

Zmodernizowany iskrobezpieczny zespół sterowania ZKL-2 o strukturze modułowej

W artykule przedstawiono budowę i własności funkcjonalne iskrobezpiecznego zespołu sterowania ZKL-2. Zespół sterowania ZKL-2 jest zmodernizowaną wersją zespołu sterowania ZKL-1, eksploatowanego w kopalnianych układach sterowania kołowrotów i kolejek o napędzie elektrycznym lub hydraulicznym oraz kruszarek i pomp w pomieszczeniach „a”, „b” i „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu. W pracach modernizacyjnych uwzględnione zostały aktualne normy i przepisy oraz dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne, a wprowadzenie budowy modułowej umożliwiło łatwiejszą adaptację do aktualnych potrzeb użytkowników, zwiększając równocześnie możliwości jego zastosowań.

1. WSTĘP

Głównym celem przy projektowaniu w roku 1999 Zespołu Sterowania Kołowrotem typu ZKL, było stworzenie mikroprocesorowego sterownika, który znalazłby zastosowanie w układach sterowania kolejek i kołowrotów górniczych stosowanych w podziemnym transporcie linowym i spełniałby aktualnie obowiązujące w tym zakresie normy i przepisy górnicze.

Szybko okazało się jednak, że Zespół Sterowania Kołowrotem ZKL jest na tyle uniwersalnym sterownikiem, że bez większych problemów może być wykorzystywany do sterowania dowolnym obiektem lub procesem technologicznym. Na łatwość implementacji w sterowniku dowolnego procesu technologicznego, znaczący wpływ miała zastosowana technika mikroprocesorowa oraz możliwość współpracy z czujnikami posiadającymi wyjścia w różnych standardach.

Zespół ZKL umożliwił współpracę z:

- 16 czujnikami dwustanowymi z kontrolą zwarcia-przerwy obwodu przy współpracy z dzielnikiem DR/ZKL,
- 4 czujnikami dwustanowymi bez kontroli obwodu,
- 2 czujnikami analogowymi z wyjściem częstotliwościowym lub NAMUR,
- 2 czujnikami analogowymi z wyjściem prądowym w standardzie 4-20 mA,

- 1 czujnikiem analogowym z wyjściem napięciowym w standardzie 0-5 V,
 - systemami łączności głośnomówiącej typu UGO, UGS, GTL, SAG,
 - systemem blokad wyłączników awaryjnych i krańcowych dopuszczonego typu, a po wyposażeniu ich w koder numeru wyłącznika WAK zapewniał również identyfikację numeru zaciągniętej blokady,
 - innymi zespołami sterowania kołowrotu lub innymi systemami poprzez iskrobezpieczną transmisję cyfrową TSAT-36 (również współpraca z systemami wizualizacji i sterowania pracą układu z powierzchni).
- Zespół ZKL posiadał także 8 przekaźnikowych wyjść sterujących.

Wejście Polski do UE oraz wiążące się z tym zmiany w przepisach, a zwłaszcza konieczność uzyskania dla zespołu ZKL certyfikatu badania typu WE, spowodowały, że w roku 2004 po przeprowadzeniu prac modernizacyjnych, powstał zespół sterowania ZKL-1 (rys. 1), który zastąpił dotychczas oferowany Zespół Sterowania Kołowrotem ZKL. Pod względem funkcjonalnym, struktura sterownika nie uległa zmianie. W celu spełnienia wymagań norm i przepisów związanych z iskrobezpieczeństwem zmodyfikowane zostały jedynie wewnętrzne obwody elektryczne urządzenia.

W tak zmodernizowanej formie, zespół sterowania ZKL-1 jest dostępny w ofercie handlowej Centrum EMAG do chwili obecnej. Dotychczas jest z powodzeniem wykorzystywany w układach sterowania kołowrotów i kolejek podwieszanych, a także kruszarek i pomp.



Rys. 1. Widok zespołu sterowania typu ZKL-1

Zmieniające się normy i przepisy dotyczące układów sterowania maszyn i urządzeń górniczych, wymagania dotyczące budowy przeciwwybuchowej (dyrektywa ATEX), rosnące wymagania użytkowników oraz duża konkurencja w dziedzinie mikroprocesorowych układów sterowania spowodowały, że w Centrum EMAG podjęte zostały prace modernizacyjne zespołu sterowania ZKL-1. W efekcie tych prac, zaprojektowany został iskrobezpieczny zespół sterowania ZKL-2 (rys. 2).



