

Janusz DZIULAK, Andrzej BUJAKOWSKI, Wiesław JAGŁA

Instytut Podstawowych Problemów  
Elektrotechniki i Energoelektroniki

#### UKŁAD STEROWANIA CYFROWEGO PRZEKSZTAŁTNIKÓW TYRYSTOROWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono cyfrowy układ sterowania przekształtników tyrystorowych, przewidziany jako podstawowy moduł konstrukcyjny. Podano zasadę działania poszczególnych bloków układu i proponowane schematy ideowe.

Specyficzne własności układów cyfrowych pozwalają na stosowanie ich w sterownikach przekształtników tyrystorowych szczególnie tam, gdzie wymaga się duża dokładność i stabilność regulacji kąta opóźnienia zapłonu.

W systemach, gdzie obiektem regulacji steruje układ cyfrowy, zastosowanie do układów tyrystorowych sterowników konwencjonalnych wymaga użycia przetworników cyfrowo-analogowych i innych elementów techniki analogowej, co oczywiście komplikuje system. Trudne do rozwiązania w technice analogowej problemy współbieżności regulacji w kilku kanałach urządzenia i stabilności przy zmianach temperatury nie istnieją, jeżeli będzie zastosowany układ cyfrowy.

Poniżej przedstawiono propozycję rozwiązania konstrukcyjnego podstawowego bloku cyfrowego układu sterowania przekształtników tyrystorowych.

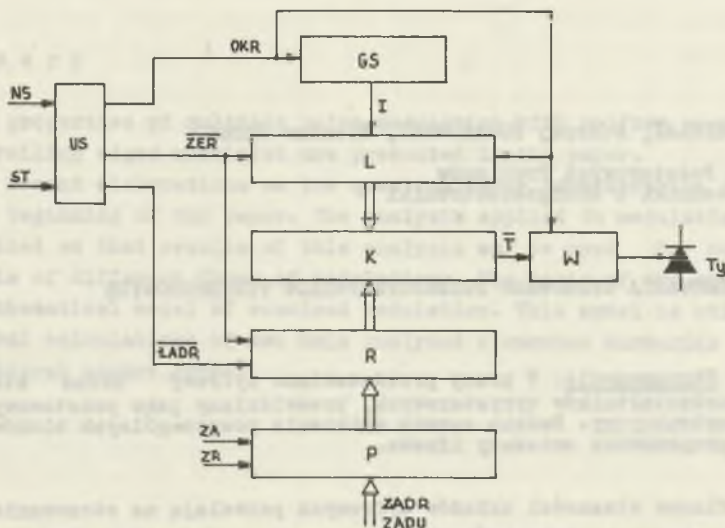
Układ ten, którego schemat blokowy przedstawia rysunek 1, zaprojektowany został jako 1 kanał sterownika m-fazowego.

Sygnał startu ST uaktywnia układ sterujący US i powoduje wstępne wyzerowanie licznika L i rejestru R (stany L i R mogą być przypadkowe po włączeniu napięcia zasilania).

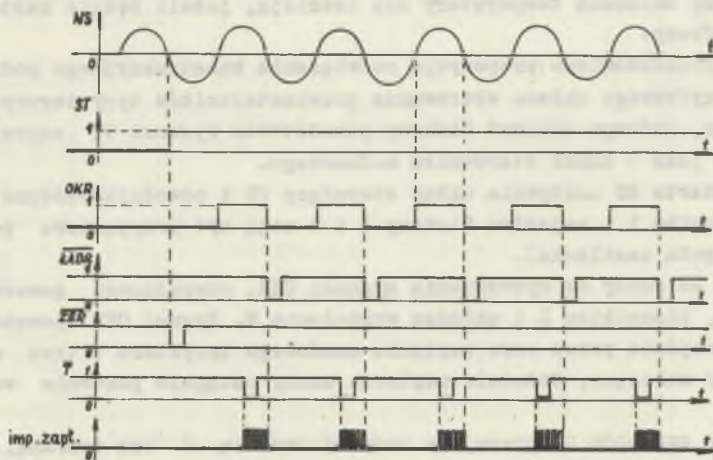
Napięcie NS służy do wytwarzania sygnału OKR, sterującego generatorem sygnałów GS, licznikiem L i układem wyzwalań W. Sygnal OKR powstaje w momencie przejścia przez zero napięcia anodowego tyrystora i trwa aż do momentu, gdy malejące, dodatnie napięcie anody osiągnie ponownie wartość 0V.

