

Kazimierz HERLENDER¹, Maciej ŻEBROWSKI², Wojciech GÓRALSKI³

Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny, Katedra Energoelektryki (1)
REBUD P.W. (2), Energypro Sp. z o.o. (3)

Korzyści wynikające z zastosowania ultraszybkiej kompensacji mocy biernej

Streszczenie. W artykule zaprezentowano korzyści wynikające z zastosowania układów ultraszybkiej kompensacji mocy biernej. Układ ultraszybkiej kompensacji to system poprawy jakości energii w czasie rzeczywistym, który zapewnia: poprawę współczynnika mocy, oszczędności energii, kontrolę i kondycjonowanie napięcia poprzez: redukcję migotania, redukcję przepięć i skoków prądu, filtrację harmonicznych oraz wiele innych zastosowań dla różnych obciążeń dynamicznych. Urządzenie realizujące ultraszybką kompensację to Equalizer.

Abstract. (Benefits of using ultra-fast reactive power compensation) The article presents the benefits resulting from the use of ultra-fast reactive power compensation systems. The ultra-fast compensation system is a real-time power quality improvement system that provides: power factor improvement, energy savings, control and conditioning of the voltage through: flicker reduction, surge suppression and current peaks, harmonic filtration and many other applications for different dynamic loads. The device realizing ultrafast compensation is an Equalizer.

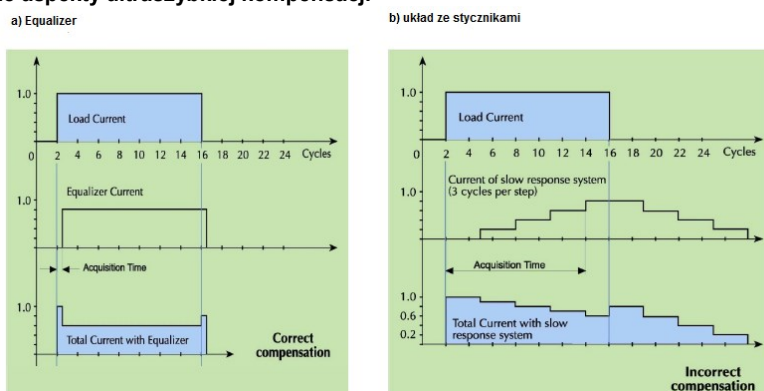
Słowa kluczowe: kompensacja mocy biernej, jakość energii, efektywność energetyczna, pomiar energii elektrycznej, jakość napięcia zasilającego.

Keywords: reactive power compensation, energy quality, energy efficiency, electricity measurement, power supply quality.

Wprowadzenie

Jednym z najbardziej istotnych parametrów w urządzeniach do kompensacji mocy biernej, jest czas zadziałania układu. Urządzenia te, ze względu na czas reakcji, można podzielić na cztery grupy. Do pierwszej grupy możemy zaliczyć urządzenia, w których czas reakcji wynosi od kilkudziesięciu do kilkunastu sekund. Do tej grupy zalicza się kompensatory w których załączanie odpowiednich stopni odbywa się za pomocą styczników. Druga grupa urządzeń z czasem zadziałania do 2 sekund, to takie, w których wykorzystano np. tyrystory wraz z dodatkowymi układami rozładowniczymi. Do trzeciej grupy zalicza się szybkie urządzenia, w których przyjmuje się, że czas ich działania jest w granicach 60-120 ms (3-5 okresów) oraz wyposażone są w układy kontrolujące moment załączania kondensatora w tzw. „0”. Do czwartej grupy zalicza się urządzenia tzw. **ultraszybkie**, w których proces kompensacji odbywa się w ciągu trwania jednego okresu (20 ms). Wszystkie te urządzenia mogą być wykorzystywane w układach zasilania, a ich wybór zależy od funkcji jaką mają pełnić w układzie oraz od rachunku ekonomicznego.

Techniczne aspekty ultraszybkiej kompensacji



Rys.1. Interpretacja graficzna realizacji dwóch rodzajów kompensacji: a) ultraszybkiej, b) tradycyjnej opartej na łącznikach stycznikowych.

Układy ultraszybkiej kompensacji wykorzystują łączniki statyczne (tyrystory mocy) zapewniając uniknięcie wszelkich przepięć przy załączaniu kondensatorów, co eliminuje wszelkie niekorzystne skutki przepięć na kondensatorach, wydłużając trwałość urządzeń praktycznie na długie lata. Zatem efekty

ekonomiczne powinny być rozpatrywane w dłuższych okresach eksploatacji – kilkuletnich. Na rysunku 1 pokazano sytuację dla kompensacji ultraszybkiej z wykorzystaniem Equalizer'a (Rys 1.a) oraz kompensacji tradycyjnej opartej na łącznikach stycznikowych (Rys. 1.b).

Technologia opisana na przykładzie urządzenia Equalizer firmy Elspec)

Główne elementy układów ultraszybkich to: moduł przełączający, sterownik, kondensatory, dławiki i obudowa. Moduł przełączający jest zbudowany z półprzewodnikowych elementów przełączających, które zapewniają niezawodne, bardzo szybkie i bezprzebiegowe działanie. Jedno, dwa lub trzy fazowe przełączniki elektroniczne SCR/SCR lub SCR/dioda są wykorzystywane dla każdej grupy kondensatorów. Moduły przełączające są specjalnie dobrane dla każdego Equalizer'a na podstawie całkowitej liczby grup kondensatorów, wymagań prądowych i napięcia znamionowego.

