

Tadeusz KACZMARCZYK

Instytut Elektroenergetyki  
i Sterowania Układów  
Politechniki Śląskiej

## LABORATORYJNY SYSTEM MIKROKOMPUTEROWY INFORMATYCZNO-DORADCZY

**Streszczenie** W artykule przedstawiono założenia funkcjonalne i sprzętowe oraz doświadczenia wynikające z użytkowania laboratoryjnego systemu informatyczno-doradczego. System ten został zaprojektowany i wykonany dla potrzeb dydaktyki w Zakładzie Elektrowni IEISU Politechniki Śląskiej.

System zrealizowano wykorzystując sprzęt krajowy: specjalnie przystosowany mikrokomputer Meritum 1, kanał przemysłowy Inteldigit PI, specjalnie zaprojektowany i wykonany układ sprzęgający komputer z tym urządzeniem, przetworniki pomiarowe itp.

System zbiera i przetwarza na bieżąco (w trybie nadążnym) dane 2- -stanowe i analogowe z obiektu, którym jest model fizyczny układu elektrycznego elektrowni. Oprogramowanie użytkowe, wykonane w języku assembler TRS-80 oraz Microsoft Basic umożliwia realizację 3 wydawnictw (w tym 1 graficzne) oraz funkcji doradczej dotyczącej synchronizacji generatorów z systemem elektroenergetycznym.

Dotychczasowe doświadczenia wykazały pełną przydatność i wystarczającą niezawodność systemu.

### 1. Wstęp

W związku z burzliwym rozwojem zastosowań techniki mikroprocesorowej w energetyce obserwuje się rosnące zapotrzebowanie energetyki na absolwentów specjalności elektroenergetyka z dobrą znajomością tych zagadnień, a w szczególności zasad projektowania i eksploatacji systemów mikrokomputerowych wspomagających dyspozytorów elektroenergetycznych.

Aby sprostać temu zapotrzebowaniu podjęto w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania układów Politechniki Śląskiej prace nad budową laboratoryjnego systemu informatyczno-doradczego spełniającego podstawowe warunki profesjonalnych systemów tego typu. Prace rozpoczęte w roku 1984 i zakończone w roku następnym wykonywane były w ramach dwóch prac dyplomowych [1], [2] przy dużym zaangażowaniu pracowników Zakładu Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej IEISU. Od roku 1986 stanowisko laboratoryjne jest wykorzystywane w procesie dydaktycznym w ramach przedmiotu "automatyzacja elektrowni" dla studentów specjalności Elektrownie i Gospodarka Elektroenergetyczna.

System został wykonany praktycznie bez nakładów finansowych, wykorzystano bowiem w maksymalnym stopniu sprzęt posiadany przez Instytut w roku 1984.

## 2. Założenia funkcjonalne systemu

Prezentowany system współpracuje w trybie on-line pod kontrolą zegara czasu rzeczywistego z obiektem w postaci fizycznego modelu węzła elektroenergetycznego znajdującego się w laboratorium eksploatacji elektrowni.

System realizuje następujące zadania:

- Wyświetlanie na ekranie monitora czasu rzeczywistego.
- Bieżące wyświetlanie aktualnej konfiguracji kontrolowanego układu elektroenergetycznego (schemat układu z aktualnymi położeniami 8 wyłączników i 16 odłączników) (rys. 1).
- Bieżące wyświetlanie wartości danych analogowych (na tle schematu):
  - 3 wartości napięcia na poszczególnych sekcjach rozdzielni,
  - 2 wartości napięcia generatorów synchronicznych,
  - 2 wartości mocy czynnej generatorów,
  - 1 wartość częstotliwości.

- Emisja na żądanie "historii zdarzeń" w układzie:
  - czas wystąpienia zdarzenia z dokładnością do 1 s,
  - opis zdarzenia (załączenie lub wyłączenie wyłącznika lub odłącznika).

Obszar zarezerwowanej na ten cel pamięci operacyjnej komputera zapewnia przechowywanie do 30 ostatnich zdarzeń.

