

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 4 (240)

Rok XXI

Kwiecień 2019

ISSN 1507-7764

Indeks 36018X

Cena: 10,80 zł
(w tym 8% VAT)

napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa • mechatronika • systemy zasilające
układy zabezpieczeń • hydraulika • pneumatyka • robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu

ZD

ZD-MOTOR POLSKA



HF INVERTER®

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (237) Styczeń	PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w górnictwie • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • Systemy mechatroniczne • Monitoring i systemy sterowania • Utrzymanie ruchu • Automatyzacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne
2 (238) Luty	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (239) Marzec	AUTOMATYKA I ROBOTYKA	<ul style="list-style-type: none"> • Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne
4 (240) Kwiecień	BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (241) Maj	TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Technologie przyrostowe 3D • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT - Industrial Internet of Things)
6 (242) Czerwiec	PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
7/8 (243/244) Lipiec/sierpień	SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (245) Wrzesień	AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w energetyce • Automatyka w przemyśle maszynowym • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu
10 (246) Październik	HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne
11 (247) Listopad	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Roboty przemysłowe • Sterowniki PLC i systemy sterowania • Systemy transportowe • Innowacje wod.-kan.
12 (248) Grudzień	PRZEMYSŁ 4.0 BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Inteligentny budynek • Cyberbezpieczeństwo

Adres redakcji:

47-400 Racibórz
 ul. Środkowa 5
 tel./fax 32 755 19 17
 e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; www.nis.com.pl

Redaktor naczelna: Katarzyna Zając

tel. 32 755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

Redaguje Zespół: Katarzyna Zając, Ludmiła Urbińska,
 Monika Gomółka, Ryszard Klencz

Redaktor statystyczny: Ludmiła Urbińska

tel./fax 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

Redakcja techniczna: Grzegorz Drobny

tel. 32 755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

Marketing:

Ester Krauze
 tel./fax 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl
 Agnieszka Gutowska
 tel./fax 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

Dział prenumerat: Norbert Klencz

tel./fax 32 755 15 74 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

Podstawowa korekta tekstu: Marta Chamów**Rada Programowa:**

- prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek – przewodniczący
- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender
- prof. Marek Bergander
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski
- dr inż. Rafał Hein
- prof. Ing. Jaroslav Homiš
- dr inż. Ryszard Jasiński
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz
- dr inż. Grzegorz Karoń
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- Ph. D. Ing. Jacek Paraszczak
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
- dr hab. inż. Krzysztof Pietrusiewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pirog
- prof. Jacek S. Stecki
- dr hab. inż. Michał Stosiak
- dr inż. Zbigniew Szulc
- prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak
- dr inż. Grzegorz Wiciak

Redaktor tematyczny: prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek**Wydawca:** Wydawnictwo Druk-Art SC

47-400 Racibórz, ul. Środkowa 5

Patronat honorowy:

Instytut Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
i Inżynierii Biomedycznej
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNISW za publikacje naukowe wynosi 5 pkt (poz. 1652). Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy bezpłatnie powierzchnię na artykuły naukowe publikowane w miesięczniku naukowo-technicznym „Napędy i Sterowanie”.

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów niezamówionych. Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów. Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.

Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika „Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa).

„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

Szanowni Państwo!

Każdego dnia jesteśmy zmuszeni do podejmowania szeregu mniej lub bardziej ważnych decyzji. Nie zmienia to faktu, że niepodejmowanie żadnych działań może być równie ryzykowne, jak podejmowanie trudnych decyzji. Istnieją bowiem dziedziny, w których ryzyko jest nie do przyjęcia, gdy w grę wchodzi zdrowie lub życie ludzkie. Bezpieczeństwo człowieka w sferze działań zawodowych, a szczególnie w sferze produkcji, dziś nabiera szczególnego znaczenia. Każda organizacja, która dąży do eliminacji wypadków w swojej firmie, powinna świadomie zaplanować budowanie kultury bezpieczeństwa pracy. Jej kształtowanie opiera się na wyznaczeniu długotrwałych i jasno określonych zadań. Pracownicy mają za zadanie pielęgnować, dbać oraz utrzymywać kulturę bezpiecznej pracy w swoich strukturach. Szczególny nacisk w tym przypadku kierowany jest w stronę służb BHP. Brak wiedzy w tym zakresie, zarówno pracowników, jak i kadry zarządzającej, oraz nieznamość odpowiednich narzędzi przyczyniają się do alarmujących statystyk. Według danych GUS w ubiegłym roku ponad 84 tys. osób zostało poszkodowanych w wypadkach przy pracy. Wypadki przy pracy są zawsze stanem nieplanowanym i niepożądanym w działalności firmy. Wskutek niewłaściwie realizowanej i nadzorowanej przez kierownictwo polityki bezpieczeństwa, przypisywaniu zbyt małej roli zarządzaniu bezpieczeństwem, pracownicy przebywają w niebezpiecznych warunkach pracy lub podejmują szereg ryzykownych działań zwiększających prawdopodobieństwo wystąpienia wypadków lub chorób zawodowych. Pomimo zauważalnych zwiększonych wysiłków na edukowanie dotyczące kultury bezpieczeństwa, między innymi przez pomnażanie nakładów na efektywniejsze zabezpieczenia stanowisk pracy, wprowadzanie oraz egzekwowanie nowych, skuteczniejszych przepisów dotyczących procedur bezpieczeństwa i higieny pracy, dane o wypadkach przy pracy oraz ich skutkach nadal są zatrważające.

W kontekście tych liczb szczególnego znaczenia nabiera Europejska Dyrektywa Maszynowa 2006/42/WE, która stoi na straży zasadniczych wymagań dla maszyn. Dyrektywa maszynowa nakłada szereg wymagań. Wszystkie (nowe) maszyny i urządzenia, które są montowane na stanowiskach pracy, muszą posiadać deklarację zgodności WE. W szczególnych przypadkach, np. urządzeń przeznaczonych do pracy w strefach zagrożenia wybuchem, niezbędne jest uczestnictwo strony trzeciej w procedurze oceny zgodności. W przypadku, gdy dana maszyna podlega także innym dyrektywom Nowego Podejścia, które również obligują producenta do oznakowania maszyny znakiem CE, czynność ta pozwala na domniemanie, że maszyna spełnia wymagania tych pozostałych dyrektyw.

Na naszych łamach już nie raz mogli Państwo przeczytać artykuły na temat wspomnianego dokumentu prawnego, a także zapoznać się z ciekawymi produktami i rozwiązaniami, które firmy – w zakresie bezpieczeństwa – adresują do przemysłu. Ponieważ jednak wiedzy na ten temat nigdy nie jest dość, z pewnością zarówno dla obecnych, jak i przyszłych użytkowników maszyn interesująca będzie lektura m.in. artykułu Sławomira Gronczewskiego pt. „Bezpieczeństwo maszyn. Wyposażenie elektryczne maszyn. Wymagania ogólne”, w którym autor pisze o tym, co nowego pojawiło się w wydaniu normy PN-EN 60204-1 z grudnia 2018 r.

Ponieważ coraz więcej firm dostrzega problem bezpieczeństwa, traktując go bardzo poważnie, polecam również publikacje techniczne, które opisują konkretne produkty i technologie dla aplikacji ukierunkowanych na bezpieczeństwo.

Zachęcam do lektury

Katarzyna Zając

Redaktor naczelna





Str. 10

Zastosowanie napędów małej mocy



Str. 12

Technologia i innowacja dla elektrowni wiatrowych lądowych i morskich. Elektrohydraulika do regulacji pitch control



Str. 16

Siłownik płaski beztłoczkowy DLGF receptą na problemy z przestrzenią zabudowy i kosztami



Str. 18

Downsizing silników Diesla w walcach drogowych jako przykład redukcji kosztów eksploatacyjnych



Str. 24

Niewielkie wymiary i wysoka dokładność pomiaru. Czujnik ciśnienia BODAS PR4

CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 109 Biblioteka

Nauka

- 64 Nowelizacja prawa pracy określającego zasady ochrony pracowników przed zagrożeniami elektromagnetycznymi i dostosowanie środków ochronnych do nowych wymagań – J. Karpowicz, M. Zmysłony, J. Kieliszek, P. Bieńkowski
- 67 Co nowego w wydaniu normy PN-EN 60204-1 z grudnia 2018 r. „Bezpieczeństwo maszyn. Wyposażenie elektryczne maszyn. Wymagania ogólne”? Cz. 1 – S. Gronczewski
- 70 Dostosowanie Systemów Zarządzania BHP do wytycznych wynikających z normy ISO/DIS 45001.2 – Z. Pawłowska, A. Skład
- 74 Modelowanie systemów zarządzania bhp z wykorzystaniem metody rozmytych map kognitywnych i wskaźników wiodących – ujęcie teoretyczne – A. Skład
- 80 System sterowania silnika SRM z zastosowaniem układu FPGA – M. Pilecki, G. Podskarbi, M. Korkosz
- 87 Dokładność określania sprawności energetycznej układów napędowych na przykładzie porównania napędów hydrostatycznych ze sterowaniem proporcjonalnym prędkości silnika – G. Skorek
- 94 Projekt wielomodułowego sterownika elektrycznego napędu rowerowego – moduł komunikacyjny – K. Tatar, P. Chudzik, R. Nowak, G. Lisowski
- 98 Sterowanie przebiegiem procesu separacji membranowej z wykorzystaniem zjawiska termoakustycznego – K. Grzywnowicz, G. Wiciak
- 103 Zastosowanie polikrystalicznych ogniw krzemowych jako elastycznych pokryć fotowoltaicznych – S. Maleczek, M. Szczepaniak, W. Malicki, K. Drabczyk

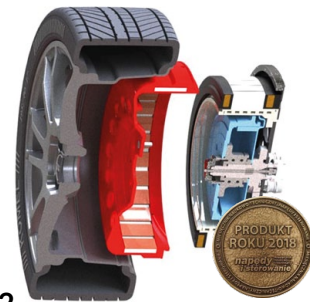
Technologie i produkty

- 9 Nasze stoisko na Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów Automaticon – TERM Tomasz Sobczak
- 10 **TEMAT Z OKŁADKI:** Zastosowanie napędów małej mocy – M. Snowacki – HF Inverter Polska SC
- 12 Technologia i innowacja dla elektrowni wiatrowych lądowych i morskich. Elektrohydraulika do regulacji pitch control – ATOS S.p.A.
- 16 **TEMAT Z OKŁADKI:** Siłownik płaski beztłoczkowy DLGF receptą na problemy z przestrzenią zabudowy i kosztami – FESTO Sp. z o.o.
- 18 Hydrauliczna technologia hybrydowa. Downsizing silników Diesla w walcach drogowych jako przykład redukcji kosztów eksploatacyjnych – D. Feld – HYDAC
- 22 Zwiększanie wydajności i wartości dodanej pojazdów roboczych – Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 24 Niewielkie wymiary i wysoka dokładność pomiaru. Czujnik ciśnienia BODAS PR4 – Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 26 IO-Link Murrelektronik. Łatwy w użyciu – Murrelektronik Sp. z o.o.
- 26 Żaden inny system automatyki przemysłowej nie przyniesie takiego zysku, jak moduły pasywne ze wstępnie zarobionymi złączami. Mniej wysiłku, mniej kłopotów – Murrelektronik Sp. z o.o.
- 28 Oszczędź 30% czasu montażu dzięki nowej konstrukcji ekranowania par igus w serwooprzewodach chainflex. Błyskawicznie konfekcjonowane i zabezpieczone nowym ekranowaniem par serwooprzewody igus – igus Sp. z o.o.
- 30 Bezpieczeństwo zdalnego serwisowania Twoich maszyn i urządzeń – B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.



Str. 42
Medale rozdane!

- 33 Szklane uszczelnienie - Turck
- 35 Dwukierunkowa przetwornica DC/DC dużej mocy - T. Śliwakowski - AMTEK
- 36 Nowa platforma DC: Interroll przedstawia innowacyjne rozwiązanie napędowe - INTERROLL Polska Sp. z o.o.
- 38 Nowości napędowe od NORD. NORDCON APP i NORDAC ACCESS BT - NORD Napędy Sp. z o.o.
- 48 Trio Motion Technology - zaawansowana kontrola ruchu - P. Mocak - MULTIPROJEKT
- 52 KOMEL - silniki napędowe w piastach kół - Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL
- 54 Bezpieczne pozycjonowanie w automatyce - Pepperl+Fuchs
- 56 Pierwszy w świecie polski elektryczny napęd statku morskiego o łącznej mocy 1,4 MW - Zakład Energoelektroniki TWERD Sp. z o.o.
- 57 ABB Ability™ Smart Sensor. Cyfrowa rewolucja w zakresie monitoringu silników niskiego napięcia - ABB Sp. z o.o.
- 58 IRIS M - pomiary wibrodiagnostyczne metodą amplifikacji ruchu - VIMS Sp. z o.o.



Str. 52
KOMEL - silniki napędowe w piastach kół

Informacje branżowe

- 29 SMART trendy na Targach ITM Polska 2019
- 40 Innowacje i tradycje Targów AUTOMATICON® 2019 - K. Zając
- 42 Medale rozdane! - K. Zając
- 59 Branża energetyczna i elektryczna w maju spotyka się w Poznaniu
- 60 20. Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Techniczna KOMEKO - IMTech 2019
- 62 IMF 2019 promuje innowacyjność
- 63 Targi Elektrotechnika 2019 za nami - podsumowanie wydarzenia



Str. 56
Pierwszy w świecie polski elektryczny napęd statku morskiego o łącznej mocy 1,4 MW

Indeks reklam

▷ ABB.....	57	▷ Multiprojekt	6, 7, 51
▷ AMTEK.....	35	▷ Murrelektronik	6, 27
▷ ATOS.....	13	▷ NO-EL.....	7
▷ B&R Automatyka	31	▷ Nord Napędy	8, 39
▷ Befared.....	81	▷ Nowimex.....	8, 75
▷ Bosch Rexroth.....	6, 23	▷ Pepperl+Fuchs.....	8, 55
▷ Cantoni GROUP.....	85	▷ PTG - TARGI KATOWICE 2019	15
▷ EURAL.....	65	▷ Robotyka.com	32
▷ EXPOPOWER	59	▷ Sanyu Sobczak.....	9
▷ FESTO.....	112	▷ Schmersal-Polska.....	83
▷ Hf Inverter.....	1	▷ SGIM - Sławomir Gronczewski Inżynieria Maszyn.....	69
▷ HYDAC	19	▷ STAUFF Polska.....	87
▷ igus.....	29	▷ STEINLEN Polska.....	61
▷ IMF 2019.....	62	▷ Turck.....	33
▷ INTERROLL Polska.....	7, 37	▷ VIMS.....	58
▷ ITM POLSKA.....	29	▷ Zakład Energoelektroniki TWERD	56
▷ KOMEL.....	53		

NOWOŚCI TECHNICZNE

Modlink Heavy. Złącza do każdej aplikacji

Wytrzymałe złącza z serii Modlink Heavy gwarantują bezpieczny przekaz sygnałów, energii, danych i pneumatyki nawet w najtrudniejszych warunkach przemysłowych. Chronią interfejsy przed wilgocią, chłodziwami i smarami, a także przed zanieczyszczeniami i wysokimi obciążeniami mechanicznymi.



Murrelektronik oferuje szeroką gamę produktów. Wyróżniają się elastycznością konfiguracji, dzięki czemu w każdej aplikacji można zastosować optymalną wersję Modlink Heavy. Dostępne są cztery typy obudów w siedmiu wymiarach. Mogą być zamykane na trzy różne sposoby, w zależności od potrzeb. Można do nich doposażyć standardowe i modułowe wkładki wybrane spośród licznej oferty, której dopełnienie stanowią precyzyjnie dobrane akcesoria.

Złącza serii Modlink Heavy Murrelektronik odznaczają się wysoką szczelnością – aż do poziomu IP68. Specyficzne dopuszczenia (takie jak UL czy CSA) umożliwiają zastosowanie ich na całym świecie.

Murrelektronik Sp. z o.o.
www.murrelektronik.pl

Wsparcie systemów na poziomie mikro: pomiar przyspieszeń z wykorzystaniem czujnika MM5.10

Produkowane seryjnie czujniki firmy Bosch są gwarantem najwyższego poziomu bezpieczeństwa i komfortu, a także zwiększonej wydajności. Teraz najnowszy czujnik przyspieszenia MM5.10, jako niezależny komponent, oferowany jest również przez firmę Bosch Rexroth.



Jednostka do pomiaru inercji MM5.10 została zaprojektowana w celu wykonywania precyzyjnych pomiarów przyspieszeń 5D (5-osiowych), przyspieszeń liniowych podłużnych (a_X), poprzecznych (a_Y) oraz pionowych (a_Z), a także prędkości kątowych: rolowania (Ω_X) oraz zbaczania (Ω_Z). Wszystkie sygnały są dostarczane poprzez magistralę CAN-Bus, dzięki czemu rozwiązanie doskonale sprawdza się również w zastosowaniach dla maszyn mobilnych.

Główne zalety czujnika MM5.10:

- najmniejszy dostępny na rynku rozmiar oraz niska waga;
- możliwość dopasowania do wymagań klienta, np. interfejs CAN-Bus;
- doskonała odporność sygnałów wyjściowych na wibracje;
- możliwość użycia jako niezależnego komponentu lub w połączeniu z produktami firmy Bosch Rexroth;

- wbudowany mikrokontroler ma możliwość obliczenia kąta pochylenia na podstawie mierzonych przyspieszeń, a także możliwość wyznaczenia dodatkowej wartości prędkości kątowej, dzięki czemu można uzyskać czujnik 6-osiowy z pomiarów 5 wielkości fizycznych.

Inercyjny moduł pomiarowy MM5.10 z częstotliwością 100 razy na sekundę mierzy przyspieszenia 3-osiowe oraz 2-osiowe prędkości kątowe do stosowania w funkcjach bezpieczeństwa i komfortu. Moduł MM5.10 składa się z dwóch czujników MEMS oraz dedykowanego mikrokontrolera ASIC.

Bosch Rexroth Sp. z o.o.
www.boschrexroth.pl

Flex-6 Nano: wydajny, kompaktowy, elastyczny

Flex-6 Nano to zintegrowane rozwiązanie EtherCAT prosto z brytyjskich wysp. Kontroler ruchu umożliwia zaawansowane sterowanie nawet 64 osiami ruchu. Niewielkie wymiary urządzenia pozwalają na wykorzystanie jego możliwości nawet w trudnych warunkach montażowych na szynie DIN.



Kontroler ruchu można rozszerzyć o system Flexslice. Eliminuje to potrzebę użytkowania złącza EtherCAT. Moduły systemu Flexslice stanowią solidne, bardzo szybkie i elastyczne rozwiązanie zarówno do sterowania ruchem, jak i do ogólnej automatyki. Czasy cykli EtherCAT sięgają nawet do 125 μs , a złącze szyny korzysta z technologii EBUS w celu przyłączenia wszystkich podmodułów do sieci EtherCAT bez obniżania skuteczności działania. System Flexslice oferuje szereg cyfrowych i analogowych modułów wejść/wyjść, jak również modułów ruchu z wyjściami impulsowymi i kierunkowymi – przeznaczonymi do precyzyjnego pozycjonowania silników krokowych i serwonapędów poprzez odpowiednią technologię napędu.

Firma Multiprojekt jest dystrybutorem tego oraz wielu innych produktów Trio Motion Technology. Więcej o możliwościach Flex-6 Nano przeczytaj Państwo w artykule o zaawansowanej kontroli ruchu na kolejnych stronach.

Najważniejsze cechy oraz funkcje Flex-6-Nano:

- przejrzyste tryby połączenia;
- funkcja „inteligentne drivers”;
- podgląd danych;
- generacja pliku rozruchowego;
- CAD2Motion;
- Trio PCMotion;
- TextFileLoader.

MULTIPROJEKT
www.multiprojekt.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Błyskawiczna komunikacja wewnętrzna: adapter komunikacyjny EtherCAT dla we/wy rozproszonych Weintek

Moduł iR-ECAT to następny w rodzinie protokół komunikacyjny dla serii wysp rozproszonych wejść i wyjść marki Weintek. Jest to powszechnie stosowany standard EtherCAT w wersji Slave, służący do rozszerzenia systemów automatyki o punkty I/O. Są też dostępne inne adaptory z interfejsami CANopen oraz Modbus TCP/IP. Model iR-ECAT posiada dwa porty Ethernet, za pomocą których łatwo jest łączyć poszczególne węzły ze sobą bez dodatkowych switchów sieciowych.



W tej serii są oferowane dołączane moduły wejść i wyjść dyskretnych w kilku wariantach, a także moduły pomiaru temperatur dla czujników PT-100/1000 i termopar. Są też uniwersalne wejścia i wyjścia analogowe obsługujące jednocześnie standard 0–20 mA oraz ± 10 V. Zaletą tego rozwiązania jest bardzo szybka komunikacja wewnętrzna iBus pomiędzy łącznikiem sieci a dołączonymi do niego modułami, co powoduje, że odpowiedź trafia do adresata w magistrali niemal natychmiast po zmianie. Jest to szczególnie ważne w aplikacjach sterowania ruchem, gdzie standard EtherCAT jest szeroko wykorzystywany.

Do jednego łącznika sieci możemy podłączyć maksymalnie 256 wejść i 128 wyjść dyskretnych oraz łącznie 64 wejścia i 64 wyjścia analogowe i temperaturowe.

EtherCAT® jest zarejestrowanym znakiem towarowym i opatentowaną technologią na licencji Beckhoff Automation GmbH, Niemcy

MULTIPROJEKT
www.multiprojekt.pl

Nowa platforma DC: Interroll przedstawia innowacyjne rozwiązanie napędowe

Firma Interroll wyznacza nowe standardy w zakresie nowoczesnych technologii transportu materiałów. Asortyment innowacyjnych napędów RollerDrive, sterowników



i elementów zasilających pozwala zaoferować rozwiązania jeszcze lepiej dopasowane do indywidualnych potrzeb naszych klientów.

Poznaj zalety technologii 48 V. Nowa modułowa platforma dostępna jest w wersjach 24 V i 48 V. Systemy 48 V umożliwiają stosowanie do 50% mniej elementów zasilania, pozwalają na stosowanie przewodów o mniejszym przekroju i większej długości oraz

zmniejszają liczbę źródeł błędów, wynikających m.in. ze spadku napięcia na przewodach.

Trzy poziomy mocy do wyboru w nowych napędach RollerDrive. Klienci zyskują nie tylko więcej opcji, jeśli chodzi o napięcie zasilania w nowej platformie DC. RollerDrive EC5000 oferuje też większą elastyczność w zakresie mocy znamionowej. Nowe napędy rolkowe są dostępne w wersjach o mocy 20 W, 35 W i 50 W, które mogą wykonywać dowolne zadania transportowe w przypadku lekkich i ciężkich towarów.

Interfejs magistrali otwiera drzwi do Industry 4.0. Oprócz interfejsu analogowego, EC5000 może być wyposażony w interfejs magistrali oparty na standardzie CANOpen. Oznacza to, że użytkownicy mogą wspólnie wizualizować szereg danych i funkcji na ekranie z wykorzystaniem sterownika PLC. Jednym z przykładów jest wyświetlanie informacji o bieżącym statusie roboczym i obciążeniu napędów oraz odczytywanie informacji dotyczących statusu błędu, momentu obrotowego lub temperatury dla każdego z napędów.

INTERROLL Polska Sp. z o.o.
www.interroll.pl

Ministycznik P195 MiniTACTOR™ GIGAVAC – 80 A / 1200 V DC

Ministycznik P195 dołączył do grona hermetycznych produktów przełączających dla aplikacji DC, w skład których wchodzi przekładniki wysokich napięć do 70 kV oraz styczniki serii GX (do 1000 A/800 V DC), MX (military do 1000 A/48 V DC), HX (do 1000 A/1500 V DC) oraz GV (Automotive 500 A/1000 V DC). Stycznik P195 charakteryzuje się hermetyczną obudową – Certyfikacja UL, gabarytami na poziomie przekładnika elektromagnetycznego – 81 × 33 × 54 mm oraz niską ceną!



Waga P195 wynosi zaledwie 135 g, można go łatwo zainstalować w dowolnym położeniu na panelu w ciągu kilku sekund. Zamknięta komora stykowa zarówno dla styków, jak i cewki zapewnia czyste przełączanie w każdym środowisku. Bezpieczne przełączanie i rozłączanie można osiągnąć przy dowolnym napięciu do 1200 V DC. Z dwukierunkową funkcją przełączania i prądem pracy do 80 A styczniki z serii MiniTACTOR™ są idealnym wyborem dla aplikacji solarnych czy też wstępnego ładowania. P195 jest również odpowiedni dla szerokiej gamy innych aplikacji, w tym urządzeń i maszyn użytku magazynowego, wózków golfowych, systemów HVAC, grzejników czy też bram podnośnikowych.

Waga P195 wynosi zaledwie 135 g, można go łatwo zainstalować w dowolnym położeniu na panelu w ciągu kilku sekund. Zamknięta komora stykowa zarówno dla styków, jak i cewki zapewnia czyste przełączanie w każdym środowisku. Bezpieczne przełączanie i rozłączanie można osiągnąć przy dowolnym napięciu do 1200 V DC. Z dwukierunkową funkcją przełączania i prądem pracy do 80 A styczniki z serii MiniTACTOR™ są idealnym wyborem dla aplikacji solarnych czy też wstępnego ładowania. P195 jest również odpowiedni dla szerokiej gamy innych aplikacji, w tym urządzeń i maszyn użytku magazynowego, wózków golfowych, systemów HVAC, grzejników czy też bram podnośnikowych.

NO-EL Sp. j. Ryszard Nowak, Barbara Musiałek – wyłączny przedstawiciel amerykańskiej firmy GIGAVAC
www.gigavac.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Bezpieczne, niezawodne i wszechstronne: przekładnie z kołnierzem wytłaczarki

Dla cięższej eksploatacji NORD DRIVE-SYSTEMS rozszerza modułową przekładnię przemysłową o kołnierze do wytłaczarki. Kołnierze można dostosować dla łatwego montażu do niemal wszystkich wymiarów montażowych.



Dla wymiaru przekładni przemysłowych od 5 do 11 o znamionowym momencie obrotowym od 15 kNm do 80 kNm NORD oferuje kilka wersji kołnierza wytłaczarki. Dzięki dużym łożyskom oporowym można zapewnić bezpieczne kompensowanie sił i długą trwałość eksploatacyjną. Kołnierze wytłaczarki umożliwiają zakładom konstrukcyjnym i zakładom przetwórstwa tworzyw sztucznych uzyskanie napędów, które cechują bezpieczeństwo, niezawodność i wszechstronność na wysokim poziomie. Oferta przekładni przemysłowych Grupy NORD zapewnia szeroki zakres opcji dla wałów napędzających i napędzanych, pozycji montażowych, uszczelnień i monitorowania temperatury.

NORD Napędy Sp. z o.o.
www.nord.com

Rozszerzenie portfolio produktów Pepperl+Fuchs

Pepperl+Fuchs, producent technologii automatyki przemysłowej, 1 lutego 2019 r. przejął firmę Comtrol Corporation. Comtrol jest pionierem m.in. w dziedzinie przemysłowej komunikacji Ethernet i produktów IO-Link znanych z rodziny produktów RocketPort®. Technologie Comtrol uzupełniają portfolio czujników Sensorik4.0® firmy Pepperl+Fuchs i interfejsów, które obejmują AS-Interface, IO-Link i łączność przemysłową. Rozszerzenie oferty produktów komunikacyjnych Ethernet i innych urządzeń polowych wiąże się ze strategią Industry 4.0 firmy Pepperl+Fuchs i pozwoli jej na dostarczenie jeszcze większej liczby rozwiązań, które wypełnią lukę między urządzeniami polowymi a poziomem sterowania. W ten sposób powstała nowa firma Pepperl+Fuchs Comtrol.



– Rozszerzona oferta produktów IO-Link Pepperl+Fuchs pomoże naszym klientom poprawić przesył danych z urządzeń polowych do poziomu sterowania i chmury. Klienci będą mogli zwrócić się do jednego zaufanego partnera, aby uzyskać pomoc w opracowaniu

najnowszych cyfrowych procesów biznesowych – mówi Reiner Müller, prezes działu automatyki przemysłowej w Pepperl+Fuchs.

Od ponad 35 lat Comtrol Corporation produkuje i dostarcza wysokiej jakości produkty do komunikacji sieciowej i przemysłowej, specjalizując się w przemysłowej łączności Ethernet. Comtrol sprzedaje przemysłowe przełączniki Ethernet RocketLinx®, bramy przemysłowe IO-Link Master, serwery i bramki urządzeń DeviceMaster® Ethernet oraz wieloportowe karty szeregowo RocketPort®. Comtrol tworzy rozwiązania dla szerokiej gamy zastosowań w zakresie bezpieczeństwa, energii, automatyki przemysłowej oraz ruchu drogowego i transportu.

Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.
www.pepperl-fuchs.com

Na mróz, śnieg i lód – KOMBITAST-R-JUWEL. Technika na niskie temperatury

Od niedawna w programie firmy Schlegel jest nowa seria osprzętu na otwór 30 mm – KOMBITAST-R-JUWEL (KRJ).

Cały typoszereg KRJ został przetestowany w temperaturze do -40°C i znakomicie nadaje się do wszelkich „zimnych” zastosowań, takich jak kolej, pojazdy specjalne (np. straży pożarnej), ale również autobusy, ciężarówki, chłodnie, wyciągi narciarskie, naśnieżarki czy statki pracujące w bardzo zimnych rejonach Ziemi.



Oczywiście sprawdzają się równie dobrze we wszystkich „normalnych” warunkach pracy, a szczególnie tam, gdzie potrzebna jest duża powierzchnia przycisku (26 mm) przy niskiej zabudowie (2,7 mm) i eleganckim, lakierowanym w kolorze tytanowym, wygładzie – potwierdza to nagroda IF DESIGN AWARD 2013. Połączenie wysokiej jakości technicznej i szczelności IP66/69K (zależnie od wersji) pozwala stosować je w bardzo wymagających aplikacjach.

Nowa seria ma wszystkie funkcje i opcje wcześniejszej wersji KOMBITAST-R: przyciski z sztyldzikami i podświetleniem, lampki, przełączniki wahliwe i obrotowe, stacyjki, przyciski grzybkowe i grzybki awaryjne (z i bez kryzy przeciwblokadowej). Akcesoria obejmują plombowane pokrywy przycisków oraz przezroczyste blokady przełączników obrotowych.

W zależności od potrzeb napędy mogą być wyposażone w modułowe zestyki z zaciskiem śrubowym (moduły M), zaciskiem Cage-Clamp* (moduły D) i szybkożyłkowym (moduły DS).

Nowimex
www.nowimex.com.pl

Nasze stoisko na Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów Automaticon

W dzisiejszym artykule chcielibyśmy zaprezentować relację z naszego udziału w Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów Automaticon, które odbyły się w Warszawie w dniach 26–29 marca. Dziękujemy naszym obecnym i przyszłym klientom oraz licznie przybyłym uczniom szkół średnich i studentom z uczelni technicznych.

Na stoisku naszej firmy zaprezentowaliśmy następujące produkty:

- enkodery inkrementalne, absolutne, programowalne wyłączniki prędkościowe oraz akcesoria firmy Leine&Linde;
- przekaźniki i sterowniki CNC firmy Schleicher Electronic;



- elementy optoelektroniczne firmy Fotelektrik Pauly.

Na tegorocznych Targach pokazaliśmy nowy enkoder inkrementalny serii 800 firmy Leine&Linde. Prezentowane urządzenie posiada najnowszą wersję systemu diagnostycznego ADS-Uptime, umożliwiającą komunikację po Bluetooth® z tabletem lub telefonem. Firma Leine&Linde udostępnia bezpłatną aplikację do monitorowania najważniejszych parametrów enkodera oraz pokazywania komunikatów o błędach. Szczegółowe informacje przedstawimy Państwu w kolejnym artykule.

Osoby odwiedzające nasze stoisko, mogły również zobaczyć falowniki firmy Sanyu:

- SX1000 – jedno- i trójfazowe falowniki skalarnie o mocy od 0,4 kW do 37 kW;
- SX2000 – jedno- i trójfazowe falowniki wektorowe o mocy od 0,75 kW do 450 kW;
- SXE – falowniki do silnika jednofazowego z kondensatorem pracy o mocy od 0,75 kW do 1,5 kW;



- SXS – jedno- i trójfazowe falowniki z IP65/IP55 o mocy od 0,75 kW do 22 kW;
- akcesoria do falowników – potencjometry, klawiatury zewnętrzne, rezystory hamujące, zadajniki.



TERM Tomasz Sobczak
ul. Opolska 22/8
41-500 Chorzów
tel. 32-249 85 99
fax 32-249 92 89
e-mail: info@term.pl
www.term.pl

reklama



kupuj on-line
sanyu.eu/sklep

+48 32 345 20 20
info@sanyu.eu
www.sanyu.eu



SANYU.eu
falowniki • softstarty



Testowane i Serwisowane w Polsce
+48 606 945 936



OSZCZĘDŹ ŚRODOWISKO I TWOJE PIENIĄDZE
ECO-MONEY SAVING



od 2013 r.
SANYU.eu
na polskim rynku

Zastosowanie napędów małej mocy

Mariusz Snowacki

Wszechobecnym trendem w budowie maszyn i mechatronice jest miniaturyzacja urządzeń. Kierunek ten został narzucony nie tylko przez potrzeby klientów i rozwój technologii, ale również przez przepisy prawa.

Napędy elektryczne są obecne w naszym życiu przez całą dobę. Współcześnie trudno znaleźć urządzenie AGD i RTV, w którym nie byłby zastosowany jakiś napęd elektryczny. Myjąc zęby elektryczną szczoteczką, trudno sobie wyobrazić, że, gdy po raz pierwszy trafiła do masowej produkcji (1960 r.), była dwa razy większa i cięższa, a jej silnik nie był zasilany z akumulatora (jak jest to obecnie), ale wymagał stałego podłączenia do gniazdka elektrycznego. Obok zastosowań napędów elektrycznych w urządzeniach domowych nie sposób zauważyć, że szeroko są stosowane w naszych samochodach – regulacja foteli, ruch wycieraczek samochodowych, otwieranie i zamykanie nawiewów, przepustnic itd. Z napędami elektrycznymi spotykamy się również w miejscach naszej pracy i to bez znaczenia, czy pracujemy w biurze (napędy są w drukarce, skanerze, klimatyzacji czy nawet w komputerze), sklepie (np. napęd taśmy transportującej w boksie kasowym), czy też pracujemy w fabryce (napędy elektryczne stosowane na skalę przemysłową). Można stwierdzić, że napędy elektryczne są obecne dokoła nas jak powietrze i podobnie jak potrzebne do naszego życia jest powietrze, tak – aby nasze życie było „łatwiejsze” i przyjemniejsze – potrzebne są nam napędy elektryczne. Powszechna obecność napędów elektrycznych w naszym codziennym życiu sprawiła, że dostrzeżono ich wpływ na środowisko naturalne. Wszystkie produkty mają wpływ na środowisko naturalne w czasie swego cyklu życia, obejmującego wszystkie etapy, tj. od wykorzystania surowców i zasobów naturalnych, poprzez produkcję, pakowanie, transport, użytkowanie, recykling do ostatecznego unieszkodliwiania tych produktów. W celu poprawy efektywności energetycznej, zmniejszenia oddziaływania na środowisko produktów, w tym urządzeń do użytku domowego oraz stosowanych w sektorach usług i przemysłu, została wydana dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. Ustanowiła ona ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią. Komisja Europejska opracowała rozporządzenia wykonawcze do ww. dyrektyw, zawierające wymagania dotyczące poszczególnych grup urządzeń. Rozporządzenia te są bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich UE od dnia ich wejścia w życie. Pamiętamy Rozporządzenia Komisji Europejskiej np. o ograniczeniu poboru mocy domowych odkurzaczy czy też efektywności dla systemów wentylacyjnych. Tego typu przepisy prawa wymuszają wprost na producentach urządzeń stosowanie rozwiązań technicznych, w których coraz szersze znaczenie



mają zapotrzebowanie na pobór mocy, technologia i gabaryty napędu elektrycznego. W ten trend idealnie wpisują się małe napędy. Ale co to jest mały napęd elektryczny?

Na próżno szukać jednoznacznej definicji i klasyfikacji małego napędu elektrycznego czy też mikronapędu elektrycznego. Wiemy, że podstawą każdego napędu elektrycznego jest silnik elektryczny konstrukcyjnie przeznaczony do przetwarzania energii elektrycznej na energię mechaniczną, zużywaną na wykonanie pewnej pracy w ruchu obrotowym lub postępowym. Dlatego, również dla małych napędów elektrycznych, stosuje się klasyfikację silników elektrycznych, a system tej klasyfikacji opiera się na dwóch kryteriach: zasilania i sterowania, przy czym na potrzeby małych napędów elektrycznych dodaje się jeszcze jedno kryterium: wielkość mechaniczną. Mówiąc o małych napędach elektrycznych, trzecie kryterium jest również ważne, co dwa pierwsze. Na rynku można spotkać napędy elektryczne o takich samych parametrach zasilania i sterowania, ale znacząco różnych gabarytach mechanicznych (wielkości). Trudno jest też wskazać, od jakiej mocy możemy mówić już, że jest to mały napęd elektryczny. W tym przypadku z pomocą mogą nam przyjść normy:

1. PN-EN 60034-1:2011 – Maszyny elektryczne wirujące – Część 1: Dane znamionowe i parametry;
2. IEC 60072-1 – Wymiary i ciągi mocy maszyn elektrycznych wirujących – Część 1: rozmiary obudowy od 56 do 400 i rozmiary kołnierza od 55 do 1080;
3. IEC 60072-2 – Wymiary i ciągi mocy maszyn elektrycznych wirujących – Część 2: rozmiary obudowy od 355 do 1000 i rozmiary kołnierza od 1180 do 2360.

We wskazaniu, od kiedy możemy mówić, że mamy do czynienia z małym napędem elektrycznym, szczególnie pomocna jest norma IEC 60072-1. Zdefiniowane są w niej wymiary mechaniczne obudowy silników elektrycznych, tzw. wznios wału silnika elektrycznego, który to wymiar ma bezpośredni wpływ na wielkość silnika elektrycznego. Najmniejszy zdefiniowany w tej normie wznios wału wynosi 56 mm. W tak zdefiniowanej obudowie producenci silników elektrycznych asynchronicznych są w stanie wyprodukować silnik o mocy 90 W. Dlatego powszechnie przyjmuje się, że o małym napędzie elektrycznym możemy mówić wtedy, gdy jego moc jest mniejsza niż 90 W, a dla mikrosilnika elektrycznego moc jest mniejsza od 3 W. Również w stosunku do silników elektrycznych zasilanych prądem stałym można przyjąć tę samą definicję małego i mikronapędu elektrycznego.

Po paru zdaniach wstępu wiemy, że napędy elektryczne stały się pośrednio lub bezpośrednio uczestnikiem naszego codziennego życia. Wiemy również, w jaki sposób sklasyfikować napędy elektryczne oraz kiedy możemy mówić o małym i mikronapędzie elektrycznym. Pozostało nam teraz odpowiedzieć na jedno pytanie: kiedy i gdzie można zastosować mały i mikronapęd elektryczny?

W tej części artykułu skoncentruję się na małych napędach elektrycznych, które produkujemy i dostarczamy na rynek polski. Firma, którą reprezentuję – HF Inverter Polska – od ponad dekady posiada w swojej ofercie małe napędy elektryczne (o zasilaniu AC i DC) marki ZD-MOTOR. Napędy te są dostępne w zakresie mocy od 6 W do 200 W (300 W dla zasilania prądem stałym). Spełniają wymagania Dyrektywy niskonapięciowej (2014/35/UE) – potocznie zwanej Dyrektywą LVD. Warto zaznaczyć, że do zastosowań przemysłowych bardzo istotne jest, aby silnik małej mocy mógł być sprzężony z przekładnią mechaniczną. Dlatego w ofercie ZD-MOTOR każdy silnik, czy to o zasilaniu AC czy też DC, może być podłączony z przekładnią walcową, walcowo-stożkową, planetarną bądź ślimakową. Tak szeroka oferta napędów małej mocy umożliwia zastosowanie ich praktycznie w każdej branży zarówno w przemyśle, jak i w medycynie, aż po zastosowanie domowe.

Nasze napędy małej mocy szeroko są stosowane w branży grzewczej. Firmy z branży grzewczej rozwijają się dziś na rynku z zawrotną prędkością. Jest to związane przede wszystkim z tym, że rozwija się nowoczesne budownictwo. Polacy chcą mieć w domu urządzenia, które spełnią ich wymagania i poprawią jakość życia. Najbardziej przyczyniają się do tego produkty takie jak kotły, solary czy pompy ciepła – to tylko nieliczne urządzenia, w które warto zainwestować. Wielu Polaków decyduje się w końcu na przeprowadzenie generalnego remontu w swoim domu. Odświeżenia często nie potrzebują jednak meble czy ściany, a sprzęt gwarantujący domowi ciepło podczas zimowych wieczorów czy też ciepłą wodę użytkową. Zauważalny stał się fakt, że wybierane są te produkty, które są przede wszystkim ekonomiczne i ergonomiczne. Coraz częściej zwraca się również uwagę na praktyczne i łatwe zastosowanie, prostą obsługę urządzenia oraz na jego wymiar ekologiczny. Stąd w nowoczesnych systemach grzewczych pojawia się miejsce dla małego napędu elektrycznego, który w połączeniu z automatyką stał się niezbędny dla wysokich wymagań ekonomicznych i ergonomicznych użytkownika. Małe napędy ZD-MOTOR znalazły



szerokie zastosowanie w kotłach na pellet czy też na ekogroszek. W tych urządzeniach nasze napędy pracują zarówno w planiku (moce od 10 W do 25 W), jak i podajniku paliwa (pelletu lub ekogroszku).

Małe i mikronapędy znajdują szerokie zastosowanie w laboratoriach analitycznych. Korzyści z automatyzacji procesów w tej branży są oczywiste – umożliwiają szybsze uzyskiwanie wyników przy jednoczesnej redukcji występujących błędów. Zautomatyzowane procesy laboratoryjne wykorzystuje się we wszystkich takich ośrodkach, czy to w laboratoriach chemicznych, farmaceutycznych, czy w tych związanych z technologią żywności. Można w tym miejscu zaznaczyć, że cała branża medyczna to sektor, w którym na całym świecie nastąpił znaczny rozwój. Małe napędy ZD-MOTOR znalazły zastosowanie np. w endoskopowej pompie irygacyjnej, w automatycznym mikserze recepturowym czy też w automatycznych analizatorach laboratoryjnych.

Najszerokie zastosowanie małe napędy ZD-MOTOR znajdują w budowie maszyn i mechatronice. Najczęściej są to napędy tzw. pomocnicze, które odpowiadają za wspomaganie przebiegających procesów technologicznych. Dobrym przykładem takiego napędu pomocniczego jest napęd podajnika etykiet w automatycznych etykieciarkach czy też napęd przenośnika taśmowego w automatycznej szlifierce kół zębatach. Napędy ZD-MOTOR znajdują swoje zastosowanie również jako napęd główny, np. w automatycznych powielaczach offsetowych, w małych maszynach do rozdrabniania, w maszynach czyszczących, w maszynach do nawijania i przewijania czy też w automatach wydających.

Tych kilka wymienionych wyżej przykładów zastosowania małych napędów ZD-MOTOR pokazuje, że nie ma branży i ograniczeń technicznych w ich szerokim zastosowaniu. W wielu modelach oferowanych dziś na rynku udało się znacząco obniżyć wymiary gabarytowe i wagę dzięki zastosowaniu super lekkich i super wytrzymałych nowoczesnych materiałów. ■

 Mariusz Snowacki - HF Inverter Polska



HF Inverter Polska SC

ul. M. Skłodowskiej-Curie 101 E, 87-100 Toruń, Polska
tel. 56-653 99 16, 56-623 73 16, fax 56-623 73 17
e-mail: biuro@hfinverter.pl, www.hfinverter.pl

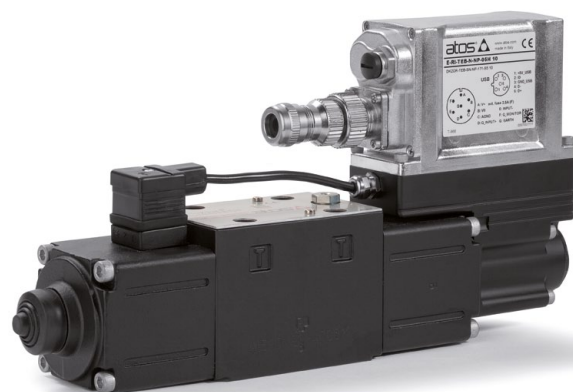
Technologia i innowacja dla elektrowni wiatrowych lądowych i morskich

Elektrohydraulika do regulacji *pitch control*

Rosnące na całym świecie zapotrzebowanie na czyste i odnawialne źródła energii stale zwiększa ogólne zainteresowanie ZIELONĄ ENERGIA.

Turbiny wiatrowe wraz z elektrowniami słonecznymi są obecnie najbardziej rozwiniętym rozwiązaniem, w którym najwięksi producenci wdrażają innowacyjne technologie w celu zwiększenia wydajności i niezawodności systemów również w krytycznych warunkach środowiskowych, takich jak w regionach północnych lub obszarach morskich charakteryzujących się niskimi temperaturami lub wysoką wilgotnością.

Firma Atos opracowała specjalne elektrohydrauliczne rozwiązanie do dynamicznej regulacji kąta łopatek turbiny (*pitch control*), które stanowią „rdzeń” systemu, ponieważ pozwala



Cyfrowy zawór proporcjonalny z wbudowanym wytrzymałym sterownikiem

on kontrolować moc generowaną przed wahaniami natężenia wiatru, dzięki czemu stabilizuje się energia pochłaniana przez sieć elektryczną.

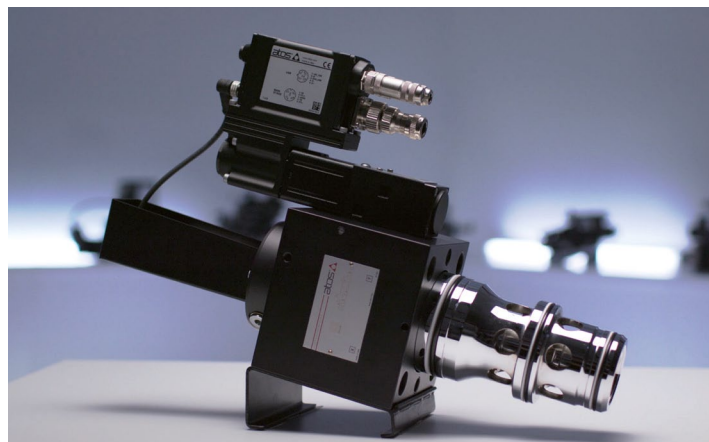
Elektrohydrauliczna kontrola serwowaworem Atosa składa się z:

- a) sterowanego cyfrowo serwowproporcjonalnego zaworu ze zintegrowaną kartą sterującą o wysokiej wydajności, który charakteryzuje:
 - opcjonalna komunikacja fieldbus CANopen, PROFIBUS DP, EtherCAT, POWERLINK, EtherNet/IP i PROFINET,
 - wysoka odpowiedź dynamiczna i doskonała dokładność pozycjonowania suwaka oraz powtarzalność,
 - wzmocnione wykonanie, zwiększające wytrzymałość na wysokie wibracje i uszkodzenia mechaniczne (do 50 G na 3 osiach),
 - wykonanie karty sterującej odpornej na warunki „tropikalne”, o wysokiej wilgotności środowiska zewnętrznego,
 - rozszerzony zakres temperatury otoczenia od -40°C do $+60^{\circ}\text{C}$,
 - zdalne funkcje diagnostyczne;





100%
devoted
to digital
electro
hydraulics



Jesteśmy specjalistami i dzielimy wizję z pasją, wyznaczając nowe standardy w elektrohydraulice poprzez innowacje i kreatywność. Każdy nowy projekt jest wyzwaniem i szansą na poprawę doskonałości naszych produktów. www.atos.com

atos[®] 
the Italian electrohydraulics



Cyfrowe zawory serwoproporcyjne z interfejsem CANbus



Serwocylinder SSI

b) serwocylinder hydrauliczny o konstrukcji do ciężkich warunków pracy, wyposażony w:

- gwintowane pręty walcowane i materiały o wysokiej sprężystości przystosowane do niskich temperatur do -40°C ,
- cyfrowy przetwornik bezdotykowy z cyfrową pozycją SSI, zapewniający dokładne sprzężenie zwrotne pozycji i praktycznie nieskończoną trwałość,
- specjalne uszczelnienia PTFE o niskim tarciu, wypełnione włóknem mineralnym, aby umożliwić najlepszą kontrolę pozycjonowania przy wysokich częstotliwościach (powyżej 5 Hz) dzięki zmniejszeniu tarcia i braku zjawiska poślizgu,
- malowanie w wykonaniu morskim klasy C5-M do ISO 12944, aby zapewnić najlepszą ochronę przed korozją.

Rozwiązania elektrohydrauliczne Atos są preferowanym wyborem kilku producentów elektrowni wiatrowych na całym świecie, którzy doceniają jego doskonałą wydajność

i niezawodność, jaka jest wynikiem lat badań i rozwoju oraz udanych doświadczeń w terenie.

Więcej szczegółowych informacji można znaleźć na stronie www.atos.com.



ATOS S.p.A.

Headquarters - Italy

Via Alla Piana, 57

21018 Sesto Calende - VA

e-mail: info@atos.com

reklama

Które wydanie jest dla Ciebie?

5/2019

Termowizja, monitoring, pomiary

6/2019

Przemysł maszynowy, innowacje
Przemysł 4.0

7-8/2019

Systemy automatyzacji w górnictwie
Automatyzacja transportu szynowego

Węgiel jest surowcem istotnym dla wielu gałęzi gospodarki, w tym między innymi dla przemysłu hutniczego (węgiel koksowy jest niezbędny do produkcji stali, który znajduje się na unijnej liście surowców strategicznych), dla branży AGD, sektora elektronicznego, motoryzacyjnego, technologii włókien węglowych, czy też dla medycyny, energetyki i motoryzacji. Przetworzony węgiel może być czystym źródłem energii. Jest on również paliwem zapewniającym nam bezpieczeństwo energetyczne.

- Zależy nam na prezentacji nowoczesnych i bezpiecznych maszyn i urządzeń wydobywczych, okołogórnicznych oraz maszyn dla energetyki i hutnictwa, w tym robotyki i automatyki, a także kotłów V i wyższej klasy, dzięki którym proces spalania jest bardziej ekologiczny - podkreśla Iwona Gramatyka prezes Polskiej Techniki Górniczej S.A. - Jako PTG EXPO promujemy polski przemysł w Europie i na świecie, a także umożliwiamy naszym przedsiębiorcom prezentację maszyn i urządzeń oraz innowacyjnych rozwiązań.

W br. roku, w ramach targów KATOWICE 2019, odbędą się dwa wydarzenia targowe: Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2019 oraz nowość: Targi EkoSpalanie & EkoTechnologie KATOWICE 2019. Targi te wpisują się w ekologiczny trend światowy oraz walkę ze smogiem, promując ekologiczne rozwiązania. Na tegorocznych targach EkoSpalanie & EkoTechnologie KATOWICE 2019 zostaną udostępnione punkty informacyjne, w których mieszkańcy województwa śląskiego dowiedzą się, jak wypełnić wniosek o dofinansowanie na wymianę instalacji grzewczej. Zaprezentowane zostaną ekologiczne rozwiązania dla domów i mieszkań, które pozwolą zmniejszyć emisję dwutlenku węgla oraz ilość pyłu. Na targach będzie można uzyskać informacje od wystawców na temat ekologicznych i oszczędnych rozwiązań, dotyczących pieców i kotłów nowej generacji, ekologicznych paliw stałych, ociepleń, filtrów, ekologicznego spalania śmieci oraz „SMART HOME”.

TO JUŻ 18. EDYCJA TARGÓW

W 2019 roku odbędzie się 18 edycja Targów Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2019. W jej trakcie, w dniach 10-13 września 2019 roku, wystawcy po raz kolejny wezmą udział w konkursie „Innowacyjny Produkt & Technologie KATOWICE 2019”, który ma na celu promocję nowoczesnych i bezpiecznych urządzeń, przyjaznych człowiekowi i środowisku. Po raz pierwszy w trakcie targów zostanie też zorganizowany przez Polską Technikę Górniczą S.A. konkurs: „Innowacje w Przemysle” dla studentów, m.in. uczelni technicznych. Zadaniem konkursu jest promocja wiedzy i umiejętności technicznych wśród młodych mieszkańców Śląska.

To nic innego, jak inwestycja w przyszłych pracowników regionu, w którym coraz większą rolę odgrywają innowacje oraz gospodarka oparta na wiedzy.

Od przeszło 36 lat Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2019 wpisują się w tradycję ważnych dla Śląska wydarzeń kulturalno-wystawienniczych. PTG EXPO umożliwiła i czynnie włącza się wraz z wystawcami w promocję polskiego przemysłu ciężkiego oraz surowca energetycznego, jakim jest węgiel.

- Zależy nam na promocji rodzimych firm przemysłowych, ich potencjału i możliwości rozwoju na rynku polskim oraz rynkach zagranicznych - zaznacza Iwona Gramatyka. - Celem jest również promowanie nowoczesnego i ekologicznego przemysłu górniczego i energetycznego w województwie śląskim. Warto pamiętać, że górnictwo to niezwykle ważny pracodawca. Jedno miejsce pracy w kopalni generuje 3-4 w jej otoczeniu. Górnictwo to nie tylko producenci węgla, ale także liczna rzesza firm produkujących maszyny i urządzenia dla branży wydobywczej i dostarczających kopalniom różnego rodzaju usługi. To także instytuty naukowo-badawcze oraz wyższe uczelnie. Eksport maszyn i urządzeń górniczych oraz naszego górniczego know-how, a także transfer technologii i wiedzy, może się stać polską specjalnością - ocenia Iwona Gramatyka.



Siłownik płaski beztłoczyskowy DLGF receptą na problemy z przestrzenią zabudowy i kosztami

Siłownik płaski beztłoczyskowy DLGF został zaprojektowany pod kątem zmniejszenia przestrzeni zabudowy i obniżenia kosztów z wykorzystaniem wielokrotnie nagradzanych innowacyjnych cech projektowych.

Mimo tego, że Festo ma największą ofertę siłowników beztłoczyskowych, to stale ją poszerza – mowa tu o nowej linii znakomitych siłowników w wersji *clean*. Siłownik płaski beztłoczyskowy o oznaczeniu DLGF został zaprojektowany w celu zmniejszenia czasu wymaganego na projektowanie oraz kosztów instalacji w rozwiązaniach, w których priorytetem jest przestrzeń zabudowy.

Betzłoczyskowe siłowniki pneumatyczne są zwykle wykorzystywane w zastosowaniach z ograniczoną przestrzenią zabudowy. W siłownikach tego typu zmieniono korpus standardowego siłownika pneumatycznego na wersję płaską, dzięki połączeniu wewnętrznego tłoka bezpośrednio z wózkiem zewnętrznym przez rowek rozciągniętego profilu. Tłok i wózek pracują na całej długości siłownika, a uszczelnienie rowka zapewnia utrzymanie odpowiedniego ciśnienia powietrza. W obu końcach siłownika znajdują się pokrywy końcowe oraz układ amortyzacji – oszczędność prawie 50% długości standardowego układu tłoczyska.

Siłownik płaski beztłoczyskowy DLGF z Festo został zaprojektowany pod kątem zmniejszenia wymaganej przestrzeni zabudowy i obniżenia kosztów z wykorzystaniem wielokrotnie nagradzanych innowacyjnych cech projektowych. Siłownik ma bardzo niski owalny profil i jest odpowiedni do małych i średnich obciążeń. Siłownik DLGF jest dostępny ze średnicami 20, 25, 32 i 40 mm przy długości skoku do 1000 mm. Jest



idealnym rozwiązaniem do zastosowań, w których wymagana jest bardzo mała przestrzeń zabudowy, np. *pick and place*, przenoszenie małych części i manipulowanie drobnymi elementami.

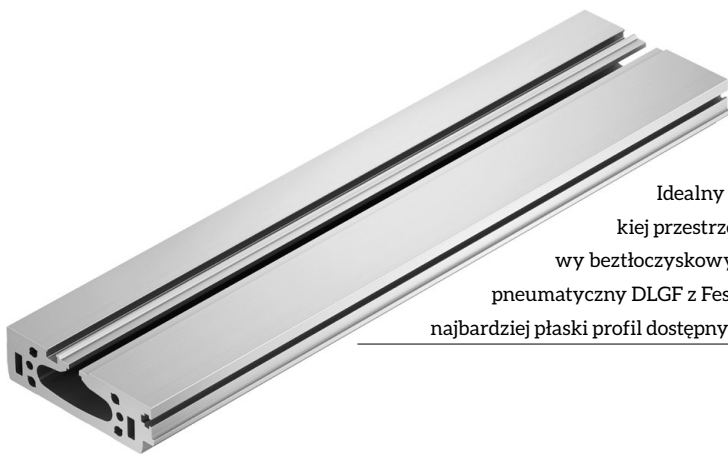
Projektując siłownik beztłoczyskowy DLGF, Festo starało się opracować rozwiązanie o wysokiej wydajności w bardzo konkurencyjnej cenie. Samonastawna amortyzacja PPS w siłowniku DLGF zapewnia optymalną amortyzację niezależnie od wartości przemieszanej masy. Oszczędza to czas instalacji, zwiększa niezawodność procesów, eliminując przy tym nadmierne

drżania i wibracje, które mogłyby wpływać negatywnie na wydajność urządzenia i niezawodność produktu, a także generować niepotrzebny hałas. Nowa technika uszczelnień redukuje przecieki powietrza, zapewniając niższe koszty eksploatacji i większą żywotność.

