



Rodzina SIMATIC S7-1500: jednostka centralna CPU 1511-1 PN

Rodzina urządzeń SIMATIC S7-1500 składa się z wielu modułów funkcjonalnych, w tym kilku jednostek CPU o różnych cechach i parametrach. W artykule przedstawiamy jeden z najprostszych modułów tego typu - CPU 1511-1 PN.

Procesor CPU 1511-1 PN należy do najprostszych jednostek centralnych w rodzinie S7-1500, jego wygląd pokazano na **fotografii 1** (ze zdjętym panelem przednim oraz – po jego założeniu – z aktywnym kolorowym wyświetlaczem LCD). Moduł ten charakteryzuje się następującymi cechami:

- Wbudowane interfejsy komunikacyjne:
 - PROFINET z dwoma portami. Oba porty mają ten sam adres IP i tworzą interfejs do systemu Fieldbus (funkcjonalność switcha).
 - Wbudowany web serwer. Zapytanie o status CPU jest niezależne od instalacji oprogramowania. Graficznie wizualizowane zmienne procesowe oraz definiowane przez użytkownika strony internetowe ułatwiają akwizycję danych.
- Możliwość podglądu stanu zmiennych podczas pracy:
 - Wszystkie jednostki CPU systemu automatyki S7-1500 obsługują funkcję podglądu zmiennych „Trace”. Funkcja podglądu zmiennych „Trace” jest niezależna od technologii i pomaga w debugowaniu i optymalizacji programu użytkownika. Jest ona szczególnie użyteczna w technice sterowania ruchem (Motion Control) i aplikacjach sterowania.
- Zintegrowane mechanizmy wspomagające realizację aplikacji:
 - Sterowanie ruchem (Standard Motion Control). Otwierane bloki kodu przez sterownik PLC do zaprogramowania funkcjonalności sterowania ruchem za pomocą interfejsów PROFINET IO IRT oraz PROFIdrive. Funkcjonalność ta obejmuje osie z regulowaną prędkością, pozycjonowanie osi oraz zewnętrzne enkodery.

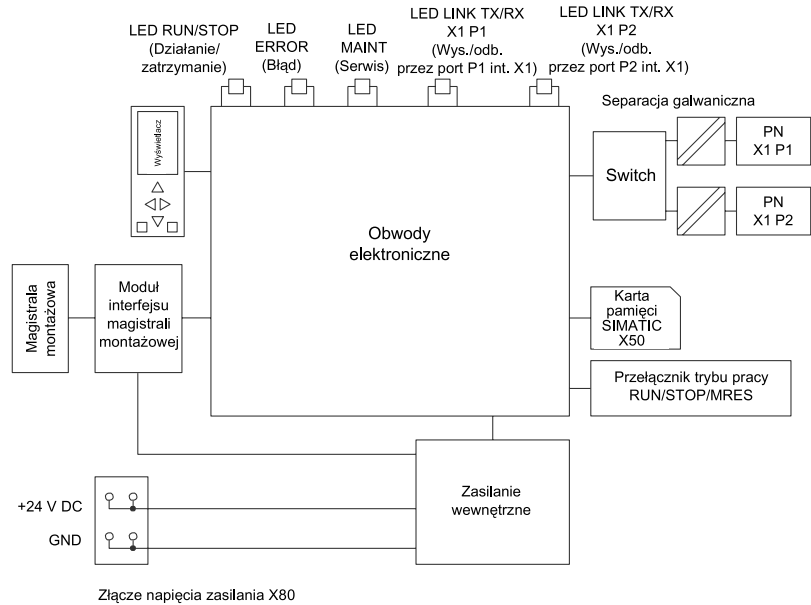


Fotografia 1. Widok z przodu modułu CPU 1511-1 PN (po zdjęciu przedniego panelu)

- Zintegrowana funkcjonalność regulacji: uniwersalne regulatory PID lub 3-punktowe regulatory z wbudowanym strojeniem, wbudowany regulator temperatury.
- Zintegrowana diagnostyka systemu: komunikaty diagnostyczne są generowane automatycznie i stale wyświetlana.

