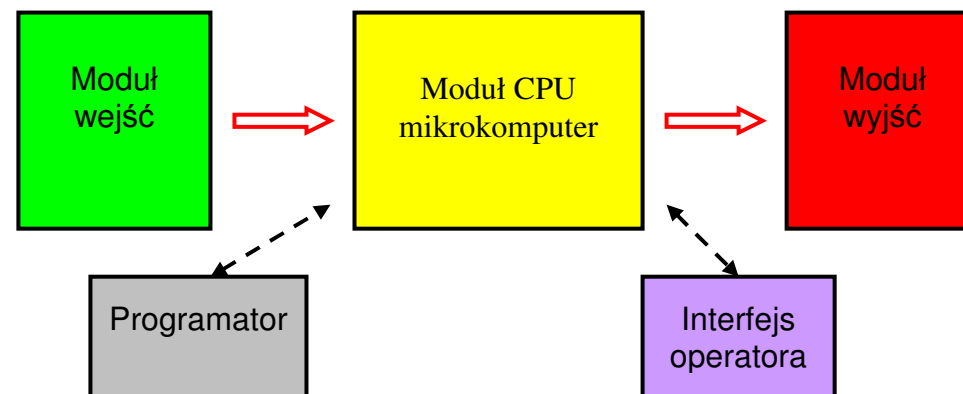


Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

**Programowalne sterowniki logiczne PLC** - są to komputery przemysłowe, które umożliwiają sterowanie pracą maszyn i urządzeń w układzie otwartym i/lub zamkniętym. Praca PLC polega na monitorowaniu stanu wejść, podejmowaniu decyzji w oparciu o program użytkownika oraz sterowaniu wyjściami podczas automatycznej realizacji procesów technologicznych.

### Klasyczna architektura sterownika PLC



**Jednostka centralna – CPU wraz z pamięcią** – podejmuje decyzje i wykonuje funkcje sterowania bazując na instrukcjach programowych zawartych w pamięci.

**Moduł wejść** – wejścia występują w wielu typach sygnałów – cyfrowych lub analogowych pochodzących z urządzeń wejściowych; są przetwarzane do postaci sygnałów logicznych zrozumiałych dla **CPU**.

**Moduł wyjść** – wyjścia przetwarzają funkcje sterowania z **CPU** do takiej postaci sygnałów (cyfrowych lub analogowych), które mogą być użyte do sterowania rozmaitych urządzeń (elementów wykonawczych).

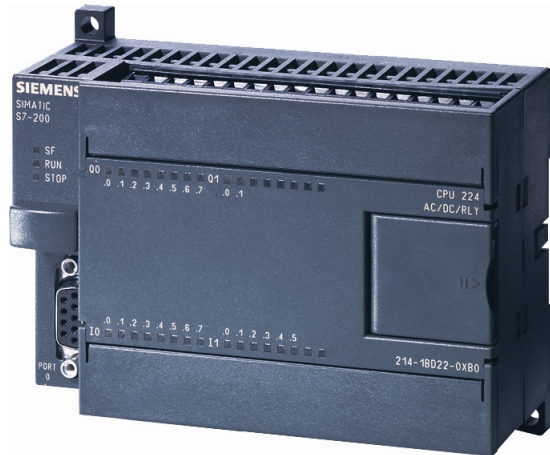
**Programator** – urządzenie do zaprogramowania sterownika – wpisania instrukcji programowych, które określają co powinien wykonać PLC przy określonym stanie wejść

**Interfejs operatorski** – umożliwia wyświetlanie informacji procesowych i wprowadzanie nowych parametrów kontrolnych (panele przyciskowe, dotykowe, semigraficzne, multipanele).

