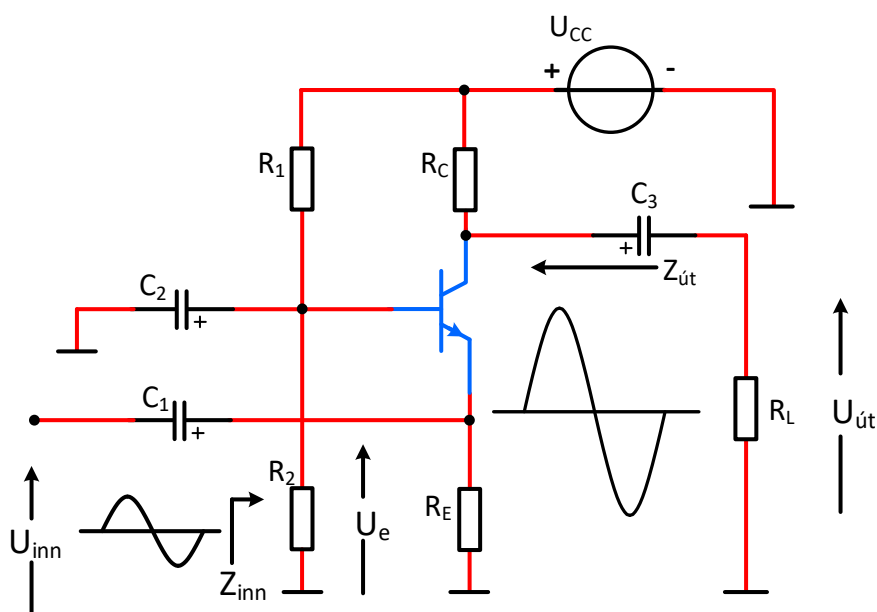


Rafbók



Rafeindafraði 12. hefti

CB BJT-magnari

Sigurður Örn Kristjánsson

Bergsteinn Baldursson

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

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 sqk@tskoli.is og Báru Halldórsdóttur á netfangið bara@rafnam.is

Rafeindafræði 12. hefti – CB BJT-magnari -

Efnisyfirlit

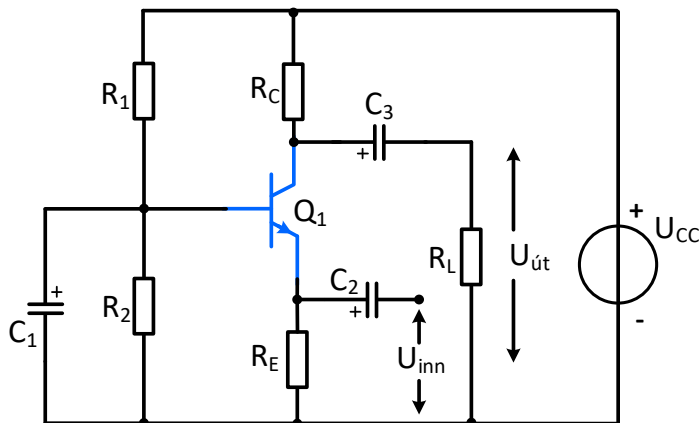
1. Sameiginlega base-tengdur magnari.....	3
2. Spennumögnun	4
3. Inngangsmótstaða $R_{inn} = Z_{inn}$	4
4. Útgangsmótstaða $R_{út} = Z_{út}$ base-tengds magnara	5
5. Straummögnun.....	5
6. Aflmögnun	5
7. Dæmi 1.....	7
8. Mælingar á CB magnara.....	8
8.1 Framkvæmd 1	8
8.2 Framkvæmd 2	9
8.3 Framkvæmd 3	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
13. Svör við dæmi 1 kafla 7	16

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 loftnetsmögnum. Eftir lestur þessa kafla átt þú að vera fær um að:

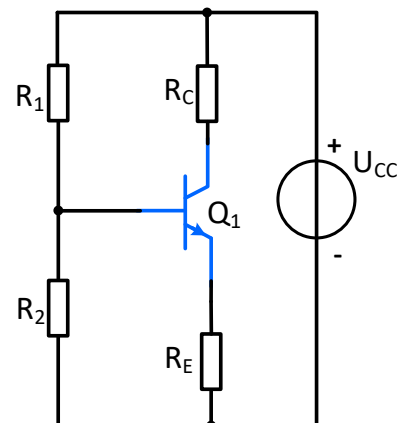
- skilja og geta greint virkni sameiginlega base-tengdum magnara (CB)
- skýrt ac - og dc - jafngildislínurit
- skýrt dc - og ac - vinnslu magnarans
- fundið spennumögnun hans
- fundið inngangsmótstöðu magnarans
- fundið útgangsmótstöðu magnarans
- fundið aflmögnun

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 .



