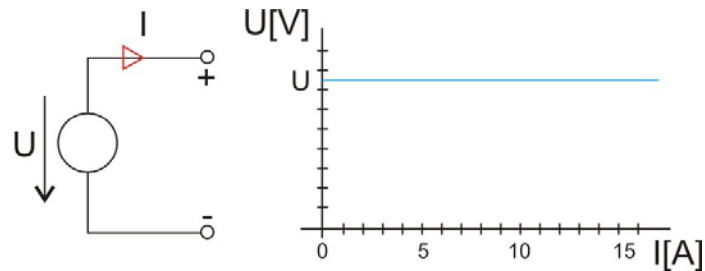


8. Zdroje napětí

Ideální zdroj napětí je takový zdroj, který je schopen dodat libovolný proud do zátěže bez toho, že by se jeho napětí změnilo (snížilo). Jeho schematická značka (náhradní zapojení) je na následujícím obrázku vlevo a zatěžovací charakteristika (graf závislosti napětí na zatěžovacím – odebíraném proudu I) je na obrázku vpravo.

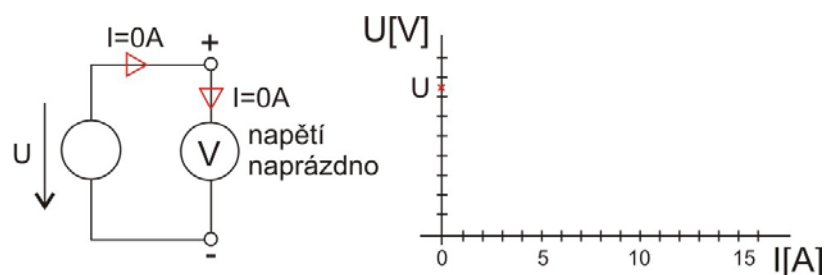


Jak změřit zatěžovací charakteristiku zdroje?

Měříme napětí na svorkách zdroje a proud odebíraný ze zdroje. Obě tyto hodnoty zakreslujeme do grafu. Pro každou hodnotu odebíraného proudu odečteme velikost napětí na svorkách zdroje.

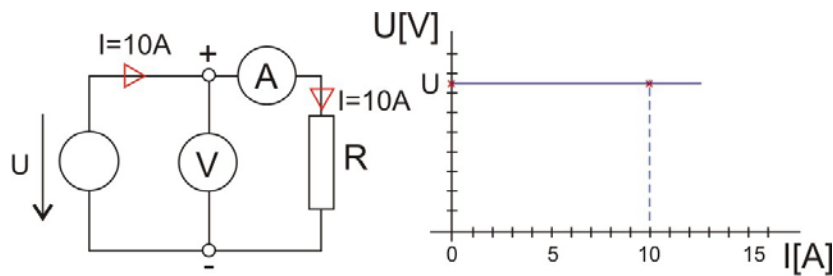
Poznámka: Při kreslení grafů a různých charakteristik vynášíme na svislou osu hodnoty závisle proměnné a na vodorovnou osu nezávisle proměnné. Jinými slovy, hodnoty z vodorovné osy podle potřeby volíme a na svislou osu vynášíme hodnoty, které změříme, na základě nastavených nezávislých hodnot. Když měříme závislost napětí na svorkách zdroje na odebíraném proudu, pak nastavujeme proud zátěží a měříme napětí na svorkách zdroje. Měříme závislost napětí na svorkách zdroje na zatěžovacím proudu zdroje a matematicky to můžeme vyjádřit $U = f(I)$ – napětí je funkcí zatěžovacího proudu.

Dostaneme tak zatěžovací charakteristiku zdroje. Obvykle stačí změřit pouze dvě hodnoty pro vytvoření zatěžovací charakteristiky, protože většina zdrojů má lineární závislost mezi zatěžovacím proudem a napětím.



Ukažme si to na příkladu. Nejdříve ke zdroji připojíme pouze voltmetr, který měří napětí. Voltmetr odebírá ze zdroje téměř nulový proud (spotřeba voltmetru). Při měření proto budeme spotřebu voltmetru zanedbávat. Voltmetr nám změří napětí U zdroje bez zátěže, tzv. napětí naprázdno = napětí ideálního zdroje napětí. Změřenou hodnotu zakreslíme do zatěžovací charakteristiky (červený křížek na svislé ose – na této ose je odebíraný proud ze zdroje nulový, jak je patrné z hodnot na vodorovné proudové ose).

