

Einfaldar rafrásir

1 Inngangur

Æfingunni er skipt í 4 hluta. Fyrsti hluti fjallar um lögmál Ohms og annar hluti um spennur og strauma í einföldum rásum með raðtengd og hliðtengd viðnám. Aflnotkun í viðnámi er skoðuð í þriðja hluta. Í fyrstu þremur hlutum er eingöngu notaður jafnspennuafgjafi en í fjórða hluta er notuð riðspenna og þar eru kynnt viðbótarhugtök sem tengjast henni.

Þjálfun í notkun almennra mælitækja, svo sem fjölmæla og sveiflusjár, er veigamikill þáttur æfingarinnar.

1.1 Tækjabúnaður

Aflgjafi (spennu-, straumgjafi), fjölmælir (straum-, viðnáms- og spennumælir), breytileg viðnám, tengivírar, spennubreytir og sveiflusjá.

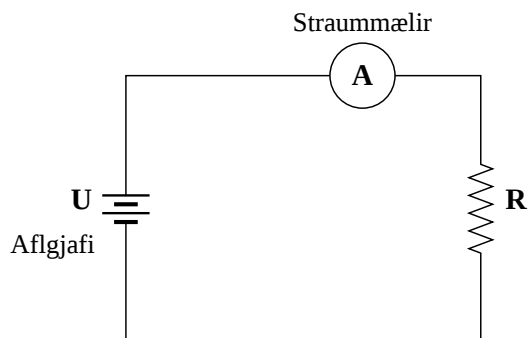
Aðvörðun: Viðnámsmæli má **aldrei** tengja við virka rás. Nýrri mælar eru flestir varðir með öryggi en mistök af þessu tagi geta verið dauðadómur fyrir eldri mæla. Gangið því alltaf úr skugga um að viðnám sem mæla skal sé ekki tengt aflgjafa þegar mælingin fer fram. Önnur góð vinnuregla er að skilja aldrei við fjölmæli í viðnámsmælihátti. Fjölmælirinn sjálfur og þær rásir sem hann kemur nálægt eru best varðar skaða af mistökum ef mælirinn er geymdur í spennumælihátti.

2 Lögmál Ohms

Lögmál Ohms gefur að spennufall U yfir mótstöðu (viðnám) er í réttu hlutfalli við strauminn I í mótstöðunni.

$$U = I \cdot R \quad (1)$$

Hlutfallsstuðullinn R kallast viðnámsgildi og hefur eininguna *ohm*, $\Omega = \text{V/A}$.



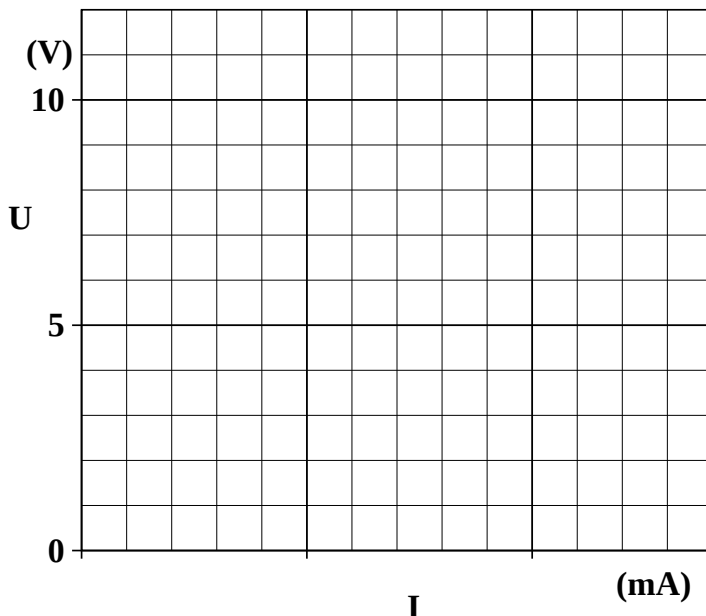
Mynd 1: Straumrás með einu viðnámi.

