



Rafbók



Rafmagnsfræði

6. kafli Spennufall

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

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 6. kafli Spennufall

Efnisyfirlit

6. Spennufall í leiðurum.....	4
Æfingadæmi úr 6. kafla:.....	9
Svör við dæmum:	11

6. Spennufall í leiðurum.

Til þess að flytja rafmagn á milli staða eru notaðar rafleiðslur eða m.ö.o. rafleiðarar. Kostur er að leiðarar hafi sem minnst viðnám og því eru þeir úr efnum sem hafa lágt eðlisviðnám og þá haa eðlisleiðni, eins og t.d eir eða ál.

Við hönnun rafrásar þarf að hafa eftirtalin fjögur atriði til viðmiðunar:

- # viðnámið í leiðurunum
- # heildarviðnám rásarinnar
- # strauminn
- # skiptingu spennunnar í rásinni (spennuföllin)

Eins og fram kom í kafla 4 hafa leiðarar alltaf eitthvert viðnám og fer það eftir efni, lengd og gildleika leiðarans. Leiðarar sem flytja straum til einhvers ákveðins álags eru minnst tveir (tvíleiðari) og eru alltaf jafn sverir og jafn langir. Þeir hafa því jafn mikið viðnám. Hluti spennunnar fer í það að knýja strauminn gegnum leiðarana, þessi hluti spennunnar er oft nefndur spennufall í leiðurum.

Þegar viðnám í leiðara er reiknað útfrá upplýsingum um efni, lengd og þverflatarmál hans er notuð líkingin úr fjórða kafla:

$$R_l = \frac{\rho \cdot l}{A} [\Omega]$$

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

Heildarviðnám straumrásar er samanlagt viðnám leiðara og álags:

$$R_h = R_l + R [\Omega]$$

Aukamerkin h fyrir aftan R merkir heildarviðnám rásarinnar og l viðnám leiðara.

Ef spenna og viðnám eru þekktar stærðir má reikna strauminn samkvæmt Ohmslögmáli:

$$I = \frac{U}{R_h} [A]$$

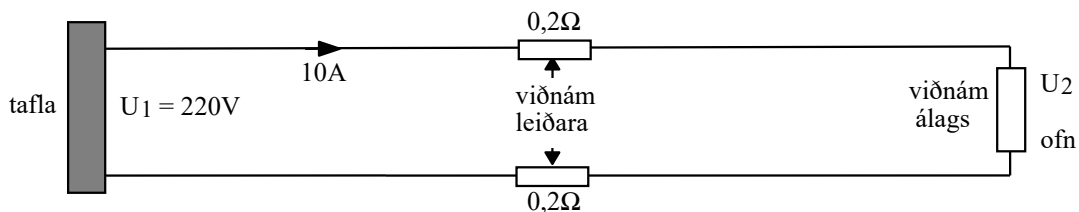
Með því að setja saman Ohmslögmál og líkinguna fyrir viðnámi í leiðurum má reikna spennufallið yfir þá. Spennutapið í leiðurunum er táknað hér með ΔU . Líkingin lítur þá svona út:

$$\Delta U = I \cdot R_l \text{ eða } I \cdot \frac{\rho \cdot l}{A} [V]$$

Fyrri líkingin er Ohmslögmál eins og það var sett upp í kafla 5, nema að aukamerkingin Δ er sett inn fyrir framan U sem merkir spennufall eða hluti af spennu. Seinni líkingin er samsett af Ohmslögmáli og líkingu fyrir viðnámi leiðara.

Tökum sem dæmi rafmagnsofn sem fær straum frá töflu. Viðnámið í leiðurunum R_l er samanlagt $0,4 \Omega$ og ofninn notar $10 A$ við fullt álag.

