

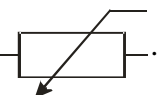
## 4.2.13 Regulace napětí a proudu reostatem a potenciometrem

**Předpoklady:** 4205, 4207, 4210

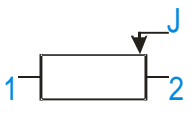
**Pedagogická poznámka:** Pokud necháte žáky zapojovat obvody, stihnou obtížnější početní příklady jen ti nejrychlejší (pokud vůbec někdo), rozhodně tedy nečekáme s představováním potenciometru až bude podstatná část třídy hotová s předchozím příkladem.

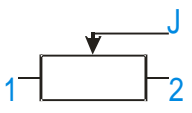
Nejde o dva, ale pouze o jeden druh součástky (reostat) ve dvou různých zapojeních (jako reostat a jako potenciometr).

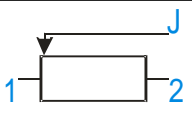
Co je reostat?

Značka: 

Jde o odpor se třemi vývody, třetí vývod je připojen na jezdcu, který se může pohybovat po povrchu odporu. Pokud si označíme vývody 1, 2 a J. Mohou nastat tyto krajní situace:

	Mezi vývody 1 a 2 je velký odpor, plná hodnota.
	Mezi vývody 1 a J je velký odpor, leží mezi nimi velká část odporového válce.
	Mezi vývody 2 a J je malý odpor, leží mezi nimi malá část odporového válce.

	Mezi vývody 1 a 2 je velký odpor, plná hodnota.
	Mezi vývody 1 a J je poloviční odpor, leží mezi nimi polovina odporového válce.
	Mezi vývody 2 a J je poloviční odpor, leží mezi nimi polovina odporového válce.

	Mezi vývody 1 a 2 je velký odpor, plná hodnota.
	Mezi vývody 1 a J je malý odpor, leží mezi nimi malá část odporového válce.
	Mezi vývody 2 a J je velký odpor, leží mezi nimi velká část odporového válce.

V praxi se používají reostaty otáčivé (lidový název „poťák“) – poloha jezdcu a tedy i odpor mezi jeho vývodem a zbývajícím vývodem se ovlivňuje otáčením osy (právě ta kouká z předních panelů starších elektronických zařízení například jako ovladač hlasitosti).

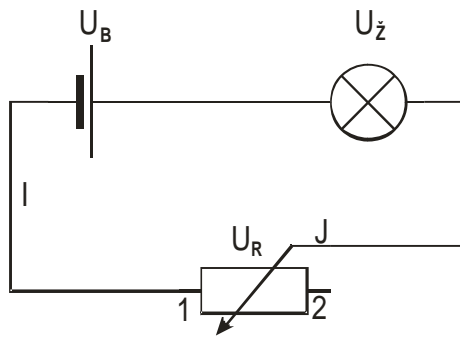
⇒ Odpor mezi jezdcem a vývodem 1 závisí na otočení:

- lineárně (mezi úhlem otočení a a odporem je vztah přímé úměrnosti),
- logaritmicky (mezi úhlem otočení a a odporem je logaritmický vztah).

**Dodatek:** Logaritmická závislost se používá zejména u odporů, které se používají na ovládání hlasitosti. Lidský sluch pracuje logaritmicky, kdy zvýšení hlasitosti o deset dB odpovídá desetinásobnému zvýšení intenzity vlnění.

Pomocí reostatu můžeme plynule regulovat proud a napětí.

**Př. 1:** Pokud chceme reostatem regulovat jas žárovky, můžeme ho do obvodu zapojit následujícím způsobem (zapojení se označuje jako regulace napětí a proudu reostatem).



Obvod sestroj a vyzkoušej. Kam je nutné posunout jezdec reostatu na obrázku, aby žárovkou procházel maximální proud. Jaká je nevýhoda tohoto zapojení?

Jezdcem zapojujeme do obvodu větší nebo menší část odporového válce a tím ovlivňujeme napětí  $U_R$  i proud v obvodu.



Maximální proud prochází při minimálním odporu v obvodu. Odpor reostatu musí být co nejmenší, tedy jezdec blízko u vývodu značeného 1.

Nevýhodou našeho zapojení je, že nemůžeme zmenšit proud obvodem na nulu.

**Př. 2:** Jaký musí být v porovnání s odporem žárovky celkový odpor reostatu, aby bylo možné proud žárovkou omezit na velmi malou hodnotu a žárovku tak zhasnout? Jaký důsledek to bude mít pro regulaci jejího svitu?

