

P.2900

BIULETYN TECHNICZNY



8(222)
1980

Redakcja Kolegium w składzie:
mgr W. Borucki (redaktor działu „Ekonomika”),
mgr B. Drożak, mgr inż. J. Dziewięcki (redaktor naczelny), J. Esikowski,
mgr inż. R. Farfał, dr hab. M. Greniewski,
prof. dr hab. inż. A. Janicki (redaktor naukowy), inż. L. Kowalski,
mgr J. Kutrowska (sekretarz redakcji), mgr inż. L. Krzystolik, inż. R. Maciesowicz,
mgr E. Mańkiewicz-Cudny, red. T. Podwysocki, dr inż. R. Pregiel,
mgr inż. A. Teodorczuk, mgr inż. T. Ustaborowicz,
mgr inż. M. Wajcen (redaktor działu „Technika”)

Warunki prenumeraty

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW – w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli. Prenumeratę roczną w cenie 516 zł należy zamawiać do 25 listopada na rok następny, półroczną do 10 czerwca na II półroczu.

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”

P.2900/80



„MERA”

BIULETYN PRZEMYSŁU KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW AUTOMATYZACJI I POMIARÓW

WARSZAWA SIERPIEŃ 1980

SPIS TREŚCI

R. Jabłoński	Wykorzystanie systemu mikrokomputerowego do sterowania i przetwarzania danych w procesie pomiaru kąta	3
J. Ojędzki M. Orzyłowski Z. Rudof	Możliwości realizacji metody trzech woltomierzy w multimetrze mikroprocesorowym	6
G. Gromadzki J. Lapkiewicz	Możliwość zastosowania systemu mikroprocesorowego 2900 do realizacji różnych wariantów dyskretnej transformacji Fouriera	8
W. Tarkowski W. Boroń	Specjalizowany kanał przemysłowy systemu analizy zakłóceń w walcowni ciągłej blach 2000 kombinatu metalurgicznego huta KATOWICE	10
K. Kardach Z. Karkowski	Próba określenia obszaru zastosowań układów kalkulatorowych w aparaturze pomiarowej	13
K. Jellonek B. Juroszek	Niektóre zastosowania układów kalkulatorowych w aparaturze pomiarowej	16
J. Kolanko P. L. Panow	Pomiar wybranych parametrów sygnałów okresowych z zastosowaniem układu kalkulatorowego	17
R. Sobkowiak	Zastosowanie układu kalkulatorowego do przetwarzania danych pomiarowych	19
Z. Kubiak	Wykorzystanie układu kalkulatorowego w bloku zliczania impulsów systemu telemechaniki TM-11	21
A. Pawłowski	Wykorzystanie kalkulatora K765 do realizacji algorytmu wyznaczenia ułamka molowego zanieczyszczeń w próbie galu	22
J. Piekarzewska	Wspomaganie programowania mikroprogramowalnych systemów mikroprocesorowych	24
J. Lapkiewicz A. Pokorski A. Wiskirski	Uruchamianie układowe mikroprocesorowych systemów mikroprogramowalnych	25
M. Stabrowski	Metody generowania symulatorów mikroprocesorowych	28
W. Figiel	Aspekty modelowania struktur mikroprocesorowych przy pomocy sieci Petriego	29
<u>Aparatura testująca</u>		
W. Ślusarski	Tester sznurów połączeniowych typu SP-177.....	32

Opracowanie Redakcyjne: Redakcja Pioletynu "Mera", ul. Patriotów 77, 04-950 Warszawa /tel. 12-41-71/. Wydawca: Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Poezji 19, 04-994 Warszawa. Zam. 154/80. 2300 egz.

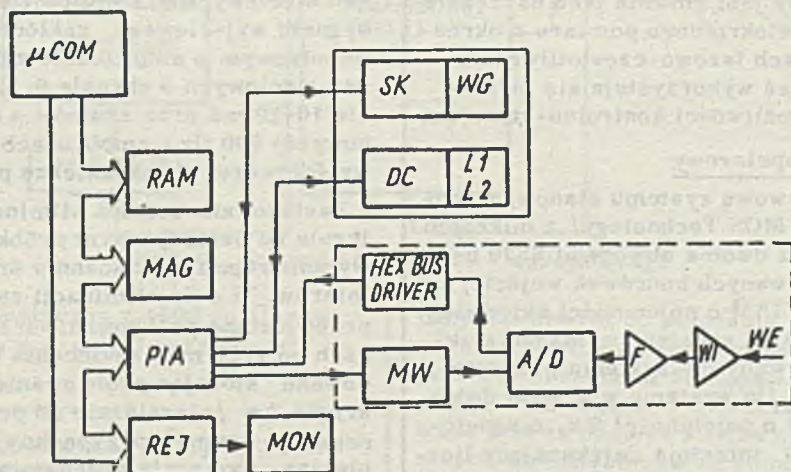
WYKORZYSTANIE SYSTEMU MIKROKOMPUTEROWEGO DO STEROWANIA I PRZETWARZANIA DANYCH W PROCESIE POMIARU KĄTA

W artykule przedstawiono przykłady zastosowania systemu mikrokomputerowego w urządzeniach przeznaczonych do automatycznego pomiaru kątów. Urządzenia te zostały wykonane i zbadane. Operacje kontrolne oraz obróbka danych dokonywane są w oparciu o systemy mikrokomputerowe zbudowane na bazie mikroprocesora MCS 6502.

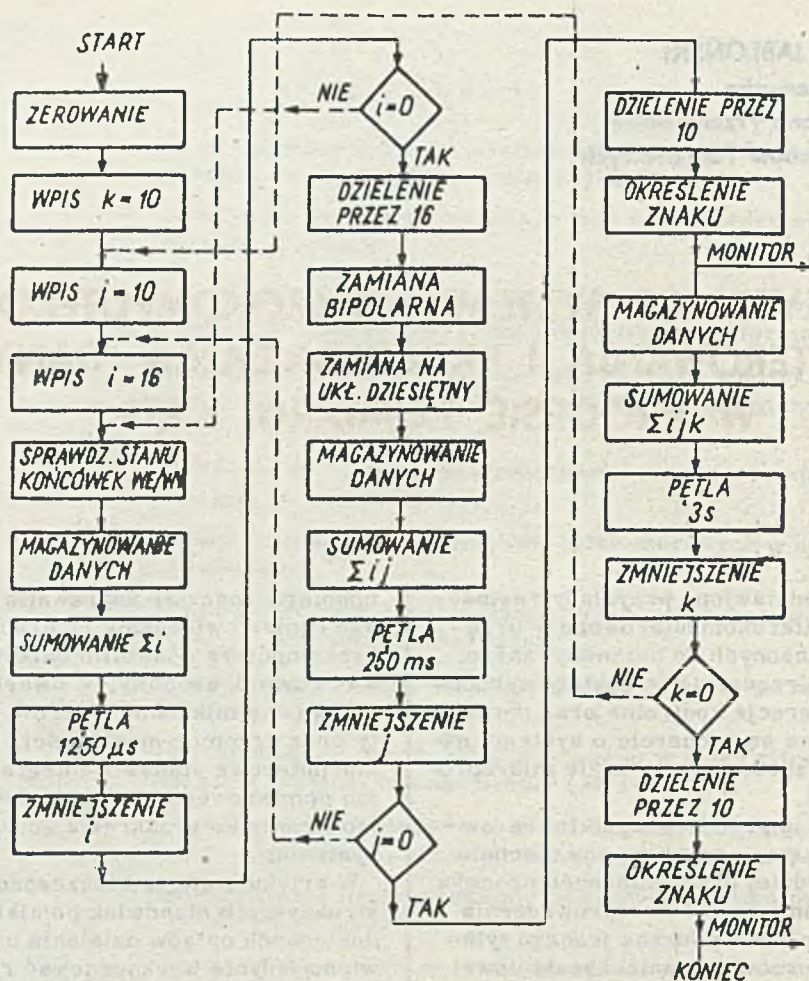
Pomiary kątów, a przede wszystkim sprawdzanie wzorców kąta, uznane są powszechnie za jedno z najbardziej pracochłonnych procedur pomiarowych. Konieczność przeprowadzenia setek tysięcy pomiarów podczas jednego tylko pełnego cyklu wzorcowania zniechęcała nawet najbardziej pracowitych. Wprowadzenie metod statystycznych obróbki danych oraz nowych te-

chnologii znacznie usprawniło pomiary, jednakże dopiero włączenie do pracy w układzie mikrokomputera pozwoliło całkowicie wyeliminować czynnik osobowy. Z uwagi na stosunkowo niską cenę mikrokomputerów, ich małe gabaryty oraz ogromne możliwości, systemy mikrokomputerowe stanowią integralną część systemu pomiarowego i są rozbudowywane i programowane tylko w zakresie konkretnych potrzeb systemu.

W artykule nie zamieszczono szczegółów konstrukcyjnych stanowisk pomiarowych, ani też dokładnych opisów działania urządzeń, postanowiono jedynie wyeksponować rolę systemów mikrokomputerowych w procesie pomiarowym. W pierwszym z opisanych zastosowań mikrokom-



Rys. 1. Rozbudowany system mikrokomputera. Linią przerywaną objęto zespoły współpracujące z przetwornikiem /wersja pierwsza układu/, są to wzmacniacz instrumentalny WI, filtr F, multiwibrator MW /jako generator sygnału konwersji/ oraz przetwornik analogowo-cyfrowy A/C. Linią ciągłą objęto dodatkowe człony wykorzystywane przy wzorcowaniu stołu inkrementalnego /wersja druga układu/: SK - silnik krokowy do napędu stołu z wyłącznikiem, WG - do sygnalizacji poprawności osadzenia stołu przy jego opuszczaniu oraz DC - silnik prądu stałego do podnoszenia i opuszczania stołu wraz z dwoma wyłącznikami granicznymi L1 i L2 sygnalizującymi poprawność wykonania operacji.



Rys. 2. Schemat czynności - wersja pierwsza

puter wykorzystany jest głównie jako narzędzie do szybkiego i wielokrotnego pomiaru o określonych zależnościach fazowo-częstotliwościowych, w drugim zaś wykorzystuje się przede wszystkim jego możliwości kontrolno-sterujące.

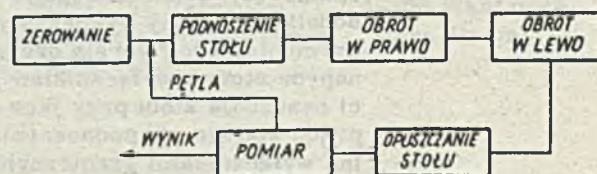
System mikrokomputerowy

Jednostkę podstawową systemu stanowi mikrokomputer KIM-1 /MOS Technology/ z mikroprocesorem 6502 oraz dwoma obwodami 6530 posiadający 16 sterowanych końcówek wejście/wyście oraz pamięć RAM o pojemności zaledwie około 1 k. Z uwagi na stawiane wymagania układ został rozbudowany do systemu przedstawionego na rys. 1. Do systemu włączono dodatkową pamięć RAM o pojemności 8 k, magnetofon kasetowy MAG, interfejs zwiększający liczbę programowanych końcówek we/wy do 64, dodatkowy monitor MON z rejestrem REJ do bieżącej kontroli wyników pomiarów oraz w miarę potrzeb dalekopis lub drukarkę wyników /nie zaznaczone na schemacie/.

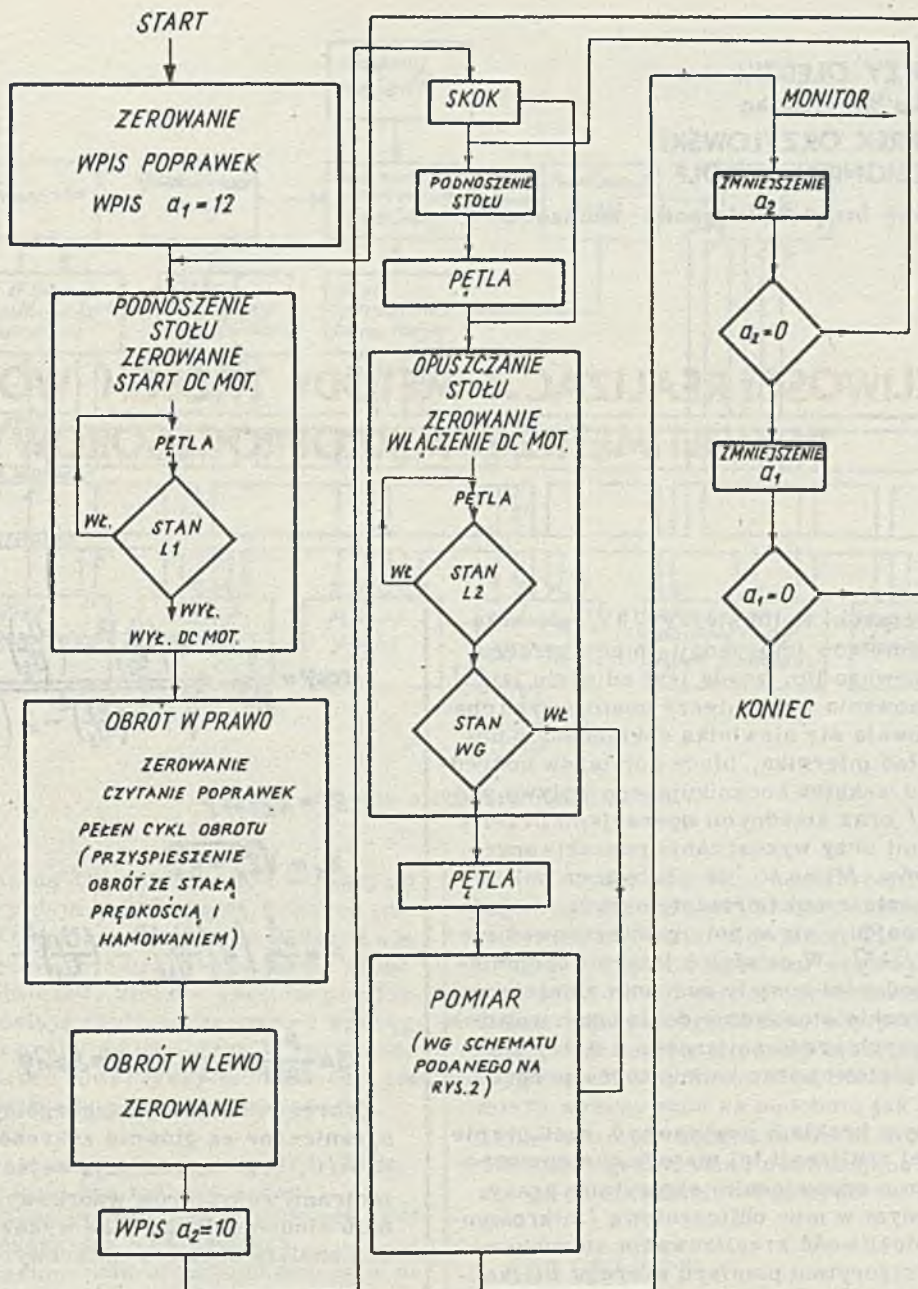
Pierwsza wersja układu wykorzystana była w procesie wzorcowania analogowych, elektronicznych przyrządów autokolimacyjnych przeznaczonych do pomiaru małych przemieszczeń kątowych. System mikrokomputerowy wykorzystany był do okresowego próbkowania sygnału wyjściowego z przetwornika w celu eliminacji zakłóceń periodycznych. Analiza harmoniczna sygnału wyjściowego wykazała obecność zakłó-

ceń sieciowych o amplitudzie 0,8% wartości sygnału wyjściowego, zakłóceń o charakterze impulsowym o amplitudzie zbliżonej do zakłóceń sieciowych o okresie $0,5 \div 2$ s i czasie trwania 10-20 ms oraz szumów o częstotliwościach powyżej 500 Hz i amplitudach do 0,7% sygnału wyjściowego, o charakterze przypadkowym.

Zastosowana metoda eliminacji zakłóceń polegała na periodycznym próbkowaniu sygnału wyjściowego i wyznaczaniu średniej z serii pomiarów. W celu eliminacji zakłóceń sieciowych przewidziano próbkowanie $i=16$ -krotne w odstępach co 1,25 ms, zakłócenia impulsowe kompensowano stosując próbkowanie $j=10$ -krotne w okresie 3 s /niezależnie od poprzedniego/. Kompensacja szumów przypadkowych, jako najtrudniejsza, wymagała przeprowadzenia szeregu doświadczeń, na podstawie których ustalono parametry próbkowania $k=10$ -krotne, w odstępach co 25 ms. Obliczona wartość wynikowa



Rys. 3. Schemat wzorcowania



Rys. 4. Schemat czynności - wersja druga

jest średnią arytmetyczną z 1600 pomiarów przeprowadzonych w czasie 3 s i wynosi:

$$v_{1,j,k} = \left(\sum_{k=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} \sum_{i=1}^{16} x_{i,j,k} \right)^{1/i,j,k}$$

Wszystkie operacje próbkowania, przetwarzania i sterowania układem dokonywane były automatycznie. Schemat czynności zastosowanego w programie algorytmu przedstawia rys. 2.

Drugą wersją układu jest system przeznaczony do wzorcowania stołów inkrementalnych w zakresie kąta pełnego w odstępach co 30° i wykorzystujący jako przetwornik wywzorcowaną uprzednio lunetę autokolimacyjną. Wzorcowanie przeprowadzono według następującego schematu.

Z uwagi na stosowany rodzaj stołu inkrementalnego konieczne jest jego podniesienie przed obrotem, a następnie po dokonaniu obrotu o żą-

dany kąt powrót do położenia ustalonego /opuszczenie/. Obrót w lewo jest kompensacją błędów podziału przekładni ślimakowej napędzającej układ. Podnoszenie i opuszczanie stołu dokonywane jest za pomocą silnika prądu stałego DC, a sprawdzenie stanów za pomocą wyłączników granicznych L1 i L2. Stół obracany jest za pomocą silnika krokowego poprzez przekładnię ślimakową. Operację POMIAR przeprowadza się analogicznie do procesu wzorcowania opisanego uprzednio.