Generator sygnałów GS pracuje z częstotliwością  $f$  tak dobraną, aby w czasie 1 półokresu napięcia NS na wyjściu otrzymać całkowitą ilość impulsów. W omawianym przykładzie zastosowano generator GS pracujący z częstotliwością  $f = 18 \text{ kHz}$ , co przy częstotliwości sieci  $f_s = 50 \text{ Hz}$  pozwala

uzyskać 180 impulsów przypadających na 1 półokres napięcia NS. Daje to możliwość regulacji kąta opóźnienia zapłonu tyrystora z dokładnością  $\pm 1^\circ$



Rys. 1



Rys. 2

Generator GS jest synchronizowany sygnałem OKR i tylko w czasie trwania tego sygnału generuje na wyjściu impulsy I zapełniające licznik L uprzednio wyzerowany sygnałem ZER.

Stan licznika L jest porównywany w komparatorze cyfrowym K ze stanem rejestru R zawierającym informację o żądanym kącie opóźnienia zapłonu.

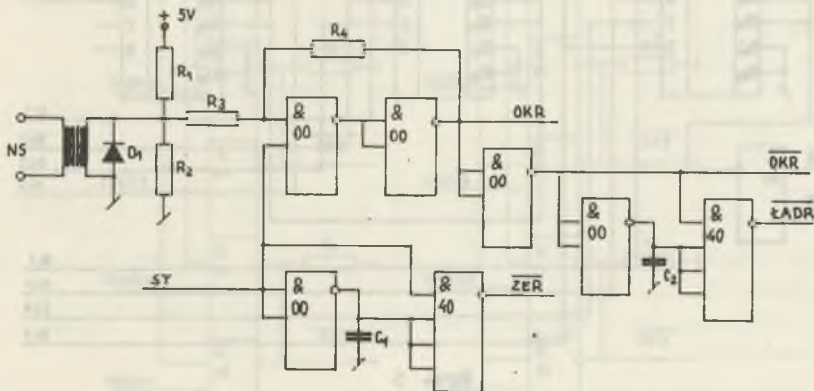
Z uwagi na to, że układ przewidziano do współpracy z innym, nadrzędnym systemem cyfrowym, lub też do pracy z zadawaniem ręcznym, rejestr R może być ładowany z przełącznicy P sygnałem ZAD w 2 odmianach,

- ZA - zadawanie automatyczne,
- ZR - zadawanie ręczne.

Sygnał ŁADR generowany przez US powoduje wpisanie informacji z przełącznicy P do rejestru R.

Przy częstotliwości sygnałów z generatora GS 18 kHz jeden impuls odpowiada jednemu stopniowi kąta opóźnienia zapłonu. Licznik L jest zapełniany tymi impulsami od początku okresu napięcia zasilającego. W momencie, gdy stan licznika L będzie identyczny ze stanem rejestru R, komparator K generuje na wejściu sygnał T sterujący układ wyzwalania bramkowego W.

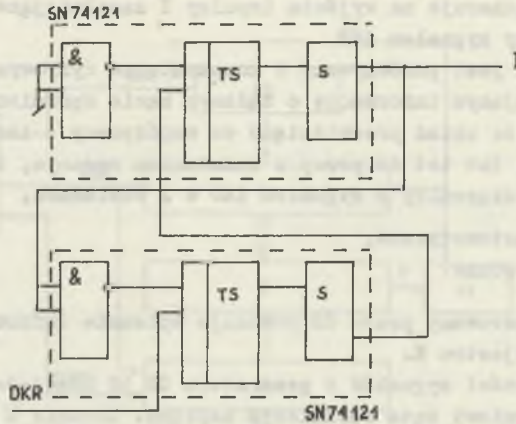
Na rysunku 2 przedstawiono przebieg czasowy sygnałów w układzie sterownika przy założeniu nastawy: kąt opóźnienia zapłonu  $\alpha = 90^\circ$ .



