

Michał Zajac

SPIE Energotest sp. z o.o.

## Programowalny sterownik logiczny – ET-DCS

### Programmable Logic Controller – ET-DCS

Rodzina sterowników ET-DCS powstała dzięki wieloletnim doświadczeniom firmy SPIE Energotest sp. z o.o. w konstruowaniu i produkcji urządzeń na potrzeby elektroenergetyki, które od lat z powodzeniem stosowane są przez użytkowników z branży energetycznej i przemysłowej. Urządzenia spełniają normy i wymagania przewyższające te, stosowane w urządzeniach automatyki przemysłowej.

ET-DCS jest uniwersalnym, swobodnie programowalnym w językach zgodnych z IEC61131-3 sterownikiem przemysłowym, który może być z powodzeniem stosowany zarówno do sterowania i nadzoru urządzeń elektroenergetycznych (stacje, rozdzielnie, rozdzielnice, etc.), jak i do realizacji algorytmów sterowania i blokad dowolnych procesów przemysłowych. Ponadto umożliwia on komunikację z urządzeniami zewnętrznymi z wykorzystaniem szerokiej gamy protokołów komunikacyjnych (m.in. IEC61850, IEC60870-5-101, IEC60870-5-104, Modbus TCP (Master/Slave), Modbus RTU (Master/Slave), etc.).

Konstrukcja i możliwości komunikacyjne ET-DCS umożliwiają mu swobodną współpracę z dowolnymi systemami SCADA, a w szczególności jako część systemu ECONTROLplus produkcji SPIE Energotest sp. z o.o. Dzięki modułowej budowie sterowników ET-DCS, w których zastosowano kod sterownika PLC STRATON od COPA-DATA, swobodnemu programowaniu jednostki centralnej (ET-CU) zgodnemu z IEC 61131-3, możliwa jest, za pośrednictwem modułów wejść/wyjść, akwizycja, nadzór i efektywne sterowanie obiektami elektroenergetycznymi, a także procesami przemysłowymi. Moduły wejść (ET-DI)/wyjść (ET-DO) dwustanowych mają interfejs obiektowy pracujący na wszystkich powszechnie występujących poziomach napięć: 24VDC, 220VDC, 230VAC. Zainstalowany interfejs Ethernet o transmisji 1 Gb wyposażony został w dwa złącza Ethernet, pracujące w trybie – switch warstwy drugiej – L2. Komunikacja pomiędzy modułami realizowana jest za pośrednictwem autorskiej hybrydowej magistrali ET-BUS łączącej w sobie zarówno komunikację zdarzeniową z cykliczną i jednoczesną separacją transmisji dużych pakietów danych (np. z modułów wejść analogowych) od sygnałów dwustanowych, alarmowych czy diagnostycznych.

Magistrala ET-BUS umożliwia podłączenie do 64 modułów różnego typu (DI/DO/AI/AO), zarówno w obrębie jednej szafy jak i wysp rozproszonych. Jako medium łączeniowe można zastosować przewód miedziany lub światłowodowy. Dzięki zastosowaniu indywidualnej adresacji każdego z modułów na magistrali ET-BUS nie ma na sztywno przypisanego miejsca instalacji poszczególnych modułów, co umożliwia swobodną rozbudowę istniejących sterowników o nowe moduły lub funkcjonalności. Wszystkie moduły, w tym moduły wejść/wyjść, posiadają własny zegar synchronizowany z dokładnością 1 ms, dzięki któremu nadają precyzyjne stopki czasowe zdarzeniom czy pomiarom, które przekazywane są do serwera i zapisywane ze stopką czasową nadaną w chwili rejestracji przez moduł wejściowy. Moduły instalowane są na płycie montażowej, która dzięki unikatowej konstrukcji może mieć konfigurowany swobodnie rozmiar – od 1 do 64 slotów – w zależności od potrzeb. Możliwości komunikacyjne z urządzeniami innych firm zapewniają, oprócz portów Ethernet, dostępne na jednostce procesora ET-CP szeregowo porty komunikacyjne, a także dostępne w portfolio produktów Energotestu jednostki EKM3.

Ciekawą i unikatową cechą dwustanowych modułów wejść/wyjść ET-DCS jest funkcja ET-DirectLink dająca możliwość bezpośredniego przesyłania danych pomiędzy modułem wejściowym a wyjściowym, z pominięciem jednostki centralnej i bez wprowadzania dodatkowych opóźnień. Cecha ta umożliwia znaczne ograniczenie liczby połączeń kablowych w przypadku przesyłania np. informacji statusowych i sterowań pomiędzy obiektem a tradycyjnym pulpitem.