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

## Budowa sterowników PLC

### Sterowniki kompaktowe



SIMATIC S7-2xx Siemens



VersaMAX Nano GE



SIMATIC S7-1200 Siemens



VersaMAX Micro GE

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

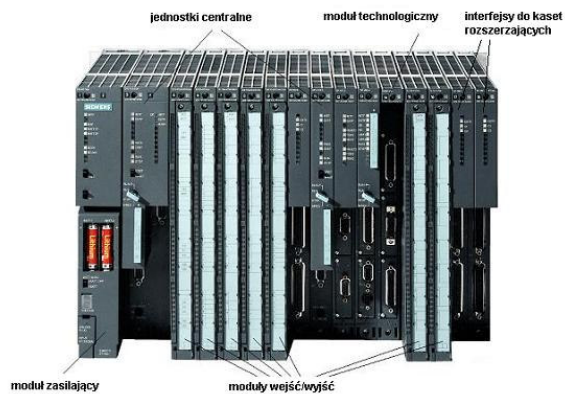
## Sterowniki modułowe



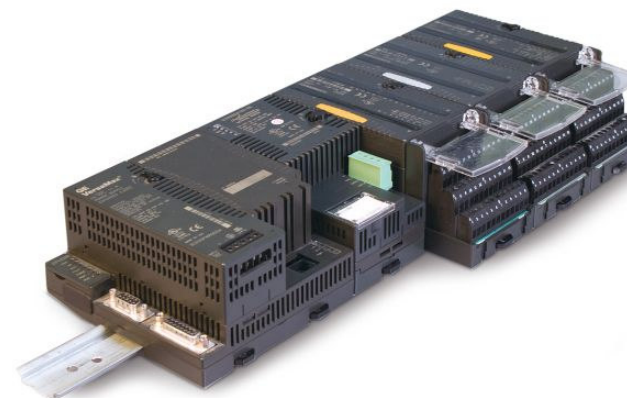
SIMATIC S7-3xx Siemens



GE serii 90-30



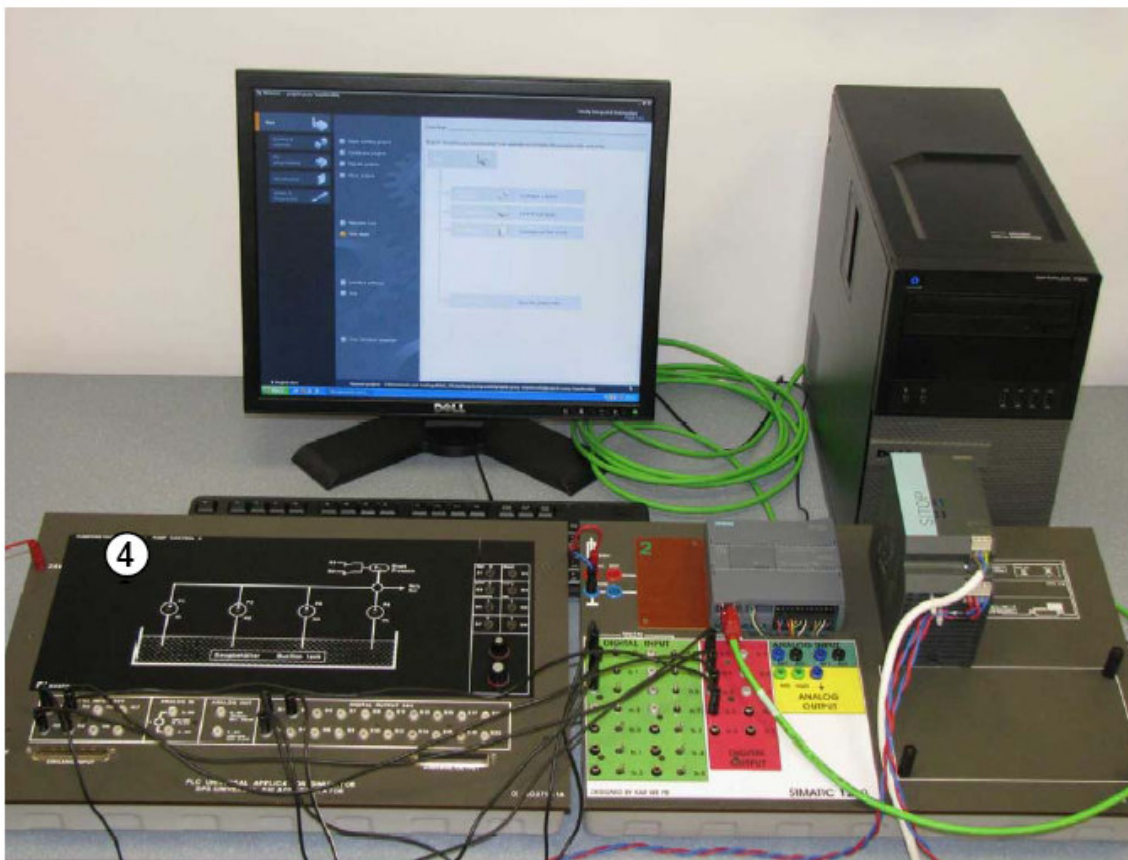
SIMATIC S7-4xx Siemens



Versa MAX GE

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

## Stanowisko szkoleniowe – SIMATIC S7-1200 Siemens

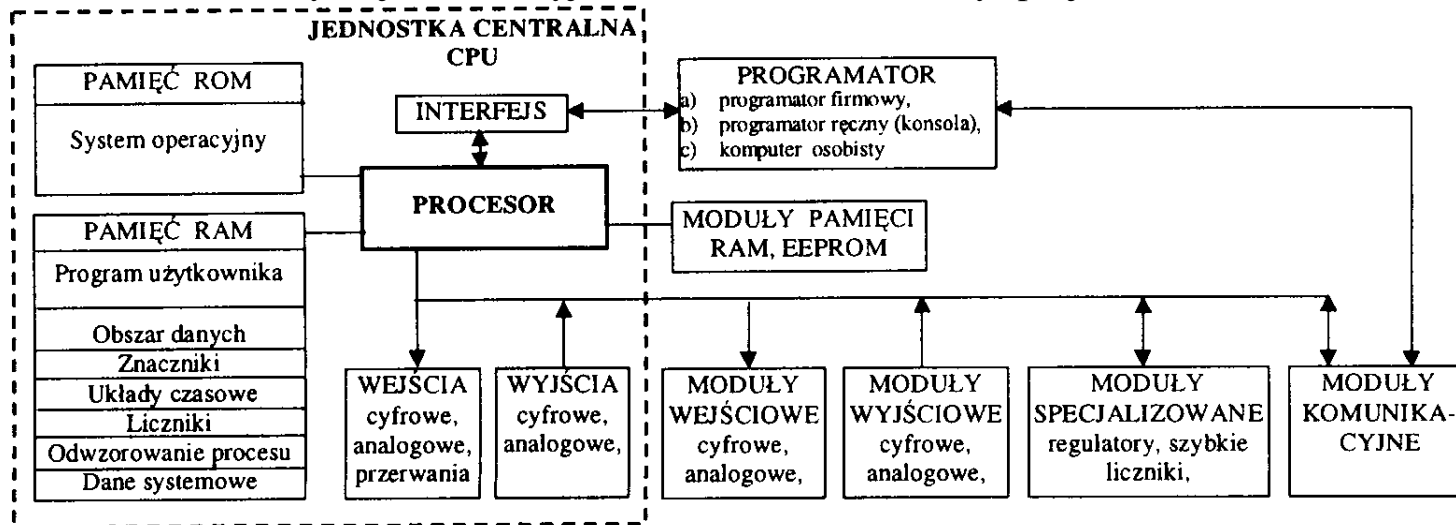


Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

## Sterowniki z panelem graficznym – Vision 260 i 290 (z ekranem dotykowym)



Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
 Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



**procesor** – sterowniki bazują na procesorach 16 – bitowych, 32 – bitowych; kilka **wejść/wyjść** cyfrowych i/lub analogowych lub licznikowych;

**pamięć operacyjna** (ROM) – system operacyjny (zestaw programów sterujących i zarządzających działaniem sterownika):

- komunikacja z programistą.
- obsługa urządzeń zewnętrznych.
- zarządzanie danymi;

**pamięć programu** (RAM podtrzymywana bateryjnie lub przez super kondensatory lub typu FLASH) – obszary:

- programu użytkownika rzędu do kilkuset kB, podział na bloki
- danych użytkownika
- danych systemowych
- danych o układach czasowych, licznikach i znacznikach
- odwzorowania procesu, czyli obraz we/wy urządzeń zewnętrznych.

