

Kafli 7. Spennufall í rafleiðurum



Verkmenntaskólinn á Akureyri

2022

Verkmenntaskólinn á Akureyri
Rafdeild



Efnisyfirlit

7. Spennufall í rafleiðurum 3



7. Spennufall í rafleiðurum

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 háa eðlisleiðni, eins og t.d eir eða ál.

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

1. viðnámið í leiðurunum
2. heildarviðnám rásarinnar
3. strauminn
4. skiptingu spennunnar í rásinni (spennuföllin)

Eins og fram hefur komið 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 út frá upplýsingum um efni, lengd og þverflatarmál hans er notuð líkingin úr fjórða kafla:

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



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:

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

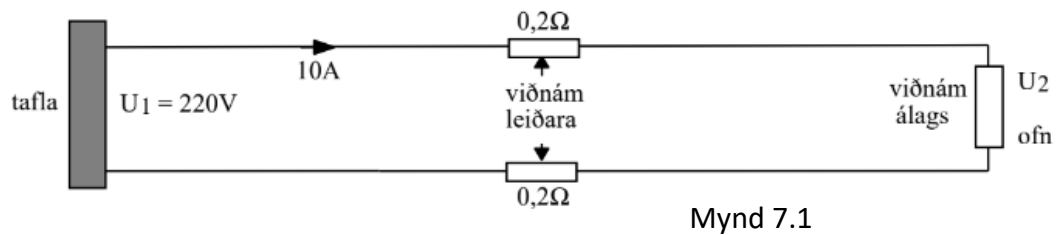
Með því að setja saman Ohmslögmál og líkinguna fyrir viðnámi í leiðurum má reikna spennufallið yfir þá. Spennutapið í leiðurunum er táknað hér með ΔU . Líkingin lítur þá svona út:

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

Fyrri líkingin er Ohmslögmál eins og það var sett upp í kafla 2, nema að aukamerkingin Δ (delta) 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.



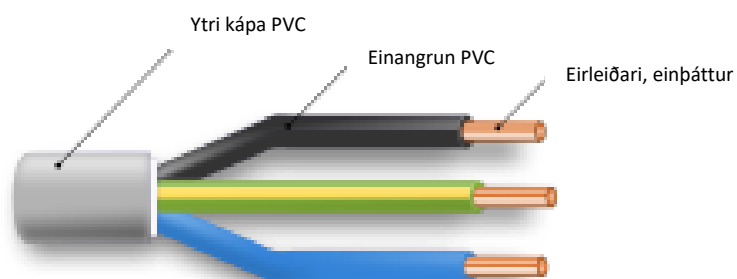
Spennufall í leiðurunum til ofnsins yrði:

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

Ef spennan í rafmagnstöflunni (U_1) er 220 V verður spennan yfir element 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 7.2

Leiðarinn á mynd 7.2 er þríleiðara kapall með einþáttum leiðurum úr eir. Blár er núll, Gul/grænn er jörð og svartur er fasi.



Sýnidæmi 7.1

Riðspennugjafi sendir straum að nokkrum ljósum sem eru 1100m fjarlægð frá honum. Leiðslan (kapallinn) er tvíleiðari úr eir með þverflatarmálið 1,5 mm².

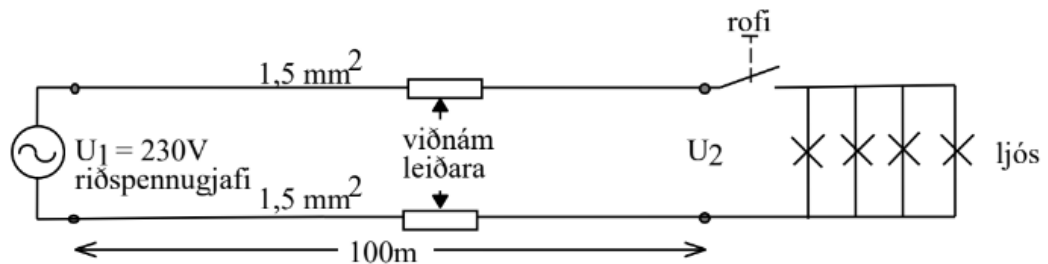
Straumurinn er 8 A.

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:

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



Sýnidæmi 7.2

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)

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

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