

Waldemar KEMPSKI

Brunon MAREK

TYRYSTOROWY PRZEMIENNIK CZĘSTOTLIWOŚCI
DO ZASILANIA KOPALNIANYCH WENTYLATORÓW LUTNIOWYCH

Streszczenie. Przedstawiono sposób regulacji wydajności kopalnianych wentylatorów lutniowych oraz zamieszczono rozwiązanie układowe przemiennika częstotliwości przeznaczonego do zasilania wentylatorów i wyniki badań laboratoryjnych zespołu złożonego z przemiennika i wentylatora lutniowego WLE 600 A pracującego ze sterowaną wydajnością.

Rosnąca koncentracja wydobywania i przechodzenie do eksploatacji pokładów głęboko zalegających stwarza potrzebę zastosowania w dołowych sieciach wentylacyjnych aktywnych regulatorów rozpływu. Rolę tę spełniają wentylatory swobodne o regulowanej lub sterowanej wydajności.

W napędzie zautomatyzowanym najskuteczniejszym sposobem zmiany wydajności jest zmiana prędkości obrotowej wentylatora. Wybór metody zmiany prędkości obrotowej jest uzależniony od rodzaju silnika napędowego. W przypadku silników prądu stałego można stosować sterowanie napięciowe, w przypadku silników asynchronicznych pierścieniowych możliwe jest stosowanie kaskady lub zmiennej impedancji w obwodzie wirnika.

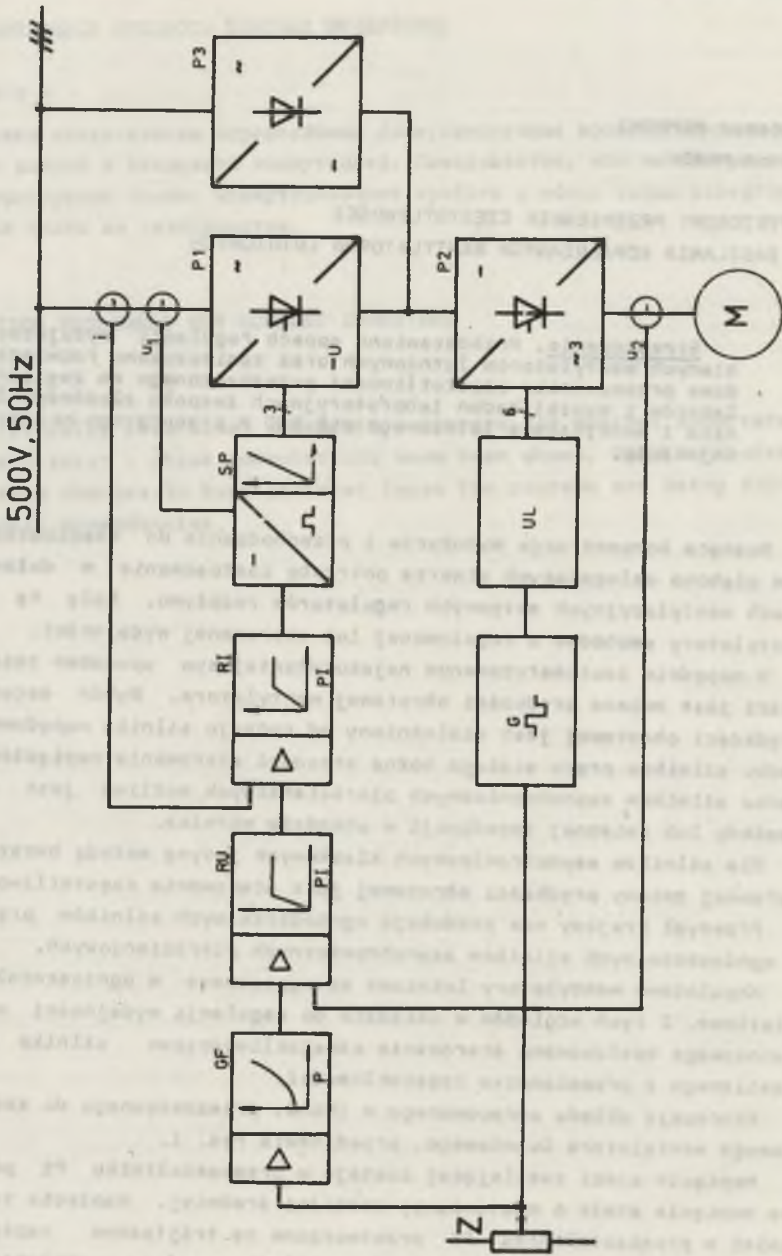
Dla silników asynchronicznych klatkowych jedyną metodą bezstopniowej i sprawnej zmiany prędkości obrotowej jest sterowanie częstotliwościowe.

