ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1983

Seria: ELEKTRYKA z. 85 Nr kol. 757

Andrzej PIECHOCKI

ELEKTRONICZNE URZĄDZENIE STEROWANIA SEKWENCYJNEGO O ELASTYCZNYM PROGRAMIE DZIAŁANIA

Streszczenie. W artykule porównano krajowe rozwiązania automatów sterowania sekwencyjnego stosowane w elektrowniach krajowych z urządzeniem opracowanym w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów. Przedstawiono organizację i charakterystyki funkcjonalne podstawowych modułów zaprojektowanego automatu. Opisano przykład realizacji prostego algorytmu sterowania sekwencyjnego na prototypach wykonanych modułów.

1. Porównanie opracowanego w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów urządzenia sterowania sekwencyjnego z dotychczas stosowanymi tego typu urządzeniami w kraju

Wprowadzenie do eksploatacji bloków energetycznych o coraz większej mocy pociąga za sobą konieczność zwiększania stopnia ich automatyzacji [1, 6]. Realizację algorytmów sterowania umożliwia automatyka sterowania sekwencyjnego. W dziedzinie sterowania sekwencyjnego w elektrowniach krajowych praktyczne zastosowanie znalazły: przekaźnikowe urządzenia sterowania sekwencyjnego PUSS oraz elektroniczny system MASTER.

Urządzenie PUSS charakteryzuje się dość dużą niezawodnością, lecz znaczne gabaryty, duży pobór mocy oraz brak możliwości ingerencji w logikę poważnie ograniczają jego zastosowanie w procesie sterowania sekwencyjnego nowych bloków [2, 3].

Modułowy system MASTER, wykonany w technice cyfrowych układów scalonych TTL, jest również systemem stałoprogramowym. Ze względu na brak elastyczności logiki, małą funkcjonalność, duży stopień komplikacji modułów zastosowanie go na poziomie sterowania zespołem lub grupą technologiczną staje się problematyczne [4]. Organizację systemu MASTER trudno uznać za optymalną skoro zastosowanie go na poziomie sterowania zespołem technologicznym bloku 500 MW wymagało zastosowania aż 78 szaf, w tym 36 szaf z pakietami elektroniki [6]. Często w czasie realizacji inwestycji istnieje konieczność wprowadzenia zmian w procesie technologicznym, co wymaga zmian w programie działania automatu sterowania sekwencyjnego (ASS). W systemie MASTER jest to bardzo kłopotliwe, ponieważ system ten jest sztywno programowany u wytwórcy. Poza tym system MASTER (jak i PUSS) nie zapewnia kontroli warunków kroków zrealizowanych. Obecnie w IASE prowadzi

się prace nad powiązaniem systemu MASTER z systemem CAMAC. Przy zastosowaniu procesora system MASTER-CAMAC umożliwi programową zmianę algorytmów sterowania [5].

W Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów od kilku lat prowadzi się prace nad budową stanowiska laboratoryjnego do badań symulacyjnych układu automatycznego rozruchu turbozespołu. W związku z zastrzeżeniem w stosunku do stosowanych dotychczas w elektrowniach krajowych rozwiązań automatów sterowania sekwencyjnego w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów opracowano projekt i zbudowano prototypy zasadniczych modułów laboratoryjnego układu sterowania sekwencyjnego, który cechuje się dużą funkcjonalnością oraz prostotą budowy. W fazie projektowania położono duży nacisk na takie rozwiązanie automatu, które zapewniałoby współpracę z maszyną analogową, cyfrową i umożliwiało w prosty sposób zmianę programu realizowanego przez automat. Badania laboratoryjne prototypu urządzenia potwierdziły jego zalety, interesujące również z punktu widzenia zastosowań przemysłowych. Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę zaprojektowanego automatu.

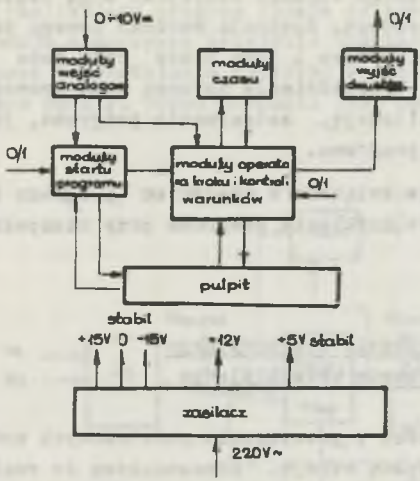
2. Budowa urządzenia

Podstawową jednostką konstrukcyjną laboratoryjnego automatu sterowania sekwencyjnego jest moduł. W skład automatu wchodzą następujące moduły:

- czasu,
- operatora kroku,
- startu programu,
- kontroli warunków,
- pamięci,
- wyjść dwustanowych,
- wejść analogowych,
- obejścia.

