HÁSKÓLI ÍSLANDS **Eðlisfræðiskor**
Raunvísindadeild **Eðlisfræði I**

Sveiflusjá og rafmælingar

Tilvísun

1. Young & Freedman: *University Physics*, kafli 26.4.
2. Benson: *University Physics*, kafli 28.4

1 Inngangur

Í þessari æfingu kynnist nemandi mælitækni með sveiflusjá og fjölmælum, tengir einfalda rafrás eftir teikningu og fær þjálfun í agaðri skráningu gagna. Æfingin skiptist í tvo hluta. Fyrri hlutinn snýst um að kynnast sveiflusjánni, gera einfaldar mælingar með henni og bera saman við mælingar með fjölmæli. Í seinni hlutanum er skoðuð afhleðsla þéttis og mælingar bornar saman við líkan.

2 Lausleg skoðun - án skráningar

Helstu tæki eru sveiflusjá, sveiflugjafi, stafrænn fjölmælir, stillanlegt viðnám og þéttir. Lýsingu á sveiflusjá og sveiflugjafa má finna í *viðauka* undir „Sveiflusjá-lýsing" og „Sveiflugjafi-lýsing". *Lesið lýsingarnar áður en hafist er handa á tilrauninni.*

- Stillið sveiflugjafann á sínus sveiflu, um 1000 Hz og spennu á $\frac{1}{2}$ til 1 V.
- Tengið rás 1 á sveiflusjánni yfir útganginn á sveiflugjafanum, veljið að skoða CH1 (#4) og athugið að ræst sé á CH1 (#5). Númer vísa til myndar 2 í „Sveiflusjá lýsing".
- Reynið að fá stöðuga mynd af sveiflu á skerminn með því að stilla ræsispennuhnappinn (#1).
- Breytið tíðni og spennu sveiflugjafans og skoðið hvað gerist. Prófið líka kassabylgju.
- Breytið spennumögnuninni og hliðrið myndinni upp og niður á skjánum.
- Breytið hraðanum á geislanum yfir skjáinn.
- Fiktið í *cal* tökkunum (#13, #14 og #17) til að sjá hvernig þeir virka en skiljið þá eftir í réttri stöðu.
- Stillið #4 á *alt* og skoðið báðar rásirnar samtímis - spenna á rás 2 er sennilega núll.
- Færið myndina til hægri (#16) þannig að upphaf línunnar sé inni á skjánum. Breytið ræsispennunni (#1) og sjáið hvernig hægt er að hleypa geislanum af stað á mismunandi stað á bylgjunni. Með hnappnum *SLOPE* er valið hvort ræst er á fallandi eða stígandi spennu.

3 Æfingar með sveiflusjá

Þessi hluti snýst fyrst og fremst um að æfa notkun tækjanna: sveiflusjár og fjölmæla. Hér á því að fylla út *tilbúin eyðublöð* og teikna inn á þau myndir af uppsetningu.

3.1 Mæling á riðspennu

- Stillið sveiflugjafann á 1 - 2 kHz og spennu milli $\frac{1}{2}$ og 1 V.
- Stillið sveiflusjána uns stöðug hæfilega stór mynd fæst af útspennu sveiflugjafans. Reynið að nýta sem stærstan hluta skjásins.
- Mælið útslag og sveiflutíma bylgjunnar af skjánum.
- Tengið riðspennumæli (þ.e. fjölmæli sem stilltur hefur verið á V_{rms}) yfir útganginn á sveiflugjafanum (ásamt sveiflusjánni, það á ekki að hafa nein áhrif). Mælið útspennu sveiflugjafans.
- Berið þessi tvö spennugildi saman (aflestur af sveiflusjá og mæli) og tvö tíðnigildi (aflestur af sveiflugjafa og mælingu af skjá).
- Endurtakið þetta fyrir hærra tíðnigildi, t.d. 30 - 40 kHz. Fjölmælar ná misvel að mæla mjög háa tíðni.