Tengið rás eins og sýnd er á mynd 1, og stillið viðnámið á $R = 1000\Omega$. Kveikið á aflgjafanum og stillið spennu hans á 1V. Mælið strauminn í rásinni og færið mæligildin inn í töflu 1. Endurtakið mælinguna fyrir nokkur spennugildi á bilinu 1 til 10V. Setjið viðeigandi kvarða á lárétta ásinn og teiknið upp mælt samband spennu og straums á línurit 1.

Tafla 1. Mælt samband spennufalls og straums í 1000Ω viðnámi.

U (V)	I (mA)

Línurit 1. Spennufall yfir 1000Ω viðnám sem fall af straumi.



Hver er hallatala ferilsins ? _____

Berið þessa niðurstöðu saman við lögmál Ohms.

3 Samtenging viðnáma

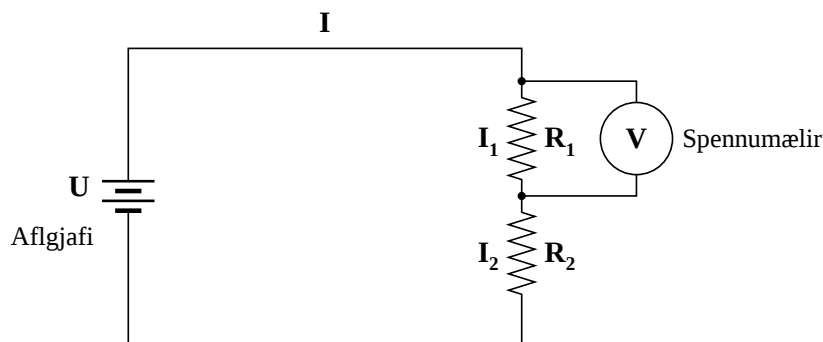
Straum- eða spennumæling í rás má ekki hafa áhrif á rásina þannig að stærðin sem mæla skal breytist við að mælirinn bætist við rásina.

Við straummælingu þarf að rjúfa straumrásina til að koma mælinum inn í hana. Til þess að mælirinn hafi ekki áhrif á eiginleika rásarinnar verðum við að gera kröfu um að innra viðnám straummælis sé hverfandi miðað við viðnámið í rásinni.

Spennufall er á hinn bóginn mælt með því að hliðtengja spennumælinn og íhlutinn sem spennufallið verður yfir. Hliðtenging tveggja íhluta fæst með því að para saman báða enda þeirra. Til þess að spennumælir hafi ekki áhrif á rásina sem hann er tengdur má hann ekki draga straum, svo innra viðnám hans þarf að vera miklu stærra en viðnám íhlutarins sem mælt er yfir.

3.1 Raðtenging

Tengið rás eins og sýnd er á mynd 2. Tvö viðnám sem tengd eru saman eins og gert er á mynd 2, með einn sameiginlegan punkt, eru kölluð *raðtengd*. Stillið viðnámsgildin á



Mynd 2: Straumrás með tveim raðtengdum viðnámum.

$R_1 = 1000\Omega$ og $R_2 = 2000\Omega$. Kveikið á aflgjafanum og stillið spennu hans á $U = 10V$.

Mælið spennufall U_1 yfir R_1 og U_2 yfir R_2 : $U_1 =$ _____ $U_2 =$ _____

Mælið spennufallið U_3 yfir bæði viðnámín í einu: $U_3 =$ _____

Sýnið með jöfnu hvaða samband ríkir á milli spennufalls yfir viðnámín (U_x) og spennufalls yfir aflgjafann (U).

Reiknið strauminn í viðnámunum R_1 og R_2 með lögmáli Ohms.

