

DOKUMENTACJA TECHNICZNO-RUCHOWA
STEROWNIKA WYKONAWCZEGO

Typ ES-10



ES-SYSTEM

 Energoautomatyka	DTR Sterownik wykonawczy ES-10	2
		9

1. ZASTOSOWANIE

Sterownik wykonawczy ES-10 jest elementem systemu **ES-SYSTEM**. Przeznaczony jest do „inteligentnego” sterowania elementami wykonawczymi w szczególności do połączenia systemów przetwarzania elektronicznego z hydraulicznymi elementami wykonawczymi. Sterownik jest urządzeniem mikroprocesorowym o algorytmie ustalonym przez zaprogramowanie (program użytkowy) struktury sterowniczo - regulacyjnej w pamięci sterownika.

Sterownik wyposażony jest w następujący zestaw wejść i wyjść: 4 wejścia analogowe, 6 wejść dwustanowych, 2 wyjścia dwustanowych, wyjście mocy w postaci mostka typu H oraz dwa kanały RS. Zapis programu użytkowego, zmiany programu i nastaw oraz bieżący podgląd działania sterownika odbywa się poprzez łącza szeregowo ze standardowego komputera osobistego. Sterownik posiada pamięć typu Flash, w której przechowywane są dane strojenia oraz do której zapisywany jest program użytkowy.

Sterownik udostępnia zmienne analogowe i dwustanowe w dwóch sieciach komunikacyjnych RS-485 lub RS-422. Dane udostępniane są w standardzie MODBUS –RTU..

Sterownik może być oprogramowany fabrycznie wg algorytmu uzgodnionego z użytkownikiem lub przez użytkownika we własnym zakresie.

2. DANE O KOMPLETNOŚCI

Razem ze sterownikiem dostarcza się:

- Kartę gwarancyjną
- Świadectwo kontroli jakości

Do każdej partii sterowników dostarcza się:

- Dokumentację Techniczno-Ruchową ES-10
- Kabel serwisowy RS-232 - tylko wtedy gdy został podany w zamówieniu.

3. OPIS TECHNICZNY

3.1. DANE TECHNICZNE

3.1.1. Zasilanie

21 ÷ 27 V_{DC} / 0.2A max

3.1.2. Wejścia analogowe XA

- | | |
|---|----------------------|
| - ilość wejść | 4 |
| - nominalny zakres sygnałów wejściowych | 4 ÷ 20 mA |
| - rozdzielczość przetwarzania A/C | 12 bitów |
| - dokładność przetwarzania wejść | 0,1 % |
| - błędy dodatkowe przetwarzania (w tym temperatura otoczenia) | +/- 0,1 % zakresu |
| - maksymalny spadek napięcia w obwodzie wejścia | 3 V |
| - separacja galwaniczna między wejściami i od części centralnej sterownika: | |
| -- wytrzymałość elektryczna | 500 V / 50 Hz / 1min |
| -- oporność izolacji | ≥ 20 MΩ |

3.1.3. Wejścia dwustanowe XB

- | | |
|--|---------------------|
| - ilość wejść | 6 |
| - napięcie zasilania inicjatorów (zewnętrzne) | 19 ÷ 30 V |
| - prąd przez zamknięty obwód inicjatora | 4 ÷ 7 mA |
| - separacja galwaniczna grupy 6 wejść od części centralnej sterownika: | |
| -- wytrzymałość elektryczna | 500 V / 50Hz / 1min |
| -- oporność izolacji | ≥ 20 MΩ |

**3.1.4. Wyjścia dwustanowe YB**

- ilość wyjść	2
- rodzaj wyjść	uniwersalne AC/DC
- poziomy sygnałów wyjściowych	
- - rezystancja przy załączeniu	$\leq 24 \Omega$
- - maksymalne napięcie na wyjściu przy wyłączeniu	300 V
- - obciążalność prądowa wyjść	$\leq 100 \text{ mA}$
- separacja galwaniczna między wyjściami i od części centralnej sterownika:	
- - wytrzymałość elektryczna	500 V / 50 Hz / 1min
- - oporność izolacji	$\geq 20 \text{ M}\Omega$