Schemat czynności zastosowanego w programie algorytmu przedstawia rys. 4. Stała a_1 odpowiada liczbie pozycji pomiarowych, stała a_2 liczbie serii pomiarowych w każdej pozycji. Duża powtarzalność uzyskanych wyników potwierdziła niezawodność opracowanego systemu mikrokomputerowego. Program jak i wyniki pomiarów rejestrowane są na taśmie magnetofonowej. Istnieje więc zawsze możliwość weryfikacji zapisu.

MOŻLIWOŚCI REALIZACJI METODY TRZECH WOLTOMIERZY W MULTIMETRZE MIKROPROCESOROWYM

Metoda trzech woltomierzy [3V] w pomiarach parametrów impedancji, mocy, przesunięcia fazowego itp. znana jest od wielu lat [1]. Przy stosowaniu woltomierzy analogowych charakteryzowała się niewielką dokładnością pomiaru / błąd miernika, błędy pomiarów pośrednich, błąd wskutek bocznikującego wpływu woltomierza / oraz żmudnymi operacjami przeliczeniowymi przy wyznaczaniu poszukiwanych parametrów. Mimo to, ze względu na uniwersalność zastosowań i prostotę układu, metoda ta stale znajduje się w polu zainteresowań metrologów [2÷5]. W ostatnich latach wspomniane niedogodności zostały znacznie zmniejszone przez szerokie stosowanie dokładnych woltomierzy cyfrowych prądu zmiennego o dużej impedancji wejściowej oraz kalkulatorów programowanych.

Następnym krokiem powinno być zastąpienie klasycznej realizacji tej metody systemem pomiarowym o odpowiednim algorytmie pracy, wyposażonym w moc obliczeniową / mikrokomputer /. Możliwość zrealizowania stosunkowo prostego algorytmu pomiaru szeregu wielkości, najczęściej wyznaczanych w technice pomiarowej niskich częstotliwości, daje atrakcyjną alternatywę przy wyborze układu multimetru mikroprocesowego.

Spśród kilku znanych odmian metody 3V najbardziej przydatną w układzie multimetru jest, zdaniem autorów, realizacja zaproponowana przez Szewczuka [3]. Układ wg [3] przedstawiono na rys. 1a. Podstawową jego zaletą jest możliwość pomiaru wszystkich trzech napięć w odniesieniu do jednego punktu obwodu, co znacznie ułatwia eliminację sygnałów pasożytniczych. Przyjmując zasilanie układu z generatora G napięcia sinusoidalnego można skonstruować wykres wskazowy / rys. 1b / oraz określić następującą zależność:

$$Z_x = \frac{\sqrt{2} R}{\sqrt{1 + \left(\frac{U_1}{U_3}\right)^2 - 2 \left(\frac{U_2}{U_3}\right)^2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{2\sqrt{2}} \frac{4 \left(\frac{U_2}{U_3}\right)^2 - \left(\frac{U_1}{U_3}\right)^2 - 3}{\sqrt{1 + \left(\frac{U_1}{U_3}\right)^2 - 2 \left(\frac{U_2}{U_3}\right)^2}}$$

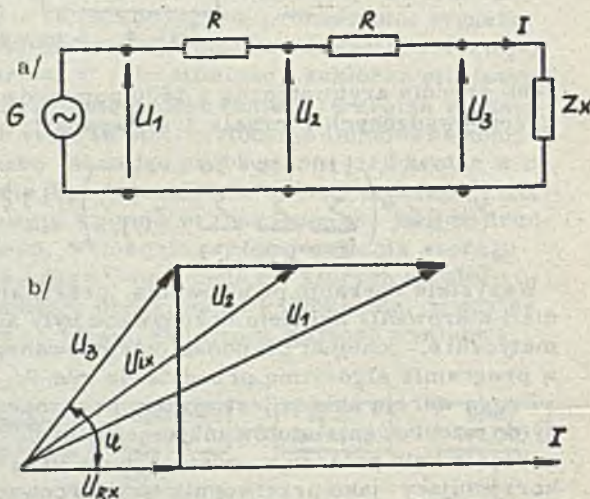
$$R_x = Z_x \cos \varphi$$

$$X_x = \sqrt{Z_x^2 - R_x^2}$$

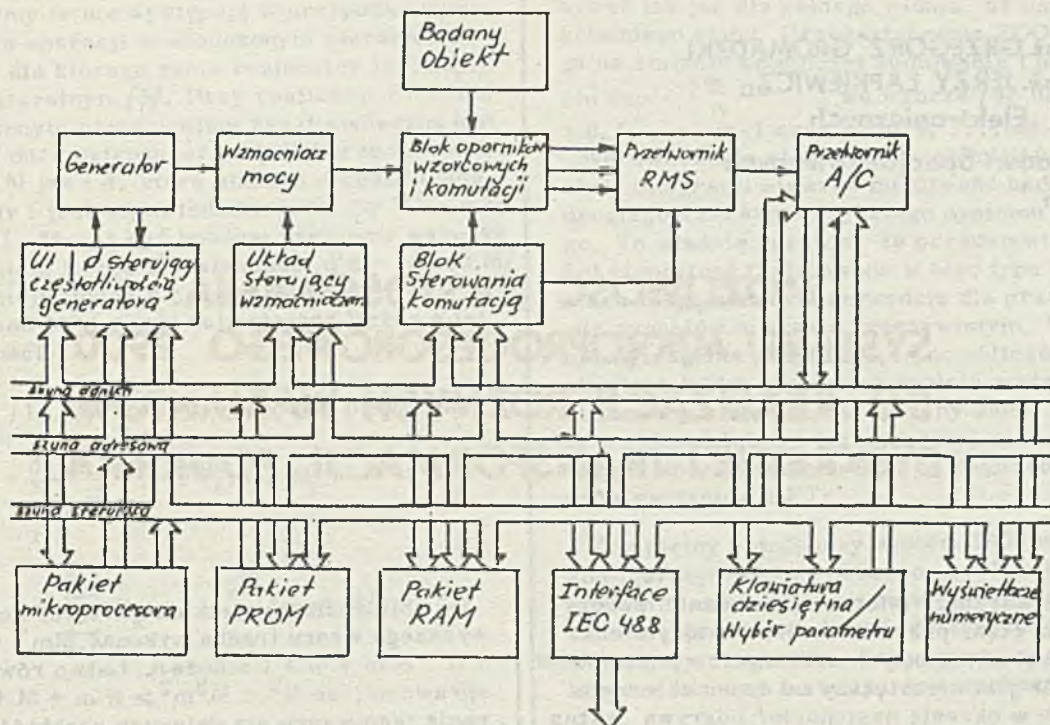
$$P = \frac{U_3^2}{4R} \left[4 \left(\frac{U_2}{U_3}\right)^2 - \left(\frac{U_1}{U_3}\right)^2 - 3 \right]$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} ; \quad Q = S \sin \varphi$$

Zakresy pomiaru poszczególnych wielkości ograniczone są głównie zakresem przetwornika A/C, jego impedancją wejściową oraz parametrami rezystorów wzorcowych i źródła sygnału sinusoidalnego. Jak wykazuje dokładniejsza analiza obszar pomiarowy wielkości wyz-



Rys. 1. Podstawowy schemat ilustrujący odmianę metody 3V realizowaną w multimetrze /a/ i odpowiadający mu wykres wskazowy /b/



Rys. 2. Ogólna struktura multimetru

naczanych metodą 3V jest znacznie większy od obszaru, który daje którakolwiek z innych znanych metod. Ocena błędu pomiaru również wiąże się z koniecznością przeprowadzenia dość uciążliwych obliczeń, które w realizacji mikroprocesowej zostają zautomatyzowane i włączone do cyklu pracy multimetru. W ten sposób wynikowi pomiaru towarzyszy jednocześnie graniczna wartość błędu pomiaru oszacowana przez przyrząd.

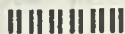
Rys. 2 ilustruje strukturę multimetru. Przewidziano dla niego dwa rodzaje pracy:
a/ pomiary parametrów obiektu badanego przy zasilaniu z generatora pomiarowego,
b/ pomiary parametrów obiektu badanego w układzie, w którym pracuje.

W pierwszym przypadku operator wprowadza z klawiatury dane dotyczące częstotliwości i mocy generatora pomiarowego. Według tych danych program pomiarowy steruje pracą generatora oraz wybiera zestaw oporników wzorcowych i zakres przetwornika RMS. Następnie kilkakrotnie wykonuje pomiary napięcia w określanych punktach układu pomiarowego. Wyniki pomiarów w postaci cyfrowej /przetworzone przez przetwornik A/C/ zapamiętywane są w pamięci RAM. Po zakończeniu pomiaru wyniki poddawane są obróbce statystycznej oraz obliczane są parametry obiektu, np. według zależności [1]-[6]. Odczyt wyników wyświetlany

jest na wyświetlaczach numerycznych, przy czym wyboru wyświetlanego parametru dokonuje się odpowiednim klawiszem klawiatury. W drugim przypadku operator wprowadza z klawiatury przybliżone dane o częstotliwości i mocy źródła zasilającego obiekt, aby program pomiarowy mógł zoptymalizować dobór oporników wzorcowych i przetwornika RMS. Następnie pomiary wykonywane są podobnie jak opisano wyżej. Multimetr będzie zawierał interfejs IEC 488 i oprogramowanie pozwalające na włączenie go do automatycznego systemu pomiarowego.

L i t e r a t u r a :

- [1] E. Gerard - Mesures electriques, Gautier-Villars, Paris 1912.
- [2] W. Kwiatkowski, J. Olędzki - Laboratorium miernictwa elektrycznego cz. I. Wyd. P.W. Warszawa 1978.
- [3] R. M. Szewczuk - Prostej metod izmerenija połnych soprotiwlenij Awt. Kontr. i Metody Elektr. Izmerenij, SO AN SSSR, Nowosybirsk 1962.
- [4] A. N. Płachotniuk ; Izmerenije fazy na ultrazwukowych czastotach metodom triech woltmetrow, Izmtchn. nr 3, 1968.
- [5] L. A. Marzetta - An evaluation of the three-voltmeter method for AC power measurement, IEEE Trans. Instrum. Measur., Nr 4, 1972.



MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA SYSTEMU MIKROPROCESOROWEGO 2900 DO REALIZACJI RÓŻNYCH WARIANTÓW DYSKRETNEJ TRANSFORMACJI FOURIERA

Przetwarzanie informacji w czasie rzeczywistym /tzn. przetwarzanie, w którym czas przetwarzania danych zebranych w poprzednim okresie jest nie większy od czasu zbierania danych w okresie następnym/ odgrywa ważną rolę w wielu dziedzinach. Artykuł poświęcony będzie przetwarzaniu sygnałów metodą dyskretnej transformacji Fouriera /DFT/ w czasie rzeczywistym. DFT może być stosowane zarówno do analizy zdyskretyzowanych sygnałów fizycznych jak i jako pewne narzędzie arytmetyczne. Jego przydatność w drugim przypadku wynika między innymi z zachowania się DFT na splocie dwu ciągów liczbowych / $\widehat{XY} = \widehat{X}\widehat{Y}$ /.

Podstawę do dyskusji różnych wariantów DFT stanowią podstawowe wzory:

$$\widehat{X}_k = \sum_{l=0}^{N-1} X_l \exp - \frac{2\pi}{N} ikl \quad /1/$$

$$X_l = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \widehat{X}_k \exp \frac{2\pi}{N} ikl \quad k, l=0, 1, \dots, N-1 \quad /2/$$

Zauważmy, że do obliczenia wszystkich wartości \widehat{X}_k według powyższego wzoru należy wykonać N^2 mnożeń. Sytuacja zmienia się, gdy N jest iloczynem mniejszych liczb. Niech więc $N = Mm$ wówczas:

$$\widehat{X}_k = \widehat{X}_{s+tm} = \sum_{l=0}^{M-1} \exp - \frac{2\pi}{M} ilt \exp + \frac{2\pi}{N} ils \sum_{n=0}^{m-1} \exp - \frac{2\pi}{m} ins X_{l+nm} \quad /3/$$

Do obliczenia wszystkich wartości według powyższego wzoru trzeba wykonać $Mm^2 + mM^2 + N = Nm + M + 1$ mnożeń. Łatwo również sprawdzić, że $N^2 = M^2m^2 > Nm + M + 1$. Iteracja tego wzoru dla dalszych rozkładów m oraz M doprowadza do szybkiego algorytmu obliczenia DFT /tzw. szybkiej transformacji Fouriera - FFT/. W przypadku, gdy $N = 2^n$ opisana wyżej procedura doprowadza do klasycznego algorytmu Cooley'a Tukey'a [1].

Oddzielne zagadnienie przy przetwarzaniu informacji w czasie rzeczywistym stanowi dobór odpowiedniej arytmetyki. Od dłuższego czasu czynione są próby realizacji szybkiego przekształcenia Fouriera w zapisie residualnym [2, 3]. Uzyskane jednak w tej dziedzinie wyniki trudno jeszcze uznać za konkurencyjne w porównaniu z realizacjami w klasycznych zapisach arytmetycznych. Przypomnijmy krótko podstawowe wiadomości o zapisie residualnym [4]. Niech $M = \prod_{i=1}^n m_i$ będzie rozkładem liczby M na iloczyn liczb względnie pierwszych m_i . Dowolna liczba $K < M$ może być jednoznacznie przedstawiona w postaci k_1, k_2, \dots, k_n , gdzie $k_i = K / \text{mod}m_i$. Atrakcyjność tego systemu wynika z tego, że:

$$(K \cdot L)_i = (k_i l_i) \pmod{m_i} \quad \text{oraz}$$

$$(K+L)_i = (k_i + l_i) \pmod{m_i}.$$

Zauważmy bowiem, że zarówno przy dodawaniu jak i przy mnożeniu nie występuje przeniesienie. Musi być spełniony jednak warunek, aby wynik operacji nie przekroczył zakresu reprezentowanych liczb M . Jeśli, jak ma to miejsce w przypadku realizacji algorytmu FFT, wykonywanych jest wiele kolejnych mnożeń powstają problemy wykrywania nadmiaru i skalowania. Dotychczas nie został znaleziony efektywny algorytm wykonywania tych operacji [3].

Problemy te nie występują w przypadku wykonywania operacji w skończonym pierścieniu reszt, dla którego zapis residualny jest zapisem naturalnym [5]. Przy realizacji FFT nad skończonym pierścieniem reszt konieczna jest jednak duża ostrożność przy doborze zarówno liczby M jak i d , która stanowi długość transformaty i jest odpowiednikiem liczby N we wzorze /1/. Muszą być bowiem spełnione warunki: a/ istnieje liczba d o własności $d^d = 1 \pmod{M}$ b/ istnieje liczba $r < M$ o własności $r^d = 1 \pmod{M}$ i d jest najmniejszą liczbą o tej własności.

Wzory /1/, /2/ przyjmują w tym przypadku postać:

$$\hat{X}_k = \sum_{l=0}^{d-1} X_l r^{kl} \pmod{M} \quad /4/$$

$$X_l = d^{-1} \sum_{k=0}^{d-1} \hat{X}_k r^{lk} \pmod{M} \quad /5/$$

Poniżej podajemy przykład układu liczb spełniających warunki a/ i b/. Niech $M = 31 \cdot 29 \cdot 23 \cdot 19$, zaś $d = 5 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 9$. Należy dodać, że istnieje liczba d spełniająca warunek a/, gdyż d oraz M są względnie pierwsze. Łatwo także sprawdzić, że liczba mająca w systemie residualnym o modułach: 31 29 23 19 zapis: 8 28 2 11 spełnia wymagania warunku b/.

Dodajmy, że transformata liczona nad skończonym pierścieniem reszt nie daje informacji o widmie sygnału. Jest ona jednak doskonałym narzędziem do liczenia np. spłotu dwu sygnałów o wartościach rzeczywistych. Wynika to z faktu, że dla wzorów /4/, /5/ obowiązują zależności:

$$\hat{X}_k = X_k$$

$$\widehat{XY} = \hat{X} \cdot \hat{Y}$$

Przy liczeniu spłotu metodą FFT nad skończonym pierścieniem reszt należy zadbać o to, aby wynik tej operacji był mniejszy od liczby M . W podanym wyżej przykładzie można więc liczyć spłot sygnałów skwantowanych na nie więcej niż 256 poziomach. Podany układ liczb jest tylko jednym z możliwych.

Wariantem DFT jest transformata ZOOM, której idea polega na obliczeniu, w przypadku posiadania systemu zbyt małego na to, by wykonać tę operację za pomocą FFT, całego bądź też pewnych fragmentów widma z bardzo dużą rozdzielczością kosztem dokładności. Szczególnie istotne jest to w przypadku zainteresowania tylko pewnymi obszarami widma. Stosując bezpośredni algorytm FFT obliczenia należy wyko-

nywać tak jak dla pełnego widma, aż do przedostatniego etapu. Przekształcenie ZOOM polega na zmianie kolejności sumowania i przyjęciu $\exp - \frac{2\pi i s l}{N} = 1$ we wzorze /3/ dla $s = 0, 1, \dots, m-1$ oraz $l = 0, 1, \dots, M-1$ [6].

Wprowadzenie elementów scalonych wielkiej skali integracji stwarza możliwość budowy niedrogiego a zarazem szybkiego systemu cyfrowego. To właśnie sprawia, że przedstawione wyżej algorytmy realizowane w tego typu systemach mogą stanowić narzędzia dla przetwarzania sygnałów w czasie rzeczywistym. Wszystkie wymagania /szybkość, moc obliczeniowa/ stawiane takim systemom spełnić może system zbudowany z elementów rodziny 2900. Rodzina ta w całości lub też jej elementy, może być w trójaki sposób zastosowana do realizacji różnych wariantów FFT:

- Kompletny pojedynczy system 2900 w typowej konfiguracji stanowi procesor realizujący na poziomie mikroprogramów algorytmy przetwarzania sygnałów na danych dostarczanych przez wolniejszy procesor nadrzędny np. system mikroprocesorowy o stałej liście rozkazów.

- Tablica /wektor, macierz/ uproszczonych procesorów wykonujących równoległe elementarne operacje. W najprostszym wypadku są to same arytmometry o długości słowa $4n/n$ układów 2901/. Najwyżej z niedużą pamięcią notatnikową. W wersji tej wszystkie elementy tablicy mogą wykonywać te same operacje i wówczas potrzebny jest pojedynczy układ sterujący, wysyłający identyczne sygnały do każdego elementu. W tablicach o bardziej rozbudowanych elementach składowych jest do nich przekazana część układu sterującego. Możliwy jest wówczas tryb pracy, w którym różne elementy lub ich grupy wykonują jednocześnie różne zadania.

