

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

Nr 5 (205)

Rok XVIII

Maj 2016

ISSN 1507-7764

Indeks 36018X

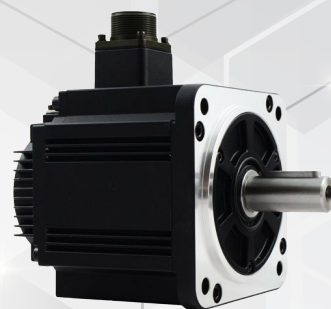
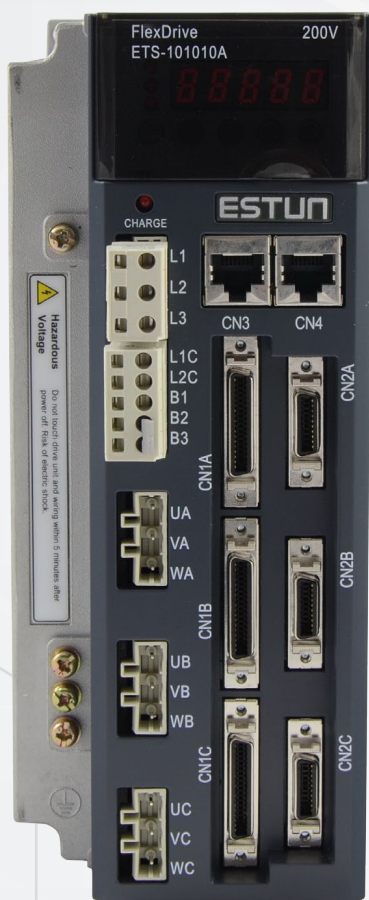
Cena: 10,80 zł  
(w tym 8% VAT)

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

Nowość w ofercie: serwonapęd 3-osiowy

## ESTUN

# 1 NAPĘD - 3 SILNIKI



Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (201) Styczeń	<b>NAPĘDY I STEROWANIA HYDRAULICZNE I PNEUMATYCZNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatykacja w górnictwie</li> <li>• Automatykacja produkcji</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Monitoring i systemy sterowania</li> <li>• Utrzymanie ruchu</li> <li>• Automatykacja transportu szynowego</li> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Napędy i technologia płynów</li> </ul>
2 (202) Luty	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Termowizja</li> <li>• Aparatura kontrolno-pomiarowa</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> </ul>
3 (203) Marzec	<b>EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> <li>• Automatykacja produkcji i procesów</li> </ul>
4 (204) Kwiecień	<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulika w technice mobilnej</li> <li>• Sterowanie procesami</li> <li>• Efektywność energetyczna</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych</li> <li>• Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji</li> <li>• Przesył energii</li> </ul>
5 (205) Maj	<b>MONITORING I POMIARY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Napędy hybrydowe</li> <li>• Diagnostyka</li> </ul>
6 (206) Czerwiec	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termowizja, monitoring, układy regulacji</li> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Robotyka</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Systemy informatyczne</li> </ul>
7/8 (207/208) Lipiec/Sierpień	<b>SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Automatykacja transportu szynowego</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (209) Wrzesień	<b>AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Automatyka w przemyśle maszynowym</li> <li>• Układy regulacji automatycznej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu</li> </ul>
10 (210) Październik	<b>BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYSŁE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Inteligentne układy zasilania</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Hydraulika, pneumatyka i sterowanie</li> <li>• Napędy hybrydowe i elektryczne</li> </ul>
11 (211) Listopad	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Sterowniki PLC i systemy sterowania</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Innowacje wod.-kan.</li> </ul>
12 (212) Grudzień	<b>INTELIGENTNY BUDYNEK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle maszynowym</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> <li>• Technologie próżniowe i sprężonego powietrza</li> </ul>



**Adres redakcji:**

47-400 Racibórz  
ul. Śródkowa 5  
skr. poczt. 10  
tel./fax 32-755 19 17, 32-755 23 23  
e-mail: redakcja.nis@drukart.pl  
Internet: www.nis.com.pl

**Wydawca:** Wydawnictwo „Druk-Art” SC**Skład:** Wydawnictwo „Druk-Art” SC**Redaguje Zespół:** Katarzyna Zając,  
Monika Gomółka, Ryszard Klencz, Joanna Jara**Redaktor naczelna:** Katarzyna Zając  
tel./fax 32-755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl**Redakcja techniczna:** Grzegorz Drobný  
tel. 32-755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl**Dział prenumerat:** Norbert Klencz  
tel./fax 32-755 15 74 • e-mail: prenumerata@drukart.pl**Marketing:** Estera Krauze  
tel./fax 32-755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl**Redaktor statystyczny:** Joanna Jara**Rada Programowa:**

- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender,
- prof. Marek Bergander (University of Hartford USA),
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski,
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk,
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski,
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich,
- prof. zw. dr hab. inż. Waclaw Kollek (Przewodniczący),
- prof. dr hab. inż. Andrzej Korczak,
- Ph. D., Ing. Jacek Paraszcak (Université LAVAL),
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawełski,
- dr hab. inż. Krzysztof Pietrusiewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Piróg,
- prof. Jacek S. Stecki (Department of Mechanical Engineering, Monash University, Australia)
- dr 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. Waclaw Kollek**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. 1027). Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy bezpłatnie wszystkie 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!

**T**egoroczna wiosna szczególnie obfituje w wydarzenia branżowe, bardzo cenne dla automatyki, której znaczenie nieustannie rośnie nie tylko dla polskiego, ale i europejskiego przemysłu. Jak się bowiem okazuje, produkować trzeba dziś ekonomicznie i ekologicznie, a bez automatyzacji przemysłu trudno być konkurencyjnym na globalnym rynku. Tę walkę o dominację wspierają m.in. liczne imprezy branżowe, które służą wiedzę w formie kompleksowej oferty, jak produkować szybko i wydajnie. Za nami Targi Hannover Messe, a przed nami organizowane w cyklu dwuletnim monachijskie Targi AUTOMATICA. Trudno oprzeć się wrażeniu, że imprezy te z roku na rok rozwijają się, choć – przyznać trzeba – w różnym tempie. Patrząc w przyszłość automatyki, z którą nierozzerwalnie jest związany dalszy rozwój przemysłu, coraz częściej mówi się o jej ewolucji w kierunku technologii energooszczędnych.

Dynamiczny postęp w przemyśle oraz stale rosnąca konkurencja wymuszają wprowadzanie coraz nowocześniejszych, bezpieczniejszych i niezawodnych rozwiązań w zakresie produkcji, której utrzymanie i ciągłość jest dużym wyzwaniem dla służb technicznych zajmujących się systemami monitoringu, pomiaru i diagnostyki. Odpowiednia wiedza z zakresu interpretacji oraz wykorzystania danych pomiarowych stanowi bowiem gwarancję zwiększenia efektywności oraz bezpiecznego funkcjonowania urządzeń i systemów pracujących w zakładzie przemysłowym

Kierunek rozwoju urządzeń pomiarowych oraz systemów sterowania, jako nieodłącznych elementów każdej instalacji przemysłowej, zaczyna kształtować koncepcja czwartej rewolucji przemysłowej. Podniesienie efektywności zakładów produkcyjnych, zwiększenie innowacyjności czy lepsze zarządzanie i planowanie produkcji wymaga dostępu do bieżących danych, pochodzących wprost z produkcji. Dzisiaj wdrożone technologie zintegrowanych systemów, wraz z elektroniką, oprogramowaniem, czujnikami oraz interfejsami, sprawiają, że komunikacja między urządzeniami staje się rzeczywistością. Szybkość komunikacji sięgająca kilku gigabitów, wysoka przepustowość, determinizm w komunikacji czy mechanizmy redundancji gwarantujące dostęp do danych w najbliższej przyszłości będą standardem większości urządzeń oraz systemów automatyki przemysłowej. Patrząc na rozwój techniki bardziej wizjonersko, można nie tylko inwestować w badania i kontrolę urządzeń, ale dzięki takiemu przedsięwzięciu umożliwić drobiazgowo i ciągle kontrolowanie w wielu miejscach procesów i obiektów w celu wytwarzania wysokiej jakości produktów lub lepszego wykorzystania mediów. Tym samym – odnieść finansowe korzyści.

Tymczasem zapraszam do lektury miesięcznika „Napędy i Sterowanie”, gdzie znajdą Państwo ciekawe spojrzenie przedstawicieli polskiej nauki na metody diagnostyki m.in. silników indukcyjnych klatkowych czy maszyn elektrycznych; jak również wiele innych interesujących zagadnień technicznych.

Katarzyna Zając  
Redaktor naczelna





**Str. 14**

Zespoły łożyskowe Elesa+Ganter



**Str. 16**

ESTUN - oferta, innowacyjne rozwiązania oraz zapowiedzi nowych produktów w branży serwonapędów



**Str. 20**

NXP System Drive - modułowy napęd systemowy. Marka VACON® uzupełnia ofertę Danfoss Drives



**Str. 24**

Mniejsze od pudełka zapalek. Solidne czujniki optyczne w miniaturowej obudowie

## CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 104 Biblioteka
- 105 Konferencje, seminaria, szkolenia...

## Nauka

- 68 Diagnostyka klatki we współczesnych zabezpieczeniach silników indukcyjnych - M. Rad
- 72 Diagnostyka maszyn elektrycznych z magnesami trwałymi - wybrane metody - M. Barański, A. Decner
- 80 Sterowanie ślizgowe wielofazowym silnikiem indukcyjnym klatkowym - J. Listwan, K. Pieńkowski
- 88 Metoda sterowania z korektą kąta załączenia silnika BLDC bezzałogowego aparatu latającego - P. Bogusz, M. Korkosz, J. Prokop, P. Wygonik
- 96 Wykrywanie uszkodzeń łożysk tocznych i klatek wirników silników indukcyjnych w oparciu o sygnały akustyczne - J. Starczyński, M. Sułowicz

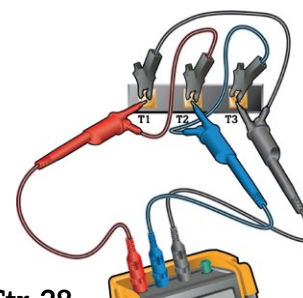
## Technologie i produkty

- 11 System monitorowania prasy - DIMECO
- 12 Stopy wahliwe z możliwością kotwienia - seria LV.FO oraz LVQ.FO - Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.
- 14 Zespoły łożyskowe Elesa+Ganter - Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.
- 15 CFSW - zawias z wyłącznikiem bezpieczeństwa - Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.
- 16 **TEMAT Z OKŁADKI:** ESTUN - oferta, innowacyjne rozwiązania oraz zapowiedzi nowych produktów w branży serwonapędów - K. Gołąb - Multiprojekt
- 20 **TEMAT Z OKŁADKI:** NXP System Drive - modułowy napęd systemowy. Marka VACON® uzupełnia ofertę Danfoss Drives - K. Kania - Danfoss Poland Sp. z o.o.
- 22 **TEMAT Z OKŁADKI:** Współpraca przetwornicy Danfoss FC202 Aqua Drive z pompami głębinowymi - K. Kubicki - Danfoss Poland Sp. z o.o.
- 24 Mniejsze od pudełka zapalek. Solidne czujniki optyczne w miniaturowej obudowie - Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.
- 26 Produkt roku 2015 - Przetwornica częstotliwości SK200E firmy NORD - NORD Napędy Sp. z o.o.
- 28 Pomiary w technice napędowej - K. Bielecki - Fluke Europe B.V.
- 31 Logika w przemiennikach, czyli moduł logiczny DeviceLogix w napędach PowerFlex serii 750 - T. Depta - RACcontrols Sp. z o.o.
- 33 Maszyna Stauff do wstępnego i końcowego zacinania pierścieni - Stauff Polska Sp. z o.o.
- 34 WL200 - nowy kompaktowy falownik - Zeltech Mechatronika Sp. z o.o.
- 36 Historia i oferta firmy Ciesse S.r.l. - CIESSE S.r.l.
- 39 Softstarty średniego napięcia VS65 - BTT AUTOMATYKA Sp. z o.o.
- 41 Noratel - lider urządzeń indukcyjnych - Noratel Sp. z o.o.
- 43 Falownik dla silników jednofazowych z kondensatorem pracy serii SXE - J. Sobczak - TERM Tomasz Sobczak
- 44 Przemienneiki częstotliwości ABB zasilane energią słoneczną - A. Nowak - ABB Sp. z o.o.

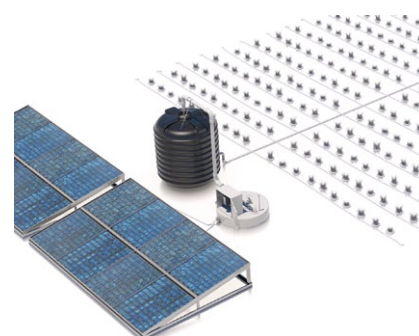
- 46 Kompleksowa ochrona przed przepięciami instalacji zasilania również dla maszyn. Nowa rodzina ograniczników wykonanych w technologii Safe Energy Control - F. Lenzmeier - Phoenix Contact Sp. z o.o.
- 49 Nowy sterownik z ekranem 7" firmy UNITRONICS - ELMARK Automatyka Sp. z o.o.
- 50 Układ energoelektroniczny „z półki” ograniczający ryzyko awarii pojazdów elektrycznych i hybrydowych - Semikron Sp. z o.o.
- 53 Enkoder w ciągu 24 godzin? - Kubler Sp. z o.o.
- 53 Stacja nalewczą do załadunku kontenerów IBC i beczek - NS Automatyka Sp. z o.o.
- 54 Wyłączniki MICO od Murrelektronik - Murrelektronik Sp. z o.o.
- 56 Predykcja diagnostyka maszyn w oparciu o sterowniki PLC AC500 firmy ABB - ABB Sp. z o.o.
- 59 Urządzenia pomiarowe i SCADA - P.P.H. WObit E. K. J. Ober s.c.
- 63 Fundusze norweskie i EOG wspierają kształcenie z zakresu napędu elektrycznego - Politechnika Śląska

## Informacje branżowe

- 30 29 Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB 2016 odbędą się w dniach od 13 do 15 września br.
- 38 Po słonecznej stronie energetycznych targów. ENEX i ENEX Nowa Energia 2016 z sukcesem
- 40 Targi ITM Polska odpowiedzą na zapotrzebowanie polskiego rynku
- 52 Druga edycja Targów InEnerg®. OZE + Efektywność Energetyczna już za nami!
- 58 Badania, wdrożenia i inwestycje - jak zrozumieć programy unijne - A. Szymczak - MS-CONSULTING
- 60 RAPORT Z TARGÓW Logistex i SilesiaKOMUNIKACJA 2016
- 64 Nowoczesne technologie zmieniają polski mikś energetyczny
- 66 KOMEKO 2016 - R. Klencz



**Str. 28**  
Pomiary w technice napędowej



**Str. 44**  
Przełączniki częstotliwości ABB zasilane energią słoneczną



**Str. 59**  
Urządzenia pomiarowe i SCADA

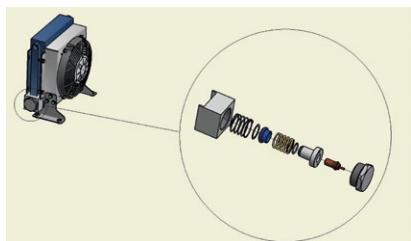
## Indeks reklam

▷ ABB ..... 6, 45, 57	▷ HIWIN ..... 73	▷ Pepperl+Fuchs ..... 8, 25
▷ AUTOMATICA 2016 ..... 85	▷ IOW TRADE ..... 7, 77	▷ Phoenix Contact ..... 10, 47
▷ Befared ..... 75	▷ ITM Polska ..... 40	▷ Politechnika Śląska ..... 63
▷ BTT AUTOMATYKA ..... 39	▷ Konferencja Automatyków RYTRO ..... 42	▷ RAControls ..... 9, 31
▷ CIESSE ..... 6, 37	▷ Kubler ..... 7, 53	▷ Robotyka.com ..... 7
▷ Danfoss Poland ..... 10, 108	▷ MBI ..... 69	▷ SANYU Sobczak ..... 9, 43
▷ DIMECO ..... 11	▷ MEGADYNE ..... 71	▷ Semikron ..... 51
▷ ELDAR ..... 61	▷ MS-CONSULTING ..... 58	▷ Siemens ..... 79
▷ Eles+Ganter Polska ..... 10, 13	▷ Multiprojekt ..... 1, 8	▷ STAUFF Polska ..... 33
▷ Elmark Automatyka ..... 7, 49	▷ Murrelektronik ..... 6, 55	▷ STEINLEN Polska ..... 65
▷ Energetab ..... 30	▷ Noratel ..... 8, 41	▷ WObit ..... 9, 59
▷ Energoelektronika.com.pl ..... 58	▷ NORD Napędy ..... 27	▷ Zeltech Mechatronika ..... 35
▷ Fluke Europe ..... 11, 29	▷ NOWIMEX ..... 81	
▷ HaPeS ..... 95	▷ NS Automatyka ..... 53	

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Zawór termostatyczny ze zintegrowanym obejściem

Jedną z najczęstszych potrzeb napotykaną przez klientów podczas montażu wymienników ciepła jest konieczność dodania zewnętrznego zaworu obejściowego w celu umożliwienia rozładowania wszelkich wysokich ciśnień, spowodowanych różną lepkością oleju i/lub mnożeniem przepływu.



W celu uproszczenia montażu oraz zmniejszenia jego kosztów seria CSLV została wyposażona, w tym samym bloku wymiennika, w zawór obejściowy oraz zawór termostatyczny, zapewniając w ten sposób kontrolę szczytowych wartości ciśnienia.

Ponadto obecność zaworu termostatycznego umożliwia, w przypadku ujemnych temperatur oleju przy uruchomieniu systemu, obejście oleju na zewnątrz rdzenia do momentu, aż jego temperatura osiągnie 40°C.

CIESSE SRL  
[www.ciesse-srl.it](http://www.ciesse-srl.it)

### Zarządzanie napędami ABB przy pomocy aplikacji mobilnych

ABB postanowiło wykorzystać szerokie możliwości urządzeń mobilnych i stworzyło dwie aplikacje, które wspomagają użytkowników falowników w ich obsłudze, diagnostyce, konserwacji i serwisowaniu. Obie aplikacje są dostępne do pobrania całkowicie bezpłatnie.



### Drivebase – zwiększa niezawodność napędów

Zadaniem tej aplikacji jest udostępnianie użytkownikowi informacji o posiadanych i zarządzanych przez niego falownikach. Główne funkcje aplikacji obejmują:

- analiza błędów, które mogą się pojawić w napędach. Drivebase wspomaga także użytkownika, informując go o akcjach konserwacyjnych i serwisowych, jakie należy podjąć w stosunku do danego urządzenia;
- dostęp do dokumentacji związanej z przemiennikami częstotliwości, dzięki czemu użytkownik ma możliwość sprawdzenia danych technicznych urządzenia lub opisu danego parametru bezpośrednio na obiekcie, bez konieczności skorzystania z komputera;
- szybki dostęp do kontaktów przedstawicieli ABB.

Aby skorzystać w pełni z jej możliwości, należy zarejestrować swoje napędy za pomocą aplikacji, co spowoduje dodatkowo przedłużenie gwarancji fabrycznej o 6 miesięcy.

### Drivetune – do zdalnej komunikacji z napędami

Aplikacja Drivetune działa, wykorzystując bezprzewodową i bezpieczną komunikację Bluetooth z przemiennikiem częstotliwości.

Główne cechy aplikacji:

- możliwość bezprzewodowego sterowania i konfiguracji falownika, za pomocą smartfona;
- zdalny dostęp do informacji diagnostycznych o aktywnych błędach i awariach oraz historii zdarzeń;
- dostępne informacje o funkcjach programowych przypisanych do każdego wejścia i wyjścia interfejsu sterowania, a także wskaże, jakie moduły dodatkowe są zainstalowane na jego karcie sterującej.

ABB Sp. z o.o.  
[www.abb.pl/napedy](http://www.abb.pl/napedy)

### Konektory Industrial Ethernet

Murrelektronik prezentuje szeroką gamę konektorów dla systemów przemysłowego Ethernetu. Bez względu na to, czy potrzebne jest okablowanie do szafy IP20 czy do stosowania w trudnym środowisku IP67 – w ofercie znajdziesz produkty, których potrzebujesz.



Przewody zaprojektowane są tak, by spełnić różnorodne wymagania środowisk przemysłowych. Można je wyprodukować niemal w każdej długości, z wykorzystaniem dowolnego rodzaju złącza (0°, 90°, 45°) oraz możliwością wygięcia w wybranym kierunku (lewy, prawy, górny lub dolny). Wybrane rozwiązanie można wyprodukować przy zamówieniu nawet jednej sztuki. Zastosowanie ekranowania 360° zapewnia niezawodną transmisję danych. Kompaktowa obudowa pozwala na zaoszczędzenie miejsca, a klip złącza konektora RJ45 udoskonalono tak, by jego podłączenie i stosowanie było jeszcze łatwiejsze.

Konektory Industrial Ethernet Murrelektronik spełniają wymagania specyfikacji Cat. 5, Cat. 5e, Cat. 6 oraz Cat. 6A.

Wszystkie produkty oferowane w ramach Industrial Ethernet są w 100% testowane, zanim opuszczą fabrykę. To oznacza, że są elektronicznie sprawdzone pod kątem: wysokiego napięcia, funkcjonalności, pinowania oraz zwarc. Poddawane są również kontroli optycznej. Dzięki temu zyskujesz gwarancję, że zawsze otrzymasz produkty najwyższej jakości.

