

Feliks Bator, Jan Kościński, Wiesław Pecka
Politechnika Rzeszowska

ORGANIZACJA I STRUKTURA OPROGRAMOWANIA SYSTEMU STEROWANIA DYSPOZYTORSKIEGO ZESPOŁEM OBRABIAREK

Streszczenie. Przedstawiono system sterowania dyspozytorskiego zrealizowany w oparciu o minikomputer MERA 305 z kanałem przemysłowym INTEL DIGIT-PI. Opisano procedury zarządzane przez system czasu rzeczywistego PSOT 305/7 realizujące zadania systemu sterowania dyspozytorskiego.

1. Wprowadzenie

Prezentowana praca dotyczy wykorzystania systemu cyfrowego czasu rzeczywistego do sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek. Szczegółowa analiza problemu maksymalizacji stopnia wykorzystania mocy produkcyjnej parku obrabiarek sterowanych numerycznie przeprowadzona w [1] doprowadziła do sprecyzowania zadań i konfiguracji systemu sterowania dyspozytorskiego. W referacie omówiona zostanie struktura oprogramowania pracującego pod kontrolą systemu czasu rzeczywistego PSOT 305/7 umożliwiającego realizację tych zadań. Na wstępie scharakteryzowano system PSOT 305/7 oraz zestaw MERA 305, INTEL DIGIT PI pod kątem zastosowania w realizacji w w. systemie. Zaprezentowano rozmieszczenie procedur i zbioru danych systemu sterowania w pamięci operacyjnej minikomputera, opisano sposób ich współdziałania z systemem PSOT. Następnie scharakteryzowano poszczególne procedury wchodzące w skład systemu sterowania dyspozytorskiego oraz omówiono stan zaawansowania prac związanych z wdrożeniem systemu.

2. System operacyjny dla zestawu MERA 305 - INTEL DIGIT PI

INTEL DIGIT PI jest modułowym zestawem urządzeń umożliwiającym sprzężenie dowolnego komputera cyfrowego z obiektem. W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów opracowano [2], [3] wyspecjalizowane oprogramowanie systemowe na minikomputer MDMIK 8b/100 produkcji MERA-ZEM wchodzący do zestawów serii MERA 300 z pamięcią dyskową MERA - 9425. Oprogramowanie to, w skład którego wchodzi system czasu rzeczywistego PSOT 305/7, pozwala na korzystanie ze sprzętu PI bez dokładnej znajomości jego specyfikacji.

System operacyjny PSOT 305/7 jest przeznaczony do zarządzania programami realizującymi zadania na zestawie PI z minikomputerem. PSOT składa się z następujących bloków funkcjonalnych: komunikacji z operatorem, koordynatora programów-zadań oraz monitora przerw. Całością pracy maszyny zarządza koordynator, a w szczególności:

- przekazuje sterowanie programom-zadaniom wg regulaminu priorytetów względnych,
- przekazuje sterowanie monitorowi przerw,
- realizuje odliczanie czasu dla zadań cyklicznych,
- zarządza operacjami wejścia/wyjścia.

Programy-zadania mogą być uruchamiane przez koordynator w następujący sposób:

- cyklicznie co określony czas,
- przez zgłoszenie przerwania,
- z innego programu-zadania.

Koordinator po wystąpieniu dowolnego przerwania przekazuje sterowanie monitorowi przerw, który identyfikuje przerwanie i uruchamia odpowiedni program obsługi przerw. Jednostka centralna KOMIK 8b/100 jest wyposażona w blok przerw zewnętrznych obejmujący przerwania: programowe, zewnętrzne klasy Z0, Z1, Z2 oraz wejścia/wyjścia.

Przerwania zewnętrzne klasy Z2 przychodzą z magistral kaset zestawu PI. System je identyfikuje i w określonym miejscu pamięci zapisuje adres pakietu zgłaszającego przerwanie, zgłaszaną informację a następnie przekazuje sterowanie do programu obsługi dołączonego przez użytkownika. Po wykonaniu tego programu monitor przerw przekazuje sterowanie do koordynatora.

Przerwania zewnętrzne klasy Z1 pochodzą z wyróżnionych pakietów w zestawie PI. Obsługa ich wykonywana jest z najwyższym priorytetem. Każde przerwanie zakończone jest osobnym programem obsługi.

