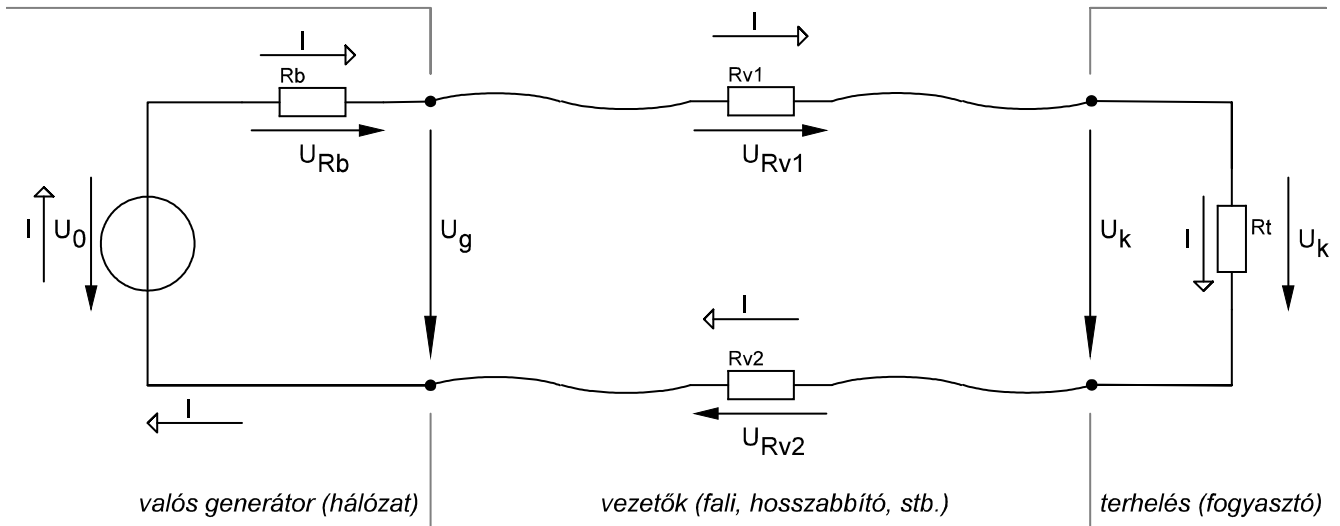


Figyeljük meg alaposan az 1. ábrát! Jól látható, hogy az R_t fogyasztó és az idealizált feszültséggenerátorral sorba kapcsolódik több, a hálózatban megjelenő ellenállás. Ilyen áramkorlátozó tényező a betáplálás vezetőinek, az épületen belüli vezetők, valamint a különböző kontaktusok átmeneti ellenállása is.



1. ábra

Mindezek okán könnyen belátható, hogy az áramerősség nagyságától függő feszültség esik a fogyasztóval sorosan kapcsolódó minden ellenálláson ($U = R \cdot I$). Ez több ok miatt is nem kívánatos jelenség. Egyrészt a fogyasztó nem kapja meg az üzemi feszültséget (230V), így alkalmazástól függően üzembizonytalan lesz a működése, teljesítménye csökken. Másrészt feszültségingadozás léphet fel, terheléstől függően. Nem szabad elfelejtenünk a veszteségi ellenállások jelentős villamos teljesítményét sem, mely hő formájában jelenik meg (pl. melegszik a vezeték).

Végezzünk vizsgálatokat!

I. Tekintsük a villamos betáplálást $U_0 = 230V$ forrásfeszültségű és $R_b = 0,3\Omega$ belső ellenállású valóságos generátornak! Eme valóságos generátort elképzelhetjük a fali aljzat csatlakozófelületének is. A 230 V-os hálózati feszültségre csatlakoztassunk egy hőszugárzót, egy hosszabbítón keresztül! Azt fogjuk tapasztalni, hogy a fogyasztó U_k feszültsége nem 230 V, hanem annál kisebb, hiszen a fogyasztó áramellátását biztosító vezetőkön (áramerősségtől függő) feszültség esik.

