

Doc. dr inż. Jerzy Zygmunt
 Mgr inż. Waldemar Kempski ✓
 Mgr inż. Brunon Marek ✓

STATYCZNY PRZEMIENNIK LICZBY FAZ ŹRÓDŁA PRĄDU PRZEMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono układy do zamiany źródła prądu przemiennego jednofazowego na dwufazowy i trójfazowy przy realizacji przemiany na drodze statycznej za pośrednictwem falownika tyrystorowego. Podano opis części energetycznej i sterującej układu oraz wyniki badań układu modelowego.

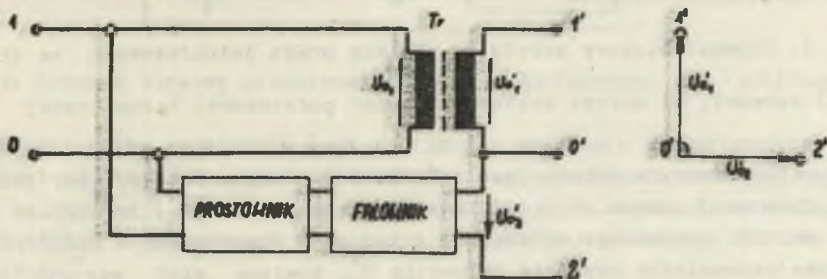
1. Wstęp

Zwiększenie liczby faz źródła prądu przemiennego realizować można na drodze przemiany dynamicznej i na drodze przemiany statycznej.

Przy liczbie faz źródła równej 1, przemiana statyczna jest możliwa po zastosowaniu dodatkowych elementów. Poniżej przedstawiono jeden z możliwych sposobów zamiany układu jednofazowego w wielofazowy na drodze statycznej, przy czym dodatkowym elementem jest tutaj falownik tyrystorowy będący źródłem napięcia pomocniczego.

2. Zamiana układu jednofazowego w dwufazowy

Zamiana układu jednofazowego na dwufazowy może być zrealizowana w układzie, którego schemat blokowy przedstawia rys. 1. W układzie tym napięcie wejściowe jednofazowe zostaje wyprostowane w prostowniku i wprowadzone na wejście falownika tyrystorowego. Napięcie wyjściowe falownika U_{O2}



Rys. 1. Schemat blokowy układu do zamiany prądu jednofazowego na dwufazowy
 a) schemat, b) wykres wektorowy napięć podstawowej harmonicznej

jest przesunięte w czasie względem napięcia wyjściowego transformatora U_{01} o czwartą część okresu. Skojarzenie uzwojenia transformatora sieciowego z wyjściem falownika daje układ dwufazowy. Układ pracuje prawidłowo przy zachowaniu następujących warunków:

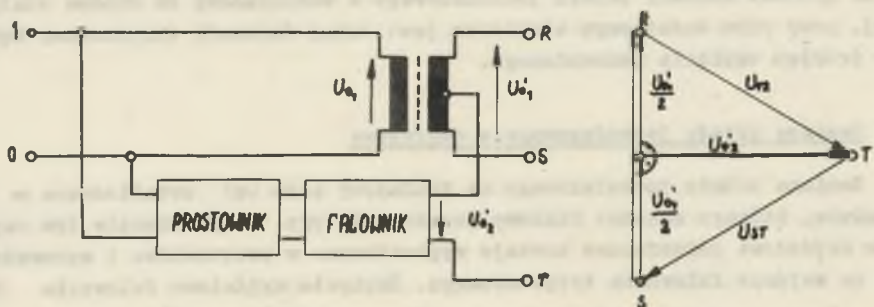
- identyczność pulsacji napięcia wyjściowego transformatora i falownika,
- stałość przesunięcia fazowego między napięciem wyjściowym transformatora sieciowego i podstawą harmoniczną napięcia falownika,
- zbliżone charakterystyki zewnętrzne transformatora i falownika,
- stosunkowo niewielka zawartość wyższych harmonicznych w napięciu wyjściowym falownika.