Cechy szczególne modułu CPU 1511-1 PN:

- wbudowany kolorowy wyświetlacz,
- krótkie cykle OB ($\leq 500 \mu s$),
- możliwość aktualizacji firmware,
- wbudowany system diagnostyczny,
- RT (czas rzeczywisty) w systemie PROFINET IO,
- IRT (izochroniczny czas rzeczywisty) w systemie PROFINET IO,
- PROFlenergy,
- redundancja mediów komunikacyjnych (Media Redundancy),
- I-Device – funkcja urządzenia IO w komunikacji z innymi CPU w sieci PROFINET,
- IO-Controller – funkcja sterownika wejść/wyjść (IO),
- wbudowany web server,
- funkcja podglądu zmiennych „Trace”,
- tryb izochroniczny (Isochronous Mode) – transfer danych w izochronicznym czasie rzeczywistym,
- wbudowany regulator procesowy,
- standardowe sterowanie ruchem (Standard Motion Control).



Rysunek 3. Schemat blokowy sterownika CPU 1511-1 PN

- Zintegrowane mechanizmy ochrony własności intelektualnej: programy użytkownika są chronione przed nieautoryzowanym dostępem (w tym kopiowaniem) i modyfikacją. Bloki programu użytkownika są powiązane

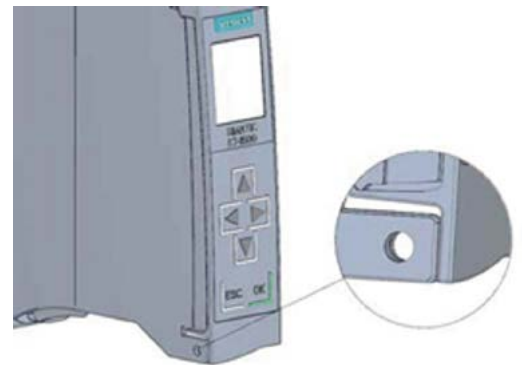
z numerem seryjnym karty pamięci SIMATIC lub modułu. Programy użytkownika nie mogą działać bez odpowiedniej karty pamięci SIMATIC.

- Ochrona integralności aplikacji: system chroni dane przesyłane do CPU przed nieautoryzowaną manipulacją. Transmisje danych zmienione lub spoza systemu są niezawodnie wykrywane przez CPU.

Prezentowany moduł wyposażono w – poza kolorowym wyświetlaczem LCD – w panel statusowy z LED oraz 6-przyciskową klawiaturę membranową (rysunek 2). Przedni panel sterownika może zostać zdjęty i wymieniony w czasie wykonywania programu, bez wpływu na jego działanie. Aby zwiększyć żywotność wyświetlacza, w przypadku niskich temperatur otoczenia wyświetlacz wyłącza się przed osiągnięciem dopuszczalnej temperatury roboczej. Gdy wyświetlacz ostygnie, to ponownie włącza się automatycznie. Gdy wyświetlacz jest wyłączony, status CPU jest ciągle wskazywany przez wskaźniki LED. Schemat blokowy CPU 1511-1 PN pokazano na rysunku 3.

Aby chronić CPU przed nieautoryzowanym dostępem, przednią pokrywę można mechanicznie zablokować za pomocą plombki lub kłódki o średnicy pałaka 3 mm (rysunek 4).

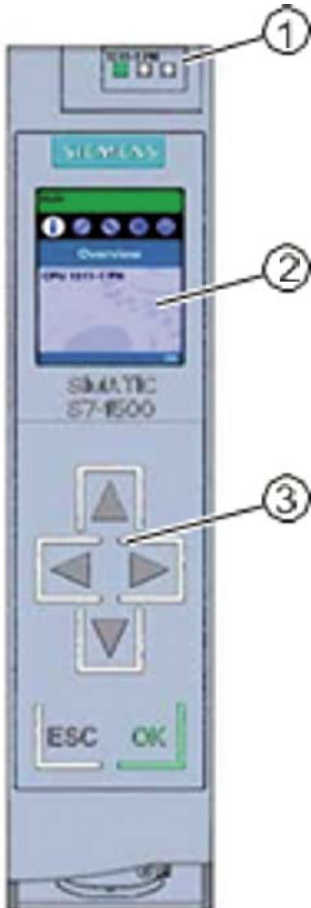
Środowisko projektowe TIA Portal umożliwia przygotowywanie projektów dla sterowników z rodziny S7-1500 w językach: LAD, FBD, STL oraz SCL.



Rysunek 4. Zatrzask blokujący moduł CPU

Na rysunku 5 przedstawiono elementy obsługi oraz elementy połączeń modułu CPU 1511-1 PN znajdujące się pod przednim panelem.