Rys. 2. Widok zespołu sterowania typu ZKL-2

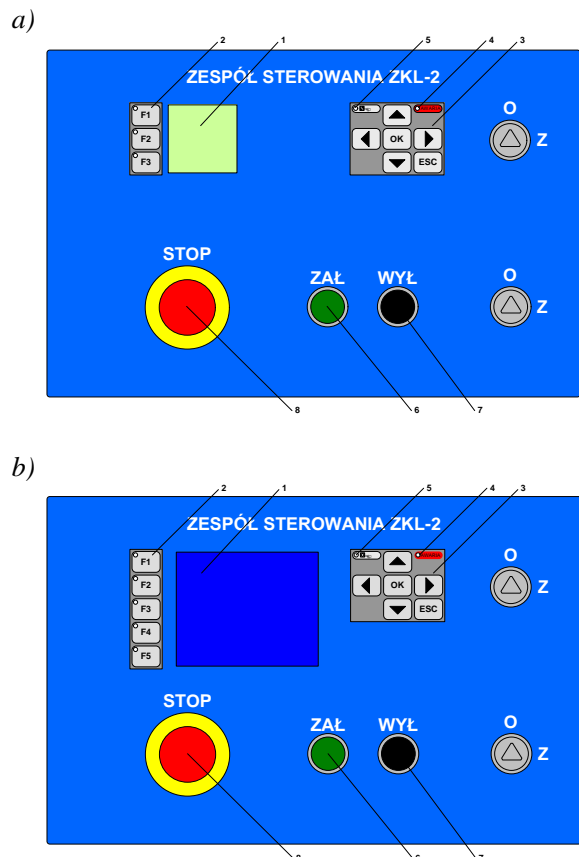
Podczas prac modernizacyjnych uwzględnione zostały własne doświadczenia ruchowe oraz uwagi i sugestie dotychczasowych użytkowników, co zaowocowało zmianami na pokrywie zespołu sterowania oraz wprowadzeniem struktury modułowej.

2. BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA

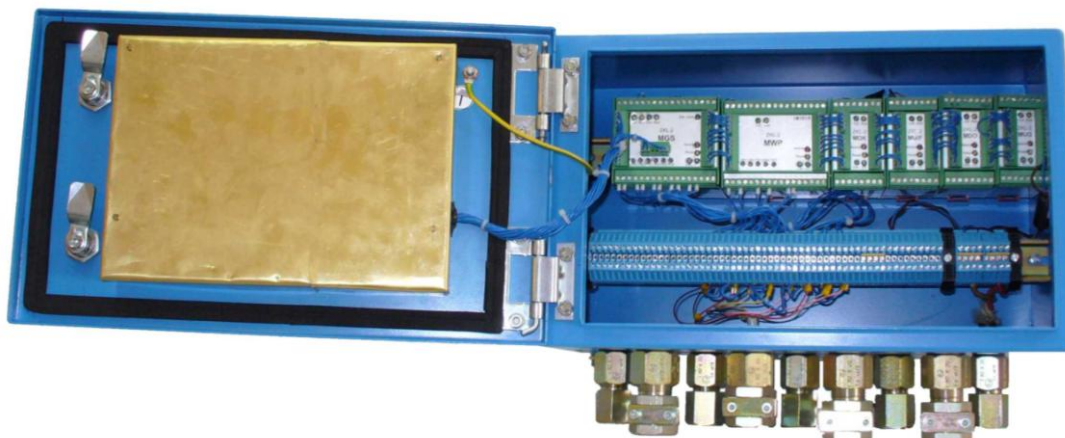
Obudowa zespołu sterowania ZKL-2 wykonana została w postaci skrzynki stalowej z uchylną pokrywą wyposażoną w zamki zamykane na klucz specjalny. Elementy obudowy zabezpieczone zostały powłokami galwanicznymi oraz lakierniczymi.

Korpus obudowy wyposażony został w 3 wpusty kablowe typu WKM/21 oraz 4 wpusty kablowe typu WKM/16. Na lewej ścianie bocznej korpusu umieszczono otwory montażowe umożliwiające zastosowanie zasilacza iskrobezpiecznego przykręcane do obudowy. Otwory te zaślepiono korkami WKZ/21, ale w razie potrzeby istnieje możliwość wyposażenia ich we wpusty kablowe. Na zewnątrz i wewnątrz obudowy umieszczono zacisk uziemiający.

Najbardziej widoczne zmiany (w stosunku do poprzedniej wersji zespołu sterowania ZKL-1), zaszły na jego pokrywie (rys. 3), która została zaprojektowana w dwóch wersjach. Wersje te różnią się pomiędzy sobą wielkością wyświetlacza graficznego oraz ilością klawiszy funkcyjnych.



Rys. 3. Pokrywa zespołu sterowania – wykonanie 1 i 2
1 – ekran graficzny, 2 – klawiatura funkcyjna,
3 – klawiatura nawigacyjna, 4 – wskaźnik AWARIA,
5 – wskaźnik wciśnięcia klawisza, 6 – przycisk ZAL,
7 – przycisk WYŁ, wyłącznik dłoniowy STOP



Rys. 4. Zespół sterowania ZKL-2 – widok z otwartą pokrywą

Na pokrywie sterownika można wyróżnić następujące elementy:

- matryca graficzna zabezpieczona przezroczystą szybą z poliwęglanu,
- membranowa klawiatura funkcyjna wraz ze wskaźnikami wybranej funkcji sterowania,
- membranowa klawiatura nawigacyjna,
- przyciski ZAL oraz WYL,
- dłoniowy wyłącznik awaryjny STOP.

