

# Przekształtnik częstotliwości Micromaster 440 w sieci Profibus DP

Systemy automatyzacji procesów technologicznych często zawierają układy napędowe o regulowanej prędkości wykorzystujące przekształtniki częstotliwości (nazywane również w literaturze technicznej „przetwornicami częstotliwości”, „przebiegnikami częstotliwości”, a także, nieprecyzyjnie, „falownikami”). Nowoczesne przekształtniki to urządzenia mikroprocesorowe, programowalne, z możliwością komunikacji z użytkownikiem w celu programowania i diagnozowania. Często pełnią dodatkowe funkcje technologiczne, np. regulatora PID z możliwością automatycznego doboru nastaw. Do komunikacji z systemem sterowania wyposażone są standardowo w zintegrowany interfejs firmowy oraz opcjonalnie w najbardziej popularne interfejsy przemysłowe.

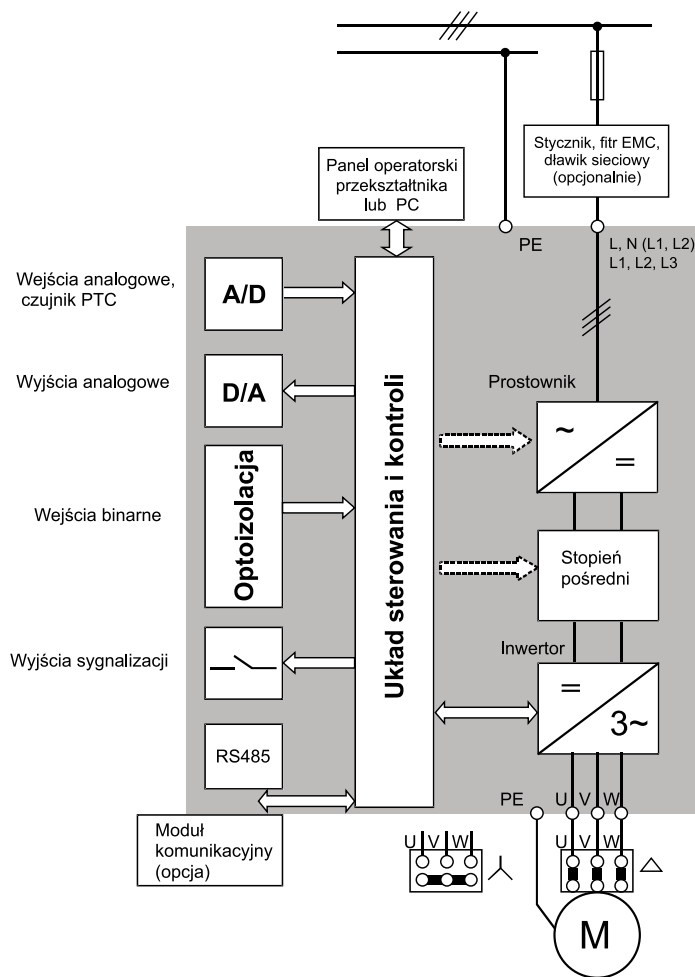
Typowy przekształtnik częstotliwości (rysunek 1) umożliwiający płynną regulację prędkości obrotowej asynchronicznych silników indukcyjnych, to urządzenie posiadające: prostownik, stopień pośredni, inwerter mocy (falownik) oraz układ sterowania i kontroli. Prostownik prostuje napięcie z sieci zasilania, w wyniku czego otrzymujemy się pulsujące napięcie stałe, sterowane lub niesterowane. Stopień pośredni (np. filtr LC) przekształca wyprostowane napięcie stałe na wygładzone napięcie o regulowanej lub stałej wartości. Inwerter mocy (falownik) wytwarza napięcie zmienne trójfazowe o regulowanej wartości i zmiennej częstotliwości. Obecnie w układach inwerterów mocy zamiast wykorzystywanych wcześniej tyrystorów stosuje się tranzystory z izolowaną bramką IGBT (ang. *Insulated Gate Bipolar Transistor*) sterowane napięciowo. Regulacja napięcia wyjściowego inwertera uzyskiwana jest poprzez zmianę czasu trwania impulsów otwierających klucze tranzystorowe (modulacja szerokości impulsów – PWM ang. *Pulse Width Modulation*). Za najlepszą z metod PWM uważane jest sterowanie wektorem napięcia VVC (ang. *Voltage Vector Control*), które polega na wyliczaniu czasu trwania impulsu na podstawie bieżących pomiarów prądu obciążenia i innych parametrów napędowych. Układ sterowania i kontroli nadzoruje pracę wymienionych elementów przekształtnika oraz obsługuje komunikację z otoczeniem.

