

# Určeno pro posluchače bakalářských studijních programů FS

## 5. TRANSFORMÁTORY

### Příklad 5.1:

Jednofázový transformátor má při napájení jmenovitým napětím  $U_{1N}$  a chodu naprázdno napětí  $U_{20}$ . Na primární straně je  $N_1$  závitů, frekvence napájecího napětí  $f$  a průřez jádra  $S$ . Jaká je magnetická indukce  $B_m$  v jádře a počet závitů  $N_2$  v sekundární cívce. Ztráty zanedbejte.

Zadáno:  $U_{1N} = 6\,300\text{ V}$ ;  $U_{20} = 500\text{ V}$ ;  $N_1 = 4\,200$ ;  $f = 50\text{ Hz}$ ;  $S = 60,0 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$

Určit:  $B_m$ ;  $N_2$

Řešení:

Magnetický tok

$$\Phi_m = \frac{U_{1N}}{4,44 \cdot f \cdot N_1} = \frac{6\,300}{4,44 \cdot 50 \cdot 4\,200} = 6,756 \cdot 10^{-3}\text{ Wb}$$

Magnetická indukce v jádře

$$B_m = \frac{\Phi_m}{S} = \frac{6,756 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 10^{-4}} = 1,126\text{ T}$$

a počet závitů sekundární cívky

$$N_2 = N_1 \cdot \frac{U_{20}}{U_{1N}} = 4\,200 \cdot \frac{500}{6\,300} = 333$$

### Příklad 5.2 :

Jednofázový transformátor o jmenovitém výkonu  $S_N$ , primárním napětí  $U_{1N}$ , sekundárním napětí  $U_{2N}$  a frekvenci  $f$  má na primární straně  $N_1$  závitů a průřez jádra  $S$ . Vypočítejte převod transformátoru  $K$ , počet závitů  $N_2$  v sekundární cívce, magnetickou indukci  $B_m$  v jádře a velikost proudů  $I_{1N}$  a  $I_{2N}$  na primární a sekundární straně. Ztráty zanedbejte.

Zadáno:  $S_N = 5\,000\text{ V}\cdot\text{A}$ ;  $U_{1N} = 1000\text{ V}$ ;  $U_{2N} = 230\text{ V}$ ;  $f = 50\text{ Hz}$ ;  $N_1 = 700$ ;  $S = 46 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$

Určit:  $K$ ;  $N_2$ ;  $B_m$ ;  $I_{1N}$ ;  $I_{2N}$

Řešení:

Převod transformátoru  $K = \frac{U_{1N}}{U_{2N}} = \frac{1\,000}{230} = 4,35$

a počet závitů sekundární cívky  $N_2 = \frac{N_1}{K} = \frac{700}{4,35} = 161$

Magnetický tok a magnetická indukce v jádře

$$\Phi_m = \frac{U_{1N}}{4,44 \cdot f \cdot N_1} = \frac{1\,000}{4,44 \cdot 50 \cdot 700} = 6,43 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$B_m = \frac{\Phi_m}{S} = \frac{6,43 \cdot 10^{-3}}{46 \cdot 10^{-4}} = 1,4 \text{ T}$$

Velikost proudů na primární a sekundární straně

$$I_{1N} = \frac{S_N}{U_{1N}} = \frac{5\,000}{1\,000} = 5 \text{ A}$$

$$I_{2N} = \frac{S}{U_2} = \frac{5\,000}{230} = 21,74 \text{ A} \quad \text{nebo}$$

$$I_{2N} = K \cdot I_1 = 4,35 \cdot 5 = 21,74 \text{ A}$$

### Příklad 5.3

Jak velký magnetický tok  $\Phi_m$  bude v jádře transformátoru o průřezu  $S$  při magnetické indukci  $B_m$  a jak velké napětí se bude indukovat v jednom závitě cívky umístěném na jádře, bude-li se magnetický tok  $\Phi_m$  měnit s kmitočtem  $f$ .