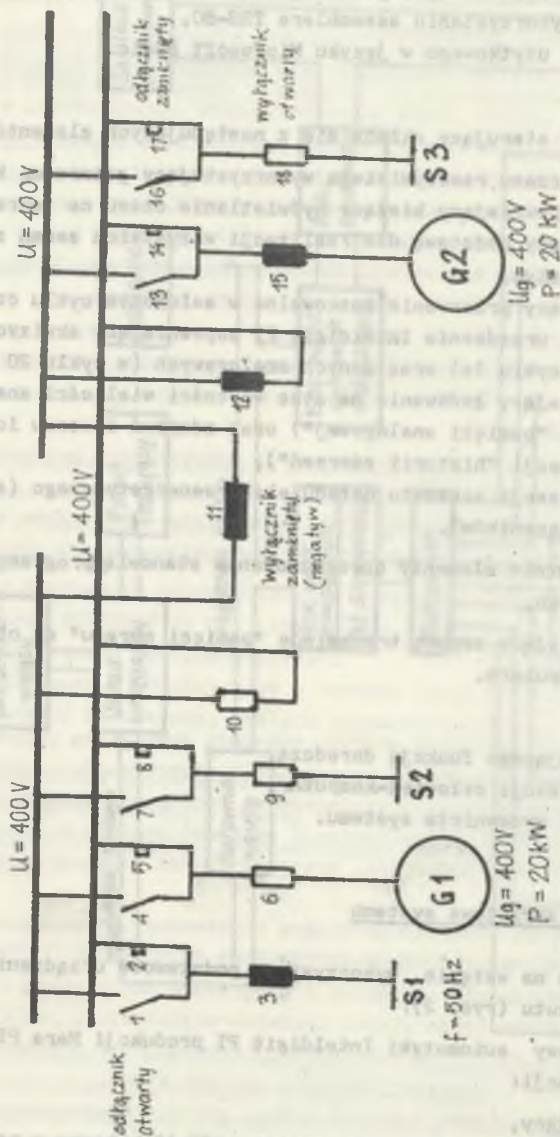
- Emisja na żądanie "pamięci analogowej" w postaci wydawnictwa zawierającego wartości wszystkich kontrolowanych przez system wielkości analogowych w okresie czasu zależnym od ilości wielkości mierzonych oraz okresu ich próbkowania.

Dla przyjętego w systemie okresu próbkowania wielkości analogowych 20 s system zapewnia emisję wszystkich danych analogowych w okresie 5 minut poprzedzających czas bieżący (15 wartości każdej wielkości analogowej wraz z czasem ich wystąpienia).

- Funkcja doradcza systemu przedstawiająca ćwiczącemu sekwencję czynności łączeniowych przygotowujących kontrolowany przez system układ elektroenergetyczny do synchronizacji.

Funkcja ta zapewnia doradztwo przy synchronizacji dowolnych 2 elementów ze zbioru: 2 generatory synchroniczne i 2 linie łączące rozdzielnię z systemem elektroenergetycznym. System realizuje funkcję doradczą dla aktualnej konfiguracji układu elektroenergetycznego, z możliwością pominięcia wybranych przez ćwiczącego elementów łączeniowych, zachowując kryterium minimalizacji ilości czynności łączeniowych oraz zapewniając bieżącą kontrolę wykonanych przez ćwiczącego przełączeń. W przypadku realizacji przełączeń niezgodnych z doradztwem system generuje optymalną sekwencję czynności łączeniowych każdorazowo startując do aktualnego stanu obiektu.

Funkcja doradcza wykonywana jest w trybie konwersacyjnym, przy wkorzystaniu 2 ostatnich (dolnych) linii monitora ekranowego, co umożliwi równoczesną obserwację stanu obiektu na wybranym wydawnictwie.



Rys. 1. Wyświetlenie graficzne systemu. Konfiguracja układu elektroenergetycznego z wartościami wielkości analogowych

Fig. 1. The graphic screen of system. The configuration of electric power system with analog data

### 3. Oprogramowanie systemu

Oprogramowanie systemu składa się z dwóch części:

- a) oprogramowania systemowego wykonanego w kodzie wewnętrznym mikroprocesora Z-80 przy wykorzystaniu assemblera TRS-80,
- b) oprogramowania użytkowego w języku Microsoft Basic.

#### Ad a)

Oprogramowanie sterujące składa się z następujących elementów:

- program zegara czasu rzeczywistego wykorzystujący generator kwarcowy mikrokomputera zapewniający bieżące wyświetlanie czasu na ekranie monitora oraz stanowiący podstawę dla realizacji wszystkich zadań systemu w czasie rzeczywistym,
- program generujący przerwania maskowalne w założonym cyklu czasowym,
- program obsługi urządzenia Inteldigit PI zapewniający akwizycję danych 2-stanowych (w cyklu 1s) oraz danych analogowych (w cyklu 20 s),
- program zapewniający ładowanie na stos wartości wielkości analogowych (dla realizacji "pamięci analogowej") oraz zdarzeń i czasu ich wystąpienia (dla realizacji "historii zdarzeń"),
- program aktualizacji schematu układu elektroenergetycznego (symbole wyłączników i odłączników).

Wymienione 3 ostatnie elementy oprogramowania stanowią programy obsługi przerwania zegarowych.

- program zapewniający szybką transmisję "pamięci obrazu" do obszaru wideo-strony mikrokomputera.

