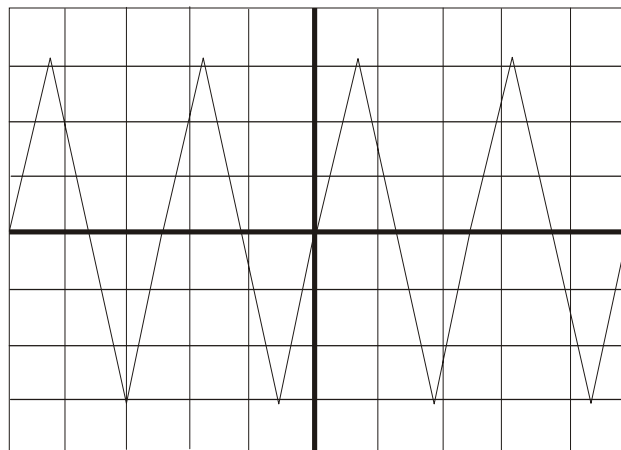


Lab. E3 Mätteknisk rapport

Okänd spänningsgenerator



Fredrik Andersson
Björn Bertilsson
Stockholm 1999

Institutionen S3, Kungliga Tekniska Högskolan

Sammanfattning

I denna laboration har vi bestämt egenskaperna hos en okänd spänningskälla. Med hjälp av ett oscilloskop samt en multimeter har vi erhållit nödvändiga värden på de parametrar som beskriver spänningskällans egenskaper. Resultatet av våra mätningar visar att vår spänningskälla genererar en växelspanning av typen triangelvåg.

Abstract

In this experiment we have determined the characteristics of an unknown voltagesource. Using an oscilloscope and a multimeter we have obtained necessary values of the parameters, which describe the voltagesource characteristics. The conclusion from our measurements show that the voltagesource generate an alternated voltage, with a triangle waveform.

Innehållsförteckning

Problem och bakgrund	1
Teoribakgrund	1
Metoder	1
Utrustning	1
Mätningar	2
Beräkningar	2
Felkalkyl.....	3
Resultat	3
Referenser	4

Problem och bakgrund

Uppgiften gick ut på att bestämma en okänd spänningsgenerators egenskaper. Anledningen till att vi utför denna laboration, är att det är en obligatorisk del som ingår i kursen.¹

Teoribakgrund

För att lösa uppgiften kan man se spänningsgeneratoren som en tvåpolsekvivalent, se *figur 1*.

Tvåpolsekvivalenten ger en förenklad bild av en krets. Den komplicerade kretsen ses från två anslutningspunkter. Istället för att ta hänsyn till alla ingående komponenter i kretsen mellan de två punkterna. Så ersätter man kretsens komponenter med en ideal spänningsgenerator seriekopplad med en inre resistans.

Intressanta parametrar för spänningsgeneratoren:

- Spänningens utseende
- Spänningens frekvens
- Tomgångsspänningen
- Inre resistans

Metoder

Spänningens utseende bestäms med hjälp av ett oscilloskop.

Oscilloskopet kopplas in över spänningsgenerators utgångar. För att få lämpliga skalor för vår okända spänning på oscilloskopet, användes oscilloskopets inbyggda funktion "Autoset".

Spänningens frekvens erhålles genom att mäta med en digital multimeters inbyggda frekvensmätningssfunktion. Multimetern kopplas även den över spänningsgenerators utgångar.

För att bestämma tomgångsspänningen E , ansluter vi multimetern direkt över spänningsgenerators utgångar. Multimeters inresistans R , är så pass hög² att hela spänningen E kommer att ligga över multimetern. Spänningsdelning ger:

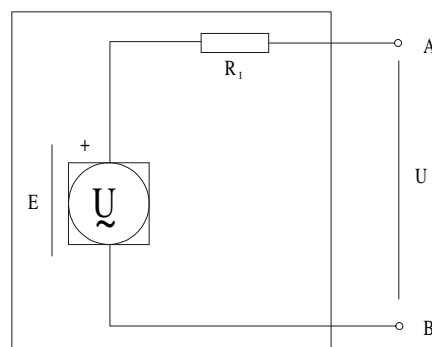
$$U_R = E \cdot \frac{R}{R + R_I} \approx E \text{ då } (R \gg R_I)$$

För att bestämma den inre resistansen R_I , måste man bestämma strömmen och spänningen hos R_I först.