Warunki te można spełnić przez właściwe zaprojektowanie części sterującej i energetycznej falownika.

Przedstawiony układ umożliwia uzyskanie pola magnetycznego przestrzenno-czasowego, co może umożliwić dalsze zwiększenie liczby faz w układach transformatorowych. Możliwe jest również bezpośrednie wyzyskanie układu napięć dwufazowych.

3. Zamiana układu jednofazowego na trójfazowy

Zamiana układu jednofazowego na trójfazowy stwarza dalsze szersze możliwości praktycznego zastosowania chociażby z uwagi na powszechność stosowania urządzeń i maszyn trójfazowych. Układ taki przedstawiono na rys.2



Rys. 2. Schemat blokowy układu do zamiany prądu jednofazowego na trójfazowy

a) schemat, b) wykres wektorowy napięć podstawowej harmonicznej

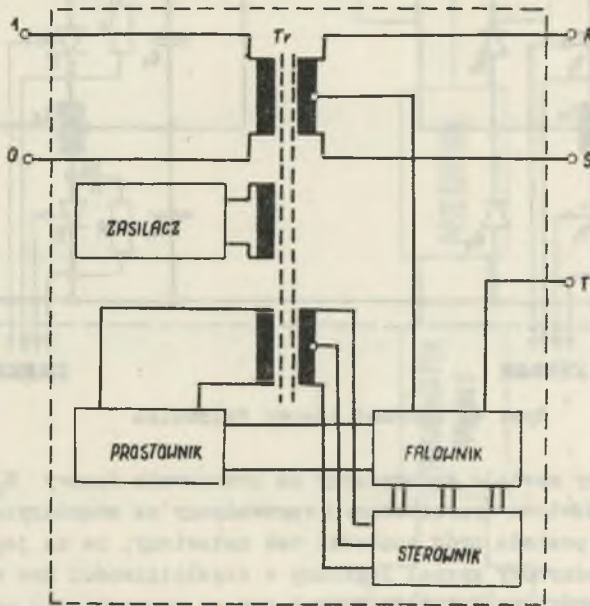
Zasada działania układu jest taka sama jak poprzedniego, inny jest tylko sposób skojarzenia napięć falownika i transformatora. Identyczne są również warunki poprawnego działania, z tym że w rozpatrywanym układzie podstawowa harmoniczna napięcia falownika U_{02} powinna mieć wartość równą $\sqrt{3}/2 U_{01}$.

Ponieważ napięcie przewodowe U_{RS} jest sinusoidalnie zmienne, a pozostałe są napięciami odkształconymi, skuteczne wartości tych napięć różnią się $U_{sk_{RS}} \neq U_{sk_{ST}} \neq U_{sk_{TR}}$.

W układzie tym musi być spełniony warunek równości pulsacji pierwszej harmonicznej napięcia wyjściowego falownika i pulsacji napięcia sieciowego oraz warunek stałego przesunięcia fazowego pierwszej harmonicznej napięcia falownika, w stosunku do napięcia sieciowego o czwartą część okresu.

4. Opis laboratoryjnego przemiennika prądu jednofazowego na trójfazowy

W Instytucie Elektryfikacji i Automatykacji Kopalń Politechniki Śląskiej opracowano i wykonano układ laboratoryjny służący do zamiany prądu jednofazowego na trójfazowy na drodze statycznej przy wyzyskaniu tyrystorów. Schemat blokowy przemiennika przedstawiono na rys. 3.