W oparciu o przerwania programowe utworzone zostały ekstrakody rozszerzające listę rozkazów minikomputera. System posiada między innymi ekstrakody: komunikacji z PI, pośredniego adresowania, wielopoziomowych podprogramów itp. Lista ekstrakodów jest otwarta.

3. Struktura oprogramowania systemu sterowania dyspozytorskiego

System sterowania dyspozytorskiego bazuje na informacjach dostarczanych przez kanał przemysłowy INTEL DIGIT-PI. Ze względu na sposób ich wprowadzania można je podzielić na dwie grupy:

- informacje dostarczane przez stacyjki ręcznego wprowadzania danych,
- informacje o stanie ruchowym maszyn, nadawane automatycznie w momencie załączenia i wyłączenia dowolnej obrabiarki.

Informacje te przekazywane są przez pakiety dające przerwania w klasie Z2 i są analizowane przez program obsługi przerwania. Różnią się one długością. Grupa pierwsza zależnie od rodzaju informacji ma długość 4 - 9 słów, z których każde daje przerwanie, natomiast grupa druga zawsze składa się z jednego słowa. Analiza informacji dostarczanych przez stacyjki ręcznego wprowadzania danych możliwa jest dopiero po odebraniu całej informacji. Można je podzielić na trzy typy (patrz tab. 1). Informacje typu A2 i A3 są kodowane i obejmują łącznie 16 rodzajów informacji [4].

Tablica 1

Typ informacji oznaczenie	Charakterystyka informacji	Łączna długość informacji
A1	Informacje nadawane przez operatorów obrabiarek po rozpoczęciu zmiany. Informacja zawiera: numer obrabiarki, numer służbowy operatora	9 słów
A2	Informacje nadawane przez operatorów obrabiarek po wystąpieniu awarii, wystąpieniu braków lub rozpoczęciu przerwy śniadaniowej. Informacje nadawane przez pracowników służb serwisowych zgłaszających realizację prac remontowych lub gotowość obrabiarki do pracy. Informacja zawiera: numer obrabiarki, zakodowaną informację	4 słowa
A3	Informacje nadawane przez pracowników służb serwisowych po zgłoszeniu się do usuwania awarii. Informacja zawiera: numer obrabiarki, numer służby.	4 słowa

Dla każdej obrabiarki zorganizowano zbiór rejestrów, który jest aktualizowany na podstawie informacji napływających przez kanał przemysłowy. W zbiorze tym wyróżniono rejestry: zapamiętujące aktualny stan obrabiarki, przechowujące łączne czasy (np. łączny czas pracy, postoju itp.) oraz rejestry zawartości których określa ostatni moment rozpoczęcia pracy, postoju, zgłoszenia awarii itp. Wszystkie pomiary czasów są realizowane przez odczyty zegara znajdującego się w PI. Dokładność tych pomiarów zależy praktycznie od zwłoki czasowej związanej z rozkładaniem ewentualnej kolejki zgłoszeń.

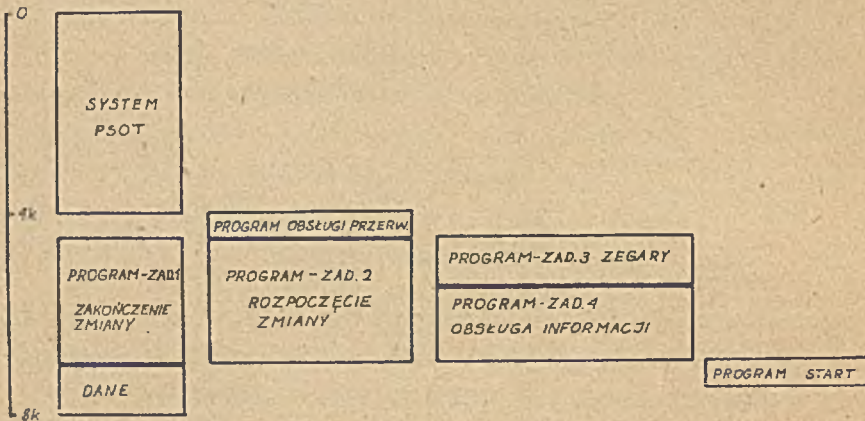
System sterowania dyspozytorskiego dla każdej obrabiarki rozróżnia 8 stanów charakterystycznych występujących podczas eksploatacji [4]. System dla każdej obrabiarki zlicza 13 czasów charakteryzujących jej pracę [4]. W podobny sposób zorganizowano zbiór danych dla służb serwisowych i utrzymania ruchu.