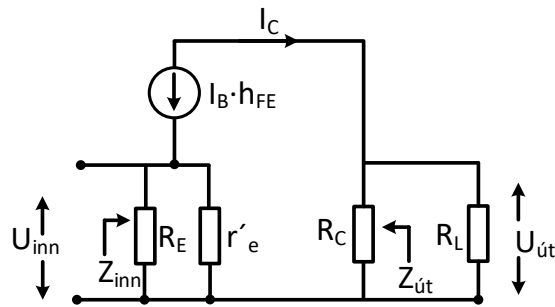
Mynd 1a.

Sameiginlega base-tengdur magnari.



Mynd 1b.

DC-jafngildismynd.



Mynd 1c. ac jafngildismynd.

2. Spennumögnun

Spennumögnun magnara sem tengdur er með sameiginlegan base er:

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

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

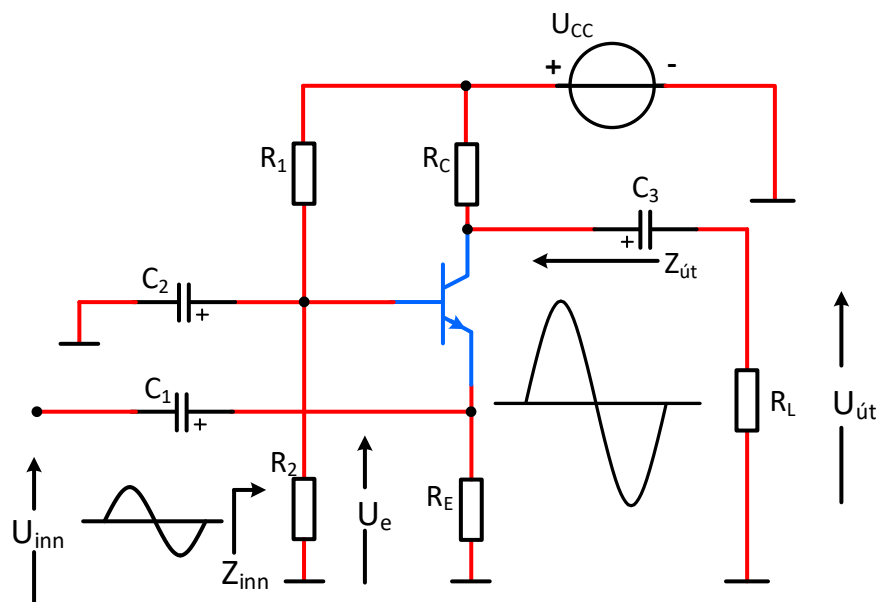
Þar sem strauummögnun er um það bil 1 í sameiginlega tengdum base-magnara verður aflmögnun magnarans:

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

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

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

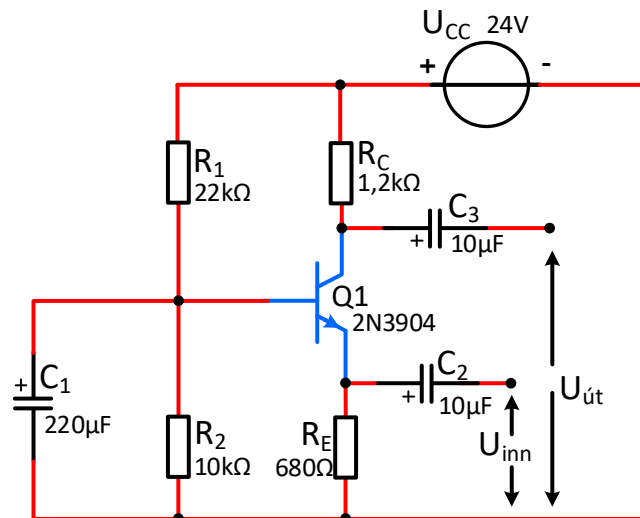
Straummögnun

$$A_i \cong 1$$

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

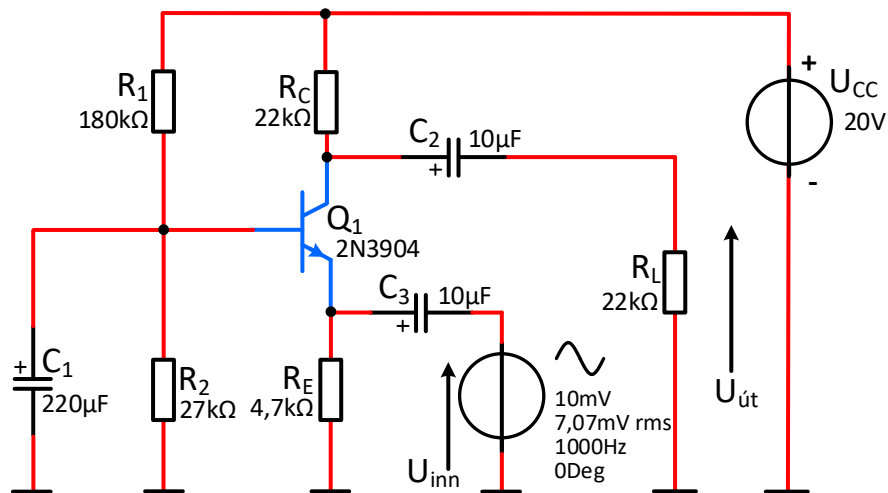
Tilgangur:

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).

$$U_B =$$

$$U_E =$$

$$U_C =$$

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 $U_{inn} = 7,07mV_{rms}$

$$A_U =$$

$$A_U(\text{dB}) =$$

Reiknið til samanburðar spennumögnunina A_u (sýnið útreikninga).

$$A_U =$$

$$A_U(\text{dB}) =$$

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

$$Z_{inn} =$$

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

$$Z_{inn} =$$

8.7 Framkvæmd 7

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

$$Z_{út} =$$

Reiknið til samanburðar útgangsríðstraumsmótstöðu (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

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

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

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

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

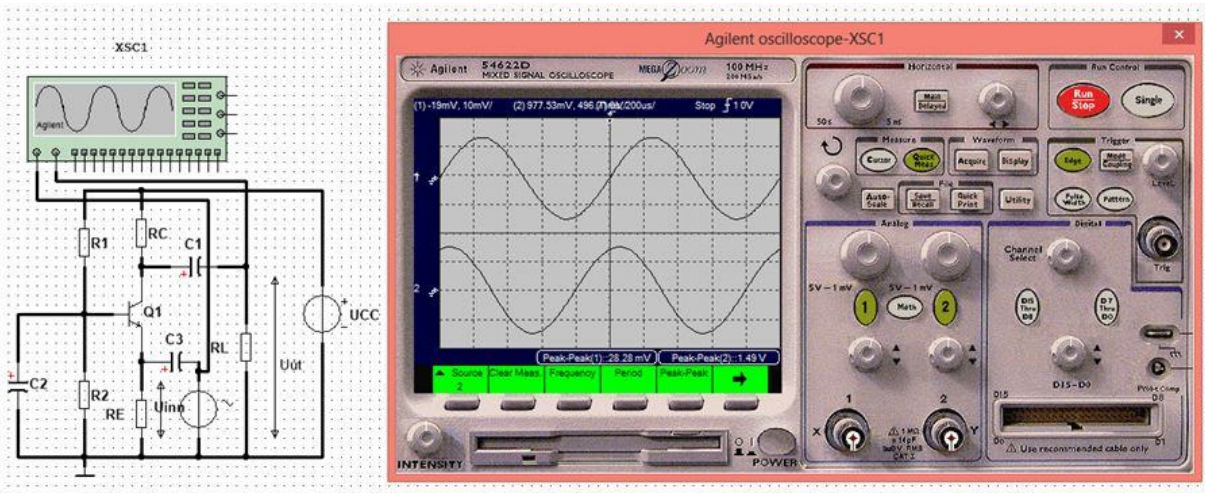
$$A_u(dB) = 20 \cdot \log(A_u)$$

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.

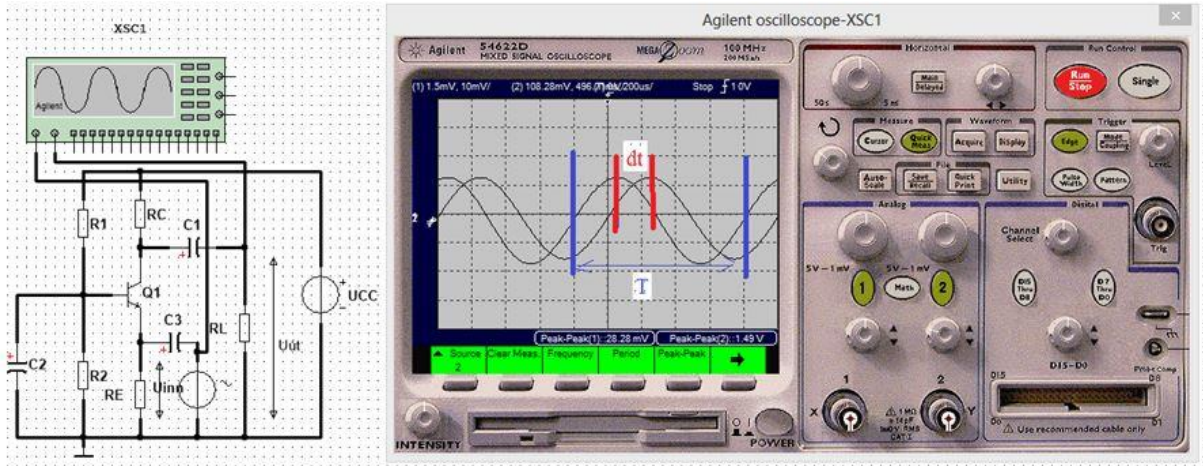
Ýttu þá á takka merktan *Source 1* (CH1) og veldu *Peak-Peak* og ýttu síðan á takka merktan *Source 2* (CH2) og veldu *Peak-Peak*.