Przemysł krajowy nie produkuje ognioszczelnych silników prądu stałego i ognioszczelnych silników asynchronicznych pierścieniowych.

Kopalniane wentylatory lutniowe są wyposażone w ognioszczelne silniki klatkowe. Z tych względów w układzie do regulacji wydajności wentylatora lutniowego zastosowano sterowanie częstotliwościowe silnika klatkowego zasilanego z przemiennika częstotliwości.

Koncepcję układu opracowanego w IEIAG, przeznaczonego do zasilania dołowego wentylatora lutniowego, przedstawia rys. 1.

Napięcie sieci zasilającej zostaje w przekształtniku P1 przetworzone na napięcie stałe o nastawianej wartości średniej. Napięcie to zostaje z kolei w przekształtniku P2 przetworzone na trójfazowe napięcie przemiennie o nastawianej częstotliwości. Silnik napędowy wentylatora jest zasilany napięciem trójfazowym o nastawianej wartości skutecznej oraz nastawianej częstotliwości. Zmiana częstotliwości napięcia zasilającego silnik umożliwia zmianę jego prędkości obrotowej i tym samym zmianę wydajno-



Rys. 1. Schemat blokowy układu

ści wentylatora. Zadawanie prędkości obrotowej silnika jest realizowane za pośrednictwem zadajnika Z. Sygnał wyjściowy zadajnika steruje torem zadawania częstotliwości oraz torem zadawania napięcia.

Tor częstotliwości składa się z przetwornika u-f oznaczonego G oraz układu logicznego UL. Sygnał z zadajnika zostaje w przetworniku G przetworzony na sygnał o częstotliwości proporcjonalnej do zadawanej synchronicznej prędkości obrotowej. Sygnał ten zostaje wprowadzony na układ logiczny, który formuje impulsy wyzwalające i rozdziela je w określonej kolejności do poszczególnych tyrystorów przekształtnika P2.

Tor zadawania napięcia jest złożony z generatora funkcji GF, regulatora napięcia RU, regulatora prądu RI oraz sterownika SP. Sygnał wyjściowy zadajnika Z zostaje wprowadzony na generator funkcji GF. Jego zadaniem jest kształtowanie zależności napięcia zasilającego silnik od zadawanej częstotliwości. Sygnał wyjściowy generatora funkcji proporcjonalny do zadawanej wartości napięcia jest wspólnie z sygnałem rzeczywistej wartości napięcia u_2 wprowadzany na regulator napięcia RU. Sygnał wyjściowy regulatora RU zostaje łącznie z sygnałem prądu pobieranego z sieci wprowadzony na ogranicznik prądu RI i dalej na sterownik przekształtnika P1. Przekładniki napięciowe u_1 są źródłem napięć synchronizujących dla sterownika SP.