Wszystkie moduły mają ujednolicone obudowy i pozbawione są elementów ruchomych (wentylatorów). Każdy z modułów może być wymieniany pod napięciem, w trakcie pracy systemu.

Główne cechy sterownika ET-DCS:

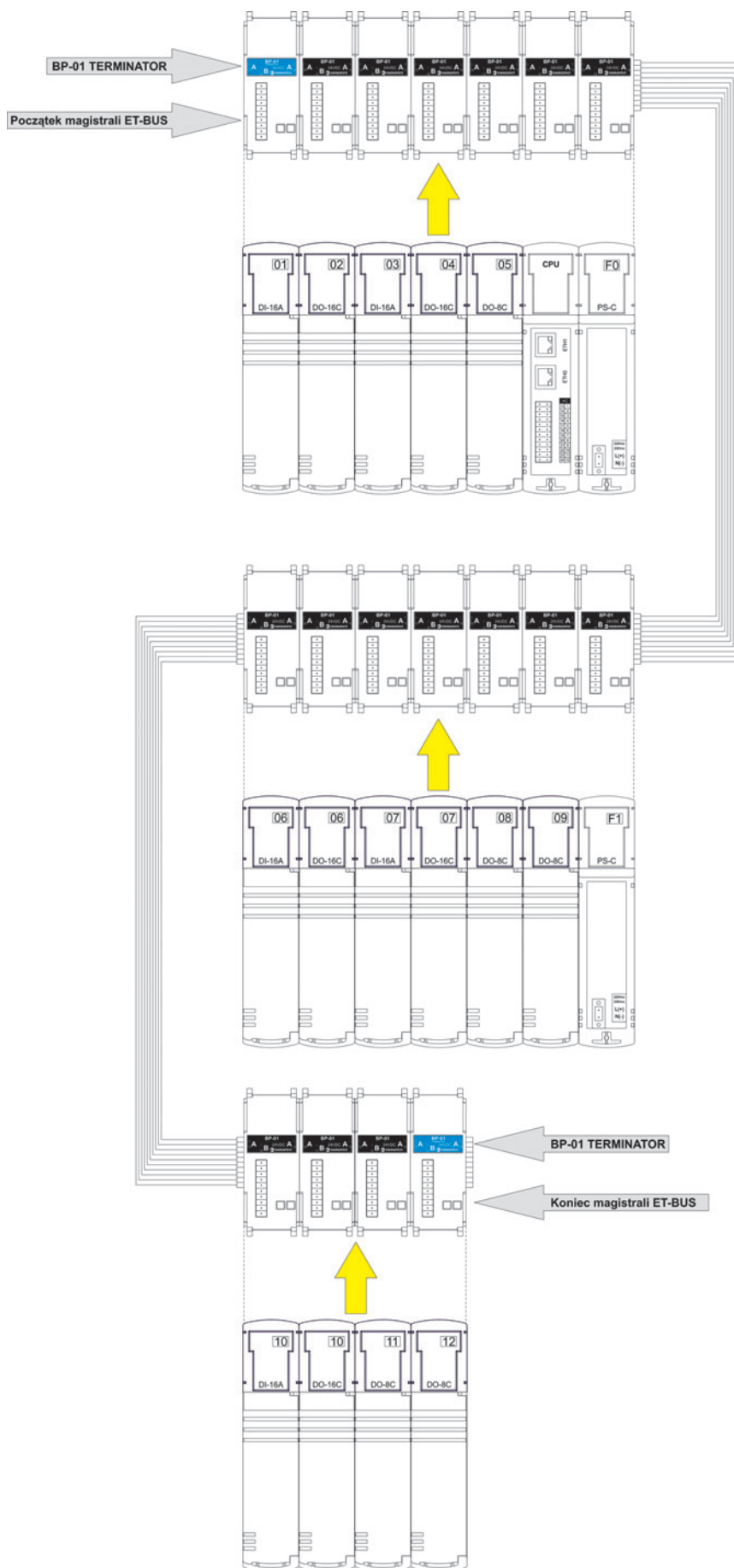
- programowanie zgodne z IEC61131,
- modularność i łatwość rozbudowy,
- do 64 modułów podłączonych do magistrali ET-BUS,
- separacja galwaniczna modułów od magistrali i obwodów wejścia/wyjścia od obwodów wewnętrznych,
- redundancja zasilaczy ET-PS, jednostki sterującej ET-CU oraz komunikacji z warstwą nadrzędną,
- możliwość wymiany/montażu modułów podczas pracy systemu,
- autodiagnostyka wszystkich modułów,

