



Rafbók



Rafmagnsfræði

Kafli 12 Spennugjafar

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

www.rafbok.is

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

Höfundar eru Eggert Gautur Gunnarsson og Einar H. Ágústsson

Umbrot: Ísleifur Árni Jakobsson

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

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til

Báru Laxdal Halldórsdóttur á netfangið bara@rafmennt.is

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Efnisyfirlit

12. Spennugjafar	3
Markmið	3
Spennugjafi	3
Innri spenna, innra viðnám og skautspenna spennugjafa.	4
Samtenging spennugjafa	9
Raðtenging rafhlaða og rafgeyma	10
Hliðtenging rafhlaða og rafgeyma	13
Skammhlaup.....	17
Æfingardæmi úr 12. kafla	20
Svör við dæmum í 12 kafla	25

12. Spennugjafar

Markmið

Í þessum kafla munum við læra um spennugjafa sem byggja á efnaorku. Þá erum við að tala um rafhlöður bæði einnota og margnota og rafgeyma. Við munum kynnast innri spennu eða íspennu, innra viðnámi, skautspennu og áhrifum innra viðnáms og álags á skautspennu spennugjafa.

Það verður einnig farið í samtengingu rafhlaða og rafgeyma og hvernig við getum hækkað spennu með raðtengingu og orkuinnihald eða hleðslu með hliðtengingu. Við förum líka í það hvaða áhrif þessar tengingar hafa á heildar innra viðnám spennugjafanna.

Að lokum er fjallað um skammhlaup og hvaða þættir hafa áhrif á stærð skammhlaupsstrauma í spennugjöfum.

Spennugjafi

Sennugjafi er tæki sem myndar spennu á milli tveggja eða fleiri skauta. Spennan er mynduð á mismunandi hátt. Í kafla 11 var fjallað um rafgeyma og rafhlöður. Í þeim er spennan mynduð með efnaorku. Rafali er spennugjafi þar sem riðspenna er mynduð eða spönuð með hreyfingu og segulsviði. Efnarafalar framleiða spennu með því að breyta vetni í rafmagn og vatn.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Innri spenna, innra viðnám og skautspenna spennugjafa.

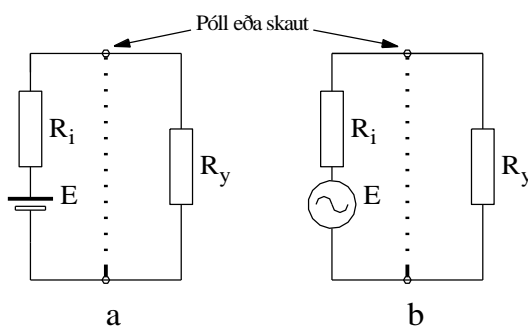
Spennan sem myndast í spennugjafa er kölluð innri spenna eða íspenna. Spennan sem við fáum út úr spennugjafanum er nefnd skautspenna eða pólspena. Hér á eftir munum við sjá samhengi þessara hugtaka.

Allir spennugjafar hafa innra viðnám, sem veldur því að skautspennan lækkar með vaxandi álagi, nema sérstakar ráðstafanir séu gerðar til að halda henni stöðugri.

Í rafölum stafar innra spennufallið af viðnámi í leiðurum o.fl. og í rafgeymum af viðnámi raflausnar og innri sambanda.

Mynd 12.1 sýnir spennugjafa af e-u tagi. Mynd a táknar jafnspennugjafa og mynd b riðspennugjafa. Það sem er vinstra megin við brotalínuna er inni í spennugjafanum og það sem tengist við hann, álagið, hægra megin.

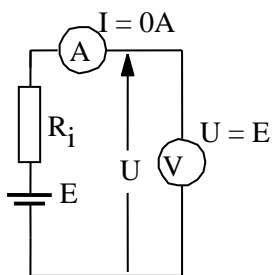
- E táknar innri spennu spennugjafans,
R_i innra viðnám hans,
U skautspennuna og
R_y ytra viðnámið eða álagið á spennugjafann.



