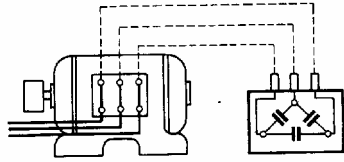


27. Trojfázový indukční motor (obr. 11.30) má na štítku tyto údaje: $P = 40 \text{ kW}$, $U = 380 \text{ V}$, $I = 105 \text{ A}$, $\eta = 0,85$ a $f = 50 \text{ Hz}$. Údaj $\cos \varphi$ je nejasný a je nutné ho vypočítat. Jak velký bude proud po vyrovnání účinníku kondenzátorem na $\cos \varphi = 1$? Jakou kapacitu musejí mít kondenzátory? Jaký jalový výkon kompenzují kondenzátory?



Obr. 11.30

Příkon motoru je

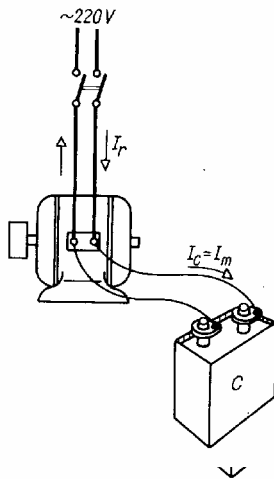
$$P_p = \frac{P}{\eta} = \frac{40\,000 \text{ W}}{0,85} = 47\,000 \text{ W}$$

Účinník je

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S} = \frac{P_p}{\sqrt{3}UI}$$

$$\cos \varphi = \frac{47\,000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 105} \doteq 0,69$$

26. Máme indukční jednofázový motor s údaji: $P = 2 \text{ kW}$, $U = 220 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\eta = 80\%$ a $\cos \varphi = 0,6$. Jak velký blok kondenzátorů se musí paralelně připojit k motoru, aby se účinník zlepšil na $\cos \varphi_1 = 0,95$ (obr. 11.28)?



Obr. 11.28

Příkon motoru je

$$P_p = \frac{P}{\eta} = \frac{2\,000 \text{ W}}{0,8} = 2\,500 \text{ W}$$

Výsledný proud I odebíraný motorem při $\cos \varphi = 0,6$ vypočteme ze zdánlivého výkonu

$$S = UI = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

17. Trojfázový alternátor dodává proud 50 A při napětí 400 V a $\cos \varphi = 0,7$. Jak velkým mechanickým výkonem (kW) musíme alternátor pohánět, je-li jeho účinnost $\eta = 0,8$ (obr. 11.19)?

Činný elektrický výkon alternátoru je

$$P_G = \sqrt{3} U_s I_s \cos \varphi = (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 50 \cdot 0,7) \text{ W}$$

$$P_G = 24\,220 \text{ W} = 24,22 \text{ kW}$$

Alternátor však musí dodat zdánlivý výkon

$$S = \frac{P_A}{\cos \varphi} = \sqrt{3} UI \doteq 34\,600 \text{ V} \cdot \text{A} = 34,6 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

Mechanický činný příkon alternátoru P_p kryje jen činný výkon a ztráty.

$$P_p = \frac{P_G}{\eta_G} = \frac{24,22}{0,8} \text{ kW} \doteq 30,3 \text{ kW}$$

Musíme rozlišovat účinnost η od účinku $\cos \varphi$ a příkon P_p od zdánlivého výkonu S . Příkon je dán vztahem $P_p = P/\eta$, ale zdánlivý výkon je dán vztahem $S = P/\cos \varphi$. Naopak výkon vypočteme ze vztahu $P = P_p \eta$ nebo $P = S \cos \varphi$.

Obrázek 11.19 názorně ukazuje, jak alternátor dodává motoru činný výkon alternátoru P_G a jalový výkon Q k vytvoření magnetického pole. Podstatou jalového výkonu je, že jen v části doby kmitu (periody) se vrací zpět do sítě výkon, který byl v jiné části doby kmitu ze sítě odebrán.

Činný příkon P_p (mechanický) pro alternátor je dán součtem činného výkonu P_G a ztrát v alternátoru. Činný výkon alternátoru

$$P_G = P_p \eta_G$$

Zdánlivý výkon S alternátoru se musí dodat motoru, protože motor má určitý účinek $\cos \varphi$. Zdánlivý příkon motoru je

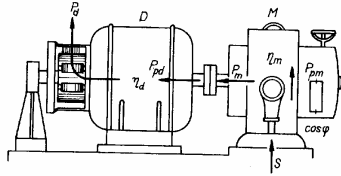
$$S = \sqrt{P_G^2 + Q^2} = \frac{P_{pM}}{\cos \varphi}$$

Činný výkon motoru je

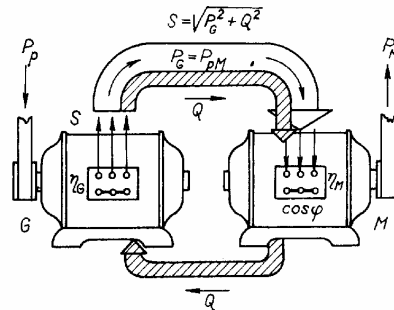
$$P_M = P_{pM} \eta_M$$

Diagram s výhodou využijeme i při řešení dalších příkladů.

