

Správna voľba kompenzačnej jednotky v závislosti od použitého typu spotrebičov

Ing. Peter GARDIAN, Power Grid, s.r.o., Považská Bystrica

V súčasnosti, v čase priemyselného boomu, ktorý prebieha na Slovensku, je kvalita elektrickej energie často podceňovaná časťou elektroprojektov. Kvalita elektrickej siete je vo všeobecnosti komplikovaná problematika, nie jednoducho merateľná, a preto sa často stáva, že je zúžená na jednoduchú kompenzáciu účinníka, ktorej funkčnosť si zákazník ľahko overí pri pohľade do faktúry od dodávateľa elektrickej energie.

Tento materiál sa venuje len NN riešeniam kompenzácie, podobné princípy však platia aj pri VN a VVN riešeniach.

Kompenzačný rozvádzač je jeden z mála rozvádzačov, ktoré sa bežne vyskytujú v elektrických rozvodniach, ktoré nevyžadujú obsluhu a mali by fungovať bez toho, aby im užívateľ venoval pozornosť. Ich obsluha väčšinou končí nastavením cieľovej hodnoty účinníka. Ak je kompenzačný rozvádzač navrhnutý správne (je správne skonštruovaný a správne aplikovaný), tak sa užívateľ v ideálnom prípade zhruba 10 rokov kompenzácií venovať nemusí. To, že sa životnosť kompenzácie, resp. najcitlivejších komponentov – kondenzátorov – blíži ku koncu, zistí podľa faktúr od dodávateľa elektrickej energie – a síce na faktúrach sa začnú objavovať čiastky za odber jalovej energie. Keďže nie všetkým kondenzátorom skončí životnosť v tom istom čase, suma za nedokompenzovanie nebude na začiatku vysoká a bude čas na výmenu kondenzátorov. Je však málo prípadov, keď by kompenzácia fungovala takto ideálne a jej užívateľ jej prítomnosti len tušil ☺.

Cieľom tejto práce je dať niekoľko rád projektantom, aby už v projekčnej fáze dostatočne ošetrili to, aby sa do projektu dostala kompenzácia, ktorá je pre danú aplikáciu najvhodnejšia.

1. Výkon kompenzácie - modulárne alebo štandardné prevedenie?

Ideálny stav – zákazník má informáciu o potrebe kompenzačného výkonu a takýto výkon sa dostane aj do projektu. Keďže však informácia o potrebe kompenzačného výkonu je veľmi zriedkavá, tak častejšie sa táto hodnota stanovuje odhadom podľa výkonu inštalovaného transformátora. Podľa skúseností je optimálna hodnota kompenzácie 1/3 výkonu inštalovaného transformátora. Túto hodnotu je doporučené zvýšiť o 20%, aby sa

predišlo strate kompenzačného výkonu pri starnutí kondenzátorov (a teda strate kapacity, a tým aj výkonu).

Pri komplikovaných inštaláciách je najvýhodnejšie inštaláciu kompenzačných jednotiek nespájať s inštaláciou ostatných rozvádzačov potrebných pre prevádzku inštalovanej technológie, ale s dodávateľom elektrickej energie dohodnúť na určitý čas výnimku pre dodržiavanie účinníka. Optimálnu kompenzáciu potom dokáže po vykonaní merania navrhnúť a dodať špecializovaná firma. Pre inštaláciu kompenzácie tak stačí v projekte rátať s potrebným počtom vývodov na pripojenie kompenzácie a samozrejme s miestom v rozvodni.

Problém nedostatočného výkonu kompenzačného rozvádzača je väčšinou jednoducho odstrániteľný doplnením ďalších kompenzačných modulov – v prípade modulárneho usporiadania kompenzačného rozvádzača sa jedná o doplnenie kompenzačného modulu (samozrejme za predpokladu, že v inštalovanej rozvádzačovej skrini je miesto na inštaláciu ďalšieho modulu), resp. doplnenie ďalšej rozvádzačovej skrine s inštalovaným požadovaným výkonom. Moderné kompenzačné zariadenia sú od výrobcu pripravené na doplnenie dodatočného kompenzačného výkonu vyvedením riadiacich signálov regulátora do konektorov, ktoré sa jednoducho spájajú v prípade rozširovania výkonu.

