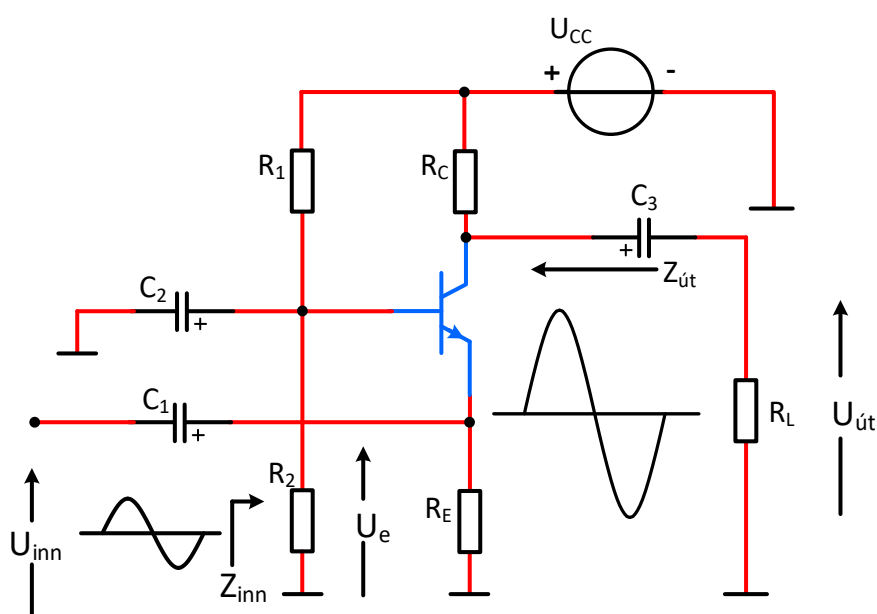


Rafbók



## Rafeindafræði 12. hefti

### CB BJT-magnari

Sigurður Örn Kristjánsson

Bergsteinn Baldursson

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

[www.rafbok.is](http://www.rafbok.is)

Allir rafiðnaðarmenn og rafiðnaðarnemar geta fengið aðgang án endurgjalds að rafbókinni.

Heimilt er að afrita textann til fræðslu í skólum sem reknir eru fyrir opinbert fé án leyfis höfundar eða Fræðsluskrifstofu rafiðnaðarins. Hvers konar sala á textanum í heild eða að hluta til er óheimil nema að fengnu leyfi höfundar og Fræðsluskrifstofu rafiðnaðarins.

Höfundar eru Sigurður Örn Kristjánsson og Bergsteinn Baldursson.

Umbrot í rafbók, uppsetning og teikning Báru Halldórsdóttir.

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til höfundar Sigurðar Arnar [sigurdurorn@gmail.com](mailto:sigurdurorn@gmail.com) og Báru Halldórsdóttur á netfangið [bara@rafmennt.is](mailto:bara@rafmennt.is)

---

**Rafeindafræði 12. hefti – CB BJT-magnari -**

---

**Efnisyfirlit**

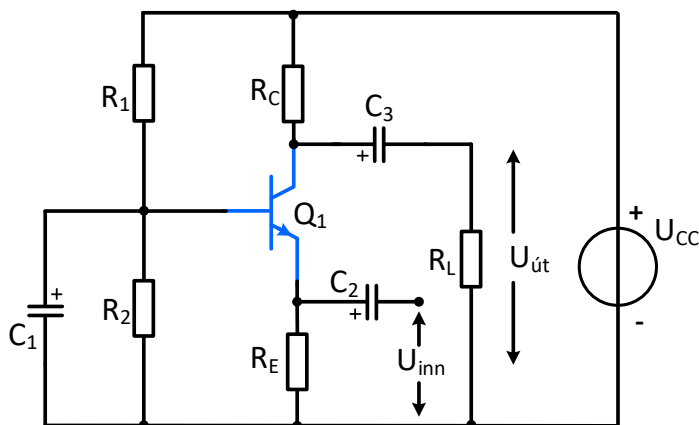
1. Sameiginlega base-tengdur magnari.....	3
2. Spennumögnun .....	4
3. Inngangsmótstaða $R_{inn} = Z_{inn}$ .....	4
4. Útgangsmótstaða $R_{út} = Z_{út}$ base-tengds magnara .....	5
5. Straummögnun .....	5
6. Aflmögnun.....	5
7. Dæmi 1 .....	7
8. Mælingar á CB magnara .....	8
8.1 Framkvæmd 1 .....	8
8.2 Framkvæmd 2 .....	9
8.3 Framkvæmd 3 .....	9
8.4 Framkvæmd 4 .....	9
8.5 Framkvæmd 5 .....	9
8.6 Framkvæmd 6 .....	10
8.7 Framkvæmd 7 .....	10
8.8 Framkvæmd 8 .....	11
9. Hvernig mæli ég mögnun.....	12
10. Hvernig mæli ég fasvik.....	13
11. Hvernig mæli ég inngangsmótstöðu magnara .....	14
12. Hvernig mæli ég útgangsmótstöðu magnara .....	15

