

Základy elektrotechniky

Elektrotechnika se zabývá výrobou, rozvodem a spotřebou elektrické energie a zařízeními, která se pro tyto účely používají.

Elektřina a elektrické jevy jsou známy téměř dva a půl tisíce let. Název elektřina je odvozen od řeckého výrazu jantar, protože elektrické jevy se nejvíce projevily při předení, kdy se třením elektricky nabíjely jantarové součástky kolovrátků.

Elektrické jevy se dlouho považovaly za zajímavost, která nemá praktické uplatnění. Teprve Voltovy galvanické články umožnily zkoumat jevy spojené s průchodem elektrického proudu vodiči. Ze začátku se elektřinou zabývala jen fyzika, později se vytvořila elektrotechnika jako technické odvětví a nakonec vznikla teoretická elektrotechnika jako věda.

Základní pojmy

Česká technická norma: ČSN ISO 31-0 Veličiny a jednotky

sjednocuje značky fyzikálních veličin a jednotek.

Zákon č. 505/1990 Sb. O metrologii

předepisuje orgánům a organizacím státní správy v ČR používat měřící jednotky stanovené státní technickou normou.

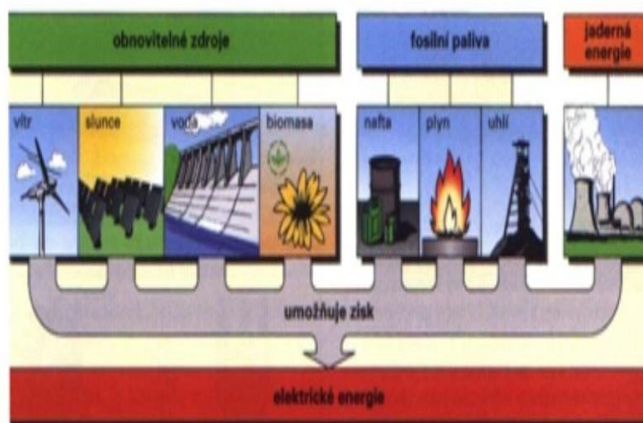
Aby nám elektrický spotřebič sloužil, musíme mu dodat vyrobenou elektrickou energii. K tomu slouží elektrické obvody.

V praxi můžeme obvody rozdělit:

stejnoseměrné elektrické obvody,

střídavé jednofázové obvody,

střídavé trojfázové obvody.



Elektrická energie

Energie je schopnost konat práci.

Energii nelze vyrobit. Elektrickou energii můžeme získat přeměnou z jiné energie. Např. z mechanické energie (generátory).

Přeměna elektrické energie na jiný druh energie se označuje jako elektrická práce.

Zařízení přeměňující elektrickou energii na jiné druhy energie se nazývají spotřebiče. Ke spotřebičům patří např. žárovky, elektromotory a pod. Elektrická energie se dá bez velkých ztrát převádět na jiné druhy energie.

Elektrická práce

Elektrická práce u stejnosměrných obvodů je mírou přeměny elektrické energie na jiné druhy energie.

Práce se vykonává, přesuneme-li náboj Q mezi dvěma místy, mezi nimiž je napětí U .

Elektrická energie se může v obvodu měnit na jinou energii (např. tepelnou, mechanickou, světelnou a pod.).

Jestliže se ve vodiči, na jehož koncích je elektrické napětí U , přemístí částice s nábojem Q , vykonají síly elektrickou práci.

$$W=Q.U$$

Prochází-li vodičem konstantní proud I po dobu t , je elektrický náboj $Q=I.t$ a pro práci elektrického proudu ve vodiči pak platí:

$$W=U.I.t$$

kde: W – elektrická práce,

U – elektrické napětí,

I – elektrický proud,

t – čas, po který se práce koná.

Elektrická práce W je při konstantním proudu a napětí součinem proudu I , napětí U a času t .

Elektrická práce je tím větší, čím větší je napětí U , čím větší je proud I a čím delší dobu je práce vykonávána. Práce se vykonává jen tehdy, je-li součin okamžitých hodnot napětí a proudu nenulový.

Elektrická práce se označuje jako spotřebovaná nebo odebraná elektrická energie a tato spotřeba se měří v kilowathodinách (kWh).

Jednotky elektrické práce

Jednotka J (joule).

V elektrotechnice se běžněji používá jednotka Ws nebo její násobky **Wh** či **kWh** (při účtování poplatků za el. práci podle údajů na elektroměru).

$$1\text{kWh} = 1\,000\text{Wh} = 3\,600\,000\text{Ws} = 3\,600\,000\text{J}$$

Měření elektrické práce

- **Nepřímé měření** – změříme napětí, proud a vypočítáme ze vztahu: $W=U.I.t$
- **Přímé měření spotřeby elektrické energie**, tj. práce - používají se elektroměry (v domácnosti).