Mynd 12.1

Að teikna E og R_i sitt í hvoru lagi er gert til að auðveldara sé að átta sig á vinnumáta rásarinnar, en að sjálfsögðu eru þetta óaðskiljanlegir hlutir.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar



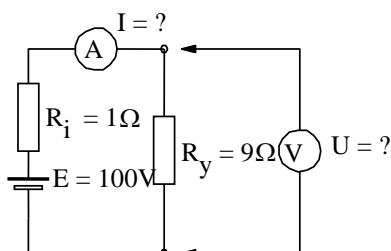
Mynd 12.2

Á mynd 12.2 er spennugjafinn eingöngu lestaður með spennumæli með háu innra viðnámi. (Sjá kaflann um mæla.) Mælirinn tekur svo lítinn straum að við getum sagt að $I = 0$. Spennufallið yfir R_i verður þá:

$$U_i = I \cdot R_i = 0 \cdot R_i = 0 \text{ V}$$

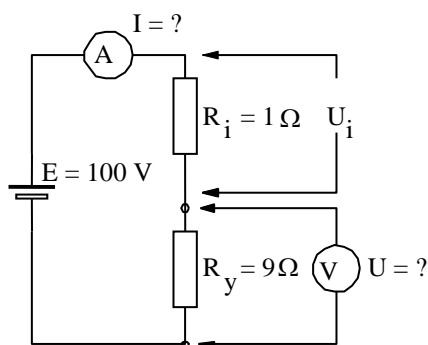
og mælirinn sýnir því innri spennu spennugjafans. Við getum m.ö.o. mælt innri spennu spennugjafa með því að mæla spennuna á pólunum án álags.

Þegar álag er tengt skautum spennugjafans, streymir straumur um rásina og veldur spennufalli í innra viðnáminu. Skautspennan, U , verður því lægri en innri spennan, E .



Mynd 12.3

Tökum talnadæmi og skoðum mynd 12.3. Til að gera rásina aðgengilegri skulum við taka innra viðnámið R_i út úr spennugjafanum og staðsetja það eins og sýnt er á mynd 12.4. Þá kemur betur í ljós að rásin er í raun tvær raðtengdar mótstöður, R_i og R_y , tengdar við spennugjafann E .



Mynd 12.4

Til að finna strauminn, I , byrjum við á að reikna út heildarviðnám rásarinnar, R_H . (Sjá líka kafla 8).

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

$$R_H = R_i + R_y = 1 + 9 = 10 \, \Omega$$

Og síðan strauminn með hjálp Ohmslögmáls:

$$I = \frac{E}{R_H} = \frac{100}{10} = 10 \, A$$

Spennuföllin í rásinni eru margfeldi straums og viðnáma eða :

$$U_i = I \cdot R_i = 10 \cdot 1 = 10 \, V$$

$$U = I \cdot R_y = 10 \cdot 9 = 90 \, V$$

Þ.e. skautspennan er í þessu tilfelli 90 V. 10 V tapast í spennugjafanum sjálfum, í innra viðnáminu, og breytast þar í hita (töþ).

Það er líka hægt að skrifa sérstaka formúlu fyrir skautspennu. Samkvæmt 2. lögmáli Kirchhoffs er summa spennufalla jöfn heildarspennunni eða:

$$E = U_i + U = I \cdot R_i + U \quad (12.1)$$

Leyst með t.t. U:

$$U = E - I \cdot R_i \quad (12.2)$$

Skoðaðu vel formúlu (12.2). Hún sýnir að skautspennan lækkar þegar straumurinn eða m.ö.o. álagið á spennugjafann vex. Við miðum við að innri spennan sé fasti.

Rafmagnsfræði Kafi 12 Spennugjafar

Þetta fyrirbæri, spennutap vegna innra viðnáms, er alltaf til staðar í spennugjöfum. Það er hins vegar mjög bagalegt og getur farið illa með tæki og áhöld ef spennan sem þau tengjast er mjög breytileg.

Rafalar sem framleiða spennu fyrir veitur eða kerfi eru því búnir spennustillum sem sjá um að halda skaut-eða kerfisspennunni stöðugri. Það er gert þannig að spennustillirinn þreifir eftir skautspennu rafalans. Ef hún minnkar með vaxandi álagi, eykur spennustillirinn við segulmögnun rafalans og hækkar þannig innri spennuna til að yfirvinna spennutapið í innra viðnáminu. Og öfugt ef skautspennan lækkar vegna minnkandi álags, þá dregur spennustillirinn úr segulmögnuninni og lækkar E að sama skapi.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Sýnidæmi

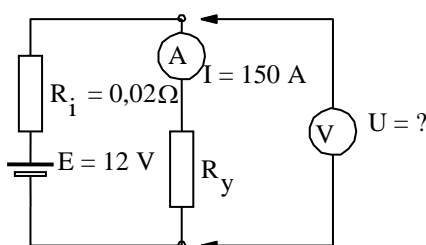
12.1

Rafgeymir með 12 V innri spennu og $0,02\ \Omega$ innra viðnám er tengdur ræsi fyrir brunavél sem tekur 150 A í ræsingunni.