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.

Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

**Moduły wejść i wyjść:**

- cyfrowe,
- analogowe,
- specjalizowane (liczniki sprzętowe, regulatory PID, regulatory rozmyte, szybkie liczniki HSC, pozycjonery),
- komunikacyjne – wymiana danych z urządzeniem programującym, komputerem nadrzędnym lub innym sterownikiem.

**Panel kontrolno-sterujący jednostki CPU** -inicjalizacja i kontrola sterownika:

wskaźnik stanu - diody LED – w S7-1200 są następujące informacje o statusie:

**STOP/RUN:** pomarańczowe światło – tryb STOP, zielone – tryb RUN,  
naprzemiennie zielone i pomarańczowe – inicjalizowanie CPU;

**ERROR:** migające światło czerwone – błąd programu lub konfiguracji, stałe światło – uszkodzenie sprzętu;

**MAINT:** migające światło pomarańczowe przy trybie STOP – konieczność wyjęcia karty pamięci, stałe światło pomarańczowe – przejście modułu w tryb offline.

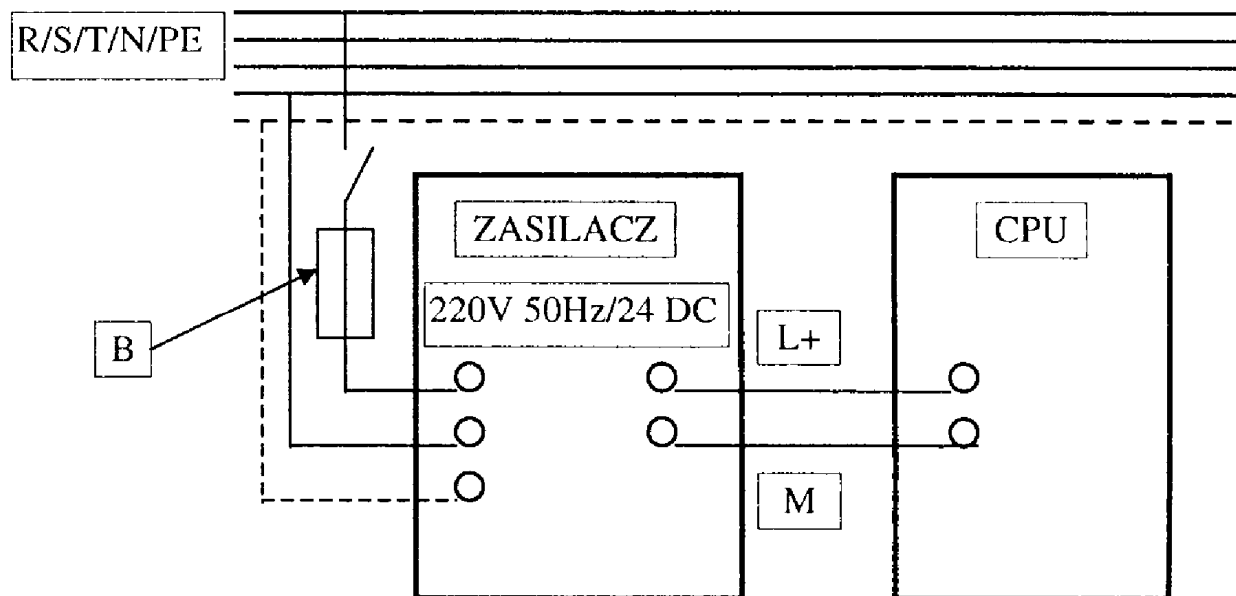
**Złącze portu komunikacyjnego** MPI (standard RS-485) i/lub Ethernet

**Opcjonalnie:**

- gniazdo baterii podtrzymującej zawartość pamięci programu,
- gniazdo na kasetę z wymienną pamięcią programu,
- listwa zaciskowa – przyłączenie napięć zasilających do CPU.



Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



**Realizacja zasilania jednostki CPU**

Zasilanie CPU - 24VDC

- dostarczane za pośrednictwem zasilacza 220V 50Hz
- zasilacz PWR wbudowany

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
 Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

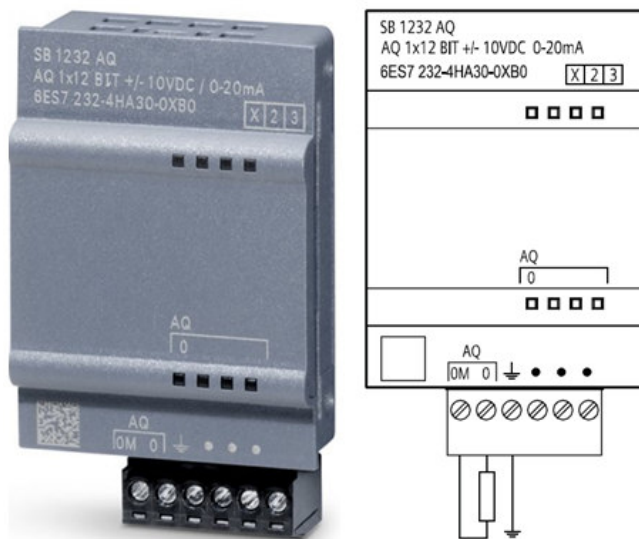
**Tabela 3.1. Parametry jednostek CPU S7-1214**