Jak widać, w zespole sterowania ZKL-2 zrezygnowano z wyświetlaczy DROGA i PRĘDKOŚĆ. Ich funkcje z powodzeniem przejął zastosowany wyświetlacz graficzny. Jego wprowadzenie poprawiło również czytelność komunikatów tekstowych, które do tej pory były wyświetlane na wyświetlaczu alfanumerycznym 4×20 znaków.

Wprowadzenie dużego czytelnego wyświetlacza graficznego, przejrzysty podział klawiszy na grupy, wyodrębnienie z klawiatury membranowej klawiszy ZAL i WYL i zastąpienie ich indywidualnymi przyciskami o trwałej, solidnej budowie oraz umieszczenie przycisku STOP na pokrywie, pozwoliło na zwiększenie ergonomii i funkcjonalności sterownika ZKL-2.

Wewnątrz obudowy (rys. 4) umieszczono dwie szyny montażowe TS35, na których zamocowane są moduły sterownika oraz śrubowe złączki zaciskowe. Moduł klawiatury i wyświetlacza jest umocowany bezpośrednio do pokrywy zespołu sterowania i został osłonięty metalową pokrywą w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz oddziaływaniem warunków środowiskowych. Wszystkie połączenia elektryczne pomiędzy modułami wykonane zostały za pomocą złącz wielostykowych wtyk-gniazdo, przez co w przypadku wystąpienia uszkodzenia, istnieje możliwość szybkiej i łatwej wymiany wadliwego modułu.

Użytkownik ma możliwość skonfigurowania zespołu sterowania ZKL-2 zgodnie z własnymi potrzebami, poprzez wybór odpowiednich modułów. Dostępne moduły zespołu sterowania ZKL-2:

- MKW – moduł klawiatury i wyświetlacza,
- MGS – moduł główny sterowania,
- MWP – moduł wyjść przekaźnikowych,
- MUIF – moduł wejść analogowych,
- MDK – moduł wejść dyskretnych z kontrolą linii,
- MDO – moduł wejść dyskretnych z optoizolacją,
- MUG – moduł współpracy z urządzeniami głośnomówiącymi,
- MTI – moduł izolacji transmisji.

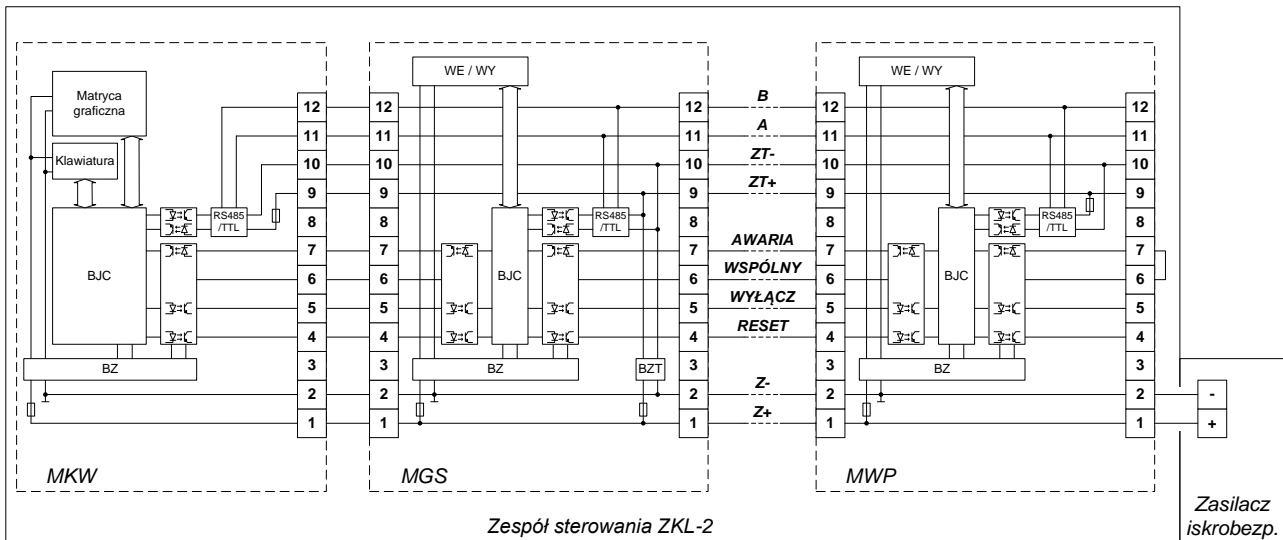
Wprowadzenie budowy modułowej umożliwiło łatwiejszą adaptację do aktualnych potrzeb użytkowników, zwiększając równocześnie możliwości jego zastosowań.