Celkový odpor reostatu bude muset být daleko větší než odpor žárovky, což povede k tomu, že již při malém posunu reostatu z minimální polohy, bude svít žárovky velmi slabý.

**Př. 3:** Žárovka se jmenovitými hodnotami  $U_z = 6\text{ V}$  a  $I_z = 100\text{ mA}$  je připojena s reostatem o maximálním odporu  $R_{max} = 50\ \Omega$  je napájena ze dvou baterií o svorkovém napětí  $U_s = 4,5\text{ V}$ . Urči nejmenší možný proud, který může přes žárovku procházet. V jaké poloze musí být na obrázku jezdec reostatu? Jak se bude lišit výsledek ve skutečnosti od spočtené hodnoty?

Nejmenší proud v obvodu  $\Rightarrow$  v obvodu musí být zapojen co největší odpor (tedy maximální odpor reostatu a odpor žárovky)  $\Rightarrow$  jezdec musí být v poloze 2.

$$R = R_{max} + R_z$$

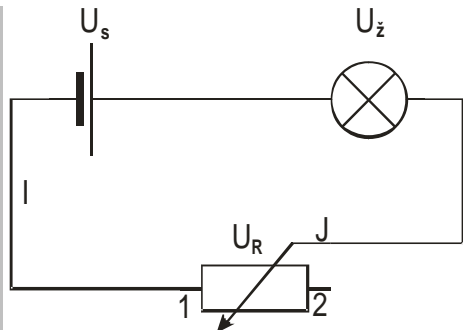
$$R_z = \frac{U_z}{I_z} = \frac{6}{0,1}\ \Omega = 60\ \Omega$$

$$I_{min} = \frac{2 U_s}{R_z + R_{max}} = \frac{2 \cdot 4,5}{50 + 60}\ \text{A} = 0,082\ \text{A}$$

I když nastavíme odpor reostatu na maximální hodnotu, obvodem poteče proud 0,082 A (jen o málo menší než doporučená hodnota).

**Dodatek:** Ve skutečnosti naměříme o trochu větší hodnotu proudu. Obvodem teče menší proud než je 100 mA  $\Rightarrow$  žárovka nebude zcela zahřátá a její odpor nebude  $60 \Omega$ .

**Př. 4:** Na žárovce jsou uvedeny jmenovité hodnoty  $U_z = 6 \text{ V}$  a  $I_z = 100 \text{ mA}$ . Pro nastavení těchto hodnot můžeme použít reostat o maximálním odporu  $R_{max} = 50 \Omega$ . Urči jakou hodnotu odporu musíme nastavit na reostatu pokud chceme, aby žárovka byla připojena na jmenovité hodnoty, i když ji můžeme napájet pouze ze dvou plochých baterií o svorkovém napětí  $U_s = 4,5 \text{ V}$ .  
Urči o jaký úhel musíme osu reostatu otočit, pokud maximální hodnotu nastavíme při otočení o  $330^\circ$  a hodnota odporu se mění lineárně.



Z Ohmova zákona pro napětí  $U_R$  plyne  $U_R = I_R R$ , kde  $R$  je napětí nastavené na reostatu a proud  $I_R$  je proud, který přes něj prochází.

Obvod je sériový, platí  $I_R = I_z \Rightarrow$  dosadíme:  $U_R = I_R R = I_z R$

Z obrázku připojení je zřejmé, že pro napětí v obvodu musí platit  $U_s = U_z + U_R$ .

$$U_s = U_z + U_R = U_z + I_z R$$

$$U_s - U_z = I_z R$$

$$R = \frac{U_s - U_z}{I_z}$$

$$\text{Dosadíme: } R = \frac{U_s - U_z}{I_z} = \frac{4,5 - 6}{0,1} \Omega = 30 \Omega$$

Na reostatu musíme nastavit odpor  $30 \Omega$ .

Otočení reostatu vypočteme pomocí přímé úměrnosti:

$$R_{max} = 50 \Omega \quad \dots \quad 330^\circ$$

$$R = 30 \Omega \quad \dots \quad x^\circ$$

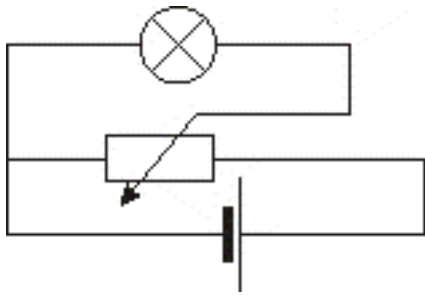
$$x = \frac{30}{50} \cdot 330^\circ = 198^\circ$$

Reostat musíme otočit přibližně o  $200^\circ$ .