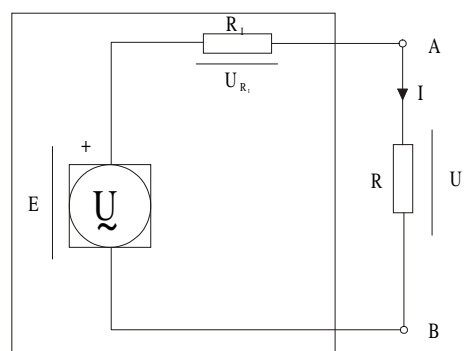
För att få reda på en spänning och en ström, belastar man utgången med en resistans. Resistansen väljs nära den inre resistansens värde. Då får man en spänningsdelning som ger en spänning över den inre resistansen. Man får också en spänning över den kända resistansen, och då kan man beräkna strömmen genom hela kretsen med Ohms lag. Med erhållna värden kan även R_I beräknas med Ohms lag.

Utrustning

- Oscilloskop Tektronix TDS 340
- Digital multimeter Hewlett Packard 34401A
- Okänd spänningsgenerator (Låda 11, kod 5, 7, T, 2, 5)
- Likspänningskälla +/-15V och 0V
- Resistans 200 Ω
- Diverse kablar
- Miniräknare, t.ex. Hewlett Packard 48G



Figur 1 Tvåpolsekvivalent.



Figur 2 Mätning av inre resistans och spänningen E.

¹ 2E1111 Teknikinformation med elektriska mätningar, som ges av institutionen S3 på KTH i Stockholm

² Typiskt värde på inresistans är minst 10 M Ω , se Instrumentanvisning för HP 34401A s. 5

Mätningar

Mätningarna utfördes den 24:e februari 1999 kl. 14⁰⁰-18⁰⁰ inomhus i S3:s mätsalar på KTH, Stockholm. Temperaturen var ca. 22 °C vid mättillfället.

Först kopplas den okända spänningsgeneratoren in till en spänningskälla med likspänning på +15V, -15V och 0V till respektive kontakt, figur 3.

Sedan ansluts spänningsgenerators utgångar A och B, med en BNC-kabel, till oscilloskopets CH1-ingång enligt figur 4. Eftersom det rör sig om en växelspanning behövs ingen hänsyn tas till polariteten.

Oscilloskopets inbyggda funktion "Autoset" används för att få en bra inställning av tidsbasen (horisontellt) och volt per ruta (vertikalt). Sedan kontrolleras hur kurvformen ser ut.

Oscilloskopet kopplas bort och den digitala multimetern ansluts över spänningsgenerators utgångar. Multimetern har i de flesta fall en bättre noggrannhet än oscilloskopet. Frekvens och tomgångsspänning mäts nu, med multimeterns inbyggda funktioner (Instrumentanvisning för HP 34401A s. 2).

För att bestämma den inre resistansen kopplas en resistans över spänningsgenerators utgångar. Resistansens värde skall vara vald så att U_R inte är nära 0V eller nära tomgångsspänningen. Därför belastas spänningsgeneratoren med en 200Ω resistor. Multimetern kopplas parallellt med resistansen, och värdet för U_R avläses.

För att vara riktigt säker på vad resistansen R har för värde, mäter vi detta. För detta används 4-tråds resistansmätning enligt s. 2 i instrumentanvisningen för HP 34401A.

Beräkningar

Med ovanstående mätningar erhålles följande värden:

- $f = 82,0719 \text{ kHz}$
- $E = 316,79 \text{ mV}$
- $U_R = 182,24 \text{ mV}$
- $R = 203,70 \Omega$

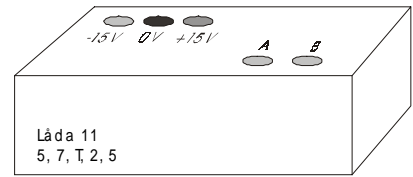
Med värdena på U_R och R beräknas strömmen I med hjälp av Ohms lag.