Murrelektronik Sp. z o.o.  
[www.murrelektronik.pl](http://www.murrelektronik.pl)



## NOWOŚCI TECHNICZNE

## Nowe modele sterowników Samba – Unitronics

Firma Unitronics wprowadziła do swojej oferty dwa nowe modele sterowników PLC z serii Samba. Są to sterowniki PLC zintegrowane z panelami HMI oraz wbudowanymi wejściami i wyjściami w bardzo atrakcyjnej cenie.



Modele z panelem o przekątnej 3,5" SM35-J-RA22 oraz 4,3" SM43-J-RA22 zostały wyposażone w 12 wejść cyfrowych, włączając jeden szybki licznik lub wejście enkoderowe, dwa wejścia analogowe, dwa wejścia temperaturowe PT100/TC, 8 wyjść przekaźnikowych i dwa wyjścia analogowe.

Dotykowy i kolorowy panel pozwala na pełną kontrolę procesu oraz przejrzyste prezentowanie danych lokalnie lub zdalnie, na przykład za pomocą aplikacji mobilnej Unitronics' Remote Operator, którą można pobrać za darmo z Google play lub App Store.

Oprogramowanie VisiLogic jest wliczone w cenę zestawu. W jednym środowisku tworzy się aplikację oraz ekrany HMI. Język programowania to drabinka połączona z blokami funkcyjnymi.

W modelu 3,5" znajduje się wbudowany port RS232. Model 4,3" wyposażony jest w port mini USB do programowania. Do sterowników można dołożyć port CANbus oraz RS232/RS485 lub Ethernet. Obsługiwane protokoły to Modbus TCP/IP, Modbus RTU, CANbus. Współpracują z modemami GPRS/GSM. Stopień ochrony IP66, zasilanie 24 V DC, zegar RTC, pełne bateryjne podtrzymanie pamięci zmiennych (7 lat).

ELMARK Automatyka Sp. z o.o.  
www.elmark.com.pl

## SR120 dla przemysłowej sieci Ethernet/IP

Obecnie wszystkie komponenty w systemach przemysłowych muszą być zdolne do przesyłania danych w czasie rzeczywistym. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom, firma Fritz Kübler GmbH prezentuje pierścień ślizgowy SR120 Ethernet. Nowy, solidny pierścień stworzony dla nowoczesnej generacji zakładów transmituje sygnały m.in. Profibus, ASI-BUS, Device-NET, Ethernet/IP oraz posiada konkretny program opcji przesyłania mediów (powietrza, sygnałów elektrycznych dużej mocy i sygnałów cyfrowych).



ZALETY SR120 Ethernet:

- zapewnia szybką i bezpieczną transmisję prądu, sygnałów, powietrza, hydrauliki oraz Ethernetu;
- posiada do 20 kanałów, które mogą być dowolnie łączone do transmisji sygnałów i obciążenia;

- przekazuje protokoły transmisji danych, które oparte są na standardzie Fast Ethernet (Profinet, Ethernet/IP i wiele innych). Przesyłane mogą być również sygnały z innych systemów sieciowych, np. Profibus;
- posiada modułową budowę z trójkomorowym systemem – wszystkie komory są odizolowane i wewnętrznie ekranowane. Dzięki temu ramka danych komunikacji Industrial Ethernet nie jest narażona na zaburzenia elektromagnetyczne;
- system modułowy pozwala również na rozszerzenie pierścienia do 20 kanałów, a nawet dopasowanie go do mediów z przepływem dla powietrza i hydrauliki;
- średnica pierścienia ślizgowego 120 mm;
- żywotność SR120 ponad 500 milionów obrotów;
- oszczędność czasu i łatwa obsługa SR120, ponieważ całkowicie wyeliminowano konieczność smarowania olejem;
- gwarancja 2 lata;

Kubler Sp. z o.o.  
www.kubler.pl

## Przekładnie stożkowo-walcowe serii RO-2

Od stycznia tego roku w sprzedaży dostępna jest pełna gama przekładni serii RO-2 produkowanych przez włoską firmę Varvel. Jest to nowa rodzina dwustopniowych przekładni stożkowo-walcowych, występująca w czterech wielkościach. Przekładnie te charakteryzuje zwarta jednoczęściowa obudowa, pozwalająca na łatwe montowanie w każdej dostępnej pozycji pracy. Każda wielkość posiada zakres przełożeń od 1/5,2 do 1/51,5 obejmujący w sumie 20 różnych przełożeń. Zakres momentu przenoszonego przez przekładnie tej serii wynosi od 120 Nm do 550 Nm. Szeroki zakres przełożeń oraz wysoka wydajność są mocnymi atutami nowej serii przekładni firmy Varvel.



Dystrybutor: IOW TRADE Sp. z o.o.  
www.iow.pl

reklama

PORTAL ROBOTYKI PRZEMYSŁOWEJ

wiadomości i wydarzenia

produkcji i integracji

www.robotyka.com

aplikacje robotów

produkty i firmy

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Panel operatorski MT8103iE w ofercie firmy Multiprojekt

W 2009 roku Weintek wprowadził do produkcji panel MT8100iE, który był pierwszym panelem o przekątnej 10", przy proporcjach ekranu 16:9 i rozdzielczości 800 × 480 px. W 2013 roku nastąpił kolejny rozwój, zwiększono możliwości panelu poprzez zmianę procesora na Cortex A8 600 MHz.



Obecnie Weintek stale inwestuje w badania i rozwój. W odpowiedzi na zapotrzebowanie klientów, chcących łączyć panele z urządzeniami w bezprzewodowej sieci ethernetowej, wprowadza na rynek model MT8103iE wyposażony w router WiFi zgodny ze standardem 802.11a/b/g/n oraz z możliwością szyfrowania połączenia WPA-PSK/WPA2-PSK. Pozwala to skutecznie wysyłać lub zbierać istotne dane, dokładnie i bezpiecznie w trudnym środowisku przemysłowym. Panel ten oprócz routera WiFi oferuje wiele ulepszeń w stosunku do poprzednich modeli. Przeprojektowana konstrukcja pozwoliła na zredukowanie wagi z 1,3 kg do 1 kg oraz spłylenie obudowy z 40 mm do 36,4 mm. Wymieniono również wyświetlacz, który obecnie wyświetla obraz w rozdzielczości 1024 × 600 px i 16,7 milionach kolorów, ma większy kąt widzenia w każdej płaszczyźnie oraz dłuższą żywotność.

Najważniejsze cechy panelu to:

- wysoka wydajność dzięki procesorowi Cortex A8 600 MHz, 128 MB pamięci Flash i 128 MB pamięci RAM;
- zaawansowana wizualizacja dzięki rozdzielczości 1024 × 600 px, 16,7 milionom kolorów i szerokiemu kątowi widzenia;
- wiele możliwości łączenia dzięki ponad 250 protokołom komunikacyjnym;
- zdalny dostęp dzięki fabrycznie aktywowanej licencji EasyAccess 2.0.

Multiprojekt  
[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)

### Transformatory dla kolei

Firma Noratel Sp. z o.o. wprowadziła do stałej sprzedaży jednofazowe oraz trójfazowe transformatory separacyjne, zasilające systemy do ochronnego separowania grzejników elektrycznego ogrzewania rozjazdów



kolejowych (EOR). Transformatory te są odporne na niekorzystne warunki atmosferyczne. Przystosowane są do eksploatacji w środowisku o bardzo dużej wilgotności i dużej zmienności tempera-

tur. Transformatory zalewane są specjalną masą poliuretanową, która zapewnia odporność na działanie czynników zewnętrznych oraz ochronę mechaniczną (odporność na wibracje), natomiast ich uzwojenia wykonane są z drutu w izolacji o podwyższonej odporności termicznej. Jednofazowe transformatory separacyjne produkowane są o mocach 2500 VA, 3800 VA oraz 4600 VA oraz standardowej przekładni napięciowej 230 V/230 V – są to typowe rozwiązania stosowane w polskim kolejnictwie. Wykonane w II klasie izolacji i stopniu ochrony IP20, mogą pracować w maksymalnej temperaturze otoczenia do 40°C. Standardowa klasa termiczna izolacji: B (130°C). Istnieje możliwość zastosowania dodatkowych zabezpieczeń termicznych. Wykonanie zgodnie z wymaganiami norm: PN-EN 61558-1, PN-EN 61558-2-4.

Zapraszamy do współpracy!

Noratel Sp. z o.o.  
[www.noratel.pl](http://www.noratel.pl)

### Seria R100 – nowa generacja czujników fotoelektrycznych

Aby sprostać zadaniom przyszłości, od czujników wymaga się czegoś więcej niż tylko przesyłanie danych procesowych do sterownika maszyny. Muszą one komunikować się z różnego rodzaju odbiornikami oraz wysyłać i odbierać informacje do i od systemów wyższego rzędu. Kluczem do sukcesu jest wyposażenie czujników w umiejętność komunikacji. Jest to cecha Technologii Czujników 4.0 – technologii przyszłości, którą firma Pepperl+Fuchs nieustannie rozwija w celu spełnienia założeń cyfrowej sieci Przemysłu 4.0.



Najnowsza technologia IO-Link, która pozwala nam odblokować zdolność czujników do komunikacji. Seria R100 jest to następny krok w kierunku Technologii Czujników 4.0: IO-link jest konsekwentnie implementowany w obrębie całego portfolio. Otwiera to nowe możliwości dla użytkownika – do konfiguracji, diagnostyki oraz konserwacji. Możliwa jest nawet bezprzewodowa komunikacja. Korzystając z technologii SmartBridge, dane mogą być przesyłane bezprzewodowo do urządzeń mobilnych.

Główne cechy:

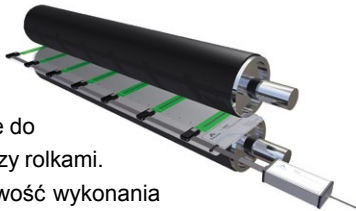
- najnowsza konstrukcja: integracja różnych trybów wykrywania w jednej obudowie;
- maksymalna elastyczność i większe możliwości integracji;
- precyzyjna i niezawodna technologia MPT do pomiaru odległości w małej obudowie;
- nowoczesna technologia laserowa DuraBeam;
- komunikacja z czujnikiem przez interfejs IO-link jako podstawa Technologii Czujników 4.0.

Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.  
[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Nowy system NPAT do pomiaru rozkładu nacisku między rolkami

W ofercie WObit dostępny jest nowy system NPAT (*Nip Pressure Alignment Tool*), który stanowi kompletne narzędzie do pomiaru rozkładu nacisku między rolkami. Dzięki niemu zyskujemy możliwość wykonania szybkich i dokładnych pomiarów, rozwiązując przy tym problemy z niewspółosiowością oraz nierównym rozkładem sił.



System mierzy i w przejrzysty sposób wyświetla wyniki w czasie rzeczywistym, informując użytkownika o rozkładzie nacisku mierzonego obszaru kontaktowego rolek – na długości oraz szerokości wzdłuż rolki. Policzalne dane gwarantują poprawność procesu produkcyjnego, konserwacji, kontrolę jakości oraz właściwe nastawy rolek.

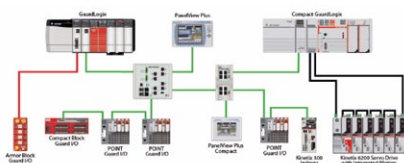
Kluczowe cechy:

- konfigurowalny układ czujników;
  - transporter do przechowywania czujników i przyłączy we właściwym ułożeniu podczas korzystania z systemu;
  - obudowa, która chroni elektronikę w aplikacjach wymagających większej odporności na warunki zewnętrzne;
  - czujniki z elektroniką mogą być łatwo wymieniane i serwisowane w terenie;
  - dwa modele czujnika różniące się między sobą rozdzielczością, do pomiaru różnych średnic rolek;
  - łatwość zwinięcia w celu magazynowania.
- Korzyści z pomiaru nacisku przy użyciu systemu NPAT:
- przejrzysta prezentacja rozkładu nacisku na szerokości oraz wzdłuż rolki;
  - zapewnia poprawne ustawienie rolek;
  - chroni maszynę i wytwarzany produkt przed uszkodzeniem;
  - zapewnia policzalne i wiarygodne dane;
  - efektywniejsze wykonywanie konserwacji.

P.P.H. WObit E. K. J. Ober s.c.  
www.wobit.com.pl

### System Architektury Zintegrowanej

Przy projektowaniu użytkownikom zależy na zwiększeniu poziomu bezpieczeństwa, podniesieniu sprawności i wydajności oraz możliwości lepszej integracji z elementami linii produkcyjnej. Skalowany, modułowy układ sterowania, czyli System Architektury Zintegrowanej Rockwell Automation, jest idealnym rozwiązaniem. Zapewnia on bezpieczeństwo, wydajność oraz zdolność zarządzania informacjami zgodnie z wymaganiami poszczególnych aplikacji.



Jest układem sterowania, który nie wymaga wielu zmian konfiguracji przy każdej zmianie produkcyjnej.

System Architektury Zintegrowanej Rockwell Automation wyposażony jest wkalowane, zintegrowane funkcje bezpieczeństwa, sterowanie ruchem i możliwości wizualizacyjne dla wszystkich aplikacji, bez względu na rodzaj, rozmiar czy złożoność. Dzięki tym funkcjom użytkownicy mają możliwość zastosowania rozwiązań, które przewyższają ich oczekiwania.

Taki układ sterowania oferuje elastyczność w dotarciu do najbardziej odpowiednich produktów czy narzędzi, w tym sterowników, wejść/wyjść, wizualizacji, ruchu, przemienników, bezpieczeństwa i informacji – skalowane:

- rozmiary architektury;
- oferta produktów;
- parametry dla najbardziej istotnych funkcji w wielu dziedzinach.

Konstruktorzy mają do dyspozycji jeden sterownik, w którym mogą mieć wszystko pod kontrolą. Istnieje możliwość wykorzystania skalowalnych, zintegrowanych opcji bezpieczeństwa i sterowania ruchem w większej gamie maszyn niż dotychczas. Ponadto zapewnia on również opcję korzystania z tego samego środowiska konfiguracyjnego, sieciowego i wizualizacyjnego w większych systemach.

RAControls Sp. z o.o.  
www.racontrols.pl

### Przeмиennik częstotliwości serii SX1000

Niedawno firma Sanyu Sp. j. wprowadziła nowy produkt. Jest nim przeмиennik częstotliwości serii SX1000. Reprezentuje on nową generację wysokiej jakości wielofunkcyjnych, ekonomicznych i wysoko



wydajnych przeмиenników częstotliwości. Przeмиennik częstotliwości SX1000 jest energooszczędnym przeмиennikiem skalarnym, zasilanym jedno- lub trójfazowo, produkowanym obecnie do mocy 2,2 kW. Energooszczędny (funkcja *energy-saving*), prosty i tani falownik serii SX1000 został bardzo dobrze przyjęty przez rynek i klientów. Znajduje on coraz szersze zastosowanie w różnych dziedzinach przemysłu. Szczególnie dobrze został przyjęty przez branżę związaną z klimatyzacją i wentylacją. Dużym atutem tego urządzenia jest sposób jego montażu: na szynie DIN lub za pomocą systemu śrubowego. Z wielką więc przyjemnością możemy poinformować naszych klientów, że od lipca dostępne będą falowniki serii SX1000 o mocy 4 kW i 5,5 kW. Poszerzą one gamę produktu o 2 kolejne urządzenia.

SANYU Sobczak Sp. j.  
www.sanyu.eu



## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Najmniejszy na świecie zestaw T1+T2 z wymiennymi wkładkami

Aparaty Flashrab-SEC-T1+T2 to zestaw warystorowego ogranicznika przepięć T2 i wolnego od prądów następczych odgromnika iskiernikowego T1. Takie połączenie dwóch autonomicznych aparatów w jedno urządzenie to jedyne takie rozwiązanie na świecie.

Dzięki technologii Safe Energy Control poszczególne aparaty T1+T2 są bardzo żywotne i wytrzymałe. Obciążenie wejścia instalacji zasilania jest sprowadzone do minimum przy wyładowaniu piorunowym. Taki zestaw ograniczników zapewnia szczególną ochronę instalacji w środowisku z częstymi operacjami łączeniowymi.

Wielkie prądy piorunowe są bezpiecznie nadzorowane dzięki specjalnym iskiernikom wolnym od prądów następczych, a chwilowe przepięcia ograniczane są poprzez osobne warystory.

Uzyskany niski poziom ochrony, jak i „bezbezpiecznikowe” zastosowanie w sieciach zasilania 230/400 V, to kolejne zalety tej rodziny produktów.

Niewielka budowa ogranicznika redukuje wysiłek wymagany przy instalacji, jak i serwisie. Wszystkie aparaty posiadają wkładki i mogą być testowane elektrycznie poprzez przenośne laboratorium CHECKMASTER 2 zgodnie z PN-EN 62305-3.



Phoenix Contact Sp. z o.o.  
www.phoenixcontact.pl

### Pokrętła z ograniczonym momentem siły dokręcania – seria GN 3663

Firma Elesa+Ganter, światowy lider w produkcji standardowych elementów maszyn, wprowadziła do oferty nowy typ pokrętła wyposażonego w mechanizm ograniczający maksymalny moment siły dokręcania. Nowy produkt nosi oznaczenie GN 3663 i został skonstruowany w taki sposób, by zabezpieczyć przed uszkodzeniem elementy przykręcane lub zminimalizować ryzyko zerwania gwintu.

Zasada działania nowego pokrętła serii GN 3663 przypomina działanie klucza dynamometrycznego. Warto jednak pamiętać o tym, że nie ma tu możliwości regulacji momentu. Klient ma możliwość wyboru wariantu pokrętła o ustalonym maksymalnym momencie w zakresie od 0,7 do 5,5 Nm. Jeżeli podczas skręcania elementów przekroczymy wybrany moment siły, specjalny mechanizm wbudowany w pokrętło wysprzęgli się i nie pozwoli na mocniejsze dokręcenie pokrętła. Dużą zaletą konstrukcji nowego pokrętła jest



trwałość jego mechanizmu. Badania przeprowadzone po wykonaniu 10000 cykli nie wykazały widocznych oznak zużycia, nie zmieniła się także ustalona wartość momentu dokręcania.

Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.  
www.elesa-ganter.pl

### Nowa przetwornica częstotliwości Danfoss Drives: VLT® Midi Drive FC 280 – Elastyczny i wydajny napęd dla aplikacji maszynowych

Odkryj potencjał oszczędności, jaki może dostarczyć nowy napęd VLT® Midi Drive FC 280. Dzięki wysokiej wydajności, uproszczonym procedurom konserwacji – zamontuj i zapomnij.

VLT Midi Drive jest rozwinięciem popularnego napędu VLT® 2800.

VLT Midi Drive będzie mieć obudowy w 5 rozmiarach w zakresie mocy 0,37–22 kW.



Zintegrowane funkcje uwolnią użytkownika od konieczności szukania wolnej przestrzeni oraz pieniędzy na instalację dodatkowych podzespołów:

- dławiki prądu stałego obniżają harmoniczność do mniej niż 48% THDi;
- filtr RFI;
- Safe Torque Off (STO);
- czopper hamulca;
- magistrale komunikacyjne:
  - PROFIBUS,
  - PROFINET,
  - Ethernet/IP,
  - CANopen,
  - Protokół Modbus RTU i FC zostały wbudowane w wersję standardową.

Moduł pamięci VLT® MCM 101 umożliwia sprawną implementację programu pracy falownika opracowanego dla konkretnej maszyny, pozwala na szybką aktualizację oprogramowania sprzętowego oraz łatwe przenoszenie ustawień podczas modernizacji.

Algorytm sterowania dostosowano zarówno dla silników asynchronicznych, jak i silników z magnesami trwałymi PM. Użytkownik ma swobodę wyboru technologii silnika o najlepszej sprawności dla konkretnego obszaru zastosowań.

Danfoss Poland Sp. z o.o.  
vlt\_drives\_support@danfoss.pl



## NOWOŚCI TECHNICZNE

**Pierwszy na rynku multimetr z wbudowaną kamerą termowizyjną Fluke 279 FC**

Multimetry termograficzne to podstawowe narzędzia do rozwiązywania problemów z urządzeniami elektrycznymi. Umożliwiają one sprawdzanie gorących miejsc w urządzeniach wysokonapięciowych i transformatorach z bezpiecznej odległości oraz wykrywanie nagrzewania się bezpieczników, przewodów, izolatorów, złączy, złączek i przełączników. Skanowanie za pomocą kamery termowizyjnej 279 FC pozwala szybko i z bezpiecznej odległości wykrywać wiele problemów w instalacjach elektrycznych. Łącząc dwa narzędzia w jednym, multimetr termiczny zmniejsza obciążenie i zwiększa produktywność.



Model 279 FC to bogaty w funkcje multimetr cyfrowy ze zintegrowaną funkcją obrazowania termicznego, zaprojektowany z myślą o zwiększeniu produktywności i pewności użytkownika.

Dla elektryków przemysłowych i techników o dużym zakresie obowiązków związanych z konserwacją, którzy muszą szybko identyfikować, rozwiązywać i dokumentować problemy, model 279 FC jest pierwszym multimetrem cyfrowym Fluke ze zintegrowanym obrazowaniem termicznym, funkcją Fluke Connect® i zgodnością z sondami iFlex®, bez których nie sposób jest wydajnie pracować. Narzędzie to stanie się jednym z podstawowych w pracy każdego technika, łącząc dwa elementy w jednym w celu zwiększenia produktywności i pewności użytkownika poprzez odnajdywanie, usuwanie, potwierdzanie i zgłaszanie problemów z instalacjami elektrycznymi w sposób prostszy i szybszy niż w przypadku innych multimetrów cyfrowych lub mierników cęgowych dostępnych na rynku.