18. Dynamo pro elektrolýzu má svorkové napětí $U = 6 \text{ V}$, proud $I = 3000 \text{ A}$ a ve spojení s hnacím trojfázovým elektromotorem tvoří motorgenerátor. Účinnost dynama η_d je 70%, účinnost motoru η_m 90% a účiník motoru $\cos \varphi$ je 0,8. Vypočítejte výkon, příkon a zdánlivý příkon motoru. Výpočet nám ulehčí obr. 11.19 a 11.20.



Obr. 11.20



Obr. 11.19

Výkon dynama je

$$P_d = UI = (6 \cdot 3000) \text{ W} = 18000 \text{ W}$$

Příkon dynama se rovná výkonu motoru, který hraje i ztráty v dynamu.

$$P_{pd} = P_m = \frac{P_d}{\eta_d} = \frac{18000 \text{ W}}{0,7} = 25714 \text{ W}$$

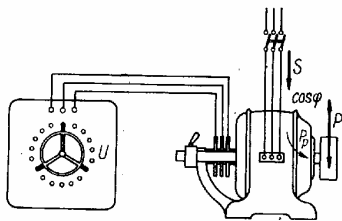
Činný příkon motoru je

$$P_{pm} = \frac{P_m}{\eta_m} = \frac{25714 \text{ W}}{0,9} = 28571 \text{ W} = 28,57 \text{ kW}$$

Zdánlivý výkon motoru je

$$S = \frac{P_{pm}}{\cos \varphi} = \frac{28,57 \text{ W}}{0,8} = 35,71 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

19) Trojfázový asynchronní kroužkový motor má na štítku uvedeny tyto údaje: $P = 11 \text{ kW}$, $U = 380/220 \text{ V}$, $\cos \varphi = 0,8$, $\eta = 85 \%$, zapojení Y. Jak velký je činný příkon, zdánlivý příkon a jalový příkon? Jak velký je celkový proud, činný proud a jalový proud v síti (obr. 11.21)?



Obr. 11.21

nný výkon motoru je

$$P = (11 \cdot 0,736) \text{ kW} = 11,04 \text{ kW}$$

Se zřetelem na ztráty potřebujeme k tomuto výkonu činný příkon

$$P_p = \frac{P}{\eta} = \frac{11 \text{ kW}}{0,85} \doteq 13 \text{ kW}$$

Zdánlivý příkon S bude ještě větší, protože obsahuje složku jalového příkonu Q (viz obr. 11.19).

$$S = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{13 \text{ kW}}{0,8} = 16,25 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

Činný příkon P_p , zdánlivý příkon S a jalový (magnetizační) příkon Q tvoří trojúhelník příkonů.

$$Q = S \sin \varphi = 16,25 \text{ kV} \cdot \text{A} \cdot 0,6 = 9,75 \text{ kvar}$$

Celkový zdánlivý proud ve vedení (tzn. proud sdružený) je

$$I_s = \frac{P_p}{\sqrt{3} U_s \cos \varphi} = \frac{S}{\sqrt{3} U_s} = \frac{16\,250}{3 \cdot 380} \text{ A} = 24,7 \text{ A}$$

Činný proud ve vedení (sdružený) je

$$I_{sc} = I_s \cos \varphi = 24,7 \text{ A} \cdot 0,8 = 19,76 \text{ A}$$

Jalový (magnetizační) proud ve vedení je

$$I_{sj} = I_s \sin \varphi = 24,7 \text{ A} \cdot 0,6 = 14,82 \text{ A}$$

Proudy I_s , I_{sc} , I_{sj} tvoří trojúhelník proudů. Při zapojení do hvězdy jsou proudy ve fázích stejné jako proudy ve vedení (při souměrném zatížení všech fází). Při zapojení do hvězdy má jedna fáze (cívka) napětí 220 V, jestliže napětí mezi fázovými vodiči je 380 V (sdružené napětí). Při zapojení do trojúhelníku musí mít fáze sdružené napětí jen 220 V.