3. OPIS MODUŁÓW STEROWNIKA

Każdy z modułów jest zasilany bezpośrednio z zasilacza iskrobezpiecznego napięciem stałym $12 \div 15 \text{ V} \pm 5\%$ i posiada własny bezpiecznik. W module głównym sterowania MGS umiejscowiony jest dodatkowy stabilizator napięcia 5 V, który wykorzystywany jest do zasilania separowanej linii transmisji RS485, służącej do komunikacji pomiędzy modułami sterownika.

Na obudowie każdego z modułów znajdują się wskaźniki diodowe:

- **ZAS.** – obecność napięcia zasilania za bezpiecznikiem modułu,
- **ZN** – za niskie napięcie zasilania modułu,
- **RESET** – stan „reset” procesora modułu,
- **AWARIA** – jeden lub kilka z obwodów wejściowych modułu wywołało stan awarii,



Rys. 5. Magistrala sterownika

BZ – blok zasilania, BZT – blok zasilania transmisji, BJC – blok jednostki centralnej sterownika, RS485/TTL – konwerter sygnałów transmisji, WE/WY – obwody wejściowe i wyjściowe modułu

- **Rx0** – odbiór danych z linii transmisyjnej magistrali wewnętrznej,
- **Tx0** – nadawanie danych w linię transmisyjną magistrali wewnętrznej.

Na obudowie modułu głównego sterowania MGS znajdują się dodatkowo wskaźniki diodowe:

- **ZT** – zasilanie linii transmisji,
- **Rx1** – odbiór danych z zewnętrznej linii transmisyjnej,
- **Tx1** – nadawanie danych w zewnętrzną linię transmisyjną.

Wskaźniki diodowe umieszczone na module klawiatury i wyświetlania **MKW** nie są dostępne dla użytkownika (znajdują się pod metalową osłoną).

Wszystkie moduły sterownika połączone są ze sobą „przelotowo” magistralą przedstawioną na rys. 5. Opis sygnałów przedstawiono w tabeli 1.

Sygnał **RESET** służy do „resetowania” procesorów poszczególnych modułów i jest wystawiany programowo przez moduł główny MGS po zaniku napięcia zasilania lub też może być wywołany przez użytkownika poprzez wciśnięcie odpowiedniej kombinacji klawiszy na pokrywie sterownika.

Sygnał **WYŁĄCZ** służy do natychmiastowego wyłączenia wszystkich przełączników wyjściowych i jest wystawiany programowo przez moduł główny MGS po naciśnięciu przycisku **WYŁ** na pokrywie sterownika (z zachowaniem opóźnień czasowych wymaganych dla wyłączenia technologicznego) lub natychmiast po wciśnięciu wyłącznika bezpieczeństwa **STOP** na pokrywie zespołu sterowania, otrzymaniu sygnału **AWARIA** od któregośkolwiek z modułów lub wystąpieniu błędów transmisji.

Tabela 1

Sygnały magistrali wewnętrznej zespołu sterowania ZKL-2

Nr zac.	Opis
1	zasilanie modułu – biegun dodatni
2	zasilanie modułu – biegun ujemny
3	---
4	sygnał RESET
5	sygnał WYŁĄCZ
6	sygnał wspólny
7	sygnał AWARIA
8	---
9	zasilanie transmisji – biegun dodatni
10	zasilanie transmisji – biegun ujemny
11	transmisja wewnętrzna RS485 – linia A
12	transmisja wewnętrzna RS485 – linia B

Sygnał **AWARIA** służy do poinformowania modułu głównego MGS przez pozostałe moduły sterownika w przypadku zadziałania czujnika lub wystąpienia awarii na którymkolwiek z kontrolowanych wejść czujnikowych.

Każdy z modułów zbiera informacje o stanie podłączonych czujników. Informacje te są przesyłane za pomocą transmisji wewnętrznej do głównego modułu sterowania MGS. Na podstawie stanu czujników oraz wybranych przez użytkownika funkcji, moduł MGS realizuje algorytm sterowania. Przetworzone informacje prezentowane są na ekranie graficznym modułu **MKW**. Zastosowanie sygnałów **RESET**, **WY-**

ŁĄCZ oraz AWARIA zwiększa bezpieczeństwo działania zespołu sterowania, poprzez uniezależnienie pewności wyłączenia od czynników, takich jak: opóźnienia w obiegu informacji wynikające z ilości modułów, błędy transmisyjne lub przerwanie magistrali wewnętrznej.

Obwody sygnałów RESET, WYŁĄCZ oraz AWARIA, a także linia transmisji wewnętrznej są odseparowane od pozostałej części modułu, co pozwala na swobodną rozbudowę struktury sterownika. W przypadku większej liczby modułów istnieje możliwość zasilenia ich z dodatkowego zasilacza iskrobezpiecznego.