Siłownik DLGF oszczędza wiele czasu projektantom. Duże możliwości



Duże możliwości konfiguracji – beztłoczyskowy siłownik DLGF z Festo ze zintegrowanym mocowaniem oraz przyłączami redukuje czas i koszty związane z projektowaniem oraz zwiększa niezawodność działania



Idealny do niewielkiej przestrzeni zabudowy beztłoczkowy siłownik pneumatyczny DLGF z Festo oferuje najbardziej płaski profil dostępny na rynku

konfiguracji i szeroki wybór pozycji przyłączy zasilających umożliwiają optymalne doprowadzenie przewodów do siłownika, zwiększając tym samym elastyczność montażu w niewielkich przestrzeniach zabudowy. Możliwość doboru amortyzacji lub zamontowania w dowolnej chwili w razie potrzeby. W przypadku siłownika DLGF jako część systemu, a nie pojedynczego komponentu, Festo udało się wyeliminować potrzebę zastosowania bloków przyłączeniowych i adapterów, eliminując tym samym czas i koszty na projektowanie i dobór dodatkowych komponentów.

Zamiast tego wózek ma w górnej części interfejs dla precyzyjnych pneumatycznych jednostek mini, np. nowego rozwiązania Festo DGST w połączeniu X-Z, lub dla maksymalnie trzech siłowników kompaktowych po stronie bocznej. Zintegrowane interfejsy nie tylko redukują czas i koszty związane z projektowaniem, ale także zwiększają dokładność i powtarzalność podczas pracy oraz eliminują masę i obciążenie związane z dodatkowymi płytami mocującymi, co może zwiększać zużycie i zmniejszać żywotność.

Połączenie dwóch jednostek DLGF jest bardzo proste: wystarczy połączyć oba siłowniki, aby zbudować chwytak

o długim skoku lub zastosować dwa siłowniki o różnym skoku w aplikacjach pozycjonowania z położeniem pośrednim, np. ruch z trzema położeniami.

Projektanci i konstruktorzy maszyn mogą w szybki sposób dobrać najlepszą opcję siłownika DLGF do swojego rozwiązania – wystarczy wprowadzić tylko cztery parametry do konfiguratora produktów Festo. W magazynie dostępna jest szeroka gama standardowych wersji, co znacznie skraca czas dostawy. ■

Więcej informacji oraz dane techniczne można znaleźć na stronie: www.festo.pl

FESTO

FESTO Sp. z o.o.

ul. Mszczonowska 7

05-090 Raszyn

tel. 22-711 41 00

fax 22-711 41 02

e-mail: festo_poland@festo.com

www.festo.pl

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

Hydrauliczna technologia hybrydowa

Downsizing* silników Diesla w walcach drogowych jako przykład redukcji kosztów eksploatacyjnych

„W jaki sposób mogę efektywniej korzystać z moich maszyn?” – to podstawowe pytanie nurtujące wszystkich właścicieli oraz użytkowników maszyn drogowych.

W współpracy z firmą HYDAC firma HAMM AG opracowała dla swoich Klientów walce drogowe z hydraulicznym napędem hybrydowym, rozwiązanie to w praktyce pozwala zaoszczędzić nawet 15% oleju napędowego.

Dla użytkowników mobilnych maszyn roboczych redukcja kosztów eksploatacji jest priorytetowym zadaniem. Maszyny z napędem hybrydowym stanowią rozwiązanie w tym zakresie.

Niezależnie od tego, o jaką kategorię maszyn chodzi, znajdziemy zarówno elektryczne, jak i hydrauliczne rozwiązania produkowane seryjnie, które w ostatnich latach ewoluowały, a dzisiaj już można powiedzieć, że sprawdziły się na rynku.

Mamy tu często do czynienia z „downsizingiem” silnika Diesla, który w połączeniu z hybrydyzacją umożliwia znaczne oszczędności paliwa. W zależności od maszyny i procesu roboczego także różne funkcje odzyskiwania energii mogą przyczynić się do podwyższenia efektywności energetycznej.



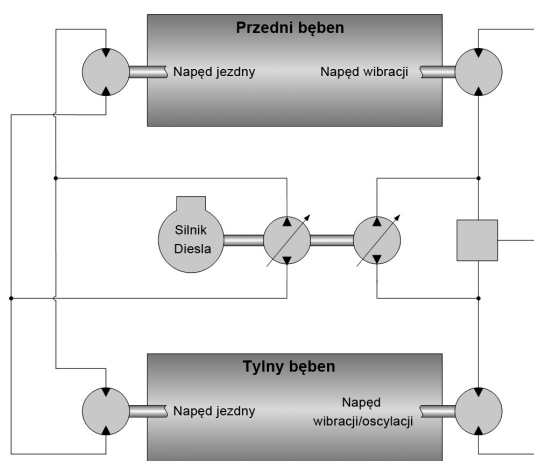
W jaki sposób walec drogowy zagęszcza podłoże?

W walcach tandemowych stosowanych do asfaltu punktem wyjścia do hybrydyzacji jest typowy cykl roboczy, który charakteryzuje się znaczącymi wzrostami – „pikami” wydajności silnika wysokoprężnego podczas ruszania w obu kierunkach. W związku z tym warto nieco bardziej szczegółowo przyjrzeć się topologii układu napędowego maszyn.

Tak zwane dynamiczne systemy zagęszczania uznawane są obecnie za najnowocześniejszą technologię. W wyniku wirowania ciężarów odśrodkowych napędzanych silnikami hydraulicznymi, w zależności od wersji maszyny generowane są wibracje lub ruchy oscylacyjne bębnowalcowych. Niezbędna siła zagęszczania osiągana jest podczas jazdy walca z aktywnymi wibracjami po wcześniej położonym gorącym asfalcie.

Rys. 1 pokazuje uproszczony schemat napędu walca tandemowego. Napęd walców realizowany jest poprzez zamknięty obwód hydrostatyczny z pompą o zmiennej wydajności

i silnikami hydraulicznymi o stałym wydatku. Napęd systemów wibracji/oscytacji w przednich i tylnych bębnach rolkowych odbywa się również w obwodzie zamkniętym.



Rys. 1. Schemat standardowego systemu napędowego walca tandemowego

Cykl obciążenia z potencjałem „downsizingu”

W trakcie procesu cofania maszyna jest hamowana i równocześnie wibracje/oscyłacje zostają zatrzymane. Oba procesy muszą być dokładnie skoordynowane celem uzyskania optymalnego wyniku zagęszczania asfaltu.

Podczas ruchu maszyny w przeciwnym kierunku walec musi przyspieszyć. Osiągane jest to za pomocą napędu jezdno. W tym samym czasie lub z niewielkim przesunięciem czasowym musi zostać ponownie uruchomiony napęd wibracji/oscyłacji. Skutkuje to znacznymi skokami obciążenia silnika Diesla, co pokazano na schemacie – rys. 2.

Klasa wydajności wymaganego silnika spalinowego (ICE) jest determinowana głównie przez wymienione wcześniej „piki” – szczytowe wartości obciążenia.

Podczas procesu zagęszczania ze stałą prędkością ruchu, np. z prędkością 6 km/h, konieczna moc silnika Diesla jest znacznie niższa od tej, która jest potrzebna przy wyżej wspomnianych szczytowych wartościach obciążenia.

Opisana charakterystyka cyklu obciążenia sugeruje zastosowanie działań hybrydyzacyjnych, które umożliwiają „downsizing” silnika Diesla.



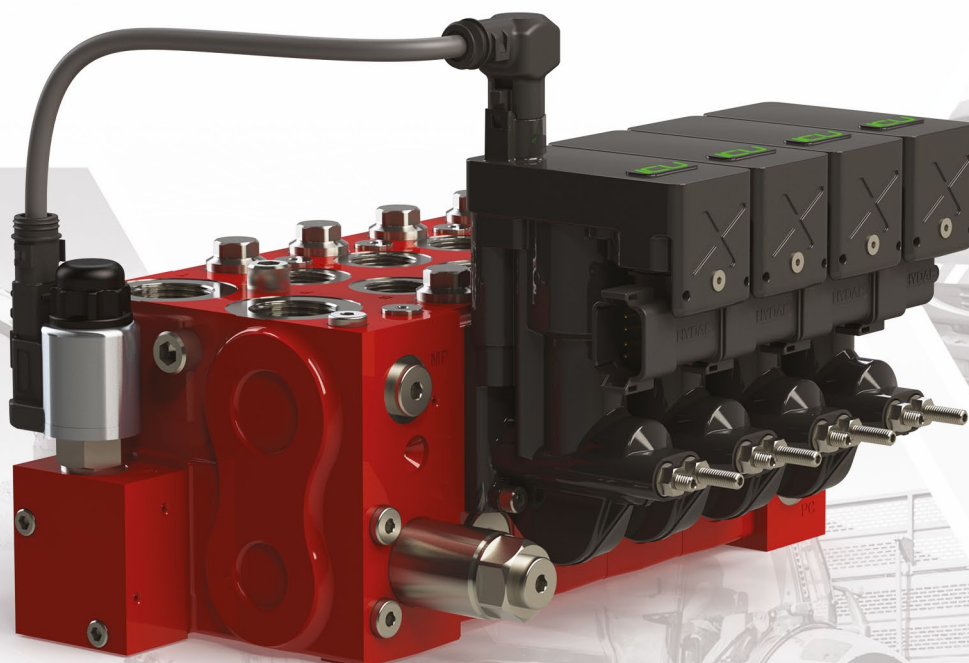
RS 160

rozdzielacz sekcyjny $Q_{max} = 60 \text{ l/min}$;
 $p_{max} = 250 \text{ bar}$



RS 210

rozdzielacz sekcyjny $Q_{max} = 70 \text{ l/min}$;
 $p_{max} = 300 \text{ bar}$



LX-ICU

LX-ICU rozdzielacz sekcyjny
ze sterowaniem ICU



LX-6

rozdzielacz sekcyjny ze sterowaniem
Load-Sensing $Q_{max} = 180 \text{ l/min}$;
 $p_{max} = 350 \text{ bar}$



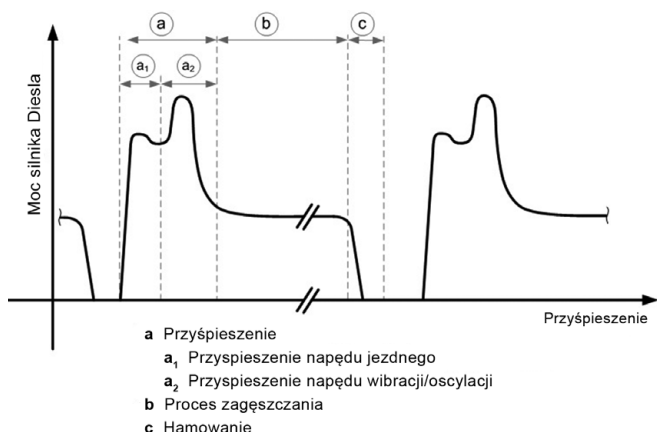
DX-6

rozdzielacz sekcyjny w sterowaniu
elektro-hydraulicznym $Q_{max} = 140 \text{ l/min}$;
 $p_{max} = 350 \text{ bar}$

ZALETY ROZWIĄZANIA LX-ICU:

- Sterowanie suwaka za pomocą silnika krokowego
- Wysoka dynamika pracy $< 50 \text{ ms}$
- Precyzja i powtarzalność $< 1\%$
- Brak histerezy (kontrola pozycji w pętli)
- Kontrola poprzez magistrale CAN
- Automatyczna kalibracja
- Opcje dodatkowe: pomiar ciśnienia





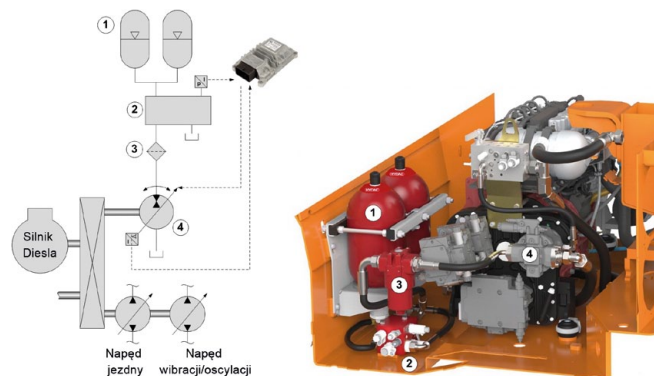
Rys. 2. Typowy cykl obciążenia silnika Diesla w walcach tandemowych do zagęszczania asfaltu

Mniejszy silnik Diesla pokrywa w tym przypadku podstawowe obciążenie, a wartości szczytowe mocy – „piki” – pokrywane są przez dodatkowy hybrydowy napęd hydrauliczny. W ten sposób można zmniejszyć zarówno zużycie paliwa, jak też emisję CO₂. Jeżeli istnieje taka konieczność, to można również znacznie uprościć układ oczyszczania spalin oraz zredukować koszty konserwacji i eksploatacji.

W tym kontekście duży potencjał „downsizingu” istnieje w maszynach średniej wielkości, na przykład w tych o masie roboczej około 9 ton. Firma HAMM AG we współpracy z firmą HYDAC, stosując jednostkę hybrydową, była w stanie zastąpić silnik Diesla o mocy 85 kW silnikiem o mocy 55,4 kW. Innym czynnikiem, który pozwolił na znaczną redukcję mocy silnika wysokoprężnego, jest zastąpienie przez firmę HAMM hydraulicznego napędu wentylatora energooszczędną wersją elektryczną. Także dalsze działania, mające na celu optymalizację sprawności energetycznej układu napędowego oraz zmieniony układ kierowniczy, spowodowały redukcję zapotrzebowania na moc.

Technologia hydrauliczno-hybrydowa zapewnia wymierne korzyści

Co dla zasady, to różne technologie hybrydowe są dostępne nie tylko w obszarze mobilnych maszyn roboczych. Oprócz rozwiązań elektrycznych z bateriami lub kondensatorami dwuwarstwowymi można również stosować tzw. systemy magazynowania z kołem zamachowym – „wolne koło”. Jednakże w kontekście projektu „Walców tandemowych do asfaltu” to właśnie rozwiązania hydrauliczne wnoszą znaczące zalety. Napędy hydrauliczne już od dziesięcioleci są najnowocześniejszą technologią dla tego typu mobilnych maszyn roboczych i co za tym idzie – dostępna jest również niezbędna wiedza w zakresie komponentów hydraulicznych. Dla firmy HAMM AG decydującym czynnikiem przy dokonywaniu wyboru była również łatwość obsługi serwisowej. Wysoka gęstość objętościowa akumulatora hydraulicznego oraz jednostki hydrostatycznej stanowią istotną zaletę w kontekście ograniczonej ilości dostępnego miejsca na instalację. Szczególnie ważne są dwa aspekty: łatwość montażu systemu oraz wyjątkowa wytrzymałość akumulatorów hydraulicznych, które bez problemu



Legenda: 1. Hydroakumulator (2 x 10 l) 2. Blok sterowniczy 3. Filtr 4. Jednostka hybrydowa HMP

Rys. 3. Schemat ideowy napędu hybrydowego walca tandemowego (HD+90i PH)

wytrzymują szczególnie silne, stałe wibracje oraz wysokie temperatury. Jeśli chodzi o topologię systemów hybrydowych, możemy wybierać spośród metod szeregowych, równoległych lub opartych na podziale mocy. W przedstawianym układzie napędowym z dwoma głównymi odbiornikami hydraulicznymi (napęd jezdny i napęd wibracyjny/oscylacyjny, patrz rys. 1) bardzo korzystne jest centralne wejście/wyjście energii na mechanicznym interfejsie z połączeniem do silnika Diesla. Dzięki pokazanej na rys. 3 topologii jednostki hybrydowej, wymagana funkcja doładowania jest uzyskana bez większych zmian w koncepcji napędu (wygładzenie charakterystyki obciążenia maksymalnego).

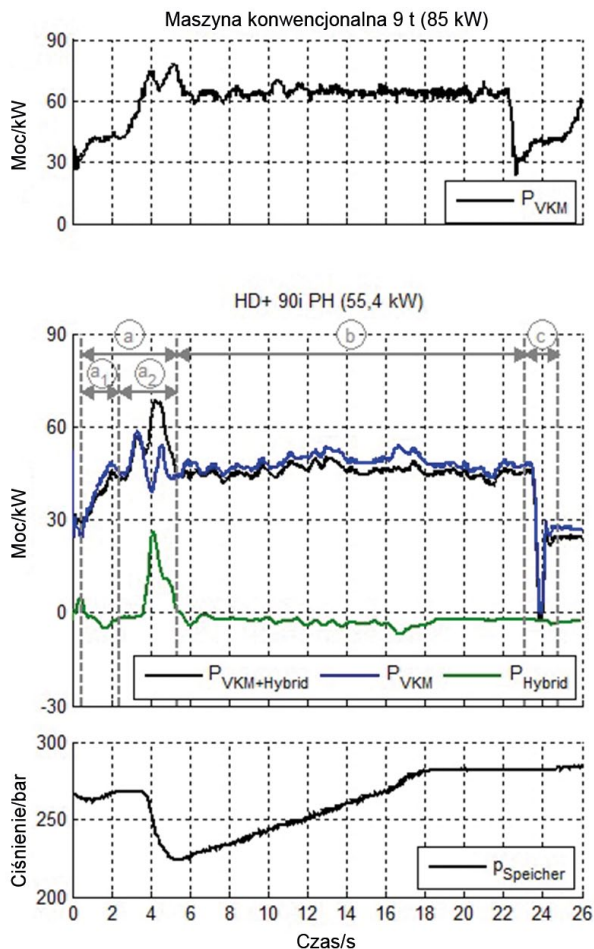
Walce tandemowe z napędem „Power Hybrid” (HD + 90i PH) wyposażone są w przekładnię/skrzynię przekładniową (TG), do której podłączone są pompa napędu jezdznego oraz pompa wibracyjna/oscylacyjna. Dodatkowo, poprzez skrzynię przekładniową (TG), jednostka hybrydowa (HMP – *Hydraulic Moto Pump*) połączona jest z silnikiem Diesla o mocy 55,4 kW.

Zestaw 2 akumulatorów o sumarycznej nominalnej objętości 20 litrów (dwa akumulatory pęcherzowe firmy HYDAC, każdy o objętości nominalnej 10 l) ładowane i rozładowywane poprzez blok kontrolny HYDAC. Cykl ładowania i rozładowywania realizowany jest poprzez zmianę kąta wychylenia jednostki hybrydowej. W trybie pracy pompy energia jest tymczasowo magazynowana.

W trakcie doładowywania jednostka HMP pracuje w trybie silnika. Przy prędkości obrotowej silnika Diesla 2300 obr./min, prędkości obrotowej jednostki HMP około 3000 obr./min i jej pełnym kącie wychylenia oraz przy maksymalnym ciśnieniu akumulatora 280 barów można uzyskać czasowo dodatkową moc doładowania – około 20 kW. Funkcje hybrydowe sterowane są za pomocą sterownika HYDAC HY-TTC 30 połączonego z maszyną poprzez ECU (*Electronic Control Unit*).

Zakończone sukcesem próby i testy

Celem weryfikacji opracowanego napędu hybrydowego przeprowadzono intensywne próby, testy oraz pomiary. W tym celu dokonano porównania maszyny konwencjonalnej z zakresu maszyn 9-tonowych (silnik Diesla o mocy 85 kW) z maszyną hybrydową HD + 90i PH (silnik Diesla o mocy 55,4 kW).



Rys. 4. Porównanie wyników pomiarów maszyny konwencjonalnej do hybrydowego walca tandemowego

Rys. 4 pokazuje przykłady zmierzonych danych cyklu, fazy operacyjne zostały pokazane na rys. 2.

W fazie a2 wartość szczytowa mocy jest „wygładzona” – kompensowana poprzez energię dostarczaną przez jednostkę hybrydową, a obciążenie silnika Diesla jest zredukowane.

Podczas procesu zagęszczania asfaltu przy stałej prędkości jazdy (faza b) potrzeba dużo mniej mocy z silnika Diesla, mimo tego, że równocześnie następuje ładowanie akumulatorów hydraulicznych (wzrost ciśnienia).

W uzupełnieniu testów i badań przeprowadzono również pomiary zużycia paliwa w cyklach testowych zbliżonych do warunków realnej pracy. Porównano zużycie paliwa pomiędzy konwencjonalną maszyną (9 ton, 85 kW) a maszyną hybrydową (HD + 90i PH, 55,4 kW). W zależności od rodzaju cyklu maszyna hybrydowa zużywała około 15% mniej paliwa.

Celem uzyskania szerszej bazy danych zarówno maszyna konwencjonalna, jak też i maszyna hybrydowa zostały wyposażone w przenośne urządzenia do rejestracji danych. Zużycie paliwa było rejestrowane w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych przez około 230 godzin pracy na placach budowy i wyniki zostały porównane. Metoda ta potwierdziła uzyskanie takich samych oszczędności paliwa, jak w trakcie badań testowych.

Koncentracja na akceptacji użytkownika/operatora maszyny

W trakcie prac rozwojowych nad hydraulicznym systemem hybrydowym, szczególnie w zakresie oprogramowania i funkcjonalności, uwaga firm HAMM i HYDAC była wyraźnie skoncentrowana na użytkownikach końcowych.

Operatorzy walców nie byli w stanie wykryć żadnej różnicy w pracy i w wydajności pracy pomiędzy maszyną hybrydową o mocy 55,4 kW, a maszyną konwencjonalną z silnikiem o mocy 85 kW.

Dlatego też w roku 2017 wiele 9-tonowych walców z napędem hybrydowym było eksploatowanych na różnych placach budowy (w centrach miast, na drogach krajowych oraz autostradach) całej Europy.

Użytkownicy – firmy STRABAG w Niemczech, NCC w Szwecji, EIFFAGE we Francji, a także operatorzy maszyn – byli zgodni, że w zakresie obsługi i wydajności pracy nie zauważono żadnej różnicy w stosunku do maszyn konwencjonalnych. Również jakość zagęszczenia asfaltu była prawidłowa, co potwierdzono w testach laboratoryjnych.

Po setkach godzin pracy to przede wszystkim operatorzy maszyn chwalili obniżoną emisję hałasu wynikającą z mniejszego silnika Diesla. Co więcej, oszczędności paliwa w wysokości 15% uzyskane w testach mogły zostać potwierdzone, a w niektórych przypadkach okazały się nawet wyższe. Dodatkowym plusem dla użytkowników maszyn są niższe nakłady na konserwację. Silnik wysokoprężny o mocy 55,4 kW pracuje bez katalizatora SCR, dlatego też nie ma potrzeby stosowania AdBlue.

Obecnie firma HAMM oferuje seryjny walec wibracyjny Power Hybrid HD + 90i PH w sześciu różnych wersjach. Dzięki temu można wybrać różne opcje oscylacji i wibracji.

W związku z wymogami prawodawstwa unijnego w zakresie emisji na poziomie 5, uwaga producentów mobilnych maszyn roboczych została ostatnio skierowana specjalnie do tych modeli, których silniki spalinowe mieszczą się w zakresie od 19 kW do 37 kW.

Poziom emisji 5 wywiera poważny wpływ na wiele maszyn z tej kategorii – wymagają one takich technologii, jak: system wtryskowy Common Rail i oczyszczanie spalin (filtry cząstek i/lub SCR).

Wielkie wyzwania istnieją zarówno w zakresie kosztów, jak i miejsca do zabudowy.

Także w tym przypadku hydrauliczne systemy hybrydowe w połączeniu z mniejszym silnikiem Diesla o mocy poniżej 19 kW mogą stanowić korzystną alternatywę. ■

* Downsizing - w technice motoryzacyjnej określenie to odnosi się do zastępowania większego układu napędowego mniejszym o tych samych parametrach.

Kontakt: Daniel Feld - Inżynier ds. Rozwoju

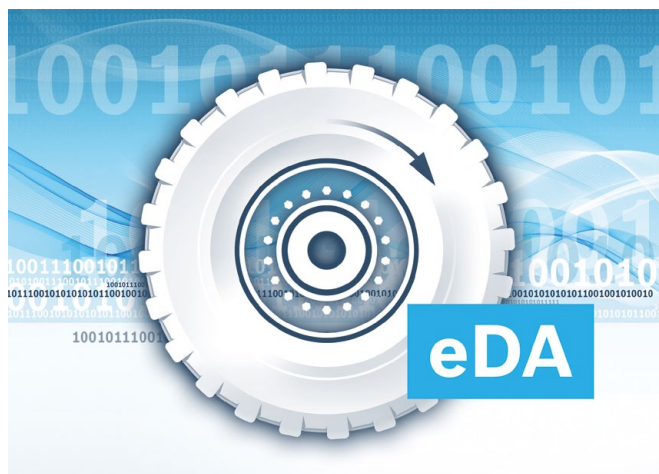
Zwiększanie wydajności i wartości dodanej pojazdów roboczych

W zestawie specjalnie dobranych podzespołów i składników oprogramowania firma Bosch Rexroth oferuje elektroniczną odmianę swoich hydraulicznych systemów sterowania DA, które charakteryzują się wysokim komfortem jazdy i niezawodnością. System eDA jest przeznaczony przede wszystkim do ładowarek kołowych i telehandlerów oraz wózków widłowych, ale może być przydatny także w innych aplikacjach, w których dotychczas używany był konwencjonalny system sterowania DA. W wersji podstawowej z pompą napędową A4VG z pełnym wyposażeniem elektronicznym i silnikiem hydraulicznym A6VM, ten system elektrohydrauliczny otwiera nowe możliwości w dziedzinie budowy maszyn i ekspansji ich producentów.

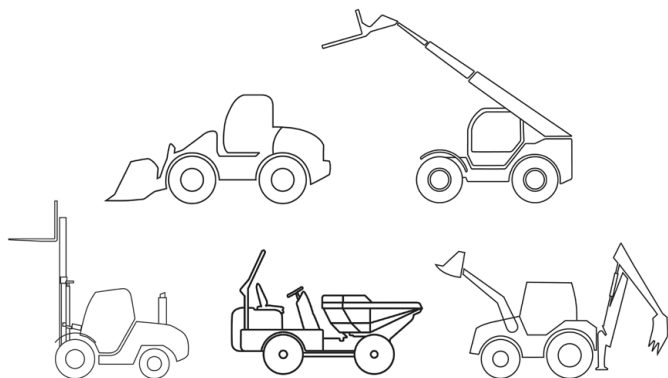
Dopuszczalne limity emisji spalin stają się coraz bardziej restrykcyjne, koszty paliwa rosną, a dodatkowe funkcje stają się coraz bardziej istotne. Elektroniczne systemy sterowania napędami hydraulicznymi pojazdów roboczych mogą być rozwiązaniem tych problemów. System eDA to rozbudowany pakiet firmy Bosch Rexroth, który zawiera elektroniczny, zależny od prędkości system sterowania przekładniami hydrostatycznymi.

W przypadku napędów o bardziej złożonej architekturze z zarządzaniem przekładnią nadal najlepszym rozwiązaniem jest sprawdzony system sterowania BODAS-drive DRC. BODAS-drive eDA, jako alternatywa dla ściśle hydraulicznych systemów sterowania DA, to atrakcyjne rozwiązanie elektroniczne w przypadku prostszych architektur napędu.

BODAS-drive eDA to przyszłościowy i skalowany system sterowania. Jest on dostępny w wersji całkowicie zaprogramowanej lub jako otwarty system do rozbudowy. Graficzny interfejs użytkownika, w połączeniu z praktycznymi podpowiedziami, ułatwia uruchamianie. Parametryzacja fabrycznie zaprogramowanych funkcji jest oparta na ustalonych



BODAS-drive eDA to przyszłościowy i skalowany system sterowania do hydrostatycznych napędów jezdnych. Jest on dostępny w wersji całkowicie zaprogramowanej lub jako otwarty system do rozbudowy.



Zastosowania

parametrach fizycznych maszyny. Liczba parametrów dynamicznych jest ograniczona, a w strukturze oprogramowania zminimalizowano wzajemne zależności. Cały system jest oparty na systematycznej stopniowej optymalizacji. Klienci mogą z łatwością zintegrować określone i wymagane funkcje, takie jak elementy sterujące albo funkcje dotyczące napędu jezdnych, hydrauliki siłowej lub instalacji elektrycznej pojazdu, bądź też opracować je wspólnie z firmą Bosch Rexroth. Nowa generacja pomp A4VG serii 35 idealnie pasuje do oprogramowania BODAS-drive eDA. Dzięki zintegrowanym czujnikom jest ona dobrze przystosowana do pracy w napędach jezdnych z wyposażeniem elektronicznym. Projekt został zoptymalizowany na podstawie spektrów obciążenia napędów jezdnych. Przyniosło

Transforming Mobile Machines

Now. Next. Beyond.

Inteligentne maszyny robocze dzięki wykorzystaniu parametrów pracy układu hydraulicznego?
Odkryj nowe możliwości.



Dowiedz się więcej:
boschrexroth.com/mobile-hydraulics

rexroth
A Bosch Company

to zwartą konstrukcję o wysokiej gęstości mocy oraz ciśnieniu znamionowym 400 barów i maksymalnym 530 barów. W połączeniu ze sprawdzonym silnikiem o zmiennej chłonności A6VM umożliwia optymalną budowę systemu. Podobnie jak serię 71 firma Bosch Rexroth zoptymalizowała go pod kątem sprawności i wyposażyla w specjalnie dobrany interfejs elektroniczny oraz zintegrowany czujnik prędkości.

Elektroniczny moduł sterujący SRC-eDA nowej serii 40 służy jako centralny interfejs oprogramowania i wszystkich podzespołów. Można umieścić go w dowolnym miejscu w pojeździe i zawiera różne funkcje związane z napędem jazdy. Ponadto na podstawie planu monitorowania realizuje funkcje zabezpieczeń

zgodnie z normą EN ISO 13849. Ułatwia to proces weryfikacji i umożliwia sprawne projektowanie bezpiecznych maszyn. Pakiet specjalnie dobranych składników eDA umożliwia digitalizację napędów hydrostatycznych. Funkcje takie, jak napęd ECO, tryb impulsowy, różne tryby pełzające, różne tryby napędu lub zmienne zachowanie biegu wstecznego umożliwiają konstruowanie nowatorskich i przyszłościowych maszyn roboczych na bazie układów napędowych o prostej architekturze.

Zainteresowani producenci maszyn mogli się dowiedzieć więcej o funkcjach i możliwościach pakietu eDA do napędów na Targach Bauma 2019, które odbyły się w dniach 8–14.04.2019 w Monachium, w Niemczech. ■

Niewielkie wymiary i wysoka dokładność pomiaru

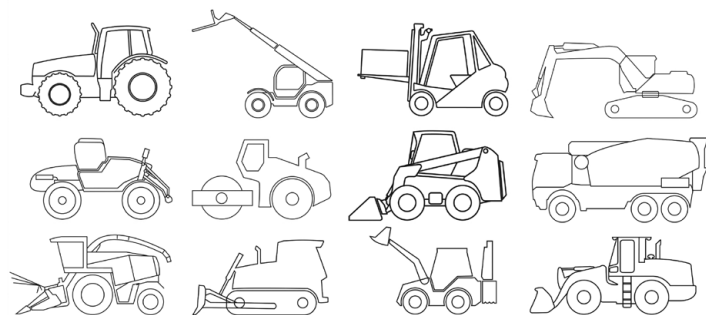
Czujnik ciśnienia BODAS PR4

Podstawowym warunkiem sterowania różnymi funkcjami samojezdnych maszyn roboczych jest pomiar ciśnienia w układach hydraulicznych. Na montaż odpowiedniego czujnika niezbędnego do pomiaru ciśnienia hydraulicznego często pozostaje niewiele miejsca.

Z myślą o zastosowaniach w maszynach samojezdnych, a także w urządzeniach hydraulicznych o zastosowaniach stacjonarnych, firma Bosch Rexroth oferuje zminiaturyzowany czujnik ciśnienia BODAS PR4, odznaczający się wieloma zaletami i prostym montażem. Sygnał z czujnika może być przetwarzany bezpośrednio w sterowniku RC BODAS lub innych sterownikach. Czujnik ciśnienia BODAS PR4 nadaje się do użytku w praktycznie dowolnej mobilnej maszynie roboczej, zarówno w maszynach budowlanych i rolniczych, jak i w przenośnikach.



PR4 czujnik ciśnienia



Zastosowania

Korzyści dla klientów

- Kompaktowa budowa i prosty montaż.
- Wysoka dokładność i niezawodność pomiaru.
- Odporność na wibracje i wysoka stabilność temperaturowa.
- Wewnętrzna diagnostyka usterek.
- Dostępność także w wersji z sygnałem cyfrowym (SENT).
- Moment dokręcenia do 45 Nm.
- Wysoki standard jakości Bosch Automotive.

Funkcje i zalety

Wysoka dokładność i niezawodność pomiaru

Funkcję elementu pomiarowego w czujniku BODAS PR4 pełni stalowa membrana, na którą naniesiony jest mostek rezystancyjny wykonany w technice cienkowarstwowej. Odnacza się on bardzo wysoką dokładnością pomiaru. Wartość 1,5% (wersje analogowe) lub 1,4% (wersje SENT) na przestrzeni całego zakresu temperatur i w ciągu całego okresu eksploatacji wynoszącego 10 000 roboczogodzin lub 15 lat oznacza, że dokładność pomiaru jest bardzo wysoka.

Czujnik PR4 odznacza się rewelacyjną niezawodnością i odpornością na wibracje, skoki ciśnienia i temperatury. Ponadto charakteryzuje się wysokim stopniem ochrony IP67 i IP69K. Pod względem kompatybilności elektromagnetycznej (właściwości EMC) wykazuje się odpornością powyżej 150 V/m.

Wewnętrzna diagnostyka usterek

Istotną funkcją czujnika PR4 jest wewnętrzna diagnostyka usterek, której wyniki mogą być przekazywane do sterownika RC BODAS w formie sygnału wyjściowego zarówno z analogowych, jak i cyfrowych wersji SENT.

Dane techniczne

Czujnik ciśnienia BODAS PR4	
Element pomiarowy:	Element ze stali nierdzewnej
Zakresy ciśnienia:	50, 280, 420, 600 barów
Napięcie zasilania:	5 V ± 0,25 V (max. 18 V)
Sygnały czujnika:	Analogowy sygnał ratiometryczny: 0,5–4,5 V dla napięcia zasilania 5 V lub SENT zgodnie z SAE J2716
Stopień ochrony:	IP67 i IPX9K
Wtyczka elektryczna:	Bosch Compact 1.1a, 3 pin
Przyłącze do medium:	G1/4 A i M14 x 1,5
Dokładność pomiaru:	<1,5% (czujnik analogowy) <1,4% (czujnik SENT)
Zakres temperatury otoczenia:	od -40 do + 140°C
Zgodność CE:	Zgodnie z dyrektywą EMC 2014/30/UE (EN ISO 14982 i EN 13309)
Aprobata typu E1:	UN ECE 10 Rev4
Zabezpieczenia elektryczne:	Zabezpieczenie przed odwróceniem polaryzacji, zwarcie i spadkiem napięcia; zabezpieczenie przed przepięciem w wyznaczonym zakresie napięcia zasilania
MTTFd:	Dostępne wartości MTTFd wyliczone zgodnie z ISO 13849-1:2008-12
ROHS:	Spełnia wymagania EU-RoHS2
Moment dokręcenia:	Do 45 Nm
Karta katalogowa:	95156

Czujnik sprawdza i sygnalizuje następujące stany: dostępność, ciśnienie, temperaturę, działanie ROM/RAM, zbyt wysokie/niskie napięcie zasilania, zbyt wysoki/niski poziom na wejściu sygnału ADC.

Cyfrowy sygnał wyjściowy SENT z wieloma zaletami

Oprócz wersji PR4 z analogowym sygnałem wyjściowym, czujnik występuje także w wersji z cyfrowym sygnałem SENT. Cyfrowy sygnał przewyższa pod wieloma względami analogowe przesyłanie danych, np. zapewnia lepszą dokładność danych pomiarowych, gdyż nie występuje osłabienie sygnału na drodze między czujnikiem a sterownikiem elektronicznym. Przy ciśnieniu wynoszącym 600 barów, dokładność pomiaru może być nawet o 14 barów lepsza niż w przypadku sygnału analogowego.

Także w kwestii kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) sygnał SENT odznacza się większą odpornością, ponieważ sygnały analogowe są znacznie bardziej podatne na zakłócenia wywoływane przez pole elektromagnetyczne.

Ponadto w wersji cyfrowej skuteczniej działa funkcja diagnostyki, ponieważ do każdej usterki może zostać dokładnie przypisany kod usterki. Bezpieczeństwo transmisji może także zostać zagwarantowane na poziomie protokołu komunikacyjnego, który np. zapobiega błędom transmisji za pomocą kontroli CRC (*Cyclic Redundancy Check*).

W wariacie SENT czujnik PR4 jest też w stanie mierzyć temperaturę i wysłać tę informację razem z sygnałem ciśnienia.

Moment dokręcenia do 45 Nm

W przeciwieństwie do wielu innych czujników moment dokręcenia czujnika PR4 wynosi aż 45 Nm, co zapewnia bardzo dobre mocowanie.

Wysoki standard jakości Bosch Automotive

Ponieważ BODAS PR4 jest czujnikiem z platformy Automotive, jest wytwarzany według wysokich standardów jakościowych Bosch Automotive Electronics. ■

rexroth
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

tel. 22-738 18 00

fax 22-758 87 35

e-mail: info@boschrexroth.pl

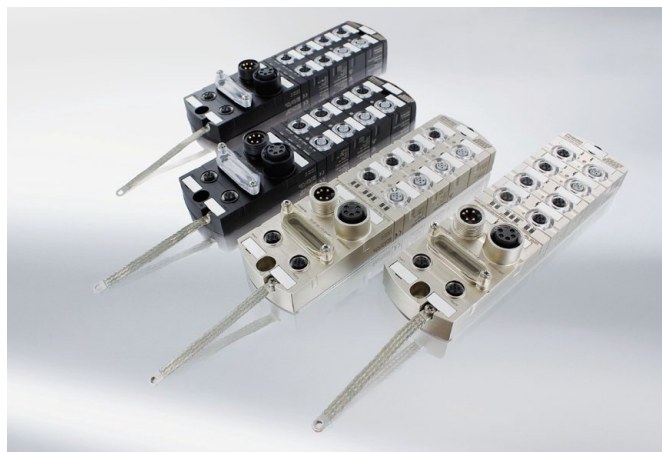
www.boschrexroth.pl

IO-Link Murrelektronik

Łatwy w użyciu

Moduły sieciowe MVK Metal i Impact67 zastosujesz dokładnie tam, gdzie chcesz. Doskonale nadają się do integrowania urządzeń IO-Link. Zalety: szybka integracja i szybkie czasy uruchomienia przy maksymalnej elastyczności.

Podstawową cechą łatwej integracji jest IODD on Board – innowacyjna technologia Murrelektronik. Dane parametryczne czujnika i elementu wykonawczego przechowywane w IODD (*IO Device Description*) są bezpośrednio rejestrowane w plikach GSDML modułów MVK Metal i Impact67. Jeśli urządzenia – np. czujniki lub wyspy zaworowe – są podłączone,



można się dostać do danych bezpośrednio i wygodnie poprzez oprogramowanie sterownika, bez konieczności ręcznego ustawiania parametrów i bez specjalnych narzędzi.

To znacznie ułatwia czasochłonny dotychczas proces, w ramach którego trzeba było każde nowe urządzenie IO-Link osobno integrować z oprogramowaniem. Dobrze jest więc gromadzić dane w sterowniku. Jeszcze większe korzyści przynosi to w przypadku maszyn seryjnych, ponieważ raz utworzoną konfigurację można wielokrotnie kopiować do innych aplikacji.

Interesujący jest fakt, że parametryzację urządzenia można opracować na komputerze w biurze – nie ma już potrzeby wykonywania tego podczas uruchomienia maszyny na produkcji. Dane parametryczne wyświetlane są w formie tekstowej (a nie jako wartość HEX), co ułatwia ich śledzenie. Ułatwia to również walidację maszyn i systemów.

Konfigurowalne moduły pozwalają również oszczędzić czas w przypadku niestandardowych aplikacji. Tryb automatycznej konfiguracji przyspiesza uruchomienie, ponieważ eliminuje konieczność ustawiania parametrów wejść i wyjść – kanały pracują tak, jak wymaga tego kontroler.

Praktycznie rzecz biorąc: IODD nowego zasilacza impulsowego Emparro67 Hybrid umożliwia parametryzację zakresów prądu kanałów MICO i wymianę różnych danych diagnostycznych poprzez kontroler. Dzięki IO-Link master urządzenia są łatwe w użyciu. ■

Murrelektronik Sp. z o.o.
www.murrelektronik.pl

Żaden inny system automatyki przemysłowej nie przyniesie takiego zysku, jak moduły pasywne ze wstępnie zarobionymi złączami

Mniej wysiłku, mniej kłopotów

Coraz większa złożoność maszyn i instalacji elektrycznych to również rosnący poziom automatyzacji. Celem jest dostarczenie maszyny, która zwiększy przewagę konkurencyjną. Niejednokrotnie prowadzenie odrębnego okablowania jest czasochłonne i trudne – konieczne jest konstruowanie skomplikowanych obwodów, a to utrudnia diagnostykę. Te kwestie można łatwo rozwiązać. Nie ma przy tym potrzeby zmiany dotychczasowych zasobów ani organizowania dodatkowych szkoleń.

Moduły pasywne poprawiają wydajność i niezawodność aplikacji. Zaprojektowano je z myślą o uproszczeniu okablowania. Współpraca ze specjalistą w dziedzinie automatyki zdecentralizowanej przynosi korzyść w postaci zwiększenia wydajności maszyn, a tym samym wzrostu przewagi konkurencyjnej.

Oferowane przez Murrelektronik moduły pasywne wyróżniają trzy zasadnicze atuty. Po pierwsze, dzięki zintegrowanemu przewodowi zmniejszają liczbę pojedynczych przewodów łączących czujniki i elementy wykonawcze z szafą sterowniczą.

ŁATWY DOSTĘP

Podłącz laptopa lub programator do szafy sterowniczej z Modlink MSDD – nie musisz nawet otwierać drzwi!

Szafa sterownicza pozostaje zamknięta, więc komponenty objęte są ochroną odpowiedniej klasy. Stosowanie interfejsów panelu czołowego ułatwia przestrzeganie przepisów bezpieczeństwa związanego z dostępem do urządzeń pod napięciem.



reklama

Po drugie, wstępnie zarobione konektory zwiększają wydajność i niezawodność systemu poprzez skrócenie czasu instalacji. Po trzecie, usprawniają diagnostykę, prezentując status za pomocą dwukolorowych diod LED.

Gama modułów pasywnych Murrelektronik obejmuje rozwiązania dla przemysłu spożywczego, linii montażowych, maszyn produkcyjnych i pakujących, jak również maszyn CNC i przemysłowych aplikacji zrobotyzowanych. Ze strony www.murrelektronik.pl można pobrać nową broszurę, w której znajdują się informacje na temat nowej gamy modułów pasywnych dla każdego rodzaju aplikacji. Jeśli nie znajdziecie w niej Państwo poszukiwanych informacji, zapraszamy do kontaktu z przedstawicielami Murrelektronik, którzy pomogą dobrać właściwe rozwiązanie. ■



Murrelektronik Sp. z o.o.
ul. Jordana 11
40-056 Katowice
tel. 32-730 00 20
fax 32-730 00 23
e-mail: info@murrelektronik.pl
www.murrelektronik.pl
shop.murrelektronik.pl

SZEROKA OFERTA MODLINK MSDD

- Modułowa konstrukcja – ponad 100 000 kombinacji
- Możliwość zastosowania w różnorodnych aplikacjach – modele specjalne, ogólnoswiatowe certyfikaty
- Dostępność różnych kolorów, intuicyjny mechanizm ryglujący

Oszczędź 30% czasu montażu dzięki nowej konstrukcji ekranowania par igus w serwo przewodach chainflex

Błyskawicznie konfekcjonowane i zabezpieczone nowym ekranowaniem par serwo przewody igus

Celem czteroletniego rozwoju i testowania przeprowadzonego przez specjalistów od przewodów w firmie igus była łatwa obróbka przewodów, prosty montaż ekranowania, a jednocześnie zwiększenie żywotności e-prowadnika. Rezultatem jest nowa konstrukcja pary kontrolnej dla serwo przewodów chainflex serii CF 21, 27 i 29. Zapewnia to maksymalną kompatybilność elektromagnetyczną pary kontrolnej i szybsze ekranowanie przewodu. Pozwala użytkownikowi zaoszczędzić do 30% czasu przetwarzania osłony parowej, a tym samym także kosztów montażu.

Jeśli konwerter i napęd muszą być połączone, należy użyć serwo przewodów. Do ich konfekcji użytkownik musi najpierw rozebrać przewód. Innowacyjna linka CFRIP, wprowadzona przez igus w 2012 roku, pomaga to osiągnąć. Odporna na rozerwanie linka, umieszczona w płaszczu przewodu, działając podobnie jak zamek błyskawiczny, sprawia, że ściąganie jest łatwe, zapewniając do 50 procent szybsze rozbieranie przewodu. Jako najnowszy postęp konstrukcyjny firma igus zaprezentowała na Targach SPS IPC Drives znane i sprawdzone serwo przewody serii CF21, CF27 i CF29 do wykorzystania w e-prowadniku z nową konstrukcją pary kontrolnej. Osłonięte ekranowanie zwiększa kompatybilność elektromagnetyczną

pary kontrolnej i upraszcza podłączenie ekranu. Pozwala to użytkownikom zaoszczędzić do 30% na montażu ekranu, a tym samym zmniejszyć koszty.

– Ta specjalna metoda krycia znacznie zwiększa żywotność rodzin przewodów serwo – wyjaśnia Rainer Rössel, szef działu przewodów chainflex w firmie igus. – Udało nam się to udowodnić podczas testu we własnym laboratorium testowym przez ponad 45 milionów zgięć.

Przewody serwo z 36-miesięczną gwarancją

Atestowane przez UL serwo przewody igus serii CF21 są dostępne z wysoce elastycznym, odpornym na olej płaszczem z PVC, zapewniającym dużą wytrzymałość na obciążenia i najmniejsze promienie gięcia w e-prowadniku do 7,5 x d. Seria przewodów CF27 z odpornym na olej płaszczem zewnętrznym PUR nie podtrzymuje palenia oraz posiada certyfikat EAC i CTP na rynek rosyjski. Natomiast przewód CF29 z płaszczem zewnętrznym TPE nadaje się do zastosowań z promieniem gięcia do 6,8 x d, nawet w ekstremalnych temperaturach od -35 do +100 stopni Celsjusza. Wszystkie 1350 lub więcej przewodów chainflex do ruchu, testowane są przez firmę igus w wewnętrznym laboratorium badawczym o powierzchni 2750 metrów kwadratowych. To sprawia, że firma igus jako jedyny producent na rynku oferuje 36-miesięczną gwarancję na cały asortyment przewodów.



Nowa konstrukcja pary kontrolnej skraca czas montażu i zwiększa żywotność przewodów serwo

(Źródło: igus Sp. z o.o.)

igus®

igus Sp. z o.o.

ul. Działkowa 121 C

02-234 Warszawa

tel. 22-316 36 30

e-mail: kkozłowski@igus.pl

www.igus.pl

SMART trendy na Targach ITM Polska 2019

Idea SMART jest jednym z najszybciej rozwijających się trendów technologicznych, który wkracza w coraz więcej dziedzin życia – tak zawodowego, jak i prywatnego. Jesteśmy obecnie świadkami rewolucji, która ma szansę wprowadzić do przedsiębiorstw nowe, inteligentne rozwiązania. Dlatego w dniach 4–7 czerwca 2019 r. w Poznaniu na Targach ITM Polska skupimy się na upowszechnianiu koncepcji SMART Industry – w centrum uwagi znajdą się digitalizacja, integracja i automatyzacja procesów technologicznych, a wystawcy zaprezentują maszyny, urządzenia, rozwiązania technologiczne i oprogramowanie działające zgodnie z tematyką Przemysłu 4.0 i Smart Factory.

SMART wydarzenia

Wiele wydarzeń zaplanowanych na tegoroczną edycję Targów ITM Polska 2019 odbywać się będzie pod hasłem „SMART”. Pracujemy nad przestrzenią specjalną – Smart Factory, której celem jest pokazanie procesu produkcji w inteligentnych fabrykach (IoT, digitalizacja, robotyzacja). Kolejnym pomysłem jest Smart Warehouse (Targi Modernlog) – konferencja kompleksowo prezentująca kluczowe zagadnienia logistyki 4.0. Kolejną nowością będzie Smart Poznań Manufactory Meeting, czyli wydarzenie dedykowane dla przedstawicieli branży utrzymania

ruchu, dające możliwość pozyskania wiedzy, inspiracji, dobrych praktyk z zakresu zarządzania obszarem maintenance. Kontynuowana będzie także inicjatywa „ścieżki zwiedzania”, w ramach których grupy pod opieką merytoryczną przewodnika będą odwiedzały wybrane stoiska targowe, zapoznając się z tematyką: „Przemysł 4.0”, „Druk 3D” oraz „Logistyka 4.0”.

Efektywna produkcja

Robotyzacja produkcji jest jednym z najbardziej widocznych trendów w polskim przemyśle na przestrzeni ostatnich lat. Roboty przemysłowe pojawiają się w nowych obszarach i są wykorzystywane do coraz większej liczby zadań, dotychczas realizowanych przez człowieka. Oczywiście w ofercie targowej na ITM Polska 2019 nie zabraknie ekspozycji, w ramach których liderzy branży zaprezentują innowacyjne rozwiązania i technologie związane z robotyzacją i automatyzacją przemysłu. Będzie można zapoznać się z ofertą m.in.: DMG MORI, Fanuc, Siemens, Kuka, Autodesk, Trumpf, GF Maschinig, Europa Systems, Sandvik, Remmert czy Yaskawa.

Serdecznie zapraszamy do Poznania w dniach 4–7 czerwca 2019 r. na blok targów przemysłowych: ITM Polska, Subcontracting, Modernlog i 3D Solutions. ■

reklama

Zbuduj lub kup niskokosztowego robota robolink®

Przeguby robotyczne robolink® D

Ekonomiczna automatyzacja przy zastosowaniu lekkich i bezsmarownych przekładni ślimakowych. Dostępne zarówno jako poszczególne moduły lub w pełni kompletne ramię robotyczne z lub bez układu sterowania. Możliwość indywidualnej konfiguracji oraz symulowania ruchów ramienia za pomocą aplikacji 'robolink designer' dostępnej online. Nowość: robolink® DCi - ramię robotyczne z 5 DOF (stopniami swobody) ze zintegrowanym układem sterowania od 27 460 pln.

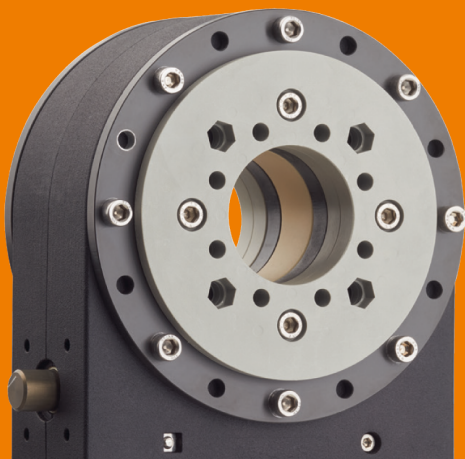
www.igus.pl/robolink

Odwiedź nas:
Plastpol, Kielce-C3
Mach-Tool, Poznań-Hala 5, stoisko 91

• plastics for longer life

igus.eu
Tel. +22 316 36 33 rsobocinski@igus.pl

Nowość: Zintegrowany układ sterowania ▶



Bezpieczeństwo zdalnego serwisowania Twoich maszyn i urządzeń

Diagnozowanie i utrzymanie maszyn i urządzeń jest łatwiejsze niż kiedykolwiek za sprawą rozwiązania zdalnego serwisu oferowanego przez B&R. Rozwiązanie to wykorzystuje najnowsze standardy bezpieczeństwa IT i umożliwia znaczne oszczędności przy niskich kosztach inwestycji.

Podobnie jak towary konsumpcyjne, maszyny i systemy są obecnie sprzedawane na całym świecie. Nowoczesna komunikacja i transport umożliwiają pokonywanie długich dystansów, zaś nowoczesne systemy produkcyjne i logistyczne są podstawą globalnego handlu.

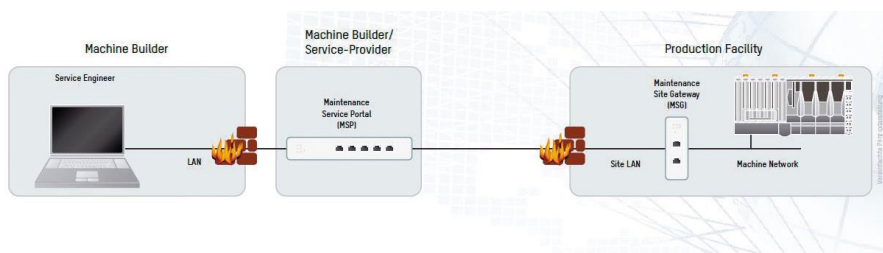
Dla producentów maszyn (OEM) posiadanie klientów na całym świecie wiąże się również z nowymi wyzwaniami. Sytuację komplikuje pojawiająca się z czasem konieczność przeprowadzenia szerszych prac konserwacyjnych. Aby uniknąć kosztów wysyłania personelu obsługi technicznej i inżynierskiej w odległe podróże, producenci OEM coraz częściej polegają na zdalnej konserwacji.

Zakres funkcji

- Diagnostyka przy użyciu Automation Studio i Systemu Diagnostics Manager (SDM).
- Bezpośredni dostęp do aplikacji HMI.
- Odczytywanie wpisów do dziennika i danych aplikacji.
- Zmiana ustawień i parametrów maszyny.
- Aktualizacja programów i oprogramowania sprzętowego.

Prosto i bezpiecznie

Dzięki rozwiązaniu B&R w zakresie zdalnej konserwacji technik serwisu może uzyskać dostęp do maszyn z dowolnego miejsca na świecie, aby pobierać wpisy dziennika maszyny, dane aplikacji i wiele innych. Proces ten odbywa się za pośrednictwem zabezpieczonego certyfikatem szyfrowanego połączenia VPN pomiędzy SiteManager na maszynie, poprzez serwer GateManager, a technikiem w centrum serwisowym producenta maszyn.



Szybka reakcja na potrzeby konserwacyjne

Kiedy sprzęt lub maszyna klienta nie działa, liczy się każda minuta. Jeśli technik serwisu nie jest dostępny na miejscu, może upłynąć wiele godzin lub dni, zanim dostępna będzie pomoc eksperta. Dzięki rozwiązaniu B&R do zdalnej konserwacji technik może w ciągu kilku chwil połączyć się, przeprowadzić diagnostykę, wyregulować parametry i usunąć błąd.

Możliwości zastosowania

Secure Remote Maintenance

Każdy producent maszyn chce mieć możliwość szybkiego i łatwego łączenia się z maszynami w terenie, gdy pojawią się problemy. Nawiązanie połączenia trwa tylko kilka sekund i natychmiast można wprowadzać niezbędne poprawki.

Bezpieczne zdalne programowanie

Producentom maszyn zależy na aktywnym wspieraniu swoich zespołów ds. uruchomień na miejscu u klienta, bez konieczności organizowania wyjazdu całego zespołu. Twórcy oprogramowania potrzebują dostępu do instalowanej maszyny w celu dostosowania parametrów systemu i konfiguracji oprogramowania do potrzeb klienta.

Bezpieczne zdalne zbieranie danych

Producent maszyn pragnie mieć dostęp do parametrów wszystkich

zainstalowanych maszyn, aby móc je przechowywać w jednym miejscu. Analiza zebranych danych pozwala na wczesne rozpoznanie awarii części i optymalne zaplanowanie okresów konserwacyjnych.

Łatwy sposób łączenia – LinkManager

Technicy serwisu mogą łączyć się z maszynami i urządzeniami na kilka sposobów. Mogą to zrobić, korzystając z komputera PC dla pełnej i kompleksowej diagnostyki, albo za pomocą smartfona lub tabletu (iOS lub Android) dla poznania aktualnego statusu maszyny. Wszystkie przypadki uzyskania dostępu są rejestrowane i archiwizowane, aby umożliwić późniejszą identyfikację.

Bezpieczeństwo przesyłania danych

Internet, dzięki obecności w najdalszych nawet zakątkach świata, jest bez wątpienia najdoskonalszym sposobem na łączenie się techników serwisu z maszynami. Warunkiem wstępnym jest przy tym możliwość bezpiecznego i niezawodnego przesyłania danych. Rozwiązanie B&R w zakresie zdalnej konserwacji oparte jest na bezpiecznym połączeniu VPN. Żadne dane nie są przesyłane, dopóki zaawansowany proces uwierzytelniania nie zostanie pomyślnie zakończony. Połączenie

z internetem może odbywać się poprzez sieć LAN, WLAN lub sieć komórkową. Wszystkie trzy warianty połączeń są zabezpieczone zaporą sieciową (firewall).

Konfigurowalny SiteManager

SiteManager jest przemysłowym modemem komunikacyjnym, który uzyskuje bezpieczne połączenie z serwisantem poprzez zarządzalny serwer GateManager. Wszystkie warianty SiteManager są wyposażone w zintegrowane wejścia i wyjścia oraz co najmniej jeden port Ethernet. Zintegrowana zapora sieciowa zarządza dostępem do sieci maszyn – zarówno na poziomie adresu IP, jak i protokołu. Wszystkie warianty SiteManager można skonfigurować w Automation Studio.

Zarządzanie maszynami i prawami dostępu

Producenci maszyn mają wielu klientów i jeszcze więcej maszyn w terenie. Aby zwiększyć efektywność zdalnej konserwacji, B&R przygotowała moduł serwera GateManager ze zintegrowanym zarządzaniem pulą maszyn – moduł zarządza maszynami w terenie, a także prawami dostępu pracowników serwisu obsługujących poszczególne maszyny. Usługa Machine Pool Management w systemie zdalnej konserwacji B&R jest łatwa w użyciu i nie wymaga specjalistycznej wiedzy informatycznej.

