

Danuta WOJCIECHOWSKA
Politechnika Śląska
Instytut Automatyki

KONCEPCJA KOMPLEKSOWEJ AUTOMATYZACJI STACJI UZDATNIANIA WODY
Z ZASTOSOWANIEM KANAŁU INTELDIGIT PI SPRZĘŻENIA MASZYNY CYFROWEJ
Z OBIEKTEM

Streszczenie: W referacie scharakteryzowano proponowany system komputerowy MERA 306 i kanał sprzężenia z obiektem INTELDIGIT PI pod względem jego możliwości, sposobów połączeń i oprogramowania. Przedstawiono koncepcję niezbędnej konfiguracji urządzeń systemu przeznaczonego do automatyzacji przykładowego obiektu, jakim jest stacja uzdatniania wody SUW w Kobiernicach.

Wstęp

Przy opracowywaniu koncepcji systemu automatyki kompleksowej /SAK/ stacji wodociągowej założono wykorzystanie aparatury krajowej. O ile sprzęt komputerowy jest dostępny /ODRA 1325, MERA 400, oraz minikomputery serii MERA 300/, to dotychczas skompletowanie sprzętu kanału sprzężenia komputerów z elementami automatyki i pomiarów sprawia najwięcej trudności.

W kraju istnieje kilka opracowań systemów jak: SMA, CAMAC, PI, TM-10, CST-72, UZO-4. Część z nich nie jest produkowana, część niedostosowana do ww. systemów komputerowych.

Spośród kanałów dostępnych najlepszy wydaje się system Intelldigit PI. Ma on szerokie możliwości funkcjonalne, gdyż produkcja jest dobrze przygotowana i zaawansowana.

1. Przeznaczenie systemu PI

System ten przeznaczony jest do połączenia minikomputera MERA 306 z obiektem, zarówno dla potrzeb zbierania informacji jak i sterowania.

2. Zastosowanie

Dotychczas wg danych na styczeń 1978 r. system PI zrealizowano dla ponad 30 odbiorców w kraju. Jest on stosowany do prac dydaktycznych i badawczych, w laboratorium do badań symulacyjnych i modelowych, do sterowania maszynami włókienniczymi, do kontroli czasu pracy personelu, do kontroli procesu elektrolizy aluminium, do zbierania informacji z obrabiarek sterowanych numerycznie, do sterowania zgrzewarkami, do obsługi bloku energetycznego w zakresie CRPD, do zdalnego nadzoru transportu.

W ramach prac PR-7.05 przygotowuje się zastosowanie systemu PI w gospodarce wodnej do sterowania stacją uzdatniania wody SUW z oczyszczalni ścieków.

3. Badania zestawu PI

Zakład Doświadczalny Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów w Warszawie, producent PI, przeprowadza pełne badania typu wyrobu i zestawu, oraz badania niezawodnościowe długotrwałe. Przeprowadzane są również badania eksploatacyjne, natomiast badania atestacyjne dla dopuszczenia do zastosowań w poszczególnych branżach przeprowadzają odpowiednie instytucje resortowe. Np. w energetyce przeprowadzono próby składające się z 2 części: pierwszy etap to badania wstępne, drugi etap - niezawodnościowe. Przeprowadzone badania wykazały możliwość zastosowania układu CRPD w konfiguracji MOKIK 8b oraz urządzenia sprzężenia typu PI w warunkach elektrowni cieplnej. Badania długotrwałe miały na celu sprawdzenie niezawodności pracy ciągłej w warunkach przemysłowych. Zestaw spełniał wszystkie wymagania techniczne założone przez producenta wg obowiązującej normy NB-76 3108-02.

4. Budowa i struktura

PI zawiera 16 kaset grupujących do 16 pakietów w każdej kasie. Urządzenie to zawiera: pakiety wejściowe, wyjściowe, pomocnicze, testujące oraz symulatory obiektowe.

Pakiety wejściowe i wyjściowe są sprzęgające, adresowalne, stosujące sygnały analogowe, częstotliwościowe, impulsowe, dwustanowe lub cyfrowe. Przesył pomiędzy pakietami a maszyną cyfrową jest równoległy.

