

MASAP - MIKROPROCESOROWY SYSTEM AUTOMATYZACJI MAŁYCH I ŚREDNICH, WOLNOZMIENNYCH PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH

Referat zawiera omówienie struktury i właściwości funkcjonalnych modułowo aparatowego systemu automatyki MASAP oraz charakterystykę poszczególnych urządzeń wchodzących w jego skład. System złożony jest ze stacji operatorskich, regulatorów aparatowych i modułowych sterowników połączonych magistralą transmisyjną. Opracowanie systemu MASAP zakończone zostało w 2001 r. w PIAP. Prace prowadzone były w ramach projektu celowego przy wykorzystaniu środków KBN.

MASAP - MICROPROCESSOR BASED SYSTEM OF SMALL AND MEDIUM SIZE TECHNOLOGIC PROCESS AUTOMATION

The author presents the structure and the functional properties of the modular and compact system MASAP, destined for automation of technologic processes. The system components are presented and characterised. There are operation stations, compact controllers and PLC devices connected to a common bus. The system was developed in PIAP in 2001 r. The work was financed with help of KBN.

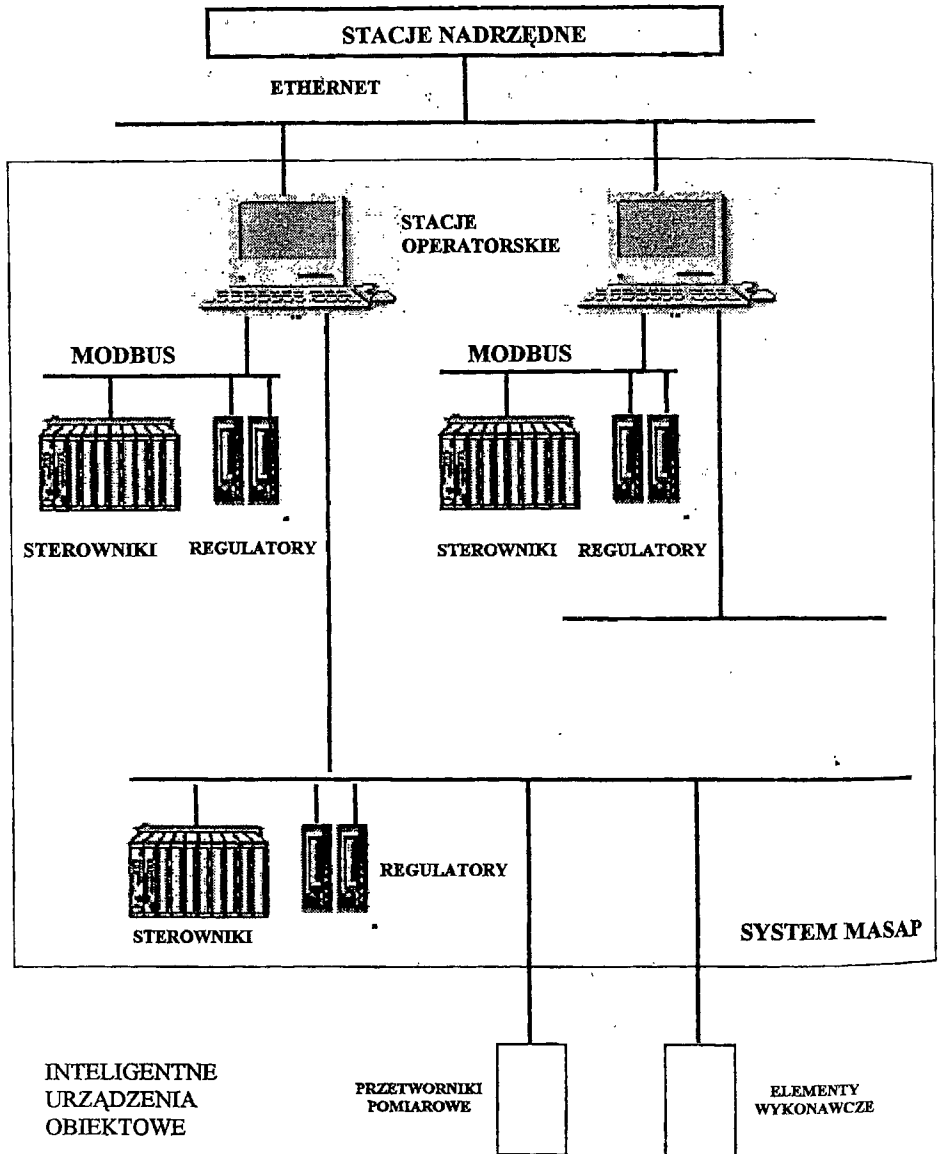
1. WSTĘP

