

## E4 Práce elektrického proudu. Ověření vztahů mezi veličinami popisujícími stejnosměrný a střídavý proud a napětí.

### Práce a výkon stejnosměrného proudu

Při přenesení náboje  $Q$  ve vnější části jednoduchého elektrického obvodu mezi svorkami zdroje o napětí  $U$  vykonají síly elektrického pole práci

$$W = UQ$$

Pokud je elektrický proud  $I$  v obvodu konstantní, platí

$$Q = It, \quad W = UIt$$

Má-li vnější část obvodu odpor  $R$ , platí užitím Ohmova zákona

$$W = RI^2t = \frac{U^2}{R}t$$

Jednotka elektrické práce je joule (J).

Změny vnitřní energie vodičů způsobené průchodem proudu vedou ke zvýšení jejich teploty. Takto přenesená energie  $Q_J$  se nazývá **Joulovo teplo**. Nedochází-li současně k jiným přeměnám elektrické energie (např. na energii mechanickou nebo chemickou), je Joulovo teplo rovno elektrické práci

$$Q_J = UIt = RI^2t = \frac{U^2}{R}t \quad (1)$$

Výkon elektrického proudu ve spotřebiči o odporu  $R$  je dán vztahy

$$P = \frac{W}{t} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

### Práce a výkon střídavého proudu (s odporem)

V obvodu střídavého proudu se proud a napětí neustále mění, měnit se bude i výkon a jeho okamžitá hodnota

$$p = ui$$

o obvod, který má jen odpor, platí

$$p = Ri^2 = RI_m^2 \sin^2 \omega t = P_m \sin^2 \omega t$$

Okamžitá hodnota výkonu se tedy mění s dvojnásobnou frekvencí než proud a dosahuje amplitudy

$$P_m = RI_m^2$$

Střední hodnota výkonu v průběhu periody je

$$\bar{P} = \frac{P_m}{2} = \frac{1}{2} I_m^2 R$$

To znamená, že střídavý proud o amplitudě  $I_m$  má střední výkon jako ustálený stejnosměrný proud takové hodnoty  $I$ , že platí

$$I^2 R = \frac{1}{2} I_m^2 R$$

čili

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$$

Zcela obdobně dostaneme pro napětí

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 U_m \quad (2)$$

Tyto hodnoty proudu  $I$  a napětí  $U$  nazýváme **efektivní**.

*Efektivní hodnoty střídavého proudu a napětí odpovídají hodnotám stejnosměrného proudu a napětí, při nichž je výkon v obvodu s odporem stejný jako výkon daného střídavého proudu.*

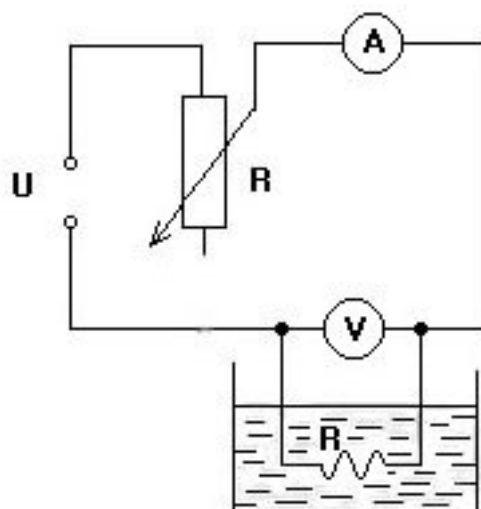
Pro výkon  $P$  střídavého proudu v obvodu s odporem platí

$$P = UI$$

Efektivní hodnoty proudu a napětí ukazují měřicí přístroje pro střídavý proud a napětí.

**Elektrický kalorimetr** je přístroj, který nám umožňuje změřit velikost přeměněné elektrické energie v teplo. Je tvořen dobře izolovanou nádobou s tekutinou, ve které je topná spirála elektrického odporu  $R$ .

Obr.1



Zanedbáme-li tepelné ztráty, pak teplo uvolněné průchodem elektrického proudu spirálou zvýší teplotu  $\vartheta$  tekutiny hmotností  $m$ , měrné tep. kapacity  $c$  o  $\Delta\vartheta$  :

$$\text{Platí} \quad U.I.t = mc\Delta\vartheta \quad (3)$$

Vzhledem k tomu, že kalorimetr je sestaven z celé řady součástí ( nádoba, topná spirála, míchadlo, teploměr ) o různých hmotnostech a různých tep. kapacitách, zavádíme veličinu  $K$  – *tepelnou kapacitu kalorimetru* jako součet součinů hmotností a měrné tep. kapacity jednotlivých částí kalorimetru.

Rovnice má pak tvar

$$U.I.t = (mc + K)\Delta\vartheta \quad (4)$$

ze které můžeme  $K$  vypočíst.

Chceme-li vyloučit tep. kapacitu kalorimetru, provedeme dvoje měření z různým množstvím kapaliny. Aplikujeme-li rozdíl těchto dvou měření,  $K$  se vyloučí :

$$U.I. t_1 = m_1c\Delta\vartheta + K\Delta\vartheta$$

$$U.I. t_2 = m_2c\Delta\vartheta + K\Delta\vartheta$$

$$\text{Rozdíl} \quad U.I. (t_1 - t_2) = (m_1 - m_2)c\Delta\vartheta \quad (5)$$

### Úkoly:

1. Pomocí elektrického kalorimetru experimentálně ověřte tepelné účinky stejnosměrného a střídavého proudu a platnost vztahů (4) a (5). Určete tepelnou kapacitu kalorimetru  $K$  z rovnice (4).  
Proveďte dvě měření pro stejnosměrný proud a hmotností  $m_1$  a  $m_2$  a dvě měření pro střídavý proud a hmotností  $m_1$  a  $m_2$ . Do vztahů pro ověření použijte teplotní a časové rozdíly získané z grafů závislosti vzrůstu teploty na čase.
2. Pomocí osciloskopu ověřte vztahy pro efektivní hodnotou střídavého napětí (2).  
Pozn. Součástí úlohy je práce s osciloskopem.

### Pomůcky:

střídavý a stejnosměrný zdroj proudu, elektrický kalorimetr, teploměr, stopky, ampérmetr a voltmetr na stejnosměrný i střídavý proud, osciloskop, reostat, spojovací vodiče.