## 1. Sameiginlega base-tengdur magnari

Sameiginlega tengdur base-magnari (*common-base* (CB)) hefur mikla spennumögnun  $A_u$  en straummögnun  $A_i$  sem er 1. Þar sem hann hefur lága inngangsmótstöðu er hann notaður í þeim tilvikum þar sem lá inngangsmótstaða er nauðsynleg. Til dæmis í loftnetsmögnurum. Eftir lestur þessa kafla átt þú að vera fær um að:

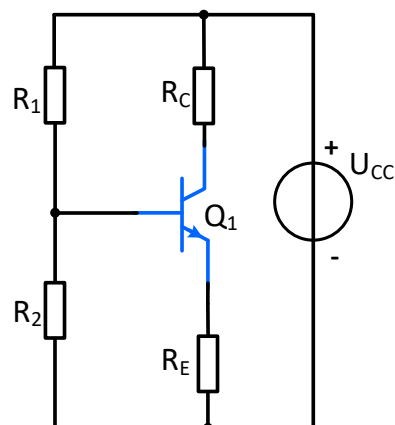
- skilja og geta greint virkni sameiginlega base-tengdum magnara (CB)
- skýrt ac - og dc - jafngildislínurit
- skýrt dc - og ac - vinnslu magnarans
- fundið spennumögnun hans
- fundið inngangsmótstöðu magnarans
- fundið útgangsmótstöðu magnarans
- fundið aflmögnun

Hefðbundinn (CB) base-tengdur magnari er sýndur á mynd 1a. Base er sameiginlegur (*Common*) þar sem riðstraumslega er base-tengdur jörð í gegn um þéttinn  $C_1$ . Inngangsmerkið  $U_{inn}$  er tengt emitter í gegn um þéttinn  $C_2$  og útgangsmerkið er tengt á álagið  $R_L$  í gegn um þéttinn  $C_3$ .



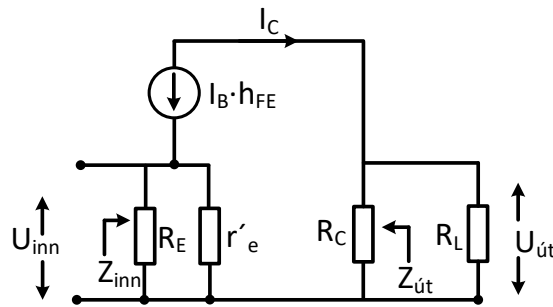
Mynd 1a.

Sameiginlega base-tengdur magnari.



Mynd 1b.

DC-jafngildismynd.



Mynd 1c. ac jafngildismynd.

## 2. Spennumögnun

Spennumögnun magnara sem tengdur er með sameiginlegan base er:

$$A_u = \frac{U_{út}}{U_{inn}} = \frac{U_c}{U_e} = \frac{I_c \cdot (R_C // R_L)}{I_e \cdot (r'_e // R_E)}$$

$$\text{þar sem } I_c \cong I_e \Rightarrow$$

$$A_u = \frac{I_e \cdot (R_C // R_L)}{I_e \cdot (r'_e // R_E)} = \frac{(R_C // R_L)}{(r'_e // R_E)}$$

ef  $R_E \gg r'_e \Rightarrow$  verður spennumögnun  $A_u$

$$A_u = \frac{(R_C // R_L)}{r'_e}$$

## 3. Inngangsmótstaða $R_{inn} = Z_{inn}$

Inngangsmótstaðan  $Z_{inn} = R_{inn}$  sem sést inn í emitter (sjá mynd 1c) er:

$$R_{inn} = Z_{inn} = \frac{U_{inn}}{I_{inn}} = \frac{U_e}{I_e} = \frac{I_e \cdot (r'_e // R_E)}{I_e} = (r'_e // R_E)$$

