

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA APARATURY SYSTEMU POLMATIK PODSYSTEM METRODIG B DO AUTOMATYZACJI PROCESÓW KONTROLNO-POMIAROWYCH W PRZEMYSŁE ELEKTRONICZNYM

1. Wstęp

Automatyzacja procesów kontrolno-pomiarowych w przemyśle elektronicznym nabiera coraz większego znaczenia w związku z dynamicznym wzrostem produkcji, a także ze względu na rosnące stale wymagania co do jakości i niezawodności produkowanych urządzeń. Obydwa te czynniki stymulują bardzo poważny wzrost liczby i rodzajów operacji kontroli i testowania w procesie produkcyjnym. Na przeszkodzie sprostania tym wymogom stoi jednak zbytnia szczupłość kadr wykwalifikowanych specjalistów — konstruktorów aparatury kontrolnej, którzy nie są w stanie nadążyć z opracowaniami aparatury specjalizowanej; stale pogłębia się też deficyt specjalistów — pomiarowców, zdolnych do organizowania i przeprowadzania wielkiej liczby pomiarów indywidualnych, manualnych.

Aparatura pomiarowa i pomocnicza, wchodząca w skład podsystemu METRODIG B będzie przeznaczona do tworzenia, stosunkowo prostymi środkami, automatycznych zestawów kontrolno-pomiarowych dla najważniejszych wielkości elektrycznych; pozwoli zatem na pomyślnie rozwiązanie szeregu zadań automatyzacji procesów kontrolno-pomiarowych w przemyśle elektronicznym, przy poważnych efektach techniczno-ekonomicznych. W niniejszym referacie przedstawiono główne założenia podsystemu METRODIG B, opracowywanego aktualnie w kilku jednostkach Zjednoczeń MERA i Unitra i przewidywanego do wdrożenia produkcyjnego w latach 1977–1980. Dla zobrazowania metodologii stosowania aparatury podsystemu do rozwiązywania konkretnych zadań z dziedziny automatyzacji procedur kontrolno-pomiarowych, w drugiej części referatu opisano organizację typowego zestawu pomiarowego do kontroli charakterystyk aparatów analogowych podsystemu INTELEKTRAN.

2. Charakterystyka aparatury zaliczonej w skład podsystemu METRODIG B

Generalnym założeniem w odniesieniu do aparatury systemu jest stworzenie zespołu wzajemnie kompatybilnych środków pomiarowych, pomocniczych i środków informatyki, pozwalających na bardzo elastyczne budowanie zestawów pomiarowych o różnym przeznaczeniu i różnym stopniu skomplikowania. W związku z powyższym do podsystemu wchodzi następujące grupy urządzeń:

- stymulatory (źródła) sygnałów,
- przyrządy pomiarowe,
- urządzenia sterujące i matematycznej obróbki wyników pomiarów,
- urządzenia pomocnicze
- urządzenia peryferyjne.

Aparaturę podsystemu będą cechować następujące charakterystyczne właściwości odróżniające ją w istotny sposób (przede wszystkim pod względem funkcjonalnym i konstrukcyjnym) od aparatury innych podsystemów stosowanych do celów pomiarowych (np. CAMAC, INTELDIGIT):

- wszystkie przyrządy i urządzenia pomocnicze podsystemu będą stanowić autonomiczne, samodzielne jednostki funkcjonalne, z własnym niezależnym zasilaniem,
- podstawowe nastawy i funkcje przyrządów będą programowane zdalnie, na drodze cyfrowej,
- główne stany pracy oraz stany awaryjne przyrządów będą sygnalizowane na zewnątrz,
- wymiana informacji pomiarowych będzie się odbywać na drodze cyfrowej,
- przyrządy będą „inteligentne”, to znaczy będzie stosowana, w zależności od potrzeb, prosta wewnętrzna obróbka wyników pomiarów oraz elementy wewnętrznej automatyzacji ich pracy.

Opisane powyżej cechy sprawiają, że przyrządy będą mogły być używane zarówno samodzielnie, jak i w zestawach pomiarowych; będą one zatem stanowić nową, bardziej uniwersalną mutację stosowanych dziś powszechnie przyrządów elektronicznych. Typowe warunki zastosowania aparatury stwarzają konieczność zapewnienia bardzo łatwego jej łączenia w zestawy, bez konieczności budowy dodatkowych bloków dopasowujących. Jest też wymagana kompatybilność z przyrządami i urządzeniami, produkowanymi w innych krajach, ważna z uwagi na zapewnienie możliwości kompletowania aparatury o parametrach potrzebnych do realizowanych celów.

