoretisk beräkning

6 Mätning av emk och inre resistans i en tvåpol

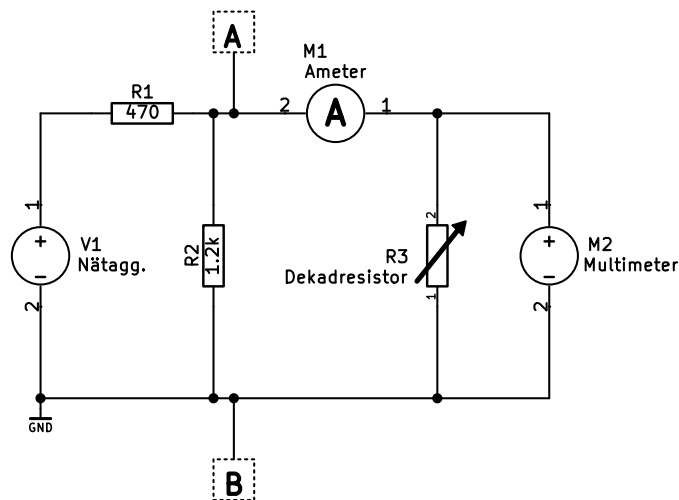
Dessa mätningar görs i syfte att undersöka konceptet tvåpol och demonstrera konceptet av att studera och räkna med reducering av komplexa nät med hjälp av Thévenins ekvivalens.

En så kallad experimentplatta eller breadboardänvänds för att konstruera kretsen som illustreras i Figur 4. Nätaggregatet V_1 är ett strömbegränsande laboratorieaggregat HP3631A. Spänningen U mäts över dekadresistorn R_3 med bänkmultimetern M_2 , en HP34401A. Strömmen I mäts genom att den handhållna multimetern Tenma 72-2050 kopplas mellan punkten A och R_3 . Källan som driver spänningen V_{AB} utgörs av V_1 , R_1 och R_2 .

Lasten som är ansluten till utgången utgörs av dekadresistorn R_3 . Resistansen hos multimetern M_2 parallellkopplas med R_3 och påverkar således kretsen på ett oönskat sätt. Om man antar att M_2 har en inre resistans på $10\text{ M}\Omega$ förändras lastens effektiva resistans. Förändringen är försumbar då R_3 har ett lågt värde men felvärdet blir klart påtagligt vid högre resistansvärden. Felvärdet kan beräknas med Ekvation 1 som vid en högre resistans enligt 2 blir 0,09%, vilket klart påverkar mätresultatet. Men eftersom den maximala resistansen som används är $100\text{ k}\Omega$ så kan belastning från multimetern förbises.

Utan belastning är spänningen vid tvåpolens "utgång", $V_{AB} = 7.16\text{ V}$.

Med R_3 ställd på sin maximala resistans är spänningen oförändrad. När värdet hos R_3 sänks börjar spänningen vid tvåpolens utgång också att sjunka.



Figur 4: Koppling vid mätning av EMK och inre resistans i en tvåpol.

Halva tomgångsspänningen $\frac{V_{AB}}{2} = 3.58 \text{ V}$ avläses vid en last av $R_3 = 341 \Omega$. Strömmen genom lasten är då $I = 10.531 \text{ mA}$.

$$\text{Felvärde}(\%) = \frac{\text{Uppmätt värde} - \text{Förväntat värde}}{\text{Förväntat värde}} \times 100 \quad (1)$$

Vid en resistans på t.ex. $1 \text{ M}\Omega$ blir felvärdet enligt Ekvation 2. Ett felvärde på 0,09% är utgör ett signifikant mätfel. I det här fallet är lastresistansen som effektivt parallellkopplas med multimetern mycket lägre än $1 \text{ M}\Omega$ och mätfelet blir inte fullt så allvarligt.