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir. Hafðu mynd 12.3 til hliðsjónar.
- Reiknaðu skautspennuna.

Lausn

- Sjá mynd 12.5



Mynd 12.5

- Setjum inn í formúlu (12.2):

$$U = E - I \cdot R_i = 12 - 150 \cdot 0,02 = 9\text{ V}$$

Ræsar brunavéla taka mjög mikinn straum. Við sjáum á dæminu að ef spenna geymisins er eitthvað farin að dala getur orðið erfitt að fá nógu háa skautspennu til að ræsirinn vinni vel.

Sýnidæmi

12.2

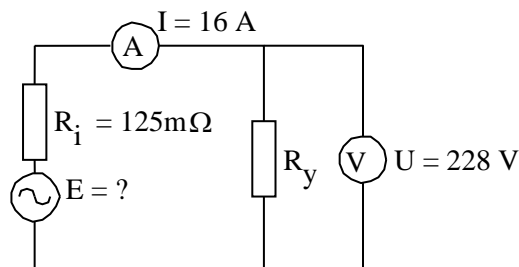
Riðstraumsrafali gefur 228 V skautspennu þegar hann er lestaður með 16 A straumi. Innra viðnám rafalans er 125 m Ω .

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir. Hafðu mynd 12.1 b til hliðsjónar.
- Reiknaðu innri spennu rafalans.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Lausn:

a) Sjá mynd 12.7



Mynd 12.7

b) Leysum formúlu (12.2) m.t.t. E:

$$U = E - I \cdot R_i$$

$$E = U + I \cdot R_i = 228 + 16 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 230 \text{ V}$$

**Samtenging
spennugjafa**

Ef við þurfum hærri spennu eða meiri straum heldur en einn spennugjafi getur gefið, er hægt að tengja fleiri saman og mynda þannig stærri spennugjafa, þ.e. spennugjafa sem getur gefið hærri spennu og/eða meiri straum.

Samtenging riðspennugjafa er oftast kölluð samfösun og er fjallað um hana í Rafmagnsfræði 2.

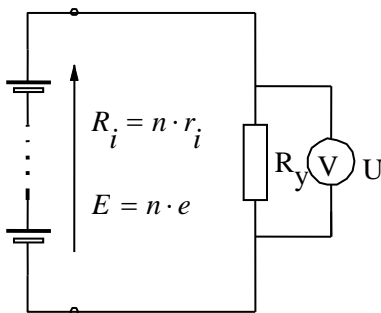
Samtenging jafnspennugjafa er algeng. T.d. getum við raðtengt 6 rafhlöður, sem hver um sig er 1,5 V, og fengið út úr því 9 V spennugjafa fyrir útvarpstæki. Oft þurfum við líka að tengja saman blýrafgeyma til að auka spennuna eða rýmdina.

Hér á eftir verður fjallað um rað- og hliðtengingu einnota og margnota (eða hlaðanlegra) rafhlaða.

Rafmagnsfræði Kaffi 12 Spennugjafar

Raðtenging rafhlaða og rafgeyma

Mynd 12.8 sýnir raðtengingu n jafnstórra rafhlaða. Í raðtengingu er $-$ póll tengdur $+$ pól og þannig koll af kolli. Samkvæmt lögmáli Kirchhoffs getum við lagt spennur hlaðanna saman og fáum því hærri spennu en einnig meira innra viðnám sem nemur fjölda þeirra.



Mynd 12.8

Heildar innri spennan verður þá:

$$E = n \cdot e \quad (12.3)$$

og heildar innra viðnámið:

$$R_i = n \cdot r_i \quad (12.4)$$

Setjum þetta inn í formúlu (12.2):

$$U = E - I \cdot R_i = n \cdot e - I \cdot n \cdot r_i \quad \text{eða}$$

$$U = n \cdot e - I \cdot n \cdot r_i \quad (12.5)$$

Orkuinnihald eða hleðsla rafhlaða er gefinn upp í Ah (amperstundum) eins og fram kom í kafla 11. Ákveðin hleðsla merkir að við getum tekið straum frá rafhlöðunni í ákveðinn tíma. Í raðtengingu er bara einn straumur og því breytist amperstundafjöldinn ekki þegar rafhlöður eru raðtengdar.