Podstawowe elementy podsystemu METRODIG B ujęto w tablicach 1 — 4.*

Stymulatory (źródła sygnałów)

T a b l . 1

Nazwa przyrządu	Zdalnie programowane
Zasilacze napięć i prądów, klasy 0,1 — 0,2 %	wartość napięcia prądu maksymalna wartość prądu
Kalibrator napięć i prądów stałych, klasy 0,005 % — 0,001 %	wartość napięcia lub prądu
Kalibrator napięć zmiennych, klasy 0,05 %	częstotliwość, wartość napięcia
Programowany generator małej częstotliwości (do 1 MHz)	częstotliwość, napięcie wyjściowe
Syntezier częstotliwości (do 100 MHz)	częstotliwość, napięcie wyjściowe
Generator impulsów	częstotliwość, wypełnienie, napięcie wyjściowe, czas narastania
Generator fali prostokątnej, trójkątnej i sinusoidalnej	rodzaj fali, częstotliwość, napięcie wyjściowe
Generator ciągów pseudolosowych	rodzaj rozkładu, poziom napięcia, długość sekwencji, opóźnienie, częstotliwość zegara

Przyrządy pomiarowe

T a b l . 2

Nazwa przyrządu	Zdalnie programowane
Woltomierz cyfrowy napięć stałych, klasy 0,005 %	zakres
Multimetr cyfrowy klasy 0,05 % (0,1 %)	zakres, wielkość mierzona
Woltomierz cyfrowy (10^4 konwersji/s.) klasy 0,1 %	zakres

Częstościomierz cyfrowy 0...100 MHz	zakres, funkcja
Zegar cyfrowy	interwały czasowe
Licznik programowany	funkcja, wpis wartości początkowej
Mostek cyfrowy RLC, tgδ	funkcja, wybór zakresu
Oscyloskop programowany	nastawy współczynników skali X i Y
Korelator i analizator statystyczny	parametr mierzony, opóźnienie
Woltomierz wielokanałowy z obróbką wyników pomiarów	kanał, zakres, program linearyzacji

Urządzenia pomocnicze i peryferyjne

T a b l. 3

Nazwa urządzenia	Zdalnie programowane
Komutator pomiarowy	wybór kanału
Komutator krzyżowy	wybór połączenia
Blok badania przekroczeń	wartości graniczne
Przyrząd do sprawdzania SI ISP-2	—
Bloki dopasowujące SI ISP-2 do: czytnika taśmy CT2000 i kart dziurkarki DT 105 drukarki DZM 180 drukarki 255 L pamięci kasetowej PKI	—
Rejestrator x-y/t z wejściem cyfrowym i analogowym	—

Urządzenia sterujące i obróbki wyników pomiarów

T a b l. 4

Nazwa urządzenia	Funkcje
Kontroler systemowy z klawiaturą według kodu ISO-7	sterowanie sekwencyjne, obsługa przerwań, tworzenie pętli programowych
Kalkulator programowy, mały	programowane, proste funkcje arytmetyczne na dostarczonych danych
Kalkulator programowany, duży	sterowanie sekwencyjne systemem i przetwarzanie danych, obsługa przerwań
Minikomputer z kanałem sprzężenia z systemem	jak wyżej, lecz do pracy w systemach większych i szybszych

Z pomocą aparatury wymienionej w tabelach będzie możliwe realizowanie następujących grup pomiarów:

- wielopunktowa rejestracja i kontrola głównych wielkości elektrycznych jak: napięcie, prąd, rezystancja, częstotliwość, moc, a także odcinków czasowych,
- pomiary i kontrola charakterystyk amplitudowych, częstotliwościowych i impulsowych czwórników czynnych i biernych w paśmie do kilkunastu MHz,
- kontrola parametryczna i funkcjonalna elementów i podzespołów elektronicznych,
- kontrola metrologicznych charakterystyk aparatury pomiarowej.

Pomiary te są charakterystyczne dla dużej części procesów pomiarowo-kontrolnych w przemyśle elektronicznym, z wyjątkiem kontroli wielkoseryjnej produkcji elementów czynnych i układów scalonych, przy której jest wymagana maksymalna przepustowość. Pomiary tego rodzaju są zazwyczaj realizowane przez specjalizowane testery.