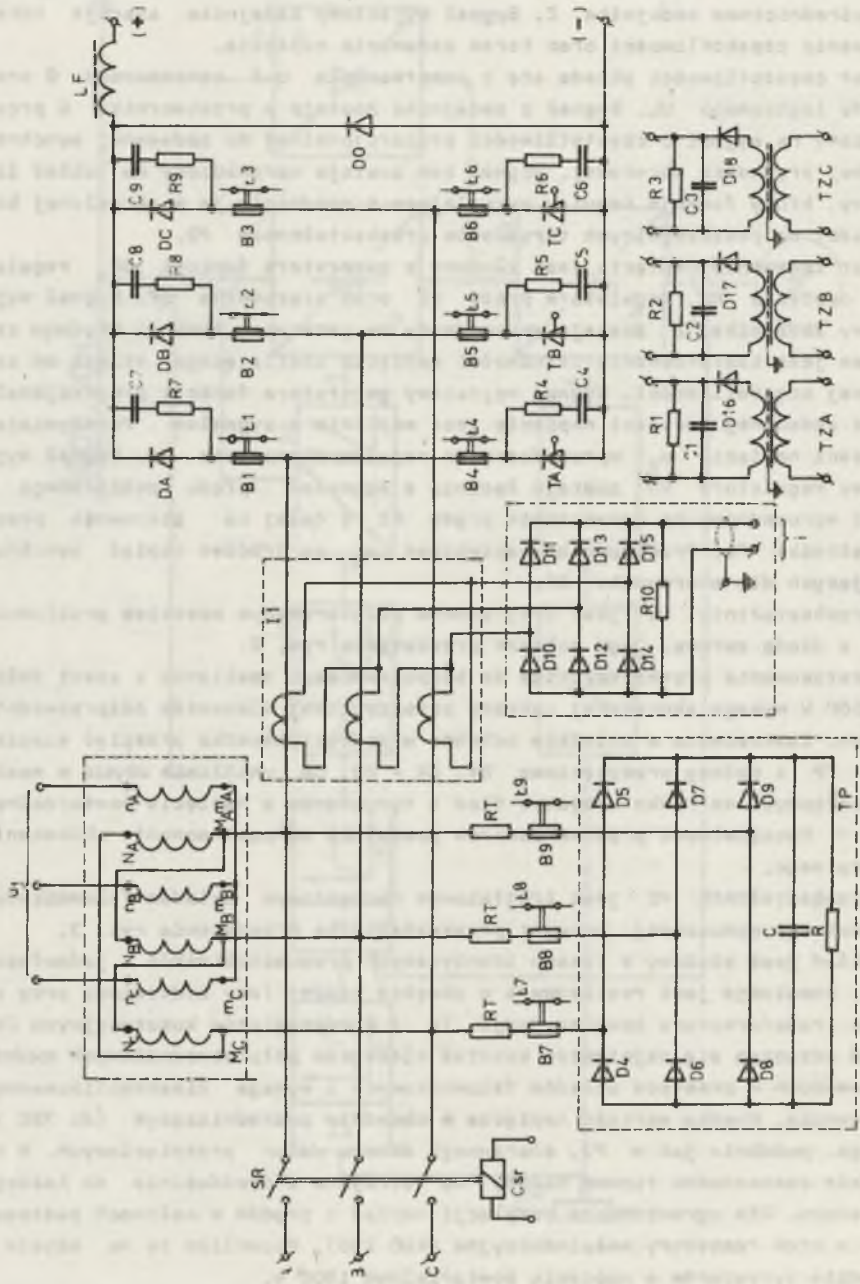
Przekształtnik P1 jest trójfazowym półsterowanym mostkiem prostowniczym z diodą zerową. Jego schemat przedstawia rys. 2.

Dostosowanie przekształtnika do bezpośredniego zasilania z sieci dołowej 500 V wymaga skutecznej ochrony przepięciowej elementów półprzewodnikowych. Zastosowana w układzie ochrona w postaci tłumika przepięć sieciowych TP i osłony przepięciowe R4, C4 - R9, C9 umożliwia użycie w mostku dostępnych na rynku krajowym diod i tyrystorów o napięciu powtarzalnym 1500 V. Obciążalność prądowa zaworów pozwoliła na zastosowanie chłodzenia naturalnego.