Rafmagnsfræði Kaffi 12 Spennugjafar

Sýnidæmi

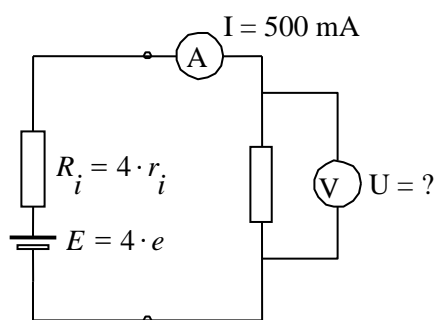
12.3

Fjórar endurhlaðanlegar rafhlöður eru gefnar upp með 1,2 V og 35 mAh hleðslu. Þær eru lestaðar með 500 mA og innra viðnám þeirra 0,2 Ω .

- a) Teiknaðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- b) Hve mikil verður heildarhleðsla rafhlaðanna.
- c) Hver verður skautspenna þeirra?

Lausn:

- a) Sjá mynd 12.9



Mynd 12.9

- b) Heildarhleðslan verður jöfn hleðslu hvernar rafhlöðu eða 35 mAh.
- c) Setjum inn í formúlu (12.5):
$$U = E - I \cdot R_i = n \cdot e - I \cdot n \cdot r_i$$

$$U = 4 \cdot 1,2 - 500 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 0,2 = 4,4 \text{ V}$$

Sýnidæmi

12.4

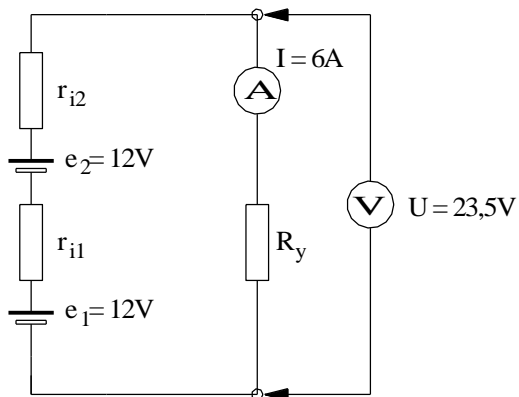
Tveir 12 V, 40 Ah blýrafgeymar eru raðtengdir. Álagið tekur 6 A.

- a) Teiknaðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir. Sýndu tengingu mæla til að mæla strauminn frá geymunum og heildar skautspennuna frá þeim.
- b) Hver verður amperstundafjöldi geymanna til samans?
- c) Reiknaðu innra viðnám geymanna ef skautspennan fellur um 0,5 V við áður nefnda straumlestun.

Rafmagnsfræði Kaffi 12 Spennugjafar

Lausn

a) Sjá mynd 12.10



Mynd 12.10

- b) Heildar amperstundafjöldinn verður 40 Ah eða sá sami og hvors geymis.
- c) Við göngum út frá því að uppgefin spenna sé innri spenna geymisins. (Sjá mynd 12.2). Þá getum við sett inn í formúlu (12.5):

$$U = E - I \cdot R_i = n \cdot e - I \cdot n \cdot r_i$$

$$23,5V = 2 \cdot 12 - 6 \cdot 2 \cdot r_i$$

Leysum úr r_i

$$r_i = \frac{2 \cdot 12 - 23,5}{6 \cdot 2} = 0,0416 \Omega$$

Rafmagnsfræði Kefli 12 Spennugjafar

Hliðtenging rafhlaða og rafgeyma

Þegar rafhlöður eða rafgeymar eru hliðtengdir verður heildar innri spennan óbreytt, en heildar innra viðnámið minnkar. Það má líta á innri viðnámin sem hliðtengdar mótstöður.