MASAP jest mikroprocesorowym systemem automatyki i pomiarów opracowanym w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów, w ramach realizacji projektu celowego (umowa Nr 8 T11A 029 98 C/4124) [1]. W 4 kwartale 2001 r. PIAP zakończył prace związane z opracowaniem i wdrożeniem systemu i przystąpił do jego produkcji [2]. Wykonawcą projektu jest Pion Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej PIAP, a realizatorem Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP. Celem niniejszej pracy jest ogólne przedstawienie systemu, a w szczególności zaprezentowanie jego struktury i właściwości funkcjonalnych.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Struktura systemu MASAP została przedstawiona na rys. 1

System zawiera komputerową stację operatorską (zrealizowaną na komputerze typu PC), mikroprocesorowe regulatory aparatowe oraz modułowe sterowniki programowalne o zmiennej konfiguracji sprzętowej.



Rys. 1 Struktura i elementy systemu MASAP

W skład urządzeń systemu MASAP wchodzi 2 regulatory aparatu: regulator dwukanałowy ARM-2, regulator czterokanałowy ARM-4 oraz 9 typów modułów sterownika. Sterowniki systemu złożone są z modułu mikroprocesora, zasilacza oraz dowolnego, wybranego przez użytkownika zestawu modułów obiektowych.

3. REGULATORY APARATOWE

Regulatory aparatu ARM-2 oraz ARM-4 systemu i produkowany obecnie regulator MRP-42C mają podobne właściwości funkcjonalne i biblioteki programowe [3].

