

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**3. Elektromagnetismus**

**3. 12. Střídavý proud 1**

**Autor:**  Aleš Trojánek

**Jazyk:** čeština

**Datum vyhotovení:** červen 2013

**Cílová skupina:**  žáci gymnázia: 3. ročník čtyřletého studia a 7. ročník

 osmiletého studia + maturitní ročník, věk 16-19 let

**Druh učebního materiálu:** podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků

**Očekávaný výstup:** žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z elektromagnetismu

**Anotace:** Učební materiál obsahuje vzorové příklady a úlohy z části – střídavý proud. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

**3. 12. Střídavý proud 1**

Poznámka: Efektivní hodnoty napětí a proudu budeme v tomto textu značit $U, I.$ Pod pojmem výkon rozumíme činný (střední) výkon zdroje.

**Příklad 1**

(Jedná se o příklad 16. 4 z [1], s. 165.)

Ideální cívka ($R\_{L}=$ 0) o indukčnosti $ L=$ 50 mH a rezistor o odporu $R=$ 20 Ω byly připojeny v sérii ke zdroji střídavého napětí $U=$ 230 V o frekvenci $f=$ 50 Hz. Určete:

1. impedanci cívky (tj. její induktanci),

2. impedanci obvodu,

3. proud v rezistoru,

4. proud v cívce,

5. napětí na rezistoru,

6. napětí na cívce,

7. účiník,

8. činný výkon, který odebírá obvod ze zdroje.

9. Rozhodněte: proud $i$ se (předbíhá/zpožďuje) za napětím.

***Řešení:***

1. $X\_{L}= ωL=2πfL=…=$ 15,7 Ω,

2. $Z=\sqrt{\left(R^{2}+\left(ωL\right)^{2}\right)}=…= $25, 4 Ω,

3. $I\_{R}=I=U/Z= …=$ 9,06 A,

4. $I\_{L}=I=$ 9,06 A,

5. $U\_{R}=RI=…=181 V,$

6. $U\_{L}=X\_{L}I=…= $142 V,

7. $\cos(φ=)U\_{R}/U =… =$ 0,787 (viz fázorový

 diagram na obr. 1),

8. $P=UI\cos(φ= U\_{R}I=…=)$ 1,64 kW.

9. Proud $i$ se zpožďuje za napětím $u $(viz obr. 1).

 Obr. 1

Poznámka: Na obr. 1, 3 jsou střídavá napětí a proudy znázorněny pomocí fázorů$ \vec{U\_{L}}, \vec{U}, \vec{I} $ atd. Tyto fázory jsou orientované úsečky o velikostech rovných amplitudám proudu a napětí na prvcích obvodu. Jejich směry svírají s fázorem $ \vec{U}$ reprezentujícím napětí $ u$ úhly rovné fázovému posunutí proudu a napětí vůči zmíněnému napětí $u$.

**Příklad 2**

(Jedná se o příklad 16. 5 z [1], s. 165.)

Sériový obvod $RLC$ znázorněný na obr. 2 skládající se z rezistoru o odporu $R=$ 120 Ω, cívky o indukčnosti $L=$ 0,40 H a kondenzátoru o kapacitě $C=$ 12$ μ$F je připojen ke zdroji střídavého napětí $U=$ 230 V, $f=$ 50 Hz. Určete:

1. impedanci obvodu,

2. proud v obvodu,

3. napětí a) $U\_{R}$ na rezistoru, b) $U\_{L}$ na cívce, c) $U\_{C }$na kondenzátoru.

4. Zjistěte, zda proud napětí zdroje fázově předbíhá, nebo se za ním opožďuje (sestrojte fázorový diagram).

******

Obr. 2

***Řešení:***

1. $Z=\sqrt{R^{2}+\left(ωL-\frac{1}{ωC}\right)^{2}}=…=$ 184 Ω, ($ω=2πf$)
2. $I=U/Z = … =$ 1,25 A,
3. a) $U\_{R}=RI=$ 150 V,

b) $U\_{L}=2πfLI=…=$ 157 V,

c) $U\_{C}=I/(2πfC)= … =$ 331 V.

1. Proud předbíhá před napětím zdroje, neboť je $U\_{C}>U\_{L}$, viz fázorový diagram na obr. 3.

****

Obr. 3

Doplňující úkol: Určete fázový posun $φ$.

[Výsledek: $φ=$ - 49,2$°$.]

**Úloha 1**

(Úloha vznikla úpravou úlohy 1 z [3], s. 289.)

Pro okamžité hodnoty napětí a proudu v obvodu střídavého proudu platí vztahy:

$u=310\sin(\left(100πt\right))$ V

$i=0,7\sin(\left(100πt+\frac{π}{3}\right))$ A

Určete:

1. efektivní hodnoty napětí a proudu,

2. frekvenci střídavého proudu,

3. účiník,

4. výkon střídavého proudu.

[Výsledky: 1. $U=$ 219 V,$ I=$ 0,5 A, 2. $f=$ 50 Hz, 3. $\cos(φ=)$ 0,5, 4. $P=$ 54,3 W.]

**Úloha 2**

(Úloha vznikla úpravou příkladu 33.6 z [2], s. 876.)

Sériový obvod $RLC,$ buzený zdrojem střídavého napětí $ U=$ 120 V, sestává z rezistoru s  $R=$ 200 Ω, cívky s $X\_{L}=$ 80, 0 Ω a kondenzátoru s $ X\_{C}=$ 150 Ω. Řešte úkoly:

1. Jaký je účiník $\cos(φ)$ a fázový posun $φ$ v tomto obvodu?

2. S jakým středním výkonem $P$ se elektromagnetická energie disipuje v rezistoru?

[Poznámky k řešení a výsledky: 1. Nejdříve si spočtěte impedanci $Z$ obvodu a pak účiník:

 $\cos(φ)=$ 0,944. Protože $X\_{C}>X\_{L},$ má obvod kapacitní charakter a fázový posun$ φ$ proto musí být záporný: $φ=-$19,3$°$. 2. $P=$ 64,2 W.]

**Literatura:**

[1] ŠANTAVÝ, I., TROJÁNEK, A.: *Fyzika. Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy.*

 Praha, Prometheus, 2000. ISBN 80-7196-138-8.

[2] Halliday, D., Resnick, J., Walker, J.: *Fyzika*. *(Vysokoškolská učebnice obecné fyziky.)*

 VUT v Brně - nakladatelství VUTIUM a Prometheus, Brno 2001. Dotisk 2003.

 ISBN 80-214-1868-0.

[3] LEPIL, O., ŠEDIVÝ, P.: *Fyzika pro gymnázia. Elektřina a magnetismus.* Dotisk 5. vydání.

 Prometheus, Praha 2000.

**Zdroje obrázků:**

Obr. 1- 3 kreslil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.