

## Spis treści

1	Przedstaw podstawowe czynniki mające wpływ na powstanie klasy systemów informatycznych określanych jako systemy SCADA.	1
2	Przedstaw podstawowe funkcje systemów SCADA.	2
3	Scharakteryzuj część programową oraz sprzętową systemów SCADA.	2
4	Przedstaw powiązanie systemu SCADA z obiektem sterowania, urządzeniami pomiarowo-sterującymi oraz innymi systemami informatycznymi w przedsiębiorstwie w ujęciu hierarchicznym i zarazem rozproszonym (rys).	3
5	Omów klasy oprogramowania wykorzystywane na poszczególnych poziomach informatycznej struktury systemów przemysłowych.	3
5.1	POZIOM I: STEROWANIE PRODUKCJĄ W CZASIE RZECZYWISTYM . . . . .	3
5.2	POZIOM II: WIZUALIZACJA I NADZÓR NAD PROCESEM PRODUKCJI. . . . .	3
5.3	POZIOM III: ŚLEDZENIE PRODUKCJI I MATERIAŁÓW, OPTIMALIZACJA PROCESU	4
5.4	POZIOM IV: SYSTEMY ERP LUB MRP . . . . .	5
6	Przedstaw strukturę systemu wizualizacji z wykorzystaniem przemysłowych baz danych.	5
7	Przedstaw podejście terytorialne i technologiczne stosowane podczas projektowania ekranów synoptycznych systemów wizualizacji.	6
8	Przedstaw podejście hierarchiczne stosowane podczas projektowania systemów ekranów synoptycznych systemów wizualizacji.	6
9	Przedstaw proces (procedurę) projektowania systemu wizualizacji (diagram).	7
10	Przedstaw zalety i wady stosowania paneli operatorskich w systemach wizualizacji.	7
11	Omów budowę sterownika PLC w postaci kompaktowej i modułowej.	7
12	Przedstaw budowę CPU sterownika PLC.	8

## 1 Przedstaw podstawowe czynniki mające wpływ na powstanie klasy systemów informatycznych określanych jako systemy SCADA.

- Na zakładach produkcyjnych nieustannie wymuszana jest poprawa jakości wyrobu i lepsza organizacja produkcji. Jest to konsekwencja rosnącej konkurencyjności na rynku oraz wprowadzenia nowych dyrektyw i ostrzejszych norm.
- Np. w zakładach przemysłu spożywczego od roku 1995 wdrażany jest jako standard HACCP (ang. Hazard Analysis and Critical Control Points) i jego rozszerzona wersja ISO 22000:2005.
- Różne inne normy (ISO 14001, 18001, 9001 itd.) dot. zarządzania jakością
- Potrzeba dostępu do historii wytwarzania wyrobu
- Wymóg poprawiania produktywności i poprawiania opłacalności produkcji
- Ograniczenie kosztów magazynowania
- Poprawa jakości wyrobów

- Możliwość analizy różnych czynników wpływających na produkcję, raportowanie, alarmowanie, monitorowanie i ułatwienie podejmowania decyzji oraz diagnostykę.

## 2 Przedstaw podstawowe funkcje systemów SCADA.

- pomiar i przetwarzanie na jednostki fizyczne mierzonych wielkości;
- wizualizację procesu na ekranie synoptycznym (parametry, animacje);
- prezentację danych pomiarowych w postaci wykresów w funkcji czasu lub wykresów XY;
- kontrolę przekroczeń ograniczeń technologicznych i przekroczeń dopuszczalnej szybkości zmian parametrów;
- generowanie komunikatów alarmowych o awariach i przekroczenia parametrów technologicznych z odpowiedziami dla operatora;
- rejestrację alarmów i zdarzeń;
- wybór i zadawanie parametrów technologicznych;
- sterowanie automatyczne i zdalne węzłami technologicznymi;
- generator receptur umożliwiający tworzenie receptur i zarządzanie nimi;
- zapamiętanie i prezentowanie historii zmian (trendy bieżące i historyczne);
- archiwizację danych technologicznych;
- drukowanie bieżących raportów produkcyjnych;
- obróbkę statystyczną danych.

## 3 Scharakteryzuj część programową oraz sprzętową systemów SCADA.

- Część sprzętowa
  - komputery PC
  - sterownik PLC lub/i kontrolery PAC,
  - panele operatorskie
  - aparatura pomiarowa (czujniki , przetworniki),
  - elementy wykonawcze (zawory, regulatory),
  - urządzenia i okablowanie
  - sieci LAN oraz sieci przemysłowe
- Część programowa
  - system operacyjny
  - oprogramowanie
  - narzędziowe do tworzenia aplikacji typu HMI/SCADA
  - programy komunikacyjne.

