

Řazení rezistorů

Při řazení (spojení) spotřebičů se používají dva základní způsoby:

- Sériové zapojení
- Paralelní zapojení

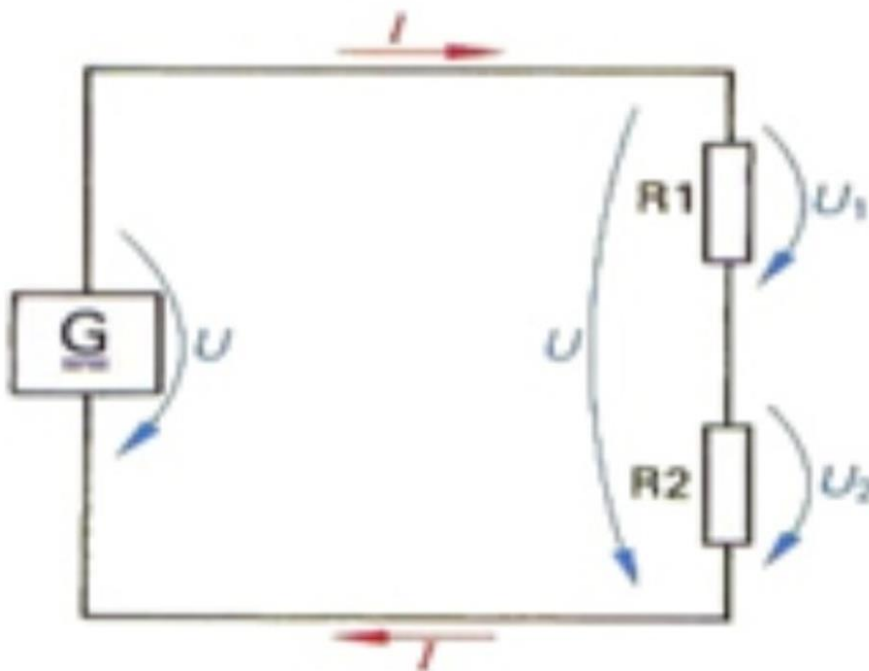
V praxi se často vyskytují obvody, které jsou kombinací sériových a paralelních zapojení, tzv. smíšená zapojení.

Sériové řazení rezistorů

Sériové řazení – za sebou.

Sériové zapojení součástek v elektrickém obvodu je spojení za sebou, tzn. od jedné součástky ke druhé vede jediný vodič. Přerušení sériového obvodu v kterémkoliv místě způsobí přerušení celého obvodu a obvodem tedy neprochází proud.

Obr. 1: Sériové řazení rezistorů



Elektrický odpor

V sériovém zapojení obvodu se celkový odpor všech sériově řazených rezistorů rovná součtu dílčích odporů. $R = R_1 + R_2$

Všeobecně pro libovolný počet odporů platí: $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Elektrický proud

V sériovém zapojení (obvodu) **teče všude stejný proud**, protože se při tomto zapojení nikde nerozvětjuje. V žádné části obvodu, ve kterém jsou pouze součástky s odporem, se nemohou elektrony hromadit.

Všeobecně při libovolném počtu odporů platí pro proud vztah: $I = I_1 = I_2 = \dots I_n$

Tedy: $I = \text{konstantní}$

Elektrické napětí

U sériového řazení se napětí zdroje rovná součtu napětí na jednotlivých rezistorech. Celkové napětí zdroje se rozdělí na jednotlivé odpory. Dílčí napětí na jednotlivých odporech nazýváme úbytky napětí. V sériovém zapojení je součet úbytků napětí na spotřebičích tak velký jako celkové napětí.

Podle 2. Kirchhoffova zákona platí, že v uzavřené smyčce je algebraický součet zdrojových napětí a úbytků napětí na spotřebičích rovný nule, přičemž je třeba brát v úvahu znaménka jednotlivých napětí.

$$U = U_1 + U_2$$

Všeobecně při libovolném počtu odporů platí pro napětí vztah: $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$

V sériovém obvodu protéká všude stejný proud, na největším odporu je největší úbytek napětí a na nejmenším odporu je nejmenší úbytek napětí.