3. Kompatybilność środków technicznych systemu

Na zrealizowanie w systemie zasad kompatybilności położono duży nacisk, gdyż decyduje ona o walorach eksploatacyjnych aparatury. Największe znaczenie posiada kompatybilność informacyjna i programowa. Pierwsza jest niezbędna dla prawidłowego przesyłu sygnałów informacyjnych, programujących i służbowych w systemie; problem ten rozwiązano dokonując wyboru standard – interfejs dla systemu, zgodnego z zaleceniem IEC, normą AIEEE i ustaleniami w krajach RWPG. Zrealizowano w ten sposób postulat kompatybilności z przyrządami i urządzeniami ważniejszych wytwórców zagranicznych. W tablicy 5 przedstawiono główne parametry techniczne wybranego standard–interfejsu. Zaznaczyć należy, że jest on tak dobrze zorganizowany, że połączenia między jednostkami funkcjonalnymi systemu będą wykonywane za pomocą standardowych kabli ze złączami szufladowymi.

Główne parametry standard–interfejsu ISP–2 (wg zaleceń IEC)

T a b l . 5

Parametr	Standard–interfejs ISP–2 (według zaleceń IEC)
Przesyłane sygnały	dane informacyjne, dane programowe, adresy, rozkazy, dane o stanach
Sposób przesyłania sygnałów	dwukierunkowy przesył asynchroniczny ciągów bajtów (szeregowo), z potwierdzeniem
Stosowane kodowanie sygnałów informacyjnych i programowych	kod ISO–7
Długość słów	8 bitów
Rozkazy	zerowanie interfejsu, zerowanie przyrządu (grupowe i indywidualne), sterowanie (zdalne i lokalne), koniec bloku danych, start grupowy, identyfikacja zgłoszenia (bajt statusowy)
Sygnały stanów	dane ważne, gotów do przyjęcia danych, dane przyjęte, inne dane o stanach według potrzeby
Liczba linii przesyłowych	12 – 16 (16 w wersji pełnej)
Zgłoszenie żądania obsługi	istnieje

Liczba możliwych adresów	961
Dopuszczalna długość linii przesyłowych	20 m
Maksymalna szybkość przesyłania sygnałów	250 k bajtów/s
Maksymalna liczba przyrządów w systemie	15

Kompatybilność programowa środków technicznych systemu ma znaczenie podobne jak informacja, gdyż oznacza przyjęcie jednolitych zasad programowania w systemie i pozwala na stworzenie uniwersalnego języka programowania. Przewidziano docelowo dwa języki: język symboliczny — na poziomie mnemotechnicznych instrukcji interfejsowych (odpowiednik symbolicznego języka maszyn cyfrowych) oraz zorientowany problemowo na pomiary język wyższego rzędu, oparty na języku BASIC. Język symboliczny będzie stosowany głównie w systemach sterowanych przez kontrolery i kalkulatory, natomiast minikomputer będzie wyposażony w translator języka wyższego rzędu.

4. Przykład zastosowania aparatury podsystemu METRODIG B do automatyzacji prac technologicznych

Dla zobrazowania możliwości wykorzystania omówionego bazowego podsystemu METRODIG B i przykładowego sposobu jego organizacji w systemie pomiarów technologicznych, zostanie przedstawione autonomiczne wielozadaniowe stanowisko pomiarowe do strojenia i kontroli niektórych wyrobów z grupy aparatów automatyki analogowej podsystemów INTELEKTRAN, METROTERM i METROBAR. Aparaty te cechuje pewna spójność systemowa głównie w aspekcie rodzaju i poziomów sygnałów wejściowych i wyjściowych oraz zakresu częstotliwości sygnałów obejmujących prąd stały i przebiegi wolnozmiennie o częstotliwości do kilku kHz.

Funkcje niektórych aparatów podsystemów INTELEKTRAN, METROTERM i METROBAR i zestawienie kontrolowanych parametrów