Heildar innri spennan verður þá:

$$E = e \quad (12.6)$$

og

$$R_i = \frac{r_i}{n} \quad (12.7)$$

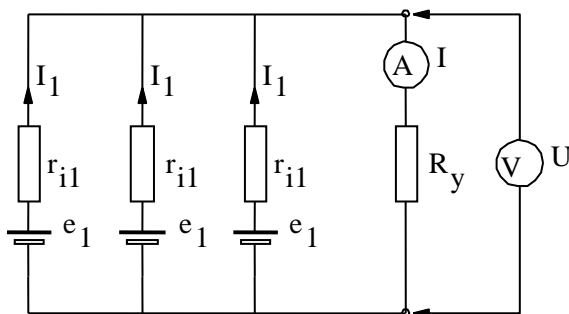
Formúla skautspennunnar verður:

$$U = E - I \cdot \frac{r_i}{n} \quad (12.8)$$

Ef viðnám álagsins er þekkt getum við sett í stað U og leyst út I :

$$I = \frac{E}{R_y + \frac{r_i}{n}} \quad (12.9)$$

Í hliðtengingu rafhlaða og rafgeyma leggjast hleðslur þeirra saman.



Mynd 12.11

Rafmagnsfræði Kaffi 12 Spennugjafar

Lítum á mynd 12.11. Hún sýnir hliðtengingu þriggja rafhlaða eða rafgeyma. Við göngum út frá því að rafhlöðurnar eða rafgeymarnir séu eins og merkjum því straumana með I_1 . Straumurinn í gegnum álagið er summa eða margfeldi straumanna.

$$I = 3 \cdot I_1 \quad (12.10)$$

Hleðsla er margfeldi straums og tíma. Við getum því margfaldað beggja megin jafnaðarmerkis í formúlu (12.10) og fáum:

$$I \cdot t = 3 \cdot I_1 \cdot t$$

$$Q = 3 \cdot Q_1 \quad (12.11)$$

Almennt gildir þá fyrir n hliðtengda geyma eða rafhlöður:

$$I \cdot t = n \cdot I_1 \cdot t$$

$$Q = n \cdot Q_1 \quad (12.12)$$

Heildarhleðslan er margfeldi eða summa hleðslu hverrar rafhlöðu eða rafgeymis fyrir sig.

Við hliðtengingu rafgeyma er mikilvægt að þeir séu eins, þ.e.a.s. séu uppgefnir með sömu spennu í voltum og sömu hleðslu í amperstundum. Ef einn geymirinn er minni getur hann farið að taka til sín straum (hlaðast) í stað þess að gefa hann frá sér.

Rafmagnsfræði Kaffi 12 Spennugjafar

Sýnidæmi

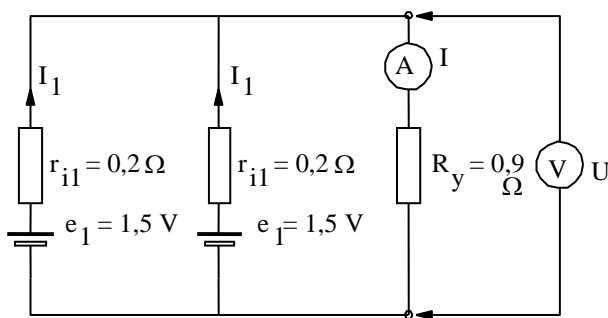
12.5

Tvær eins rafhlöður með 1,5 V innri spennu og $0,2 \Omega$ innra viðnámi eru hliðtengd. Viðnám álagsins er $0,9 \Omega$.

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Reiknaðu strauminn í gegnum álagið.
- Reiknaðu skautspennuna.
- Hver verður straumurinn í gegnum hverja rafhlöðu?

Lausn

- Sjá mynd 12.12.



Mynd 12.12

- Til að reikna strauminn notum við formúlu (12.9).

$$I = \frac{E}{R_y + \frac{r_i}{n}} = \frac{1,5}{0,9 + \frac{0,2}{2}} = 1,5 \text{ A}$$

- Skautspennuna U getum við reiknað með Ohmslögmáli eða notað formúlu (12.8). Prófum seinni kostinn:

$$U = E - I \frac{r_i}{n} = 1,5 - 1,5 \cdot \frac{0,2}{2} = 1,35 \text{ V}$$

- Straumurinn um hvora rafhlöðu verður helmingur straumsins í gegnum álagið eða $0,75 \text{ A}$.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Sýnidæmi

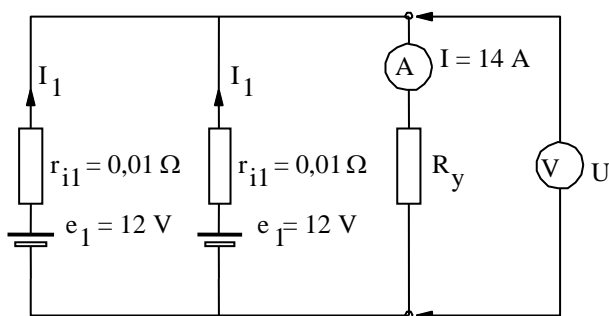
12.6

Tveir blýrafgeymar eru hliðtengdir. Innri spenna hvors geymis er 12 V, innra viðnámið 0.01Ω og hleðslan 45 Ah. Viðnámið sem tengist sameiginlegum pólum geymanna tekur 14 A.

- Teiknaðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Reiknaðu skautspennu geymanna.
- Reiknaðu heildar amperstundafjölda þeirra.

Lausn

- Sjá mynd 12.13



Mynd 12.13

- Setjum uppgefin gildi inn í formúlu (12.8):

$$U = E - I \cdot \frac{r_i}{n} = 12 - 14 \frac{0.01}{2} = 11.93 \text{ V}$$

- Notum formúlu (12.12):

$$Q = n \cdot Q_1 = 2 \cdot 45 = 90 \text{ Ah}$$

Rafmagnsfræði Kaffi 12 Spennugjafar

Skammhlaup

Með hugtakinu skammhlaup er átt við það að spennugjafi gefi frá sér margfaldan þann straum sem hann er gerður fyrir. Slíkt getur gerst vegna bilunar á einangrun í rásum eða vegna þess að leiðandi hlutur lendir á milli póla spennugjafa. Við segjum að spennugjafi sé skammhleypur, ef ytra viðnám hans verður mjög lítið eða nærri 0Ω .

Það sem ræður stærð skammhlaupsstraumsins er innra viðnám spennugjafans og fjarlægð skammhlaupsins frá pólum spennugjafans.

Til þess að verjast því að spennugjafi og ytri straumrás ofhitni, vegna skammhlaups, eru tengd sjálfvör eða bræðivör í rásina milli spennugjafa og álags.

Við skulum líta á tvö sýnidæmi til að útskýra þetta betur.

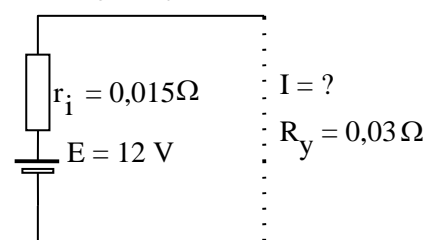
Sýnidæmi

12.7

Þú ert að losa rafgeyminn úr bílnum þínum og leggur óvart lykilinn frá þér þannig að hann lendir á milli skauta geymisins. Þetta er 12 V , 60 Ah , geymir með $0,015 \Omega$ innra viðnám. Við skulum gefa okkur að viðnám lykilsins sé $0,03 \Omega$.

- Teiknaðu skýringarmynd og merktu inn á hana gefnar stærðir.
- Reiknaðu strauminn í gegnum lykilinn.

Lausn



Mynd 12.14

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

b) Heildarviðnám rásarinnar verður:

$$R_H = R_i + R_y = 0,015 + 0,03 = 0,045 \, \Omega$$

Og skammhlaupsstraumurinn:

$$I = \frac{E}{R_H} = \frac{12}{0,045} = 266,6 \, \text{AA}$$

Sýnidæmi

12.8

Ljósaperur valda stundum skammhlaupi þegar þær bila. Það gerist þannig að glóþráðurinn lendir á milli póla spennunnar inn á peruna. Við það fer straumur um vírana að perustæðinu sem takmarkast bara af innra viðnámi spennugjafans og viðnámi vírsins frá sjálfvari að perustæði. Þessi straumur kallast skammhlaupsstraumur.

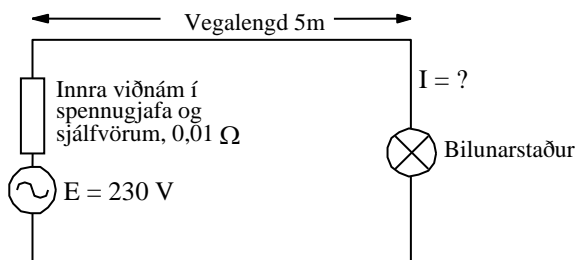
Spenna í greinitöflu er 230 V. Fjarlægð milli töflunnar og glóperu, sem bilar á ofangreindan hátt, er 5 m. Í rásinni er $1,5 \, \text{mm}^2$ eirvír með $0,0174 \frac{\Omega \text{A}}{\text{m}}$ kenniviðnám. Innraviðnám spennugjafans og sjálfvarsins sé $0,01 \, \Omega$. Við skulum gefa okkur að viðnámið í glóþræðinum, sem veldur skammhlaupinu, sé núll.