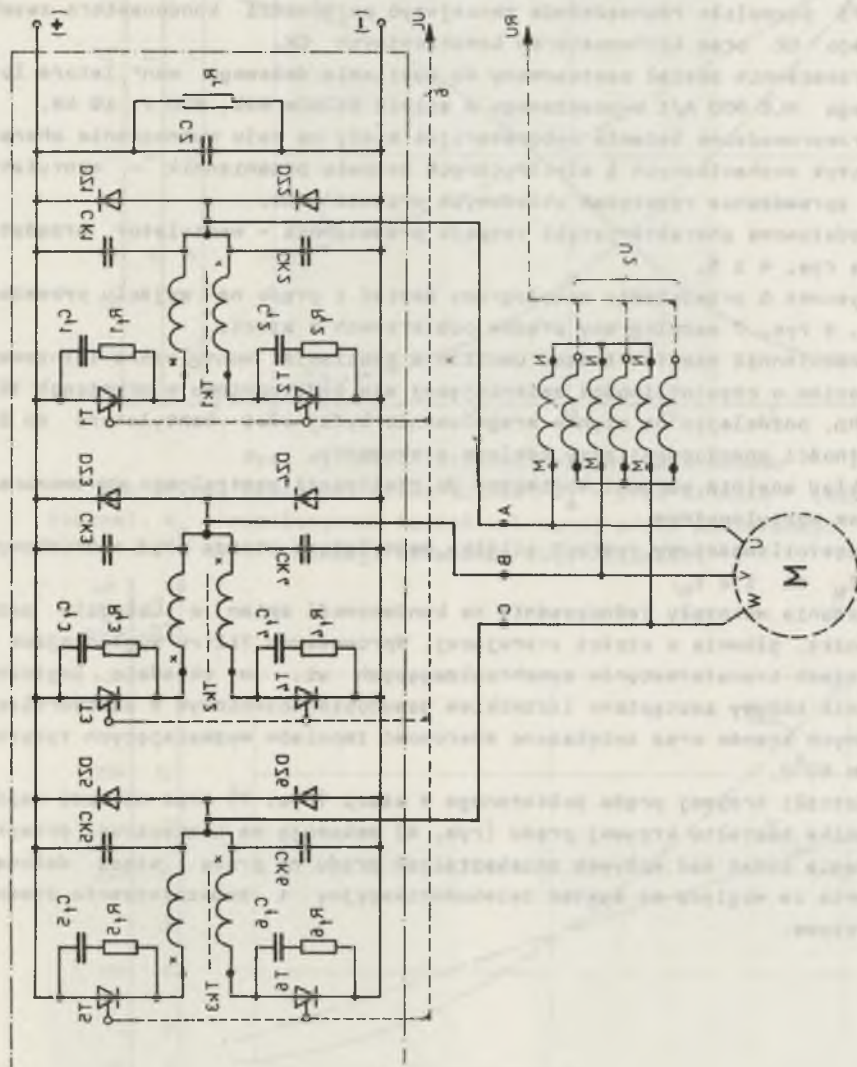
Przekształtnik P2 jest trójfazowym napięciowym układem falownikowym o komutacji wymuszonej. Schemat przekształtnika przedstawia rys. 3.

Układ jest złożony z trzech identycznych przekształtników jednofazowych. Komutacja jest realizowana w obrębie każdej fazy oddzielnie przy użyciu transformatora komutacyjnego TK i kondensatorów komutacyjnych CK. Układ odznacza się najniższym kosztem elementów półprzewodnikowych spośród stosowanych w praktyce układów falownikowych i wymaga nieskomplikowanego sterownika. Wysoka wartość napięcia w obwodzie pośredniczącym (do 720 V) wymaga, podobnie jak w P1, starannego doboru osłon przepięciowych. W układzie zastosowano typowe osłony RC strojone indywidualnie do każdego tyrystora. Dla ograniczenia oscylacji napięć i prądów w osłonach zastosowano w nich rezystory małowalności (RDC 210). Pozwoliło to na użycie w układzie tyrystorów o napięciu powtarzalnym 1500 V.

Dla zapewnienia niezawodnej komutacji przy niskich napięciach w obwodzie pośredniczącym, zastosowano w układzie przekształtnik P3 (rys. 1).



Rys. 2. Schemat przekształtnika P1



Rys. 3. Schemat przekształtnika P2

Jest to niesterowany 6-pulsowy mostek prostowniczy z diodą odcinającą na wyjściu. W zakresie przewodzenia nieciągłego przekształtnika P1 obwód pośredniczący jest zasilany przez P3. Przejście P1 do pracy przy przewodzeniu ciągłym powoduje, w wyniku wzrostu napięcia, odcięcie P3 i zasilanie obwodu pośredniczącego wyłącznie z P1. Wprowadzenie przekształtnika P3 pozwoliło równocześnie zmniejszyć pojemności kondensatora zasobniczego CZ oraz kondensatorów komutacyjnych CK.