- Procesor realizujący operacje arytmetyczne przetwarzania za pomocą specjalizowanych układów wykorzystujących np. niestandardowe zapisy liczbowe. W rozwiązaniu takim elementy systemu 2900 wykorzystywane są do budowy układu sterującego lub do realizacji pewnych operacji arytmetycznych np. przetwarzania wstępnego czy końcowego.

W niniejszym artykule nie zajmujemy się bliżej procesorami tablicowymi, ponieważ interesują nas systemy stosunkowo małe /między innymi ze względu na możliwość realizacji/. Jeden z takich procesorów tablicowych, zrealizowany z wykorzystaniem elementów systemu 2900, opisany został w [7]. Rozwiązanie zaproponowane w pierwszym z ww. punktów może mieć szereg wariantów w zależności od wymaganej szybkości przetwarzania. W najprostszej i najwolniejszej zarazem wersji wszystkie operacje arytmetyczne wykonywane są przez arytmometr zbudowany z elementów 2901, z szybkość-

cią wynikającą z długości stałego cyklu zegara systemu, dostosowanego do najdłuższej wykonywanej mikroinstrukcji. Taka właśnie wersja realizowana jest w Pracowni Mikroprocesorów "Mera" OBREUS jako jedno z pierwszych zastosowań systemu dwumikroprocesorowego złożonego z mikroprocesora typu 8080 i z układów segmentowych 2900. Budowa tego systemu w aspekcie wspomaganie uruchamiania przedstawiona jest w [8, 9]. Pierwszą możliwością przyspieszenia przetwarzania daje skrócenie cyklu zegara dla pewnych, często powtarzających się mikroinstrukcji np. dla środkowych kroków mnożenia. Innym bardzo skutecznym sposobem przyspieszenia jest wyposażenie systemu w układ mnożący.

Proponowane powyżej sposoby przyspieszenia przetwarzania sygnałów polegają tylko na modyfikacji układowej - nie wpływają ze zmian algorytmu czy istoty transformaty. Mogą one, podobnie jak w wariancie podstawowym, realizować zarówno klasyczne DFT jak i szybkie wersje tej transformacji.

L i t e r a t u r a :

[1] J. S. Bendat, A. G. Piersol: Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych, PWN, Warszawa, 1976.

- [2] G. A. Julien: Residue number scaling and other operations using ROM arrays, IEEE Trans. on Comp., April, 1978.
- [3] B. D. Tseng, G. A. Julien, W. C. Miller: Implementation of FFT Structures Using the Residue Number System, IEEE Trans. on Comp. Nov. 1979.
- [4] I. Flores: Arytmetyka maszyn cyfrowych, WNT, Warszawa, 1970.
- [5] J. M. Pollard: The Fast Fourier Transformina Finite Field Mathematics of Computation, vol. 25, Nr 114.
- [6] P. C. Y. Yip, Some Aspects of the Zoom Transform, IEEE Trans. on Comp., March, 1976.
- [7] Y. Tanaka, ..., HARPS - A New Hierarchical Array Processor System, EUROMICRO, 1976.
- [8] J. Łapkiewicz, A. Pokorski, A. Wiskirski: Uruchamianie układowe mikroprocesorowych systemów mikroprogramowalnych. Materiały konferencji "Mikroprocesory i ich zastosowania", Katowice, 1980.
- [9] J. Łapkiewicz, J. Piekarszewska, A. Wiskirski: Uruchamianie mikroprocesorowych systemów oraz wspomaganie mikroprogramowania. Materiały konferencji "Mikroprocesory i ich zastosowania", Katowice, 1980.



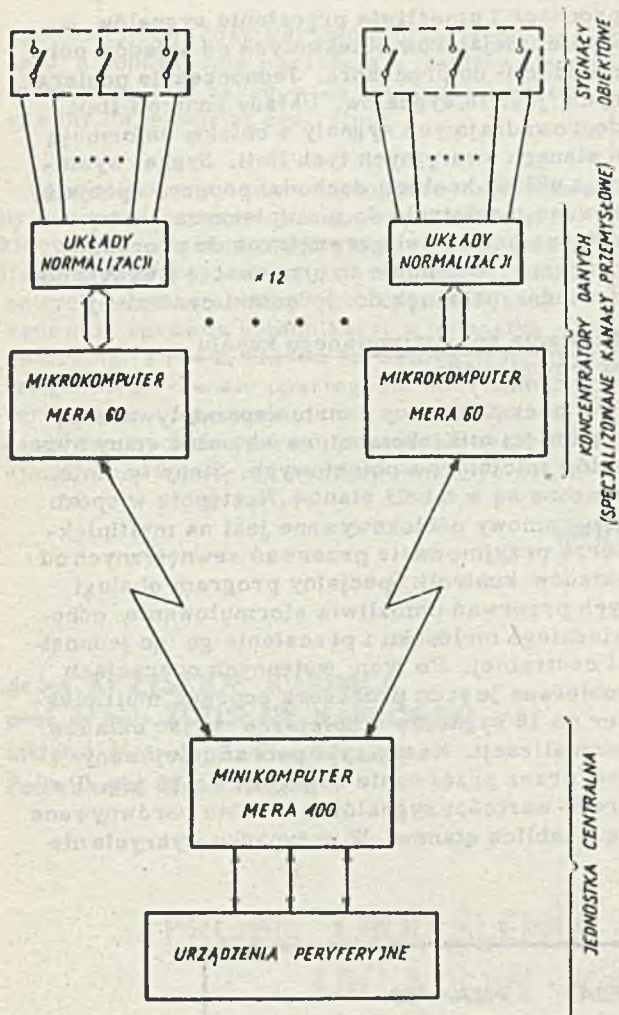
inż. WACŁAW TARKOWSKI
mgr inż. WŁODZIMIERZ BORON
Instytut Systemów Sterowania
Katowice

SPECJALIZOWANY KANAŁ PRZEMYSŁOWY SYSTEMU ANALIZY ZAKŁÓCEŃ W WALCOWNI CIĄGŁEJ BLACH 2000 KOMBINATU METALURGICZNEGO HUTA KATOWICE

Na walcowni ciągłej blach 2000 przewiduje się występowanie dużej liczby punktów sygnalizujących zakłócenia w urządzeniach walcowni /około 4000 punktów/. Urządzenia sygnalizujące rozmieszczone są na dużym obszarze, a szybka lokalizacja zakłóceń i ustalenie pierwotnej przyczyny ich wystąpienia ma duży wpływ na wydajność walcowni. Z tych względów celowe jest zastosowanie nowoczesnych metod rejestracji opartych na zdecentralizowanym systemie komputerowym. Proponowany system składa się z komputera centralnego połączone-

go łączami cyfrowymi z koncentratorami danych. Każdy koncentrator danych tworzy specjalizowany kanał przemysłowy, który pobiera dane z punktów sygnalizujących zakłócenia i przesyła zakodowane meldunki do komputera centralnego.

W niniejszym artykule omówiono konfigurację zdecentralizowanego systemu analizy zakłóceń i podano zadania realizowane przez system. Następnie opisano budowę i funkcjonowanie specjalizowanego kanału przemysłowego.



Rys. 1. Konfiguracja zdecentralizowanego systemu analizy zakłóceń

Konfiguracja systemu

Konfigurację proponowanego zdecentralizowanego systemu przedstawiono na rys. 1. Jednostkę centralną stanowi minikomputer Mera 400, do którego podłączone są urządzenia peryferyjne. 12 "inteligentnych" koncentratorów danych zaproponowano w oparciu o mikrokomputery Mera 60. Koncentratory te połączone są z jednostką centralną poprzez łącza cyfrowe o strukturze gwiazdowej. Struktura ta charakteryzuje się bezpośrednim połączeniem koncentratorów do jednostki centralnej i umożliwia stosunkowo szybko przekazywanie danych, dając mały poślizg czasowy między momentem wykrycia zakłócenia, a czasem przypisanym mu w jednostce centralnej.

Zadania systemu

Punkty sygnalizujące zakłócenia w urządzeniach walcowni podzielone są na grupy sygnałowe zawierające do 512 sygnałów. Każdą grupę sygnałową obsługuje jeden koncentrator danych. Zadaniem jego jest cykliczne przyjmowanie sygnałów z punktów sygnalizujących zakłócenia i w przypadku wystąpienia tych zakłóceń

formowany jest zakodowany meldunek przekazywany do jednostki centralnej. Jednostka centralna czytuje meldunki napływające od koncentratorów danych, przypisuje im datę, czas i tekst jawny oraz wyprowadza komunikaty alarmowe na drukarkę znakowo-mozaikową i monitor alfanumeryczny.

Zróżnicowanie źródeł napięć zakłócających

W punktach sygnalizujących zakłócenia w urządzeniach walcowni umieszczone są przekazy. Źródłem sygnałów informujących o tych zakłóceniach są zestyki przekazywników. Przekazywniki wraz z zestykami stanowią inicjatory obiektowe sygnałów. Inicjatory obiektowe należące do jednej grupy sygnałowej znajdują się w odległości do 400 m od koncentratora danych. Taka długość połączeń kablowych w warunkach przemysłowych stwarza poważny problem walki z napięciami zakłócającymi. Przeprowadzone badania wykazały, że w kablach mogą wystąpić zakłócenia o wartości międzyszczytowej do 15 V. Duże zakłócenia wprowadzają też zestyki inicjatorów obiektowych. Zestyki te sprzężują w chwili zamykania, wysyłając ciąg impulsów prądowych w przedziale czasu 2-4 ms. Aby uniknąć przekazywania błędnych informacji wywołanych przez takie zakłócenia wprowadzono do koncentratora danych specjalne układy eliminujące te zakłócenia.

Struktura specjalizowanego kanału przemysłowego

Koncentrator danych w omawianym zdecentralizowanym systemie analizy zakłóceń pełni funkcję specjalizowanego kanału przemysłowego. Kanał ten wykonany jest na bazie mikrokomputera Mera 60. Wybór ten uzasadniony jest przez:

- możliwość programowanej kontroli stanu zestyków /duża ich liczba i możliwość zmian tej liczby utrudnia zastosowanie układów elektronicznych/,
- możliwość formowania zakodowanych meldunków o ewentualnych zakłóceniach i przesyłania ich do jednostki centralnej,
- dostateczną szybkość przetwarzania,
- dostępność mikrokomputera na rynku.

Budowa specjalizowanego kanału przemysłowego przedstawiona jest na rys. 2. Składa się on z następujących części:

1/ Mikrokomputer Mera 60 w następującej konfiguracji:

- magistrala mikrokomputera, do której dołączone są wszystkie moduły funkcjonalne mikrokomputera,
- procesor z pamięcią dynamiczną,
- moduł transmisji składający się z pakietu transmisji szeregowej V-24 i pakietu modemu naturalnego do komunikacji z jednostką centralną,
- moduł transmisji szeregowej V-24 do komunikacji z drukarką lub monitorem alfanumerycznym /tylko przy uruchamianiu/,
- moduł multiplexera.

2/ Układy normalizacji wejść dwustanowych wraz ze specjalizowaną magistralą.

Układy normalizacji wejść dwustanowych i układy kontroli linii

Układy normalizacji pośredniczą przy przesyłaniu sygnałów od inicjatorów obiektowych do mikrokomputera. Układy te zapewniają:

- filtrację napięć zakłócających i odbić zestyków,
- izolację galwaniczną,
- transformację poziomów napięć,
- formowanie zboczy sygnałów.

Każdy zestaw obiektowy ma oddzielny układ normalizacji. 32 układy normalizacji umieszczone na jednym pakiecie posiadają układ kontroli linii doprowadzających sygnały od inicjatorów obiektowych. Linie te zasilane są napięciem stałym 48 V lub wyjątkowo 24 V, a na wyjściach układów normalizacji i układów kontroli otrzymywane jest napięcie zgodne z wymaganiami układów scalonych klasy TTL. Układ kontroli sygnalizuje przerwanie obwodu linii lub zanik napięcia zasilania tych linii.

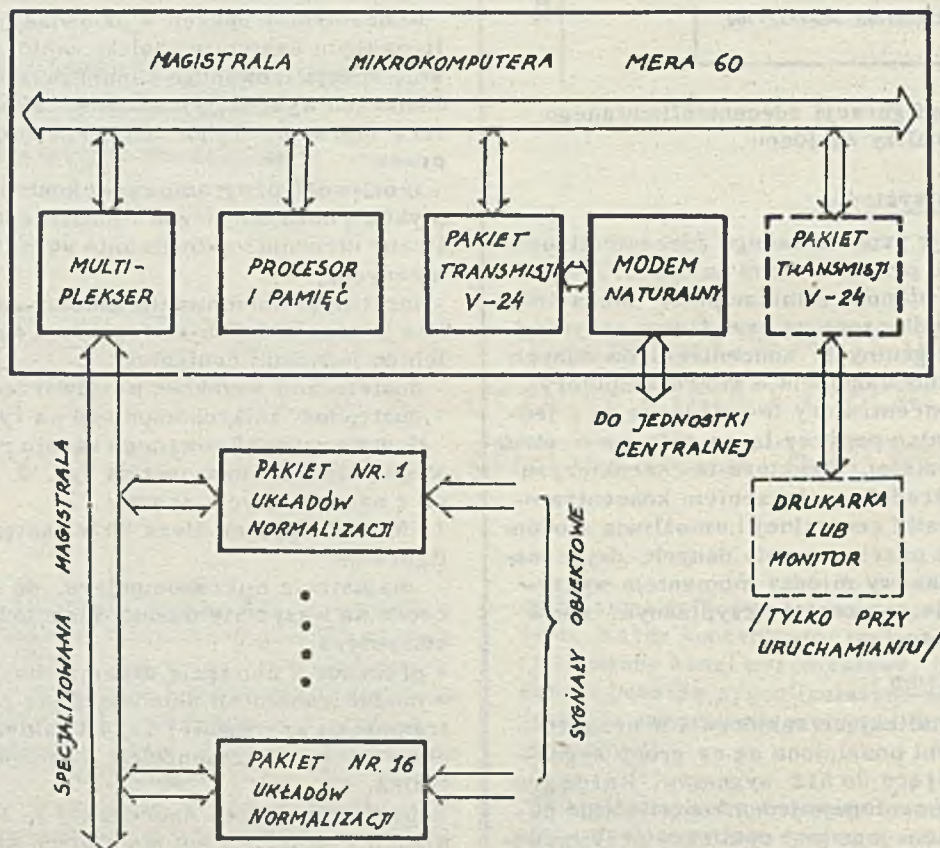
Specjalizowana magistrala i multiplexer

Układy normalizacji dołączone są do wspólnej magistrali doprowadzającej sygnały do multiplexera. Multiplexer sterowany jest przez

procesor i umożliwia przesłanie sygnałów o stanie inicjatorów obiektowych od układów normalizacji do procesora. Jednocześnie pobieranych jest 16 sygnałów. Układy kontroli linii doprowadzających sygnały z obiektu informują o stanach awaryjnych tych linii. Sygnał wysłany z układu kontroli dochodzi poprzez specjalizowaną magistralę do multiplexera, który zgłasza przerwanie zewnętrzne do procesora. Procesor przyjmuje to przerwanie i wysyła odpowiedni meldunek do jednostki centralnej.

Działanie specjalizowanego kanału przemysłowego

Na początku pracy kanału zapamiętywane są w pamięci mikrokomputera aktualne stany sygnałów inicjatorów obiektowych. Stany te umieszczone są w tabeli stanów. Następnie w sposób programowy odblokowywane jest na multiplexersze przyjmowanie przerwania zewnętrznych od układów kontroli. Specjalny program obsługi tych przerwania umożliwia sformułowanie odpowiedniego meldunku i przesłanie go do jednostki centralnej. Po tych wstępnych operacjach pobierane jest do procesora poprzez multiplexer po 16 sygnałów z kolejnych wyjść układów normalizacji. Każdy cykl pobrań inicjowany jest przez przerwanie zegarowe co 10 ms. Pobrane wartości sygnałów z obiektu porównywane są z tablicą stanów. W przypadku wykrycia nie-



Rys. 2. Specjalizowany kanał przemysłowy

zgodności pomiędzy wartością przyjętego sygnału a odpowiednią wartością w tablicy stanów formowany jest zakodowany meldunek i przekazywany do jednostki centralnej.

Specjalizowany kanał przemysłowy zastosowany w zdecentralizowanym systemie analizy zakłóceń dla walcowni blach ciągłych 2000 umożliwia rejestrację dużej liczby sygnałów dwustanowych, szybką analizę tych sygnałów oraz zapewnia sprawną komunikację z jednostką centralną. Prosta budowa sprzętowa tego "inteligentnego" kanału opartego na mikrokomputerze Mera 60 pozwala na niezawodne działanie w trudnych warunkach przemysłowych. Specjalizowany kanał przemysłowy może być szcze-

gólnie przydatny do rejestracji dużej liczby sygnałów dwustanowych w obiektach rozproszonych przestrzennie.

L i t e r a t u r a :

- [1] Komputerowy system analizy zakłóceń ruchowych urządzeń walcowni, opis założeń. B. P. H. Biprohut Gliwice, grudzień 1978.
- [2] H. Więcek, St. Duraj; System diagnostyki uszkodzeń walcowni WCB 2000 Huty "Katowice", Biuletyn Techniczny "Mera" nr 8, 1978.
- [3] System analizy zakłóceń walcowni WCB 2000 Huty "Katowice". Instytut Systemów Sterowania, Katowice, marzec 1980.
- [4] System mikrokomputerowy MERA 60, DTR, Instytut Systemów Sterowania, Katowice, 1979.



dr inż. KRZYSZTOF KARDACH
 prof. dr hab. ZDZISŁAW KARKOWSKI
 Instytut Metrologii Elektrycznej
 Politechniki Wrocławskiej

PRÓBA OKREŚLENIA OBSZARU ZASTOSOWAŃ UKŁADÓW KALKULATOROWYCH W APARATURZE POMIAROWEJ

Pod nazwą układ kalkulatorowy autorzy rozumieją układ I.SI lub VI.SI stosowany głównie w kalkulatorach kieszonkowych i charakteryzujący się następującymi specyficznymi cechami [9]:

- wprowadzanie informacji wejściowej / dane, operandy, rozkazy / następuje poprzez zwieranie punktów węzłowych prostokątnej siatki przewodników $\{Y, D\}$ / rys. 1 /.
- wyprowadzenie informacji odbywa się za pomocą cyfrowego pola odczytowego, złożonego ze wskaźników segmentowych pobudzanych kolejno /sekwencyjnie/ z odpowiednio dużą częstotliwością powtarzania.