V sériovém zapojení jsou **dílčí napětí ve stejném poměru jako příslušné odpory**. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Obdobně platí poměry napětí k celkovému napětí.

$$\frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R} \quad \frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R} \quad \text{Tyto zákony můžeme odvodit z Ohmova zákona.}$$

Použití sériového zapojení

Spotřebiče, např. žárovky se zapojují sériově jen zřídka, protože při výpadku jednoho spotřebiče je přerušen celý proudový obvod. Přesto se sériové zapojení používá při osvětlení vánočních stromků a světelných řetězů.

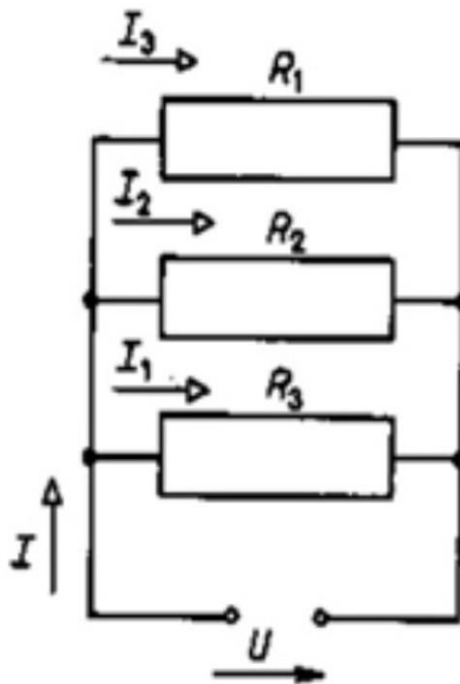
Pro zvětšení napětí se řadí do série zdroje napětí, např. galvanické články. Při zapojení bezpečnostních vypínačů motoru jsou také vypínače zapojeny sériově.

Paralelní řazení rezistorů

Paralelní řazení – vedle sebe.

V paralelním zapojení jsou spolu spojeny vstupní svorky vedle sebe zapojených zařízení a výstupní svorky vedle sebe zapojených zařízení. Paralelní zapojení se také nazývá paralelní spojení nebo zapojení vedle sebe nebo řazení vedle sebe. Paralelní obvod obsahuje uzly, ve kterých se vodiče větví a součástky mohou být umístěny v různých větvích.

Obr. 1: Paralelní řazení rezistorů



Elektrický odpor

Převrácená hodnota výsledného odporu všech paralelně řazených rezistorů se rovná součtu všech převrácených hodnot jednotlivých rezistorů.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Všeobecně platí:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Pro **dva** paralelně zapojené rezistory platí upravený zjednodušený vztah:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Při paralelním spojení je výsledná hodnota odporu menší, než nejmenší dílčí odpor. Tak jako se při paralelním spojení sčítají proudy jednotlivých větví do celkového proudu, tak se sčítají i dílčí hodnoty vodivosti jednotlivých větví do celkové vodivosti. Paralelním spojováním se vodivost zvětšuje.

Celková vodivost je rovna součtu dílčích vodivostí.

Elektrické napětí

U paralelního řazení je mezi konci všech rezistorů **stejné napětí**.

Spojováním vedle sebe do paralelního obvodu je možné na totéž napětí připojit nezávisle na sobě více spotřebičů. $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$

Tedy: $U = \text{konstantní}$

Elektrický proud

U paralelního řazení se **celkový proud rovná součtu proudů v jednotlivých větvích**.

Proudy v jednotlivých spotřebičích se nazývají proudy větví nebo dílčí proudy. Body, ve kterých se proudy větví, se označují jako uzlové body nebo uzly. Do jednoho uzlu může přitékat více proudů (kladné znaménko) a více proudů odtékat (záporné znaménko). Platí 1. Kirchhoffův zákon: součet proudů do uzlu přitékajících je roven součtu proudů z uzlu odtékajících.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Všeobecně platí:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Při paralelním spojení jsou proudy v opačném poměru než příslušné odpory, tedy ve stejném poměru jako vodivosti. Větší proud tedy protéká menším odporem.