Reostatem můžeme regulovat napětí a proud i jinak, pak se nazývá potenciometr.

### Regulace proudu a napětí potenciometrem (děličem napětí)

**Př. 5:** Sestav obvod zakreslený na obrázku.

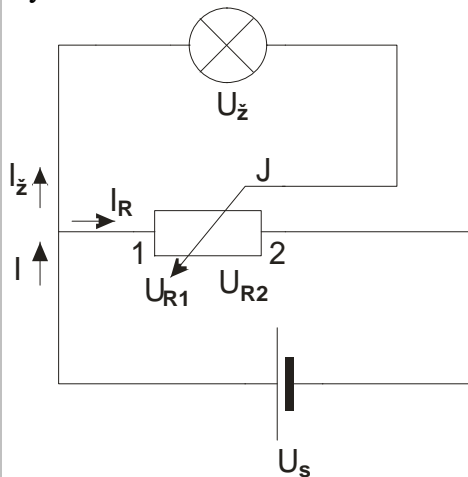


Sleduj, jak se mění jas žárovky při otáčení reostatem a porovnej s předchozím zapojením. Vysvětli.

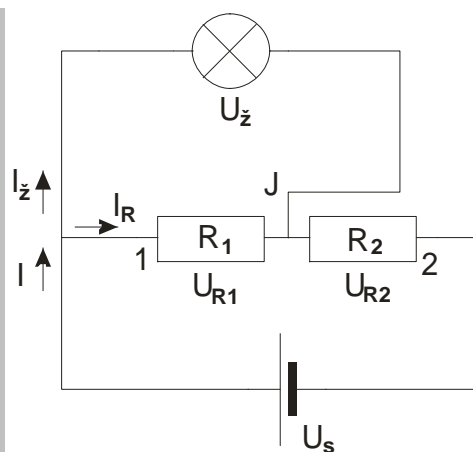
Při otáčení reostatem se jas žárovky mění, na rozdíl od předchozího zapojení tentokrát žárovka úplně zhasne.



Vysvětlení funkce.



Jezdec rozdělí reostat na dva sériově zapojené odpory, žárovka je paralelně zapojena k prvnímu z nich.



Napětí na žárovce je rovno napětí na prvním odporu. Pohybem jezdce měníme velikost prvního odporu od nuly až k maximu, stejně tak se mění i napětí na tomto odporu od nuly k maximu  $\Rightarrow$  napětí na žárovce tak můžeme regulovat od nuly až k plné hodnotě napětí na zdroji.

Pokud zapojíme reostat tímto způsobem, říkáme, že ho využíváme jako **potenciometr** (tímto slovem se často označuje reostat jako takový).

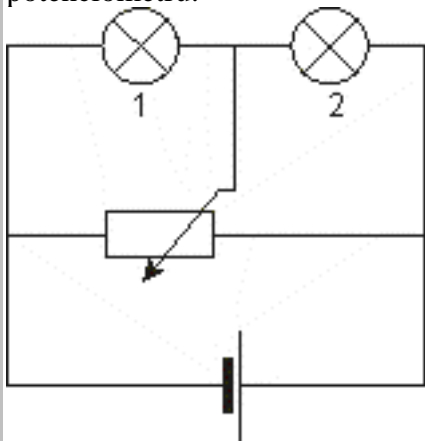
**Př. 6:** Regulace svitu žárovky potenciometrem je na první pohled výhodnější než regulace reostatem (proud přes žárovku můžeme zmenšit na nulu). Čím je tato výhoda zaplácena (v čem je naopak reostat výhodnější než potenciometr)?

Reostat: Veškerý proud dodávaný zdrojem prochází přes žárovku (část energie elektronů se však ztrácí na reostatu).

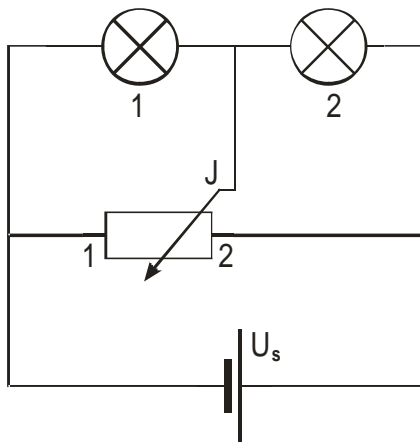
Potenciometr: Část proudu prochází přes tělo reostatu a vůbec nerozsvěcuje žárovku. Zejména v situaci, kdy je maximální odpor potenciometru srovnatelný (nebo menší) než odpor žárovky, jsou ztráty citelné.