- a) Teiknaðu skýringarmynd og merktu inn á hana gefnar stærðir.
- b) Reiknaðu strauminn í gegnum sjálfvarið.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Lausn

a) Sjá mynd 12.15.



Mynd 12.15

- b) Við verðum fyrst að reikna viðnámið í vírnum.
Við notum eftirfarandi formúlu (sjá líka kafla 5):

$$R_{\text{vír}} = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0,0174 \cdot \frac{2 \cdot 5}{1,5} = 0,116 \, \Omega$$

Og heildarviðnámið:

$$R_H = R_i + R_{\text{vír}} = 0,01 + 0,116 = 0,126 \, \Omega$$

Og skammhlaupsstraumurinn:

$$I = \frac{E}{R_H} = \frac{230}{0,126} = 1825,4 \, A$$

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Æfingardæmi úr 12. kafla

Spennugjafar

12.1

Rafhlaða með innri spennu 1,5 V og innra viðnám $0,2 \, \Omega$ er tengd $1000 \, \Omega$ ytra viðnámi.

- a) Teiknaðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- b) Reiknaðu strauminn í ytra viðnáminu.

12.2

Um spennugjafa vitum við eftirfarandi:

$$E = 230 \, \text{V}$$

$$R^i = 0,15 \, \Omega.$$

Spennugjafinn er lestaður með álagi, sem tekur frá 0-10 A.

- a) Gerðu tengimynd.
- b) Hve mikið breytist skautspennan við áðurnefnda álagsbreytingu?

Teiknaðu línurit sem sýnir breytinguna. (I í láhnit og U í lóðhnit).

- c) Dragðu ályktun af niðurstöðum.

12.3

Ræsir í bíl tekur 200 A frá 12 V, 40 Ah rafgeymi.

- a) Teiknaðu skýringarmynd og merktu inn gefnar stærðir.
- b) Hve stórt er innra viðnám geymisins ef skautspennan fellur í 8V í ræsiaugnablikinu?

12.4

Lýstu aðferð til að ákveða innra viðnám spennugjafa.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Raðtenging rafhlaða og rafgeyma**12.5**

Hvað er það sem takmarkar heppilegan fjölda raðtengdra rafhlaða?

12.6

Fjórar raðtengdar þurrrafhlöður mynda spennugjafa, sem er tengdur straumrás með ytra viðnámi $5,2\ \Omega$. Hver rafhlaða hefur innri spennu $1,5\text{ V}$ og innra viðnám $0,2\ \Omega$.

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Reiknaðu strauminn í álagsviðnáminu.
- Reiknaðu skautspennu spennugjafans.
- Hve stór getur skammhlaupsstraumur orðið?
Rökstyddu svarið.

12.7

Fjórir blýrafgeymar eru raðtengdir. Innri spennan er 12 V , innra viðnámið $0,01\ \Omega$ og hleðslan 45 Ah .

- Teiknaðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Reiknaðu heildar innri spennuna,
- Reiknaðu heildar amperstundafjöldann.
- Strauminn ef R_y er $4\ \Omega$.
- Hver er munurinn á heildar innri spennu geymanna og heildar skautspennu þegar þeir eru álagslausir.

12.8

Spennugjafi er útbúinn með þremur raðtengdum 12 V , 40 Ah blýrafgeymum.

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Hver verður spenna spennugjafans?
- Hver verður amperstundafjöldi spennugjafans?

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Hliðtenging rafhlaða og rafgeyma 12.9

Fjórar hliðtengdar þurrrafhlöður mynda spennugjafa, sem er tengdur straumrás með ytra viðnámi $1,45\ \Omega$. Hver rafhlaða hefur innri spennu $1,5\ \text{V}$ og $0,2\ \Omega$ innra viðnám.

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Reiknaðu strauminn í gegnum álagið (ytra viðnámið).
- Reiknaðu strauminn hverri rafhlöðu.

12.10

Þrír $12\ \text{V}$, $40\ \text{Ah}$ blýrafgeymar eru hliðtengdir. Hver verður spenna þeirra og amperstundafjöldi?

12.11

Hvaða hagnað höfum við af því að auka fjölda hliðtengdra hlaða í spennugjafa? Rökstyddu svarið.