#### Ad b)

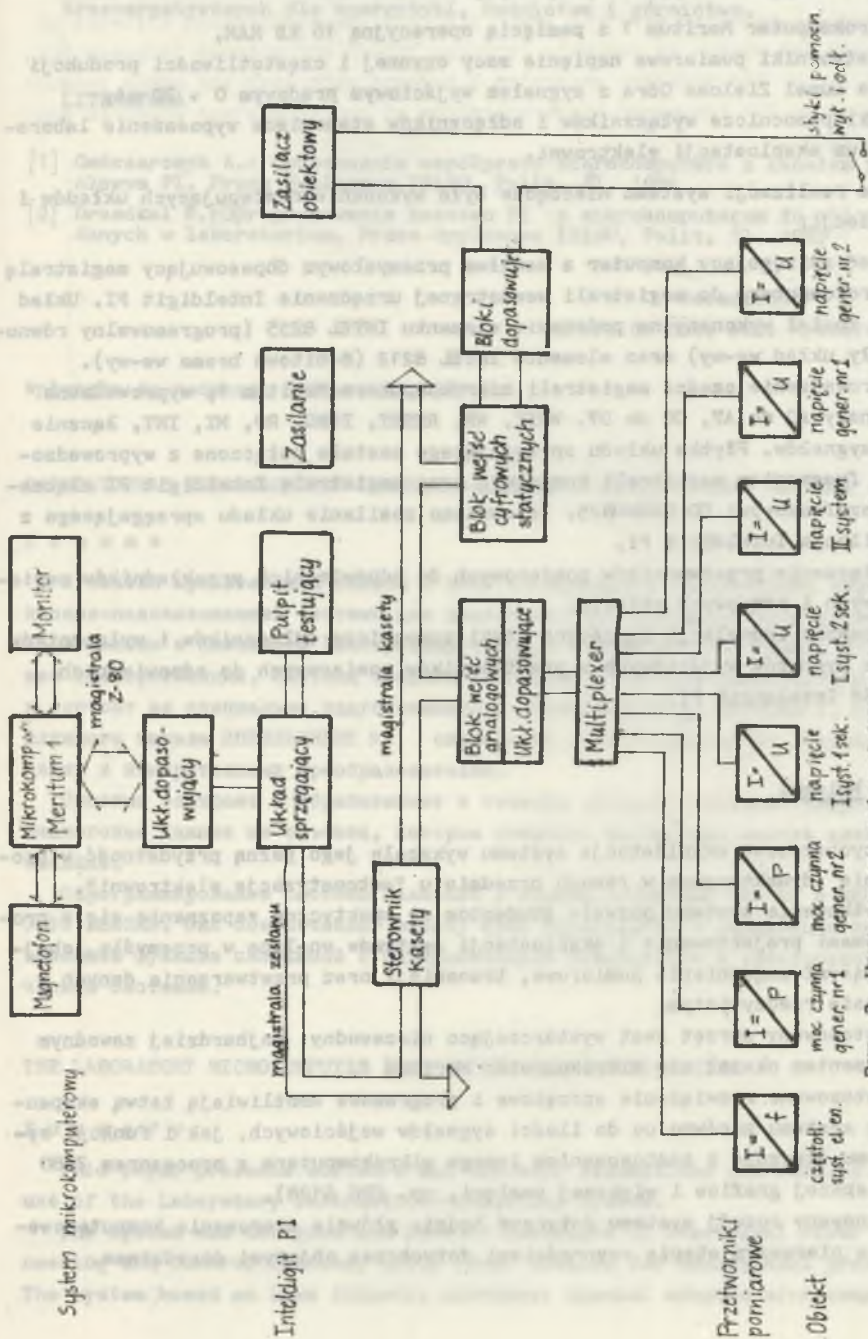
- program realizującego funkcję doradczą,
- programu komunikacji człowiek-komputer,
- programu emisji wydawnictw systemu.

### 4. Realizacja sprzętowa systemu

Jak zaznaczono na wstępie, wykorzystano podstawowe urządzenia będące w osiadaniu Instytutu (rys. 2):

kanał przemysłowy automatyki Inteldigit PI produkcji Mera PIAP w Warszawie w konfiguracji:

- blok sprzęgający,
- blok wejść analogowych z przetwornikiem A/C 12-bitowym z podwójną integracją,
- blok wejść cyfrowych statycznych,
- blok wejść cyfrowych przerywających,



Rys. 2. Uproszczony schemat konfiguracji sprzętowej systemu  
 Fig. 2. The simplified block diagram of hardware configuration of system

- blok wejść licznikowych,
- bloki sygnałów wyjściowych, itp.,
- mikrokomputer Meritum 1 z pamięcią operacyjną 16 kB RAM,
- przetworniki pomiarowe napięcia mocy czynnej i częstotliwości produkcji Mera Lumel Zielona Góra z sygnałem wyjściowym prądowym 0 + 20 mA,
- styki pomocnicze wyłączników i odłączników stanowiące wyposażenie laboratorium eksploatacji elektrowni.

