ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978
Seria: AUTOMATYKA z. 45 Nr kol. 581

Marek Dworak, Bożena Hersztkowska, Magdalena Kuczawska
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Systemów Mechanizacji,
Elektrotechniki i Automatyki Górniczej

MAŁA MASZYNA CYFROWA W SYSTEMIE ELEKTRONICZNEJ REJESTRACJI CZASU PRACY

Streszczenie. W referacie przedstawiono rozwiązanie specjalistycznego systemu elektronicznej rejestracji czasu pracy. Opisano strukturę procesora MP-12, ze szczególnym uwzględnieniem pracy miękkich dysków w kanale znakowym. Opisano system operacyjny FLOS-MP-12 umożliwiający pracę wieloprogramową w czasie rzeczywistym i wykorzystujący miękkie dyski jako przedłużenie 4K pamięci operacyjnej. W dalszej części referatu przedstawiono funkcje i moc systemu elektronicznej rejestracji czasu pracy.

1. Wstęp

Opanowanie w ostatnim czasie przez wiele firm elektronicznych produkcji mikroprocesorów wprowadziło nową jakość w automatyce i informatyce.
Niski koszt oraz duża niezawodność układów budowanych na bazie mikroprocesorów powodują, że coraz powszechniej stosuje się je w konstrukcji lokalnych układów automatyki oraz mikrokomputerów. Wiele z czołowych firm produkujących minikomputery wydało nowe generacje systemów zbudowanych na bazie mikroprocesorów.
Zaznaczająca się tendencja do obniżania się cen małych maszyn cyfrowych przy jednoczesnym wzroście ich niezawodności i elastyczności pociąga za sobą wzrost liczby małych systemów specjalizowanych, pracujących w czasie rzeczywistym.
Wydaje się, że tam, gdzie jest to możliwe, należy rezygnować z rozwiązania, w którym jedna duża maszyna cyfrowa realizuje wszystkie funkcje związane z prowadzeniem procesu. Podział zadania na większą liczbę mikrokomputerów, z których każdy realizuje pewne niezależne zadania lokalne jest bardziej korzystne ze względu na niezawodność oraz łatwość oprogramowania. W ten sposób zabezpieczony jest również łagodny upadek systemu w przypadku awarii.
Przykładem powyższej realizacji jest system kierowania produkcją w kopalni węgla kamiennego. Oczywistym z punktu widzenia bezpieczeństwa jest rozdzielenie systemów kontroli bezpieczeństwa od systemów kierowania transportem kołowym czy kontroli ruchu załogi. Powyższe podsystemy w razie potrzeby można łatwo powiązać z większą maszyną cyfrową, która w tym przypadku wykonywałaby zadania drugoplanowe, polegające na bardziej szczegółowym przetwarzaniu informacji wybieranych z mikrokomputerów. Opracowanie prognozy o stanie zagrożenia czy sporządzanie różnorakich statystyk wymaga systemu o większej pamięci operacyjnej, dlatego też operacje powyższe nie mogłyby być wykonywane przez podsystemy oparte na mikrokomputerach, które w tym przypadku stanowią terminale o dużym stopniu inteligencji. Stopień inteligencji końcówki zależny jest od ilości i złożoności funkcji, jakie jest w stanie wykonać. Ta zaś zależy od wielkości pamięci operacyjnej oraz sposobu rozwiązania specjalistycznego oprogramowania.