$R_E$  er oftast miklu hærri en  $r'_e$  svo nálgunin  $R_E \gg r'_e \Rightarrow$

$$R_{inn} = Z_{inn} \cong r'_e$$

## 4. Útgangsmótstaða $R_{út} = Z_{út}$ base-tengds magnara

Útgangsmótstaðan  $Z_{út} = R_{út}$  sem sést inn í collector (sjá mynd 1c) er:

$$Z_{út} = R_{út} = \frac{U_{út}}{I_c} = R_C$$

## 5. Straummögnun

Straummögnun magnarans er skilgreind sem:

$$A_i = \frac{I_{út}}{I_{inn}} = \frac{I_c}{I_e} \text{ þar sem } I_c \cong I_e \text{ verður } A_i \cong 1$$

## 6. Aflmögnun

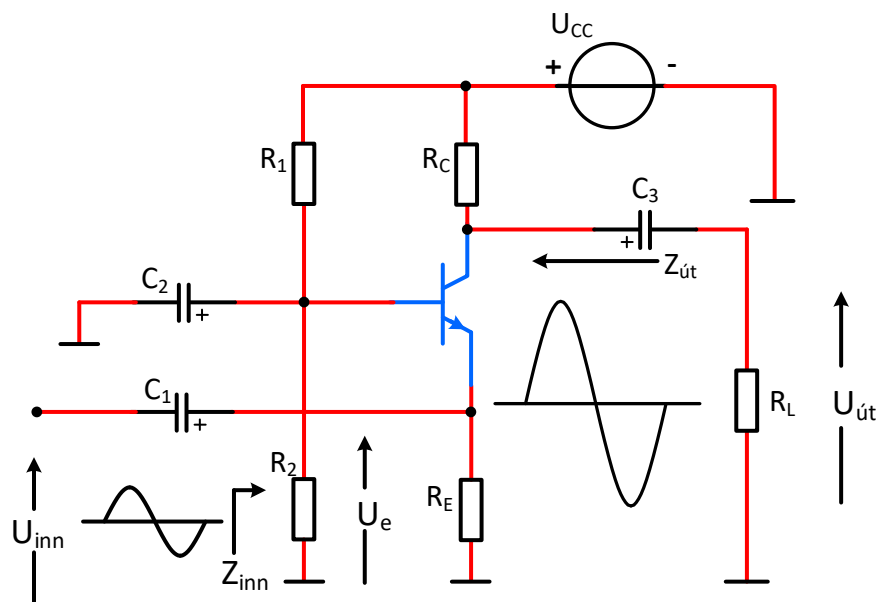
Þar sem straummögnun er um það bil 1 í sameiginlega tengdum base-magnara verður aflmögnun magnarans:

$$A_p = A_i \cdot A_u = 1 \cdot A_u = A_u$$

### Sýnidæmi:

Finndu inngangs- og útgangsmótstöðu, spennu-, straum - og aflmögnun fyrir magnarann á mynd 2.

Gefið er að  $R_C = 2,2\text{k}\Omega$ ,  $U_{CC} = 10\text{V}$ ,  $R_1 = 56\text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 12\text{k}\Omega$ ,  $R_E = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_L = 10\text{k}\Omega$ ,  $C_1 = C_3 = 1\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 470\mu\text{F}$  og transistor 2N3904 með  $h_{FE} = 250$ .



Mynd 2. CB-tengdur magnari.

---

**Rafeindafræði 12. hefti – CB BJT-magnari -**

---

**Lausn:**

$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{CC} = \frac{56k\Omega}{12k\Omega + 56k\Omega} \cdot 10 = 1,76V$$

$$U_E = U_B - U_{BE} = 1,76V - 0,7V = 1,06V$$

$$I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{1,06V}{1k\Omega} = 1,06mA$$

*Inngangsmótstaðan*

$$R_{inn} = Z_{inn} = r'_e = \frac{25mV}{I_E} = \frac{25mV}{1,06mA} = 23,6\Omega$$

*Útgangsmótstaðan*

$$R_{út} = Z_{út} = R_C = 2,2k\Omega$$

*Spennumögnun*

$$A_u = \frac{(R_C // R_L)}{r'_e} = \frac{(2,2k\Omega // 10k\Omega)}{23,6\Omega} = 76,3$$