Odliczanie dopuszczalnych czasów realizowane jest programowo z wykorzystaniem przerwania klasy Z1. W tej klasie przychodzą przerwy o różnych okresach z pakietu współpracującego z pakietem zegara. Okresy te mogą być zmieniane sprzętowo.

System sterowania dyspozytorskiego składa się z pięciu procedur, z których cztery umieszczone są pod kontrolą koordynatora i oznaczone jako zadania 1 - 4. Są to:

- program obsługi przerwania klasy Z2 ,
- zadanie nr 1 "Zakończenie zmiany",
- zadanie nr 2 "Rozpoczęcie zmiany",
- zadanie nr 3 "Zegary programowe",
- zadanie nr 4 "Obsługa informacji".

Numery zadań oznaczają jednocześnie ich priorytet. Najwyższy priorytet posiada zadanie nr 1. Wszystkie zadania umieszczone są w pamięci dyskowej i są wpisywane do pamięci operacyjnej minikomputera w sposób pokazany na rysunku 1.



Rys. 1. Rozmieszczenie programów w pamięci minikomputera MERA 305.

Zadania 1 i 2 uruchamiane są raz na zmianę i bezpośrednio przed ich wykonaniem są przepisywane do pamięci operacyjnej. Natomiast zadania 3 i 4 wpisywane są do pamięci operacyjnej przez zadanie 2. Program obsługi przerwania jest wpisywany na stałe do pamięci operacyjnej. Uruchomienie zadań 1 i 2 następuje w zadaniu 3 na zakończenie każdej zmiany. Po wykonaniu zadania 3

koordynator uruchamia zadanie 1 a następnie zadanie 2. W ten sposób system sterowania dyspozytorskiego samoczynnie przejdzie do obsługi następnej zmiany. Podczas wykonywania zadań 1 i 2 przerwania nie są przyjmowane, ponieważ nie mogą być obsłużone.

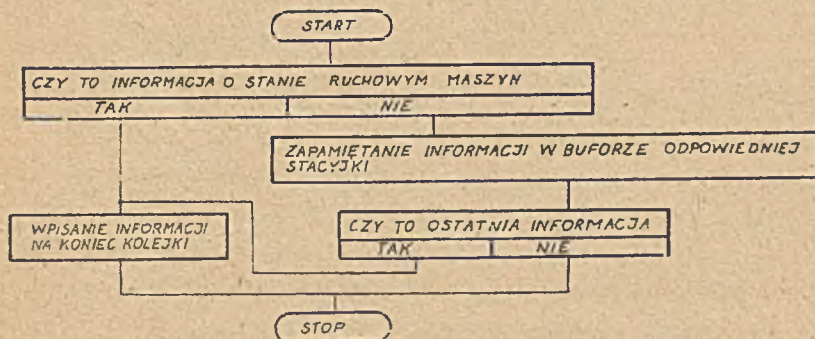
Zadania 3 i 4 są wywoływane cyklicznie, przy czym zadanie 4 jest wywoływane co okres kilkakrotnie mniejszy niż zadanie 3. Zadanie 4 rozładowuje bufor z informacjami tworzony przez program obsługi, przerwania wywołwane jest co okres nieco większy od czasu jego wykonywania. Natomiast zadanie 3 uruchamiane jest co okres znacznie większy, ale taki aby zapewnić odpowiednio dokładne działanie zegarów programowych.

Oprócz procedur wyżej przedstawionych opracowano program o nazwie Start, inicjujący działanie systemu sterowania dyspozytorskiego pierwszy raz po włączeniu maszyny. Jest to program, który wypełnia określone tablice w systemie czasu rzeczywistego PSOT a następnie wywołuje zadanie 2.