**Fluke Europe B.V.**  
[www.fluke.com](http://www.fluke.com)

## System monitorowania prasy

**P**rędkościomierz dostarcza ważnych informacji dla obsługi prasy, natomiast monitorowanie prasy umożliwia operatorowi zwiększenie procesu o konkretne informacje.

Monitorowanie tonażu może pomóc chronić prasę oraz matrycę przed twardeymi uderzeniami. Czujnik przeciążenia może zatrzymać prasę w przypadku, gdy w matrycy utknie złom.

Poprzez monitorowanie obciążenia tonażu na tym samym narzędziu pomaga on także w zarządzaniu zużyciem narzędzi. Dla przykładu, skuteczne monitorowanie tonażu jest w stanie zatrzymać prasę, jeśli do wnętrza narzędzia doda się arkusz stali lub papier.

W zależności od kształtu, prasa z ramą typu C lub prostą, stosowane są 2 lub 4 kanały do przedstawienia rozłożenia tonażu. Odpowiednia wiedza i praca, mające na celu zmniejszyć obciążenie niezrównoważone, zoptymalizują okres użytkowania i zmniejszą nakłady na konserwację.

System monitorowania tonażu wymaga także kalibracji. Kalibracja ogniw ob-

ciążnikowych znajduje się na stole dociskowym i jest w kontakcie z siłownikiem. Ponieważ ogniwa obciążnikowe kalibracji wyświetlają rzeczywisty tonaż, monitor tonażu jest dostosowany tak, aby był dopasowywany do tych odczytów.

Do monitorowania prasy szybkobieżnej dostępne jest dedykowane rozwiązanie o wydajności 200–1000 skoków na minutę. W przypadku tłoczenia małych części, takich jak tłoczenie części z połączeniem elektronicznym, monitorowane jest głównie z zastosowaniem pomiaru przemieszczenia płyty popychacza.

Poprzez pomiar przemieszczenia płyty popychacza z czujnikami bezdotykowymi osiąga się rozdzielczość 1/1000 mm.

W zależności od wymiarów do jednego narzędzia można dodać 6 czujników. Każdy kanał monitorujący posiada miernik cyfrowy przedstawiający wartości odchylenia przemieszczenia oraz progów alarmowych.

Przemysł pras do tłoczenia musi dostarczać wysokiej jakości części, zgodnie z zasadą usług *just in time* (dostawa na czas). Z wykorzystaniem systemu monitorowania prasy teraz jest możliwe dostarczenie części z zerową ilością defektów przy szybkiej konfiguracji. ■

reklama

### REDUKCJA USZKODZEŃ NARZĘDZI



- **Niezawodne i wydajne rozwiązania do monitoring**
  - **Tylko jeden operator może nadzorować całą firmę**
  - **Zapytaj nas o możliwość demonstracji działania u Ciebie w firmie : [info@v-tec.pl](mailto:info@v-tec.pl)**
- [www.dimeco.com](http://www.dimeco.com)**

**T. +48 77 433 94 45 M. +48 606 200 267**

**DIMECO**

# Stopy wahliwe z możliwością kotwienia – seria LV.FO oraz LVQ.FO

Elesa+Ganter, światowy lider w produkcji standardowych elementów maszyn, rozszerzyła ofertę stóp wahliwych o nowy model z możliwością kotwienia. Nowy produkt jest dostępny w dwóch wariantach o oznaczeniach LV.FO i LVQ.FO. Jest przeznaczony do zabezpieczania maszyn i urządzeń, które wskutek drgań są narażone na przesuwanie się po podłożu. Stopy wahliwe dają możliwość odpowiedniego wypoziomowania oraz stabilnego ustawienia maszyny nawet na nierównych powierzchniach.

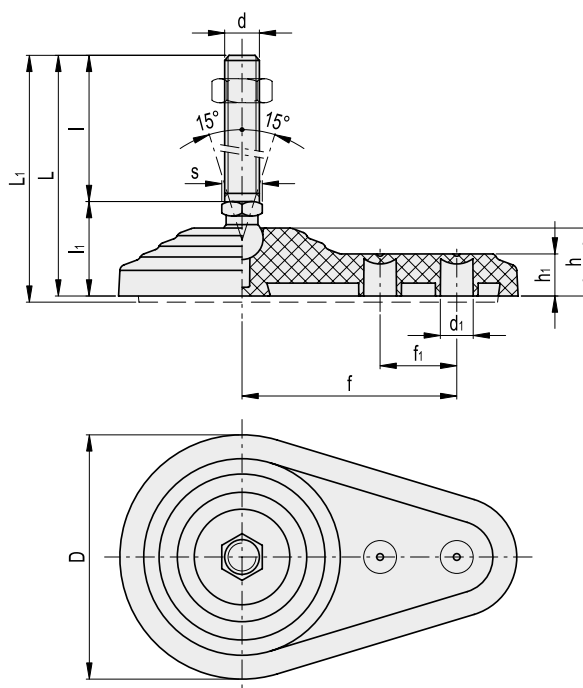
**W** stopach wahliwych LV.FO i LVQ.FO, dzięki specjalnemu kształtowi podstawki, otwory do kotwienia znajdują się w znacznie większej odległości, niż ma to miejsce w innych tego typu rozwiązaniach. Taka konstrukcja stopy sprawia, że montaż maszyny staje się łatwiejszy. Otwory do kotwienia są fabrycznie zakryte cienką warstwą tworzywa zabezpieczającą przed gromadzeniem się brudu. W przypadku, gdy konieczne jest zakotwienie maszyny, otwory należy wybić lub rozwiertić w oznaczonych miejscach.



## Nowe stopy są dostępne w dwóch wariantach:

- stopy LV.FO posiadają trzpienie gwintowane o rozmiarach od M8 do M16, występujące w dwóch wersjach materiałowych: stali ocynkowanej oraz stali nierdzewnej AISI 304;
- stopy LVQ.FO występują tylko z trzpieniami wykonanymi ze stali nierdzewnej AISI 304 i mają gwinty o rozmiarach od M16 do M24.

Podstawy stóp wykonane są ze wzmocnionego włókna szklanym technopolimeru na bazie poliamidu (PA). Posiadają one specjalne radełkowanie na spodniej stronie, dzięki czemu zachowują stabilność nawet na nierównych powierzchniach. Dodatkowo stopy można wyposażyć w podkładkę antypoślizgową (wersja „AS”) z gumy NBR o twardości 70 wg Shore’a.

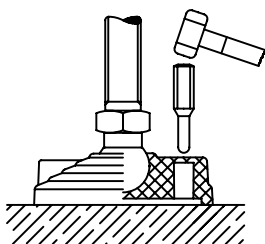


Więcej informacji o firmie i jej ofercie, katalog produktów, tabele wymiarów, darmowe pliki 2D i 3D do pobrania, znajdują się na stronie: [www.elesa-ganter.pl](http://www.elesa-ganter.pl).

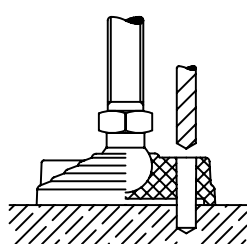
Szczegółowe informacje o nowościach i zastosowaniach produktów E+G można także przeczytać w newsletterze dostępnym na stronie: [www.elesa-ganter.info.pl](http://www.elesa-ganter.info.pl).

## Instrukcje montażu

Wybić otwór



Nawiercić otwór



Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.

tel. 22-737 70 47

fax 22-737 70 48

e-mail: [egp@elesa-ganter.com.pl](mailto:egp@elesa-ganter.com.pl)

[www.elesa-ganter.pl](http://www.elesa-ganter.pl)

[www.elesa-ganter.info.pl](http://www.elesa-ganter.info.pl)

# Wibroizolatory

Zaprojektowane w celu tłumienia wibracji, uderzeń i hałasu powstającego na skutek ruchu elementów lub niewyważenia układów wibrujących.

DVA



- Stal ocynkowana lub stal nierdzewna AISI 304.
- Guma naturalna NR, twardość 40, 55, 70 Shore A.

GN 148



- Guma naturalna, wulkanizowana.
- Konstrukcja z zabezpieczeniem chroniącym przed rozerwaniem.
- Skonstruowane do dużych obciążeń.
- Pozytywny wpływ na trwałość maszyny.

INOX  
Stainless Steel

Dostępne także:



Elesa+Ganter jest od 70 lat światowym liderem w produkcji standardowych elementów maszyn dla przemysłu. Najwyższa jakość, dbałość o wzornictwo, obszerny magazyn w Polsce, dostawa w 24 h to tylko niektóre z atutów naszej oferty.

W ofercie także:



Koła ręczne



Pokręta



Dźwignie  
nastawne



Uchwyty



Wskaźniki



Trzpienie  
ustalające



Elementy  
maszyn



Stopy



Zawiasy



Osprzęt  
hydrauliczny



# Zespoły łożyskowe Elesa+Ganter

Elesa+Ganter, światowy lider w produkcji standardowych elementów maszyn, rozszerzyła ofertę o nową rodzinę produktów – wahliwe zespoły łożyskowe w oprawach z tworzywa. Nowe produkty są odpowiedzią firmy na zgłaszane przez klientów zapotrzebowanie na wysokiej jakości elementy pełniące rolę punktów podparcia dla osi i wałów w różnego typu urządzeniach i maszynach przemysłowych, gdzie konieczne jest zapewnienie odpowiedniego łożyskowania i współosiowości. Wahliwe zespoły łożyskowe w oprawach są przeznaczone do stosowania w różnych gałęziach przemysłu, w tym do systemów transportu wewnętrznego. Do głównych zalet nowej rodziny produktów należą: łatwość montażu, wahliwość, kompensacja niewspółosiowości, szczelność i odporność na korozję.

Zespoły łożyskowe składają się ze specjalnych łożysk kulkowych zabudowanych w oprawach o różnych kształtach. Wewnętrzny pierścień łożyska jest szerszy od zewnętrznego i posiada zamontowany wkręt dociskowy, umożliwiający osiowe zabezpieczenie wałka po osadzeniu w łożysku. Oprawa daje możliwość zamocowania łożyska do obudowy urządzenia oraz zapewnia mu odpowiednie smarowanie.

Konstrukcja zespołu łożyskowego zapewnia skuteczne uszczelnienie, a dzięki smarownicze własny zapas smaru. Dodatkowo, dzięki kulistej powierzchni pierścienia zewnętrznego łożyska i sferycznemu otworowi w obudowie, zespoły łożyskowe posiadają zdolność wychyleń kątowych do 2,5°. Pozwala to na kompensowanie błędów niewspółosiowości, trudnych do uniknięcia w przypadku łożyskowania w oddzielnych oprawach. Niewspółosiowość może również wystąpić przy ugięciu wału.

Oprawy wykonane są ze wzmocnionego włóknem szklanym technopolimeru na bazie poliamidu i przykręcane bezpośrednio do konstrukcji przez przelotowe otwory montażowe wzmocnione nierdzewnymi tulejkami. Zależnie od kształtu oprawy zespół łożyskowy można zamocować w różnych płaszczyznach i konfiguracjach otworów mocujących.

Aktualnie, w ofercie firmy Elesa+Ganter znajdują się cztery odmiany zespołów łożyskowych w oprawach, które ze względu na sposób montażu możemy podzielić na dwa typy:

**Typ F** – otwory montażowe umiejscowione są równoległe do osi wału (rys. 2).

- Do tego wariantu zaliczają się:
- UCF – zespoły łożyskowe kołnierzkowe kwadratowe;
  - UCFL – zespoły łożyskowe kołnierzkowe owalne;
  - UCFB – zespoły łożyskowe kołnierzkowe narożne.

**Typ P** – otwory montażowe skierowane są prostopadle do osi wału (rys. 3).

- Ten typ opraw łożyskowych potocznie nazywa się oprawami stojącymi. Wariantem dostępnym w tym wykonaniu jest:
- UCP – zespoły łożyskowe stojące z przelotowymi otworami montażowymi.

Wszystkie powyższe wykonania dostosowane są do wałków o średnicy czopa 25 mm oraz 30 mm. Temperatura pracy wynosi od -20°C do +60°C.



Rys. 2. Zespoły łożyskowe – Typ F

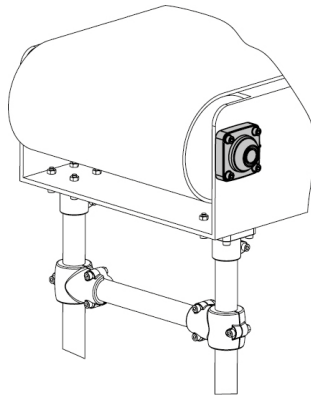


Rys. 1. Zespoły łożyskowe wahliwe w oprawach z tworzywa





Rys. 3. Zespoły łożyskowe - Typ P



Rys. 4. Przykład aplikacji zespołu łożyskowego

ELESA+GANTER Polska Sp. z o.o. jest częścią grupy ELESA+GANTER® i zajmuje się dystrybucją produktów rodzimej marki. Wykwalifikowana kadra i magazyn w Polsce gwarantują, oprócz najwyższej jakości produktów, doradztwo techniczne u klientów, profesjonalną i szybką obsługę sprzedażową (20 000 elementów E+G dostarczane jest w systemie 24h z magazynu w Polsce). ■

### ELESA+GANTER®

Grupa ELESA+GANTER® jest światowym liderem w produkcji standardowych elementów maszyn. Marka ta

została powołana do życia przez dwie, współpracujące ze sobą od 35 lat, firmy: ELESA S.p.A. i Otto Ganter GmbH & Co. KG.

Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.

tel. 22-737 70 47

fax 22-737 70 48

e-mail: [egp@elesa-ganter.com.pl](mailto:egp@elesa-ganter.com.pl)

[www.elesa-ganter.pl](http://www.elesa-ganter.pl)

[www.elesa-ganter.info.pl](http://www.elesa-ganter.info.pl)

## CFSW - zawias z wyłącznikiem bezpieczeństwa

CFSW to zawias z wyłącznikiem bezpieczeństwa. Jego konstrukcja jest wynikiem kilkuletniej pracy inżynierów firmy ELESA, związanej zarówno z opracowaniem samego produktu, jak i jego certyfikacją. Zostały one stworzone z myślą o bezpieczeństwie pracy operatorów maszyn i urządzeń przemysłowych.

**W**budowany w zawiasie zestaw przełączników umożliwia skuteczne odcięcie zasilania przy otwarciu drzwi czy osłony urządzenia, co potwierdza jego certyfikacja i zgodność z odpowiednimi normami bezpieczeństwa.

Konstrukcja zawiasu CFSW bazuje na obudowie ze specjalnego tworzywa, SUPER-technopolimeru zapewniającego podwójną izolację zawiasu. Rozwiązanie takie eliminuje konieczność uziemiania, rozszerzając jednocześnie możliwości adaptacji przełączników.

Wspomniana powyżej izolacyjność zawiasu z wyłącznikiem bezpieczeństwa dała konstruktorom możliwość pełnego wykorzystania standardowego osmiopinowego przyłącza. Zawias wyposażony jest więc w cztery przełączniki, które mogą być wykorzystywane w różnych konfiguracjach (standardowo 2NO+2NC lub 1NO+3NC). Materiał zastosowany do budowy zawiasu z wyłącznikiem

bezpieczeństwa (SUPER-technopolimer) posiada własności mechaniczne porównywalne do stali! Zapewnia to zarówno bardzo dużą trwałość (1 milion cykli), jak i obciążalność (do 2800 N).

wany demontaż. Zapewniają to specjalne zaślepki dostarczane w komplecie z zawiasem.

Dzięki klasie szczelności IP67 zawias może być stosowany nawet w urządzeniach mytych ciśnieniowo.

Do zawiasu CFSW z wbudowanym wyłącznikiem bezpieczeństwa dostępne są specjalnie przygotowane zawiasy SFMW, odpowiadające mu konstrukcją i rozstawem osi otworów mocujących. ■



Zawias z wyłącznikiem bezpieczeństwa CFSW

Konstrukcja zawiasu umożliwia montaż na kilka różnych sposobów, uniemożliwiając jednocześnie jego nieautoryzo-



Elesa+Ganter Polska Sp. z o.o.

tel. 22-737 70 47

fax 22-737 70 48

e-mail: [egp@elesa-ganter.com.pl](mailto:egp@elesa-ganter.com.pl)

[www.elesa-ganter.pl](http://www.elesa-ganter.pl)

[www.elesa-ganter.info.pl](http://www.elesa-ganter.info.pl)

# ESTUN – oferta, innowacyjne rozwiązania oraz zapowiedzi nowych produktów w branży serwonapędów

Krzysztof Gołąb

Obecna na rynku polskim już kilka lat firma ESTUN – producent serwonapędów i serwoślimników – w ostatnim czasie wprowadziła nowe rozwiązania w swojej ofercie. Bazując na informacjach od swoich odbiorców, poszerzyła gamę i silników, i napędów oraz dostępnych dla nich opcji.

## Pronet-E oraz Pronet (-S) – znana seria na rynku polskim

Napędy wymienione powyżej to uznane przez integratorów, producentów maszyn i pracowników utrzymania ruchu urządzenia. Różnica pomiędzy nimi to obsługiwane sprzężenia zwrotne. Pierwszy z nich obsługuje silniki z enkoderem inkrementalnym 2500 ppr, natomiast druga wersja napędu bez problemu radzi sobie z enkoderami absolutnymi: jedno- i wielobrotowymi.

Moc oferowanych serwonapędów zawiera się w przedziale od 50 W do 22 kW. W zależności od potrzeb klienta istnieje możliwość trzykrotnego chwilowego przeciążenia napędu. Dodatkową funkcją zabezpieczającą napęd przed długim przeciążeniem jest samoistne odłączenie zasilania silnika po pojawieniu się alarmu, co chroni go przed uszkodzeniem. Wbudowany radiator i wentylator serwonapędu zabezpiecza podzespoły wewnętrzne. Rezystor hamujący z kolei chroni przed przegrzaniem i uszkodzeniami szyny napięcia DC.

## Funkcjonalność serw Pronet firmy ESTUN

Czynnikiem ułatwiającym instalację napędów i ich konfigurację zgodną z wymaganiami inwestora jest na pewno wbudowany indeks, pozwalający predefiniować zachowania silnika w zależności od kombinacji stanów wejść



Fot. 1. Seria serwonapędów Pronet

serwonapędu. Dzięki temu mamy w napędzie proste funkcje sterowników PLC.

Bardzo pomocnym narzędziem dostępnym w napędach ESTUN jest tuning czasu rzeczywistego. Podczas pracy w tym trybie urządzenie na bieżąco dobiera parametry regulatora PID, optymalizując sterowanie silnikiem.

Tryb pracy napędów, jaki instalator ma do wyboru, to kontrola pozycji i praca „krok/kierunek”, a także sterowanie ana-

logowe prędkością i momentem. Istnieje również możliwość wykorzystania komunikacji w celu zarządzania pracą silników na aplikacji.

## Standard komunikacji w napędach Pronet

Sterowniki wykorzystują komunikację Modbus RTU i CANopen. Dostępna jest również opcja komunikacji czasu rzeczywistego – EtherCAT. Dzięki

Tabela 1. Wybrane parametry techniczne serwonapędów ESTUN

Seria	ProNet-E	ProNet
Moc	50 W – 5,0 kW	50 W – 22 kW
Napięcie zasilania	1×230 V AC (≤ 1,5 kW)	
	3×400 V AC (≥ 2,0 kW)	
Sprężenie zwrotne	Enkoder inkrementalny (2500 imp/obr.)	Enkodery absolutne 17-bitowe, resolwer
Sterowanie	Kontrola pozycji, prędkości i momentu	Kontrola pozycji, prędkości i momentu, opcja: wbudowany EtherCAT
	Zadawanie pozycji protokołem komunikacyjnym (wbudowany 16-pozycyjny indeks)	
Interfejs	RS485, CAN	RS485, CAN, ETHERNET
Protokół	Modbus, CANopen	Modbus, CANopen, EtherCAT

Tabela 2. Wybrane parametry techniczne serwośilników ESTUN

Seria	EMJ	EMG	EML	EMB
Napięcie zasilania	230 V AC	230/400 V AC	230/400 V AC	400 V AC
Moc znamionowa	50 W – 1,0 kW	1,0–5,0 kW	1,0–4,0 kW	7,5–22,0 kW
Moment znamionowy	0,16–3,18 Nm	4,78–23,9 Nm	9,5–38,2 Nm	47,8–140 Nm
Prędkość znamionowa	3000 obr./min	2000 obr./min	1000 obr./min	1500 obr./min
Sprężenie zwrotne (Pronet-E)	Enkoder inkrementalny (2500 imp/obr.)			
Sprężenie zwrotne (Pronet)	Enkoder absolutny 17-bitowy 1-obr.			
	Enkoder absolutny 17-bitowy wielobrotowy			
	Resolwer			
Obudowa	Całkowicie zamknięta z własnym chłodzeniem			
	do IP65 (przy opcji WR)	IP65	IP65	IP44

komunikacji MODBUS możemy bezpośrednio sterować i zmieniać parametry układu np. z panelu operatorskiego HMI. Wykorzystując z kolei magistralę CAN, tworzymy aplikacje kilkusiose, gdzie sterownik nadrzędny kontroluje pracę silników z użyciem protokołu CANopen. Z kolei ostatnia wspomniana opcja, czyli EtherCAT, to najbardziej zaawansowany sposób kontroli napędów, coraz bardziej popularny wśród użytkowników na naszym rynku. Zapewnia bardzo szybką komunikację i precyzyjne sterowanie synchroniczne wielu osi w czasie rzeczywistym. Maksymalna odległość między urządzeniami dla poprawnej komunikacji sięga do 100 metrów. Przy pomocy protokołu EtherCAT użytkownik może dokonać bazowania napędu, sterowania trybem pozycji, prędkości, interpolacji oraz cyklicznym synchronicznym trybem pozycji.