O firmie B&R

B&R to innowacyjna firma z branży automatyzacji z siedzibą w Austrii i przedstawicielstwami na całym świecie. Jako globalny lider w automatyce przemysłowej, B&R łączy najnowocześniejsze technologie z kunsztem inżynierskim, oferując klientom z praktycznie każdej branży kompleksowe rozwiązania z zakresu automatyki maszyn i automatyki zakładowej, sterowania napędami, interfejsów HMI oraz zintegrowanej technologii bezpieczeństwa. Wraz ze standardem komunikacji sieci przemysłowej POWERLINK i openSAFETY oraz z wydajnym środowiskiem programistycznym Automation Studio, B&R nieustannie przeddefiniuje przyszłość technologii automatyzacji. Duch innowacyjności, który prowadzi B&R na szczyt przemysłowej automatyzacji, jest wzmacniany zamiłowaniem do upraszczania procesów i wyprzedzania oczekiwań klientów. ■

Aby uzyskać więcej informacji, odwiedź stronę www.br-automation.com



B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.
ul. Małachowskiego 10
61-129 Poznań
tel. 61-846 05 00
fax 61-846 05 01
e-mail: office.pl@br-automation.com
www.br-automation.com



ZINTEGROWANY SYSTEM WIZYJNY

Szerokie spektrum funkcjonalności

Więcej informacji: www.br-automation.com/vision

Nowa precyzja widzenia



UV  IR

mapp
VISION

PERFECTION IN AUTOMATION
A MEMBER OF THE ABB GROUP



Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości zacznie działać w tym roku i będzie miała siedzibę w Radomiu

Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości zacznie działać jeszcze w tym roku i będzie miała siedzibę w Radomiu. Rolą Fundacji jest wspieranie polskich firm w dostosowaniu się do wymagań ery Przemysłu 4.0. Pomoc oferowana przez Fundację będzie odpowiadała indywidualnym potrzebom danego przedsiębiorstwa.

27 marca została powołana Rada Programowa Fundacji, która przyjęła jej statut. Fundacją będzie kierował Prezes Zarządu, którym został Andrzej Soldaty, twórca Inicjatywy dla Polskiego Przemysłu 4.0 oraz współtwórca koncepcji Platformy Przemysłu Przyszłości. Następnym krokiem jest powołanie członków zarządu i dalej rejestracja Fundacji w KRS oraz uruchomienie środków na jej funkcjonowanie.

Decyzja o wyborze Radomia na siedzibę Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości podjęta została w ramach planu delokalizacji urzędów centralnych w Polsce oraz realizacji Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju. Decyzja poprzedzona została analizą zasobów środowiska biznesowego i przemysłowego regionu, który spełnił wymagania postawione w strategii funkcjonowania Fundacji. Poza tym Radom jest dobrze skomunikowanym, centralnie położonym miastem, co dla Fundacji ma duże znaczenie w kontekście założeń jej funkcjonowania w systemie rozproszonych centrów kompetencji.

Powołanie Fundacji wynika z realizacji postulatów Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. SOR – jako jeden z filarów nowego modelu gospodarczego Polski – wskazuje reindustrializację oraz zwiększenie zdolności polskiego przemysłu do sprostania globalnej konkurencji. W tej chwili warunki tej konkurencji określa odbywająca się naszych oczach Czwarta Rewolucja Przemysłowa. Jest ona związana z rozwojem nowych

technologii cyfrowych, które prowadzą do transformacji obecnych zakładów produkcyjnych w inteligentne fabryki. Skutkuje to wieloma zmianami w obszarze prowadzenia biznesu, zarówno od strony strategicznej, jak i sposobów produkcji. Zadaniem Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości jest przybliżanie przedsiębiorcom tematyki Przemysłu 4.0, a także proponowanie rozwiązań biznesowych, doradztwo strategiczne, budowanie sieci kooperacyjnych czy dbanie o otoczenie prawno-regulacyjne. Jest to również dawanie impulsu do podniesienia poziomu zaawansowania technologicznego polskich przedsiębiorstw. Chodzi więc zarówno o działania koordynacyjne, jak i aktywne stymulowanie rynku.

– Idea wspierania Przemysłu 4.0 przez polski rząd przyszła z rynku. Wszystkie cele, zadania i narzędzia Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości wypracowaliśmy właśnie na podstawie rozmów z przedstawicielami biznesu i przemysłu. Z naszego rozeznania wynika, że brak działań proinnowacyjnych w polskich firmach często wynika z tego, że brakuje czynników stymulujących innowacyjność lub świadomości i wiedzy na temat nowych trendów. To właśnie zadanie dla Fundacji. Ma ona m.in. pokazywać przedsiębiorcom, jakie rozwiązania oraz w jaki sposób mogą wdrożyć w swoich firmach, by skutecznie móc stawiać czoła współczesnym wyzwaniom – powiedział minister przedsiębiorczości i technologii, Jadwiga Emilewicz.

Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości ma m.in. integrować i wspierać inicjatywy wzmacniające transformację cyfrową w kraju. Działania te realizować będą centra kompetencji funkcjonujące w całym kraju.

Wśród celów fundacji jest też pomoc firmom w zwiększaniu ich produktywności i konkurencyjności. W tym celu

w siedzibie Fundacji organizowane będą szkolenia na temat najnowszych trendów technologicznych. Fundacja zaoferuje też możliwość testowania różnych rozwiązań oraz konsultacji z doświadczonymi ekspertami, by dać przedsiębiorstwom szansę na skuteczną transformację w kierunku Przemysłu 4.0.

– Wszelkie działania Fundacji, wynikające z potrzeb rynku, mają na celu budowanie silnego ekosystemu Przemysłu 4.0 w Polsce. Chcemy, aby firmy wzmacniały swoje kompetencje we współdziałaniu, stając się bardziej konkurencyjnymi na rynkach globalnych – zaznaczył Andrzej Soldaty, Prezes Zarządu Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości.

Najpierw będzie rozwijane centrum kontaktu z konsultantami Przemysłu 4.0. Następnie powstanie grupa ekspertów od poszczególnych specjalizacji technologicznych i branżowych. Platforma będzie udzielać wsparcia o charakterze niefinansowym. Obejmie ono podmioty działające w Polsce – przedsiębiorców, jednostki zarządzające klastrami innowacyjnymi, podmioty działające na rzecz innowacyjnej gospodarki oraz partnerów społecznych i gospodarczych.

– Dla naszej gospodarki przejście przez transformację w kierunku Przemysłu 4.0 to szansa, ale też konieczność. Baza tradycyjnego przemysłu w Polsce nie jest duża, ale ma znaczny potencjał. Oznacza to, że wysiłek, który musimy włożyć w przekształcenie tradycyjnego przemysłu w nowy model, jest stosunkowo mniejszy niż w innych państwach. Wykorzystajmy tę tzw. rentę niedorozwoju i od razu zabierzmy się za tworzenie rozwiązań i biznesu Przemysłu 4.0 – podsumowała szefowa resortu przedsiębiorczości i technologii. ■

Źródło: Departament Komunikacji
Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologi

reklama



Najnowsze informacje ze świata robotyki
katalog branżowy | aplikacje robotów | targi



Szklane uszczelnienie

Electrovac – austriacki specjalista od galwanizacji – zaufał systemowi identyfikacji BLident firmy Turck, wdrażając go przy produkcji szklanych uszczelnień

Szklane uszczelnienie nie jest materiałem powszechnie wykorzystywanym w technice uszczelnienia. Dzięki swoim parametrom fizycznym doskonale sprawdza się jednak w specyficznych rodzajach aplikacji. Jedną z nich jest podstawowa specjalizacja austriackiej firmy Electrovac, zajmującej się wytwarzaniem uszczelnień szkło – metal. Hermetycznie uszczelniane obudowy wymagają specjalnych przepustów, do których wpuszczane są metalowe piny. Przepust jest następnie uszczelniany szklanym pierścieniem. Obudowy są często poddawane działaniu podciśnienia lub same są wyposażane w czujniki ciśnienia, które muszą być izolowane od ciśnienia otoczenia.

Tak szczelne obudowy są wykorzystywane w aplikacjach takich, jak czujniki ciśnienia w przemyśle lotniczym, układach zapłonowych poduszek powietrznych lub czujnikach położenia dla pojazdów terenowych. Można je również spotkać w aplikacjach związanych z inżynierią kosmiczną, technologią medyczną lub w sprzęcie wojskowym.

Solidne uszczelnienie

Uszczelnienie każdego przepustu musi spełniać szereg różnych wymagań. Samo uszczelnienie, oprócz tak oczywistej funkcji jak hermetyczność, musi być również odporne na działanie temperatury i wpływ ciśnienia. W przypadku tworzywa sztucznego osiągnięcie odpowiedniego poziomu odporności na temperaturę jest niezwykle trudne. Uszczelnienie gumowe z kolei nie będzie odpowiednie dla zapewnienia długoterminowej szczelności dla próżni. Idealnym materiałem spełniającym wysokie wymagania jest właśnie szkło.

Niespełna rok temu w zakładzie produkcyjnym Electrovac przeprowadzony został remont galwanizerni. Projekt zrealizowała firma Schloetter, z siedzibą w Salzburgu. Dzięki szczególnemu profilowi zakładu projekt traktowano jako testowy. Przy okazji remontu, w ramach optymalizacji procesów produkcyjnych,



Rys. 1. Galwanizernia w firmie Electrovac służy do nanoszenia cienkich powłok metalicznych na uszczelniane obudowy produkowane w małych seriach

odnowiono także system sterowania zakładem. W tym celu zainstalowano nowy sterownik PLC, którego zadaniem jest kontrola tego, czy wybrano prawidłowe parametry, takie jak prąd i czas, właściwe dla różnych procesów produkcyjnych.

Na tym etapie do współpracy zaangażowano firmę Turck. W procesie produkcji obudowy transportowane są na specjalnych nośnikach. Aby jednoznacznie określić, jaki detal jest aktualnie produkowany, do wózków detali przymocowane zostały nośniki danych RFID systemu BLident firmy Turck. Teraz jedynie pozostało umieszczenie konkretnej obudowy na danym wózku. Czujniki zamontowane na poszczególnych wannach galwanizujących pozwalają sterownikowi zidentyfikować detal i wybrać właściwy zestaw parametrów. Firma Turck została wybrana ze względu na wieloletnią współpracę i pozytywne doświadczenia.

– Gdybyśmy nie mieli tych czujników, musielibyśmy wprowadzać wszystkie parametry ręcznie, wybierając każdy z listy lub dostępnej pamięci. Można sobie wyobrazić, jak łatwo o pomyłkę, nawet robiąc to niezwykle starannie – przyznają inżynierowie z firmy Electrovac.

Niezawodny system

Czujnik lub – bardziej precyzyjnie – głowica RFID TN-M18-H1147 znacząco zwiększyła stopień automatyzacji przy

TURCK

VILANT SYSTEMS

Przemysłowe
systemy RFID
Produkcja, logistyka,
magazynowanie



IDENTYFIKACJA I ŚLEDZENIE WYROBU

ZBIERANIE I ANALIZA DANYCH

POPRAWA WYDAJNOŚCI PROCESÓW

Kompleksowa realizacja aplikacji
w oparciu o 20-letnie doświadczenie,
innowacyjność i rzetelność.

Ponad 1000 aplikacji.
W 35 krajach.
2 500 000 aktualizacji statusu dziennie.

www.turck.com

jednoczesnym ograniczeniu liczby błędów. W tej konkretnej aplikacji konieczne również było wzięcie pod uwagę warunków otoczenia galwanizerni, nawet jeżeli nie były one problemem dla samej głowicy RFID. W aplikacji Electrovac zastosowano urządzenia RFID z serii BLident. BLident to kompletny system RFID, który szczególnie uwydatnia swoje właściwości w środowisku przemysłowym. Niezależnie od tego, czy aplikacja dotyczy sterowania produkcją lub dystrybucją, logistyki czy automatyzacji produkcji, dzięki BLident użytkownicy mogą korzystać z pozbawionej zakłóceń technologii HF lub technologii UHF, oferującej dalekie zasięgi pracy w zakresie nawet do kilku metrów. W warunkach przemysłowych duże zasięgi pracy nie są

problemem nawet w przypadku szybko poruszających się nośników. Aby stworzyć właściwe rozwiązanie RFID, każdy system BLident może być swobodnie konfigurowany z elementów składowych obejmujących wiele typów nośników danych, głowice czytająco-zapisujące, technikę łączeniową i moduły pośredniczące (moduły komunikacyjne i karty RFID). Oprócz bardzo szybkich nośników danych, opartych o pamięć FRAM, oferujących praktycznie nieograniczoną liczbę operacji odczytu/zapisu, dostępne są również wersje do pracy w wysokiej temperaturze do 210°C, które mogą być użyte na liniach lakierniczych. Inną ważną cechą jest fakt, że system BLident może być integrowany w istniejącej już konfiguracji obiektowej bez

żadnych problemów. Dzięki szerokiej gamie modułów komunikacyjnych istnieje możliwość łączenia systemu BLident w sieciach Profinet, Ethernet/IP, Modbus-TCP oraz Profibus-DP, DeviceNet, CANopen, a nawet EtherCAT i Modbus-RTU. Dostępne karty RFID charakteryzują się różnym stopniem zaawansowania, dając użytkownikowi możliwość swobodnej konfiguracji, począwszy od tej uproszczonej i przyspieszonej, idealnej w przypadku obsługi niewielkiej ilości danych, po wersję zaawansowaną ukazującą swoje możliwości przy obsłudze dużej ilości danych lub wielu nośników jednocześnie. ■

www.turck.com

Kooperacja w najlepszym wydaniu! – podsumowanie Targów INNOFORM®

Za nami 3 edycja Targów INNOFORM®. Edycja niezwykle udana, która pobiła wszelkie dotychczasowe rekordy: zarówno pod względem frekwencji, jak i liczby Wystawców. Swoją ofertę zaprezentowało 360 firm (o 100 więcej w stosunku do roku poprzedniego!). Jeszcze lepiej prezentują się statystyki dotyczące uczestników: imprezę odwiedziło niemal 4000 osób! Ale – jak zgodnie podkreślają Wystawcy – nie tylko liczba jest imponująca. Równie istotny jest ich profil: to przede wszystkim specjaliści z branży i decydenci przychodzący na Targi w konkretnym celu: poznać nowości i wdrożyć je w swojej firmie, uzupełnić park maszynowy i nawiązać współpracę z podwykonawcami.

– Przyszłość technologii widzimy już dziś. Konkretnie w postaci robotów w pełni bezpiecznych, mogących współpracować z ludźmi – mówi Damian Wąsik, specjalista ds. sprzedaży i wdrożeń z firmy i-COBOTY.

Ich futurystyczne maszyny właśnie na INNOFORMIE® miały swoją premierę.

– Roboty, które tutaj prezentujemy, mają zasięg ręki dorosłego mężczyzny, więc tak jak człowiek mogą podawać detale w wyznaczone miejsce i wykonywać skomplikowane ruchy. Roboty współpracujące mogą zastąpić człowieka i wykonywać czynności monotonne albo niebezpieczne, przy których konieczny jest np. kontakt z wysoką temperaturą. Co więcej, na rynku brakuje obecnie fachowców, m.in. operatorów maszyn. Dzięki współpracy z robotami jeden operator jest w stanie obsługiwać nawet 3, 4 maszyny. Zyskują na tym głównie małe

firmy z produkcji dwuzmianowej: przy tym samym zasobie ludzkim mogą przejść na system trzymianowy – dodaje Wąsik.

Niemal 70 spotkań, kilkaset omówionych projektów, niezliczona ilość wzajemnych inspiracji. W tym roku po raz kolejny odbyła się Giełda Kooperacyjna – wyjątkowa w swej formie inicjatywa, której celem jest ułatwienie przedsiębiorcom nawiązania kontaktu i efektywnej współpracy.

– Dla nas Giełda Kooperacyjna jak najbardziej ma sens. Braliśmy udział w tych spotkaniach w ubiegłym roku i w tym także. Ta formuła się sprawdza – umówiona wcześniej rozmowa, do której możemy się przygotować, jest o wiele bardziej efektywna. Specjalne, zaaranżowane miejsce, wzajemnie poświęcany czas, konkretne tematy – warunki idealne do nawiązania współpracy! – mówi Agnieszka Pawlicka, inżynier sprzedaży z firmy Richo Polska.

Oprócz Giełdy Kooperacyjnej w programie tegorocznych Targów znalazła się nowość – Strefa Usług Przemysłowych. Wzięły w niej udział firmy podwykonawcze, świadczące usługi w zakresie produkcji form, obróbki materiałów, regeneracji narzędzi czy remontów maszyn.

Podczas Targów uroczyście podpisano porozumienie intencyjne o współpracy partnerskiej w realizacji projektu Dolina Narzędziowa. Sygnatariuszami dokumentu są Marszałek Województwa Kujawsko-Pomorskiego, Prezydent Miasta Bydgoszczy, Starosta Powiatu Bydgoskiego, Rektor Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Kujawsko-Pomorski Kurator Oświaty, Prezes Zarządu Bydgoskiego Klastra Przemysłowego. Celem projektu jest m.in. wspieranie rozwoju branży narzędziowej i przetwórstwa tworzyw sztucznych w regionie kujawsko-pomorskim, promocja marki Dolina Narzędziowa na arenie krajowej i międzynarodowej, wspieranie i promocja branżowych Targów INNOFORM® oraz rozwój i podnoszenie jakości kształcenia branżowego. ■

Dwukierunkowa przetwornica DC/DC dużej mocy

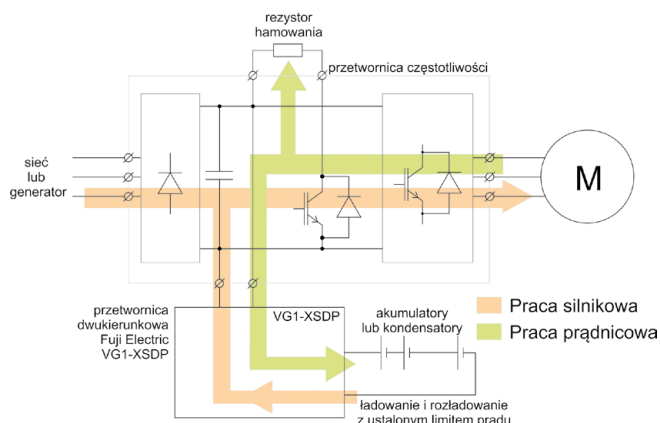
Rosnące zapotrzebowanie na oszczędne systemy napędowe spowodowało, że japońska firma Fuji Electric zintensyfikowała prace rozwojowe dotyczące przetwornic napięcia dla hybrydowych systemów zasilania. W niniejszym artykule zaprezentujemy rozwiązanie uniwersalnej, dwukierunkowej przetwornicy DC/DC, mogącej działać w 4 trybach pracy.

Uniwersalna przetwornica DC/DC typu VG1-XSDP firmy Fuji Electric zbudowana została na platformie sprzętowej FRENIC VG1, na bazie której wytwarzane są przetwornice częstotliwości dla najbardziej wymagających aplikacji napędowych. Docelowy obszar zastosowań to suwnice, symulatory akumulatorów dla segmentu automotive, automatyczne systemy magazynowe.

Inżynierowie Fuji Electric stworzyli produkt uniwersalny, który może pracować w reżimach: utrzymywanie poziomu napięcia wejściowego (szyny DC falowników); stabilizacja napięcia wyjściowego; stabilizacja prądu wyjściowego; przetwornica podwyższająca napięcie.

Najciekawszym trybem pracy jest tryb utrzymania stałego poziomu napięcia wejściowego. Typowym układem aplikacyjnym jest współpraca z dowolną przetwornicą częstotliwości, która steruje silnikiem elektrycznym. Jeżeli naprzemiennie występują fazy napędowa oraz prądnicowa, to istnieje możliwość odzysku energii z hamowania i przekazywania jej do akumulatora. Energia ta będzie zużywana do pracy napędu, jeśli silnik przechodzi na fazę napędową. Przykładowy schemat znajduje się na rysunku, gdzie kolorami oznaczono przepływ energii dla fazy napędowej i prądnicowej.

W zależności od ustawionego ograniczenia prądowego przetwornicy dwukierunkowej, wynikającego z maksymalnego prądu ładowania akumulatorów, może zaistnieć potrzeba skierowania części energii z hamowania na rezystor hamowania dynamicznego. W przypadku pracy napędowej to maksymalny prąd rozładowania akumulatorów decyduje o podziale pomiędzy zasilanie akumulatorowe i zasilanie systemu z sieci.



Typowe zastosowanie tego typu przetwornicy to bufor energii dla systemu napędowego suwnicy. System składa się z kilku falowników pracujących na wspólnej szynie prądu stałego, która z kolei jest zasilana z dwóch źródeł: sieci prądu przemiennego (przez prostownik diodowy) oraz z opisywanej dwukierunkowej przetwornicy DC/DC i baterii akumulatorów.

Zastosowanie przetwornicy dwukierunkowej VG1-XSDP w napędzie suwnicy pozwala na zmniejszenie szczytowej mocy pobieranej z sieci czy generatora. Umożliwia także odzysk energii, co pozwala obniżyć nakłady na energię elektryczną. Dodatkową wygodą jest możliwość pracy systemu napędowego bez zasilania sieciowego, gdzie energia czerpana jest z akumulatora. Sytuacja ta może wystąpić w przypadku potrzeby zmiany położenia suwnicy przy braku zasilania głównego.

Przetwornica VG1-XSDP produkowana jest w wersjach o prądzie znamionowym od 60 A do 1035 A (6 modeli). Napięcie szyny DC to 513–720 V. Posiada niezbędne na rynku europejskim certyfikaty.

Tomasz Śliwakowski

www.amtek.pl

reklama

Systemy sterowania Fuji Electric

- panele operatorskie HMI
- sterowniki PLC
- przetwornice częstotliwości
- aparatura pomiarowa
- programowanie i integracja

amtek

www.amtek.pl / amtek@amtek.pl
tel. 22 866 41 40 / fax 22 866 41 41

Nowa platforma DC: Interroll przedstawia innowacyjne rozwiązanie napędowe

Firma Interroll wyznacza nowe standardy w zakresie nowoczesnych technologii przepływu materiałów. Asortyment innowacyjnych, skoordynowanych napędów RollerDrive, systemów sterowania i elementów zasilających pozwala integratorom systemów i konstruktorom zaoferować rozwiązania jeszcze lepiej dopasowane do indywidualnych potrzeb klientów, począwszy od standardowych aplikacji *plug-and-play*, po systemy z funkcjonalnością Industry 4.0.

Wymagania stawiane beznaporowym systemom transportowym stają się coraz ostrzejsze, jeśli chodzi o ich parametry techniczne. Od pewnego czasu użytkownicy wymagają czegoś więcej niż tylko dużej przepustowości i możliwości transportu różnorodnych towarów. Wraz z rozwojem automatyzacji inteligentna kontrola przepływu towarów odgrywa coraz większą rolę w systemach transportowych. Wprowadzając platformę DC, firma Interroll oferuje zaawansowane rozwiązania, które wzorcowo spełniają te wymagania.

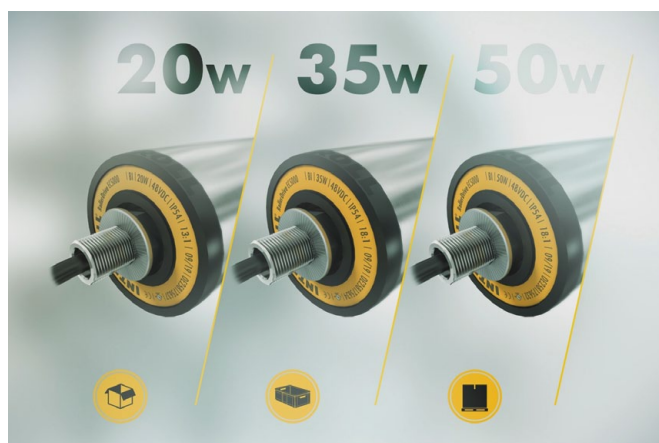
Dzięki nowej platformie DC integratorzy systemów i konstruktorzy mogą wybrać innowacyjną, skoordynowaną ofertę rozwiązań technologicznych od jednego dostawcy, popartą latami rozwoju i testowania. Pozwala to na bardziej zindywidualizowane podejście do wymagań użytkowników. Nowa platforma może być wykorzystana do tworzenia unikalnych rozwiązań transportowych, począwszy od niezależnych przenośników, które mogą być uruchamiane w trybie *plug-and-play* bez sterownika PLC, aż po zindywidualizowane, wydajne systemy mogące być spójnie i przejrzysto integrowane w aplikacjach Industry 4.0.

Poznaj zalety technologii 48 V

Nowa, modułowa platforma umożliwi projektowanie systemów transportowych w wersjach 24 V i 48 V, zgodnie z życzeniami klienta. Dzięki temu firma Interroll wspiera ewolucję techniczną rozwiązań niskonapięciowych, które zostały nakreślone przez producentów samochodów. Systemy 48-woltowe umożliwiają stosowanie do 50% mniej elementów zasilania niż w systemach 24 V. Pozwalają na stosowanie przewodów o mniejszym przekroju i większej długości oraz zmniejszają liczbę źródeł błędów, wynikających m.in. ze spadku napięcia na przewodach. Pozwala to znacznie zmniejszyć nakłady inwestycyjne w całym systemie oraz ograniczyć ryzyko błędów podczas uruchamiania.

Trzy poziomy mocy do wyboru w nowych napędach RollerDrive

Klienci zyskują nie tylko więcej opcji, jeśli chodzi o napięcie zasilania w nowej platformie DC. RollerDrive EC5000



oferuje też większą elastyczność w zakresie mocy znamionowej. Nowe napędy rolkowe są dostępne w wersjach o mocy 20 W, 35 W i 50 W, które mogą wykonywać dowolne zadania transportowe w przypadku lekkich i ciężkich towarów. Aby pomóc w implementowaniu przenośników do transportu ciężkich towarów, Interroll oferuje opcję 50-watową oraz napędy RollerDrive w wersji z rurą o średnicy 60 mm zamiast wcześniejszych 50-milimetrowych. Co więcej, dostępne są dobrze znane wersje konstrukcyjne IP66 i Deep Freeze; umożliwiają one wdrażanie rozwiązań RollerDrive również w instalacjach wymagających czyszczenia silnym strumieniem wody oraz pracujących w niskich temperaturach otoczenia od -30 stopni C.

Interfejs magistrali otwiera drzwi do Industry 4.0

Oprócz wypróbowanego i przetestowanego interfejsu analogowego, EC5000 może być na życzenie użytkownika wyposażony w interfejs magistrali oparty na standardzie CANOpen. Oznacza to, że nowoczesne systemy przenośnikowe mogą po raz pierwszy zapewnić przejrzystość danych. W połączeniu z wieloprotokołowym (PROFINET, EtherNet/IP, EtherCat) systemem sterowania Interroll użytkownicy mogą spójnie wizualizować szereg informacji i funkcji na ekranie z wykorzystaniem sterownika PLC lub przez internet. Jednym z przykładów jest

wyświetlanie ogólnych informacji o bieżącym statusie roboczym i obciążeniu poszczególnych napędów w funkcji czasu. Równoległe systemy sterowania umożliwiają odczytywanie szczegółowych informacji dotyczących statusu błędu, momentu obrotowego lub temperatury dla każdego z indywidualnych napędów.

Jednocześnie nowy interfejs magistrali RollerDrive umożliwia użytkownikom wykonywanie całkowicie nowych funkcji kontrolnych, wymaganych w zautomatyzowanym środowisku. Dzięki temu użytkownicy mogą bardziej precyzyjnie kontrolować przyspieszenie, prędkość i opóźnienie towarów transportowanych w systemie. Pozwala to również na umieszczenie odpowiednich towarów na przenośniku z dokładnością do milimetra – jest to kluczowy wymóg, aby zagwarantować płynną interakcję pomiędzy przenośnikiem i robotem lub zautomatyzowanym ramieniem chwytającym.

Grupa Interroll jest jednym z czołowych międzynarodowych dostawców rozwiązań z zakresu transportu materiałów. Firma została założona w 1959 roku i jest notowana na giełdzie SIX Swiss Exchange od 1997 roku. Dostarcza integratorom systemów i producentom przemysłowym szeroką gamę produktów i usług w następujących kategoriach: „Rollers” (rolki przenośnikowe), „Drives” (silniki i napędy przenośników), „Conveyors

& Sorters” (przenośniki i sortery) oraz „Pallet & Carton Flow” (systemy magazynowe). Rozwiązania firmy Interroll znajdują zastosowanie w systemach pocztowych, handlu elektronicznym, na lotniskach oraz w przemyśle spożywczym, tekstylnym, motoryzacyjnym i innych. Produkty firmy są użytkowane przez takie marki, jak Amazon, Bosch, Coca-Cola, DHL, Nestlé, Procter & Gamble, Siemens, Walmart i Zalando. Siedziba główna Interroll znajduje się w Szwajcarii. Firma posiada globalną sieć 32 przedsiębiorstw o sumarycznym obrocie 559,9 miliona CHF. W 2018 roku zatrudniała 2300 pracowników. ■



INTERROLL Polska Sp. z o.o.
ul. Płochocińska 85
03-044 Warszawa
tel. 22-741 74 10
e-mail: pl.sales@interroll.com
www.interroll.pl

reklama



Mądra droga do Przyszłości w Transporcie Wewnętrznym

Interroll wprowadza nową platformę DC: RollerDrive EC5000, MultiControl i zasilacze. Ta kombinacja rozwiązań 48V to krok w świat cyfrowy.

- Różne poziomy mocy dla różnych zastosowań: 20W, 35W lub 50W.
- Bardzo dokładne pozycjonowanie dzięki zaawansowanej magistrali CANopen.
- Łatwa konserwacja dzięki sygnałowi informującemu o statusie żywotności RollerDrive.

Nowości napędowe od NORD

NORDCON APP i NORDAC ACCESS BT

Mobilna obsługa technologii napędowej? Dzięki NORD DRIVESYSTEMS jest to teraz możliwe. Prezentujemy aplikację NORDCON APP i moduł Bluetooth NORDAC ACCESS BT. Za pomocą tego innowacyjnego rozwiązania użytkownicy mogą być bardziej elastyczni i wydajni, co przekłada się na rzeczywistą wartość dodaną w ich codziennej pracy.

Aplikacja umożliwia diagnostykę, analizę, parametryzację i monitorowanie systemów napędowych NORD za pomocą mobilnego urządzenia końcowego do połączeń serwisowych. Wygodna i intuicyjna obsługa jest przedstawiona dzięki wizualizacji opartej na desce rozdzielczej, szybkemu dostępowi do parametrów oraz funkcji tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania. Analiza napędu jest obsługiwana przez indywidualnie konfigurowalną funkcję oscyloskopu. Funkcja pomocy, samouczki wideo i opcja bezpośredniego kontaktu z NORD uzupełniają aplikację.

NORDAC ACCESS BT to pendrive Bluetooth, który jest używany bezpośrednio z przetwornicą częstotliwości – zapewnia to wygodny mobilny dostęp do danych napędu, a jednocześnie pełną kontrolę dostępu. NORDAC ACCESS BT może być używany do zapisywania danych parametrów bez korzystania z aplikacji. Za pomocą modułu użytkownicy mogą przysyłać parametry z jednej przetwornicy częstotliwości do drugiej. Możliwy jest również transfer parametrów między napędem a komputerem.

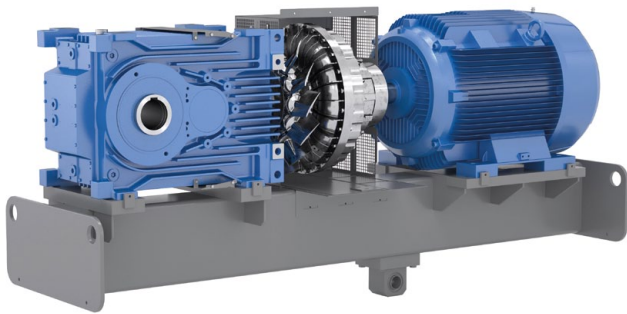
Po testach terenowych NORDCON APP i NORDAC ACCESS BT są dostępne dla wszystkich układów elektronicznych NORD i dlatego mogą być używane ze zdecentralizowanymi przemiennikami częstotliwości, a także z rozwiązaniami do szaf sterowniczych i modułami opcjonalnymi.



NORD na Targach Bauma 2019 w Monachium – mocne napędy do trudnych zastosowań

Nowa seria przekładni przemysłowych MAXXDRIVE® XT o wysokiej mocy cieplnej rozszerza sprawdzoną gamę przekładni przemysłowych NORD DRIVESYSTEMS. Umożliwiają wydajne projektowanie niezawodnych, bezpiecznych i dostosowanych do potrzeb systemów napędowych do transportu materiałów sypkich w przemyśle budowlanym i górniczym.

Bauma w Monachium jest jedną z największych na świecie wystaw w branży budowlanej. Prezentuje najnowsze maszyny, materiały, pojazdy i sprzęt budowlany. Jest to zatem idealna okazja do prezentacji nowych przekładni przemysłowych MAXXDRIVE® XT firmy NORD DRIVESYSTEMS. Są one



Wiele opcji jest przejętych z wypróbowanych i przetestowanych serii modułowych przekładni przemysłowych. Zapewnia to czasy dostawy podobne do tych, jakie obowiązują w naszych standardowych przekładniach. Oferujemy krótkie terminy planowania i dostawy. Jest to możliwe dzięki rozległej wiedzy naszych ekspertów na temat specyficznych wymagań dla każdego zastosowania, a także zoptymalizowanego magazynowania komponentów. ■

szczególnie odpowiednie do systemów przenośników taśmowych w przemyśle materiałów sypkich i mineralnych. Zakresy mocy i prędkości zostały specjalnie dostosowane do tych branż docelowych. Zakres momentów wyjściowych wynosi od 15 do 75 kNm przy współczynnikach prędkości od 6,3 do 22,4. Standardowo nowa przekładnia przemysłowa MAXXDRIVE® XT jest wyposażona w mocno żebrowaną obudowę i zintegrowany wentylator osiowy. W wielu przypadkach dodatkowe chłodzenie nie jest wymagane.



NORD Napędy Sp. z o.o.
 Zakrzów 414
 32-003 Podłęże
 tel. 12-288 99 00
 fax 12-288 99 11
 e-mail: biuro@nord.com
www.nord.com

reklama

Elastyczne kompleksowe rozwiązania dla systemów transportu **NORDAC LINK**

- tryb SERVO i POSICON
- tryb ręczny przełączany kluczykiem
- bezpieczeństwo Safe Stop
- wersja z przetwornicą częstotliwości lub softstartem
- praca sieciowa



Dowolna konfiguracja elementów na panelu

Wbudowany PLC

Lokalny wyłącznik serwisowy



NORD Napędy
 Inteligentne systemy napędowe
 tel: 12 288 99 00, biuro@nord.com, www.nord.com



Innowacje i tradycje Targów AUTOMATICON® 2019

Czas nieubłaganie mija, pędzi coraz szybciej. Niedawno wspominaliśmy dwudziestolecie Targów, a tu już ich srebrny jubileusz. Kolejna, jubileuszowa, dwudziesta piąta edycja odbyła się w dniach 26–29 marca 2019 roku.

Po raz drugi w historii AUTOMATICONU nie była jednak dostępna na hali IV. Wynika to z faktu, że w poprzednich latach hala ta była mało uczęszczana przez odwiedzających, w związku z czym większość wystawców nie była zadowolona z lokalizacji w tym pomieszczeniu.

Przez te dwadzieścia pięć lat wiele się zmieniło. Obecnie Targi są w zupełnie innej sytuacji gospodarczej, a przede wszystkim technologicznej niż na początku swej drogi. Nie bez wpływu na rozwój Targów pozostają również zmiany geopolityczne. Pojawiły się

znaczne ułatwienia w zakresie międzynarodowej wymiany handlowej. Obieg informacji stał się zdecydowanie szybszy, wykorzystywane są coraz to nowsze kanały komunikacji. Rzuca to również na postrzeganie roli targów. Dawniej odwiedzało się targi w celu poszukiwania rozwiązań potrzeb zidentyfikowanych w firmie. To nadal ważna rola, choć w znacznym stopniu w tym zakresie zastąpiły ją wyszukiwarki internetowe. Natomiast targi dają cały czas możliwość, której Internet nie zastąpi. Mogą być inspiracją do wprowadzania zmian

i modyfikacji technologii, z których sobie nie zdawaliśmy sprawy, czyli jak to nazywają specjaliści od marketingu, mogą kreować potrzeby zwiedzających. Jest to dość oczywiste, że nie szukamy tego, o czym nie wiemy, że istnieje. To właśnie targi dają możliwość zapoznania się z nowymi osiągnięciami technologicznymi, nowymi materiałami, nowymi rozwiązaniami w zakresie planowania i zarządzania produkcją, których dotychczas nie znaleźliśmy. Czy nie można znaleźć tego we „wszechwidzącej sieci”? Część tych informacji zapewne można. Ale jak





szukać czegoś, jeśli nie wiemy, że coś takiego jest? To jest właśnie siła targów. Drugą niezaprzeczną cechą targów jest możliwość znalezienia rozwiązań konkurencyjnych w stosunku do obecnie stosowanych. Człowiek przyzwyczaja się do określonych sposobów działania. Jeśli na przykład w projektach stosujemy pneumatykę firmy X, przez lata kupowaliśmy od niej podzespoły i nie mieliśmy z nimi problemów, to często nie szukamy żadnych zamienników. Aż tu odwiedzamy targi i okazuje się, że równie dobre podzespoły i to w szerszym zakresie typoszerze dostarcza firma Y. Czy takie „odkrycie” jest możliwe w Internecie? Tak – jest możliwe, ale prawdopodobieństwo, że coś takiego się wydarzy, jest bardzo niewielkie. Dlatego targi przemysłowe cały czas pełnią bardzo ważną rolę.

AUTOMATICON z pewnością od samego początku jest imprezą, na której można znaleźć zaskakujące, nowatorskie rozwiązania, inspirujące pomysły, możliwe do praktycznego zastosowania w różnorodnych gałęziach przemysłu. Jest tzw. kopalnią wiedzy w zakresie

przemysłowych rozwiązań automatyki i pomiarów. Zgodnie z obserwowanymi trendami z roku na rok wystawcy przedstawiają coraz szerszą gamę robotów przemysłowych. Od kilku lat prezentowane są praktyczne zastosowania przemysłowych robotów mobilnych, kiedyś będących ciekawostką, a obecnie coraz powszechniej stosowaną praktyką. Analogicznie wygląda sprawa systemów wizualizacji i centralnego, globalnego sterowania produkcją, na poziomie wydziału, a niekiedy całego zakładu.

Niezależnie od tak poważnych tematów można było na Targach AUTOMATICON znaleźć wszystko to, bez czego systemy pomiarowe i automatyka nie mogą funkcjonować: czujniki, krańcówki, przetworniki, osprzęt elektroniczny i elektrotechniczny, kable, oznaczniki, urządzenia pomiarowe i testery oraz wiele, wiele innych.

Międzynarodowe Targi Automatyki i Pomiarów AUTOMATICON® są bowiem największym w Polsce profesjonalnym forum, na którym spotykają się producenci, kompletatorzy i odbiorcy

automatyki przemysłowej. Impreza była licznie odwiedzana przez specjalistów poszukujących nowych rozwiązań technicznych, jak również stała się bogatym źródłem informacji dla projektantów oraz integratorów systemów.

Targom towarzyszył tradycyjnie bogaty program seminariów, wykładów i prezentacji firm oraz renomowany konkurs o Złoty Medal.

Laureaci Konkursu o Złoty Medal:

1. ASKOM Sp. z o.o.
SYSTEM WIZUALIZACJI ASIX®.
EVO WERSJA 10.
2. COROBOTICS Sp. z o.o.
Robot współpracujący HCR-3/5/12
3. FINDER Polska Sp. z o.o.
SYSTEM YESLY COMFORT LIVING
(BEYON, 13.72 and 15.71 TYPES)
4. KUKA CEE GmbH Sp. z o.o.
Oddział w Polsce
KR QUANTEC – 2
5. TPL VISION UK LTD
Modular Ringlight

XIII edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
-techniczny

PRODUKT ROKU 2018

Medale rozdane!

Katarzyna Zając

Z dumą informujemy, że 27 marca, podczas Targów AUTOMATICON® w Warszawie, mieliśmy przyjemność wręczyć nagrody miesięcznika „Napędy i Sterowanie” laureatom konkursu na najlepsze rozwiązanie – PRODUKT ROKU 2018. W ten sposób uhonorowaliśmy najlepsze wyroby i rozwiązania techniczne roku 2018.



Konkurs odbył się pod patronatem Katedry Automatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH, a projekty oceniane były przez grono niezależnych ekspertów z Akademii Górniczo-Hutniczej. Posiedzenie Komisji Konkursowej miało miejsce w marcu b.r. w Katedrze Automatyki i Robotyki, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH w Krakowie.

Oceny produktów dokonało szanowne grono jury w składzie:

- Prof. dr hab. inż. Witold Byrski;
- Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz;
- Dr hab. inż. Krzysztof Oprzędkiewicz.

Przyjęte kryteria oceny to przede wszystkim poziom innowacyjności rozwiązania i zapotrzebowania rynku na produkt oraz wpływ na środowisko, spełnianie dyrektyw i norm. Istotne znaczenie przy wyborze najlepszych przedsięwzięć miały również: potencjał rozpowszechnienia, podnoszenie efektywności w działaniu i bezpieczeństwo.

Spełnienie tych wymogów było podstawą dopuszczenia zgłoszonych produktów do udziału w Konkursie.




Spośród licznie zgłoszonych propozycji wybrano i uhonorowano 12 produktów.




Laureaci Konkursu PRODUKT ROKU 2018

Członkowie Komisji przyznali nagrody w każdej z pięciu, niżej wymienionych kategorii




Nowe maszyny i technologie

-  Beckhoff Automation Sp. z o.o.
Xplanar: latający system transportowy
-  Sew Eurodrive Polska Sp. z o.o.
Samojezdny wózek transportowy AGV
-  VIMS Sp. z o.o.
Kamera IRIS M



Poprawa bezpieczeństwa

-  Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.
Safe PXV – system pozycjonowania absolutnego




Napędy i silniki

-  Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL
Bardzo wydajny silnik elektryczny do zabudowy w piastach kół pojazdów elektrycznych
-  Rittal Sp. z o.o.
Elektroniczny moduł sterujący silnika
-  Twerd Sp. z o.o.
Polski elektryczny napęd statku morskiego o łącznej mocy 1,4 MW

Systemy sterowania procesami i układami

-  Elmark Automatyka Sp. z o.o.
Sterownik Unistream B10
-  Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
Flex-6-Nano zintegrowane rozwiązanie EtherCAT

Urządzenia pomiarowe i czujniki

-  ABB Sp. z o.o.
ABB Ability™ Smart Sensor
-  Emerson Process Management Sp. z o.o.
Rosemount 928
-  Flir Systems, Inc.
Kamera termowizyjna FLIR T540

Konkurs posłużył wyróżnieniu najlepszych produktów i rozwiązań technicznych z 2018 roku. Poprzez jego organizację zamierzamy promować myśl techniczną obecną na polskim rynku, jednocześnie honorując producentów i ich produkty, które wzbogacają ten rynek o nowoczesne rozwiązania.

Realizując konkursowe zamierzenia promowania produktów i rozwiązań na łamach pisma, na kolejnych jego stronach przybliżamy Czytelnikom nagrodzone produkty i rozwiązania, zachęcając tym samym Państwa już teraz do rozważenia wzięcia udziału w kolejnej edycji konkursu.

Zwycięskie produkty na ilustracjach są oznaczone medalem, jaki został wręczony laureatom wraz z dyplomem. Oprócz nagród w postaci medalu i dyplomu laureaci otrzymali prawo do posługiwania się znakiem i hasłem „Produkt Roku 2018”.

Medale za PRODUKT ROKU 2018 odebrali przedstawiciele firm:



Beckhoff Automation Sp. z o.o.



Sew Eurodrive Polska Sp. z o.o.



Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.



Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL



Rittal Sp. z o.o.



Twerd Sp. z o.o.



Elmark Automatyka Sp. z o.o.



Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.



ABB Sp. z o.o.



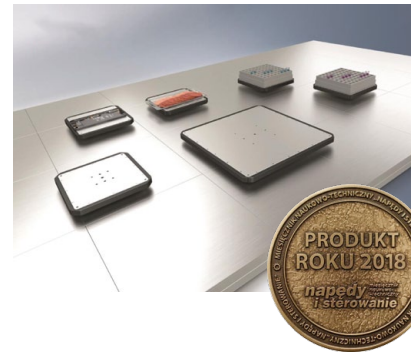
Emerson Process Management Sp. z o.o.

Beckhoff Automation Sp. z o.o.

Xplanar: latający system transportowy

Nowy system transportowy, składający się z zespołu karetek swobodnie unoszących się nad dowolnym zestawem płyt. Dzięki takiemu rozwiązaniu cechuje się niespotykaną dotąd elastycznością, precyzją i dynamiką pozycjonowania. To z kolei przekłada się na możliwość prostej, indywidualnej katego-

ryzacji przepływu towarów oraz rezygnację z niezbędnych dotąd robotów i innych układów mechanicznych o ograniczonej elastyczności. Zaś bezkontaktowy ruch karetek eliminuje problem zużycia komponentów, emisji zanieczyszczeń oraz przenoszenia brudu.



Nowe maszyny i technologie

Sew Eurodrive Polska Sp. z o.o.

Samojezdny wózek transportowy AGV

Samojezdny wózek transportowy AGV (Automated Guided Vehicle), wykonany na zlecenie nowoczesnej tłoczni profili aluminiowych w Dąbrowie Górniczej.

System transportu złożony z samojezdnego wózka AGV oraz stacji rozładawczej - przystosowany do transportu ładunków dużych gabarytów o długości do 7 mb i masie do 4000 kg. W tym przypadku są to profile aluminiowe. Automatyczny transport i rozładunek na stację rozładawczą. Sterowanie z pulpitu operatorskiego oraz możliwość przejścia

na sterowanie ręczne z panelu operatorskiego. Zasilanie bezprzewodowe Movitrans® - system bardzo trwały i odporny na wymagające warunki zewnętrzne (w tym przypadku kurz i pył na terenie ładowni). Bezprzewodowa komunikacja Profinet/Profisafe. Zagwarantowanie bezpiecznego dla ludzi przemieszczania się pojazdu w hali produkcyjnej dzięki systemom Safety w oparciu o skanery bezpieczeństwa. Otwarte drogi komunikacyjne (versus zastosowanie standardowych przenośników rolkowych).



Nowe maszyny i technologie

VIMS Sp. z o.o.

Kamera IRIS M

Iris M - pierwszy na świecie bezdotykowy system wzmacniania ruchu. Iris M pozwala zobaczyć ruch maszyn, przemieszczenia i drgania niewidoczne dla ludzkiego oka, a wszystko to podczas normalnej pracy maszyn. Kamera Iris M dostarcza obraz wideo całego procesu produkcji przy zachowaniu

analizy na poziomie komponentów, co sprawia, że jest to doskonałe narzędzie do kontroli, wykrywania usterek, planowania napraw, modernizacji, a także umożliwia skuteczną komunikację pomiędzy pracownikami technicznymi i nietechnicznymi.



Nowe maszyny i technologie

Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.

Safe PXV - system pozycjonowania absolutnego

W zastosowaniach z wymaganiem poziomem bezpieczeństwa SIL 3/PL e konieczne jest ściśle przestrzeganie wszystkich zaleceń. Teraz można je osiągnąć łatwiej dzięki nowemu i unikalnemu w skali światowej systemowi pozycjonowania Safe PXV. Wykorzystuje nową technologię wielokrotnej

nadmiarowości i jako pierwszy umożliwia bezpieczne pozycjonowanie absolutne zgodnie z SIL 3/PL e z użyciem zaledwie jednego czujnika. Układ pozycjonowania jest idealnym rozwiązaniem do liniowego pozycjonowania absolutnego.



Poprawa bezpieczeństwa

Napędy i silniki



Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL
Bardzo wydajny silnik elektryczny do zabudowy w piastach kół pojazdów elektrycznych

Bardzo wydajny silnik elektryczny do zabudowy w piastach kół pojazdów EV, który: pozwala na projektowanie pojazdów o bardziej aerodynamicznym kształcie; eliminuje wszystkie mechanizmy pośredniczące w przeniesieniu momentu obrotowego z silnika na koło; upraszcza konstrukcję

napędu, zwiększa jego sprawność; pozwala na dynamiczniejszą jazdę i dodatkową przestrzeń w samochodzie. Wysokie parametry i bardzo niska masa zostały osiągnięte dzięki kompaktowej konstrukcji oraz wydajnemu układowi chłodzenia.

Napędy i silniki

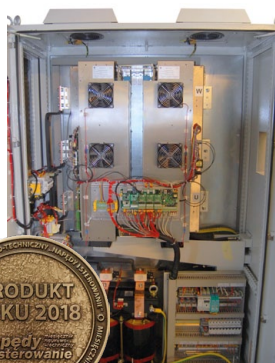


Rittal Sp. z o.o.
Elektroniczny moduł sterujący silnika

Elektroniczny moduł sterujący silnika to hybrydowy, małogabarytowy oraz wielofunkcyjny moduł przeznaczony do instalacji na systemie szyn RiLine Compact. Pozwala oszczędzić znaczną przestrzeń w szafie sterowniczej oraz charakteryzuje się łatwym i szybkim montażem. Moduł łączy zalety technologii półprzewodnikowej i przekazi-

kowej, minimalizując straty mocy. Uzyskuje tym samym 10-krotnie większą żywotność w porównaniu z konwencjonalnymi układami rozruchowymi. Realizuje cztery podstawowe funkcje - rozruchu silnika, układu nawrotnego, zabezpieczenia przed przeciążeniem oraz ochrony przed zwarcieniem.

Napędy i silniki

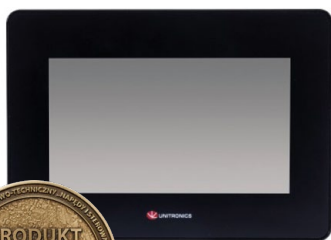


Twerd Sp. z o.o.
Polski elektryczny napęd statku morskiego o łącznej mocy 1,4 MW

Opracowane rozwiązanie stanowi zespół składający się z czterech przekształtników energoelektrycznych o mocach 2 x 500 kW i 2 x 200 kW, stanowiących główny napęd statku naukowo-badawczego „Oceanograf”. Stopień wejściowy każdego z prze-

mienników wykonano jako tranzystorowy prostownik aktywny co zapewnia sinusoidalny pobór prądu z sieci zasilającej. System sterowania został w pełni zintegrowany z systemem sterowania i zarządzania mocą statku.

Systemy sterowania procesami i układami



Elmark Automatyka Sp. z o.o.
Sterownik Unistream B10

US7-B10-RA28 - sterownik PLC z wbudowanym wyświetlaczem HMI o przekątnej 7 cali w wersji PRO.

- Kolorowy panel dotykowy
- Wbudowany sterownik PLC
- Uatrakcyjnia sterowane urządzenie
- Zgodny z międzynarodowymi standardami
- Zaprojektowany do pracy w przemysłowych warunkach

Unistream 7" to nowa seria sterowników, gdzie sterownik PLC jest zintegrowany z wyświetla-

czem HMI. Unistream 7" jest jednym z najszybszych w swojej klasie dzięki procesorom dual (czas skanowania programu ≈0,13μs, do 2048 I/O oraz ponad 1 lub 2 MB na pamięć programu), wysokiej rozdzielczości dotykowego wyświetlacza HMI oraz lokalnym i rozproszonym wyspom I/O. System modułowy daje potężne możliwości integracji systemów, takie jak oszczędność miejsca oraz obniżenie czasu programowania, przy zachowaniu pełnej funkcjonalności sprzętu.

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.

Flex-6-Nano zintegrowane rozwiązanie EtherCAT

Flex-6-Nano to zintegrowane rozwiązanie EtherCAT prosto z brytyjskich wysp. Kontroler ruchu (nazywany również sterownikiem ruchu) umożliwia zaawansowane sterowanie nawet 64 osiami ruchu. Niewielkie wymiary urządzenia pozwalają na wykorzystanie jego możliwości nawet w trudnych warunkach montażowych na szynie DIN. Kontroler ruchu można rozszerzyć o system Flexslice. Eliminuje to potrzebę użytkownika złącza EtherCAT. Moduły systemu Flexslice stanowią solidne, bardzo szybkie i elastyczne rozwiązanie

zarówno do sterowania ruchem, jak i do ogólnej automatyki. Czasy cykli EtherCAT sięgają nawet do 125 μ s, a złącze szyny korzysta z technologii EBUS w celu przyłączenia wszystkich podmodułów do sieci EtherCAT bez obniżania skuteczności działania. System Flexslice oferuje szereg cyfrowych i analogowych modułów wejść/wyjść, jak również modułów ruchu z wyjściami impulsowymi i kierunkowymi – przeznaczonymi do precyzyjnego pozycjonowania silników krokowych i serwonapędów poprzez odpowiednią technologię napędu.



Systemy sterowania procesami i układami

ABB Sp. z o.o.

ABB Ability™ Smart Sensor

Samowystarczalny czujnik instalowany na kadłubie silnika indukcyjnego niskiego napięcia, którego zadaniem jest dokonywanie okresowych pomiarów parametrów pracy silnika: temperatury, poziomu hałasu, poziomu drgań, występowania przeciążeń, a także przybliżonego zużycia energii elektrycznej. Wbudowana technologia Bluetooth® Low Energy pozwala na komunikację czuj-

nika z urządzeniami zewnętrznymi. Smart Sensor przesyła dane do bezpiecznego serwera chmury za pośrednictwem smartfona lub bramki Bluetooth, gdzie dane przetwarzane są przy użyciu zaawansowanych algorytmów opartych na wieloletnim doświadczeniu ABB. Wynikiem działania jest kompletna informacja odnośnie do pracy i stanu silnika.



Urządzenia pomiarowe i czujniki

Emerson Process Management Sp. z o.o. Rosemount 928

Rosemount 928 jest bezprzewodowym monitorem toksycznego gazu, jakim jest siarkowodór H₂S. Jest w pełni zintegrowany z sieciami bezprzewodowymi pracującymi w protokole wirelessHART. Jego przeznaczenie to wszystkie instalacje, w których może wystąpić wyciek niebezpiecznego gazu, ja-

kim jest siarkowodór, np. otwory wydobywcze w kopalniach ropy naftowej, w farmach zbiorników magazynowych ropy, w przemyśle chemicznym itd. Zastosowano w nim innowacyjny „inteligentny” moduł pomiarowy Rosemount 628 z bezpośrednio zapisaną informacją o kalibracji.



Urządzenia pomiarowe i czujniki

Flir Systems, Inc.

Kamera termowizyjna FLIR T540

T540 zaprojektowano z myślą o zaawansowanych pomiarach w sektorze energetycznym (produkcja i dystrybucja energii) i przemyśle, koncentrując się na wysokiej rozdzielczości urządzenia, prędkości pracy i zaawansowanej ergonomii. Dzięki uchylnemu, w zakresie 180°, układowi optycznemu, wyraźnemu wyświetlaczowi LCD i wygodnej obudowie kamera T540 stanowi

przydatne narzędzie dla inspektorów, ułatwiając pomiary termowizyjne w ciężkich warunkach przemysłowych, zwłaszcza gdy badane urządzenia są zasłonięte przeszkodami lub trudno dostępne. Kamera zdobyła nagrodę RedDot jako najlepiej zaprojektowane urządzenie w swojej klasie.



Urządzenia pomiarowe i czujniki

wielu producentów komponentów automatyki (w szczególności napędów serwo, silników krokowych oraz falowników). Sterowanie konwencjonalne przy większych aplikacjach stawia wykonawcę pod ścianą, gdyż sterowniki ruchu stosujące ten rodzaj kontroli osi mają ograniczoną (zazwyczaj do kilku) ilość osi, jakie mogą kontrolować, ponadto sterowanie takie wymusza stosowanie dużej ilości okablowania. Stosując dla kontroli ruchu protokół EtherCAT, możemy podłączyć znacznie większą liczbę serwonapędów czy też innych urządzeń, które wspierają ten protokół, przy jednoczesnej minimalizacji... ilości kabli. Kontrolery ruchu Trio oferują możliwość sterowania nawet 128 osiami po protokole EtherCAT, co kwalifikuje je do sterowników ruchu umożliwiających precyzyjną kontrolę zaawansowanych układów.

Dzięki bogatej bazie wspieranych urządzeń opartych o protokół EtherCAT zyskujemy ogromne możliwości rozbudowy naszej aplikacji. Dodatkowym atutem jest opcja konfiguracji i parametryzacji urządzeń w magistrali oraz otrzymywania informacji dotyczących danych węzłów. Powyższe funkcje są sposobem na maksymalne uproszczenie integracji z systemem zaawansowanego ruchu.

Urządzenia brytyjskiego producenta wspierają sprzężenia zwrotne, takie jak BISS, EnData oraz SSI. Szeroka gama protokołów: ProfiNET, Anybus, Bluetooth,

CANopen, CC-Link, DeviceNet, Ethernet-IP, Hostlink, MODBUS-RTU, MODBUS-TCP/IP, Profibus, RS232/RS485, Modbus TCP, Trio ActiveX, UDP, umożliwia uniwersalne sterowanie produktami Trio z poziomu nadrzędnych urządzeń nienależących do oferty Trio Motion Technology.

Funkcje wspomagające programowanie

1. **TextFileLoader** może wczytywać pliki maszynowe do pamięci kontrolera ruchu. Można w ten sposób wczytać pliki napisane w językach tekstowych, takich jak G-Code i HPGL. Pliki mogą być następnie parsowane i wykonywane przez program TrioBASIC.

Kontrolery ruchu Trio mają możliwość optymalizowania procesu przesyłania plików przez bufor FIFO oraz otrzymywania danych tekstowych. Taka obsługa plików tekstowych pozwala TrioBASIC na przetwarzanie zarejestrowanych wcześniej plików albo strumieniowanie informacji przychodzących w czasie rzeczywistym do portu szeregowego lub portu Ethernet.

Możliwe jest udostępnienie przykładowych programów parsujących i wysyłających G-Code, jak i dostarczanie parsera HGPL, które mogą być następnie stosowane jako podstawa do projektowania maszyn. Jako że wszystkie przykłady są napisane

w języku TrioBASIC, dają możliwość pełnej adaptacji przez konstruktora maszyny lub programistę systemu w celu dopasowania do niestandardowej mechaniki lub specjalnych funkcji.

2. **CAD2Motion** pozwala użytkownikowi na tworzenie ścieżek ruchu w pakiecie CAD, takim jak AutoCAD, i konwertowanie ich do kodu wykonywalnego przez kontroler ruchu Trio. Zazwyczaj informacje ścieżki będą rysowane na pojedynczej warstwie w pakiecie CAD i eksportowane jako plik DXF. Plik DXF (wyłącznie warstwa ze ścieżką ruchu) jest wczytywany do programu CAD2Motion w celu stworzenia programu 2D do śledzenia ścieżki ruchu.