### **część programowa systemów SCADA**

Oprogramowanie SCADA funkcjonuje na określonym zestawie zmiennych (tagów, bramek, agentów), które są tworzone i edytowane przy użyciu programu zwanego konfiguratorem. Każda zmienna połączona jest ze slotem, w którym znajduje się opis do zmiennej. Pisanie oprogramowania rozpoczynamy od tworzenia ekranów synoptycznych (mimik, szablonów, templates), obrazów procesów technologicznych składających się z obiektów graficznych (wizardów), których zachowanie (behaviors) jest wcześniej zdefiniowane przez programistę. Stosuje się obiekty graficzne bierne i czynne. Te ostatnie połączone są zmiennymi, aby np. ruszały się na ekranie synoptycznym.

### **Scharakteryzuj część sprzętową systemów SCADA.**

Sterowniki (PLC lub PAC) pełnią rolę interfejsu między systemem informatycznym (SCADA) zainstalowanym w PC a sygnałami z urządzeń automatyki przemysłowej. Sterowniki PLC za pomocą odpowiednich interfejsów komunikacyjnych (moduły komunikacyjne), przy wykorzystaniu dedykowanych do zastosowań w obszarze przemysłu protokołów komunikacyjnych (sieci przemysłowe) zapewniają wymianę danych pomiędzy stacją kontrolo-nadzorczą (PC) a umieszczonymi w obiekcie sterownikami będącymi abonentami tej sieci. Najczęściej oprogramowania do modułów komunikacyjnych w sterownikach dostarczają mechanizmów pozwalających na odczyt i zapis danych z poszczególnych urządzeń.

**4 Przedstaw powiązanie systemu SCADA z obiektem sterowania, urządzeniami pomiarowo-sterującymi oraz innymi systemami informatycznymi w przedsiębiorstwie w ujęciu hierarchicznym i zarazem rozproszonym (rys).**

**5 Omów klasy oprogramowania wykorzystywane na poszczególnych poziomach informatycznej struktury systemów przemysłowych.**