<b>Charakterystyka CPU</b>	
Pamięć użytkownika	512 kB pamięci roboczej / 2MB pamięci ładowania / 2kB pamięci trwałej
Wbudowane cyfrowe I/O	14 wejść/ 10 wyjść
Wbudowane analogowe I/O	2 wejścia
Rozszerzające moduły sygnałowe	8 SM maks.
Rozszerzająca płytko sygnałowa	1 SB maks.
Rozszerzające moduły komunikacyjne	3 CM maks.
Szybkie liczniki	łącznie 6
Karta pamięci	SIMATIC Memory Card (opcjonalnie)
<b>Komunikacja</b>	
Liczba portów	3
Typ	Ethernet
Szybkość transmisji danych	10/100Mb/s
<b>Zasilanie</b>	
Napięcie zasilania	24 VDC
Zakres napięć	20,4 do 28,8 VDC
Prąd wejściowy CPU	500mA
Prąd wejściowy CPU z układami rozszerzającymi	1500mA

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
 Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

<b>Wejścia cyfrowe</b>	
Liczba wejść	14
Typ	Prąd wpływający / wypływający (Type 1 sink)
Napięcie	24V DC przy 4 mA
Sygnal logiczny 1	15 VDC przy 2,5 mA
Sygnal logiczny 0	5 VDC przy 1mA
<b>Wejścia analogowe</b>	
Liczba wejść	2
Typ	napięciowe (niesymetryczne)
Zakres	0 do 10 V
Zakres pomiarowy (słowo danych)	0 do 27648
Rozdzielczość	10 bitów
Maksymalne bezpieczne napięcie	35 VDC
<b>Wyjścia cyfrowe</b>	
Liczba wyjść	10
Typ	Półprzewodnik - MOSFET
Zakres napięć	20,4 do 28,8 VDC
Sygnal logiczny 1 przy maksymalnym prądzie	20 VDC min.
Sygnal logiczny 0 przy obciążeniu 10 kΩ	0,1 VDC maks.
Prąd (maksymalnie)	0,5 A

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
 Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



Widok oraz schemat połączeń płytki sygnałowej SB 1232

Tabela 2. Dane techniczne analogowej płytki sygnałowej SB 1232

<b>Ogólne</b>	
Pobór mocy	1,5 W
Pobór prądu (magistrala SM)	15 mA
Pobór prądu (24 VDC)	25 mA (bez obciążenia)
<b>Wyjścia analogowe</b>	
Liczba wyjść	1
Typ	Napięcie lub prąd
Zakres	$\pm 10$ V lub 0 do 20 mA
Zakres pomiarowy (słowo danych)	Napięcie: -27648 do 27648 Prąd: 0 do 27648

## **Moduły wejściowe sterownika**

Sygnaly wyjściowe kontrolowanego przez PLC procesu technologicznego są **wejściami** dla sterownika.

**Moduły wejściowe DI** – zamieniają sygnał napięciowy lub prądowy DC oraz napięciowe AC na sygnał dwustanowy z wykorzystaniem przetwornika optycznego– zapewnia izolację galwaniczną między obwodem wejść i obwodem magistrali sterownika oraz posiada filtr składowej zmiennej sygnału

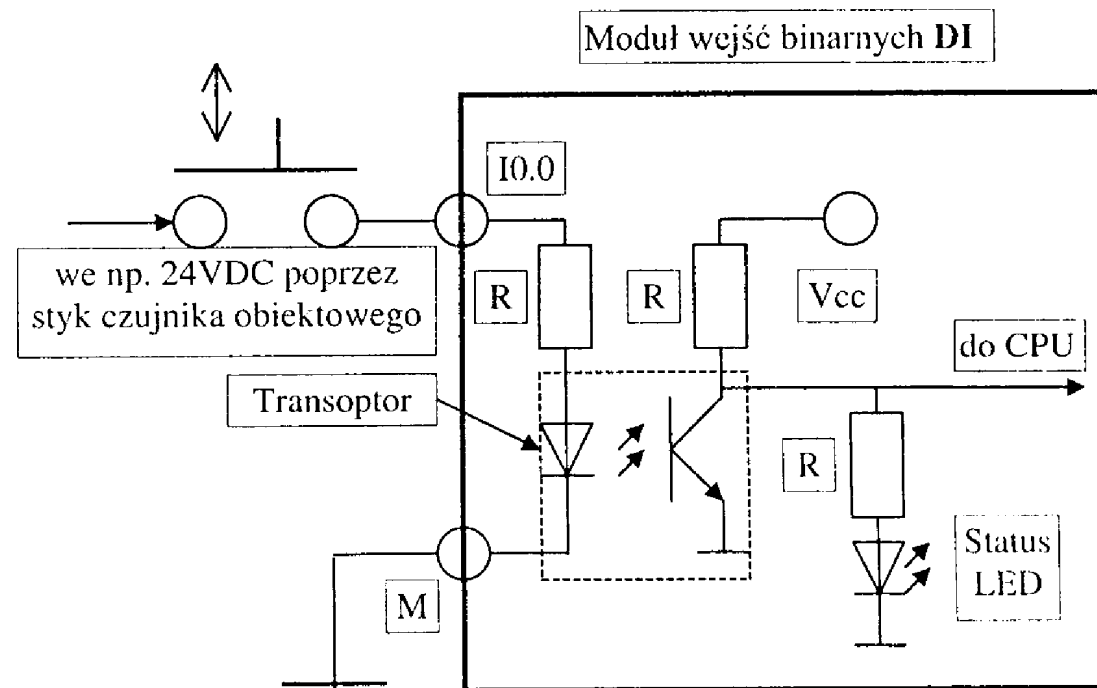
### **Sygnaly napięciowe:**

- 24V DC
- 120V 50 Hz
- 120/230V 50 Hz (łączniki tyrystorowe)

