

Adam NOCULAK¹

STABILIZATOR NAPIĘCIA Z WYKORZYSTANIEM PRZEKSZTAŁTNIKA MATRYCOWEGO

W artykule przedstawiono układ stabilizatora napięcia wykorzystujący przekształtnik matrycowy. Układ taki umożliwia stabilizację napięcia w liniach promieniowych z jednoczesną kompensacją mocy biernej.

1. WPROWADZENIE

Stabilizator napięcia powinien zapewnić utrzymanie wartości skutecznej na zadanym poziomie w przypadku wahań napięcia wynikających ze zmiany obciążenia w czasie (nierównomierne obciążenie dobowe i roczne) oraz przy zapadach będących skutkiem występowania zwarć w systemie lub oddziaływaniem odbiorników niespokojnych.

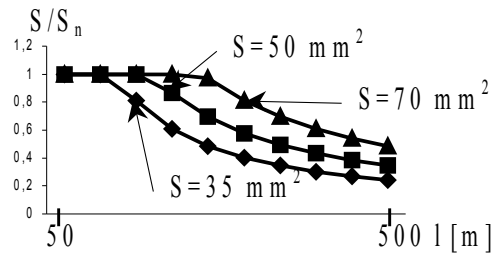
Stosowane metody to wymiana elementów sieci w przypadku zaniżonych napięć, regulacja napięciem na transformatorze przełącznikiem zaczepów oraz stosowanie transformatorów dodawczych. W liniach, gdzie na impedancję linii składa się przede wszystkim indukcyjność, można stosować kondensatory szeregowo. Główną wadą tych metod jest mała elastyczność.

Zagadnienie stabilizacji napięcia w stanach przemijających zakłóceń (związanych ze zwarciami) jest istotnym czynnikiem poprawy jakości zasilania, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę, że znaczna część zakłóceń ma charakter przemijający.

Parametry urządzeń zasilających dobiera się w ten sposób, by zapewnić określony poziom napięcia na końcu obwodu. Przy zabudowie rozproszonej powoduje to konieczność przewymiarowania sieci z uwagi na znaczną długość obwodów lub konieczność budowy dodatkowych stacji transformatorowych celem skrócenia obwodów nn. Na Rys.1. przedstawiono wpływ długości obwodu na stopień wykorzystania transformatora dla różnych przekrojów linii napowietrznej. Wzrost długości obwodów przy małej mocy jednostkowej transformatorów powoduje, że sieć jest miękka dla odbiorników niespokojnych. Duża ilość urządzeń o znacznych mocach ale krótkim czasie działania (np. przepływowe podgrzewacze wody), wzrost ilości małych odbiorców przemysłowych (warsztaty rzemieślnicze) z odbiornikami niespokojnymi (np. spawarki) powoduje pogorszenie parametrów napięcia. Poprawę parametrów można uzyskać poprzez zmniejszenie impedancji zwarciowej sieci. Skutkiem ubocznym tej metody jest wzrost mocy zwarciowej (konieczność zabudowy droższej aparatury z uwagi na wytrzymałość zwar-

¹ ENEA S.A. Oddział Dystrybucji Gorzów Wlkp. ul. Gen W. Sikorskiego 37, 66-400 Gorzów Wlkp; e-mail: adam.noculak@gorzow.enea.pl

ciową), kłopoty z filtracją harmonicznego prądu generowanych przez odbiorniki tradycyjnymi filtrami L,C. Biorąc pod uwagę kształt krzywej dobowej obciążenia, dobór parametrów obwodu do największego obciążenia powoduje, że sieć jest wykorzystana zgodnie z założeniami jedynie przez kilka godzin dziennie.



Rys.1 Stopień wykorzystania transformatora w funkcji długości linii dla różnych przekrojów wg kryterium dopuszczalnego spadku napięcia (10%)

Alternatywą dla dotychczas stosowanych metod może być wykorzystanie stabilizatorów napięcia wykorzystujących układy energoelektroniczne.

2.STABILIZATOR NAPIĘCIA Z PRZEKSZTAŁTNIKIEM MATRYCOWYM

2.1. Przekształtnik matrycowy.

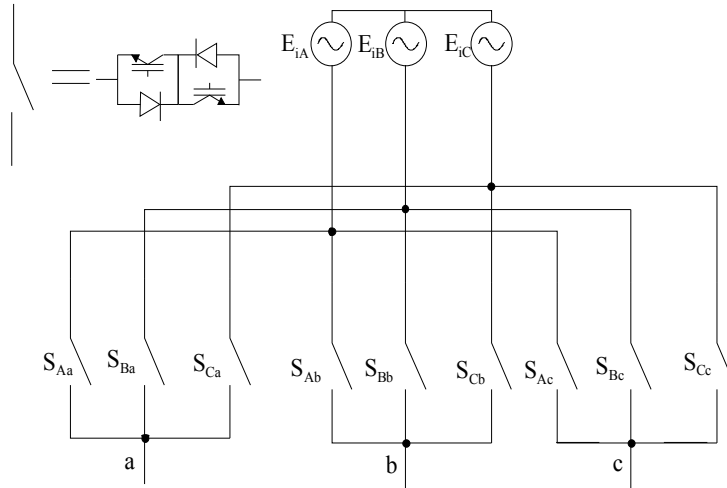
Przekształtnik matrycowy (PM) przekształca zmienne napięcia wejściowe na napięcia wyjściowe (jedno- lub wielofazowe) o żądanej częstotliwości poprzez realizację ściśle określonego sposobu włączania łączników matrycy [1].

