

Andrzej WOLSKI

Instytut Podstawowych Problemów  
Elektrotechniki i Energoelektroniki  
Politechniki Śląskiej

#### ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA MIKROKOMPUTERA DO STEROWANIA KLATKOWĄ MASZYNĄ WYCIĄGOWĄ

**Streszczenie** W artykule rozważano możliwość wykorzystania mikrokomputera do sterowania klatkową maszyną wyciągową. Podano schemat blokowy realizujący proces sterowania, który zawiera obwody bezpieczeństwa i blokad oraz układy: zabezpieczeń hamulca, pomiaru sił w linie, zadawania prędkości, sterowania napędem i układem hamowania. Dla tak opracowanego schematu podano algorytm sterowania oraz program w języku Basic dla mikrokomputera umożliwiający sprawdzenie podanego rozwiązania. Na tej podstawie autor przeprowadza analizę możliwości zastosowania go w układzie przemysłowym biorąc pod uwagę niezawodność, funkcjonalność, koszty, obsługę itp.

#### 1. WPROWADZENIE

Obecnie w polskim przemyśle wydobywczym pracuje kilkaset maszyn wyciągowych z napędem elektrycznym. Znaczną ich część to maszyny wyciągowe automatyczne, które realizują cykl jazdy bez udziału maszynisty. Układy automatyczne są budowane zarówno przy napędzie w układzie Leonarda, jak i przekształtnikowym. Jednak prawie wszystkie układy automatyczne pracują w maszynach wyciągowych skipowych z kołem pędnym i linią wyrównawczą lub skipowych bębnowych. Były prowadzone próby realizowania układów automatycznych dla maszyn klatkowych, lecz z reguły po próbach eksploatacyjnych automatykę wyłączano i praca odbywa się przy sterowaniu ręcznym. Podstawową trudnością automatyzacji maszyn wyciągowych klatkowych jest zmiana wartości oraz kierunku momentu na wale silnika napędowego przy przestawianiu piętér klatki. Przy wydebyciu urobku silnik pracuje w reżimie pracy silnikowej, a przy przestawieniu piętér w reżimie hamowania odzyskowego. W czasie wymiany wozów na poszczególnych piętérach klatki na skutek zmiany obciążenia w klatkach ponownie zmienia

się reżim pracy silnika napędowego z hamowania odzyskowego na pracę silnikową. Układ regulacji napędu gubi się, co jest powodem przejazdu poziomów dla poszczególnych pięter klatki. Szczególnie dużo problemów stwarza tak częsta zmiana momentu obciążenia w maszynach z napędem przekształtnikowym i rewersją momentu w obwodzie wzbudzenia. Proces przestawiania pięter klatki wydłuża się i z reguły maszynista przy sterowaniu ręcznym wykonuje to szybciej i dokładniej. Zastosowanie układu sterowania z mikrokomputerem pozwoli na realizację układów automatycznych dla maszyn klatkowych, ponieważ będzie on wyposażony w układ wstępnego zadawania wartości i kierunku momentu, co pozwoli na precyzyjną regulację prędkości przy przestawieniu pięter klatki. Nie będzie zjawiska tzw. uciekania klatki. Zastosowanie mikrokomputera do sterowania maszyną klatkową pozwoli również na zmniejszenie gabarytów. Obecnie stosowane układy przekaźnikowe zajmujące 3-4 szafy z elementami będą zastąpione przez mikrokomputer a układy przekaźnikowe będzie można zmniejszyć do jednej szafy i jednej kasety. Zwiększy się również niezawodność pracy układu.