3.1. MKW – moduł klawiatury i wyświetlacza

Moduł klawiatury i wyświetlania MKW stanowi element pośredniczący pomiędzy użytkownikiem zespołu sterowania a modułem głównym sterowania MGS.

Klawiatura funkcyjna służy do załączania/wyłączania funkcji sterowania, takich jak: rodzaj pracy, rodzaj sterowania itp. Stan funkcji potwierdzony jest wskaźnikiem diody, umieszczonym przy klawiszu poszczególnych funkcji. Nazwa funkcji wyświetlana jest na ekranie, przy klawiszu funkcji. Takie rozwiązanie daje możliwość lepszego dostosowania realizowanych przez zespół sterowania funkcji do specyfiki sterowanego urządzenia lub zespołu maszyn.

Klawiatura nawigacyjna służy do przemieszczania się pomiędzy oknami menu sterownika oraz zmian ustawień parametrów sterowania. Nawigacja odbywa się w sposób intuicyjny, a podpowiedzi (dostępne opcje) wyświetlane są na ekranie sterownika. W obrębie klawiatury nawigacyjnej umieszczono również wskaźnik AWARIA oraz wskaźnik przyciśnięcia dowolnego klawisza (klawiatury nawigacyjnej, klawiatury funkcyjnej, przycisku ZAŁ, WYŁ lub wciśnięcie dłoniowego przycisku STOP).

Na ekranie graficznym prezentowane są informacje o stanie pracy sterowanych urządzeń oraz kontrolowanych czujników. Informacje te są prezentowane w postaci prostych elementów graficznych oraz komunikatów tekstowych. Dodatkowo, użytkownik ma możliwość zdiagnozowania stanu wszystkich wejść i wyjść poszczególnych modułów.

Przycisk ZAŁ oraz WYŁ służą do sterowania lokalnego, a wyłącznik dłoniowy STOP do awaryjnego zatrzymania (wyłączenia) urządzenia lub zespołu maszyn.

Moduł klawiatury i wyświetlania MKW jest zabudowany bezpośrednio na pokrywie zespołu sterowania ZKL-2 i jest zabezpieczony osłoną metalową.

3.2. MGS – moduł główny sterowania

Moduł główny sterowania MGS stanowi element zasadniczy zespołu sterowania ZKL-2. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy, 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej oraz 6-zaciskowe złącze do podłączenia wyłącznika awaryjnego STOP. Przy górnej i dolnej krawędzi modułu znajdują się dwa 17-zaciskowe złącza do podłączenia obwodów czujnikowych oraz obwodów sterowania.

Moduł główny sterowania umożliwia współpracę z:

- 8 czujnikami dwustanowymi z kontrolą zwarcia-przerwy obwodu przy współpracy z dzielnikiem DR/ZKL,
- 4 czujnikami dwustanowymi bez kontroli obwodu,
- 1 czujnikiem analogowym z wyjściem częstotliwościowym lub NAMUR,
- innymi zespołami sterowania lub innymi systemami poprzez transmisję cyfrową RS485 (również współpraca z systemami wizualizacji i sterowania pracą układu z powierzchni).

Moduł MGS wyposażony został w 5 wyjść przełącznikowych (styk NO), przy czym w obwód dwóch z tych wyjść włączone są szeregowo styki wyłącznika awaryjnego STOP.

Tak dobrany zestaw wejść i wyjść sprawia, że zespół sterowania ZKL-2 wyposażony w moduł główny sterowania MGS oraz moduł wyświetlania i klawiatury MKW, doskonale sprawdzi się w prostych układach sterowania, zapewniając równocześnie spełnienie wszystkich norm i przepisów dotyczących bezpieczeństwa.

3.3. MWP – moduł wyjść przekaźnikowych

Moduł wyjść przekaźnikowych MWP jest elementem rozszerzającym możliwości zespołu sterowania ZKL-2 i jego stosowanie jest opcjonalne. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy oraz 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej. Przy górnej i dolnej krawędzi modułu znajdują się dwa 17-zaciskowe złącza do podłączenia obwodów czujnikowych oraz obwodów sterowania.

Moduł wyjść przekaźnikowych MWP wyposażony został w 4 wyjścia przekaźnikowe:

- 2 wyjścia ze stykiem przełącznym,
- 2 wyjścia ze stykiem przełącznym z diodą.

Moduł ten nie jest jednak tylko prostym modułem wykonawczym. Moduł MWP umożliwia także współpracę z 6 czujnikami dwustanowymi bez kontroli obwodu. Umieszczenie dodatkowych wejść w module MWP pozwala na programowe powiązanie ich stanu z wyjściami przekaźnikowymi (np. realiza-

cja opóźnień czasowych dla wielonapędów) bez konieczności obciążania modułu głównego sterowania MGS, przez co moduł ten może pełnić nie tylko rolę rozszerzeniową dla modułu głównego, ale także na podstawie otrzymywanych rozkazów realizować funkcje sterowania (rozruch, wyłączenie, sterowanie zaworami). Na podstawie stanu wejść dyskretnych, zgodnie z zaprogramowaną logiką działania, moduł MWP ma możliwość sygnalizacji stanu awaryjnego w linii AWARIA magistrali wewnętrznej.