3. **PCMotion** jest to komponent ActiveX, pozwalający na bezpośrednie połączenie do kontrolera ruchu Trio z poziomu samodzielnie napisanej (np. w środowisku Visual Studio) aplikacji użytkownika.

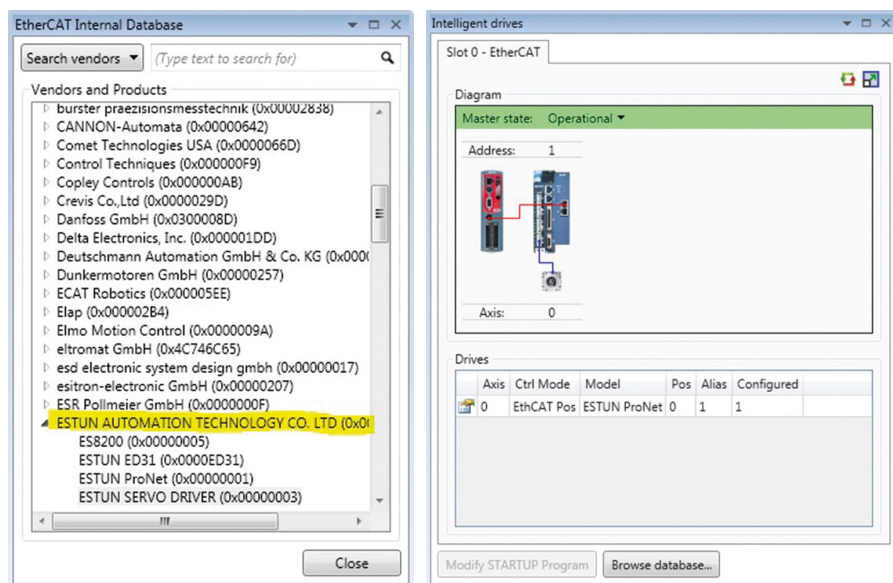
Może być stosowany do sterowania dowolną funkcjonalnością kontrolera ruchu, jak również do przesyłania plików tekstowych do sterownika.

4. **Funkcja Look-Ahead** umożliwia interpolację wieloosiową często wykorzystującą dane CAD/CAM jako źródło informacji o ruchu. Funkcja *Look-Ahead* [„Patrz do przodu”] buforuje ruchy i analizuje je w inteligentny sposób, dla zachowania płynnego przejścia między poszczególnymi ruchami. Pozwala to na zachowanie stałej prędkości, na przykład podczas obróbki skrawaniem czy nakładania kleju.

Kontrolery Trio są w ten sposób w stanie realizować ruchy interpolowane liniowo, kołowo, helikalnie oraz sferycznie.

5. **Funkcja CAMGEN** daje możliwość definicji i generacji tabel krzywek. Korzystając z interaktywnej, graficznej funkcji, jesteśmy w stanie zaprojektować własne krzywki. Powszechnie stosowane kształty krzywek są już zaimplementowane w bibliotece CAM Trio.

CAMGEN udostępnia opcje wprowadzania wymaganych wymiarów i przesunięć. Dzięki temu



FLEX-6 NANO

64-osioowy kontroler ruchu Ether**CAT**®



- dwurdzeniowy procesor 1GHz
- możliwość sterowania do 64 osi po protokole EtherCAT
- 1Gbit pamięci DDR3
- slot karty pamięci SD
- szybka pamięć Flash 1 GB
- czas cyklu 125 us

- protokół EtherCAT do indywidualnych modułów używających systemu EBUS
- praktyczne złącza Push-In
- obsługa plików tekstowych
- wsparcie kinematyki robotów (manipulatorów)
- certyfikaty RoHS, CE

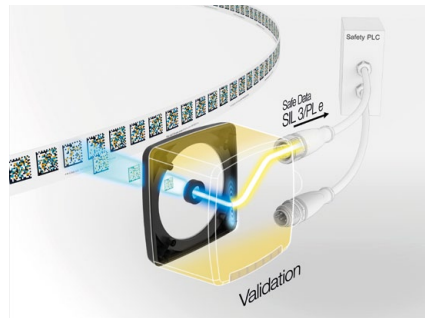
Zaprojektowanego do liniowego pozycjonowania bezwzględnego, SafePXV można znaleźć na przenośnikach jednoszynowych, układnicach, stołach obrotowych, windach i turbinach wiatrowych.

– Biorąc pod uwagę różnorodność zastosowań, łatwość użycia jest z pewnością kluczową korzyścią – mówi Tomasz Żyrek.

Szerokie okno odczytu i duża głębokość ostrości sprawiają, że niepotrzebna jest czasochłonna i precyzyjna konfiguracja aparatu.

– Montaż jest tak szybki i prosty, jak tylko można sobie wyobrazić – podsumowuje menedżer.

System safePGV idzie o krok dalej. Oprócz pozycjonowania bezwzględnego zapewnia również wszystkie dane niezbędne do niezawodnego sterowania zautomatyzowanymi pojazdami sterowanymi (AGV). Przesyłając pozycję Y i kąt, safePGV pozwala na ciągłą korektę odchylenia toru. A bezpieczna pozycja X zapewnia utrzymanie bezpiecznej odległości między pojazdami AGV, aby utrzymać personel w bezpiecznym miejscu.



Oba systemy są zaprojektowane do obsługi ciasnych krzywizn i nachyleń, a szczeliny w taśmie kodowej o długości do 75 mm w żaden sposób nie wpływają na wydajność.

– Jest to szczególnie przydatne na dłuższych trasach, kiedy trzeba zlikwidować np. szczeliny dylatacyjne w budynku – mówi Tomasz Michalski. – To kolejny przykład optymalizacji wynikającej bezpośrednio z rzeczywistych wymagań naszych Klientów”.

„Muzyka dla moich uszu”

Wytrwałość, duch poszukiwań i zdrowa dawka zaufania były kluczowymi czynnikami sukcesu tego projektu.

– Od pomysłodawców, przez naszych kolegów w dziale produkcji, po marketing i sprzedaż – cały zespół zebrał się razem – mówi z entuzjazmem Tomasz Michalski.

Nowe systemy pozycjonowania safePXV i safePGV zostały wprowadzone w listopadzie ub. roku na Targach SPS IPC Drives w Norymberdze.

– Pierwsze reakcje były bardzo pozytywne – mówi Piotr Simlat.

– „Czapki z głów, twoim konkurentom nie będzie się to podobać” – ta odpowiedź była moją osobistą satysfakcją – dodaje Tomasz Żyrek.

Piotr Simlat zgadza się z tym:

– Po całej pracy, jaką włożyliśmy, była to muzyka dla moich uszu.

Zapytany o przyszłość, zapewnia, że entuzjazm w Pepperl+Fuchs nie zniknął.

– Przede wszystkim wciąż stoimy przed wyzwaniem integracji dodatkowych interfejsów, takich jak CIP Safety i FSoE, w obudowie czujnika. Oczywiście już pracujemy nad nowymi pomysłami z myślą o Industry 4.0 – obiecuje Tomasz Michalski. ■

reklama



**Leading the way.
Reinventing positioning.
Revolutionizing safety.**

**safePXV and safePGV
SIL 3/PL e Using a Single Sensor**

- Pozycjonowanie absolutne i nawigacja pojazdami AGV z maksymalnym bezpieczeństwem
- Wysoka efektywność: pozycjonowanie absolutne za pomocą jednego czujnika z bezpośrednim podłączeniem do sterownika bezpieczeństwa
- Niezwykle niezawodny dzięki unikalnemu połączeniu kamery 2D i taśmy kodowej Data Matrix

www.pepperl-fuchs.com/safe-positioning

Your automation, our passion.

PEPPERL+FUCHS

Branża energetyczna i elektryczna w maju spotyka się w Poznaniu

EXPOPOWER to jedno z najważniejszych wydarzeń targowych branży energetycznej, które gromadzi każdego roku wielu wystawców, zarówno z Polski, jak i z zagranicy. Obok specjalistycznych ekspozycji Targom towarzyszą liczne konferencje. Patronat strategiczny nad Targami EXPOPOWER objęła Enea Operator.

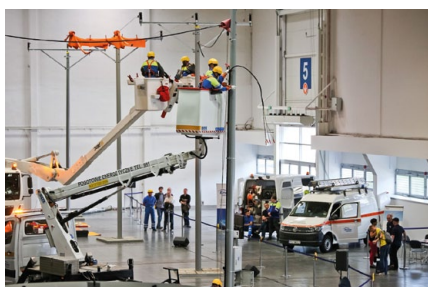
Ekspozycja tegorocznych Międzynarodowych Targów Energetyki EXPOPOWER stanowi szeroką gamę zagadnień związanych z energetyką, elektrotechniką, oświetleniem, telekomunikacją i automatyzacją.

Podczas wydarzenia przedstawiane są inicjatywy przedsiębiorców, instytucji samorządowych i przedstawicieli nauki, prezentujące innowacyjne rozwiązania, technologie i nowoczesne produkty z zakresu energetyki przemysłowej, automatyki, sterowania, a także instalacji niskiego, średniego oraz wysokiego napięcia. Targi EXPOPOWER to także miejsce spotkań, dyskusji i wymiany doświadczeń przedstawicieli branżowych izb i stowarzyszeń. Targi odwiedzają profesjonalni zwiedzający, m.in.: elektrycy, energetycy, instalatorzy, technicy, projektanci, koordynatorzy ds. zamówień oraz zarządcy nieruchomości.

Podczas Targów Enea Operator organizuje pokazy prac pod napięciem oraz pokazy ratownictwa medycznego związanego z wypadkami w branży energetycznej. Zachęcenie ubiegłorocznym sukcesem (ponad 1400 osób zwiedzających z Grupy ENEA) również w tym roku Enea Operator we współpracy z Grupą MTP, umożliwi przyjazd zorganizowanych grup profesjonalnych zwiedzających.

Bogaty program konferencji

Uzupełnieniem oferty wystawienniczej jest program wydarzeń towarzyszących,



który w tym roku zapowiada się bardzo ciekawie. W licznych konferencjach, debatach i spotkaniach udział wezmą najważniejsi specjaliści z branży energetycznej z Polski oraz zagranicy.

Integralną częścią Targów EXPOPOWER stało się współorganizowane z Wojewodą Wielkopolskim oraz Enea Operator „Forum Innowacyjnej Energetyki #ENERGINN 2.0”. Forum jest odpowiedzią na rosnące zainteresowanie tematyką związaną z przyszłością energetyki polskiej oraz rozwojem innowacyjności w tej gałęzi przemysłu. Będzie ono okazją do merytorycznej dyskusji nad aktualnymi wyzwaniem branży. Forum to doskonałe miejsce rozmów dla samorządowców, środowisk naukowych i przedstawicieli szeroko pojętej energetyki.



W ramach Targów EXPOPOWER odbędzie się także konferencja poświęcona tematyce związanej z wodorem. „Meet Hydrogen: H2 Wielkopolska” to 1-dniowa konferencja, która daje doskonałą okazję, by zgłębić temat zastosowania wodoru w Polsce i na świecie. Podczas wydarzenia będzie można dowiedzieć się więcej o tym, jak obecnie wyglądają badania związane z pozyskaniem wodoru, a także ocenić perspektywy biznesowe i ekologiczne związane z komercyjnym zastosowaniem wodoru w gospodarce. Organizatorem konferencji jest Samorząd Województwa Wielkopolskiego oraz SnowDog.



Oddział Poznański Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz Wielkopolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa zapraszają na XVII Konferencję Naukowo-Techniczną z cyklu „Instalacje elektryczne niskiego, średniego i wysokiego napięcia”, nt. „Stacje elektroenergetyczne 2019”, a także X Konferencję Naukowo-Techniczną z cyklu „Energoozczędność w oświetleniu” nt. „Technika świetlna 2019”.

Strefa edukacyjna

Po raz drugi podczas Targów EXPOPOWER zostanie uruchomiona strefa edukacyjna przygotowana przez Enea Operator. Co czeka uczniów odwiedzających strefę? Młodzież będzie mogła zobaczyć energetyków przy pracy podczas specjalnie zaaranżowanych pokazów. Ponadto na odwiedzających czekać będą doświadczenia naukowe, energetyczne ciekawostki oraz pokazy ratownictwa przedmedycznego. Dodatkowo w strefie edukacyjnej Targów spółka zaprezentuje zakres i plan wdrożeń technologii RFID służącej do znakowania majątku sieciowego, którą Enea Operator wdraża jako pierwsza firma w Polsce.

Międzynarodowe Targów Energetyki EXPOPOWER odbędą się w dniach 7–9 maja 2019 r. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich (pawilon nr 5).

Więcej informacji znajduje się na stronie www.expopower.pl.

20. Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Techniczna

KOMEKO – IMTech 2019

INNOWACYJNE I PRZYJAZNE DLA ŚRODOWISKA
TECHNIKI I TECHNOLOGIE PRZERÓBKI SUROWCÓW MINERALNYCH
BEZPIECZEŃSTWO – JAKOŚĆ – EFEKTYWNOŚĆ
25–27 marca 2019 r. – Hotel „Klimczok” – Szczyrk

W dniach 25–27 marca br. odbyła się Konferencja z cyklu KOMEKO-IMTech zorganizowana przez Instytut Techniki Górniczej KOMAG pod patronatem Ministra Energii. Honorowy patronat naukowy objęła Sekcja Przeróbki Kopaliny Komitetu Górnictwa Polskiej Akademii Nauk. Celem konferencji był przegląd kierunków rozwoju systemów przerobczych surowców mineralnych z uwzględnieniem relacji człowiek – maszyna – środowisko, wymiana wiedzy i doświadczeń



dotyczących wykorzystania innowacyjnych technik i technologii, jak również prezentacja oferty producentów.



Dzięki staraniom organizatorów po raz pierwszy obok możliwości publikowania referatów w punktowanej monografii

Wywiad z dr. hab. inż. Dariuszem Prostańskim

R.K.: – W ramach Konferencji KOMEKO – IMTech podjęliście temat zgazowania paliw stałych o niskiej wartości opałowej.

D.P.: – Zgazowanie węgla, ale też odpadów organicznych i naturalnych i tworzyw sztucznych pozwala na uzyskanie paliw ciekłych w postaci ropy naftowej i benzyny, paliw gazowych o różnej kaloryczności, oczywiście odpowiednio przygotowanych przez proces separacji, filtracji, żeby były ekologicznymi paliwami. Zgazowanie pomaga nam w zagospodarowaniu odpadów, np. niskiej jakości węgla czy wręcz odpadów powęglowych. KOMAG zajmuje się pracami przygotowawczymi, a głównymi liderami są IChPW. Razem z GIG-iem prowadzimy duże projekty. Natomiast w KOMAG-u opracowaliśmy reaktor do zgazowania małej mocy, przyzakładowe reaktory do zagospodarowania tworzyw sztucznych, jak również biopaliw, w tym węgla. To jest przyszłość. Ta

Konferencja pokazała kolejny raz, że też patrzymy na postęp, jaki jest na świecie, bo w ramach zgazowania węgla i tworzyw w tej chwili w Polsce niewiele się dzieje oprócz tego, że są prowadzone prace eksperymentalne i naukowe. Natomiast w najbliższej przyszłości musimy się zmierzyć z zastosowaniem takich rozwiązań i wykorzystaniem tych odpadów, dlatego że będziemy potrzebowali coraz więcej czystej energii. UE nas również do tego zobowiązuje.

R.K.: – Komag zajmuje się projektowaniem i realizacją rozwiązań w zakładach przerobczych wraz ze sterowaniem, jakie są efekty?

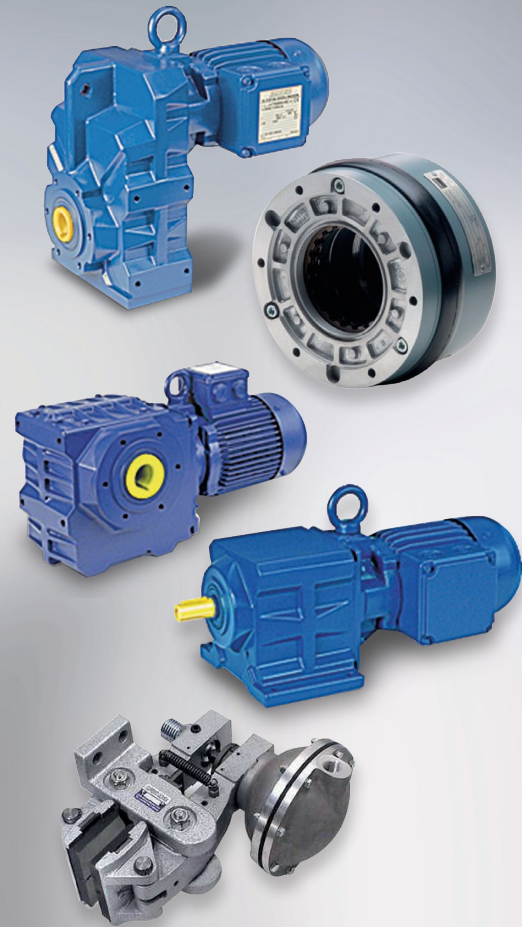
D.P.: – Współpracując z wytwórcami, producentami realizujemy kompleksowe rozwiązania zakładów przerobczych, również dla niektórych zakładów robimy tylko osadzarki, przenośniki kubełkowe, przesiewacze czy kruszarki. W KOMAG-u projektujemy te urządzenia od początku. Od

zarania powstania KOMAG-u projektujemy urządzenia przerobcze i wszystkie rozwiązania, które funkcjonują w Polsce, u nas są doskonałe i firmowane. Oprócz tych urządzeń projektujemy układy sterowania, które pozwalają optymalizować prace tych urządzeń. Same urządzenia też staramy się optymalizować, żeby była jak największa efektywność i jak najmniej odpadów.

R.K.: – Jaki był główny motyw XX Konferencji KOMEKO?

D.P.: – Tak, to już jubileuszowa XX Konferencja. Myśl przewodnia: Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych. Bezpieczeństwo – Jakość – Efektywność. Cały czas pracowaliśmy nad tym, by zjednoczyć ludzi, którzy pracują w zakładach przerobczych. Ta Konferencja jest najlepszym przykładem, że ten proces wciąż trwa. Na tej Konferencji jest sporo ludzi, którzy byli od początku na tych Konferencjach.

Razem możemy osiągnąć więcej!



Oferujemy sprzedaż oraz serwis dla:

- Motoreduktorów
- Silników elektrycznych i przekładni
- Elektrobębnow
- Sprzęgieł i hamulców

Nowość w ofercie

- POMIARY WIBROAKUSTYCZNE
- POMIARY TERMOWIZYJNE
- POMIARY OCHRONNE



STEINLEN Polska Sp. z o.o.
 ul. W. Grabskiego 4/8, 63-500 Ostrzeszów
 tel. 62 732 23 50 lub 52, fax 62 732 23 51
 www.steinlenpolska.pl

reklama

Uczestnicy Konferencji mówią o współpracy w branży

R.K.: – Jak wypada ocena napędów NORDA?

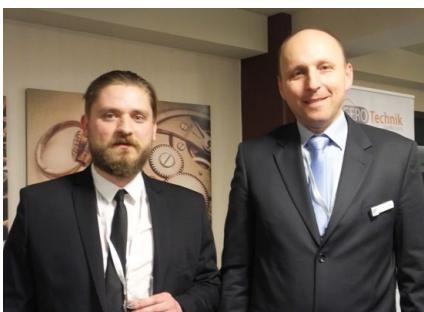
Lubelski Węgiel BOGDANKA: – To jest firma, której napędy się sprawdzają. Współpraca układa się dobrze.

R.K.: – Jak ocenia pan współpracę?

Marcin Piotrowski: – Z różnych kopalń przyjeżdżają do nas. Rozwiązania, jakie oferujemy, są bardzo nowoczesnymi rozwiązaniami, które unowocześniają te wszystkie zakłady. I w tych zakładach, w których zostały zastosowane, opinie są bardzo dobre. Odbiorcy są bardzo otwarci na rozwiązania bardzo nowoczesne i przynoszące wymierne efekty.

się dodatkowy członek IMTech (Innovative Mining Technologies).

W Konferencji wzięło udział 111 specjalistów reprezentujących 49 instytucji, a jej sponsorami były firmy MIFAMA OPA CARBO, NORD NAPĘDY i OMAG. Podczas pięciu konferencyjnych sesji zaprezentowano 21 referatów, w których przedstawiono wyniki prac naukowych, badawczych i wdrożeniowych realizowanych przez ośrodki naukowe i przedstawicieli przemysłu. Swoje osiągnięcia oraz doświadczenia zaprezentowali m.in. specjaliści z Akademii Górniczo-Hutniczej, Głównego Instytutu Górnictwa, Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla, Instytutu Techniki Górniczej KOMAG, Politechniki Łódzkiej, Politechniki Śląskiej, PRO-INDUSTRY, NORD Napędy, Polskiej Grupy Górniczej SA i Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. Uczestnicy Konferencji z uznaniem wypowiadali się zarówno na temat zakresu zagadnień będących przedmiotem prezentacji i dyskusji, jak również jej poziomu naukowego, podkreślając duże znaczenie tego przedsięwzięcia w aspekcie zacieśniania i rozwoju współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami wprowadzającymi innowacje a jednostkami i instytucjami naukowymi. ■



w języku polskim była możliwość publikowania w materiałach IOP Conference Series w języku angielskim (materiały indeksowane w bazach Scopus oraz Web of Science). Stąd też w nazwie pojawił

IMF 2019 promuje innowacyjność

Jastrzębska Spółka Węglowa po raz drugi została gospodarzem prestiżowej konferencji International Mining Forum. Dwa lata temu IMF 2017 był przeglądem pomysłów, idei i rozwiązań, które mogą przyczynić się do skoku technologicznego. O tym, które z nich znalazły zastosowanie w praktyce, przekonamy się podczas IMF 2019.

Rozwój przemysłu możliwy jest dzięki innowacjom – i to właśnie nowoczesne rozwiązania oraz innowacyjne technologie będą promowane podczas tegorocznego Forum. Nie bez powodu – górnictwo wkroczyło w epokę sztucznej inteligencji i robotów przemysłowych, a Przemysł 4.0, to już nie przyszłość, lecz teraźniejszość.

Podczas IMF 2019 zaprezentowane zostaną przemiany, jakie polskie górnictwo przeszło w ostatnich latach. Kluczowym tematem są też wyzwania, jakie stoją dziś przed branżą wydobywcą. Tematy poruszane podczas kwietniowej konferencji w szczególności będą dotyczyły wdrożenia i wykorzystania nowoczesnych rozwiązań technicznych i informatycznych w kopalniach oraz podjęcia szerokich działań informacyjnych na temat gospodarki surowcami mineralnymi i procesów ich pozyskiwania.

Podczas paneli tematycznych, które zaplanowano m.in. w Katowicach i Jastrzębiu-Zdroju, zostanie poruszonych wiele interesujących zagadnień związanych na przykład z cyfryzacją, automatyzacją i robotyzacją w podziemnej eksploatacji złóż. Uwaga panelistów będzie skoncentrowana na działaniach



na rzecz poprawy bezpieczeństwa pracy i eksploatacji złóż w warunkach zagrożeń naturalnych oraz na perspektywicznych technikach i technologiach głębinia szybów. Jeden z ciekawszych tematów to relacja węgiel – koks – gaz – wodór i nanostruktury węglowe jako odpowiedź na wyzwania gospodarki o obiegu zamkniętym. Kolejne zagadnienia mają dotyczyć rewitalizacji terenów pogórnicznych na przykładzie byłej kopalni Krupiański, automatyzacji w procesie robót przygotowawczych oraz zastosowania nowoczesnych technologii w procesach przeróbki węgla. IMF 2019 to niewątpliwie doskonała okazja do nawiązania nowych, bezpośrednich kontaktów biznesowych, rozpoznania rynków zbytu i warunków inwestycyjnych, a także utrwalenia dobrych relacji pomiędzy partnerami.

Domeną Jastrzębskiej Spółki Węglowej jest węgiel koksowy. To właśnie dzięki wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań, współpracy z wiodącymi uczelniami,

takimi jak Akademia Górniczo-Hutnicza czy Politechnika Śląska, oraz instytucjami naukowymi, JSW może być bardziej konkurencyjna wobec światowych spółek surowcowych.

Grupa Kapitałowa JSW jest największym producentem wysokiej jakości węgla koksowego hard w Unii Europejskiej i jednym z wiodących producentów koksu używanego do wytopu stali. Produkcja i sprzedaż węgla koksowego oraz produkcja, sprzedaż koksu i węglopochodnych stanowią podstawową działalność Grupy Kapitałowej JSW. Węgiel koksowy wydobywany w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej jest jednym z 27 surowców wpisanych do wykazu surowców krytycznych Unii Europejskiej, a więc mających istotne znaczenie dla europejskiej gospodarki. ■



FAMUR opatentował nowy sposób ochrony chodników za frontem ściany wydobywczej

Targi Elektrotechnika 2019 za nami – podsumowanie wydarzenia

Elektrotechnika, elektryka, teletechnika czy elektromobilność to tylko niektóre obszary prezentowane w ramach trzech dni Targów Elektrotechnika i towarzyszących im Targów Światło 2019. Między 13 a 15 marca w Warszawskim Centrum Expo XXI gościło ponad 13 000 osób zainteresowanych m.in. nowoczesnymi instalacjami elektrycznymi, energetycznymi, pojazdami z napędem elektromobilnym czy zagadnieniami budynkowych i przemysłowych systemów teletechnicznych oraz oświetleniem. W tym czasie spotkało się również ponad 1100 osób posiadających uprawnienia do projektowania i kierowania robotami instalacyjnymi w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych, elektroenergetycznych, telekomunikacyjnych, cieplnych oraz wentylacyjnych, a także przedstawicieli jednostek samorządowych i spółdzielni mieszkaniowych, aby wziąć udział w 16 specjalistycznych szkoleniach i warsztatach oraz zapoznać się z nowymi, często bardzo innowacyjnymi, produktami ponad 450 polskich i zagranicznych firm. Targi Elektrotechnika to również bardzo ważne miejsce prezentacji polskich wyrobów kontrahentom, którzy – co wykazała obecna edycja Targów – coraz liczniej przyjeżdżają do Warszawy nawet z odległych stron świata, aby nawiązać kontakty z polskimi producentami.

Program dla szkół

Oferta edukacyjna Targów została skierowana nie tylko do już aktywnie działających zawodowo specjalistów, ale również do uczniów, którzy dopiero zdobywają wykształcenie w tym zakresie. Podczas wykładów organizowanych w ramach wydarzenia dla szkół i techników udział wzięło blisko 600 uczniów z całej Polski.

Warsztaty pozwoliły uczniom opanować umiejętności z zakresu nowoczesnych systemów telekomunikacyjnych. Uczniowie podczas zajęć zapoznali się m.in. z zagadnieniami dotyczącymi sieci światłowodowych, instalacji anten telewizji naziemnej i satelitarnej, zasadami budowy i projektowania multiswitchowych systemów dystrybucji sygnałów TV-SAT.

Osobowość roku 2018

Otwarcie Targów Elektrotechnika połączone było z ogłoszeniem wyników i wręczeniem nagród w Konkursie Osobowość roku 2018, którego celem jest promocja osób mających istotny wkład w rozwój i propagowanie nowych rozwiązań z zakresu elektrotechniki, elektroenergetyki, teletechniki i oświetlenia w Polsce. Wśród nominowanych do nagrody w trzech kategoriach: nauka, gospodarka i biznes, znalazły się osoby, które swoją działalnością wdrażają istotne rozwiązania techniczne, organizacyjne, jak i systemowe mogą być wzorem dla całego środowiska.

W kategorii „Nauka” tytułem Osobowości Roku 2018 został uhonorowany prof. Marcin Hołub z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, który oprócz

bardzo aktywnej działalności naukowej dodatkowo wspiera młodzież działającą w SEP, pomagając w przygotowaniach prezentacji na Sympozjum „Młodzi. Technika. Przemysł”, a także na Ogólnopolskie Dni Młodego Elektryka.

W kategorii „Gospodarka” tytułem Osobowości Roku 2018 uhonorowano Tomasza Kaczora, współzałożyciela firmy TM Technologie, który może być przykładem przedsiębiorcy, który pokazał, że produkując w Polsce, można nie tylko dorównać, ale i prześcignąć największych graczy, osiągnąć sukces na miarę europejską.

W kategorii „Otoczenie” biznesu tytułem Osobowości Roku 2018 została uhonorowana pani Krystyna Raślan-Kuhn, która jest ekspertem Krajowej Rady Radiofonii i Telewizji oraz ekspertem międzynarodowym w organizacjach działających na rzecz ułatwień dostępu do mediów i multimediów dla osób niepełnosprawnych.

Samorządy w obliczu elektromobilności

Podczas Targów Elektrotechnika została zorganizowana także pierwsza edycja Strefy Elektromobilności.

W ramach niej inżynierowie i wykładowcy szkół wyższych, przedstawiciele instytutów branżowych, jednostek samorządu terytorialnego oraz przedstawiciele firm produkujących oświetlenie drogowe mieli okazję uczestniczyć w dwudniowej sesji panelowej poświęconej zagadnieniom z zakresu elektromobilności i oświetlenia w nowoczesnym mieście. Tematyką strefy były m.in. kwestie związane z planowaniem inwestycji oświetleniowej w zgodzie z Ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych czy modernizacją miast i gmin na potrzeby wprowadzenia sieci ładowania pojazdów elektrycznych. Pierwszego dnia panelu specjaliści poruszyli zagadnienia związane m.in. z inteligentnymi rozwiązaniami i systemami zarządzania oświetleniem drogowym. W drugim dniu zaś skupili się na kwestiach związanych z elektromobilnością w polskich miastach.

Nagrody dla innowacyjności

W ramach Targów zostały również przyznane nagrody z zakresu elektromobilności, które odpowiadały trzem kategoriom: za najlepszą inwestycję elektromobilną, za najlepszy produkt elektromobilny pokazywany na Targach i za najlepszą strategię elektromobilną w 2018 roku.

– Wśród wyróżnionych projektów nagrodę za najlepszy produkt elektromobilny otrzymał montowany naściennie system ładowania samochodów elektrycznych od firmy Ensto Pol, natomiast w kategorii na najlepszą strategię elektromobilną, w kategorii jednostek państwowej, administracji publicznej nagrodzono projekt rozwojowy Lasów Państwowych „Las Energii”. W trzeciej kategorii na najlepszą inwestycję elektromobilną został wyróżniony m.in. Wrocław za projekt wypożyczalni samochodów miejskich Vozilla – powiedział Jerzy Orłowski, organizator Strefy Elektromobilności ■

Nowelizacja prawa pracy określającej zasady ochrony pracowników przed zagrożeniami elektromagnetycznymi i dostosowanie środków ochronnych do nowych wymagań

Jolanta Karpowicz, Marek Zmysłony, Jarosław Kieliszek, Paweł Bieńkowski

Nowelizacja prawa pracy w zakresie ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi, wynikającymi z oddziaływania pola elektromagnetycznego (pola-EM) na organizm człowieka i obiekty techniczne, związana jest z harmonizacją przepisów krajowych z dyrektywą 2013/35/UE w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi, Dz.Urz. UE L 179, str. 1–19).

Termin „pole-EM” oznacza: pole elektrostatyczne, magnetostatyczne lub zmienne w czasie pola elektryczne i magnetyczne o częstotliwości z zakresu od 0 Hz do 300×10^9 Hz (tj. od pól statycznych o umownej częstotliwości 0 Hz do mikrofal o częstotliwości do 300 GHz), w przypadku częstotliwości radiowych i mikrofalowych określane również terminem „promieniowanie elektromagnetyczne”. Pole-EM w przestrzeni pracy charakteryzuje natężenie pola elektrycznego (oznaczanego E i wyrażanego w voltach na metr, V/m) i natężenie pola magnetycznego (oznaczanego H i wyrażanego w amperach na metr, A/m), a jego zamierzone lub niezamierzone źródła to obiekty techniczne zasilane energią elektryczną lub naelektryzowane, bądź magnesy trwałe lub obiekty metalowe umieszczone w polu-EM. Wymagania dotyczące ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi w środowisku pracy, wynikające z:

- rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Część E „Pola

i promieniowanie elektromagnetyczne 0 Hz – 300 GHz”), (DzU 2014, poz. 817);

- Polskich Norm: PN-T-06580-1:2002 – Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz: Arkusz 1 – Terminologia i Arkusz 3 – Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy;
- decyzji Nr 98/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 31 marca 2006 r. w sprawie przestrzegania w resorcie obrony narodowej zasad bezpieczeństwa i higieny pracy (bhp) przy stosowaniu urządzeń wytwarzających promieniowanie elektromagnetyczne (dotyczącej ochrony żołnierzy podczas obsługi urządzeń techniki wojskowej; ze zmianami wprowadzonymi decyzją

Nr 50/MON z dnia 6 lutego 2008 r., dotyczącymi ochrony żołnierzy podczas obsługi przenośnych urządzeń łączności);

- Norm Obronnych: NO-06-A215:2007 Bezpieczeństwo i higiena pracy. Ochrona przed promieniowaniem elektromagnetycznym. Część 1: Wymagania ogólne i Część 2: Metody badań zostały 1 lipca 2016 r. zastąpione wymaganiami określonymi w:
 - rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie BHP przy pracach związanych z narażeniem na pole-EM (Dz.U. 2016 poz. 950) – dalej cytowanym jako: R-BHP-EM,
 - rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej zmieniającym rozporządzenie w sprawie

Tabela 1. Przepisy prawa pracy określające zasady ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi

Lp.	Rodzaj przepisu wykonawczego do ustawy Kodeks pracy	Zakres wymagań
1	Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie ogólnych przepisów BHP (Dz.U. 2003, poz. 1650, z późn. zm.)	dokumentowanie oceny ryzyka zawodowego, dobór środków ochrony indywidualnej, stosowanie znaków bezpieczeństwa
2	Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2011, poz. 166)	tryb wykonywania pomiarów dotyczących pola-EM w przestrzeni pracy
3	Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (Dz.U. 1997, poz. 332, z późn. zm.)	profilaktyczne badania lekarskie
4	Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP (Dz.U. 2005, poz. 1860, z późn. zm.)	wstępne i okresowe szkolenia bhp
5	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie wykazu prac szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet (Dz.U. 2002, poz. 545, z późn. zm.)	ochrona kobiet w ciąży podczas pracy
6	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie wykazu prac wzbudzających u młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac (Dz.U. 2005, poz. 2047, z późn. zm.)	ochrona młodocianych podczas pracy

najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2016 poz. 952) – dalej cytowanym jako: R-NDN-EM.

Stan prawny obowiązujący przed 1 lipca 2016 r.

Limity ekspozycji na pole-EM obowiązujące przed 1 lipca br. opracowano w 1999 r. na podstawie wytycznych Międzynarodowej Komisji Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (IC-NIRP – opublikowanych w 1998 r.). Limity te (wartości E i H, ustalające NDN pola-EM i wartości graniczne stref ochronnych (niebezpiecznej, zagrożenia i pośredniej) określono w rozporządzeniu w sprawie NDN (Dz.U. 2014, poz. 817), a metody pomiarów i oceny ekspozycji w PN-T-06580:2002. Natomiast zasady rozpoznawania źródeł i zagrożenia stwarzanego przez pola-EM, określenia poziomu narażenia oraz stosowania środków ochronnych, dotyczących zagrożeń elektromagnetycznych określone były w ustawie *Kodeks pracy* i wykonawczych przepisach BHP (tabela). W resorcie obrony narodowej obowiązywały równorzędne do nich zasady wynikające z decyzji Nr 98/MON z 2006 r. i Nr 50/MON z 2008 r. oraz NO-06-A215:2007.

Nowe regulacje dotyczące zagrożeń elektromagnetycznych

Nowe R-BHP-EM i R-NDN-EM nie zmieniają wymagań określonych w rozporządzeniach przytoczonych w tabeli, natomiast doprecyzowują wymagania w zakresie: rozpoznania, oceny i kontroli zagrożeń elektromagnetycznych w przestrzeni pracy, stosowania środków

ochronnych ze względu na zagrożenia elektromagnetyczne, tematyki szkoleń dotyczących bhp w polu-EM, profilaktyki medycznej dotyczącej pracowników narażonych na pola-EM stref ochronnych. W R-BHP-EM doprecyzowano m.in. podstawowe pojęcia dotyczące pola-EM (§ 2 ust. 3 i 4), a w celu ułatwienia procesu identyfikacji źródeł i parametrów ekspozycji w ich otoczeniu podano charakterystyki wybranych źródeł pola-EM (załącznik nr 1). Zasady stosowania środków ochronnych określa załącznik nr 3 do R-BHP-EM. Ponadto określono, że środki ochronne powinny być podejmowane ze względu na:

- zagrożenia bezpośrednie (dotyczące natychmiastowych i ostrych, bezpośrednich termicznych lub pozatermicznych skutków oddziaływania pola-EM, związanych z indukowaniem potencjałów i prądów elektrycznych w organizmie);
 - zagrożenia pośrednie (gwałtowne przemieszczanie się przedmiotów ferromagnetycznych w polu magnetycznym; zakłócenie działania urządzeń elektrycznych i elektronicznych, w szczególności aktywnych implantów medycznych, spowodowane wrażliwością urządzeń na oddziaływanie pola-EM; oddziaływanie na implanty mechaniczne; prądy końcowe kontaktowe; zapłon materiałów łatwopalnych lub atmosfer wybuchowych, którego źródło mogą stanowić wyładowania elektrostatyczne lub zmienne w czasie prądy indukowane).
- Ze względu na transpozycję dyrektywy 2013/35/UE do prawa pracy wprowadzono odrębne miary dotyczące zagrożeń elektromagnetycznych:

- Graniczne Poziomy Oddziaływania (GPO), rozumiane jako miary oddziaływania bezpośredniego pola-EM na ludzi (R-BHP-EM, załącznik nr 2);
- Interwencyjne Poziomy Narażenia (IPN), rozumiane jako miary narażenia na pole-EM w miejscu pracy, określające poziomy operacyjne umożliwiające uproszczoną ocenę, czy narażenie spełnia wymagania określone przez limity GPO, lub w celu zastosowania odpowiednich środków ochronnych (R-NDN-EM).

Limity GPO odnoszą się do: natężenia pola elektrycznego indukowanego w układzie nerwowym ciała człowieka (E_w), natężenia pola magnetostaticznego (H), współczynnika szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR) lub energii pochłoniętej w organizmie (SA), a także prądów końcowych (obejmujące łącznie skutki bezpośredniego oddziaływania w organizmie pracującego – odseparowanego od lub dotykającego do obiektów). Zasady oceny miar bezpośrednich skutków oddziaływania pola-EM określono w załączniku nr 2 R-BHP-EM, a zasady oceny miar narażenia na pole-EM w załączniku nr 3.

Ponieważ limity GPO nie dotyczą parametrów środowiska pracy, nie podlegają pomiarom wykonywanym w trybie określonym w rozporządzeniu Ministra Zdrowia (Dz.U. 2011, poz. 166).

Dostosowanie oceny ekspozycji na pola-EM i stosowanych środków ochronnych do nowych wymagań dotyczących zagrożeń elektromagnetycznych

Zasady przebywania w polu-EM stref ochronnych obowiązujące przed 1 lipca

reklama



Produkcja wyciskanych i ciągnionych półproduktów wykonanych ze stopów aluminium dla najwyższych wymagań

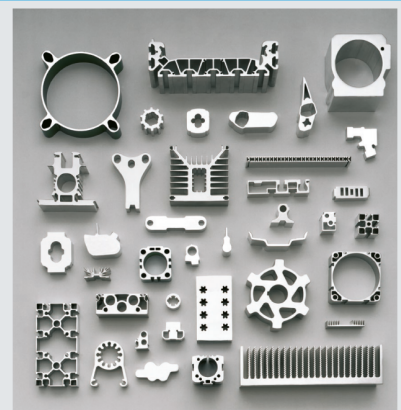
EURAL

ALUMINIUM Z TECHNOLOGIĄ

EURAL GNUTTI S.p.A. Via S. Andrea, 3 - 25038 Rovato (Brescia) Włochy
telefon + 39 030 7725011 | www.eural.com



PRZEDSTAWICIEL W POLSCE - Nonferrometal ul.Solna 17a, 32-600 Oświęcim, Poland
Mob + 48 (502) 643003
office@nonferrometal.com | www.nonferrometal.com
Mr. Wojciech Wróbel



Profilo do aplikacji przemysłowych:
- Pneumatycznych - Hydraulicznych
- Rozpraszających ciepło - Motoryzacyjnych

br. odpowiadają celom stawianym przez dyrektywę 2013/35/UE w zakresie ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi. W związku z tym wprowadzone wcześniej środki ochronne są w znacznym stopniu zgodne również z wymaganiami określonymi w R-BHP-EM. Jednakże, z uwagi na stopniowy rozwój wiedzy naukowej na temat zagrożeń, ich skutków dla bezpieczeństwa i zdrowia pracujących oraz metod oceny, konieczna była korekta limitów E i H, określających wartości graniczne poszczególnych stref. Niezbędne było również dostosowanie terminologii dotyczącej zagrożeń elektromagnetycznych w prawie pracy i zasad oceny zagrożeń do struktury wymagań transponowanej dyrektywy 2013/35/UE. W związku z tym konieczne jest dostosowanie do nich praktycznych działań w zakresie bhp ze względu na narażenie na pole-EM, ale zważywszy na wspólne podstawy naukowe i strukturę dyrektywy i wcześniejszych wymagań stosowanych w polskim prawie pracy, R-BHP-EM precyzuje, że dostosowanie to nie wymaga gwałtownych zmian w dotychczas stosowanych zasadach.

R-BHP-EM określa, że (§ 14) sporządzona przed dniem jego wejścia w życie dokumentacja w zakresie wyników badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, przeprowadzonych na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia, oraz wykonana na ich podstawie ocena zagrożeń elektromagnetycznych i zastosowane środki ochronne, zachowują ważność w okresie określonym przez to rozporządzenie (Dz.U. 2011. poz. 166).

Wyjątkiem od tej reguły jest konieczność przeprowadzenia oceny zagrożeń elektromagnetycznych ze względu na nieaktualność danych dotyczących rozpoznania źródeł pola-EM, oceny poziomu narażenia lub oceny zagrożeń elektromagnetycznych (§ 9), w szczególności kiedy wystąpiły: zmiany w wyposażeniu technicznym, procesie technologicznym lub warunkach wykonywania pracy; zmiany dotyczące danych charakteryzujących pola-EM na podstawie wymagań innych przepisów; niepożądane skutki dla zdrowia narażonych pracowników lub zmiany poziomów emisji lub narażenia, spowodowane

procesami zużycia technicznego źródeł pola-EM i ich wyposażenia.

Ponadto R-BHP-EM dopuszcza wykorzystanie, do rozpoznania zagrożeń elektromagnetycznych, danych dotyczących poziomu emisji pola-EM lub poziomu pola-EM w jego otoczeniu, które opracowano na podstawie odrębnych przepisów (§ 5.1.3), np. wymagań dotyczących pola-EM w miejscach dostępnych dla ludności, określonych przez Ministra Środowiska i stosowanych m.in. do oceny oddziaływania na środowisko anten nadawczych radiokomunikacyjnych (Dz.U. 2003, poz. 1833).

Dostosowanie metod oceny do miar zagrożeń elektromagnetycznych, które powiązano w R-NDN-EM z limitami narażenia na pole-EM, konieczne jest do zapewnienia niezbędnej reprezentatywności, powtarzalności i odtwarzalności ocen narażenia, a także do planowania i monitorowania skuteczności środków ochronnych stosowanych w polu-EM stref ochronnych. Dlatego R-BHP-EM (załącznik nr 3) określa, że do oceny ekspozycji lub narażenia na pole-EM rozpoznane w przestrzeni pracy wykorzystuje się wyniki pomiarów wykonanych odpowiednimi dla tego pola metodami, naukowo sprawdzonymi i zwalidowanymi doświadczalnie przez kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych lub uniwersytetów technicznych.

Jednakże, biorąc pod uwagę, że nowe zasady oceny pola-EM opierają się na podstawach naukowych, wykorzystanych także w PN-T-06580:2002, R-BHP-EM określiło w odniesieniu do akredytowanych laboratoriów badawczych, posiadających potwierdzone kompetencje do realizacji pomiarów pola-EM w środowisku pracy zgodnie z wymaganiami PN-T-06580-1:2002 i PN-T-06580-3:2002, możliwość wykorzystywania metod pomiarowych dostosowanych do wymagań wynikających z załącznika 3 do R-BHP-EM – w okresie do końca br. W tym okresie przejściowym można stosować procedurę lub instrukcję pomiaru modyfikującą lub rozszerzającą dotychczasowe metody (określone w PN-T-06580-1 i PN-T-06580-3 albo w równoważnych im NO-06-A215-1:2007, NO-06-A215-2:2007) oraz wymagania techniczne dotyczące sprzętu pomiarowego, jeśli zostały

dostosowane do strategii pomiarów, jaką określono w R-BHP-EM ze względu na zróżnicowaną charakterystykę pola-EM w przestrzeni pracy (z uwagi na zróżnicowane źródła oraz zakres i miejsce ich użytkowania).

Dzięki temu laboratoria zyskują czas na przygotowanie wniosku w sprawie uaktualnienia zakresu akredytacji. W tym celu, korzystając z odpowiednich dla określonego pola-EM metod pomiarów, naukowo sprawdzonych i zwalidowanych doświadczalnie przez kompetentne laboratoria instytutów naukowo-badawczych lub uniwersytetów technicznych, laboratorium będzie musiało opracować nową procedurę lub instrukcję pomiaru pola-EM, uwzględniającą miary zagrożeń elektromagnetycznych i wymagania dotyczące oceny pola-EM, określone przez R-NDN-EM i R-BHP-EM.

Odbiorcy usług pomiarowych w okresie przejściowym chronieni są przed skutkami błędnie wykonanych przez laboratorium pomiarów przez określone w PN-EN ISO/IEC 17025 (która jest podstawą akredytacji dla krajowych laboratoriów badawczych) zasady stosowania metod zmodyfikowanych lub rozszerzonych. Metody oceny pola-EM o charakterystykach typowych dla przestrzeni pracy przy wybranych źródłach, opracowane w ramach przygotowania transpozycji wymagań dyrektywy 2013/35/UE do polskiego prawa pracy, przygotowano wraz z dokumentacją nowelizacji NDN opracowaną przez Grupę Ekspertów ds. Pól-EM przy Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN do publikacji m.in. w kwartalniku „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”. ■

 dr inż. Jolanta Karpowicz,

Centralny Instytut Ochrony Pracy –
Państwowy Instytut Badawczy;

prof. dr hab. Marek Zmyślony,
Instytut Medycyny Pracy;

ppłk dr inż. Jarosław Kieliszek,

Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii;

dr hab. inż. Paweł Bieńkowski,

Politechnika Wroclawska

Co nowego w wydaniu normy PN-EN 60204-1 z grudnia 2018 r. „Bezpieczeństwo maszyn. Wyposażenie elektryczne maszyn. Wymagania ogólne”? Cz. 1

Sławomir Gronczewski

W grudniu 2018 r. PKN opublikował nowe wydanie normy dotyczącej wyposażenia elektrycznego maszyn PN-EN 60204-1:2018-12. Co w niej nowego? Co się zmieniło? Co dodano? Poniżej przedstawiam analizę zmian.

Na początek – co fajnego? Wreszcie ktoś pomyślał o projektantach i dodano dwa załączniki (a właściwie rozszerzono znacząco załącznik z poprzedniej normy), dzięki którym przestaną się oni zastanawiać, jak przejść od ogółu do szczegółu.

1. Załącznik ZZA – Tabela korelacji pomiędzy zasadniczymi wymaganiami Dyrektywy Maszynowej (DM) 2006/42/WE a punktami niniejszej normy

Dokładne wskazanie, jakie punkty normy PN-EN 60204-1 odpowiadają zasadniczym wymaganiom zawartym w DM (w odniesieniu do wyposażenia elektrycznego maszyn) ułatwia poznanie, zrozumienie i spełnienie tych wymagań.

Przez tablicę korelacji z załącznika ZZA czytelnicy, chcąc zaznajomić się z zasadniczymi wymaganiami z DM w obszarze wyposażenia elektrycznego maszyn, od razu kierowani są do konkretnych punktów normy PN-EN 60204-1.

Przykład

Punkt 1.6.3 Dyrektywy Maszynowej w tabeli z niniejszego załącznika skorelowany jest z pkt. 5.3 i 10.8 normy PN-EN 60204-1.

Wymagania w DM są przedstawione jako ogólne wytyczne, tj. maszyna musi być wyposażona w urządzenia odłączające ją od wszystkich źródeł energii, urządzenia takie muszą być oznakowane itd., natomiast wskazane skorelowane punkty 5.3 i 10.8 w normie PN-EN 60204-1



doprecyzowują szczegółowo wymagania stawiane urządzeniom odłączającym w wyposażeniu elektrycznym maszyn. Szczegółowe wymagania to m.in.: rodzaj urządzenia (np. rozłącznik z bezpiecznikami lub bez, który spełnia wymagania IEC 60947-3; kategoria użytkowania AC-23B lub DC-23B), który charakteryzuje się tym, że powinien izolować wyposażenie elektryczne od zasilania, mieć tylko jedno położenie otwarcia OFF i jedno położenie zamknięcia ON itd.

2. Załącznik ZZB – Tabela korelacji pomiędzy zasadniczymi wymaganiami z Dyrektywy Niskonapięciowej (LVD) 2014/35/WE a punktami niniejszej normy

Sytuacja analogiczna do pkt.1; przedstawione są tu powiązania normy PN-EN 60204-1 z Dyrektywą Niskonapięciową.

W tej i w następnej publikacji przybliżę kolejne zmiany umieszczone w nowym wydaniu normy PN-EN 60204-1, które dotyczą między innymi:

- dodanych wymagań związanych z udziałem energoelektrycznych napędów (*power drive system – PDS*);
- zrewidowanych wymagań w obszarze kompatybilności elektromagnetycznej (EMC);
- wyjaśnień dotyczących zabezpieczeń nadprądowych;
- wymagań dotyczących wyznaczenia znamionowego prądu zwarciego wyposażenia elektrycznego;
- zmienionych wymagań i terminologii dotyczących połączeń wyrównawczych;
- reorganizacji i korekt w rozdziale 9 (Obwody i funkcje sterowania), w tym o wymagania dotyczące bezpiecznego wyłączania momentu (*safe torque*

off – STO) w urządzeniach PDS, zatrzymania awaryjnego, zabezpieczeń obwodów sterowania;

- zrewidowanych symboli dla napędów (przycisków) urządzeń sterujących umieszczanych w interfejsie operatora;
- zrewidowanych wymagań dla dokumentacji technicznej.

Jednym z zagadnień mocno rozszerzonych w nowym wydaniu normy PN-EN 60204-1:2018-12 „Bezpieczeństwo maszyn. Wyposażenie elektryczne maszyn. Wymagania ogólne” jest temat dotyczący kompatybilności elektromagnetycznej (EMC).

O kompatybilności elektromagnetycznej w „nowej” normie mówi się w rozdziale 4 i załączniku H. Zapisy z rozdziału 4, dotyczące EMC, zostały sprowadzone właściwie do jednego ogólnego stwierdzenia, mówiącego o tym, że wymagane jest przeprowadzanie badań wyposażenia elektrycznego pod kątem wytwarzania zaburzeń elektromagnetycznych i/lub odporności na te zaburzenia, chyba że spełnione są następujące warunki (mówiąc w skrócie):

- wbudowane urządzenia i komponenty są zgodne z wymogami EMC oraz
- instalacja elektryczna jest zgodna z instrukcjami dostarczonymi przez dostawcę urządzeń i komponentów w odniesieniu do wzajemnych zaburzeń elektromagnetycznych lub z załącznikiem H niniejszej normy (jeśli instrukcje takie nie są dostępne u dostawcy).

Nowo wprowadzony załącznik H zawiera zarówno wymagania, jak i podpowiedzi co do rozwiązywania niektórych problemów dotyczących EMC. Można tu znaleźć przykłady (wraz z grafiką) środków technicznych zmniejszających zakłócenia elektromagnetyczne; separacji kabli obwodów mocy od kabli obwodów sygnałowych; przykłady rozwiązań niezalecanych/zalecanych/rekomendowanych przy budowie tras kablowych.

Jedną z ciekawszych informacji zamieszczonych w zał. H, a dotyczących zmniejszenia zakłóceń elektromagnetycznych, jest propozycja użycia dodatkowego przewodu *by-pass* (równoległe do „wrażliwego” przewodu

sygnałowego). Równoległy przewód *by-pass* powoduje zmniejszenie przepływu prądów zakłócających przez ekran kabla z wrażliwymi przewodami sygnałowymi, przez co pośrednio „wzmocnia ekran”.

Kolejną ważną, moim zdaniem, kwestią dla osób budujących wyposażenie elektryczne maszyn są informacje, jak typ i rodzaj koryta (lub kanału kablowego z pokrywą) wpływa na minimalną odległość separacji kabli z obwodami mocy / pomocniczymi obwodami sterującymi / obwodami transmisji danych / wrażliwymi obwodami pomiarowymi. Informacje te zobrazowano przykładowymi szkicami technicznymi.

Przy wielu nowych informacjach (dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej) zawartych w tym wydaniu normy należy zwrócić szczególną uwagę na zapis w zał. H, który stwierdza, że jeżeli wymagania EMC i safety są rozbieżne, to wyższy priorytet zawsze mają wymagania safety.

Kolejną kwestią są wymagania związane z udziałem napędów energoelektronicznych (*Power Drive System* – PDS).

W nowym wydaniu normy PN-EN 60204-1:2018-12 w załączniku A (opisuującym wymagania dotyczące ochrony przez samoczynne odłączenie zasilania) dodano rysunki schematów elektrycznych z obwodami PDS (*Power Drive System*). Na tych schematach przedstawiono, jak powinien wyglądać typowy układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej dla obwodów z PDS.

A więc elektrotechnicy/pomiarowcy! Mamy podpowiedź, jak wykonać badanie obwodów z PDS w związku z wymaganiami stawianymi nam w rozdziale 18 (w aspekcie sprawdzenia ochrony przy uszkodzeniu poprzez samoczynne odłączenie zasilania).

W kolejnej części artykułu, chciałbym przedstawić wybrane kwestie dotyczące obwodów sterowania. W normie tym zagadnieniom poświęcony jest rozdział 9 (Obwody i funkcje sterowania).

W nowym wydaniu 60204-1 podano więcej informacji (wraz z przykładowymi schematami) związanych z ochroną przed wadliwym funkcjonowaniem obwodów sterowania – pkt. 9.4.3. Generalna zasada mówi o tym, że powinno się zastosować środki do minimalizacji

ryzyka w przypadku uszkodzenia obwodów sterowania. Uszkodzenie/dysfunkcja nie powinny spowodować nieoczekiwanego niebezpiecznego zachowania się sterowanej maszyny (na przykład takiego, jak: niezamierzone uruchomienie maszyny, niebezpieczny ruch, uniemożliwienie zatrzymania maszyny).

W podanych w nowej normie wytycznych opisano i zobrazowano kilka przykładowych metod spełnienia wymagań dla:

1. Obwodów sterowania zasilanych z transformatora/zasilacza z połączeniem do uziemienia.
2. Obwodów sterowania zasilanych z transformatora/zasilacza bez połączenia do uziemienia.
3. Obwodów sterowania zasilanych z transformatora posiadającego wyprowadzony środek uzwojenia, który jest połączony do uziemienia,
4. Obwodów sterowania niezasilanych z transformatora/zasilacza.

Wcale nierzadkim przypadkiem, spotykany w mojej 20-letniej praktyce inżynierskiej przy projektowaniu/audytach/serwisie maszyn, jest brak wykonania połączenia jednego z potencjałów strony wtórnej transformatora/zasilacza (0 V DC) obwodu sterującego do uziemienia. W takiej sytuacji rodzi się zawsze pytanie: czy projektant/wykonawca zapewnił inną metodę spełnienia wymagań, czy też po prostu wynika to z braku wiedzy/niewłaściwego wykonania instalacji?

Przy bardzo prostych układach sterowania (wyposażonych w pojedyncze urządzenie uruchamiania silnika i/lub co najwyżej dwa urządzenia sterujące) norma w drodze wyjątku dopuszcza wykonanie zasilania sterowania bez zastosowania transformatora/zasilacza. Niestety, w swojej praktyce spotykam zastosowanie tego wyjątku w sposób niezgodny z wytycznymi (czyli w układzie sterowania maszyny znajduje się np. kilka styczników i kilka urządzeń sterujących, a brak jest transformatora/zasilacza).

W normie podano również przykładowe urządzenia do zasilania obwodów sterowania i wymagania im stawiane (tj. transformatory zgodne z IEC 61558-2-2, zasilacze impulsowe zgodne z IEC 61558-2-16, zasilacze zgodne z IEC 61204-7).

Podsumowując, wytyczne przedstawione w nowej wersji normy dotyczące tego zagadnienia w przejrzysty sposób określają wymagania i zastosowanie konkretnych rozwiązań, które dzięki pokazanym schematom w łatwy sposób mogą dotrzeć do inżynierów.

Kolejna nowość, jaka pojawiła się w wydaniu normy 60204-1 z grudnia 2018 r., to zalecenie określenia dla wyposażenia elektrycznego parametru, jakim jest prąd znamionowy zwarciowy umowny. Norma wskazuje przykładowe dokumenty (IEC 61439-1, IEC 60909-0, IEC/TR 60909-1 lub IEC/TR 61912-1), którymi można się posilić przy wyznaczaniu tego parametru.

W trakcie mojej praktyki inżynierskiej dotyczącej oceny wyposażenia elektrycznego maszyn często widywałem szafy elektryczne z głównym zabezpieczeniem w postaci wyłącznika instalacyjnego. Były to aparaty standardowe, o wytrzymałości zwarciowej 6 kA (najczęściej spotykane w budownictwie, a przy tym najtańsze). W takiej sytuacji stawiałem sobie kilka pytań:

1. Czy projektant znał wartość spodziewanego prądu zwarciowego w miejscu instalacji maszyny?

Raczej nie – z mojej praktyki wynika, że inwestor/przyszły użytkownik rzadko podaje taki parametr w miejscu zainstalowania maszyny.