- 1 Wskaźniki LED do wskazywania aktualnego trybu pracy i statusu diagnostyki CPU
- 2 Połączenie wyświetlacza
- 3 Slot na kartę pamięci SIMATIC
- 4 Przełącznik trybu pracy
- 5 Wskaźniki LED dla 2 portów interfejsu PROFINET X1



Rysunek 2. Widok modułu CPU 1511-1 PN (z zainstalowanym przednim panelem).

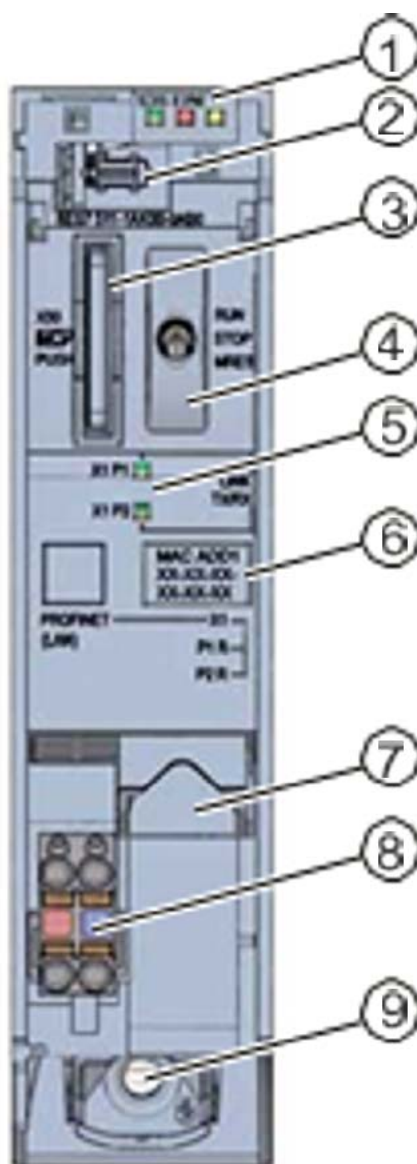
- 1 – Wskaźniki LED aktualnego trybu pracy i statusu diagnostycznego CPU,
- 2 – Wyświetlacz,
- 3 – Przyciski sterowania operatora

Tabela 2. Wartości obiektów pamięci po wyzerowaniu pamięci

Obiekt w pamięci	Wartości
Bloki danych, w tym instancje, z wartościami rzeczywistymi	Będą inicjalizowane
Pamięć bitowa, timery i liczniki	Będą inicjalizowane
Niektóre trwale zapisywane tagi (zmiennie) z obiektów technologicznych (np. enkoderów absolutnych z wartościami ustawień)	Pozostają zachowane
Bufor diagnostyczny z zapisami (obszar trwałego zapisywania)	Pozostają zachowane
Bufor diagnostyczny z zapisami (obszar nietrwałego zapisywania)	Będą inicjalizowane
Licznik godzin pracy	Pozostają zachowane
Zegar czasu rzeczywistego	Pozostają zachowane

- 6 Adres MAC
- 7 Interfejs PROFINET (X1) z 2-portowym switchem
- 8 Podłączenie zasilania
- 9 Śruba mocująca

PROFINET jest standardem systemu Fieldbus opracowanym przez organizację użytkowników PROFIBUS User Organization, która definiuje zasady komunikacji między urządzeniami różnych producentów oraz modelowe rozwiązania techniczne. Z kolei PROFINET IO jest koncepcją komunikacji używaną do implementacji modułowych, rozproszonych aplikacji. IRT (izochroniczny czas rzeczywisty) systemu PROFINET IO umożliwia uzyskiwanie wymaganych krótkich czasów odpowiedzi oraz precyzyjnego działania systemu. Tryb pracy jako sterownika PROFINET IO umożliwia bezpośredni dostęp do urządzeń wejść/wyjść (IO) w sieci Industrial Ethernet. Tryb pracy jako urządzenia PROFINET IO umożliwia pracę stacji S7 jako „inteligentnych” urządzeń PROFINET IO



Rysunek 5.

w sieci przemysłowej Industrial Ethernet. Protokoły UDP (*User Datagram Protocol* – protokół pakietów użytkownika), RT (*Real Time* – czas rzeczywisty) lub IRT (*Isochronous-Real Time* – izochroniczny czas rzeczywisty) są używane do konfiguracji cyklicznej wymiany danych w komunikacji PROFINET IO.