oraz **prądowe**

- 0 do 20 mA DC
- 4 do 20 mA DC

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

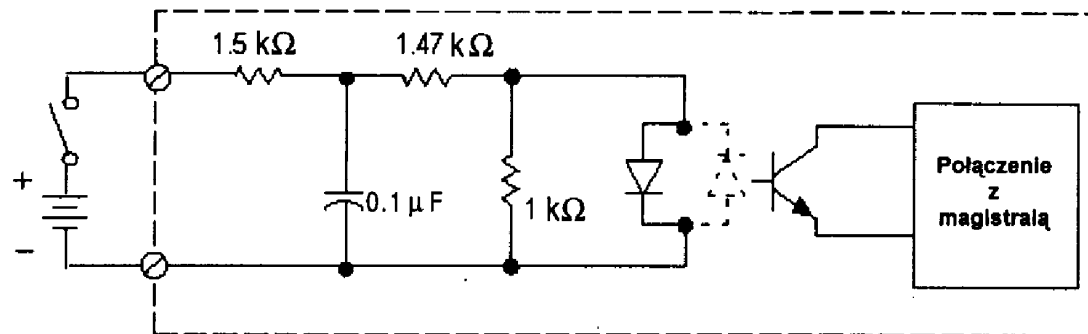


**Obwód wejściowy typu "ujście"**

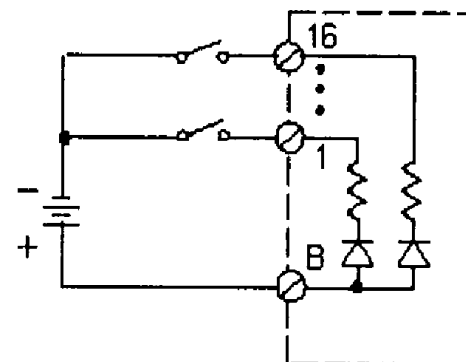
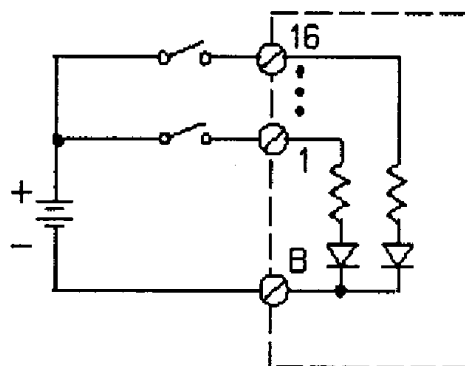
**Typ modułów DI:**

- typu **ujście** (sink in) – o logice dodatniej, moduł ze „wspólnym plusem”, stosuje się polaryzację dodatnią
- typu **źródło** (source in) – o logice ujemnej, moduł ze „wspólną masą”, stosuje się polaryzację ujemną
- z polaryzacją dodatnią i ujemną (łączniki tyrystorowe)

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



Realizacja obwodu wejść BI



Wejścia z polaryzacją dodatnią (typu ujęcie) i ujemną (typu źródło)

## **Moduł wejść analogowych AI**

Zadaniem jest przetworzenie sygnałów wejściowych o wartościach ciągłych na sygnały binarne, obsługiwane przez jednostkę CPU.

### **Sygnały wejściowe:**

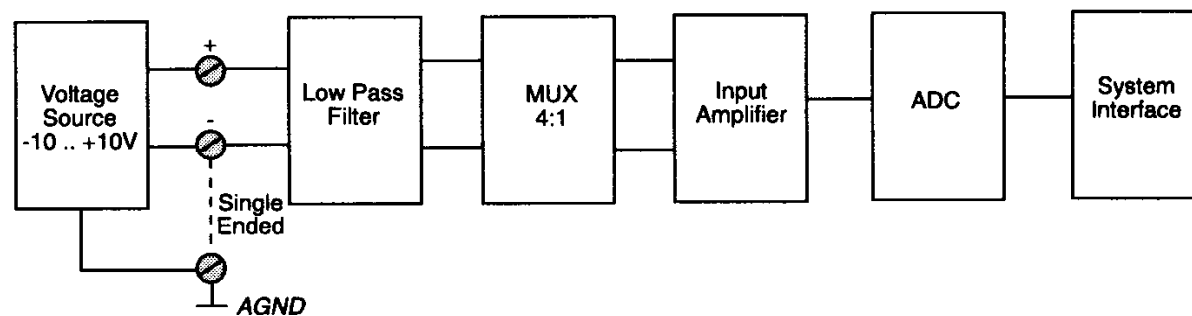
- napięcie 0 do 10V DC, -10 do 10V DC, napięcie pochodzące z czujników termoelektrycznych,
- prąd: 4 do 20 mA i 0 do 20 mA DC,
- rezystancja: czujniki rezystancyjne np. PT 100,

### **Wejścia analogowe:**

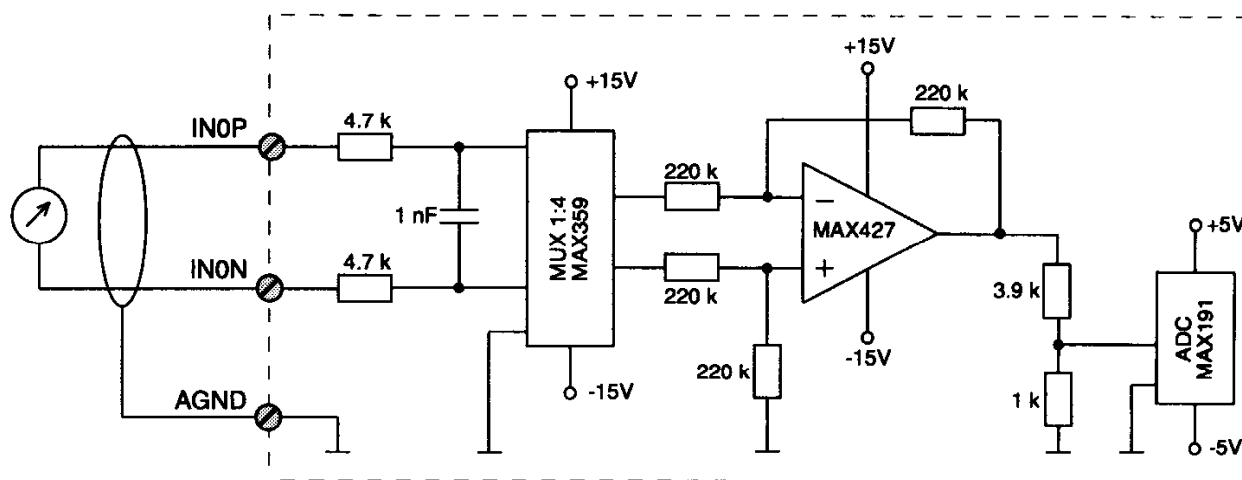
- **różnicowe** – przetworzeniu na wartość binarną ulega różnica napięć między wejściami IN+ i IN-, większa odporność na zakłócenia
- **jednokońcówkowe**.



Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



**Schemat blokowy AI - moduł SM-DAD1**

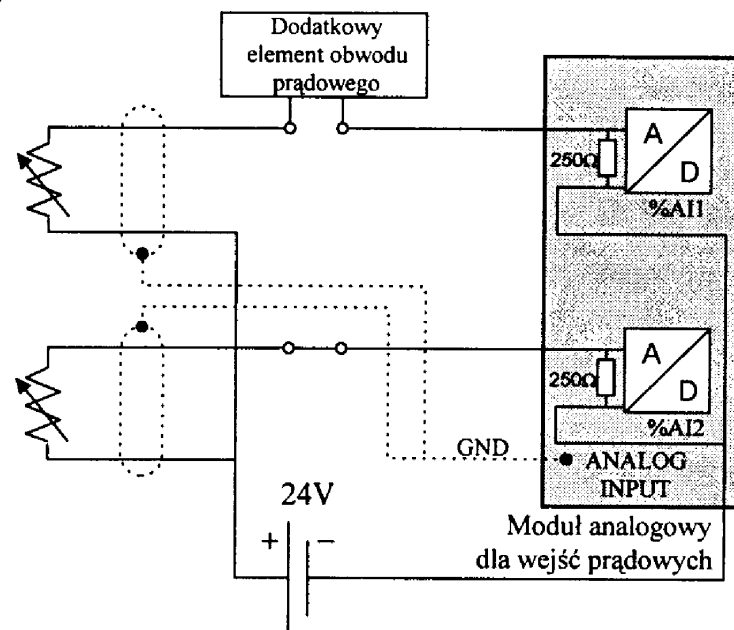


**Obwód kanału A/D**

## Parametry metrologiczne kanałów analogowych

- rozdzielczość – maksymalny błąd kwantyzacji określa najmniej znaczący bit LSB rejestru przetwornika ADC
- dokładność- różnica między wartością oczekiwaną i mierzoną, zależy od tolerancji użytych elementów,
- liniowość – jest różnicą między zmierzonymi zmianami dla dwóch sąsiednich kanałów dokładnie o jeden bit LSB
- tłumienie napięcia wspólnego - współczynnik CMRR wyraża się w dB, podając 20 log stosunku napięcia wspólnego do nap. różnicowego
- tłumienie zakłóceń między kanałowych – współczynnik CCRR wyraża się w dB, podając 20 log stosunku napięcia w kanale sąsiednim do sygnału w kanale badanym

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



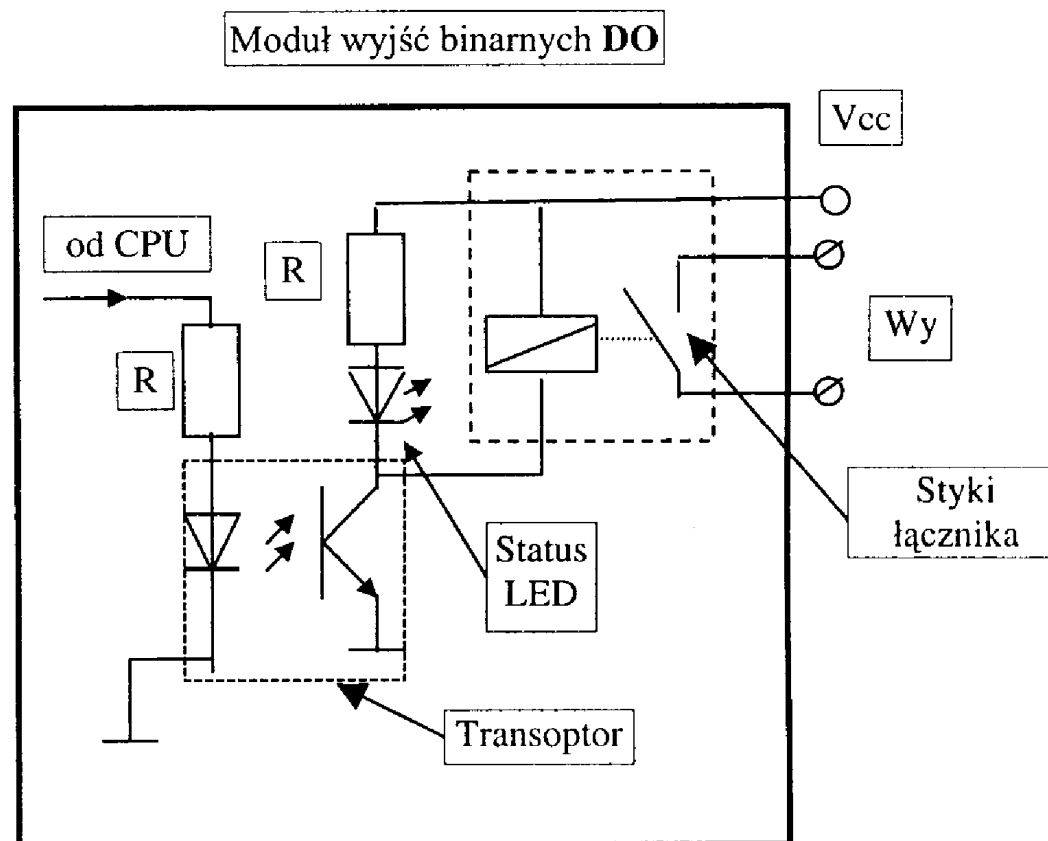
### Schemat połączeń przetworników dwuprzewodowych z modułem wejść prądowych jednokońcówkowych

Moduły wejściowe umożliwiają podłączenie obwodów dla przetworników dwu, trój i cztero-przewodowych w obwodach wejść analogowych nieizolowanych lub izolowanych galwanicznie.