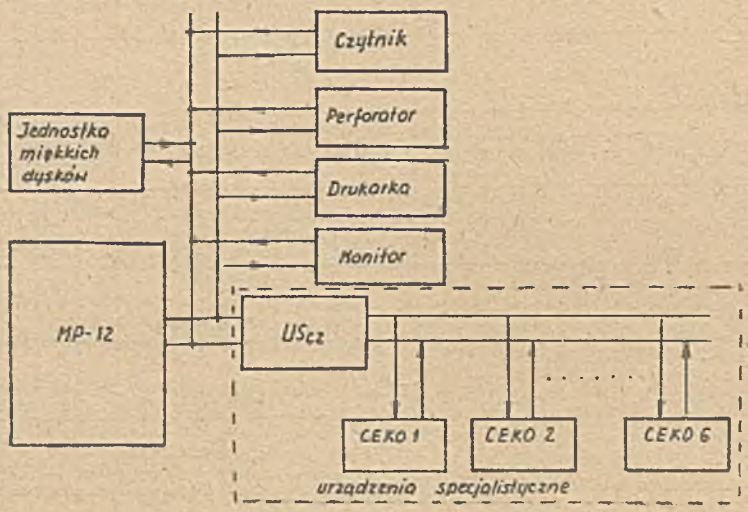
Przedstawiony w referacie system bazujący na mikrokomputerze MP-12 posiadającym 4K pamięci operacyjnej słów 12 bitowych, w zamierzeniu autorów jest przykładem rozwiązania specjalizowanego systemu, gdzie mimo pewnych ograniczeń hardware'owych skonstruowano system o dużej złożoności.

2. Baza techniczna systemu

Przedmiotem niniejszego artykułu jest system o następującej konfiguracji:
- procesor MP-12 z zegarem czasu rzeczywistego,
- jednostka miękkich dysków /2 gniazda, 6 miękkich dysków dwustronnych/ AED 3100P,
- urządzenia peryferyjne:
  - czytnik taśmy perforowanej CT-2200
  - perforator taśmy perforowanej DT-105S
  - drukarka QUME Q30
  - monitor TELERAY 3700

Powyższy zestaw uzupełniają urządzenia specjalistyczne:
- układ sterowania czytnikami CEKO USCz
- 6 czytników CEKO.

Konfigurację systemu przedstawiono na rys.1



Rys. 1. Konfiguracja techniczna systemu elektronicznej rejestracji czasu pracy

2.1. Struktura procesora MP-12

Poniżej, ze względu na unikalność i prostotę architektury, opisano krótko strukturę procesora MP-12.

Procesor:
procesor MP-12 steruje i wypełnia operacje wejścia-wyjścia, arytmetyczne i logiczne przez wykonywanie rozkazów otrzymanych z pamięci. Wyposażony jest w 4 rejestry (rejestr akumulatora, licznik operacji, rejestr rozkazów - wszystkie 12 bitowe oraz 1-bitowy rejestr przedłużenia akumulatora).

Pamięć:
Procesor MP-12 posiada pamięć o pojemności 4K 12 bitowych słów z 1,5 us cyklem zapis/odczyt.

System przerwań:
System ten generuje przerwania, gdy urządzenie we/wy jest

gotowe do przyjęcia lub wysłania informacji oraz podczas zaniku napięcia. W procesorze MP-12 istnieje jeden poziom przerwań. Identyfikacja przerwania możliwa jest wyłącznie na drodze badania gotowości wszystkich urządzeń współpracujących z procesorem.

Interface wejścia-wyjścia:

Interface wejścia-wyjścia to dwa kanały; kanał znakowy oraz kanał bezpośredniego dostępu do pamięci. W opisywanym zestawie sprzętowym jednostka miękkich dysków nie jest wyposażona w kartę współpracy z kanałem DMA procesora. Z tego powodu wymiana informacji i sterowanie pracą miękkich dysków odbywa się poprzez kanał znakowy. Taka sytuacja z góry ogranicza zastosowanie zestawu do systemów o wolnych przebiegach czasowych. Stwarza również konieczność dotrzymania reżimów czasowych przez drivery miękkich dysków. Czas między przesłaniem lub odebraniem kolejnych bitów informacji nie może przekraczać 33 usec. W związku z tym drivery zapisu i odczytu informacji z dysku muszą pracować przy zablokowanym na okres transmisji pełnego rekordu fizycznego, systemie przerwań (minimum 112 msec). Powoduje to znaczne zmniejszenie efektywności wykorzystania procesora.