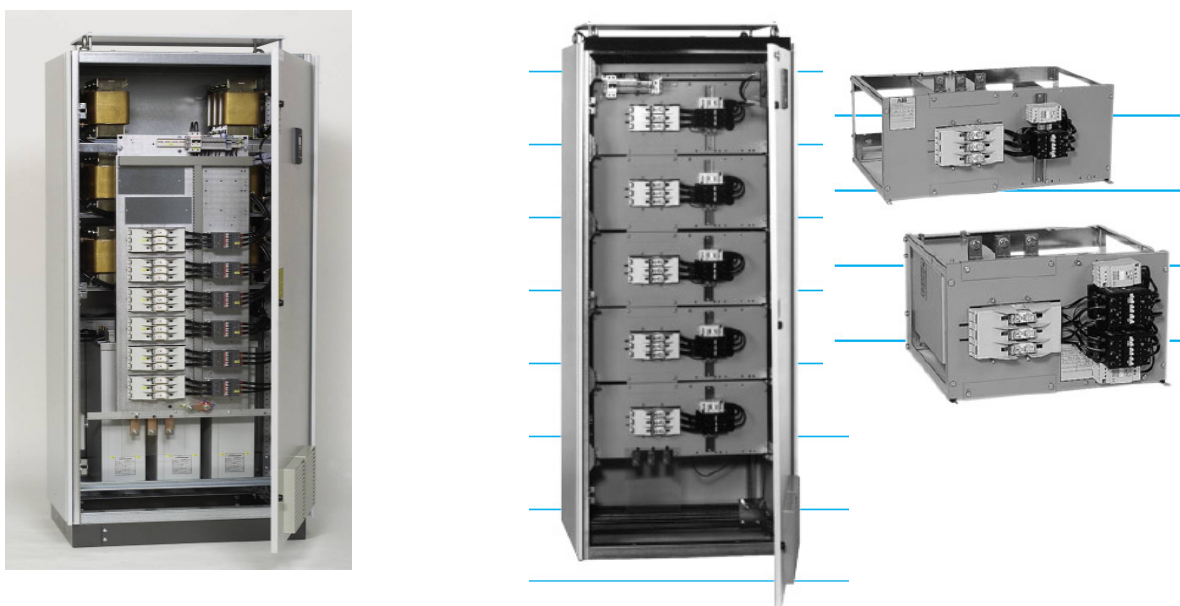
Pre nové priemyselné inštalácie je však oproti inštalácii modulárnej jednotky (veľmi často „plnej“ modulov, teda bez možnosti ďalšieho rozširovania) jednoznačne výhodnejšia inštalácia nemonulárnej kompenzačnej jednotky.

Modulárne riešenie je elegantné, ľahko servisovateľné, ale reálny význam má len v prípade, že zákazník nemá možnosť umiestniť kompletnú skriňu do rozvodne kvôli hmotnosti (a teda nemotornosti) – 400 kVAr kompenzácia s tlmením 7% umiestnená v skrini 640x651x2084 mm (ŠxHxV) má hmotnosť 460 kg. Modulárnu kompenzáciu je možné „zložiť“ na mieste. Modulárna kompenzácia tiež môže byť výhodná, pokiaľ je nevyhnutné kompenzáciu umiestniť do špeciálnych rozvádzačových skíň, napr. už inštalovaných v rozvodni.

Nemonulárna kompenzácia má však pre zákazníka niekoľko výhod, ktoré prevážia výhody modulárnej. Konštrukcia nemonulárnych kompenzácií umožňuje dostatočný odvod tepla od tlmiviek (v prípade chránenej kompenzácie), tak aby nedochádzalo k zbytočnému zvyšovaniu teploty kompenzačných kondenzátorov, ktoré sú najcitlivejším a zároveň

najdôležitejším komponentom celého zariadenia. V modulárnej koncepcii, aj od skúsených výrobcov, je vždy väčšie riziko, že kondenzátory budú mať kratšiu životnosť práve kvôli horšej možnosti odvodu tepla. Výkon, ktorý je možné inštalovať v nemonulárnom prevedení, je práve kvôli možnosti odvodu strát vyšší, ako je možné inštalovať do rovnakej skrine v modulárnom prevedení.

S možnosťou odvodu tepla tiež súvisí požadované krytie kompenzačných rozvádzačov. V tomto prípade platí, že menej je viac – čím nižšie krytie zákazník požaduje, tým väčší výkon sa dá do rozvádzačovej skrine inštalovať. Preto je pre kompenzáciu bežne ponúkané krytie IP20, pri požiadavke na vyššie klesá inštalovaný výkon.