Do współpracy z pakietami adresowalnymi stosowane są pakiety nieadresowalne, takie jak obwody dopasowujące. Służą one do przetwarzania obiektowych sygnałów analogowych prądowych na sygnały napięciowe dostosowane do zakresu sygnałów wejściowych pakietów. Realizują one również tłumienie zakłóceń wnoszonych przez obwody obiektowe i zabezpieczenie przeciwprzebiegiowe impulsowe przetworników analogowo-cyfrowych.

Istnieje pełna elastyczność tworzenia zestawu w dowolnym miejscu kasyety i szafy. Konstrukcja pakietu zapewnia separację obwodów i sygnałów z obiektu do obwodów i sygnałów cyfrowych.

Do przesyłu informacji na większe odległości, nie przekraczające jednak 1,5 km, stosuje się pakiety będące odbiornikami i nadajnikami transmisji szeregowej, które realizują oddzielenie galwaniczne linii od urządzeń cyfrowych, kontrolę formatu i parzystości przesyłanej informacji oraz wykrywanie przerwy w obwodzie linii. Przy większych odległościach niezbędne jest stosowanie urządzeń telegrafii wielokrotnej TgF 24 lub modemów.

5. Współpraca z komputerami

PI w zależności od bloku sprzęgającego BS może współpracować z różnego typu komputerami, takimi jak: system MERA 300, MERA 400, ODRA 1325, PDP-11, TERA-70 i M-400.

W proponowanej koncepcji kanał PI jest przeznaczony do współpracy z minikomputerem MERA 306. Maszyna ta ma słowa 8-bitowe o pojemności pamięci 16 k-słów z możliwością rozbudowy do 32 k-słów. Rozbudowany system WE/WY składa się z kanałów przesyłania informacji, jednostek sterujących JS i urządzeń zewnętrznych. Umożliwia komunikację i przesył informacji z obiektu poprzez kanały minikomputera, które przyjmują informacje sterujące transmisją w postaci zadanej przez program. Zamieniają te informacje na sekwencję sygnałów interfejsu wysyłanych do JS urządzeń dostarczających informacje o stanie urządzeń. W MERZE 306 kanał PI połączony jest dla sygnałów informacyjnych poprzez BS z kanałem arytmometru, oraz dla sygnałów przerywających poprzez kros z blokiem przerw zewnętrznych BEZ.

Sprzężenie PI z minikomputerem jest zrealizowane za pomocą dwu wieloprzewodowych magistrali biernych: magistrali kasyety łączącej styki gniazd pakietów ze stykami gniazd sterownika kasyety SK, oraz magistrali zestawu łączącej SK z BS. Sterowniki kaset nie zawierają rejestrów, działają przepływowo. Magistrale przenoszą dwukierunkowo sygnały między minikomputerem a pakietami.

Informacja przesyłana przez PI jest 16-bitowa, a adres 8-bitowy.

6. Oprogramowanie

Do obsługi sprzętu PI w połączeniu z minikomputerem MERA 306 został opracowany w PIAP system operacyjny OPSOT w wariancie dyskowej.

Programy pracujące pod kontrolą systemu OPSOT można pisać w języku: MAKROMOTIS, SAWIK lub ASEBIAN. System zajmuje łącznie ze stronami roboczymi 1428 stron w pamięci operacyjnej PAO. Obejmuje on program dyrygenta, jedno- i wielozadaniowy system operacyjny. Ponadto OPSOT zawiera programy testujące TPI dla aktualnie opracowanych pakietów do celów sprawdzenia poprawności pracy zestawu urządzeń PI, programy pomocnicze - assembler MAKROMOTIS, poprawiania taśmy symbolicznej, listowania taśmy symbolicznej i programy ładujące.

Program nadrzędny - dyrygent, zapewnia nadzór nad wszystkimi programami i systemem operacyjnym.

Wielozadaniowy system operacyjny umożliwia zbieranie informacji z obiektu poprzez PI i przetwarzanie ich w czasie rzeczywistym. Zarządzenie zadaniami odbywa się wg regulaminu priorytetów względnych.

Obsługa urządzeń PI obejmuje: komunikację z pakietami, obsługę przerw przesyłanych z pakietów za pośrednictwem magistrali zestawu oraz obsługę przerw przesyłanych bezpośrednio do komputera z wyróżnionych pakietów. Analiza przerw odbywa się w kolejności kaset, a w ramach kaset według pakietów.