Zespoły modułów o podobnym charakterze tworzą bloki funkcjonalne. Organizację zaprojektowanego automatu przedstawio o na rys. 1. Moduły zaprojektowano w technice układów scalonych TTL, a wszystkie użyte cyfrowe układy scalone i tranzystory są produkcji krajowej. Tranzystory pracują tylko w układach wzmacniaczy żarówkowych oraz w układach wzmacniaczy przekaźników kontaktronowych. Przekaźniki kontaktronowe użyto tylko tam, gdzie było to konieczne ze względu na separację sygnałów. Jako sygnał aktywny zmieniający stan elementów wykorzystano poziom napięcia 0V. Zabezpieczono się w ten sposób przed wydaniem błędnego rozkazu przy powstaniu przerwy w układzie sterującym.

Wszystkie wejścia i wyjścia modułów wyprowadzone będą na tablicę krosową. Umożliwi to proste programowanie pracy automatu i stworzenie tzw.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny laboratoryjnego urządzenia sterowania sekwencyjnego

banku programów. Sygnalizacja pracy automatu odbywać się będzie na programowanym schemacie synoptycznym procesu technologicznego, odpowiadającym programowi łączenia krokowego. Programowanie schematu synoptycznego będzie polegało na wprowadzeniu do rejestru danych określających sygnalizowany stan umieszczonych na schemacie synoptycznym urządzeń. Zastosowanie rejestru stanowiącego pamięć umożliwi w prosty sposób zmianę wyświetlonego schematu.

W przyszłości przewiduje się wykorzystanie magnetofonu kasetowego oraz pamięci o dostępie swobodnym typu RAM do programowania pracy automatu oraz wyświetlania schematu synoptycznego. Poniżej podano krótką charakterystykę funkcjonalną podstawowych modułów.

Uniwersalny moduł czasu MT1 służy do pomiaru czasu trwania operacji wykonywanych w trakcie łączenia krokowego. Uniwersalność jego polega na tym, że umożliwia on pomiar czasu realizacji czterech kolejno realizowanych kroków. Czasy te można dowolnie zaprogramować, korzystając z dziesięciu wyjść deszyfratora. Zastosowanie multipleksera pozwoliło na zmianę zaprogramowanych czasów w trakcie realizacji programu. Ze zmiany czasu można korzystać przy powtórzeniach i cofnięciach programu.

Moduł operatora kroku MOK jest podstawowym modułem toru łączenia krokowego. Pełni on funkcję nadrzędną w automacie: wydaje rozkazy, kontroluje ich wykonanie oraz informuje personel nastawni o stanie łączenia. Zaprojektowany moduł MOK umożliwia realizację programu łączenia krokowego z czynną i bierną kontrolą czasu. Bierna kontrola czasu charakteryzuje się tym, że program może być realizowany dalej, gdy tylko zostaną spełnione warunki właściwe dla danego kroku, bez konieczności doliczenia czasu. Czynna kontrola czasu polega na tym, że program może być realizowany dalej, gdy warunki zostaną spełnione i nastąpi doliczenie czasu. Przekroczenie czasu w obu przypadkach umożliwia dalszą realizację programu, ale możliwe jest wtedy zatrzymanie programu, cofnięcie, powtórzenie lub zainicjowanie nowego programu.

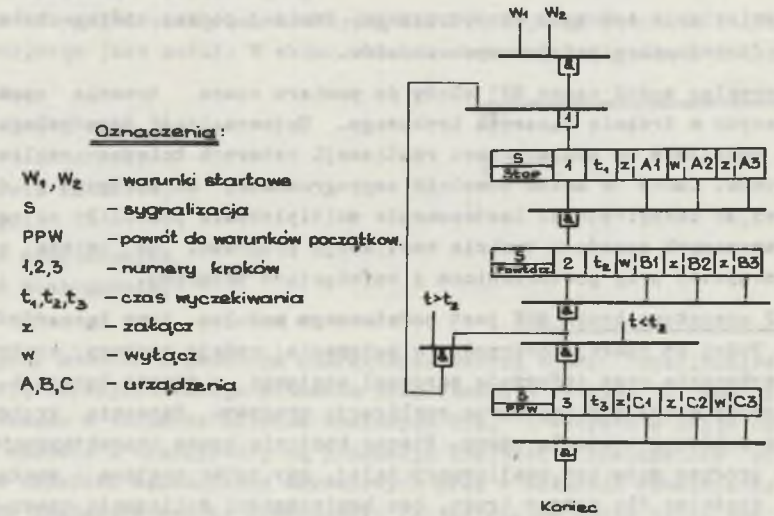
Moduł kontroli warunków MKW współpracuje z modułem MOK i ma za zadanie kontrolować w czasie pracy automatu jeden wybrany warunek danego kroku,