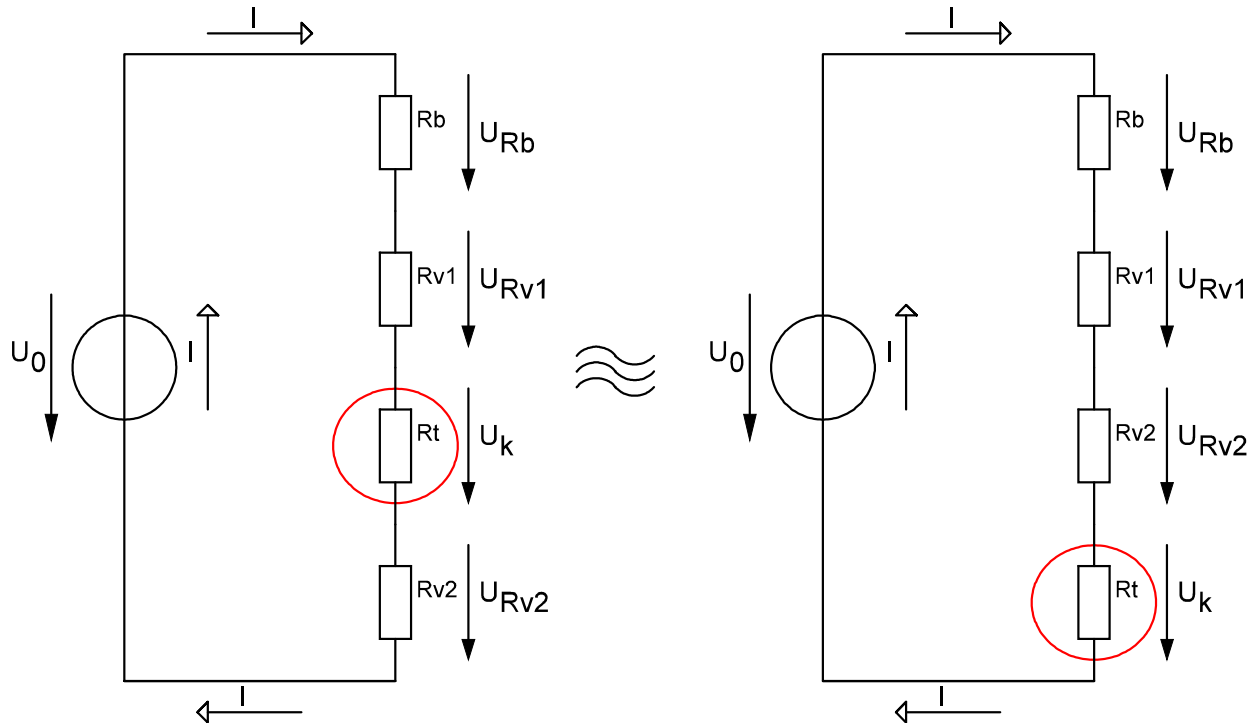
A fogyasztó adatlapján a következők olvashatók: $U = 230V, P = 2000W$

A hosszabbító adatai pedig így alakulnak: $d = 1\text{ mm}, \text{ anyaga: Cu}, \text{ hossza: } 100\text{m}$

Számítsa ki:

- a feszültségesést;
- a fogyasztó feszültségét;
- a fogyasztó teljesítményét;
- a hosszabbító hővé alakuló teljesítményét
- a hosszabbító ellenállását!

Lássuk meg, hogy az 1. ábra szerinti elrendezés lényegében sorosan kapcsolt ellenállásokként értelmezendők, ahogy az a 2. a) ábrán látható! A fogyasztót piros körrel jelöltük meg. Lévén, hogy soros áramkőről van szó egyértelmű, hogy KÖZÖS AZ ÁRAM. Ezért könnyen belátható az is, hogy a 2. a) ábrával – villamosságtani szempontból – egyenértékű a 2. b) ábra szerinti elrendezés.



