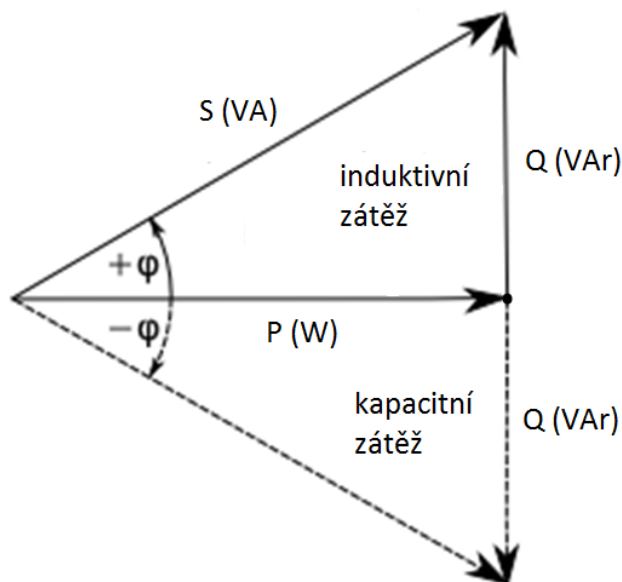


KOMPENZACE $\cos\varphi$

Při připojení indukčního spotřebiče ke zdroji, jako jsou například stroje poháněné asynchronními motory, dochází k odběru činného P (W) a jalového výkonu Q (VAr), jejich vektorovým součtem dostáváme výkon zdánlivý S (VA); $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$. Totéž platí pro zátěž s kapacitním charakterem, jen se jalový výkon píše se záporným znaménkem, viz trojúhelník výkonů. Příčinou je fázový posun napětí před proudem o úhel φ , kosinus tohoto úhlu se nazývá účinník označovaný $\cos\varphi$. Čím více převládá vliv indukčnosti nad činným odporem, tím se více posouvá napětí před proudem a úhel φ je větší, hodnota účinníku se naopak blíží 0. Samotný účinník nám tedy udává jak velká část spotřebované energie je převedena na užitečný výkon. U ideální cívky platí, že má pouze indukčnost, bez činného odporu a úhel $\varphi = 90^\circ$ to znamená, že účinník $\cos\varphi = 0$. V tomto teoretickém případě by stroj odebíral ze zdroje pouze jalový výkon a neodváděl by žádnou užitečnou práci. Naopak u



Trojúhelník výkonů.

ideálního rezistoru, který má pouze činný odpor platí, že fázový posuv $\varphi = 0^\circ$ a tedy $\cos\varphi = 1$. Z toho je jasné, že takovýto spotřebič přemění veškerou spotřebovanou energii na činný výkon. Hodnoty účinníku se tedy pohybují v intervalu od 0 do 1. Čím nižší je účinník tím je menší část spotřebovaného výkonu ve stroji přeměněna na užitečný výkon. A naopak tím je vyšší podíl jalového výkonu, který žádnou užitečnou práci neodvádí, navíc jeho přenos zbytečně zatěžuje rozvodnou síť. Nízké hodnoty účinníku tedy znamenají v obvodu vyšší ztráty energie. U reálných spotřebičů indukčního charakteru (motory, transformátory atd.) je pro jejich správnou funkci však nutné určité množství jalové energie, protože nám

umožní ve stroji vytvářet magnetické pole. Bez určitého množství jalového výkonu tak jejich správná funkce není možná. K regulaci množství přenášené jalové energie vede proces, který nazýváme kompenzace. Jejím základem je úprava již zmiňovaného fázového posuvu napětí před proudem. Jak již bylo napsáno výše na indukčnosti (motory) dochází k fázovému posuvu napětí před proudem, to způsobuje nárůst úhlu φ a tím zmenšení účinníku. Pokud je požadavek na úpravu účinníku jednou z možností zmenšení úhlu je připojení kapacity, která má z hlediska fázového posuvu na napětí a proud přesně opačný vliv než indukčnost. Účinník se tímto způsobem snažíme držet v rozmezí 0,95-1 jak je požadováno v podmínkách provozovatele distribuční sítě (ČEZ, E-ON). Nedodržování této podmínky je penalizováno (pokutováno).

Výpočet potřebného kompenzačního výkonu:

1) Stanovení výkonů před kompenzací:

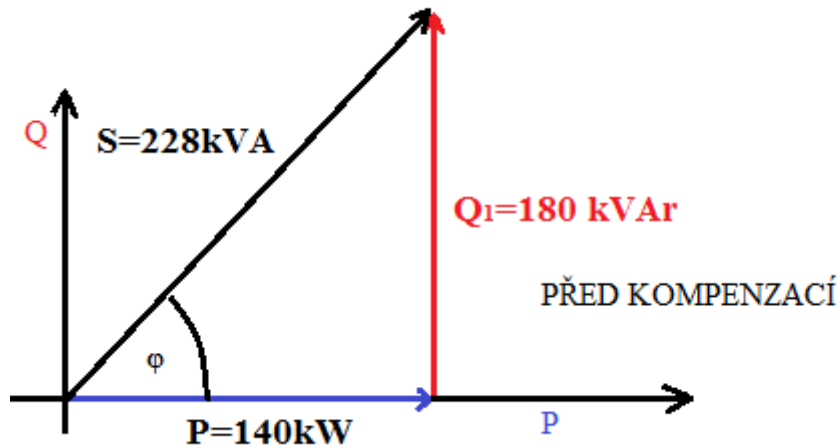
Zadáno: $P = 140\text{kW}$ $\cos\varphi_1 = 0,614 \Rightarrow (\varphi = 52,12^\circ)$