Athugið: Riðstraumsmælar mæla V_{rms} sem tengist toppgildi riðspennu þannig að $V_{rms} = V_0/\sqrt{2}$. Taka verður tillit til þessa í samanburðinum.

3.2 Tíðni húsrafmagns

Bæjarspennan (230 V_{rms} þ.e. sveiflast milli + og - 325 V) er of há til að skoða beint á sveiflusjá og er því spennt niður með dyrabjölluspenni.

- Skoðið og mælið útgangsspennu spennisins og tíðni bæjar-spennunnar.
- Tengið sveiflugjafann á þá rás sveiflusjárinnar sem laus er og stillið hann á svipaða tíðni og bjölluspennirinn gaf.
- Skoðið hvort tveggja í einu á skjánum (#4 á *Alt* eða *Chop*) og stillið útspennu sveiflugjafans eða mögnunina á skjánum þannig að útslag beggja bylgnanna sé svipað.
- Skoðið sveiflurnar því næst í xy hætti (#18), fínstillið tíðni sveiflugjafans til að fá stöðuga mynd.
- Aukið tíðnina n=2,3,4... falt á sveiflugjafanum og rissið myndir þær sem þið sjáið upp á eyðublöðin. Þær eru kenndar við franskan stærðfræðing Jules-Antonie Lissajous sem einna fyrstur skoðaði þær með sandbunu sem hann lét falla úr samsettum pendúl.

4 Tímastuðull RC-rásar

Hér er komið að meginhluta tilraunarinnar. Í þessum hluta gerum við mælingar á hvernig spenna yfir viðnám í RC-rás breytist með tíma. Unnið er úr mælingunum og þær síðan bornar saman við líkan af spennufalli í RC-rás.

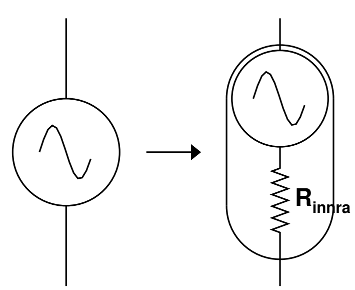
4.1 Innra viðnám sveiflugjafa

Áður en mæling á RC-rásinni getur hafist verðum við að líta betur á sveiflugjafann. Almennt má líta á aflgjafa (sveiflugjafa, rafhlöðu og þess háttar) sem tvo raðtengda hluti, annars vegar hreinan aflgjafa sem ætíð skilar umbeðinni spennu (íspennu) og hins vegar viðnám, sem kallast innra viðnám og straumurinn þarf að fara í gegnum.

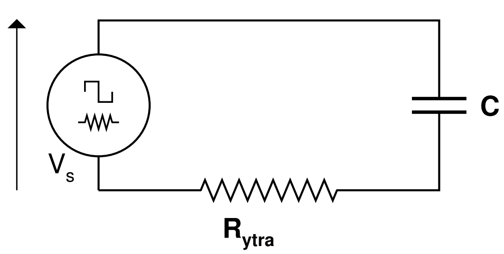
Fari enginn straumur frá aflgjafanum verður ekkert spennufall í innra viðnáminu og spennan yfir útganginn (pólspennan) er sú sama og íspenna aflgjafans. Þegar straumur rennur um rásina verður hins vegar spennufall yfir innra viðnámið og pólspennan lækkar. Ef við tengjum aflgjafann breytanlegu viðnámi og stillum það þannig að pólspennan verði hálf íspennan er ytra viðnámið jafnt því innra.

Mæling á innra viðnámi sveiflugjafa

- Stillið sveiflugjafann á sínusbylgju $V \simeq 1\ V_{rms}$ og $f = 500$ Hz.
- Tengið spennumæli yfir útgang sveiflugjafans og skráið íspennuna.
- Tengið útgang sveiflugjafans yfir viðnámsboxið og stillið viðnámið þannig að pólspennan verði hálf íspennan. Skráið gildi viðnámsins.