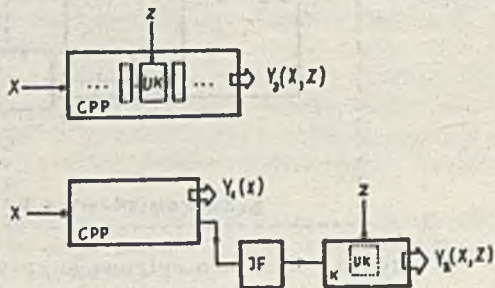
Układ kalkulatorowy /UK/ może być stosowany w aparaturze pomiarowej do różnorodnego przetwarzania danych pomiarowych, przy czym można wyróżnić dwa sposoby współpracy UK w urządzeniu czy systemie pomiarowym:

- włączenie UK do struktury wewnętrznej przyrządu /rys. 2a/, który nie może w ogóle działać bez tego układu;

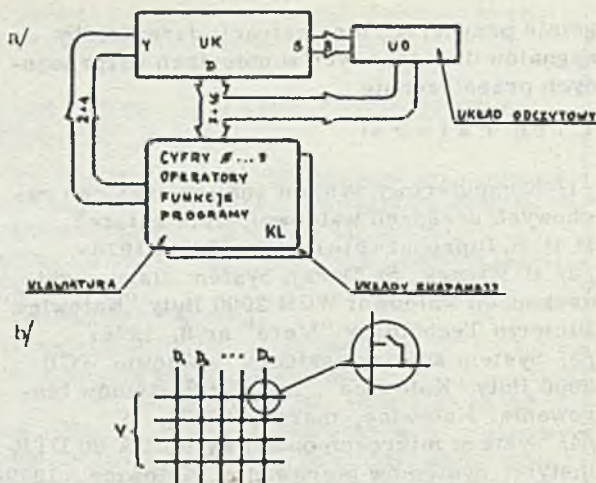
- dołączenie UK /lub kompletnego kalkulatora/ do wyjścia przyrządu za pośrednictwem odpowiedniego układu interfejsu /rys. 2b/.

W tym przypadku zarówno przyrząd jak i kalkulator mogą działać niezależnie, ale ich wzajemna współpraca pozwala na poprawę parametrów metrologicznych i eksploatacyjnych zestawu.

W niniejszym artykule omówiony zostanie tylko przypadek pierwszy odnoszący się do przy-



Rys. 1. Ilustracja przyjętej definicji układu kalkulatorowego.



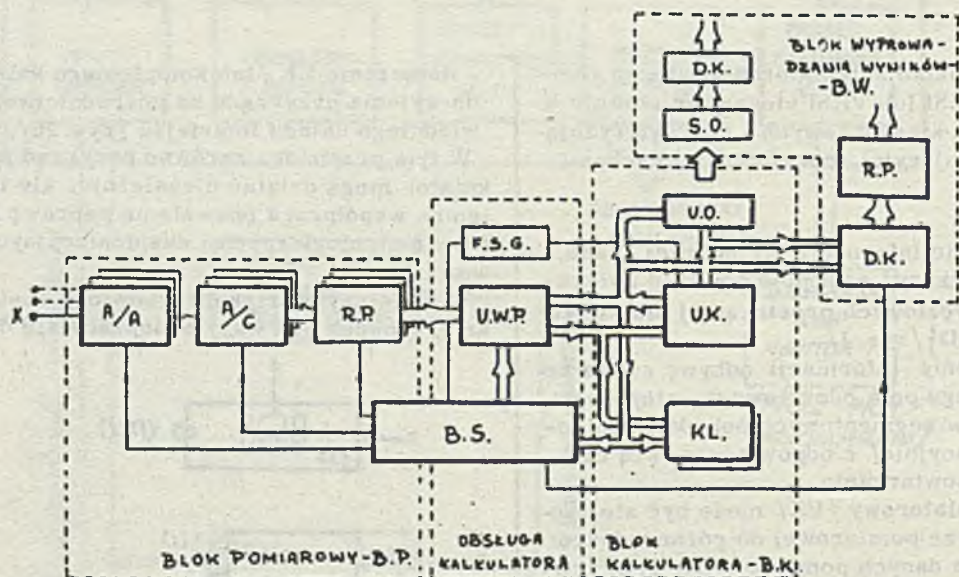
Rys. 2. Podstawowe sposoby zastosowania układów kalkulatorowych dla potrzeb aparatury pomiarowej. CPP - cyfrowy przyrząd pomiarowy, IP - blok interfejsu, K - kalkulator, UK - układ kalkulatorowy.

rzędów pomiarowych z wewnętrznym przetwarzaniem danych, czyli tzw. inteligentnych przyrządów pomiarowych. W strukturze takiego przyrządu /rys. 3/ można wyróżnić blok pomiarowy BP, blok kalkulatora BK oraz blok sterowania BS z układem wprowadzania danych UWD, zwanym często elektroniczną klawiaturą. Wprowadzenie informacji pomiarowej w innej postaci niż wizualna wymaga zastosowania specjalnego bloku wyprowadzania wyników BW sprzężonego z UK w sposób elektryczny lub optyczny. Jest to jednak zawsze rozwiązanie skomplikowane i drogie. Praktyka pokazuje, że w takich przypadkach lepiej stosować układy mikroprocesorowe.

Wprowadzenie UK do struktury przyrządu pomiarowego pozwala na zrealizowanie następujących funkcji:

- Przeliczenie wyników pomiarów w różnych układach jednostek. Zastosowanie UK jest szczególnie efektywne, jeśli współczynnik przeliczeniowy zawiera liczbę π , umieszczoną z reguły w pamięci stałej kalkulatora.
- Dopasowanie zakresowe bloku pomiarowego do przetwornika wejściowego, zwłaszcza w urządzeniach wielokanałowych lub wielofunkcyjnych czy wieloprzetwornikowych.
- Przeprowadzenie linearyzacji charakterystyk torów pomiarowych i korekcji błędów systematycznych, wnoszonych do wyników pomiarów przez bloki i przetworniki pomiarowe.
- Wykonanie pomiarów wielkości złożonych typu $Y = Y / X$ / przez pomiar bezpośredni wartości parametrów X , i wyliczenie wartości funkcji Y .
- Przeprowadzenie obróbki statystycznej wyników pomiarów, a przede wszystkim wskazywanie uśrednionych wartości wielkości mierzonych i wybranego parametru statystycznego szeregu pomiarowego.

Pozostawienie klawiatury kalkulatorowej w inteligentnym przyrządzie pomiarowym /por. rys. 3/, rozszerza znacznie możliwości urządzenia szczególnie jeśli UK "dysponuje" wieloma funkcjami specjalnymi, licznymi rejestrami pamięci lub też pozwala na swobodne programowanie procesu obliczeniowego za pomocą ww. klawiatury. Istotnym ograniczeniem w zastosowaniach układów kalkulatorowych w aparaturze pomiarowej jest niewielka szybkość ich działania, powodująca że wynik końcowy pomiaru przekazywany jest obserwatorowi w najlepszym przypadku po kilkuset milisekundach od zakończenia właści-



Rys. 3. Struktura cyfrowego przyrządu pomiarowego z zastosowaniem układu kalkulatorowego. BS - blok sterowania, DK - dekodery, F.S.G. - formowanie sygnału "gotów", KL - klawiatura, UO - układ odczytowy, UWP - układ wprowadzania poleceń, RP - rejestry pośrednie.

ciwego procesu pomiarowego. Minimalny czas zwarcia styku klawiatury jest zwykle rzędu 10 ms, wykonanie prostych operacji matematycznych trwa $100 \div 400$ ms, działania z zaangażowaniem pamięci wymagają czasu $100 \div 150$ ms, a obliczenia z wykorzystaniem niektórych funkcji specjalnych /funkcje hiperboliczne, n!/ nawet paru sekund. Należy też pamiętać, że po każdym przyjęciu danej czy rozkazu, a także po wykonaniu poleconego działania UK nie jest przygotowany do przyjęcia następnej informacji, a czas karencji, zależny od rodzaju i egzemplarza zastosowanego układu, zawiera się w granicach $50 \div 200$ ms [12].

Dodatkową trudność dla konstruktora inteligentnej aparatury pomiarowej stanowią stosunkowo duże rozrzuty czasów działania występujące w różnych egzemplarzach tego samego typu UK. Jak wynika z danych katalogowych [12] i wykonanych pomiarów [5] czasy te mogą się różnić $3 \div 5$ razy, co należy koniecznie uwzględnić przy projektowaniu urządzeń przeznaczonych do produkcji fabrycznej. Konstruktorzy krajowi, pragnący oprzeć swe rozwiązania wyłącznie na krajowych elementach elektronicznych, natrafiają na poważną barierę asortymentową. Obecnie w Polsce oferowany jest tylko jeden typ UK a mianowicie UCY 74007 [12]. Jego możliwości [11] sprowadzają się do wykonywania podstawowych operacji arytmetycznych na liczbach w zapisie zmiennoprzecinkowym, z ewentualnym wykorzystaniem jednego rejestru pamięci, operacji ze stałą i ustalenia położenia przecinka. Układ ten nie wytwarza sygnału "gotowości", ale wygaszanie pola odczytowego na czas wykonywania operacji pozwala na łatwą eliminację tej wady [1, 11]. Innym poważnym mankamentem jest brak na rynku krajowym układów do trwałego zapisu programu [12], np. pamięci EPROM. Zastosowanie do tego celu matryc diodowych czy multiplekserów [1, 4, 5, 6] ogranicza opłacalną długość programów sterujących praktycznie do 32, a często nawet do 16 kroków [1].

Mimo tych trudności powstał w Polsce cały szereg interesujących opracowań przyrządów pomiarowych z zastosowaniem UK. W najprostszych urządzeniach UK jest wykorzystywany jako element zliczający i przeliczający [3, 4, 5, 6] lub jako układ pośredniczący we wprowadzaniu danych do urządzenia [1]. Zostały też podjęte próby opracowania uniwersalnej jednostki arytmetyczno-logicznej dla potrzeb miernictwa cyfrowego [2] oraz jej wykorzystania w pomiarach częstotliwości i fazy [8]. W automatycznym spirometrze [7, 10] zastosowany został UK jako jednostka obliczająca i sterująca ekspozycją wyników.

UK próbowano również stosować jako elementy złożonych bloków sterujących /kontrolerów/, a także jako układy obliczania kosztu w auto-

matycznych wagach sklepowych. W większości przypadków dawały jednak znać o sobie ww. ograniczenia i trudności, których przynajmniej częściowe przewyciężenie wymaga rozszerzenia asortymentu UK i układów uzupełniających szczególnie pamięci typu EPROM, na rynku krajowym, jak również przeprowadzenia dalszych prac badawczych i rozwojowych.

I t e r a t u r a :

- [1]. K. Cal, J. Janiczek, K. Jellonek: System kontrolno-pomiarowy do kontroli procesów technologicznych przy produkcji mierników analogowych. Raporty Instytutu Metrologii Elektrycznej Politechniki Wrocławskiej /IME/, nr 123, 1977.
- [2]. A. Drozd: Opracowanie jednostki arytmetycznej do przyrządów pomiarowych na bazie układu kalkulatorowego. Praca dyplomowa, IME, 1977.
- [3]. K. Jellonek: Zastosowanie elementów kalkulatora K-764 do konstrukcji przyrządów pomiarowych, PAK nr 8, 1978.
- [4]. K. Jellonek, B. Juroszek: Niektóre zastosowania układów kalkulatorowych w aparaturze pomiarowej. Konferencja "Zastosowanie mikroprocesorów i układów kalkulatorowych w automatyce i pomiarach", Warszawa, 1980.
- [5]. B. Juroszek: Badanie możliwości zastosowania układu kalkulatorowego 4204 firmy "Nortec" do konstrukcji częstotłomierza m. cz. Komunikat IME, nr 194, 1977.
- [6]. B. Juroszek, Z. Karkowski: Zastosowanie kalkulatorowych układów LSI w aparaturze pomiarowej. Układy scalone w elektronizacji gospodarki narodowej, seria II, Warszawa, 1979.
- [7]. Z. Karkowski: Digitale Messgeräte mit Datenerarbeitung, Materiały 23 IWK, Seria "Schaltungstechnik und elektronische Messtechnik", TH Ilmenau, 1979.
- [8]. J. Kolanko, P. J. Panow: Pomiar wybranych parametrów sygnałów okresowych z zastosowaniem układu kalkulatorowego. Konferencja "Zastosowanie mikroprocesorów i układów kalkulatorowych w automatyce i pomiarach", Warszawa, 1980.
- [9]. C. Lichodziejewski i in.: Minikalkulatory, Przemysłowy Instytut Elektroniki, Warszawa, 1976.
- [10]. Praca zbiorowa: Spirometr z automatycznym odczytem SA-10. Raporty IME nr 9, 12, Wrocław, 1978.
- [11]. J. Rezler: Zastosowanie struktur kalkulatorowych w układach niestandardowych. Elementy półprzewodnikowe i układy scalone nr 2, Przemysłowy Instytut Elektroniki, Warszawa, 1977.
- [12]. Wydawnictwa firmowe i katalogi: MOS Technology Inc., National Semiconductor, Nortec, Unutra-Cemi.



dr inż. KRZYSZTOF JELLONEK
 dr inż. BARBARA JUROSZEK
 Instytut Metrologii Elektrycznej
 Politechniki Wrocławskiej

NIKTÓRE ZASTOSOWANIA UKŁADÓW KALKULATOROWYCH W APARATURZE POMIAROWEJ

Szeroka produkcja kalkulatorów sprawiła, że ceny ich są niskie, a stosowane tam elementy są przydatne w konstrukcji aparatury pomiarowej. Umożliwia to wyprodukowanie tanich przyrządów pomiarowych, które przez swoje gabaryty i mały pobór mocy są bardzo wygodne dla użytkownika. W przyrządach tych wykorzystuje się podstawowe zespoły funkcjonalne kalkulatora, takie jak:

- jednostka arytmetyczna, która realizuje operacje arytmetyczne oraz umożliwia pamiętanie wyników przeliczeń,
- klawiatura, za pomocą której wprowadza się dane do jednostki arytmetycznej lub wybiera operacje, które ma realizować układ kalkulatorowy,
- pole odczytowe, które umożliwia kontrolę wprowadzonych do układu danych oraz odczyt wyniku operacji.

W celu wykorzystania kalkulatora lub jego bloków funkcjonalnych niezbędne jest uzupełnienie nowej struktury przyrządu o dodatkowe bloki, takie jak:

- licznik impulsów lub rejestr,
- pamięć danych i pamięć programu,
- układ sterowania kalkulatora.

Kalkulator może pełnić w przyrządzie pomiarowym różne funkcje pracując jako:

- blok przeliczający w układzie automatycznym, gdzie dane do przeliczeń gromadzone są w trakcie procedur pomiarowych, zaś układ

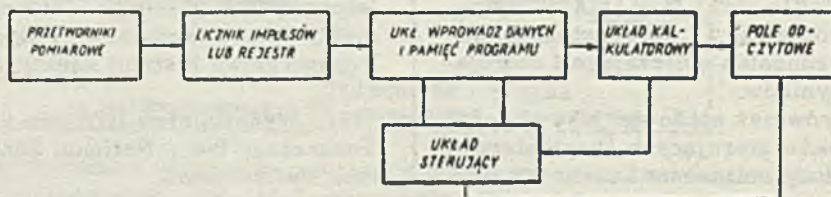
sterujący zarządza wpisem danych, wyborem rodzaju wykonywanych operacji arytmetycznych i ekspozycją końcowych wyników obliczeń na polu odczytowym,

- blok przeliczający w układzie półautomatycznym, gdzie dane do przeliczeń gromadzone są w trakcie procedur pomiarowych zaś wpis danych dodatkowych oraz wybór rodzaju wykonywanych operacji arytmetycznych następuje poprzez klawiaturę zewnętrzną kalkulatora.

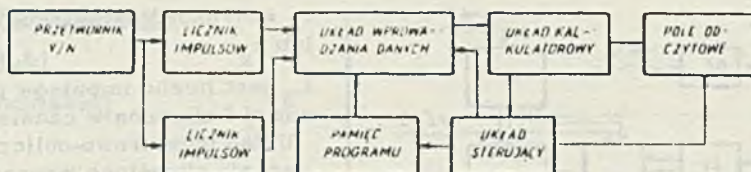
Schemat blokowy struktury uniwersalnej przyrządu pomiarowego współpracującego z kalkulatorem przedstawia rys. 1.

Przykładem wykorzystania kalkulatora w konstrukcji przyrządu pomiarowego jest spirometr z automatycznym wyliczaniem parametrów wentylacji płuc, którego schemat blokowy ilustruje rys. 2.

Zadaniem kalkulatora jest wykonanie operacji dzielenia na dwóch wartościach zmierzonej wcześniej objętości gazu V i $V/t=1s/$, a także wyliczenia odwrotności wartości odcinka czasu $\Delta t / \Delta t_{\max}$ odpowiadającego odcinkowi czasu, w którym objętość V zmieni się z poziomu 0,2 do 1,2 dm³. Prócz tego kalkulator wykorzystuje się do obliczeń /na podstawie zgromadzonych w trakcie pomiaru danych oraz danych i instrukcji wprowadzonych przez operatora z klawiatury zewnętrznej/ parametrów należnych dla danego pacjenta oraz parametrów procentowych.