Fot. 2. Seria Pronet z wbudowaną komunikacją EtherCAT



## Silniki serwo współpracujące z napędami ESTUN

Oferta firmy zawiera również cztery serie silników (EMJ, EMG, EML i EMB) przeznaczonych dla napędów od 50 W do 22 kW, o momentach znamionowych od 0,16 Nm do 140 Nm. Każdą serię silników charakteryzuje inna maksymalna prędkość obrotowa, moment oraz wielkość kołnierza. Wchodząca w skład oferty szeroka gama silników umożliwia dobranie urządzenia do każdej aplikacji. Wymiary silników są standaryzowane, co pozwala na ich podłączenie do wielu typów przekładni, które są odpowiednio dobierane i dostarczane klientowi.

Istnieje możliwość wyboru sprzężenia zwrotnego dla tego samego silnika. Przykładowo: silnik może być wyposażony w enkoder inkrementalny o rozdzielczości 2500 imp./obr. lub w enkoder absolutny jedno- czy też wieloobrotowy o rozdzielczości 17-bitów lub w resolver. W zależności od zapotrzebowania istnieje możliwość wyboru uszczelnienia, wykończenia wałka (z wpustem lub bez) oraz wyposażenie silnika w hamulec (luzownik).

Do wymagających aplikacji dostępne są opcje podwyższonej odporności silnika i konektorów na wodę (opcja WR).

## Bezpłatne oprogramowanie narzędziowe ES View

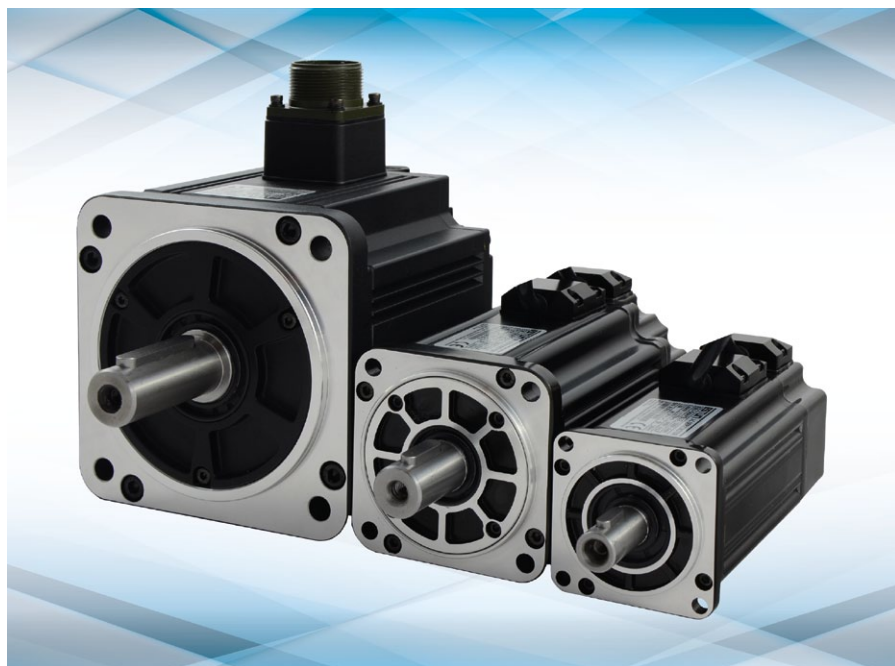
Przy zakupie zestawów ESTUN dostarczane jest bezpłatne oprogramowanie narzędziowe ESView.

Program ten pozwala między innymi na:

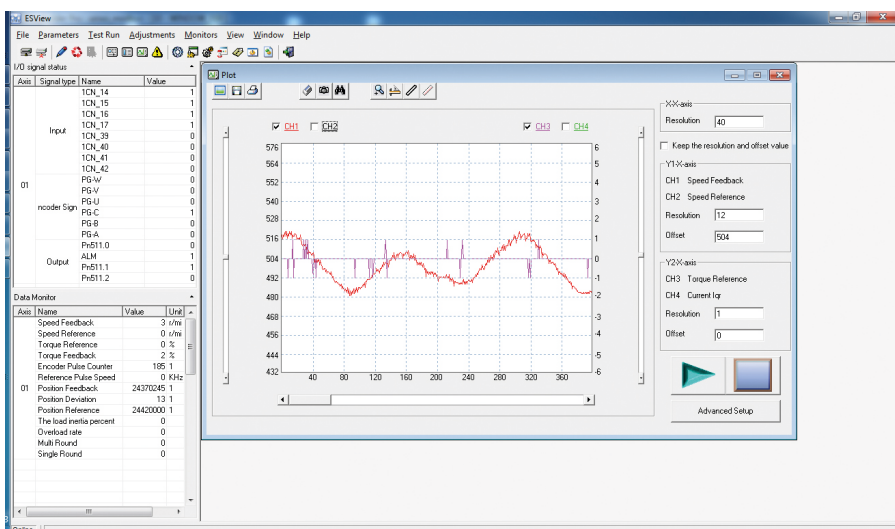
- odczyt i ustawianie parametrów serwa;
- odczyt aktualnych stanów wejść i wyjść;
- zapis zdarzeń oraz statusu systemu;
- szybkie i wygodne programowanie serwonapędu;
- generowanie krzywych przebiegu najważniejszych stanów bieżących napędu.

## Nowość w ofercie, czyli napędy ETS – kontrola nawet trzech osi z jednego urządzenia.

Innowacyjne rozwiązanie wśród serwonapędów, jakim jest od tego roku napęd ETS, pozwala na obsługę do trzech



Fot. 3. Silniki serwo ESTUN



Fot. 4. Zrzut ekranu z programu ESView

silników (wersje 2- i 3-osiowe) niezależnie, o mocy 1000 W każdy (silniki mogą być różnej mocy, nieprzekraczającej 1000 W każdy) wraz z obsługą ich enkoderów. Umożliwia to jednocześnie wykorzystanie wspólnej szyny DC, występującej w napędzie, bez stosowania rezystorów hamujących. Napęd posiada zaawansowane funkcje sterowania „gantry”, czyli sterowanie pracą równoległą dwóch silników (przykład: synchronizacja silników w przypadku szerokiej osi i kontrola ruchu bramy we frezarce

CNC). Komendy dla poszczególnych silników z urządzenia zewnętrznego przechodzą poprzez sygnał cyfrowy „krok/kierunek” lub z wykorzystaniem magistrali CANOpen. Napęd wyposażony jest w zbuforowane wyjścia enkoderowe każdego z silników, co powoduje, że może być on sterowany w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego przez zewnętrzny sterownik. Dodatkowo napęd posiada funkcje: wbudowanego pozycjonera, sterowania w zależności od wejść cyfrowych na napędzie, funkcje związane



z różnymi stanami alarmowymi napędu (wyjścia cyfrowe). Obsługa napędu odbywa się z tego samego konfiguracyjnego narzędzia ESView, jak to jest w przypadku serii Pronet. W razie potrzeby szybkiego dostępu do parametrów napędu użytkownik może dostać się do nich za pomocą wyświetlacza LED i przycisków umieszczonych na froncie napędu. Odczyt parametrów do urządzenia zarządzającego może odbyć się też przy użyciu protokołu MODBUS RTU i dostępnej standardowo magistrali RS485.

Korzyści dla inwestora z zastosowania 3-osiowego napędu ETS to przede wszystkim:

- oszczędność miejsca;
- redukcja okablowania;
- wspólna dla silników szyna prądu stałego DC (ułatwia zarządzanie energią, powstałą podczas hamowania jednego z silników, która jest oddawana do układu);
- redukcja kosztów o około 30%.

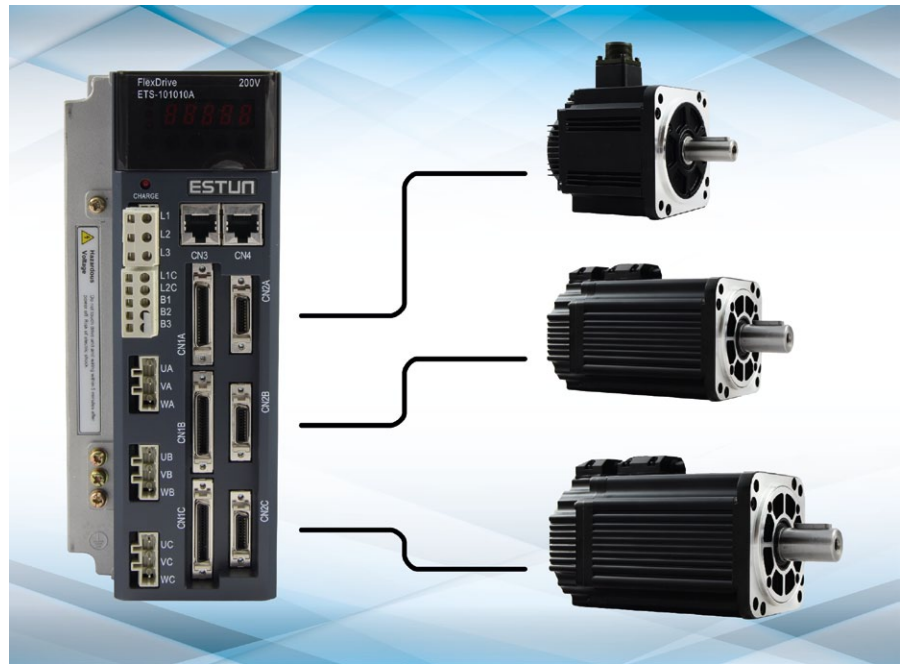
### Zapowiedzi nowych produktów na rok 2016

W najbliższych miesiącach pojawi się nowa seria napędów Pronet oraz nowa seria silników serwo. Przygotowane zostały specjalnie na rynek europejski po szeroko prowadzonych konsultacjach z dystrybutorami w wielu krajach. Ma to być odpowiedź na informacje, jakie docierały od użytkowników.

Pojawi się zatem seria PRONET-AUF wraz z silnikami z serii EMS. Podstawowe cechy nowo wprowadzanych urządzeń to przede wszystkim:

- max. prędkość silników do 6000 obr./min;
- możliwość sterowania „krok/kierunek”, sygnałem analogowym lub z wykorzystaniem CANopen czy MODBUS;
- zintegrowana funkcja Safe Torque Off (STO);
- możliwość współdzielenia z innymi napędami szyny prądu stałego DC;
- obsługa dodatkowego zewnętrznego enkodera (*dual encoder*);
- możliwość aktualizacji firmware'u urządzenia przez użytkownika.

Oczywiście kontynuując politykę związaną z rozwojem standardów komunikacyjnych, napędy Pronet-AUF będą



Fot. 5. Seria ETS. Napędy do obsługi kilku osi

urządzeniami z dostępną opcją komunikacji EtherCAT, co pozwoli na jeszcze szersze spektrum zastosowań tego rozwiązania.

Silniki EMS, jakie są obsługiwane przez serię napędów z oznaczeniem AUF, są standardowo wyposażone w 20-bitowy enkoder absolutny 1-obrotowy. To sprzężenie zwrotne może być zamienione na opcję enkodera absolutnego 20-bitowego wieloobrotowego lub opcję resolwera. Zakres obsługiwanych silników to 0,2–5 kW. Silniki EMS będą miały odświeżony design w porównaniu do dotychczasowych silników, który utrzymany będzie w europejskim tonie. Również zmienione zostaną konektory dostępne na silniku na styl europejski (mniejsze rozmiary, kątowne).

### Promocje na wybrane produkty z oferty


Aktualnie można na stronie [www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl) zapoznać się z promocjami na wybrane modele/zestawy z produktami firmy ESTUN.

### Szkolenia i wsparcie techniczne

Zapraszamy na szkolenia 1-dniowe w oddziałach firmy MULTIPROJEKT – autoryzowanego i wyłącznego dystrybutora firmy ESTUN w Polsce. Szkolenia są całkowicie bezpłatne, przeprowadza-

ne są przez wykwalifikowaną kadrę instruktorską. Większość czasu to zajęcia praktyczne z obsługi urządzeń.

MULTIPROJEKT oferuje wsparcie dla swoich klientów od fazy projektu do momentu uruchomienia, a także w czasie serwisowania naszych urządzeń nawet w okresie pogwarancyjnym. Dzięki temu cały czas mają Państwo pewność, że zgłoszony problem czy pytanie techniczne, niezależnie od etapu, w jakim się znajdujecie, nie pozostanie bez odpowiedzi z naszej strony. ■

 Krzysztof Gołąb



Multiprojekt  
ul. Fabryczna 20 A  
31-553 Kraków  
tel. 12-413 90 58  
e-mail: [info@multiprojekt.pl](mailto:info@multiprojekt.pl)  
[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)

## NXP System Drive – modułowy napęd systemowy

# Marka VACON® uzupełnia ofertę Danfoss Drives

Krzysztof Kania

Od 2015 roku Danfoss Drives po przejęciu firmy Vacon to dostawca napędów elektrycznych o największym udziale rynkowym sprzedaży przetwornic częstotliwości niskiego napięcia w Europie i w Polsce. Nasze marki VLT® i VACON® to jeden cel i jedna pasja. To szeroka i najbardziej innowacyjna oferta produktowa, a także usługi serwisowe o najwyższej jakości. Danfoss Drives to wolność wyboru dowolnej technologii silnikowej, z ofertą obejmującą zakres mocy od 0,18 kW do 5,3 MW.

Użytkownicy w przemyśle ciężkim, takim jak: hutniczy, górniczy, papierniczy, morski, chemiczny, wymagają solidnych, dopasowanych do szczególnych potrzeb, niezawodnych napędów AC. Dla takich zastosowań powstał modułowy napęd AC NXP System Drive.

**R**ozbudowane linie technologiczne, np. walcownicza w hucie, czy skomplikowane maszyny, np. maszyna papiernicza, koparka odkrywkowa, napędzane są wieloma silnikami, których praca w znacznym stopniu zależy od siebie. Budowanie układu napędowego opartego o standardowe przetwornice częstotliwości byłoby czasochłonne, nieefektywne, kosztowne, a czasami wręcz niemożliwe. NXP System Drive jest gotowym do użycia, modułowym układem napędowym, fabrycznie testowanym, pozwalającym na realizację najbardziej wymagających zadań stawianych tego typu systemom.

### Idea systemu ze wspólną szyną DC

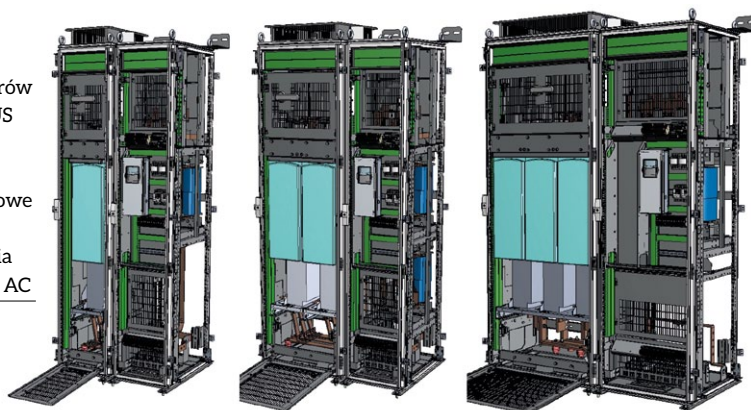
Wzajemna praca wielu silników w jednej maszynie lub linii technologicznej pozwala na zbudowanie układu opartego o jedną wspólną szynę DC, na którą pracuje jeden lub – ze względu na redundancję – kilka dużych prostowników (sterowanych lub nie). Z napięcia wyprostowanego DC zasilane są inwertery silnikowe (falowniki) różnych mocy, przeznaczone dla napędu konkretnych silników AC. Powiązanie prostowników i inwerterów wspólną szyną DC pozwala na wielokierunkowy przepływ energii. Jest to korzystne zarówno ekonomicznie, jak i technologicznie. Ekonomicznie, ponieważ w danej chwili układ, hamując silnikami, które przechodzą

w pracę generatorową, zwraca energię do sieci lub nadmiar energii przekazuje do silników napędzanych, pobierając mniej energii z sieci. Taki reżim pracy występuje np. w suwnicach, żurawiach, koparkach. Korzystne technologicznie, ponieważ zastosowanie aktywnych prostowników zapewnia możliwość bardzo dynamicznego, długotrwałego hamowania dla każdego silnika podłączonego do wspólnej szyny DC, bez strat energii na rezystorach hamowania i obawy, że przy zbyt długim hamowaniu rezystory zaczną się przegrzewać. W przypadku systemów dużej mocy gabaryty rezystorów są znaczne, pomieszczenia wymagają układów odprowadzania ciepła, a to wszystko generuje dodatkowe koszty.

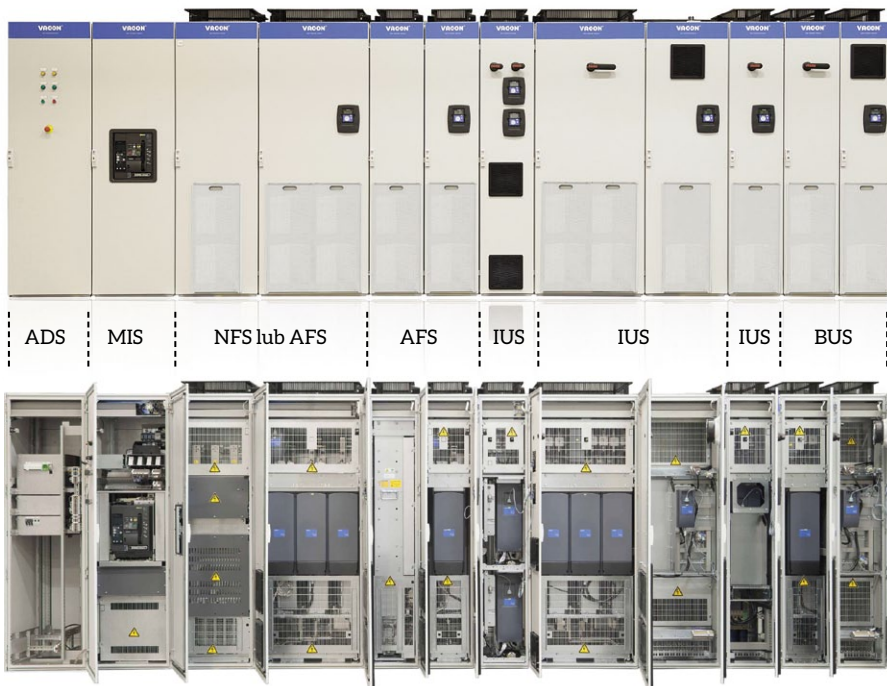
### Główne komponenty systemu

Podstawowymi modułami systemu skatalogowanymi i gotowymi do użycia w projekcie są: ADS (*Auxiliary Device Section*) – sekcja aparatury dodatkowej, która zawiera np. zasilacze, transformatory dla potrzeb własnych i układów zewnętrznych 230 V, listwy podłączeń we/wy, układy zabezpieczeń, lampki i przełączniki manewrowe. MIS (*Mine Incoming Section*) – sekcja podłączenia zasilania, która zawiera wyłączniki, rozłączniki, szyny przyłączenia zasilania, przekładniki pomiarowe, układy ładowania wstępnego szyny DC. AFS lub NFS (*Active Front-end Section* oraz *Non regenerative Front-end Section*) są to sekcje prostowników, w zależności

Sekcje inwerterów silnikowych IUS różnych mocy. Przykładowe wielkości prądowe od 168 A do 1450 A. Napięcia 400/500/690 V AC







Podstawowe elementy systemu napędowego NXP – zestawienie przykładowe. Od lewej sekcja ADS aparatury dodatkowej, sekcja MIS podłączenia zasilania, sekcja prostownika NFS zasilania szyny DC układu – nieregeneratywna lub AFE – ze zwrotem energii do sieci, sekcja IUS inwertery silnikowe, sekcja BCU czopera hamowania na rezystor

od wymagań z możliwością zwrotu energii do sieci i niskim THDi (<4%) lub z przepływem energii tylko w jednym kierunku. Sekcje te dodatkowo zawierają sinusoidalne filtry sieciowe LCL, dławiki AC, bezpieczniki szybkie DC i AC. Układ może być zasilany 3-, 6-, 9-fazowo. Dla zapewnienia bezprzerwowej pracy prostowniki mogą być zdublowane – możliwa praca równoległa lub rezerwowo-zamienna. Sekcje IUS (*Inverter Unit Section*) zawierają w sobie przede wszystkim przetwornice DC/AC służące do zasilania poszczególnych silników. Sekcje te mogą być również wyposażone w filtry silnikowe  $du/dt$ , sinusoidalne, pierścienie ferrytowe do ochrony łożysk silników, bezpieczniki DC dla inwertera, zabezpieczenia od powstania łuku, rozłączniki, moduły sterujące inwerterów większych mocy, listwy przyłączeniowe sterowania, lampy sygnalizacyjne, panele LCD dla operatora umieszczone na elewacji sekcji. W zależności od wielkości inwertera poszczególne moduły inwertera mogą być umieszczone w kilku sekcjach z podziałem inwerterów na poszczególne fazy. Istotną informacją jest to, że odpowiednio dopasowane prądowo moduł inwertera i moduł prostownika AFS nie różnią się konstrukcyjnie

i elektrycznie pomiędzy sobą. Wystarczy posiadać w magazynie jeden serwisowy moduł mocy, aby móc zapewnić rezerwę dla dużej części systemu. Sekcja BUS (*Break Unit Section*) jest to sekcja sterownika rezystora hamowania – czoper. Sterownik rezystora hamowania w przypadku napędu systemowego to odpowiednio oprogramowany i skonfigurowany inwerter 3-fazowy, do którego podłączone są rezystory hamowania. Jeśli system napędowy nie posiada prostownika z możliwością odprowadzania energii do sieci AFS lub gdy przy odłączonym zasilaniu głównym zajdzie potrzeba hamowania

Moduły mocy inwerterów silnikowych i sieciowych (prostowników sterowanych) – seria przemysłowa NXP Common DC Bus



silnikami, wtedy sekcja czopera BUS znajduje zastosowanie w układzie.