Przy instalowaniu przekształtnika należy zwrócić uwagę by kable sterownicze, zasilające

i silnikowe były układane oddzielnie (nie w tych samych korytkach instalacyj-

nych) z zachowaniem odpowiednich odległości. Eliminuje to powstawanie zakłóceń w sieci komunikacyjnej. Jeśli istnieje konieczność przecinania się tras kablowych, należy układać je pod kątem 90 stopni. Wszystkie kable powinny być ekranowane, a ekrany uziemione.

Silniki wykorzystywane do współpracy z przekształtnikiem muszą być do tego przystosowane. Są to specjalne silniki z niezależnym chłodzeniem (wentylator z osobnym napędem) i izolacją o podwyższonej wytrzymałości termicznej. Silniki standardowe mają montowane wentylatory chłodzące na wale i skuteczność chłodzenia zmniejsza się przy niskich obrotach. Dlatego należy dla takich silników ograniczyć minimalną czę-



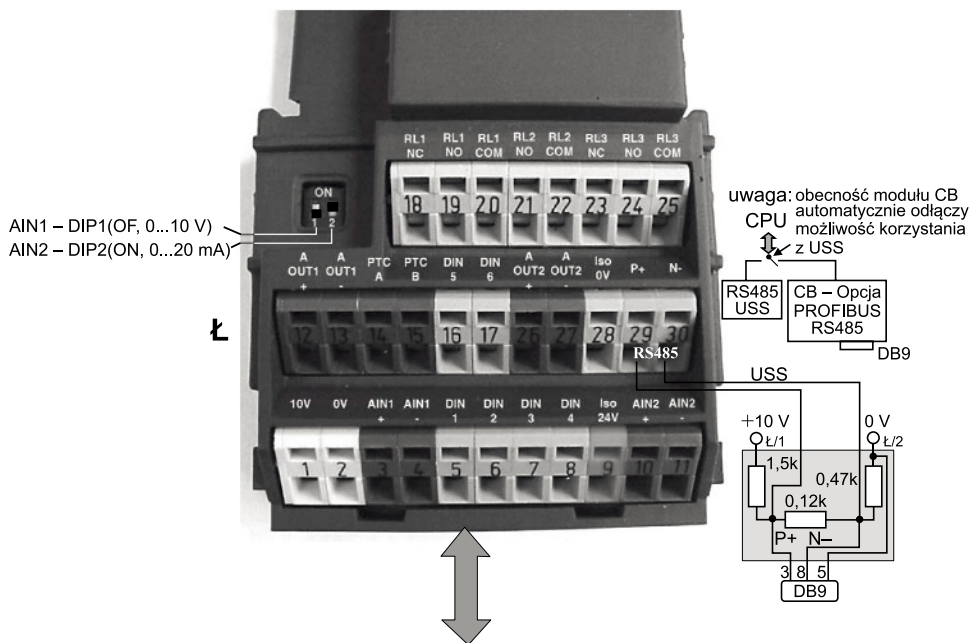
Rysunek 1. Schemat blokowy przekształtnika częstotliwości