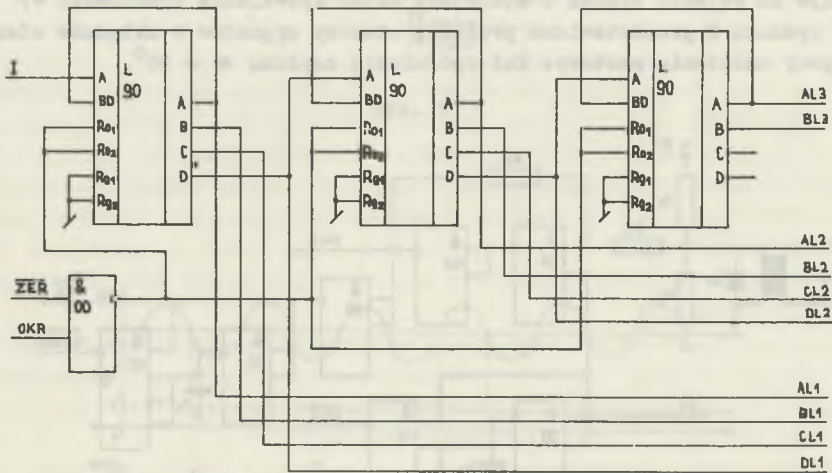
Rys. 3

Schemat ideowy układu sterowania US przedstawia rysunek 3. W układzie tym napięcie synchronizacji NS po transformacji na stronę wtórną transformatora separującego  $T_x$ , zostaje zamienione, na sygnały prostokątne OKR w przerzutniku Schmitta, którego punkt pracy ustalają rezystory  $R_1$  i  $R_2$ . Sygnał startu ST = "0" blokuje przerzutnik Schmitta, a gdy ST zmienia się z "0" na "1" zostaje wysłany sygnał ZER.





Rys. 4

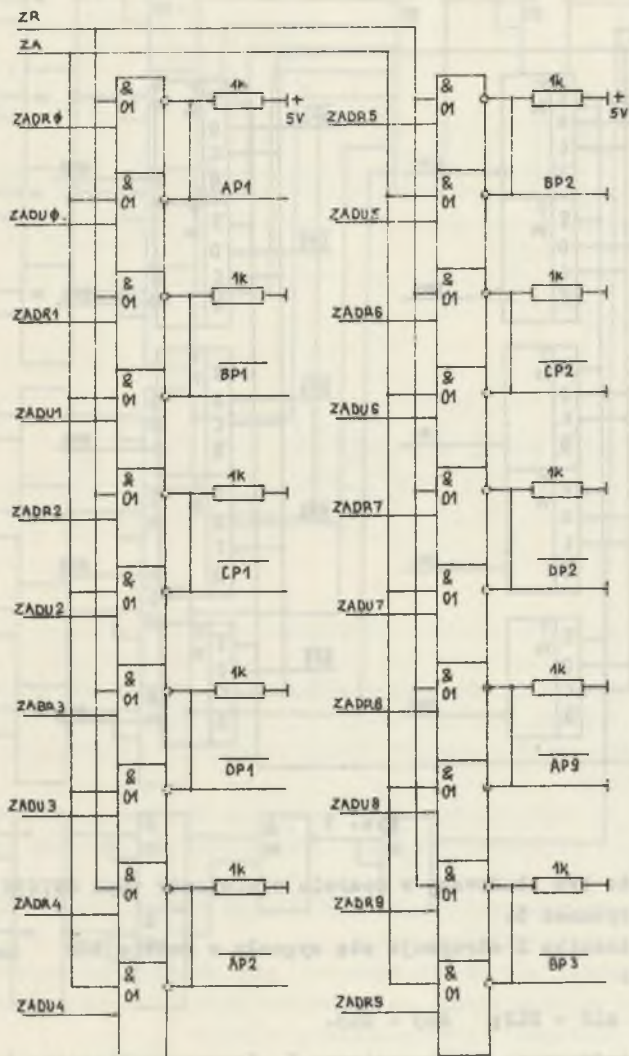


Rys. 5

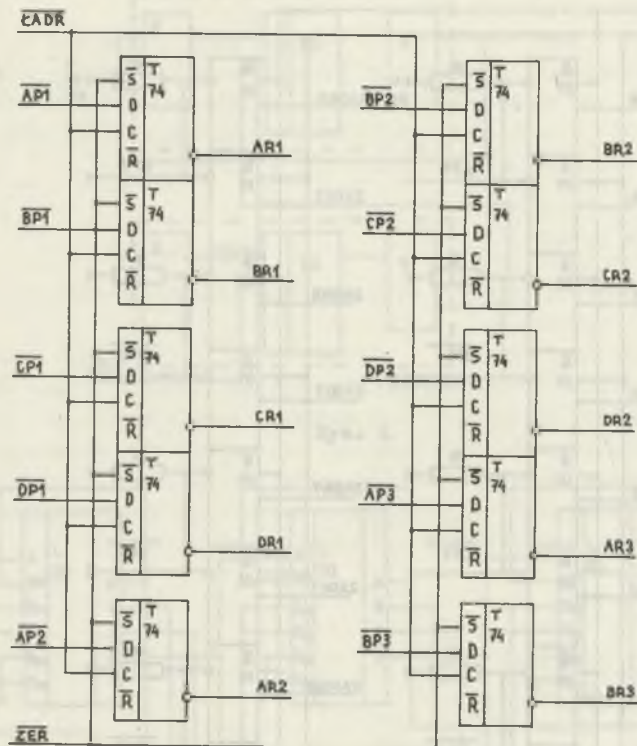
Po zakończeniu sygnału OKR, tj. po jego opadającym zboczcu, wysłany jest przez uni-wibrator sygnał ŁADR.