$I_1 =$ _____ $I_2 =$ _____

Hver er heildarstraumurinn I ? $I =$ _____

Við getum nú hugsað okkur að setja eitt viðnám R í rásina í stað hinna tveggja þannig að R verði jafngilt R_1 og R_2 raðtengdum (þ.e. straumurinn í rásinni verði óbreyttur). Í ljósi þess sem á undan er gengið getum við sett fram eftirfarandi jöfnur.

$$U = U_1 + U_2 \quad (2)$$

$$I = I_1 = I_2 \quad (3)$$

Með því að beita lögmáli Ohms má umrita þessar jöfnur og fá

$$R = (R_1 + R_2) \quad (4)$$

Framkvæmið millireikningana sem þarf til að fá jöfnu (4).

Reiknið jafngildisviðnám rásarinnar R samkvæmt jöfnu (4). $R_{reikn} =$ _____

jöfnur.

$$I = I_1 + I_2 \quad (5)$$

$$U = U_1 = U_2 \quad (6)$$

Með því að beita lögmáli Ohms má umrita þessar jöfnur og fá

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)} \quad (7)$$

Framkvæmið millireikningana sem þarf til að fá jöfnu (7).

Reiknið jafngildisviðnám rásarinnar R samkvæmt jöfnu (7). $R_{reikn} =$ _____

Aftengið aflgjafann, stillið fjölmælinn á viðnámsmælingu og mælið heildarviðnámið í rásinni.

$$R_{mælt} =$$

Berið $R_{mælt}$ saman við R_{reikn} . _____

4 Raf afl

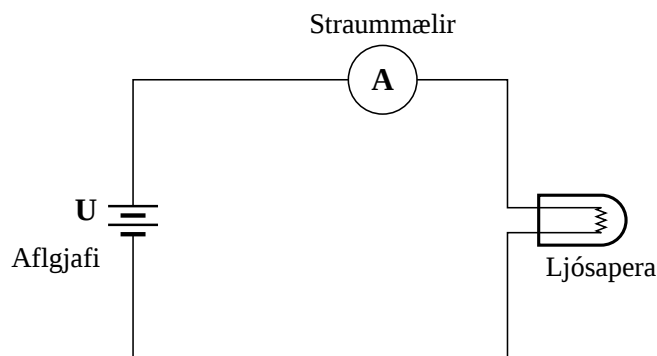
Raf afl er gefið með margfeldi straums og spennu.

$$P = U \cdot I \quad (8)$$

Með lögmáli Ohms getum við umritað þessa jöfnu til að fá aflnotkun viðnáms táknaða við straum og viðnámsgildi eða spennufall og viðnámsgildi.

$$P = I^2 \cdot R = U^2 / R \quad (9)$$

Tengið ljósaperu fyrir 6.5V við aflgjafann með rás eins og sýnd er á mynd 4. Kveikið á aflgjafanum og stillið spennu hans á $U = 6.5V$.



Mynd 4: Straumrás með ljósaperu sem álag.

Mælið strauminn I í rásinni.

$$I_{mælt} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Finnið aflið sem peran notar.

$$P = \underline{\hspace{2cm}}$$

Finnið viðnám perunnar samkvæmt jöfnu (9).

$$R_{heit\ per} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Aftengið peruna og mælið viðnám hennar beint með viðnámsmæli.

$$R_{köld\ per} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Gefið skýringu á mismun viðnámsgildanna sem fengust eftir þessum tveim leiðum.

5 Riðspenna

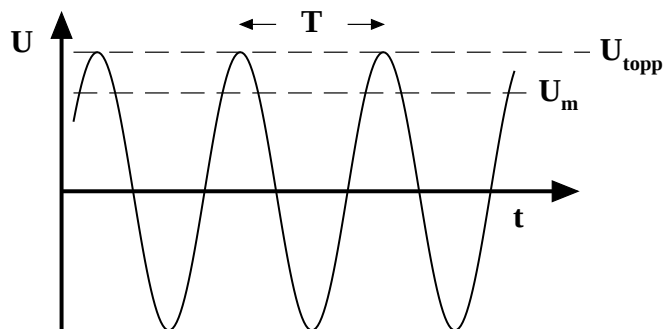
Fram að þessu höfum við eingöngu fjallað um jafnspennu og jafnstraum sem ekki breytast með tíma. Riðspenna og riðstraumur sveiflast hinsvegar með tíma með fastri tíðni. Sveiflunum má lýsa með sínusfalli líkt og sýnt er á mynd 5. Við þurfum nú að endurskoða nokkur hugtök svo þau eigi við riðspennu.