Rys. 1. Schemat blokowy przyrządu pomiarowego z kalkulatorem



Rys. 2. Schemat blokowy spirometru automatycznego

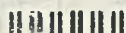
Drugim przykładem przyrządu współpracującego z kalkulatorem jest miernik tętna. Działa on w ten sposób, że mierzy odcinek czasu pomiędzy kolejnymi uderzeniami serca /chwilowy pomiar okresu/. Układ kalkulatorowy liczy odwrotność $1/T$, która odpowiada częstotliwości uderzeń serca a także sprowadza wynik do wartości ilości uderzeń na minutę.

Układy kalkulatorowe mogą także znaleźć zastosowanie w budowie miernika ciśnienia, kardiografu, relaksometru, licznika ciątek krwi itd. jako elementy przeliczające i eksponujące wyniki. Jednak dla szerszego wykorzystania ich w konstrukcji przyrządów pomiarowych niezbędne są multipleksery MOS oraz do-

brze czytelne pole odczytowe dostosowane do współpracy z kalkulatorem.

L i t e r a t u r a :

- [1]. K. Jellonek: Zastosowanie układów kalkulatorowych w konstrukcji aparatury pomiarowej. PAK 8/1977.
- [2]. K. Jellonek, B. Jurosek: Primenenie kalkuljatornych schem w konstrukcii izmeritelnoj apparatury. Konf. VMEI, Sofia, 1978.
- [3]. Z. Karkowski: Digitale Messgeräte mit Datenverarbeitung. W. K. T. H. Ilmenau, 1978.
- [4]. J. Rezler: Zastosowanie struktur kalkulatorowych w układach niestandardowych. Elementy półprzewodnikowe i układy scalone. PIE 2/1977.



mgr inż. JERZY KOLANKO
Instytut Metrologii Elektrycznej
Politechniki Wrocławskiej
inż. PLAMEN IWANOW PANOW
Instytut Priborostrojenija
Sofia

POMIAR WYBRANYCH PARAMETRÓW SYGNAŁÓW OKRESOWYCH Z ZASTOSOWANIEM UKŁADU KALKULATOROWEGO

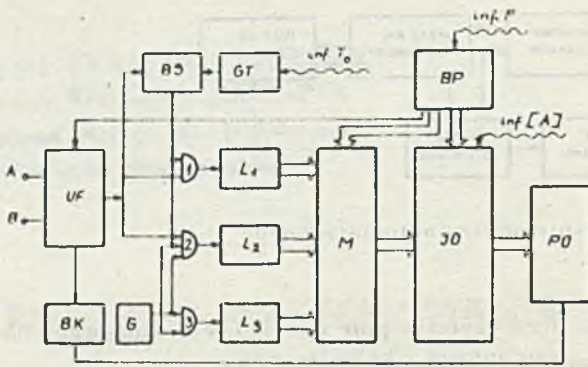
W komunikacie przedstawiono metodę pomiaru średniej wartości częstotliwości, okresu, przesunięcia fazowego i współczynnika wypełnienia dla sygnałów okresowych z zastosowaniem układu kalkulatorowego. Ideą przewodnią metody jest możliwe optymalne dopasowanie urządzenia pomiarowego do badanego zjawiska w celu uzyskania informacji pomiarowej obciążonej minimalną ilością błędów pomiarowych. Podstawowymi założeniami metody są:

1. Prawie stały określony przez obserwatora czas pomiaru /uśredniania/
2. Synchronizacja początku i końca pomiaru z sygnałem mierzonym

$$\left. \begin{aligned} T_p &= T_0 + \Delta T \\ T_p &= n \cdot T_x \\ \Delta T &\in (0, T_x) \end{aligned} \right\} //$$

gdzie:

- T_p - rzeczywisty czas pomiaru
- T_0 - zadany czas pomiaru
- T_x - okres sygnału mierzonego



Rys. 1. Schemat blokowy układu do pomiaru parametrów f_x , T_x , φ_x , k_x

Sygnalem podstawowym wykorzystywanym do pomiaru jest przebieg złożony z impulsów, których częstotliwość równa jest częstotliwości f_x mierzonych przebiegów a czas trwania impulsów jest proporcjonalny do współczynnika wypełnienia jednego sygnału lub różnicy faz między dwoma sygnałami. Cyfrowy pomiar średniej wartości f_x , T_x , φ_x , k_x polega na zliczeniu liczby impulsów proporcjonalnej do f_x , T_x , φ_x lub k_x w prawie stałym czasie pomiaru określonym warunkiem /1/ oraz zliczeniu impulsów wzorcowych, których liczba proporcjonalna jest do czasu pomiaru.

Wartości mierzonych parametrów określone są wzorami 2, 3, 4:

$$f_x = \frac{L_1}{L_3} \cdot f \quad /2/$$

gdzie:

f - częstotliwość wzorcowa

$$T_x = \frac{L_3}{L_1} \cdot T \text{ lub } T_x = \frac{1}{f_x} \quad /3/$$

$$k_x \cdot \varphi_x = \frac{L_2}{L_3} \cdot A \quad /4/$$

gdzie:

$A = 360^\circ$ lub 2 rd lub 1 ,

L_1 jest liczbą impulsów powtarzających się z częstotliwością f_x zliczoną w czasie pomiaru T_p ,

L_2 jest liczbą impulsów w paczkach o częstotliwości wzorcowej f zliczoną w czasie pomiaru

T szerokość paczki jest proporcjonalna do φ_x lub k_x .

L_3 jest liczbą impulsów o częstotliwości wzorcowej f zliczoną w czasie pomiaru T .

Układ pomiarowo-obliczeniowy realizujący operacje określone wzorami 2, 3, 4 przedstawiony jest na rys. 1.

UF - układ formowania impulsów,

BK - blok kontroli,

G - generator częstotliwości wzorcowej f ,

BS - blok synchronizacji,

GT - generator czasu pomiaru T_0 ,

L_1, L_2, L_3 - liczniki

M - multiplexer wprowadzania danych

JO - jednostka obliczeniowa układ kalkulatorowy,

BP - blok programu,

PO - pole odczytowe.

Linia falistą zaznaczono miejsca wprowadzania niezbędnych informacji przed rozpoczęciem pomiaru. Układ formujący formuje sygnał pomiarowy zależnie od wybranej funkcji wprowadzonej do bloku programu. Blok kontroli ma za zadanie informować poprzez pole odczytowe o nieprawidłowości funkcjonowania układu formującego. Czas pomiaru można zaprogramować przez ustawienie parametrów generatora T . Liczniki L_1, L_2, L_3 zliczają odpowiednie liczby impulsów. Po zakończeniu pomiaru, zawartości liczników są przepisywane do rejestrów układu kalkulatorowego, a następnie wykonywane są działania według zaprogramowanej funkcji F .

Do właściwości metody można zaliczyć:

- małą zależność błędu dyskretyzacji od mierzonych wartości parametru,

- wybór wielkości mierzonej przez zmianę programu,

- możliwość jednoczesnego pomiaru f_x , T_x , k_x , φ_x w tym samym odcinku czasu.

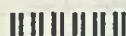
Krótką analizą błędów metody przedstawiona jest w pracy [1].

L i t e r a t u r a:

[1] J. Kolanko, P. I. Panow: Pomiar wybranych parametrów sygnałów okresowych z zastosowaniem układu kalkulatorowego. Raport serii Preprinty nr 48/1980, Politechnika Wrocławska.

[2] B. Kalinowski: Uogólnione miary niestabilności okresu drgań, Praca doktorska, Politechnika Warszawska 1979.

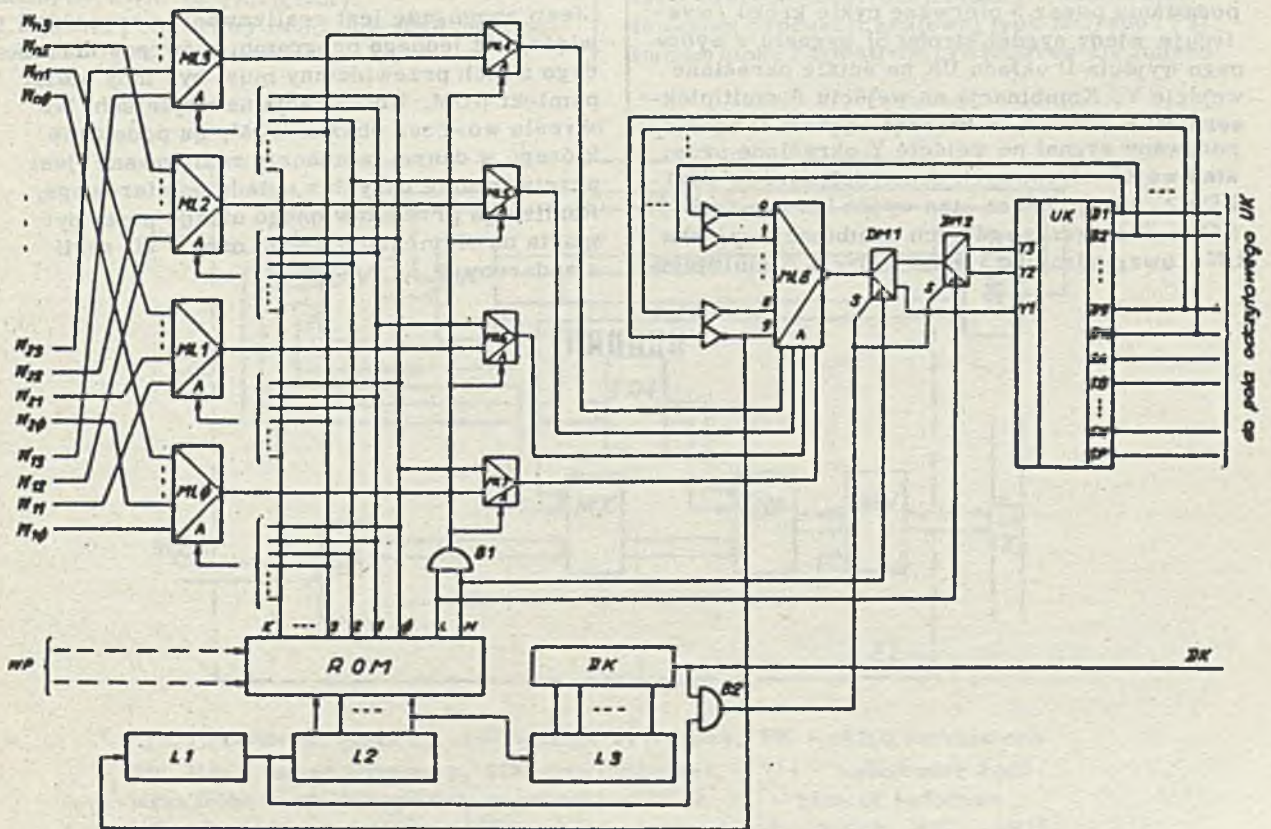
[3] M. Woźniak: Układ do cyfrowego pomiaru średniej wartości przesunięcia fazowego, pat. nr 91904, 1977.



ZASTOSOWANIE UKŁADU KALKULATOROWEGO DO PRZETWARZANIA DANYCH POMIAROWYCH

W wielu przypadkach, szczególnie tam gdzie istnieje konieczność wykonywania prostych operacji arytmetycznych na danych cyfrowych otrzymanych z układu pomiarowego, a przede wszystkim tam, gdzie wynik ma być wyświetlany na wskaźniku cyfrowym, celowe jest wykorzystywanie obwodów scalonych dużej skali integracji, przeznaczonych zasadniczo do kalkulatorów. Do układu scalonego kalkulatora są

wówczas wprowadzane sekwencyjnie dane cyfrowe z układu pomiarowego i zadawane są do zrealizowania przez układ wymagane operacje. Poszczególne kroki do uzyskania wyniku wykonywane są na podstawie programu pracy zapisanego w pamięci ROM. Poniżej podany układ wykorzystujący układ kalkulatorowy MCY74007 zastosowano w częstotliwościomierzu, w którym dokonuje się pomiaru okresu mierzzonego



Rys. 1. Schemat logiczny układu przetwarzania

sygnału i na tej podstawie oblicza częstotliwość. Uzyskuje się dzięki temu - co jest szczególnie ważne przy małej częstotliwości sygnału mierzonego - dużą dokładność wskazania częstotliwości przy czasie pomiaru ograniczającym się do jednego okresu. Z innych możliwych zastosowań przedstawianego układu należy wymienić obliczanie odchyłki, lub procentowej odchyłki jakiegoś parametru względem wartości zadanej, mnożenie przez stałe lub zadawane współczynniki oraz wiele innych, wynikających z możliwości obliczeniowych ww. układu kalkulatorowego.

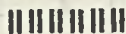
Schemat logiczny układu do przetwarzania danych z układu pomiarowego przedstawiono na rys. 1. Można tu wyróżnić pamięć ROM, w której zapisane są poszczególne kroki algorytmu wprowadzania danych do układu scalonego kalkulatora UK. Dane z układu pomiarowego i nastawników cyfrowych /jeśli takie występują/ podawane są w kodzie BCD /n cyfr/ na wejścia $W_{10} \text{ f } W_{n3}$ czterech multiplexerów n wejściowych $ML_0 \text{ + } ML_3$. Przez jeden krok pracy układu rozumieamy 6 cykli pracy UK wyznaczanych przez licznik L1. Liczba stanów L2 jest równa liczbie kroków potrzebnych do uzyskania wyniku na polu odczytowym UK. Przy stanie zero licznika L3 /wyróżnianym przez DK/ realizowane jest wprowadzanie danych do UK. Jeden krok pracy układu to wprowadzenie do UK - poprzez wejście Y1 - jednej cyfry, lub zadanie do zrealizowania przez UK - poprzez wejście Y2 lub Y3 - określonej operacji. Polega to na podawaniu przez 3 pierwsze cykle kroku /występuje wtedy sygnał strobu S/ sygnału z wybranego wyjścia D układu UK na ściśle określone wejście Y. Kombinacja na wejściu A multiplexera MLS określa, z którego wyjścia D będzie podawany sygnał na wejście Y, określone przez stan wejść adresowych demultiplexerów DM1 i DM2, a więc przez stan wyjść LN pamięci ROM. Dla poszczególnych kombinacji sygnałów LN - uwzględniając że na wejścia A multiplex-

sera MLS podawany jest sygnał poprzez multiplexery $ML_4 \text{ f } ML_7$ - występuje więc:

L	N	Funkcja realizowana w danym kroku
0	0	Wpis poprzez wejście Y3 operacji do wykonania przez UK określonej kombinacją na wyjściach 0 ÷ 3 pamięci ROM.
0	1	Wpis poprzez wejście Y2 operacji do wykonania przez UK określonej kombinacją na wyjściach 0 ÷ 3 pamięci ROM.
1	0	Wpis do UK poprzez wejście Y1 cyfry podawanej na wyjściach 0 ÷ 3 pamięci ROM.
1	1	Wpis do UK cyfry podawanej na grupę wejść $W_{x0} \text{ f } W_{x3}$; x - liczba podawana na pozycjach 0 ÷ 3 pamięci ROM.

Dla stanów licznika L3, różnych od zera, nie może być podawany sygnał na żadne z wejść Y układu UK /sygnał S=0/. Realizowane jest w tym czasie na polu odczytowym UK wyświetlanie wyniku zrealizowanych obliczeń. Liczba stanów L3 określa zatem czas wyświetlania wyniku, a tym samym czas po upływie którego nastąpi kolejny cykl przetwarzania danych z układu pomiarowego. Przygotowanie danych do kolejnego cyklu przetwarzania odbywa się w czasie wyświetlania wyniku na polu odczytowym UK. Inicjowane jest ono wystąpieniem zera na wyjściu DK.

Jeśli wymagane jest realizowanie przez układ więcej niż jednego programu, wówczas dla każdego z nich przewidziany musi być inny obszar pamięci ROM. Kombinacja na wejściach WP określa wówczas obszar ROM, na podstawie którego w danym momencie realizowane jest przetwarzanie danych z układu pomiarowego. Realizacja przedstawionego układu może być oparta na elementach CMOS oraz TTL serii standardowej.



WYKORZYSTANIE UKŁADU KALKULATOROWEGO W BLOKU ZLICZANIA IMPULSÓW SYSTEMU TELEMECHANIKI TM - 11

W systemach telemechaniki często wylania się problem zdalnego pomiaru ilości medium /np. zużycia energii elektrycznej, ilości wody, gazu/, pomiaru czasu pracy urządzeń lub liczby ich załączeń. Do tego celu w systemie telemechaniki TM-11 [1] przeznaczony jest blok ZI. Przy opracowywaniu tego bloku przyjęto następujące wymagania:

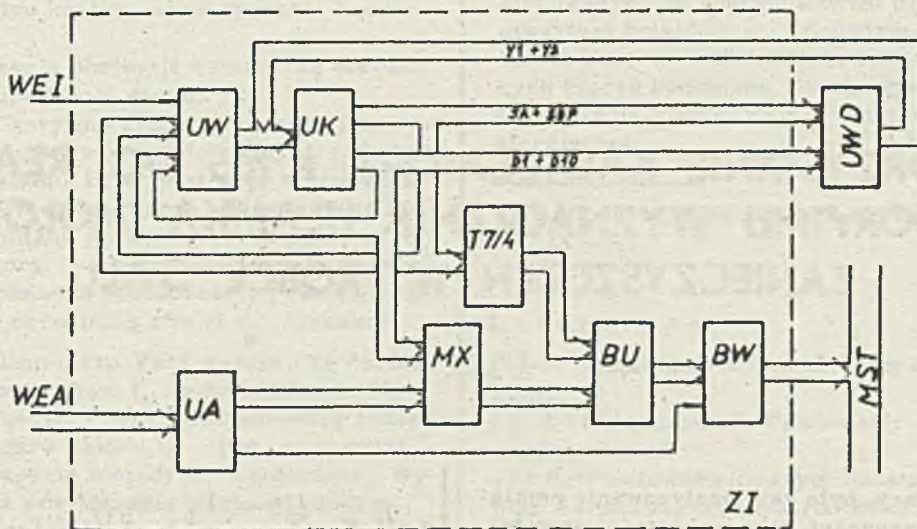
1. Stan licznika pomiarowego, mieszczącego się w bloku ZI, powinien bezpośrednio odpowiadać mierzonej wielkości w przyjętych jednostkach /np. kWh, m³/h, h, itd./.
2. Licznik pomiarowy musi posiadać dużą pojemność /przyjęto sześć dekad/.