Wbudowany w sterowniki S7-1500 interfejs PROFINET IO ma następujące właściwości i funkcje:

- umożliwia komunikację w czasie rzeczywistym (RT),
- umożliwia komunikację w izochronicznym czasie rzeczywistym (IRT),
- zapewnia redundancję mediów komunikacyjnych (*Media Redundancy*),
- obsługuje uruchamianie priorytetowe,
- umożliwia zastępowanie urządzenia bez wymiennych nośników,
- I-Device – funkcja urządzenia IO w komunikacji z innymi CPU w sieci PROFINET,
- obsługuje funkcję sterownika wejść/wyjść (IO),
- obsługuje tryb izochroniczny (*Isochronous Mode*) – transfer danych w izochronicznym czasie rzeczywistym.

Poza kilkoma wyjątkami zerowanie pamięci sprowadza się do wyczyszczenia wszystkich wewnętrznych pamięci i następnie wczytania danych z karty pamięci SIMATIC.

Dostępne są następujące opcje resetowania pamięci CPU:

- przy użyciu przełącznika trybu pracy,
- przy użyciu wyświetlacza,
- przy użyciu programu STEP 7 V12.

Pamięć sterowników można poddać zerowaniu, jednym ze sposobów jest użycie przełącznika trybu pracy, można to zrobić za pomocą wbudowanego w sterownik interfejsu użytkownika

(klawiatura+wyświetlacz), a także za pomocą programu STEP7. Reakcje poszczególnych obiektów przechowywanych w pamięci po jej wyzerowaniu zestawiono w tabeli 2.

Wbudowany w sterowniki interfejs PROFINET zintegrowano z 2-portowym switchem. Zastosowano złącze sieciowe zgodne ze standardem Ethernet dla wtyczki RJ45. Interfejs PROFINET ma przypisany adres MAC, każdy z dwóch portów PROFINET ma także przypisany własny adres MAC. W każdym sterowniku występują zatem w sumie trzy adresy MAC. Adresy MAC są przypisywane urządzeniu przez producenta, numeracja jest sekwencyjna, a pierwszy i ostatni adres MAC są nadrukowane laserowo na prawej stronie każdego obudowy sterownika.

Diody LED umieszczone na panelu użytkownika służą do sygnalizacji stanu pracy sterownika lub wykrytego błędu. Jedną z diod jest dwukolorowa (zielona i żółta, RUN/STOP) – oznacza zatrzymanie/działanie sterownika, druga jest czerwona (ERROR) – służy do sygnalizacji błędów, żółta (MAINTENANCE) – sygnalizuje konieczność kontroli przez serwis. Kombinacja świecenia tych diod wskazuje najczęściej występujące sytuacje, np.: brak zasilania lub niewystarczające zasilanie CPU, konieczny serwis instalacji, aktualizacja firmware zakończona powodzeniem, program na karcie pamięci SIMATIC powoduje błąd, ładowanie programu użytkownika itp.

Każdy port Ethernet (port P1 interfejsu X1 oraz port P2 interfejsu X1) ma także przypisaną diodę LED LINK RX/TX, które służą do sygnalizacji stanu komunikacji oraz statusu portu.

Andrzej Gawryluk

Podstawowe cechy i parametry sterownika CPU 1511

- pojemność pamięci programu 150 kB
- pojemność pamięci danych 1 MB
- czas trwania operacji bitowej 60 ns
- czas trwania operacji na słowie 72 ns
- obliczenie stałoprzecinkowe 96 ns
- obliczenie zmiennoprzecinkowe 384 ns
- pojemność karty SIMATIC do 2 GB
- maksymalna liczba bloków programu 2000
- liczba OB błędu asynchronicznego 4
- liczba OB błędu synchronicznego 2
- liczba OB przerwania diagnostycznego 1
- maksymalna liczba liczników S7/IEC 2048/bo
- maksymalna liczba timerów S7/IEC 2048/bo
- maksymalna liczba I/O 1024
- przekątna LCD: 3,45 cm
- liczba współpracujących urządzeń DP Master 4
- maksymalna liczba modułów rozszerzających 31
- maksymalna liczba połączeń sieciowych 96
- obsługiwane protokoły sieciowe: TCP/IP, ISO-on-TCP (RFC1006), UDP, DHCP, SNMP, DCP, LLDP
- obsługiwane obiekty technologiczne: ruch, oś z regulowaną prędkością, liczba osi z regulowaną prędkością, maksymalną, oś pozycjonowania, zewnętrzny enkoder, regulator PID