2. a) és b) ábra

Az R_{v1} és R_{v2} ellenállás a hosszabbító két vezetőjének ellenállása, s mivel eme vezetők geometriailag azonosan (hossz és keresztmetszet) az ellenállásuk is azonos: $R_{v1} = R_{v2}$. A közös áram hatására a két vezetőkön eső feszültség, sőt a két ellenállás hővé alakuló teljesítménye is azonos: $U_{R_{v1}} = U_{R_{v2}}$ és $P_{R_{v1}} = P_{R_{v2}}$.

Ahhoz, hogy az R_t fogyasztón eső feszültséget ki tudjuk számítani, szükségünk lesz az eredő ellenállás ($R_e = R_b + R_v + R_v + R_t$) értékére, mely ismeretében a feszültségosztó képletét felhasználva számolható a fogyasztó feszültsége.

1. A fogyasztó ellenállása

Mint ismeretes a teljesítmény: $P = \frac{U^2}{R}$. Az üzemi adatokat alapul véve a fogyasztó ellenállása:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(230\text{V})^2}{2000\text{W}} = \frac{52900\text{V}^2}{2000\text{W}} = \frac{52,9 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} \Omega = 26,45 \Omega$$

2. A hosszabbító ellenállása

A réz fajlagos ellenállása: $\rho = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

A vezetők keresztmetszete: $A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(1 \text{ mm})^2 \cdot \pi}{4} \text{ mm}^2 = \frac{\pi}{4} = 0,785 \text{ mm}^2$

Ebből a vezetők ellenállása:

$$R_{v1} = R_{v2} = \rho \cdot \frac{l}{A} = 17,5 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{100 \text{ m}}{\frac{\pi}{4} \text{ mm}^2} = \frac{4 \cdot 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2}{\pi} \Omega = \frac{7}{\pi} \Omega = 2,23 \Omega$$

3. Az eredő ellenállás

Ismert tehát mind a négy ellenállásérték (R_b ; R_v ; R_v ; R_t) (3. ábra). Adódik tehát az eredő ellenállás:

$$R_e = R_b + R_v + R_v + R_t = 0,3 \Omega + 2,23 \Omega + 2,23 \Omega + 26,45 \Omega = 31,21 \Omega$$

4. A fogyasztó feszültsége

A feszültségosztó képletével könnyen kiszámítható a fogyasztón eső feszültség:

$$U_k = U_0 \cdot \frac{R_t}{R_e} = U_0 \cdot \frac{R_t}{R_b + R_v + R_v + R_t} = 230 \text{ V} \cdot \frac{26,45 \Omega}{31,21 \Omega} = 230 \text{ V} \cdot 0,8475 = 194,922 \text{ V}$$

5. Az áramerősség kiszámítása

Noha a feszültségosztó képletében „el van rejtve” az áramerősség, nem számszerűsített. Nézzük mekkora a közös áram!

$$I = \frac{U_0}{R_e} = \frac{230 \text{ V}}{31,21 \Omega} = 7,37 \text{ A}$$

6. A fogyasztó tényleges teljesítménye

$$P_t = \frac{U_k^2}{R_t} = \frac{(194,922 \text{ V})^2}{26,45 \Omega} = \frac{37995 \text{ V}^2}{26,45 \Omega} = 1436,5 \text{ W}$$

természetesen a teljesítmény így is kiszámítható: $P_t = U_k \cdot I = 194,922 \text{ V} \cdot 7,37 \text{ A} = 1436,5 \text{ W}$

valamint így is: $P_t = I^2 \cdot R = (7,37 \text{ A})^2 \cdot 26,45 \Omega = 54,32 \text{ A}^2 \cdot 26,45 \Omega = 1436,5 \text{ W}$

7. A hosszabbító (vezetői) hővé alakuló teljesítménye

Ennek kiszámításához először ki kell számolni a vezetőkön eső feszültségeket. A feszültségosztó képletét alkalmazva

$$U_{R_{v1}} = U_{R_{v2}} = U_0 \cdot \frac{R_v}{R_e} = U_0 \cdot \frac{R_v}{R_b + R_v + R_v + R_t} = 230 \text{ V} \cdot \frac{2,23 \Omega}{31,21 \Omega} = 230 \text{ V} \cdot 0,0715 = 16,434 \text{ V}$$