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall



Mynd 6.1

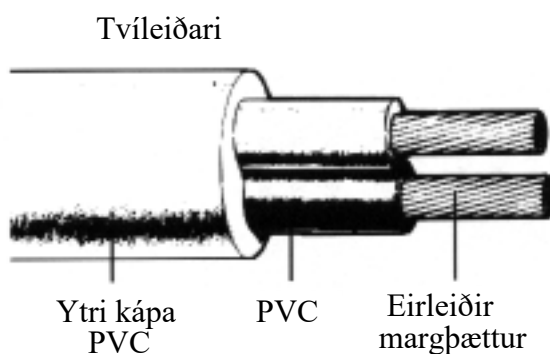
Spennufall í leiðurunum til ofnsins yrði:

$$\Delta U = I \cdot R_l = 10 \cdot 0,4 = 4 \text{ volt}$$

Ef spennan í rafmagnstöflunni (U_1) er 220 V verður spennan yfir hitald ofnsins (U_2) jafnt og heildarspennan mínus spennufallið í leiðurunum, eða:

$$U_2 = U_1 - \Delta U = 220 - 4 = 216 \text{ V}$$

4 volta spennufall í leiðurum í þessu tilviki er ekki hátt hlutfall. Samkvæmt reglugerð um rafkerfi í skipum má spennufall í leiðurum ekki vera yfir 6% af kerfisspennunni. Í þessu tilviki er spennufallið um 1,82%, eða tæplega þriðjungur af leyfilegu hámarki.



Mynd 6.2

Leiðarinn á mynd 6.2 sem er tvíleiðara kapall með margþættum leiðurum úr eir, eins og krafist er til notkunar í bátum og skipum. Einnig er þess þá krafist að vírin sé tinhúðaður.

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

Sýnidæmi:

6.1

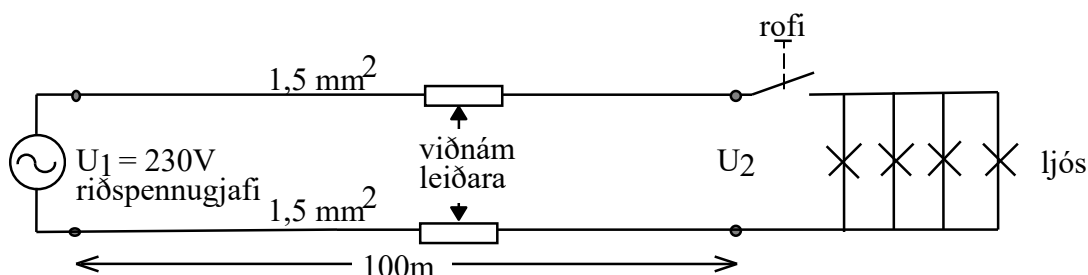
Riðspennugjafi sendir straum að nokkrum ljósum sem eru 1100m fjarlægð frá honum. Leiðslan (kapallinn) er tvíleiðari úr eir með þverflatarmálið $1,5 \text{ mm}^2$. Straumurinn er 8 A.

Spenna riðspennugjafans er 230 V.

- Gerðu tengimynd af rásinni.
- Hve mikið viðnám er í leiðslunni?
- Hve mikið spennufall er yfir leiðsluna?
- Hve há er spennan yfir ljósin?

Lausn:

a)



b) Viðnám í leiðurum:

Ath. þegar lengd á tvíleiðara er gefin upp verður að margfalda lengd með 2.

$$R_l = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = \frac{0,0178 \cdot 100 \cdot 2}{1,5} = 2,37 \Omega$$

c) Spennufall í leiðurunum verður:

$$\Delta U = I \cdot R_l = 8 \cdot 2,37 = 18,98 \text{ volt}$$

d) Spennan við ljósin verður:

$$U_2 = U_1 - \Delta U = 230 - 18,98 = 211,02 \text{ volt}$$

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

Dæmi:**6.2**

- a) Vatnshitakútur tengist rafmagnstöflu með 50m löngum tvíleiðara sem er 2,5 mm². Straumurinn er 24 A og spennan 230 V. Hve mikið spennufall er í leiðurunum?
- b) Hve stór hundraðshluti af heildarspennu er spennufallið?
- c) Hve stór hundraðshluti af heildarspennu er spennufallið ef notaður er 2 x 4 mm² kapall sem leiðari?