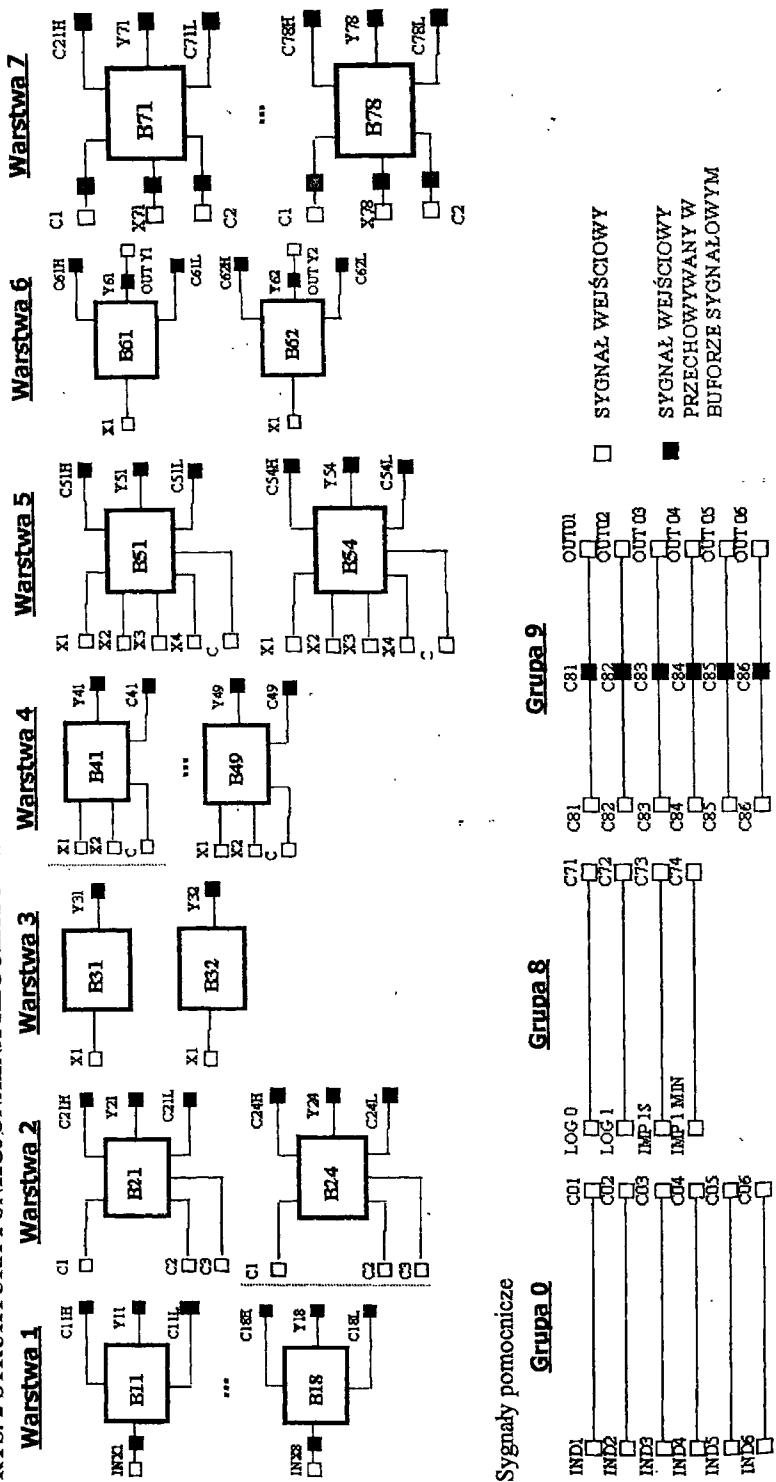
Tablica 1. Podstawowe parametry regulatorów systemu MASAP

Nr	Rodzaj parametru	Regulator ARM-2 (Wartość / opis)	Regulator ARM-4 (Wartość / opis)
1	Wejścia analogowe	8 wejść (0) 4 ... 20mA lub (0) 2 ... 10V z czego jedno może być parametryczne	8 wejść (0) 4 ... 20mA lub (0) 2 ... 10V z czego jedno może być parametryczne
2	Wejście parametryczne	Jedno wejście z czujnika termoelektrycznego 2,7mV ... 37,3mV lub Pt100, Ni100 lub potencjometru 1k Ω , 10 k Ω	Jedno wejście z czujnika termoelektrycznego 2,7mV ... 37,3mV lub Pt100, Ni100 lub potencjometru 1k Ω , 10 k Ω
3	Wejścia dyskretne	6 wejść 0/24V lub zwarcie / rozwarcie zestyków	6 wejść 0/24V lub zwarcie / rozwarcie zestyków
4	Wyjścia dyskretne	6 wyjść tranzystorowych typu otwarty kolektor plus 1 wyjście awarii sprzętowej	6 wyjść tranzystorowych typu otwarty kolektor plus 1 wyjście awarii sprzętowej
5	Wyjścia regulacyjne	ilość wyjść: 2 2 wyjścia 4 ... 20mA, R \leq 500 Ω lub 2 wyjścia dyskretne przekaźnikowe lub tyrystorowe	ilość wyjść: 4 2 wyjścia 4 ... 20mA, R \leq 500 Ω oraz 2 wyjścia dyskretne przekaźnikowe lub tyrystorowe
6	Diagnostyka	Alarmy przekroczeń i autodiagnostyka	Alarmy przekroczeń i autodiagnostyka
7	Interfejs komunikacyjny	RS 232C lub RS 485 protokół MODBUS lub PROFIBUS	RS 232C lub RS 485 protokół MODBUS lub LonWorks
8	Zasilanie	220V, - 15% ... +10%, 50Hz	220V, - 15% ... +10%, 50Hz
9	Wymiary	72x144x225mm	72x144x225mm