2.2. Dane techniczne jednostki miękkich dysków

Dane techniczne urządzenia sterującego:

Ilość gniazd	2
Szybkość obrotu	- 360 obr/min
Czas dostępu od ścieżki do ścieżki	- 11 msec
Szybkość transmisji danych	- 250 kilobitów/sec
Średni czas między waryjny	- 2000 h

Dane techniczne nośnika pamięci:

Ilość ścieżek	- 77
Pojemność	- 5060 bitów/ścieżkę
Żywotność	- 10^{8} przejść przez ścieżkę

3. System operacyjny FLOS-MP-12

FLOS-MP-12 jest specjalizowanym systemem operacyjnym, umożliwiającym pracę wieloprogramową w czasie rzeczywistym, wykorzystującym miękkie dyski jako przedłużenie pamięci operacyjnej. Standardowo zarządza on otoczeniem o konfiguracji podanej w pkt. 2. Ponadto, zależnie od konkretnej aplikacji umożliwia współpracę z dodatkowymi urządzeniami podłączonymi do kanałów wejścia/wyjścia (np. z czytnikiem CEKO - patrz rys.1).

3.1. Organizacja pamięci operacyjnej

Poniżej podano schemat wykorzystania pamięci operacyjnej w systemie FLOS-MP-12

0000	STRONA BAZOWA
0200	OBSZAR NA OVERLEY'E I SPECJALISTYCZNE PROGRAMY REZYDUJĄCE /18 stron/
4600	MODUŁ OPERATORA
5600	DYRYGENT Monitor we/wy
7600	DRIVERY MIĘKKICH DYSKÓW

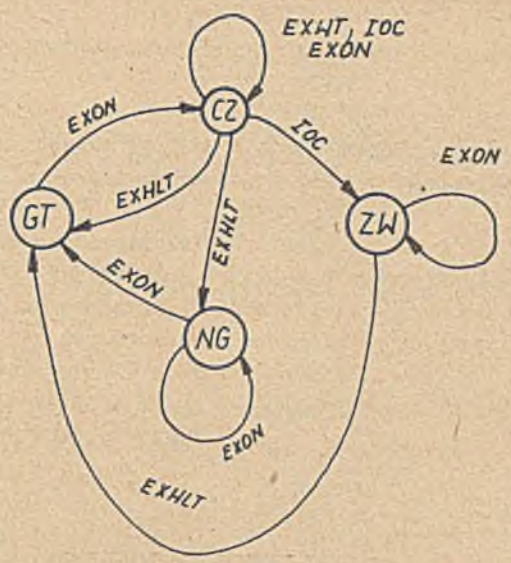
3.2. Funkcje systemu operacyjnego FLOS-MP-12

System FLOS-MP-12 realizuje następujące funkcje:
- szeregowanie zadań wg regulaminu cyklicznego,
- realizacja zleconych przez programy użytkowe operacji wejścia-wyjścia,
- obsługa zegara czasu rzeczywistego,
- obsługa przerwań zewnętrznych,
- zarządzanie bazą danych systemu.

3.3. Zarządzanie programu

Zarządzanie dowolną ilością programów odbywa się wg regulaminu cyklicznego. Program zarządzający w powyższy sposób jest prosty, krótki i bardzo efektywny w przypadku zadań nie wymagających szybkiej realizacji. Poza tym, w przypadku regulaminu cyklicznego nie zachodzi potrzeba rozwiązywania problemu jednoczesnego dostępu do biblioteki programów standardowych. Program użytkowy w systemie FLOS-MP-12 może znajdować się w następujących stanach:
- stan NG - program niegotowy; nie znajduje się w pamięci operacyjnej
- stan GT - program gotowy; znajduje się w pamięci operacyjnej i jest gotowy do podjęcia obliczeń
- stan CZ - program czynny; wykonuje aktualnie obliczenia lub oczekuje na przydział procesora
- stan ZW - program zawieszony; oczekujący na zakończenie operacji wejścia-wyjścia.