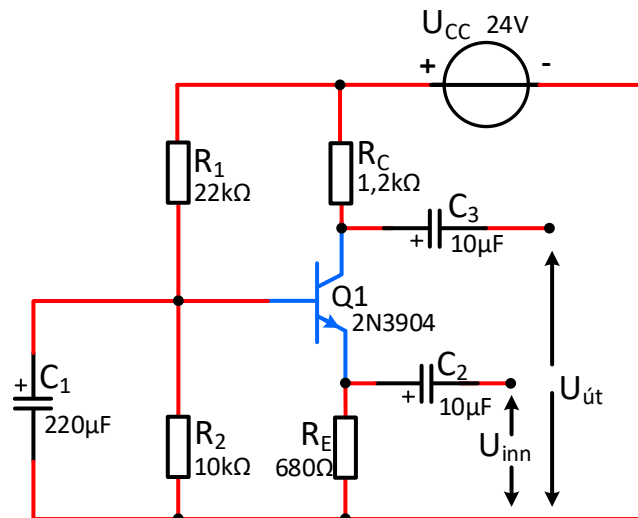
*Straummögnun*

$$A_i \cong 1$$

*Aflmögnun*

$$A_p = A_i \cdot A_u = 1 \cdot 76,3 = 76,3$$

## 7. Dæmi 1



Mynd 3. CB magnari.

Finndu eftirfarandi fyrir magnarann á mynd 3.  $R_L = \infty$

- a)  $Z_{inn} = R_{inn}$
- b)  $Z_{út} = R_{út}$
- c)  $A_u$
- d)  $A_i$
- e)  $A_p$



### 8. Mælingar á CB magnara

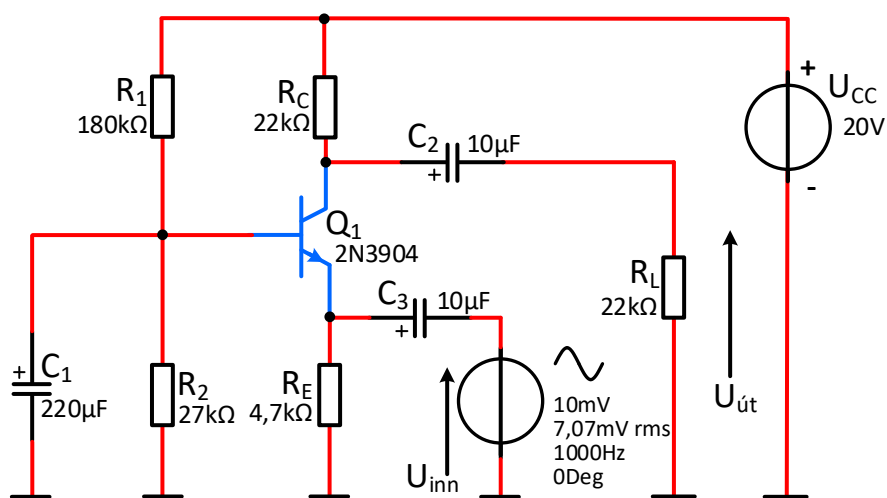
#### Tilgangur:

Skoða magnarastig í SB/CB tengingu með tilliti til að bera saman reiknaðar og mældar lykilstærðir kerfisins.

#### Efni:

Sveifluvaki, sveiflusjá, spennugjafi, spennumælir og íhlutir samkvæmt mynd 4.

#### Tengimynd:



Mynd 4.

#### 8.1 Framkvæmd 1

Tengið rásina og mælið jafnspennurnar  $U_C$ ,  $U_B$  og  $U_E$  þegar spennugjafinn  $U_{inn}$  er frátengdur.

$$U_B =$$

$$U_E =$$

$$U_C =$$

Reiknið til samanburðar jafnspennurnar  $U_C$ ,  $U_B$  og  $U_E$  (sýnið útreikninga).

$$U_B =$$

$$U_E =$$

$$U_C =$$

---

**Rafeindafræði 12. hefti – CB BJT-magnari -**

---

**8.2 Framkvæmd 2**

Mælið jafnspennurnar  $U_{CE}$ ,  $U_{BE}$  og  $U_{CB}$  þegar spennugjafinn  $U_{inn}$  er frátengdur.