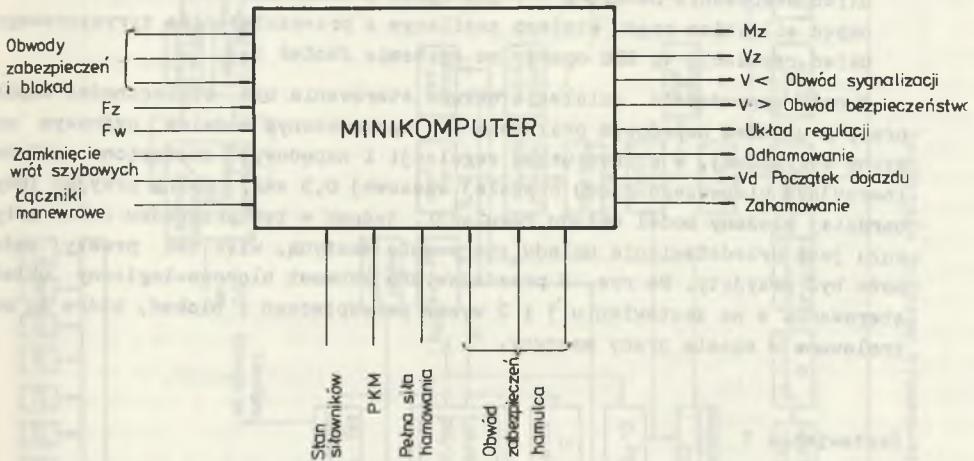
## 2. FUNKCJE MIKROKOMPUTERA W UKŁADZIE STEROWANIA MASZYNĄ WYCIĄGOWĄ

W początkowym rozwiązaniu przewiduje się, że mikrokomputer przejmie funkcje związane ze sterowaniem układem regulacji napędu i układem hamulców. Układy zabezpieczeń pozostaną niezmienione. W miarę zdobywania doświadczeń eksploatacyjnych będzie można rozszerzać zakres wykorzystania mikrokomputera do sygnalizacji szybowej i zabezpieczeń. Mikrokomputer będzie spełniał następujące funkcje w układzie:

- sprawdzenie zabezpieczeń z "obwodu bezpieczeństwa" (27 zabezpieczeń),
- sprawdzenie zabezpieczeń hamulca (15 zabezpieczeń),
- obliczenie na podstawie pomiarów, wartości obciążenia klatki na poziomie wyładowniczym i załadowniczym,
- określenie wartości i kierunku momentu wstępnego dla układu regulacji,
- sterowanie prędkością jazdy przy przestawieniu pięter klatki i wydobyciu urobku,
- blokowanie i odblokowywanie regulatorów w układzie regulacji napędu,
- ciągła kontrola prędkości jazdy w czasie cyklu i dojazdu. Wysyłanie sygnału do "obwodu bezpieczeństwa" lub sygnalizacja,
- sterowanie pracą układu hamulcowego.

Na rys. 1 przedstawiono poglądowo sygnały wysyłane przez mikrokomputer do układu regulacji i układu hamulcowego oraz sygnały jakie komputer pobiera z układu mechanicznego lub czujników. Układ mechaniczny należy wyposażyć w presduktorowe czujniki nacisku po szynami przy dojeździe i wyjeździe z klatki na poziomie załadowniczym i wyładowniczym. Przesyłanie rozkazów i pobie-

ranie informacji przez mikrokomputer odbywa się poprzez kanał przemysłowy, wyposażony w układy wejść - wyjść cyfrowych oraz układy wejść analogowych.



Rys. 1. Sygnały wysyłane i pobierane przez minikomputer z układu napędowego i układu hamulcowego

Większość sygnałów doprowadzonych do komputera to sygnały dwustanowe, jedynie pomiar ciężaru wozów z urobkiem podawany jest sygnałem analogowym. Ze względu na występujące na terenie kopalni silne zakłócenia przemysłowe, wszystkie informacje powinny być przesyłane jako sygnały prądowe a ze względu na bezpieczeństwo zapewniać izolację galwaniczną, np. przy użyciu optoizolatorów. Część sygnałów wysyłanych z komputera powinna załączać urządzenia wykonawcze, wymagany jest więc sygnał prądowy na poziomie ok. 1,5A w stanie logicznym 1. Zwiększy to również odporność sygnału na zakłócenia. Dla wszystkich sygnałów wystarczy informacja 8 - bitowa.

### 3. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE UKŁADU STEROWANIA MASZYNĄ KLATKOWĄ PRZY ZASTOSOWANIU MIKROKOMPUTERA

Poniżej przedstawiono rozwiązanie układu sterowania dla maszyny wyciągowej klatkowej o następujących parametrach:

- głębokość wydobycia - 525 m,
- ilość pięter w klatce - 4,
- wysokość piętra w klatce - 2,2 m,
- średnica koła pędnego - 3,4 m,



- prędkość jazdy ustalona - 15 m/s,  
 przyspieszenie i opóźnienie - 1 m/s<sup>2</sup>,  
 hamulce tarczowe - ZUT "Zgoda",  
 układ sterowania hamulcem - ZUT Zgoda i Bosch AG.  
 napęd silnikiem prądu stałego zasilanym z przekształtnika tyrystorowego  
 układ regulacji wg BPG oparty na systemie Jantar B.