3.1.5. Zespół wyjściowy mocy - wyjścia impulsowe WIL i WIR klucze CMOS w układzie mostka „H”

- rodzaj wyjść	załączenie mostka i sterowanie niezależne gałęziami mostka
- maksymalne napięcie sterowania mostka H - U3	30 V
- maksymalny prąd chwilowy (1 ms)	10 A
- maksymalny prąd średni przez obie gałęzie mostka	3 A
- sposób sterowania	programowany
- zabezpieczenie przed przeciążeniem	
- - natychmiastowe	2,5A \pm 20%
- - termiczne (w strukturze półprzewodnikowej)	150 °C
- separacja galwaniczna od pozostałych obwodów sterownika:	
- - wytrzymałość elektryczna	500 V / 50 Hz / 1min
- - oporność izolacji	$\geq 20 \text{ M}\Omega$

3.1.6. Łącza szeregowy COM1, COM2:

- ilość łączy szeregowych	2
- typ łączy RS 422, RS-485 lub RS-232 bez możliwości jednoczesnego nadawania i odbioru,	
- maksymalna szybkość transmisji	115200 bit/s (BPS)
- długość znaku	8 bit
- kontrola parzystości	parzystość
- separacja galwaniczna między łączy i od pozostałych obwodów sterownika	
- - wytrzymałość elektryczna	500 V / 50 Hz / 1min
- - oporność izolacji	$\geq 20 \text{ M}\Omega$
- protokoły komunikacyjne	

COM1 - MODBUS-RTU – SLAVE oraz protokół specjalny z oprogramowaniem narzędziowym

COM2 - MODBUS-RTU – MASTER lub MODBUS-RTU-SLAVE oraz protokół specjalny z oprogramowaniem narzędziowym

3.1.7. Parametry programowe

- oprogramowanie użytkowe	struktura graficzna
- katalog procedur wg	„D100.LIB – Katalog procedur”
- czas obiegu programu	zależny od długości programu użytkowego
- czas wykonania 100 procedur testowych	ok. 5 ms
- maksymalna długość programu użytkowego (ok. 1000 procedur)	8 KB

3.1.8. Warunki eksploatacji

- temperatura otoczenia	0 ÷ 50 °C
- wilgotność względna	$\leq 75 \%$
- wibracje sinusoidalne	10 ÷ 55 Hz / 0,15 mm
- poziom zakłóceń	poziom N

3.1.9. Wymiary [wysokość * szerokość * głębokość]

106 * 90 * 58 mm

3.1.10. Ciężar

ok. 0,25 kg

3.2. OPIS DZIAŁANIA

Sterownik ES-10 oparty jest na ultra niskiej mocy mikrokontrolerze serii MSP430 firmy Texas Instruments. Mikrokontroler zbiera informacje zewnętrzne przetwarza je wg algorytmu zawartego w zapisanym programie użytkowy oraz obsługuje kanały transmisji szeregowej. Jest to 16 bitowy procesor o architekturze typu RISC zawierający wewnętrzne pamięci typu RAM i Flash oraz rozbudowany zestaw peryferii jak; 12 bitowy przetwornik A/C, 2 16-bitowe liczniki obudowane układami „szybkiej kontroli wejść” (HSI) i układami „szybkiej kontroli wyjść” (HSO), 2 kanały szeregowy USART oraz 48 programowanych portów wejściowo/ wyjściowych. Ponadto mikrokontroler zapewnia kontrolę programu typu „watch dog” restart od załączenia napięcia zasilania i specjalne łącze JTAG do programowania pamięci flash mikrokontrolera. Połączenia mikrokontrolera ze światem zewnętrznym (interfejsy) są separowane galwanicznie.