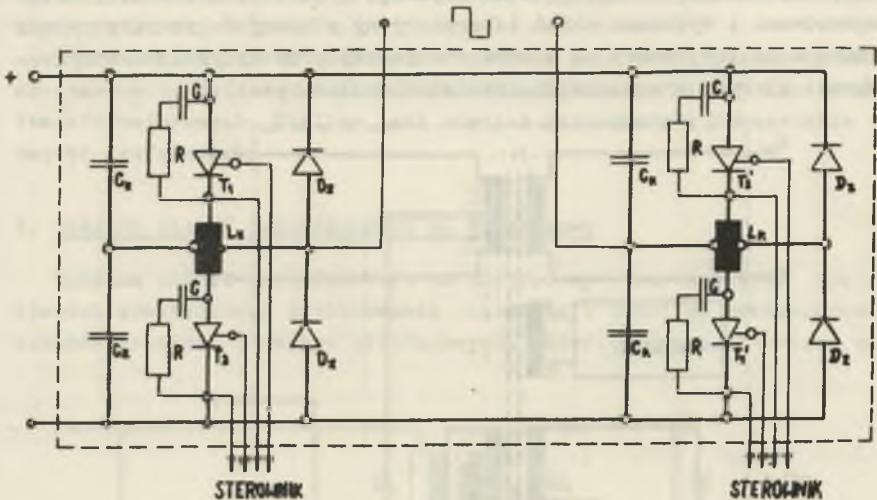


Rys. 3. Schemat blokowy przemiennika prądu jednofazowego na trójfazowy

W przemienniku prostownik jest zasilany z uzwojenia transformatora z zaczeplami służącymi do regulacji wartości napięcia wyprostowanego, a tym samym do regulacji wartości napięcia wyjściowego falownika. Prostownik jest prostownikiem niesterowanym pracującym w układzie mostkowym z filtrem LC na wyjściu.

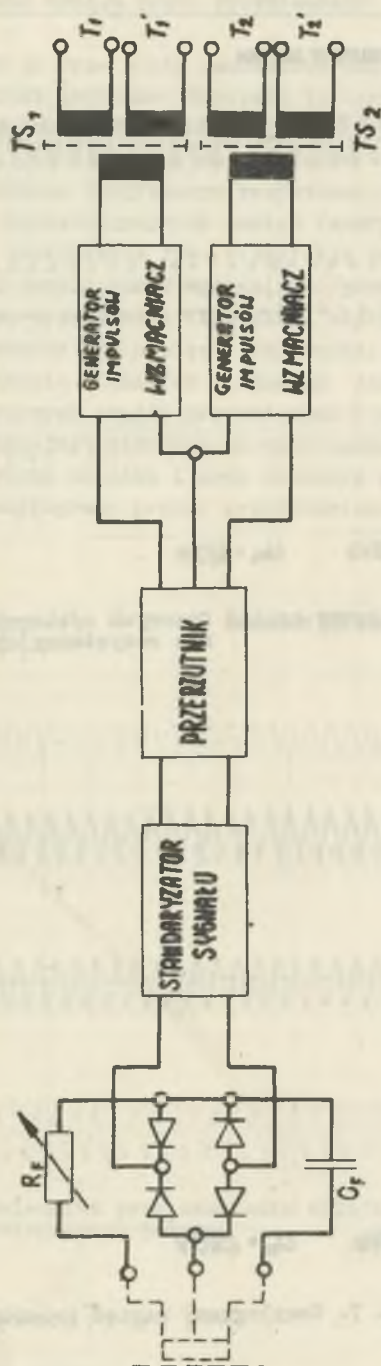
Falownik pracuje w układzie równoległym z gaszeniem indukcyjno pojemnościowym. Schemat ideowy falownika przedstawiono na rys. 4. W falowniku kondensatory C_k i dławik L_k spełniają rolę elementów komutacyjnych, kondensatory C i rezystory R stanowią filtry ograniczające przepięcia występujące na tyrystorach. Diody D_z umożliwiają rozładowanie energii elementów komutacyjnych i energii zgromadzonej w polu magnetycznym odbiornika.