T a b l . 6

Funkcje aparatów	Parametry sterowania	Parametry wyjściowe	Obróbka wyniku
$Y = k x$; $Y = k x(p)$ $Y = k x(p) \pm H$ $Y = k x(p) \pm H + \theta$ $Y = f(x)$ gdzie: Y — napięcie, prąd, ciąg impulsów k — stała x — nastawa, sygnał p — parametr ($R, \frac{R_1}{R_2}, \Delta R$) H — nastawna histereza θ — parametr czasu	Rezystancja (10 Ω ...30 k Ω)	Napięcie 0...10 V	Obliczanie różnic, błędów bezwzględnych i względnych
	Stosunek rezystancji $\frac{R_1}{R_2}$	Prąd 0...5 mA; 0...20 mA; 4...20 mA; 0...50 mA	
	Przyrost rezystancji f (T)	Skok jednostkowy	Korelacja wejście — wyjście,ysterowanie/skok jednostkowy itp.
	Napięcie -10...0...+10 V 0...100 mV Prąd 0...5 mA; 0...20 mA; 4...20 mA; 0...50 mA	Ciąg impulsów o ocenianych parametrach czasowych	
	Skok jednostkowy	Zwarcie — otwarcie (tyrystor, triak) dla obwodów mocy	Specjalna obróbka dla funkcji matematycznych $Y = f(x)$
	Ciąg impulsów		
	Zwarcie — otwarcie		Diagnostyka niesprawności
	Wymuszenia temperaturowe		

Operacje występujące w trakcie uruchomienia i kontroli aparatów są następujące:

- sterowanie wejść analogowych i logicznych,
- pomiar sygnałów wewnętrznych oraz wyjściowych analogowych i logicznych,
- analiza korelacji stanów na wejściu i wyjściu oraz pośrednich (wewnątrz układowych) odpowiednio do funkcji badanego urządzenia i tolerancji parametrów.

Część tolerowanych parametrów winna być analizowana w sferze parametrycznych wymuszeń, głównie zasilania, zakłóceń i temperatury.

Uruchomienie aparatu jest na ogół pracochłonne, gdyż częstokroć występuje iteracyjny proces osiągnięcia końcowych rezultatów, a znacznym utrudnieniem w tym procesie jest występowanie bądź wadliwych elementów, bądź błędów montażowych. Stąd też istnieje potrzeba wypracowania w systemie danych diagnostycznych.

Blizsze sprecyzowanie głównych zadań pomiarowych, podanych w tablicy 6, determinuje zbiór niezbędnych jednostek funkcjonalnych podsystemu METRODIG B dla metrologicznej obsługi tych wyrobów. Podstawowy schemat blokowy stanowiska kontrolno—pomiarowego przedstawiono na rys.1.

Organizacyjnym środkiem uruchomienia pracy takiego stanowiska jest kasetka pamięci taśmowej, w której jest wpisany program procedury i tekst informacyjny dla operatora.

Tekst wpisany do kasetki i eksponowany na monitorze ekranowym kalkulatora ma dwa główne zadania:

□ w pierwszej części zapisu informuje operatora o kompletacji stanowiska dla obsługi danego typu wyrobu, czynnościach przygotowawczych i nastawach początkowych w badanym obiekcie;

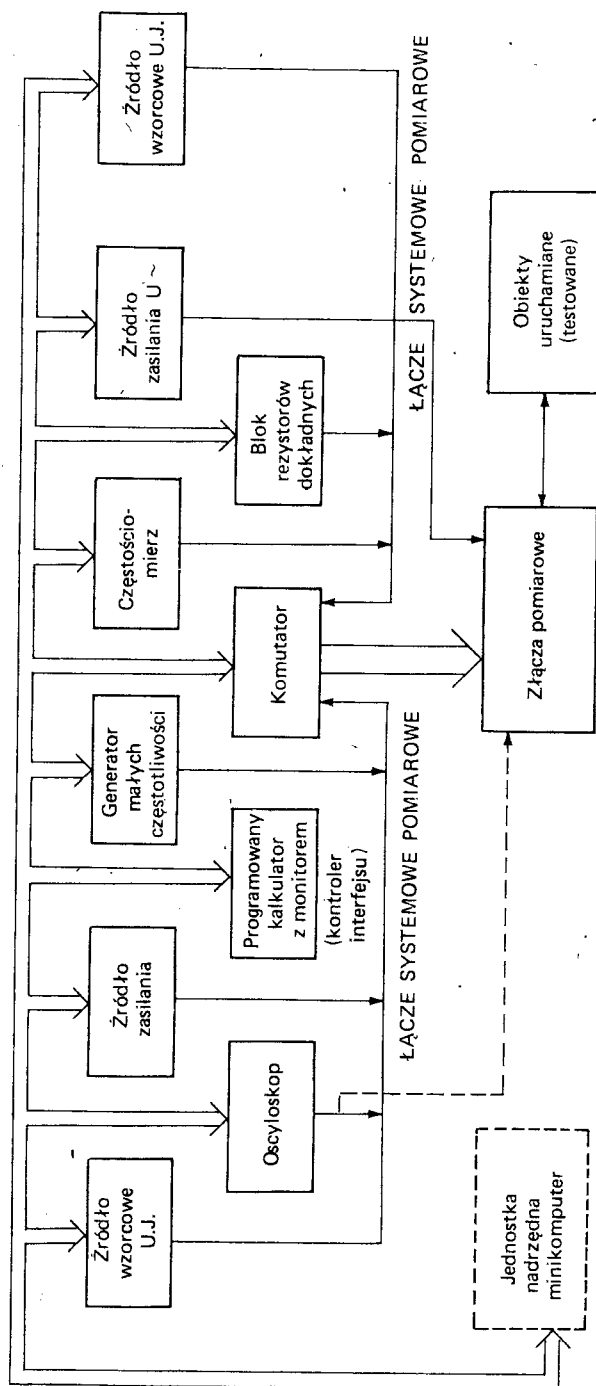
□ procedury realizowane automatycznie przez system, w razie potrzeby są uzupełnione tekstem informującym operatora o potrzebie zmiany nastaw w badanym obiekcie bądź oceny wizualnej wyniku (np. kontrola wskaźników analogowych).