3. W przypadku przepelnienia licznika pomiarowego powinno nastąpić jego wyzerowanie i przygotowanie do dalszej pracy.

4. Na polecenie z systemu powinno nastąpić przekazanie stanu licznika pomiarowego na magistralę zestawu stacji terenowej.

5. Licznik pomiarowy musi posiadać zasilanie buforowe dla zabezpieczenia jego zawartości przed wymazaniem w przypadku braku zasilania stacji terenowej.

Aby sprostać tym wymaganiom postanowiono zastosować, w konstrukcji bloku ZI, układ kalkulatorowy produkcji krajowej typu MC74007 [2]. Budowę bloku ZI ilustruje rys. 1. Okres zliczanych



Rys. 1. Schemat bloku ZI. UW - układ wejściowy, UK - układ kalkulatorowy, UA - układ adresowy, MX - multiplexer, T7/4 - transkoder kodu wskaźnika siedmiosegmentowego na kod BCD, BU - pamięć buforowa, BW - bramki wyjściowe, UWD - układ wprowadzania danych, WEI - wejście impulsów, WEA - wejście adresowe, MST - magistrala zestawu stacji terenowej.

impulsów w bloku ZI /wejście WEI/ nie powinien być krótszy od kilkuset milisekund, co wynika z własności elementu MC74007. Pomiar bezpośrednio w przyjętych jednostkach z reguły wymaga wprowadzenia określonego mnożnika, co można też zrealizować przez dodawanie określonej stałej przy każdym impulsie. Wykorzystano możliwość wykonywania przez układ kalkulatorowy operacji ze stałą. Upraszcza to znacznie sterowanie; realizacja dodawania stałej do zawartości rejestru wskaźnika wymaga tylko jednej operacji "=" . Stała /dla bloku ZI/ może przyjmować wartości równe lub większe od 0,01. Wynika stąd, że maksymalna pojemność bloku /licząc w impulsach wejściowych/ wynosi $10^8 - 1$. Układ wejściowy /UW/ steruje zliczaniem impulsów przez UK. W przypadku wykrycia przepięcia rejestru wskaźnika, pełniącego rolę licznika pomiarowego, realizuje algorytm polegający na zerowaniu układu kalkulatorowego /operacja "C/CE"/ i odczytaniu z pamięci wartości stałej /operacja "MR"/. Kolejne /przy każdym impulsie wejściowym/ wykonywanie operacji "=" powoduje zwiększanie zawartości rejestru wskaźnikowego o wartość przyjętej stałej.

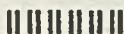
Ponieważ zmiana zawartości rejestru wskaźnika może nastąpić w dowolnym momencie, powstała konieczność wprowadzenia informacji z UK do pamięci buforowej /BU/. Stan tej pamięci

ci jest ciągle uaktualniany, przy czym operacja zapisu sterowana jest poprzez układ multipleksera /MX/ impulsami wskaźnikowymi /D2 do D7/. Transkoder /T7/4/ zamienia informację z szyny segmentowej /SA do SDP/ podaną w kodzie wskaźnika siedmiosegmentowego na kod BCD. W systemie TM-11 przyjęto słowo o długości 8 bitów. Z tego wynika, że transmisja wyniku pomiaru przedstawionego w kodzie BCD wymaga trzech słów, natomiast w kodzie wskaźnika siedmiosegmentowego sześciu słów. Czytanie Bloku ZI polega na kolejnym podawaniu trzech adresów tego bloku, co powoduje zablokowanie wpisu do pamięci buforowej i kolejne wysyłanie informacji z BU /po dwie cyfry dziesiętne/ przez bramki wyjściowe /BW/ na magistralę zestawu stacji terenowej /MST/.

Przygotowanie bloku ZI do pracy i sprawdzenie działania realizowane jest za pomocą układu wprowadzania danych /UWD/ podłączonego do ZI poprzez gniazdo umieszczone na jego płycie czołowej.

L i t e r a t u r a :

- [1] R. Mielcarek: Prace Uczelnianej Sesji Naukowej Młodych Pracowników Politechniki Poznańskiej, str. 226, WPP, Poznań 1978.
- [2] K. Badźmirowski, J. Pienkos, W. Piestrzyński: Cyfrowe układy MOS-LSI, WKŁ, Warszawa 1979 r.



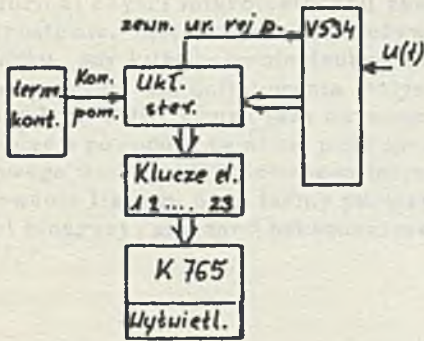
mgr inż. ANDRZEJ PAWŁOWSKI
Instytut Technologii Elektronowej
Politechniki Warszawskiej

WYKORZYSTANIE KALKULATORA K 765 DO REALIZACJI ALGORYTMU WYZNACZANIA UŁAMKA MOLOWEGO ZANIECZYSZCZEŃ W PRÓBCE GALU

Celem pracy było zautomatyzowanie pomiarów zanieczyszczeń galu o czystości powyżej 99,99%. Pomiaru te wykonywane były metodą kriometryczną dynamiczną bez mieszania [1]. W wyniku badań nad procesem topnienia próbek galu i po uwzględnieniu konkretnych warunków pomiarowych, otrzymano następującą postać algorytmu obliczania ułamka molowego zanieczyszczeń galu x [2].

$$x = \left(1 + K \sum_{i=1}^{i=n} \frac{U_i - U_0}{92,8} \right) (U_n - U_0) K \cdot 1,833 \cdot 10^{-6}$$

gdzie: $K=1, 3, 10$ jest to stała, której wartość ustalana jest przed pomiarem, a $U_0, U_i / i=1, 2, \dots, n/$ są to kolejne wartości napięcia przedstawione w postaci 0,abcd /a,b,c,d ∈ {0,1...9}/. Schemat blokowy urządzenia realizującego ten algorytm przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy układu realizacji algorytmu kriometrycznego.

Do budowy układu działającego wg algorytmu kriometrycznego zastosowano w charakterze jednostki arytmetycznej, pamięci i sterowania wyświetlaczem układ kalkulatora K765 /prod. Unitra/^x. Mechaniczną klawiaturę kalkulatora zastąpiono kluczami elektronicznymi wykonanymi z transoptorów CQ11BP [3]. Dzięki temu bramkowanie sygnałów sterujących klucze mogło być zastąpione przez bramkowanie wspólnego dla wszystkich kluczy zasilania. Pozostałe bloki układu zbudowano z układów TTL. serii UCY74. Układ pracuje w czasie rzeczywistym, współpracując z woltomierzem cyfrowym V534 /"Meratronik"/ i termometrem kontaktowym. Cały cykl jego pracy można podzielić na trzy części:

- Część pierwsza trwa od uruchomienia układu do momentu t_0 , kiedy to przebieg $U(t)$ zaczyna narastać /rys. 2/.

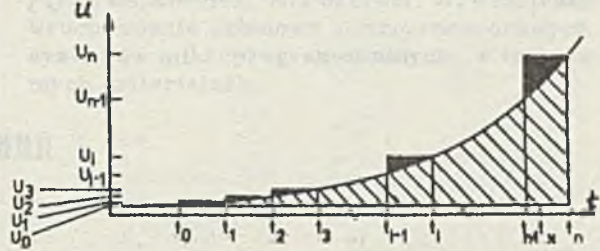
- Część druga - całkowanie, rozpoczyna się w chwili t_1 i kończy w chwili t_2 - po przyjęciu od termometru kontaktowego^x sygnału "Koniec pomiaru".

- Część trzecia obejmuje ostateczną obróbkę uzyskanych uprzednio danych [2].

Realizacja algorytmu kriometrycznego jest kompromisem między wymogiem precyzji pomiaru a prostotą układu. Brak jest więc sterowania układów TTL z wyświetlacza. Eliminuje to konieczność zamiany informacji podawanej na wyjścia kalkulatora z postaci szeregowej na równoległą, ale wprowadza jednocześnie pewną nieoznaczoność w określaniu chwili t_0 . Z zasady

działania woltomierza V534 wynika, że dokładność określania chwili t_0 wynosi ± 60 ms. Moment t_0 wyznaczany jest z dokładnością jednego okresu zegara układu, tj. ± 12 s, co w pełni spełnia wymagania metody doświadczalnej. Wybrana metoda przybliżania wartości całki su-

mą prostokątów sprawia, że wartość całki /rys. 2/, policzona jest z nadmiarem. Przedstawione ograniczenia nie wpłynęły w istotny sposób na precyzję pomiaru, która okazała się wielokrotnie większa od dokładności zastosowanej metody doświadczalnej.



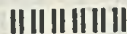
Rys. 2. Część druga cyklu pracy układu realizacji algorytmu kriometrycznego. Obszar zaczerpniony obrazuje uchyb całkowania. Obszar zakreskowany obrazuje wartość rzeczywistą całki. $t_i - t_{i-1} = 12s \pm 120$ ms.

Układ kalkulatora K765 mimo swoich skromnych możliwości nadaje się do wykonywania algorytmów obejmujących cztery podstawowe działania arytmetyczne z użyciem jednej stałej i jednego poziomu nawiasów /przy użyciu pamięci i rozkazu EX - zamiany zawartości rejestrów wejściowych/. W przypadku obróbki danych uzyskanych z wolno przebiegających procesów może pracować w czasie rzeczywistym. Konieczność dekodowania podczas realizacji zadanego algorytmu stanu wyświetlacza praktycznie wyklucza jednak jego użycie. Wyświetlanie informacji polega bowiem nie na wyświetlaniu kolejno cyfr, ale ich segmentów. Klucze elektroniczne sterujące kalkulator wygodnie jest wykonywać w postaci transoptorów sterowanych za pośrednictwem bramek TTL z otwartym kolektorem. Rozwiązanie takie ułatwia bowiem bramkowanie sygnałów sterujących klucze konieczne, jeżeli występuje nakładanie się na siebie zboczy kolejnych sygnałów sterujących.

x/ Kalkulator K765 zawiera układ commodore 897 D.

L i t e r a t u r a :

- [1] A. Książczak; Roczniki Chemii; w przygotowaniu.
- [2] A. Książczak, A. Pawłowski; PAiK; w przygotowaniu.
- [3] A. Pawłowski; Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej, Elektronika nr 3/1979.



WSPOMAGANIE PROGRAMOWANIA MIKROPROGRAMOWALNYCH SYSTEMÓW MIKROPROCESOROWYCH

Jednym z elementów wspomagania programowania mikroprogramowalnych systemów mikroprocesorowych μ^2M jest stworzony w pracowni mikroprocesorów mikromonitor nazwany MIKROM. Jest to program napisany w języku assemblera systemu INTEL i działający w systemie INTEL. Może być wykorzystany do uruchamiania mikroprogramów systemu μ^2M po połączeniu go z podstawowym systemem mikroprocesorowym, zawierającym oprócz CPU 2k bajty pamięci ROM, w której znajduje się MIKROM, 512 bajtów pamięci RAM przeznaczonej na stos i urządzenia zewnętrzne: czytnik, perforator i drukarkę lub monitor ekranowy [1]. MIKROM pozwala na zapisywanie, wyświetlanie oraz wprowadzanie zmian w zapisywalnej pamięci sterowania systemu μ^2M .

Mikromonitor jest programem uniwersalnym, co umożliwia wykonywanie operacji w pamięci sterowania o dowolnej długości słowa mikroinstrukcji i o dowolnej pojemności pamięci. Pozwala to użytkownikowi zapisywać pamięć sterowania systemu o dowolnej konfiguracji. Po zgłoszeniu się mikromonitora użytkownik powinien podać długość słowa mikroinstrukcji, wielkość pamięci sterowania uruchamianego systemu oraz adres bezwzględny początku pamięci sterowania. Długość słowa mikroinstrukcji jest traktowana jako wielokrotność jednego bajtu i do takiej postaci jest zaokrąglana. Innych ograniczeń dotyczących pamięci sterowania nie ma.

Istnieje również możliwość wykonywania operacji na rejestrze mikroinstrukcji. Rejestr mikroinstrukcji jest traktowany jak urządzenie zewnętrzne i aby umożliwić działanie na nim, należy podać adres pierwszego bajtu tego rejestru. Następne bajty mają przydzielone kolejne adresy urządzeń zewnętrznych. Po okreś-

leniu tych parametrów mikromonitor jest przygotowany do współpracy z użytkownikiem.

Funkcje mikromonitora:

- wczytywanie danych w postaci heksadecymalnej do pamięci i do rejestru mikroinstrukcji,
- wyświetlanie zawartości pamięci lub rejestru mikroinstrukcji w postaci heksadecymalnej lub binarnej,
- modyfikacja nibblów /4 bity/ lub poszczególnych bitów słowa mikroinstrukcji lub rejestru mikroinstrukcji,
- przemieszczanie bloku danych pamięci w inny obszar tej pamięci,
- zerowanie określonego obszaru pamięci,
- wyprowadzanie na taśmę papierową zawartości pamięci i wczytywanie tej taśmy do określonego obszaru pamięci,
- wyświetlanie określonych kolumn pamięci sterowania.

Funkcje te są niezbędne w czasie wykonywania podstawowych operacji w pamięci sterowania i umożliwiają uruchamianie prostych mikroprogramów zapisanych w tej pamięci. Obecnie w pracowni mikroprocesorów trwają prace nad mikroassemblerem, który znacznie ułatwi uruchamianie bardziej złożonych mikroprogramów.

Mikroassembler pracuje w dwóch fazach. W pierwszej fazie, nazwanej fazą definiowania, po określeniu długości słowa mikroinstrukcji następuje definiowanie stałych, definiowanie formatu mikroinstrukcji oraz definiowanie formatu części mikroinstrukcji. Służą do tego instrukcje DEF, SUB i EQU. Instrukcja DEF umożliwia definiowanie formatu mikroinstrukcji oraz pozwala ściśle określić pozycję, długość i rodzaj pól mikrośłowa /pole stałe, zmienne, nieokreślane/. Instrukcja SUB defi-

niuje format części mikroinstrukcji zawartej w mikroslowie. Instrukcja ta jest używana w przypadku, gdy kilka mikroinstrukcji zawiera takie same pola. Do definiowania stałych służy instrukcja EQU. Druga faza nazwana fazą assembleracji powoduje zamianę mikroprogramu źródłowego według zdefiniowanego formatu i generowanie listingu oraz taśmy papierowej w postaci binarnej /standard heksadecymalny lub BNF/.

Opisany mikroassembler jest uniwersalnym narzędziem przy programowaniu systemów mikroprogramowalnych i może być użyty do współpracy z dowolnym systemem μ^M .

L i t e r a t u r a :

[1] J. Łapkiewicz, A. Pokorski, A. Wiskirski: Uruchamianie układowe mikroprocesorowych systemów mikroprogramowalnych, w tych samych materiałach.



mgr inż. JERZY ŁAPKIEWICZ
mgr inż. ADAM POKORSKI
mgr inż. ANDRZEJ WISKIRSKI
OBR Elektronicznych Układów
Specjalizowanych - Toruń

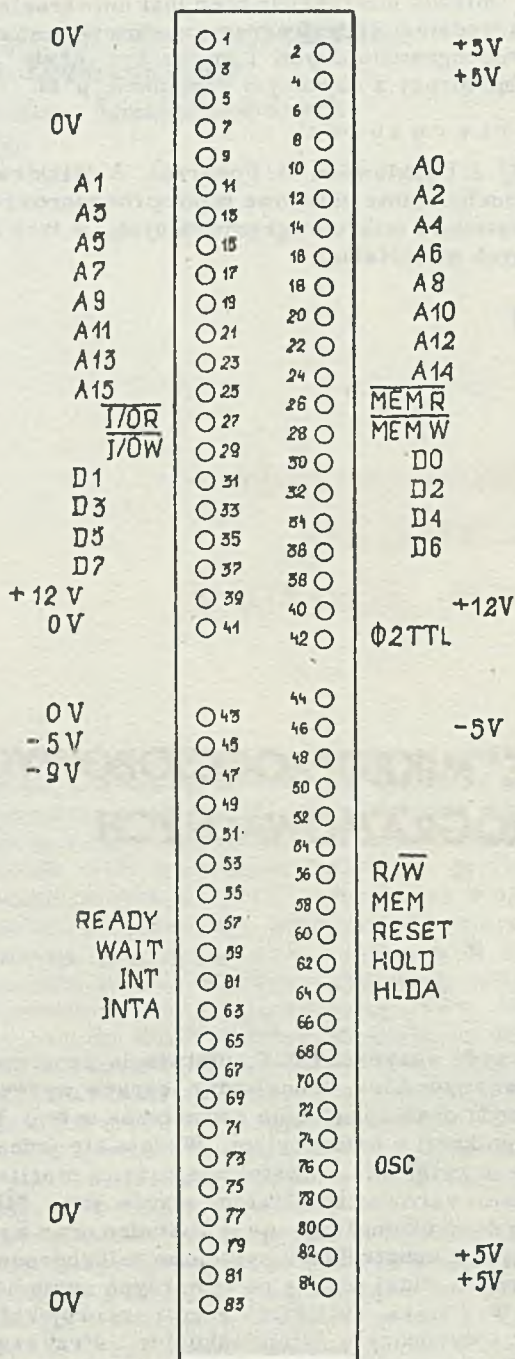
URUCHAMIANIE UKŁADOWE MIKROPROCESOROWYCH SYSTEMÓW MIKROPROGRAMOWALNYCH

Przełom w technice cyfrowej jakim było pojawienie się układów LSI, a przede wszystkim mikroprocesorów pociągnął za sobą powstanie specjalnych metod i urządzeń do uruchomienia systemów cyfrowych. Wśród tych środków zwraca uwagę szerokie zastosowanie analizatorów stanów oraz specjalizowanych urządzeń typu MDS /microcomputer development system/. Istnieje wiele typów analizatorów stanów charakteryzujących się różnymi sposobami przedstawiania informacji: w postaci przebiegów czasowych, w postaci zero-jedynkowej, w postaci zakodowanej heksadecymalnie lub oktalnie. Powstały też analizatory przystosowane do określonych typów systemów mikroprocesorowych, w których działanie mikroprocesora przedstawiane jest w kodzie symbolicznym.