Vypočteno: $S = \frac{P}{\cos\varphi} = 228\text{kVA}$

$Q_1 = \sqrt{S^2 - P^2} = 180\text{kVAr}$ nebo $Q_1 = P \cdot \tan\varphi_1 = 180\text{kVAr}$

Kompence účinníku

Ing. M. Bešta



2) Výpočet potřebného výkonu:

Nutno kompenzovat na $\cos\varphi_2=0,95 \Rightarrow \varphi=18,1^\circ$ to znamená, že po kompenzaci bude:

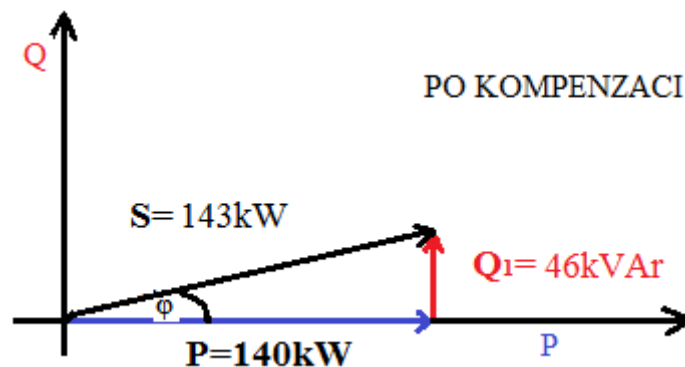
$$Q_2 = P \cdot \tan\varphi_2 = 46 \text{ kVAr}$$

Potřebný kompenzační výkon tedy je:

$$Q_{kom} = Q_1 - Q_2 = 134 \text{ kVAr}$$

Zdánlivý výkon po kompenzaci:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 147,4 \text{ kVA}$$



Způsoby kompenzace:

- 1) Kondenzátorové baterie, sada kondenzátorů připojovaných do obvodu podle aktuální potřeby. Bývají umístěny v kompenzačním rozvaděči a připojovány prostřednictvím stykačů. Nevýhodou je skoková změna kompenzačního výkonu.
- 2) Synchronní kompenzátory - nezatížený synchronní stroj připojený do obvodu působí jako kompenzátor účinníku. Výhodou je plynulá změna kompenzačního výkonu, nehodí se do prostředí, kde dochází k rychlým změnám potřebného kompenzačního výkonu.

Kompence účiníku

Ing. M. Bešta

- 3) Předcházením běhu motoru naprázdno, nezátížený motor znamená zhoršení účinníku (doplňkový způsob úpravy účinníku).

Provedení kompenzace:

- 1) Individuální kompenzace – každý spotřebič je vybaven vlastním kompenzačním prostředkem, např. kondenzátorem. Používá se pro motory s výkonem nad 5kW v trvalém provozu. Nevýhodou je cena a složitější údržba.
- 2) Skupinová kompenzace – instalace pro skupiny spotřebičů v jednom rozvaděči. Využívá se pro stroje nad 5kW s přerušovaným chodem, výhodou je úspora kompenzačních prostředků – kondenzátorů. Nevýhodou je, že část vedení je nevykompenzována.
- 3) Centrální kompenzace – kompenzace pro celý výrobní závod, automatizovaný proces výhody i nevýhody podobné jako u skupinové kompenzace.

Zdánlivý výkon je definován jako prostý součin napětí a proudu procházejících obvodem ($S=U \cdot I$).
Činný výkon oproti tomu vyjadřuje energii, kterou obvod skutečně přemění na jiné formy. U čistě odporových spotřebičů je činný výkon roven zdánlivému – celý výkon je využit (přeměna na teplo). U obvodů obsahujících i součástky kapacitní či indukční (např. elektromotory, zařízení s transformátorem) je však nutno uvažovat vzájemnou polohu fáze proudu a napětí. V takovém případě se část výkonu, označovaná jako **jalový výkon**, pouze přelévá obvodem a nekoná užitečnou práci. Podíl užitečné části výkonu, činný výkon, pak je vyjádřen *účinníkem*.

Účinník $\cos\varphi$:

- Bezrozměrná fyzikální veličina udávající podíl činného a zdánlivého výkonu $\cos\varphi = P/S$.
- Udává, jak velkou část zdánlivého výkonu přeměníme na užitečný výkon. Nízký účinník znamená velké ztráty energie.
- Pohybuje se v intervalu 0 – 1:
1= pouze činný výkon (ideální R, nebo kompenzace)
0= pouze jalový výkon (ideální C, nebo L)
- Kompence účinníku se provádí na 0,95-0,98.