$$U_{CE} =$$

$$U_{BE} =$$

$$U_{CB} =$$

Reiknið til samanburðar jafnspennurnar  $U_{CE}$ ,  $U_{BE}$  og  $U_{CE}$  (Sýnið útreikninga).

$$U_{CE} =$$

$$U_{BE} =$$

$$U_{CB} =$$

**8.3 Framkvæmd 3**

Mælið spennumögnunina  $A_u$  við 1Khz og  $U_{inn} = 7,07mV_{rms}$

$$A_U =$$

$$A_U(dB) =$$

Reiknið til samanburðar spennumögnunina  $A_u$  (sýnið útreikninga).

$$A_U =$$

$$A_U(dB) =$$

**8.4 Framkvæmd 4**

Mælið hvert sé fasvik milli inn- og útmerkis magnarans við 1kHz?

$$\theta =$$

**8.5 Framkvæmd 5**

Mælið hvert sé fasvik milli inn- og útmerkis magnarans við 100Hz?

$$\theta =$$

### **8.6 Framkvæmd 6**

Mælið inngangsriðstraumsmótstöðu (inngangsimpedans)  $Z_{inn} = R_{inn}$  magnarans.

$$Z_{inn} =$$

Reiknið til samanburðar inngangsriðstraumsmótstöðu (inngangsimpedans)  $Z_{inn} = R_{inn}$  magnarans.

$$Z_{inn} =$$

### **8.7 Framkvæmd 7**

Mælið útgangsriðstraumsmótstöðu (útgangsimpedans)  $Z_{út} = R_{út}$  magnarans.

$$Z_{út} =$$

Reiknið til samanburðar útgangsriðstraumsmótstöðu (útgangsimpedans)  $Z_{út} = R_{út}$  magnarans.

$$Z_{út} =$$

### 8.8 Framkvæmd 8

Metið niðurstöður mælinga og leitið að verulegum frávikum milli mældra og reiknaðra stærða og skýrið. (Ef innan við 5% frávik er milli reiknaðra og mældra stærða teljast svörin rétt).

Jöfnur sem gilda fyrir SB tengdan magnara.

#### DC jöfnur

$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{CC}$$

$$U_E = U_B - U_{BE}$$

$$U_C = U_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$I_C \cong I_E = \frac{U_E}{R_E}$$

$$U_{CE} = U_C - U_E$$

$$U_{BE} = U_B - U_E$$

$$U_{CB} = U_C - U_B$$

#### ac jöfnur

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E}$$

$$R_{inn} = Z_{in} \cong \frac{1}{40 \cdot I_E} = r'_e$$

$$R_{in} = Z_{in} = R_C$$

$$A_u = \frac{U_{út}}{U_{inn}} \cong \frac{(R_C // R_L)}{r'_e}$$

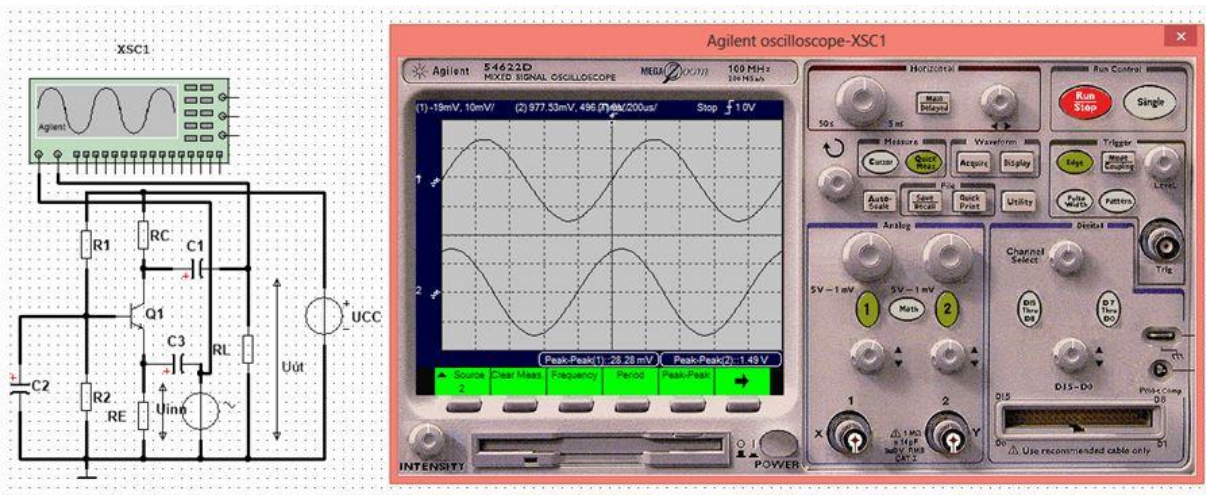
$$A_u(dB) = 20 \cdot \log(A_u)$$

### 9. Hvernig mæli ég mögnun

Tengdu sveiflusjá eins og mynd 5 sýnir.