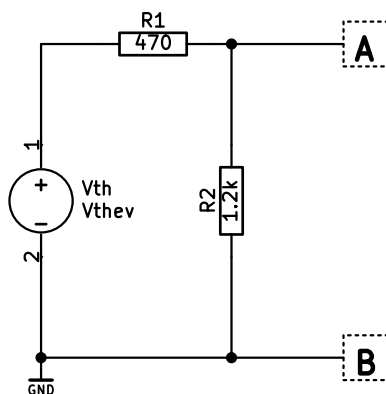
$$\text{Felvärde } R_{last}(\%) = \frac{\left(\frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{RM_2}}\right) - R_3}{R_3} \times 100 \quad (2)$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{\frac{1}{1 \text{ M}\Omega} + \frac{1}{10 \text{ M}\Omega}}\right) - 1 \text{ M}\Omega}{1 \text{ M}\Omega} \times 100 \quad (3)$$

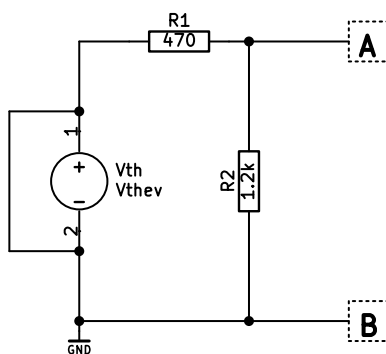
$$= 0,09\% \quad (4)$$

6.1 Teoretisk härledning med Thévenins teorem

Kretsen som levererar spänningen ritas om till den i Figur 5. Den obelastade tomgångsspänningen mellan punkterna A och B, V_{AB} beräknas



Figur 5: Den obelastade kretsen som utgör källpolspänningen



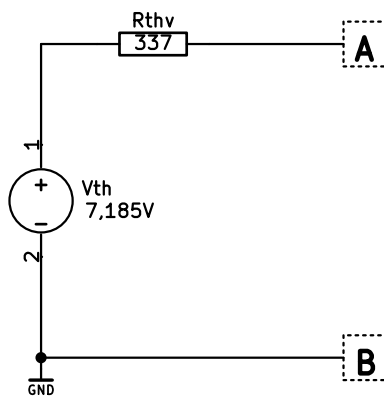
Figur 6: Spänningskälla kortsluten för att hitta inre resistans

enligt Ekv. 5.

$$\begin{aligned}
 V_{AB} &= V_{th} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\
 V_{AB} &= 10 \text{ V} \times \frac{1.2 \text{ k}\Omega}{470 \Omega + 1.2 \text{ k}\Omega} \\
 V_{AB} &= 10 \text{ V} \times \frac{1.2 \times 10^3}{470 + 1.2 \times 10^3} \\
 V_{AB} &= 7,185 \text{ V}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Den inre resistansen beräknas genom att kortsluta spänningskällan. Kretsen blir då den i Figur 6.

Den inre resistansen utgörs av parallellkopplingen R_1 och R_2 och beräknas



Figur 7: Fullständig ekvivalent krets

enligt Ekv. 6.

$$R_{th} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

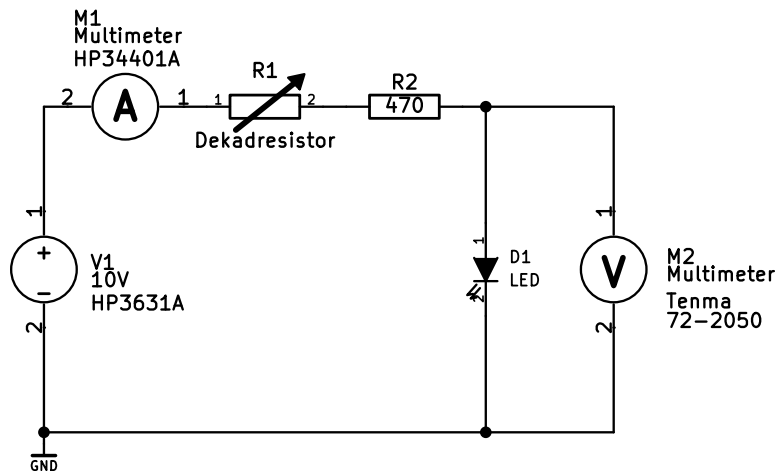
$$R_{th} = \frac{1}{\frac{1}{470\,\Omega} + \frac{1}{1.2\,\text{k}\Omega}} \quad (6)$$

$$R_{th} = 337,72\,\Omega$$

De teoretiska värdena för Théveninekvivalensen i 7 används i Figur 7 som har ett beteende ekvivalent med den ursprungliga tvåpolen.