2. Czy inwestor/użytkownik maszyny zapewnił odpowiednie parametry zasilania elektrycznego maszyny (czyli w tym przypadku – czy zapewnił sprowadzenie spodziewanego prądu zwarciowego do poziomu bezpiecznego dla wyposażenia elektrycznego maszyny)?

Pozostawiając te pytania bez odpowiedzi i przechodząc do aspektów technicznych zastanych sytuacji na obiektach przemysłowych – bywa różnie.

W instalacjach z zabezpieczeniami w postaci wyłączników ograniczenie prądu zwarciowego jest relatywnie małe. Natomiast gdy jako zabezpieczenia zastosowane są bezpieczniki z wkładkami topikowymi, to ograniczenie prądu zwarciowego jest relatywnie duże.

Jeżeli dwie sytuacje zbiegną się w niekorzystnej konfiguracji, tzn.:

- producent maszyny wykonał instalację elektryczną o niskiej wytrzymałości na prąd zwarciowy;
- sieć elektryczna zasilająca maszynę charakteryzuje się dużą wartością spodziewanego prądu zwarciowego;

może dojść do sytuacji, że aparaty, takie jak np. wyłączniki, nie wytrzymają zbyt dużego prądu zwarciowego i „przeniosą” go dalej na instalację, zamiast ją przed nim ochronić! Taka sytuacja może prowadzić do spalenia/pożaru wyposażenia elektrycznego i tym samym maszyny.


Podanie parametru prąd znamionowy zwarciowy dla wyposażenia elektrycznego maszyny na pewno jest ważne pod względem bezpieczeństwa dla osoby odpowiedzialnej za podłączenie zasilania elektrycznego w miejscu użytkowania maszyny, a jednocześnie przybliży producentom maszyn (projektantom elektryki) ten temat.

Kwestie związane z prądami zwarciowymi są oczywiście bardziej złożone, ale w tym krótkim artykule chciałem jedynie zasygnalizować temat i przybliżyć zagadnienia związane z instalacją elektryczną i automatyką maszyn.

W kolejnym artykule omówię zagadnienia m.in. związane z połączeniami wyrównawczymi, dokumentacją, czy też symbolami graficznymi.

Literatura

- [1] Norma PN-EN 60204-1:2018-12 „Bezpieczeństwo maszyn – Wyposażenie elektryczne maszyn – Część 1: Wymagania ogólne”

 mgr inż. Sławomir Gronczewski

Sławomir Gronczewski Inżynieria Maszyn

Absolwent Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej. Od 30 lat działa w obszarze elektrotechniki i automatyki w tym przez 20 lat nabywał doświadczenie w projektowaniu układów sterowania, budowie maszyn jako: inżynier elektryk/automatyk, kierownik działu elektrycznego i automatyki, menager projektu, kierownik oddziału w firmie działającej w branży bezpieczeństwa maszyn.

W czasie kariery zawodowej zrealizował liczne projekty, m.in. dla sektora automotive, branży metalowej, spożywczej, papierniczej, drzewnej, itp. Trener i wykładowca. Specjalizuje się w dyrektywie niskonapięciowej, dyrektywie maszynowej i powiązanymi z nimi normami.

Obecnie prowadzi własną firmę – SGIM.

AUTOMATYKA

SAFETY

SERWIS

MASZYN

PROJEKTOWANIE SCHEMATÓW

PROGRAMOWANIE PLC / HMI

MODERNIZACJA MASZYN

TWORZENIE DOKUMENTACJI
DLA NOWYCH MASZYN

MONTAŻ SZAF
STEROWNICZYCH

MONTAŻ INSTALACJI NA
OBIEKCIE

URUCHOMIENIA

WALIDACJE

ODTWARZANIE SCHEMATÓW
STEROWANIA

OCENA MASZYN NA ZGODNOŚĆ
Z DYREKTYWAMI

OCENA UKŁADÓW
STEROWANIA

OCENA DOKUMENTACJI
TECHNICZNEJ

SERWIS MASZYN

PROMOCJA - RABAT 10%

**NA HASŁO "NAPĘDY I
STEROWANIE" :**

**# SZKOLENIE PRAKTYCZNE
Z ZAKRESU NORMY 60204-1
DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA
MASZYN - WYPOSAŻENIA
ELEKTRYCZNEGO MASZYN**

www.sgim.pl

Dostosowanie Systemów Zarządzania BHP do wytycznych wynikających z normy ISO/DIS 45001.2

Zofia Pawłowska, Anna Skład

Wstęp


Powszechnie uznaje się, że pierwszą w świecie normą krajową odnoszącą się do Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy (SZ BHP) była opracowana w roku 1996 norma brytyjska BS 8800, zawierająca wytyczne do projektowania i wdrażania takich systemów w sposób umożliwiający ich integrację z ogólnym systemem zarządzania przedsiębiorstwem. Podobne normy, przeznaczone do dobrowolnego stosowania, opracowano i ustanowiono również w innych krajach, w tym w Polsce. W skali międzynarodowej ważną rolę w promowaniu i wdrażaniu SZ BHP odgrywają wytyczne ILO-OSH 2001 [1], opracowane przez Międzynarodową Organizację Pracy (MOP), które odnoszą się zarówno do szczebla krajowego, jak i przedsiębiorstwa, i mają wspomagać organizacje we wdrażaniu Systemów Zarządzania BHP. W Polsce wytyczne MOP są transponowane na poziom krajowy poprzez normy serii PN-N-18000 [2, 3].

Z badań wynika, że dostosowanie SZ BHP do wymagań zawartych w tych normach wpływa zazwyczaj na poprawę procesów zarządzania oraz wyników osiąganych w tym obszarze [4–6]. Jednak nawet w przypadku tych przedsiębiorstw, w których zgodność Systemów Zarządzania BHP z wymaganiami norm potwierdzono odpowiednimi certyfikatami, ocena wielu procesów pozostaje niezadowolająca. Dotyczy to najczęściej: przywództwa, współdziałania pracowników, a także planowania działań oraz pomiaru funkcjonowania i osiąganych wyników [7–9].

Równocześnie od dawna zwraca się uwagę na potrzebę integrowania SZ BHP z systemami zarządzania środowiskowego i systemami zarządzania jakością. Normy dotyczące tych dwóch ostatnich (ISO 9001:2015 oraz ISO 14001:2015) zostały w ostatnich latach dostosowane do dyrektyw ISO/IEC [10], które określają ich jednolitą strukturę, zakres wspólnego tekstu, podstawowe terminy i definicje, a także tytuły podrozdziałów. Takie podejście ma na celu ułatwienie wdrażania zawartych w normach wymagań i integrowania systemów zarządzania w różnych obszarach. W 2013 roku Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna uznała za celowe opracowanie normy międzynarodowej również dla Systemu Zarządzania BHP. Przewiduje się, że nowa norma zostanie opublikowana w 2018 roku. Dostosowanie jej struktury do ogólnej struktury norm dotyczących systemów zarządzania powinno ułatwić integrowanie SZ BHP z systemami zarządzania jakością i zarządzania środowiskowego. Norma jest opracowywana z myślą o wszelkiego rodzaju organizacjach, niezależnie od wielkości oraz rodzaju

Streszczenie: Dostosowanie Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy (SZ BHP) do wymagań nowej normy będzie wymagało dokładnej analizy już wdrożonych procesów i praktyk zarządzania. W artykule przedstawiono ogólną strukturę Systemu Zarządzania BHP według nowej normy i zwrócono uwagę na wymagania w odniesieniu do wybranych procesów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, które zostały rozszerzone lub uszczegółowione w stosunku do wymagań formułowanych w normach obecnie istniejących.

Słowa kluczowe: system zarządzania bhp, normy, procesy zarządzania, ISO 45001

 **Abstract:** The adjustment of the OSH Management Systems to the requirements of the new standard will take a thorough analysis of the already implemented processes and management practices. The article presents a general structure of the OSH Management Systems in accordance to the new standard and underlines requirements specific to chosen OSH management processes – either broadened or refined in relation to requirements formed in the presently existing standards.

Keywords: OSH management system, standards, management processes, ISO 45001

działalności. Zawiera wymagania i wytyczne dotyczące SZ BHP, który ma być projektowany i wdrażany z uwzględnieniem kontekstu organizacji, czyli czynników wewnętrznych i zewnętrznych wpływających na podejście do określania i osiągania celów.

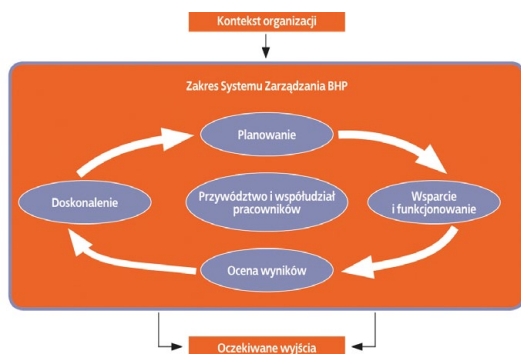
Przy opracowywaniu nowej normy wykorzystano dotychczasowe doświadczenia związane z wdrażaniem i oceną Systemów Zarządzania BHP. Już na wstępie podkreślono, że identyfikacja zagrożeń, ograniczanie ryzyka i koncentrowanie się na osiągnięciu zgodności z wymaganiami nie wystarczy do stworzenia skutecznego SZ BHP, gdyż kluczowe znaczenie mają tu: zaangażowanie, świadomość, reagowanie i aktywne wsparcie najwyższego kierownictwa oraz współdziałanie pracowników i ich przedstawicieli.

Celem artykułu jest prezentacja ogólnej struktury Systemu Zarządzania BHP według projektu nowej normy ISO/DIS 45001.2 „Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use”, zatwierdzonego w lipcu 2017 r., a także zwrócenie uwagi na wymagania

stawiane w normie tym procesom zarządzania, w przypadku których zostały one rozszerzone lub uszczegółowione w stosunku do wymagań formułowanych w normach obecnie istniejących. W wielu organizacjach, również takich, w których wdrożono już SZ BHP, procesy te będą musiały być na nowo zaprojektowane lub znacznie udoskonalone.

Ogólna struktura SZ BHP według projektu nowej normy

Model SZ BHP opisany w projekcie nowej normy opiera się na koncepcji ciągłego doskonalenia. Jego struktura jest niemal taka sama, jak struktura modeli systemów zarządzania jakością czy zarządzania środowiskowego, opisanych w normach ISO. Istotną różnicą jest umiejscowienie w centrum tego modelu, obok przywództwa najwyższego kierownictwa, współudziału pracowników (rys. 1), który jest szczególnie ważny w kontekście zapewnienia skuteczności w zarządzaniu bezpieczeństwem i higieną pracy. Do podstawowych procesów Systemu Zarządzania BHP, obok przywództwa i współudziału pracowników, należą: planowanie, a w szczególności działania w celu analizy i oceny ryzyka i szans, określanie celów i planowanie ich osiągnięcia; wsparcie, obejmujące zapewnienie zasobów, kompetencji, rozwijanie świadomości, zapewnienie skutecznej komunikacji i udokumentowanych informacji na temat SZ BHP; funkcjonowanie, w tym planowanie operacyjne działań i nadzorowanie procesów zarządzania; ocena efektów działalności, w tym monitorowanie, pomiary, analiza i ocena osiąganych wyników, audyt wewnętrzny oraz przegląd zarządzania; doskonalenie, którego podstawą jest analiza niezgodności i działania korygujące.



Rys. 1. Model Systemu Zarządzania BHP w projekcie normy ISO/DIS 45001.2 [12]

Zrozumienie kontekstu organizacji

W normach ISO dotyczących systemów zarządzania wprowadzono pojęcie „kontekstu organizacji”, definiowane jako kombinacja czynników wewnętrznych i zewnętrznych, które mogą wpływać na podejście organizacji do ustalania i osiągania celów [11]. Równocześnie w literaturze dotyczącej zarządzania od wielu lat używane jest określenie „otoczenie organizacji”, definiowane jako zbiór czynników i procesów, które oddziałują na organizację w sposób bezpośredni i pośredni [13], a więc stanowią *de facto* kontekst organizacji w rozumieniu norm ISO.

Zgodnie z wymaganiami normy ISO 45001 organizacja powinna określić czynniki zewnętrzne i wewnętrzne istotne

w odniesieniu do celu jej działania oraz takie, które wpływają na zdolność organizacji do osiągnięcia zamierzonych wyników działania SZ BHP. Zrozumienie organizacji i jej kontekstu w sposób zgodny z wymaganiami normy można osiągnąć za pomocą: identyfikacji stron zainteresowanych działaniami organizacji w zakresie bhp oraz określenia ich potrzeb i oczekiwań, których spełnienie jest istotne w kontekście zrównoważonego rozwoju organizacji; identyfikacji innych czynników w otoczeniu zewnętrznym i wewnętrznym organizacji, które mają wpływ na działania dotyczące bhp oraz osiągnięte w tym zakresie wyniki.

Stroną zainteresowaną (interesariuszem) jest osoba lub organizacja, która może mieć wpływ na decyzje lub działania organizacji, podlegać ich wpływowi lub postrzegać siebie jako podlegającą wpływom tych decyzji lub działań¹. W przypadku Systemu Zarządzania BHP podstawową grupę interesariuszy stanowią pracownicy, których współudział w działaniach prowadzonych w systemie jest jednym z podstawowych warunków osiągnięcia zamierzonych wyników. Norma formułuje wytyczne dotyczące współudziału pracowników, których realizacja pozwala między innymi na określanie ich potrzeb i oczekiwań.

Do innych zainteresowanych stron należą przede wszystkim instytucje działające w ramach krajowego systemu ochrony pracy, jak: minister właściwy ds. pracy i inni ministrowie ustanawiający przepisy prawa dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy oraz odpowiednie organy nadzoru i kontroli nad warunkami pracy, w tym przede wszystkim Państwowa Inspekcja Pracy, Inspekcja Sanitarna, Urząd Dozoru Technicznego, a w przypadku zakładów górniczych również Wyższy Urząd Górniczy, a także Główny Urząd Statystyczny oraz Zakład Ubezpieczeń Społecznych. Potrzeby i oczekiwania zainteresowanych stron znajdują swoje odzwierciedlenie przede wszystkim w wymaganiach prawa.

Poza potrzebami i oczekiwaniami zainteresowanych stron na działania organizacji mogą wpływać inne czynniki, które są związane z jej otoczeniem politycznym, ekonomicznym, kulturowym i społecznym, a także technologicznym. Ich identyfikacja jest związana z potrzebą pozyskiwania odpowiednich informacji z zewnątrz organizacji.

Sformułowane w normie ISO 45001 wymagania i wytyczne dotyczące kontekstu organizacji mają charakter ogólny i nie dają jednoznacznych wskazówek na temat rozwiązań, które mogą być wdrażane w celu ich spełnienia. Daje to dużą swobodę interpretacji tych wymagań przez osoby wdrażające systemy, jak również audytorów.

Rozwój przywództwa i zaangażowania najwyższego kierownictwa

Przywództwo i zaangażowanie najwyższego kierownictwa ma zasadnicze znaczenie dla skutecznego funkcjonowania każdego systemu zarządzania.

W nowej normie akcentuje się to w szczególności sposobem przez wskazanie, że przywództwo najwyższego kierownictwa odgrywa kluczową rolę w rozwijaniu kultury organizacyjnej wspierającej funkcjonowanie SZ BHP i osiąganie zamierzonych wyników. Kulturę taką charakteryzuje aktywny współudział

pracowników, współpraca i komunikacja oparta na wzajemnym zaufaniu, a także przekonanie o skuteczności stosowanych środków ochrony i zaangażowanie pracowników w poszukiwanie szans, mogących wpłynąć na poprawę wyników osiągniętych w Systemie Zarządzania BHP [12].

W Systemie Zarządzania BHP spełniającym wymagania nowej normy międzynarodowej najwyższe kierownictwo organizacji powinno w szczególności:

- zapewnić, iż:
 - ustalona została polityka bezpieczeństwa i higieny pracy oraz cele skierowane na jej realizację,
 - wytyczne dotyczące zarządzania bhp są zintegrowane z procesami biznesowymi,
 - dostępne są zasoby niezbędne do skutecznego wdrożenia i funkcjonowania SZ BHP;
- wspierać i promować współudział pracowników w działaniach na rzecz bezpieczeństwa.

Do zadań najwyższego kierownictwa w tym zakresie należy przede wszystkim:

- kierowanie pracownikami i wspieranie ich we współuczestnictwie w działaniach skierowanych na zwiększenie skuteczności zarządzania bhp;
- wspieranie kierowników wszystkich szczebli w rozwijaniu i wykazywaniu postaw przywódczych, odpowiednio do ich roli w organizacji i odpowiedzialności;
- zapewnienie, że pracownicy bez obawy mogą zgłaszać informacje o incydentach, zagrożeniach, ryzyku i szansach;
- zapewnienie, że zostały odpowiednio zaprojektowane i wdrożone procesy konsultacji i współudziału pracowników.

Porównując te wymagania z wymaganiami zawartymi w opracowanych wcześniej polskich normach [2] oraz wytycznych MOP [1] dla Systemu Zarządzania BHP, można stwierdzić, że nowa norma silniej akcentuje potrzebę rzeczywistego przeprowadzenia działaniom na rzecz bhp i osobiste zaangażowanie najwyższego kierownictwa w zarządzanie tym obszarem.

Wzmacnianie procesów konsultacji i współudziału pracowników

W Systemie Zarządzania BHP zgodnym z wytycznymi wynikającymi z nowej normy współudział pracowników, podobnie jak przywództwo najwyższego kierownictwa, jest uznawany za podstawowy warunek jego skutecznego funkcjonowania. Współudział jest przy tym rozumiany jako zaangażowanie pracowników w podejmowanie decyzji, zaś konsultacje polegają na wysłuchiwanie ich opinii przed jej podjęciem. Zarówno współudział, jak i konsultacje mogą być realizowane w różny sposób, przyjmując formy charakterystyczne dla partycypacji bezpośredniej (w przypadku bezpośredniego udziału pracowników w tych działaniach) lub pośredniej (w przypadku zaangażowania w te działania przedstawicieli pracowników). W Systemie Zarządzania BHP dostosowanym do wytycznych pochodzących z nowej normy konieczne jest wdrożenie takich procesów, które stwarzają warunki niezbędne do realizacji konsultacji i współudziału, a w szczególności: zapewnienie pracownikom dostępu do szkoleń niezbędnych do realizacji konsultacji i współudziału; zapewnienie pracownikom dostępu do rzetelnych i zrozumiałych informacji o SZ BHP; identyfikowanie i eliminowanie

przeszkód lub barier współudziału oraz minimalizowanie tych, które nie mogą być wyeliminowane. Do przeszkód i barier zalicza się przy tym brak odpowiedzi na postulaty i sugestie pracowników oraz zniechęcanie ich do współudziału lub karanie za próby współudziału.

Przy projektowaniu procesów konsultacji i współudziału należy zwrócić szczególną uwagę na zaangażowanie tych pracowników, którzy nie pełnią funkcji kierowniczych. Powinni oni uczestniczyć w szczególności w określaniu potrzeb i oczekiwań zainteresowanych stron, ustalaniu polityki oraz celów bezpieczeństwa i higieny pracy, a także planowaniu działań, przypisywaniu odpowiedzialności i uprawnień oraz określaniu, co powinno być monitorowane, mierzone i oceniane. Konieczne jest również zapewnienie udziału szeregowych pracowników w następujących działaniach: określanie mechanizmów współudziału i konsultacji; identyfikacja zagrożeń, ocena ryzyka zawodowego i jego ograniczanie; identyfikacja potrzebnych kompetencji i szkoleń oraz ocena szkoleń; określanie zakresu informacji przekazywanych w ramach komunikowania się w SZ BHP i metod ich komunikowania; badanie wypadków przy pracy i niezgodności oraz określanie działań korygujących. Wymagania normy ISO 45001 dotyczące współudziału pracowników nie odbiegają zasadniczo od wymagań polskich norm serii PN-N-18000 w tym zakresie. Jednak w wymaganiach normy ISO 45001 wyraźniej podkreślono potrzebę współudziału i konsultowania szeregowych pracowników, a także wymieniono procesy i działania, których powinny dotyczyć współudział i konsultacje.

Analiza ryzyka i szans jako podstawa planowania działań w zakresie bhp

Zgodnie z nową normą, podstawą planowania działań w Systemie Zarządzania BHP ma być analiza i ocena ryzyka oraz szans w zakresie jego ograniczania. W analizach i ocenach towarzyszących planowaniu działań powinno być uwzględnione zarówno to ryzyko, które jest związane z zagrożeniami dotyczącymi bezpieczeństwa i zdrowia, jak i ryzyko związane z zagrożeniami w skutecznym wdrożeniu i funkcjonowaniu SZ BHP.

W analizach ryzyka dotyczącego bezpieczeństwa i zdrowia uwzględniane być powinny zagrożenia, które: powstają w wyniku działań organizacji, pozostają pod jej kontrolą i mogą oddziaływać zarówno na osoby pracujące w organizacji, jak i na osoby z zewnątrz organizacji (podwykonawców, osoby odwiedzające organizację); mogą oddziaływać na pracowników wykonujących pracę poza stałą jednostką lokalną organizacji i na które organizacja nie ma bezpośredniego wpływu.

Szanse w zakresie ograniczania ryzyka związanego z tymi zagrożeniami są związane w szczególności z możliwościami:

- eliminowania zagrożeń i ograniczania ryzyka zawodowego już na etapie projektowania;
- ograniczenia pracy monotonnej lub w wymuszonym tempie;
- stosowania nowych technologii;
- kształtowania wysokiej kultury bezpieczeństwa.

Analizując zagrożenia w skutecznym wdrożeniu i funkcjonowaniu Systemu Zarządzania BHP, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na kontekst organizacji, dostępne zasoby,

program audytu, kompetencje osób pełniących kluczowe funkcje w SZ BHP, zaangażowanie najwyższego kierownictwa, stopień uwzględnienia potrzeb i oczekiwań zainteresowanych stron, a także wyniki uzyskiwane w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Do szans odnoszących się do doskonalenia Systemu Zarządzania BHP zaliczyć można na przykład zwiększenie widocznego wsparcia ze strony najwyższego kierownictwa, doskonalenie procesów badania incydentów, zwiększenie współdziałania pracowników w działaniach na rzecz bhp, benchmarking, a także współpracę z innymi podmiotami w ramach forów koncentrujących się na problemach bhp.

Określanie kryteriów realizacji i nadzorowanie procesów zarządzania

W celu zapewnienia skutecznego funkcjonowania SZ BHP konieczne jest planowanie, wdrażanie i nadzorowanie procesów, które stanowią zespół wzajemnie powiązanych działań i składają się na ten system. Wśród tych procesów w projekcie normy wymieniono przede wszystkim konsultacje i współudział pracowników, planowanie działań, ocenę ryzyka i szans, identyfikowanie i wdrażanie obowiązujących organizacji wymagań prawa, komunikowanie się, zarządzanie zmianami, outsourcing, postępowanie w sytuacjach awaryjnych, monitorowanie oraz pomiar, analizę i ocenę osiąganych wyników i audytowanie. Dla każdego z tych procesów należy: określić kryteria realizacji; wdrożyć kontrolę procesu zgodnie z ustalonymi kryteriami; utrzymywać udokumentowane informacje w zakresie niezbędnym do wykazania, że procesy przebiegają w zaplanowany sposób; określić sytuacje, w których brak udokumentowanych informacji może prowadzić do odstępstw od polityki bhp i celów.

Zgodnie z tymi wymaganiami każdy proces składający się na System Zarządzania BHP powinien być zaplanowany w taki sposób, aby możliwe było określenie, czy i w jakim stopniu jest on realizowany. Spełnienie tych wymagań oznacza, że już na etapie planowania procesów należy ustalić, które wskaźniki mogą dostarczyć odpowiednich informacji o jakości procesu i jego wynikach i w jaki sposób będą one wyznaczane i monitorowane.

Podsumowanie

Chociaż wytyczne i wymagania zawarte w projekcie nowej normy międzynarodowej ISO/DIS 45001.2 nie odbiegają w zasadniczy sposób od tych, które sformułowano w innych normach i dokumentach odnoszących się do Systemów Zarządzania BHP, to pełne dostosowanie tych systemów do wymagań nowej normy będzie na pewno wymagało dokładnej analizy procesów już wdrożonych i dotychczas stosowanych praktyk w zakresie bezpieczeństwa pracy. Należy oczekiwać, że zarówno interpretacja, jak i spełnienie szeregu wymagań zawartych w projekcie normy stanowić będzie wyzwanie dla osób wdrażających SZ BHP, a także dla audytorów.

Celowe jest w szczególności wypracowanie wspólnego podejścia w odniesieniu do analizy kontekstu organizacji, w tym oczekiwań pracowników i innych zainteresowanych stron, a także w stosunku do przywództwa najwyższego kierownictwa i współdziałania pracowników, oceny ryzyka i szans oraz identyfikacji, planowania, wdrażania i nadzorowania procesów

mających wpływ na osiągnięcie zamierzonych wyników bhp. Jest to tym ważniejsze, że tylko właściwe wdrożenie tych wytycznych do praktyki przedsiębiorstw może wpłynąć na poprawę wyników osiąganych w Systemie Zarządzania BHP.

Przypisy

- 1 Termin wspólny dla wszystkich norm systemów zarządzania, podany w załączniku SL Skonsolidowanego Suplementu ISO do Dyrektyw ISO/IEC, Część 1.

Literatura

- [1] Wytyczne do systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, ILO-OSH 2001, CIOP, Warszawa 2001.
- [2] PN-N-18001:2004 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania.*
- [3] PN-N-18004:2001 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wytyczne.*
- [4] PAWŁOWSKA Z.: *Ocena skuteczności działań w zakresie doskonalenia zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w przedsiębiorstwach.* „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 425/2007.
- [5] PAWŁOWSKA Z.: *System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – wpływ na partycypację bezpośrednią.* „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 448/2009.
- [6] PODGÓRSKI D.: *Methods, Standards and Models of Occupational Health and Safety Management Systems, [IN:] Handbook of Occupational Safety and Health.* Taylor Francis 2010.
- [7] PAWŁOWSKA Z.: *Zastosowanie wskaźników wynikowych i wiodących do oceny skuteczności zarządzania bhp w przedsiębiorstwach.* „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 507/2013.
- [8] PODGÓRSKI D.: *Workers' Involvement – A Missing Component in the Implementation of Occupational Safety and Health Management Systems in Enterprises.* „International Journal of Safety and Ergonomics” 3(11)/2005.
- [9] SKŁAD A.: *Przegląd czynników organizacyjnych istotnych w zarządzaniu bezpieczeństwem i higieną pracy.* „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 524/2015.
- [10] Dyrektywy ISO/IEC. Część 1. Skonsolidowany Suplement ISO – Procedury specyficzne dla ISO. Załącznik SL: Propozycje dotyczące norm systemów zarządzania.
- [11] PN-EN ISO 9000:2015 *Systemy zarządzania jakością – Podstawy i terminologia.*
- [12] ISO/DIS 45001.2:2017 (E) *Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use.*
- [13] GRIFFIN R.W.: *Podstawy zarządzania organizacjami.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017–2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

 dr inż. Zofia Pawłowska, mgr Anna Skład

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy,
e-mail: zopaw@ciop.pl

Modelowanie systemów zarządzania bhp z wykorzystaniem metody rozmytych map kognitywnych i wskaźników wiodących – ujęcie teoretyczne

Anna Skład

Wstęp

Skuteczność systemów zarządzania bhp (SZ BHP), rozumiana jako ich potencjał do poprawy bezpieczeństwa w przedsiębiorstwach, jest przedmiotem toczącej się od lat dyskusji. Opinie o tym, czy wdrażanie tych systemów wpływa na poprawę bezpieczeństwa, czy też nie, są podzielone. Nawet zwolennicy ich wykorzystywania uważają, że zapewnienie ich skuteczności wymaga zaangażowania w przedsiębiorstwie określonych zasobów, zarówno w fazie wdrożeniowej, jak i później, kiedy system już działa i jest doskonały. Trafne definiowanie działań, które należy podjąć w celu zapewnienia i poprawy skuteczności systemu jest zatem wyjątkowo ważne w każdej z tych faz.


Do częściej stosowanych miar skuteczności SZ BHP¹, jednocześnie pełniących rolę narzędzi wspierających poprawę tej skuteczności, należą zestawy wskaźników wynikowych i wiodących, których używa się do pomiaru poszczególnych procesów tworzących system. Problem polega jednak na tym, że kierownictwo przedsiębiorstwa nie jest w stanie kompleksowo ocenić potencjału wielowarstwowej struktury systemu, bazując na wartościach pojedynczych wskaźników, czy to analizowanych oddzielnie, czy wspólnie. Istotą systemu jest bowiem to, że jego poszczególne elementy wywierają na siebie wzajemnie wpływ.

Analizowanie wartości wskaźnika służącego do pomiaru określonego procesu bez gruntownej wiedzy o tym, jakie procesy na niego wpływają (tj. pod wpływem jakich procesów się on kształtuje), nie pozwala zatem zrozumieć, z czego wynika taka, a nie inna jego wartość.

Streszczenie: W celu poprawy skuteczności systemu zarządzania bhp używa się w wielu przedsiębiorstwach zestawu wskaźników wynikowych i wiodących do pomiaru poszczególnych procesów w tym systemie. Na podstawie wartości wskaźników odnotowanych w danym okresie planuje się działania zapobiegawcze. Polegają one przede wszystkim na poprawie realizacji procesów w taki sposób, aby w kolejnym okresie osiągnąć założone wartości wskaźników w obszarach, w których aktualnie odnotowane wartości nie były satysfakcjonujące. W artykule zaprezentowano metodę rozmytych map kognitywnych, która oferuje możliwości szerszego wykorzystania informacji zawartych w wartościach wskaźników. Metoda ta zakłada opracowanie modelu systemu w formie zbioru elementów tworzących system oraz zachodzących pomiędzy tymi elementami wzajemnych wpły-

wów. Posługując się wzorem matematycznym, można określić wartości poszczególnych elementów modelu, a następnie prognozować ich przyszłe wartości. Niekorzystne prognozy są podstawą do podjęcia działań zapobiegawczych w modelowanym systemie. Wykorzystując metodę rozmytych map kognitywnych, można opracować model systemu zarządzania bhp. Elementami modelu będą poszczególne procesy oraz poziom bezpieczeństwa. Wartości wskaźników wynikowych i wiodących zostaną zastosowane do obliczenia wartości tych elementów. Prognozowanie z wykorzystaniem takiego modelu mogłoby w przedsiębiorstwie istotnie wspierać poprawę skuteczności systemu zarządzania bhp.

Słowa kluczowe: modelowanie systemów, zarządzanie bhp, rozmyte mapy kognitywne, wskaźniki wiodące

 **Abstract:** *Modelling occupational health and safety management systems with fuzzy cognitive maps and leading indicators: a theoretical approach* In order to improve the effectiveness of an occupational safety and health management system (OSH MS), many enterprises use sets of leading and lagging performance indicators to measure individual processes in the system. Based on the value of indicators recorded in a given period, preventive measures are planned in the system. These measures are aimed at improving the processes in which the recorded indicators values did not reach their target values. This paper presents fuzzy cognitive maps, which enable an alternative application of indicator values. This method is based on the development of a system model consisting of a set of

elements forming the system and the interconnections (influences) between these elements. Using a mathematical formula, it is possible to determine the values of the individual elements of the model and then forecast their future values. Unfavorable forecasts are the basis for taking preventive actions in a modeled system. By using fuzzy cognitive maps, it is possible to develop an OSH MS model. Individual processes and safety performance would be elements of the model. Leading and lagging indicator values would be used to determine the value of these elements. Forecasting on the basis of the model could significantly support the effectiveness of an OSH MS in an enterprise.

Keywords: system modeling, OSH management, fuzzy cognitive maps, indicator values

Nie pozwala również określić działań, które spowodują, że jego wartość będzie zgodna z oczekiwaniami.

Celem artykułu jest zaproponowanie kierownictwu przedsiębiorstw nowego narzędzia, wspierającego poprawę skuteczności systemów zarządzania bhp w przedsiębiorstwach, wykorzystującego metodę rozmytych map kognitywnych. Bazując m.in. na miarach procesów, narzędzie to umożliwi modelowanie wpływów, które procesy wywierają na siebie nawzajem, oraz prognozowanie zmian, do których te wpływy doprowadzą.

Wskaźniki oceny procesów w systemie zarządzania bhp jako narzędzia wspierające ich skuteczność

Dyskusja na temat skuteczności SZ BHP zaowocowała w ostatnich latach licznymi badaniami i publikacjami, dotyczącymi metod zapewniania i poprawy tej skuteczności [1, 2]. Jedną z nich jest metoda przyjmująca za podstawę stosowanie miar procesów, tj. wskaźników wiodących, służących do oceny poszczególnych elementów w SZ BHP, a następnie – podejmowania decyzji dotyczących doskonalenia tych procesów na podstawie otrzymanych wartości tych wskaźników [3–7]. W anglojęzycznych publikacjach wynik pomiaru takich wskaźników określa się mianem *safety performance*, co przetłumaczyć można jako „wyniki w zakresie bezpieczeństwa”. W tym ujęciu doskonalenie wyników przedsiębiorstwa w dziedzinie bezpieczeństwa (równoznaczne z poprawą skuteczności systemu zarządzania bhp) polega na zmianach pewnych aspektów funkcjonowania poszczególnych procesów w taki sposób, aby wartości wskaźników wynikowych i wiodących uległy poprawie.

Biorąc pod uwagę definicję SZ BHP wg Międzynarodowej Organizacji Pracy [8], o tym, czy uda się zrealizować zaplanowane cele bhp, decydują jednak nie tylko procesy systemu, ale również wpływy pomiędzy nimi. Istnienie tych wpływów sprawia, że zmiana jednego procesu (jego poprawa lub pogorszenie) prowadzi do zmian (poprawy lub pogorszenia) innych procesów, na które ten pierwszy wywiera wpływ. Natomiast wartości wskaźników, choć stanowią cenne źródło wiedzy na temat tego, w jaki sposób przebiega realizacja procesów w danym przedsiębiorstwie, do wpływów, które procesy wywierają na siebie nawzajem, w ogóle się nie odnoszą. Znając wartości wskaźników bhp w przedsiębiorstwie, jego kierownictwo zwraca zazwyczaj szczególną uwagę na te

obszary, w których nie osiągnięto założonych wyników (wartości wskaźników są niższe niż oczekiwano).

Problem polega na tym, że źródło zidentyfikowanych niepowodzeń może generować zupełnie inny proces niż ten, którego realizacja jest oceniana jako „zła”. Na przykład, przyczyną niezrealizowania planu audytów w ramach procesu audytów wewnętrznych może być niezapewnienie odpowiednich zasobów w procesie zarządzania zasobami lub brak niezbędnych szkoleń w ramach procesu szkoleń. Wymaganie przez kierownictwo przedsiębiorstwa poprawy wskaźnika w zakresie stopnia realizacji planu audytów, bez analizy systemu jako całości, jest w takiej sytuacji po prostu nierozważne. Dopiero kompleksowe spojrzenie na wszystkie procesy wraz z wpływami, które wywierają na siebie nawzajem, umożliwi podjęcie decyzji o tym, co w systemie należy poprawić, aby wskaźniki osiągnęły zakładane wartości.

Co więcej, jak stanowią wymagania projektu nowej normy – ISO 45001 – planując działania w SZ BHP, należy określić tzw. „kontekst organizacji”, czyli zewnętrzne i wewnętrzne kwestie, które są istotne dla jego celów i które wpływają na jego skuteczność w kontekście zarządzania bhp [9]. Na kontekst składają się warunki, właściwości i zmieniające się okoliczności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Kontekst obejmuje zarówno czynniki, które wspierają procesy systemu, jak również takie, które te procesy zakłócają, przy czym mogą one mieć swoje źródło wewnątrz przedsiębiorstwa, ale także poza nim. Również biorąc pod uwagę istnienie kontekstu oraz jego wpływ na system zarządzania bhp, należy stwierdzić, że wskaźniki do oceny poszczególnych procesów w tym systemie dostarczają zbyt mało informacji, aby tylko na ich podstawie kierownictwo przedsiębiorstwa było w stanie zapewnić skuteczność jego działania.

Na tym tle rysuje się potrzeba zastosowania nowych metod i opracowania doskonalszych narzędzi wspierających zapewnianie skuteczności systemów zarządzania bhp. Wykorzystując wyniki badań i bogate doświadczenia firm w zakresie stosowania wskaźników, narzędzia te powinny dodatkowo ułatwiać menedżerom gromadzenie wiedzy o kontekście przedsiębiorstw oraz o wpływach wywieranych pomiędzy procesami w systemie oraz pomiędzy procesami a wewnętrznymi i zewnętrznymi czynnikami stanowiącymi kontekst. Co więcej, aby usprawnić procesy decyzyjne w firmach, narzędzia wspierające zapewnianie skuteczności

Trwałość to
jeden z warunków
który rozumiemy
naprawdę
dobrze

Prowadniki Nylonowe

Zaprojektowane na lata



Prowadniki Robot

Odwijanie długi czas



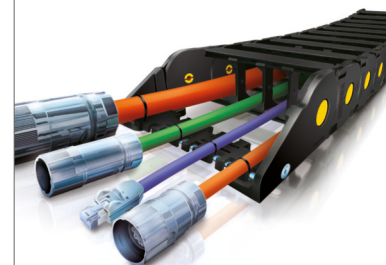
Prowadniki Stalowe

Lekkie ale bardzo bardzo mocne



TotalChain

Kompletacja dla każdej aplikacji



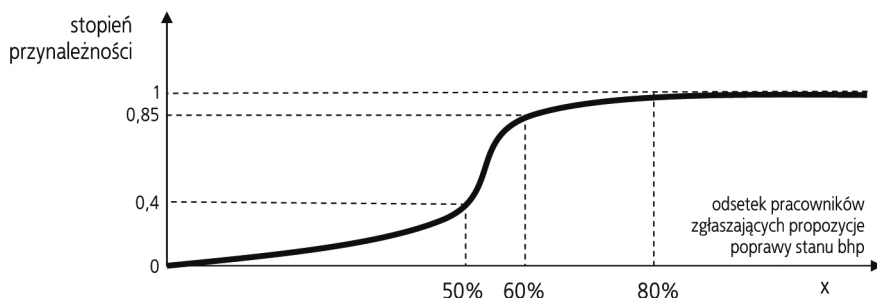
NOWIMEX

www.nowimex.com.pl
info@nowimex.com.pl

systemów zarządzania bhp powinny również oferować możliwość prognozowania skutków wpływania procesów na inne procesy w systemie oraz skutków wpływania czynników stanowiących kontekst. Efektem tych prognoz powinny być przewidywane wyniki w zakresie bezpieczeństwa (diagnoza wyrażona prognozowanymi wartościami wskaźników wynikowych i wiodących, których używa się do pomiaru poszczególnych procesów), przy założeniu określonego stanu początkowego (wyrażonego aktualnymi wartościami wskaźników).

Narzędzia, o których mowa wyżej, można by również wykorzystywać do prognozowania, w jaki sposób ukształtują się przyszłe wyniki w zakresie bezpieczeństwa (prognozowane wartości wskaźników), przy założeniu innych niż początkowe wartości wskaźników. Na przykład, jeśli w danym przedsiębiorstwie wartości wskaźników do pomiaru procesu audytu są wysokie, ale jeden z audytorów odchodzi na emeryturę i wiadomo, że w związku z tym mogą się obniżyć, to idealne narzędzie, wspierające kierownictwo tego przedsiębiorstwa w podejmowaniu decyzji, powinno przedstawić prognozę przyszłych wyników firmy w zakresie bezpieczeństwa z uwzględnieniem początkowych, obniżonych wartości wskaźników do pomiaru procesu audytu. Zapoznanie się z tą prognozą byłoby dla kierownictwa bodźcem do podjęcia odpowiednich działań zapobiegawczych w systemie zarządzania bhp po to, aby w przyszłości uniknąć negatywnych następstw utraty doświadczonego audytora w odniesieniu do realizacji procesu audytu. Poza tym narzędzia powinny ułatwiać kierownictwu dobór działań zapobiegawczych poprzez tworzenie prognoz w odniesieniu do różnych możliwych scenariuszy tych działań.

Do modelowania wpływów zachodzących pomiędzy określonymi elementami (procesami) systemów oraz prognozowania przyszłych ich wartości na podstawie ich aktualnych wartości oraz wartości wpływów służy metoda rozmytych map kognitywnych. W dalszej części artykułu zostanie ona zaprezentowana wraz z koncepcją zintegrowanego z nią narzędzia, służącego do zapewniania i poprawy skuteczności SZ BHP.



Rys. 1. Przykładowa funkcja przynależności do rozmytego zbioru przedsiębiorstw, których pracownicy są zaangażowani w poprawę stanu bhp

Metoda rozmytych map kognitywnych

Metoda rozmytych map kognitywnych opiera się na pojęciu zbioru rozmytego. W odróżnieniu od pojęcia zbioru wg reguł logiki klasycznej, zgodnie z którymi przedmiot może należeć lub nie należeć do danego zbioru, zbiór rozmyty jest zbiorem złożonym z elementów, które należą do niego w określonym stopniu. Stopień przynależności do zbioru rozmytego wynosi 1, jeżeli dany obiekt należy do zbioru zgodnie z regułami logiki klasycznej, 0 – jeżeli zgodnie z tymi regułami nie należy do zbioru, oraz między 0 a 1 – jeżeli zgodnie z tymi regułami nie można jednoznacznie określić jego przynależności do zbioru [10].

Na przykład, gdyby wyróżnić zbiór przedsiębiorstw, których pracownicy są zaangażowani w poprawę stanu bhp, to o niektórych przedsiębiorstwach można powiedzieć, że ich pracownicy są zaangażowani, o innych – że nie są, a o jeszcze innych że są, ale tylko w pewnym stopniu. Według logiki klasycznej w zbiorze przedsiębiorstw zatrudniających pracowników zaangażowanych w poprawę stanu bhp znajdują się tylko pierwsze z wymienionych; zgodnie z zasadami logiki rozmytej do zbioru tego w różnym stopniu będą należeć wszystkie przedsiębiorstwa.

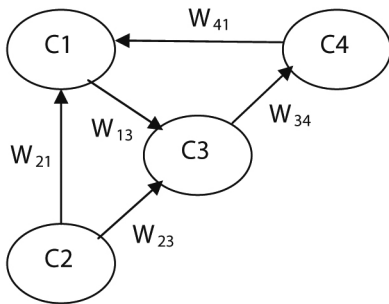
Stopień przynależności do zbioru rozmytego określa tzw. „funkcja przynależności” [11]. Na rys. 1 przedstawiono przykładową funkcję przynależności μ do rozmytego zbioru przedsiębiorstw, których pracownicy są zaangażowani w poprawę stanu bhp. Stopień zaangażowania pracowników w poprawę stanu bhp mierzony jest procentowym

udziałem pracowników danego przedsiębiorstwa, którzy w ciągu roku zgłosili pracodawcy przynajmniej jedną propozycję rozwiązania poprawiającego stan bhp, w ogólnej liczbie zatrudnionych w tej firmie. Wartość $\mu(x)$ dla danego odsetka pracowników zgłaszających propozycje poprawy interpretowana jest jako stopień, w jakim zatrudniające tych pracowników przedsiębiorstwo należy do zbioru przedsiębiorstw, których pracownicy są zaangażowani w poprawę stanu bhp.

Przedsiębiorstwa, których pracownicy nie zgłaszają propozycji poprawy, należą do zbioru w stopniu równym 0. Przedsiębiorstwa, w których 80 i więcej procent pracowników zgłasza propozycje poprawy, należą do zbioru w stopniu równym 1. Jeżeli odsetek pracowników zgłaszających propozycje poprawy mieści się w przedziale od 60 do 80, to przedsiębiorstwo należy do zbioru w stopniu pomiędzy 0,85 a 1. Do zbioru w stopniu mniejszym niż 0,4, ale większym niż 0 należy wtedy, gdy procent pracowników zgłaszających propozycje poprawy wynosi mniej niż 50 (ale więcej niż 0) procent. Im niższy jest odsetek pracowników zgłaszających propozycje poprawy, tym bliższy 0 jest stopień przynależności przedsiębiorstwa do zbioru przedsiębiorstw, których pracownicy są zaangażowani w poprawę stanu bhp.

Funkcjami przynależności (oprócz funkcji sigmoidalnej przedstawionej na rys. 1) mogą być funkcje: trójkątna, trapezoidalna, Gaussa czy dzwonowa.

Metoda rozmytych map kognitywnych została opracowana przez Barta Kosko [12] w 1986 r. jako rozwinięcie wcześniejszej koncepcji map kognitywnych



Rys. 2. Przykładowa rozmyta mapa kognitywna

[13]. Najogólniej rzecz biorąc, służy ona do modelowania złożonych systemów, składających się z trudno mierzalnych i nieprecyzyjnie zdefiniowanych obiektów, które wywierają na siebie wpływy. Kosko stwierdził, że reguły logiki klasycznej (dwuwartościowej), w szczególności – implikacja logiczna ($p \rightarrow q$), nie znajdują zastosowania w przypadku zdań opisujących związki przyczynowo-skutkowe. Przyjmując to stwierdzenie za podstawę swoich dalszych rozważań, zaproponował, aby w modelach systemów wykorzystywać reguły logiki rozmytej (wielowartościowej), przypisując, zarówno obiektom, jak wywieranym przez nie wpływom właściwości zbiorów rozmytych. W praktyce oznacza to, że wartości obiektów i wywieranych przez nie wpływów mogą być określane w języku naturalnym² przez osoby pełniące w danym systemie role ekspertów. Następnie, stosując określone metody defuzyfikacji (zamiany ocen wyrażonych słowami na wartości liczbowe), oblicza się ostre wartości obiektów i wpływów. Mieszczą się one w przedziale $\{0, 1\}$ ³.

Wartość obiektu lub wpływu wywieranego pomiędzy obiektami na rozmytej mapie kognitywnej wyraża stopień przynależności tego obiektu/wpływu do określonego zbioru rozmytego.

Zgodnie z sugestią Kosko, metodę rozmytych map kognitywnych należy wykorzystywać przede wszystkim w naukach społecznych i humanistycznych, w których – w odróżnieniu od matematycznych i przyrodniczych – badane obiekty trudno scharakteryzować przy pomocy obiektywnych, ostrych twierdzeń: „jest/ nie ma”.

W ujęciu graficznym rozmyta mapa kognitywna jest grafem złożonym

z obiektów połączonych strzałkami. Obiekty reprezentują: zdarzenia, procesy, właściwości, cechy czy zjawiska w badanym systemie, a strzałki – wpływy, jakie obiekty wywierają na siebie nawzajem. Na rys. 2. przedstawiono przykładową rozmytą mapę kognitywną.

Rozmytą mapę kognitywną w ujęciu matematycznym definiuje wektor wartości obiektów oraz macierz wartości wywieranych pomiędzy nimi wpływów. Jak wspomniano, wartości te określane są zazwyczaj na podstawie szacowań eksperckich, aczkolwiek w badaniach stosowano również alternatywne metody oceny wartości obiektów i wpływów [14, 15].

Wektor wartości obiektów C i macierz wpływów W zachodzących pomiędzy obiektami na rozmytej mapie kognitywnej można przedstawić następująco:

$$C = \begin{bmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & W_{13} & 0 \\ W_{21} & 0 & W_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & W_{34} \\ W_{41} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Niektóre modele złożone są z obiektów będących odpowiednikami pewnych mierzalnych zdarzeń, procesów, właściwości, cech czy zjawisk. Niemniej, określając wartości takich obiektów na mapach, nie można posłużyć się wprost wynikami przeprowadzonych pomiarów, ponieważ wartości poszczególnych obiektów wyrażane są na różnych skalach pomiarowych i nie zawsze zawierają się w przedziale $\{0,1\}$. W takiej sytuacji

możliwe jest znormalizowanie wyników pomiarów do wartości z tego przedziału. W tym celu wykorzystuje się średnią wartość pomiaru, a także jego wartości historyczne, takie jak wartość minimalna i maksymalna, odnotowane w pewnym czasie T . Wartość obiektu oblicza się na podstawie wzoru (1) [14].

Z kolei alternatywą dla szacowań eksperckich w zakresie oceny wartości wpływów wywieranych pomiędzy obiektami w modelowanym systemie jest zbudowanie modelu równań strukturalnych na podstawie pozyskanych danych statystycznych charakteryzujących ten system [16, 17].

Sposób obliczenia wartości obiektu na rozmytej mapie kognitywnej na podstawie wartości monitorowanych wskaźników do pomiarów zdarzenia, procesu, właściwości, cechy czy zjawiska, któremu ten obiekt odpowiada, przedstawia wzór (1).

Rozmyta mapa kognitywna może być podstawą symulacji, których wynikiem są prognozy przyszłych wartości obiektów. Znając aktualne wartości obiektów oraz wartości wywieranych przez nie na siebie nawzajem wpływów, można – stosując określoną funkcję prognową⁴ – obliczyć przyszłe wartości obiektów. Obliczenie tych wartości polega na przemnażaniu wektora aktualnych wartości obiektów przez macierz wywieranych przez nie wpływów, zgodnie ze wzorem (2) (oprac. własne).

Rozmyte mapy kognitywne mogą być wykorzystywane do analizowania różnych wariantów decyzyjnych

$$g(s_i^t) = \begin{cases} 0, & \text{jeżeli } s_i^t < a_i \\ (s_i^t - a_i) / [2 \cdot (m_i - a_i)], & \text{jeżeli } a_i \leq s_i^t \leq m_i \\ 0,5 + (s_i^t - m_i) / [2 \cdot (b_i - m_i)], & \text{jeżeli } m_i < s_i^t \leq b_i \\ 1, & \text{jeżeli } s_i^t > b_i \end{cases} \quad (1)$$

$$[C1, C2, C3, C4]_{t+1} = f([C1, C2, C3, C4]_t \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & W_{13} & 0 \\ W_{21} & 0 & W_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & W_{34} \\ W_{41} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}) \quad (2)$$

w określonej sytuacji. Znając prognozy przyszłych wartości obiektów w modelowanym systemie, osoba nim zarządzająca wie, czy wartości te są zadowalające (zgodne z oczekiwaniami), czy nie. Jeśli zachodzi ta druga sytuacja, tzn. prognoza jest niekorzystna, to można wykorzystać model do kolejnych prognoz, zmieniając aktualne wartości obiektów (podnosząc je lub obniżając), ustalając takie wartości, na podstawie których uzyska się korzystną prognozę. Następnie należy zdobytą wiedzę wykorzystać w praktyce, tzn. w taki sposób ukształtować poszczególne zdarzenia, procesy, właściwości, cechy czy zjawiska, z których składa się system, aby odpowiadające im obiekty w modelu przyjęły ustalone wartości, dla których uzyskano korzystną prognozę.

Etapy tworzenia modelu systemu SZ BHP z wykorzystaniem metody rozmytych map kognitywnych

Właściwości metody rozmytych map kognitywnych wskazują, że posługując się nią, można opracować użyteczne narzędzie wspomagające doskonalenie systemów zarządzania bhp. Podstawę takiego narzędzia stanowi model SZ BHP. Jego budowa powinna zostać powierzona ekspertom, tj. osobom mającym gruntowną wiedzę o przedsiębiorstwie oraz doświadczenie w zakresie zarządzania wdrożonym w tym przedsiębiorstwie SZ BHP. Stworzenie modelu obejmuje następujące etapy:

1. Wyodrębnienie obiektów odpowiadających poszczególnym procesom w systemie oraz czynnikom stanowiącym kontekst przedsiębiorstwa, które wywierają wpływ na wyniki tego przedsiębiorstwa w zakresie bezpieczeństwa oraz na procesy SZ BHP. Poza tym jeden lub kilka obiektów mogłoby odpowiadać pewnym właściwościom przedsiębiorstwa, takim jak „klimat bezpieczeństwa” czy poziom bezpieczeństwa w tym przedsiębiorstwie.
2. Określenie, pomiędzy którymi obiektami w modelu wywierane są wpływy, a także wskazanie kierunków tych wpływów.
3. Oszacowanie wartości wpływów wywieranych przez obiekty w modelu na podstawie ocen ekspertów. Eksperti proszeni są, aby – w określonej

skali wyrażonej w języku naturalnym, np. bardzo mały, mały, średni, duży, bardzo duży – ocenić, jak silny jest wpływ poszczególnych obiektów na inne obiekty. Słowne (rozmyte) oceny przekształcone w procesie defuzyfikacji w wartości liczbowe odpowiednio uporządkowane tworzą następnie macierz wpływów.

4. Obliczenie aktualnych wartości obiektów w modelu. Wykorzystując wzór (1) można – na podstawie monitorowanych w przedsiębiorstwie wskaźników do pomiaru poszczególnych procesów w systemie – w prosty sposób obliczyć te wartości obiektów w modelu, które są odpowiednikami mierzonych procesów⁵. Dysponując wskaźnikami do pomiaru czynników stanowiących kontekst przedsiębiorstwa, można je w podobny sposób wykorzystać do obliczenia wartości odpowiadających im obiektów⁶. Obliczone wartości obiektów tworzą wektor.

Równoległe z budową modelu powinno się w przedsiębiorstwie ustalić najniższe/najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników do pomiaru procesów oraz takie wartości poszczególnych wskaźników, których osiągnięcie jest celem przedsiębiorstwa. Model systemu zarządzania bhp z wykorzystaniem rozmytej mapy kognitywnej może być przedmiotem analizy, polegającej w pierwszym kroku na identyfikacji w systemie tych procesów, których aktualne wartości wykraczają poza ustalone wartości dopuszczalne. Decyzja o podjęciu działań w celu poprawy takich procesów, powzięta w kolejnych krokach analizy, powinna być poprzedzona przeglądem wszystkich procesów i czynników stanowiących kontekst przedsiębiorstwa, wpływających na proces, którego realizacja jest źle oceniana, i poszukiwaniem w nich źródeł problemów.

Następnie tak opracowany model może być wykorzystany do prowadzenia symulacji. Ich rezultatem byłaby prognoza wartości obiektów. Jej wyniki powinny zostać przeanalizowane przez kierownictwo przedsiębiorstwa pod kątem tego, czy prognozowane wartości obiektów są zgodne z oczekiwaniami. Gdyby się okazało, że określonych wcześniej celów nie uda się zrealizować, byłoby

to dla kierownictwa przedsiębiorstwa sygnałem, że trzeba podjąć dodatkowe działania, aby temu zapobiec. Jednocześnie, definiując zakres tych działań, można posłużyć się opracowanym modelem, podnosząc i obniżając wartości tworzących go obiektów i prowadząc kolejne symulacje. Wartości obiektów będące podstawą prognozy zgodnej z ustalonymi celami, odniesione do aktualnych wartości tych obiektów, wskazywałyby, które procesy należy poprawić w przedsiębiorstwie (i w jakim stopniu), aby zrealizować ustalone cele.

Podsumowanie

Systemy zarządzania bhp są wdrażane w wielu przedsiębiorstwach – mimo to w niektórych z nich wciąż nie udaje się obniżyć ani wskaźników wypadków przy pracy, ani wskaźników zdarzeń potencjalnie wypadkowych. Oznacza to, że należy w nich podejmować działania celem poprawy skuteczności wdrożonych systemów.

Ważnym narzędziem wspierającym poprawę skuteczności SZ BHP są wskaźniki do pomiaru procesów zachodzących w danym przedsiębiorstwie. Ich stosowanie umożliwia identyfikację problemów, a tym samym – daje sposobność do podjęcia działań naprawczych.

Metoda rozmytych map kognitywnych oferuje dodatkowe możliwości w zakresie wykorzystania wiedzy, której źródłem są zestawy wskaźników wynikowych i wiódących, używane do pomiaru poszczególnych procesów tworzących SZ BHP. Model SZ BHP, opracowany na podstawie tej metody, w syntetyczny sposób przedstawia wiedzę o aktualnym stanie systemu i dzięki temu ułatwia analizowanie przyczyn obserwowanych problemów. Poza tym może być przedmiotem symulacji, których wynikiem będą prognozy przyszłych wartości wskaźników do pomiaru procesów. Dzięki takim prognozom kierownictwo przedsiębiorstwa mogłoby z wyprzedzeniem podejmować działania zapobiegające pogarszaniu się procesów w systemie.

Zastosowanie metody rozmytych map kognitywnych do modelowania systemów zarządzania bhp i prognozowania zachodzących w nich zmian z pewnością wymaga prowadzenia dalszych badań, w szczególności weryfikacji modeli

w praktyce. Właściwości tej metody i wyniki badań dotychczas przeprowadzonych przez autorkę [18] świadczą o tym, że jej stosowanie może przynieść istotne korzyści w obszarze zarządzania bhp.


Przypisy

- 1 Zestaw wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących elementów, służących ustanawianiu polityki i celów bhp oraz osiągnięciu tych celów.
- 2 Do szacowania tych wartości używa się skal w języku naturalnym, np. bardzo mały, mały, średni, duży, bardzo duży.
- 3 Standardowo w naukach matematycznych przedziały zaznacza się za pomocą nawiasów kwadratowych [], jednak ze względu na to, że są one w „Bezpieczeństwie Pracy” używane jako oznaczenia bibliograficzne, w tym miejscu zostały zastosowane znaki { } – przyp. red.
- 4 Funkcja progowa jest zazwyczaj funkcją sigmoidalną lub hiperboliczną. Rolą funkcji progowej jest utrzymywanie wyniku mnożenia w przedziale {0,1}.
- 5 Np. przyjmijmy, że proces partycypacji pracowników jest monitorowany przy pomocy następującego wskaźnika: Liczba propozycji poprawy w zakresie bhp zgłaszanych kierownictwu przez pracowników mierzona co miesiąc. Aktualnie wartość tego wskaźnika wynosi 50. W poprzednich miesiącach wynosiła ona 31, 46, 20, 63, 70. Średnia wartość wskaźnika wynosi zatem $\approx 46,7$, a jego wartości: minimalna i maksymalna – odpowiednio: 20 i 70. Ponieważ aktualna wartość wskaźnika jest wyższa od jego wartości średniej, wartość obiektu odpowiadającego procesowi partycypacji obliczamy wg wzoru: $0,5 + (s_i - m_i) / [2 \cdot (b_i - m_i)]$, i po podstawieniu wartości liczbowych oraz wykonaniu działań otrzymujemy wynik 0,507.
- 6 Czynnikiem stanowiącym kontekst przedsiębiorstwa może być np. rotacja zatrudnienia, monitorowana na podstawie wskaźnika rotacji. Przyjmijmy, że aktualna wartość wskaźnika rotacji obliczana na podstawie wzoru *Całkowita ilość odejść w danym okresie / Średnia ilość zatrudnionych w danym okresie* * 100% wynosi 5% i jest najniższą wartością wskaźnika rotacji w czasie T. Wówczas, zgodnie ze wzorem (1), wartość obiektu modelu odpowiadającego rotacji pracowników wynosi 0.