System umożliwia zarządzanie 31 programami - zadaniami, które można umieszczać w PAO lub na dysku. Priorytet zadania ustala użytkownik, wypełniając w tym celu odpowiednie tablice - Adresów Początkowych TAP oraz Okresów Zegarowych TOZ, gdzie w TAP ustawia ilość zadań i ich rozmieszczenie w PAO lub na dysku, a w TOZ - okresy zegarowe po upływie których zadanie ma być ustawiane w stan gotowości.

7. Koncepcja automatyzacji stacji uzdatniania wody na przykładzie Stacji Uzdatniania Wody SUW w Kobiernicach

Cały proces uzdatniania wody można podzielić na kilka procesów jednostkowych:

- ujęcie wody i przesył do Kobiernic,
- wstępne oczyszczenie,
- przygotowanie i dozowanie koagulantów,
- filtracja,

- chlorowanie wody przefiltrowanej,
- wysyłka wody uzdatnionej ze stacji.

Uproszczony schemat technologiczny procesu uzdatniania wody przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat technologiczny procesu uzdatniania wody.

Ze względu na charakter procesu, jako wielkości wiodące przyjęto:

- natężenie wypływu wody czystej,
- mętność wody czystej.

Z analizy poszczególnych wielkości wejściowych wynikało, że na przebieg procesu najsilniej wpływają:

- natężenie przepływu wody surowej,
- dawka koagulanta,
- liczba pracujących filtrów.

Konceptcja scentralizowanego sterowania z wykorzystaniem systemu MERA 306 - INTEL DIGIT PI wymaga dostarczenia do systemu informacji z następujących przetworników pomiarowych:

- mętnościomierzy - przewiduje się zastosowanie mętnościomierzy typu NP52B2 firmy SIGRIST PHOTOMETER o zakresach

$$0-1000 \frac{\text{mg SiO}_2}{\text{litr H}_2\text{O}} \text{ w czterech podzakresach } 0-1, 0-10, 0-100, 0-1000.$$

Sygnal wyjściowy prądowy 0-20 mA,

- przepływomierzy turbinowych wchodzących w skład systemu "POLMATIK"

stosowane dla rurociągu 2500 mm.

- Sygnal wyjściowy prądowy 0-5 mA, 0-20 mA lub 4-20 mA,
- wodomierzy ϕ rurociągu ≤ 400 mm. Sygnal wyjściowy w postaci cyfrowej /4 dekady kod BCD, poziomy TTL/,
 - przepływomierzy ultradźwiękowych $\phi \geq 500$ mm. Sygnal wyjściowy w postaci cyfrowej /4 dekady kod BCD/,
 - lub analogowy, prądowy 0-20 mA,
 - wyłączników krańcowych typu MFO-1, MFO-2,
 - sygnalizatorów poziomu,
 - pozycjonerów organów wykonawczych. Sygnal wyjściowy prądowy 0-5 mA.

Sterowanie procesem uzdatniania wody odbywa się za pośrednictwem następującej aparatury regulacyjnej, takiej jak:

- regulatory systemu ETRONIK /regulatory ciągle krokowe trójpołożeniowe, stacyjki, przetworniki położenia/,
- regulator stosunku ST1 wraz z elementem mnożącym wielkości skoku pompy dozującej. Sygnal wyjściowy 0-12 V,
- silowniki ELS 1000/250 w układach wydajności filtrów.

Sygnal sterujący prądowy analogowy 0-20 mA;

- silowniki ELS 250/63 IV w układzie regulacji natężenia przepływu koagulanta. Sygnal sterujący prądowy 0-20 mA,
- przekaźniki R-15 w napędach zasów i układach sterowania mieszadeł.

Proponowana koncepcja sterowania procesem uzdatniania wody na stacji Koblernice wymaga zastosowania następujących ilości pakietów wejściowych, wyjściowych i dopasowujących:

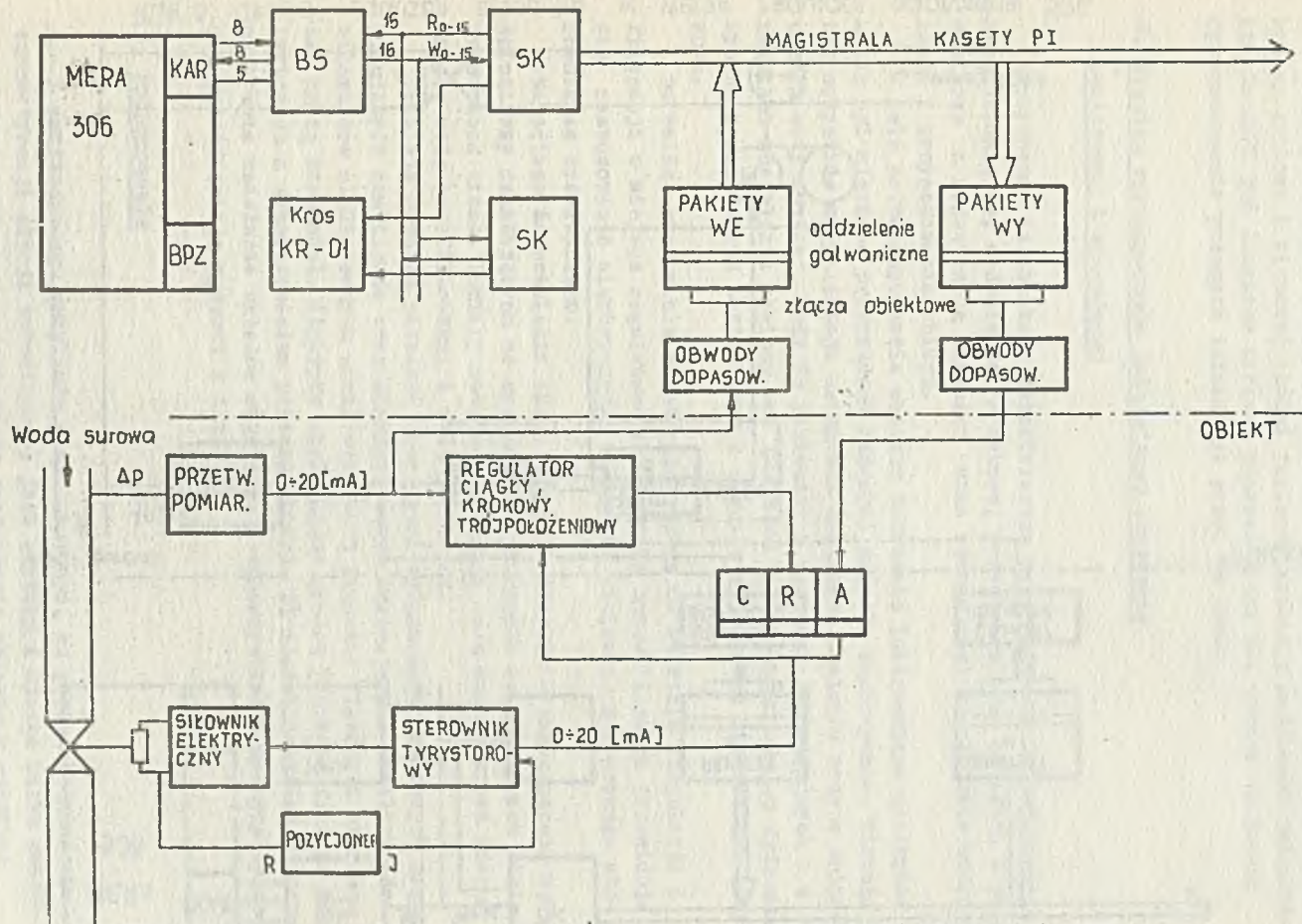
- pakiety wejściowe:

PI-01 - 16 szt.	
PI-02 - 50 szt.	344 wejść dwustanowych prądowych
PI-11 - 43 szt.	- 1088 wejść cyfrowych
PE-03 - 8 szt.	- przetworników A/C
PE-04 - 8 szt.	- 128 wejść komutowanych analogowych
- pakiety wyjściowe:

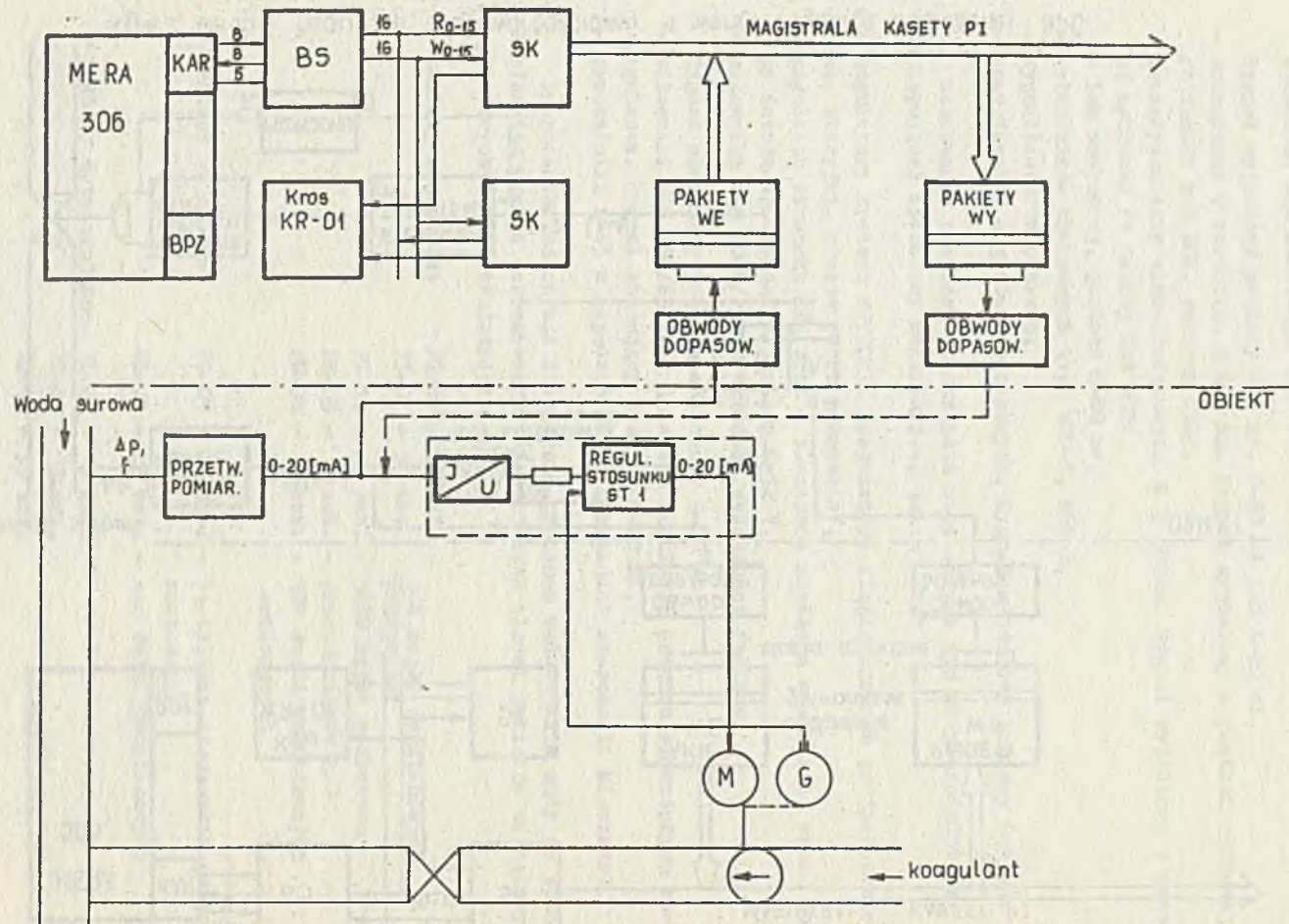
RO-03 - 74 szt.	- 74 wyjścia sterowania przyrostowego
RO-21 - 28 szt.	- 440 wejść dwustanowych
- pakiety dopasowujące:

PD-02 - 9 szt.
PD-03 - 3 szt.
PD-05 - 33 szt.

Pakiety te wraz ze sterownikami kaset oddalonych, odbiornikami i nadajnikami linii, pakietami pomocniczymi i zasilaczami należy rozmieścić



Rys. 2. Układ regulacji statowartościowej w wersji regulacji nadrzędnej SPC



Rys. 3. Układ regulacji stosunku w wersji regulacji nadrzędnej 5PC

w osterech 9-segmentowych szafach.

System umożliwia zaadresowanie max. 256 pakietów. W przypadku rozbudowy systemu i większej ilości pakietów istnieje możliwość podłączenia do MERY 306 drugiego systemu poprzez drugi BS, wymaga to jednak oprogramowania przesyłu informacji przez te linie.