Oprogramowanie regulatorów ARM-2 i ARM-4 pozwala na zrealizowanie, za pomocą jednego aparatu, układu automatycznej regulacji o średnio złożonej strukturze, zawierającej do 4 regulatorów i szereg pomocniczych bloków funkcjonalnych typowych dla części centralnej układu regulacji.

Struktura funkcjonalna regulatora ARM-4 została pokazana na rys.2. Przedstawia się ona dla użytkownika jako zbiór 37 bloków podzielonych na 7 grup nazwanych umownie warstwami. Oprócz tego wyróżnia się 3 grupy sygnałowe zawierające sygnały obiektowe i wewnętrzne pomocnicze.

RYS. 2 STRUKTURA FUNKCJONALNA REGULATORA ARM-4



Bloki warstwy 1 są na stałe połączone z analogowymi sygnałami wejściowymi i realizują proste algorytmy przetwarzania pojedynczego sygnału analogowego. Warstwa 2 zawiera cztery bloki programowanego zadajnika sygnałów analogowych i dyskretnych. Bloki warstwy 3 zawierają algorytm, nastawianej przez użytkownika, wieloodcinkowej charakterystyki linearyzacyjnej przeznaczonej do linearyzacji dowolnych sygnałów analogowych. Bloki warstwy 4 przeznaczone są dla algorytmów przetwarzających dwa sygnały analogowe lub dyskretne. Warstwa 5 zawiera bloki regulatorów typu PID, a warstwa 6 bloki przeznaczone są do przeniesienia analogowego sygnału regulacyjnego z wyjścia warstwy 5 na wyjście fizyczne regulatora (wprost lub z inwersją). Bloki warstwy 7 służą do przekazywania sygnałów za pośrednictwem sieci pomiędzy regulatorem a systemem SCADA i/lub innymi urządzeniami pracującymi w sieci. Autonomiczna komunikacja sieciowa możliwa jest dla urządzeń pracujących w sieci LonWorks. Dla urządzeń pracujących z protokołem MODBUS-RTU, ze względu na specyfikę tego protokołu (master/slave), konieczne jest wykorzystanie komputera pracującego w trybie master z oprogramowaniem typu SCADA (np. MASAPscada lub Wizcon). Sygnały wejściowe bloku (analogowe i cyfrowe) dostępne są dla innych urządzeń sieci. Na wejście bloku warstwy 7 (podobnie jak i innych) można podłączyć sygnały wyjściowe innych bloków struktury funkcjonalnej regulatora.

4. MODUŁY STEROWNIKA

Sterowniki systemu MASAP, dzięki modułowej budowie zapewnią dużą elastyczność i swobodę przy tworzeniu struktur regulacyjnych. Rozwiązanie konstrukcyjne sterowników stosuje dzieloną pomiędzy moduły magistralę, co pozwala na łatwą swobodną konfigurację sterowników z modułów oferowanych w systemie MASAP. Moduły sterowników wykonane są w typowych handlowych obudowach plastikowych o wysokości 96 mm i szerokości będącej wielokrotnością modułu 24 mm. Są one przeznaczone do montażu na szynie DIN 35.

Wykaz modułów sterownika i ich podstawowe parametry podane są w tablicy 2.

Komunikacja pomiędzy modułami odbywa się za pośrednictwem specjalizowanej magistrali sygnałowej, której fragment znajduje się w każdym module. Łączenie magistral pomiędzy modułami odbywa się za pomocą łączówek umieszczonych w tylnej części modułów. Wszystkie moduły sterownika są dwupłytkowe. Magistrala przekazuje również sygnały lokalne pomiędzy płytkami w poszczególnych modułach.