Literatura

- [1] FERNANDEZ-MUNIZ B., MONTES-PEON J.M., VAZQUEZ-ORDAS C.J.: *Safety management system: Development and validation of a multidimensional scale*. „Journal of Loss Prevention in the Process Industries” 20/2007.
- [2] BASSO B., CARPEGNA C., DIBITONTO C., GAIDO G., ROBOTTO A., ZONATO C.: *Reviewing the safety management system by incident investigation and performance indicators*. „Journal of Loss Prevention in the Process Industries” 17/2004.
- [3] PAWŁOWSKA Z.: *Wskaźniki do oceny skuteczności zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 8(491)/2012.
- [4] PODGÓRSKI D.: *Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHPbased selection of leading key performance indicators*. „Safety Science” 73/2015.
- [5] PODGÓRSKI D., SKŁAD A.: *Komputerowe narzędzie do pomiaru efektywności operacyjnej systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy z wykorzystaniem kluczowych wskaźników efektywności*. „Problemy Jakości” 48/2016.
- [6] REIMAN T., PIETIKAINEN E.: *Leading indicators of system safety – monitoring and driving the organizational safety potential*. „Safety Science” 50/2012.
- [7] AKYUZ E., CELIK M.: *A hybrid decision-making approach to measure effectiveness of safety management system implementations on-board ships*. „Safety Science” 68/2014.
- [8] Wytyczne do systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy ILO-OSH 2001.
- [9] ISO/DIS 45001.2 2017 *Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*, ISO 2017.
- [10] DWORNICZAK P.: *Zbiory rozmyte dla początkujących*. Zapis odczytu wygłoszonego na XXX Szkole Matematyki Poglądowej Osobliwości w styczniu 2003 roku.
- [11] OLSZEWSKI R.: *Systemy wnioskowania rozmytego (FIS) jako narzędzie nieliniowej generalizacji numerycznego modelu terenu*. „Polski Przegląd Kartograficzny” 4(38)/2006.
- [12] KOSKO B.: *Fuzzy Cognitive Maps*. „International Journal of Man – Machine Studies” 24/1986.
- [13] AXELROD R.: *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press 1976
- [14] KIM M.-C., KIM C.O., HONG S.R., KWON I.-H.: *Forward-backward analysis of RFID-enabled supply chain using fuzzy cognitive map and genetic algorithm*. „Expert Systems with Applications” 35/2008.
- [15] TRAPPEY A.J.C., TRAPPEY C.V., WUB C.-R.: *Genetic algorithm dynamic performance evaluation for RFID reverse logistic management*. „Expert Syst. Appl.” 11(37)/2010.
- [16] LEE S., AHN H.: *Fuzzy cognitive map based on structural equation modelling for the design of controls in business-to-consumer e-commerce web-based systems*. „Expert Systems with Applications” 36/2009.
- [17] KANG I., LEE S., CHOI J.: *Using fuzzy cognitive map for the relationship management in airline service*. „Expert Systems with Applications” 26/2004.
- [18] SKŁAD A.: *Rozprawa doktorska pt. Modelowanie i prognozowanie wpływu poprawy procesów zarządczych w systemie zarządzania bhp na poziom bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2017.

Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017–2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

 dr Anna Skład – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, e-mail: anskl@ciop.pl

System sterowania silnika SRM z zastosowaniem układu FPGA

Mariusz Pilecki, Grzegorz Podskarbi, Mariusz Korkosz

1. Wstęp

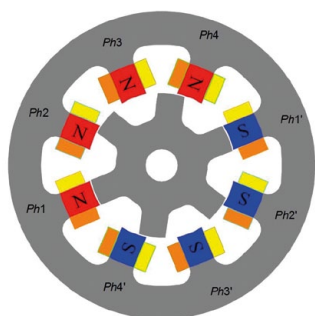
Silniki reluktancyjne przełączalne (ang. *Switched Reluctance Motor* – SRM) są maszynami o komutacji elektronicznej [1]. Prosta konstrukcja wirnika (brak magnesów i uzwojeń) czynią z tej maszyny alternatywne rozwiązanie dla wielu aplikacji [2–5]. Znaczna liczba publikacji poświęcona jest zastosowaniu tych silników w różnego rodzaju pojazdach [6, 7].

Sterowanie pracą silnika SRM polega na podawaniu impulsów zasilających poszczególne pasma w odpowiedniej kolejności i w określonych chwilach czasowych. Wybór odpowiedniego układu mocy ma istotny wpływ na dokładność sterowania i uzyskanie jak najlepszych parametrów pracy. Oprócz układu mocy bardzo ważnym elementem jest moduł sterujący. Najczęściej do sterowania pracą układu napędowego stosuje się różnego rodzaju mikrokontrolery [8] bądź procesory DSP [9]. Jednak w wielu przypadkach realizacji układów sterowania są one zbyt wolne. Dlatego też w układach napędowych stosuje się układy FPGA (ang. *Fast Programmable Gate Array*) [10]. Są to układy o bardzo dużej szybkości działania. Zaletą układów FPGA jest duża elastyczność i łatwość programowania oraz wielowątkowość działania (poszczególne części programu wykonują się równolegle) [11]. W użyciu są również układy sterowania, w których współpracują ze sobą zarówno układ FPGA, jak i układ procesorowy [12].

W publikacji przedstawiono układ sterowania silnika reluktancyjnego przełączalnego z wykorzystaniem modułu FPGA Artix-7. Zastosowanie tego układu umożliwia implementację podstawowych i zaawansowanych metod sterowania silnikiem SRM. Zakres pracy ograniczono do zaprezentowania podstawowych metod sterowania pracą silnika reluktancyjnego przełączalnego, tj. sterowania prądowego, sterowania napięciowego PWM oraz sterowania jednopulsowego.

2. Obiekt badań

Obiektem badań był czteropasmowy silnik reluktancyjny przełączalny o konfiguracji 8/6, którego geometrię pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Geometria analizowanego czteropasmowego silnika reluktancyjnego przełączalnego

Streszczenie: Artykuł omawia zagadnienie sterowania pracą 4-pasmowego silnika reluktancyjnego przełączalnego SRM 8/6. Układ sterowania silnika został zbudowany na bazie układu FPGA Artix-7 XC7A35T-L1CSG324I. Zastosowanie układu FPGA umożliwia nie tylko realizację podstawowych metod sterowania pracą silnika, ale również implementację zaawansowanych metod sterowania, umożliwiających np. istotne poszerzenie zakresu pracy silnika ze stałą mocą wyjściową. W pracy ograniczono się do prezentacji podstawowych metod sterowania uruchomionych w układzie rzeczywistym czteropasmowego silnika reluktancyjnego przełączalnego. Zamieszczono wnioski dotyczące implementacji wybranych algorytmów sterowania w układzie sterowania z zastosowaniem układu FPGA.

Słowa kluczowe: SRM, FPGA, Artix-7, sterowanie prądowe, sterowanie napięciowe, PWM, sterowanie jednopulsowe

CONTROL OF SRM MOTOR BASED ON FPGA

Abstract: Paper describes the problem of 4-phase switched reluctance motor SRM 8/6 control. The motor control system was built based on Artix-7 XC7A35T-L1CSG324I FPGA module. The use of the FPGA makes possible implementation not only basic control methods, but also an advanced control methods which, for example, allow to increase the motor output constant power range. In paper only the basic control methods of 4-phase switched reluctance motor were presented. Conclusions related to implementation chosen control methods in FPGA based system were given.

Keywords: SRM, FPGA, Artix-7, current control, voltage control, PWM, single-pulse control

3. Opis układu sterowania

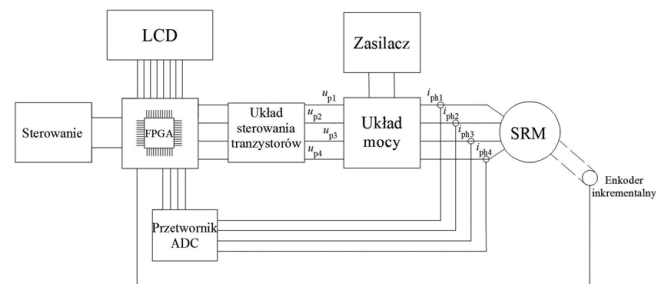
Głównymi elementami składowymi zaprezentowanego układu napędowego są:

- moduł FPGA Arty Artix-7 XC7A35T-L1CSG324I;
- układ driverów tranzystorów mocy;
- układ mocy;
- przetwornik ADC;
- silnik SRM z dołączonym enkoderem inkrementalnym;
- moduł sterowania – zestaw impulsatorów do ustawiania parametrów sterowania;
- wyświetlacz LCD.

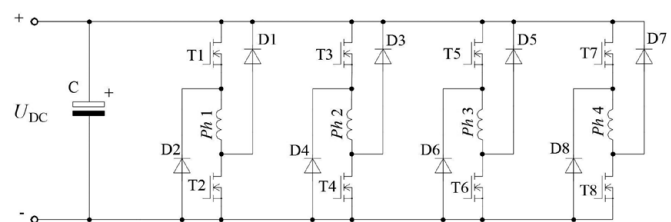
Na rysunku 2 przedstawiano schemat blokowy układu sterowania badanego silnika SRM.

Głównym elementem całego układu sterowania jest moduł FPGA Arty Artix-7. Jego zadaniem jest generowanie impulsów sterujących, załączających poszczególne pasma silnika. Odbywa się to na bazie sygnałów odniesienia pozyskanych z dołączonych przetworników pomiarowych. Modułem pośredniczącym, zwiększającym napięcie z 3,3 V (napięcie stanu wysokiego wyjść układu FPGA) do wartości umożliwiającej pełne wysterowanie tranzystorów mocy, jest zespół driverów. Jako układ mocy wykorzystano klasyczny półmostek typu H, którego schemat pokazano na rysunku 3.

W układzie do pomiaru prądu wykorzystano przetworniki prądowe firmy LEM. Do przetworzenia wartości napięć wyjściowych przetworników prądu na postać cyfrową wykorzystano 16-bitowy, 8-kanałowy przetwornik analogowo-cyfrowy AD7606. Pomiar kąta położenia wału silnika oraz pomiar prędkości obrotowej odbywa się z wykorzystaniem 1024-bitowego enkodera inkrementalnego firmy Hidenhein. Zmiana wielkości sterujących, takich jak kąt załączenia θ_{ON} , kąt wyłączenia θ_{OFF} , prędkość zadana n_{odn} oraz prąd odniesienia I_{odn} , jest realizowana za pomocą dołączonych do układu FPGA impulsatorów. Wszystkie wartości wielkości potrzebnych do realizacji sterowania są wyświetlane na dołączonym do układu FPGA wyświetlaczu LCD.



Rys. 2. Schemat blokowy układu sterowania badanego silnika SRM



Rys. 3. Układ mocy badanego silnika SRM

reklama





BEFARED

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów



Reduktory Motoreduktory Zespoły napędowe
Wyroby specjalne na dokumentacji Klienta
Elementy zębate
Usługi technologiczne
Serwis

www.befared.pl

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.
 ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała
 tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63
 http://www.befared.pl; email: befared@befared.pl

4. Opis układu sterowania – część logiczna

Głównym elementem zaprezentowanego układu sterowania silnikiem SRM jest moduł ewaluacyjny FPGA Arty Artix-7 firmy Digilent. Czynnikiem decydującym o wyborze takiego sposobu sterowania jest duża szybkość działania układów FPGA (częstotliwość pracy układu Arty Artix-7 to 100 MHz), co ma znaczenie zwłaszcza przy dużych prędkościach obrotowych silnika. Dużą zaletą programów pisanych dla FPGA jest ich modułowość, tzn. cały program może się składać z modułów, które można na różne sposoby ze sobą łączyć i konfigurować. Pozwala to na dowolne rozbudowywanie tworzonych kodów programów, a ograniczeniem są zasoby zastosowanego układu FPGA. Ponadto programowanie nie jest zbyt skomplikowane. Poszczególne części (moduły) realizowanych programów są wykonywane równolegle, co dodatkowo zwiększa możliwości układów FPGA.

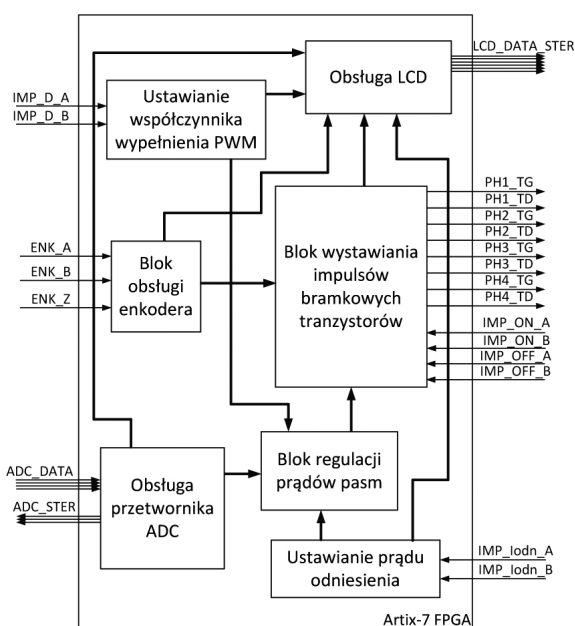
Wszystkie programy do obsługi prezentowanego w niniejszym opracowaniu układu sterowania silnika SRM zostały napisane w języku Verilog.

Podstawowymi metodami sterowania silnika SRM są:

- sterowanie prądowe;
- sterowanie napięciowe PWM;
- sterowanie jednopulsowe.

Na rysunku 4 przedstawiono blokową strukturę programu sterowania silnika SRM. Ten sam program może być też zastosowany przy realizacji sterowania jednopulsowego, napięciowego oraz prądowego. Wszystko zależy od wartości ustawionych współczynników sterujących, tj. współczynnika wypełnienia PWM (z zakresu 0–99% – sterowanie napięciowe) bądź prądu odniesienia I_{odn} (sterowanie prądowe). W przypadku ustawienia współczynnika wypełnienia $D = 100\%$ oraz wartości prądu odniesienia I_{odn} powyżej maksymalnych wartości prądów pasm uzyskujemy sterowanie jednopulsowe.

Podstawowym blokiem w strukturze przedstawionego programu sterowania jest blok obsługi enkodera inkrementalnego.



Rys. 4. Blokowa struktura programu realizująca sterowanie silnika SRM

Jego zadaniem jest odczyt położenia wału oraz wartość prędkości obrotowej silnika na bazie trzech sygnałów z enkodera; ENK_A, ENK_B (dwa sygnały prostokątne przesunięte względem siebie o 90°) oraz ENK_Z (znacznik pełnego obrotu).

Aby można było sterować w oparciu o wartości prądów poszczególnych pasm, sygnał analogowy z przekładników prądu musi zostać przetworzony do postaci cyfrowej. Odbywa się to z wykorzystaniem przetwornika ADC, który jest obsługiwany przez zaimplementowany w programie moduł.

Zadaniem bloku ustawienia współczynnika PWM jest obsługa impulsatora imp_D . Na bazie zmian sygnałów wejściowych tego impulsatora, tj. imp_D_A oraz imp_D_B , tworzona jest wartość liczbowa współczynnika wypełnienia sygnału sterującego PWM.

Wartość współczynnika wypełnienia PWM, ustawiona wartość prądu odniesienia oraz odczytane przez blok obsługi przetwornika ADC sterują blokiem regulacji prądów pasm.

Bardzo ważną częścią programu jest blok wytwarzania impulsów bramkowych. Ma on za zadanie wytworzenie impulsów sterujących poszczególnymi gałęziami układu mocy w zależności od położenia wirnika θ oraz wartości katów sterowania; kąta θ_{ON} , kąta θ_{OFF} , uwzględniając również sygnały wytworzone przez blok regulacji prądów pasm.

Wszystkie wielkości w układzie są wyświetlane na wyświetlaczu LCD dołączonym do modułu FPGA.

5. Wyniki badań

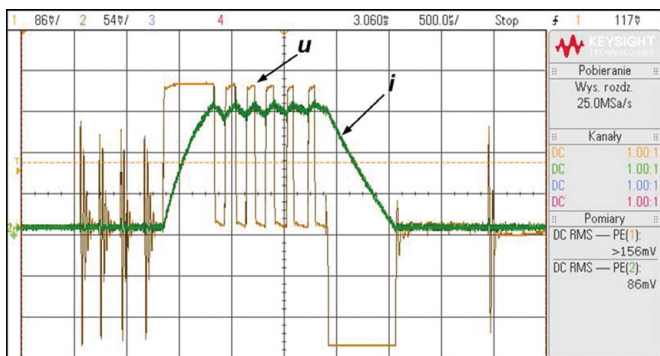
Badania laboratoryjne zrealizowano w układzie, którego schemat przedstawiono na rysunku 2. W ramach przeprowadzonych badań laboratoryjnych wyznaczono przebiegi czasowe prądów i oraz napięć u w funkcji czasu t przy trzech sposobach sterowania pracą silnika, tj. sterowaniu napięciowym, sterowaniu jednopulsowym oraz sterowaniu prądowym.

Na rysunku 5 pokazano przebiegi napięcia u i prądu i jednego pasma badanego silnika SRM 8/6 przy sterowaniu prądowym, kącie załączenia $\theta_{ON} = 5^\circ$, kącie wyłączenia $\theta_{OFF} = 20^\circ$ i napięciu zasilania $U_{dc} = 30\text{ V}$. W tym przypadku badany silnik był dodatkowo obciążony, a wartość prądu odniesienia I_{odn} została ustawiona na poziomie 1,6 A. Prędkość obrotowa silnika w tym przypadku wynosiła 1100 obr./min. Na rysunku 8 pokazano przebiegi prądów pasmowych i w tym przypadku.

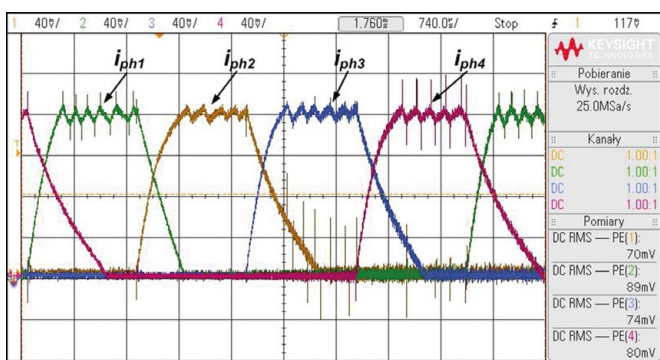
Na rysunku 7 pokazano przebiegi napięcia u i prądu i jednego pasma badanego silnika SRM 8/6 przy sterowaniu napięciowym, kącie załączenia $\theta_{ON} = 0^\circ$, kącie wyłączenia $\theta_{OFF} = 20^\circ$ i napięciu zasilania $U = 30\text{ V}$. Napięcie pasma było modulowane sygnałem PWM o częstotliwości $f = 12,2\text{ kHz}$ i współczynnika wypełnienia $D = 60\%$. Prędkość obrotowa silnika wynosiła 2300 obr./min. Na rysunku 10 pokazano przebiegi wszystkich prądów pasmowych i i silnika.

Na rysunku 9 pokazano przebiegi napięcia u i prądu i jednego pasma badanego silnika SRM 8/6 przy sterowaniu jednopulsowym, kącie załączenia $\theta_{ON} = -5^\circ$, kącie wyłączenia $\theta_{OFF} = 20^\circ$ i napięciu zasilania $U = 30\text{ V}$. Prędkość obrotowa wału silnika wynosiła 5500 obr./min. Na rysunku 10 pokazano przebiegi prądów pasmowych i w tym przypadku.

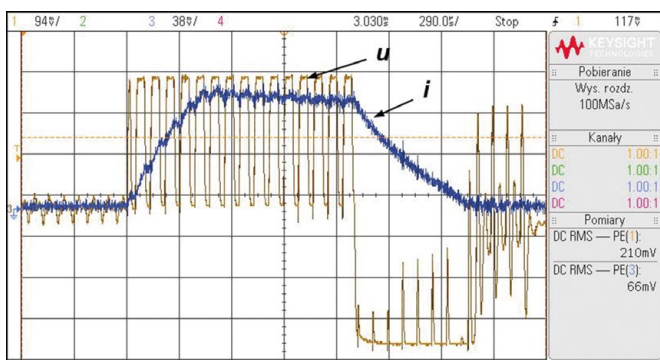
Uzyskane w warunkach laboratoryjnych przebiegi czasowe prądów silnika czteropasmowego (szczególnie na rys. 8, 10)



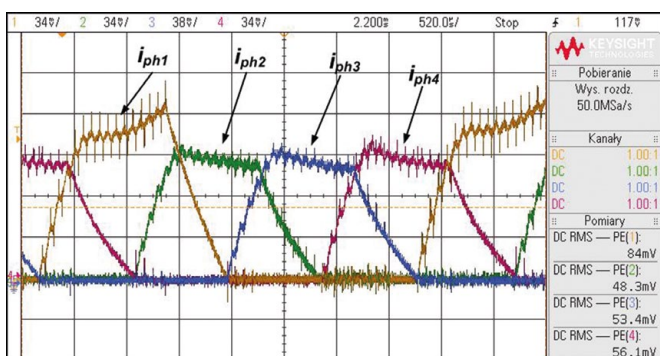
Rys. 5. Przebiegi czasowe napięcia u i prądu i przy sterowaniu prądowym



Rys. 6. Przebiegi czasowe prądów pasmowych i_{ph} przy sterowaniu prądowym



Rys. 7. Przebiegi czasowe napięcia u i prądu i przy sterowaniu napięciowym PWM



Rys. 8. Przebiegi czasowe prądów pasmowych i_{ph} przy sterowaniu napięciowym PWM

reklama



Tworzymy bezpieczne miejsca pracy.

Blokada elektromagnetyczna AZM201 w kombinacji z panelami BDF200

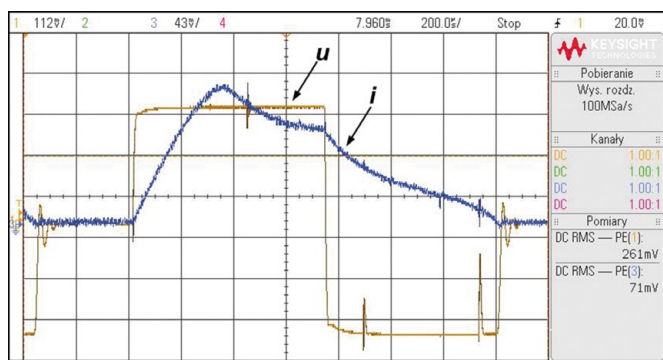
- Elastyczna konfiguracja systemu monitorowania osłon
- Szeroka gama wykonań standardowych
- Łatwe i przejrzyste sterowanie funkcją ryglowania oraz stopu awaryjnego
- Szybkie podłączenie za pomocą złącz M12

www.schmersal.pl

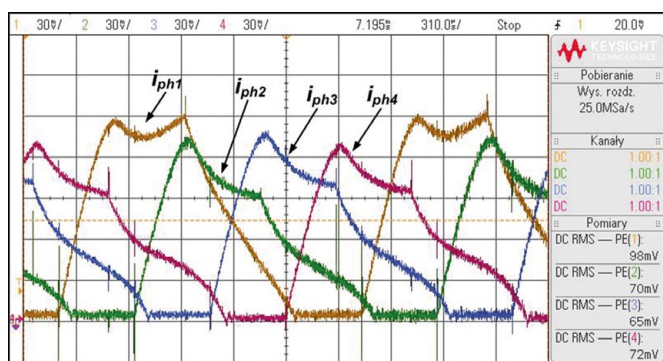


SCHMERSAL

Safe solutions for your industry



Rys. 9. Przebiegi czasowe napięcia u i prądu i przy sterowaniu jednopulsowym

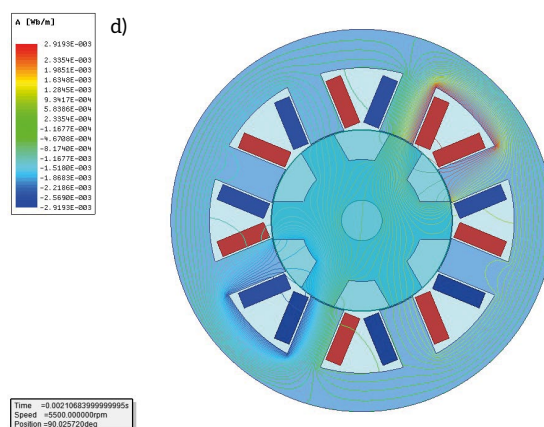
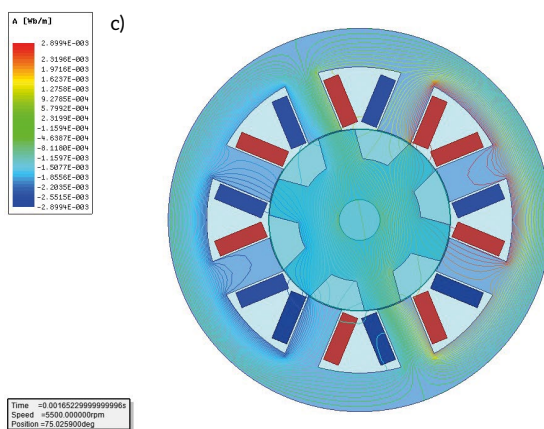
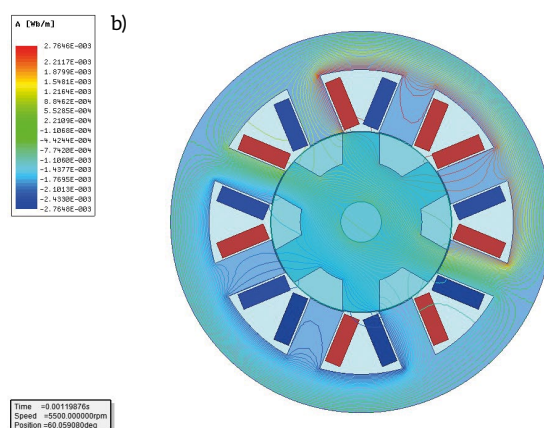
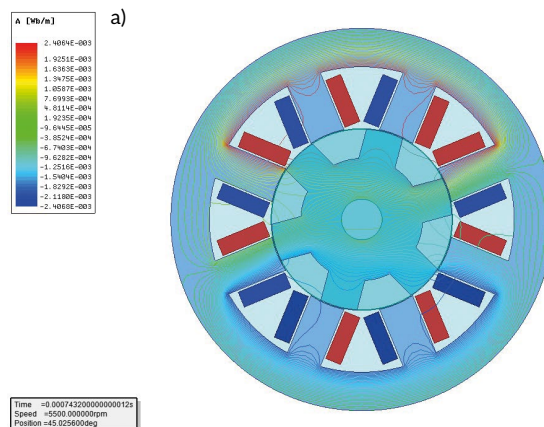


Rys. 10. Przebiegi czasowe prądów pasmowych i_{ph} przy sterowaniu jednopulsowym

wskazują na pewne różnice pomiędzy nimi. Prąd umownego pasma $Ph1$ jest zauważalnie większy. Nie wynika to jednak ze sposobu realizacji sterowania pracą silnika za pomocą układu FPGA. Istotny wpływ ma niesymetria magnetyczna umownego pasma $Ph1$ oraz w znacznie mniejszym stopniu sposób zasilania poszczególnych pasm. W analizowanej konstrukcji przyjęto klasyczne rozmieszczenie uzwojeń ($Ph1$, $Ph2$, $Ph3$, $Ph4$) oraz zasilanie typu NNNNSSSS (rys. 1). Takie rozmieszczenie uzwojeń oraz ich zasilanie powoduje, że pomiędzy pasmem $Ph4$ i $Ph1$ występuje w trakcie ich komutacji tzw. krótka ścieżka magnetyczna (rys. 11 d). Pomiędzy pasmami $Ph1-Ph2$, $Ph2-Ph3$, $Ph3-Ph4$ w trakcie komutacji występuje tzw. długa ścieżka magnetyczna (rys. 11 a, b, c) Przykładowe rozkłady izolinii strumienia magnetycznego wygenerowano w programie Ansys Electronics – Maxwell 2D [14].

6. Podsumowanie

W pracy przedstawiono koncepcję budowy układu napędowego silnika reluktancyjnego przełączalnego z wykorzystaniem układu FPGA jako głównego modułu sterującego. Zrealizowane prace pokazały, iż układy FPGA mogą z powodzeniem być wykorzystane do sterowania silników SRM. Z wykorzystaniem tych układów mogą być tworzone algorytmy sterowania o różnym poziomie skomplikowania. Zastosowanie w strukturze układu zasilania silnika SRM sterowania opartego o układ FPGA daje duże możliwości implementacji rozbudowanych metod ukierunkowanych np. na minimalizację tętnień



Rys. 11. Rozkład izolinii strumienia magnetycznego w trakcie komutacji pasm a) $Ph1-Ph2$; b) $Ph2-Ph3$, c) $Ph3-Ph4$ oraz d) $Ph4-Ph1$

momentu elektromagnetycznego, realizację pracy z możliwie maksymalną sprawnością czy też sterowanie bezczujnikowe.

Literatura

- [1] MILLER T.J.E.: *Electronic Control of Switched Reluctance Machines*. Newnes, 2001.
- [2] JUN-YOUNG LIM, YUN-CHUL JUNG, SANG-YOUNG KIM, JUNG-CHUL KIM: *Single Phase Switched Reluctance Motor for Vacuum Cleaner*. IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), 2001.
- [3] JIN HONG, HONGSIK HWANG, JEONGHYUN CHO, CHEEWOO LEE: *Design of a switched reluctance machine assisted by DC field windings for a turbo blower*. Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2015.
- [4] KACHAPORNKUL S., SOMSIRI P., PUPADUBSIN R., NULEK N., CHAYOPITAK N.: *Low cost high speed switched reluctance motor drive for supercharger applications*. 15th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2012.
- [5] GABOR R., MYNAREK P., KOWAL M.: *Koncepcja i obliczenia parametrów przelączalnego silnika reluktancyjnego z wirnikiem zewnętrznym do napędu roweru*. „Przegląd Elektrotechniczny” 2(93)/2017.
- [6] SIHEM SAIDANI, MOEZ GHARIANI: *Switched Reluctance Machine For A Starter-Alternator MicroHybrid Car*. International Conference on Control, Engineering & Information Technology (CEIT), 2014.
- [7] WANG X., YANG Z., WANG T., HE D., HUO Y., CHENG H., YU G.: *Design of a wide speed range control strategy of switched reluctance motor for electric vehicles*. IEEE International Conference on Information and Automation, 2015.
- [8] MAURICE B.: *ST62 microcontrollers drive home appliance motor technology – application note*. <http://www.st.com>.
- [9] QINGQING MA, DAQIANG BI, BAOMING GE: *Digital Control Issue of High Speed Switched Reluctance Motor*. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2012.
- [10] SARAVANAN P., ARUMUGAM R., SENTHIL KUMARAN M.: *FPGA Based Speed Control of SRM with Optimized Switching Angles by Self Tuning*. „Circuits and Systems” 7/2016.
- [11] STUMPF A., ELTON D., DEVLIN J., LOVATT H.: *Benefits of an FPGA based SRM controller*. 9th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2014.
- [12] KORKOSZ M., POWRÓZEK A., BOGUSZ P.: *System sterowania generatora reluktancyjnego przelączalnego z zastosowaniem procesora sygnałowego i układu FPGA*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3/2015.
- [13] PILECKI M., KORKOSZ M.: *System sterowania silnika SRM z zastosowaniem układu FPGA*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3/2018.
- [14] Ansys Electronics Desktop 2018

mgr inż. Mariusz Pilecki, e-mail: mpilecki@prz.edu.pl
mgr inż. Grzegorz Podskarbi, e-mail: g.podskarbi@prz.edu.pl
dr hab. inż. Mariusz Korkosz, prof. PRz, e-mail: mkosz@prz.edu.pl
Politechnika Rzeszowska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Cantoni[®]

GROUP

DRIVING YOUR BUSINESS



SILNIKI ELEKTRYCZNE I SYSTEMY NAPĘDOWE OD 0,04 KW DO 6000 KW



CELMA
indukta



www.cantonigroup.com

Dokładność określania sprawności energetycznej układów napędowych na przykładzie porównania napędów hydrostatycznych ze sterowaniem proporcjonalnym prędkości silnika

Grzegorz Skorek

1. Wprowadzenie

Do zakresu podstawowych badań w napędach i sterowaniach hydrostatycznych można zaliczyć badanie sprawności energetycznej elementów i układów, z uwzględnieniem szczegółowej analizy źródeł powstawania poszczególnych strat.

Sprawność energetyczną, będącą jedną z najważniejszych cech charakteryzujących układ, definiuje się jako stosunek aktualnej, wymaganej przez napędzane urządzenie, mocy użytecznej P_{Mu} silnika hydraulicznego do, odpowiadającej tej wartości P_{Mu} , mocy P_{Pc} pobieranej przez pompę na jej wale od napędzającego ją silnika (elektrycznego, spalinowego). W przypadku niewłaściwego doboru struktury układu może to skutkować wzrostem strat i temperatury cieczy, i co za tym idzie – spadkiem lepkości cieczy, co z kolei powoduje spadek sprawności poszczególnych elementów, jak i wpływa na charakterystyki ruchowe układu. Dlatego sprawność energetyczna może być czynnikiem decydującym o możliwości zastosowania układu w konkretnym przypadku. Natomiast jej szczegółowa analiza nierzadko prowadzi do udoskonalień konstrukcyjnych różnych elementów układu. Jednak podnoszenie jakości układów hydrostatycznych nie może być realizowane wyłącznie przez ulepszenie elementów [1].

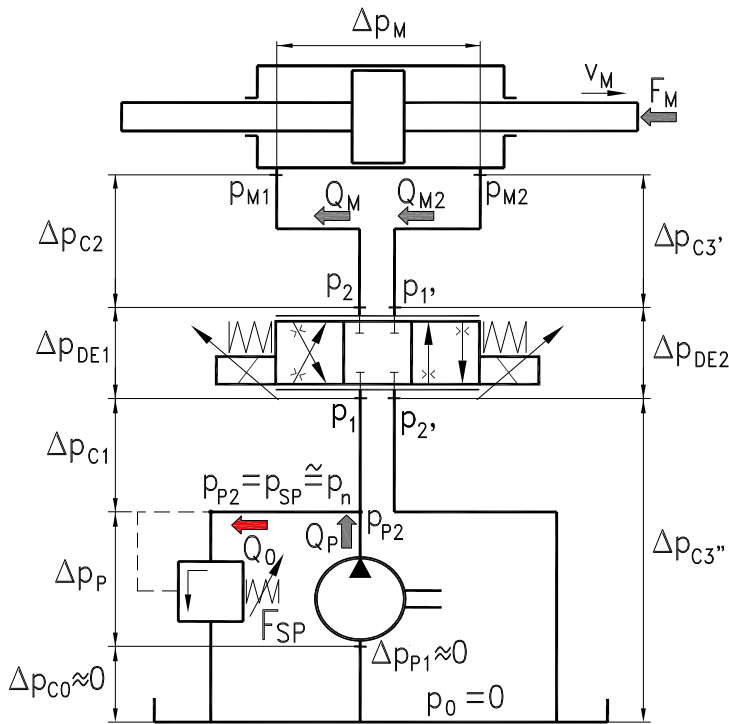
Układu hydrostatycznego, z wzajemnymi powiązaniem, jakie w nim występują, i współzależnością zjawisk zachodzących w różnych elementach w czasie pracy układu, nie można traktować jedynie jako zbioru elementów, z których jest zbudowany. Kompleksowe ujęcie układu umożliwia ujawnienie zarówno tych elementów układu, w których najbardziej uwidacznia się potrzeba poprawienia określonych cech, jak też dokonanie, w określonych warunkach pracy, wyboru takich parametrów charakterystycznych poszczególnych elementów układu, które gwarantują uzyskanie optymalnych wyników pracy układu jako całości [2].

Sprawność energetyczna przekładni hydrostatycznych, zwłaszcza ze sterowaniem dławieniowym prędkości silnika, a także sprawność układów serwomechanizmów hydraulicznych może być w rzeczywistości wyższa od wartości najczęściej podawanych w literaturze przedmiotu [2]. Możliwość obliczenia rzeczywistej sprawności całkowitej układu jako funkcji wielu parametrów o niej decydujących staje się narzędziem całościowej oceny jakości projektowanego układu. Możliwość

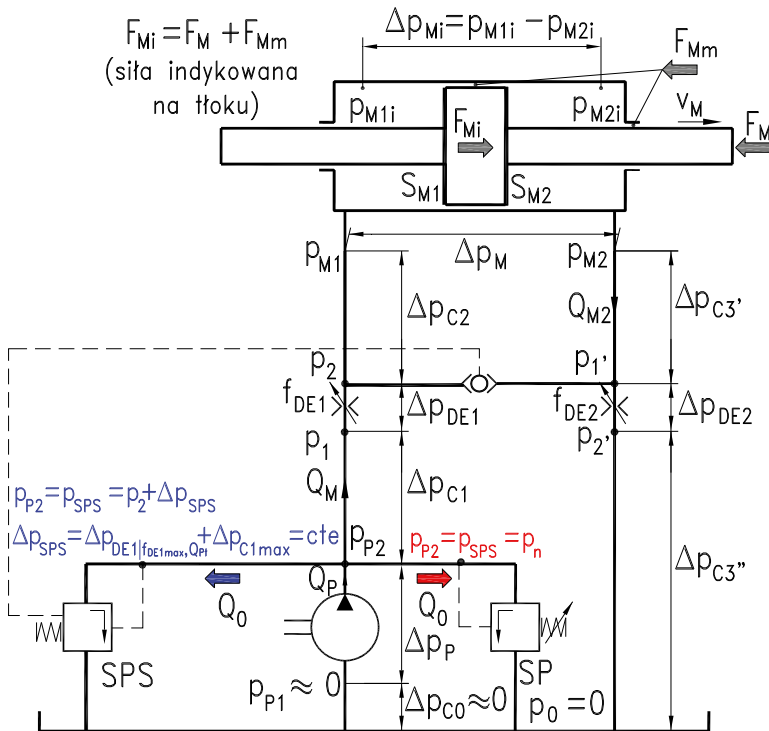
Streszczenie: Celem artykułu jest spojrzenie na możliwość dokładnego określania sprawności energetycznej układów napędowych. Porównano wyniki eksperymentalnie określonych sprawności i symulacyjnie określonych sprawności dwóch układów hydrostatycznych ze sterowaniem dławieniowym, które zasilane są pompą o stałej wydajności. Stanowisko badawcze zostało bardzo starannie zaprojektowane, wykonane i zautomatyzowane. Zastosowane przyrządy pomiarowe cechowała wysoka dokładność pomiarów. Poruszono także tematykę związaną z określeniem strat energetycznych i sprawności energetycznej silnika lub układu napędowego, które powinny być określane jako zależne od wielkości fizycznych niezależnych od tych strat. Przeanalizowano wykres Paszoty wzrostu mocy w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu mocy, zastępujący wykres Sankeya spadku mocy zgodnego z kierunkiem przepływu mocy w silniku lub w układzie napędowym. Wykres Paszoty otwiera nową perspektywę badań mocy strat energetycznych i sprawności energetycznej silników i układów napędowych.

Abstract: The aim of the article is to look at the possibility of accurately determining the energy efficiency of drive systems. The results of experimentally determined efficiencies and simulationally determined efficiencies of two hydrostatic systems with throttling control, which are fed with a constant capacity pump, were compared. The research stand was very precise designed, made and automated. The applied measuring instruments were characterized by high accuracy of measurements. The issues related to the determination of energy losses and energy efficiency of the hydraulic motor or drive system, which should be determined as dependent on the physical quantities independent of these losses, were also discussed. A Paszota diagram of the power increase in the direction opposite to the direction of the power flow, replacing the Sankey diagram of the power decrease in the direction of the power flow in the hydraulic motor or in the drive system was analyzed. Paszota diagram opens a new perspective on the research of the power of energy losses and energy efficiency of hydraulic motors and drive systems.

Keywords: energy efficiency, accuracy, field of work, drive system, hydrostatic transmission



Rys. 1. Schemat badanego układu z rozdzielaczem proporcjonalnym zasilanym pompą o stałej wydajności, współpracującą z zaworem przelewowym w systemie stałego ciśnienia – struktura $p = cte$ [5, 6]










Rys. 2. Schemat badanego układu z rozdzielaczem proporcjonalnym zasilanym pompą o stałej wydajności, współpracującą z zaworem przelewowym sterowanym w systemie zmiennego ciśnienia – struktura $p = var$ [5,6]

reklama



Oto STAUFF Polska

Działając pod marką STAUFF zdobyliśmy pozycję międzynarodowego lidera w pracach rozwojowych, produkcji i dostawach części do systemów rur i układów hydraulicznych.

- Systemy Mocowania 
- Systemy Pomiarowe 
- Technika Filtracji 
- Diagtronics 
- Akcesoria Hydrauliczne 
- Zawory Kulowe 
- Złącza Hydrauliczne 



NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złączy Rurowych od STAUFF



STAUFF Polska Sp. z o.o.
Miszewko 43 A • 80-297 Banino
Tel.: 058 660 11 60 • Fax: 058 629 79 52
sales@stauff.pl

www.stauff.pl

takiej oceny jest istotna również ze względu na stosowanie hydrostatycznych układów sterowania i regulacji w różnorodnych maszynach i urządzeniach, a także ze względu na wzrastającą moc napędu hydrostatycznego w dobie rosnących wciąż kosztów wytwarzania energii [1].

W układzie o zbyt niskiej sprawności wzrasta obciążenie, przede wszystkim pompy, co prowadzi do zwiększonego ryzyka jej awarii i konieczności naprawy lub wymiany, a także do krótszego okresu eksploatacji. Zbyt niska sprawność układu, wynikająca najczęściej z intensywnego dławienia strumienia cieczy, jest też źródłem szybkiego pogarszania się cech eksploatacyjnych, zwłaszcza właściwości smarnych oleju hydraulicznego, co jest wynikiem zbyt wysokiej temperatury pracy, a więc zbyt niskiej lepkości oleju – nośnika energii w przekładni hydrostatycznej [5].

2. Układ stałociśnieniowy i zmiennociśnieniowy sterowania dławieniowego szeregowego prędkości silnika liniowego (siłownika)

Najczęściej spotykanym w praktyce układem sterowania dławieniowego szeregowego silnika hydraulicznego liniowego jest system (rys. 1), w którym rozdzielacz proporcjonalny zasilany jest pompą o stałej wydajności, współpracującą z zaworem przelewowym stabilizującym stały poziom ciśnienia zasilania $p = cte$, równego ciśnieniu nominalnemu. **Układ ten uzyskuje wysoką sprawność energetyczną, zbliżoną do sprawności układu o sterowaniu objętościowym pompą o zmiennej wydajności, w punkcie o maksymalnych wartościach współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości i współczynnika \bar{M}_M obciążenia silnika [5].** Przy obniżającym się obciążeniu F_M silnika, a szczególnie przy jednoczesnym obniżaniu się jego prędkości v_M , sprawność η układu stałociśnieniowego ze sterowaniem dławieniowym szeregowym gwałtownie maleje (rys. 6) [5].

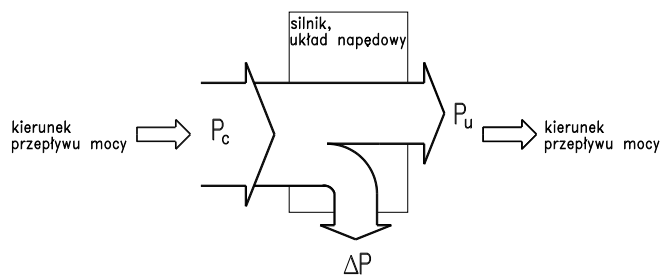
Istnieją możliwości zmniejszania strat energetycznych w elementach układu o sterowaniu proporcjonalnym (w pompie, w zespole sterowania dławieniowego i w silniku hydraulicznym, szczególnie w silniku liniowym), a więc możliwości podwyższania sprawności energetycznej układu z rozdzielaczem dławiącym.

Układ hydrauliczny napędu i sterowania proporcjonalnego silnika hydraulicznego liniowego może być na przykład zasilany pompą o stałej wydajności, współpracującą z zaworem przelewowym sterowanym ciśnieniem p_2 na odpływie z rozdzielacza do odbiornika. Układ zmiennociśnieniowy $p = var$ (rys. 2) umożliwia obniżenie strat w pompie, w zespole sterowania i w silniku hydraulicznym liniowym [5].

W układzie zmiennociśnieniowym $p = var$ można poważnie obniżyć strukturalne straty ciśnieniowe i objętościowe w zespole sterowania dławieniowego, także straty mechaniczne w siłowniku i pompie oraz straty objętościowe w pompie. Opis matematyczny strat i sprawności przedstawiony został w pracach [1, 5].

3. Wykres Paszoty wzrostu mocy w silniku lub w układzie napędowym przeciwnego do kierunku przepływu mocy [3, 4]

Z. Paszota sprowadza badania energetyczne pompy i silnika hydraulicznego jako niezależnych elementów każdego napędu



P_c jest mocą konsumowaną (wejściową) wyrażoną w watach [W],
 P_u jest mocą użyteczną (wyjściową) [W],
 ΔP jest mocą strat [W]

Rys. 3. Wykres Sankeya spadku mocy w silniku lub w układzie napędowym zgodnego z kierunkiem przepływu mocy [3, 4]

hydrostatycznego jedynie do określenia współczynników k_i strat ciśnieniowych, objętościowych i mechanicznych występujących w tych maszynach, współczynników określonych przy lepkości odniesienia $\nu_n = 35 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$.

Współczynniki k_i są zastosowane w opisach matematycznych zależności poszczególnych strat od wielkości fizycznych bezpośrednio o nich decydujących. Charakterystyki sprawności ciśnieniowej, objętościowej, mechanicznej i całkowitej pompy oraz silnika hydraulicznego są obliczane równocześnie z określeniem sprawności całkowitej hydrostatycznego układu napędowego, w którym pompa i silnik hydrauliczny są zastosowane. Znajomość współczynników k_i strat w elementach układu hydrostatycznego umożliwia otrzymanie, metodą numeryczną, zależności sprawności η_{Pp} , η_{Pv} , η_{Pm} i η_P pompy, sprawności η_{Mp} , η_{Mv} , η_{Mm} i η_M silnika hydraulicznego, sprawności η_C przewodów, sprawności strukturalnej η_{st} zespołu sterowania dławieniowego prędkości silnika hydraulicznego (jeśli taki zespół jest zastosowany) oraz sprawności całkowitej η hydrostatycznego układu napędowego jako funkcji współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości i współczynnika \bar{M}_M obciążenia silnika zmieniających się w zakresie $(0 \leq \bar{\omega}_M < \bar{\omega}_{M \max}, 0 \leq \bar{M}_M < \bar{M}_{M \max})$ pola pracy układu, przy wybranym stosunku v/ν_n lepkości ν oleju hydraulicznego do lepkości ν_n odniesienia.

W silniku lub w układzie napędowym wielkość strumienia mocy rośnie, w wyniku konieczności zrównoważenia mocy strat energetycznych, w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu mocy. Straty energetyczne i sprawność energetyczna silnika lub układu napędowego powinny być przedstawiane jako funkcje wielkości fizycznych niezależnych od strat. Takimi wielkościami są prędkość i obciążenie silnika. Jednakże obraz strumienia mocy w silniku lub w układzie napędowym jest ciągle przedstawiany w literaturze w formie tradycyjnego wykresu Sankeya spadku mocy zgodnego z kierunkiem przepływu mocy [3, 4].

Wykres Sankeya (rys. 3), w odniesieniu do bilansu energetycznego układu napędowego, informuje o tym, że moc użyteczna (wyjściowa) P_u silnika (układu napędowego) wynika z różnicy mocy konsumowanej (wejściowej) P_c i mocy ΔP strat [3]:

$$P_u = P_c - \Delta P \quad (1)$$

Zgodnie z wykresem Paszoty (rys. 4) w silniku lub w układzie napędowym wielkość strumienia mocy rośnie, w wyniku konieczności zrównoważenia mocy strat energetycznych, w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu mocy.

Moc użyteczna (wyjściowa) P_u silnika lub układu napędowego, pracującego w zakresie ($0 \leq \bar{\omega}_M < \bar{\omega}_{M \max}$, $0 \leq \bar{M}_M < \bar{M}_{M \max}$) nie zależy od mocy ΔP strat w silniku lub w układzie napędowym, a wynika z chwilowych wartości współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości i współczynnika \bar{M}_M obciążenia wymaganych przez napędzane urządzenie [3]:

$$P_u = f(\bar{\omega}_M, \bar{M}_M) \quad (2)$$

Moc ΔP strat w silniku lub w układzie napędowym zależy od struktury układu napędowego i od jakości jego elementów składowych oraz, w zróżnicowany sposób, od chwilowych wartości współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości silnika i współczynnika obciążenia silnika, zmieniających się w zakresie ($0 \leq \bar{\omega}_M < \bar{\omega}_{M \max}$, $0 \leq \bar{M}_M < \bar{M}_{M \max}$) [3]:

$$\Delta P = f(\bar{\omega}_M, \bar{M}_M) \quad (3)$$

Moc konsumowana (wejściowa) P_c silnika lub układu napędowego wynika z sumy mocy użytecznej (wyjściowej) P_u i mocy ΔP strat [3]:

$$P_c = P_u + \Delta P = f(\bar{\omega}_M, \bar{M}_M) \quad (4)$$

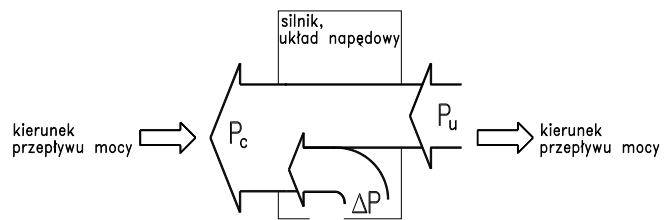
Konsekwencją równań (3) i (4) jest opis sprawności energetycznej η silnika lub układu napędowego jako zależności od współczynników $\bar{\omega}_M$ i \bar{M}_M [3]:

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{P_u}{P_u + \Delta P} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta P}{P_u}} = f(\bar{\omega}_M, \bar{M}_M) \quad (5)$$

Wykres Paszoty (rys. 4) wzrostu mocy w silniku lub w układzie napędowym przeciwnego do kierunku przepływu mocy umożliwia przedstawienie wpływu mocy użytecznej (wyjściowej) P_u , to znaczy wpływu prędkości i obciążenia wału lub tłoczyska silnika na moc ΔP strat w silniku bądź w układzie napędowym i, w efekcie, na przyrost mocy strumienia w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu mocy i na moc konsumowaną P_c . Wykres Paszoty zastępuje wykres Sankeya (rys. 3) spadku mocy w silniku lub w układzie napędowym zgodnego z kierunkiem przepływu mocy.

4. Pole pracy hydrostatycznego układu napędowego na przykładzie dwóch badanych układów [5]

Na rys. 5 przedstawiono zakresy pól pracy badanych w [5] układów hydrostatycznych $p = cte$ i $p = var$, określone zakresem zmiany współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości oraz współczynnika \bar{M}_M obciążenia silnika hydraulicznego liniowego – siłownika.



Rys. 4. Wykres Paszoty wzrostu mocy w silniku lub w układzie napędowym przeciwnego do kierunku przepływu mocy, zastępujący wykres Sankeya [3, 4]

Stanowisko badawcze zostało bardzo starannie zaprojektowane, wykonane i zautomatyzowane. Zastosowane przyrządy pomiarowe cechowała wysoka dokładność pomiarów.

Maksymalne wartości $\bar{\omega}_{M \max}$ i $\bar{M}_{M \max}$ (współczynników prędkości i obciążenia siłownika), wynikające z maksymalnych możliwości układu napędowego i z występujących w nim strat, wyznaczają zakres pola pracy silnika i granice P_u mocy użytecznej wyjściowej.

Granice pola pracy układu, w którego elementach nie występowałyby straty objętościowe, ciśnieniowe i mechaniczne, oznaczono linią poziomą 1 i pionową 2. W rzeczywistości pola pracy są mniejsze i ograniczone krzywymi 3, 4 (struktura $p = cte$) oraz 5 i 6 (struktura $p = var$). Krzywymi 3 i 5 (rys. 5) oznaczono granice maksymalnego obciążenia F_M (\bar{M}_M) siłownika (rys. 1, 2), w którym występują straty mechaniczne (straty ciśnieniowe w kanałach siłownika potraktowano jako pomijalnie małe – $k_8 = 0$, straty objętościowe w siłowniku potraktowano jako pomijalnie małe – $k_9 = 0$), w przewodach układu występują natomiast straty ciśnieniowe. Straty te rosną, gdy występuje wzrost prędkości siłownika. W efekcie pola pracy układu, ograniczone liniami 3, 4 oraz 5 i 6, są mniejsze od granicy oznaczonej liniami 1 i 2. O granicy oznaczonej liniami 4 i 6 decyduje struktura układu oraz straty objętościowe w pompie – w przypadku układu $p = cte$ linia 4 odpowiada stałej wartości ciśnienia zamknięcia zaworu przelewowego (niezależnie od wartości współczynnika \bar{M}_M), natomiast linia 6 w układzie $p = var$ odpowiada rosnącej, przy malejącym współczynniku \bar{M}_M , wydajności pompy.

Wartość $\bar{M}_{M \max}$ (linie 3 i 5 na rys. 5) zależy od struktury układu, od aktualnej wartości $\bar{\omega}_M$ i od wartości współczynników k_i strat mechanicznych i ciśnieniowych w elementach układu.

Każdy punkt pracy urządzenia napędzanego układami $p = cte$ i $p = var$, opisany współczynnikiem $\bar{\omega}_M$ prędkości oraz współczynnikiem \bar{M}_M obciążenia, znajdujący się wewnątrz wspólnego pola ograniczonego liniami 4 i 5 (np. punkt 7 na rys. 5), może być osiągnięty i decyduje o warunkach, w których pracuje układ, jest niezależny od strat w układzie napędowym i jednocześnie decyduje o tych stratach.

Pole pracy układu stałociśnieniowego (kolor czerwony) jest, w strefie dużych wartości współczynnika \bar{M}_M obciążenia siłownika, większe od pola pracy układu zmiennociśnieniowego, w praktyce to ostatnie (kolor niebieski) jest powiększone o górną strefę pola pracy układu $p = cte$, ponieważ związane

jest to z przejściem pracy układu $p = \text{var}$ w strefę pracy jako układ $p = \text{cte}$ [5].

W układzie stałociśnieniowym, w całym zakresie zmiany obciążenia \bar{M}_M silnika (siłownika), pompa pracuje przy stałym ciśnieniu bliskim ciśnieniu nominalnemu i w związku z tym pole pracy jest ograniczone czerwoną linią pionową 4 na rys. 5. Natomiast układ zmiennociśnieniowy (zaznaczony na rys. 5 kolorem niebieskim) może powiększyć swoją powierzchnię o dodatkowe pole przesunięte w prawo od pola pracy układu stałociśnieniowego (zaznaczonego kolorem czerwonym). Linia zakresu zmiany układu zmiennociśnieniowego przesuwają się w prawo, gdy pompa zaczyna pracować przy mniejszym współczynniku \bar{M}_M obciążenia i, w związku z tym, przy mniejszym ciśnieniu, ponieważ współczynnik obciążenia siłownika wpływa na poziom ciśnienia pracy pompy, a pompa współpracuje z zaworem przelewowym sterowanym. Przy mniejszych obciążeniach silnika hydraulicznego (siłownika), maksymalna prędkość silnika może więc rosnać, ponieważ pompa pracuje przy wyższej wydajności.

Na rys. 5 przedstawiono również linie $\eta = \text{cte}$ stałej sprawności całkowitej układów hydrostatycznych: układu stałociśnieniowego $p = \text{cte}$ (kolor czerwony) oraz układu zmiennociśnieniowego $p = \text{var}$ (kolor niebieski). Porównanie układów pod względem przebiegu $\eta = \text{cte}$ ich sprawności pokazuje wpływ współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości i współczynnika \bar{M}_M obciążenia siłownika na zmianę sprawności całkowitej η układów. Przykładowo, w punkcie 7 (rys. 5), przy współczynniku $\bar{\omega}_M$ prędkości równym $\bar{\omega}_M = 0,270$ i współczynniku \bar{M}_M obciążenia równym $\bar{M}_M = 0,200$, sprawność η układu stałociśnieniowego wynosi $\eta = 0,050$, natomiast układ zmiennociśnieniowy osiąga w tym samym punkcie sprawność $\eta = 0,150$, a więc 3-krotnie wyższą.

Równania (2, 3, 4, 5) umożliwiają nie tylko określenie efektywności wykorzystania mocy konsumowanej przez silnik lub układ napędowy, lecz także umożliwiają opisanie matematyczne zależności chwilowej wielkości mocy użytecznej P_u , mocy ΔP występujących strat oraz – w efekcie – mocy konsumowanej P_c i chwilowej wartości sprawności energetycznej η silnika lub układu napędowego od współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości i współczynnika \bar{M}_M obciążenia wału silnika lub tłoczyska siłownika [3].

5. Sprawność energetyczna układów hydrostatycznych określona symulacyjnie na podstawie współczynników k_i strat w elementach wyznaczonych laboratoryjnie

Ocena zachowania energetycznego różnych odmian i wielkości silników lub układów napędowych wymaga symulacyjnego opisu matematycznego i porównania ich sprawności energetycznej jako zależności od współczynników $\bar{\omega}_M$ prędkości i \bar{M}_M obciążenia wału silnika obrotowego bądź tłoczyska silnika liniowego (np. siłownika hydraulicznego), współczynników zmieniających się w polu pracy ($0 \leq \bar{\omega}_M < \bar{\omega}_{M \max}$, $0 \leq \bar{M}_M < \bar{M}_{M \max}$). Współczynniki k_i strat oblicza się przy lepkości odniesienia ν_n oleju hydraulicznego.