#### **5.1 POZIOM I: STEROWANIE PRODUKCJĄ W CZASIE RZECZYWISTYM**

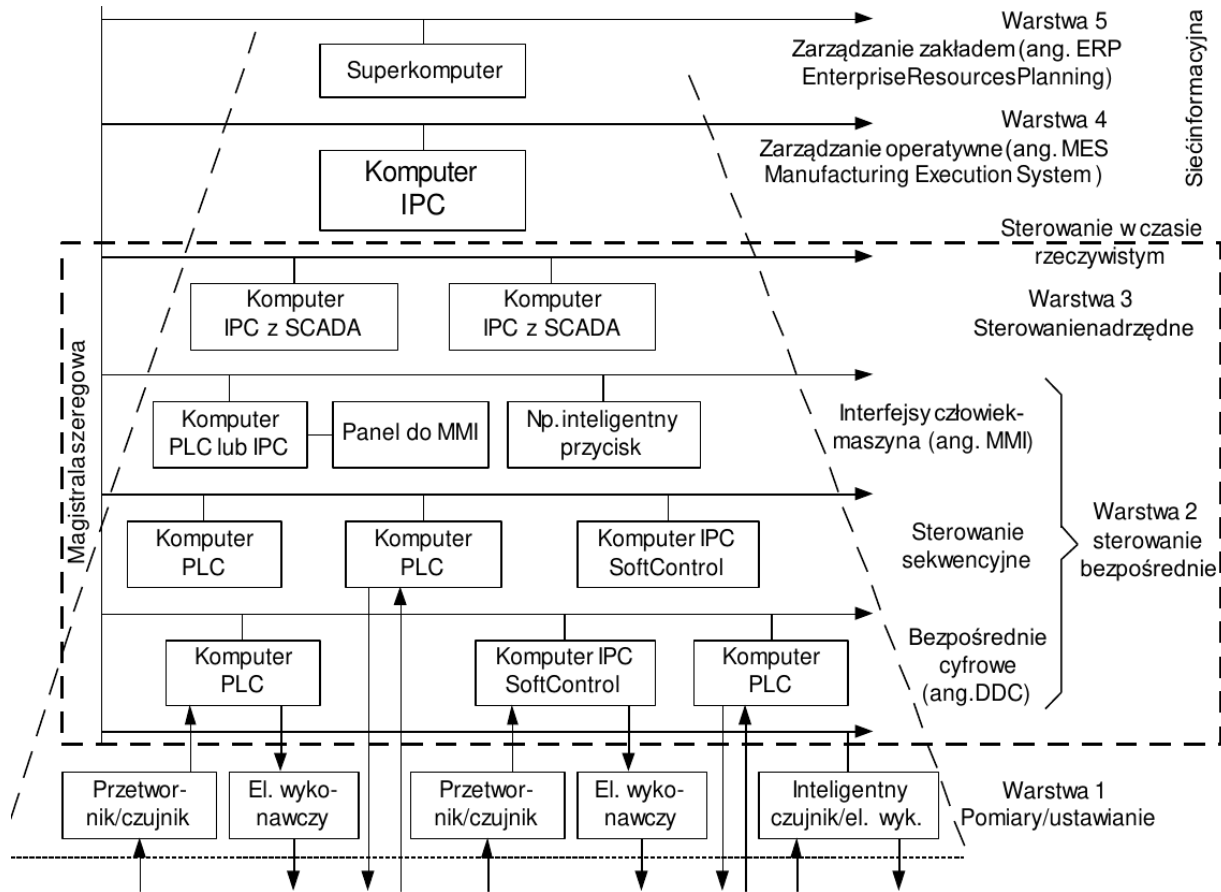
- Stanowi pomost pomiędzy człowiekiem a maszynami i urządzeniami technologicznymi.
- Wykonuje procedury bezpośredniego sterowania poszczególnymi urządzeniami ciągu technologicznego.
- W ramach tego poziomu są również realizowane systemy monitoringu zużycia nośników energii oraz emisji zanieczyszczeń.
- Automatyzacja procesu produkcji na tym poziomie pozwala na podniesienie jakości wytwarzanego wyrobu poprzez ścisłe zachowanie parametrów procesu i racjonalizację zużycia energii.

#### **5.2 POZIOM II: WIZUALIZACJA I NADZÓR NAD PROCESEM PRODUKCJI.**

Podstawowe funkcje tego poziomu to funkcje systemów SCADA

- Do poziomu II zaliczamy także systemy optymalizacji pracy urządzeń technologicznych. Ich stosowanie pozwala na dalszą poprawę jakości wytworzonego wyrobu oraz zmniejszenie zużycia energii i surowców poprzez optymalizację prowadzenia procesu produkcyjnego.
- Dzięki kontroli pracy całego ciągu technologicznego systemy poziomu II dają możliwość generowania raportów z danymi na temat stanów urządzeń i parametrów sterowania procesem.
- Przede wszystkim jednak dostarczają one interfejsu pomiędzy urządzeniem a człowiekiem (MMI - Man Machine Interface).

Poziom II wiąże się ściśle z poziomem I, a ich funkcje często się przeplatają.



Rysunek 1: tu coś trzeba naściemniać TODO



Rysunek 2: Warstwy oprogramowania w systemach przemysłowych.

### 5.3 POZIOM III: ŚLEDZENIE PRODUKCJI I MATERIAŁÓW, OPTIMALIZACJA PROCESU

Poziom ten jest odpowiedzialny za wymianę danych pomiędzy systemami poziomów I i II, a systemami klasy ERP. Często po wprowadzeniu przejmuje on funkcje związane ze śledzeniem i dokumentacją procesu z

poziomów I i II. Jednak do jego głównych zadań należy:

- modelowanie procesu produkcji;
- monitorowanie przepływu materiałów i środków produkcji w przedsiębiorstwie;
- wizualizacja i nadzorowanie produkcji;
- odczyt i archiwizowanie danych dotyczących procesu (produkcji);
- zarządzanie jakością;
- tworzenie dokumentacji produkcji;
- dynamiczne kierowanie ruchem zakładu;
- generowanie raportów;
- wprowadzanie i egzekwowanie właściwych praktyk produkcyjnych

Dzięki bezpośredniemu powiązaniu z systemami niższych poziomów proces ten przebiega dynamicznie, a stworzone plany produkcyjne mogą być modyfikowane na bieżąco w zależności od zaistniałych okoliczności. Pozwala to na reagowanie na takie zjawiska, jak nagle zmiany zamówień spowodowane np. niespodziewanym załamaniem się rynku zbytu, poważne awarie urządzeń, braki lub niedobór zapasów surowców i półfabrykatów, zmiany priorytetów produkcji, itd. Podejście terytorialne zakłada, że każdy z ekranów synoptycznych systemu wizualizacji dostarcza informacji o urządzeniu (lub grupie urządzeń) zlokalizowanych w jednym miejscu instalacji i nadzorowanych przez jeden sterownik (lub grupę sterowników) przemysłowy. Zaletą: ograniczanie transferu informacji o stanie zmiennych przez sieci przemysłowe i dostosowanie scenariusza wymian sieciowych do wymagań aktualnie prezentowanego ekranu graficznego.