Istnieje możliwość dołączania kilku tego samego rodzaju pakietów do jednego sterownika, tak aby uzyskać w zestawie pakietów sterownika pożądaną ilość odpowiednich wejść i wyjść obiektowych. Pakiety tego samego typu w zestawie rozróżnia się za pomocą numeru. Numer pakietu ustala się za pomocą kodownika umieszczonego na płycie tylnej modułu i dostępnego z zewnątrz. Program sterowania rozpoznaje automatycznie wybrany zestaw pakietów.

5. STACJE OPERATORSKIE I OPROGRAMOWANIE NARZĘDZIOWE

Komunikacja pomiędzy stacją komputerową a urządzeniami obiektowymi odbywa się za pośrednictwem magistral transmisyjnych, przy wykorzystaniu protokołów transmisyjnych MODBUS-RTU lub LonWorks.

Dla systemu MASAP zostały opracowane specjalne programy [4] obejmujące:

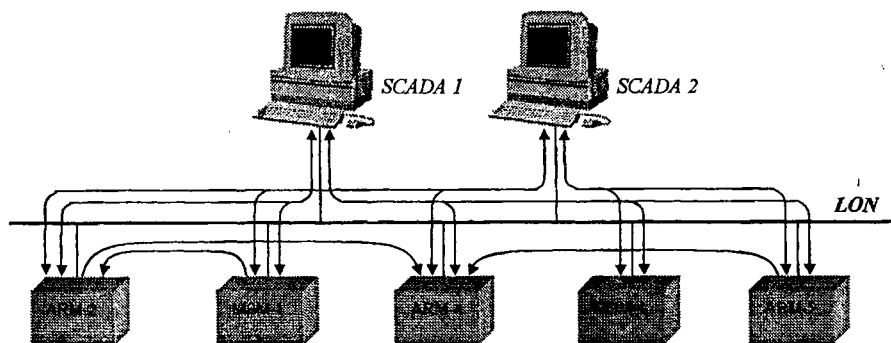
- programy do organizacji i zarządzania transmisją LonWorks - LonProject i Lonserver,
- oprogramowanie MASAPscada przeznaczone do tworzenia stacji operatorskich,