3.4. MUIF – moduł wejść analogowych

Moduł wejść analogowych MUIF jest elementem rozszerzającym możliwości zespołu sterowania ZKL-2 i jego stosowanie jest opcjonalne. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy oraz 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej. Przy górnej i dolnej krawędzi modułu znajdują się dwa 8-zaciskowe złącza do podłączenia obwodów czujnikowych.

Moduł wejść analogowych MUIF umożliwia współpracę z:

- 2 czujnikami analogowymi z wejściem o standardzie (każde z wejść jest konfigurowane oddzielnie):
 - pętli prądowej 4-20 mA,
 - pętli napięciowej 0-5 V lub 0-10 V.
- 2 czujnikami analogowymi z wyjściem częstotliwościowym lub NAMUR,

Informacja z modułu wejść analogowych MUIF po przetworzeniu na wartość cyfrową jest przekazywana do głównego modułu sterowania MGS poprzez transmisję wewnętrzną. Informacja ta może być przekazywana wprost jako wartość liczbowa lub też może być poddana obróbce i do modułu MGS jest przekazywana jedynie informacja o przekroczeniu wcześniej zadeklarowanych dopuszczalnych progów kontrolowanych parametrów technologicznych, takich jak: prędkość, napięcie, prąd, ciśnienie itp. Na podstawie stanu wejść, zgodnie z zaprogramowaną logiką działania, moduł MUIF ma możliwość sygnalizacji stanu awaryjnego w linii AWARIA magistrali wewnętrznej.

3.5. MDK – moduł wejść dyskretnych z kontrolą linii

Moduł wejść dyskretnych z kontrolą linii MDK jest elementem rozszerzającym możliwości zespołu sterowania ZKL-2 i jego stosowanie jest opcjonalne. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy oraz 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej. Przy górnej i dolnej krawędzi

dzi modułu znajdują się dwa 8-zaciskowe złącza do podłączenia obwodów czujnikowych.

Moduł wejść dyskretnych z kontrolą linii umożliwia współpracę z 8 czujnikami dwustanowymi z kontrolą zwarcia-przerwy obwodu przy współpracy z dzielnikiem DR/ZKL.

Informacja o stanie wejść jest przekazywana do modułu głównego MGS za pomocą transmisji wewnętrznej. Na podstawie stanu wejść, zgodnie z zaprogramowaną logiką działania, moduł MDK ma możliwość sygnalizacji stanu awaryjnego w linii AWARIA magistrali wewnętrznej.

3.6. MDO – moduł wejść dyskretnych z optoizolacją

Moduł wejść dyskretnych z optoizolacją MDO jest elementem rozszerzającym możliwości zespołu sterowania ZKL-2 i jego stosowanie jest opcjonalne. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy oraz 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej. Przy górnej i dolnej krawędzi modułu znajdują się dwa 8-zaciskowe złącza do podłączenia obwodów czujnikowych.

Moduł wejść dyskretnych z optoizolacją MDO umożliwia współpracę z 8 czujnikami dwustanowymi bez kontroli stanu linii.

Informacja o stanie wejść jest przekazywana do modułu głównego MGS za pomocą transmisji wewnętrznej. Na podstawie stanu wejść, zgodnie z zaprogramowaną logiką działania, moduł MDO ma możliwość sygnalizacji stanu awaryjnego w linii AWARIA magistrali wewnętrznej.

3.7. MUG – moduł współpracy z urządzeniami głośnomówiącymi

Moduł współpracy z urządzeniami głośnomówiącymi MUG jest elementem rozszerzającym możliwości zespołu sterowania ZKL-2 i jego stosowanie jest opcjonalne. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy oraz 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej. Przy górnej i dolnej krawędzi modułu znajdują się dwa 8-zaciskowe złącza do podłączenia obwodów sygnałowych.

Zastosowanie modułu współpracy z urządzeniami głośnomówiącymi MUG umożliwia współpracę z:

- systemami łączności głośnomówiącej typu UGO, UGS, GTL, SAG,
- systemem blokad wyłączników awaryjnych i krańcowych dopuszczonego typu, wyposażanymi w koder numeru wyłącznika WAK1 zapewniający identyfikację numeru zaciągniętej blokady.