Aflnotkun í viðnámi var gefin með jöfnu (9) sem margfeldi spennufalls og straums. Báðar þessar stærðir breytast með tíma svo margfeldið gerir það einnig en er þó ætíð stærra eða jafnt núlli. Meðaltalsgildi aflsins hefur oftast meiri þýðingu fyrir okkur en toppgildið. Með einföldum reikningum má sýna fram á að meðalafnotkun í viðnámi tengist toppgildum spennu og straums með eftirfarandi jöfnu

$$P_{meðal} = (U_{topp} \cdot I_{topp})/2 = \frac{U_{topp}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{topp}}{\sqrt{2}} \quad (10)$$

Við getum litið á toppgildi straums eða spennu deilt með $\sqrt{2}$ sem eins konar jafnspennuígildi þessara stærða og skilgreint meðaltöl í tíma (root mean square, rms gildi) með jöfnunum

$$U_{rms} = \frac{U_{topp}}{\sqrt{2}} \quad \text{og} \quad I_{rms} = \frac{I_{topp}}{\sqrt{2}} \quad (11)$$



Mynd 5: Riðspenna sem fall af tíma.

Með þessum hugtökum heldur jafna (9) gildi sínu fyrir meðalaflnotkunina

$$P_{\text{meðal}} = U_{rms} \cdot I_{rms} \quad (12)$$

Til þess að skoða riðspennu þurfum við hraðvirkan spennumæli, sveiflusjána. Kennari mun útskýra hvernig þetta tæki vinnur og stilla fyrir ykkar mælingar. Tengið forvaf spennubreytis við dreifinetsspennuna (í innstunguna í veggnum). Tengið bakvaf spennisins inn á rás 1 á sveiflusjánni. Stillið jafnspennugjafann á eitthvert gildi undir $U = 10V$, og tengið inn á rás 2 á sveiflusjánni.

Notið GND rofa sveiflusjárinnar til að staðsetja 0 viðmiðunarpunkt fyrir spennumælingar.

Mælið jafnspennu aflgjafans á rás 2. $U_{jafnsp} = \underline{\hspace{2cm}}$

Mælið lotu sveiflunnar á rás 1. $T = \underline{\hspace{2cm}}$

Reiknið tíðni sveiflunnar á rás 1. $\nu = 1/T = \underline{\hspace{2cm}}$

Mælið toppgildi sveiflunnar á rás 1. $U_{topp} = \underline{\hspace{2cm}}$

Reiknið jafnspennuígildi sveiflunnar. $U_m = \underline{\hspace{2cm}}$

Stillið fjölmælinn á riðstraums (AC) spennumælingu, og tengið mælinn yfir sömu póla á spenninum og sveiflusjáin er tengd við.

$$U_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Gefur fjölmælinn toppgildi eða jafnspennuígildi? $\underline{\hspace{2cm}}$

Fjöldahlutfall vafninga á forvafi og bakvafi (N_{for}/N_{bak}), sem gefið er upp á spenninum, ræður spennuhlutfalli forvafs og bakvafs.

$$\frac{U_{for}}{U_{bak}} = \frac{N_{for}}{N_{bak}} \quad (13)$$

Tíðni sveiflna er sú sama á for- og bakvafi.

$$\nu_{for} = \nu_{bak} \quad (14)$$

Notið þessar upplýsingar til að finna toppgildi og rms-gildi spennu dreifinetsins í tenglinum og sveiflutíðni spennunnar á netinu.

$$U_{topp} = \underline{\hspace{2cm}} \quad U_{rms} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \nu = \underline{\hspace{2cm}}$$