Porównano układ stałociśnieniowy z układem zmiennociśnieniowym pod względem wpływu struktury układu na jego sprawność energetyczną oraz pokazano, w jakim stopniu opis matematyczny może odzwierciedlać rzeczywistość.

Wszystkie badania były przeprowadzone przy zalecanej lepkości $\nu_n = 35 \text{ mm}^2/\text{s}$ [5].

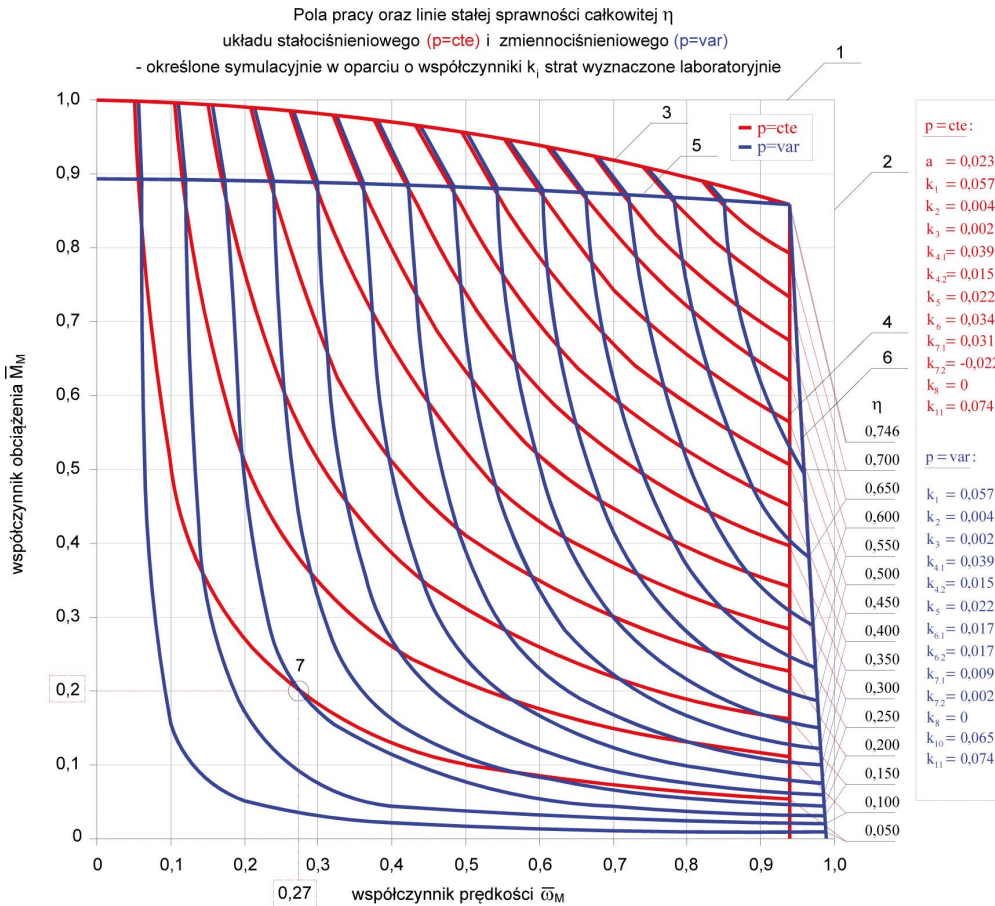
Rys. 6 i 7 pokazują, że przebiegi sprawności układów określone symulacyjnie oraz bezpośrednio laboratoryjnie są bardzo zbliżone. Każda krzywa reprezentuje zależność sprawności całkowitej układu stałociśnieniowego (kolor czerwony) i zmiennociśnieniowego (kolor niebieski) i jest określona jako stosunek mocy użytecznej do mocy konsumowanej. Sprawności zostały pokazane jako zależności od współczynnika \bar{M}_M obciążenia, dla różnych współczynników $\bar{\omega}_M$ prędkości tłoczyska siłownika.

Rys. 6 przedstawia przebiegi sprawności całkowitej układu stałociśnieniowego $p = \text{cte}$ (rys. 1) i zmiennociśnieniowego $p = \text{var}$ (rys. 2) określone symulacyjnie. Na rys. 6 przedstawiono także cienkimi liniami przerywanymi przebiegi sprawności η układów dla przypadku maksymalnego wykorzystania przez układ wydajności pompy, tzn. w sytuacji, w której natężenie Q_M strumienia skierowanego do siłownika przez rozdzielacz proporcjonalny zbliża się do wydajności Q_P pompy. W przypadku tym istnieje możliwość uzyskania maksymalnej sprawności energetycznej η obu układów równej $\eta = 0,746$ przy $\bar{M}_M = 0,855$ ($F_M = 25\,650 \text{ N}$) i $\bar{\omega}_M = 0,939$ ($v_M = 0,380 \text{ m/s}$). Wykorzystanie całkowitej wydajności Q_P pompy byłoby możliwe wtedy, gdyby zastosowany w układach $p = \text{cte}$ i $p = \text{var}$ zawór przelewowy SP (rys. 1 i 2) był zaworem idealnym, tzn. takim, który umożliwia pracę przy natężeniu $Q_0 = Q_P - Q_M$ zbliżającym się do zera ($Q_0 \rightarrow 0$).

Dzięki zastosowaniu układu zmiennociśnieniowego $p = \text{var}$ oszczędza się energetycznie bardzo wiele, szczególnie przy mniejszym współczynniku \bar{M}_M obciążenia i przy większym współczynniku $\bar{\omega}_M$ prędkości siłownika. Na rys. 6 można zauważyć znakomite podwyższenie sprawności energetycznej układu zmiennociśnieniowego w stosunku do układu stałociśnieniowego, szczególnie w zakresie średnich wartości współczynnika \bar{M}_M obciążenia i górnych wartości współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości siłownika. Gdy powiększa się współczynnik $\bar{\omega}_M$ prędkości siłownika, czerpie się jednocześnie z pompy coraz większy strumień Q_M skierowany do siłownika, a mniejszy strumień Q_0 płynie przez zawór przelewowy SP (SPS) do zbiornika. Rośnie w związku z tym sprawność całkowita η układu. Wynika to z faktu, że sprawność strukturalna objętościowa η_{stv} (zespołu sterowania dławieniowego) rośnie. Na przykład, sprawność η układu $p = \text{cte}$, przy tym samym współczynniku $\bar{M}_M = 0,500$ ($F_M = 15\,000 \text{ N}$) obciążenia siłownika i przy współczynniku $\bar{\omega}_M$ jego prędkości równym $\bar{\omega}_M = 0,875$ ($v_M = 0,350 \text{ m/s}$), przyjmuje wartość $\eta = 0,397$. Natomiast sprawność η układu $p = \text{var}$, przy tych samych współczynnikach obciążenia i prędkości siłownika, wynosi $\eta = 0,611$.

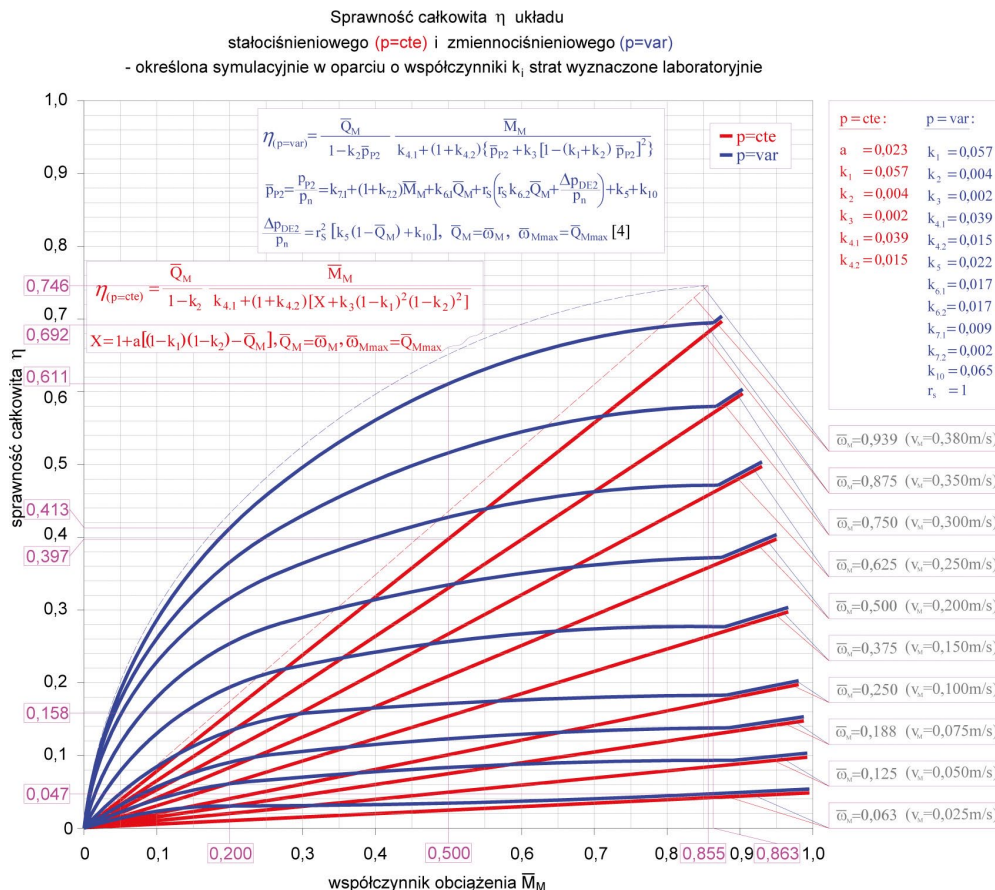
Przy współczynniku \bar{M}_M obciążenia siłownika równym $\bar{M}_M = 0,863$ ($F_M = 25\,890 \text{ N}$) sprawność η obu układów, dla współczynnika $\bar{\omega}_M$ jego prędkości równego $\bar{\omega}_M = 0,063$ ($v_M = 0,025 \text{ m/s}$), wynosi zaledwie około $\eta \approx 0,047$. Z kolei sprawność η obu układów, przy tym samym współczynniku \bar{M}_M obciążenia równym $\bar{M}_M = 0,863$ ($F_M = 25\,890 \text{ N}$) i przy wspólnym współczynniku $\bar{\omega}_M$ prędkości równym $\bar{\omega}_M = 0,875$ ($v_M = 0,350 \text{ m/s}$) prędkości, osiąga największą wartość wynoszącą w przybliżeniu $\eta \approx 0,692$ [5].

Z punktu widzenia sprawności całkowitej η układu największy zysk występuje w okolicach współczynnika \bar{M}_M



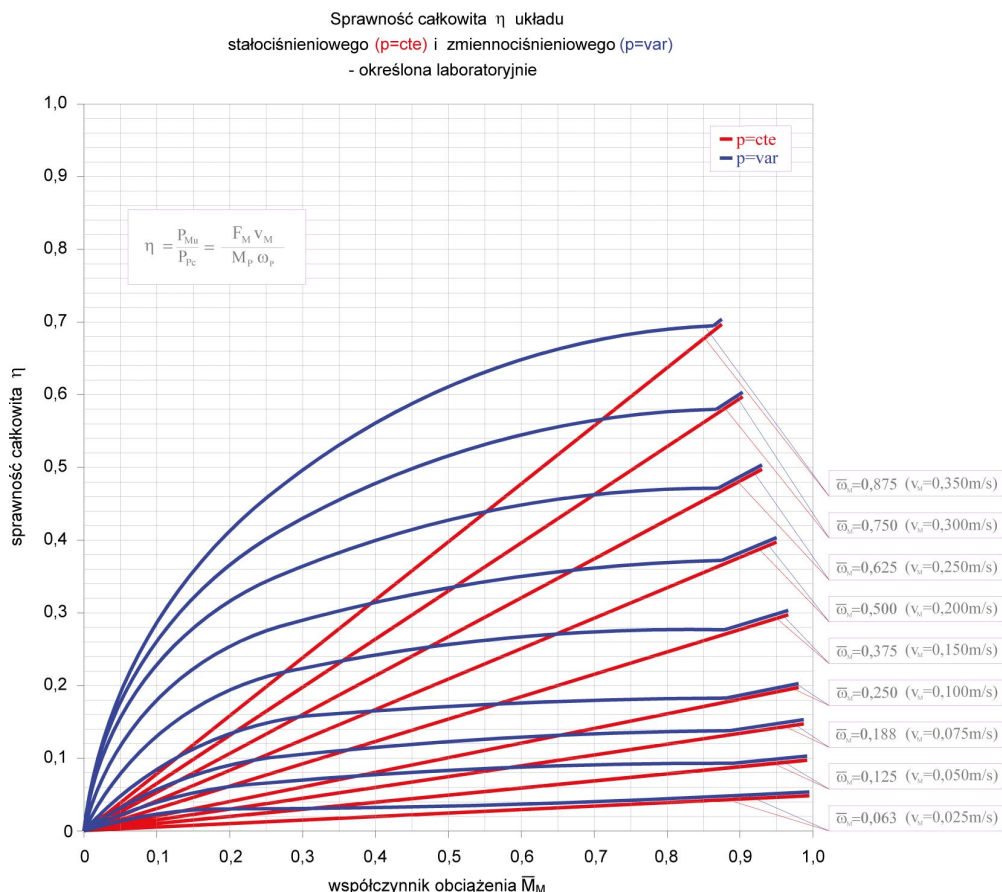
Rys. 5.

Pola pracy oraz linie stałej sprawności całkowitej η badanych laboratoryjnie i symulacyjnie dwóch hydrostatycznych układów napędowych: układu stałociśnieniowego p=cte oraz układu zmiennociśnieniowego p=var; lepkość $\nu_n = 35 \text{ mm}^2/\text{s}$ [5]



Rys. 6.

Zależność sprawności całkowitej η układu stałociśnieniowego (p=cte) i zmiennociśnieniowego (p=var) od współczynnika \bar{M}_M obciążenia przy różnych współczynnikach $\bar{\omega}_M$ prędkości siłownika; sprawności η układów określone symulacyjnie w oparciu o współczynniki k_i strat wyznaczone laboratoryjnie; lepkość $\nu_n = 35 \text{ mm}^2/\text{s}$ [5]



Rys. 7. Zależność sprawności całkowitej η układu stałociśnieniowego ($p=cte$) i zmiennociśnieniowego ($p=var$) od współczynnika \bar{M}_M obciążenia przy różnych współczynnikach $\bar{\omega}_M$ prędkości siłownika; sprawności η układów określone laboratoryjnie jako stosunki $P_{Mu} = F_M v_M$ do $P_{Pc} = M_P \omega_p$; lepkość $\nu_n = 35 \text{ mm}^2/\text{s}$ [5]

obciążenia siłownika równego około $\bar{M}_M \approx 0,200$ ($F_M \approx 6000 \text{ N}$), przy współczynniku $\bar{\omega}_M$ jego prędkości równym $\bar{\omega}_M = 0,875$ ($v_M = 0,350 \text{ m/s}$). Sprawność η układu $p=cte$ wynosi wówczas $\eta = 0,158$, a sprawność układu $p=var$ – $\eta = 0,413$, czyli jest około 2,6 razy wyższa od sprawności układu stałociśnieniowego. W tej strefie często się pracuje, ponieważ wówczas zaczyna się strefa średnich obciążeń.

6. Dokładność określania sprawności układów metodą symulacyjną

Aby zweryfikować modele matematyczne zaproponowane w metodzie symulacyjnego określania sprawności energetycznej układu o sterowaniu proporcjonalnym siłownika oraz ocenić dokładność tej metody, konieczne było porównanie wyników sprawności energetycznej η układów stałociśnieniowego $p=cte$ i zmiennociśnieniowego $p=var$ określonej symulacyjnie z wynikami bezpośrednich dokładnych badań laboratoryjnych tej sprawności (rys. 7). Porównano więc te wyniki przy określonych wartościach współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości i współczynnika \bar{M}_M obciążenia siłownika.

Otrzymane rezultaty umożliwiają wyciągnięcie wniosków, z których wynika, że metoda symulacyjna określania sprawności energetycznej hydrostatycznego układu napędowego ze sterowaniem proporcjonalnym silnika hydraulicznego zasilanego pompą o stałej wydajności w systemie stałego ciśnienia $p=cte$ i zmiennego ciśnienia $p=var$ reprezentuje rzeczywistość z bardzo dużą dokładnością.

Absolutny błąd symulacyjnego modelu matematycznego sprawności energetycznej napędu hydrostatycznego ze sterowaniem proporcjonalnym silnika (siłownika hydraulicznego) zasilanego przez pompę o stałej wydajności w systemie stałego ciśnienia $p=cte$ (jako różnica między wynikami eksperymentalnymi a symulacyjnymi) jest rzędu od $-0,0036$ do $+0,0009$, czyli jest rzędu 0,4%. Absolutny błąd określania sprawności układu pracującego w systemie zmiennego ciśnienia $p=var$ jako różnica wyników eksperymentalnych i symulacyjnych zawiera się w zakresie od $-0,0014$ do $+0,0108$, czyli jest rzędu 1%.

Wyniki laboratoryjnych badań weryfikacyjnych potwierdzają z dużą dokładnością rozważania teoretyczne oraz matematyczne opisy symulacyjne strat energetycznych w elementach układów serwomechanizmów hydraulicznych bądź układów z rozdzielaczem proporcjonalnym, pracującym w układzie zasilania $p=cte$ i $p=var$.


7. Wnioski

1. Straty i sprawność energetyczna silnika lub układu napędowego powinny być przedstawiane jako funkcje wielkości fizycznych niezależnych od strat. Takimi wielkościami są prędkość i obciążenie silnika zmieniające się w polu pracy ($0 \leq \bar{\omega}_M < \bar{\omega}_{M \max}$, $0 \leq \bar{M}_M < \bar{M}_{M \max}$) [2, 3, 4].
2. Ocena zachowania energetycznego różnych odmian i wielkości silników lub układów napędowych wymaga symulacyjnego opisu matematycznego i porównania ich sprawności energetycznej jako zależności od

- współczynników $\bar{\omega}_M$ prędkości i \bar{M}_M obciążenia wału silnika obrotowego bądź tłoczyska silnika liniowego (np. siłownika hydraulicznego), współczynników zmieniających się w polu pracy ($0 \leq \bar{\omega}_M < \bar{\omega}_{M \max}$, $0 \leq \bar{M}_M < \bar{M}_{M \max}$). Maksymalne wartości $\bar{\omega}_{M \max}$ współczynnika prędkości i $\bar{M}_{M \max}$ współczynnika obciążenia silnika, wynikające z maksymalnych możliwości układu napędowego i z występujących w nim strat, wyznaczają zakres pola pracy silnika [2, 3, 4].
- Przeprowadzona analiza hydrostatycznych układów napędowych $p = cte$ i $p = var$ ze sterowaniem proporcjonalnym silnika zasilanych pompą o stałej wydajności pozwala na stwierdzenie, że układy te w pewnym zakresie zmiany parametrów pracy umożliwiają osiągnięcie wysokiej wartości sprawności energetycznej. Różny jest jednak charakter zmian linii stałych sprawności obu układów jako funkcji współczynników $\bar{\omega}_M$ prędkości i \bar{M}_M obciążenia siłownika. Przy niższych wielkościach $\bar{\omega}_M$ prędkości i \bar{M}_M obciążenia siłownika następuje w układzie $p = cte$ drastyczne obniżenie jego sprawności energetycznej. Natomiast w przypadku układu $p = var$, przy tych samych parametrach $\bar{\omega}_M$ i \bar{M}_M , obniżenie sprawności nie jest tak gwałtowne. Największe korzyści i zyski energetyczne z zastosowania układu $p = var$ w stosunku do układu $p = cte$ występują w zakresie średnich wartości \bar{M}_M obciążenia siłownika. Przykładowo, przy współczynniku $\bar{\omega}_M$ prędkości równym $\bar{\omega}_M = 0,270$ i współczynniku \bar{M}_M obciążenia równym $\bar{M}_M = 0,200$ sprawność η układu stałociśnieniowego wynosi $\eta = 0,050$, natomiast układ zmiennociśnieniowy osiąga w tym samym punkcie pracy sprawność $\eta = 0,150$ a więc 3-krotnie wyższą.
 - Badane struktury ($p = cte$ i $p = var$) napędów hydrostatycznych ze sterowaniem dławieniowym szeregowym prędkości silnika hydraulicznego liniowego, zasilane pompą o stałej wydajności, mogą osiągnąć, przy maksymalnym obciążeniu $F_{M \max}$ ($\bar{M}_{M \max} = 0,863$) i jednoczesnej maksymalnej prędkości $v_{M \max}$ ($\bar{\omega}_{M \max} = 0,875$) tego silnika, tę samą maksymalną sprawność całkowitą $\eta_{\max} = 0,692$ układu. Układ zmiennociśnieniowy ($p = var$) staje się wówczas układem stałociśnieniowym ($p = cte$), a więc warunki pracy obu układów stają się takie same, a jednocześnie mogą być praktycznie wyeliminowane straty strukturalne w zespole sterowania dławieniowego [5].
 - Przeprowadzone badania sprawności energetycznej ze sterowaniem dławieniowym szeregowym prędkości silnika (układów z rozdzielaczem dławiącym) potwierdzają, że ich sprawność energetyczna może być dużo wyższa od wartości podawanych ciągle w literaturze przedmiotu.
 - Układ ten uzyskuje wysoką sprawność energetyczną, zbliżoną do sprawności układu o sterowaniu objętościowym pompą o zmiennej wydajności, w punkcie o maksymalnych wartościach współczynnika \bar{M}_M obciążenia i współczynnika $\bar{\omega}_M$ prędkości silnika [5].
 - Wyniki laboratoryjnych badań weryfikacyjnych (bezpśrednich badań laboratoryjnych sprawności energetycznej układów) potwierdzają dużą dokładność rozważań teoretycznych oraz matematycznych opisów symulacyjnych strat energetycznych w elementach układów z rozdzielaczem proporcjonalnym, pracującym w systemie zasilania $p = cte$ i $p = var$.
 - Zaletą metody symulacyjnej oceny sprawności energetycznej układów napędowych jest również symulacyjny opis pola pracy układu określonego przebiegiem maksymalnego współczynnika $\bar{\omega}_{M \max}$ prędkości i maksymalnego współczynnika $\bar{M}_{M \max}$ obciążenia silnika oraz jednoczesne wypełnienie pola pracy siatką krzywych sprawności $\eta = cte$, co daje możliwość oceny sprawności η w każdym punkcie tego pola.
 - W metodzie symulacyjnego określania sprawności energetycznej hydrostatycznych układów napędowych charakterystyki pomp i silników hydraulicznych ograniczone są jedynie do określenia współczynników k_i strat energetycznych w tych elementach.
 - Przedstawione wyniki badań są pierwszym przykładem symulacyjnego określania pola pracy hydrostatycznego układu napędowego i sprawności energetycznej układu jako zależności od współczynników prędkości i obciążenia silnika hydraulicznego zastosowanego w układzie.
 - Artykuł jest także pierwszym przykładem badań sprawności energetycznej układów napędowych w ramach metody badań napędów zgodnej z wykresem Paszoty wzrostu mocy w układzie napędowym w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu mocy.

Literatura

- PASZOTA Z.: *Model strat i sprawności energetycznej układu hydraulicznego o sterowaniu proporcjonalnym siłownika zasilanego pompą o stałej wydajności w systemie zmiennego ciśnienia*. Rozdział [w:] E. PALCZAK (RED.): *Badanie, konstrukcja, wytwarzanie i eksploatacja układów hydraulicznych* – Biblioteka „Cylinder”, Centrum Mechanizacji Górnictwa Komag, 2005.
- PASZOTA Z.: *Pole pracy układu napędu hydrostatycznego. Parametry badań sprawności energetycznej pomp i silników hydraulicznych*. „Napędy i Sterowanie” 11/2009.
- PASZOTA Z.: *O strumieniu mocy w silniku lub w układzie napędowym*. „Napędy i Sterowanie” 11/2016.
- PASZOTA Z.: *Energy losses in hydrostatic drive. Drive investigation method compatible with diagram of power increase opposite to the direction of power flow*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016.
- SKOREK G.: *Charakterystyki energetyczne układu hydraulicznego o sterowaniu proporcjonalnym siłownika zasilanego pompą o stałej wydajności w systemie stałego i zmiennego ciśnienia*. Praca doktorska, 2010.
- SKOREK G.: *Wybrane sprawności układu ze sterowaniem proporcjonalnym siłownika*. Zeszyty naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, nr 81/2013.

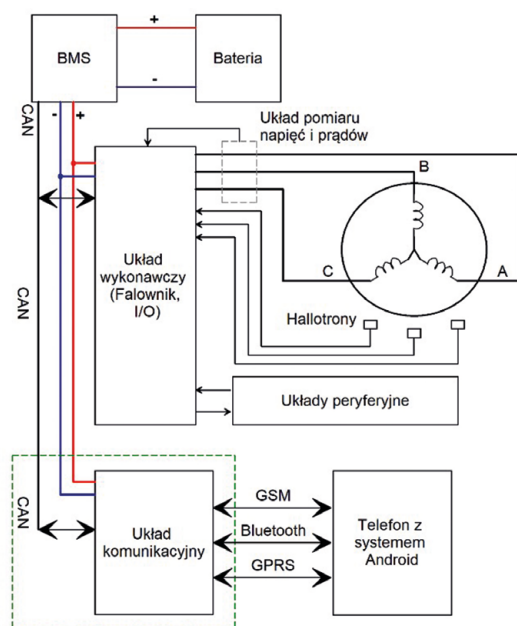
 dr inż. Grzegorz Skorek
Katedra Podstaw Techniki
Wydział Mechaniczny
Uniwersytet Morski w Gdyni

Projekt wielomodułowego sterownika elektrycznego napędu rowerowego – moduł komunikacyjny

Karol Tatar, Piotr Chudzik, Rafał Nowak, Grzegorz Lisowski

1. Wielomodułowy sterownik rowerowego napędu elektrycznego

Obecność pokładowego komputera komunikacyjnego w rowerze elektrycznym pozwala na wprowadzenie niespotykanych dotąd funkcji, związanych z „otwarcie” systemu sterowania w czasie jazdy oraz z możliwością komunikowania się z rowerem w czasie jego odstawienia na chwilowy postój czy też na długie okresy przerw w użytkowaniu. Nowa funkcjonalność systemu sterowania związana jest z zastosowaniem specjalizowanego układu komunikacyjnego, składającego się z systemu mikroprocesorowego z układami peryferyjnymi, umożliwiającymi komunikację „wewnętrzną” z modułami falownika i systemu bateryjnego oraz komunikację „zewnętrzną” z aplikacją urządzenia mobilnego lub telefonem użytkownika. Ze względu na bardzo silną konkurencję rozwiązań produkowanych na Dalekim Wschodzie autorzy projektu musieli podporządkować konstrukcję układu wymaganiom rynkowym. Z jednej strony niezbędne było przestrzeganie rygorystycznych uwarunkowań cenowych, a z drugiej strony konieczne było zapewnienie jak największej liczby udogodnień, pozwalających na wprowadzenie na rynek całkiem nowych pomysłów.



Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy modułowego systemu sterowania rowerem elektrycznym

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję oraz prototyp wielomodułowego sterownika dedykowanego do rowerowych napędów elektrycznych. Autorzy zaprezentowali struktury układów komunikacyjnych, urządzenie pomocnicze, układy pomiarowe sygnałów analogowych oraz zastosowane algorytmy sterowania. W pracy zamieszczono wyniki pomiarów napięć i prądów płynących w elementach układu napędowego. Przedstawiono aplikację na urządzenia mobilne, stanowiącą interfejs użytkownika zdolny do personalizacji ustawień napędowych pod kątem potrzeb konkretnego użytkownika.

Słowa kluczowe: silniki PMSM, silniki BLDC, algorytmy sterowania napędami elektrycznymi

DESIGN OF MULTI-MODULE INVERTER FED DRIVER FOR E-BIKE – COMUNICATION MODULE

Abstract: The following article depicts the concept and implementation of multi – module driver for e-bike system. Authors presented the structures of communication systems, auxiliary devices, analog signal measurement circuits, and the control algorithms used. The paper presents results of measurements of currents and voltages going through the drive system elements. The mobile app, which serves as an users interface responsible for personalization of some particular drive settings was presented.

Keywords: PMSM drive, BLDC drive, e-bike, electrical drive control algorithm

2. Moduł komunikacyjny

Sercem systemu jest moduł komunikacyjny, pełniący rolę układu zbierającego informacje o stanie urządzeń i czujników oraz wysyłającego polecenia do pozostałych elementów układu. Moduł komunikacyjny jest systemem mikroprocesorowym wyposażonym w magistralę CAN, moduł komunikacji bezprzewodowej Bluetooth, moduł GPRS z funkcją telefonowania i wysyłania wiadomości SMS, moduł GPS oraz zestaw akcelerometrów. Każde z urządzeń pełni swoje funkcje w powiązaniu z pozostałymi. Rola oprogramowania zawartego w systemie mikroprocesorowym modułu komunikacyjnego polega głównie na rozdzielaniu strumieni danych pomiędzy elementy

systemu. Innym ważnym zadaniem oprogramowania modułu komunikacyjnego jest realizacja funkcji załączania i wyłączenia określonych modułów w celu ograniczenia poboru prądu, które nabiera szczególnego znaczenia w stanach spoczynku, trwających niekiedy kilka tygodni. Najważniejszym „partnerem” dla modułu komunikacyjnego jest urządzenie mobilne (smartfon) ze specjalną aplikacją, pozwalającą na pełnienie przez nie interfejsu użytkownika w czasie jazdy oraz urządzenia komunikującego się z rowerem na odległość w stanie odstawienia roweru lub w przypadku kradzieży.



Fot. 1. Moduł komunikacyjny sterownika rowerowego napędu elektrycznego

3. Aplikacja mobilna

Wymiana danych pomiędzy modulem komunikacyjnym sterownika rowerowego a urządzeniem z oprogramowaniem Android odbywa się przy wykorzystaniu technologii Bluetooth. Urządzenie wyposażone w system Android łączy się z modulem komunikacyjnym sterownika rowerowego przy użyciu układu BM78 firmy Microchip. Komunikacja odbywa się poprzez profil SPP (z ang. *Serial Port Profile*). Urządzenie z oprogramowaniem Android spełnia funkcję urządzenia typu Master, natomiast moduł komunikacyjny urządzenia typu Slave. Do celów implementacji wymiany danych posłużono się komendami w formacie AT. Składnie przykładowych komend prezentuje tabela 1.

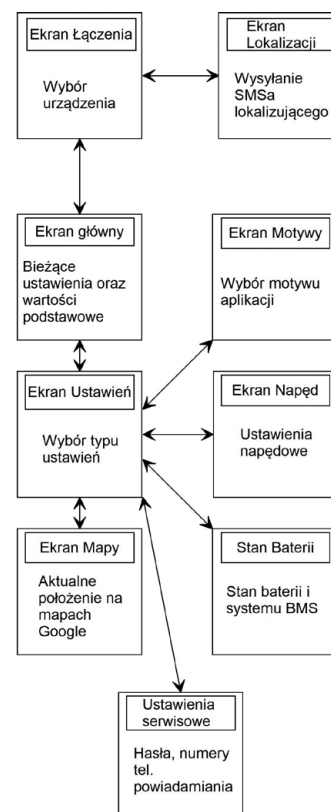
Tabela 1. Składnia komend komunikacyjnych

Komenda pytająca	
Master	Slave
AT+<PARAM>?	<p>Komenda poprawna: AT+<PARAM>=a,b.. gdzie: <PARAM> - przedrostek definiujący konkretną grupę parametrów, a,b.. - kolejne parametry.</p> <p>Komenda niepoprawna: AT+ERR=x gdzie: x - numer błędu.</p>
Komenda przypisująca	
Master	Slave
AT+<PARAM>=a,b...	<p>Komenda poprawna: AT+OK</p> <p>Komenda niepoprawna: AT+ERR=x gdzie: x - numer błędu.</p>

Aplikacja składa się łącznie z 9 aktywności. Każda aktywność to oddzielny ekran wyświetlany na urządzeniu z systemem Android. Zgodnie z nomenklaturą tworzenia oprogramowania na ten system, każdemu ekranowi dedykowana jest osobna klasa (plik z rozszerzeniem java) zawierająca implementację funkcjonalności danego ekranu, a także osobny plik layoutu (plik z rozszerzeniem xml) odpowiadający za szatę graficzną danego ekranu. Dodatkowo na potrzeby projektu stworzono trzy tzw. proste klasy języka java implementujące funkcje:

- parsowania danych pochodzących z urządzenia typu slave (z modułu komunikacyjnego);
- zarządzania wewnętrznym magazynem zasobów zdefiniowanych zmiennych wymienianych pomiędzy poszczególnymi aktywnościami;
- zarządzania maszyną stanu odpowiedzialną za utrzymywanie cyklu komunikacyjnego z urządzeniem slave.

Przebiegi pomiędzy kolejnymi ekranami aplikacji oraz funkcjonalności poszczególnych ekranów prezentuje rysunek 2.



Rys. 2. Schemat blokowy poszczególnych ekranów aplikacji z opisem funkcjonalności

3.1. Ekran główny oraz ustawień aplikacji

Ekran główny aplikacji służy do wyświetlania bieżących ustawień i parametrów. Zapewnia także interakcje między użytkownikiem a rowerem. Do jego funkcjonalności należą:

- ustawianie aktualnego poziomu wspomagania;
- włączanie oświetlenia roweru;
- aktywacja systemu alarmowego;
- wyświetlanie aktualnych parametrów:

- prędkości,
 - mocy chwilowej,
 - liczników dystansu oraz dystansu całkowitego,
 - stanu naładowania baterii,
 - prognozowanego zasięgu,
 - aktualnej godziny.
- przycisk umożliwiający przejście do menu ustawień.
Wygląd ekranu głównego dla motywu standardowego przedstawia fotografia 2.

Ekran ustawień stanowi pomost pomiędzy ekranem głównym a poszczególnymi grupami ustawień i informacji. Wygląd ekranu ustawień prezentuje fotografia 3.

3.2. Personalizacja ustawień napędowych

W celu udostępnienia użytkownikowi możliwości personalizacji ustawień napędowych roweru stworzono specjalny ekran umożliwiający ingerencje w wybrane aspekty ustawień modułu wykonawczego. Do dyspozycji osoby posiadającej aplikację należą następujące funkcjonalności:

- czułość napędu – wartość odpowiadająca za szybkość reakcji załączenia układu wspomagania elektrycznego na naciśnięcie przez użytkownika pedałów roweru. Dostępne są trzy poziomy czułości napędu;
- prędkość jazdy w trybie pieszym – wartość odpowiadająca za maksymalną szybkość, jaką osiągnie rower w trybie pieszym. Użytkownik ma do wyboru trzy wartości;
- przyśpieszenie – wartość odpowiadająca za szybkość narastania sygnału sterującego prędkością obrotową rowerowego napędu elektrycznego w trybie normalnej pracy, w której napęd wspomaga elektrycznie użytkownika w czasie jazdy. Użytkownik ma do wyboru trzy wartości;
- tryb czujnika korby – wartość decydująca o typie sygnału załączającego wspomaganie elektryczne. Wartość *speedsensor* odpowiada za sprzężenie prędkościowe, wartość *torquesensor* odpowiada za sprzężenie momentowe. W trybie pracy *torquesensor* ustawienia czułość napędu oraz przyśpieszenie są bez znaczenia, dlatego też aplikacja blokuje ich zmianę w tym trybie pracy urządzenia wykonawczego.

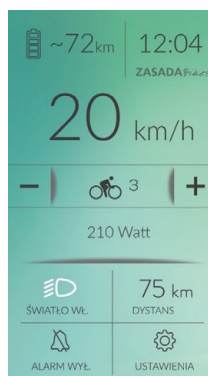
Ekran ustawień napędowych zaprezentowano na fotografii 4.

3.3. Blokada antykradzieżowa oraz lokalizacja roweru za pomocą GPS

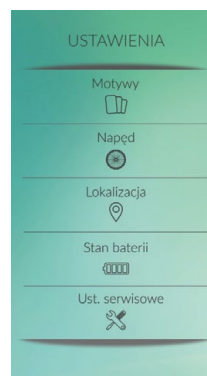
System antykradzieżowy, po włączeniu jego funkcjonalności przez użytkownika, może zostać wyzwolony na trzy sposoby:

- poprzez wbudowany w układ komunikacyjny akcelerometr. Ten typ blokady chroni rower przed wyrwaniem ze stojaka i reaguje na nagły przyrost przyśpieszenia świadczącego o dynamicznych zmianach położenia roweru;
- poprzez wbudowany w układ komunikacyjny moduł GPS. Ten typ blokady czuwa nad tym, aby rower nie opuścił zadanej strefy położenia o określonym promieniu;
- poprzez rozwarcie styku zabezpieczającego wybrane podzespoły roweru.

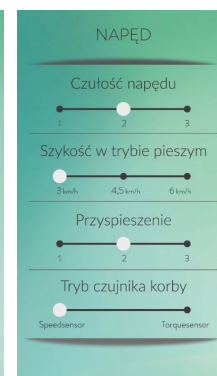
W momencie wyzwolenia alarmu antykradzieżowego wysyłany jest SMS zawierający aktualną pozycję roweru oraz wykonywane jest połączenie z numerem telefonu zapamiętanym



Fot. 2. Ekran główny aplikacji dla motywu standardowego



Fot. 3. Ekran ustawień aplikacji dla motywu standardowego



Fot. 4. Ekran ustawień napędowych aplikacji mobilnej

w pamięci nieulotnej układu komunikacyjnego. Ponadto rower wyposażony jest w syrenę alarmową, której dźwięk towarzyszy wywołaniu alarmu.

Poza standardowymi funkcjami alarmowymi, użytkownik ma również do wyboru tryb lokalizacji roweru w dowolnej chwili. W tym celu z poziomu aplikacji wysyłany jest SMS zapytujący o aktualną pozycję. W odpowiedzi zawarty jest link do map Google, zawierający położenie roweru.

3.4. Stan baterii oraz ustawienia serwisowe

Ekran stan baterii pozwala na podgląd wewnętrznych informacji systemu BMS. Do tej grupy należą:

- liczba cykli ładowania;
- napięcie na zaciskach baterii;
- szacowany poziom energii;
- czas od ostatniego ładowania;
- nr seryjny baterii;
- napięcie na poszczególnych celkach.

Ekran ustawienia serwisowe pozwala na:

- zmianę numeru modułu komunikacyjnego;
- zmianę nazwy urządzenia Bluetooth;
- zmianę hasła parowania modułu Bluetooth;
- ustawienia czułości akcelerometru służącego do wykrywania próby kradzieży.

4. Podsumowanie

Nowe, niespotykane dotąd w rowerach, funkcje stanowią propozycję dla użytkowników ceniących sobie oryginalność. Ciekawymi pomysłami są: możliwość kształtowania charakterystyki wspomaganie w zależności od indywidualnych potrzeb, możliwość zmiany parametrów jazdy w stanach wyczerpania baterii i uzyskanie dzięki temu większego zasięgu kosztem dynamiki czy uzyskanie długotrwałych korzyści wynikających z możliwości stosowania ustawień pozwalających na przedłużenie żywotności baterii. Prezentowany sterownik wprowadza również kilka rozwiązań zapewniających możliwość ochrony przed kradzieżą lub ułatwiających odnalezienie roweru w przypadku jej zaistnienia. Wszystkie te funkcje dają szansę na zainteresowanie produktem osób aktywnych, coraz częściej wymagających od swoich urządzeń kontaktu online.

Autorzy projektu mają również nadzieję, że poprzez indywidualną zdolność kształtowania zachowania układu napędowego zmieni się sposób postrzegania pojazdów rowerowych z napędem elektrycznym. Dzięki „interakcji” z systemem rowerowym użytkownik może w ruchu, na świeżym powietrzu, zaspokajać potrzebę dokonywania eksperymentów czy badania możliwości granicznych, tak bardzo charakterystyczną dla gier komputerowych o charakterze strategicznym.

Projekt badawczo-rozwojowy „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnego sterownika dla poprawienia obecnych funkcji użytkowych oraz uzyskania nowych cech i funkcjonalności roweru ze wspomaganie elektrycznym napędem” realizowany dla Biura Ekonomiczno-Handlowego Jan Zasada. Źródło finansowania: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, współfinansowana z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Podziałania 2.3.2 Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój „Bony na innowacje dla MŚP”. Okres realizacji 01.05 2017–1.04.2018.

Literatura

- [1] ADAMCZYK D., MICHNA M.: *Przegląd i analiza układów napędowych stosowanych w rowerach elektrycznych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 88(114)/2010.
- [2] DUKALSKI P.: *Silnik BLDC z magnesami trwałymi jako napęd wózka inwalidzkiego*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 86/2010.
- [3] DOMARACKI A., KRYKOWSKI K.: *Silniki BLDC – klasyczne metody sterowania*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 72/2005.
- [4] HETMAŃCZYK J., KRYKOWSKI K.: *Badania symulacyjne i laboratoryjne silnika PM BLDC wykorzystującego czujniki położenia wirnika w obwodzie regulacji prędkości*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 72/2005.
- [5] ŁEBOWSKI A.: *Badania eksploatacyjne elektrycznego układu napędowego motocykla*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2(110)/2016.
- [6] NOWAK R.: *Wybrane algorytmy sterowania silnikami z magnesami trwałymi*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2(114)/2017.
- [7] RUDNICKI T., CZERWIŃSKI R., FRĘCHOWICZ A.: *Układy sterowania silnikiem PMSM*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 90/2011.
- [8] TATAR K., CHUDZIK P.: *Algorytmy sterowania rowerowych napędów elektrycznych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2(114)/2017.



mgr inż. Karol Tatar, e-mail: karol.tatar@p.lodz.pl
 dr inż. Piotr Chudzik, e-mail: piotr.chudzik@p.lodz.pl
 dr inż. Rafał Nowak, e-mail: rafal.nowak@p.lodz.pl
 mgr inż. Grzegorz Lisowski, e-mail: grzegorz.lisowski@p.lodz.pl
 Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki,
 Informatyki i Automatyki, Instytut Automatyki,
 Zakład Techniki Sterowania.

artykuł recenzowany

WYDARZENIA

● Siemens przejmuje od Saab Medav przedsiębiorstwo zajmujące się testowaniem poziomu hałasu, drgań i uciążliwości korzystania (NVH)

Siemens poinformował o podpisaniu umowy nabycia przedsiębiorstwa zajmującego się końcowymi testami jakości w zakresie badania poziomu hałasu, drgań i uciążliwości korzystania (NVH) od firmy Saab Medav Technologies GmbH, globalnego dostawcy nowoczesnych rozwiązań przetwarzania sygnału, rozpoznawania i analizy systemów łączności do zastosowań powietrznych, naziemnych i morskich oraz rozwiązań NVH dla przemysłowych testów jakości.

Nabycie działu NVH od Saab Medav pozwoli firmie Siemens uzupełnić portfolio narzędzi badawczych środowiska Simcenter™ o zintegrowany zestaw rozwiązań do końcowych testów jakości NVH w procesie produkcji. Zespół NVH stanie się częścią jednostki

organizacyjnej Siemens PLM Software, stanowiącej część Siemens Digital Factory Division, a technologia NVH zostanie włączona do portfolio rozwiązań służących do symulacji i testów środowiska Simcenter.

Wraz ze stale rosnącą presją na tworzenie produktów coraz lepszej jakości gwałtownie rośnie zapotrzebowanie branży motoryzacyjnej i transportowej na testy końcowe badające poziom hałasu, drgań i uciążliwości korzystania (NVH) wytworzonych produktów, takich jak silniki elektryczne i spaliny, przekładnie, osie i turbosprężarki. To zjawisko jeszcze bardziej się nasiliło wraz z wejściem na rynek pojazdów elektrycznych, które charakteryzują się niskim poziomem generowanego hałasu i pozbawione są efektu maskującego w postaci głośnego silnika spalinowego.

– Dzięki integracji rozwiązań testowania jakości Saab Medav NVH klienci firmy Siemens mogą wzbogacić

cyfrowego bliźniaka produktu o dane z prowadzonej w trybie ciągłym kontroli jakości z systemów produkcyjnych. Uzyskujemy w ten sposób unikalny wgląd w to, w jaki sposób technologia produkcji i zmienność w liniach produkcyjnych wpływają na jakość końcowego produktu – wyjaśnia Jan Leuridan, Pierwszy Wiceprezes, Simulation & Test Solutions, Siemens PLM Software.

– Technologia ta pozwala na uzyskanie bezpośrednich informacji zwrotnych do analizy przyczyny potencjalnych problemów projektowych, które pojawiają się na etapie produkcji, oraz generuje wskazówki dotyczące możliwości tymczasowego przeprojektowania produktu – dodaje Jan Leuridan.

Transakcja nabycia aktywów ma zostać sfinalizowana w drugim kwartale kalendarzowym 2019 roku. Strony zgodziły się nie ujawniać szczegółowych informacji na temat transakcji.

Źródło: Siemens PLM Software

Sterowanie przebiegiem procesu separacji membranowej z wykorzystaniem zjawiska termoakustycznego


Krzysztof Grzywnowicz, Grzegorz Wiciak

1. Wstęp

Separacja składników mieszanin gazowych może mieć kluczowe znaczenie dla utrzymania właściwych wskaźników ekologicznych i ekonomicznych danego procesu technologicznego w obszarze inżynierii chemicznej, np. w przemyśle rafineryjnym, a także w energetyce, m.in. podczas produkcji użytkowych form energii w układach zeroemisyjnych [1, 2]. Ponadto, separacja składników mieszanin gazowych jest procesem niezbędnym do realizacji licznych procesów technologicznych, w szczególności w instalacjach chemicznych. Stąd parametry procesu separacji są istotne ze punktu widzenia całego układu, w którym znajduje on zastosowanie. Jedną z powszechnie stosowanych metod separacji gazów jest separacja membranowa [1, 3, 4, 5]. Siłą napędową procesu separacji przez membranę jest różnica potencjałów chemicznych: stężeń, ciśnień lub potencjału elektrycznego po obu stronach membrany [1, 2, 6]. Istotną zaletą stosowania membran do separacji gazów, w porównaniu z innymi metodami separacji składników z mieszanin gazowych, jest brak zmiany fazy gazowej na ciekłą, co zmniejsza zapotrzebowanie energii do prowadzenia procesu separacji.

Stosowanie membran w przemyśle upowszechniono dopiero po opracowaniu technologii wytwarzania modułów membranowych, które pod względem konstrukcyjnym pozwalają na uzyskanie dużej powierzchni rozdziału w niewielkiej objętości [3–6]. Separator membranowy tworzony jest przez zbiór modułów połączonych równolegle lub szeregowo bądź kombinacją tych połączeń. Wybór rodzaju modułu membranowego do budowy separatora zależy w głównej mierze od kosztów i parametrów zastosowania [1], dlatego istotne jest precyzyjne określenie parametrów pracy modułów tworzących separator, a także optymalnego sposobu ich łączenia. Konstrukcje takie cechują się najczęściej niewielkimi rozmiarami, co jest ważne przy wdrażaniu systemów separacji do istniejących instalacji przemysłowych, np. układów wychwytu CO₂ do funkcjonujących układów energetycznych, bazujących na procesie spalania węgla. Separatory membranowe cechują się prostotą działania i brakiem ruchomych części mechanicznych, co powoduje zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych [3, 5]. Główną ich wadą jest jednakże konieczność dokładnego oczyszczania surowego gazu z pyłów, związków siarki, smół i innych zanieczyszczeń, ponieważ wprowadzenie nieoczyszczonego gazu powoduje uszkodzenie membran lub znaczące pogorszenie właściwości separacji [3, 5, 7, 8], co istotnie zwiększa energochłonność tego procesu. Potencjalne ograniczenie ich zastosowania stanowi

Streszczenie: Jedną z powszechnie stosowanych technologii separacji gazów, zwłaszcza w obszarze inżynierii procesowej i energetyki, jest separacja membranowa. W artykule podsumowano obecnie oferowane sposoby kontroli parametrów procesowych membranowej separacji gazów oraz przedstawiono metodę, wykorzystującą zjawisko termoakustyczne. Ponadto zaprezentowano przykład modułu membranowego, zawierającego membranę polimerową kapilarną, wykorzystującego omawianą metodę.

 **Abstract:** One of commonly applied separation technologies, especially in the field of process engineering and power and heat industry, is membrane separation. In the paper, currently available methods of control of the process parameters are briefly discussed and the innovative method of control, involving utilization of a thermoacoustic phenomenon, is presented. Furthermore, the example of membrane module, including capillary polymer membrane and using the mentioned method, is described.

także utrudnione sterowanie parametrami procesowych w przypadku silnie zmiennych właściwości strumienia gazu podlegającego separacji, które może być szczególnie istotne w kontekście ich stosowania w instalacjach oczyszczania gazów odpadowych w koksowniach, spalarniach odpadów czy zakładach metalurgicznych i odlewniczych.

2. Kontrola procesu separacji – przegląd obecnych rozwiązań

Ze względu na rosnący popyt na membrany do separacji gazów, spowodowany upowszechnieniem ich wykorzystania w oczyszczaniu gazów odpadowych i procesowych [1, 2], kontrola parametrów procesu separacji w modułach membranowych stanowi ważny obszar badawczy. W wyniku prowadzonych prac obliczeniowych i eksperymentalnych opracowano zróżnicowane metody modyfikacji parametrów separacji membranowej. Literatura przedmiotu [8] opisuje metodę efektywnej kontroli parametrów procesu, zwłaszcza selektywności membrany względem danego składnika mieszaniny, poprzez

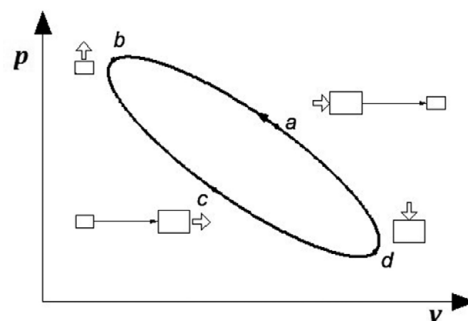
zlokalizowanie w obszarze membrany ujemnych lub dodatnich ładunków elektrycznych. Jak dowodzą badania, membrany polimerowe wykazują silną zależność właściwości od zgromadzonego na ich powierzchni ładunku, jak również od jego znaku. Jednakże, w celu wymuszenia znaczącej zmiany parametrów operacyjnych membrany, konieczne jest zastosowanie ładunków o wysokiej gęstości – całkowita energia pola elektrycznego, zgromadzonego w obszarze membrany, może wynosić do $3 \cdot 10^5$ kcal/mol [8]. Tak wysoki ładunek elektryczny w obszarze modułu membranowego może uniemożliwić zastosowanie tej metody sterowania procesem w przypadku separacji mieszanin gazowych łatwopalnych i wybuchowych, co stanowi istotne ograniczenie, szczególnie w obszarze przemysłu chemicznego i petrochemicznego.

Inną metodą kontroli procesu, opisaną w literaturze [9], jest wymuszenie odkształcenia membrany poprzez oddziaływanie siłą mechaniczną w celu lokalnej deformacji jej struktury i tym samym modyfikacji parametrów separacji, szczególnie w zakresie przepuszczalności i selektywności membrany. Jednakże metoda ta może znaleźć zastosowanie jedynie w przypadku membran ultracienkich, np. jednowarstwowych, wykonanych z polimerów całkowicie lub częściowo organicznych. Przyczyną tego faktu jest wysoka wytrzymałość mechaniczna tego typu membran – odkształcenie, wywoływane wskutek działania siły, może wynosić do 12% szerokości membrany [9]. Ponadto nawet w przypadku wykorzystania tej metody sterowania w modułach membranowych opartych o membrany organiczne pojawia się problem dokładnego pomiaru naprężeń – kluczowego w celu ochrony struktury membrany przez zniszczeniem.

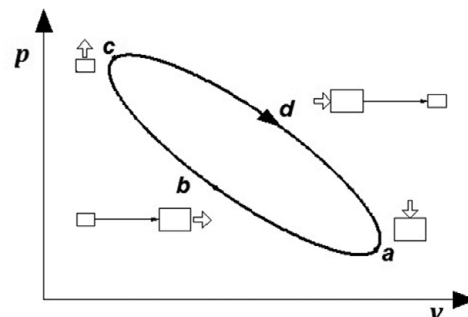
Przedmiotem zainteresowania środowisk naukowych jest także możliwość kontroli pracy membran poprzez regulację ich temperatury. Literatura [10] dostarcza opisu membrany wykonanej z organicznego kopolimeru, której właściwości w istotny sposób zależą od temperatury. Zależność ta ma charakter skokowy – po przekroczeniu zadanego progu temperaturowego następuje przemiana fazowa jednego ze składników kopolimeru, co skutkuje radykalną zmianą właściwości membrany, a tym samym parametrów procesu separacji. Jedną z istotnych wad opisywanej metody jest możliwość sterowania procesem jedynie na zasadzie zero-jedynkowej; ponadto regulowana w ten sposób kopolimerowa membrana charakteryzuje się relatywnie złożoną technologią wytwarzania [10], co może skutkować wysokim kosztem jej zakupu, a tym samym ograniczyć zastosowanie w licznych gałęziach przemysłu ciężkiego. Jednakże, jak wykazano w wyniku prac eksperymentalnych [11], istotna zmiana warunków pracy – ciśnienia i temperatury – wskutek równomiernego ogrzewania/chłodzenia całego modułu membranowego pozwala na znaczącą modyfikację parametrów operacyjnych także komercyjnie dostępnych membran poliimidowych i polisulfonowych [11]. W warunkach instalacji przemysłowych umieszczenie całego modułu membranowego w urządzeniu, realizującym jego równomierne podgrzewanie lub chłodzenie, może być trudne do realizacji. Jednakże trudność ta może zostać ominięta poprzez lokalną modyfikację koncentracji składników separowanej mieszaniny gazów lub intensywną zmianę temperatury membrany wskutek zjawiska termoakustycznego.

3. Kontrola procesu separacji z wykorzystaniem zjawiska termoakustycznego

Zjawisko termoakustyczne, polegające na samoistnym wytworzeniu fali akustycznej w elemencie jednostronnie ogrzewanym, dmuchacze szkła zaczęli wykorzystywać ponad dwieście lat temu [12]. Pierwsze naukowe badania fenomenu spontanicznej indukcji fali dźwiękowej na skutek doprowadzenia ciepła do układu poczynili Rijke oraz Rayleigh. Jednakże rezultaty doświadczenia nie pozwoliły na pełne wyjaśnienie przyczyn tego zjawiska [12]. Dalsze badania, prowadzone przez badaczy z Los Alamos National Laboratory w drugiej połowie ubiegłego wieku, doprowadziły do wytłumaczenia tego zjawiska na gruncie podstawowych praw przepływu ciepła i termodynamiki [13]. Rezultaty tych badań wykazały również, że obieg termodynamiczny realizowany w trakcie występowania zjawiska jest odwracalny, to znaczy, że nie tylko dostarczone do układu ciepło indukuje falę akustyczną, ale również propagująca fala akustyczna „pompuje” ciepło. W pierwszym z wymienionych przypadków proces realizowany jest w prawobieżnym obiegu silnika (rys. 1), w drugim natomiast – w lewobieżnym obiegu urządzenia chłodniczego (rys. 2) [13].



Rys. 1. Schemat obiegu termodynamicznego chłodziarki termoakustycznej (na podst. [14]): a – przemieszczenie gazu roboczego i jego sprężenie; b – oddanie ciepła przez gaz; c – przemieszczenie gazu roboczego i jego rozprężenie; d – pobranie ciepła przez gaz



Rys. 2. Schemat obiegu termodynamicznego silnika termoakustycznego (na podst. [14]): a – pobranie ciepła przez gaz; b – przemieszczenie gazu (ruchy konwekcyjne) i jego rozprężenie; c – oddanie ciepła przez gaz; d – przemieszczenie gazu i jego sprężenie

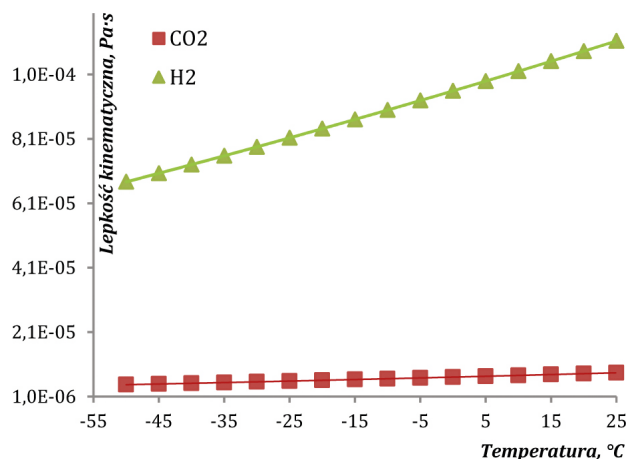
Znanych jest szereg urządzeń termoakustycznych – zarówno chłodziarek, jak i silników – wykorzystujących te obiegi. Przykład stanowi urządzenie do skraplania gazu ziemnego, wykorzystujące zjawisko chłodzenia termoakustycznego, opracowane w Los Alamos National Laboratory [13]. Pierwsza w pełni sprawna instalacja termoakustycznego skraplania gazu została zaprezentowana w 1997 roku [13], a osiągnięta w niej temperatura minimalna wynosiła 133 K [13]. Jedną z cech charakterystycznych termoakustycznych urządzeń chłodniczych, umożliwiającą badania wspomnianego urządzenia do wytwarzania LNG, jest możliwość uzyskania – w relatywnie krótkim czasie – niskich temperatur w obszarze ochładzanym.