Pak připojíme ke zdroji zátěž (žárovku, odpor nebo nějaký spotřebič) a změříme na zdroji napětí a ampérmetrem proud zátěží. Změříme-li například proud 10A a napětí opět velikosti U ,



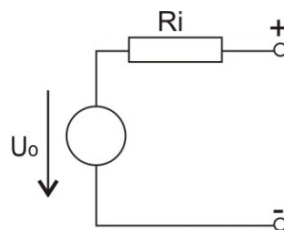
do charakteristiky zakreslíme kolmici k ose proudu v hodnotě 10A (čárkovaná světle modrá) a kolmici k ose napětí v hodnotě U . V průsečíku kolmic zakreslíme křížek. To je druhý bod zatěžovací charakteristiky. Nakonec spojíme oba naměřené body polopřímku, která je naší zatěžovací charakteristikou měřeného zdroje (tmavomodrá).

Jak je vidět na zatěžovací charakteristice ideálního zdroje, napětí na svorkách zdroje je konstantní a nezávislé na zatěžovacím proudu zdroje.

Ideální zdroj napětí v praxi neexistuje. V jistém rozsahu zatěžovacích proudů se jako ideální zdroj napětí může chovat elektronicky stabilizovaný zdroj napětí.

Skutečný zdroj napětí se skládá z ideálního zdroje napětí a jeho vnitřního odporu, který způsobí, že zatěžovací charakteristika není rovnoběžná s proudovou osou. Napětí na svorkách zdroje se při zvyšujícím se zatěžovacím proudu zdroje snižuje. Docházím k úbytku napětí na vnitřním odporu R_i zdroje.

Náhradní zapojení skutečného zdroje napětí je následující:

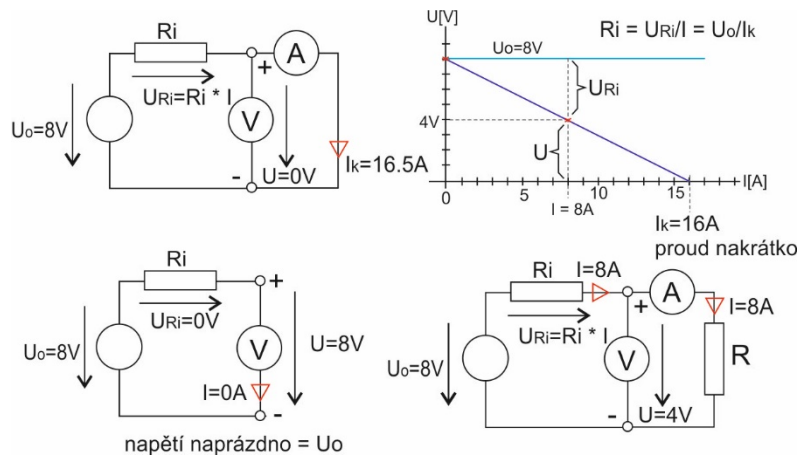


Protože je, **při měření naprázdno**, proud protékající vnitřním odporem zdroje = 0A, bude na základě Ohmova zákona i úbytek napětí na něm 0V. **Změříme na svorkách zdroje napětí U_0** . Posléze si to dokážeme pomoci druhého Kirchhoffova zákona.

Podíváme se na zatěžovací charakteristiku skutečného zdroje napětí. Zakreslíme-li do zatěžovací charakteristiky rovnoběžku v bodě, kde je napětí naprázdno (světle modrá), vidíme názorně pod zatěžovací charakteristikou napětí na svorkách zdroje U a nad ní je úbytek napětí na vnitřním odporu zdroje. Ztrátový výkon na vnitřním odporu zdroje při zatížení zdroj zahřívá. Proto se baterky a zdroje při zatížení (když dodávají proud do zátěže) zahřívají. Ztrátový výkon si již umíme spočítat.

Zatěžovací charakteristiku zakreslíme již dříve popsaným způsobem. Protáhneme-li zatěžovací charakteristiku až protne proudovou osu, dostaneme maximální proud, který je zdroj schopný dodat – **proud nakrátko**. Je to proud, který poteče ze zdroje, pokud zkratujeme svorky zdroje drátem.

Nedoporučuji to však zkoušet ve skutečnosti se zdroji napětí. Může dojít ke zničení zdroje, nebo se může zkratovací drát protékajícím proudem rozžhavit a popálit nám ruce, nebo způsobit požár.

