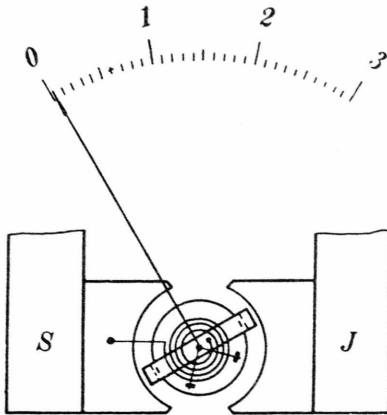
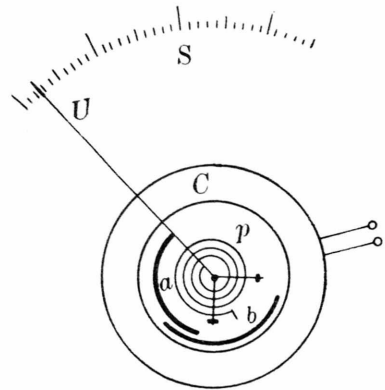


železné segmenty sa odpudzujú, a to tým viac, čím je prúd silnejší. Takéto prístroje mávajú samostatné stupnice na meranie jednosmerných (značka =) a striedavých (značka ~) prúdov a napätí.

Presné prístroje na meranie striedavých prúdov a napätí aj vysokých frekvencií obsahujú buď usmerňovací prvok, buď termočlánok, ktorého jeden spoj je ohrievaný meraným prúdom.



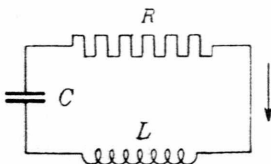
Obr. 6.11.



Obr. 6.12.

6.6. Tlmené elektrické kmity. Majme na mysli okruh zložený z kondenzátora kapacity C , ohmického odporu R a indukčnej cievky so samoindukčnosťou L (obr. 6.13). Predpokladajme, že v čase $t = 0$ ems nejakým spôsobom nabitého kondenzátora bola e_0 a prúd v okruhu v tom istom okamžiku bol I_0 .

Keď od tohto okamžiku na okruh už neúčinkujú nijaké vonkajšie vplyvy, podľa 2. zákona Kirchoffovho v ľubovoľnom neskoršom čase prúd I v okruhu splňuje rovnicu



Obr. 6.13.

$$IR = e_C + e_L = \frac{Q}{C} - L \frac{dI}{dt}$$

kde e_C je ems kondenzátora, ktorého jedna doska nesie náboj Q , a e_L je ems vznikajúca samoindukciou v indukčnej cievke. Derivovaním tejto rovnice podľa času (aby sme z nej odstránili náboj Q) a vykonaním ďalšej malej úpravy vyplýva z nej rovnica

$$\frac{d^2I}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dI}{dt} + \frac{1}{CL} I = 0 \quad (1)$$

alebo, keď položíme $\frac{R}{L} = 2b$ a $\frac{1}{\sqrt{CL}} = \omega_0$, rovnica

$$\frac{d^2I}{dt^2} + 2b \frac{dI}{dt} + \omega_0^2 I = 0 \quad (2)$$

Vidíme, že rovnica (2) svojím tvarom je totožná s diferenciálnou rovnicou (1) tlmeného harmonického pohybu hmotného bodu, s ktorou sme sa zaoberali už v čl. 2.19 prvého dielu tejto učebnice. Výsledky získané v tomto článku platia preto aj pre prúd v okruhu, ktorým sa teraz zaoberáme. Podľa týchto výsledkov v osamotenom okruhu zloženom z kapacity, odporu a indukčnosti môže byť elektrický prúd, ktorý sa bude s časom periodicky meniť, keď bude $\omega_0 > b$, t. j. keď bude $\frac{1}{CL} > \frac{R^2}{4L^2}$, alebo $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, pričom príslušná perióda bude

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - b^2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}} \quad (3)$$

Pre túto príčinu okruh zložený z kondenzátora a indukčnej cievky, v ktorom okrem toho môže byť aj primerane malý odpor, nazýva sa elektrickým oscilačným okruhom.