### Podstawowe zalety systemu

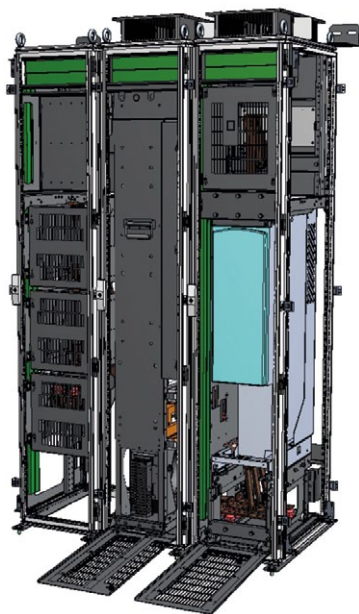
Stosowanie gotowego, standardowego produktu, w stosunku do układu projektowanego od podstaw, niesie ze sobą wiele korzyści.

Podstawowymi są:

1. Krótki czas realizacji zamówienia. Projekt elektryczny, mechaniczny, konstrukcja i produkcja, testowanie, uruchomienie kompletnego układu przed wysyłką w fabryce, w zależności od konfiguracji i wielkości systemu to tylko 4–8 tygodni.

2. Krótki czas instalacji i uruchomienia w zakładzie klienta. Przetestowany i uruchomiony system w fabryce dostawcy nie wymaga długotrwałych, kosztownych uruchomień i prób w miejscu instalacji. Służby rozruchowe koncentrują się na najlepszym dopasowaniu napędów do technologii klienta – parametryzacja sterowań, bez straty czasu na sprawdzanie podstawowych, wewnętrznych powiązań mechanicznych i elektrycznych układu napędowego. Zastosowanie w układzie wspólnej szyny DC pozwala na minimalizację ilości kabli zasilających i ograniczenie miejsc podłączenia zasilania do jednej sekcji prostowników AFE lub NFE.

3. Niezawodność układu napędowego. NXP System Drive został oparty o przemysłową, najwyższą serię przetwornic NXP oraz o komponenty NXP DC System Bus. Przetwornice serii NXP oferowane są na rynku od wielu lat, a ich



Sekcja prostownika sterowanego. Widoczny przedział filtra sieciowego LCL oraz inwertera sieciowego Active Front-end w pozycji do łatwego demontażu


konstrukcja została przewidziana do pracy w najbardziej wymagających zastosowaniach – zastosowania przemysłowe, przemysł ciężki.

Poszczególne komponenty systemu, jak inwertery sieciowe, silnikowe, są testowane na hamowni producenta, przy pełnym prądzie znamionowym i przeciążeniowym w komorach termicznych (symulacja skrajnych temperatur pracy). Po zbudowaniu gotowego układu i zestawieniu w całość cały system jest testowany pod względem funkcjonalnym. Po pozytywnych wynikach zwalniany jest do wysyłki. Na zwiększenie niezawodności pozytywnie wpływa również fakt, że projekt systemu został w swojej wielo-wariantowości szczegółowo przemyślany i zweryfikowany w realnych realizacjach. Kolejne realizacje są niejako powtórzeniem sprawdzonych rozwiązań.

4. Łatwość prowadzenia serwisu. Ze względu na standaryzację poszczególnych sekcji, modułowość konstrukcji,

dobrze przygotowaną dokumentację oraz fakt, że system opiera się o jeden typ przetwornic Vacon NXP, służby serwisowe dostawcy, jak i służby utrzymania ruchu klienta po krótkim szkoleniu potrafią obsłużyć nawet najbardziej rozbudowany system napędowy. Wszystkie ciężkie elementy systemu, jak moduły mocy, filtry LCL, instalowane są z pomocą odpowiednich prowadnic i szyn tak, aby wymiana poszczególnych elementów była możliwa bez używania specjalistycznych podnośników czy żurawi warsztatowych. Codzienną obsługę systemu dodatkowo ułatwia dostęp do wszystkich jego elementów od frontu.

Szczegółowe informacje dotyczące całej oferty Danfoss z zakresu obu marek produktowych VLT® i VACON® można znaleźć na stronach internetowych: [www.danfoss.pl/napedy](http://www.danfoss.pl/napedy).

 Krzysztof Kania

# Współpraca przetwornicy Danfoss FC202 Aqua Drive z pompami głębinowymi

Krzysztof Kubicki

VLT® AQUA Drive FC202 to inteligentna przetwornica częstotliwości do sterowania napędami w gospodarce wodno-ściekowej. Dzięki dużej liczbie dedykowanych, wbudowanych funkcji pompowych znacząco ogranicza konieczność instalowania dodatkowych sterowników, układów sterowania i zabezpieczeń. Funkcje te mogą być wykorzystane w całym zakresie prędkości obrotowych zarówno w trybie regulacji zmiennojak i stałomomentowej, tzn. nie tylko dla tradycyjnych układów pompowych, ale także dla nietypowych konstrukcji pomp, napędów dmuchaw i innych urządzeń procesowych.



**W**artykule opisano, jak przetwornica VLT® AQUA Drive FC202 umożliwia poprawną i niezawodną regulację wydajności pompy głębinowej.

Nietypowa konstrukcja pompy głębinowej wprowadza szczególne wymagania od przetwornicy częstotliwości, która

steruje jej silnikiem elektrycznym. Już na etapie doboru falownika należy zwrócić szczególną uwagę na kilka istotnych faktów.

Silnik pompy głębinowej konstrukcyjnie różni się od silnika zwykłej pompy, konstrukcja puszkowa pomiędzy





wirnikiem a stojanem silnika tworzy większą od standardowej szczelinę powietrzną, zwiększając rezystancję magnetyczną oraz osłabiając działanie pola. Silnik pompy głębinowej z tego tytułu będzie posiadał większy prąd znamionowy od standardowego silnika, dlatego dobór przetwornicy częstotliwości należy przeprowadzić, opierając się o wartości prądów znamionowych obu urządzeń.

Aby zapewnić bezawaryjną pracę układu, należy także zwrócić uwagę na zmi-

nimalizowanie zużycia łożysk pompy. Wielu producentów wymaga stosowania w tych aplikacjach filtrów silnikowych (sinusoidalnych lub  $du/dt$ ), które zmniejszą obciążenia izolacji silnika i wydłużą okres serwisowania silnika. Filtr sinusoidalny może być także sposobem spełnienia warunków EMC. W pompie głębinowej kabel silnikowy jest integralną częścią pompy ze względu na zabezpieczenie pompy przed zawilgoceniem, często jest to kabel nieekranowany.


Kolejnym wartym uwagi faktem związanym z pracą przetwornicy częstotliwości z pompą głębinową jest konieczność zapewnienia prędkości gwarantującej smarowanie i chłodzenie łożysk. Najczęściej nie można pracować z prędkościami poniżej 30 Hz. Ta sama reguła dotyczy rozpędzania i hamowania pompy głębinowej. Minimalną prędkość, gwarantującą poprawną pracę, należy osiągnąć w 2–3 sekundy. Ustawienie takiej rampy startowej dla przetwornicy zazwyczaj nie jest optymalne dla procesu pompowania. Dlatego w przetwornicach Danfoss VLT Aqua Drive rampę startową i hamującą można w prosty sposób dzielić, gwarantując szybkie osiągnięcie prędkości minimalnej i tym samym łagodne sterowanie procesem pompowania po jej osiągnięciu. Funkcją, którą należy także zareko-

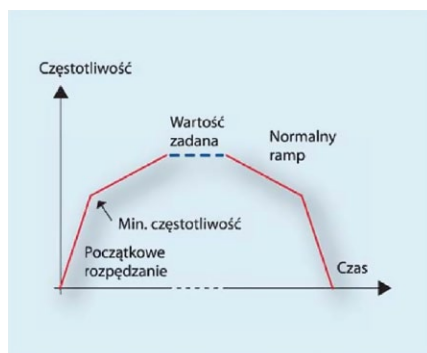
mendować, jest zabezpieczenie przed pracą poniżej minimalnej prędkości.

Funkcja monitoruje długość trwania procesu rozpędzania oraz czuwa nad spadkiem prędkości w trakcie normalnej pracy, spowodowanej np. pracą na granicy prądu maksymalnego falownika, informując użytkownika alarmem lub zatrzymując samodzielnie przetwornicę.

Danfoss Drives jest czołowym dostawcą rozwiązań napędowych również dla przemysłu. Przez wiele lat gromadzimy cenną technologiczną i użytkową wiedzę specjalistyczną. Napędy firmy Danfoss produkowane są od 1968 roku, a obecnie długa lista naszych klientów wskazuje, że marka Danfoss jest powszechnie akceptowana i postrzegana jest jako synonim wyjątkowej jakości i bezpieczeństwa pracy.

Szczegółowe informacje dotyczące całej oferty Danfoss z zakresu Napędy można znaleźć na stronach internetowych: [www.danfoss.pl/VLT](http://www.danfoss.pl/VLT).

 Krzysztof Kubicki – Danfoss Poland Sp. z o.o.



### Początkowy/Końcowy Ramp

Funkcja rampy początkowej zapewnia szybkie przyspieszenie pompy do prędkości minimalnej. Zapobiega to uszkodzeniom łożysk oporowych.

Funkcja rampy końcowej zapewnia szybkie zatrzymanie pompy od prędkości minimalnej.



Danfoss Poland Sp. z o.o.

ul. Chrzanowska 5

05-825 Grodzisk Mazowiecki

tel. 22-755 06 68

fax 22-755 07 01

[vlt\\_drives\\_support@danfoss.pl](mailto:vlt_drives_support@danfoss.pl)

Mniejsze od pudełka zapalek

# Solidne czujniki optyczne w miniaturowej obudowie

Standardowe czujniki fotoelektryczne z serii R2 i R3 robią wrażenie swoją niezwykle małą obudową. Podczas gdy seria R2 wyjątkowo małych czujników z możliwością montażu M2 to wspaniałe rozwiązanie pozwalające maksymalnie oszczędzać miejsce, seria małych czujników R3 zapewnia również możliwość standardowego montażu M3. Dzięki miniaturowej obudowie czujniki fotoelektryczne sprawdzają się w zastosowaniach, w których wymagana jest duża precyzja na małej przestrzeni. Przeczytaj więcej na temat korzyści wynikających z używania obu serii.

## Maksymalna swoboda montażu dzięki wyjściu przewodu pod kątem 45°

W przypadku korzystania z bardzo małych czujników fotoelektrycznych montaż i zastosowanie dotyczą zwykle ograniczonych przestrzeni, więc bardzo cenna jest możliwość elastycznego montażu. Obie serie standardowych czujników fotoelektrycznych zapewniają ją dzięki praktycznemu wyprowadzeniu przewodu pod kątem 45°. W połączeniu z odpowiednim uchwytem montażowym montaż w bardzo ciasnej przestrzeni jest niezwykle prosty. Ponadto uchwyty montażowe mogą być używane we wszystkich trybach wykrywania.



## Redukcja przestoju urządzenia dzięki antystatycznej szklanej ścianie na panelu przednim

W zastosowaniach wymagających wykrywania położonych blisko obiektów,

np. w maszynie wykorzystującej wstęgi papieru, wibracje mogą powodować ścieranie czoła czujnika. W bardzo krótkim czasie taki czujnik „ślepie” i wymaga wymiany na nowy. Czujniki fotoelektryczne z serii R2 i R3 są wyposażone w odporny na ścieranie, antystatyczny przód szklany. Zapobiega on zabrudzeniom i ścieraniu, a zatem poprawia działanie urządzenia dzięki jego wysokiej dostępności.



## Wszechstronność zastosowań dzięki wielu trybom wykrywania

Wyjątkowo małe czujniki fotoelektryczne z serii R2 i R3 są stosowane głównie w ciasnych pomieszczeniach. Niezwykle mała, skoncentrowana plamka świetlna, szklany przód odporny na zarysowania oraz różne tryby wykrywa-



nia pozwalają na używanie tych czujników w zupełnie nowych zastosowaniach.

## Typowe zastosowania obejmują:

- wykrywanie obecności obiektów;
- wykrywanie niewielkich elementów;
- wykrywanie krawędzi przedniej;
- zliczanie obiektów, np. w podajnikach.

Więcej na: [www.pepperl-fuchs.pl](http://www.pepperl-fuchs.pl)

**PEPPERL+FUCHS**  
Your automation, our passion.

Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.

ul. Owsiana 12

03-825 Warszawa

tel. 22-256 97 70

e-mail: [info@pl.pepperl-fuchs.com](mailto:info@pl.pepperl-fuchs.com)

[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)

## WYDARZENIA

● Amerykański rząd promuje prace na rzecz stworzenia superkomputera o mocy liczonej w eksaflopach. Na ten cel tylko w bieżącym roku przeznaczy 300 milionów dolarów, a docelowo – 3 miliardy.

Od momentu zbudowania maszyny petaflopowej w 2008 roku minęło już sporo czasu, a pierwotne założenia, że rząd wielkości mocy obliczeniowej uda się zwiększyć w ciągu dziesięciu lat, na pewno nie zostaną spełnione, ponieważ przed inżynierami wciąż piętrzą się problemy. Amerykanie chcą natomiast zdążyć ją zbudować do 2023 roku.

Do wspomnianych problemów konstrukcyjnych zaliczyć trzeba przede wszystkim zapewnienie stabilnej pracy superkomputera oraz umożliwienie równoległego przetwarzania danych pomiędzy setkami milionów rdzeni obliczeniowych. Kolejnym wyzwaniem jest

dostarczenie odpowiedniej ilości energii, bowiem zapotrzebowanie mocy dla obliczeń wykonywanych na takim komputerze może sięgnąć nawet 30 MW.

Obecnie po piętach USA depczą Chiny, które prowadzą intensywne prace nad dwoma 100-petaflopowymi superkomputerami.

Źródło: kopalniawiedzy

● Japońska firma Sharp stara się wrócić do góry nogami rynek telefonii komórkowej. W dobie rosnącego popytu na mobilne urządzenia firma postanowiła stworzyć hybrydę telefonu i robota. Za około dwóch tysięcy dolarów zaoferuje użytkownikom miniaturowego robota, który może służyć do przeprowadzania konferencji.

RoboHon ma zadebiutować na rynku 26 maja tego roku. Wyposażony został

w projektor o rozdzielczości 720p oraz modułu LTE, który pozwala na bezprzewodową łączność z Internetem.

Niestety dwucalowy wyświetlacz QVGA nie może konkurować z technologiami stosowanymi w dzisiejszych smartfonach, jednak obsługa robota z założenia nie ma odbywać się w sposób dotykowy, lecz głosowy. Służyć temu mają nowo opracowane zaawansowane algorytmy rozpoznawania głosu.

Ze względu na swoją specyfikę prawdopodobnie największym powodzeniem urządzenie cieszyć się będzie na wyspach japońskich, jednak biorąc pod uwagę fakt, że Sharp nieraz stawał się pionierem najnowszych technologii, może ono posłużyć za inspirację dla rozwoju zupełnie nowej gałęzi urządzeń mobilnych.

Źródło: robotyka.com

reklama

## RFID – WIĘCEJ NIŻ IDENTYFIKACJA



- Maksymalna elastyczność w parze z łatwością obsługi.
- Jeden system RFID jako rozwiązanie dla wszystkich częstotliwości – LF, HF, UHF.
- Dostępne interfejsy do wszystkich głównych sterowników PLC umożliwiają szybką i bezproblemową integrację.
- Dostępna pełna gama tagów: ekonomiczne tagi w formie naklejek, standardowe tagi oraz nośniki wysokotemperaturowe do 250°C.
- Dostępne również wersje EX!

[www.pepperl-fuchs.pl/rfid](http://www.pepperl-fuchs.pl/rfid)

Chętnie porozmawiamy i przetestujemy nasze rozwiązania u Państwa!

Your automation, our passion.

**pf** PEPPERL+FUCHS



# Produkt roku 2015 – Przetwornica częstotliwości SK200E firmy NORD

Drugiego dnia Targów AUTOMATICON w Warszawie podsumowana została X edycja konkursu na najlepsze produkty minionego roku organizowanego przez czasopismo „Napędy i Sterowanie”. Przy kwalifikowaniu produktów do konkursu jury kierowało się takimi kryteriami, jak: innowacyjność, możliwości aplikacyjne, spełnianie dyrektyw, norm, recenzje wystawiane przez firmy, które wdrożyły aplikacje. Istotne znaczenie przy wyborze najlepszych przedsięwzięć miały również: potencjał rozpowszechnienia, wpływ na środowisko, podnoszenie efektywności w działaniu i bezpieczeństwo. Konkurs posłużył wyróżnieniu najlepszych wyrobów i rozwiązań technicznych prezentowanych na łamach pisma w 2015 roku. NORD został wyróżniony za przetwornicę częstotliwości SK 200E w kategorii „Systemy sterowania procesami i układami”.

Firma NORD o wieloletnim doświadczeniu w zakresie elektronicznej techniki napędowej jest obecna na rynku od końca lat 90. XX wieku, również w dziedzinie zdecentralizowanej techniki napędowej dzięki przetwornicom częstotliwości. Zgrabny, mały, tani, wektorowy, modułowy – to tylko kilka z podstawowych cech nowego falownika firmy NORD. Seria SK 200E jako 3. generacja zdecentralizowanych przetwornic częstotliwości została opracowana z uwzględnieniem zasad efektywności ekonomicznej, aby spełnić wymagania różnych klientów. Klient inwestuje tylko w te właściwości techniczne, których naprawę potrzebuje. W rezultacie otrzymuje rozwiązanie napędowe optymalnie dopasowane do swoich potrzeb. Zakres funkcji obejmuje zarówno proste funkcje sterowania, jak i złożone sterowanie pozycjonowaniem.

Wielką zaletą zdecentralizowanych systemów sterowania jest umieszczenie przemiennika częstotliwości przy napędzie w rozległych strukturach instalacji.

Bezpośredni dostęp przy napędzie jest nadzwyczaj korzystny z punktu widzenia monitorowania i diagnostyki. Narzędzia diagnostyczne dla SK 2xxE są dobrze widoczne i dostępne pod przykręcaną przezroczystą pokrywą. W zależności od zastosowania są różne metody sterowania, parametryzacji lub diagnostyki przemiennika częstotliwości SK 200E: ParameterBox, SimpleBox, SoilwertBox, oprogramowanie NORDCON lub przełącznik DIP w urządzeniu. Wszystkie parametry, które mogą być zmieniane w Control Box (panel sterowania) lub oprogramowaniu NORDCON, są zapisane w wymiennej pamięci EEPROM. Ten moduł może być łatwo przenoszony do innych urządzeń, umożliwiając szybkie uruchamianie lub szybką wymianę.

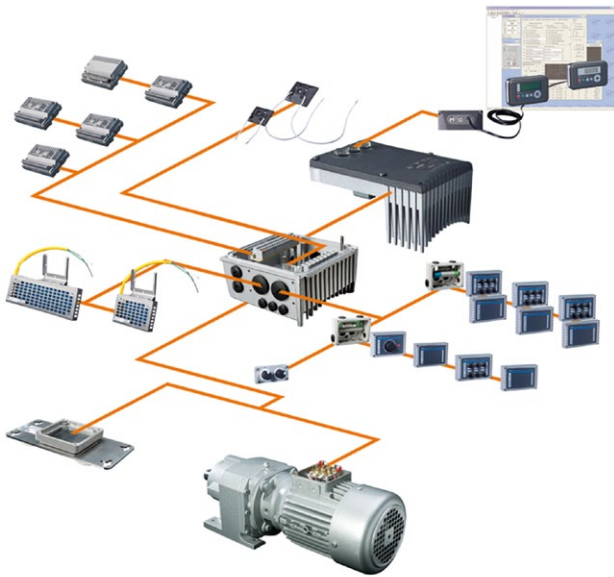
Wewnętrzne interfejsy klienta umożliwiają rozszerzenie zakresu funkcji przemienników częstotliwości SK200E bez zmiany rozmiaru fizycznego. Użytkownicy mają dostęp zarówno do modułów komunikacji, jak i do wewnętrznego zespołu siecio-



wego lub rozszerzenia WE/WY. Specjalizowane interfejsy w przetwornicy umożliwiają komunikację przez systemy magistrali polowej (Profibus, CANopen, DeviceNet) lub uzupełnienie sygnałów sterujących.

Dla produktów serii SK 200E są dostępne opcjonalne zewnętrzne moduły rozszerzeń, które mogą być mocowane bezpośrednio na urządzeniu lub oddzielnie na ramie maszyny czy elemencie instalacji. Systemy komunikacyjne, zarówno z możliwością podłączania czujników, aktuatorów i modułów obsługowych, jak i bez tej możliwości, są dostępne dla wszystkich oferowanych rozwiązań. W wersji standardowej mają stopień ochrony IP55, a opcjonalnie są również dostępne wersje o stopniu ochrony IP66. Magistralowy zespół technologiczny urządzenia SK200E zapewnia przyjazne i ekonomiczne konfigurowanie systemów sterowania lokalnego. Zewnętrzne moduły rozszerzeń wykonane jako systemy magistralowe są dostosowane do współpracy z bramą sieciową, co umożliwia działanie wielu urządzeń. Zespół ten może być łączony z główną magistralą systemu, a następnie z maksymalnie 4 przemiennikami częstotliwości poprzez magistralę systemu (Systembus), która występuje jako standard urządzenia. W związku





z tym połączenie do głównej magistrali systemu wykonywane jest w jednym punkcie. Zapewniony jest dostęp do wszystkich zestawów danych przez tunelowanie parametrów. Zarówno zewnętrzny moduł rozszerzeń, jak i zestawy danych każdego z podłączonych urządzeń SK200E mogą być dostępne poprzez interfejs RS232.