Egy vezető hővé alakuló teljesítménye: $P_{R_v} = \frac{U_{R_v}^2}{R_e} = \frac{(16,434 \text{ V})^2}{2,23 \Omega} = \frac{270 \text{ V}^2}{2,23 \Omega} = 121,11 \text{ W}$

itt is lehetőségünk van másképp kiszámolni: $P_{R_v} = U_{R_v} \cdot I = 16,434 V \cdot 7,37 A = 121,11 W$

valamint ekképpen: $P_{R_v} = I^2 \cdot R_v = (7,37 A)^2 \cdot 2,23 \Omega = 54,32 A^2 \cdot 2,23 \Omega = 121,11 W$

Tekintettel arra, hogy a vezetők azonos ellenállásúak, a teljesítményük is azonos lesz ($P_{R_{v1}} = P_{R_{v2}}$), mint, ahogy az már az előzőekben meg volt említve. Igaz továbbá, hogy a teljesítményük összeadódik:

$$P_{hosszabbító} = P_{R_{v1}} + P_{R_{v2}} = 2 \cdot P_{R_v}$$

A két vezető együttes teljesítménye: $P_{hosszabbító} = P_{R_{v1}} + P_{R_{v2}} = 2 \cdot P_{R_v} = 2 \cdot 121,11 W = 242,22 W$

kiszámolható a közös áram segítségével is:

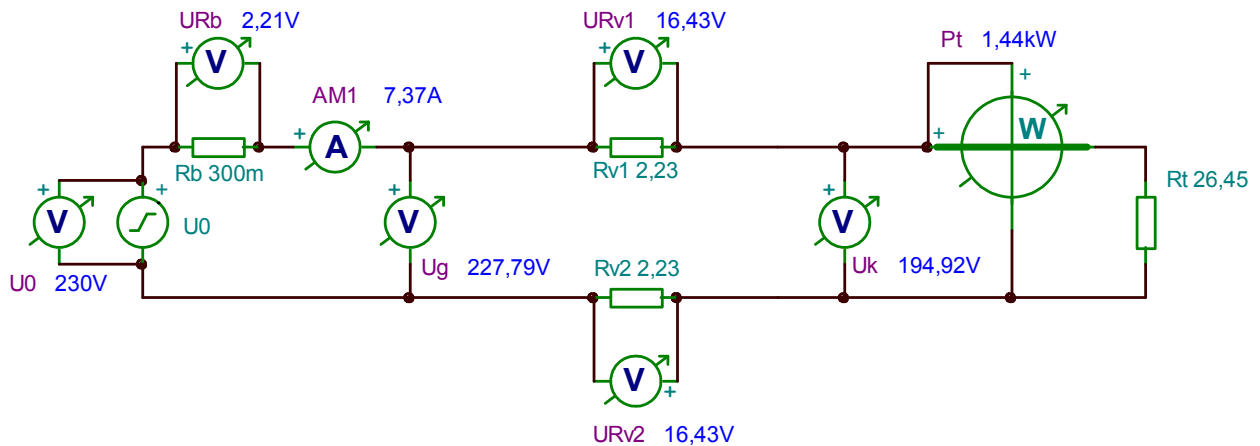
$$P_{hosszabbító} = I^2 \cdot (R_{v1} + R_{v2}) = 7,37 A^2 \cdot (2 \cdot 2,23 \Omega) = 54,32 A^2 \cdot 4,46 \Omega = 242,22 W$$

8. A feszültségesés

Kirchhoff II. törvénye, vagyis a huroktörvény ($U_0 = U_{R_b} + U_{R_{v1}} + U_{R_{v2}} + U_k$) segítségével felírható a feszültségesés: $U_e = U_0 - U_k = 230 V - 194,922 V = 35,078 V$

a százalékos feszültségesés: $\epsilon = \frac{U_e}{U_0} \cdot 100 = \frac{35,078 V}{230 V} \cdot 100 = 15,25 \%$

Állítsa össze a [TINA-TI](#) szoftverrel a 3. ábrán látható mérőkört, majd ellenőrizze a számításokat!



3. ábra