$$V_{AB} = 7,185\,\text{V} \quad (7)$$

$$R_{th} = 337,72\,\Omega \quad (8)$$



Figur 8: Labbkoppling för att bestämma I/V-karakteristik hos LED

7 Karakteristik hos en lysdiod

För att undersöka I/V-karakteristiken hos en lysdiod behövs kännedom om spänningen över lysdioden, V_{LED} samt strömmen genom lysdioden, I_{LED} . Kretsen i Figur 8 konstruerades på en kopplingsplatta. En röd lysdiod användes, vi kan anta att det röda ljusets våglängd är cirka 660 nm och därmed förvänta oss ett framspänningsfall på cirka 1.8 V vid 20 mA. Framspänningsfallet V_f brukar i datablad ofta specificeras vid 20 mA, som också många gånger är lysdiodens rekommenderade maxström.

Resistorn R_2 förhindrar strömmen I_{LED} att bli alldeles för stor i det fall att resistansen hos dekadresistorn R_1 är ställd till ett lågt värde eller direkt kortslutning. Den högsta ström som kan flyta genom kretsen uppskattas i Ekvation 9 till ett värde under den specificerade maxgränsen på 20 mA.

$$\begin{aligned}
 I_{LED_{max}} &= \frac{V_1 - V_{D1}}{R_2} \\
 I_{LED_{max}} &= \frac{10 \text{ V} - 1.8 \text{ V}}{470 \Omega} \\
 I_{LED_{max}} &= 17.4 \text{ mA}
 \end{aligned} \tag{9}$$

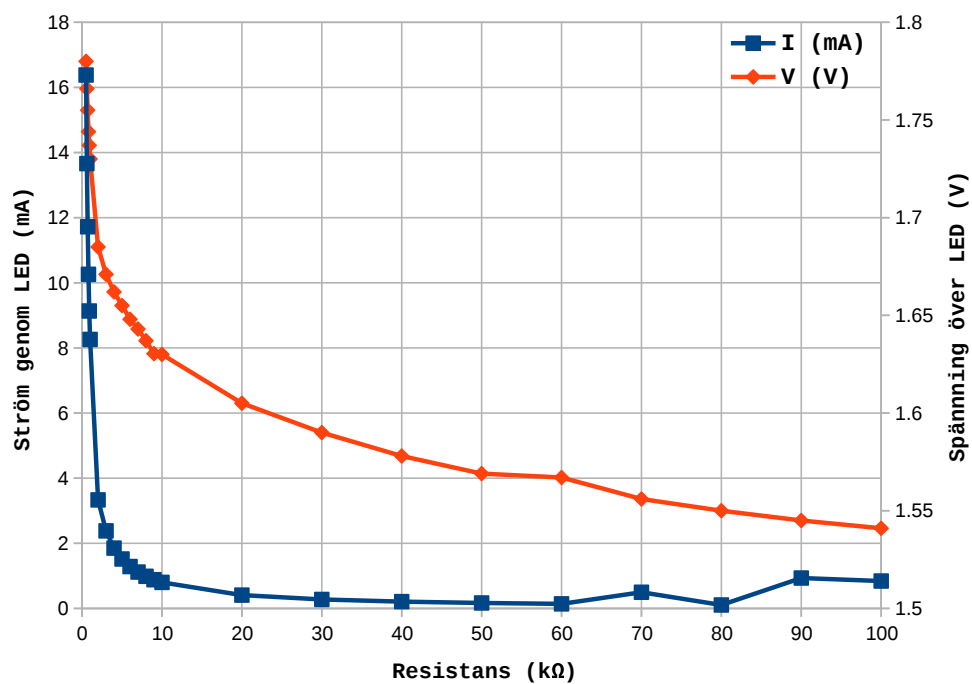
Lysdioden är precis som namnet antyder en typ av diod och uppvisar en typisk diodkarakteristik, där strömmen I_{diod} är näst intill obefintlig då $V_{diod} < V_f$ för att sedan öka exponentiellt efter det att $V_{diod} \geq V_f$ och dioden börjar leda. Förhållandet mellan spänning och ström är olinjärt, ΔI är mycket stort över ett mycket litet område av ΔV .

Mätresultaten presenteras i Tabell 1, Figur 9 och Figur 10 under sektion 7.1.