Tab. 1. Struktura parametrów systemowych przekształtnika Micromaster 440

P0004	P0003	0	2	3	4	5	7	8
		*)	Parametry przekształtnika	Parametry silnika	Czujnik ilości obrotów	Aplikacja techniczna	Rozkazy i wej/wyj binarne	Wej/wyj analogowe
4 3 2 1								
Atrybut parametrów grupy		INVERTER	MOTOR	ENCODER	TECH_APL	COMMANDS	TERMINAL	
Główny obszar adresowy (PNU)		0200...0299	0300...0399 0600...0699	0400...0499	0500...0599	0700...0749 0800...0899	0750...0799	
P0004	P0003	10	12	13	20	21	22	
		Wartość zadana i generator ramp (RFG)**	Funkcje przekształtnika	Sterowanie /regulacja silnika	Komunikacja	Błędy, ostrzeżenia, monitorowanie	Regulator PID	
4 3 2 1								
Atrybut parametrów grupy		SETPOINT	FUNC	CONTROL	COMM	ALARMS	TECH	
Główny obszar adresowy (PNU)		1000...1199	1200...1299	1300...1799	2000...2099	2100...2199	2200...2399	

P0004 – wybór grupy funkcjonalnej parametrów  
P0003 – wybór poziomu dostępu do parametrów (1 – standardowy, 2 – rozszerzony, 3 – ekspertowy, 4 – serwisowy). Istnieje możliwość utworzenia własnej listy parametrów dostępnych z poziomu P0003=0, zdefiniowanej przez ustawianie P0013  
\*) ustawienia fabryczne (P0004=0, P0003=1)  
\*\*) RFG(Ramp Function Generator)

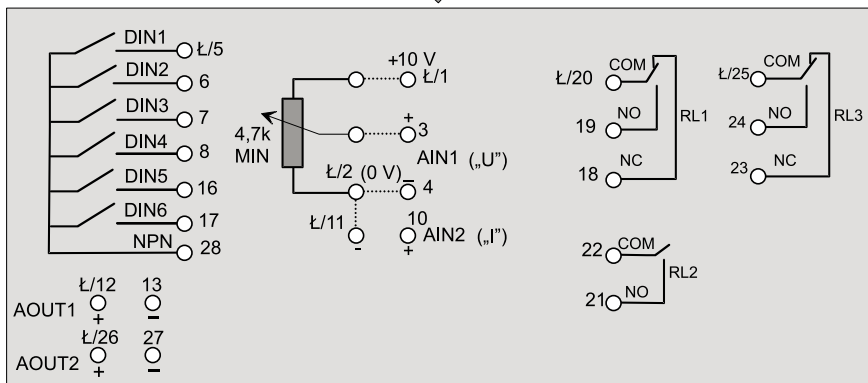
Łączówka na module I/O



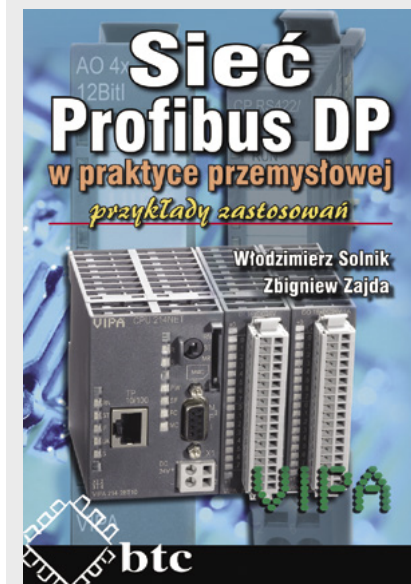
stotliwość do ok. 15...20 Hz. Wskazane jest także wykorzystanie czujnika temperatury uzwojeń silnika.

Nieco dokładniej przedstawimy przekształtnik częstotliwości Siemens Micromaster 440 (6SE6440-2AB15-5AA0 – wejście: jednofazowe 200...240 V AC ± 10%, 7,5 A, 47...63 Hz, wyjście: trójfazowe 0...U<sub>wej</sub>, 3 A,

Autorzy artykułu wydali książkę poświęconą technice napędowej w systemach automatyki „Sieć Profibus DP w praktyce przemysłowej”, która ukazała się w lutym 2013 nakładem Wydawnictwa BTC. Książka jest poświęcona m.in. konfiguracji sieci sterujących napędami w systemach automatyki. Dla pierwszych 5 Czytelników EP, którzy napiszą do redakcji Elektroniki Praktycznej e-mail z tytułem „Profibus DP”, mamy takie książki!