W falowniku zastosowano tyrystory firmy Siemens BSt BO2 umożliwiające w opisanym układzie sterowanie mocą do 1 kW. Napięcie wyjściowe falownika ma kształt prostokątny, a więc znacznie odbiegający od kształtu sinusoidalnego. Impulsy otrzymuje falownik ze sterownika, którego schemat przedstawia rys. 5.

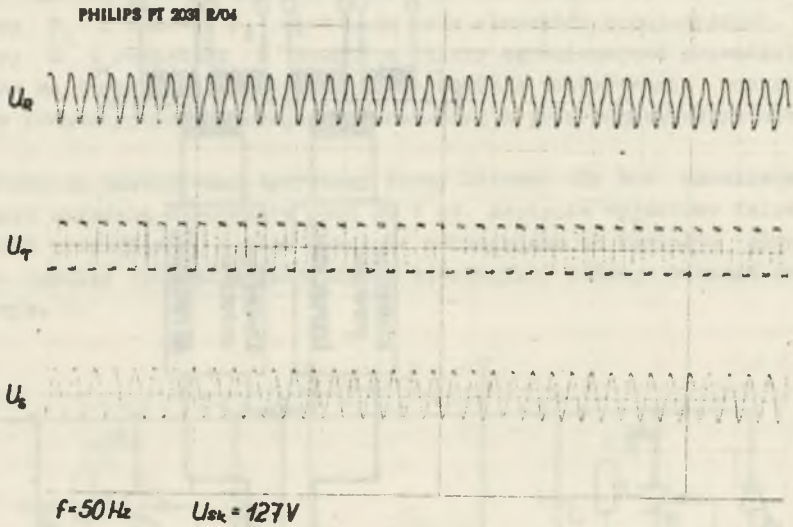


Rys. 4. Schemat ideowy falownika

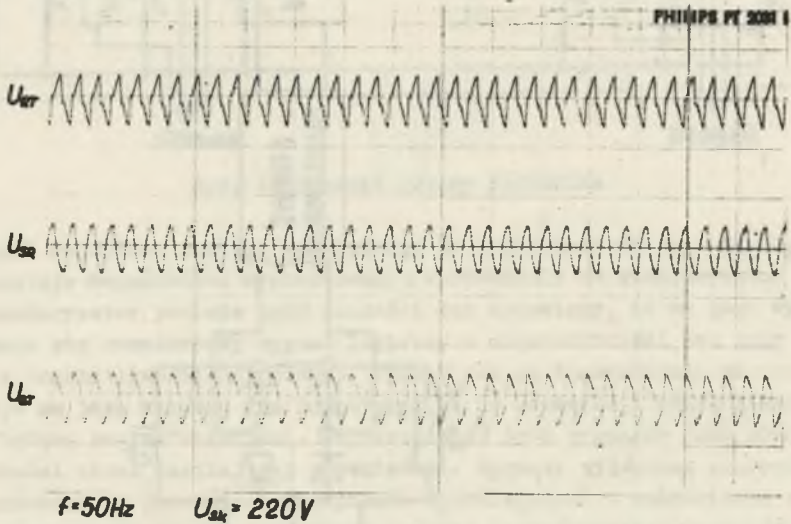
Sygnal wejściowy zostaje wprowadzony na przesuwnik fazowy $R_F C_F$, po czym zostaje dwupołkowo wyprostowany i wprowadzony na standaryzator sygnału. Standaryzator posiada próg czułości tak ustawiony, że na jego wyjściu otrzymuje się standartowy sygnał logiczny o częstotliwości dwa razy większej od częstotliwości wejściowej. Sygnal ten po wprowadzeniu na przerzutnik daje na jego wyjściu dwa identyczne co do kształtu i czasu trwania sygnały będące swoimi negacjami. Częstotliwość tych sygnałów jest równa częstotliwości sieci zasilającej przemiennik. Sygnały wyjściowe przerzutnika po uformowaniu w generatorach impulsów wyzwalających i wzmacnieniu zostają wprowadzone na bramki tyrystorów poprzez transformatory separujące TS. Regulacja sterownika polega na takim doborze wartości rezystancji R_F przesuwnika, aby napięcie wyjściowe falownika było przesunięte w fazie dokładnie o czwartą część okresu.



