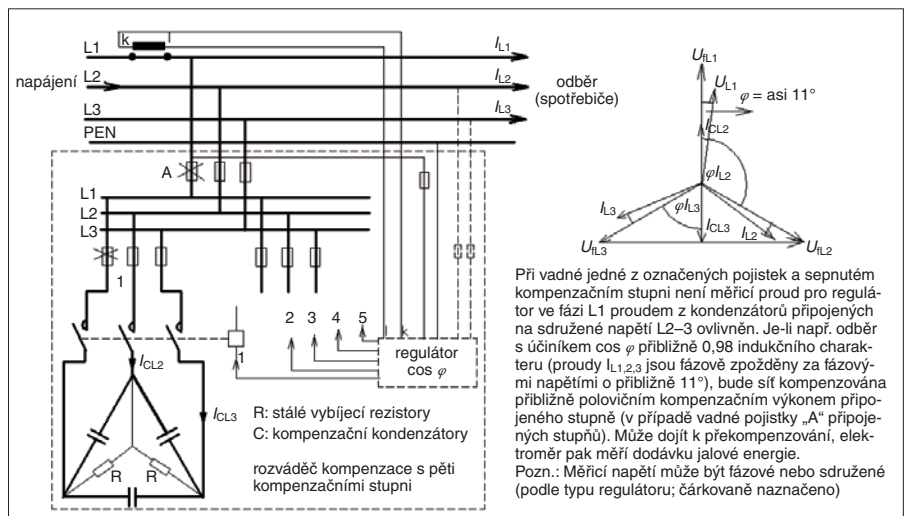


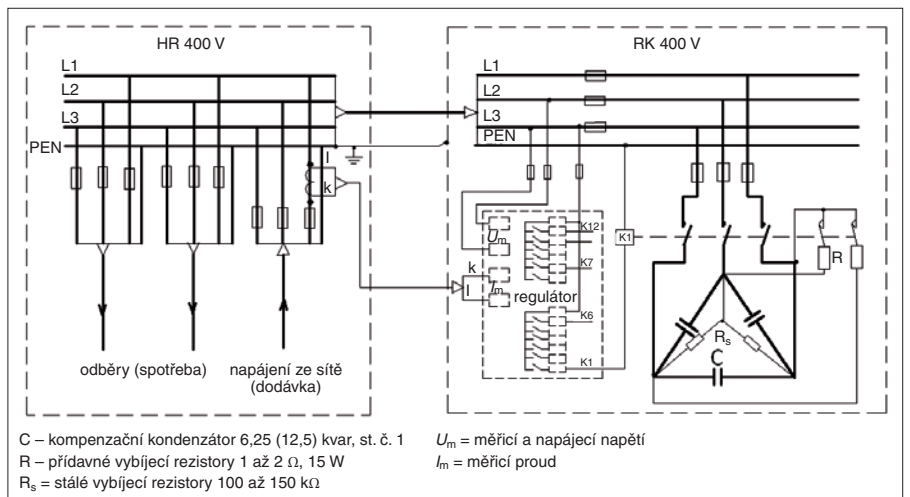
Zkušenosti z kompenzace jalové energie

Ing. Bernard Lukáš, specialista silnoproudé elektrotechniky

V poslední době dodavatelé elektřiny mění podnikajícím firmám původní indukční elektroměry za digitální. Odběratelé jsou následně v mnoha případech překvapeni, že dodavatel navíc požaduje úhradu jalové energie, nebyla-li kvalita odebrané energie v souladu se smluvními podmínkami; účinník $\cos \varphi$ byl mimo stanovený rozsah 0,95 až 1 indukčního charakteru. Odběr elektrické energie s účinníkem i jen mírně menším než 1 kapacitního charakteru (překompensování – např. $\cos \varphi -0,98$ kap.) je spojen s dodávkou jalové energie do sítě. Původní indukční elektroměry dodávku jalové energie neměřily, zatímco nové, digitální ji měří. Pro odběratele to pak bývá nepříjemné zjištění, protože za dodávku jalové energie do sítě jsou postiženi sankční platbou ve výši 0,4 Kč/kvar-h. Smluvní podmínky mezi dodavatelem a odběratelem vycházejí z právních aktů (např. energetický zákon 458/2000 Sb.), přičemž „sankční“ platby za nedodržení kvality odebrané elektrické energie (nedodržení stanoveného účinníku $\cos \varphi$) často nenaplní původní celospolečenský zájem na snížení energetických, a