Zadaniem modułu programu zarządzającego jest zmiana stanu programu wg grafu przedstawionego na rys.2



Rys. 2. Graf sterowania programami

Żądanie uaktywnienia programu zostanie odrzucone w następujących sytuacjach (makro EXON):
- program znajduje się w stanie CZ lub ZW
- program znajduje się w stanie NG, odpowiedni obszar pamięci operacyjnej jest zajęty.

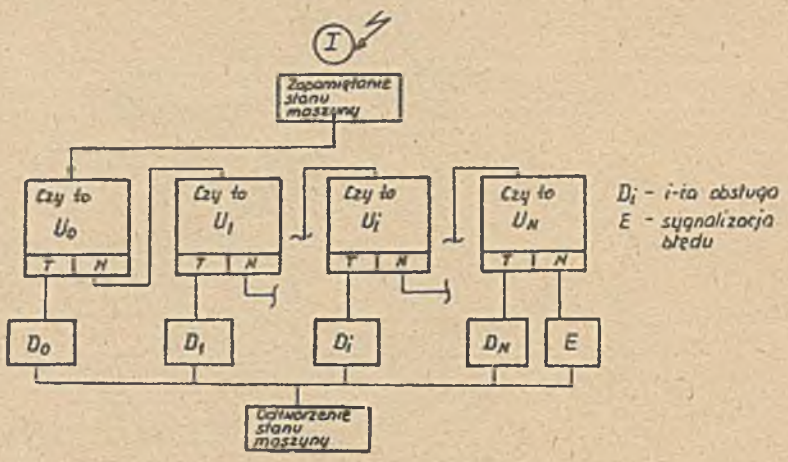
Zakończenie programu, którego nazwa jest parametrem makro EXHLT powoduje zmianę jego stanu na GT (w przypadku programu chwilowo znajdującego się na NG).
Do synchronizacji zadań służy EXWT. Program korzystający z makro EXWT pozostaje w stanie CZ, ale przydział procesora otrzymuje następny program w stanie CZ.

3.4. Monitor wejścia-wyjścia

Monitor wejścia-wyjścia realizuje zlecone przez programy użytkowe operacje wejścia-wyjścia (makro IOC). Po przyjęciu zlecenia system przekazuje sterowanie do wybranej procedury, która w dalszym ciągu realizuje określoną funkcję. Program użytkowy zlecający operację wejścia-wyjścia zostaje przeniesiony do stanu ZW. Jeżeli urządzenie jest zajęte, wtedy program pozostaje w stanie CZ, natomiast zlecenie zostaje przyjęte dopiero po zwolnieniu urządzenia. Monitor wejścia-wyjścia daje możliwość zarezerwowania na wyłączny użytek określonego urządzenia.

3.5. Obsługa przerwań zewnętrznych

Sposób rozwiązania układu wejścia-wyjścia procesora MP-12 determinuje algorytm obsługi przerwań. Rozpoznanie urządzenia Ui, które wygenerowało przerwanie następuje poprzez przepytanie w określonej kolejności tego podzbioru urządzeń, które z różnych przyczyn mogą spowodować przerwanie.
Na rys. 3 przedstawiono algorytm obsługi przerwań.



Rys. 3. Algorytm obsługi przerwań

3.6. Zarządzanie bazą danych

Wyposażenie zestawu w jednostkę miękkich dysków pozwala na zastosowanie go do gromadzenia i prostego przetwarzania danych. W celu efektywnego wykorzystania zasobów pamięci całą powierzchnię miękkiego dysku podzielono na sekcje zawierające 64 rekordy fizyczne (4 ścieżki). Pierwszy rekord każdej sekcji jest skorowidzem odwzorowującym wykorzystanie pamięci należącej do danej sekcji. Skorowidz ten zawiera:

- etykietę dysku (jednoznakowa nazwa symboliczna) oraz numer sekcji,
- 63 pozycje o następującej budowie:
  - znacznik końca zbioru
  - dwuznakowy symboliczny klucz zbioru (programu)
  - adres zbioru (programu) w pamięci operacyjnej.