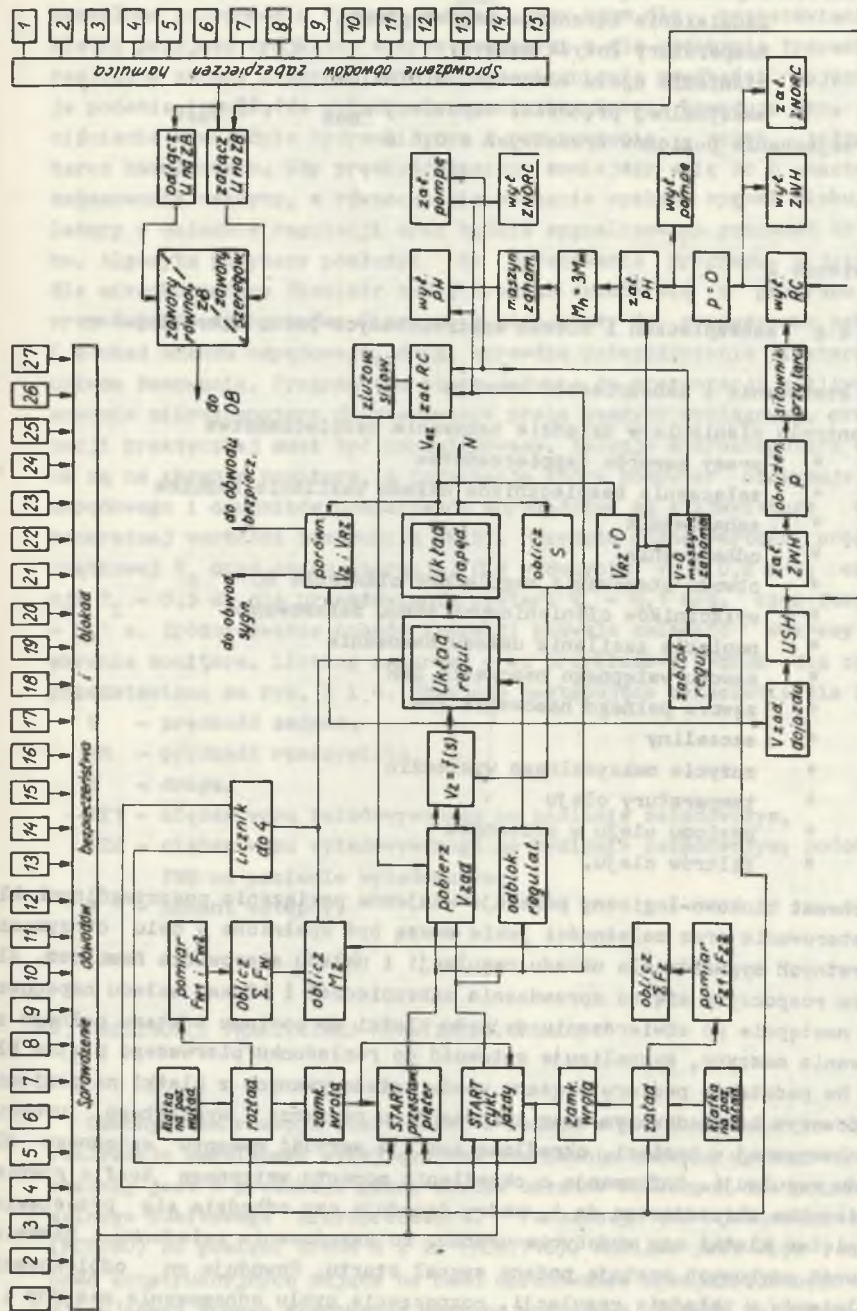
W celu sprawdzenia działania układu sterowania bez konieczności współpracy z układem napędowym posłużono się uproszczonym modelem cyfrowym maszyny wyciągowej, w którym układ regulacji i napędowy zastąpiono układem inercyjnym pierwszego rzędu o stałej czasowej 0,5 sek. Można przyjąć inny, bardziej złożony model układu regulacji, jednak w tym przypadku celem artykułu jest przedstawienie układu sterowania maszyną, więc tak prosty model może być przyjęty. Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowo-logiczny układu sterowania a na zestawieniu 1 i 2 wykaz zabezpieczeń i blokad, które są kontrolowane w czasie pracy maszyny.

