

porównanie rozwiązań poprawiających jakość energii elektrycznej

inż. Grzegorz Pinker – Electric Power Quality

Parametry jakości energii elektrycznej to zbiór wielkości charakteryzujących napięcie zasilające, przy zachowaniu których zapewniona jest prawidłowa praca oraz wydłużony czas eksploatacji urządzeń zasilanych. Wszelkie odbiory nieliniowe są głównie powodem pogorszenia się parametrów energii. Odbiory te wprowadzają do sieci wyższe harmoniczne prądów, które wpływają na napięcie, powodując dużo negatywnych skutków ekonomicznych.

harmoniczne

Obecność wyższych harmonicznych powoduje:

- wzrost wartości skutecznej prądu, co skutkuje większymi stratami w elementach rezystancyjnych,
 - skrócenie żywotności i przeciążenia generatorów, transformatorów, silników, baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej,
 - zakłócenia pracy lub uszkodzenia odbiorników wrażliwych na złą jakość energii,
 - przepływ anormalnie dużych prądów wywołanych wskutek rezonansu wyższych harmonicznych.
- Sumowanie się harmonicznych trzeciego rzędu (rys. 1.) prowadzi do

przeciążenia przewodu neutralnego. Taka sytuacja może spowodować przepływ prądu o wartości wielokrotnie większej niż w przewodach fazowych, a co za tym idzie może dojść do zadziałania zabezpieczeń, bądź uszkodzenia przewodu neutralnego i tym samym odłączenia wszystkich odbiorów od sieci.

W chwili obecnej najczęściej do eliminacji wyższych harmonicznych stosuje się filtry pasywne. Tego typu rozwiązania projektuje się pod konkretne charakterystyczne harmoniczne, co za tym idzie nadają się dla odbiorcy o małej zmienności charakteru obciążenia. Filtry pasywne posiadają wiele wad m.in.:

- ulegają rozstrojeniu wskutek zmian częstotliwości,
- stanowią słabo tłumiony układ RLC, co może powodować występowanie zjawisk rezonansowych,
- skuteczność działania filtrów pasywnych bardzo silnie zależy od impedancji systemu zasilającego w punkcie jego przyłączenia (jeżeli jest potrzeba zmniejszenia harmonicznej napięcia danego rzędu o więcej niż połowę, to filtry pasywne muszą mieć dla tej częstotliwości impedancję niższą niż impedancja zwarcia sieci zasilającej),

- filtrowane są tylko wybrane harmoniczne o dominujących wartościach (filtrowaniu nie podlegają harmoniczne uznane za niecharakterystyczne dla odbiornika, a które mogą wystąpić),

- filtry pasywne z powodów strat mocy, tracą pewną część energii w postaci ciepła (utrzymanie strat na niskim poziomie wymaga zastosowania lepszych materiałów, większych przekrojów przewodów, co wiąże się z większymi kosztami).

Główną zaletą filtrów pasywnych jest niska cena, jednakże jeśli znajdzie potrzeba eliminacji większej liczby harmonicznych wyższego rzędu, różnica kosztów względem filtrów aktywnych nie jest już tak duża. Filtry aktywne rekompensują wyższą cenę szeregiem zalet tj.:

- zmniejszenie odkształconych prądów harmonicznych (THDI) o około 10 razy,
- możliwość łatwego zaprogramowania tak, żeby reagował tylko na określone harmoniczne,
- brak ryzyka wystąpienia rezonansu dla każdej z częstotliwości harmonicznych,
- zabezpieczają przez zmianami częstotliwości podczas pracy generatora awaryjnego,
- nie można ich przeciążyć,

- mogą poprawiać współczynnik mocy.

Obecnie dostawca energii nakłada dodatkowe opłaty za pobieranie lub generowanie energii biernej, lecz kwestią czasu jest pojawienie się na fakturze pozycji: opłaty za wprowadzanie do systemu harmonicznych.

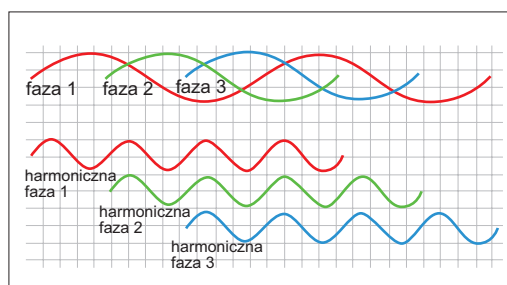
kompensacja mocy biernej

Do obniżenia opłat za moc bierną stosowane są baterie kondensatorowe bądź dławikowe w zależności od charakteru obciążenia. W przypadku kondensatorów istnieje realne zagrożenie ich przeciążenia i uszkodzenia przez wyższe harmoniczne lub wręcz wybuchu podczas wystąpienia rezonansu wyższych harmonicznych. Do zabezpieczenia przed takimi ewentualnościami stosuje się dławiki, lecz wiąże się to z podwojeniem kosztów inwestycji.