Mynd 1: Sveiflugjafar hafa innra viðnám R_{innra}. Við gerum okkur þá mynd til einföldunar að sveiflugjafinn sé myndaður af raðtengdu viðnámi og fullkomnum viðnámslausum sveiflugjafa.



Mynd 2: RC-rás

4.2 RC rás - inngangur

Mynd 2 sýnir RC rás tengda sveiflugjafa sem gefur kassabylgju. Nemendur eiga að þekkja RC rás frá fyrra námi og ættu að rifja það upp (sjá tilvísun). Þegar sveiflugjafinn hoppar úr hástöðu í lágstöðu rennur straumur út af þéttinum. Straumurinn minnkar sem veldisfall með tíma. Rennslishraðanum er stjórnað af rýmd þéttisins og heildarviðnámi rásarinnar R_{alls} en $R_{alls} = R_{innra} + R_{ytra}$. Straumnum er lýst með

$$I = I_0 \cdot e^{-\kappa t} \tag{1}$$

þar sem hraðastuðullinn κ

$$\kappa = \frac{1}{R_{alls} \cdot C}$$

Með lögmáli Ohms getum við umritað jöfnu (1) á formið

$$V_R = V_{R0} \cdot e^{-\kappa t} \tag{2}$$

Með sveiflusjánni getum við skoðað þetta veldisfall og mælt stuðulinn κ.

Mæling tímastuðuls RC rásar

- Tengið RC rás eins og mynd (2) sýnir. Notið þétti sem fylgir (C=0.1 μF) og stillið R = 1kΩ
- Stillið sveiflugjafann á kassabylgju og tíðni hans á um 500 Hz
- Skoðið spennu yfir viðnámið V_R. Lögmál Ohm's ($V_R = I \cdot R$) segir að hún hljóti að dofna sem veldisfall með tíma á sama hátt og straumurinn í rásinni.
- Stillið kvarðahnappana (#15, #7 eða #8) þannig að ferillinn nýti stóran hluta af skjánum. Lesið 6 - 8 punkta $\{t, V_R(t)\}$ af veldisferlinum. Núll-línu spennunnar getið þið ætíð fengið með að smella #11 eða #12 á *gnd*. Mælióvissu þarf að sjálfsögðu að skrá um leið og mæling fer fram.
- Berið þessi gögn saman við líkanið eins og við á, finnið tímastuðulinn $\tau = \frac{1}{\kappa} = R_{alls}C$ og berið saman við uppgefin gildi.

Tillaga að úrvinnslu: Líkan (2) segir að spennan yfir viðnámið falli sem veldisfall með tíma. Til að sannreyna hvort mæligögn passi við líkanið eru þau skoðuð myndrænt. Hægt er að teikna graf af $V(t)$ sem fall af t, velja svo „bestu“ gildi fyrir V_0 og tímastuðulinn og teiknað feril skv. (2) og athugað hve vel hann fer í gegnum punktana. Sá hængur er þar á að ómögulegt er að velja þessi „bestu“ gildi og illmögulegt er að sjá hvort einn boginn ferill fellur betur að mælipunktum en annar. Því reynum við að umrita líkanið þannig að eitthvert fall af annarri mældu stærðinni sé línuleg háð einhverju falli af hinni.

Í þessu tilfelli er eðlilegast að taka (náttúrulegan) lógaritma af af jöfnu (2) þannig að

$$\ln V_R = \ln V_{R0} - \kappa \cdot t$$

Teiknið graf af $\ln V_R$ sem fall af t (hvort tveggja með óvissum auðvitað). Metið hvort gögnin falla að línu og finnið hallatölu hennar. Ef óvissumörk hallatölunnar og líkangildis á κ skarast ber mælingu og líkani saman.