Szeroki zakres opcji pozwala użytkownikom dobrać urządzenie dokładnie z takimi cechami, jakie są wymagane dla danego zastosowania, zapewniając wyjątkowo korzystną konfigurację.

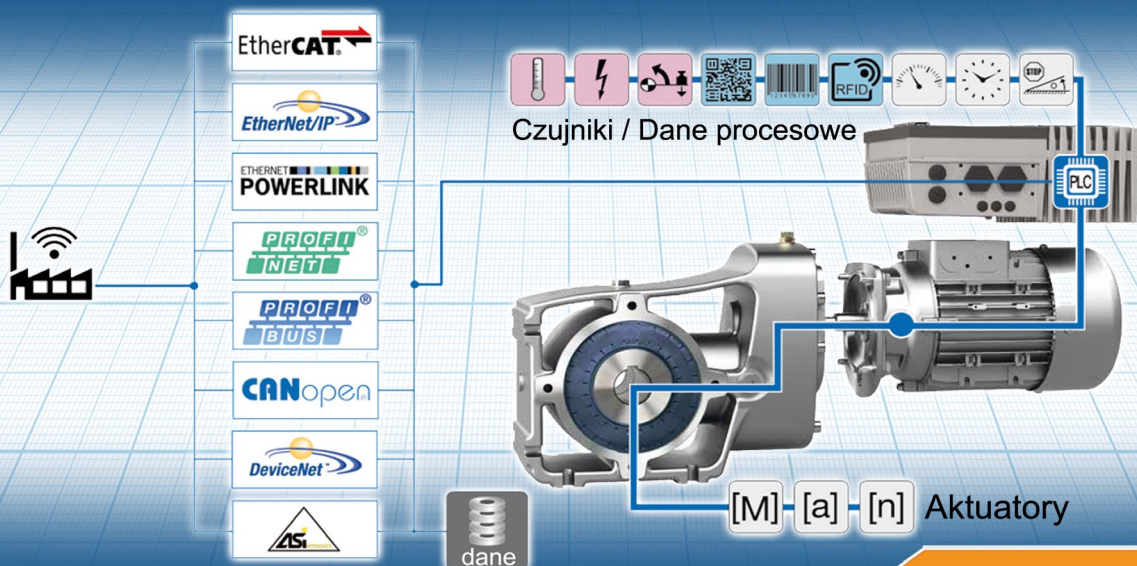
Rozważając obszary zastosowań zdecentralizowanej technologii jako obszary o dużym potencjale, można wyróżnić przede wszystkim zastosowania w zakresie techniki transportu oraz pomp/wentylatorów. Ta seria produktów została specjalnie stworzona dla spełnienia elastycznych wymagań technicznych oraz dla zapewnienia wymiernych korzyści ekonomicznych.



**NORD Napędy Sp. z o.o.**  
 Krakowska 58  
 32-020 Wieliczka  
 tel.: 12-288 99 00  
 fax: 12-288 99 11  
 e-mail: [biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com)  
[www.nord.com](http://www.nord.com)

reklama

## Jesteśmy gotowi na 4 rewolucję przemysłową



**Inteligentne systemy napędowe**

**NORD Napędy**  
 tel: 12 288 99 00, [biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com), [www.nord.pl](http://www.nord.pl)



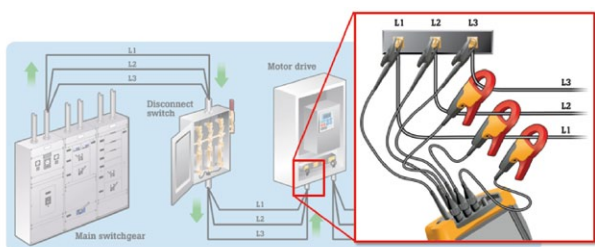
# Pomiary w technice napędowej

Karol Bielecki

Wykorzystywane w technice napędowej przetwornice częstotliwości ze względu na swój charakter pracy są wyzwaniem z punktu widzenia pomiarów, które wykonywane są celem dokonania diagnostyki przetwornicy, silnika i urządzeń z nimi skojarzonych. Niejednokrotnie wykorzystanie dobrze znanego multimetru nie jest wystarczające i konieczne staje się sięgnięcie po znacznie bardziej zaawansowane przyrządy pomiarowe. W niniejszym artykule zostaną przedstawione praktyczne przykłady pomiarów wielkości elektrycznych dokonywanych w technice napędowej.

## Pomiar na zaciskach wejściowych przetwornicy częstotliwości

Celem tego pomiaru jest najczęściej zbadanie jakości energii elektrycznej, a co za tym idzie – określenie wpływu prostownika zaimplementowanego w przetwornicy na parametry jakości energii elektrycznej. W zależności od typu prostownika w różny sposób kształtowana będzie zawartość wyższych harmonicznych w prądzie, co najczęściej wyrażane jest poprzez współczynnik THDi. Jeśli wielkość tego współczynnika będzie zbyt wysoka, wówczas konieczne jest zastosowanie dodatkowych filtrów pasywnych, a w niektórych przypadkach warto rozważyć użycie filtra aktywnego. Do niniejszego pomiaru najczęściej wykorzystywanym przyrządem jest analizator sieci (rys. 1). Za przykład można wziąć analizator sieci Fluke 435-II, który jest analizatorem w klasie A, co jednocześnie oznacza, że jest on zgodny ze standardem IEC 61000-4-30. Warto również nadmienić, że w przyrządzie tym zostało zaimplementowane wyzwalanie zdarzeniowe, dające możliwość rejestracji przebiegów, zapadów i wzrostów napięcia. Analizator ten w kalkulacji mocy i energii uwzględnia również wyższe harmoniczne i asymetrię sieci jako moc zniekształceń, która również obciąża i obniża efektywność systemu elektroenergetycznego.

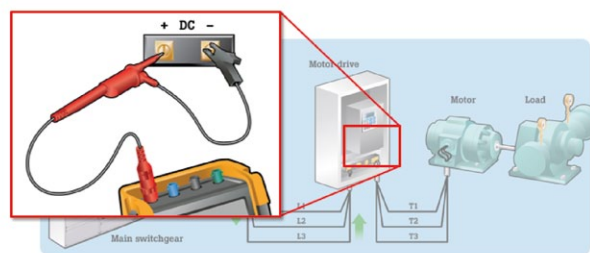


Rys. 1. Pomiar na wejściu przetwornicy częstotliwości z wykorzystaniem analizatora sieci

O zawartości wyższych harmonicznych w napięciu zasilającym przetwornice może również informować współczynnik CF, który jest stosunkiem wartości szczytowej napięcia do wartości skutecznej. W przypadku, gdy wartość ta jest inna niż 1,414, może być to już wystarczającą informacją o problemach związanych z jakością energii elektrycznej.

## Pomiar na wyjściu prostownika

Pomiar ten mimo swojej prostoty jest w stanie dać wiele informacji diagnostycznych o pracy samego prostownika, jak i o jakości energii elektrycznej zasilania przetwornicy. Do tego pomiaru warto wykorzystać scopometr® (rys. 2), który pod względem funkcjonalności jest połączeniem oscyloskopu oraz multimetru. W oscyloskopach wykorzystywane są szybkie przetworniki analogowo-cyfrowe, które dokonują próbkowania badanego sygnału, przetwarzając go w ten sposób na wartość cyfrową, która wyświetlana jest na ekranie urządzenia. Dzięki temu na wyjściu szyny DC jesteśmy w stanie obserwować pulsy prostownika. W przypadku, gdy amplitudy poszczególnych pulsów mają różne wartości, możemy mieć do czynienia z asymetrią napięcia zasilającego. Jeśli liczba pulsów będzie mniejsza niż 6 na okres (w przypadku prostownika 6-pulsowego), wówczas wskazywać to będzie na pracę bez jednej fazy lub uszkodzenie jednej z diod prostowniczych.



Rys. 2. Pomiar na szynie DC przetwornicy częstotliwości z wykorzystaniem scopometru

Warto nadmienić, że w wielu typach przetwornic częstotliwości, szczególnie tych, w których istnieje możliwość rekuperacji energii, napięcie na szynie DC może być wyższe niż 1000 V DC. Pomiar napięcia stałego o takiej wartości jest możliwy z wykorzystaniem multimetru Beha-Amprobe 160C, który pozwala na pomiar do 1500 V DC. Często zachodzi również konieczność pomiaru wartości natężenia prądu na szynie prądu stałego. Do tego można wykorzystać cęgę z modułem hallotronowym, pozwalającym zarówno na pomiar prądu przemiennego, jak i stałego (rys. 3).



## Pomiar na wyjściu przetwornicy

Pomiar na wyjściu przetwornicy pozwala na ustalenie prawidłowego współdziałania tego urządzenia

Rys. 3. Scopometr z cęgą hallotronową i310s (partner portal 6729)



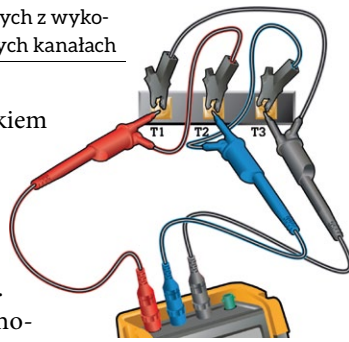
Rys. 4. Pomiar napięć międzyfazowych z wykorzystaniem scopometru o izolowanych kanałach

energoelektronicznego z silnikiem elektrycznym. Ze względu na szybkozmienny przebieg wyjściowy falownika konieczne staje się ponowne wykorzystanie scopometru. W tym wypadku często zachodzi również konieczność pomiaru napięć międzyfazowych, który możliwy jest jedynie przyrządem o izolowanych kanałach. Standardowy oscyloskop, posiadający wspólną masę dla poszczególnych kanałów, spowoduje w przypadku podłączenia sond jak na rys. 4 wystąpienia zwarcia, co może doprowadzić do uszkodzenia oscyloskopu.

Pomiar na wyjściu falownika pozwoli na ustalenie czy szybkość narastania wartości napięcia nie jest zbyt wysoka, co w wielu wypadkach może doprowadzić do uszkodzenia uzwojeń silnika. Gdy wartość  $du/dt$  będzie przyjmowała zbyt wysokie wartości względem wartości podanych przez producenta silnika lub w standardzie IEC60034, wówczas koniecznym stanie się zastosowanie dodatkowego dławika  $du/dt$ .

#### Bezpieczeństwo pomiarów w technice napędowej

Dobór urządzenia pomiarowego pod kątem bezpieczeństwa można porównać do wyboru kasku przez motocyklistę. Na



pierwszy rzut oka różne kaski nie różnią się zbytnio od siebie – jedynie ceną. Ich kształt i wygląd zewnętrzny jest do złudzenia podobny. Jednak to, co najważniejsze dla bezpieczeństwa motocyklisty, znajduje się pod błyszczącą skorupą – specjalnie uformowane i wytrzymałe wypełnienie, pochłaniające siłę uderzenia, warunkuje bezpieczeństwo, stąd wynika cena produktu. W ten sam sposób możemy rozpatrywać urządzenia służące do pomiarów elektrycznych. Z pozoru wyglądające niemalże identycznie, przyrządy pomiarowe mogą istotnie różnić się pod względem zaimplikowanych wewnątrz nich rozwiązań, zapewniających bezpieczeństwo osoby dokonującej pomiaru.

W przyrządach Fluke stosowane są specjalistyczne bezpieczniki uniemożliwiające wydostanie się łuku elektrycznego poza urządzenie pomiarowe. Najwyższe starania o bezpieczeństwo, dokładane przez projektantów Fluke, dają wysoką pewność pomiarów nawet w punkcie zdawczo-odbiorczym sieci elektroenergetycznej. Należy pamiętać, że czym bliżej przyłącza elektroenergetycznej instalacji, tym wyższa moc zwarciowa systemu i tym wyższa energia wyzwalana podczas zwarcia. Określając miejsce pomiaru, powinniśmy dobrać multimetr w odpowiedniej klasie bezpieczeństwa. Wymóg ten dotyczy również sond i przewodów pomiarowych. W pomiarach wielkości elektrycznych w technice napędowej często możemy spodziewać się wysokich prądów zwarciowych ze względu na bliskość instalacji dużych przetwornic przy transformatorach zasilających. Warto zatem zastosować urządzenie w kategorii bezpieczeństwa CAT III i CAT IV. ■

reklama

## Otrzymaj BEZPŁATNIE

Urządzenie Samsung® Galaxy S6 Edge,  
Apple® iPhone 6S lub iPad Air  
kupując objętą promocją  
kamerę termowizyjną firmy Fluke

**Pospiesz się!**  
Liczba zestawów  
ograniczona.



FLUKE®

Sprawdź najnowsze promocje na [www.fluke.pl](http://www.fluke.pl) !!!



## 29 Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB 2016 odbędą się w dniach od 13 do 15 września br.

**E**NERGETAB to największe w Polsce targi nowoczesnych urządzeń, aparatury i technologii dla przemysłu energetycznego. Jest to zarazem jedno z najważniejszych spotkań czołowych przedstawicieli sektora elektroenergetycznego.

Teren Targów obejmuje ponad 30 tys. m<sup>2</sup> powierzchni ekspozycyjnej, zarówno w nowo wybudowanej, nowoczesnej hali wielofunkcyjnej, jak i w pawilonach namiotowych oraz terenach otwartych – na których wystawcy mają możliwość ekspozycji wielkogabarytowych i ciężkich eksponatów.

Targom towarzyszyć będą konferencje, seminaria i prezentacje wystawców – zatem jest to także doskonałe forum dla rozmów o aktualnych kierunkach rozwoju branży oraz wdrażanych innowacjach.

Targi ENERGETAB są więc wyjątkową szansą nawiązania dialogu między pro-

ducentami, projektantami, dostawcami usług i czołowymi przedstawicielami przedsiębiorstw energetycznych – i to wszystko w jednym miejscu.

Tradycyjnie już podczas Targów odbędzie się konkurs nagradzający prestiżowymi medalami i pucharami „szczególnie wyróżniające się produkty” zgłoszone do konkursu przez wystawców. Decyzję o przyznaniu wyróżnienia i jego kategorii podejmuje Komisja Konkursowa, którą tworzą eksperci partnerów Targów.

Po raz pierwszy zostanie natomiast zorganizowany multimedialny konkurs dla zwiedzających Targi, którzy będą mogli wziąć w nim udział za pomocą własnych mobilnych urządzeń (smartfon/tablet). Wszyscy uczestnicy konkursu będą mieli okazję wykazać się wiedzą w zakresie oferowanych przez wystawców rozwiązań, jednocześnie zapoznając się z nowościami produktowy-



mi, które zostaną zaprezentowane w tej edycji Targów. Czekające na zwycięzców tych konkursów bardzo cenne nagrody stanowić będą – jak sądzimy – dodatkową zachętę, aby odwiedzić ENERGETAB 2016.

A w ubiegłym roku Targi odwiedziło ponad 20 tys. zwiedzających, którzy mogli zapoznać się z ofertami 743 wystawców z 18 krajów Europy i Azji. ■

Więcej informacji na stronie [www.energetab.pl](http://www.energetab.pl).

reklama

**MIĘDZYKARODOWE  
ENERGETYCZNE TARGI BIELSKIE**

**29**

**BIELSKO-BIAŁA INTERNATIONAL  
POWER INDUSTRY FAIR**

# ENERGETAB



**13-15 września/September 2016**

**[www.energetab.pl](http://www.energetab.pl)**

rekomendacja  
Polskiej Izby Przemysłu Targowego

# Logika w przemiennikach, czyli moduł logiczny DeviceLogix w napędach PowerFlex serii 750

Tomasz Depta

W dzisiejszych czasach coraz więcej przemienników częstotliwości wykorzystywanych jest w układach, w których rolę nadrzędną pełni sterownik PLC. Coraz częściej także dąży się do tego aby część zadań, za których realizację odpowiedzialny był sterownik PLC, realizowana była za pomocą przemiennika częstotliwości. Odpowiedzią firmy Rockwell Automation na powyższą potrzebę było wyposażenie przemienników PowerFlex 750 w moduł logiczny DeviceLogix.

Moduł logiczny DeviceLogix™ pozwala na tworzenie logiki sterującej zarówno pracą przemiennika, jak i urządzeń z nim współpracujących, takich jak: przyciski, czujniki, elementy sygnalizacyjne itp. Funkcje logiczne mogą być realizowane lokalnie (w obrębie przemiennika i urządzeń, z którymi bezpośrednio współpracuje) oraz zdalnie (poprzez sieć komunikacyjną). Do dyspozycji użytkownika oddany został bogaty zbiór funkcji, takich jak:

- Obsługa wejść oraz wyjść. Wejścia (DIP, AIP) oraz wyjścia (DOP, AOP) dzielą się na dwa typy: fizyczne (realizowane za pomocą fizycznego połączenia z napędem) oraz sieciowe (powiązane z parametrami wymienianymi podczas komunikacji sieciowej).
- Funkcje procesowe. Zaliczają się do nich alarmy (ALM) i funkcje diagnozy czasowej (TDG). Alarmy oferują możliwość sygnalizacji przekroczenia wartości progowej, natomiast funkcje diagnozy czasowej oferują możliwość kontroli, czy dane zdarzenie występuje w zdefiniowanych odstępach czasu.
- Filtr dolnoprzepustowy (LPF), za pomocą którego istnieje możliwość filtracji sygnałów wejściowych.
- Funkcje ograniczenia i wyboru. Funkcja wyboru (SEL) określa wyjście modułu na podstawie wartości funkcji selektora. Funkcja ograniczenia (HLL) ogranicza wartość wejściową w określonym zakresie.
- Funkcja statystyczna (MAVE) oferuje możliwość obliczenia średniej wartości sygnału wejściowego.
- Liczniki oraz przekaźniki czasowe („timery”). W skład liczników wchodzi licznik zliczający w górę (CTU) oraz licznik zliczający w górę i w dół (CTUD). W skład „timerów” wchodzi: „timer” opóźnionego załączenia (TONR), „timer” opóźnionego wyłączenia (TOFR) oraz „timer” impulsowy (PULR).
- Funkcje porównania. W skład funkcji porównania wchodzi następujące funkcje: „większe niż” (GRT), „większe lub równe” (GEQ), „równe” (EQU), „nie równe” (NEQ), „mniejsze niż” (LES), „mniejsze lub równe” (LEQ) oraz funkcja maski (MEQ).



- Funkcje matematyczne. W skład funkcji matematycznych wchodzi następujące funkcje: dodawanie (ADD), mnożenie (MUL), odejmowanie (SUB), dzielenie (DIV), modulo (MOD), pierwiastek kwadratowy (SQR), negacja (NEG), wartość absolutna (ABS) oraz „x do potęgi y” (XPY).
- Funkcje logiczne. W skład funkcji logicznych wchodzi następujące funkcje: AND (BAND), negacja AND (BNAND), NOT (BNOT), OR (BOR), negacja OR (BNOR), różnica symetryczna OR (BXOR), różnica symetryczna NOR (BXNOR). Strukturę logiczną tworzy się podobnie jak w języku FBD (*Function Block Diagram*), tworząc strukturę połączonych ze sobą wejść, wyjść oraz bloków funkcyjnych. Moduł DeviceLogix™ jest w pełni zintegrowany z napędem, co oznacza, iż w jego strukturze można stworzyć powiązania pomiędzy parametrami samego napędu a kartami rozszerzającymi, będącymi na jego wyposażeniu.

Niewątpliwą zaletą środowiska DeviceLogix™ jest fakt, że cały proces programowania oraz zapisywania programu do pamięci przemiennika realizowany jest z poziomu oprogramowania

reklama

Szybko Pewnie Odpowiedzialnie

## PowerFlex



przemienniki częstotliwości marki Allen-Bradley

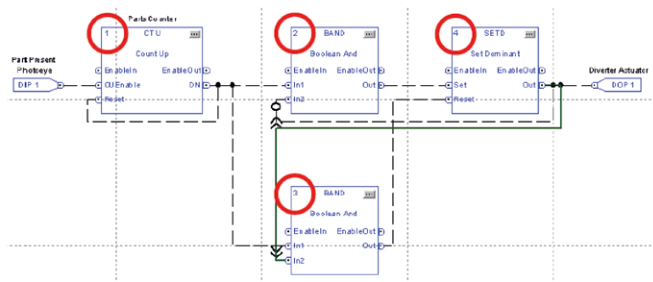


- zakres mocy: 0.2 -1500 kW
- napięcie zasilania: 100-690 V AC
- moduły komunikacyjne do większości sieci przemysłowych

- prosta integracja z systemami sterowania
- łatwe uruchomienie i zaawansowana diagnostyka
- od prostych aplikacji do złożonych systemów napędowych



40-519 Katowice ul. Kościuszki 112, tel. +48327887706, www.racontrols.pl, email: oferty@racontrols.pl



służącego do parametryzacji oraz konfiguracji wszystkich przemienników częstotliwości oraz softstartów SMC-Flex, czyli programu DriveExecutive™ lub bezpłatnego oprogramowania Connected Components Workbench™. Dzięki takiemu rozwiązaniu cała obsługa oraz diagnostyka napędu realizowana jest z wykorzystaniem jednego bezpłatnego pakietu oprogramowania, co pozytywnie przekłada się na komfort pracy.