Použití paralelního zapojení

Žárovky, domácí spotřebiče i elektromotory jsou vyráběny na normalizované napětí, v ČR síťové napětí 230 V. Proto jsou k síti připojovány paralelně.

Generátory, transformátory a galvanické články se řadí paralelně v případě, jsou-li potřeba velké proudy. K rozšíření rozsahu ampérmetru se paralelně k němu připojuje bočník.

Smíšené řazení rezistorů

Smíšené řazení je takové řazení, ve kterém jsou některé rezistory řazené paralelně a jiné sériově.

V praxi se často vyskytují obvody, které jsou kombinací sériových a paralelních zapojení. Taková zapojení se nazývají smíšená zapojení nebo sériově-paralelní zapojení. Smíšené zapojení obsahuje nejméně 3 prvky.

Při výpočtech se snažíme převést obvod pouze na sériové řazení.

Výpočet výsledného odporu smíšeného zapojení má tyto kroky:

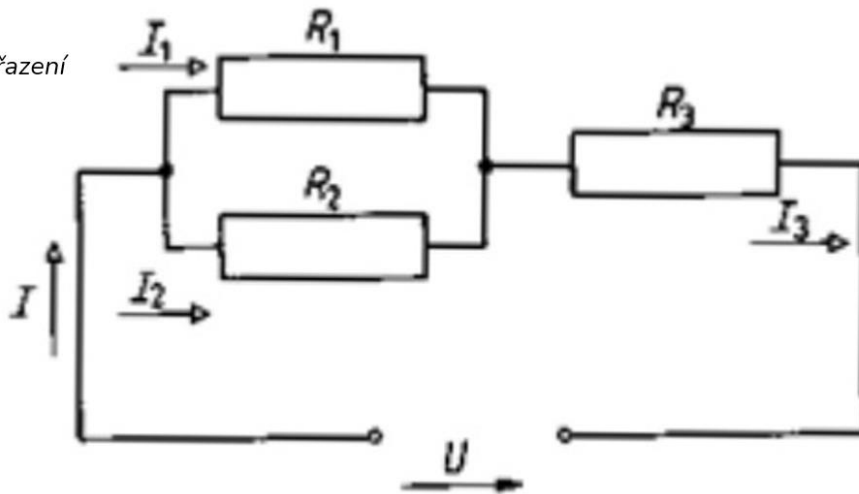
- Zjednodušování, tj. řešení probíhá zevnitř směrem ven.
- Skupiny sériových nebo paralelních odporů jsou postupně nahrazovány výslednými odpory s využitím vzorců pro sériové a paralelní řazení.
- V nově vzniklém zapojení jsou skupiny odporů opět nahrazeny výslednými odpory.
- Postupné nahrazování probíhá tak dlouho, až je zapojení nahrazeno jediným výsledným odporem.

Příklad:

V obvodu na obrázku je: $R_1 = 200\Omega$, $R_2 = 140\Omega$, $R_3 = 500\Omega$.

Určete výsledný odpor obvodu.

Obr. 1: Smíšené řazení

**Řešení:**

Rezistory R_1 a R_2 nahradíme jedním odporem R_{12} .

Pro paralelně řazené rezistory platí:
$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{200\Omega \cdot 140\Omega}{200\Omega + 140\Omega} = 82\Omega$$

Výsledný odpor dostaneme součtem sériově řazených odporů R_{12} a R_3 .

$$R = R_{12} + R_3 = 82\Omega + 500\Omega = 582\Omega$$

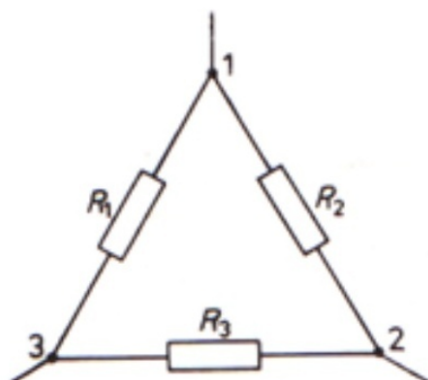
Výsledný odpor obvodu je 582Ω .