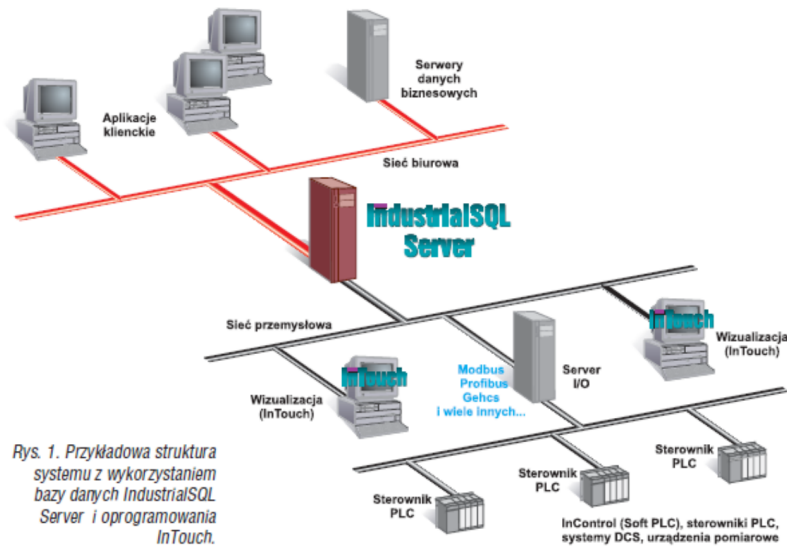
#### 5.4 POZIOM IV: SYSTEMY ERP LUB MRP

- Systemy te zapewniają zwykle zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa, zamówieniami, zakupami, finansami, księgowością, kosztorysowaniem, prognozowaniem i planowaniem jego działalności. Udostępniają bardzo często narzędzia do optymalizacji procesu produkcji pod kątem kosztów lub zapewnienia jakości.
- Obejmują tzw. systemy biurowe przedsiębiorstwa, które nie są bezpośrednio związane z produkcją, ale stanowią zaplecze logistyczne dla funkcjonowania wydziałów produkcyjnych.

5 Należy pamiętać, że granice pomiędzy poszczególnymi warstwami są czysto umowne i zależnie od implementacji systemu dana funkcjonalność może być realizowana na różnych poziomach.

## 6 Przedstaw strukturę systemu wizualizacji z wykorzystaniem przemysłowych baz danych.

- IndustrialSQL Server jest rozszerzeniem Microsoft SQL Serwera, który został wzbogacony o odpowiednie mechanizmy pobierania danych z PLCbuforowania ich, przechowywania i efektywnego ich odczytywania.
- Jest uzupełnieniem aplikacji wizualizacyjnych.
- IndustrialSQL Server zbiera informacje i rejestruje je w bazie danych, dostarczając automatykom i technologom bazy danych do tworzenia dowolnych raportów, zestawień, wykresów i analiz.
- Wraz z serwerem IndustrialSQL, który jest głównym elementem systemu, otrzymujemy kilka narzędzi klienckich do analizy danych.
- Dzięki pokrewieństwu IndustrialSQL Server z serwerem Microsoft SQL możliwa jest wymiana informacji z innymi systemami baz danych.



Rysunek 3: schemat

- IndustrialSQL Server bardzo dobrze współpracuje z oprogramowaniem InTouch, co jest naturalne, jako że stanowią elementy tego samego zintegrowanego pakietu dla przemysłu.
- Produkt ten można stosować wszędzie tam, gdzie dane pomiarowe, które chcemy rejestrować, dostępne są poprzez protokół DDE, OPC czy SuiteLink.

## 7 Przedstaw podejście terytorialne i technologiczne stosowane podczas projektowania ekranów synoptycznych systemów wizualizacji.