Mynd 5.

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

10. Hvernig mæli ég fasvik

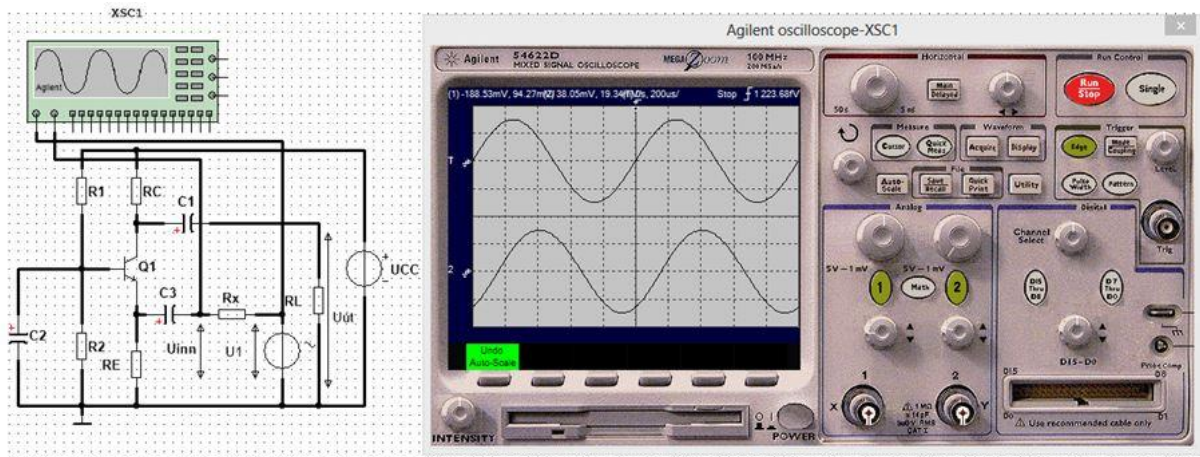


Mynd 6.

Mældu tímunn 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

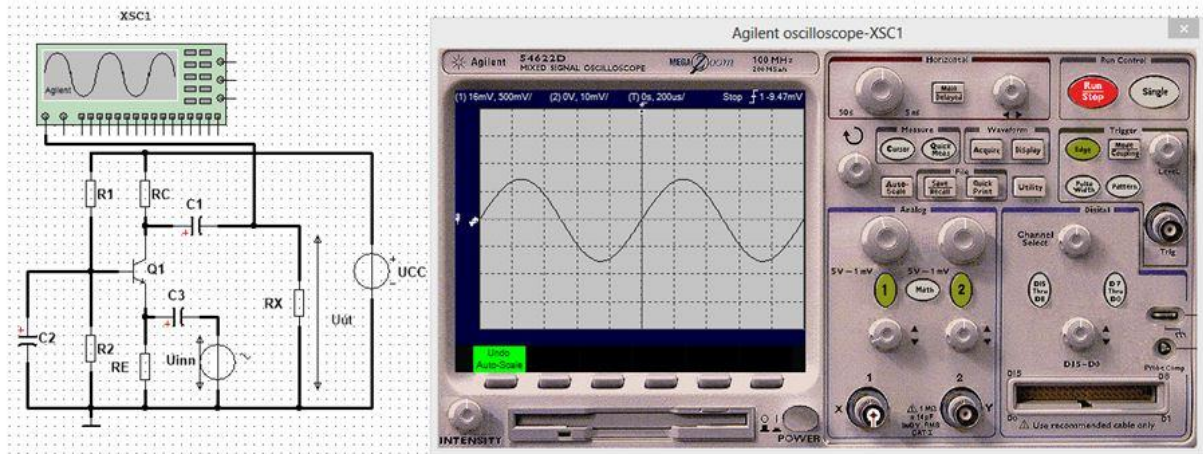


Mynd 7.

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 $U_{út\text{tómangang}}$. Notaðu meðfylgjandi jöfnu til að finna $R_{út} = Z_{út}$.

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

13. Svör við dæmi 1 kafla 7

$$R_{\text{inn}} = 2,5 \Omega$$

$$R_{\text{út}} = 1,2 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = 480$$

$$A_i = 1$$

$$A_p = 480$$