Rysunek 2. Połączenie łączówki modułu I/O przekształtnika częstotliwości z tablicą terminala



0...650 Hz, moc 0,55 kW), wyposażony w interfejs sieci Profibus DP.

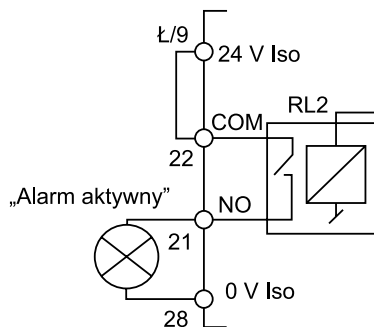
Przed uruchomieniem przekształtnika należy zdjąć moduł wejść/wyjść i ustawić znajdujący się pod nim przełącznik DIP2 w pozycji OFF, co oznacza, że częstotliwość zasilania będzie wynosiła 50 Hz, zaś jednostka mocy [kW]. Przełącznik DIP2 służy do wyboru standardu używanej sieci zasilającej (Europa – USA).

Konfigurowanie przekształtnika dokonywane jest przez ustawienie wartości parametrów systemowych podzielonych na grupy funkcjonalne (tabela 1). Dokładny opis zawiera dokumentacja przekształtnika.

Wybór grupy funkcjonalnej odbywa się poprzez ustawienie odpowiedniej wartości parametru filtrującego P0004 (P0004=0 umożliwia bezpośredni dostęp do parametrów wszystkich grup). Możliwość zmiany parametrów przekształtnika zależy od ustawienia parametru P0003 definiującego poziom dostępu.

Jeśli P0003=1 (standardowy poziom dostępu) i P0004=0, są to następujące parametry, najczęściej wykorzystywane podczas eksploatacji (r – parametry tylko do odczytu, P – parametry do ustawiania i odczytywania):

- r0000   wyświetlacz roboczy,
- P0003   wybór poziomu dostępu do parametrów,
- P0004   wybór grupy funkcjonalnej parametrów,
- P0010   P0010=1: wybór grupy parametrów do „szybkiego uruchamiania” przekształtnika, po zakończeniu szybkiego uruchomienia parametr ten powinien mieć wartość „0” – normalna praca przekształtnika; P0010 = 30 – podczas przywracania ustawień fabrycznych (P0970=1).
- r0018   wersja oprogramowania,
- P0100   wybór standardu zasilania Europa/Ameryka Płn.,
- P0304   napięcie znamionowe,
- P0305   prąd znamionowy,
- P0307   moc znamionowa,
- P0310   częstotliwość znamionowa,
- P0311   prędkość znamionowa,
- P0700   wybór źródła rozkazów,
- P0970   jeżeli P0970=1 to przywrócenie ustawień fabrycznych (warunkiem jest ustawienie P0010=30) nastąpi po około dwóch minutach od naciśnięcia klawisza P (jeden parametr o atrybucie PAR\_RESET),
- P1000   wybór źródła częstotliwości zadanej,
- P1080   częstotliwość minimalna,
- P1082   częstotliwość maksymalna,
- P1120   czas przyspieszenia,
- P1121   czas hamowania,
- P3900   koniec „szybkiego uruchamiania” (warunkiem jest ustawienie P0010=1).



**Rysunek 3. Połączenia wyjścia binarnego RL2**

Konfigurowanie wyjścia binarnego RL2:  
 P732 = 52.7  
 P748 – ustawić bit 1 = 0  
 (bez inwersji: przekaźnik nieaktywny – styki otwarte)

Parametry P0700 i P1000 są podstawowymi parametrami konfiguracyjnymi i wchodzi w skład Zestawu Danych Rozkazowych (ZDR, ang. CDS – Command Data Sets).

