

a z menšej cievky  $C_2$ , tvorenej väčším počtom závitov tenšieho drôtu, takže jej odpor je veľký. Cievka  $C_2$ , nesúca ručičku, môže sa otáčať v magnetickom poli nepohyblivej cievky  $C_1$ , a roviny závitov obidvoch cievok v nulovej polohe prístroja sú na seba kolmé. Pri meraní svorky wattmetra sa pripájajú ku svorkám spotrebiča elektrickej energie a jej zdroja spôsobom zrejším z obr. 6.25. Pretože prúd v cievke  $C_1$  sa potom približne rovná prúdu  $I$  v spotrebiči a prúd v cievke  $C_2$  je úmerný napätiu  $e$  na jeho svorkách, na pohyblivú cievku  $C_2$  účinkuje dvojica síl s momentom  $D_m = keI \cos \alpha$ , kde  $\alpha$  je uhol pootočenia cievky  $C_2$  z jej nulovej polohy v homogénnom magnetickom poli cievky  $C_1$ . Keď sa prúd, ktorého výkon má byť zmeraný, mení s časom dost rýchle, cievka  $C_2$ , vracaná do svojej nulovej polohy pružnou špirálou, ustáli sa v polohe, pri ktorej sa impulz momentu síl špirály rovná strednej hodnote impulzu momentu  $D_m$  magnetickej sily. Moment  $D_s$  dvojice síl vyvíjaných stočenou špirálou je úmerný uhlu pootočenia cievky  $\alpha$ ,  $D_s = D_0\alpha$ . Za rovnováhy, keď  $T$  je perióda premenlivosti meraného prúdu, je preto splnená rovnica

$$\frac{1}{T} \int_0^T D_s dt = \frac{1}{T} \int_0^T D_m dt = \frac{1}{T} \int_0^T keI \cos \alpha dt$$

a teda, keďže pri ustálenej polohe cievky  $C_2$  moment  $D_s = D_0\alpha$  aj uhol  $\alpha$  sú konštantné, aj rovnica

$$f(\alpha) = \frac{\alpha}{\cos \alpha} = \frac{k}{D_0} \frac{1}{T} \int_0^T eI dt = \frac{k}{D_0} N$$

kde  $N$  je meraný stredný výkon.

Podľa tohto výsledku uhlová výchylka mernej cievky wattmetra je jednoznačnou funkciou stredného výkonu prúdu, a to bez ohľadu na to, či jeho časový priebeh je harmonický alebo zložitejší.

**6.12. Transformátor.** Dve cievky nachádzajúce sa blízko seba, obyčajne na spoločnom železnom jadre, tvoria transformátor. Keď totiž vinutím jednej cievky sa vedie striedavý prúd, v druhej cievke sa indukuje tiež striedavé napätie, podľa pomeru počtu závitov obidvoch cievok väčšie alebo menšie.

Nech je koeficient samoindukcie prvej cievky (primárneho vinutia)  $L_1$ , koeficient samoindukcie druhej cievky (sekundárneho vinutia)  $L_2$ , koeficient vzájomnej indukcie obidvoch cievok  $M$ . Ohmický odpor okruhu prvej cievky nech je ďalej  $R_1$ , okruh druhej cievky  $R_2$ .

Keď primárnej cievke je vnútené striedavé napätie  $e_1 = e_{10} \cdot \sin \omega t$ , pre-

chádza vinutím prvej cievky prúd  $I_1$ , vinutím druhej cievky prúd  $I_2$ . Tieto prúdy splňujú diferenciálne rovnice:

$$I_1 = \frac{e_1 - L_1 \frac{dI_1}{dt} - M \frac{dI_2}{dt}}{R_1}, \quad I_2 = \frac{-L_2 \frac{dI_2}{dt} - M \frac{dI_1}{dt}}{R_2}$$

alebo

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} + M \frac{dI_2}{dt} + R_1 I_1 = e_1 \quad (1)$$

$$L_2 \frac{dI_2}{dt} + M \frac{dI_1}{dt} + R_2 I_2 = 0$$

Riešenie týchto rovníc nájdeme pre ustálený stav najrýchlejšie opäť tak, že pravú stranu prvej rovnice nahradíme komplexnou funkciou času  $e^* = e_{10} \cos \omega t + i e_{10} \sin \omega t = e_{10} e^{i\omega t}$  a nájdeme komplexné riešenie takto upravených rovníc. Hľadané riešenie bude dané reálnou hodnotou imaginárnej časti riešenia komplexného. Pre komplexné prúdy  $I_1^*$  a  $I_2^*$  môžeme písať:

$$I_1^* = I_{10} e^{i(\omega t - \varphi_1)}, \quad I_2^* = I_{20} e^{i(\omega t - \varphi_2)}$$

$$\frac{dI_1^*}{dt} = \omega i I_1^*, \quad \frac{dI_2^*}{dt} = \omega i I_2^*$$

Dosadením do rovnice (1) dostávame:

$$\omega i L_1 I_1^* + \omega i M I_2^* + R_1 I_1^* = e_1^* \quad (2)$$

$$\omega i L_2 I_2^* + \omega i M I_1^* + R_2 I_2^* = 0$$

Z posledných dvoch lineárnych rovníc môžeme vypočítať  $I_1^*$  a  $I_2^*$ , resp.  $I_1$  a  $I_2$ . Indukovaná elektromotorická sila v sekundárnom vinutí je daná súčinnom  $R_2 I_2$ .

**6.13. Dvojfázové a trojfázové systémy prúdov.** Predstavme si, že dva rovinné závitov s rovinami odklonenými od seba o  $\pi/2$  sa otáčajú v homogénnom magnetickom poli okolo osi, ktorá je na indukčné čiary poľa kolmá, uhlovou rýchlosťou  $\omega$ . Začiatky závitov nech sú vzájomne spojené a prostredníctvom zberného krúžka pripojené ku svorke zariadenia  $S_0$ ; konce závitov nech sú podobným spôsobom pripojené ku svorkám  $S_1$  a  $S_2$ . Medzi svorkami  $S_1$  a  $S_0$ , resp.  $S_2$  a  $S_0$ , budú potom s časom harmonicky sa meniace napätia:

$$e_1 = e_0 \sin \omega t$$

$$e_2 = e_0 \sin (\omega t - \pi/2) = -e_0 \cos \omega t \quad (1)$$