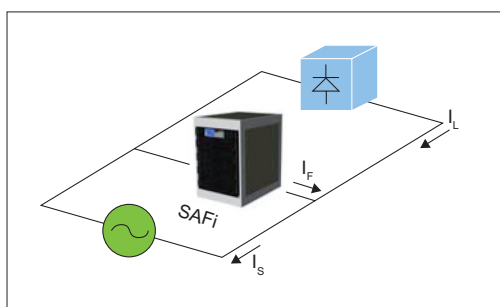
Baterie kondensatorów również mogą często stanowić problem ze względu na:

- zbyt duże człony baterii w stosunku do pobieranej mocy, co skutkuje złym doborem odpowiedniej konfiguracji przez regulator,
- zmiana charakteru odbiorów może spowodować inne zapotrzebowanie na stopniowanie członów baterii,
- baterie mogą nie nadążać ze zmianą mocy w przypadku odbiorów o szybkozmiennych zmianach mocy biernej,
- baterie mogą przekompensować moc bierną, przez co do rachunku dojdzie opłata za moc bierną pojemnościową.

Jeżeli w środowisku przyłączenia baterii występują harmoniczne, należy rozważyć stosowanie filtrów pasywnych.



Rys. 1. Harmoniczne trzeciego rzędu sumujące się w przewodzie neutralnym



Rys. 2. Podłączenie SAFi

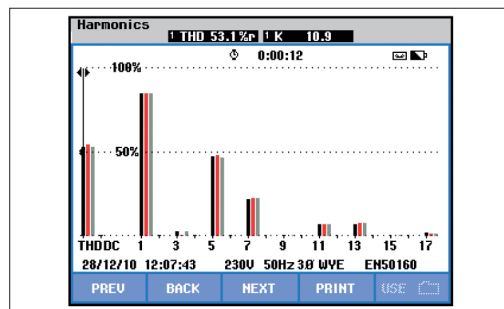
nych i baterii kondensatorów, jednakże w takim wypadku może okazać się, że filtry aktywne będą bardziej efektywnym i ekonomicznym rozwiązaniem, które kompleksowo rozwiąże problemy związane z jakością energii i zarazem można uniknąć problemów, które dotyczą zarówno baterii kondensatorów, jak i filtrów pasywnych.

asymetria obciążenia faz

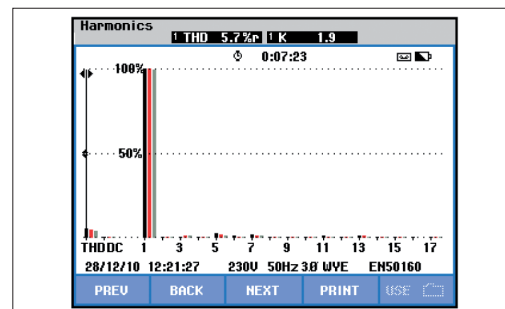
Problem asymetrii napięć jest powszechny. W praktyce wina za taki stan rzeczy leży po stronie obciążenia. Odbiornikami powodującymi asymetrię są: zespoły urządzeń jednofazowych i dwufazowych przyłączonych do sieci trójfazowej, odbiorniki trójfazowe o asymetrycznym obciążeniu chwilowym (np. piec łukowy w czasie topienia wsadu), liczne odbiorniki jednofazowe nierównomiernie rozmieszczone włączone między przewody fazowe i neutralny. Asymetria prądów w sieciach 3-fazowych powoduje:

- dodatkowe straty mocy i energii. Wynika to z prądu płynącego przez przewód neutralny, który jest wynikiem różnych wartości prądów w przewodach fazowych,
- różne wartości spadków napięcia dla każdej z faz, co prowadzi do asymetrii napięć,
- nadmierne nagrzewanie się wirnika maszyn, co prowadzi do szybszego starzenia, uszkodzeń łożysk oraz przewymiarowania urządzenia,
- zadziałanie zabezpieczeń,
- straty mocy oraz straty ciepłe w przewodach i liniach,
- negatywny wpływ na transformatory i układy przekształtnikowe.