Stilltu  $U_{inn}$  þannig að merkið  $U_{út}$  sé óbjagað. Mældu  $U_{inn}$  og  $U_{út}$  með sveiflusjá t.d. með því að ýta á *Autoscale* og *quick meas* takkana.

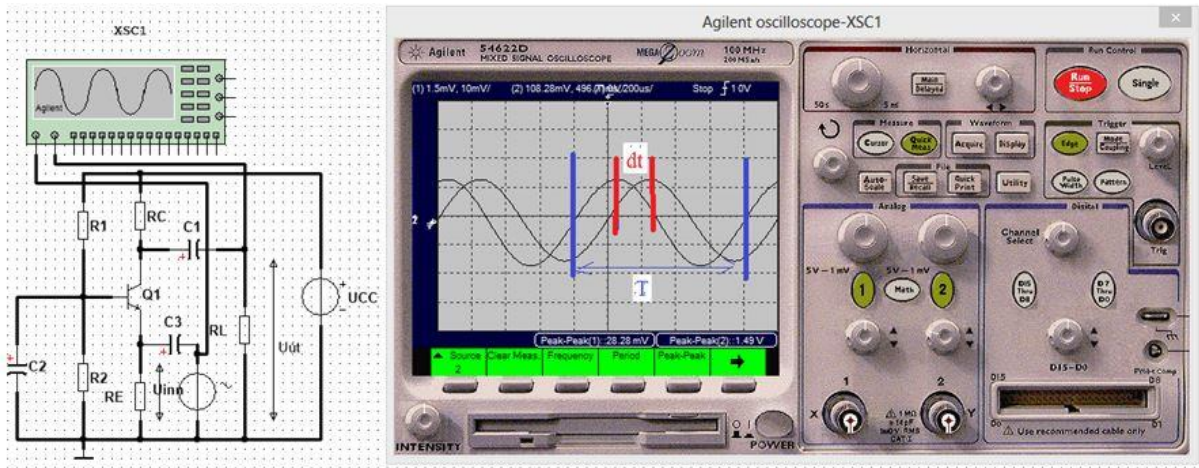
Ýttu þá á takka merktan *Source 1* (CH1) og veldu *Peak-Peak* og ýttu síðan á takka merktan *Source 2* (CH2) og veldu *Peak-Peak*.



Mynd 5.

Lestu spennurnar og reiknaðu síðan mögnunina sem  $A_u = \frac{U_{út}}{U_{inn}} =$