Lausn:

a)

$$\Delta U = I \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = 24 \cdot \frac{0,0178 \cdot 50 \cdot 2}{2,5} \\ = 17,09 \text{ V}$$

b)

$$\% = \frac{\Delta U}{U_1} \cdot 100 = \frac{17,09}{230} \cdot 100 = 7,4 \%$$

c)

$$\Delta U = I \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = 24 \cdot \frac{0,0178 \cdot 50 \cdot 2}{4} = 10,7 \text{ V}$$

$$\% = \frac{\Delta U}{U_1} \cdot 100 = \frac{10,7}{230} \cdot 100 = 4,6 \%$$

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

Æfingadæmi úr 6. kafla:

6.1

Reiknaðu viðnámið í 50 m löngum tvíleiðara úr eir sem hefur þverflatarmálið $0,75 \text{ mm}^2$. Ath. sjá töflu 4.1 f. eðlisviðnám. Reikna skal með 20°C hita á leiðara.

6.2

Hve mikið spennufall verður í leiðaranum í dæmi 6.1 ef 8 A straumur fer um hann?

6.3

Ef kerfisspennan sem leiðarinn í dæmi 6.1 er notaður í er 220 V, hve stór hundraðshluti er þá spennufallið í leiðaranum?

6.4

Hve langt er hægt að leggja $1,5 \text{ mm}^2$ tvíleiðara úr eir, ef spennufall yfir leiðarann má vera 5 V við 10 A straum?

6.5

Álag er í 50 m fjarlægð frá greinitöflu og tengist henni með 4 mm^2 tvíleiðara úr eir. Netspennan í töflu er 230 V. Hve há spenna er yfir álagið ef straumurinn er 20 A? Gerðu tengimynd.

6.6

Ef leiðarinn í dæmi 6.5 væri úr áli að sama gildleika, hver yrði spennan yfir álagið?

6.7

Reiknaðu þverflatarmál eirleiðara í tvíleiðara kapli, sem tengir álag sem er í 90 m fjarlægð frá spennugjafa. Gera skal ráð fyrir 60 A stöðugum straumi. Hámarks spennufall í kaplinum má vera 8 V. Gerðu tengimynd.

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

6.8

Ef leiðarinn í dæmi 6.7 væri úr áli, hve sver þyrfti hann að vera að lágmarki?

6.9

Ef notaður væri 25mm² eirleiðir samkv. dæmi 6.7, hve mikið spennufall yrði þá í leiðinum?

6.10

Hve mikið spennufall verður yfir 100 m langan eirleiðara sem er 1 mm² að þverflatarmáli þegar um hann fer 8 A straumur?

Ath. reikna skal með 20°C hita á leiðara.

6.11

Leiðari úr áli hefur 6mm² þverflatarmál og er 200 m að lengd. Hve mikið spennufall verður yfir leiðarann ef 25 A fara um hann?

Ath. reikna skal með 20°C hita á leiðara.

6.12

Hitald er gert úr 50 m löngum mótstöðuvír sem hefur eðlisviðnámið 0,2 og er 1 mm² að þverflatarmáli. Hve há spenna er yfir hitaldið þegar um það fer 11 A straumur? Ath. reikna skal með 20°C hita á leiðara.

6.13

Fjarlægð milli spennugjafa og álags er 75 m.

Álagið tekur 9,5 A og spennan yfir það er 214 V.

- Gerðu tengimynd og merktu inná gefnar stærðir.
- Leiðirinn er úr eir og þverflatarmál hans er 1,5 mm². Hvert er viðnám leiðarans?
- Hve mikið spennufall verður í leiðaranum.
- Hver er spenna spennugjafans?

Rafmagnsfræði 6. kafli Spennufall

Svör við dæmum:

athuga þarf svör miðað
við ný gildi í töflu

- | | |
|---------------------------|--|
| 6.1) $2,27 \Omega$ | 6.2) $18,13 \text{ V}$ |
| 6.3) $8,24 \%$ | 6.4) 22 m |
| 6.5) $221,5 \text{ V}$ | 6.6) $216,5 \text{ V}$ |
| 6.7) $22,95 \text{ mm}^2$ | 6.8) $36,45 \text{ mm}^2$ |
| 6.9) $7,3 \text{ V}$ | 6.10) $13,6 \text{ V}$ |
| 6.11) $22,5 \text{ V}$ | 6.12) 110 V |
| 6.13) b) $1,7 \Omega$ | c) $16,15 \text{ V}$ d) $230,15 \text{ V}$ |