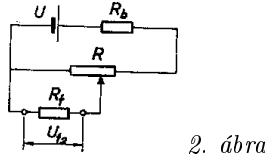
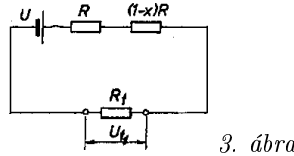


1. ábra

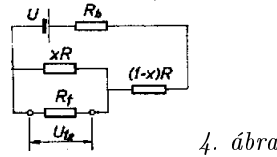


2. ábra

A két esetben megfelelő kapcsolási rajzok az 1. és 2. ábrán láthatók. Jellemezzük a tolóellenállás mozgó érintkezőjének helyzetét egy $0 \leq x \leq 1$ számmal. Legyen $x = 0$, ha a csúszka egyik szélső állásában van, $x = 1$, ha a másikon, és legyen arányos a csúszkának az $x = 0$ -hoz tartozó szélső állásától mért távolságával. Általános esetben a potenciométer teljes R ellenállását a csúszka xR és $(1-x)R$ részekre osztja. A kapcsolási rajzokat ennek megfelelően ábrázolhatjuk (3. és 4. ábra).



3. ábra



4. ábra

Az áramforrás áramát a feszültség és az eredő ellenállás hányadosaként kaphatjuk meg (a továbbiakban az 1., illetve 2. esetben megfelelő mennyiségeket 1, ill. 2 indexszel fogjuk jelölni):

$$I_1 = \frac{U}{R_b + R_f + (1-x)R}; \quad I_2 = \frac{U}{R_b + (1-x)R + \frac{xRR_f}{xR + R_f}}.$$

Az R_f ellenálláson eső feszültség az első esetben

$$U_{f1} = I_1 R_f = U \frac{R_f}{R_b + R_f + (1-x)R};$$

a második esetben is hasonló, de itt az R_f helyett az R_f és az xR ellenállások párhuzamos eredőjén folyik át az I_2 áram:

$$U_{f2} = I_2 \frac{xRR_f}{xR + R_f} = U \frac{xRR_f}{R_f(R + R_b) + xR(R + R_b) - x^2 R^2}.$$

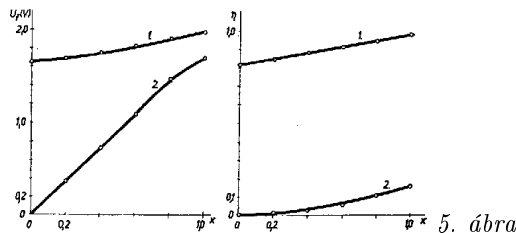
A fogyasztóra adott teljesítmény hatásfoka a fogyasztó U_f^2/R_f teljesítményének és a telep által leadott UI összes teljesítménynek a hányadosa:

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \frac{U_{f1}^2}{R_f} \cdot \frac{1}{UI_1} = \frac{R_f}{U} I_1 = \frac{R_f}{R_b + R_f + (1-x)R}; \\ \eta_2 &= \frac{U_{f2}^2}{R_f} \cdot \frac{1}{UI_2} = \frac{x^2 R^2 R_f}{(xR + R_f)^2 U} \cdot I_2 = \\ &= \frac{x^2 R^2 R_f}{R_f^2(R + R_b) + 2xRR_f(R + R_b) + x^2 R^2(R + R_b - R_f) - x^3 R^3}. \end{aligned}$$

Helyettesítsük be eredményeinkbe a megadott számértékeket:

$$\begin{aligned} U_{f1} &= \frac{100}{60,5 - 10x} \text{V}; & U_{f2} &= \frac{100x}{52,5 + 10,5x - 10x^2} \text{V}; \\ \eta_1 &= \frac{50}{60,5 - 10x}; & \eta_2 &= \frac{50x^2}{262,5 + 105x - 39,5x^2 - 10x^3}. \end{aligned}$$

x	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
U_{f_1} (V)	1,65	1,70	1,76	1,83	1,90	1,98
U_{f_2} (V)	0,00	0,37	0,72	1,09	1,47	1,70
η_1	0,82	0,85	0,88	0,91	0,95	0,99
η_2	0,00	0,007	0,027	0,058	0,101	0,157



A függvények az 5. ábrán láthatók. Az, hogy a feszültség (számértékektől függetlenül) mindig nagyobb az első esetben, mint a másodikban, könnyen belátható algebrailag is. A tört nevezőjét és számlálóját xR -rel osztva:

$$U_{f_2} = U \frac{R_f}{R_b + R_f \frac{1}{x} \left(1 + \frac{R_b}{R} \right) + (1-x)R}.$$

Tehát $U_{f_2} > U_{f_1}$, mivel a két tört azonos számlálójú, de az U_{f_2} nevezője mindig nagyobb $\left[\frac{1}{x} \left(1 + \frac{R_b}{R} \right) > 1 \right]$. A teljesítményekre hasonló összehasonlítás végezhető el.

$$\eta_2 = \frac{R_f}{R_b + R_f \frac{1}{x^2} \left[-x^2 + 2x \frac{R + R_b}{R} + \frac{R_f(R + R_b)}{R^2} \right] + (1-x)R}.$$

Az $\eta_1 > \eta_2$ egyenlőség akkor teljesül, ha η_2 nevezője mindig nagyobb, mint η_1 nevezője, vagyis ha

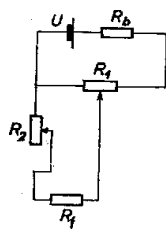
$$x^2 < -x^2 + 2x \frac{R + R_b}{R} + \frac{R_f(R + R_b)}{R^2}.$$

Rendezve az egyenlőtlenséget:

$$2x \left[x - \left(1 + \frac{R_b}{R} \right) \right] < \frac{R_f(R + R_b)}{R^2}.$$

Ez nyilvánvalóan teljesül, hiszen $x \leq 1$ pozitív szám, tehát a bal oldal mindig negatív, a jobb oldal mindig pozitív.

Tehát láttuk, hogy a potenciométeres kapcsolás segítségével mindig kisebb feszültséget tudunk a fogyasztóra adni, mindig kisebb hatásokkal (a legtöbb esetben sokkal kisebbel). Azonban az U_{f_1} és U_{f_2} függvények összehasonlításából látszik, hogy mégis van egy nagy előnye a potenciométeres feszültségszabályozásnak: lényegesen nagyobb tartományon változhat a feszültség. Végül észrevehetjük, hogy ha megváltoztatjuk a tolóellenállás csúszkájának helyzetét, a második esetben sokkal nagyobb a feszültségváltozás, mint az első esetben – tehát a soros ellenállással finomabban, illetve kényelmesebben lehet beállítani valamely előre megadott feszültséget.



6. ábra

Tehát soros ellenállásos feszültségszabályozót csak ott használunk, ahol igen lényeges a jó hatásfok (nagy áramoknál, pl. akkumulátorok töltésénél), vagy ahol finom beállításra van szükség. Az utóbbi esetben gyakran használják a 6. ábrán látható kombinált megoldást is.