Obrázok č. 1: Možné prevedenia kompenzačných rozvádzačov: *nemonulárne a modulárne*

2. **Chránená alebo nechránená kompenzácia?**

O tom, či do projektu zvoliť nechránenú jednotku (bez tlmiviek), alebo chránenú (s tlmivkami), sa oplatí uvažovať len v prípade chudobnejších investorov. Kompenzačný kondenzátor, ako už bolo spomínané, najcitlivejší a zároveň najdôležitejší prvok kompenzácie, je konštruovaný na relatívne nízke zaťaženie vyššími harmonickými napätiami. V moderných inštaláciách sa zariadenia, ktoré by negenerovali vyššie harmonické prúdy, už vlastne nevyskytujú, takže ak chce mať zákazník istotu, že inštalované zariadenie bude mať maximálnu možnú životnosť, určite by mal vyžadovať inštaláciu chránených kompenzácií. Treba zdôrazniť, že funkciou tlmiviek v takýchto rozvádzačoch nie je filtrovať harmonické prúdy z elektrickej siete, ale len chrániť

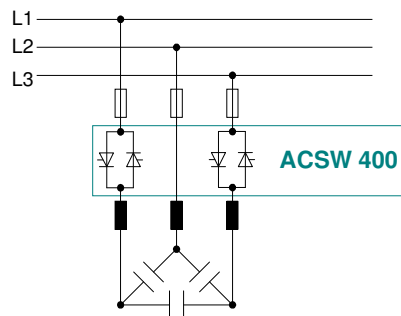
kompenzačné kondenzátory pred ich vplyvom. Rovnako tlmivky bránia negatívnym rezonanciam kondenzátorov so zvyškom elektrickej siete.

Nechránená kompenzácia má opodstatnenie len elektrických sieťach, kde je garantované, že v elektrickej sieti sa nevyskytujú zariadenia osadené polovodičovými komponentmi (frekvenčné meniče, striedače, usmerňovače, spínané zdroje).

3. Štandardná stýkačová kompenzácia, tyristorové spínače alebo rýchla kompenzácia?

Stýkač, ako spínací prvok na pripínanie kondenzátorov, má niekoľko zjavných nevýhod. Jeho životnosť je obmedzená počtom zopnutí a každým zopnutím dochádza k významnému poškodzovaniu kvality elektrickej siete prechodovým javom, ktorý vzniká pri spínaní. Obmedzujúce pri spínaní stýkačmi je tiež to, že nie je možné pripojiť celý inštalovaný kompenzačný výkon v jednom cykle (naraz), práve kvôli možnému prechodovému javu, ktorý by mohol spôsobiť významné problémy. Regulátory inštalované v kompenzačných jednotkách majú preto nastavený minimálny čas medzi zopnutím jednotlivých stupňov.

Riešením problému a nedostatkov stýkačov sú tyristorové spínače (označované ako „transient free switches“), ktorých životnosť je limitovaná životnosťou tyristorov (niekoľko násobne vyššia ako životnosť stýkačov). Keďže spínanie tyristorov je riadené, pripnutie kompenzačného stupňa prebieha len pri minimálnom rozdiel napätia na kondenzátore a elektrickej sieti (čím sa garantuje minimálny, resp. nulový prechodový jav). Rovnako je možné pripnúť celý výkon kompenzácie v jednom cykle (čo je nevyhnutné pri strojach, ktoré sa spúšťajú v jednom okamihu). V kombinácii s rýchlym kompenzačným regulátorom dokáže takýto spínač zabezpečiť dostatočne rýchlu kompenzáciu pre niektorý typ aplikácií. Hlavné obmedzenie takejto kompenzácie (oproti rýchlym kompenzáciám) je, že nedokáže zabezpečiť opätovné pripnutie kompenzačného stupňa po jeho odpojení kvôli času potrebnému na vybitie kondenzátorov na max. nominálne sieťové napätie. Čas na opätovné pripnutie je v prípade takýchto spínačov okolo 10 sekúnd.