Adres fizyczny zbioru (programu) na dysku jest w tym przypadku prostą algebraiczną funkcją numeru sekcji i numeru pozycji, na której znajduje się klucz symboliczny zbioru (programu) w skorowidzu.

Z tak zorganizowaną bazą danych, komunikacja utrzymywana jest poprzez następujące drivery:

- driver zapisu i odczytu rekordu fizycznego,
- driver identyfikacji adresu fizycznego, na podstawie klucza,
- driver zapisu i odczytu zbioru (programu) wg symbolicznego klucza,
- driver usuwania zbioru (programu) o podanym kluczu,

przy czym sygnalizowane są błędy typu powtórzenie klucza, brak klucza, brak pamięci itp.

W celu uzyskania jak największej prostoty organizacji oprogramowania, dla ochrony zbiorów przed jednoczesnym dostępem przyjęto metodę blokowania zbioru. Natomiast jako podstawę do odtwarzania bazy danych w przypadku jej zniszczenia przyjęto zrzuty dokonywane na zlecenie operatora.

4. System elektronicznej rejestracji czasu pracy

4.1. Cele systemu

W zakładzie OBR-SMEAG w Katowicach wprowadzono elektroniczną rejestrację czasu pracy z wykorzystaniem opisywanego systemu. Celem tego eksperymentu jest:
- kontrola i ocena dyscypliny pracy
- kontrola rzeczywistego czasu pracy
- stworzenie możliwości rozwoju nowych metod organizacji i zarządzania
- stworzenie możliwości zautomatyzowania w dalszym etapie niektórych statystyk dotyczących absencji pracowników.

4.2. Funkcje systemu

System elektronicznej rejestracji czasu pracy realizuje następujące funkcje:
- przejmowanie, interpretacja i sygnalizacja poprawności przyjętej informacji z czytników CEKO,
- wydawanie codziennych zestawień o absencji pracowników,
- wydawanie cotygodniowych rozliczeń czasu pracy,
- wprowadzanie wszelkich danych niezbędnych do poprawnego sporządzenia ww. dokumentów,
- korygowanie nieprawidłowych danych,
- włączenie lub wyłączenie danego zakładu z systemu,
- włączenie lub wyłączenie danego pracownika z systemu,
- wydawanie dokumentu odzwierciedlającego "historię" pracownika (w przypadku reklamacji)'
- sygnalizacja wszelkich stanów nieprawidłowych (np. sprzeczne dane, brak danych itp.)

4.3. Zasada rejestracji czasu pracy

Każdy pracownik włączony do systemu elektronicznej rejestracji czasu pracy posiada kartę z wyperforowanym na niej kodem, zgodnym z numerem akt pracownika.
Kartę tę pracownik wchodząc i wychodząc z zakładu wkłada do dowolnego czytnika. Kierunek wejście - wyjście rozróżnia się programowo na podstawie tablicy statusów pracowników, rezydującej w pamięci operacyjnej. W celu sprowadzenia do minimum czynności operatorskich przyjęto koncepcję sygnalizacji wyjścia służbowego przy pomocy tzw. karty specjalnej (karta z wyperforowanym, zastrzeżonym kodem). Kartę tę pracownik wychodzący z zakładu w celach służbowych wkłada do czytnika przed swoją kartą osobistą. Pracownik po wyjęciu z czytnika swojej karty osobistej sprawdza poprawność odczytu na podstawie wskaźników świetlnych umieszczonych na płycie czołowej czytnika.

4.4. Zbiory danych w systemie elektronicznej kontroli czasu pracy

Baza danych systemu rejestracji czasu pracy składa się z następujących zbiorów i skorowidzów:
- skorowidza zakładów włączonych do systemu, przyporządkowującego nazwie zakładu skorowidz pracowników zakładu
- zbiór skorowidzów pracowników zakładu, będący wykazem pracowników zakładu włączonych do systemu,
- skorowidza kartotek personalnych przyporządkowującego numerowi kartoteki jej adres fizyczny,
- zbioru kartotek personalnych zawierających wszystkie informacje o pracownikach.