**Podejście terytorialne** zakłada, że każdy z ekranów synoptycznych systemu wizualizacji dostarcza informacji o urządzeniu (lub grupie urządzeń) zlokalizowanych w jednym miejscu instalacji i nadzorowanych przez jeden sterownik (lub grupę sterowników) przemysłowy. **Zaleta:** ograniczanie transferu informacji o stanie zmiennych przez sieci przemysłowe i dostosowanie scenariusza wymian sieciowych do wymagań aktualnie prezentowanego ekranu graficznego.

**Podejście technologiczne** zakłada grupowanie danych ze względu na ich powiązanie z określonymi fragmentami technologii. Informacje (np. parametry energetyczne z poszczególnych urządzeń) mogą pochodzić z różnych (często odległych) fragmentów instalacji. Ich grupowanie może być spowodowane nadzorowaniem nadrzędnym gospodarki energią na obszarze całego przedsiębiorstwa. **Rozproszenie terytorialne** może znacznie komplikować pozyskiwanie informacji i ich przesyłanie w sieciach przemysłowych a także ich bieżące dostosowanie do potrzeb aktualnie prezentowanego ekranu graficznego.

## 8 Przedstaw podejście hierarchiczne stosowane podczas projektowania systemów ekranów synoptycznych systemów wizualizacji.

Podejście hierarchicznego podziału ekranów graficznych wykorzystuje metodę kolejnych przybliżeń, gdzie stopniowo – w zależności od bieżących potrzeb – operator może przejść od ekranu prezentującego informacje ogólne (o największym poziomie agregacji) do najbardziej szczegółowych ekranów danego procesu (obiektu) – wycinka kontrolowanej instalacji technologicznej.

Projektowanie hierarchiczne zakłada umieszczenie na ekranie głównym symbolicznego opisu całego obiektu. Stan poszczególnych podprocesów jest prezentowany na niej w sposób syntetyczny poprzez atrybuty związane z poszczególnymi urządzeniami i zespołami urządzeń.

## 9 Przedstaw proces (procedurę) projektowania systemu wizualizacji (diagram).

## 10 Przedstaw zalety i wady stosowania paneli operatorskich w systemach wizualizacji.

### Zalety

- Tańsze od sterownika PLC
- Nadaje się do prostego sterowania
- Sprawdza się w mniejszych aplikacjach
- Realizacja lokalnego sterowania maszyną
- Dane przechowywane na kartach pamięci
- Dobre dla systemów o ograniczonej funkcjonalności archiwizacji danych i systemów autonomicznych

### Wady

- Utrudniona archiwizacja (zapis na karcie pamięci)
- Czasami niewystarczające funkcjonalności
- Zdalny dostęp może wymagać dodatkowych licencji
- Trudność w uzyskiwaniu globalnej zdalnej kontroli z monitorowaniem parametrów historycznych
- Zarządzanie przez system operacyjny Windows CE, lub Linux Embedded

## 11 Omów budowę sterownika PLC w postaci kompaktowej i modułowej.

### Sterowniki Kompaktowe

- Konstrukcja kompaktowa zawiera w sobie kompletny sterownik, składający się z CPU, zasilacza, modułu wejść/wyjść i modułu łącza szeregowego.
- Tego typu konstrukcja stosowana jest przeważnie do budowy sterowników małych.
- Zaletą jej jest prosta konstrukcja i łatwy montaż.
- Tego typu sterowniki posiadają możliwość rozbudowy. Realizowane jest to poprzez dołączenie dodatkowego bloku rozszerzającego, w którym znajdują się dodatkowe układy wejść/wyjść.