Keď sa odpor R v okruhu rovná nule, podľa vzorca (3) perióda v tom prípade netlmených elektrických kmitov je

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{CL} \quad (4)$$

Vzorec (4) sa nazýva *Thomsonovým vzorcom*.

Príklad 1. Vypočítame závislosť prúdu od času v indukčnej cievke so samoindukčnosťou L a s ohmickým odporom R po jej pripojení ku svorkám zdroja ems s konštantným svorkovým napätím u_0 .

Prúd v cievke splňuje rovnicu

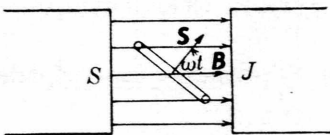
$$IR = u_0 - L \frac{dI}{dt}$$

Jej úpravou a riešením dostávame postupne tieto rovnice:

$$\begin{aligned} u_0 - IR &= L \frac{dI}{dt} = -\frac{L}{R} \frac{d(-IR)}{dt} = -\frac{L}{R} \frac{d(u_0 - IR)}{dt} \\ \frac{d(u_0 - IR)}{u_0 - IR} &= -\frac{R}{L} dt \\ \ln \frac{u_0 - IR}{u_0} &= -\frac{R}{L} t \\ I &= \frac{u_0}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Podľa tohto výsledku prúd v indukčnej cievke po jej pripojení ku svorkám zdroja prúdu s konštantným napätím nenadobúda ihneď svoju konečnú hodnotu $\frac{u_0}{R}$, danú Ohmovým zákonom, ale až po určitom čase. Pretože tento čas je teoreticky nekonečne dlhý, udáva sa tzv. polčas τ narastania prúdu v cievke, definovaný ako čas, v ktorom sa prúd v cievke rovná polovici svojej konečnej hodnoty. Polčas τ vyplýva z rovnice $I = \frac{I_0}{2} = \frac{u_0}{2R}$, t. j. z rovnice $\frac{1}{2} = \left(1 - e^{-\frac{R\tau}{L}}\right)$, podľa ktorej je $\tau = \frac{L \ln 2}{R}$.

6.7. Vznik striedavého prúdu, striedavý prúd harmonický. Keď nejaký vodič koná v magnetickom poli, ktoré sa s časom nemení, periodický pohyb, indukuje sa v ňom s časom periodicky sa meniaci elektromotorická sila. Keď je vodič uzavretý alebo pripojený ku kondenzátoru, táto ems vyvoláva v ňom s časom tiež periodicky sa meniaci prúd, v tomto prípade prúd striedavý. Jednoduchý prípad striedavého prúdu, harmonický prúd, vznikne napríklad vtedy, keď sa rovinná slučka otáča konštantnou rýchlosťou ω v homogénnom magnetickom poli (obr. 6.14). Podľa Faradayovho zákona indukuje sa v slučke elektromotorická sila



Obr. 6.14.

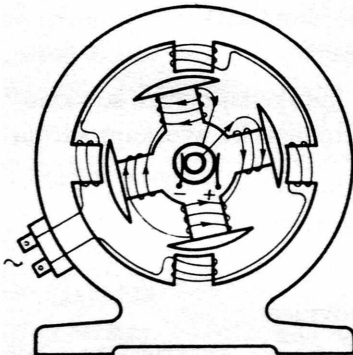
$$e_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d(\mathbf{B} \cdot \mathbf{S})}{dt} =$$

$$= - \frac{d(BS \cos \omega t)}{dt} = \omega BS \cdot \sin \omega t = e_0 \sin \omega t$$

Keď slučka spolu s vonkajším spojením má zanedbateľnú samoindukciu a ohmický odpor okruhu je R , intenzita prúdu je

$$I = \frac{e_0}{R} \sin \omega t = I_0 \sin \omega t$$

pričom $e_0 = \omega BS$ a $I_0 = \frac{\omega BS}{R}$.



Obr. 6.15.

Väčšia amplitúda striedavej ems sa dosiahne náhradou slučky cievkou (rotorom) s väčším počtom závitov. Pre odber prúdu z takéhoto zariadenia voľné konce vinutia cievky môžu byť pripojené k dvom od seba izolovaným zberným bronzovým krúžkom, ktorých sa dotýkajú kovové alebo uhlíkové klzné kontakty.