Podstawę technologiczną sterownika stanowią cyfrowy procesor sygnału (DSP - digital signal processor) i komponent VLSP (Virtual Link State Protocol). Sterownik wyposażony jest w wyświetlacz LCD, analogowe i cyfrowe obwody, dokładne algorytmy wykonawcze i opcjonalne możliwości komunikacyjne. Sterownik ma 9 kanałów wejściowych: 4 napięciowe, 3 główne prądowe i 2 dla wewnętrznych systemów prądowych. Informacje zbierane z tych wejść pomiarowych są użyte do utworzenia szybkiej Analizy Fourier'a (FFT - Fast Fourier Transform) wykonywanej dla każdego okresu przebiegu fali na wszystkich kanałach. Zaawansowany algorytm kontroli, który uwzględnia unikalną opatentowaną technologię szybkiej kompensacji, oblicza wymaganą kompensację w 1ms, a harmoniczne są obliczane we wszystkich fazach pozwalając Equalizer'owi osiągnąć idealną kompensację nawet przy ich występowaniu. Sterownik Equalizer'a jest dostępny z szerokim wyborem poziomów zbierania danych, od pomiarów tylko parametrów podstawowych (napięcia, prądu, częstotliwości, mocy czynnej, mocy biernej, mocy pozornej) do kompletnego monitoringu wydajności systemu zasilania, który czerpie korzyści z wszechstronnego systemu pomiarowego (ponad 2,000 parametrów elektrycznych włączając poziomy min/max i czterokwadrantowy pomiar mocy i współczynnika mocy).

Każdy Equalizer posiada specjalnie zaprojektowane dławiki z rdzeniami z żelaza podłączonymi w szereg z kondensatorami. Każdy dławik jest produkowany pod ścisłą kontrolą tolerancji aby zapewnić dobrą jakość. Dławiki są laminowane, posiadają rdzeń z niskimi stratami pętli histerezy, miedziane uzwojenia, precyzyjnie kontrolowane przerwy powietrzne w rdzeniach i klasę izolacji H.

Kondensatory typu MKP są małostratne (0,25 W/kvar) i zamknięte w cylindrycznych obudowach aluminiowych. Kondensator MKP jest zbudowany ze zwijek z cienkiej metalizowanej folii polipropylenowej. Wykazuje się bardzo dobrymi właściwościami samoregenerującymi i posiada zabezpieczenie nadciśnieniowe zrywające połączenie elektryczne w przypadku uszkodzenia co zabezpiecza przed jego rozerwaniem. Dla zredukowania efektów przeciążenia elektrycznego i termicznego oraz wydłużenia żywotności, kondensatory są załączane tylko przy przejściu prądu przez zero oraz pracują w trybie rozdziału czasu pracy SCAN (urządzenie Skanuje temperaturę kondensatorów i załącza te, które pracowały mniej - mają niższą temperaturę).

Podsumowanie

Układy ultraszybkiej kompensacji to system poprawy jakości energii w czasie rzeczywistym, który zapewnia: korekcję współczynnika mocy, oszczędności energii, kontrolę i wspomaganie napięcia, redukcję migotania, redukcję przepięć i skoków prądu, filtrację harmoniczną. Equalizer włącza i wyłącza grupy kondensatorów wykorzystując najwyższej klasy wyłączniki elektroniczne. Załączenie i wyłączenie kondensatorów następuje dokładnie w momencie przejścia sinusoidy przez zero (bezprądowo). Takie łagodne łączenie zapewnia uniknięcie przepięć, które zwykle występują przy łączeniu systemów kompensacji mocy biernej (PFC) z elektromechanicznymi elementami wykonawczymi. Ten sposób działania powoduje znaczny wzrost żywotności tego urządzenia.

Bibliografia

1. Herlender K., Żebrowski M., *Kompensacja mocy biernej jako jeden z elementów poprawy efektywności energetycznej*, Elektro-Info, nr 12, 2014
2. Hanzelka Z., Piekarz A.: *Załączanie baterii kondensatorów w sieciach niskiego i średniego napięcia*. AGH, Kraków 2000.
3. Herlender K., Żebrowski M., *Wpływ szybkości komutacji baterii kondensatorów na zawartość wyższych harmonicznnych*, Elektro-Info, nr 7/8, 2016.
4. Informacje techniczne zawarte na stronach www.REBUD.pl
5. Informacje techniczne zawarte na stronach www.elspec-ltd.com

Autorzy: dr inż. Kazimierz Herlender; Katedra Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej, Wyb. St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, e-mail: kazimierz.herlender@pwr.edu.pl, mgr inż. Maciej Żebrowski, P.W. REBUD, Nowa Sól, e-mail: zebrowski@rebud.pl, www.rebud.pl, mgr inż. Wojciech Góralski, Energypro Sp. z o.o. Stefana Okrzei 64/3, 25-526 Kielce, e-mail: wojtek.goralski@energypro.pl, biuro@energypro.pl