tedy i ekonomických ztrát. Kompenzační zařízení není pro odběratele levnou záležitostí, navíc není a nikdy nebude dokonalé. Při poruše některého kompenzačního stupně (např. trvale sepnutého „slepeného“ stykače) se může kvalita odběru ještě zhoršit a platba za odebranou energii zvýšit. Vyšší kvality kompenzace při rychle se měnící skladbě a odebraném výkonu spínaných spotřebičů lze dosáhnout použitím kvalitnějších třífázových nebo impulzní elektroměrů řízených regulátory s polovodičovými spínáním kompenzačních kondenzátorů. Toto řešení však má ekonomický efekt pouze v případě velkých spínaných výkonů zejména u statických řízených usměrňovačů nebo měničů frekvence. Investice do běžné skladby spotřebičů s odběrem činné energie



Obr. 1. Závadná kompenzace



Obr. 2. Příklad zapojení regulátoru s 12^o, vybíjení náboje C předávnými rezistory

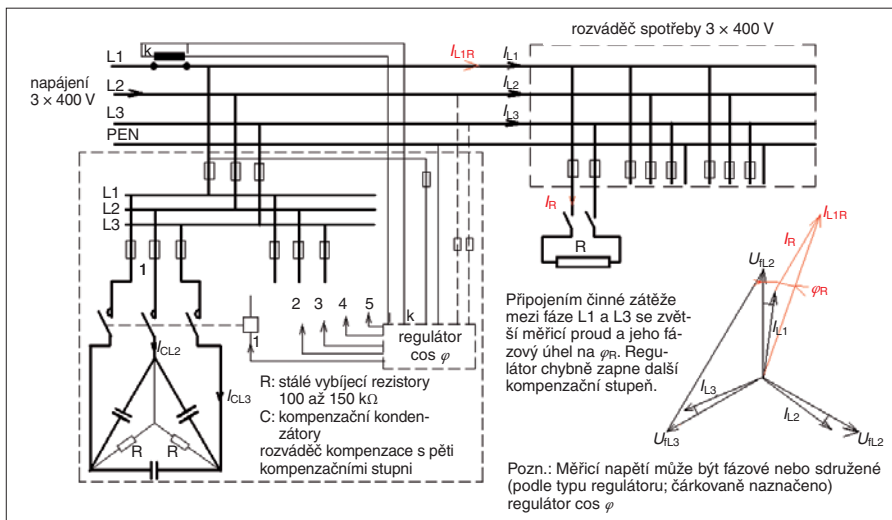
(tepelné spotřebiče, osvětlení a asynchronní elektromotory nakrátko výkonů do asi 40 kW s hustotou spínání maximálně 40krát za hodinu) se nevrátí.

V tomto příspěvku chci na základě zkušeností upozornit provozovatele statických kompenzačních zařízení na některé jevy a poruchové stavy, které mohou nepříznivě ovlivňovat kvalitu kompenzace se všemi z toho vyplývajícími důsledky.