którego spełnienie jest niezbędne ze względów bezpieczeństwa obsługiwanego urządzenia. Przy wyborze kontrolowanego warunku decydować mogą względy prawidłowej technologii sterowanego procesu. Kontrola warunku danego kroku zaczyna się w momencie zrealizowania kroku i trwa przez cały czas do zakończenia programu lub podprogramu. Niespełnienie warunku może spowodować następującą reakcję modułu: sygnalizację, zatrzymanie programu, jego powtórzenie lub zainicjowanie nowego programu.

Moduł obejścia MO realizuje funkcje związane z obejściem programu lub fragmentu programu. Umożliwia on także cofnięcie programu przy niespełnieniu określonego warunku.

3. Przykład realizacji algorytmu sterowania sekwencyjnego na laboratoryjnym urządzeniu sterowania sekwencyjnego

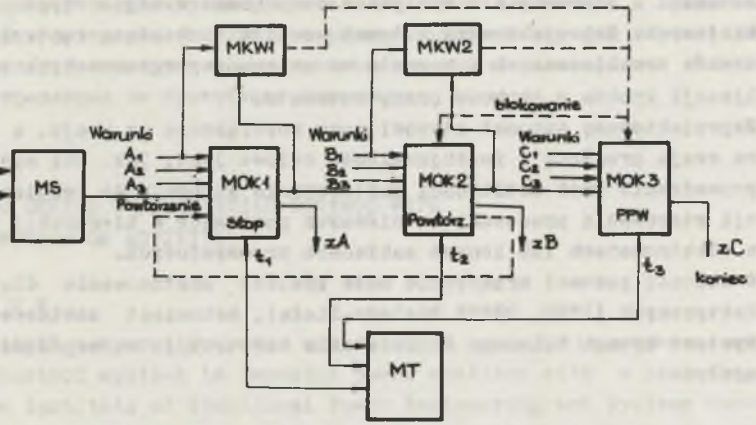
Celem sprawdzenia poprawności założeń i rozwiązania podstawowych modułów urządzenia zbudowano jego prototypową wersję, przeznaczoną do realizacji podstawowego programu uruchamiania procesu technologicznego wg algorytmu przedstawionego na rys. 2.



Rys. 2. Schemat algorytmiczny przykładowego programu sterowania sekwencyjnego

Algorytm składa się z trzech kroków z czynną kontrolą czasu. W kroku pierwszym sygnalizowane jest przekroczenie czasu granicznego; automat działa wówczas na zatrzymanie programu. Krok drugi, oprócz sygnalizowania przekroczenia czasu granicznego, działa na powtórzenie

programu. W kroku trzecim po przekroczeniu czasu granicznego automat realizujący program działa na powrót do warunków początkowych, czyli powoduje samoczynne przejście uruchamianego urządzenia na odstawianie. Rysunek 3 przedstawia realizację opisanego algorytmu w oparciu o zaprojektowane moduły. Praca automatu jest następująca: spełnienie warunków star-



Rys. 3. Uproszczony schemat realizacji przykładowego algorytmu sterowania

towych W_1, W_2 powoduje zainicjowanie przez moduł MS pracy modułu MOK1. Moduł ten wydaje rozkaz załączenia urządzenia A1, A3, wyłączenia urządzenia A2 i żąda kontroli czasu przez moduł MT. Po wykonaniu rozkazów moduł MOK1 inicjuje pracę modułu MOK2. Praca modułów MOK2 i MOK3 w przypadku spełnienia wszystkich warunków właściwych dla danego kroku jest analogiczna jak praca modułu MOK1. Różnica w działaniu poszczególnych modułów operatora kroku jest zauważalna dopiero po przekroczeniu czasu granicznego określonego dla danego kroku. Każdy moduł MOK, przypisany danemu krokowi, działa wówczas tak, jak to wynika ze schematu algorytmicznego opisywanego programu.