Interfejsami koncentratora są:

- wejścia analogowe - 4 wejścia
- wejścia dwustanowe - 6 wejść
- wyjścia dwustanowe - 2 wyjścia
- zespół wyjściowy mocy - mostek „H”
- 2 łącza szeregowy - typ RS

Wejścia analogowe separowane są transoptorami liniowymi, a obwody pierwotne czerpią energię z sygnału wejściowego co zapewnia łatwą separację między kanałami. Wzmocnienia kanałów wejściowych są ustalane w czasie procesu fabrycznego strojenia, a wyniki zapisywane do pamięci trwałej.

Wyjścia dwustanowe stanowią separowane przekaźniki elektroniczne, które mogą załączać obwody prądu stałego i zmiennego.

Łącza szeregowy wykonane są w standardzie elektrycznym RS-422 (rys. 1) mogą być połączone w standard RS-485 lub przy użyciu specjalnego kabla dostarczanego ze sterownikiem, mogą być przyłączane do kanału o standardzie RS-232.

3.3. BUDOWA

Sterownik ES-10 posiada obudowę zamkniętą przeznaczoną do montowania na standardowych szynach montażowych „T-35”, na których zajmuje około 106 mm. Obwody zewnętrzne przyłącza się poprzez 3 wielowtyków po 12 zacisków sprężynowych każdy. Wielowtyki mogą być odłączane od sterownika bez odłączania przewodów. Od strony czołowej sterownika umieszczone są 2 9-stykowe złącza szufladowe (gniazda) do przyłączenia kanałów transmisji szeregowy (COM1 i COM2) oraz dwie diody sygnalizacyjne: czerwona – „CPU Stop” i zielona – „CPU Run”, których kody sygnalizacji podaje tabela 1.

4. OPROGRAMOWANIE UŻYTKOWE

Sterownik przetwarza informacje analogowe i dwustanowe. Mogą to być stałe lub zmienne, zmienne z kolei dzielą się na zmienne wewnętrzne i zewnętrzne czyli wejścia wyjścia sterownika. Z pojęciem zmiennej związana jest jej nazwa. Nazwy tworzą wyłącznie znaki z zakresu kodu liczb heksadecymalnych (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F).

Dla **zmiennych zewnętrznych** przypisano następujące nazwy:

- wejścia dwustanowe	XB1 ÷ XB6	nazwy	BB00 ÷ BB05
- wyjścia dwustanowe	YB1 i YB2	nazwy	BC00 i BC01
- wejścia analogowe	XA1 ÷ XA4	nazwy	AE00 ÷ AE03
- wyjścia impulsowe mocy	WIR i WIL	nazwy	BD01 i BD02
- wyjście załączania/blokady wyjść mocy	WIR i WIL	nazwa	BD00

Dla zastosowania sterownika w obwodach sterowania układami hydraulicznymi, przewidziano odpowiednie procedury specjalne:

- sterowanie impulsowe przemienne - **PWM_P**
- sterowanie impulsowe różnicowe - **PWM_R**
- sterowanie impulsowe niezależne - **PWM_N**

	DTR Sterownik wykonawczy ES-10	5
		9

Dla **zmiennych wewnętrznych** przypisano nazwy:

zmiennie analogowe	A000 ÷ A1FF	- 512 zmiennych
zmiennie dwustanowe	B000 ÷ B7FF	- 2048 zmiennych

Zmienne dwustanowe **B7B0 - B7FF** wykorzystywane są przez system operacyjny dla tworzenia informacji możliwych do wykorzystania w programie użytkowym (nie mogą być wykorzystane jako wyjścia procedur).