Wykorzystanie napędów wyposażonych w moduł logiczny DeviceLogix™ przynosi korzyści dwojakiego rodzaju. Pierwszą z korzyści jest uproszczenie układu sterowania oraz zmniejszenie ilości wykorzystywanego oprogramowania, co pozytywnie wpływa na proces projektowania oraz uruchamiania układu. Drugą z korzyści wynika wprost z pierwszej i wiąże się z ograniczeniem kosztów systemu sterowania. Powyższe zalety napędów serii PowerFlex® 750, wyposażonych w moduł logiczny DeviceLogix™, przekładają się na coraz większy ich udział w sprzedaży wszystkich przemienników marki Allen-Bradley, co z kolei wskazuje kierunek rozwoju przyszłych serii przemienników częstotliwości oferowanych przez firmę Rockwell Automation.

Tomasz Depta

RAControls Sp. z o.o.

Autoryzowany Dystrybutor Rockwell Automation

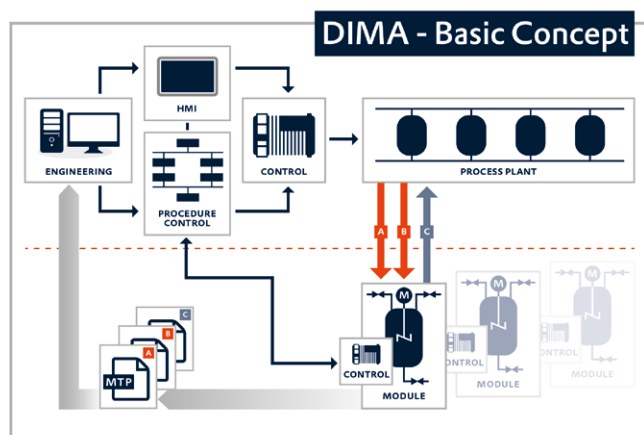
## System zenon – pierwszy system sterowania procesem w inżynierii w ramach inicjatywy normalizacji WAGO: COPA-DATA Partnerem projektu „DIMA”

Lider w produkcji oprogramowania dla automatyki, firma COPA-DATA, jako jeden z pierwszych dostawców systemów sterowania i procesami bierze udział w projekcie „DIMA – Decentralized Intelligence for Modular Applications” (Zdecentralizowana Inteligencja Aplikacji Modułowych) zainicjowanym przez firmę WAGO. Celem jest stworzenie standardu dla zdecentralizowanej, modułowej automatyzacji urządzeń i sprzętu technologicznego oraz efektywnej inżynierii. Daje to firmom przemysłowym możliwość użytkowania sprzętu wykorzystywanego w różnych procesach w sposób elastyczny oraz indywidualizowanie produkcji.

Wahania na rynkach zamówień i sprzedaży, elastyczna relokacja zakładów produkcyjnych oraz wzrastające wymagania w zakresie indywidualizowania portfolio produktów i przystosowania ich do potrzeb klientów prowadzą do skrócenia cyklu produkcyjnego oraz innowacji w zakładach przemysłowych. Konwencjonalne urządzenia produkcyjne wykorzystywane obecnie w produkcji przemysłowej w branżach: chemicznej, spożywczej, rozlewniczej, kosmetycznej i farmaceutycznej zazwyczaj nie są wystarczająco elastyczne i nie dają możliwości szybkiego wprowadzania nowych produktów lub zmiany ich ilości.

Firma WAGO, globalny dostawca systemów automatyki i połączeń elektrycznych, zainicjowała projekt „DIMA – Decentralized Intelligence for Modular Applications”. Projekt ten zaspokaja potrzebę indywidualizacji procesów produkcyjnych oraz wysokiego stopnia modułowości w automatyzacji tych procesów.

– Naszym celem jest znaczne skrócenie czasu, jaki musi upłynąć od momentu zatwierdzenia produktu do masowej produkcji a jego dostępnością na rynku dla klientów. Szacujemy, że



można oszczędzić 60% czasu potrzebnego na zaprojektowanie sprzętu i urządzeń produkcyjnych. Jednak można to osiągnąć tylko wtedy, jeśli są one wykonane w sposób modułowy i dają firmie możliwość działania szybciej i bardziej elastycznie – wyjaśnia Ulrich Hemen, kierownik Industry & Process Market Management w firmie WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG.

Komitety Stowarzyszenia Użytkowników Technologii Automatyki w Przemśle Przetwórczym (NAMIR) oraz Stowarzyszenia Niemieckich Producentów w Przemśle Elektrycznym i Elektronicznym (ZVEI) przyjęły jako właściwy kierunek zdefiniowany w DIMA i określiły go bardziej szczegółowo. Finalnie celem współpracy stało się opracowanie standardu międzynarodowego.



# Maszyna Stauff do wstępnego i końcowego zacinania pierścieni

Stauff przedstawia maszynę do wstępnego i końcowego zacinania pierścieni z połączoną kontrolą ciśnienia i położenia tłoka.

Na Targach Bauma Stauff oprócz szerokiego zakresu złączy zaprezentował maszynę do wstępnego i końcowego zacinania pierścieni.

Maszyna o oznaczeniu SPR-PRC-POC jest idealna do montażu pierścieni zacinających serii extra lekkiej, lekkiej i ciężkiej do przyłączy na 24° zgodnych z ISO 8434-1/DIN 2353 dla rur o średnicy zewnętrznej między 4 a 42 mm.

Połączenie kontroli ciśnienia i pozycji tłoka jest szczególną cechą maszyn do zacinania pierścieni Stauff. Zapewnia właściwe ciśnienie oraz pozycję w czasie całego procesu zacinania. W przypadku wystąpienia jakiegokolwiek odchyłki jednego z tych dwóch parametrów od zapisanych wartości proces zacinania zostanie automatycznie przerwany i na wyświetlaczu zostanie przedstawiona jasna informacja na temat zaistniałego błędu.

SPR-PRC-POC jest rozsądną inwestycją dla firm zajmujących się hydrauliką siłową, ponieważ może zostać wykorzystana zarówno do zacinania wstępnego, jak i końcowego. Przy wykorzystaniu maszyny do zacinania wstępnego monter, aby zakończyć instalację, musi jedynie dokręcić nakrętkę o 180° poza punkt oporu. Przy wykorzystaniu maszyny do zacinania końcowego pierścien zacinający jest wcięty w rurę w 100%, a monter musi jedynie dokręcić nakrętkę 30° od punktu oporu. W obu przypadkach użytkownik może być pewien, że pierścien zacinający zamontowany został z maksymalną niezawodnością i powtarzalnością.

Nowa maszyna jest więc niezwykle elastyczna i jednocześnie pracuje z wysokim stopniem automatyzacji i na wysokim poziomie bezpieczeństwa. Obsługuje rozpoznawanie narzędzi RFID, co pozwala uniknąć niewłaściwej pra-



Maszyna do zacinania pierścieni z połączoną kontrolą ciśnienia i położenia tłoka

cy urządzenia. Wbudowany wyłącznik kontaktowy włącza automatycznie start procesu zacinania, a automatyczne wykrywanie zużycia narzędzi gwarantuje ciągłą powtarzalność wyników procesu. Czujnik optyczny zapewnia bezpieczeństwo operatorowi, jeżeli będzie musiał sięgnąć do miejsca montażu.

Wewnętrzna pamięć PLC pozwala na zapamiętanie do dziewięciu programów pracy. Czytelny wyświetlacz ciągle informuje operatora o kluczowych danych dotyczących procesu zacinania – przez co uzyskana jest świetna przejrzystość współpracy człowiek – maszyna. Jednocześnie krótki cykl pracy oferuje optymalne warunki do doskonałej wydajności maszyny.



Stauff Polska Sp z o.o.

Miszewko 43 A

80-297 Banino

tel. 58-660 11 60

fax 58-629 79 52

e-mail: sales@stauff.pl

www.stauff.pl



## 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

# WL200 – nowy kompaktowy falownik

W odpowiedzi na oczekiwania klientów, którzy wymagają od przemienników częstotliwości coraz większej niezawodności, wszechstronności zastosowań oraz prostoty obsługi, firma HITACHI wprowadza na rynek nowy model falownika WL200. Falownik ten jest następcą znanego i cenionego za niezawodność modelu X200, mającego zastosowanie w aplikacjach pomp, wentylatorów oraz w wielu innych aplikacjach napędowych niewymagających stosowania zaawansowanego sterowania wektorowego lub bezpośredniego sterowania momentem.

Główny nacisk projektanci HITACHI położyli na możliwość stosowania falownika WL200 w nowoczesnych układach automatyki i sterowania. W stosunku do serii X200 w falownikach WL200 wprowadzono całą gamę udoskonaleń, a wśród nich: wbudowany ministerownik PLC (program EasySequence), zaawansowany regulator PID, funkcje stopu bezpieczeństwa, udoskonaloną transmisję RS485 w standardzie Modbus RTU i wiele innych. Szczególnie wbudowane funkcje sterownika PLC – EasySequence wyróżniają ten falownik na rynku. Dla programisty dostępne jest 6 kB pamięci programu, który można podzielić na pięć równoległe pracujących, niezależnych zadań, co pozwala w wielu przypadkach skrócić do minimum czas odpowiedzi falownika na zdarzenie zewnętrzne. Wykorzystanie ministerownika PLC – EasySequence w większości przypadków pozwoli wyeliminować zewnętrzne układy przekaźników programowalnych czy prostych sterowników PLC. Maksymalna prędkość transmisji 11 5200 bit/s dla komunikacji Modbus RTU (RS485) oraz zwiększony zakres funkcji tego protokołu (np. funkcja Broadcasting lub funkcja jednoczesnego zapisu/odczytu rejestrów) pozwalają zastosować WL200 w każdej sieci tego typu. Nowością jest również możliwość zbudowania sieci komunikacyjnej pomiędzy falownikami WL200 (i/lub WJ200) bez jakichkolwiek urządzeń zewnętrznych – tzw. EzCOM. Jest to typowa sieć Master/Slave, gdzie rolę urządzenia Master przejmuje jeden z falowników WL200, a pozostałe pracują jako urządzenia Slave. WL200 posiada także nową funkcję dwupoziomowego hasła, pozwalającą zabezpieczyć falownik przed nieuprawnionym dostępem do nastaw. Jednym z najważniejszych udoskonaleń jest niewątpliwie wyposażenie falownika WL200 w bezpośredni port USB (standard złącza Mini-B) służący do współpracy z oprogramowaniem narzędziowym ProDriveNext. Kolejnym udoskonaleniem w stosunku do modelu X200 jest zwiększenie do 7 liczby programowalnych wejść cyfrowych i do 2 programowalnych wyjść cyfrowych oraz znaczące zwiększenie liczby możliwych do przypisania im funkcji. I tak, gdy X200 posiadał 29 funkcji wejściowych i 12 funkcji wyjściowych, jego następca posiada odpowiednio 56 funkcji wejść i 44 funkcje wyjść. Falowniki w całym zakresie mocy posiadają wbudowaną jednostkę hamującą, tzw. *braking chopper*, do której potrzebne jest tylko dołączenie odpowiedniego zewnętrznego opornika hamującego. Podczas projektowania nowego modelu szczególną uwagę zwrócono na bezpieczeństwo oraz niezawodność urzą-

dzenia, liczne funkcje zabezpieczające pozwalają skuteczniej chronić nie tylko falownik i urządzenia z nim współpracujące, ale co najważniejsze – personel.

Jako opcję HITACHI będzie oferować karty komunikacyjne dla sieci: ProfiBus-DP, EtherCAT, DeviceNet, ProfiNet.



Wychodząc naprzeciw oczekiwaniu klientów, HITACHI zaprojektowało swój nowy falownik pod względem wizualnym na wzór istniejącego już na rynku wektorowego modelu WJ200. Wygląd zewnętrzny serii WJ200 i WL200 to nie jedyne podobieństwa. Zadbano o pełną kompatybilność sprzętową (listwy zasilania i sterujące), jak również programową (nastawy, ministerownik PLC EasySequence oraz komunikację Modbus RTU).

Falowniki WL200 dostępne będą w wersji zasilania jednofazowego oraz trójfazowego. Napięciem 1 × 230 V AC mogą być zasilane modele w przedziale mocy od 0,2 kW do 2,2 kW. Zasilanie 3 × 400 V AC natomiast będzie dostępne dla modeli o mocach od 0,4 kW do 18,5 kW.

Nowa opisywana tutaj rodzina falowników HITACHI spełnia światowe standardy, o czym świadczą otrzymane certyfikaty: CE, UL, c-UL, C-Tick. Po zamontowaniu opcjonalnego filtra RFI falownik WL200 spełnia europejskie wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej.





Opcjonalnie dostępny jest również zewnętrzny panel operatorski WOP podłączany do znajdującego się na przednim panelu falownika portu RS422. Co ważne, zastosowanie panelu WOP nie blokuje nam komunikacji nadrzędnej Modbus RTU ani komunikacji z komputerem poprzez port USB. Panel WOP oferuje użytkownikowi 5-liniowy wyświetlacz LCD z membra-

nową klawiaturą i dwukolorowym podświetleniem komunikatów oraz wbudowany zegar czasu rzeczywistego RTC. Nowością i najważniejszą cechą tego wyświetlacza jest jednak możliwość wyświetlania menu oraz komunikatów w języku polskim.

WL200 może być sterowany i parametryzowany poprzez program ProDriveNext, służący również do obsługi wewnętrznego sterownika PLC – EasySequence. Oprogramowanie ProDriveNext oprócz standardowych funkcji zapisu/odczytu parametrów posiada również wiele innych możliwości, takich jak np. wielokanałowe wykresy parametrów napędu w funkcji czasu. Człon oprogramowania odnoszący się do odczytu/zapisu nastaw parametrów posiada funkcję porównywania nastaw użytkownika z nastawami domyślnymi. Możliwe jest również sterowanie pracą falownika oraz monitoring wybranych parametrów, gdyż software zawiera wirtualny panel sterowniczy upraszczający konfigurację i uruchomienie urządzenia. Oprogramowanie ProDriveNext jest bezpłatne i dostępne na naszej stronie: [www.zeltech.pl](http://www.zeltech.pl).



reklama



**HANDLOWE CENTRUM  
UKŁADÓW NAPĘDOWYCH**

**HITACHI**  
Inspire the Next

Przełom technologiczny i cenowy  
w dziedzinie sterowania napędów

**Falowniki serii WL 200**



**PROMOCJA**

W okresie od 15.04. do 31.05.2016  
oferujemy zakup nowej serii falowników  
**WL 200**

na wyjątkowo atrakcyjnych warunkach  
handlowych. Możliwość otrzymania  
**PREZENTU.**

Więcej informacji na stronie:

[www.zeltech.pl/aktualnosci](http://www.zeltech.pl/aktualnosci)

Zeltech Mechatronika Sp. z o.o.  
ul. Elektronowa 6, 94-103 Łódź  
tel. 42 254 09 25, fax 42 254 09 42  
mechatronika@zeltech.pl

**www.zeltech.pl**

Hitachi Industrial Equipment Systems Co., Ltd

ODDZIAŁ POŁUDNIOWY  
ul. I Dywizji Pancerniej 45  
43-300 Bielsko-Biała  
tel. 33 496 42 40 fax 33 496 42 41  
bb@zeltech.pl



# Historia i oferta firmy Ciesse S.r.l.

Firma CIESSE S.r.l. powstała w oparciu o wieloletnie doświadczenie osób pracujących w sektorze chłodnictwa przemysłowego. Nasza firma, obecna na rynku sprzętu oryginalnego oraz części zamiennych, od ponad dziesięciu lat produkuje w efektywnej i wyposażonej strukturze przemysłowe wymienniki ciepła następujących typów:

- wymienniki ciepła powietrze/olej (seria CSA - CSL);
- łączone dla kompresorów (powietrze/olej - powietrze/powietrze);
- łączone dla maszyn mobilnych (powietrze/olej - powietrze/powietrze);
- autonomiczne jednostki chłodzące z odzyskiem ciepła;
- woda/olej (płaszczowo-rurowe);
- woda/olej (wymyenniki płytowe);
- komponenty takie, jak: termostaty stałe lub regulowane/zawory termostatyczne.

Gama oferowanych produktów obejmuje linię artykułów standardowych (opracowanych z uwzględnieniem szczególnych wymagań każdego sektora) oraz produkty niestandardowe, opracowane w oparciu o potrzeby Klientów.

Ponadto w naszym zakładzie możliwa jest naprawa wymienników z aluminium, płaszczowo-rurowych i płytowych, jakiegokolwiek marki i rozmiaru oraz w krótkim czasie.

Aby uzyskać szczegółowe informacje, prosimy o kontakt z naszym Biurem Techniczno-Handlowym, w celu opracowania oraz zastosowania najbardziej odpowiedniego rozwiązania dla różnorodnych aplikacji.



## Nasza historia

Ciesse S.r.l. jest włoską firmą założoną z woli przedsiębiorcy, od zawsze zaangażowanego w sektorze wymienników ciepła. Początki firmy sięgają roku 1995 i jest ona liderem na niniejszym rynku. Jej misją jest projektowanie, produkcja oraz sprzedaż wymienników ciepła, jak również zapewnienie wsparcia własnym Klientom.

Rozwój firmy od zawsze był napędzany poszukiwaniem dobrego kompromisu pomiędzy ceną a jakością. Dobrym przykładem jest otwarcie w 2004 roku węzła produkcyjnego w Rumunii. Fabryka ta znajduje się w Brasov, obejmuje powierzchnię około 2000 metrów kwadratowych i może się poszczycić najnowocześniejszą i najbardziej zaawansowaną technologią dla produkcji mas spawanych i lutowanych.

Nasza gama produktów składa się z następujących wymienników ciepła:

- powietrze/olej;
- chłodnice łączone do kompresorów;
- powietrze/powietrze;
- powietrze-woda;
- autonomiczne systemy chłodzenia;
- powietrze/freon;
- powietrze/osuszacze;
- woda/olej (płaszczowo-rurowy);
- komponenty.

Ponadto zajmujemy się projektowaniem oraz produkcją niestandardowych rozwiązań dla następujących rynków:

- maszyny do robót ziemnych;
- maszyny rolnicze;
- wózki widłowe;
- kompresory.

### Nasza misja

Ciesse jest firmą, która w sposób jednoznaczny i bezdyskusyjny zdefiniowała, jaka jest jej MISJA; posiada jasną WIZJĘ biznesu oraz ustaliła, jakie są jej WARTOŚCI. Wszystko to z uwzględnieniem przeszłości oraz spoglądając czujnym okiem w przyszłość.

**MISJA:** Oferujemy wiodące w przemyśle wymienniki ciepła oraz usługi, które umożliwiają naszym partnerom biznesowym, klientom i pracownikom rozwój, produkcję oraz sprzedaż światowej klasy produktów i rozwiązań.

**WIZJA:** Zapewnienie doskonałego doświadczenia Klienta poprzez najwyższej klasy technologię i usługi, które są niezawodne, skalowalne, efektywne oraz które prezentują partnerskie produkty i usługi.

**NASZE WARTOŚCI:** Pracownicy, spoglądanie w przyszłość, odpowiedzialność, sprawność, zapał, dostarczenie jakości, współpraca, integralne działanie.

### Technologia

Ciesse jest firmą założoną przez grupę osób dysponujących wieloletnim doświadczeniem w dziedzinie wymienników ciepła. Od ponad dziesięciu lat firma zajmuje się produkcją

w doskonałej siedzibie produkcyjnej oraz rozprowadzaniem pełnej gamy wymienników ciepła dla różnorodnych zastosowań przemysłowych OEM i rynku wtórnego.

Linia produktów obejmuje linię wymienników standardowych oraz linię niestandardową, dostosowaną do specyficznych potrzeb Klienta. Ze względu na swój rozmiar firma Ciesse wyróżnia się swoją elastycznością oraz zdolnością dostosowania do potrzeb Klienta. Jednostka produkcyjna jest wyposażona we wszelkie nowoczesne technologie i urządzenia, które umożliwiają komercjalizację wysokiej jakości radiatorów.

reklama

reklama

Made in Europe

**CIESSE**

Loc. Cascina Malpaga - 24040 CISERANO (BG) - ITALY - Tel +39 035.884377 Fax +39 035.883227  
e-mail: [info@ciesse-srl.it](mailto:info@ciesse-srl.it) - [www.ciesse-srl.it](http://www.ciesse-srl.it)



Po słonecznej stronie energetycznych targów

## **ENEX i ENEX Nowa Energia 2016 z sukcesem**

Za nami kolejna edycja targów, w której pierwsze skrzypce zagrały energetyka, elektrotechnika i odnawialne źródła energii. Od 30 do 31 marca w Targach Kielce odbyło się setki spotkań i rozmów na temat efektywnego zarządzania energią. Ofertę ponad 150 firm z Polski i świata poznało ponad 4,5 tysiąca zwiedzających.

**T**ematem przewodnim XIX Międzynarodowych Targów Energetyki i Elektrotechniki ENEX oraz XIV Targów Odnawialnych Źródeł Energii ENEX Nowa Energia było wytwarzanie, przesyłanie i dystrybucja energii, jej użytkowanie i metody oszczędzania oraz systemy ciepłownicze i wytwarzanie ciepła.

Targi ENEX oraz ENEX Nowa Energia to przestrzeń, na której wystawcy mieli szansę zaprezentować swoje maszyny oraz urządzenia energetyczne i elektroenergetyczne, piece opalane drewnem, kotłownie opalane biomasą etc. Dużą część Targów stanowiła oferta firm z branży fotowoltaicznej.