8. Stopień wykorzystania istniejącej aparatury pomiarowej i sterującej

Dotychczas na obiekcie zainstalowane były jedynie: jednozakresowe mętnościomierze, wodomierze pływakowe, przepływomierze zwężkowe i poziomomierze z rejestracją wizualną oraz ręczne wagi na oddziale koagulacji i przygotowania chloru.

W celu zautomatyzowania obiektu wszystkie interesujące wielkości muszą być mierzone przyrządami dającymi sygnały elektryczne. Dlatego też wszystkie sygnalizacje osiągnięcia ekstremów poziomów wody w zbiornikach wody czystej, wody do płukania, w komorach filtracyjnych i w kadziach koagulantu powinny być mierzone przez sygnalizatory hydrostatyczne z manometrem kontaktowym o sygnale wyjściowym dwustanowym aktywnym.

Do celów sterowania scentralizowanego na oddziale koagulacji i filtracji w miejsce regulatora i siłownika hydraulicznego przewiduje się zastosowanie elektrycznego siłownika liniowego sterowanego sterownikiem tyrystorowym.

Natomiast do ustalenia czasu płukania filtrów - zastosowania mętnościomierzy działających na zasadzie rozproszenia światła przez zanieczyszczoną ciecz. Pomiary mętności obejmują wodę surową przed koagulacją, wodę przefiltrowaną i wodę popłuczną.

Istnieje również potrzeba stosowania wyłączników krańcowych sygnalizujących zamknięcie oraz otwarcie zasuw odcinających zasilanie do siłowników elektrycznych umożliwiających płukanie filtrów i sterowanie pracą mieszadeł. Algorytm obsługujący proces płukania filtrów kontaktowych z wykorzystaniem pakietów kanału PI został opracowany. Schematycznie działanie układów regulacji z wykorzystaniem maszyny cyfrowej przedstawiają rysunki 2 i 3.

9. Podsumowanie

Z przytoczonego przykładu można zauważyć, że proces kompleksowej automatyzacji stacji wodociągowej jest złożony i wymaga kilku etapów.

W fazie wstępnej - dokładnego rozpoznania obiektu w aspekcie funkcji, jakie będzie spełniać maszyna cyfrowa przy obsłudze stacji.

Następnie po określeniu ilości urządzeń pomiarowych i sterujących, o jakie należy uzupełnić obiekt, wprowadzając automatyzację, następuje dobór pakietów kanału sprzężenia z obiektem INTERDIGIT PI. O doborze decyduje zakres oraz rodzaj sygnałów zbieranych lub koniecznych do przesłania w procesie sterowania obiektem.

LITERATURA

- [1] Opis funkcjonalny - Momik Sb/1000 - Zasady działania. Warszawa 1974.
- [2] Informator - Zastosowań części centralnej POLMATIK - INTELDIGIT PI - - Urządzenie sprzęgające komputerów z elementami automatyki i pomiarów. Warszawa 1976.
- [3] Oprogramowanie systemowe OPSOT dla zestawu MERA 306-PI. Instrukcja użytkownika - MERA - PIAP nr rej. 2166.
- [4] Andrzej Wolaki - praca dyplomowa prowadzona przez Doc. dr inż. J. Piotrowskiego - Projekt i analiza układów regulacji filtrów w stacji wodociągowej Kobiernice.

КОНЦЕПЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МЭРА 306 и ИНТЕЛДИГИТ ПИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОПРОВОДНОЙ СТАНЦИИ

В докладе описано предлагаемую вычислительную систему МЭРА 306 с каналом связи с объектом ИНТЕЛДИГИТ ПИ по отношению к её возможностям способом соединения и программированию. Представлено идеи и необходимые конфигурации оборудования предназначенного для автоматизации показанной в качестве примера, водопроводной станции в Кобиерницах.

A CONCEPT OF THE COMPLEX AUTOMATIC CONTROLLED WATER TREATMENT PLANT WHEN THE INTELDIGIT PI INTERFACE IS USED

In this paper measurement system of the Water Treatment Plant in Kobiernice has been used for data accumulation and processing. The measurement system consists: the digital computer MERA 306 and the transmission channel INTELDIGIT PI. Detailed description of the computer measurement system configuration peripheral equipment structure and system abilities have been made.