Tablica 2. Moduły sterowników systemu MASAP

Nr	Rodzaj modułu	Podstawowe parametry (Wartość / opis)	Uwagi
1	Zasilacz MPS-40M	Napięcie zasilania: 85 - 260 V AC Napięcia wyjściowe: 1) 5V DC 2) 24V DC Moc wyjściowa: 30 W Temperatura otoczenia: 0 °C + +55 °C	W modelach stosowany jest zasilacz firmy IMCON-Intec s.c. Gliwice
2	Moduł mikroprocesora MSM-1	Procesor szesnastobitowy np.: typu 80186 Pamięć FLASH (8*)128 +496 kB Pamięć RAM (8*)128 k bajtów Port komunikacyjny do interfejsu MODBUS lub LonWorks	Praca pod nadzorem systemu operacyjnego. Program pracy wczytywany do pamięci FLASH
3	Moduł wejść dyskretnych DIM-16	Ilość wejść: 16 izolowanych galwanicznie od części cyfrowej systemu. Poziom H: 24V albo rezystancja ≥ 10 k Ω Poziom L: 0V albo rezystancja ≤ 600 Ω	
4	Moduł wyjść dyskretnych tranzystorowych DOM-16T	Ilość wyjść: 16 izolowanych galwanicznie od części cyfrowej systemu. Poziom H: 24V, 100mA Poziom L: 24V, I ≤ 1 mA	
5	Moduł wyjść dyskretnych przekaźnikowych DOM-16P	Ilość wyjść: 16 Zestyk przekaźnika: 24V DC ; 125V AC Maksymalna moc łączeniowa: 1 A 24 VDC / 0,5 A 120 VAC	Zastosowano przekaźniki subminiatur. typu M4, f-my Meisel, Japan
6	Moduł 2 wyjść regulacyjnych dyskretnych przekaźnikowych DRM-2P	Dwa wyjścia regulacyjne trójpołożeniowe przekaźnikowe: 24V DC ; 230 VAC Maksymalna moc łączeniowa 80W/200 VA	Zastosowano przekaźniki subminiatur. typu R51, f-my Relpol, Polska
7	Moduł 4 wyjść regulacyjnych dyskretnych przekaźnikowych DRM-4P	Cztery wyjścia regulacyjne trójpołożeniowe przekaźnikowe: 24V DC ; 230V AC Maksymalna moc łączeniowa: 1 A 24 VDC / 0,5 A 120 VAC	Zastosowano przekaźniki subminiatur. typu M4, f-my Meisel, Japan
8	Moduł 2 wyjść regulacyjnych dyskretnych tyrystorowych DRM-2T	Cztery wyjścia regulacyjne trójpołożeniowe tyrystorowe izolowane galwanicznie od części cyfrowej systemu: 5.... 100 VA; 230V, 50Hz	
9	Moduł wejść analogowych AIM-8	Osiem wejść analogowych ciągłych: -sygnał prądowy standardowy: 0(4) ... 20 mA, Ri = 100 Ω -sygnał napięciowy standardowy: 0(2) 10 V, Ri ≥ 300 k Ω Pseudoseparacja galwaniczna pomiędzy wejściami	
10	Moduł wyjść analogowych AOM-4	Cztery wyjścia analogowe ciągłe. 4....20mA, R < 500 Ω Separacja galwaniczna w stosunku do części cyfrowej systemu	

- program konfiguracji i parametryzacji regulatorów aparaturowych StartARM,
- specjalizowany język programowania sterowników PLC IL MASAP zawierający kompilator, symulator i debugger języka oraz bibliotekę programów bloków funkcjonalnych i funkcji systemowych PLC.

LonProject jest programem narzędziowym do zarządzania urządzeniami MASAP (sterownik MSM-1, regulatory ARM-2, ARM-4), który za pośrednictwem okienkowego interfejsu, umożliwia stworzenie projektu dla danego obiektu, na którym są zainstalowane w/w urządzenia. System, pozwala na sprawną wymianę informacji w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Przez wymianę informacji w płaszczyźnie poziomej rozumie się bezpośrednie przesyłanie danych między poszczególnymi węzłami sieci przy użyciu zmiennych sieciowych, niosących informacje binarne i analogowe. Wymiana informacji w płaszczyźnie pionowej polega na transferze danych między każdym węzłem sieci a aplikacją, korzystającą z modułu LonServer, np. SCADA. Obie metody schematycznie pokazuje rys. 3.



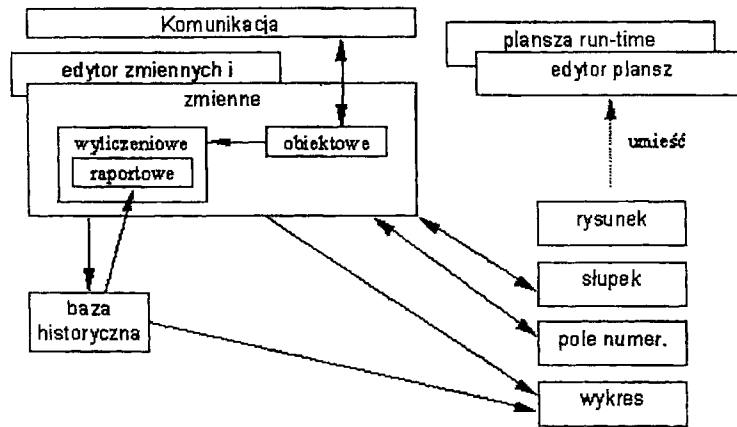
Rys. 3 Komunikacja w płaszczyźnie poziomej i pionowej w sieci LON.