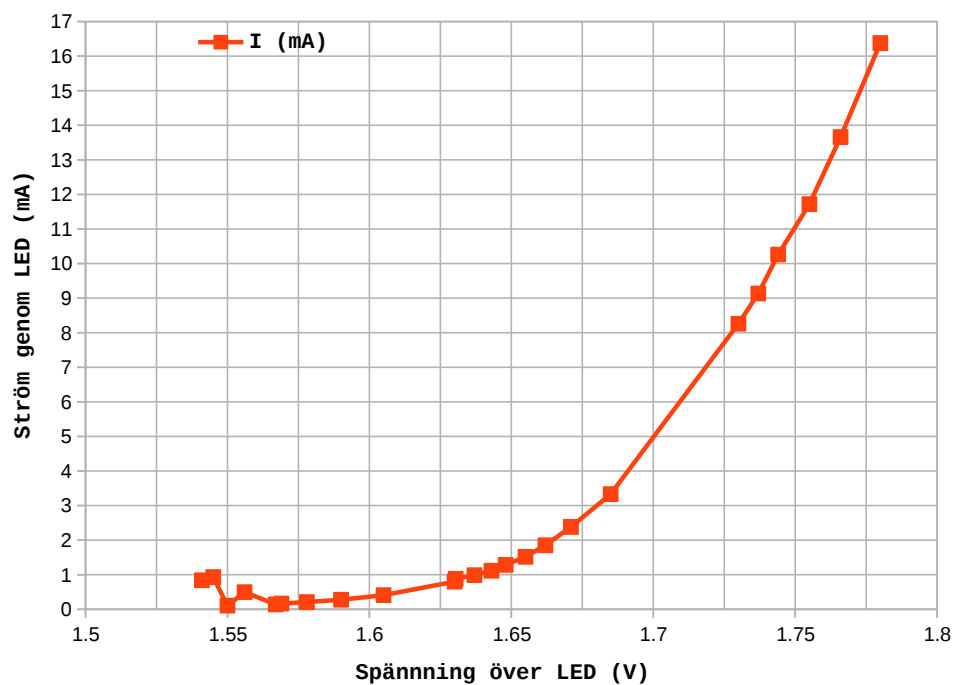
7.1 Mätresultat

R_3	I_{LED}	V_{LED}
500 Ω	16.38 mA	1.78 V
600 Ω	13.66 mA	1.766 V
700 Ω	11.725 mA	1.755 V
800 Ω	10.269 mA	1.744 V
900 Ω	9.1342 mA	1.737 V
1 k Ω	8.260 mA	1.730 V
2 k Ω	3.3319 mA	1.685 V
3 k Ω	2.3805 mA	1.671 V
4 k Ω	1.8525 mA	1.662 V
5 k Ω	1.5176 mA	1.655 V
6 k Ω	1.2858 mA	1.648 V
7 k Ω	1.1159 mA	1.643 V
8 k Ω	985.6 μ A	1.637 V
9 k Ω	882.5 μ A	1.6304 V
10 k Ω	799.2 μ A	1.630 V
20 k Ω	408.7 μ A	1.605 V
30 k Ω	275.3 μ A	1.590 V
40 k Ω	2077 μ A	1.578 V
50 k Ω	1667 μ A	1.569 V
60 k Ω	139.2 μ A	1.567 V
70 k Ω	496. μ A	1.556 V
80 k Ω	104.8 μ A	1.55 V
90 k Ω	93.3 μ A	1.545 V
100 k Ω	84.0 μ A	1.541 V

Tabell 1: Mätresultat för kretsen i Figur 4.



Figur 9: Ström genom och spänning över LED som en funktion av resistans



Figur 10: Ström genom LED som en funktion av spänning över LED

- 8 Mätning av växelspanning med universalinstrument och oscilloskop
- 9 Studium av frekvensgång i en reaktiv krets
 - 9.1 Mätresultat
 - 9.2 Teoretisk beräkning
 - 9.3 Kommentar
- 10 Mätning av fasförskjutning i en reaktiv krets
 - 10.1 Mätresultat
 - 10.2 Teoretisk beräkning
 - 10.3 Kommentar
- 11 Mätning av resonansfrekvens
 - 11.1 Mätresultat
 - 11.2 Kommentar
- 12 Resultat

13 Referenser