#### Zestawienie 1

W y k a z zabezpieczeń i blokad kontrolowanych przez mikrokomputer

#### Układ napędowy

1. Kontrola ruchu napędu
2. " wielkości momentu
3. " prawidłowości kierunku jazdy
4. " użytku napędu
5. " pracy przekształtników głównych
6. " " " wzbudzenia
7. " " transformatorów głównych
8. " " " wzbudzenia
9. " symetrii fazowej przekształtnika wzbudnicą
10. " " " przekształtników głównych
11. Zabezpieczenie od przepięć łączeniowych tyrystorów wzbudzenia
12. " od skutków zwarć wewnętrznych i zewnętrznych tyrystorów wzbudzenia
13. Kontrola nierównomierności rozplywu prądu przekształtników głównych
14. Kontrola wentylacji szafy przekształtników głównych
15. Zabezpieczenie od przepięć łączeniowych tyrystorów głównych
16. Zabezpieczenie od skutków zwarć wewnętrznych i zewnętrznych
17. Kontrola napięcia zasilania szafy regulatorów
18. " " " " sterowników
19. " " " 24 V pr. st.
20. " " " 12 V pr. st.



Rys. 2. Schemat blokowo-logiczny układu sterowania maszyną wyciągową

21. Kontrola odpadania łączników magnetycznych
22. "      zadziałania łączników magnetycznych
23. "      temperatury łożysk maszyny
24. "      ciśnienia ojełu - wartość minimalna
25. "      maksymalnej prędkości obrotowej  $n_{\max} = 1,15 n_{\text{ust}}$
26. Przejechanie poziomów krańcowych o 0,6 m
27. "      "      "      "      1 m.

## Zestawienie 2

W y k a z      zabezpieczeń i blokad kontrolowanych przez mikrokomputer

### Układ sterowania i zabezpieczeń hamulca

1. Kontrola ciśnienia w układzie hamowania bezpieczeństwa
2. "      pracy zaworów bezpieczeństwa
3. "      załączenia bezpieczników układu zasilania hamulca
4. "      zahamowania
5. "      odhamowania
6. "      obwodu sterowania regulatora ciśnienia RC
7. "      wyłączników ciśnieniowych stanu zahamowania
8. "      napięcia zasilania układu hamowania
9. "      zaworu wstępnego hamowania ZWH
10. "      zaworu pełnego hamowania ZPH
11. "      szczeliny
12. "      zużycia maksymalnego wykładzin
13. "      temperatury oleju
14. "      poziomu oleju w zbiorniku
15. "      filtrów oleju.

Schemat blokowo-logiczny pokazuje wzajemne powiązania poszczególnych bloków sterowania oraz zależności jakie muszą być spełnione w celu otrzymania konkretnych sygnałów dla układu regulacji i układu sterowania hamulcem. Algorytm rozpoczyna się od sprawdzania zabezpieczeń i blokad układu napędowego, a następnie po stwierdzeniu dojazdu klatki do poziomu i stanu pełnego zahamowania maszyny, sygnalizuje gotowość do rozładunku pierwszego piętra klatki. Na podstawie pomiaru ciężaru wozów załadowywanych z klatki na poziomie załadowniczym i wyładowniczym oraz informacji o ciężarze wydobytego urobku, przechowywanej w pamięci, określona zostaje wartość momentu wstępnego dla układu regulacji. Informacja o określeniu momentu wstępnego trafia również do licznika zliczającego do 4, który decyduje czy odbędzie się przestawianie pięter klatki czy wydobywanie urobku. Po zakończeniu załadunku i zamknięciu wrót szybowych zostaje podany sygnał startu. Powoduje on odblokowanie regulatorów w układzie regulacji, rozpoczęcie cyklu odhamowania maszyny i z chwilą złuzowania szcęk siłowników, podanie na układ regulacji zadanej war-