**Moduł wyjść binarnych DO** - zmieniają sygnały binarne sterownika na sygnały prądu DC lub AC potrzebne doysterowania urządzeń w procesie technologicznym na zasadzie załącz/wyłącz.

### Typy „łączników”

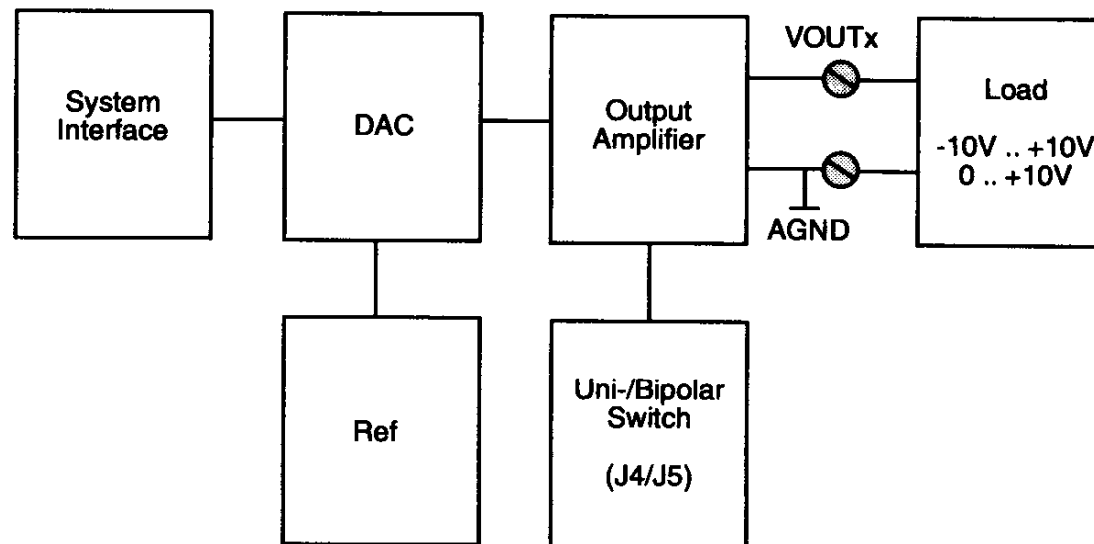
- tranzystor,
- tyrystor,
- przekaźnik – styki zwarte (NO) lub rozwierne (NC) lub przełączane, obciążalność styków zależna od napięcia zasilającego Vcc).



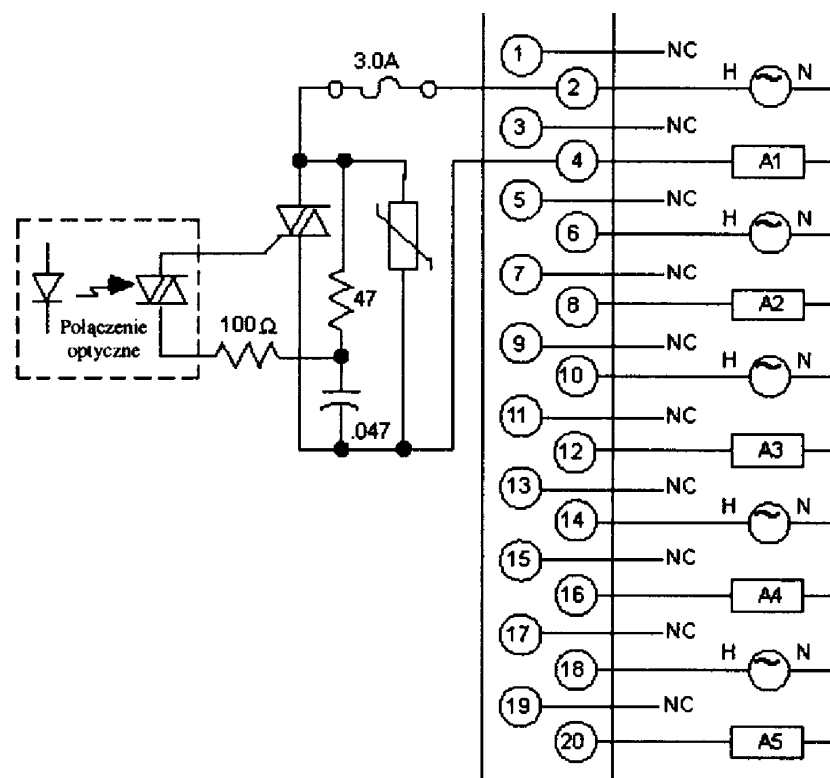
**Moduł wyjść analogowych AO** - dostarczają sygnał wyjściowy w postaci sygnału analogowego (ciągłego) poprzez zastosowanie przetwornika DAC, który zamienia sygnał binarny dostarczany pośrednio z CPU.

