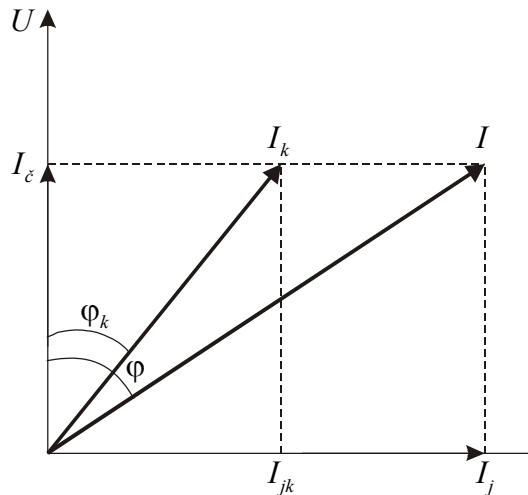


KOMPENZACE JALOVÉHO VÝKONU - PŘÍKLADY

1. Průmyslový závod odebírá činný výkon $P = 1280 \text{ kW}$ při účinníku $\cos \varphi = 0,76$. Určete odebíraný zdánlivý výkon a vypočítejte, na jakou hodnotu se zlepší účinník, když přidáme kompenzační kondenzátorovou baterii o velikosti $Q_c = 550 \text{ kVar}$.



obr. 1
Fázorový diagram poměrů při kompenzaci

Zdánlivý výkon určíme ze vztahu:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{1280}{0,76} = 1684 \text{ kVA} . \quad (0.1)$$

Hodnotě účinníku $\cos \varphi = 0,76$ odpovídá $\sin \varphi = 0,65$, takže jalový výkon bude:

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 1684 \cdot 0,65 \doteq 1095 \text{ kVAr} \quad (0.2)$$

Přidáním kondenzátorové baterie (viz. obr. 1) vykompenzujeme částečně jalový výkon Q na hodnotu:

$$Q_k = Q - Q_c = 1095 - 550 = 545 \text{ kVAr} . \quad (0.3)$$

Před kompenzací bude:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{1095}{1280} \doteq 0,86 , \quad (0.4)$$

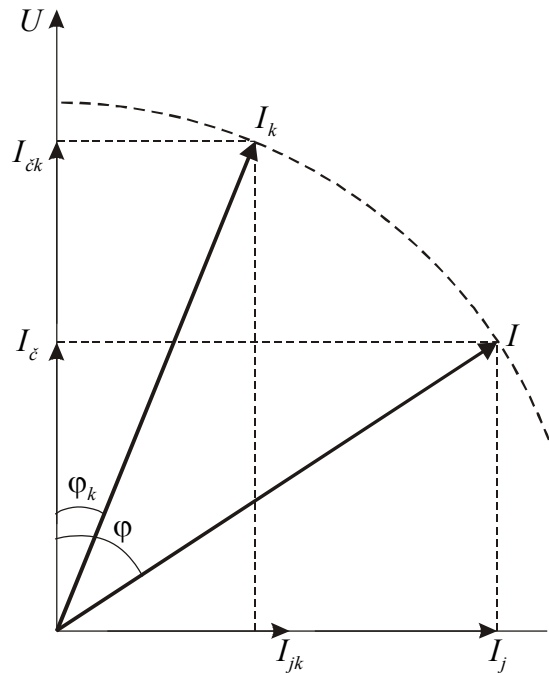
a této hodnotě odpovídá fázový úhel $\varphi \doteq 40,7^\circ$. Po provedení kompenzace dostaneme:

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{Q_k}{P} = \frac{545}{1280} \doteq 0,43 , \quad (0.5)$$

a odpovídající fázový úhel $\varphi_k \doteq 23^\circ$. Účinník po provedené kompenzaci potom bude mít hodnotu $\cos \varphi_k = 0,92$.

2. Údržbářská dílna průmyslového závodu je napájena z transformátoru 22/0,4kV o jmenovitém výkonu $S_n = 800\text{kVA}$. Střední odebíraný činný výkon je $P = 460\text{kW}$ při účinníku $\cos \varphi = 0,79$.

Zjistěte potřebný jalový výkon pro kompenzaci na hodnotu účinníku $\cos \varphi_k = 0,95$ při středním odebíraném výkonu a dále určete rezervu činného výkonu, který by bylo možné ještě připojit k danému transformátoru.



obr. 2

Poměry před a po kompenzaci při zachování velikosti zdánlivého výkonu

Účinník před kompenzací $\cos \varphi = 0,79$ odpovídá hodnotě $\text{tg} \varphi \doteq 0,78$. Po provedení kompenzace je $\cos \varphi_k = 0,95$ a tomu odpovídá $\text{tg} \varphi_k = 0,33$.