Pierwsze cztery parametry (r0000, P0003, P0004, P0010) tworzą grupę o atrybucie ALWAYS, gdyż występują w każdej grupie funkcjonalnej niezależnie od poziomu dostępu.

Parametry P0100 i P3900 posiadają atrybut QUICK (SU – szybkie uruchamianie).

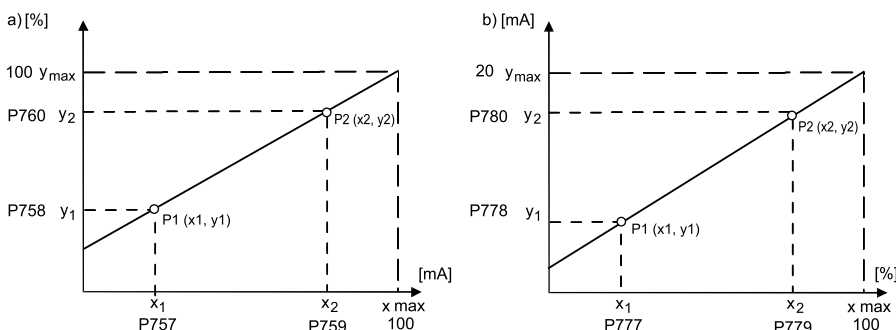
Rozszerzony poziom dostępu (P0003=2) umożliwia dodatkowo m.in. konfigurację wejść/wyjść binarnych przekształtnika częstotliwości oraz ustawianie stałej wartości zadanej częstotliwości.

Ekspertowy poziom dostępu (P0003=3) pozwala skorzystać z możliwości jakie daje omówiona poniżej technologia BICO.

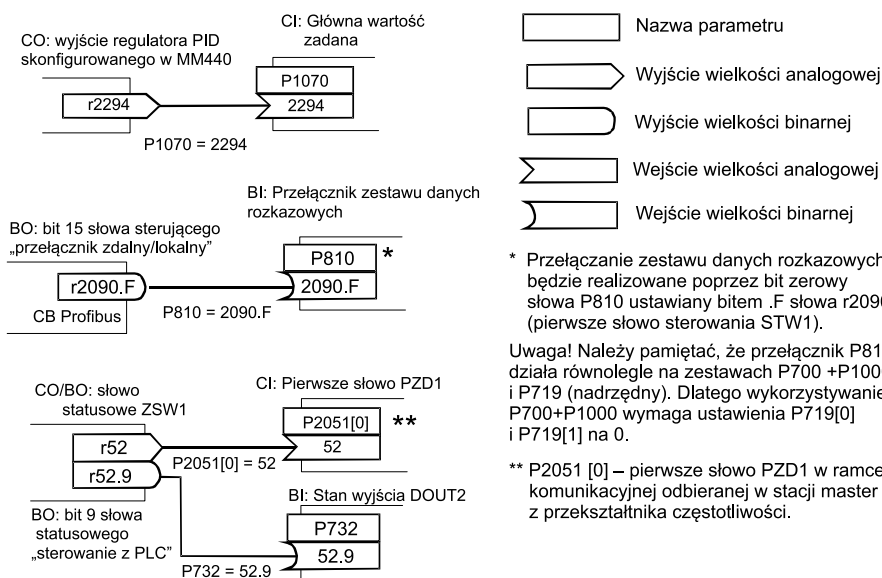
Serwisowy poziom dostępu (P0003=4) przeznaczony jest do obsługi serwisowej i chroniony jest hasłem producenta, wpisywanym do P3950. Jeśli użytkownik zignoruje zakaz korzystania z dostępu serwisowego, to czyni to na własną odpowiedzialność.

Wśród parametrów występują tzw. parametry indeksowane np. P0013 o dwudziestu indeksach P0013[0]...P0013[19].