Aktualnie wykorzystane są:

dwustany B7B0 ÷ B7CF przeznaczone są dla komunikacji „MODBUS-MASTER” kontrolują prawidłowość połączenia z numerami sieciowy 1 do 32 - ustawiane są odpowiednie dwustany jeżeli jest komunikacja; zerowane jeżeli nastąpi przerwa w komunikacji.

dwustan B7FC - obiegi startowe programu (5 obiegów po restarcie) („1” - są obiegi startowe)

Źródłowy „program użytkowy” powstaje jako schemat graficzny złożony z funkcyjnych bloków graficznych połączonych między sobą. Elementami struktury są: bloki deklaracji i procedur, połączenia między procedurami, połączenia zewnętrzne oraz nazwy połączeń. Bloki graficzne odpowiadające procedurom i deklaracjom języka programowania, zawarte są w zbiorze bibliotecznym o nazwie **D100.LIB**. Wejścia i wyjścia procedur łączy się zgodnie z algorytmem.

„Program użytkowy” wykonywany jest w kolejności, zgodnie z przydzieloną numeracją deklaracji i procedur. Numerem procedury lub deklaracji jest kombinacja liter i cyfr. O kolejności wykonywania decyduje kolejność litery w alfabecie potem liczba. W programie musi być umieszczona deklaracja „**Początek**” o najniższym numerze i deklaracja „**Koniec**” o najwyższym numerze. Wszystkie końcówki procedur powinny być połączone; tzn. musi im być przypisana zmienna lub stała odpowiedniego typu - końcówkom analogowym nazwa analogowa, dwustanowym nazwa dwustanowa.

Tak zapisany „program użytkowy” kompilowany jest przez program narzędziowy **ESTool**. W wyniku kompilacji powstaje program wsadowy o nazwie jak struktura graficzna z rozszerzeniem „bin”. Przy pomocy programu narzędziowego zbiór programu wsadowego należy załadować do sterownika (pamięci RAM) po czym należy podać polecenie „przepisz do pamięci Flash”. Podczas przepisywania, program jest interpretowany do postaci „wykonywalnej” i zapisywany do trwałej pamięci Flash.

5. INSTALOWANIE I URUCHOMIENIE

Sterownik ES-10 przeznaczony jest do montażu na szynach montażowych T-35. Wyposażony jest w 3 wielowtyki po 12 zacisków sprężynowych każdy. Wielowtyki pozwalają na łatwy montaż / demontaż sterownika bez odłączania przewodów obiektowych. Wielowtyki wyposażone są w „klucze kodujące”, które pozwalają na wsunięcie wielowtyku tylko do właściwej bazy. Wielowtyki są przystosowane do montażu przewodów o przekroju 0,08 ÷ 1,5 mm². Zaciski „otwierane” są specjalnym narzędziem dostarczanym przez wytwórcę zacisków (WAGO) lub wkrętakiem o szerokości 2,5 mm.

Przyłączenie za pomocą kabla dostarczonego ze sterownikiem standardowego komputera osobistego łączem RS232C wyposażonego w program narzędziowy **ESTool** umożliwia bezpośredni podgląd aktualnych wartości sygnałów w strukturze programowej i pozwala na łatwe uruchomienie sterownika.

6. INTERFEJSY SZEREGOWE STEROWNIKA COM1 i COM2

Sterownik ES-10 posiada dwa kanały szeregowy typu RS. Kanały wykonane są w elektrycznym standardzie RS-422. Mogą być połączone w standard RS-485 lub przy użyciu specjalnego kabla, dostarczanego przez producenta, mogą być przyłączane do interfejsu o standardzie RS-232 – Rys. 1.

Oba kanały RS oprogramowane są w standardzie specjalnym dla komunikacji z programami narzędziowymi w pakiecie **ESTool** oraz w standardzie **MODBUS-RTU-SLAVE** (tzn. mogą być włączone w sieć MODBUS, w której odpowiadają na inicjatywy komunikacyjne rządzącego w sieci elementu

„MASTER”). Oba kanały automatycznie rozpoznają czy zachodzi komunikacja z programem narzędziowym **ESTool** czy komunikacja w sieci **MODBUS_SLAVE**.. Oba kanały RS sterownika odpowiadają na ramki w standardzie MODBUS jeżeli sterownik ma nadany numer sieciowy. Numer sieciowy nadaje się z programu narzędziowego ESTool z menu „NARZĘDZIA” przejść do polecenia „NUMER SIECIOWY”. Numery sieciowe muszą mieścić się w zakresie 1-32.