Generator synchronizowany GS przedstawiony jest na rysunku 4.

Generator GS zbudowany jest w oparciu o 2 uni-wibratory monostabilne typu SN74121 (odpowiednik FLK101 firmy Siemens). Układ generuje na wyjściu impulsy I od momentu, gdy sygnał sterujący OKR osiągnie wartość "1" aż do chwili jego zakończenia OKR = "0". Stabilność generatora GS przy zmianach wartości napięcia zasilającego w granicach  $\pm 5\%$  wynosi  $\pm 0,2\%$ , co jest wartością zupełnie wystarczającą.



Rys. 6



Rys. 7

Licznik L może być zbudowany w oparciu o elementy typu SN7490 tak, jak to przedstawia rysunek 5.

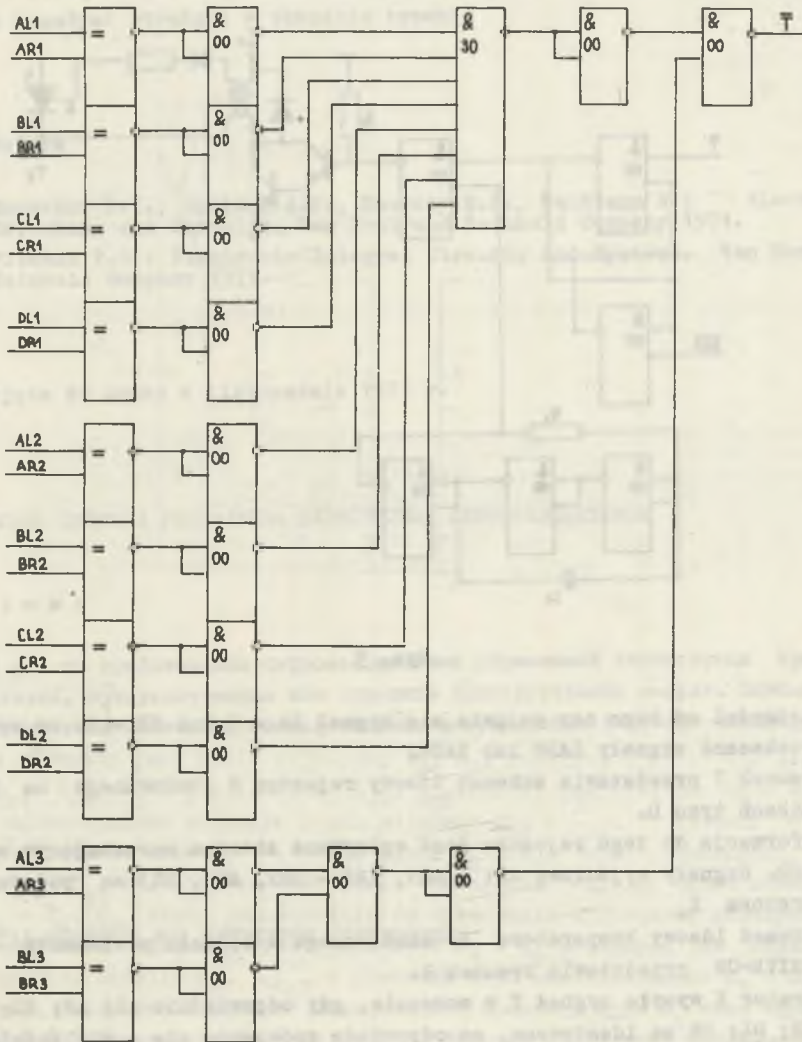
Na wyjściu licznika L otrzymuje się sygnały w kodzie BCD 8-4-2-2 w trzech dekadach:

AL1 - DL1; AL2 - DL2; AL3 - DL3.