tości prędkości w funkcji drogi. Prędkość ta dla rozruchu i hamowania jest określona zależnością  $V_z = V_0 + \sqrt{2as}$ , przy czym dla przestawiania piętér klatki przyjęto trójkątny wykres prędkości a dla wydobywania trapezowy. Układ realizuje zadany diagram, a z chwilą osiągnięcia prędkości dojazdu następuje podanie impulsu do układu sterowania hamulcem. Powoduje to obniżenie ciśnienia w układzie hydraulicznym i przysunięcie zcęg siłowników do tarcz hamulcowych. Gdy prędkość maszyny zmniejszy się do 0 nastąpi pełne zahamowanie maszyny, a równocześnie zostanie wysłany sygnał blokujący regulatory w układzie regulacji oraz będzie sygnalizowana gotowość do rozładunku. Algorytm powyższy posłużył do opracowania programu w języku Basic dla mikrokomputera Sinclair zx81. Program składa się z programu głównego oraz dwóch podprogramów. Pierwszy z nich służy do sprawdzania zabezpieczeń i blokad układu napędowego, drugi sprawdza zabezpieczenia i steruje pracą układu hamowania. Program ten służy jedynie do prezentacji możliwości zastosowania mikrokomputera do sterowania pracą maszyny wyciągowej, przy realizacji praktycznej musi być zmodyfikowany. Decyzje mikrokomputera wyświetlane są na ekranie monitora, a informacje które komputer otrzymuje z układu napędowego i czujników pomiarowych wprowadzane są z klawiatury w postaci konkretnej wartości instrukcją INKEY. Przyjęto różne wartości prędkości początkowej  $V_0$  oraz czasu iteracji. Dla wydobywania:  $V_0 = 0,2$  m/s, czas iteracji  $T_1 = 0,5$  s, dla przestawiania piętér:  $V_0 = 0,1$  m/s, czas iteracji  $T_1 = 0,1$  s. Zróżnicowanie czasów iteracji pozwala zmieścić wykresy jazdy na ekranie monitora. Listing programu oraz przykładowy wydruk dla cyklu pracy przedstawiono na rys. 3 i 4. Przyjęto następujące oznaczenia dla zmiennych:

- V - prędkość zadana,
- VR - prędkość rzeczywista,
- S - droga,
- FZ1 - ciężar wozu załadowywanego na poziomie załadoczym,
- FZ2 - ciężar wozu wyładowywanego na poziomie załadoczym; podobnie FW1 i FW2 na poziomie wyładoczym,
- M - moment wstępny.