4. Charakterystyka programów wchodzących w skład systemu sterowania dyspozytorskiego

Program obsługi przerwania

Sieć działań programu obsługi przerwania przedstawiono na rysunku 2. Odbiera on przerwania przychodzące w klasie Z2. W czasie działania tego programu system operacyjny nie odbiera przerw klasy Z1, a przychodzące przerwania klasy Z2 zapamiętywane są w magistrali zestawu PI. W związku z tym program ten opracowano w taki sposób aby czas jego realizacji był krótki. W programie obsługi przerwania dokonywana jest jedynie niezbędna analiza napływającej informacji.



Rys. 2. Schemat blokowy programu obsługi przerwania

Ponieważ napływanie zgłoszeń o obsługę przerw jest procesem przypadkowym przewidziano możliwość powstawania kolejki do 31 informacji czekających na obsługę. Ponadto przewidziano osobne bufory dla informacji nadawa-

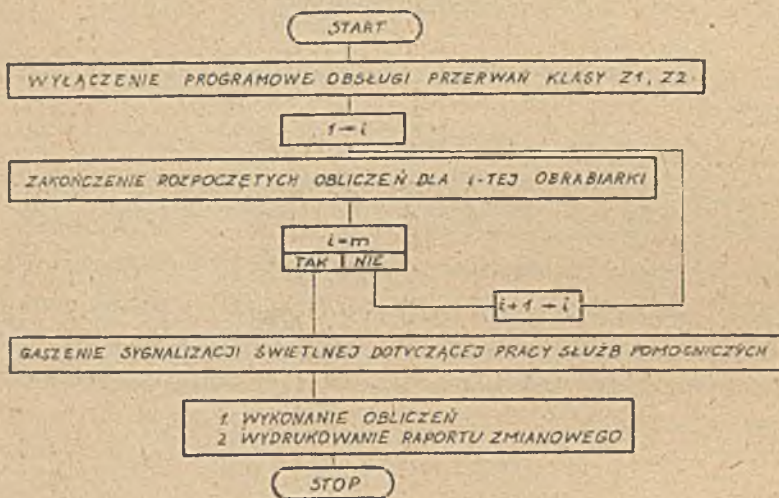
nych ze stacyjek ręcznego wprowadzanie danych, które pełnią rolę pamięci. W programie następuje analiza informacji wprowadzanych ręcznie.

Program zadanie 1: Zakończenie zmiany

Podstawowym zadaniem tego programu jest wygenerowanie raportu zmianowego na podstawie danych zebranych w czasie trwania zmiany. Raport składa się z dwóch części:

- pierwszej, charakteryzującej pracę poszczególnych obrabiarek;
- drugiej, charakteryzującej pracę służb utrzymania ruchu.

W programie przed wydrukowaniem raportu następuje zakończenie obliczeń rozpoczętych przez zadanie 4. Ponadto wyłączona zostaje sygnalizacja świetlna dla służb pomocniczych. Schemat blokowy zadania przedstawiono na rysunku 3.



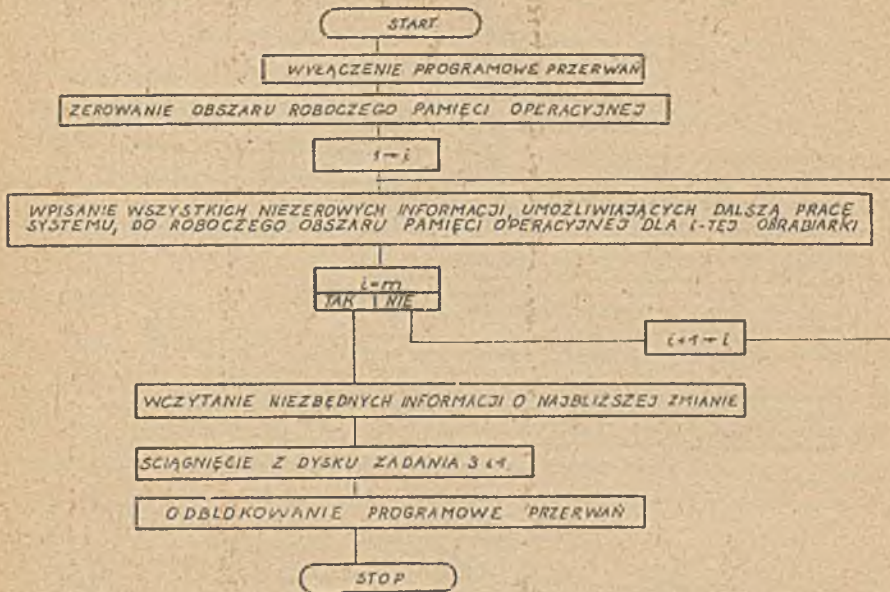
Rys. 3. Schemat blokowy zadania 1: Zakończenie zmiany