Tab. 1. Doporučené časy vybíjení – blokování znovuzapnutí kompenzačních kondenzátorů

Výkon kompenzačního stupně (kvar)	Jmenovitý proud při napětí (A)		Doba vybíjení – blokovácí čas (s)		Poznámky
	400 V	6 kV ¹⁾	22 kV ¹⁾		
5	7,2	0,48	0,13	15 až 30	1) při snímání měřicího proudu pro regulátor ze strany 6 nebo 22 kV
6,25	9,0	0,60	0,16	15 až 30	
10	14,4	0,96	0,26	20 až 40	
12,5	18,0	1,20	0,33	20 až 40	
20	28,8	1,92	0,52	30 až 60	
25	36,1	2,41	0,66	30 až 60	
30	43,3	2,89	0,79	40 až 80	
50	72,2	4,81	1,31	50 až 120	
100	144,3	9,62	2,62	120 až 240	
150 ²⁾		14,43	3,94	400 až 600 ³⁾	
200		19,25	5,25	500 až 600 ³⁾	3) čas je stanoven výrobcem
250		24,06	6,56	500 až 600 ³⁾	
400		38,5	10,5	500-600 ³⁾	

1. Kompenzační zařízení je vhodné doplnit prvkem trvale sledujícím celkový kompenzovaný proud, který má být ve všech fázích stejný. Asymetrie proudu způsobená např. vadnou pojistkou nebo svařením kontaktů ve dvou fázích některého kompenzačního stupně může vést k chybné funkci regulátoru, a tím ke zhoršení smluvní kvality odebrané elektrické energie včetně navýšení plateb (obr. 1).
2. Nejporuchovějším prvkem kompenzačního zařízení jsou stykače spínající kondenzátory. Je-li s přihlédnutím k povaze provozu (mění se odběr a skladba spotřebičů v krátkých časových intervalech) nastave-

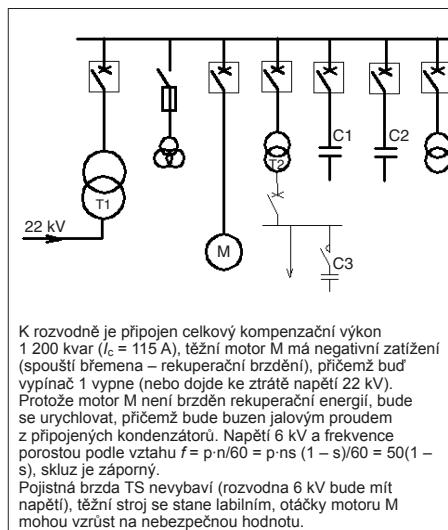


Obr. 3. Chybná funkce regulátoru při připojení činné zátěže na sdružené napětí

na krátká doba vybíjení kompenzačních stupňů a pro kompenzační stupeň je použit stykač, jehož jmenovitý (mezní) spínací výkon v kvar je stejný jako výkon spínané kondenzátorové baterie, v krátké době se svaří nebo upálí některý silový kontakt stykače. Je proto vhodné používat tyto stykače vždy s mezním štítkovým výkonem o stupeň vyšším, než je výkon kondenzátorové baterie, nebo regulátory jalového výkonu umožňující nastavit vybíjecí čas pro každý stupeň samostatně. Zde platí zásada, že čím větší je výkon kompenzačního stupně, tím delší se nastavuje doba vybíjení (tab. 1).

Klasické stykače je nutné volit s nejméně dvojnásobným jmenovitým proudem, než je jmenovitý proud kondenzátorové baterie. V tomto případě se kompenzační kondenzátory musí navíc doplnit vybíjecími rezistory (obr. 2).

3. Jsou-li ve skladbě spotřebičů sítě nn (zejména síť TN 400/230 V) spotřebiče připojeny na sdružené napětí pouze mezi dvě fáze (např. bojler, kalorifery, elektrické trouby, transformátory apod.) a měřicí proud regulátoru je snímán z jedné z uvedených fází, nastane fázový posun proudu k napětí téže fáze a regulátor chybně zapíná nebo vypíná kompenzační stupeň. Je proto důležité toto respektovat a měřicí proud regulátoru připojovat na fázi, na níž není připojen uvedený druh spotřebiče,

