

## 4.6.2 Odpor v obvodu střídavého proudu

**Předpoklady:** 4207, 4601

**Pomůcky:** galvanometr funkční, galvanometr rozebraný, multimetr, zdroj střídavého napětí, žárovka, usměrňovací dioda, rezistor, PC voltmetr a ampérmetr.

**Pedagogická poznámka:** Látka v této hodině nezabere 45 minut. Buď je možné hodinu maximálně popohnat, shrnout vše do 5 minut a začít ihned následující hodinou, nebo vše normálně probrat a zbývajících 20 minut věnovat něčemu jinému. Například opakování některých pojmů z dílu 3 *Kmitání a mechanické vlnění*, které budeme potřebovat v dalších hodinách (například fázový posun apod.).

**Př. 1:** Na obrázku je schéma klasického galvanometru (základ pro konstrukci voltmetru i ampérmetru). Vysvětli funkci přístroje při měření stejnosměrného proudu (napětí). Změní se naměřená hodnota, když přístroj připojíme k střídavému napětí stejné efektivní hodnoty?



Měřicí cívkou prochází proud  $\Rightarrow$  stává se z ní elektromagnet  $\Rightarrow$  působení permanentního magnetu ji začne otáčet. Čím větší procházející proud, tím větší magnetické působení  $\Rightarrow$  větší výchylka  $\Rightarrow$  větší hodnota.

Střídavý proud  $\Rightarrow$  během jedné sekundy by se cívka měla 50 krát vychýlit do obou stran  $\Rightarrow$  vzhledem k její setrvačnosti je nejpravděpodobnější, že se ručička nevychýlí ani na jednu stranu a bude se maximálně trochu chvět.

**Pedagogická poznámka:** Kromě správného řešení studenti navrhnou zmenšení výchylky (protože sinus nemá pořád stejnou hodnotu) a vychylování do obou stran (což znamená, že chápou funkci galvanometru, ale nejsou schopni správně zhodnotit vliv dalších faktorů).

**Př. 2:** Navrhni zapojení, které by nám umožnilo měřit galvanometrem i střídavé proudy.

Musíme zabránit změnám polarity  $\Rightarrow$  můžeme použít diodu (propouští proud pouze jedním směrem)  $\Rightarrow$  naměřená hodnota bude menší než skutečná (polovinu periody nepoteče do galvanometru žádný proud a ručička se bude vracet do nulové polohy).

**Pedagogická poznámka:** Všechny předchozí pokusy je třeba ukázat.

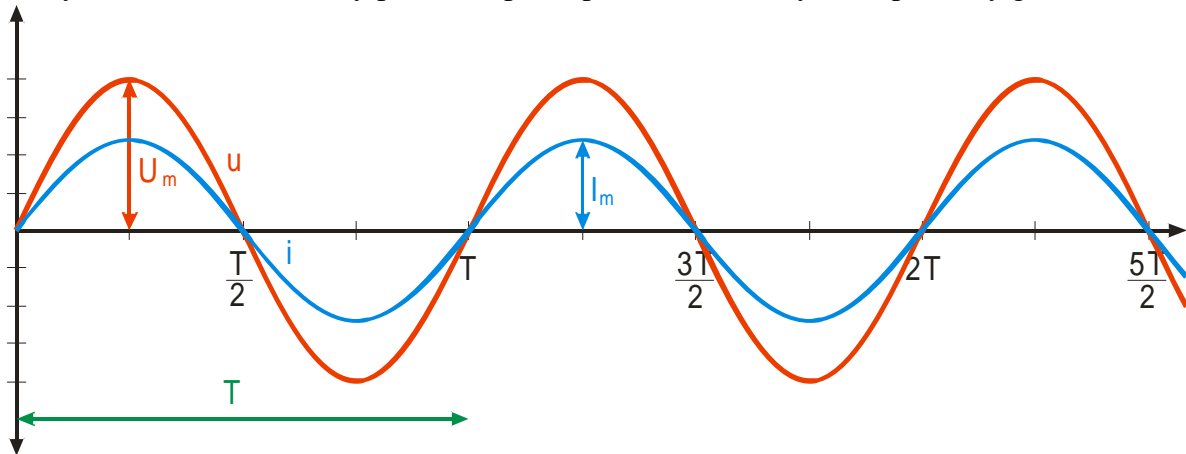
**Př. 3:** Jak se bude chovat po zapojení do obvodu střídavého napětí žárovka? Proč?

Žárovka: vlákno žhavené průchodem elektrického proudu  $\Rightarrow$  směr proudu nehraje roli  $\Rightarrow$  žárovka bude svítit stejně v obvodu stejnosměrného i střídavého napětí.

**Pokus:** Zapojíme rezistor s žárovkou do obvodu střídavého napětí a pak do obvodu stejnosměrného napětí a budeme je pozorovat.

Žárovky svítí v obou případech stejně  $\Rightarrow$  odpor se chová ve střídavém a stejnosměrném obvodu stejně, omezuje proud v obvodu.

Pokud bychom sledovali časový průběh napětí a proudu, získali bychom podobný graf:



Proud  $i$  napětí dosahují maximálních (nulových, minimálních) hodnot ve stejný okamžik  $\Rightarrow$  obě sinusoidy mají synchronizovaný průběh = mají stejnou fázi  $\Rightarrow$  fázový rozdíl je nulový  $\varphi=0$ .

Ohmův zákon platí:

- pro maximální hodnoty  $U_m$ ,  $I_m$  :  $I_m = \frac{U_m}{R}$ ,
- pro okamžité hodnoty  $u$ ,  $i$  :  $i = \frac{u}{R}$ .

**Př. 4:** Okamžitá hodnota střídavého napětí zdroje je dána vztahem  $u = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$ . Urči vztah pro okamžitou hodnotu proudu pokud je v obvodu zapojen pouze rezistor o odporu  $R$ .

Podle Ohmova zákona platí:  $i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \cdot \sin(\omega \cdot t)}{R} = \frac{U_m}{R} \cdot \sin(\omega \cdot t) = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$  (označili jsme si  $I_m = \frac{U_m}{R}$ ).

**Př. 5:** Urči hodnotu odporu zapojeného v pokusném obvodu a porovnej ji se jmenovitou hodnotou danou čárovým kódem (naměřené hodnoty  $U = 5,3 \text{ V}$ ,  $I = 0,11 \text{ A}$ ).

Naměřené hodnoty  $U = 5,3 \text{ V}$ ,  $I = 0,11 \text{ A}$

Ohmův zákon  $I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{5,3}{0,11} \Omega = 48 \Omega$

Spočtená hodnota dobře odpovídá jmenovité hodnotě  $50 \Omega$ .

**Př. 6:** Pokud připojíme galvanometr ke zdroji střídavého napětí, ručička se vůbec nevychýlí. Je takové připojení bezpečné nebo hrozí zničení přístroje?

Ručička přístroje se nevychýlí, protože nestíhá sledovat frekvenci sítě, ale procházející proud zahřívá cívku a může ji spálit.

**Shrnutí:** Odpor se chová v obvodu střídavého napětí stejně jako v obvodu stejnosměrného napětí – zmenšuje procházející proud, který je ve fázi s napětím.