Blönduð tenging rafhlaða og rafgeyma**12.12**

Fjórar rafhlöður mynda spennugjafa. Hver rafhlaða hefur innri spennu $1,5\ \text{V}$ og $0,2\ \Omega$ innra viðnám. Tengdu þær saman þannig að tvær og tvær séu raðtengdar og raðtengingarnar síðan hliðtengdar. Tengdu spennugjafann við álag sem hefur viðnámið $2,8\ \Omega$.

- Gerðu tengimynd og merktu inn gefnar stærðir.
- Reiknaðu strauminn í gegnum álagið.
- Reiknaðu strauminn um hvert hlað
- Reiknaðu skautspennu spennugjafans.

12.13

Hvernig á að tengja sex $12\ \text{V}$, $60\ \text{Ah}$ rafgeyma til að fá $24\ \text{V}$, $180\ \text{Ah}$?

Teiknaðu skýringarmynd.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

12.14

Neyðarlýsing í orkuveri notar 20 blýrafgeyma. Hver geymir er 24 V, 100 Ah og innra viðnám hvers um sig er 0,02 Ω . Geymarnir eru tengdir í sambland rað- og hliðtengingar þannig að við fáum fjórar hliðtengdar greinar með fimm raðtengdum geymum í hverri.

- Teiknaðu tengimynd geymanna.
- Reiknaðu heildar amperstundafjöldann.
- Reiknaðu skautspennuna ef geymarnir eru lestaðir með 6 A straumi.

12.15

Nikkel-kadmíum endurhlöð halda mjög stöðugri 1,2 V spennu megnið af afhleðslutímanum (sjá MYND 11.11). Stærð AR6 er gefin upp með 500 mAh hleðslu.

- Hve lengi er hægt að nota útvarpstæki sem tekur 120 mA ef þú raðtengir fjögur hlöð?
- Hve lengi er hægt að nota útvarpstæki sem tekur 120 mA ef þú hliðtengir fjögur hlöð?

Skammhlaup**12.16**

Hvað takmarkar stærð skammhlaupsstraums?

12.17

Hvernig er komið í veg fyrir skemmdir af völdum skammhlaups?

12.18

Nefndu nokkur dæmi um það, hvernig skammhlaup getur átt sér stað.

12.19

Hvaða afleiðingar getur skammhlaup spennugjafa haft í för með sér?

12.20

Gerðu tengimynd af rafhlöðunni í sýnidæmi 12.1 og reiknaðu skammhlaupsstraum hennar.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

12.21

Rafhlað í rafgeymi gefur 100 A straum við skammhlaup, innri spennan er 2 V.

- a) Teiknaðu mynd og merktu inn gefnar stærðir.
- b) Reiknaðu innra viðnám rafhlaðsins.

12.22

Bilun í tengikló veldur því að spennupólarnir (fasi og núll) tengjast saman. Spennan í rafmagnstöflunni við sjálfvarið er 228 V og fjarlægðin frá henni er 12,5 m. Vírinn í lögninni er $1,5 \text{ mm}^2$ eirvír. Við horfum framhjá innra viðnámi í spennugjafanum.

- a) Teiknaðu skýringarmynd af raflögninni og merktu inn gefnar stærðir.
- b) Reiknaðu skammhlaupsstrauminn í lögninni.

Rafmagnsfræði Kafli 12 Spennugjafar

Svör við dæmum í 12 kafla

Spennugjafar	12.1 b)	1,4997 mA
	12.2 b)	230 V-228,5 V
	12.3 b)	0,02 Ω
Raðtenging rafhlaða og rafgeyma	12.5 r_i	
	12.6 b)	1 A
	c)	5,2 V
	d)	7,5 A
	12.7 b)	48 V
	c)	45 Ah
	d)	11,88 A
Hliðtenging rafhlaða og rafgeyma	e)	Enginn
	12.8 b)	36 V
	c)	40 Ah
	12.9 b)	1 A
	c)	0,25 A
Blönduð tenging rafhlaða og rafgeyma	12.10	12 V og 120 Ah
	12.12 b)	1 A
	c)	0,5 A
	d)	2,8 V
	12.14 b)	400 Ah
	c)	119,85 V
	12.15 a)	4,16 h
Skammhlaup	b)	16,6 h
	12.20	600 A
	12.21 b)	0,02 Ω
	12.22 b)	804,7 A