

## DUM č. 17 v sadě

### 11. Fy-2 Učební materiály do fyziky pro 3. ročník gymnázia

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 25.03.2014

Ročník: 2A, 2C

Anotace DUMu: Střídavý proud

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## **3. ročník      Střídavý proud – písemná práce**

### **Zkoušené učivo**

- alternátor a průmyslová výroba elektrické energie
- transformátor a přenos elektrické energie
- elektromotory
- fázový a nulovací vodič
- střídavé obvody

### **Metodické poznámky**

- čas na vypracování = 1 vyučovací hodina (reálně max. 40 minut)
- obtížnost skupin srovnatelná
- zadání obsahuje jak teoretické otázky, tak příklady, tak problémovou úlohu
- obtížnost písemky je záměrně nižší než u příkladů k procvičení – při řešení příkladů doma má žák k dispozici poznámky, učebnici, internetové zdroje a hlavně dostatek času

Veškerá schémata vytvořil autor samostatně.

### 3. ročník

### Střídavý proud

A

1. Popište činnost transformátoru. Vysvětlete, proč nefunguje se stejnosměrným napětím.
2. Vysvětlete, jakým způsobem se z uhlí vyrábí elektřina (tj. popište jednotlivé přeměny forem energie v tepelné elektrárně).
3. K primární cívce transformátoru o 1 200 závitů přivedeme napětí o frekvenci 50 Hz a efektivní hodnotě 231 V. Sekundární cívka má 53 závitů a účinnost transformátoru je 90 %.
  - a) Vypočítejte napětí  $U_2$  na sekundární cívce.
  - b) K sekundární cívce byl připojen rezistor o odporu  $47 \Omega$ . Určete proud tekoucí sekundární cívkou  $I_2$  a příkon transformátoru  $P_1$ .
4. Cívka má indukčnost 25 mH a vnitřní odpor  $4 \Omega$ .
  - a) Jaký proud  $I_1$  by cívkou tekla, kdybychom ji připojili ke stejnosměrnému zdroji 8 V?
  - b) Ve skutečnosti tuto cívku připojíme ke střídavému zdroji o efektivní hodnotě napětí 8 V a frekvenci 50 Hz. Nakreslete schéma takového obvodu s přístroji, které změří napětí na zdroji a proud tekoucí cívkou.
  - c) Vypočítejte impedanci cívky  $Z$  a efektivní hodnotu proudu  $I_2$ .
  - d) Nakreslete fázorový diagram a s jeho pomocí určete fázový posuv  $\varphi$  proudu vůči napětí na zdroji.
5. Vysvětlete, co je to fázový vodič a nulovací vodič.
6. Dobrovolná otázka: Trojfázový motor okružní pily („cirkulárky“) se otáčí na opačnou stranu, než bychom potřebovali k řezání dřeva. Co musíme udělat?

### 3. ročník

### Střídavý proud

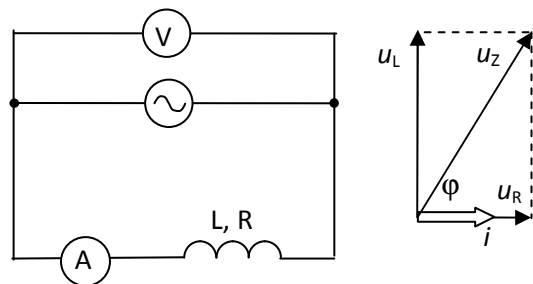
B

1. Popište činnost transformátoru. Vysvětlete, proč má výstupní napětí stejnou frekvenci jako napětí na primární cívce.
2. Vysvětlete, jakým způsobem se z vody v přehradě vyrábí elektřina (tj. popište jednotlivé přeměny forem energie ve vodní elektrárně).
3. Transformátor s účinností 92 % má transformační poměr  $k = 0,15$ . Na sekundární cívce odebíráme proud 0,4 A při napětí 6 V a frekvenci 50 Hz. Vypočítejte napětí  $U_1$  a proud  $I_1$  na primární cívce.
4. Cívka má indukčnost 50 mH a vnitřní odpor  $6 \Omega$ .
  - a) Jaký proud  $I_1$  by cívkou tekla, kdybychom ji připojili ke stejnosměrnému zdroji 12 V?
  - b) Ve skutečnosti tuto cívku připojíme ke střídavému zdroji o efektivní hodnotě napětí 12 V a frekvenci 50 Hz. Nakreslete schéma takového obvodu s přístroji, které změří napětí na zdroji a proud tekoucí cívkou.
  - c) Vypočítejte impedanci cívky  $Z$  a efektivní hodnotu proudu  $I_2$ .
  - d) Nakreslete fázorový diagram a s jeho pomocí určete fázový posuv  $\varphi$  proudu vůči napětí na zdroji.
5. Vysvětlete, co je to fázový vodič a nulovací vodič.
6. Dobrovolná otázka: Trojfázový motor okružní pily („cirkulárky“) se otáčí na opačnou stranu, než bychom potřebovali k řezání dřeva. Co musíme udělat?