W urządzeniach typu MDS zwraca uwagę emulacja układowa /ICE-in circuit emulation/ umożliwiająca rozwijanie systemu użytkownika wokół procesora. W trakcie uruchamiania system użytkownika może wykorzystywać zasoby sprzętowe i programowe MDS. Jedną z najistotniejszych zalet urządzeń MDS jest kompletność, polegająca na wyposażeniu ich w środki ułatwiające uruchamianie układowe,

przede wszystkim ICE, ułatwienia programowe: assembler, translatory języków wyższego rzędu oraz urządzenia zewnętrzne, w tym komunikacji z człowiekiem. Wydaje się jednak, że w związku z niewątpliwie dużymi możliwościami zarówno analizatory stanów jak i MDS są dość skomplikowane w obsłudze oraz wymagają od konstruktora systemów mikroprocesorowych dużej wiedzy na temat tych systemów.

W "Mera-OBREUS" został zaprojektowany i wykonany Wielofunkcyjny Przyrząd Mikroprocesorowy WPM1. Jest on szczególnie omówiony w [1]. Obecnie wykonywana jest jego seria informacyjna. WPM1 jest przyrządem prostym w obsłudze, stosunkowo tanim i wykonanym w całości z elementów krajowych. O przyrząd ten oparta jest metoda uruchamiania systemów mikroprocesorowych, którą poniżej w skrócie omówimy. Przyrząd typu WPM1 umożliwia wspomaganie uruchamiania od samego początku, tzn. już w trakcie budowy bloków systemu, przy czym kolejność uruchamiania bloków jest dowolna. Podczas wstępnego uruchamiania nie jest wymagane jakiegokolwiek oprogramowanie. Uruchomione bloki uczestniczą w uruchamianiu następnych, przy czym odbywa się to w dwóch etapach. W pierw-



Rys. 1. Szyna STANDARD 323

szym blok uruchamia się i testuje układowo, co umożliwia wykrycie większych błędów i uszkodzeń montażowych. W drugim etapie, wykorzystując wcześniej uruchomione bloki oraz możliwość wpisywania niewielkich programów z WPM1, przy pomocy przyrządu obserwuje się wykonywanie programów testujących.

W przypadku tworzenia niewielkiej ilości niewielkich systemów można poprzestać na takim etapie rozwoju środków wspomagania. W przypadku systemów większych można w kolejnych etapach wyposażać je na czas uruchamiania w ułatwienia programowe, takie jak assemb-

ler rezydentny i monitor oraz sprzętowe polegające na dołączeniu zewnętrznych urządzeń jak np. drukarka, czytnik, perforator, pamięć kasetowa, monitor alfanumeryczny itp. Proponowana tu metoda jest chyba lepiej przystosowana do najczęstszych sytuacji krajowych, gdy konstruktorzy elektronicy czy automatycy wchodzący w technikę mikroprocesorową rozpoczynają od zera, tzn. od posiadania pewnej ilości układów LSI. Metoda ta zapewnia również harmonijny rozwój konstruktora i tworzonego przez niego systemu.

W systemach ze stałą listą instrukcji układy scalone stanowią wydzielone i stosunkowo niezależne bloki połączone szyną systemu. W systemach mikroprogramowalnych proces uruchamiania jest trudniejszy, ponieważ przebiega na poziomie niższym od szyny systemu. Czynnikiem dodatkowo utrudniającym uruchamianie jest to, że prawie niemożliwe jest oddzielenie uruchamiania układów i mikroprogramów.

Z powyższych powodów proponowany sposób zakłada wbudowanie w uruchamiany system specjalnych mechanizmów służących uruchamianiu.

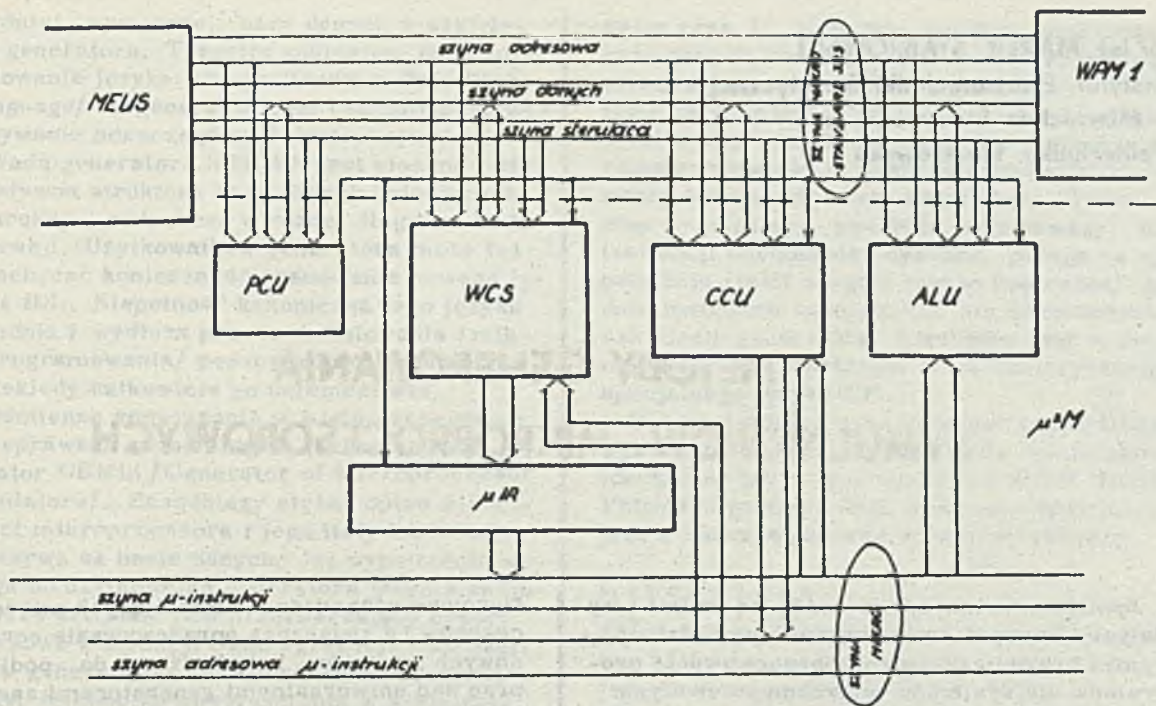
Elementy ułatwiające uruchamianie stanowią niewielki fragment systemu i mogą być wykorzystywane także do testowania oraz połączenia z innym systemem. W przypadku konieczności wyeliminowania elementów ułatwiających uruchamianie w systemie uruchomieniowym modelowany jest system użytkowy i uruchamiane są mikroprogramy. Po takiej weryfikacji projektu można przystąpić do realizacji specjalnego autonomicznego systemu użytkowego. Z konieczności więc zasady uruchamiania systemów mikroprogramowalnych są inne niż systemów z stałą listą instrukcji, gdzie opisana wcześniej metoda umożliwia pełną nieingerencję w uruchamiany system.

W skład systemu uruchomieniowego mikroprocesorowych systemów mikroprogramowalnych rozwijanego obecnie w Pracowni Mikroprocesorów OBR MERA-OBREUS wchodzi następujące urządzenia:

- Mikroprocesorowy Elastyczny Uniwersalny System MEUS, oparty o mikroprocesor INTEL 8080 z szyną STANDARD 323,
- Wielofunkcyjny Przyrząd Mikroprocesorowy WPM1, pełniący również funkcję konsoli systemu,
- mikroprogramowalny mikroprocesorowy modułowy system μ^2M , oparty o mikroprocesor Am 2901.

Urządzenie typu MEUS w pierwszym etapie prac używane jest jako "inteligentny WPM1", czyli wykorzystywane są tylko jego możliwości zapisu i odczytu, komunikacji z człowiekiem za pośrednictwem drukarki z klawiaturą lub monitora alfanumerycznego oraz przechowywania programów w pamięciach RAM, ROM, kasetach magnetycznych lub na taśmie papierowej.

W trakcie pisania artykułu projektowane są szczegóły pełnego połączenia urządzeń MEUS



Rys. 2. Konfiguracja systemu L.APA 29.

1 μ^2 M. System uruchomieniowy składający się z tych urządzeń został nazwany L.APA 29. Już w trakcie jego budowy okazało się, że firma Advanced Micro Devices, producent rodziny mikroprocesorowej Δm 2900, wprowadziła na rynek pierwszy system uruchomieniowy, przeznaczony dla systemów mikroprogramowalnych /SYSTEM 29/2/. Podobnie jak L.APA 29 oparty jest on na mikroprocesorach Δm 9080 /odpowiednik 8080/ i Δm 2901.

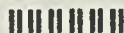
W celu ułatwienia uruchamiania system μ^2 M ma budowę blokową z wprowadzonymi do niego dwiema głównymi szynami: szyną na poziomie makroinstrukcji - szyną makro i szyną na poziomie mikroinstrukcji - szyną mikro. Szyna makro zbliżona jest do typowej szyny systemu 8080 - STANDARD 323 /rys. 1/. Daje to możliwość korzystania przy uruchamianiu systemu μ^2 M z narzędzi wspomagających uruchamianie systemu MEUS np. WPM1, wykorzystywania w tym samym celu uruchomionego systemu MEUS oraz użytkowe połączenie tych dwóch systemów. Jednocześnie istnieje możliwość rezydowania w systemie MEUS programowych środków wspomagających uruchamianie sprzętu i mikroprogramów jak mikromonitor i mikroanemblember [3]. Konfigurację systemu

L.APA 29 ilustruje rys. 2, na którym dokładnie pokazano część μ^2 M, zawierającą następujące bloki:

- WCM /writable control memory/ - zapisywalna pamięć sterowania,
- CCU /computer control unit/ - zespół sekweniera,
- ALU /arithmetic logic unit/ - arytmometr,
- μ IR - rejestr mikroinstrukcji,
- PCU -/program control unit/ - zespół sterowania na poziomie makro,
- MM /main memory/ - pamięć danych i programu.

Literatura:

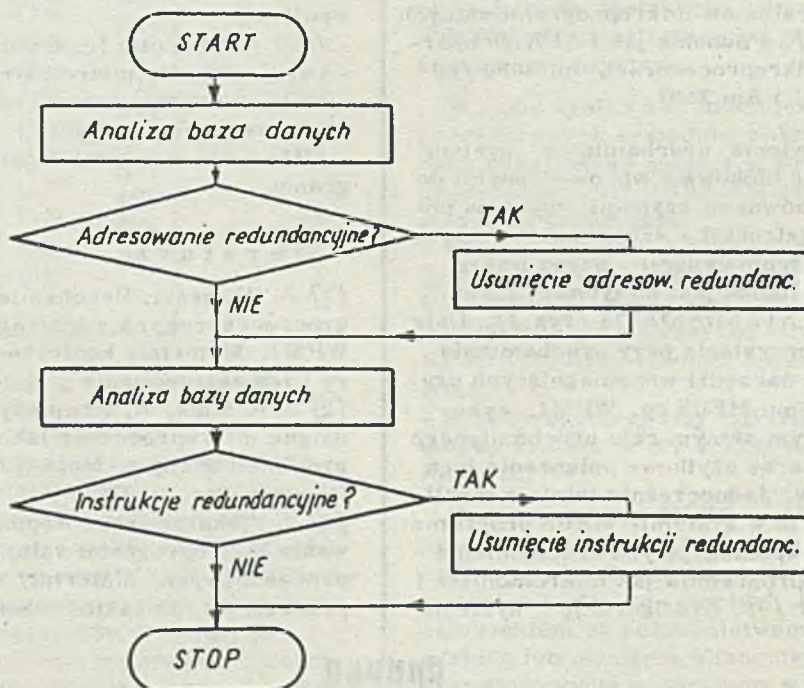
- [1] A. Pokorski: Uruchamianie systemów mikroprocesorowych wspomaganie przyrządem WPM1. Materiały konferencji "Mikroprocesory i ich zastosowanie", Katowice, 1980.
- [2] J. R. Mick, R. Schopmeyer: System 29. The unique microprocessor lab for your microprogrammed designs, Manual Advanced Micro Devices, Inc., 1978.
- [3] J. Piekarczyńska: Wspomaganie programowania mikroprogramowalnych systemów mikroprocesorowych. Materiały konferencji "Mikroprocesory i ich zastosowanie", Katowice, 1980.



METODY GENEROWANIA SYMULATORÓW MIKROPROCESOROWYCH

Symulatory mikroprocesorów są tanimi i wydajnymi narzędziami programowymi ułatwiającymi i przyspieszającymi opracowywanie programów dla systemów mikrokomputerowych. Służą one przede wszystkim do testowania struktury logicznej programów, podczas gdy systemy prototypowe realizują testowanie programów w czasie rzeczywistym. Dysponując symulatorami kilku mikroprocesorów można łatwo dokonać porównawczej analizy przydatności różnych mikroprocesorów do realizacji określonego zadania. Inne, równie ważne, zastosowanie symulatorów to szkolenie w opracowywaniu oprogramowania czy nauczanie architektury mikrokomputerów.

Ogromna różnorodność istniejących mikroprocesorów, a zwłaszcza opracowywanie coraz to nowych ich typów, była bodźcem do podjęcia prac nad uniwersalnymi generatorami asemblerów skrośnych [1, 2] i Fortranowych symulatorów [3, 4]. Bardzo interesującym i chyba dotąd najdojrzalszym generatorem symulatorów jest generator SIMGEN [4]. SIMGEN uniwersalność swą zawdzięcza realizacji trzech podstawowych idei. Pierwszą z nich jest parametryzacja właściwości mikroprocesora /np. długość kodu operacji, liczba rejestrów, itd./, dla którego ma być wygenerowany symulator. Druga zasada sprowadza się do opisanie listy instrukcji mikroprocesora za pomocą odpo-



Rys. 1. Uproszczona sieć działań części edycyjnej generatora symulatorów GEMIS.

wiedniej, wymiennej, bazy danych w szkielecie generatora. Trzecim zabiegiem jest zdefiniowanie języka IDL. /Instruction Definition Language/ do generacji kodu realizującego wykonywanie poszczególnych instrukcji.

Wadą generatora SIMGEN jest złożona i nieefektywna struktura bazy danych opisujących instrukcje, zwłaszcza o różnej długości kodu operacji. Użytkowników generatora może też zniechęcać konieczność opanowania nowego języka IDL. Niepełność kanoniczna tego języka utrudnia i wydłuża proces definiowania /mikroprogramowania/ poszczególnych instrukcji, a niekiedy całkowicie go uniemożliwia.

Odmienne rozwiązanie w wielu szczegółach i w sprawach zasadniczych charakteryzuje generator GEMIS /Generator of Microprocessor Simulators/. Zasadniczy ciężar opisu właściwości mikroprocesora i jego listy instrukcji spoczywa na bazie danych. Jej wypełnienie wymaga od użytkownika generatora jedynie znajomości Fortranu. Kod przetwarzający części adresowe instrukcji i kod egzekucji instrukcji ma w generatorze GEMIS charakter redundancyjny. Dążono do uwzględnienia w szkielecie generatora wszystkich podstawowych rodzajów adresowania, a także typowych przebiegów egzekucji instrukcji.

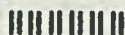
Generacja symulatora dla określonego mikroprocesora za pomocą systemu GEMIS jest procesem trój etapowym. W pierwszym etapie wypełniana jest baza danych szkieletu, zgodnie z opisem mikroprocesora dostarczanym przez producenta. W drugim etapie szkieletowy symulator przetwarzany jest przez program edy-

cyjny /rys. 1/. Program edycyjny analizując bazę danych, usuwa ze szkieletu zbędne fragmenty programu źródłowego związane z rodzajami adresowania i instrukcjami nie występującymi w danym mikroprocesorze. Edycja programu szkielekowego pozwala ograniczyć rozmiary kodu wynikowego symulatora. Trzeci etap wymagający, podobnie jak pierwszy, interwencji użytkownika systemu, polega na wypełnieniu /jeśli w ogóle jest to konieczne/ modułu instrukcji specjalnych, nie odszukanych w szkielecie generatora. Niezbędna jest tu jedynie znajomość Fortranu, a nie ezoterycznego specjalnego języka IDL.

W symulatorach generowanych przez GEMIS wykorzystano język dyrektyw dla symulatora identyczny jak w symulatorze PIPSIM firmy Philips-Signetics. Opis wydruków symulatora jest w znacznej mierze sparametryzowany.

L i t e r a t u r a :

- [1] S. Antoy, F. Cordano, F. Serio, T. Vernazza: GPCA: a general purpose cross-assembler. *Euro-micro Journal*, nr 4, 1979.
- [2] M. Blewer: The STD Instruction Mnemonics, w: *Microprocessor Users Guide*, ss. 55-63, Prolog, Monterey 1979.
- [3] J. L. Brame, C. V. Ramamoorthy: An interactive simulator generating system for small computers. *AFIPS Spring Joint Computer Conf. Proc.*, vol. 38, 1971.
- [4] R. A. Mueller, G. R. Johnson: A Generator for Microprocessor Assemblers and Simulators. *Proceedings IEEE*, vol. 64, 1976.