#### 4. MOŻLIWOŚCI PRAKTYCZNEJ REALIZACJI UKŁADU

Obecny stan rozwoju elektroniki w Polsce w pełni pozwala na praktyczną realizację omówionego wyżej systemu sterowania maszyną wyciągową. W chwili obecnej jest w produkcji pełny zestaw układów scalonych dla potrzeb uniwersalnego 8-bitowego mikroprocesora. Począwszy od jednostki centralnej (MCY780) do pamięci EPROM 8 x 2k (MCY7716). Możliwe jest więc rozpoczęcie prac konstrukcyjnych mające na celu opracowanie specjalizowanego układu realizującego proces sterowania maszyną wyciągową. Wymaga to jednak znacznych nakładów na prace badawcze i konstrukcyjne itp. Inną możliwością realizacji

```

5 REM "MASZYNA"
10 LET A=10
20 LET B=0
25 GOSUB 1000
30 LET I=0
40 PRINT "KLATKA NA POZIOMIE"
50 PRINT "POMIAR FZ1,FZ2

60 INPUT Z1
70 INPUT Z2
80 LET B=B+Z1-Z2
90 PRINT "CIEZAR UROBKU W KLAT
CE NA POZIOMIE ZALADOWCZYM WYNSO
I ";B;"T"
100 PRINT "POMIAR FW1,FW2

110 INPUT W1
120 INPUT W2
130 LET A=A+W1-W2
140 PRINT "CIEZAR UROBKU W KLAT
CE NA POZIOMIE WYLADOWCZYM WYNSO
I ";A;"T"
150 LET M=(B-A)*1.7
160 IF M<0 THEN GOTO 190
170 PRINT "PODNIENIE CIEZARU
,MOMENT WSTEPNY M=";M;"TM"
180 GOTO 200
190 PRINT "OPUSZCZANIE CIEZARU
,MOMENT WSTEPNY M=";M;"TM"
200 LET I=I+1
210 IF I<4 THEN GOTO 230
220 IF I=4 THEN GOTO 550
230 PRINT "UROTA ZAMKNIETE ?

240 IF INKEY$<>"T" THEN GOTO 24
0
250 IF INKEY$="T" THEN GOTO 255
255 PRINT "TAK"
260 PRINT "START-PRZESTAWIANIE
PIETER
270 PRINT " -ODBLOKUJ REGULAT
ORY
280 PRINT " -ZWOLNIJ HAMULCE
290 PRINT "SILOWNIKI ZWOLNIONE
?
300 IF INKEY$<>"T" THEN GOTO 30
0
310 IF INKEY$="T" THEN GOTO 315
315 PRINT "TAK"
320 LET S=0
330 LET U0=.1
340 IF S>1.1 THEN GOTO 430
350 LET U=U0+S0R (2*5)
360 LET S=S+U*.1
370 PLOT 0,.3*U
380 PLOT 11*S,.0
390 PRINT AT 14,0;"0.1*(UR(M/S)
"
410 PLOT 10*S,.8*U
420 GOTO 340
430 IF 2.2-S<=0 THEN GOTO 455
440 LET U=S0R (2*(2.2-S))
445 IF U=0.5 THEN GOSUB 1200
450 GOTO 360
455 PRINT "S(M)
460 GOTO 40
465 PRINT "UROTA ZAMKNIETE ?

560 IF INKEY$<>"T" THEN GOTO 56
0
570 IF INKEY$="T" THEN GOTO 575
575 PRINT "TAK"
580 PRINT "START-WYDOBYCIE UROB
IU
590 PRINT " -ODBLOKUJ REG.,ZWO
LNIJ HAMULCE"
610 LET J=0
620 LET S=0
630 LET U0=.2
640 IF S>=412.5 THEN GOTO 760
650 LET U=U0+S0R (2*5)
660 IF U<15 THEN GOTO 690
670 LET J=J+1
680 LET U=U-15
690 LET UR=U*(1-EXP (-(1.5+J)/.
5))
700 LET S=S+(UR*.5)
710 PLOT 0,.1*.5*UR
720 PLOT J,.1*S,.0
730 PRINT AT 12,0;"UR(M/S)"
740 PLOT 1*.5,UR
750 GOTO 640
760 IF 525-S<=0 THEN GOTO 800
770 LET V=S0R (2*(525-S))
775 IF V=0.5 THEN GOSUB 1200
780 LET J=0
790 GOTO 690
800 PRINT "S(M)"
810 GOTO 40
1000 PRINT "SPRAWDZANIE OBWODOV
ZABEZPIECZEN I BLOKAD"
1005 FOR J=1 TO 27
1010 PRINT "CZY ZADZIALALO ZABEZ
PIECZENIE ";J;"?";
1020 INPUT AS
1025 IF AS="T" THEN GOTO 1060
1030 IF AS="N" THEN GOTO 1040
1035 IF AS<>"N" THEN GOTO 1020
1040 PRINT "NIE"
1050 NEXT J
1055 RETURN
1060 PRINT "TAK"
1070 PRINT "

1080 STOP
1200 PRINT "STEROWANIE HAMULCEJ"
1210 PRINT "UPRANNIENIE STEROWAN
IA HAMULCEM - ODBLOKOWANE"
1220 PRINT " -ZALACZ ZUH"
1230 PRINT " -SPRWDZENIE ZAB
EZPIECZEN HAMULCA"
1235 GOSUB 1400
1240 PRINT "SILOWNIKI PRZY TARCZ
Y
1250 IF INKEY$<>"T" THEN GOTO 12
50
1260 IF INKEY$="T" THEN GOTO 127
0
1270 PRINT "TAK"
1280 PRINT " -WYLACZ RC"
1290 PRINT " -WYLACZ ZUH"
1300 PRINT " -ZALACZ ZNARC"
1310 PRINT "CISNIENIE P=0 ?
1320 IF JNKEY$<>"T" THEN GOTO 13
20
1330 IF INKEY$="T" THEN GOTO 134
0
1340 PRINT "TAK"
1350 PRINT " -WYLACZ POMPE"
1360 PRINT "PREDKOSC MASZYNY=0 ?

1360 IF INKEY$<>"T" THEN GOTO 13
60
1363 IF INKEY$="T" THEN GOTO 136
5
1366 PRINT "TAK"
1370 PRINT " -ZALACZ PH"
1380 PRINT "MASZYNA ZAHAMOWANA"
1390 GOTO 450
1400 FOR K=1 TO 15
1410 PRINT "CZY ZADZIALALO ZABEZ
PIECZENIE ";K;"?";
1420 INPUT BS
1430 IF BS="T" THEN GOTO 1480
1440 IF BS="N" THEN GOTO 1460
1450 IF BS<>"N" THEN GOTO 1420
1460 PRINT "NIE"
1470 NEXT K
1475 RETURN
1480 PRINT "TAK"
1490 PRINT "

1500 STOP

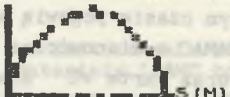
```