„Szybkie uruchomienie” przekształtnika częstotliwości polega na wstępnym ustawieniu grupy parametrów wskazanych przez wybranie P0010=1 oraz P0003 (poziom dostępu). Jeśli wybrano standardowy



**Rysunek 4. Skalowanie wejść (a) i wyjść (b) dla prądowych sygnałów analogowych**



**Rysunek 5. Przykłady połączeń w technologii BICO**

\* Przełączanie zestawu danych rozkazowych będzie realizowane poprzez bit zerowy słowa P810 ustawiany bitem .F słowa r2090 (pierwsze słowo sterowania STW1).

Uwaga! Należy pamiętać, że przełącznik P810 działa równoległe na zestawach P700 +P1000 i P719 (nadrzędny). Dlatego wykorzystywanie P700+P1000 wymaga ustawienia P719[0] i P719[1] na 0.

\*\* P2051 [0] – pierwsze słowo PZD1 w ramce komunikacyjnej odbieranej w stacji master z przekształtnika częstotliwości.



poziomu dostępu to będą to wszystkie wymienione wyżej parametry tego poziomu dostępu, z wyjątkiem P0970 (przywrócenie ustawień fabrycznych). Wybranie wyższych poziomów dostępu uzupełnia tę grupę o kilka innych parametrów (np. P1135 – czas hamowania WYŁ3, P0205 – „zastosowanie przełącznika”). Proces ustawiania parametrów szybkiego uruchamiania kończy zadanie wartości parametru P3900 (np. 0 – rezygnacja z szybkiego uruchomienia, 2 – potwierdzenie dokonanych zmian parametrów, wykonanie obliczeń dla silnika, ustawienie fabryczne dla wej/wyj terminala). Po zakończeniu procesu parametry P3900 i P0010 są ustawiane na zero (z wyjątkiem, gdy ustawiono P3900=0).

Przykładowo dla silnika SLG71-2B o parametrach odczytanych z tabliczki znamionowej: 0,55 kW, zasilanie trójkąt/gwiazda 220/380 V, 50 Hz, 2820 obr./min ustawia się następujące parametry: P0100=0 (Europa – kW, Hz), P0304=200 (V), P0305=2,5 (A), P0307=0,55 (kW), P0310=50 (Hz), P0311=2820 (obr./min/).

**Przywrócenie ustawień fabrycznych** następuje po ustawieniu P0010=30 oraz P0970=1. Proces przywracania nastaw fabrycznych może trwać kilka minut od naciśnięcia klawisza P.

### Konfigurowanie modułu wejść/wyjść binarnych i analogowych

Wejścia binarne aktywowane mogą być sygnałem wysokim (PNP) lub niskim (NPN). Wyboru dokonuje się ustawiając parametr P0725=1 (PNP – ustawienie fabryczne) lub P0725=0 (NPN). Sygnał wysoki 24 V dostępny jest na zacisku 9, a sygnał niski 0 V na zacisku 28 listwy zaciskowej (rysunek 2).

Funkcje wyjść binarnych przełącznika definiuje się zawartością parametrów P731 – wyjście RL1, P732 – wyjście RL2 i P733 – wyjście RL3, podając źródło sygnału binarnego np. bit wybrany z pierwszego słowa statusowego r52. W torze wyjścia binarnego możliwe jest dokonanie inwersji sygnału (parametr P748). Stan wszystkich wyjść binarnych można śledzić wyświetlając binarną postać wartości parametru P747 na wyświetlaczu siedmiosegmentowym. Przykład wykorzystania wyjścia binarnego na listwie zaciskowej do sygnalizacji alarmu pokazano na rysunku 3.

Wejścia analogowe AIN1 i AIN2 konfiguruje się ustawiając przełączniki odpowiednio DIP1 i DIP2. Położenie ON oznacza wejście prądowe (20 mA), zaś OFF wejście napięciowe (10 V). Oprócz tego należy ustawić typ wejścia analogowego wykorzystując parametr P0756[0] dla wejścia 1 i P0756[1] dla wejścia 2. Możliwe są ustawienia:

- 0 (ustawienie fabryczne) – unipolarne wejście napięciowe (0...+10 V),
- 1 – unipolarne wejście napięciowe z monitorowaniem (0...+10 V),
- 2 – unipolarne wejście prądowe (0...20 mA),
- 3 – unipolarne wejście prądowe z monitorowaniem (0...20 mA),
- 4 – bipolarne wejście napięciowe (-10 V...+10 V).