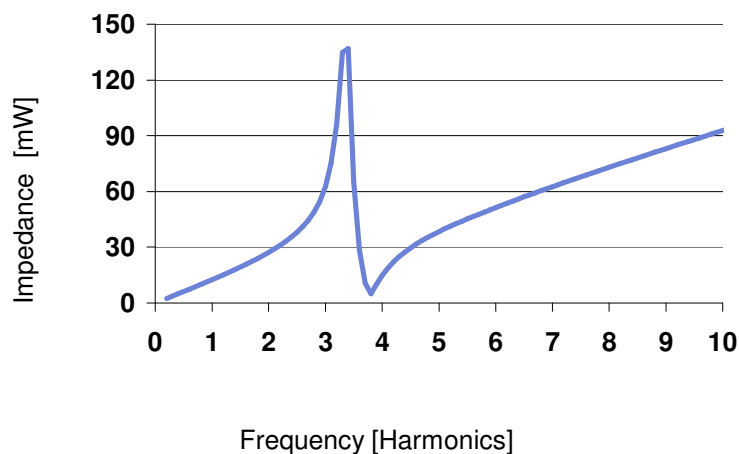


Obrázok č. 2: Možné pripojenie „transient free“ spínača namiesto stýkača

V prípade aplikácií, kde dochádza k zapínaniu spotrebiča častejšie, ako zvládne jednoduchý „transient free switch“, treba použiť rýchlu kompenzačnú jednotku, ktorá zvládne rýchlosť spínania do 20 ms. Takáto rýchlosť je nevyhnutná napr. pri kompenzovaní bodových zvaračiek.

4. Hodnota ochranných tlmiviek 5.67% (210 Hz), 7% (189 Hz), 12.5% (141 Hz), 14% (134 Hz), resp. iná hodnota?

Veľmi podceňovanou problematikou je výber správnej hodnoty tlmivky v prípade chránenej kompenzačnej jednotky. Ako je zrejme z nadpisu tejto časti, chránená kompenzačná jednotka nemusí obsahovať len bežne používané 7% tlmivky, ale aj iné hodnoty, kde je samozrejme iná rezonančná frekvencia. Z obrázku č. 3 je zjavné ako sa mení impedancia obvodu inštalovaním 7% tlmivky.



Obrázok č.3: Impedancia obvodu s tlmivkou 7%

Ako ukazuje obrázok, v prípade 7% tlmivky dochádza v oblasti 150 Hz (tretia harmonická) k zvýšeniu impedancie obvodu. To znamená, v prípade, ak sa v sieti vyskytuje tretia harmonická (dominantná harmonická v prípade jednofázových spotrebičov), že dôjde k rezonančnému zosilneniu a tým zhoršeniu kvality elektrickej siete. V prípade, že v sieti dominujú jednofázové spotrebiče, je nevyhnutné použiť tlmivky 12.5, resp. 14%. 7% tlmivka je vhodná pre inštalácie s dominantnou 5-tou harmonickou, čiže trojfázové spotrebiče.

Správny výber tlmivky je takisto dôležitý v oblasti, kde je používaný HDO signál. Kompenzačná jednotka nesmie HDO signál zo siete „filtrovať“, a tiež nesmie dôjsť k rezonancii HDO signálu s kompenzačnou jednotkou. Pred inštaláciou kompenzačnej jednotky si preto vždy treba overiť frekvenciu HDO signálu v oblasti a podľa toho navrhnúť správnu hodnotu tlmiviek. Veľmi zjednodušene platí, že odstup HDO signálu od frekvencie obvodu musí byť 30 Hz (kvôli „filtrovaníu“ signálu zo siete). Obzvlášť dôležitý je výber správnej tlmivky v prípade VN kompenzácií, kde spôsobená škoda môže byť podstatne väčšia.

5. Stačí kompenzácia alebo treba iné zariadenia?

Nie je to celkom jednoduchá otázka, ale riešenie existuje ☺. V prípade projektovania špeciálnych prevádzok je vždy výhodnejšie kontaktovať špecializovanú firmu venujúcu sa problematike kvality elektrickej siete, ktorá vám rada odporučí vhodné riešenie, ako potom riešiť vzniknuté problémy. Univerzálny návod a univerzálne riešenie žiaľ neexistuje. Len niekoľko príkladov:

- lyžiarsky vlek – pravdepodobne nevyhnutný filter vyšších harmonických / aktívny filter
- bodové zväračky – kompenzácia odstraňujúca Flicker efekt
- kancelárska budova, veľké množstvo PC – aktívny filter vyšších harmonických (aj z PEN vodiča)...

Kontaktné údaje:

Ing. Peter GARDIAN

Power Grid, s.r.o.

Hviezdoslavova 145/21, 017 01 Považská Bystrica

peter.gardian@power-grid.eu, www.power-grid.eu