Procvič si:

1. Co vyjadřuje elektrická práce?
2. V jakých jednotkách se udává spotřeba v domácnostech?
3. Jak se vypočítá elektrická práce?

Elektrický výkon

Výkonem rozumíme podíl práce vykonané v čase t a tohoto času. Elektrický výkon je tedy podíl elektrické práce a času jejího vykonání.

Elektrický výkon u stejnosměrných obvodů je práce vykonaná za jednotku času:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t}$$

Po úpravě dostaneme: $P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t}$

kde: P – elektrický výkon,

U – elektrické napětí,

I – elektrický proud.

Jednotka je W (watt).

Elektrický výkon tedy počítáme jako součin napětí a proudu.

Pomocí Ohmova zákona můžeme odvodit vztahy pro výpočet výkonu z proudu a odporu nebo z napětí a odporu.

$$P = U \cdot I$$

z OZ platí: $U = I \cdot R$

dosadíme: $P = I \cdot R \cdot I$

upravíme: $P = I^2 \cdot R$

$$P = U \cdot I$$

z OZ platí: $P = \frac{U^2}{R}$

dosadíme: $P = U \cdot \frac{U}{R}$

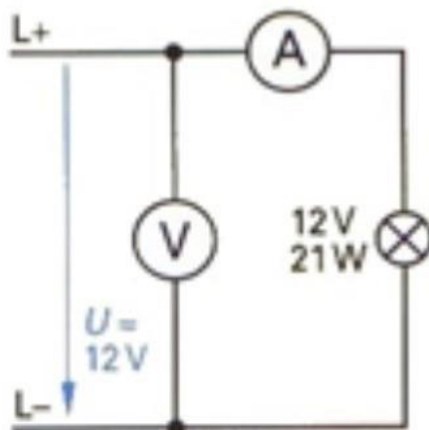
upravíme: $P = \frac{U^2}{R}$

Ve spotřebiči s konstantním odporem narůstá výkon s druhou mocninou proudu nebo též s druhou mocninou napětí.

Měření elektrického výkonu

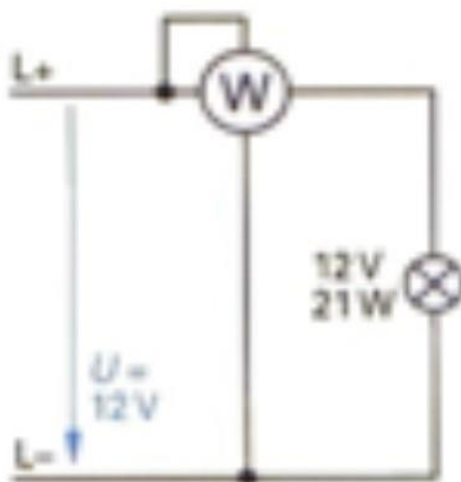
•**Nepřímé měření**– změříme napětí, proud a vypočítáme výkon ze vztehu $P=U \cdot I$.

Obr. 1: Schéma zapojení nepřímého měření výkonu



Přímé měření – pomocí wattmetru nebo univerzálního měřicího přístroje. Napěťová větev se zapojuje jako voltmetr a proudová větev jako ampérmetr.

Obr. 2: Schéma zapojení přímého měření výkonu



Příkon a výkon

Elektrický příkon P_1 – výkon, který spotřebiči dodáváme (uvádí se na štítku spotřebiče nebo v návodu, mimo elektrických strojů).

Užitečný výkon P_2 – výkon, který dodává spotřebič (uvádí se u elektrických strojů).

Účinnost

Účinnost η (éta) je poměr mezi užitečně využívaným výstupním výkonem a vstupním příkonem spotřebiče:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Účinnost je bezrozměrná veličina.

V praxi se však účinnost udává v procentech - %.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100$$

Účinnost může být udána podílem výkonů přímo nebo v procentech a je vždy menší než 1 nebo menší než 100 %, protože výstupní výkon je vždy menší než vstupní výkon.

P_1 – je **elektrický příkon**, tzn. výkon, který spotřebiči dodáváme

Příkon se uvádí na štítcích strojů a přístrojů nebo v návodu jako hodnota jmenovitého výkonu spotřebičů. Např. žárovky mají příkon 40W, 60W, 100W atd.