Moduł MUG komunikuje się z modułem głównym MGS za pomocą magistrali wewnętrznej i na podstawie otrzymanego rozkazu generuje akustyczne sygnały ostrzegawcze. W przypadku wykrycia stanu awaryjnego linii kontroli zasilania systemu łączności głośnomówiącej lub też zadziałania lub awarii systemu koderów numeru wyłącznika awaryjnego moduł MUG ma możliwość sygnalizacji stanu awaryjnego w linii AWARIA magistrali wewnętrznej.

3.8. MTI – moduł izolacji transmisji

Moduł izolacji transmisji MTI jest elementem rozszerzającym możliwości zespołu sterowania ZKL-2 i jego stosowanie jest opcjonalne. Na ścianie przedniej modułu znajdują się diodowe wskaźniki stanu pracy oraz 12-zaciskowe złącza magistrali wewnętrznej. Przy górnej i dolnej krawędzi modułu znajdują się dwa 8-zaciskowe złącza do podłączenia linii transmisji RS485 oraz zasilania.

Moduł izolacji transmisji MTI nie posiada własnego procesora i pełni tylko funkcję separatora linii transmisyjnej.

4. DANE TECHNICZNE

Parametry ogólne:

Maksymalny przekrój przytłaczanego przewodu	2,5 mm ²
Liczba/typ wpustów	3 szt./WKM/21 oraz 4 szt./WKM/16
Warunki pracy:	
- temperatura otoczenia	0°C ÷ +40°C
- wilgotność względna	≤93% w temp. 40°C
- wibracje sinusoidalne	(10÷55)Hz/amplituda≤0,35 mm
- położenie w czasie pracy	dowolne
Wymiary zewnętrzne/masa	(420×250×260)mm/14±1 kg
Napięcie zasilania modułów	000000000012÷15 ±5% VDC

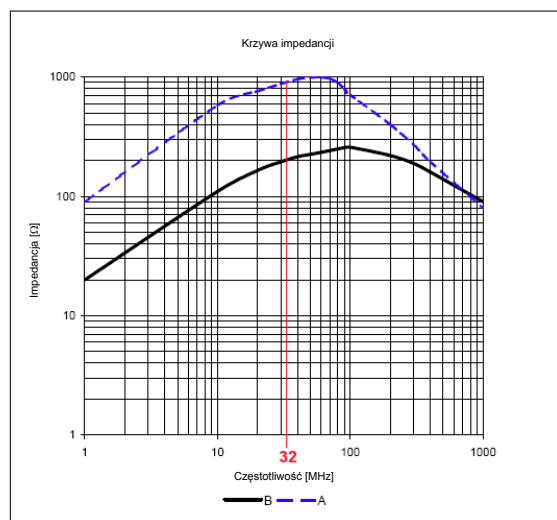
5. BADANIA

Dla uzyskania certyfikatu badania typu oraz deklaracji zgodności WE dla zespołu sterowania ZKL-2 konieczne było spełnienie określonych wymagań i potwierdzenia ich badaniami przewidzianymi w normach.

Zespół sterowania ZKL-2 uzyskał pozytywne wyniki podczas konstruktorskich badań EMC przeprowadzonych w Pracowni Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej Laboratorium Badawczo-Wzorcującego w Centrum EMAG, którymi objęto:

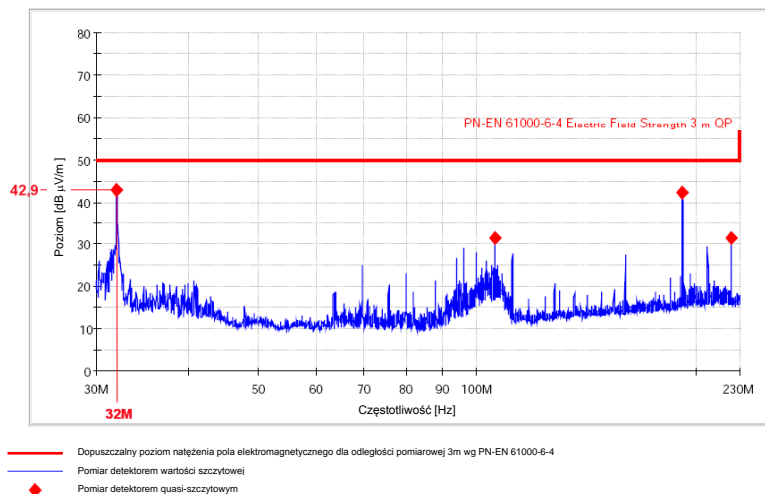
- badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne według PN-EN 61000-4-2:1999+A2:2003;
- badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (modulacja amplitudy) według PN-EN 61000-4-3-:2006(U);
- badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych według PN-EN 61000-4-4:2005(U);
- badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pole o częstotliwości radiowej według PN-EN 61000-4-6:2007(U);
- pomiar elektromagnetycznych zaburzeń promieniowanych według PN-EN 55016-2-3:2007(U).