Transfigurace rezistorů řazených do trojúhelníku

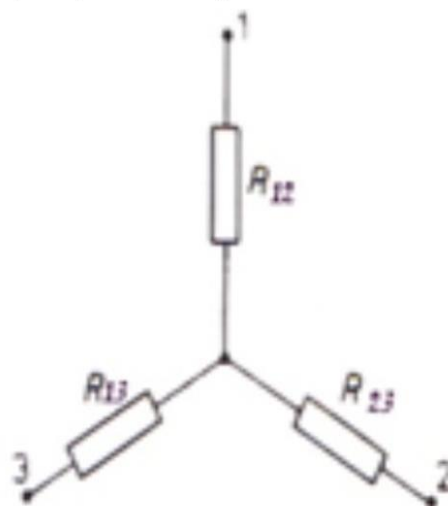
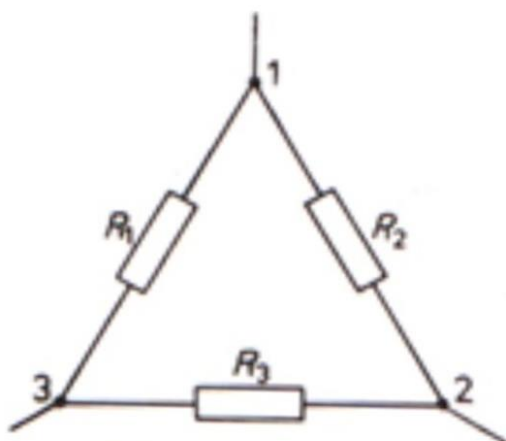
Transfiguraci neboli přeskupení rezistorů používáme, jsou-li rezistory zapojeny do trojúhelníku a obvod se tedy nedá řešit podle pravidel pro sériové ani paralelní řazení. Takovýto obvod musíme upravit tak, abychom mohli daná pravidla použít.

Obvod upravíme tak, aby ho bylo možné řešit podle pravidel pro sériové nebo paralelní řazení. Provedená úprava nesmí změnit odporové poměry mezi vrcholy 1, 2 a 3.

Obr. 1: Rezistory řazené do trojúhelníku

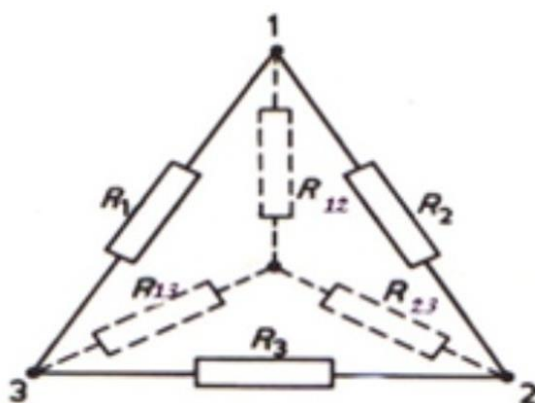


Uvedený obvod nelze podle dosud uvedených pravidel vypočítat, proto použijeme transfiguraci na hvězdu.



Obr. 2: Rezistory řazené do trojúhelníku a do hvězdy

Obr. 3: Transfigurace trojúhelník hvězda



Základní podmínkou každé transfigurace je to, že upravené zapojení musí být rovnocenné z hlediska výsledného odporu.