Kanał COM 2 oprogramowany jest również protokołem **MODBUS-RTU-MASTER** tzn. może być przeznaczony do zbierania informacji z innych elementów podłączonych do sieci MODBUS. Spowodowanie działania w tym trybie (MODBUS MASTER) wymaga umieszczenia w programie użytkowym sterownika procedur „**MOD-TASK**”. („zadanie komunikacyjne”). Procedura (symbol graficzny poniżej) opisuje zadanie przez podanie na końcówkach procedury:

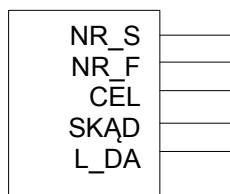
NR_S- numeru sieciowego elementu SLAVE (liczba dziesiętna w zakresie CD01-CD32)

NR_F- numer funkcji (rodzaj zadania) spis funkcji zaimplementowanych w sterowniku oraz sposób zapisu poniżej

CEL- miejsce przeznaczenia przesyłanych danych (numer pierwszej danej)

SKAD- miejsce pobrania danych (numer pierwszej danej)

L_DA - ilość przesyłanych danych (liczba dziesiętna w zakresie CD01-CD99).



Symbol graficzny procedury „MOD_TASK”

Elementami wymiany informacji w standardzie MODBUS są dwustany oraz 16 bitowe rejestry. W sterownikach serii **ES-1x** elementami wymiany informacji są wewnętrzne zmienne dwustanowe i analogowe. Dostęp do zmiennych dwustanowych i analogowych jest bezpośredni to znaczy zapis odczyt polega na wskazaniu bezpośrednio zmiennych których dotyczy przekaz przez podanie na końcówkach procedury „Zadanie komunikacyjne” nazw zmiennych.

Zmienne analogowe wewnętrzne podczas wymiany informacji podlegają konwersji do/z postaci zmiennoprzecinkowej czterobajtowej do/z postaci stałoprzecinkowej w kodzie „U2” przekazywanej w standardzie MODBUS. **Zakres zmiennych analogowych ograniczony jest do przedziału +/-1.**

W programie użytkowym sterowników ES można umieścić do 120 procedur „MOD-TASK”.

Standard **MODBUS** przewiduje ok. 20 rodzajów funkcji (oznaczonych numerami), z których w sterownikach serii **ES-1x** dostępne są następujące (w nawiasach podano nazwy deklarowane na końcówkach procedury):

NR 1 (CD01) odczyt bloku dwustanów wyjściowych (z elementu „SLAVE”)

NR 2 (CD02) odczyt bloku dwustanów wejściowych (z elementu „SLAVE”)

NR 3 (CD03) odczyt bloku rejestrów wyjściowych (z elementu „SLAVE”)

NR 4 (CD04) odczyt bloku rejestrów wejściowych (z elementu „SLAVE”)

NR 5 (CD05) ustaw dwustan wyjściowy warunkowo (w elemencie „SLAVE”)

NR 6 (CD06) zapisz rejestr (w elemencie „SLAVE”)

NR 15 (CD15) zapisz blok dwustanów (w elemencie „SLAVE”)

NR 16 (CD16) zapisz blok rejestrów (w elemencie „SLAVE”)

NR 22 (CD22) prześlij zmienną analogową jeżeli została nadpisana

NR 23 (CD23) prześlij zmienną dwustanową jeżeli została nadpisana

Uwagi do spisu funkcji:

1. Protokół komunikacyjny sterowników serii **ES-1x** nie rozróżnia zmiennych wejściowych i wyjściowych, wszystkie typy powyższych ramek traktuje jako dotyczące zmiennych wewnętrznych. Dla przykładu dowolną zmienną dwustanową można odczytać ramką „1” lub „2”.