W PM kształt napięcia wyjściowego jest wynikiem sekwencyjnego doprowadzania do zacisków wyjściowych wybranych fragmentów napięć wejściowych wielofazowego napięcia wejściowego (1). Przebieg czasowy prądów wejściowych natomiast składa się z fragmentów prądów wyjściowych (2) [2].

$$[U_o] = [M] \cdot [U_i] \quad (1)$$

$$[I_o] = [M]^T \cdot [I_i] \quad (2)$$

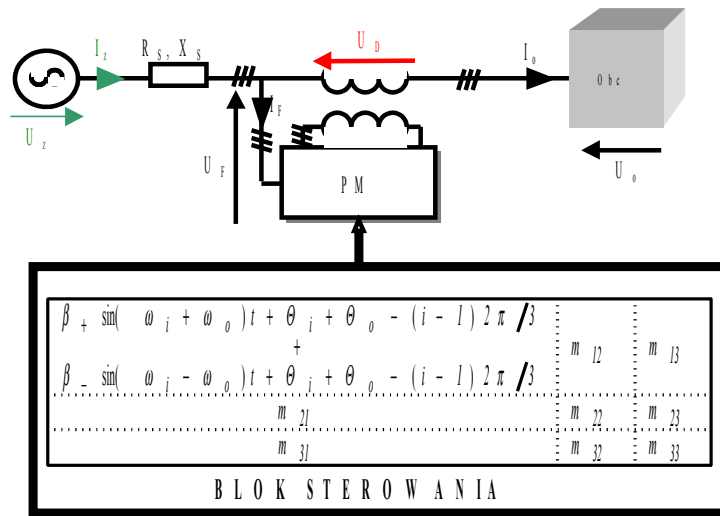
Odpowiedni sposób połączeń realizuje się poprzez użycie matrycy dwukierunkowych łączników przedstawionej na Rys.2. Napięcia wejściowe są określane jako niezależne (rozumiemy przez to niezależność kształtu napięć wejściowych od przyjętej strategii sterowania). Napięcia wyjściowe nazywane są zależnymi, ponieważ zależą od przyjętej strategii sterowania [1]. Prądy wyjściowe określane są jako niezależne, natomiast prądy wejściowe określane są jako zależne, gdyż są pochodną prądów wyjściowych. Zwrócić należy uwagę, że pojęcia „wejściowe” i „wyjściowe” są pojęciami umownymi i nie określają kierunku przepływu energii.



Rys. 2. Układ PM oraz przykładowa realizacja łącznika dwukierunkowego

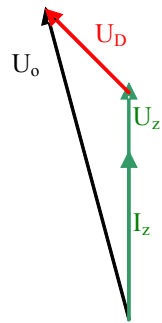
W przedstawionym niżej przykładzie wykorzystano sterowanie algorytmem Venturiego [3].

2.1. Stabilizator napięcia z przekształtnikiem matrycowym.

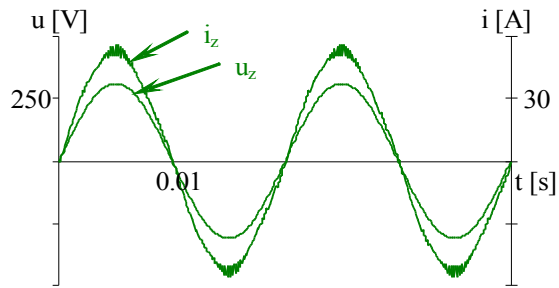


Rys. 3. Układ stabilizatora napięcia z wykorzystaniem przekształtnika matrycowego

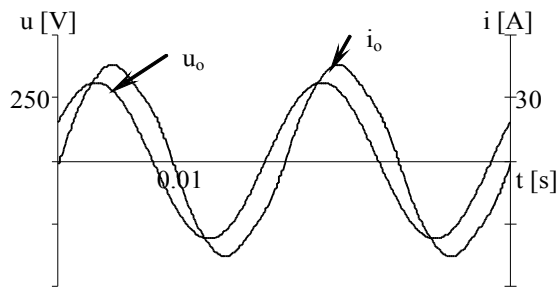
Przedstawiony na rys. 3 układ, dzięki możliwości generowania napięcia dodatkowego o dowolnym przesunięciu fazowym względem napięcia zasilania, może dynamicznie stabilizować napięcie oraz kompensować moc bierną odbiornika. Na Rys.4a)-d) przedstawiono wykres wektorowy oraz przebiegi czasowe napięć i prądów dla przypadku stabilizacji napięcia z jednoczesną kompensacją mocy biernej.