Zadáno:  $S = 15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ;  $B_m = 1,1 \text{ T}$ ;  $f = 50 \text{ Hz}$ ;  $N = 1$

Určit:  $\Phi_m$ ;  $U_1$

Řešení:

Magnetický tok v jádře

$$\Phi_m = B_m \cdot S = 1,1 \cdot 15 \cdot 10^{-4} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

a indukované napětí

$$U_1 = 4,44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot N = 4,44 \cdot 1,65 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 1 = 0,366 \text{ V}$$

### Příklad 5.4:

Zvukový transformátor o primárním napětí  $U_{1N}$ , sekundárním napětí  $U_{2N}$  dodává proud  $I_{2N}$ . Jak velký je výkon  $S_{2N}$  a jak velký je primární proud  $I_{1N}$ . Ztráty zanedbejte.

Zadáno:  $I_2 = 0,2 \text{ A}$ ;  $U_{2N} = 4 \text{ V}$ ;  $U_{1N} = 230 \text{ V}$

Určit:  $S_{2N}$ ;  $I_{1N}$

Řešení:

Výkon na sekundární straně transformátoru

$$S_{2N} = U_{2N} \cdot I_{2N} = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ V.A}$$

Při zanedbání ztrát je

$$S_{1N} = S_{2N}$$

a proud na straně primární

$$I_{1N} = \frac{S_{1N}}{U_{1N}} = \frac{0,8}{230} = 0,0034 \text{ A} = 3,48 \text{ mA}$$

### Příklad 5.5

Primární vinutí jednofázového transformátoru má  $N_1$  závitů, sekundární  $N_2$ . Jak velké napětí  $U_2$  se indukuje v sekundárním vinutí, je-li primární vinutí připojeno na napětí  $U_1$  a frekvenci  $f$ . Jak velký je magnetický tok  $\Phi_m$  a průřez jádra  $S$  při magnetické indukci  $B_m$ .

Zadáno:  $N_1 = 880$ ;  $N_2 = 1\,200$ ;  $U_1 = 230 \text{ V}$ ;  $f = 50 \text{ Hz}$ ;  $B_m = 1,1 \text{ T}$

Určit:  $\Phi_m$ ;  $S$

Řešení:

Napětí na sekundární straně

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} = 230 \cdot \frac{1\,200}{880} = 313,64 \text{ V}$$

Magnetický tok

$$\Phi_m = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot N_1} = \frac{230}{4,44 \cdot 50 \cdot 880} = 1,177 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

Průřez jádra transformátoru

$$S = \frac{\Phi_m}{B_m} = \frac{1,177 \cdot 10^{-3}}{1,1} = 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

### Příklad 5.6 :

Jednofázový transformátor o jmenovitém výkonu  $S_{2N}$  je připojen na jmenovité napětí  $U_{1N}$ . Převod transformátoru  $K$ , počet závitů primární cívky  $N_1$ , průřez jádra  $S$ . Při účinnosti transformátoru  $\eta$  určete napětí na sekundární straně  $U_{2N}$  a proudy  $I_{1N}$  a  $I_{2N}$ .

Zadáno:  $S_{2N} = 400 \text{ V}\cdot\text{A}$ ;  $U_{1N} = 230 \text{ V}$ ;  $K = 9,2$ ;  $N_1 = 500$ ;  $S = 20 \text{ cm}^2$ ;  $\eta = 91,0\%$

Určit:  $U_{2N}$ ;  $I_{1N}$ ;  $I_{2N}$

Řešení:

Napětí na sekundární straně

$$U_{2N} = \frac{U_{1N}}{K} = \frac{230}{9,2} = 25 \text{ V}$$

Příkon transformátoru

$$S_{1N} = \frac{S_{2N}}{\eta} = \frac{400}{0,91} = 439,5 \text{ V.A}$$

a z toho proud na primární straně

$$I_{1N} = \frac{S_{1N}}{U_{1N}} = \frac{439,5}{230} = 1,91 \text{ A}$$

Proud na sekundární straně

$$I_{2N} = \frac{S_{2N}}{U_{2N}} = \frac{400}{25} = 16 \text{ A}$$

#### Příklad 5.7:

Jednofázový transformátor o jmenovitém napětí  $U_{1N}$ ,  $U_{2N}$  a jmenovitém proudu  $I_{1N}$  napájí usměrňovač staniční baterie. Při zkoušce transformátoru bylo naměřeno napětí nakrátko  $U_{1k}$ . Určete procentní napětí nakrátko  $u_k$ , skutečný ustálený zkratový proud  $I_{1k}$  a  $I_{2k}$  v primárním a sekundárním vinutí.

Zadáno:  $U_{1N} = 230 \text{ V}$ ;  $U_{2N} = 125 \text{ V}$ ;  $I_{1N} = 25,0 \text{ A}$ ;  $U_{1k} = 18,4 \text{ V}$

Určit:  $u_k$ ;  $I_{1k}$ ;  $I_{2k}$

Řešení:

Napětí nakrátko

$$u_k = \frac{U_{1k}}{U_{1N}} \cdot 100 = 8,0 = \frac{18,4}{230} \cdot 100 = 8,0 \%$$

Ustálený zkratový proud v primárním a v sekundárním vinutí

$$I_{1k} = \frac{I_{1N}}{u_k} \cdot 100 = \frac{25}{8} \cdot 100 = 312,5 \text{ A}$$

$$I_{2k} = K \cdot I_{1k} = 1,84 \cdot 312,5 = 575,0 \text{ A}$$

kde  $K$  je převod transformátoru

$$K = \frac{U_{1N}}{U_{2N}} = \frac{230}{125} = 1,84$$

#### Příklad 5.8 :

U třífázového transformátoru o výkonu  $S_N$  a primárním napětí  $U_{1N}$  bylo při chodu nakrátko naměřeno napětí nakrátko  $U_k$  a ztráty nakrátko  $\Delta P_k$ . Určete procentní napětí nakrátko  $u_k$ , účinník nakrátko  $\cos \varphi_k$ , jmenovitou impedanci  $Z_N$  a impedanci nakrátko  $Z_k$  pro 1 fázi.

Zadáno:  $S_N = 250\,000 \text{ V.A}$ ;  $U_{1N} = 10\,000 \text{ V}$ ;  $U_k = 530 \text{ V}$ ;  $\Delta P_k = 3\,500 \text{ W}$

Určit:  $u_k$ ;  $\cos \varphi_k$ ;  $Z_N$ ;  $Z_k$

Řešení:

Napětí nakrátko

$$u_k = \frac{U_k}{U_{1N}} \cdot 100 = \frac{530}{10\,000} \cdot 100 = 5,3 \%$$

Účíník

$$\cos \varphi_k = \frac{\Delta P_k}{\sqrt{3} \cdot U_k \cdot I_k} = \frac{3\,500}{\sqrt{3} \cdot 530 \cdot 14,45} = 0,26$$

kde proud nakrátko při jmenovitém napětí  $U_{1N}$  je roven jmenovitému proudu  $I_{1N}$

$$I_k = I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_{1N}} = \frac{250\,000}{\sqrt{3} \cdot 10\,000} = 14,45 \text{ A}$$

Jmenovitá impedance a impedance nakrátko pro jednu fázi

$$Z_N = \frac{U_{1N}}{\sqrt{3} \cdot I_{1N}} = \frac{10\,000}{\sqrt{3} \cdot 14,45} = 400,0 \Omega$$

$$Z_k = \frac{U_k}{\sqrt{3} \cdot I_k} = \frac{530}{\sqrt{3} \cdot 14,45} = 21,2 \Omega$$