Przeźniennik został zastosowany do zasilania dołowego wentylatora lutniowego WLE 600 A/I wyposażonego w silnik SSJS0e 62b, 500 V, 19 kW.

Przeprowadzone badania laboratoryjne miały na celu wyznaczenie charakterystyk mechanicznych i elektrycznych zespołu przeźniennik - wentylator oraz sprawdzenie rozwiązań układowych przeźniennika.

Podstawowe charakterystyki zespołu przeźniennik - wentylator przedstawiają rys. 4 i 5.

Rysunek 6 przedstawia oscylogramy napięć i prądu na wyjściu przeźniennika, a rys. 7 oscylogramy prądów pobieranych z sieci.

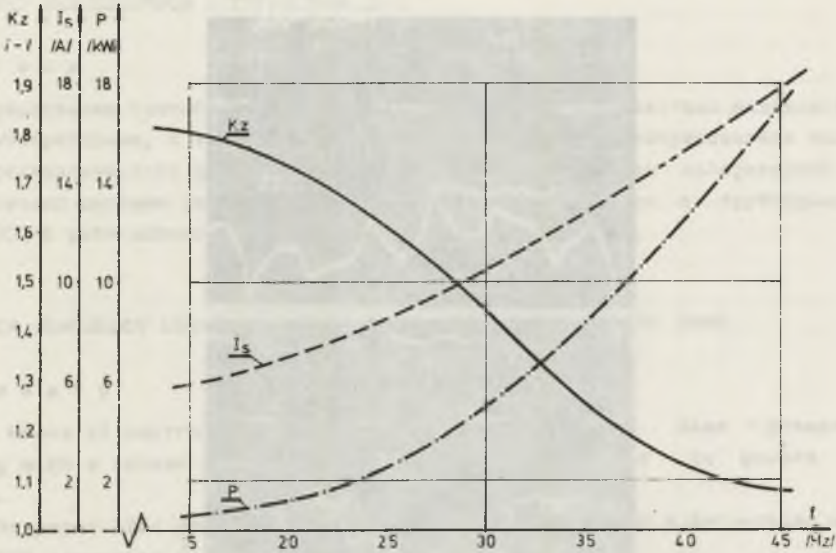
Przeźniennik częstotliwości umożliwia zasilanie wentylatora lutniowego napięciem o częstotliwości zmieniającej się bezstopniowo w granicach 12,5 - 45 Hz, pozwalając na płynne zregulowanie wydajności wentylatora do 20% wydajności znamionowej przy zdalnym sterowaniu.

Układ spełnia warunki konieczne do realizacji centralnego sterowania systemem wentylacyjnym.

Częstotliwościowy rozruch silnika wentylatora obniża prąd rozruchowy z $4,5 I_N$ do $1,2 I_N$.

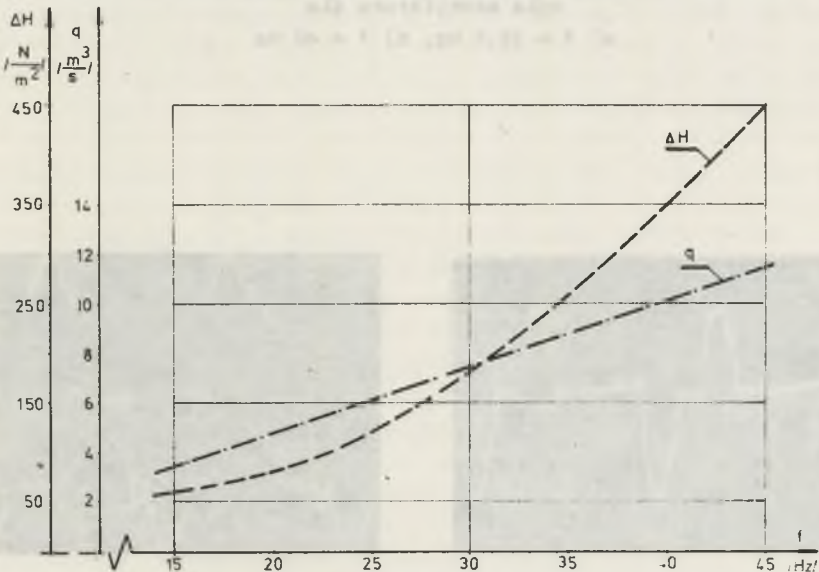
Badania wskazały jednocześnie na konieczność zmian w układzie przeźniennika, głównie w części sterującej. Wprowadzono filtry wygładzające na wyjściach transformatorów synchronizujących u_1 , w układzie logicznym licznik kołowy zastąpiono licznikiem pseudopierścieniowym z samokorelacją błędnych stanów oraz zwiększono szerokość impulsów wyzwalających tyrystory do 60°C .