Asymetrię napięć łagodzi się najprościej poprzez ponowne rozłożenie obciążeń, jednakże często jest to niemożliwe zarówno z przyczyn technicznych,



Rys. 3. Spektrum harmonicznych przed załączeniem filtra SAFi dla UPS o mocy 22 kW



Rys. 4. Spektrum harmonicznych po załączeniu filtra SAFi dla UPS o mocy 22 kW

jak i ekonomicznych, gdyż wiąże się z odłączeniem odbiorów na czas prac modernizacyjnych. W tym wypadku jedynym rozwiązaniem problemu może okazać się Skalowalny Aktywny Filtr (SAFi) firmy **Electric Power Quality**, który nie tylko symetryzuje obciążenie faz, ale również poprawia współczynnik mocy i, co najważniejsze, kompensuje harmoniczne do 51.

skalowalny aktywny filtr SAFi

SAFi jest najnowszym produktem, który niedawno pojawił się na rynku. Jego zasada działania jest podobna do zwykłych filtrów aktywnych. Różnicę stanowi jego funkcjonalność oraz dotąd niespotykane funkcje, takie jak symetryzacja obciążenia faz, budowa modułowa, która zapewnia skalowalność o małym kroku rozbudowy, przez co znacznie zmniejszają się nakłady finansowe w przypadku rozbudowy systemu.

Urządzenie ma wiele zalet m.in.:

- możliwość selektywnego wyboru 12 dowolnych harmonicznych z przedziału od 2 do 31., dodatkowo można również ustawić procentową wartość kompensacji każdej z nich w tym przedziale,
- generuje prądy harmoniczne o przeciwnej fazie i identycznej amplitudzie, a gdy zapotrzebowanie na nie się zwiększy, filtr będzie utrzymywał wartości prądów na poziomie maksymalnych wartości znamionowych, przez co jest całkowicie odporny na przeciążenia,

• jest w pełni mobilne, gdyż zostało wyposażone w kołka z blokadą.

SAFi jest podłączany równolegle (rys. 2), dzięki czemu w przypadku włączenia filtra odbiory nie są odłączane i jest zachowana ich ciągłość pracy. Skalowalność filtra polega na stopniowym zwiększaniu prądu generowanego od 35 A do aż 960 A poprzez dokładanie modułów mocy (do 4 na jednostkę – rysunek 5) i łączenie jednostek równolegle (do 8 jednostek – rysunek 6).

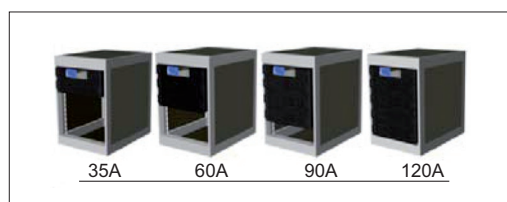
podsumowanie

Coraz częściej w przemyśle występują odbiory nieliniowe, należą do nich wszelkiego rodzaju przekształtniki. Są to tanie i proste układy, co za tym idzie zaczynają dominować w każdej dziedzinie przemysłu. Ich wada to prąd wejściowy zawierający wiele harmonicznych, które mają negatywny wpływ na inne wrażliwe na złą jakość energii układy, zazwyczaj elektroniczne, przyłączone do sieci. Na rysunku 3. przedstawiono spektrum harmonicznych przykładowego nieliniowego odbiornika jakim

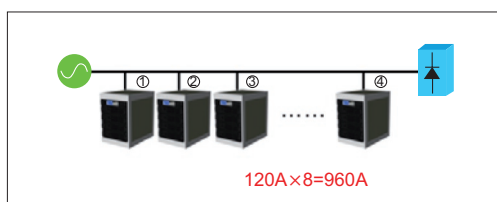
jest UPS, natomiast na rysunku 4. zamieszczono spektrum po załączeniu filtra SAFi, jak widać skuteczność działania urządzenia jest duża.

Harmoniczne są również przyczyną przegrzewania się przewodów, transformatorów i agregatów prądotwórczych oraz ich przewymiarowywania w fazie projektowej. Rozwiązaniem tego typu problemów są filtry. W przeciwieństwie do pasywnych urządzeń filtrujących, filtry aktywne mają o wiele lepszą jakość kompensacji i dynamikę oraz nie posiadają żadnych wad poprzednika, a wręcz ich funkcjonalność jest rozszerzona o możliwość kompensacji mocy bierniej, co eliminuje opłaty dodatkowe za moc bierną. Filtr SAFi dodatkowo posiada możliwość selektywnego wyboru harmonicznych oraz dotąd niespotykaną w tego typu urządzeniach opcję symetryzacji obciążenia faz, przez co jest bardziej funkcjonalnym i ekonomicznym rozwiązaniem. Szereg zalet i dodatkowych funkcji spowodowało, że skalowalny aktywny filtr harmonicznych firmy Electric Power Quality został okrzyknięty innowacyjnym i przyszłościowym rozwiązaniem problemów związanych z jakością energii.

reklama



Rys. 5. Rozbudowa jednostki SAFi



Rys. 6. Łączenie równoległe jednostek SAFi

Electric Power Quality Sp. z o.o.
80-382 Gdańsk
ul. Beniowskiego 5
tel. 58 352 26 64
faks 58 556 13 35
kontakt@epq.com.pl
www.epq.com.pl