## Řešení skupiny A

1. Na primární cívku přivedeme střídavé napětí, protéká jí střídavý proud, který dává vzniknout proměnlivému magnetickému poli. Primární i sekundární cívka jsou nasazeny na společném jádře z měkké oceli. Proměnlivý magnetický indukční tok přenášený jádrem indukuje v sekundární cívce střídavé napětí. Kdybychom použili stejnosměrné napětí, magnetický indukční tok by byl konstantní a podle Faradayova zákona by k indukci nedocházelo.
2. Hořením se vnitřní energie chemických vazeb v uhlí uvolní a je přijata vodou (vnitřní energie tepelná), která se mění v páru (vnitřní energie tlaková). Pára tlakovou silou roztáčí lopatky turbíny (přeměna energie na mechanickou – kinetickou rotační) spojené jedním hřídelem s alternátorem (tam dochází k elektromagnetické indukci a přeměně mechanické na elektrickou energii).
3. Napětí se transformují v poměru rovném poměru počtu závitů,  $U_2 = U_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} = 10,2 \text{ V}$ . Podle Ohmova zákona pro rezistor vypočítáme  $I_2 = \frac{U_2}{R} = 0,217 \text{ A}$ , odkud  $P_2 = U_2 \cdot I_2$  a z definice účinnosti  $P_1 = \frac{P_2}{\eta} = 2,46 \text{ W}$ .

4. Ve stejnosměrném obvodu se u cívky uplatňuje jen ohmický odpor, z Ohmova zákona vypočítáme  $I_1 = 2 \text{ A}$ . Impedance cívky je  $Z = \sqrt{(L\omega)^2 + R^2} = 8,81 \Omega$ .  $I_2 = \frac{U}{Z} = 0,908 \text{ A}$ . Z fázorového diagramu vyplývá, že  $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ , číselně vychází  $\varphi = 63^\circ = 1,10 \text{ rad}$ .



5. Nulovací vodič – na potenciálu 0 V, teče jím proud, modrá bužírka.

Fázový vodič – pod napětím (střídavé napětí vůči zemi), teče jím proud, hnědá (černá, šedá) bužírka.

6. V cirkulárce se používá trojfázový asynchronní elektromotor. Je třeba změnit směr točivého magnetického pole prohozením dvou fází (tj. zaměnit např. L1 za L2, zbytek ponechat).

Bodování:

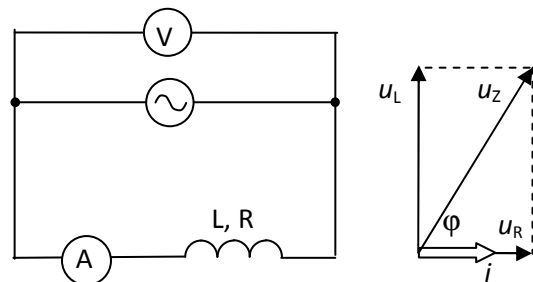
1. 3
2. 3
3. 1 + 3
4. 1 + 1 + 3 + 3
5. 2
6. Dorovlná otázka: 1 bod navíc

Celkem 20 bodů

## Řešení skupiny B

1. Na primární cívku přivedeme střídavé napětí o frekvenci  $f$ , protéká jí střídavý proud o frekvenci  $f$ , který dává vzniknout proměnlivému magnetickému poli o frekvenci  $f$ . Primární i sekundární cívka jsou nasazeny na společném jádře z měkké oceli. Proměnlivý magnetický indukční tok přenášený jádrem indukuje v sekundární cívkce střídavé napětí o frekvenci  $f$  (a s opačnou fází – viz Lenzův zákon).
2. Voda zadržovaná přehradní hrází má polohovou energii. Tato voda proudí přes česla a přivaděč (má pohybovou energii translačního pohybu) a je rozváděna na lopatky turbíny, kde se energie přeměňuje na kinetickou rotační otáčející se turbíny. Turbína se spojena jedním hřídelem s alternátorem (tam dochází k elektromagnetické indukci a přeměně mechanické na elektrickou energii).
3. Napětí se transformují v poměru rovném poměru počtu závitů,  $U_1 = U_2 \cdot \frac{N_1}{N_2} = 40 \text{ V}$ . Z definice výkonu určíme  $P_2 = U_2 \cdot I_2 = 2,40 \text{ W}$  a z definice účinnosti  $P_1 = \frac{P_2}{\eta} = 2,61 \text{ W}$ . Opětovným použitím definice výkonu dopočítáme  $I_1 = 65 \text{ mA}$ .

4. Ve stejnosměrném obvodu se u cívky uplatňuje jen ohmický odpor, z Ohmova zákona vypočítáme  $I_1 = 2 \text{ A}$ . Impedance cívky je  $Z = \sqrt{(L\omega)^2 + R^2} = 16,8 \Omega$ .  $I_2 = \frac{U}{Z} = 0,714 \text{ A}$ . Z fázorového diagramu vyplývá, že  $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ , číselně vychází  $\varphi = 69^\circ = 1,21 \text{ rad}$ .



5. Nulovací vodič – na potenciálu  $0 \text{ V}$ , teče jím proud, modrá bužírka.

Fázový vodič – pod napětím (střídavé napětí vůči zemi), teče jím proud, hnědá (černá, šedá) bužírka.

6. V cirkulárce se používá trojfázový asynchronní elektromotor. Je třeba změnit směr točivého magnetického pole prohozením dvou fází (tj. zaměnit např. L1 za L2, zbytek ponechat).

Bodování:

1. 3
2. 3
3. 1 + 3
4. 1 + 1 + 3 + 3
5. 2
6. Dorovlná otázka: 1 bod navíc

Celkem 20 bodů