Zdánlivý příkon S ze sítě je větší než činný příkon P_p o složku jalového příkonu Q . Činný příkon P_p je větší než činný výkon o mechanické a elektrické ztráty. Obrázky 11.21 a 11.19 ukazují postup výpočtu zdánlivého příkonu S z výkonu motoru. Zdánlivý příkon můžeme vypočítat z následného vztahu

$$S = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{P}{\eta \cos \varphi}$$


Z něho můžeme také vypočítat výkon motoru.

$$P = S \cos \varphi \cdot \eta = P_p \cdot \eta$$

Motoru musíme dodat zdánlivý elektrický příkon S , abychom dostali výkon P .

20. Štítek asynchronního motoru má obsahovat tyto technické údaje: typ, krytí, chlazení, výkon (kW), zapojení vinutí, provozní napětí, proudy, otáčky, účinek $\cos \varphi$, hmotnost, rok výroby, třídu izolace a popř. další údaje.

Jaké hlavní údaje je možné zjistit ze štítku asynchronního motoru s kotvou nakrátko (obr. 11.22)?

		MEZ MOHELNICE	
		NÁRODNÍ PODNIK	
MOT. 3-č. 2 4 8 9 2 7 1			
TYP B 55 S - 4		TVAR HO	
3 - kW/MIN		1420	
Y 380 V	6,4 A	50 c/s	
Δ 220 V	11 A	M > 1,75	
		ESC	

Obr. 11.22

Výkon 3 kW, otáčky 1420 min^{-1} , maximální moment M_{\max} je 1,75krát větší než jmenovitý moment M_N , napětí trojfázové sítě 380 V, při zapojení do hvězdy je proud 6,4 A, frekvence 50 Hz; při zapojení do trojúhelníku je proud 11 A.

Účinek $\cos \varphi$ není na štítku udán.

Vypočteme ho ze vztahu pro výkon

$$P = \sqrt{3} UI \cos \varphi \quad (W; V, A)$$

Tedy

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} UI} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 6,4} \doteq 0,71$$

Při zapojení do hvězdy. Při zapojení motoru do trojúhelníku je účinek stejný, tzn.

$$\cos \varphi = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 11} \doteq 0,71$$

Také výkon 3 kW je pro obě zapojení, Y i D, i pro různá napětí sítě (tzn. 380 a 220 V) stejný.

Otáčkám motoru 1420 min^{-1} odpovídají synchronní otáčky točivého magnetického pole, tj. 1500 min^{-1} . Rozdílu otáček je úměrný skluz.

$$s_{\%} = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1420}{1500} \cdot 100\%$$

$$s_{\%} \doteq 5,3\%$$

Synchronní otáčky $n_s = 1500 \text{ min}^{-1}$ odpovídají čtyřem pólům točivého magnetického pole vybuzeného čtyřpólovým vinutím. Počet pólových dvojic lze vypočítat ze vztahu

$$p = \frac{60f}{n_s}$$

Pro frekvenci 50 Hz vypočteme počet pólových dvojic.

$$p = \frac{60 \cdot 50}{1500} = 2$$

tzn. póly jsou čtyři ($2p = 4$).

12. Asynchronní motor $P = 4 \text{ kW}$ z příkladu 29 v kap. 11 doplníme dalšími údaji ze štítku, z katalogu nebo z tabulek: napětí 380 V, frekvence 50 Hz, účinnost 81 %, účinnost $\cos \varphi = 0,8$, záběrný proud $I_z = 5I_N$ až $7I_N$ a záběrný moment $M_z = M_N$ až $2M_N$.

Určete jmenovitý proud I_N , příkon P_p , záběrný moment M_z a jmenovitý skluz.

Jmenovitý příkon je

$$P_p = \frac{P}{\eta} = \frac{4\,000}{0,81} \text{ W} \doteq 4\,938 \text{ W}$$

Jmenovitý proud při jmenovitém zatížení je

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} U \eta \cos \varphi} = \frac{4\,000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 0,8} \text{ A} \doteq 9,4 \text{ A}$$

Při spouštění odebírá motor ze sítě záběrný proud

$$I_z = 6I_N = 6 \cdot 9,4 \text{ A} = 56,4 \text{ A}$$

Spouštěcí příkon při záběrném proudu je

$$S_z = \sqrt{3} U I_z = (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 56,4) \text{ V} \cdot \text{A} = 37\,077 \text{ V} \cdot \text{A}$$

$$S_z \doteq 37,1 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

Jmenovitý moment je

$$M_N = \frac{P}{\omega} = \frac{30P}{\pi n}$$

$$M_N = \frac{30P}{\pi n} = \frac{30 \cdot 4\,000}{\pi \cdot 1\,420} \text{ N} \cdot \text{m} = 26,9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Záběrný moment je

$$M_z = 1,5M_N = 1,5 \cdot 26,9 \text{ N} \cdot \text{m} = 40,35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Jmenovitý skluz (%) je

$$s_{N\%} = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\% = \frac{1\,500 - 1\,420}{1\,500} \cdot 100\% \doteq 5\%$$