**Př. 7:** Přidej do obvodu druhou žárovku tak, aby se při otáčení potenciometrem rozsvěcovala, když první žárovka zhasíná a naopak zhasínala, když se první žárovka rozsvěcuje.

Jezdec rozděljuje potenciometr na dva odpory, pokud jeden z nich posunem jezdce zvětšujeme, druhý se zmenšuje  $\Rightarrow$  zapojíme druhou žárovku paralelně k druhé části potenciometru.



**Př. 8:** K potenciometru na obrázku jsou připojeny dvě stejné žárovky. Rozhodni, která bude svítit více.

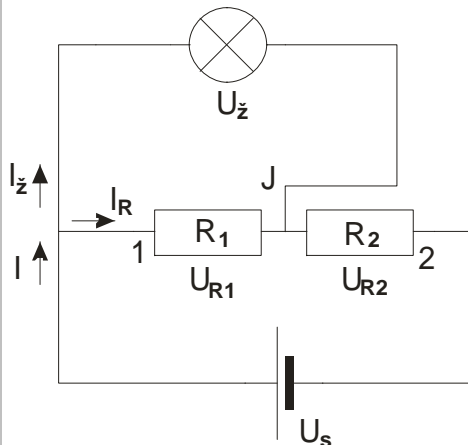


Jezdec potenciometru je blíže k vývodu 2  $\Rightarrow$  odpor mezi místy 1 a J je větší než odpor mezi místy J a 2  $\Rightarrow$  napětí mezi místy 1 a J (je rovno napětí na první žárovce) je větší než napětí mezi místy J a 2 (je rovno napětí na druhé žárovce)  $\Rightarrow$  první žárovka svítí více (je na ní větší napětí).

**Př. 9:** Na žárovce jsou uvedeny jmenovité hodnoty  $U_z = 6\text{ V}$  a  $I_z = 100\text{ mA}$ . Pro nastavení těchto hodnot můžeme použít reostat o maximálním odporu  $R_{max} = 50\ \Omega$  zapojený jako potenciometr.

Urči jakým způsobem musíme rozdělit reostat pokud chceme, aby žárovka byla připojena na jmenovité hodnoty, i když ji můžeme napájet pouze ze dvou plochých baterií o svorkovém napětí  $U_s = 4,5\text{ V}$ .

Rozdělení reostatu určíme, když vypočteme jeden z odporů  $R_1$  nebo  $R_2$ . My spočteme například odpor  $R_1$ .



Podle obrázku platí:  $U_{R1} = U_z$ ,  $I_R = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{U_z}{R_1}$ ,  $I = I_z + I_R = I_z + \frac{U_z}{R_1}$ .

Vyjdeme z rovnice pro napětí:  $U_s = U_{R1} + U_{R2} \Rightarrow U_s - U_{R1} = U_{R2}$ , snažíme se dosadit pouze hodnoty ze zadání  $\Rightarrow$

- dosadíme  $U_{R1} = U_z$  (paralelní zapojení),

- dosadíme  $U_{R2} = I \cdot R_2$  (Ohmův zákon),

$$\Rightarrow U_s - U_z = I \cdot R_2,$$

- dosadíme  $R_2 = R_{max} - R_1$  (rozdělení reostatu jezdcem na dvě části),

- dosadíme  $I = I_z + I_R = I_z + \frac{U_z}{R_1}$ .

$$U_s - U_z = \left( I_z + \frac{U_z}{R_1} \right) \cdot (R_{max} - R_1) \quad \text{získali jsme kvadratickou rovnici pro } R_1 .$$

Dosadíme za veličiny jejich číselné hodnoty a rovnici vypočteme.

$$9 - 6 = \left( 0,1 + \frac{6}{R_1} \right) (50 - R_1)$$

$$3 \cdot R_1 = (0,1 \cdot R_1 + 6) (50 - R_1)$$

$$3 \cdot R_1 = 5 R_1 + 300 - 0,1 R_1^2 - 6 R_1$$

$$0,1 R_1^2 + 4 R_1 - 300 = 0$$

Rovnice má dva kořeny :  $R_1 = 38,3 \Omega$  a  $R_1 = -78,3 \Omega$  , druhá možnost je zjevně nesmyslná.

Odpor reostat musíme pomocí jezdce rozdělit na části o velikostech  $R_1 = 38,3 \Omega$  a  $R_2 = 11,7 \Omega$  .

**Shrnutí:** Reostatem (proměnným odporem) můžeme buď měnit přímo odpor v obvodu nebo pomocí paralelního zapojení regulovat napětí.