Rys. 3. Program sterowania maszyną wyciągową dla mikrokomputera



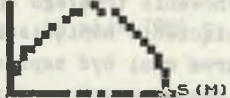
```

KLATKA NA POZIOMIE
POMIAR FZ1,FZ2
CIEZAR UROBKU W KLATCE NA POZIOM
IE ZALADUJCZYM WYNOSSI 2.5T
POMIAR FU1,FU2
CIEZAR UROBKU W KLATCE NA POZIOM
IE WYLADUJCZYM WYNOSSI 7.5T
OPUSZCZANIE CIEZARU ,MOMENT USTE
PNY M=-8.5TM
UROTA ZAMKNIETE ? TAK
START-PRZESTAWIANIE PIETER
      -ODBLOKUJ REGULATORY
      -ZUOLNIJ HAMULCE
SILOWNIKI ZWOLNIONE ? TAK
0.1*(UR(M,S))
    
```



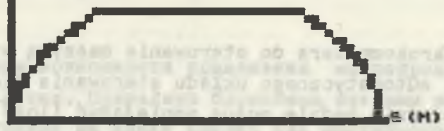
```

KLATKA NA POZIOMIE
POMIAR FZ1,FZ2
CIEZAR UROBKU W KLATCE NA POZIOM
IE ZALADUJCZYM WYNOSSI 7.5T
POMIAR FU1,FU2
CIEZAR UROBKU W KLATCE NA POZIOM
IE WYLADUJCZYM WYNOSSI 2.5T
PODNOZHENIE CIEZARU ,MOMENT USTE
PNY M=9.5TM
UROTA ZAMKNIETE ? TAK
START-PRZESTAWIANIE PIETER
      -ODBLOKUJ REGULATORY
      -ZUOLNIJ HAMULCE
SILOWNIKI ZWOLNIONE ? TAK
0.1*(UR(M,S))
    
```



```

KLATKA NA POZIOMIE
POMIAR FZ1,FZ2
CIEZAR UROBKU W KLATCE NA POZIOM
IE ZALADUJCZYM WYNOSSI 10T
POMIAR FU1,FU2
CIEZAR UROBKU W KLATCE NA POZIOM
IE WYLADUJCZYM WYNOSSI 8T
PODNOZHENIE CIEZARU ,MOMENT USTE
PNY M=17TM
UROTA ZAMKNIETE ? TAK
START-WYDOBYCIE UROBKU
      -ODBLOKUJ REG.,ZUOLNIJ HAMULCE
UR(M/S)
    
```



Rys. 4. Wydruk decyzji i sygnałów wysyłanych przez mikrokomputer

daje oparcie się o gotowy mikrokomputer produkowany seryjnie. W 1983 roku na rysunku krajowym pojawił się stosunkowo tani (160 000 zł) krajowy mikrokomputer osobisty MERITUM-1 produkowany przez Zakłady Urządzeń Komputerowych MERA - ELZAB.