Po wykonaniu instrukcji i ewentualnym wprowadzeniu przez klawiaturę wyników oceny wizualnej operator inicjuje ręcznie dalszy ciąg automatycznej realizacji dalszej części procedury. Kasetka z taśmą programu stanowi składnik dokumentacji konstrukcyjno—technologicznej i powinna posiadać odpowiednią liczbę duplikatów. Drukarka alfanumeryczna wydaje zapis protokołu sprawdzenia obiektu. Programowany kalkulator z pamięcią kasetową i monitorem ekranowym spełnia w systemie szereg bardzo istotnych funkcji. Należą do nich: funkcja kontrolera systemu, wprowadzenia programu, wykonywanie obliczeń oraz komunikacji z operatorem przez wyświetlanie instrukcji, wyników i ich oceny. Kalkulatory tego rodzaju oferują między innymi Hewlett—Packard oraz Węgry (EMG — typ 666).

Przedstawiony system kontroli technologicznej stwarza możliwości istotnego wzrostu wydajności pracy stanowisk uruchomieniowo—kontrolnych oraz zwiększenia jakości i niezawodności wyrobów, dzięki wymuszonej i pełnej procedurze pomiarowej wyrobów bądź ich fragmentów. Równocześnie zarysowuje się nowa gama możliwości technicznych w przypadku uzupełnienia systemu o odpowiednią pamięć i odpowiedni program. Może to być diagnostyka obiektu ze wskazaniem niesprawnych obwodów i niektórych elementów, co zmierza do budowy automatów „samouczących się”.

„Nauczenie” takiego automatu (o rozbudowanej pamięci, ewentualnie współpracującego z jednostką nadrzędną) wydawania informacji o miejscu niesprawności może polegać na wprowadzeniu danych z wielu testów specjalnie rozstrajanych (uszkodzonych) obiektów z uprzednim wprowadzeniem informacji o celowym rozstrojeniu (uszkodzeniu obwodu czy elementu). Program winien być tak skonstruowany, aby ze zbioru danych obiektu badanego automatycznie i zbioru danych uprzednio wprowadzonych przy „uczeniu” automatu wydawał on dane diagnostyczne. Oczywiście możliwości takiej diagnostyki byłyby w pewnej mierze ograniczone ale niewątpliwie przydatne w praktyce.

MAGISTRALA ŁĄCZNOŚCI INTERFEJSU



Rys. 1. Schemat blokowy automatycznego systemu dziedzinowego — stanowiska pomiarowo—strojenie aparatów — INTELEKTRAN—URS

Opisany tutaj przykład realizacji stanowiska pomiarowego z wykorzystaniem aparatury podsystemu METRODIG B pozwala na ocenę jej przydatności do automatyzacji procedur kontrolno-pomiarowych w przemyśle elektronicznym. Dodatkowo trzeba podkreślić ten aspekt, że zestawy będą mogły być tworzone w zasadzie z aparatury dostępnej w handlu i uniwersalnej. Umożliwi to znaczne zracjonalizowanie przygotowania zestawów pomiarowych i osiągnięcie poważnych efektów techniczno-ekonomicznych.