Sygnały:

- napięciowe 0 do 10 VDC i  $-10$  do 10 VDC,
- prądowe: 4 do 20 mA i 0 do 20 mA DC,



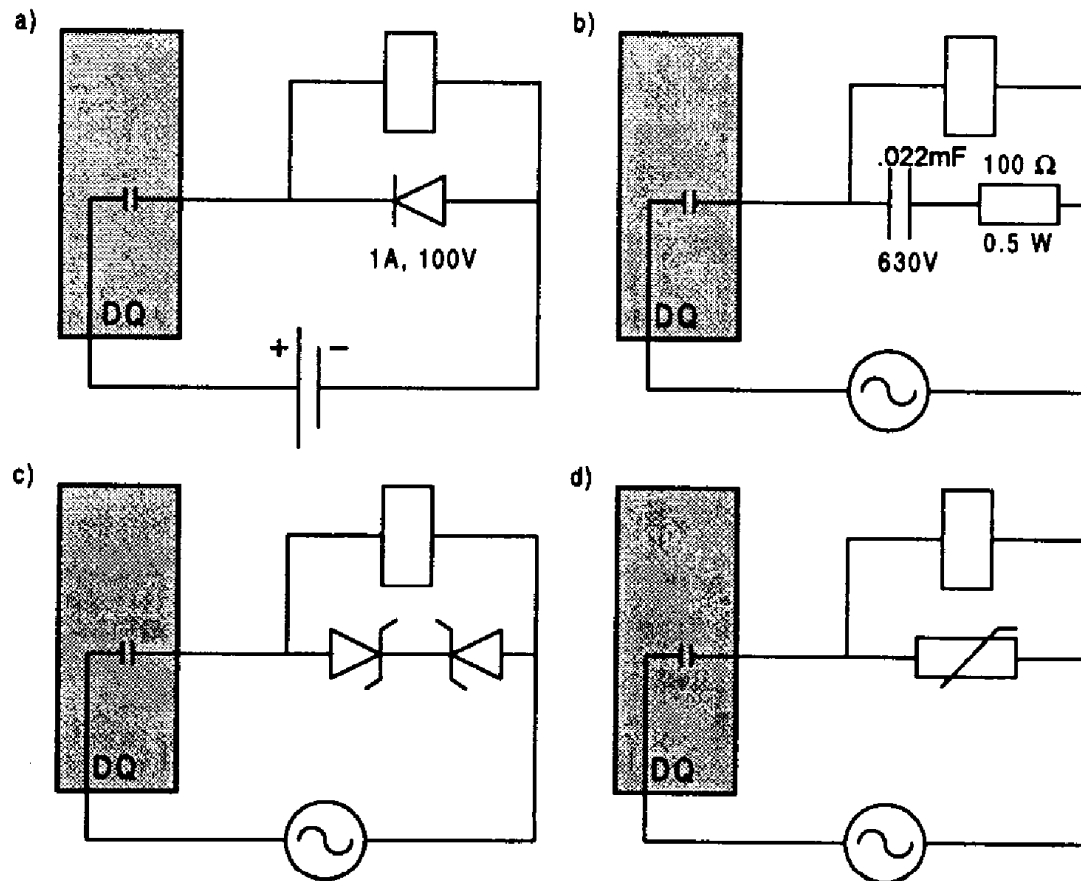
Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



**Moduł wyjść binarnych prądu przemiennego**

Moduł wyjść prądowych zasilanych ze źródła 120 do 240V AC, łącznik triakowy nie dopuszcza zasilania ze źródła prądu DC, bezpiecznik, obwód RC dla filtracji zakłóceń oraz warystorowe zabezpieczenie przed przepięciami, dopuszczalne uderzenia prądowe do  $10 I_{nom}$

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.  
Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.



**Ochrona styków przekaźników przed skutkami przepięć przy obciążeniu RL**

- w obwodach prądu DC – diody lub warystory
- w obwodach prądu AC – układy RC, diody Zenera lub warystory.

## Kryteria doboru sterownika

**Kryteria techniczne** (decydują o jakości systemu sterowania):

- a) Rodzaj obiektu: samodzielna maszyna wymagająca sterownika - system skupiony, linia technologiczna składająca się z wielu maszyn - system rozproszony;
- b) Wielkość obiektu, czyli przybliżona liczba punktów obsługiwanych przez sterownik:
  - Liczba wejść cyfrowych i ich napięć operacyjnych,
  - Liczba wyjść cyfrowych i ich napięć operacyjnych oraz obciążalność prądowa,
  - Liczba wejść i wyjść analogowych i innych specjalnych,
  - Liczba modułów jest określana na podstawie liczby punktów obsługiwanych przez sterownik,
  - Liczba sterowników i ich konfiguracja do ewentualnej pracy w sieci.
- c) Warunki eksploatacyjne: temperatura, wilgotność, zapylenie, wibracje, środowisko wybuchowe, itp.,



d) Główne zadania (cele) stawiane sterownikowi:

- zbieranie danych o obiekcie i ich wizualizacja (monitoring),
- sterowanie w układzie otwartym,
- sterowanie w układzie zamkniętym (DDC),
- zbieranie danych z warstwy sterowania nadrzędnego,
- zbieranie danych od operatora,
- drukowanie raportów.

e) Inżynier, aby mógł zaprojektować komputerowy system sterowania, powinien również posiadać informacje dotyczące:

- procesu, czyli opis obiektu i technologii funkcjonującej w określonym środowisku,
- przetworników i elementów wykonawczych,
- przesyłania sygnałów,
- sprzętu komputerowego (ang. *hardware*),
- oprogramowania (ang. *software*).

Architektura i dobór sterowników PLC. Struktura sprzętowa sterownika.

Moduły wejściowe i wyjściowe sterownika, Moduły specjalizowane.

f) Przed wykonaniem projektu należy (część sterowników obok podstawowego ma oprogramowanie specjalistyczne wraz z modułami do sterowania maszynami i procesami):

- określić cel sterowania,
- określić sygnały wejściowe, wyjściowe i zakłócenia,
- określić metodę sterowania i strukturę systemu oraz zbudować algorytm,
- określić wskaźniki jakości sterowania i kosztów,
- zbudować model dla nowatorskich rozwiązań i przeprowadzić badania symulacyjne wybranej struktury.

g) Po wykonaniu projektu należy opracować dokumentację, która powinna zawierać:

- schemat elektryczny podłączenia sterownika i poszczególnych modułów,
- schemat połączeń pomiędzy listwami zaciskowymi, schemat okablowania,
- program do danego sterownika w formie wydruku i na nośniku,
- listy referencyjne wszystkich wejść, wyjść, znaczników (flag), zegarów, liczników i danych.