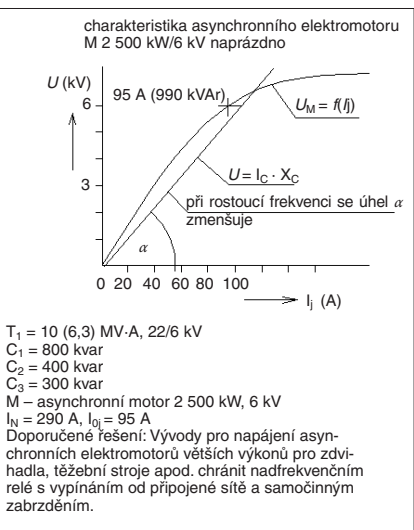


Obr. 4. Samonabuzování asynchronních motorů z kompenzačních kondenzátorů

popř. použit regulátor, jehož funkce je řízena impulzy z digitálně čtyřkvadrantního elektroměru, nebo regulátor, jehož měřicí proud je snímán ze všech fází. Nerespektování tohoto jevu připravilo některé odběratele z důvodu překompenzování o 10 až 20 tisíc korun za měsíční fakturované období (obr. 3).

4. Co se týče přímé kompenzace kondenzátory připojenými na vývody asynchronních elektromotorů, je nutné respektovat jejich měřicí se příkon a fázový posun

(účinník $\cos \varphi$), který se pohybuje po kružnici kruhového diagramu. Příkon a účinník $\cos \varphi$ jsou nejmenší při chodu naprázdno. Příkon je největší (u asynchronních motorů nakrátko) v okamžiku zapnutí, přičemž $\cos \varphi$ je větší (asi 0,4), při jmenovitém výkonovém zatížení je $\cos \varphi$ přibližně 0,82 až 0,87 ($\tan \varphi = 0,7$ až 0,56). Aby se elektromotor samovolně nenabuzoval při ztrátě napětí, např. v okamžiku, kdy je elektromotor negativně zatížen (režim nadsynchronního brzdění), doporučuje se použít přímý kompenzační kondenzátor s přibližně třetinovým kompenzačním výkonem v kvar, než je štítkový výkon elektromotoru v kW. To je nutné respektovat zejména u asynchronních motorů vyšších výkonů, používaných např. k pohonu těžebních strojů, jeřábů, zdvihadel apod., u nichž při výpad-



$T_1 = 10 (6,3) \text{ MV}\cdot\text{A}, 22/6 \text{ kV}$
 $C_1 = 800 \text{ kvar}$
 $C_2 = 400 \text{ kvar}$
 $C_3 = 300 \text{ kvar}$
 $M - \text{asynchronní motor } 2\,500 \text{ kW}, 6 \text{ kV}$
 $I_N = 290 \text{ A}, I_0 = 95 \text{ A}$
 Doporučené řešení: Vývody pro napájení asynchronních elektromotorů větších výkonů pro zdvihadla, těžební stroje apod. chránit nadfrekvenčními relé s vypínáním od připojené sítě a samočinným zabrzděním. ☒

TPCA investuje do životního prostředí. Svařovna automobilky TPCA získala novou rekuperační jednotku pro ohřev vzduchu proudícího do provozu. Zařízení velikosti stavební buňky bylo na střechu továrny nainstalováno s využitím helikoptéry. Rekuperační jednotka si vyžádala investici přesahující 2,5 milionu korun.

Původní ventilační zařízení fungovalo na principu směšování čerstvého studeného vzduchu s již ohřátým vzduchem ze svařovny. Nyní se bude teplo z odváděného vzduchu akumulovat ve výměníku a následně bude použito k ohřevu čerstvého vzduchu nasávaného zpět do továrny. Hlavní výhody spočívají především v úspoře energie a zlepšení pracovních podmínek za-

městnanců. Roční úspory se odhadují na 1 milion korun a návratnost investice do 2,5 roku. Pro TPCA je velmi důležité také snížení produkce emisí CO_2 , vznikajícího při ohřevu vzduchu pro svařovnu v zimních měsících. Výkonná rekuperační jednotka dokáže vyměnit a ohřát $13,89 \text{ m}^3$ vzduchu za sekundu. Za hodinu proto do továrny přivede až $50\,000 \text{ m}^3$ čerstvého vzduchu.

aktuality