Mikrokomputer umieszczony jest w obudowie typowej klawiatury (typ QUERTY) i ma konstrukcję jednopłytkową o wymiarach i złączu zgodnym ze standardem mechaniki CAMAC. Posiada on również zegar czasu rzeczywistego, dwustanowe linie we/wy, obwody komunikacji z klawiaturą, obwody sterowania monitorem ekranowym oraz interfejsy: szeregowy i równoległy umożliwiające podłączenie dowolnego typu drukarki. W najbliższym czasie pojawią się na rynku następne podzespoły w standardzie mechaniki CAMAC a mianowicie: uniwersalna karta WE/WY cyfrowych (16 sygnałów we/wy) oraz karta WE analogowych (8 wejść) współpracujące z kartą mikrokomputera za pośrednictwem magistrali systemu CAMAC poprzez tylne złącza bezpośrednio. Wykorzystanie tych podzespołów i typowej kasy CAMAC daje w pełni autonomiczny układ sterownika przemysłowego pozwalający na praktyczną realizację układu sterowania maszyną wyciągową bez długotrwałych prac konstrukcyjnych i dużych nakładów finansowych. Rozwiązanie to umożliwi, po zdobyciu doświadczeń eksploatacyjnych, na dalsze rozszerzenie funkcji mikrokomputera poprzez zwiększenie ilości kart WE/WY. Ze względu na konieczność zachowania trwałego oprogramowania (konieczność natychmiastowego startu po załączeniu napięcia zasilania lub przy ciśnień przycisku zerowania), program musi być zapisany w pamięci typu EPROM. Jest to możliwe jedynie przy programowaniu w języku wewnętrznym mikrokomputera.

## 5. WNIOSKI

Zastosowanie mikrokomputera do sterowania maszyną wyciągową pozwoli na realizację w pełni automatycznego układu sterowania dla maszyn wyciągowych klatkowych. Równocześnie będzie można zmniejszyć ilość przekaźników w układzie sterowania, co spowoduje zmniejszenie ilości połączeń oraz gabarytów. Układy scalone VLSI posiadają współczynnik niezawodności  $\lambda = 10^{-7} \div 10^{-8}$ , czym znacznie przewyższają układy przekaźnikowe. Wzrosnie więc niezawodność układów sterowania i zmniejszą się koszty konserwacji. Dodatkową zaletą mikrokomputerowego układu sterowania jest łatwość zmiany programu, a rozwiązanie sterowania w funkcji drogi umożliwi automatyzację przy prowadzeniu wydobywania z kilku poziomów. Wprowadzanie mikrokomputerowego układu sterowania powinno odbywać się etapami: początkowo zainstalowanie mikrokomputera i połączenie go z układem jedynie poprzez układy wejściowe, a dyspozycje powinny być wyświetlane na monitorze, następnie wykorzystanie sygnałów z komputera do sterowania prędkością, dopiero później do sterowania hamulcem.

Zwiększenie niezawodności, automatyzacja ruchu przy dużej dokładności, duża uniwersalność rozwiązania pozwoli na lepsze wykorzystanie maszyny wyciągowej.

## LITERATURA

- [1] Mikuła P., Wcisło A.: Zastosowanie mikrokomputera w procesie sterowania maszyną wyciągową. Materiały ICAMC tom II, Katowice 1980.
- [2] Korbus A.: Stan i kierunki rozwoju mikroprocesorów w Polsce. Materiały seminarium "Mikroelektronika a rozwój gospodarczy i społeczny" 29 - 30 09.1983.
- [3] Wisłowski J.: Niezawodność w produkcji podzespołów półprzewodnikowych i jej modelowanie. Elektronika 2, 1984.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Ryszard Kozioł

Wpłynęło do redakcji dn. 15 maja 1984 r.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРА В СИСТЕМЕ  
УПРАВЛЕНИЯ КЛЕТОЧНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНОЙ

## Р е з ю м е

В статье представлены возможности применения микропроцессора в системе управления подъемной клетки. Приведены блок-схемы системы управления и безопасности а также программа на языке БЕИЗМК для микропроцессора.

POSSIBILITY OF MICROCOMPUTER APPLICATION TO A CONTROL  
OF A MINE HOIST LIFT

## S u m m a r y

Possibility of microcomputer application to a control of a mine hoist lift is presented. The block diagram of the control and emergency circuits are given. The control program for the microcomputer in BASIC - language is presented.