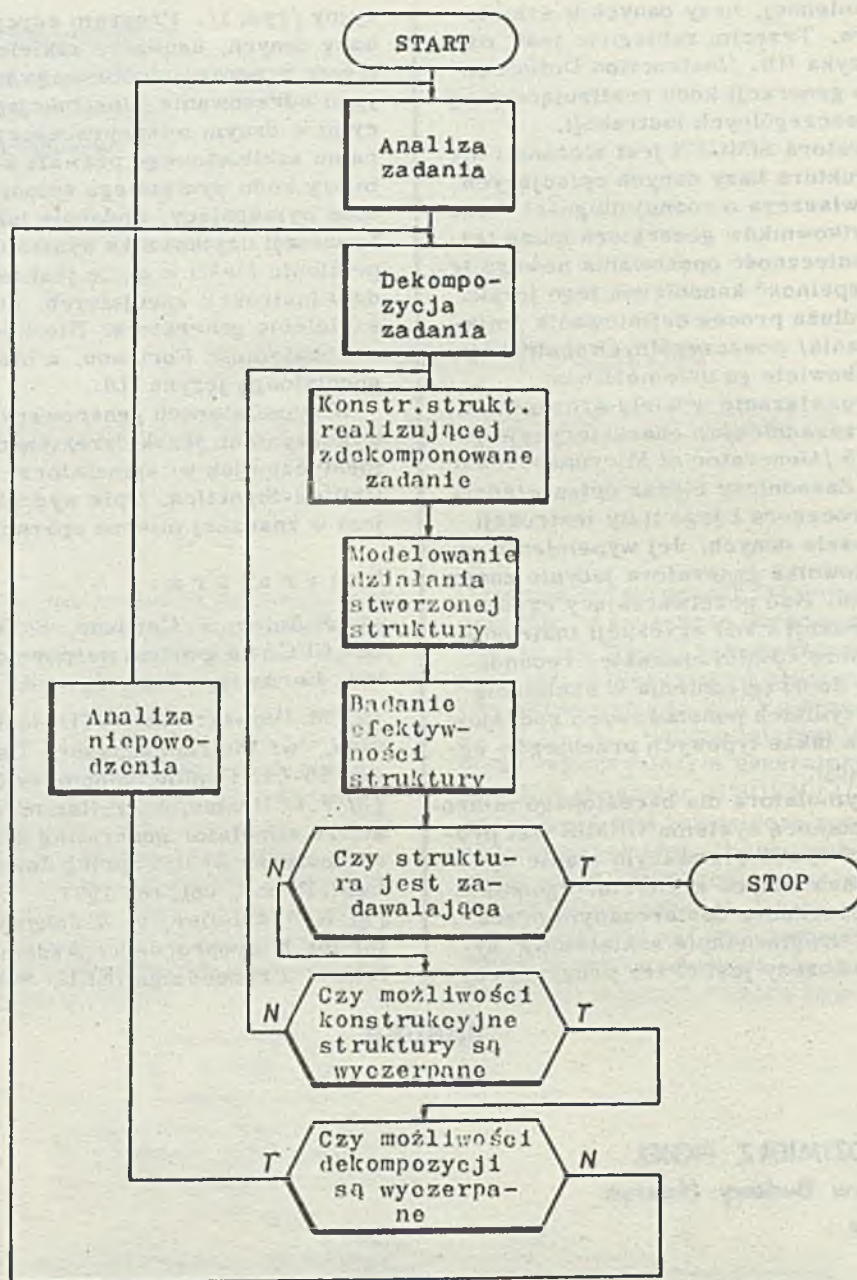


mgr inż. WŁODZIMIERZ FIGIEL
Instytut Podstaw Budowy Maszyn
AGH - Kraków

ASPEKTY MODELOWANIA STRUKTUR MIKROPROCESOROWYCH PRZY POMOCY SIECI PETRIEGO

Współczesne technologie produkcyjne oraz żądane parametry nowoczesnych urządzeń wymagają dużego stopnia ich automatyzacji. Wymagania te są uzasadnione dążeniem do coraz lepszych własności użytkowych rozumianych globalnie. Dążenia te polegają na podejmowaniu decyzji na podstawie strumienia informacji. Tendencje automatyzacji tak technologii jak i poszczególnych urządzeń powodują konieczność stosowania układów mikroprocesorowych, częs-

to o dużym stopniu złożoności struktury. Ponieważ bardzo istotnym czynnikiem zastosowania systemów mikroprocesorowych jest czas realizacji pewnych działań, dąży się do układów o możliwie dużych szybkościach działania. Decydującym czynnikiem o szybkości działania systemów mikroprocesorowych jest technologia wykonania układów oraz organizacja logiczna jego elementów. Bariery zwiększania szybkości działania elementów elektronicznych, po-



Rys. 1. Algorytm procesu tworzenia struktury układu mikroprocesorowego.

przez nowe technologie, jest czas propagacji sygnału elektrycznego. Wydaje się, że dalsze zwiększanie szybkości działania systemu mikroprocesorowego jest możliwe poprzez niekonwencjonalną organizację sprzętu.

Tworzenie struktur mikroprocesorowych i modelowanie ich przy pomocy sieci Petriego

Najprostszym rozwiązaniem organizacyjnym działania systemu mikroprocesorowego jest sekwencyjne działanie jego elementów. Z uwagi na fakt różnych funkcji działania poszczegól-

nych elementów, względny czas ich wykorzystania jest zróżnicowany. Powoduje to tworzenie się nierównomierności w wykorzystaniu istniejących zasobów układu mikroprocesorowego. Dla stworzenia struktury bardziej optymalnej konieczne jest zdekomponowanie funkcji układu mikroprocesorowego na funkcje jednostkowe. Powiązanie elementów układu mikroprocesorowego realizujących funkcje jednostkowe może być modelowane poprzez sieci Petriego. Algorytm procesu tworzenia i modelowania struktury układu mikroprocesorowego przedstawiono na rys. 1.

Możliwości modelowania struktury układu mikroprocesorowego przy pomocy sieci Petriego

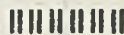
Dotychczasowy rozwój metod analizy i syntezy struktur układów mikroprocesorowych jest niezadowolający. W wielu przypadkach tworzenie układu mikroprocesorowego opiera się na intuicji i doświadczeniu konstruktora. Poszukując metodyki tworzenia struktur wydaje się, że dla potrzeb analizy i syntezy struktury układu mikroprocesorowego optymalne, ze względu na reprezentowaną moc modelowania i rozstrzygnięcia, są sieci Petriego, wraz z istniejącymi ich rozszerzeniami. Dają one możliwość obserwacji stanów pracy układu mikroprocesorowego przy założeniu, że przejściom sieci odpowiadają realizacje zadań jednostkowych. Pozwalają one na proste przedstawienie współbieżności zdarzeń i procesów zachodzących w systemie współdziałających elementów układu mikroprocesorowego.

Wyznaczając wartości efektywności podsieci modelujących układ mikroprocesorowy może badać stopień wykorzystania istniejących zasobów a tym samym określić elementy, które decydują o wartości efektywności. W przypadku uzyskania struktury równomiernie wykorzystującej istniejące zasoby celowe staje się ich zwielokrotnienie. Efektem modelowania może być zwiększenie efektywności systemu mikroprocesorowego przez modyfikację elementów systemu lub mechanizm synchronizacji. Przedstawiając stany pracy modelowanego układu mikroprocesorowego przy pomocy grafu osiągalnych opisów chwilowych otrzymuje się informacje na temat trwałości sieci modelującej. Osiąga się przez to skuteczne narzędzie do oce-

ny poprawności działania konstruowanej struktury i synchronizacji procesów współbieżnych realizowanych przez elementy składowe systemu. Narzędzie to ma jednak pewne niedogodności. Polegają one na tym, że dla złożonego modelu analiza jest bardzo pracochłonna a zatem wymaga implementacji maszynowej. Implementacja maszynowa w przypadku dużych sieci jest związana z opracowaniem efektywnych metod reprezentacji, których jak dotychczas brak.

Dynamiczny rozwój technologii układów LSI powoduje doskonalenie ich możliwości funkcjonalnych przy równoczesnym spadku kosztów jednostkowych. Modularność układów LSI oraz wyżej wymienione powody sprawiają, że obszar zastosowań układów mikroprocesorowych stale powiększa się. Czynnikiem popularyzującym zastosowania układów mikroprocesorowych jest możliwość tworzenia systemu przez użytkownika z uwzględnieniem indywidualnych jego potrzeb.

Proponowane w komunikacie wykorzystanie sieci Petriego wraz z ich rozszerzeniami stwarza możliwość konstruowania optymalnej, ze względu na postawione zadanie do rozwiązania, struktury systemu mikroprocesorowego. Pozwala ono na określenie celowej granicy między realizacją hardwerową a softwerową rozwiązanego zadania. Niedoskonałości proponowanej metodyki, wynikające z braku efektywnych metod reprezentacji maszynowej modelowanych struktur można w szybkim czasie wyeliminować przez dopracowanie odpowiednich formaliizmów.



APARATURA TESTUJĄCA

TESTER SZNURÓW POŁĄCZENIOWYCH TYPU SP - 177

W Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Warszawskich Zakładów Urządzeń Informatyki "Meramat" opracowano i wykonano przyrząd do sprawdzania połączeń przewodowych. Zapewnia on kontrolę połączeń kabli i sznurów zakończonych dwustronnie złączami, jak również wielołączówkowych platerów urządzeń elektronicznych. Ze względu na możliwość szerokiego zastosowania testera jest on zaopatrzony w złącza jednego typu - 881037 ELTRA. Dołączenie do niego sprawdzanych elementów może się więc odbywać w zasadzie pośrednio, poprzez odpowiedni adapter dopasowujący złącza tych elementów do złącz testera. Kontrola połączeń polega na wysłaniu z nadajników kolejno impulsu prądowego do każdego połączenia. Układ dekodera dołączony do każdego nadajnika i odbiornika sygnału analizuje rodzaj połączeń, a wynik podaje w postaci świecenia odpowiadającego mu wskaźnika świetlnego. Tester stosowany jest w WZUI "Meramat".

Dane techniczne:

Liczba sprawdzanych połączeń
ustawianych przez operatora

maks.1 moduł - 192 połączenia

maks.5 modułów - 960 połączeń

Czas sprawdzania jednego połączenia: ok. 30 μ s

Maks. oporność połączenia $\leq 400 \Omega$

Prąd płynący przez sprawdzane
połączenie ≤ 5 mA

Maks. spadek napięcia na
połączeniu ≤ 4 V

Rodzaje wykrywanych błędów
połączeń

- brak połączenia
- zwarcie połączeń
- skrzyżowanie połączeń

Sposoby sprawdzania połączeń:

- krok po kroku z koniecznością ręcznego przestawiania testera na następną pozycję,
- automatyczny ze stopem na błędzie,
- automatyczny ze stopem na błędzie i samoczynnym startem po czasie ustawianym w zakresie 1:10 s,
- "bez końca" ze stopem na błędzie do wykrywania krótkotrwałych przerw lub zwarć.

Parametry wyjścia na drukarkę:

- Kod BCD
- Amplituda i czasy zgodne ze standardem TTL.

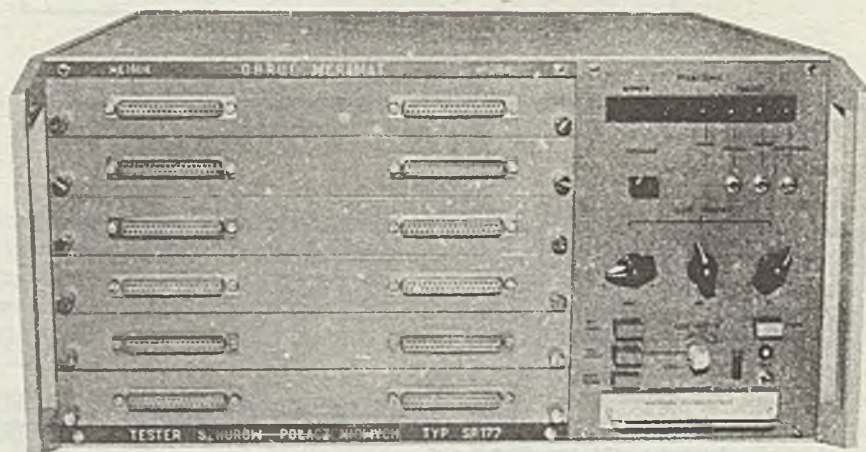
Napięcie zasilające 220 + 5%
- 10% 50 Hz

Pobór mocy 70 VA

Wymiary 430x190x470

Masa jednego modułu ok. 10 kg.

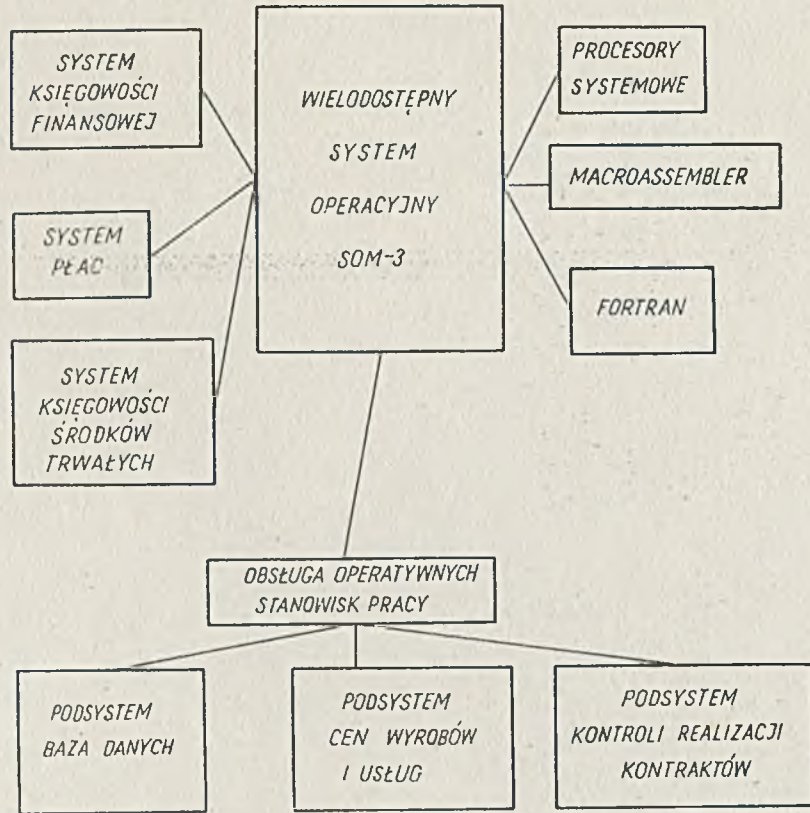
mgr inż. WIKTOR ŚLUSARSKI



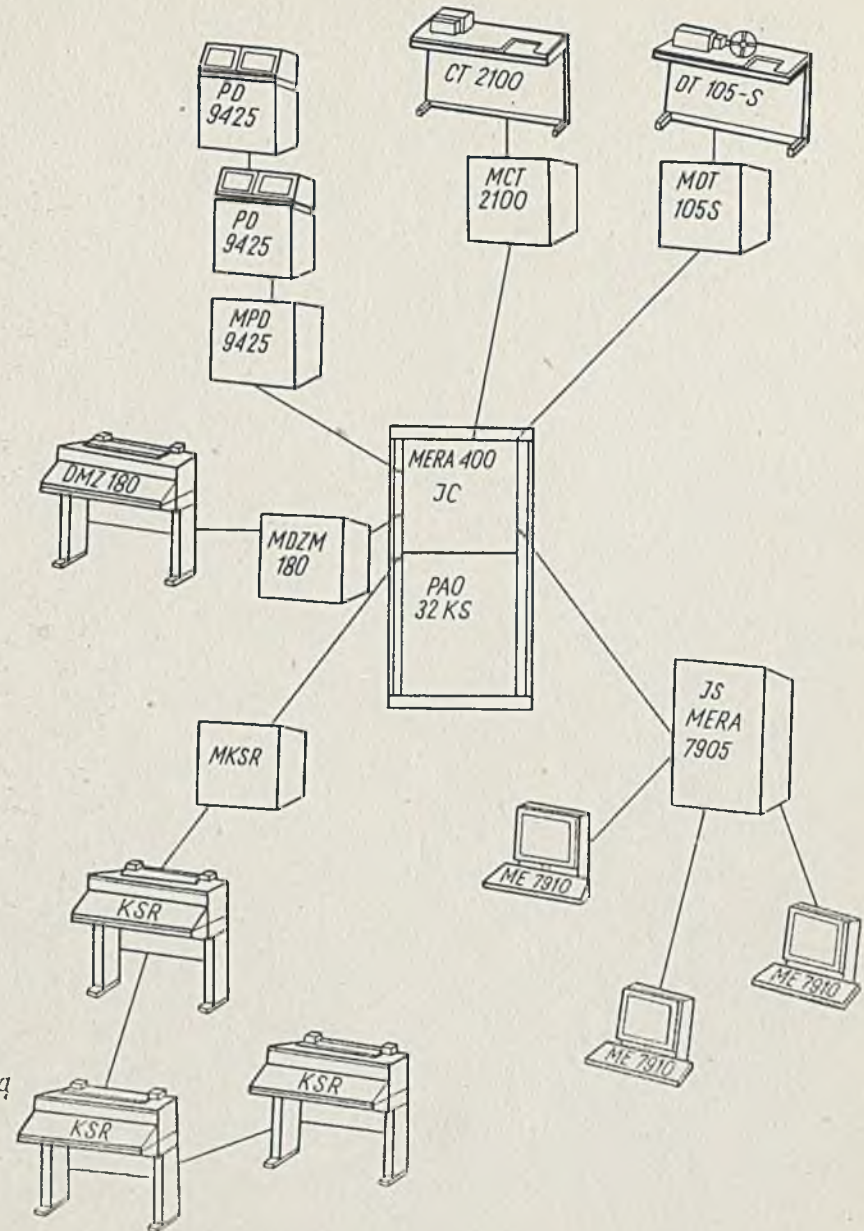
Fot. 1.

SYSTEM INFORMATYCZNY GMBH „DEPOLMA”

SCHEMAT POWIĄZAŃ PROGRAMOWYCH



KONFIGURACJA SPRZĘTOWA DLA GMBH „DEPOLMA”



Legenda:

PD 9425 – pamięć dyskowa
 MPD 9425 – moduł sterujący pamięcią dyskową
 CT 2100 – czytnik taśmy perforowanej
 DT 105S – dziurkarka taśmy papierowej
 MCT 2100 – moduł sterujący czytnikiem taśmy
 MDT 105S – moduł sterujący dziurkarką taśmy

MERA 400 JC – jednostka centralna
 PAO 32 KS – pamięć operacyjna 32 k słów
 DMZ 180 – drukarka znakowa
 MDZM 180 – moduł sterujący drukarką znakową
 KSR – terminal z drukarką i klawiaturą
 MKSR – moduł sterujący terminala
 JS MERA 7905 – jednostka sterująca monitorami ekranowymi
 ME 7910 – monitor ekranowy

Cena zł 43

Prenumerata roczna zł 516