Każdy z węzłów sieci ma równoprawny dostęp do szyny transmisyjnej, dzięki czemu może w każdej chwili inicjować komunikację i wymieniać dane z innymi węzłami sieci. Komunikacja w płaszczyźnie poziomej jest niezależna od systemu nadzorującego i może być realizowana bez jego udziału.

MASAP posiada oprogramowanie narzędziowe do tworzenia stacji operatorskich typu SCADA na komputerze typu PC.

MASAPscada jest programem przeznaczonym do tworzenia prostych planów wizualizacji i sterowania procesem technologicznym za pośrednictwem regulatorów: MRP-42C, Masap ARM2, Masap ARM4 oraz sterownika MasapPLC.

Schemat funkcjonalny oprogramowania MASAPscada przedstawiony jest na rys. 4. Centralnym programem MASAPscady jest moduł Bazy zmiennych. Obsługuje on bazę zmiennych i program rejestracji danych bazy historycznej oraz komunikuje się z urządzeniami (MRP-42C, Masap ARM2, Masap ARM4, MasapPLC). Umożliwia także tworzenie i edycję bazy zmiennych. W skład MASAPscady wchodzi Edytor planów, którego zadaniem jest tworzenie i aranżacja planów, tworzenie obiektów kontrolnych oraz ich parametryzacja. Na plany, za pomocą edytora, umieszczane są obiekty wizualizacyjne, które pobierają (i ew. modyfikują) wartości zmiennych z bazy zmiennych. W trybie operatorskim plany nie umożliwiają dodawania ani kasowania obiektów wizualizacyjnych, pozwala natomiast na zmianę wartości dla wybranych zmiennych.



Rys. 4 Schemat funkcjonalny oprogramowania MASAPscada

StartARM jest programem do konfiguracji regulatorów aparaturowych MASAP. Ułatwia tworzenie struktury funkcjonalnej regulatorów, parametryzację oraz odczyt i analizę istniejącej struktury. Pozwala także na składowanie przygotowanej struktury w plikach na dysku i na jej wydruk.

Sterowniki MASAP pracują pod wielozadaniowym systemem operacyjnym.

MASAPil jest silnym narzędziem programowym (uwzględniającym wymagania norm dotyczących sterowników programowalnych: IEC 1131-1÷4, wersje polskie PN-IEC 1131-1÷3), umożliwiającym użytkownikowi wygodne opracowywanie potrzebnych algorytmów pracy sterowników MASAP, ich wstępne testowanie na komputerze PC, poprawę programów, a następnie wpisywanie poprzez interfejs komunikacyjny do pamięci rzeczywistych sterowników MASAP. MASAPil posiada dużą liczbę bloków systemowych. Istnieje również możliwość definiowania własnych bloków funkcyjnych.

LITERATURA

- [1] Prace PIAP: Sprawozdania z realizacji poszczególnych etapów prac projektu celowego: Modułowo Aparatowy System Automatyki Przemysłowej MASAP, Warszawa 1999 - 2001
- [2] Karta informacyjna: Oferta PIAP w zakresie urządzeń do automatyzacji procesów wolnozmiennych, Warszawa 2001
- [3] Pietrusiński Z.: Regulator MRP-42C oraz współczesne regulatory mikroprocesorowe do automatyzacji procesów ciągłych. Biuletyn PIAP, Nr 4-180/95 1995r.
- [4] Instrukcje opisowe: Oprogramowanie LonProject, LonServer: Instrukcja użytkownika; Regulatory aparaturowe ARM-2 i ARM-4. Podręcznik użytkownika; MASAPscada : Instalacja. Instrukcja obsługi. Krok po kroku; Oprogramowanie StartARM2/4; Instrukcja instalacji i obsługi; MASAPil: Krok po kroku; Specyfikacja języka listy rozkazów (IL) sterownika MASAP; MASAPil: Zgodność z normą IEC 1131