Kształt krzywej prądu pobieranego z sieci (rys. 7) oraz wartość współczynnika kształtu krzywej prądu (rys. 4) wskazują na konieczność przeprowadzenia badań nad wpływem zniekształceń prądu na pracę sieci dołowej, głównie ze względu na system telekomunikacyjny i zabezpieczenia ziemnozwarciowe.



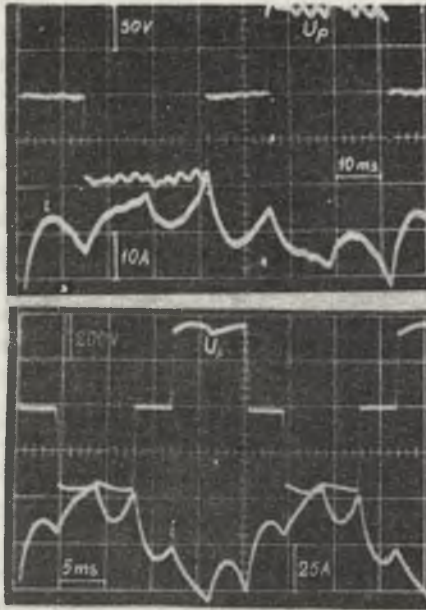
Rys. 4. Charakterystyki elektryczne układu

P - moc czynna pobierana przez silnik, I_s - prąd silnika (wartość skuteczna), K_z - współczynnik kształtu krzywej prądu pobieranego z sieci w funkcji zadawanej częstotliwości f

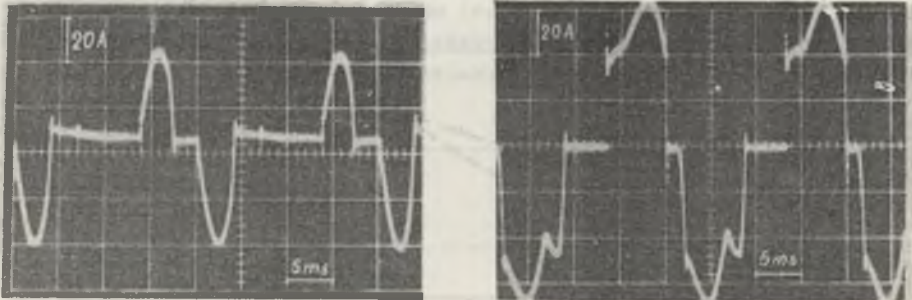


Rys. 5. Charakterystyki mechaniczne układu

q - wydajność wentylatora, ΔH - spiętrzenie ciśnienia w wentylatorze w funkcji zadawanej częstotliwości f



Rys. 6. Oscylogramy napięcia przewodowego U_p oraz prądu fazowego I_f silnika wentylatora dla
 a) $f = 12,5$ Hz, b) $f = 40$ Hz



Rys. 7. Oscylogramy prądów przewodowych pobieranych przez przemiennik z sieci zasilającej dla
 a) $f = 20$ Hz, b) $f = 40$ Hz

ТРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ
ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ С ТРУБОПРОВОДАМИ

Резюме

Представлен способ регулирования производительности шахтных вентиляторов с трубопроводами, а также помещено системное решение преобразователя частоты предназначенного для питания вентиляторов и результаты лабораторных исследований системы состоящей из переменника и вентилятора с трубопроводом WL 600 A работающего с управляемой производительностью.

AN SCR FREQUENCY CONVERTER FOR CONTROLLING MINE THURLING FANS

Summary

A means of controlling mine thurling fans yield has been presented along with a scheme of the frequency converter designed to govern the fans.

The paper also presents laboratory tests of a WL 600 A fan working with the SCR converter governor.