Rys. 5. Schemat sterownika



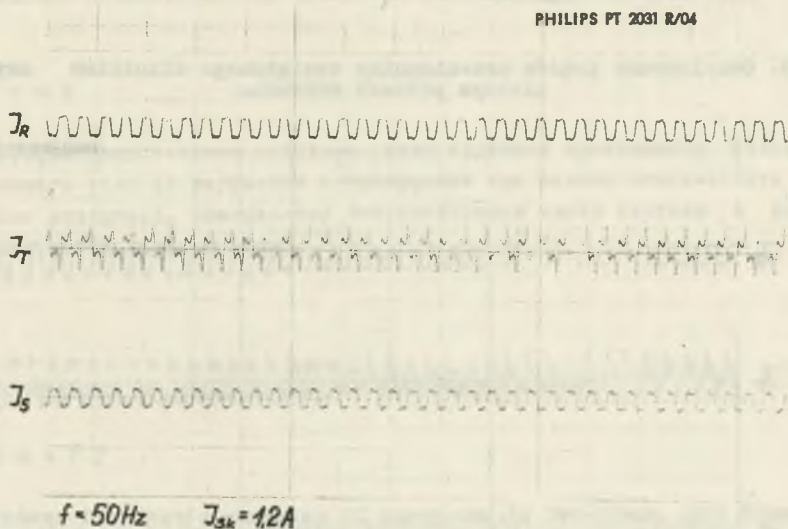
Rys. 6. Oscylogramy napięć fazowych odbiornika przy symetrycznym obciążeniu rezystancyjnym



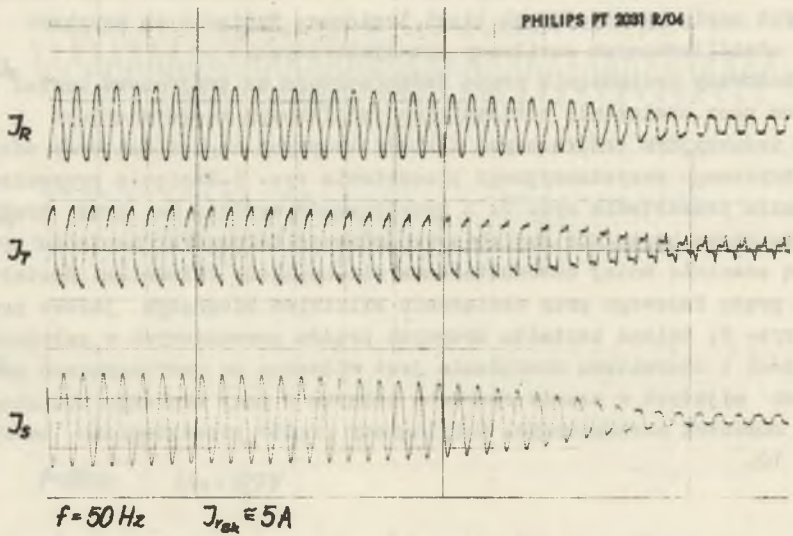
Rys. 7. Oscylogramy napięć przewodowych przemiennika

Na schemacie przedstawionym na rys. 5 nie zaznaczono doprowadzeń pomocniczych napięć zasilających bloki logiczne. Napięcie to uzyskano z typowych stabilizowanych zasilaczy tranzystorowych.