$$U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R}$$

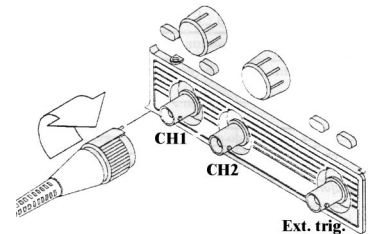
$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{0,18224}{203,70} = 0,89464... \text{mA} \approx 0,895 \text{ mA}$$

Sedan beräknas den inre resistansen:

$$R_i = \frac{E - U_R}{I} = \frac{316,79 \cdot 10^{-3} - 182,24 \cdot 10^{-3}}{0,89464... \cdot 10^{-3}} = 150,3941... \Omega \approx 150,4 \Omega$$



Figur 3 Den okända spänningsgeneratoren



Figur 4. Inkoppling av oscilloskop.

Felkalkyl

Vid spänningsmätning använder vi multimetern, eftersom oscilloskopets osäkerhet på skalfaktorerna är ca. 3% (Lab E1, s. 17).

Ovanstående resonemang gör vi även för frekvensmätningen. Det är dock svårt att uppskatta det relativa felet hos frekvensen, då tabellen för fel vid frekvensmätning ej är komplett (Instrumentanvisning³ s. 8)

Formeln för det relativa felet:

$$\text{Relativt fel} = \frac{\% \text{ av uppmätt värde} + \% \text{ av valt område}}{\text{uppmätt värde}}$$

Alla nedanstående värden för osäkerhet finns i instrumentanvisningen för den digitala multimetern HP 34401A.

$$f: \frac{\Delta f}{f} = \frac{0,01 \cdot 82,0719 \cdot 10^3}{82,0719 \cdot 10^3} = 0,01\%$$

$$U_R: \frac{\Delta U_R}{U_R} = \frac{0,55 \cdot 182,24 \cdot 10^{-3} + 0,08 \cdot 1,000}{182,24 \cdot 10^{-3}} = 0,98898... \% \approx 0,989\%$$

$$R: \frac{\Delta R}{R} = \frac{0,010 \cdot 203,70 + 0,001 \cdot 1000}{203,70} = 0,014909... \% \approx 0,0149\%$$

$$I: \frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta U_R}{U_R} + \frac{\Delta R}{R} = 0,98967... + 0,014909... = 1,00389... \% \approx 1,004\%$$

$$E: \frac{\Delta E}{E} = \frac{0,55 \cdot 316,79 \cdot 10^{-3} + 0,08 \cdot 1,000}{316,79 \cdot 10^{-3}} = 0,80253... \% \approx 0,803\%$$

$$U_{R_I}: \frac{\Delta U_{R_I}}{U_{R_I}} = \frac{\Delta U_R}{U_R} + \frac{\Delta E}{E} = 0,98898... + 0,80253... = 1,79151... \% \approx 1,792\%$$

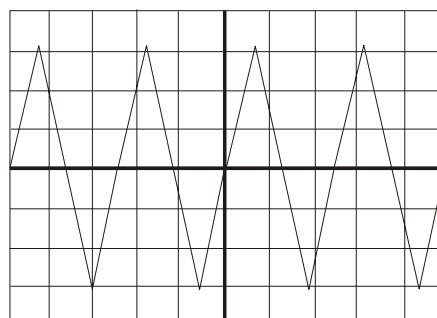
$$R_I: \frac{\Delta R_I}{R_I} = \frac{\Delta U_{R_I}}{U_{R_I}} + \frac{\Delta I}{I} = 1,79151... + 1,00389... = 2,79540... \% \approx 2,795\%$$

Resultat

Spänningskällan har följande egenskaper:

Vågform	Triangel
Frekvens	82,07 kHz
Tomgångsspänning	316,79 mV
Inre resistans	150,4 Ω

Alla fel ligger under 3%, därför kan resultaten anses vara tillräckligt bra för att beskriva den okända spänningsgeneratorns egenskaper.



Figur 5 Den okända spänningens utseende.

³ För HP 34401A

Referenser

- Institutionen S3 KTH, Instrumentanvisningar 1998
- Institutionen S3 KTH, Instrumentanvisningar HP 34401A
- Institutionen S3 KTH, Lab E1/Oscilloskopet
- Institutionen S3 KTH, Lab E2/Multimetern
- Institutionen S3 KTH, Lab E3/Mätteknisk rapport