Właściwości gazów rzeczywistych silnie zależą od temperatury, co z jednej strony stanowi oczywistość, a z drugiej jest podstawą funkcjonowania licznych układów i rozwiązań technologicznych [1–3]. Niejednokrotnie w obszarze inżynierii chemicznej czy procesowej wykorzystuje się mieszaniny gazowe, których składniki wykazują istotnie różne zależności swoich właściwości fizycznych od temperatury. Przykładem takiej mieszaniny jest mieszanina składająca się z wodoru i dwutlenku węgla, które charakteryzują się widocznie różnymi postaciami zależności lepkości kinematycznej od temperatury (rys. 3). Podobne różnice można zaobserwować dla mieszanin: dwutlenku i tlenku węgla (rys. 4) oraz azotu, tlenu i dwutlenku węgla (rys. 5). Jeżeli przedmiot separacji stanowi mieszanina wykazująca wspomnianą własność, jej gwałtowne podgrzanie lub ochłodzenie może spowodować zasadniczą zmianę warunków pracy układu separacji. Obserwacja ta stanowi podstawę technologii separacji, wykorzystującej selektywną zmianę właściwości jednego z gazów, stanowiącego składnik mieszaniny, wskutek absorpcji promieniowania w określonym paśmie [15]. Jednakże, jak nadmieniono, zastosowanie krótkotrwałej intensywnej zmiany temperatury separowanej mieszaniny gazów może być wykorzystane do sterowania przebiegiem procesu separacji prowadzonej z wykorzystaniem popularnych membran polimerowych nie tylko wskutek zmian właściwości separowanych gazów, ale i materiału membrany w obszarach chłodzenia lub ogrzewania.

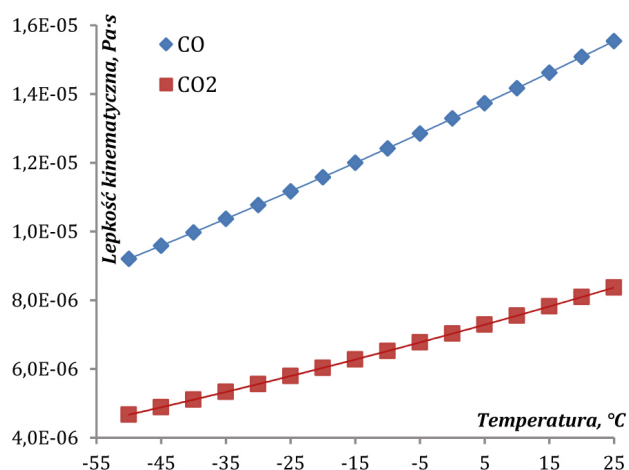
Membrany polimerowe kapilarne charakteryzują się zróżnicowanymi technologiami wytwarzania i wykorzystywane są powszechnie w komercyjnie dostępnych modułach do separacji gazów [1, 4]. Ich podstawowymi zaletami jest relatywnie niewielki koszt produkcji oraz satysfakcjonujące parametry procesowe dla zróżnicowanych warunków pracy [16]. Jednakże, analizując ich potencjał zastosowania w modułach sterowanych, ich kluczową zaletą jest materiał wykonania – dla zdecydowanej większości procesów separacji, w których membrany te mogą znaleźć zastosowanie, tworzywa polimerowe charakteryzują się wyższą pojemnością cieplną właściwą od separowanych gazów [4]. Właściwość ta umożliwia bezpośrednie zastosowanie membran polimerowych w układach separacji membranowej ze sterowaniem, wykorzystującym zjawisko termoakustyczne [14, 17].

4. Koncepcja urządzenia

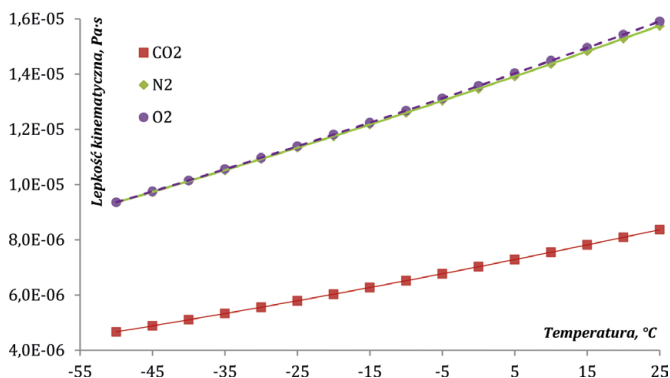
Separator membranowy, wykorzystujący termoakustyczne sterowanie procesu, przedstawiony został schematycznie na



Rys. 3. Zależność lepkości kinematycznej od temperatury dla dwutlenku węgla i wodoru (dla ciśnienia 1 bar)



Rys. 4. Zależność lepkości kinematycznej od temperatury dla dwutlenku węgla i tlenku węgla (dla ciśnienia 1 bar)



Rys. 5. Zależność lepkości kinematycznej od temperatury dla dwutlenku węgla, azotu i tlenu (dla ciśnienia 1 bar)

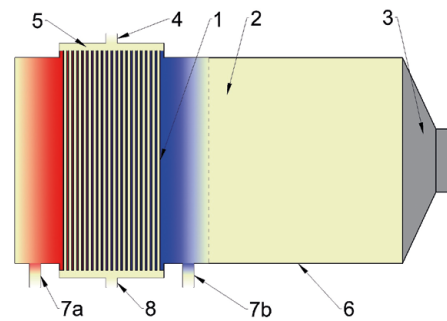
rys. 6. Najistotniejsze cechy konstrukcyjne urządzenia, umożliwiające wymuszenie zjawiska termoakustycznego, to prostopadłe zamknięcie zestawu kapilar (1) tworzących membranę w kanale akustycznym, ograniczonym przez obudowę modułu, zabudowanie kanału akustycznego (2) źródłem fali akustycznej, np. głośnikiem (3), oraz sekcja budowa urządzenia, umożliwiająca montaż kilku zestawów kapilar w obrębie pojedynczego kanału akustycznego. Zestaw kapilar tworzący membranę zasilany jest mieszaniną gazów, podlegającą separacji, doprowadzaną przez otwór wlotowy (4) na wspólny kolektor (5), zintegrowany z obudową modułu (6). W wyniku różnicy ciśnień między gazem doprowadzonym a permeatem wypełniającym przestrzeń kanału akustycznego (2) następuje selektywny transport składników mieszaniny przez materiał kapilar. Intensywność tego procesu może być regulowana przez wytworzenie fali stojącej w obszarze kanału akustycznego (2) na skutek emisji przez głośnik (3) fali akustycznej o częstotliwości równej częstotliwości rezonansowej kanału akustycznego (2). Jeżeli sekcje zestawu kapilar (1) umieszczone zostaną w około jednej czwartej długości kanału akustycznego (2), po obu stronach zestawu pojawi się gradient temperatury, wpływający na intensywność selektywnego przenikania składników separowanej mieszaniny w pobliżu wylotu permeatu (7ab). W zależności od warunków procesu oraz założonych efektów separacji permeat może zostać pobrany przez wylot umieszczony w strefie ogrzewanej (7a) lub zlokalizowany w strefie ochładzanej (7b) kapilar. Mieszanina gazów zawierająca składniki, które nie przeniknęły przez powierzchnię membrany, transportowana jest przez wylot retentatu (8), jak to ma miejsce w typowych układach membranowych.

Układ zaprezentowany na rys. 6 może pozwolić także na stabilizację procesu: w przypadku istotnie zmiennego składu mieszaniny gazowej, dostarczanej na wlot separatora, zmiana stosunku strumieni permeatu, pobieranych ze strefy ogrzewanej i chłodzonej, może prowadzić ostatecznie do uzyskania relatywnie niezmiennych parametrów permeatu. Jednakże w przypadku instalacji procesowych, charakteryzujących się bardzo wysoką zmiennością parametrów operacyjnych i składu transportowanych mieszanin, nawet stabilizacja produktu separacji przez regulację udziałów strumieni permeatu może okazać się niewystarczająca. W takiej sytuacji jedną z potencjalnie kluczowych zalet omawianego urządzenia jest jego modułowość. Jak wykazują badania, których wyniki przedstawiono na rys. 7 i rys. 8, intensywność procesu ochładzania i ogrzewania wskutek zjawiska termoakustycznego zależy od rodzaju gazu, w którym propaguje fala dźwiękowa, współczynnika blokady (w przybliżeniu stanowiącego stosunek połowy pola powierzchni kapilar do pola przekroju kanału akustycznego, zależność (1)) oraz względnej szerokości i położenia membrany kapilarnej.

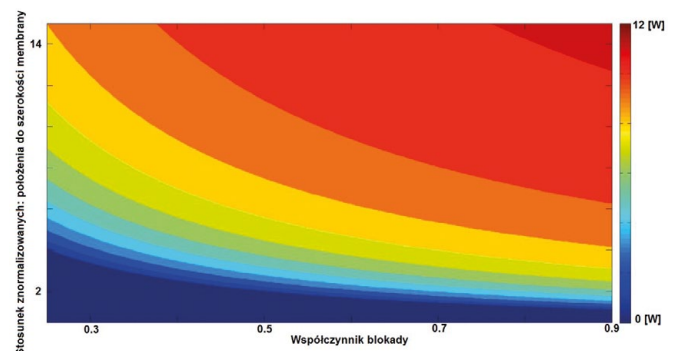
$$B \approx \frac{\frac{1}{2}A_m}{A_k} \quad (1)$$

gdzie: B – współczynnik blokady; A_m – pole powierzchni kapilar membrany; A_k – pole przekroju kanału akustycznego.

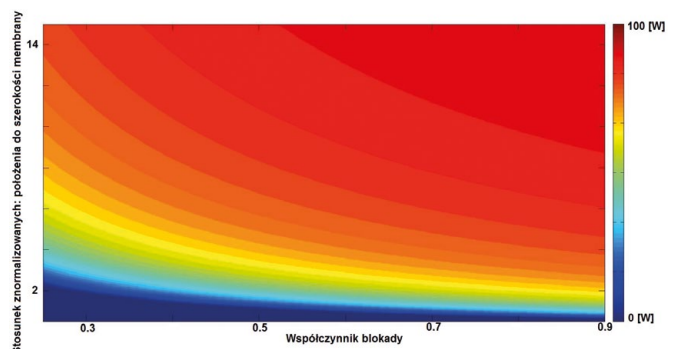
Analogicznie: nadmieniona długość ciała, wzdłuż którego pojawia się gradient temperatury, odpowiadająca szerokości



Rys. 6. Schemat modułu membranowego z termoakustycznym sterowaniem procesu separacji: 1 – zestaw kapilar polimerowych; 2 – kanał akustyczny; 3 – głośnik (źródło fali dźwiękowej); 4 – wlot mieszaniny gazów; 5 – wspólny kolektor wlotowy; 7a – wylot permeatu w strefie nagrzewanej; 7b – wylot permeatu w strefie ochładzanej; 8 – wylot retentatu



Rys. 7. Zależność osiągniętej mocy chłodniczej od wartości współczynnika blokady oraz stosunku znormalizowanych położenia i szerokości membrany dla azotu jako permeatu



Rys. 8. Zależność osiągniętej mocy chłodniczej od wartości współczynnika blokady oraz stosunku znormalizowanych położenia i szerokości membrany dla wodoru jako permeatu

membrany, jest stała i zależy od ilości wykorzystanych kapilar. Jednakże poprzez sekcijną budowę modułu membranowego możliwa jest modyfikacja położenia membrany względem źródła fali dźwiękowej. Przybliżenie zestawu kapilar tworzących membranę do głośnika lub jego odsunięcie w kierunku

zamkniętego krańca kanału akustycznego skutkuje znaczącą zmianą osiągniętej mocy chłodniczej oraz grzewczej, a tym samym – ograniczeniem lub intensyfikacją efektu podgrzewania lub chłodzenia kapilar. Należy podkreślić, że dla różnych gazów wypełniających kanał akustyczny – a w przypadku skonstruowanego modułu membranowego stanowiących produkt procesu separacji gazów – osiągnięcie zamierzonego efektu może wymagać jedynie drobnej korekty położenia membrany lub konieczności znacznego jej przesunięcia w kanale akustycznym.

Podsumowanie


Rozwój technologii membranowej umożliwia uzyskiwanie coraz to wyższych parametrów procesu separacji gazów, znajdującego szerokie zastosowanie w przemyśle [1, 16]. Jednakże ważnym zagadnieniem pozostaje kontrola procesu, szczególnie istotna przy zmiennych warunkach pracy układów separacji. Jak przedstawiono, istnieje szereg metod kontroli procesu, wykorzystujących różnorodne podstawy fizyczne i właściwości membran. Jednak praktycznie każda z metod obciążona jest ograniczeniami, uniemożliwiającymi jej zastosowanie we wszystkich obszarach zastosowań membran. Ograniczenia te wynikają między innymi z niebezpieczeństwa uszkodzenia membrany (na przykład poprzez jej nadmierne odkształcenie w wyniku niedokładności pomiaru jej naprężenia lub zapłonu separowanej mieszaniny w wyniku rozładowania zgromadzonego w obszarze membrany ładunku elektrycznego) czy trudności ich implementacji w instalacjach przemysłowych (na przykład w postaci kontroli temperatury całych zestawów modułów membranowych przy wykorzystaniu zewnętrznych źródeł ciepła lub chłodu).

Proponowane alternatywne rozwiązanie, tj. sterowanie parametrami procesowymi poprzez regulację temperatury przy wykorzystaniu zjawiska termoakustycznego, pozwoliłoby uniknąć niebezpieczeństwa wybuchu separowanej mieszaniny w przypadku, gdy co najmniej jeden jej składnik jest wybuchowy lub łatwopalny, zapewniając jednocześnie ułatwioną implementację w układach przemysłowych. Jednakże konieczne są dalsze badania nad tą technologią, uwzględniające m.in. identyfikację wpływu zmian składu gazu, związanego z występowaniem procesu separacji, na stabilność zjawiska termoakustycznego oraz opracowanie konstrukcji efektywnych separatorów membranowych wykorzystujących prezentowaną metodę sterowania.

Literatura

- [1] KOTOWICZ J., JANUSZ-SZYMAŃSKA K., WICIAK G.: *Technologie membranowe wychwyty dwutlenku węgla ze spalin dla nadkrytycznego bloku węglowego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia – Politechnika Śląska, Gliwice 2015.
- [2] BODZEK M., BOHDZIEWICZ J., KONIECZNY K.: *Techniki membranowe w ochronie środowiska*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
- [3] KALDIS S.P., SKODRAS G., SAKELLAROPOULOS G.P.: *Energy and capital cost analysis of CO₂ capture in coal IGCC processes via gas separation membranes*. „Fuel Processing Technology” 85/2004.

- [4] CZYPEREK M., ZAPP P., BOUWMEESTER H.J.M., MODIGELL M., EBERT K., VOIGT I., MEULENBERG W.A., SINGHEISER L., STOVER D.: *Gas separation membranes for zero-emission fossil power plants: MEM-BRAIN*. „Journal of Membrane Science” 359 /2010.
- [5] STRUBE R., MANFRIDA G.: *CO₂ capture in coal-fired power plants – impact on plant performance*. „International Journal of Greenhouse Gas Control” 5/2011.
- [6] WIJMANS J.G., BAKER R.W.: *The solution-diffusion model: a review*. „Journal of Membrane Science” 107/1995.
- [7] LIM H., HONG S.-I.: *Effects of polyether diamine on gas permeation properties of organic-inorganic hybrid membranes*. „Journal of Sol-Gel Science and Technology” 43/2007.
- [8] CHANG X., ZHU L., XUE Q., LI X., GUO T., LI X., MA M.: *Charge controlled switchable CO₂/N₂ separation for g-C10N9 membrane: Insights from molecular dynamics simulations*. „Journal of CO₂ Utilization” 26/2018.
- [9] DENG S., HU H., ZHUANG G., ZHONG X., WANG J.: *A strain-controlled C₂N monolayer membrane for gas separation in PEMFC application*. „Applied Surface Science” 441/2018.
- [10] CHOOI J.-Y., YUN T., KWAK S.-Y.: *Two-step thermoresponsive membrane with tunable separation properties and improved efficiency*. „Journal of Membrane Science” 554/2018.
- [11] SONG C., FAN Z., LI R., LIU Q., SUN Y., KITAMURA Y.: *Intensification of CO₂ separation performance via cryogenic and membrane hybrid process – Comparison of polyimide and polysulfone hollow fiber membrane*. „Chemical Engineering & Processing: Process Intensification” 133/2018.
- [12] REMIORZ L., DYKAS S., RULIK S.: *Numerical Modelling of Thermoacoustic Phenomenon as Contribution to Thermoacoustic Engine Model*. „Task Quarterly” 3/2010.
- [13] SWIFT G., WOLLAN J.: *Thermoacoustics for Liquefaction of Natural Gas*. „GasTIPS Fall” 4(8)/2002.
- [14] GRZYWNOWICZ K., REMIORZ L.: *Model numeryczny elementarnego termoakustycznego urządzenia chłodniczego*, „Rynek Energii” 131/2017.
- [15] REMIORZ L.: *Badania numeryczne i eksperymentalne akustycznej separacji CO₂*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015.
- [16] WICIAK G.: *The application of membrane separator arranged in series-parallel mode to removal of carbon dioxide from flue gases generated in heat and power industry*. „Desalination and Water Treatment” 64/2017.
- [17] Zgłoszenie patentowe z dn. 13.11.2018 r.: Sposób i urządzenie do lokalnej modyfikacji parametrów pracy separatora membranowego z wykorzystaniem zjawiska termoakustycznego, Kancelaria Ogólna UPRP.

 Krzysztof Grzywnowicz – e-mail: krzysztof.grzywnowicz@polsl.pl, Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska; Grzegorz Wiciak – e-mail: grzegorz.wiciak@polsl.pl, Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska, autor korespondujący

Zastosowanie polikrystalicznych ogniw krzemowych jako elastycznych pokryć fotowoltaicznych

Stanisław Maleczek, Marcin Szczepaniak, Wojciech Malicki, Kazimierz Drabczyk

1. Wstęp

Zaproponowane elastyczne pokrycie fotowoltaiczne [1, 4] (EPF) jest formą pośrednią pomiędzy sztywnym krzemowym ogniwem fotowoltaicznym a fotowoltaiką organiczną i cienko-warstwową, w aspektach elastyczności, trwałości oraz sprawności ogniwa. EPF cechuje się dobrą elastycznością (odpornością mechaniczną na wielokrotne zginanie), wysoką sprawnością (16,64% dla ogniwa EPF_02) oraz wieloletnim okresem użytkowania (około 15–20 lat). Podstawową zaletą takiego rozwiązania jest możliwość zwijania (np. na bębnie) i rozwijania na dowolnej powierzchni, łatwa obsługa oraz lekka konstrukcja.

Innowacyjny charakter zaproponowanego źródła zasilania zdefiniowany został poprzez zastosowanie elastycznego materiału z wbudowanymi ogniwami fotowoltaicznymi o małych wymiarach. Elastyczność EPF wynika zarówno z właściwości samego materiału podłoża, jak również ze sposobu rozmieszczenia i rodzaju ogniw fotowoltaicznych. Podstawową trudnością w wykonaniu EPF, którą udało się pokonać, było zapewnienie odpowiednich właściwości mechanicznych pokryciu. Problem ten został rozwiązany poprzez zastosowanie odpowiedniej struktury warstwowej pokrycia. Zaproponowane pokrycie EPF cechuje się nie tylko znaczną elastycznością umożliwiającą jego rolowanie, ale – co jest również bardzo istotne z punktu widzenia przyszłych użytkowników – możliwością odciążenia zadanej długości EPF bez utraty właściwości elektrycznych.

Streszczenie: Uzależnienie współczesnych urządzeń wojskowych od energii elektrycznej powoduje, że ich skuteczność i niezawodność zależy w bardzo dużym stopniu od ciągłości dostarczania energii elektrycznej oraz jej jakości. Rozwiązaniem zmniejszającym zagrożenie braku ciągłości zasilania może być elastyczne pokrycie fotowoltaiczne realizowane w ramach programu „GEKON – Generator Koncepcji Ekologicznych”. Dynamiczny rozwój źródeł odnawialnych powoduje znaczący spadek ich cen oraz polepszenie ich efektywności energetycznej. Wymienione zalety powodują, że konwencjonalne źródła prądu (np. zespoły prądotwórcze) w określonych wyżej przypadkach mogą być zastępowane przez źródła alternatywne.

Istotą projektu jest skonstruowanie innowacyjnego elastycznego pokrycia fotowoltaicznego wykonanego w oparciu o polikrysta-

liczne ogniwa krzemowe. W ramach projektu określono: sposób cięcia pojedynczych ogniw na mniejsze płytki, dobór elastycznego podłoża, rozmieszczenie płytek oraz rozwiązanie metody wykonania połączeń pomiędzy nimi, a także koncepcję systemu gromadzenia energii zintegrowanego z pokryciem.

Przedstawiono wyniki podstawowych badań pokrycia w zakresie pomiarów elektrycznych, elektroluminescencji oraz termoemisji. W oparciu o zrealizowane prace wykonano model elastycznego pokrycia fotowoltaicznego będącego bazą do dalszej realizacji projektu. Takie rozwiązanie ma na celu zapewnić dużą autonomię w praktycznie w każdej sytuacji kryzysowej, może być wykorzystane np. jako element dachów namiotów lub jako wyposażenie osobiste żołnierza.

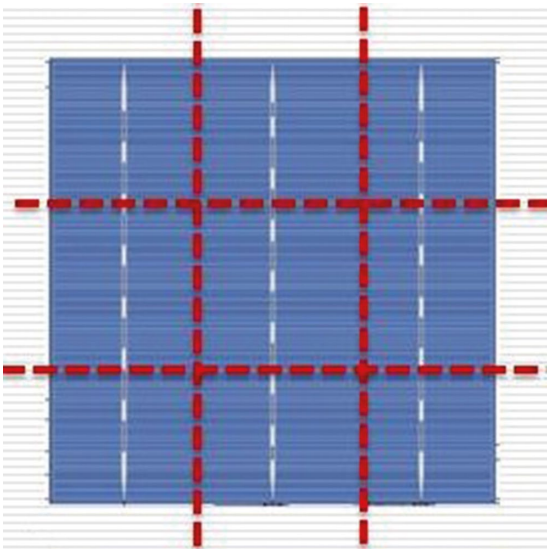
Słowa kluczowe: ogniwa słoneczne, system magazynowania energii, fotowoltaika

APPLICATION OF POLYCRYSTALLINE SILICON CELLS AS ELASTIC PHOTOVOLTAIC COVERS

Abstract: The dependence of modern military equipment on electricity means that their efficiency and reliability depend very much on the continuity of electricity supply and its quality. The solution to reduce the risk of power loss may be the flexible solar cover implemented under the „GEKON - Generator of Ecological Concepts” program. Dynamic development of renewable sources causes a significant drop in their prices and improvement of their energy efficiency. The aforementioned advantages mean that conventional power sources (eg power generating sets) in the above-mentioned cases can be replaced by alternative sources. The essence of the project is to construct an innovative elastic photovoltaic cover made based on polycrystalline silicon cells. The project defined: the method of cutting individual

cells into smaller plates, selection of a flexible substrate, arrangement of tiles and the solution of the method of making connections between them, as well as the concept of a system of accumulating energy integrated with the cover. The results of basic coverage tests in the field of electrical measurements, electroluminescence and thermoemission are presented. Based on the work carried out, a model of flexible photovoltaic cover was made which is the basis for further project implementation. This solution is intended to provide a large autonomy in practically every crisis situation, it can be used, for example, as an element of tent roofs or as a soldier's personal equipment

Keywords: solar cells, energy storage system, photovoltaics



Rys. 4. Przykład cięcia ogniw

lub trzy łańcuchy ogniw, połączone ze sobą równolegle. Dzięki takiemu połączeniu możliwe jest uzyskanie odpowiedniego napięcia i wydajności prądowej modułu.

W rozwiązaniu modelowym ogniwa słoneczne zostały połączone w sposób szeregowo-równoległy – rys. 5. Montaż poszczególnych ogniw i modułów słonecznych odbywa się za pomocą taśmy z miedzi ocynowanej z wykorzystaniem techniki lutowania miękkiego. Funkcję elastycznego podłoża pełnią tkaniny poliamidowe gumowane.

W kolejnym etapie przeprowadzonych prac polutowano ogniwa słoneczne i poddano je procesowi laminacji, uwzględniającemu następujące trzy warianty:

- z podkładką stabilizującą;
- ze szkłem zabezpieczającym przednią stronę ogniw;
- bez dodatkowych zabezpieczeń.

Proces laminacji przedstawiono na rysunku 6.

Architektura EPF była następująca:

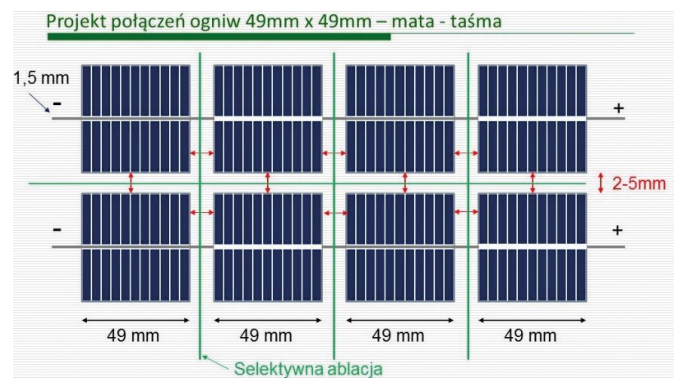
- tkanina / EVA / krzemowe ogniwo słoneczne / EVA / folia do laminacji;
- PET / EVA / krzemowe ogniwo słoneczne / EVA / folia do laminacji;
- tkanina / EVA / krzemowe ogniwo słoneczne / EVA / szkło hartowane.

4. Badania modelu pokrycia

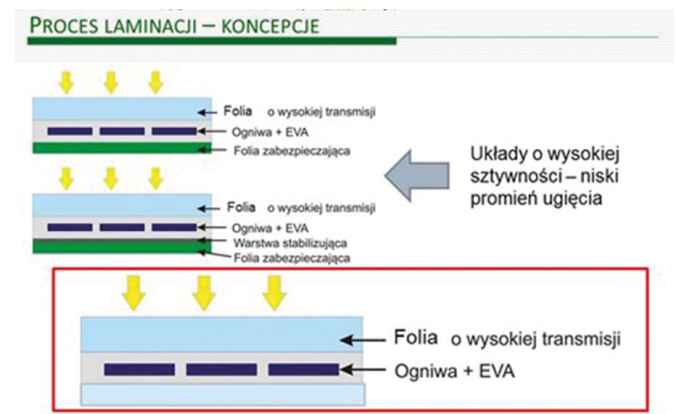
Badania [3, 5] miały na celu sprawdzenie parametrów elektrycznych wytworzonych próbek elastycznych pokryć fotowoltaicznych. W celu realizacji powyższych założeń przeprowadzono trzy etapy badań, obejmujące:

- analizę parametrów elektrycznych EPF przed i po uszkodzeniach mechanicznych;
- analizę jakości wykonania EPF metodą elektroluminescencji;
- analizę jakości wykonania EPF metodą termoemisji.

Po wstępnym zweryfikowaniu parametrów elektrycznych próbek w pierwszym etapie badań poddano je 50-krotnemu zginaniu, po czym ponownie zmierzono ich parametry



Rys. 5. Przykładowy wariant modelu pokrycia fotowoltaicznego

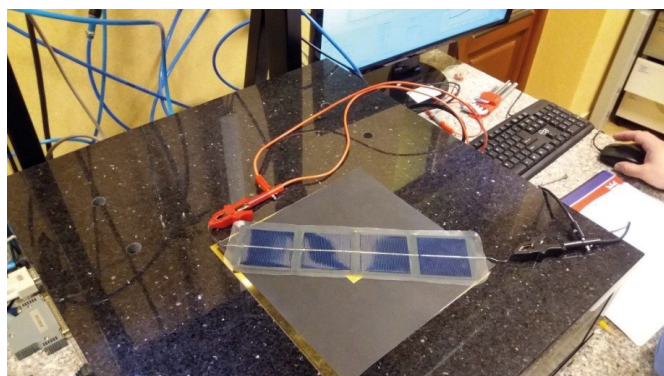


Rys. 6. Koncepcja procesu laminacji

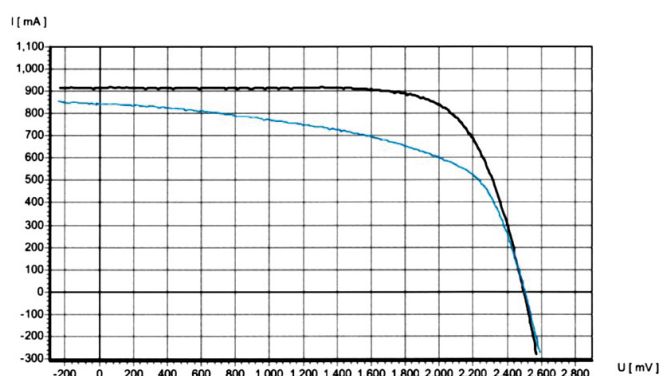
elektryczne. Badania te pozwoliły na określenie, która z wytworzonych próbek cechuje się najlepszą odpornością na narażenia mechaniczne. Parametrem oceny wpływu zastosowanego materiału bazowego na zwiększenie odporności pokrycia fotowoltaicznego EPF na narażenia mechaniczne był spadek wartości sprawności. W wyniku pomiarów wyznaczono charakterystyki prądowo-napięciowe $I = f(U)$ oraz parametry elektryczne (napięcie obwodu otwartego, prąd zwarcia ogniwa oraz sprawność). Przykładową próbkę elastycznego pokrycia (oznaczoną symbolem EPF_02) wykonano na tkaninie nośnej MP144/I (tkanina poliamidowa, biel surowa), przy zastosowaniu kopolimeru EVA (kopolimer etylenu i octanu winylu), ogniw fotowoltaicznych oraz folii do laminacji. Próbka ta nie posiada dodatkowych zabezpieczeń. Podłoża elastyczne (tkaniny) zostały wykonane przez firmę Lubawa SA.

Badania charakterystyk prądowo-napięciowych EPF wykonywano na stanowisku do badań ogniw fotowoltaicznych – rys. 7.

W wyniku badania otrzymano charakterystykę prądowo-napięciową określającą parametry elektryczne próbki, jak przedstawiono dla ogniwa EPF_02 na rysunku 8.



Rys. 7. Badania elektryczne elastycznego pokrycia

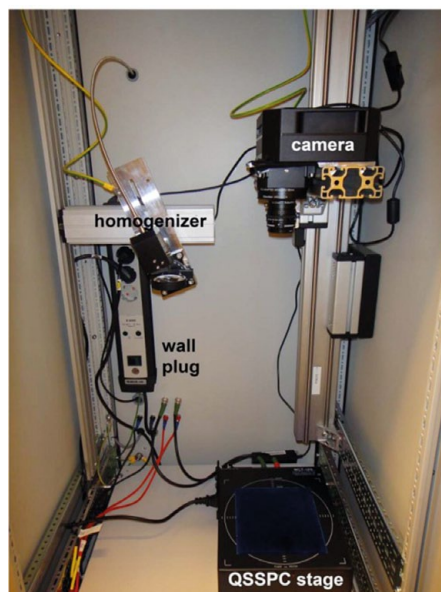


Rys. 8. Badania elektryczne elastycznego pokrycia

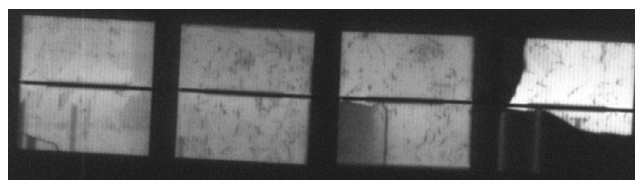
Podczas procesu produkcyjnego bardzo istotną kwestią jest badanie jakości wykonania elastycznego pokrycia fotowoltaicznego po procesie laminacji. Jest to szczególnie istotne, gdyż na tym etapie powstaje najwięcej defektów. Badanie jakości pokrycia wykorzystujące metodę elektroluminescencji jest bardzo dokładne, komplikuje ono jednak proces produkcyjny ze względu na stosunkowo długi czas ekspozycji próbki i konieczność zapewnienia braku oświetlenia w trakcie badania. W związku z tym wydawało się zasadnym wprowadzenie innej, prostszej metody o mniejszej dokładności, ale wystarczającej do wykrycia wadliwych produktów. Taką metodą jest badanie z wykorzystaniem kamery termowizyjnej. Kontrola pokrycia odbywa się w standardowym oświetleniu linii produkcyjnej. Na czas pomiaru segment pokrycia EPF jest zasilany w kierunku przewodzenia napięciem stałym o parametrach zbliżonych do wydajności fotowoltaicznej. Rozkład temperatury na powierzchni segmentu jest sprawdzany kamerą termalną. Uszkodzone fragmenty pokrycia mają niższą temperaturę niż fragmenty ogniwa nieuszkodzone (sprawne). Metoda ta jest szybka i może się sprawdzić w warunkach produkcyjnych.

Badanie jakości wykonania próbki z wykorzystaniem zjawiska elektroluminescencji [6] wykonano na stanowisku przedstawionym na rysunku 9.

Próbka pokrycia fotowoltaicznego na czas pomiaru jest umieszczona w komorze pomiarowej i zasilana w kierunku



Rys. 9. Widok systemu wraz z kamerą i homogenizером wiązki laserowej



Rys. 10. Obraz elektroluminescencji pokrycia EPF_02 i EPF_05



Rys. 11. Stanowisko do badań ogniów słonecznych z wykorzystaniem kamery termowizyjnej

przewodzenia napięciem stałym o parametrach zbliżonych do wydajności fotowoltaicznej. Rozkład elektroluminescencji na powierzchni próbki sprawdzano kamerą. Uszkodzone fragmenty próbki nie generowały promieniowania, co na zobrażeniu przedstawiono jako ciemny odcień szarości – rys. 10.

Podobnie jak w przypadku badania EPF metodą elektroluminescencji próbka fotowoltaicznego pokrycia w czasie pomiaru jest zasilana w kierunku przewodzenia napięciem stałym o parametrach zbliżonych do wydajności fotowoltaicznej. Rozkład termemisji na powierzchni próbki sprawdzano kamerą termalną. Uszkodzone fragmenty próbki nie generowały promieniowania,

co na obrazowaniu przedstawiono jako ciemny odcień fioleto – rys. 12.

Metodami elektroluminescencji, jak i termoemisji przebadano kilkanaście pokryć EPF na różnych podłożach. Wyniki badań pozwoliły stwierdzić, iż rodzaj stosowanej tkaniny nośnej w elastycznym pokryciu fotowoltaicznym ma niezwykle istotny wpływ na wartość sprawności EPF po uszkodzeniach mechanicznych. Uszkodzenia mechaniczne występować mogą w całym cyklu życia elastycznego pokrycia fotowoltaicznego, to jest w czasie:

- magazynowania;
- transportu;
- instalacji na miejscu pracy;
- obsługi w trakcie użytkowania.

Najbardziej korzystna z perspektywy ochrony ogniw fotowoltaicznych przed uszkodzeniami mechanicznymi okazała się próbka EPF_05 wykonana na tkaninie nośnej MP144/I, przy zastosowaniu kopolimeru EVA, ogniwa fotowoltaicznego, folii do laminacji oraz szkła hartowanego o grubości 1 mm – rys. 13.

W tym przypadku nie stwierdzono w obrazach elektroluminescencji uszkodzeń po poddaniu narażeniom mechanicznym. Główną przyczyną tak dobrej ochrony ogniw jest zastosowanie cienkiej warstwy szkła hartowanego jako przedniej warstwy elastycznego pokrycia fotowoltaicznego.

5. Prototyp elastycznego pokrycia

Jako pierwsze prototypowe rozwiązanie elastycznego pokrycia fotowoltaicznego przyjęto wariant bez układów gromadzenia energii przedstawiony na rysunku 14.

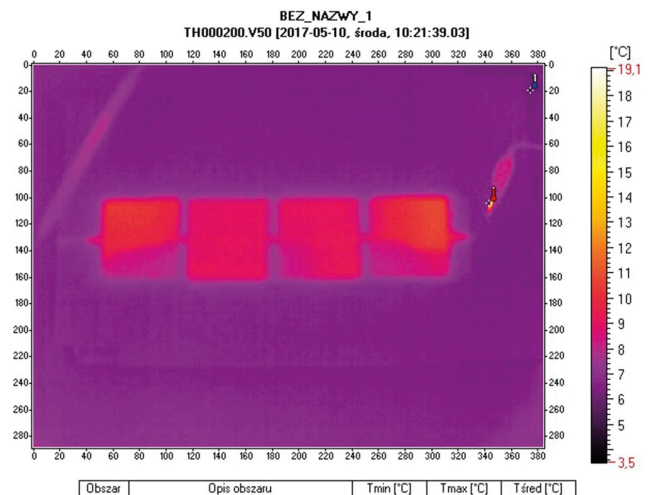
Podstawowy wariant EPF (jeden segment), w wersji produkcyjnej, charakteryzuje się następującymi parametrami:

- napięcie wyjściowe: 36 V;
- maksymalna moc: 30 W;
- wymiary (dł × szer × wys): 1,6 × 0,5 × 1,5 mm;
- masa: ok. 1,9 kg;
- dobra elastyczność, wysoka sprawność oraz wieloletni okres użytkowania;
- może być produkowane o dowolnej długości, co umożliwia łączenie segmentów w celu zwiększenia mocy sumarycznej.

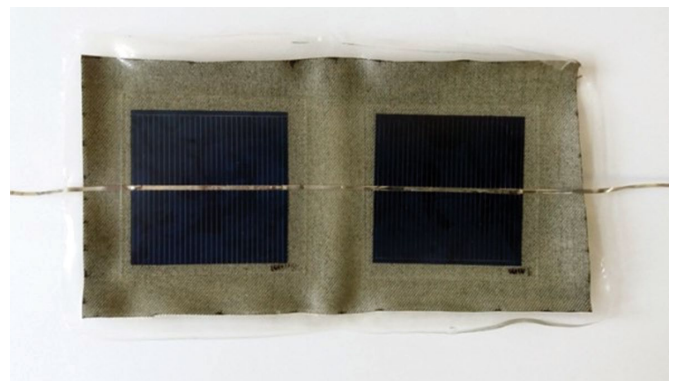
Przy realizacji rozwiązania EPF zawierającego magazyny energii [2] przewidziano zintegrowanie grup akumulatorów z elastycznym podłożem zawierającym ogniwa słoneczne. Do tego celu wybrano akumulatory litowo-jonowe LFP typu „pouch”, których cechą charakterystyczną jest niewielka grubość. Do grupy składającej się z 8 ogniw dedykowany byłby regulator ładowania i akumulator. Każda grupa 8 ogniw stanowiłaby autonomiczny element baterii fotowoltaicznej zaopatrzonej we własny regulator ładowania i akumulator litowo-jonowy. Połączenie grup jak przedstawiono na rysunku 14 pozwoli uzyskać segment stanowiący źródło energii o wartości napięcia wyjściowego rzędu 32 V i umożliwiającą pobór prądu ograniczony parametrami akumulatorów.

6. Podsumowanie

Elastyczne pokrycie fotowoltaiczne przeznaczone jest do budowy awaryjnego źródła zasilania bądź wytworzenia generatora prądu elektrycznego w miejscu nieposiadającym żadnej



Rys. 12. Obraz termalny pokrycia EPF_02 i EPF_05



Rys. 13. Próbką EPF_05 – widok z przodu



Rys. 14. Prototyp elastycznego pokrycia fotowoltaicznego




infrastruktury energetycznej. Podstawowym odbiorcą elastycznych pokryć fotowoltaicznych (EPF) mogą być Siły Zbrojne RP, a także instytucje takie, jak: Policja, Straż Graniczna, Służby Ratownicze oraz odbiorca indywidualny. Osiągniętym efektem projektu jest wytworzenie prototypu EPF, jak również opracowanie procesów technologicznych. W ramach realizacji wykonano trzy prototypy jako wersje przedprodukcyjne EPF. Pierwszy wariant zawiera tylko ogniwa słoneczne, dwa pozostałe wyposażone są dodatkowo w układy gromadzenia energii. Dzięki zastosowaniu układów gromadzenia energii możliwe jest wykorzystanie pokrycia jako źródła prądu elektrycznego przy braku światła słonecznego. Popyt na proponowane rozwiązanie EPF w dużej mierze zdeterminowany będzie przez stosunkowo łatwy montaż i nieskomplikowany sposób użytkowania tego typu urządzeń.

Literatura

- [1] DRABCZYK K., MALECZEK S., STOGA D.: *Koncepcja quasi-elastycznych mozaikowych baterii słonecznych*. „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania” 54/2013.
- [2] DRABCZYK K., MALECZEK S., STOGA D.: *Koncepcja pozyskiwania i magazynowania energii na powierzchni z wykorzystaniem quasi-elastycznych mozaikowych baterii słonecznych*. „Elektronika” 8/2015.

- [3] MALECZEK S., MALICKI W., DRABCZYK K., CEBRAT A.: *Badanie elastycznych paneli fotowoltaicznych w aspekcie zastosowań militarnych*. „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania” 55/2014.
- [4] DRABCZYK K., MALECZEK S., PANEK P.: *Quasi-elastyczne mozaikowe taśmy fotowoltaiczne*. „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania” 55/2014.
- [5] DRABCZYK K., MALECZEK S.: *Badanie układów warstw zabezpieczających i kontaktów elektrycznych do zastosowań w quasi-elastycznych taśmach fotowoltaicznych*. „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania” 56/2015.
- [6] LIPIŃSKI M., KULESZA G., STAROWICZ Z.: *Obrazowanie luminescencyjne do charakteryzacji ogniwa i modułów fotowoltaicznych*. „Elektronika” 8/2014.

 dr inż. Stanisław Maleczek, dr inż. Marcin Szczepaniak,
inż. Wojciech Malicki - Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej;
Kazimierz Drabczyk - Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
PAN

artykuł recenzowany

WYDARZENIA

● Danfoss buduje przyjazne dla środowiska centra danych we współpracy z Hewlett Packard Enterprise

Budowa nowych centrów danych firmy Danfoss otwiera kolejny rozdział w procesie transformacji cyfrowej, jakiej wymaga solidna infrastruktura informatyczna wspierająca rozwój firmy. Do ich budowy Danfoss wykorzysta własne efektywne energetycznie technologie, które zademonstrują, w jaki sposób możemy zminimalizować wpływ wciąż zwiększającej się ilości przetwarzanych danych na klimat naszej planety. W chwili obecnej około 10% energii zużywanej na świecie wykorzystywane jest w obszarze technologii informatycznych.

Danfoss będzie miał szansę wykorzystać swoje własne technologie w praktyce, tworząc nowe, efektywne energetycznie centra danych zlokalizowane w pobliżu siedziby firmy. Będą w nich przechowywane duże ilości danych wymagających natychmiastowej dostępności, stworzonych za pomocą nowych inteligentnych platform IT w ramach cyfrowej transformacji firmy. Zabezpieczono najważniejszą kwestię, czyli nieprzerwany dostęp do danych i usług, który aktualnie plasuje się na poziomie 99,9999999999996%.

– Budujemy nowy, efektywny energetycznie i ekonomicznie dom dla naszych danych i aplikacji, równocześnie zmierzając w kierunku usług świadczonych w chmurze. Dużym wyzwaniem stojącym przed przemysłem jest właściwe wykorzystanie najważniejszych cech obu tych technologii: potencjału centrum danych wspierającego inteligentne i wysoce specjalistyczne zastosowania produkcyjne oraz nieustannie rosnącej liczby usług oferowanych w chmurze, a także możliwości

rozwoju, jakie to rozwiązanie stwarza. Jesteśmy przekonani, że nasza hybrydowa koncepcja, będąca połączeniem centrów danych oraz chmury, pozwoli nam na zwiększenie innowacyjności oraz efektywności naszych kompleksowych rozwiązań IT – powiedział Sune Tornbo Baastrup, Senior Vice President oraz Chief Information Officer w Danfoss.

Centra danych będą składały się z modułów pozwalających firmie Danfoss na ich rozbudowywanie, dostosowując je do ilości przechowywanych przez nie danych. Danfoss jest światowym liderem w obszarze opracowywania technologii efektywnych energetycznie, a centra danych należące do firmy będą przykładem tego, jak technologie mogą wspomagać zmniejszanie zużycia energii w tego typu budynkach.

Możliwe jest zaoszczędzenie znacznych ilości energii zużywanych do chłodzenia serwerów w centrach danych. Danfoss specjalizuje się w opracowywaniu technologii i rozwiązań pozwalających na zaoszczędzenie ponad 50 proc. energii wykorzystywanej w ten sposób. Firma posiada również technologie umożliwiające wykorzystanie energii cieplnej wytwarzanej w centrach danych poprzez przesłanie jej do miejskich sieci ciepłowniczych, na czym skorzystać mogą zarówno ich klienci, jak również nasza planeta i klimat.

Hewlett Packard Enterprise szacuje, że 10% energii zużywanej na świecie wykorzystywane jest przez systemy teleinformatyczne. Dlatego też nieustanny wzrost ilości przetwarzanych danych wymaga podjęcia wysiłków zmierzających do zmniejszenia negatywnego wpływu procesu cyfryzacji na klimat naszej planety.

Źródło: Danfoss Poland

BIBLIOTEKA



Helena Dodziuk
Druk 3D/AM. Zastosowania oraz skutki społeczne i gospodarcze
 Wydawnictwo Naukowe PWN
 Rok wydania: 2019

Druk 3D to tzw. wytwarzanie przyrostowe, po angielsku *Additive Manufacturing*, AM. Ten ostatni termin stosuje się obecnie głównie do wytwarzania przemysłowego. Publikacja w sposób kompleksowy przedstawi najnowocześniejszą wiedzę o zastosowaniu tej technologii, która zresztą ma już od dawna praktyczne zastosowanie (na świecie i w Polsce).

W książce tej – unikalnym przewodniku po zastosowaniu druku 3D/AM w przemyśle, medycynie, sztuce i nie tylko – Czytelnik będzie miał niezwykłą okazję do zapoznania się z tą najnowszą technologią wytwarzania, zmieniającą przemysł i w coraz większym stopniu życie codzienne. Jest on częścią trzeciej (czwartej?) rewolucji przemysłowej. Druk 3D/AM odgrywa również istotną rolę w Polsce.

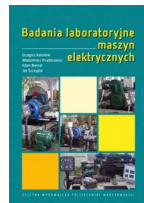
Czytelnik będzie miał okazję przeczytać przykładowo o:

- zaletach i wadach technologii 3DP;
- walce firm, które chcą na tej technologii zarabiać, z entuzjastami, którzy uważają, że (podobnie jak internet) dostęp do informacji o niej powinien być bezpłatny;
- stronach internetowych z bezpłatnymi (i/lub płatnymi) wzorami do wydrukowania;
- licznych zastosowaniach tej technologii – np. w medycynie, przemyśle lotniczym, kosmicznym, motoryzacyjnym, spożywczym etc.;
- implikacjach związanych z upowszechnianiem się tej metody druku dla edukacji, ekologii czy popytu na pracę;
- fascynujących projektach artystycznych wykorzystujących druk 3D;
- skomplikowanej sytuacji prawnej w tej dziedzinie;
- skutkach gospodarczych i społecznych druku 3D/AM.



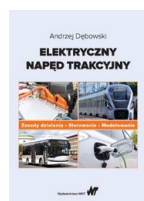
Andrzej Dębowski
Automatyka. Technika regulacji
 Wydawnictwo Naukowe PWN
 Rok wydania: 2019, wydanie pierwsze

Książka jest poświęcona zagadnieniom projektowania jednoobwodowych układów automatycznej regulacji, stanowiących podstawowy element wielu bardziej złożonych systemów automatyki. Wprowadza czytelników posiadających już teoretyczną wiedzę z podstaw automatyki oraz tych, którzy mają problemy z bieżącą eksploatacją systemów automatyki, w zagadnienia dotyczące układów regulacji. Zawiera cenne wskazówki i opisy rozwiązań nadających się do bezpośredniego zastosowania.



Grzegorz Kamiński, Włodzimierz Przyborowski,
 Adam Biernat, Jan Szczypior
Badania laboratoryjne maszyn elektrycznych
 Wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki
 Warszawskiej
 Rok wydania: 2018

Podręcznik obejmuje badania maszyn w stanach ustalonych, czyli wyznaczanie charakterystyk maszyn dla podstawowych stanów, do których zalicza się: stan jałowy, stan zwarcia, obciążenie i charakterystyki, określane umownie mianem charakterystyk eksploatacyjnych. Podjęto w nim próbę przedstawienia korelacji wyznaczanych charakterystyk, parametrów i wielkości fizycznych z badanymi stanami pracy maszyn, przyjętymi metodami, układami i technikami pomiarowymi.



Andrzej Dębowski
Elektryczny napęd trakcyjny
 Wydawnictwo: PWN
 Rok wydania: 2019

Jest to kolejna książka z zakresu automatyki i teorii napędów Autora serii PWN: Automatyka. Tym razem prof. Dębowski dokonuje praktycznej analizy zasad budowy i działania trakcyjnych napędów elektrycznych.

Publikacja w możliwie przystępny sposób zaznajomi Czytelników zajmujących się projektowaniem i eksploatacją WSPÓŁCZESNYCH NAPĘDÓW TRAKCYJNYCH z najważniejszymi użytecznymi sposobami sterowania tych napędów.

Autor, inżynier automatyk, prowadzący przez całe zawodowe życie aktywną działalność naukową i wdrożeniową we współpracy z przemysłem, będąc jednocześnie cały czas nauczycielem akademickim, przekazuje Czytelnikom bardzo interesującą i nowoczesną wiedzę dotyczącą napędów trakcyjnych.

Ten uniwersalny podręcznik wydawnictwo PWN kieruje do studentów uczelni technicznych – automatyki i robotyki, mechatroniki, transportu, ale również do praktyków – inżynierów, automatyków i mechatroników.

TEMATYKA

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 6 (242)

Rok XXI
Czerwiec 2019

- Przemysł maszynowy, innowacje
- Przemysł 4.0
- Termowizja, monitoring, układy regulacji
- Inteligentny budynek
- Robotyka
- Oprogramowanie, sieci przemysłowe
- Systemy informatyczne



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl

Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32-755 19 17

1/2019 (237)

2/2019 (238)

3/2019 (239)

4/2019 (240)

5/2019 (241)

6/2019 (242)

7-8/2019 (243-244)

9/2019 (245)

10/2019 (246)

11/2019 (247)

12/2019 (248)

PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przysyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Wydawnictwo Druk-Art SC nr konta: 57 1560 1140 0000 9090 0004 0921

Wysyłając powyższy formularz, wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych zgodnie z ustawą z dn. 29.08.1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883).

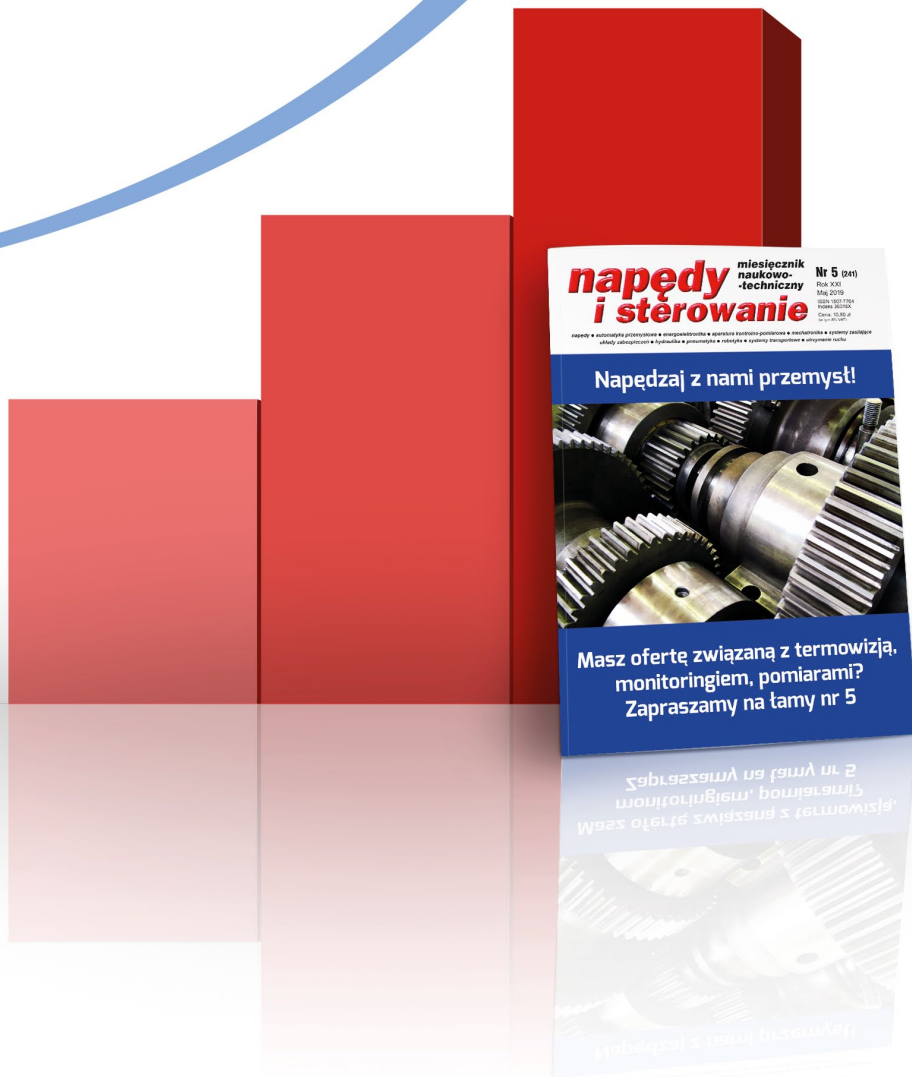
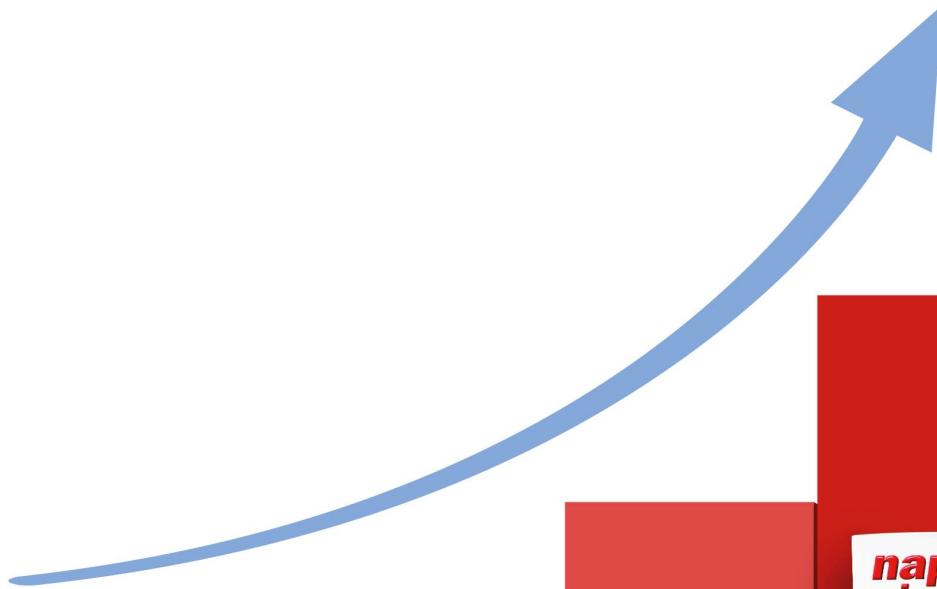
Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, www.nis.com.pl/nis/prenumerata;
- pocztę elektroniczną, e-mail: prenumerata@drukart.pl.

lub za pośrednictwem:

- Wydawnictwa SIGMA NOT, tel./fax 22-840 35 89;
- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22-693 70 00 (godz. 7⁰⁰–17⁰⁰) www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12-412 75 60;
- KOLPORTER SA, tel. 22-355 04 10.

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32-755 15 74.




Postaw na rozwój


Nowe zawory z serii VUVG i VUVS

Kluczowe funkcje w atrakcyjnej cenie

FESTO

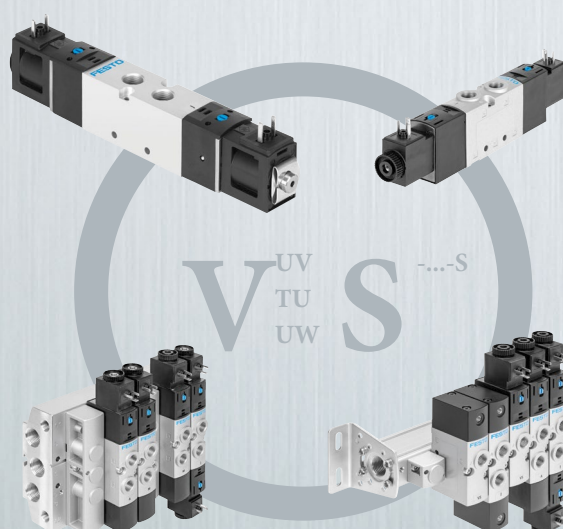
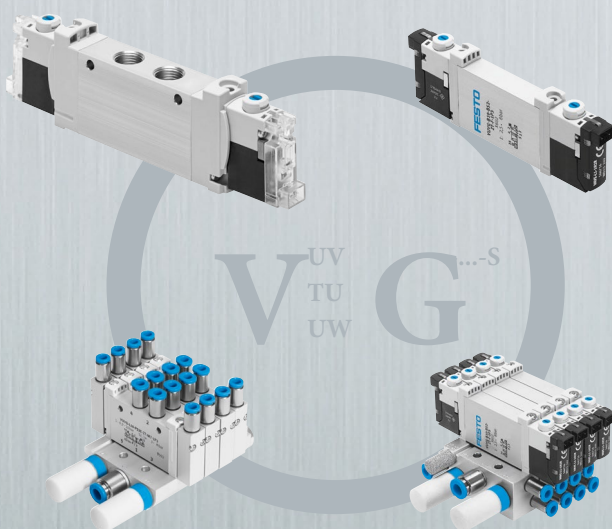


Zawory VUVG
Kompaktowe
z wysokimi
przepływaniami



Zawory VUVS
Mocna konstrukcja
o dużej
żywołności

Zawory VUVG i VUVS należą do Podstawowego Programu Produkcyjnego Festo ★



Podstawowy Program Produkcyjny Festo

- ★ **Szybka dostawa:** produkty gotowe do wysyłki w ciągu 24 godzin
- ★ **Łatwe zamawianie:** wystarczy kilka kliknięć, aby zamówić produkty online
- ★ **Niezawodne działanie:** wysoka jakość po atrakcyjnej cenie
- ★ **Ponad 2200 różnych produktów** dostępnych w magazynach na całym świecie

www.festo.pl/VUVG

www.festo.pl/VUVS