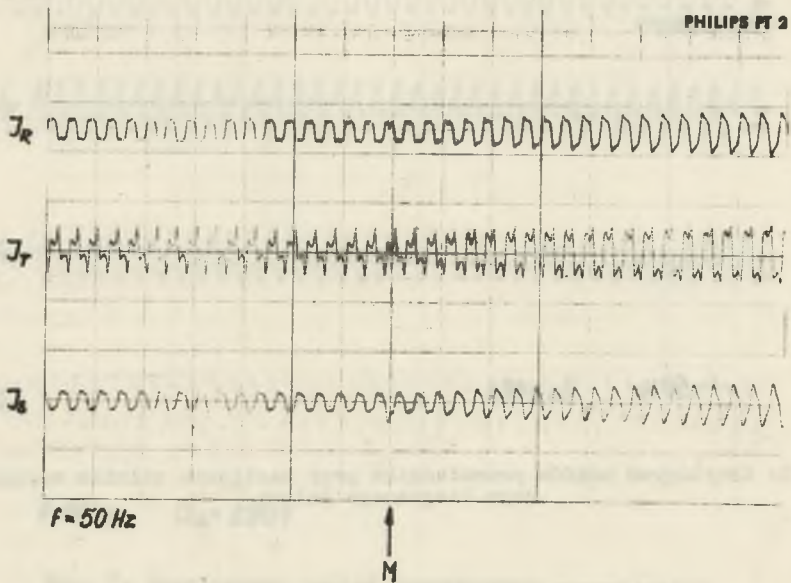
Zbudowany przemiennik prądu jednofazowego na trójfazowy został poddany próbom przy obciążeniu odbiornikiem trójfazowym rezystancyjnym i silnikiem indukcyjnym trójfazowym. Kształt krzywych napięć fazowych odbiornika symetrycznego rezystancyjnego przedstawia rys. 6. Napięcia przewodowe przemiennika przedstawia rys. 7. Z oscylogramów wynika, że przy praktycznie prostokątnym kształcie napięcia wyjściowego falownika, napięcia przewodowe są znacznie mniej zniekształcone niż napięcie falownika. Kształt krzywych prądu fazowego przy obciążeniu silnikiem biegnącym jałowo przedstawia rys. 8. Zmiana kształtu krzywych prądów przewodowych w zależności od wartości i charakteru obciążenia jest widoczna na oscylogramach prądów fazowych zdjętych w czasie rozruchu silnika i przy skokowym obciążeniu silnika momentem mechanicznym. Oscylogramy prądów przedstawiono na rys. 9 i rys. 10.



Rys. 8. Oscylogram prądów przemiennika przy zasilaniu silnika asynchronicznego biegnącego jałowo



Rys. 9. Oscylogramy prądów przeniennika obciążonego silnikiem asynchronicznym podczas rozruchu



Rys. 10. Oscylogramy prądów przeniennika obciążonego silnikiem asynchronicznym

M - moment włączenia obciążenia mechanicznego

5. Wnioski

Wyniki uzyskane w czasie prób są w pełni pozytywne. Udoskonalenie przemiennika winno iść w kierunku zwiększenia mocy przemiennika, zmniejszenia liczby tyrystorów do dwóch, a także w kierunku usztywnienia charakterystyk zewnętrznych i udoskonalenia sterownika.

Ten kierunek dalszych badań wynika z możliwości zastosowania przemiennika w napędach pomocniczych lokomotyw elektrycznych prądu przemiennego.

LITERATURA

1. И. Солик, В. Рачек, И. Словик: Статический преобразователь числа фаз. III международная научно-техническая конференция по автоматизированному электроприводу. Прага, октябрь 1971.

СТАТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧИСЛА ФАЗ ИСТОЧНИКА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Р е з ю м е

В статье представлены основные схемы служащие превращению однофазного переменного тока на двухфазной и трехфазной при помощи статического тиристорного инвертора. Описывается энергетическую часть системы а даже результаты исследования модели.

STATIC CHANGER OF PHASE NUMBER OF ALTERNATE CURRENT

S u m m a r y

Systems for static changing of one-phase to two-phase and three-phase alternate current by means of thyristor inverter were presented. A description of the power and control system, as well as test results of model system were given.