Dla realizacji systemu niezbędne było wykonanie następujących układów i instalacji:

- Układ sprzęgający komputer z kanałem przemysłowym dopasowujący magistralę mikrokomputera do magistrali wewnętrznej urządzenia Inteldigit PI. Układ ten został wykonany na podstawie elementu INTEL 8255 (programowalny równoległy układ we-wy) oraz elementu INTEL 8212 (8-bitowa brama we-wy).
- Wyprowadzenie części magistrali mikrokomputera Meritum 1; wyprowadzono sygnały AO do A7, DO do D7. WAIT, WR, RESET, IORQ, RO, MI, INT, łącznie 25 sygnałów. Płytkę układu sprzęgającego została połączona z wyprowadzonym fragmentem magistrali komputera oraz magistralą Inteldigit PI złączami szufladowymi DD CANNON25. Zapewniono zasilanie układu sprzęgającego z zasilacza Inteldigit PI.
- Podłączenie przetworników pomiarowych do odpowiednich przekładników napięciowych i prądowych obiektu.
- Wykonanie instalacji łączących styki pomocnicze odłączników i wyłączników oraz sygnałów wyjściowych z przetworników pomiarowych do odpowiednich wejść Inteldigit PI.

## 5. Wnioski

1. Dotychczasowa eksploatacja systemu wykazała jego pełną przydatność w procesie dydaktycznym w ramach przedmiotu "automatyzacja elektrowni".
2. Użytkowanie systemu pozwala studentom na praktyczne zapoznanie się z problemami projektowania i eksploatacji systemów on-line w przemyśle, obejmującymi zagadnienia pomiarowe, transmisji oraz przetwarzania danych w czasie rzeczywistym.
3. Zastosowany sprzęt jest wystarczająco niezawodny; najbardziej zawodnym elementem okazał się mikrokomputer Meritum 1.
4. Zastosowane rozwiązania sprzętowe i programowe umożliwiają łatwą ekspansję systemu zarówno co do ilości sygnałów wejściowych, jak i funkcji systemu (łącznie z zastosowaniem innego mikrokomputera z procesorem Z-80 o lepszej grafice i większej pamięci, np. CPC 6128).
5. Planowany rozwój systemu dotyczyć będzie głównie sterowania komputerowego w pierwszym etapie czynnościami dotychczas objętymi doradztwem.

6. Doświadczenia zdobyte podczas realizacji systemu pozwoliły na podjęcie w IEISU prac nad realizacją szeregu systemów wspomagania dyspozytorów elektroenergetycznych dla energetyki, hutnictwa i górnictwa.

## LITERATURA

- [1] Gańczarczyk A.: Opracowanie współpracy mikrokomputera z kanałem przemysłowym PI. Praca dyplomowa IEISU, Polit. Śl. 1984
- [2] Drosdzol M.: Oprogramowanie zestawu PI z mikrokomputerem do zbiornika danych w laboratorium. Praca dyplomowa IEISU, Polit. Śl. 1985

Recenzent:

prof. dr hab. inż. Ryszard Matla

Wpłynęło do redakcji 5 stycznia 1987 r.

## ЛАБОРАТОРНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОДСКАЗЫВАЮЩАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА

## Р е з ю м е

В статье представлены основы и опыт обслуживания лабораторной информационно-подсказывающей системы для дидактики. Эта система спроектирована и изготовлена в Институте Электроэнергетики и Управления Системами, Отделение Электростанции. Система создана на основе устройств производимых в ПНР и состоит из специально подготовленного микрокомпьютера МЕРИТУМ 1, промышленного канала ИНТЕЛДИГИТ PI, специально спроектированного устройства связи и измерительных преобразователей.

Система собирает и обрабатывает в течении реального времени цифровые и аналоговые данные из объекта, которым является физическая модель электростанции.

Опрограммирование системы написано в языках АССЕМБЛЕР TRC-80 и МИКРО-СОФТ БЭЙЗИК. Оно обеспечивает выдачу трёх издательств и реализацию подсказывающей функции связанной с синхронизацией генераторов и электроenerгетической системой.

## THE LABORATORY MICROCOMPUTER INFORMATION-CONSULTING SYSTEM

## S u m m a r y

This paper presents software and hardware assumptions and results of the use of the Laboratory Information-Consulting System.

The system was designed and made in Institute of Electrical Power Engineering and Control Systems, Group Power Station for educational process. The system based on home industry hardware: special adapted microcomputer

Meritum 1, data channel Inteldigit PI, special designed and made coupling unit and measurement converters.

The system acquires in real time and process digital and analog data from physical model of electric power station. The application software of the system was wraten in assembly language TRS-80 and program language Microsoft Basic. The software generates 3 screens with data and makes consulting function for frequency synchronization of generators and electric power system.