### 10. Hvernig mæli ég fasvik

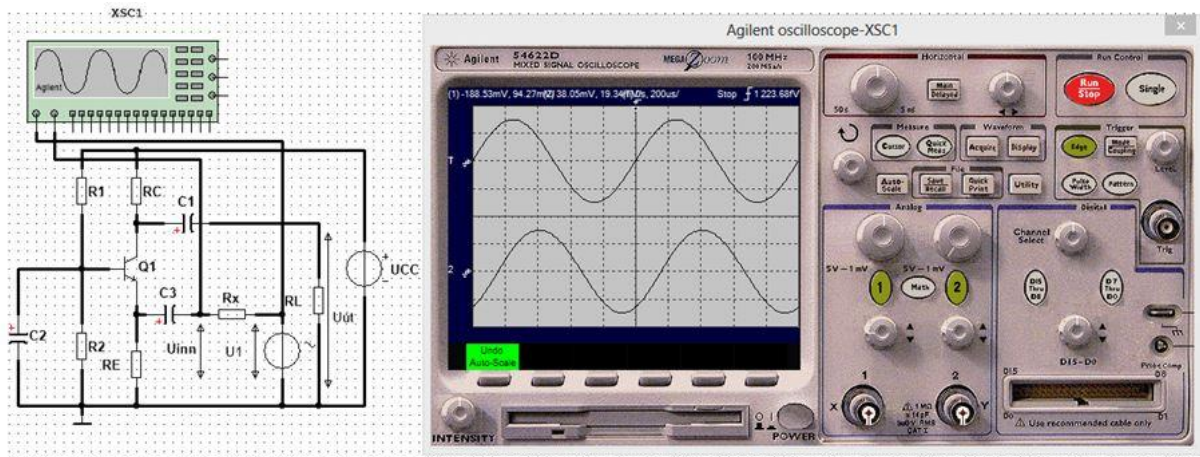


*Mynd 6.*

Mældu tímann á milli rauðu mælistrikanna á mynd 6 og gefðu honum heitið  $dt$ .  
Finndu sveiflutíma bylgjunnar milli bláu stríkanna og gefðu henni heitið  $T$ .

Reiknaðu síðan fasvikið sem  $\theta = \frac{dt}{T} \cdot 360^\circ =$

## 11. Hvernig mæli ég inngangsmótstöðu magnara



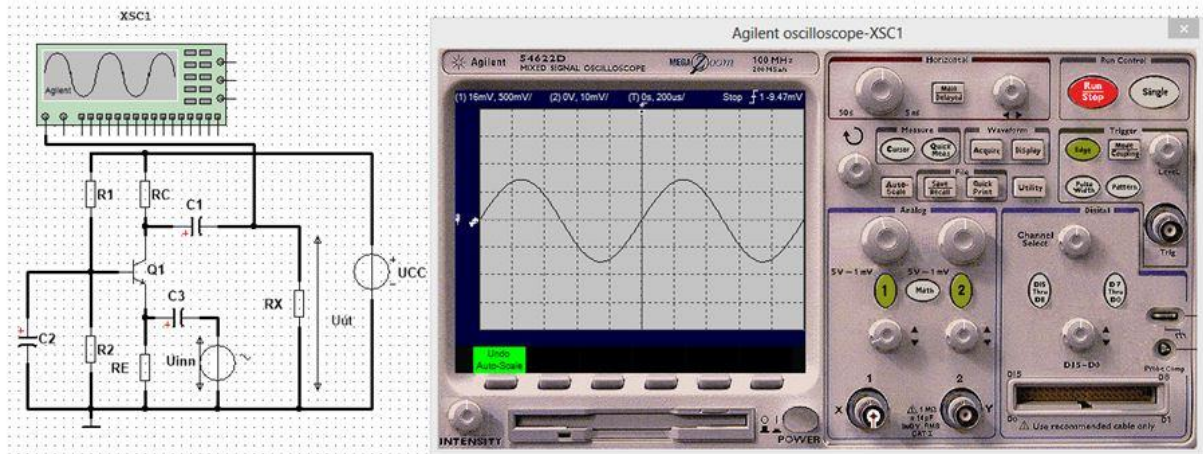
Mynd 7.

Settu þekkta mótstöðu ( $R_x$ ) inn í rásina eins og sýnt er á mynd 7. Veldu mótstöðuna þannig að það verði örugglega marktækur mismunur á spennunni  $U_1$  og  $U_{inn}$ . Mældu síðan með sveiflusjá t.d. eins og sýnt er á mynd 7, spennurnar  $U_1$  og  $U_{inn}$  og notaðu meðfylgjandi jöfnu til að finna  $R_{inn} = Z_{inn}$ .

$$Z_{inn} = R_{inn} = \left[ \frac{U_{inn}}{U_1 - U_{inn}} \right] \cdot R_x$$



## 12. Hvernig mæli ég útgangsmótstöðu magnara



Mynd 8.

Settu þekkta mótstöðu ( $R_X$ ) =  $R_L$  inn í rásina eins og sýnt er á mynd 8. Veldu mótstöðuna þannig að það verði örugglega marktækur mismunur á spennunni  $U_{út}$  þegar álagið er tengt eða frátengt og að merkið sé óbjagað. Mældu með sveiflusjá spennuna  $U_{út}$  með álagið tengt. Mældu síðan spennuna  $U_{út}$  þegar mótstaðan  $R_X$  er frátengd og gefðu þeirri spennu nafnið  $U_{út\text{tómang}}$ . Notaðu meðfylgjandi jöfnu til að finna  $R_{út} = Z_{út}$ .

$$Z_{út} = R_{út} = \left[ \frac{U_{út\text{tómang}} - U_{út}}{U_{út}} \right] \cdot R_X$$