P_2 – je **užitečný výkon**, tzn. výkon, který dodává spotřebič

Jmenovitý výkon, uváděný na štítku udává u elektrospotřebičů vstupní příkon (odebíraný výkon) a u elektromotorů a pohonů výstupní odevzdávaný výkon.

Ztráty

Ztráty (ztrátový výkon) – **rozdíl mezi příkonem a výkonem** (neužitečně přeměněný výkon):

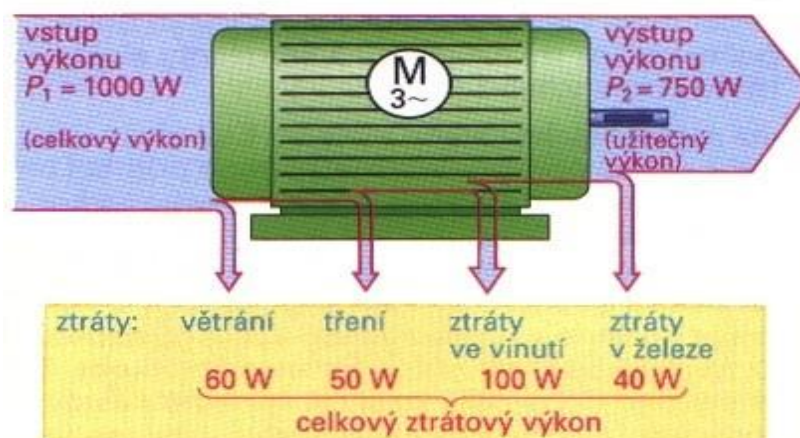
$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Příklady

Příklad výkonů a ztrát u žárovky:

Žárovka s příkonem 100W dodává světelný výkon asi 10W, tj. 90W se v ní neúčelně mění v teplo. V žárovce jsou tedy ztráty kolem 90%.

Příklad výkonů a ztrát v motoru: Obr. 1: Příkony a ztráty v motoru



Elektrické teplo

Teplo

Teplo, nebo-li tepelná energie, je dána energií neuspořádaného pohybu atomů a nebo molekul. Přeměna elektrické energie na tepelnou probíhá většinou přímo. Toto teplo může být užitečné, např. u tepelných spotřebičů, nebo nežádoucí ztrátové, např. u elektromotorů a žárovek. Teplo je energie a jeho množství se udává ve stejných jednotkách, tedy v joulech - J.

Při průchodu proudu (volných elektronů) vodičem dochází ke srážkám elektronů s ostatními částicemi vodiče. Tím vzniká odpor vodiče a navíc dochází k předání energie ostatním částicím, a tím se vodič zahřívá.

Čím je průřez vodiče menší, tím je více srážek a tím také větší odpor a vodič se také více zahřívá. Vliv na teplotu má i hustota proudu. Při větší hustotě proudu se vodič zahřívá na vyšší teplotu.

Jednotka – J (joule).

Joulův - Lenzův zákon

Joule a Lenz při svých pokusech zjistili, že čím déle prochází proud topnou spirálou, tím vyšší je teplota. Při dalších pokusech zjistili, že teplo Q vzniklé při průchodu proudu I vodičem, mezi jehož konci je napětí U , je:

$$Q = W = U \cdot I \cdot t$$

Teplo, které vzniká při průchodu ustáleného stejnosměrného proudu vodičem, je přímo úměrné součinu proudu, napětí a doby, po kterou proud prochází.

Účinnost přeměny elektrické práce na teplo je téměř 1. Jedná se o nejdokonalejší přeměnu elektrické energie.

Přeměna elektrické energie na teplo se využívá u tepelných spotřebičů. Ty tvoří zpravidla topná spirála, kterou prochází elektrický proud.

Obr. 1: Vedení tepla



Přenos tepla

Přenos tepla probíhá z teplejšího místa do chladnějšího:

- vedením – v hmotném prostředí
- konvencí – pomocí proudící látky (např. plynu)
- zářením.

Přenášený tepelný výkon – závisí na rozdílu teplot a tepelném odporu prostředí

Teplota

Termodynamická teplota je mírou tepelného pohybu částic, ze kterých je látka složena.

Jednotka – K (kelvin)

Celsiova teplota je teplota udávaná ve stupních Celsia ($^{\circ}\text{C}$).

$0\text{ K} = -273,16^{\circ}\text{C}$

Kromě termodynamické teploty vyjadřované v kelvinech se používá Celsiova teplota, měřená ve stupních Celsia. Celsiova stupnice má nulu při teplotě trojného bodu vody, při které je voda při normálním atmosférickém tlaku (1 013 hPa) pohromadě ve všech třech skupenstvích. Jednotka je stejně velká jako u Kelvinovy stupnice.