Podczas badań odporności zespół sterowania zachowywał się poprawnie i spełniał założone kryteria działania, jednak przy pomiarze zaburzeń promieniowanych w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 230 MHz okazało się, iż natężenie pola elektromagnetycznego przekroczyło wartość dopuszczalną określoną w normie. Analizując wyniki pomiarów natężenia pola dla polaryzacji poziomej i pionowej otrzymane detektorem wartości quasi-szczytowej okazało się, że maksymalna wartość promieniowania występuje dla częstotliwości 32 MHz (druga harmoniczna kwarcu taktującego mikrokontroler) przy antenie odbiorczej umieszczonej na wysokości ok. 100 cm i polaryzowanej pionowo oraz położeniu obrotowego stołu z obiektem badań pod kątem 30°. Dane te pozwoliły jednoznacznie wytypować źródło nadmiernego promieniowania, którym okazał się przewód zasilający. Dlatego w celu ograniczenia emisji zastosowano przewód ekranowany typu OnGceki oraz ferryt firmy Wurth Elektronik typu 7427004, przez który przewinięto przewód zasilający 2-krotnie.



A: 2 x przewinięty przez ferryt
B: 1 x przewinięty przez ferryt

Rys. 6. Charakterystyka tłumienności dla ferrytu WE7427004



Rys. 7. Wyniki pomiarów natężenia pola zaburzeń elektromagnetycznych w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 230 MHz

Działania te pozwoliły obniżyć emisję przy częstotliwości 32 MHz do poziomu 42,9 dB μ V/m, gdzie limit określony normą wynosi 50 dB μ V/m, co prezentuje rys. 7.

6. PODSUMOWANIE

Wprowadzenie budowy modułowej w zespole sterowania ZKL-2 przyczyniło się do:

- łatwego dostosowania zespołu sterowania do aktualnych potrzeb użytkownika, poprzez możliwość rozbudowania o dodatkowe moduły bez konieczności demontażu wcześniej wykonanych połączeń elektrycznych,
- szybkiej detekcji uszkodzeń oraz dzięki zastosowaniu złącz wielostykowych, prostej wymiany modułów,
- zwiększenia przejrzystości połączeń wewnętrznych.

Zmiany wprowadzone na pokrywie, takie jak: duży wyświetlacz graficzny, wydzielenie klawiatury funkcjonalnej oraz nawigacyjnej, wprowadzenie oddzielnych klawiszy ZAŁ i WYŁ oraz umieszczenie wyłącznika STOP na pokrywie znacząco poprawiło ergonomię pracy, funkcjonalność oraz trwałość najczęściej używanych elementów manipulacyjnych.

Zastosowanie magistrali wewnętrznej z dodatkowymi sygnałami sterującymi (RESET, AWARIA, WYŁĄCZ) przyczyniło się do zwiększenia szybkości i pewności działania zespołu sterowania w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnych. Zarówno zadziałanie któregoś z czujników, wystąpienie stanu awaryjnego na którymkolwiek z wejść czujnikowych, awa-

ria modułu lub przerwanie magistrali wewnętrznej powoduje natychmiastowe przekazanie informacji o awarii do modułu głównego sterowania, bez zwłok czasowych wywołanych opóźnieniami w obiegu transmisji pomiędzy modułami.

W celu eliminacji niepożądanych działań sterownika w przypadku zaników zasilania oraz ewentualnego wystąpienia „martwej pętli programowej” każdy z modułów wyposażono w obwód monitorowania napięcia oraz „watchdog” programowy i sprzętowy.

Dzięki zastosowaniu modułowej struktury programu, istnieje możliwość łatwego dostosowania zespołu sterowania ZKL-2 do sterowania niemalże każdym procesem technologicznym, zgodnie z dostarczonym przez klienta algorytmem sterowania z uwzględnieniem odpowiednich norm i przepisów.

Pozytywne wyniki badań EMC zespołu sterowania ZKL-2 pozwoliły rozpocząć badania środowiskowe, co pozwoli na rozpoczęcie procesu certyfikacji.

Zespół sterowania ZKL-2 będzie godnym następcą swojego poprzednika, to jest zespołu sterowania ZKL-1, a dzięki swojej uniwersalności zapewne zdoła powiększyć grono zadowolonych użytkowników.

Literatura

1. T. Jackiewicz: Zespół sterowania kołowrotem. MiAG 2000, nr 9.
2. T. Jackiewicz: Transport linowy z zastosowaniem sterownika ZKL. MiAG 2003, nr 8.
3. Dokumentacja techniczno-konstrukcyjna Centrum EMAG. Zespół sterowania typu ZKL-1. Katowice, 2004 r.
4. Karta katalogowa firmy Wurth Elektronik eiSos GmbH & Co.KG: „Nr 7427004” Waldenburg 2006 r.
5. PN-EN 61000-6-4:2008 Norma ogólna – Kompatybilność elektromagnetyczna – Norma emisji w środowiskach przemysłowych.