- zasilacze ET-PS z monitorowaniem i wskazaniem obciążenia,
- rozdzielczość stopki czasowej 1 ms,
- stopka czasowa nadawana przez moduły wejściowe,
- synchronizacja czasu każdego modułu z zegarem centralnym z dokładnością lepszą niż 1 ms,
- wejścia i wyjścia dwustanowe 230VA-C/220VDC/24VDC

Sterownik programowalny ET-DCS ma budowę modułową. Użytkownik ma możliwość swobodnego konfigurowania ilości i rodzaju modułów. Dzięki temu sterownik ET-DCS (przy pomocy odpowiedniego oprogramowania) jest uniwersalnym narzędziem mającym szerokie zastosowanie w wielu obszarach przemysłu. Energotest posiada w swojej ofercie nowoczesny system nadzoru, sterowania i automatyzacji ECONTROL-plus. Wszystkie moduły główne sterownika zostały zamknięte w jeden typ obudowy.

Podstawą każdego systemu ET-DCS jest szyna montażowa oraz moduł magistrali komunikacyjnej BP-01, do którego należy zamontować jeden z wybranych modułów głównych. Same moduły główne nie będą działały bez modułów pomocniczych. Dlatego projektowanie systemu należy zacząć od wyboru odpowiedniej długości szyny montażowej ET-SM, następnie określa się liczbę wymaganych modułów głównych. Do każdego modułu głównego należy zamówić jeden moduł ET-BP-01. Aby system działał poprawnie dwa skrajne moduły muszą być zaterminowane. Zamiast standardowego ET-BP-01 należy użyć modułu ET-BP-01T. System sterownik ET-DCS może składać się maksymalnie z 64 modułów różnego typu, które mogą być zbudowane zarówno w obrębie jednej szafy jak i rozproszonych. Całkowita długość magistrali ET-BUS powinna być mniejsza niż 250 m. Za pomocą światłowodowego modułu komunikacyjnego ET-FO można zwiększyć długość magistrali do 30 km.

Podstawowym zadaniem procesorów ET-CP jest realizacja algorytmów sterowania, blokad i zabezpieczeń oraz wymiana danych z procesem (bezpośrednio za pomocą odpowiednich modułów wejść/wyjść lub pośrednio za pomocą linków komunikacyjnych do innych urządzeń lub sterowników) oraz udostępnianie danych do systemów nadrzędnych (SCADA, DCS, MES, etc.). Aplikacja sterownika tworzona jest przez programistę w jednym z języków programowania zdefiniowanym w standardzie IEC61131-3.



Rys. 1. Sposób łączenia modułów sterownika ET-DCS do magistrali ET-BUS

Po przesłaniu do sterownika, aplikacja zostaje zapisana zarówno w pamięci wewnętrznej flash jak i na karcie SD dostępnej na tylnej ścianie urządzenia. Umożliwia to łatwą i szybką wymianę uszkodzonego modułu ET-CP – po przełożeniu karty SD do sprawnego modułu wczyta on do pamięci flash zapisaną na karcie SD aplikację i konfigurację i podejmie automatycznie zaprogramowane działania.

Jednostka centralna ET-CP może pracować zarówno jako serwer czasu jak i klient w standardzie NTP lub PTP. Moduł ET-FO jest konwerterem magistrali ET-BUS na medium światłowodowe, co umożliwia przesył informacji, w zależności od zastosowanego światłowodu, nawet do 30 km. Jego zastosowanie pozwala na zbudowanie rozproszonego systemu telemechaniki z zapewnieniem wysokiej pewności i deterministycznej transmisji sygnałów pomiarowych i sterujących. Projektując urządzenie założono wykorzystanie w nim dwóch procesorów jednocześnie – pierwszego do standardowych obliczeń sterownika PLC, natomiast drugiego – procesora graficznego – do wykonywania skomplikowanych obliczeń związanych z zastosowaniem sztucznej sieci neuronowej (SSN), a także z uczeniem się tej sieci.

