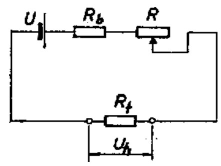
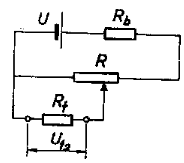
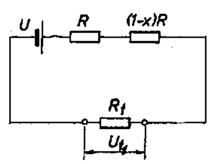


1. ábra

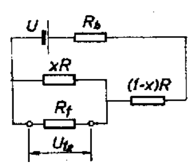


2. ábra

A két esetnek 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 másikban, 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 átrajzolhatjuk (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. esetnek megfelelő mennyiségeket 1, ill. 2 indexszel fogjuk jelölni):

$$I_1 = \frac{U}{R_\mathrm{b} + R_\mathrm{f} + (1-x)R}; \qquad I_2 = \frac{U}{R_\mathrm{b} + (1-x)R + \dfrac{xRR_\mathrm{f}}{xR + R_\mathrm{f}}}.$$

Az R_f, ellenálláson eső feszültség az első esetben

$$U_{\mathrm{f}_1} = I_1 R_\mathrm{f} = U\frac{R_\mathrm{f}}{R_\mathrm{b} + R_\mathrm{f} + (1-x)R};$$

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:

$$U_{\mathrm{f}_2} = I_2 \frac{xRR_f}{xR + R_\mathrm{f}} = U\frac{xRR_\mathrm{f}}{R_\mathrm{f}(R + R_\mathrm{b}) + xR(R + R_\mathrm{b}) - x^2R^2}.$$

A fogyasztóra adott teljesítmény hatásfoka a fogyasztó $U_\mathrm{f}^2/R_\mathrm{f}$ teljesítményének és a telep által leadott UI összes teljesítménynek a hányadosa:

$$\eta_1 = \frac{U_{\mathrm{f}_1}^2}{R_\mathrm{f}} \cdot \frac{1}{UI_1} = \frac{R_\mathrm{f}}{U} I_1 = \frac{R_\mathrm{f}}{R_\mathrm{b} + R_\mathrm{f} + (1-x)R};$$

$$\eta_2 = \frac{U_{\mathrm{f}_2}^2}{R_\mathrm{f}} \cdot \frac{1}{UI_2} = \frac{x^2R^2R_\mathrm{f}}{(xR + R_\mathrm{f})^2 U} \cdot I_2 =$$

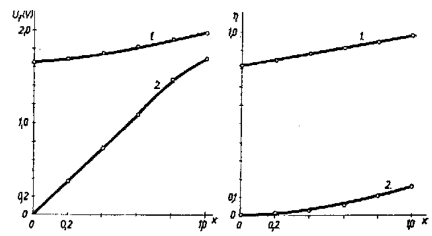
$$= \frac{x^2R^2R_\mathrm{f}}{R_\mathrm{f}^2(R + R_\mathrm{b}) + 2xRR_\mathrm{f}(R + R_\mathrm{b}) + x^2R^2(R + R_\mathrm{b} - R_\mathrm{f}) - x^3R^3}.$$

Helyettesítsük be eredményeinkbe a megadott számértékeket:

$$U_{\mathrm{f}_1} = \frac{100}{60{,}5 - 10x}\,\mathrm{V}; \qquad U_{\mathrm{f}_2} = \frac{100x}{52{,}5 + 10,5x - 10x^2}\,\mathrm{V};$$

$$\eta_1 = \frac{50}{60{,}5 - 10x}; \qquad \eta_2 = \frac{50x^2}{262{,}5 + 105x - 39{,}5x^2 - 10x^3}.$$

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



5. ábra

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:

$$U_{f_2} = U\frac{R_\mathrm{f}}{R_\mathrm{b} + R_\mathrm{f}\dfrac{1}{x}\left(1 + \dfrac{R_\mathrm{b}}{R}\right) + (1-x)R}.$$

Tehát $U_{\mathrm{f}_2} > U_{\mathrm{f}_1}$, mivel a két tört azonos számlálójú, de az U_{f_2} nevezője mindig nagyobb $\left[\dfrac{1}{x}\left(1 + \dfrac{R_\mathrm{b}}{R}\right) > 1\right]$. A teljesítményekre hasonló összehasonlítás végezhető el.

$$\eta_2 = \frac{R_\mathrm{f}}{R_\mathrm{b} + R_f\dfrac{1}{x^2}\left[-x^2 + 2x\dfrac{R+R_\mathrm{b}}{R} + \dfrac{R_\mathrm{f}(R+R_\mathrm{b})}{R^2}\right] + (1-x)R}.$$

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

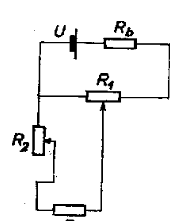
$$x^2 < -x^2 + 2x\frac{R+R_\mathrm{b}}{R} + \frac{R_\mathrm{f}(R+R_\mathrm{b})}{R^2}.$$

Rendezve az egyenlőtlenséget:

$$2x\left[x - \left(1 + \frac{R_\mathrm{b}}{R}\right)\right] < \frac{R_\mathrm{f}(R+R_\mathrm{b})}{R^2}.$$

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 hatásfokkal (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.

Bottyán István (Hatvan, Bajza J. g. IV. o.t.) dolgozata alapján.