2. Ramka dla funkcji nr 5 jest wysyłana (tzn w elemencie SLAVE następuje zmiana dwustanu) jeżeli nastąpiła zmiana dwustanu źródłowego (w MASTERZE)

3. Funkcje “22” i “23” wprowadzono korzystając z rezerwowych numerów standardu MODBUS. W sterownikach ES zmienne, które zostały “nadpisane” (zmienione) przez urządzenie zewnętrzne, tzn. przez sieć MODBUS, są zaznaczane każdorazowo po nadpisaniu. Funkcje “22” i “23” pozwalają przesłać jednorazowo po nadpisaniu zmienne odpowiednio analogową i dwustanową do elementu SLAVE.

7. PRODUCENT

ENERGOAUTOMATYKA S.C. 52-215 WROCŁAW ul. Nefrytowa 35
tel/fax 0 71 368-13-91 www.energoautomatyka.com.pl

Tabela 1 Kody sygnalizacji sterownika ES-10

Lp.	CPU Stop czerwona	CPU Run zielona	
1	○	⊗	praca programu z pamięci Flash
2	⊗	○	błąd w programie użytkowym
3	⊗	⊗	brak programu w pamięci Flash
4	⊗	⊗	przepisywanie programu do pamięci Flash
5	⊗	○	przekroczenie możliwości zapisu programu użytkowego do pamięci Flash
6	⊗	⊗	przekroczenie możliwości zapisu części stałej programu użytkowego do pamięci Flash
7	⊗	⊗	przekroczenie możliwości użytkowania RAMu przez procedury

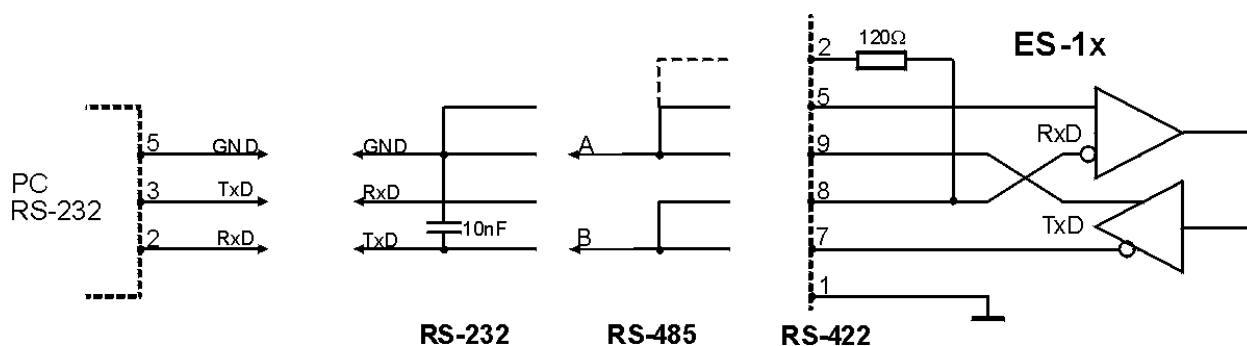
Symbole stanu diod w tablicy:

○ -- dioda zgaszona

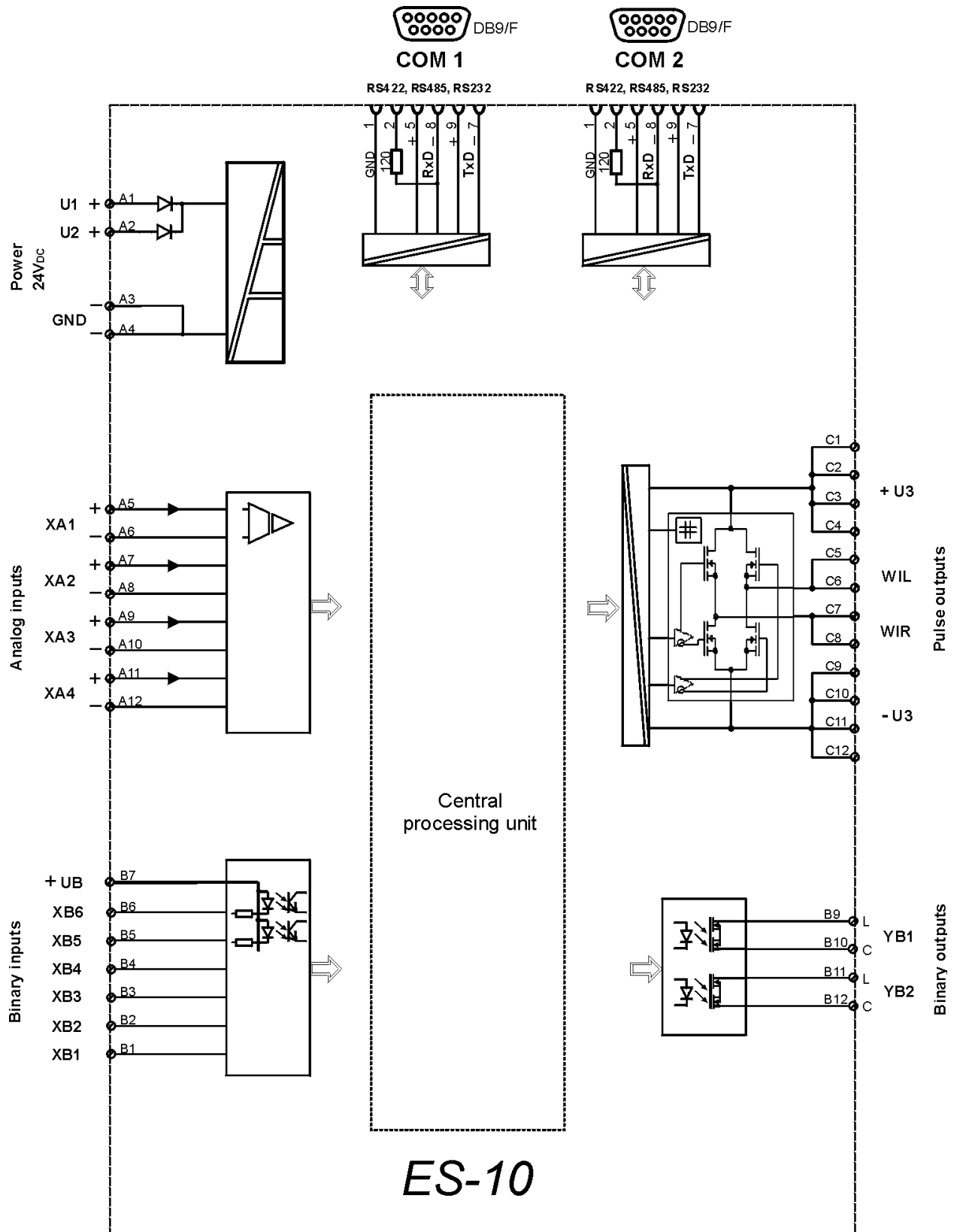
⊗ -- świecenie ciągłe

⊗ -- mig wolny 1 Hz (MW)