Program zadanie 2: Rozpoczęcie zmiany

Zadanie to realizuje komunikację z dyspozytorem, który podaje niezbędne informacje charakteryzujące najbliższą zmianę. Program ten odpowiednio przygotowuje roboczy obszar pamięci operacyjnej tzn. seruje odpowiednie rejestry oraz wypisuje odpowiednie informacje do innych. Na końcu zadania następuje odblokowanie przerw wszystkich klas. Schemat blokowy zadania przedstawiono na rysunku 4.

Program zadanie 3: zegary programowe

Zadanie to odlicza dopuszczalne czasy postojów międzyoperacyjnych maszyn oraz dopuszczalne czasy zgłoszenia się wywołanych służb serwisowych. Uruchomienie zegara programowego danej obrabiarki następuje w chwili wpi-



Rys. 4. Schemat blokowy zadania 2: Rozpoczęcie zmiany

sania do odpowiedniego rejestru określonej wartości. Zadanie to wywołane jest z zadaną częstotliwością. Każde wykonanie zadania powoduje aktualizację rejestrów włączonych zegarów. Przekroczenie dopuszczalnego czasu jest sygnalizowane, a przestojem jest obciążona odpowiednia służba lub operator obrabiarki. Schemat blokowy zadania został przedstawiony na rysunku 5.

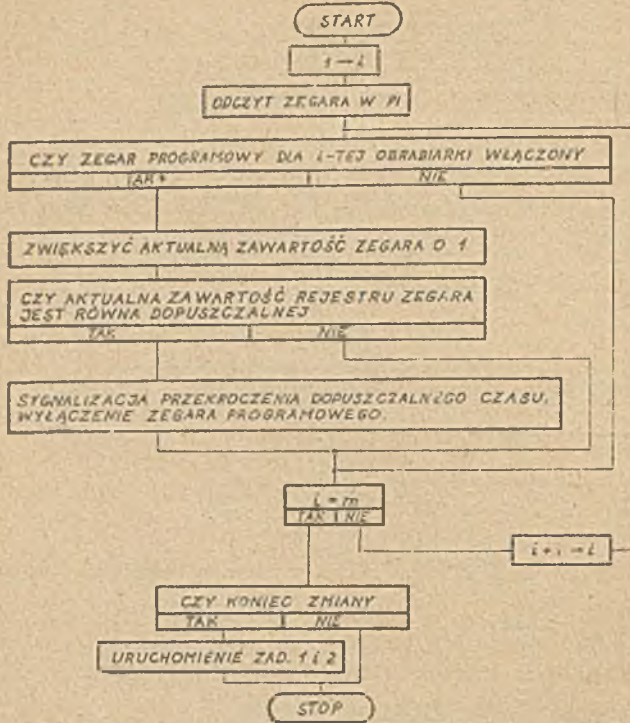
Z powodu braku możliwości przyjmowania przerw klasy Z1 w czasie działania programu obsługi przerwania zegary programowe będą działały niedokładnie, tzn. mogą wykluczać dopuszczalne czasy. W praktyce prawdopodobieństwo powstawania przekłamań tego typu jest niewielkie.