Bieżąca kontrola warunków kroków zrealizowanych rozwiązana jest następująco: sygnały inicjujące działanie modułów MOK2, MOK3 powodują odblokowanie modułów MKW1 i MKW2. Od chwili odblokowania odpowiedniego dla danego kroku modułu MKW moduł ten będzie kontrolował wybrany warunek swojego kroku. Dla modułu MKW1 będzie to warunek A1 a dla modułu MKW2 warunek B1. Jeżeli warunek ten nie będzie spełniony w czasie, gdy cały program nie zostanie zrealizowany, moduł MKW wygeneruje sygnał blokujący ogniwa MOK. Stan ten zostanie zasygnalizowany. Wznowienie pracy automatu możliwe jest dopiero po skasowaniu sygnału blokującego ogniwa MOK.

4. Uwagi końcowe

1. Automat sekwencyjny zbudowany z zaprojektowanych modułów umożliwia realizację dowolnych, nawet najbardziej skomplikowanych algorytmów sterowania. Zapewniono tutaj możliwość obustronnego połączenia automatu sekwencyjnego z maszyną analogową, a w przyszłości z maszyną cyfrową.
2. Przy projektowaniu urządzenia wzięto pod uwagę rozszerzenie funkcji automatu o elementy nie spotykane dotychczas w tego typu automatach krajowych. Zaprojektowany automat umożliwia bieżącą kontrolę warunków kroków zrealizowanych i pozwala na zmianę zaprogramowanych czasów realizacji kroków w trakcie pracy automatu.
3. Zaprojektowany automat stanowi nowe rozwiązanie w kraju, a ze względu na swoją prostotę i funkcjonalność celowe jest, jak się wydaje, przeprowadzenie prób możliwości zastosowania automatu do realizacji funkcji sterowania procesami na niższych poziomach w hierarchii sterowania w elektrowniach lub innych zakładach przemysłowych.
4. W obecnej postaci urządzenie może znaleźć zastosowanie dla celów dydaktycznych (IESU, OWPTE Bielsko-Biała), natomiast zastosowanie przemysłowe wymaga dalszego dopracowania konstrukcji we współpracy z przemysłem.

LITERATURA

[1] Rakowski J.: Automatyka cieplnych urządzeń siłowni. WNT Warszawa 1976.

[2] Ciszewski R.: Układy i urządzenia sterowania sekwencyjnego w elektrowniach cieplnych z blokami dużej mocy. Przegląd Elektrotechniczny 5/76.

[3] Projekt techniczny "Energoprojektu" Katowice - Przekaźnikowe urządzenia sterowania sekwencyjnego PUSS1. Katowice, luty 1972.

[4] Adamowicz A., Pederkiewicz K., Mikołajczyk Z.: Modułowy system automatycznego sterowania MASTER i jego zastosowanie w energetyce. Energetyka, czerwiec 1975.

[5] Macalik A., Mikołajczyk Z.: Wybrane zagadnienia projektowania stało i swobodnie programowych systemów sterowania. Prace IASE, z. 33, Wrocław 1978.

[6] Kołodziejczyk S.: Technika kierowania dużymi blokami energetycznymi. Prace IASE, z. 33, Wrocław 1978.

Recencent: prof. dr. hab. inż. Ryszard Matla

Wpłynęło do redakcji dnia 24.VII.1982 r.

ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
С ЭЛАСТИЧНОЙ ПРОГРАММОЙ ДЕЙСТВИЯ

Р е з ю м е

В статье сравниваются отечественные решения автоматов последовательного управления, применяемые в отечественных электростанциях, с аппаратом разработанным Институтом Электроэнергетики и Управлени Системами. Представлена организация и функциональные характеристики основных моделей спроектированного автомата. Описывается пример реализации простого алгоритма последовательного управлениа на прототипах выполненных моделей.

ELECTRONIC DEVICE OF SEQUENTIAL CONTROL WITH
ELASTIC PROGRAM OF ACTIVITY

S u m m a r y

The article compares domestic solutions of automatic machines of sequential control applied in domestic power stations with a device worked out at the Institute of Electrical Power Engineering and Systems Control. The paper presents the organization and functional characteristic of basic modules of the designed automatic machine. An example of realization of simple algorithm of sequential control on the prototypes of the performed modules is described.