Sieci neuronowe w znaczący sposób wykorzystują zasoby obliczeniowe procesorów. Zaprojektowana sztuczna sieć neuronowa (SSN) została zaimplementowana z wykorzystaniem modelu software'owego w języku C++. SSN jest wielowarstwowa, jednokierunkowa, uczona metodą wstecznej propagacji błędów, ze współczynnikiem momentu, gdzie przepływ informacji pomiędzy warstwami odbywa się tylko w jedną stronę – od warstwy wejściowej przez kolejne warstwy neuronów (warstwy ukryte), aż do warstwy wyjściowej. Wartości wyjściowe z kolejnej warstwy neuronów wprowadzane są jako wejścia dla następnej warstwy. Wynik obliczeń warstwy wyjściowej sieci traktowany jest jako odpowiedź całej sieci neuronowej. Liczba warstw w sieci neuronowej zależy od złożoności rozwiązywanego zadania i musi zostać dobrana eksperymentalnie. Liczba neuronów w poszczególnych warstwach jest możliwa do sparametryzowania przez użytkownika. Ponadto użytkownik ma możliwość wyboru funkcji aktywacji dla wszystkich neuronów w każdej warstwie z osobna.

Typowe funkcje aktywacji: funkcja liniowa, tangens hiperboliczny, funkcja sigmoidalna. Dodatkowo, konfigurowalne parametry to: liczba epok uczących, współczynnik szybkości uczenia i współczynnik momentu, wybór sposobu wprowadzania danych uczących do sieci neuronowej, tj. dane mogą być wprowadzane w stałej kolejności bądź w każdej epoce uczącej wprowadzane w losowej kolejności. Sieć neuronowa może pracować w dwóch trybach: nauki (za pomocą danych ze zbioru uczącego) oraz normalnej pracy. W trybie nauki sieć dopasowuje swoje współczynniki wagowe tak, by zminimalizować wartość funkcji błędów. Nauka sieci neuronowej jest każdorazowo planowana w zależności od rodzaju aktualnie rozwiązywanego problemu sterowania i/lub predykcji. Statystycznie okres taki zamyka się w przedziale od kilku dni do dwóch tygodni i zależy od złożoności rozwiązywanego problemu. Plusem rozwiązania jest to, że raz nauczona sieć neuronowa będzie mogła być przenoszona pomiędzy różnymi sterownikami o takim samym zadaniu – co ograniczy koszty uczenia i czas uczenia w przypadku powtarzalnych instalacji automatyki.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniego procesora z GPU w jednostce ET-CP sterownika ET-DCS uzyskano produkt, który umożliwia inżynierom automatykom praktyczne stosowanie sieci neuronowych w procesach sterowania, monitoringu i optymalizacji. Istnieje szereg zagadnień praktycznych, w których sieci mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle zaczynając od optymalizacji parametrów regulatorów PID, klasyfikacji zakłóceń w procesach przemysłowych, predykcji czasu trwania awarii w ciągach technologicznych na podstawie sygnałów z maszyn oraz informacji historycznych o czasach usuwania awarii poszczególnych maszyn, w procesie optymalizacji oraz bilansowania zużycia energii w nowo projektowanych klastrach energetycznych, itp.

Dotychczas inżynier automatyk nie miał szerokiego wachlarza możliwości, jeśli chodzi o praktyczne stosowanie sieci w automatyce przemysłowej. Rozwiązania stosowane do tej pory bazowały na oprogramowaniu na komputery PC ze względu na dużą moc obliczeniową, jednak w ostatnim czasie się to zmieniło za sprawą producentów układów scalonych do telefonów komórkowych. Sprowadzenie technologii związanej z zastosowaniem sieci neuronowych do powszechnego stosowania daje szansę na rozwiązanie problemów, będących dotychczas poza zasięgiem klasycznych sterowników PLC.



Rzeczpospolita  
Polska



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



#### **Projekt został dofinansowany z Funduszy Europejskich**

Realizacja nowego sterownika ET-DCS została objęta umową o dofinansowanie projektu: „Inteligentny sterownik ET-DCS wykorzystujący technologie sieci neuronowych” w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Wartość całkowita projektu: 1 069 740,08 PLN

Dofinansowanie z Funduszy Europejskich: 631 240,32 PLN

**SPIE Energotest**

**SPIE Energotest sp. z o.o.**

• ul. Chorzowska 44b • 44-100 Gliwice •

[www.spie-energotest.pl](http://www.spie-energotest.pl)



*Energetyka*