Poniżej opisano szczegółowo kartotekę personalną pracownika.

4.4.1. Kartoteka personalna pracownika

Ze względu na niepowtarzalność systemu (unikalny procesor MP-12) oraz na stosunkowo niską liczebność zakładu kartoteka personalna pracownika została zaprojektowana w sposób stosunkowo mało oszczędny.
Na kartotekę personalną przeznaczono cały rekord fizyczny tj. 128 słów 12-bitowych.
Postać kartoteki jest następująca:
- numer kartoteki
- kod zakładu
- nazwisko i imię
- charakter zatrudnienia (techniczny lub naukowy)
- reżim pracy
- kod i okres absencji
- kod i okres poprzedniej absencji
- kod i okres ważności uprawnień specjalnych zmniejszających normę tygodniową
- data poprzedniego rozliczenia, saldo, liczba nadgodzin, korekcja
- obszar roboczy
- bufor rejestracji.

W buforze rejestracji gromadzone są rejestracje z całego tygodnia. Na początku następnego tygodnia dokonywane jest rozliczenie przepracowanych godzin. Kartoteki za tydzień poprzedni przechowywane są przez okres dwóch tygodni (dla celów reklamacji), po czym ulegają kasacji. Bieżące rejestracje gromadzone są na dowolnym, niezajętym przez kartoteki nośniku pamięci. W przypadku zakładu o dwukrotnie większym zatrudnieniu postać kartoteki należałoby zmodyfikować. Wszystkie dane stałe o pracowniku powinny być pamiętane w oddzielnej kartotece, na jednym wyznaczonym miękkim dysku. Kartoteka ta byłaby wykorzystywana tylko w chwilach wydawania zestawień. Dostęp do kartoteki powinien odbywać się bezpośrednio, bez użycia skorowidza.
W przypadku przyjęcia koncepcji codziennego obliczania salda godzinowego pracownika z kasowaniem rejestracji z poprzedniego dnia pojemność systemu wzrasta do 10 000 kartotek personalnych.

5. Wnioski

Dwa gniazda jednostki miękkich dysków wykorzystywane jednocześnie zapewniają powiększenie zasobów pamięci do około 600k byte'ów. Zważywszy na łatwość wymiany nośnika pamięci, to dla niektórych zastosowań z dziedziny gromadzenia i przekazywania danych zasoby pamięci można powiększać dowolnie do pojemności ograniczonej fizyczną ilością miękkich dysków. Moc mikrokomputera współpracującego z jednostką miękkich dysków, jest zatem bardzo duża, co przy stosunkowo niskiej cenie i małych (w porównaniu z dużymi systemami) wymaganiach odnośnie technicznych parametrów otoczenia, czyni taki zestaw wyjątkowo atrakcyjnym.

LITERATURA

1 Friedrich L. Bauer, Goos G.: Informatyka, WNT, Warszawa 1977
2 Jordan A.: Organizacja zbiorów w pamięciach dyskowych PWE, Warszawa 1977
3 Yourdon E.: Projektowanie systemów o działaniu bezpośrednim WNT, Warszawa 1976

МАЛАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ

Р е з ю м е

В работе даётся специализированной электронной системы для регистрации времени работы. Описывается структура процесса МР-I2, с обращением особого внимания на работу мягких дисков в знаковом канале. Представлена операционная система FLOS-MP-I2, дающая возможность многопрограмной работы в реальном времени и использующая мягкие диски как продолжение 4К памяти операционной.

В заключении показаны функциональные возможности и мощность электронной системы для регистрации времени работы.

SMALL DIGITAL COMPUTER IN THE SYSTEM OF ELECTRONICAL REGISTRATION OF WORK TIME

S u m m a r y

In the paper an example of specialized system of electronical registration of work time is presented. The structure of a processor and operational real-time system as well as functions and power of the registration system are described.