Rezistory řazené do trojúhelníku nahradíme rezistory řazenými do hvězdy podle daných vztahů:

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_{13} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

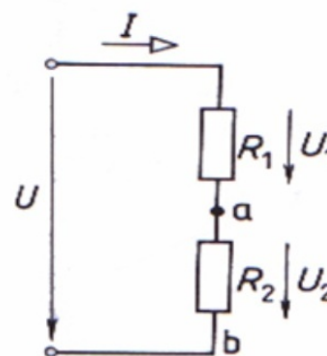
$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Dělič napětí

Mnohé elektrické a elektronické přístroje potřebují napětí, které můžeme nastavit od nuly do maxima. K tomu používáme tzv. děliče napětí. Pomocí nich je možné nastavovat např. svítivost žárovky, pracovní bod zesilovače nebo otáčky stejnosměrného motoru změnou napětí. Dělič napětí je tvořený sériovým zapojením dvou odporů nebo rezistorem s odbočkou, která jej rozděluje na dva díly s odpory R_1 a R_2 , spojené do série. Dělič napětí se připojuje paralelně ke zdroji a potřebné nižší napětí U_2 se odebrá ze svorek **a**, **b**. Toto napětí se potom rovná úbytku napětí na části s odporem R_2 .

Dělič s odbočkou přestavitelnou běžcem pohybujeícím se po rezistoru se nazývá **potenciometr**. Můžeme na něm libovolně měnit poměr odporů R_1 , R_2 a získat napětí od nuly až do napětí zdroje.

Obr. 1: Dělič napětí



Oběma rezistory prochází stejný proud.

Z Ohmova zákona platí: $I = \frac{U_1}{R_1} \quad I = \frac{U_2}{R_2}$

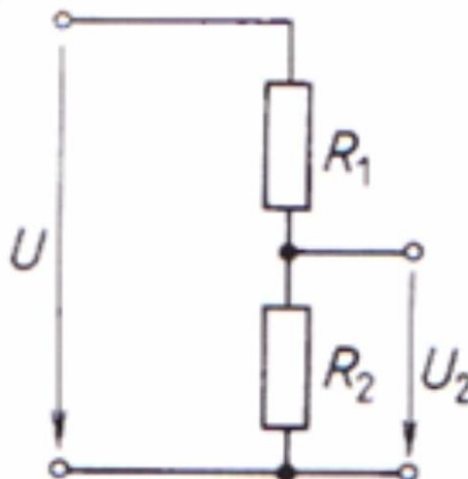
Z rovností proudů plyne: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Napětí na rezistorech se tedy dělí v poměru jejich odporů.

Nezatížený dělič

Z nezatíženého děliče neodebíráme žádný proud. Proud procházející oběma rezistory je stejný. Celkové napětí se rozdělí v poměru na rezistory R_1 a R_2 .

Obr. 2: Nezatížený dělič napětí



Ke svorkám **a** a **b** není připojen další rezistor.

Z rovnosti proudů dostaneme vztah pro výpočet napětí na odbočce nezatíženého děliče:

$$\frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{U_2}{R_2}$$

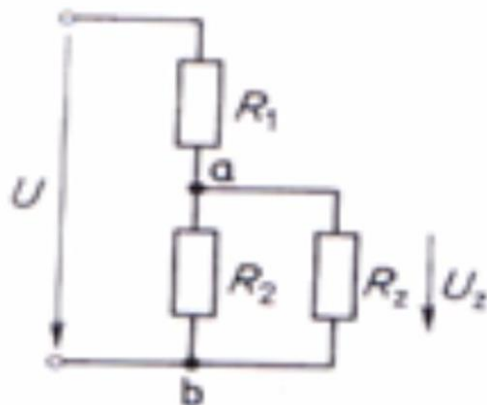
Z toho dostaneme:

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U$$

Zatížený dělič

Dělič je zatížen, je-li na výstup připojen spotřebič, který odebírá proud.

Obr. 3: Zatížený dělič napětí



Zatížený dělič vznikne připojením zatěžovacího rezistoru R_Z .

Pro proudy platí:
$$I = \frac{U}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_Z}{R_2 + R_Z}} \quad I = \frac{U_Z}{\frac{R_2 \cdot R_Z}{R_2 + R_Z}}$$

Po jednoduché úpravě dostaneme vztah pro napětí zatíženého děliče.

$$U_Z = \frac{R_2 \cdot R_Z}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_Z + R_2 \cdot R_Z}$$