Program zadanie 4: Obsługa informacji

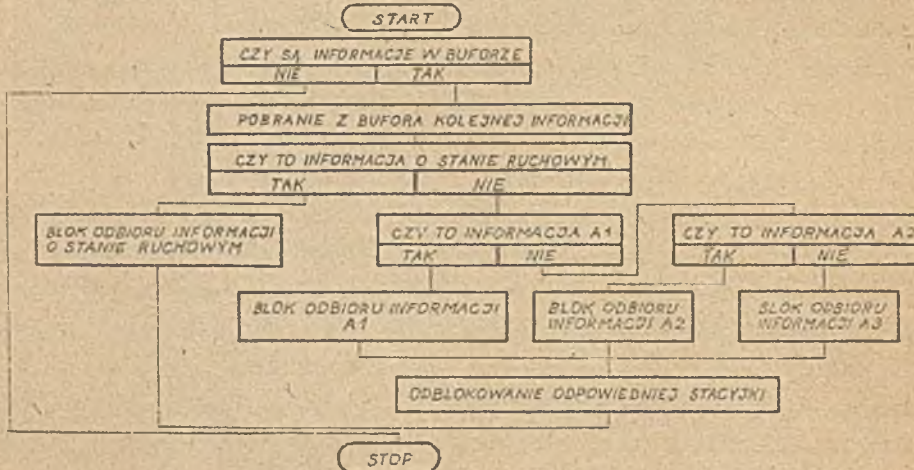
Zadanie 4 jest wywołane okresowo. Pobiera kolejne informacje zapamiętane przez program obsługi przerwania, zachowując kolejność zgłoszeń. Program składa się z czterech bloków co przedstawia rysunek 6. Zadanie to zarządza zbiorem informacji dla obrabiarek i aktualizuje go w miarę napływu informacji. Steruje pracą służb serwisowych i pomocniczych oraz przekazuje informacje do dyspozytora systemu. Wyróżniono 25 rodzajów informacji dla dyspozytora [4]. Informacje te dotyczą na ogół nieprawidłowości w eksploatacji kontrolowanego zespołu obrabiarek.

5. Podsumowanie

Zaprezentowany w niniejszej pracy system sterowania dyspozytorskiego umożliwia opracowanie raportów dotyczących jednej zmiany. Opracowanie raportów



Rys. 5. Schemat blokowy zadania 3: Zegary programowe



Rys. 6. Schemat blokowy zadania 4. Obsługa informacji

o większym horyzoncie (tygodniowym, miesięcznym) jest możliwe w trybie wsadowym, podobnie jak optymalny rozdział zadań produkcyjnych.

Obecnie kontynuowane są prace nad oprogramowaniem i testowaniem procedur wchodzących w skład software'u systemu sterowania dyspozytorskiego. Zakonczenie tych prac przekiduje się na koniec czerwca br., po czym rozpocznie się faza wdrożeniowa systemu na wydziale Z-2 Huty Stalowa Wola.

Przedstawione oprogramowanie umożliwia sterowanie parkiem maszyn obejmującym do 30 obrabiarek. Zwiększenie tej liczby pociąga za sobą konieczność zorganizowania rejestrów roboczych dla obrabiarek w pamięci dyskowej.

LITERATURA

- [1] Bator F., Kościński J., Pecka W.: Wybrane aspekty problemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek. Materiały Ogólnokrajowej Konferencji Automatyzacji Dyskretnych Procesów Przemysłowych, Gliwica 1978
- [2] Kozłowski W.: Oprogramowanie urządzeń sprzęgających komputery z elementami automatyki i pomiarów "INTELDIGIT-PI", Prace VII Konferencji Automatyki, tom I str.853-860, Rzeszów 1977
- [3] Oprogramowanie systemowe zestawu MERA 305-PI. Instrukcja użytkownika. Sprawozdanie z prac MERA-PIAP nr zlecenia 1565
- [4] Docelowa wersja minikomputerowego systemu sterowania dyspozytorskiego zespołem obrabiarek, Raport nr 12/77, Opracowanie wewnętrzne, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 1977

ОРГАНИЗАЦИЯ И СТРУКТУРА ПРОГРАММИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ СТАНКОВ

Р е з ю м е

В работе представлена система диспетчерского управления, реализируемая на основе миникомпьютера MERA 305 с интерфейсом INTELDIGIT-PI. Описываются процедуры генерируемые системой реального времени PSOT 305/7, реализирующие задачи диспетчерской системы управления.

ORGANIZATION AND STRUCTURE OF THE SOFTWARE FOR DISPATCHER CONTROL SYSTEM OF A GROUP OF MACHINE TOOLS

S u m m a r y

A dispatcher control system realized with the use of MERA 305 minicomputer is presented. Then the procedures governed by the real time system PSOT 305/7 and performing the tasks of the dispatcher system are described.