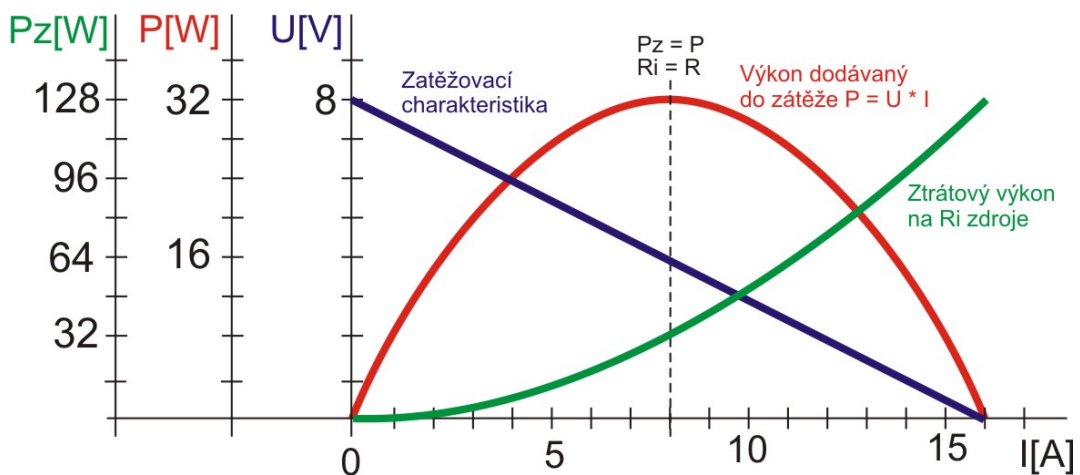


Když potřebujeme zjistit napětí na svorkách zdroje při požadovaném zatěžovacím proudu, stačí pro tento proud vynést na proudové ose kolmici. Kde kolmice protne zatěžovací charakteristiku, vedeme rovnoběžku s proudovou osou. Kde tato rovnoběžka protne napětovou osu, takové je při tomto proudu napětí na svorkách zdroje.

Vždy je dobré znát zatěžovací charakteristiku a náhradní zapojení zdroje, který používáme.

Poznámka: Pozor na olovené autobaterie. Obvykle v autě plně nabitě mají napětí přes 13 V. Při startování auta dodávají proud větší než 300A. Při zkratu je proud ještě mnohem větší. Pokud takovou baterii zkratujeme drátem, můžeme si o drát popálit ruce. Ve chvíli se drát k baterii procházejícím proudem přivaří a není jej možné od baterie odpojit. Drát se rozpálí tak, až se roztaví a může nás zranit i odstříkující rozžhavený kov, ze kterého je drát vyroben. Pokud to provedeme v autě, může nám auto začít hořet!!!!

Důležité je také chápat a vědět, jak je to se zátěží zdroje v závislosti na ztěžovacím proudu zdroje. Tato závislost je pro příklad našeho zdroje nakreslena na následujícím obrázku.



Modrá je zatěžovací charakteristika zdroje. Tu již známe a rozumíme jí. Červeně je zde nakreslena výkonová charakteristika zdroje. Ukazuje, jaký výkon do zátěže je zdroj schopný dodat. Prakticky do poloviční hodnoty zatěžovacího proudu zdroje dodávaný výkon stoupá. Maximální výkon do zátěže

zdroj dodává, když je odpor zátěže roven vnitřnímu odporu zdroje $R_i = R$, tedy když zátěží teče polovina maximálního proudu (proudu na krátko), co je zdroj schopen dodat, přičemž na vnitřním odporu zdroje R_i se ztrácí polovina U_o . V této chvíli se na R_i ztrácí stejný výkon, jaký zdroj dodává do zátěže. Říkáme, že je zátěž výkonově přizpůsobena zdroji. U audiozesilovačů je právě takto správně zatížen zesilovač a dodává do reproduktorů maximální výkon.

Do této doby byl ztrátový výkon na R_i menší než výkon dodaný do zátěže. Při zvyšujícím se proudu zátěží (odpor zátěží je menší než odpor R_i) se prudce zvyšuje ztrátový výkon na vnitřním odporu zdroje a zdroj se začíná silně zahřívat. Vidíme, že pokud je zdroj na krátko, je ztrátový výkon na vnitřním odporu zdroje ($P_z = R_i \cdot I^2$) dokonce několikrát větší, než je maximální výkon, který je zdroj schopen dodat do zátěže! **To je situace, kdy je zdroj extrémně přetížen a je možné, že velmi rychle dojde k jeho zničení. Tomuto brání pojistky, které zdroj chrání proti přetížení. Pojistky odpojí zátěž ve chvíli, kdy by odebíraný proud ze zdroje mohl zdroj nebo vedení poškodit.**

Cvičení:

1. Napětí naprázdno zdroje je 12V. Napětí na svorkách zdroje je 8V při odebíraném proudu ze zdroje 3A. Nakreslete zatěžovací charakteristiku zdroje.
2. Dodává-li zdroj proud 5A, je na jeho svorkách napětí 24V. Při proudu 3A je na svorkách zdroje 30 V. Nakreslete zatěžovací charakteristiku zdroje. Určete z ní napětí U_o , proud nakrátko a vnitřní odpor zdroje R_i . Nakreslete náhradní zapojení tohoto zdroje.