Jalový výkon odebíraný před provedením kompenzace:

$$Q = P \cdot \text{tg} \varphi = 460 \cdot 0,78 \doteq 359 \text{ kVAr} . \quad (2.1)$$

Po provedené kompenzaci bude odebíraný jalový výkon:

$$Q_k = P \cdot \text{tg} \varphi_k = 460 \cdot 0,33 \doteq 152 \text{ kVAr} . \quad (2.2)$$

Jalový výkon kondenzátorové baterie tedy bude

$$Q_c = Q - Q_k = 359 - 152 = 207 \text{ kVAr} . \quad (2.3)$$

K napájecímu transformátoru by bylo možné ještě před provedením kompenzace připojit rezervní činný výkon P_{rez} o velikosti odpovídající vztahu:

$$S_n = \sqrt{(P + P_{rez})^2 + Q^2} , \quad (2.4)$$

odtud určíme velikost P_{rez}

$$P_{rez} = \sqrt{S_n^2 - Q^2} - P = \sqrt{800^2 - 359^2} - 460 \doteq 255 \text{ kW} . \quad (2.5)$$

Po provedení kompenzace vzroste připojitelný činný výkon na hodnotu

$$P_{k rez} = \sqrt{S_n^2 - Q_k^2} - P = \sqrt{800^2 - 152^2} - 460 \doteq 325 \text{ kW} . \quad (2.6)$$

3. Asynchronní motor 1600kW pracuje v přerušovaném provozu tak, že je tři minuty zatížen jmenovitým výkonem při proudu 350A a dvě minuty běží naprázdno při výkonu 100kW a proudu 150A . Jmenovité napětí $U_n = 3\text{kV}$.

Navrhňte kondenzátorovou baterii tak, aby byl účinník při jmenovitém zatížení roven $\cos \varphi_k = 0,96$ a zkontrolujte velikost účinníku při běhu naprázdno.

Jmenovitý zdánlivý výkon daného motoru je

$$S_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n = \sqrt{3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 350 \doteq 1,82 \text{ MVA} . \quad (5.1)$$

Účinník bez kompenzace je

$$\cos \varphi = \frac{P_n}{S_n} = \frac{1600 \cdot 10^3}{1,82 \cdot 10^6} = 0,879 . \quad (5.1)$$

Zdánlivý výkon při chodu naprázdno bude

$$S_0 = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_0 = \sqrt{3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 150 \doteq 779 \text{ kVA} , \quad (5.3)$$

a odpovídající účinník

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{S_0} = \frac{100}{779} = 0,128 . \quad (5.4)$$

Jalový výkon bez uvažování kompenzace můžeme určit ze vztahu

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1600 \cdot 10^3 \cdot 0,543 \doteq 869 \text{ kVAr} . \quad (5.5)$$

Jalový výkon při požadovaném účinníku $\cos \varphi_k = 0,96$ bude

$$Q_k = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_k = 1600 \cdot 10^3 \cdot 0,292 \doteq 467 \text{ kVAr} . \quad (5.6)$$

Výkon kondenzátorové baterie, která by zajistila požadovaný účinník pak bude

$$Q_c = Q - Q_k = 869 - 467 = 402 \text{ kVAr} . \quad (5.7)$$

Jalový výkon při chodu naprázdno před provedením kompenzace určíme ze vztahu

$$Q_0 = P_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 = 100 \cdot 10^3 \cdot 7,75 \doteq 775 \text{ kVAr} . \quad (5.8)$$

Kondenzátorová baterie pro kompenzaci dodá jalový výkon 402 kVAr, takže jalový výkon odebíraný ze sítě při chodu naprázdno po provedení kompenzace bude

$$Q_{0k} = Q_0 - Q_c = 775 - 402 = 373 \text{ kVAr} . \quad (5.9)$$

Tato hodnota odpovídá opravenému účinníku po kompenzaci při chodu naprázdno určenému podle vztahu

$$Q_{0k} = P_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_{0k} , \quad (5.10)$$

a odtud určíme

$$\operatorname{tg} \varphi_{0k} = \frac{Q_{0k}}{P_0} = \frac{373}{100} = 3,73 . \quad (5.11)$$

Účinník při chodu naprázdno po kompenzaci tedy bude $\cos \varphi_{0k} \doteq 0,26$.

Kondenzátorová baterie je složena ze tří kondenzátorů obvykle spojených do trojúhelníku. Každý z nich dodává jalový výkon:

$$Q_{c1} = \frac{Q_c}{3} = 134 \text{ kVAr} \quad (5.12)$$

Kapacita každého kondenzátoru bude:

$$C_1 = \frac{Q_{c1}}{\omega \cdot U^2} = \frac{134 \cdot 10^3}{100 \cdot \pi \cdot 3000^2} \doteq 47,4 \text{ } \mu\text{F} \quad (5.13)$$