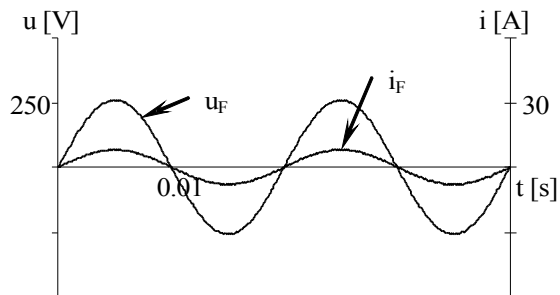
Rys. 4a) wykres wektorowy



Rys. 4b) napięcie i prąd źródła

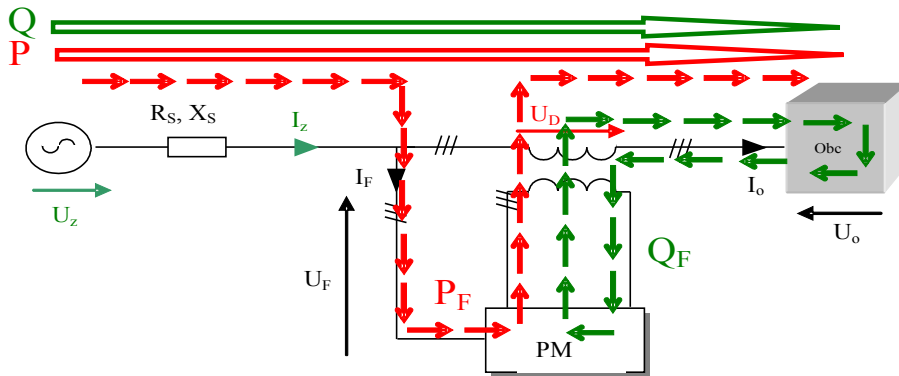


Rys. 4c) napięcie i prąd odbiornika



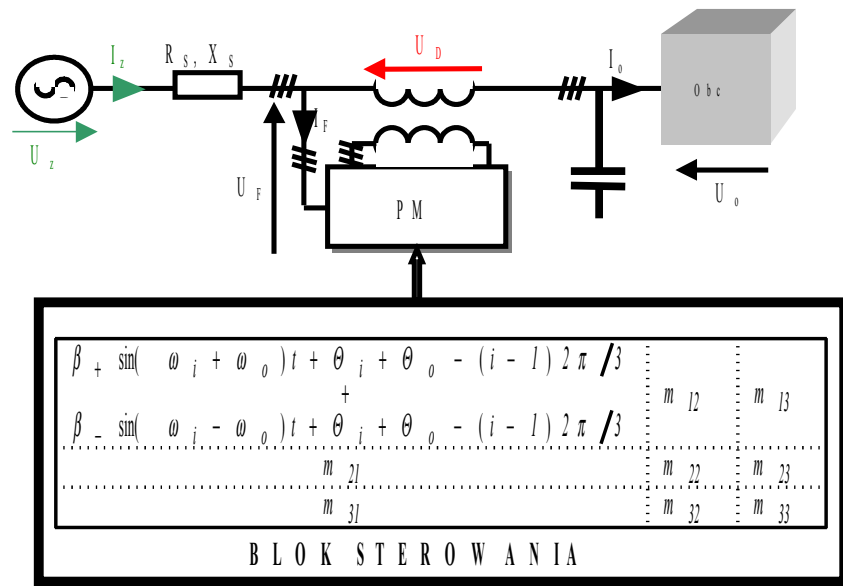
Rys. 4d) napięcie i prąd wejściowe przekształtnika

Rozpyły mocy dla przypadku przedstawionego na rys. 4 przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Rozpyły mocy w układzie stabilizatora napięcia.

Celem odciążenia PM można zastosować rozwiązanie hybrydowe tj. układ przekształtnika matrycowego współpracujący z baterią kondensatorów do kompensacji mocy biernej. Bateria powinna być włączona między transformator dodawczy a odbiornik (rys.6).



Rys.6. Układ hybrydowy stabilizatora napięcia

3. PODSUMOWANIE

Zastosowanie stabilizatora z przekształtnikiem matrycowym umożliwia uzyskanie nowych jakościowo parametrów. Główne zalety takiego układu to:

- ✓ skuteczność działania jest niezależna od zmian konfiguracji sieci;
- ✓ nie tworzą układów rezonansowych z siecią;
- ✓ umożliwiają płynną regulację parametrów nadążającą za zmianami w systemie elektroenergetycznym.

6. LITERATURA

1. Citko T., Tunia H., „Przeźnienniki częstotliwości metody analizy”, Rozprawy naukowe Nr.21., Politechnika Białostocka, 1993.
2. Neft L.C., Schauder C.D., „Theory and design of a 3-hp matrix converter.” IEEE Trans. on Industry Applications, Vol.28, No.3, 1992.
3. Venturini M., Alesina A., „The Generalised Transformer: A New Bidirectional Sinusoidal Waveform Frequency Converter With Continuously Adjustable Input Power Factor”, PESC'80