### Sterowniki Modułowe

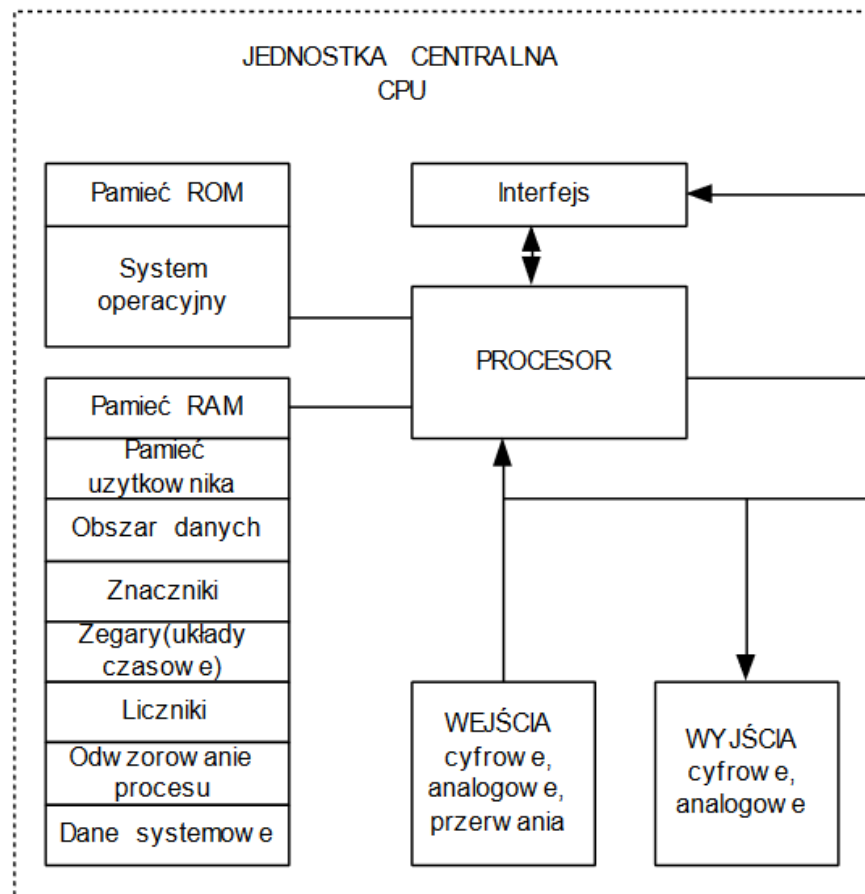
- Konstrukcja modułowa jest przeznaczona do zastosowań gdzie użytkownik sam dobiera konfigurację sterownika.
- Umieszcza on w specjalnej obudowie poszczególne panele z modułami funkcjonalnymi, takimi jak: jednostka centralna, pamięci czy moduły wejść/wyjść.
- Konstrukcja panelowa stosowana jest głównie do sterowników średnich i dużych. Rozbudowa sterownika realizowana jest poprzez dodanie dodatkowej obudowy, gdzie można umieszczać układy wejścia/wyjścia.

## 12 Przedstaw budowę CPU sterownika PLC.

### Budowa sterownika

Sterowniki PLC są to komputery przemysłowe, które umożliwiają sterowanie pracą maszyn i urządzeń (w układzie otwartym i/lub zamkniętym). Mają one architekturę klasycznego komputera, na którą składają się:

- jednostka centralna CPU (ang. Central Processing Unit) wraz z pamięcią;
- moduły wejściowe i wyjściowe, przy użyciu których dochodzi do wymiany danych pomiędzy otoczeniem i komputerem.



Rysunek 4: Schemat jednostki centralnej

Jednostka centralna zawiera wewnątrz:

- procesor - prawie wszystkie sterowniki znajdujące się na rynku bazują na procesorach 16-bitowych, stąd słowo w sterownikach jest 16-bitowe, a wejście analogowe o rozdzielczości 10 lub 12 bitów zajmuje kanał 16 bitowy;
- pamięć operacyjną (ROM ang. Read-Only Memory) - trwałą pamięć, w której znajduje się system operacyjny (program systemowy, oprogramowanie systemowe) czyli zestaw programów sterujących i zarządzających działaniem sterownika (komunikacja z programistą, obsługa urządzeń zewnętrznych, zarządzanie danymi itd.), a także ostatnio pamięć bloków funkcji, parametry (ang. set-up) sterownika są w pamięci flash;



- pamięć programu (RAM ang. Random Access Memory) - zapisywalna pamięć podtrzymywana bateryjnie w której znajdują się obszary:
  - programu użytkownika w kilobitach (kB), rzędu 5..30 kB, ale w dużych sterownikach do 400 kB, często składający się z kilku zadań, dawniej w zbliżonych jednostkach (kW),
  - danych sterownika,
  - danych systemowych,
  - danych o zegarach, licznikach, znacznikach,
  - odwzorowania procesu, czyli obrazu wejść i wyjść,
  - danych dla urządzeń zewnętrznych
- . Wszystkie te dane umieszczone są w pamięci danych rzędu 30 kW, choć w dużych sterownikach do 500 kW.
- moduły z wejściami/wyjściami cyfrowymi lub/i analogowymi albo moduły komunikacyjne (ang. Inner Board) –coraz częściej znajdują się w jednostkach centralnych.