Położenie liniowej charakterystyki przetwarzania (rysunek 4a) definiowane jest przez podanie dwu punktów: P1 (P0757, P0758 – ustawienia fabryczne 0 i 0) i P2 (P0759, P0760 – ustawienia fabryczne 10 V i 100%).

Wejścia analogowe można monitorować obserwując wartość zmierzonego sygnału w [mA] (r752) lub po skalowaniu w [%] (r754). Wartość wyjściowa przetwornika A/C po filtracji i skalowaniu jest dostępna dla technologii BICO w r755.

Wyjścia analogowe AOU1 i AOU2 konfiguruje się ustawiając typ wyjścia analogowego wykorzystując parametr P0776[0] dla wyjścia 1 i P0776[1] dla wyjścia 2. Możliwe są ustawienia:

- 0 (ustawienie fabryczne) – wyjście prądowe (0...20 mA),
- 1 – wyjście napięciowe (0...+10 V), do zacisków wyjść analogowych terminala (odpowiednio 12/13 i 26/27) należy podłączyć rezystor o wartości 500 Ω.

Wartości wyjściowych sygnałów analogowych po filtracji i skalowaniu, można obejrzeć wyświetlając zawartość rejestru r774. Wartość wejściowa przetwornika C/A jest pobierana w technologii BICO do P771. Źródłem może być np. wyjście regulatora PID zrealizowanego w MM440 (P771=2294).

Położenie liniowej charakterystyki przetwarzania (rysunek 4b) definiowane jest przez podanie dwu punktów: P1 (P0777, P0778 – ustawienia fabryczne 0 i 0) i P2 (P0779, P0780 – ustawienia fabryczne 20 mA i 100%).

### Ustawianie wartości parametrów z zastosowaniem technologii BICO

Nazwy parametrów w dokumentacji mogą być poprzedzone jednym z prefiksów:

- BI (Binector Input) – parametr umożliwia wybór źródła sygnału binarnego,
- BO (Binector Output) – parametr jest wyjściem binarnym podłączanym do parametrów BI,
- CI (Connector Input) – parametr umożliwia wybór źródła sygnału analogowego,
- CO (Connector Output) – parametr jest wyjściem analogowym podłączanym do parametrów CI,
- CO/BO parametr jest wyjściem analogowym i/lub binarnym (dostęp binarny do wartości słowa reprezentującego wyjście analogowe).

Źródłem prefiksów jest sposób konfigurowania struktury przełącznika nazwany przez producenta „technologią BICO” – *Binector Connector Technology* (BI – od „binary”, CO – od „continuum”). Na rysunku 5 przedstawiono przykłady połączeń w „technologią BICO”.

**Włodzimierz Solnik**  
**Zbigniew Zajda**

REKLAMA

## LCM40(DA)/ LCM60(DA)

Nowe zasilacze z interfejsem DALI



- > stały prąd wyjściowy (ustawiany przełącznikiem)
- > aktywny układ PFC
- > funkcja ściemniania (0~10VDC, PWM)
- > wbudowany interfejs DALI
- > funkcja kompensacji termicznej
- > wyjście pomocnicze 12V 50mA
- > synchronizacja do 10 jednostek
- > szereg zabezpieczeń
- > 3 lata gwarancji





**ELMARK**  
Automatyka sp. z o.o.

Elmark Automatyka Sp. z o.o.  
ul. Bukowińska 22 lok 1B, 02-703 Warszawa  
tel. 22 541 84 60; fax. 22 541 84 61  
elmark@elmark.com.pl  
[www.meanwell.elmark.com.pl](http://www.meanwell.elmark.com.pl)