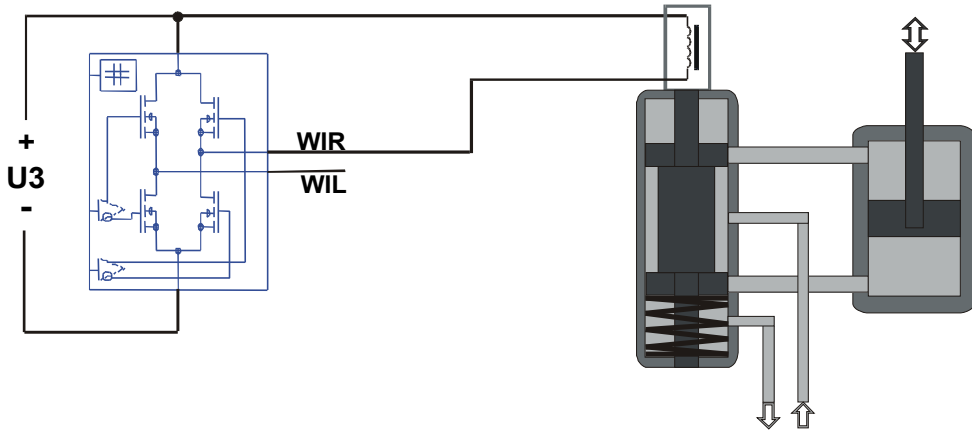
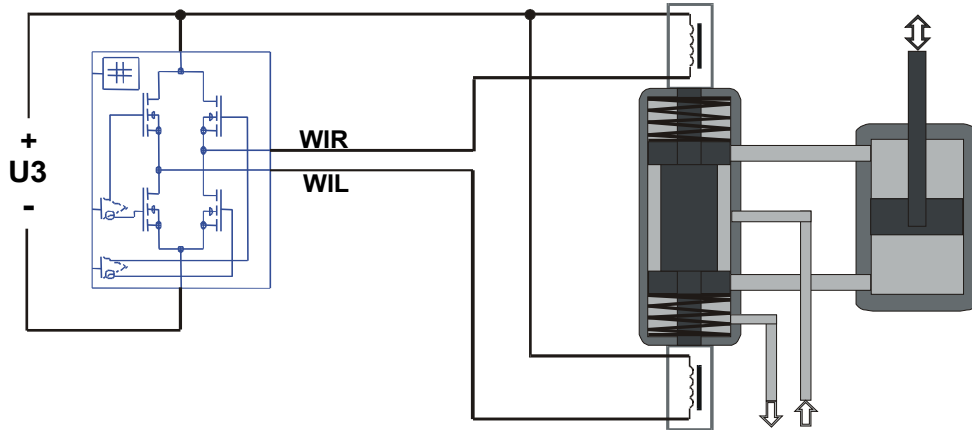
⊗ -- mig szybki 5 Hz (MS)



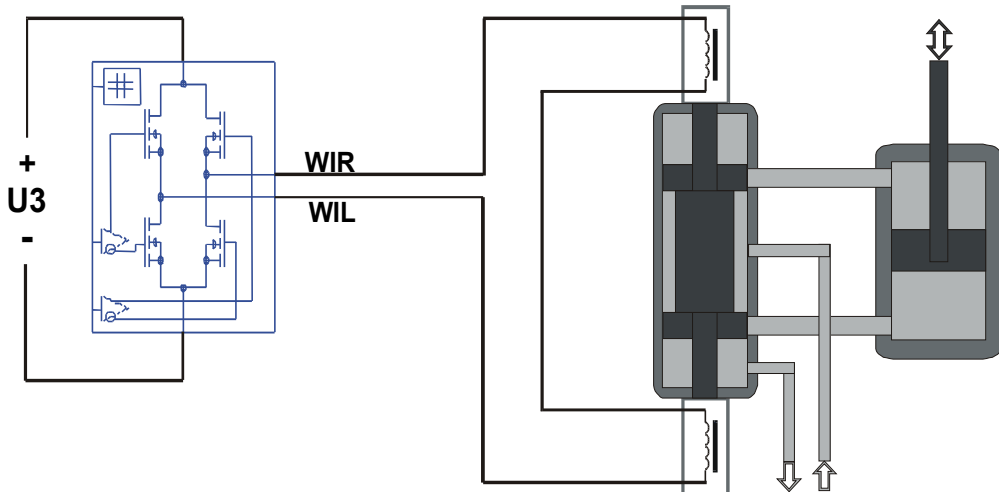
Rys. 1 Kanały szeregowo sterownika COM1 i COM2 (RS422/RS485/RS232)



Rys. 2 Schemat blokowy sterownika



a) Obwody wykonawcze z cewkami niezależnymi



b) Obwód wykonawczy z cewkami połączonymi przeciwsośnie

Rys. 3 Przykłady połączeń hydraulicznych obwodów wykonawczych