Sygnały te są porównywane w komparatorze K. Zerowanie licznika L w czasie pracy układu następuje sygnałem OKR = "0".

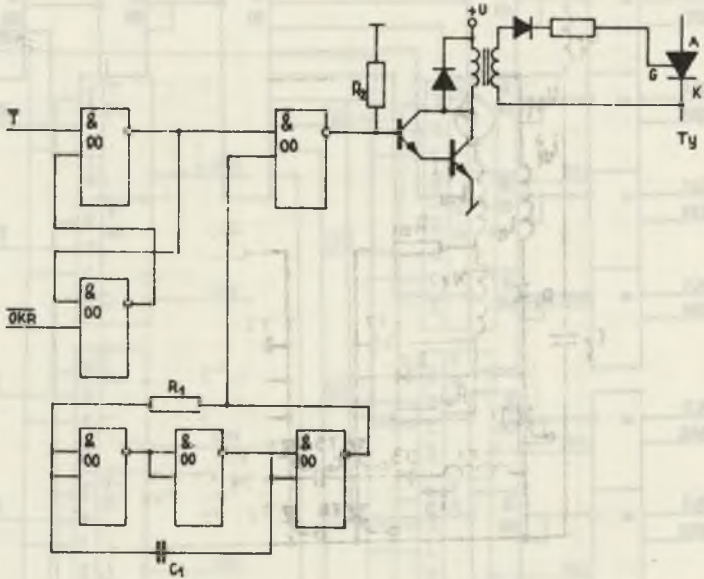
Przełącznica P otrzymuje sygnały sterujące ZA, ZR i sygnały wejściowe ZADR  $\Phi \div 9$ , ZADU  $\Phi \div 9$ .

Schemat ideowy przełącznicy P przedstawiono na rysunku 6. Sygnały wejściowe ZADR i ZADU są podawane w kodzie BCD. Na wyjściu elementów NAND z otwartym kolektorem otrzymuje się sygnały AP1 - DP1; AP2 - DP2; AP3; BP3.



Rys. 8





Rys. 9

W zależności od tego czy pojawia się sygnał  $ZA = 1$  lub  $ZR = 1$  na wyjście są przekazane sygnały ZADU lub ZADR.

Rysunek 7 przedstawia schemat ideowy rejestru R zbudowanego na przerzutnikach typu D.

Informacja do tego rejestru jest wpisywana zboczem narastającym sygnału ŁADR. Sygnały wyjściowe AR1 - DR1, AR2 - DR2, AR3, BR3 są podawane do komparatora K.

Schemat ideowy komparatora K zbudowanego w oparciu o elementy typu EXCLUSIVE-OR przedstawia rysunek 8.

Komparator K wysyła sygnał T w momencie, gdy odpowiednie AL; AR; BL; BR; CL; CR; DL; DR są identyczne, co odpowiada zrównaniu się z wielkością zadaną wartości zliczanej kąta opóźnienia zapłonu.

Sygnałem T jest sterowany układ wyzwalania brankowego W, którego schemat przedstawia rysunek 9.

Z chwilą pojawienia się sygnału  $T = "0"$  przerzutnik typu R-S zostaje zapalony i sygnały z multiwibratora asymetrycznego są podawane na układ Da.lingtona sterujący poprzez transformator separujący tyrystor  $T_y$ . Sygnał OKR = "0" gasi przerzutnik powodując zanik impulsów wyzwalających tyrystor  $T_y$ .



Dzięki podawaniu na bramkę tyrystora całego szeregu impulsów wyzwalających (tzw. "szpilki") układ ten charakteryzuje się dużą pewnością zapłonu i małymi stratami w obwodzie bramki.

#### LITERATURA

- [1] Beuscher H.I., Budlong A.H., Haverly M.B., Waldbaum G.: Electronic Switching and Circuits. Van Nostrand Reinhold Company 1971.
- [2] Fitchen F.C.: Electronic Integral Circuits and Systems. Van Nostrand Reinhold Company 1971.

Przyjęto do druku w listopadzie 1973 r.

#### ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

#### Резюме

В работе представлена цифровая система управления тиристорных преобразователей, предусмотренная как основной конструктивный модуль. Описан принцип действия отдельных блоков системы и предложены основные схемы.

#### DIGITAL CONTROL FOR THYRISTOR CONVERTERS

#### Summary

The digital control circuits forming standart control module for thyristor converters are described. Principles of operation and suggested circuit diagrams are given.