– Targi ENEX po raz kolejny udowodniły, że jest ogromne zapotrzebowanie na wiedzę na temat energii odnawialnej, szczególnie – co trzeba podkreślić – energii ze Słońca, bo te urządzenia cieszyły się największym powodzeniem. I widać, że rynek czeka na dotacje, bo wiele firm jest już profesjonalnie przygotowanych, więc czekamy, aż się pojawią pienią-

dze – powiedział Marek Bednarz z firmy VISSMANN.

Podczas Targów można było zauważyć, że rozwój technologiczny polskich firm w służbie oszczędnego gospodarowania energią elektryczną jest ogromny. Według danych z rynku ceny montażu w systemach fotowoltaicznych w ciągu kilku lat spadły o połowę.

– Widać to na targach branżowych, gdzie widzimy dużo systemów fotowoltaicznych, wiele firm wystawców zajmujących się montażem nowych urządzeń, coraz bardziej kompaktowych, o nowoczesnym designie – ocenia Bogdan Szymański, redaktor GLOBEnergia.

### **Owocne spotkania merytoryczne**

Targi ENEX i ENEX Nowa Energia to również bardzo bogaty program konferencyjno-warsztatowy. W tym roku również pojawiło się wiele ważnych tematów. Ogromnym zainteresowaniem cieszyły się Fora organizowane przez redakcję GLOBEnergia – Forum Solar+ oraz Forum Pomp Ciepła, spotkania będące okazją do przygotowania się na zmieniający się rynek instalacji odnawialnych źródeł energii.

Ponadto ważne miejsce zajęła konferencja „W trosce o klimat - efektywność energetyczna, energia ze źródeł odnawialnych. Doświadczenia oraz możliwości rozwoju w nowej perspektywie” organizowana przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Kielcach i Świętokrzyskie Centrum Innowacji i Transferu Technologii.

Przedsiębiorcy, oprócz wzbogacania wiedzy teoretycznej, mieli szansę opuścić Targi Kielce z certyfikatem w ramach szkoleń „Pomiary instalacji fotowoltaicznych”, „Nowoczesne metody diagnostyki silników elektrycznych” czy „Akademia SolarEdge&Emiter”.



### **O biomasie słów kilka**

Ważnym punktem na konferencyjnej mapie Targów ENEX i ENEX Nowa Energia były warsztaty dla rolników, przedsiębiorców i przedstawicieli samorządów lokalnych „Energia z Biomasy w praktyce”.

– Produkcja biomasy, rozumianej jako szybko rosnące rośliny przyczyniające się do redukcji CO<sub>2</sub> oraz smogu, będące równocześnie ekologicznym paliwem, to jeszcze „ziemia niczyja”. Marcowe warsztaty podczas Targów ENEX i ENEX Nowa Energia stanowią już od ponad 10 lat centrum kompetencji w tym temacie – podkreśla Ryszard Gajewski, Prezes Zarządu Polskiej Izby Biomasy.

Podsumowując, tegoroczna edycja Targów należy do udanych. Nowa wiedza, nowoczesny sprzęt – wiosna zdecydowanie w kalendarzu firm zapisze się jako dobre, kieleckie spotkanie z energią. ■



# Softstarty średniego napięcia VS65

Firma POWER ELECTRONICS poszerzyła gamę wyrobów o softstarty średniego napięcia typu VS65. Urządzenie, tak jak i pozostałe wyroby firmy, objęte jest 3-letnią gwarancją oraz bardzo szybkim czasem reakcji serwisu. Softstart ma modułową, konfigurowalną budowę, co pozwala na elastyczne zaadaptowanie układu do istniejącej instalacji zarówno w zakresie rozmaitych typów podłączeń, jak i wyposażenia w aparaturę elektryczną. W konstrukcji zastosowano przewymiarowane podzespoły mocy, co korzystnie wpływa na czas bezawaryjnej pracy oraz umożliwia stosowanie softstartu w wymagających aplikacjach.

VS65 pokrywa zakres napięć od 2,3 kV do 15 kV przy mocach od 149 kW do 6300 kW. Obudowa może być wykonana w stopniu ochrony IP41 lub IP54. Całe urządzenie zostało podzielone na dwa główne moduły: moduł wejściowy i moduł softstartera. Moduł pierwszy (opcjonalny) umożliwia wbudowanie rozmaitych zabezpieczeń, np. automatycznych wyłączników lub



rozłączników bezpiecznikowych. Drugi moduł składa się z czterech sekcji: sekcji SCR, sekcji styczników próżniowych (stycznik liniowy i *bypass*), sekcji sterowania oraz sekcji interfejsu. Podział na sekcje oraz zastosowanie światłowodów w układach bramkowych tyrystorów pozwolił konstruktorom na bezpieczne odseparowanie stref nisko- i wysokonapięciowej. Sterowanie VS65 odbywa się poprzez klasyczne przyciski i przełączniki oraz alfanumeryczny panel operatorski, co pozwala na realizację sterowania lokalnego i zdalnego. Układ sterowania realizuje wszystkie niezbęd-

ne zabezpieczenia silnika – zanik i kolejność faz zasilających, asymetria zasilania, przeciążenie, zbyt niskie/wysokie napięcie, dopuszczalna ilość rozruchów na godzinę, prąd *shear pin* (elektroniczny odpowiednik kółka bezpiecznikowego ścinanego). Udostępniono dwie metody zatrzymania (po rampie i wybiegiem) i aż cztery metody rozruchu silnika:

- po rampie napięciowej (z kontrolą prądu maksymalnego);
- z nastawionym ograniczeniem prądowym;
- z dynamiczną kontrolą momentu – algorytm CDP stworzony przez producenta w celu płynnego ograniczenia przetężeń prądu dla ciężkich rozruchów;
- rozruch bezpośredni – rozruch mieszany z użyciem stycznika obejścia dla zablokowanego wirnika – na początku zostaje załączony impulsowo stycznik obejścia w celu wytworzenia dużego startowego udaru prądowego, potem następuje rozruch z nastawionym ograniczeniem prądowym.

Dla softstartu przewidziano możliwość podłączenia do przemysłowych sieci komunikacyjnych Modbus RTU i TCP, DeviceNet (CAN), Profibus DP, Ethernet, N2 Metasys.

Zastosowane rozwiązania techniczne, szeroki zakres znamionowych temperatur pracy (0–50°C), brak ograniczeń dla długości kabla silnikowego predysponują softstart VS65 do zastosowania w bardzo wymagających aplikacjach przemysłu petrochemicznego, wydobywczego, zarządzaniu wodą. ■

BTT AUTOMATYKA Sp. z o.o.

reklama

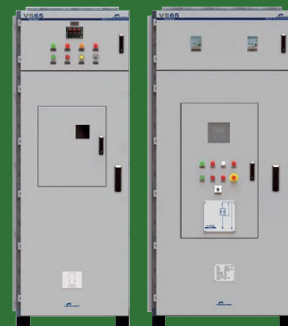
**SPRINT ELECTRIC**



Falowniki 0,37kW – 2,2 MW  
(z uznaniem DNV-GL do 75 kW)

- 1×230 V, 3×230 V, 3×380–500 V, 3×525 V, 3×690 V
- SN do 15 kV

**POWER ELECTRONICS**



Softstarty 4kW – 1,5 MW

- 3×230–500 V, 3×690 V
- SN do 15 kV

**Parker**

**T-T Electric**



Przekształtniki tyrystorowe  
2Q i 4Q 3,4–2250 A

- jednofazowe analogowe 3,4–48 A, 1×60 V, 110 V, 230 V, 440 V
- trójfazowe cyfrowe 12–2250 A, 3×380–480 V, 3×690 V

**BTT Automatyka Sp. z o.o.**  
ul. Fiszera 14  
80-231 Gdańsk  
tel./fax: +48 58 345 44 41  
btt@bttautomatyka.pl

# Targi ITM Polska odpowiedzią na zapotrzebowanie polskiego rynku

Przedstawiciele branży, biznesowo i naukowo związani z przemysłem i nową technologią, nie mogą pominąć w swoim grafiku wizyty w Poznaniu na Targach ITM Polska! W dniach 7-10 czerwca 2016 r., na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich, spotkają się liderzy z sektora innowacji, miłośnicy nowinek technologicznych, producenci maszyn i nowatorskich rozwiązań. Tegoroczna edycja, choć do rozpoczęcia pozostał jeszcze miesiąc, cieszy się ogromnym zainteresowaniem i już śmiało można stwierdzić, że będzie rekordowa! Światowej klasy wystawcy, profesjonalści z zakresu automatyzacji produkcji, metalurgii i obróbki metali, nowoczesny sprzęt, bogaty program wydarzeń towarzyszących, niepowtarzalna atmosfera – to wszystko sprawia, że hale i pawilony MTP będą pękać w szwach!

## Metale na salonach

Polska Unia Dystrybutorów Stali przygotowuje 8 czerwca 2016 r. konferencję pt. „Forum techniczne stali konstrukcyjnych”. Wydarzenie to jest dedykowane przedstawicielom przedsiębiorstw związanych z wytwarzaniem, przetwórstwem oraz dystrybucją stali konstrukcyjnych. Zakres tematyczny wydarzenia obejmuje stale konstrukcyjne dla: budownictwa, branży offshore, motoryzacyjnej i transportowej oraz dla producentów maszyn i urządzeń.

Również 8 czerwca br. odbędzie się seminarium Stowarzyszenia Stal Nierdzewna pt. „Czyszczenie i konserwacja stali nierdzewnej”. Organizatorom zależy na podkreśleniu szerokich i stale rozwijających się możliwości aplikacji stali nierdzewnych z perspektywy producenta i użytkownika oraz właściwych metod zapewniających dużą jej żywotność.

Z inicjatywy czasopisma „MM Magazyn Przemysłowy”, reprezentanci firm przemysłowych, świata nauki i administracji, 8 czerwca 2016 r. rozmawiać będą o kondycji polskiego przemysłu oraz kierunkach jego rozwoju, a także rozwiązaniach, których wdrożenie umożliwi zwiększenie konkurencyjności rodzimych firm na rynku krajowym i globalnym. Debata MM Speakers Corner to 4 panele tematyczne: „Inteligentna Fabryka 4.0”, „Internet Rzeczy w zarządzaniu i produkcji”, „Efektywność energetyczna w przemyśle” oraz „Kapitał ludzki w firmie przemysłowej”.

Wydawca magazynu „Nowa Stal” 9 czerwca 2016 r. zorganizuje drugą edycję konferencji poświęconej rodzinnej branży aluminium – „Aluminium. Biznes\_Trendy\_Technologie”. Mowa

będzie m.in. o: kondycji polskiej, europejskiej oraz światowej branży aluminium, międzynarodowej ekspansji rodzimych przedsiębiorstw, zastosowaniu aluminium w architekturze, przemyśle lotniczym oraz w sektorze energetyki odnawialnej.

Wyjątkową okazją do poszerzenia wiedzy i podniesienia kompetencji będzie także seminarium pt. „Objętościowa obróbka cieplna stopów metali”, przygotowane przez Instytut Mechaniki Precyzyjnej, zorganizowane dla przedstawicieli branży zgromadzonych wokół salonu Surfex. Program seminarium, skierowany do osób zainteresowanych technologią i zabiegami powodującymi zmianę w strukturze, a co za tym idzie – poprawą właściwości stopów, składać się będzie m.in. z zagadnień: podwyższania odporności korozyjnej stali, nanostrukturyzacji średniostopowych stali do ulepszenia cieplnego – efekt TRIP, Technologii „rapid prototyping” w inżynierii biomedycznej.

## Korelacja nauki i technologii

Także w przestrzeni salonu Surfex zorganizowany zostanie Poligon Umiejętności, którego przygotowaniem zajmuje się redakcja czasopisma „Lakiernictwo Przemysłowe”. W ramach PU odbywać się będą prezentacje nowatorskich rozwiązań czołowych producentów w branży z zakresu technologii przygotowania powierzchni w procesach lakierowania i malowania, a obecni na miejscu specjaliści będą dzielić się wiedzą i doświadczeniem.

W terminie 8-9 czerwca 2016 r. odbędzie się dwudniowe wydarzenie 3D SOLUTIONS, poświęcone technologii

druku i skanowania przestrzennego 3D. Pierwsza edycja Targów 3D Solutions, dedykowana profesjonalistom i hobbystom, zapewni wszystkim uczestnikom dostęp do innowacyjnych rozwiązań, najnowocześniejszych urządzeń i wiedzy z prezentowanego zakresu. Do dyspozycji zwiedzających będą: prezentacje drukarek 3D, wydruków, skanerów 3D, konsultacje, wymiana doświadczenia oraz możliwość zapoznania się z technologią „na żywo”.

Równolegle do Targów ITM Polska odbędzie się również druga edycja Forum Odlewniczego FOCAS – unikatowego wydarzenia, organizowanego z myślą o odlewniach, producentach maszyn i urządzeń, dostawcach komponentów, usługodawcach oraz przedstawicielach nauki.

Efekt synergii, wywołany oddziaływaniem na siebie pokrewnych branż, dodatkowo spotęgowany będzie przez przygotowywane Targi Kooperacji Przemysłowej Subcontracting oraz towarzyszące im spotkania matchmakingowe – Subcontracting ITM Meetings.

To tylko niektóre wydarzenia towarzyszące, których podczas Targów ITM Polska będzie całe mnóstwo! Skala ITM Polska 2016 i jego rozmach zadowolą najbardziej wymagających profesjonalistów z branży. To właśnie tu, w terminie 7-10 czerwca 2016 r., będą wszyscy, którzy, podążając za ideą Przemysłu 4.0, nie stoją w miejscu i nieustannie szukają nowych metod optymalizacji procesów, podnoszenia wydajności, jakości oraz sprawności biznesowej. ■



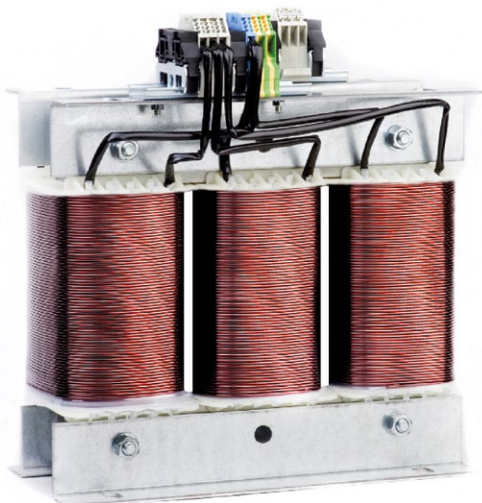
# Noratel – lider urządzeń indukcyjnych

**G**rupa Noratel jest producentem transformatorów, dławików, zasilaczy i przekładników niskiego napięcia z blisko 100-letnim doświadczeniem w branży. Choć naszą działalność rozpoczynaliśmy jako lokalny producent sprzętu radiowego, obecnie tworzymy międzynarodową grupę zrzeszającą 16 spółek w trzynastu krajach i zatrudniamy ogółem 3 tysiące pracowników. Po przystąpieniu w 2014 roku do Grupy Acal poszerzyliśmy naszą ofertę o produkty sprzedawane przez tę grupę, przede wszystkim o miniaturowe cewki, transformatory i przekładniki. Istotną rolę w Grupie Noratel i Acal odgrywa zakład działający w Dobrej Szczecińskiej. Stopniowo rozwijamy portfolio produktów oferowanych w Polsce i Europie. Od uruchomienia fabryki hale były czterokrotnie powiększane i obecnie zajmują ok. 10 tys. m<sup>2</sup> powierzchni, z planem rozbudowy o kolejne 10 tys. m<sup>2</sup>.

## Rodzaje dławików

W bogatej ofercie firma Noratel posiada m.in. dławiki: silnikowe, filtracyjne, sieciowe do kompensacji mocy biernej pojemnościowej oraz ochronne do baterii kondensatorów o 7- i 14-pro-

centowym współczynnikiem tłumienia, stosowane do szeregowego łączenia z bateriami kondensatorów w celu ochrony przed szkodliwym wpływem prądów wyższych harmonicznych w systemach kompensacji mocy biernej. Standardowo dławiki oferowane są w wykonaniu otwartym i mają odwracalne zabezpieczenie termiczne, odpowiednie do klasy izolacji, w jakiej są wykonane. Impregnacja w wysokiej temperaturze wpływa na niski poziom hałasu oraz chroni przed korozją. Dodatkowo użycie markowych elementów złącznych cenione jest przez użytkowników ze względu na łatwość montażu. Najbardziej popularne modele do kompensacji mocy biernej wykonujemy w mocach do 60 kvar, chociaż program standardowy przewiduje większe moce. Klientom oferujemy wykonania odpowiednie do różnych napięć baterii, nie tylko typowych. Stosujemy także indywidualne grupy połączeń i konstrukcje oparte na szczegółowych ustaleniach z klientami. Ze względu na współczynnik tłumienia wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje dławików do kompensacji mocy biernej – 7 proc. i 14 proc. Dławiki o 7-procentowym współczynnikiem tłumienia używane są głównie w połączeniu



reklama

## ELEKTRYZUJĄCA JAKOŚĆ TRANSFORMACJI

**ATRAKCYJNE  
CENY  
I DOGODNE TERMINY  
REALIZACJI**

- Transformatory trójfazowe i jednofazowe w szerokim zakresie mocy
- Autotransformatory (także z płynną regulacją)
- Dławiki napędowe
- Dławiki kompensacyjne i ochronne
- Dławiki wygładzające
- Przekładniki prądowe i napięciowe
- Szeroki asortyment zasilaczy
- Urządzenia specjalne

**SZEROKI WYBÓR  
URZĄDZEŃ  
TYPOWYCH  
I NIETYPOWYCH**

**NORATEL** Sp. z o.o.  
ul. Szczecińska 1k  
72-003 Dobra Szczecińska

Dział Sprzedaży:  
sprzedaz@noratel.pl  
tel. 91 425 06 74/75



z kondensatorami 440 V. Dławiki 14-procentowe w układzie z kondensatorem o wyższym napięciu (480 V, 525 V) tłumią szersze widmo harmonicznych, od częstotliwości 134 Hz.

### Dla wymagających Klientów

Wszystkie produkowane wyroby są dopuszczone do obrotu i mają znak CE. Oferta zawiera również transformatory, dławiki i przekładniki z certyfikatem UL. Ogólnie oferta standardowa stanowi ok. 30 proc. naszej produkcji, w po-

zostałych 70 proc. spełniamy najściślejsze oczekiwania klientów poszukujących doświadczenia, kompetencji i elastyczności. Nasze produkty tworzymy z najwyższej jakości materiałów uznanych producentów, zgodnie z obowiązującymi normami, by móc realizować dostawy do najbardziej wymagających partnerów. Zapraszamy do współpracy wszystkich kontrahentów, którym zależy na produktach zgodnych z międzynarodowymi standardami jakościowymi w atrakcyjnej cenie. ■



Norateł Sp. z o.o.

ul. Szczecińska 1 K

72-003 Dobra Szczecińska

tel. 91-311 30 41-43

fax 91-311 30 44

e-mail: sprzedaz@noratel.pl

www.norateł.pl

### WYDARZENIA

● Opracowany po to, aby obniżyć koszty utrzymania sprzętu podwodnego, robot Eelume jest przeznaczony do monitorowania i operowania w ciasnych przestrzeniach dna morskiego, co jest niezwykle trudne i kosztowne, gdy wykorzystamy do tego celu ludzi.

Eelume to firma spin-off wywodząca się z Norweskiego Uniwersytetu Nauki

i Technologii (NTNU), który w celu opracowania urządzenia zawiązał współpracę z firmą Statoil oraz norweskim Kongsberg Maritime. Efektem kooperacji inżynierów jest zwinny robot, którego łatwo pomylić z jego naturalnym odpowiednikiem.

Najnowsza maszyna Eelume została stworzona do wykonywania zadań

związanych z konserwacją na dnie morza. Zwinna konstrukcja została zaprojektowana tak, aby prześlizgiwać się pomiędzy podwodnymi platformami, sprząając przy okazji dno, wykonując inspekcje wizualne, a nawet regulując niektóre zainstalowane na dnie morza zawory.

Źródło: gizmag

reklama

### Organizatorzy:

**ABB**  
**BECKHOFF Automation**  
**DANFOSS Polska**  
**EMERSON**  
**JUMO**  
**LIMATHERM Sensor**  
**POLNA**  
**SKAMER-ACM**  
**TECHNOKABEL**  
**TURCK**  
**WEIDMÜLLER**  
**WIKA Polska**

### Patronat medialny:

**Automatyka**  
**Control Engineering**  
**Napędy i Sterowanie**  
**Pomiary – Automatyka – Kontrola**  
**Pomiary – Automatyka – Robotyka**  
**automatyka.pl**  
**automatykaOnline.pl**

### Biuro Organizacyjne:



**Skamer**  
Automation Control Measurement  
ul. Rogoyskiego 26,  
33-100 Tarnów,  
tel. 14 63 23 400, fax: 14 63 23 401  
e-mail: tarnow@skamer.pl

# XX KONFERENCJA AUTOMATYKÓW RYTRO 2016 17 - 18 maja 2016

Patronat merytoryczny:

Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz

Patronat honorowy:

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej w Krakowie

Hasło Konferencji:

**Automatyka w zarządzaniu energią  
i środowiskiem.**

XX KONFERENCJA AUTOMATYKÓW  
RYTRO 2016



# Falownik dla silników jednofazowych z kondensatorem pracy serii SXE

Jerzy Sobczak

Firma Sanyu Sp. j. przyzwyczała już swoich klientów do tego, że w ostatnim roku wprowadziła na polski rynek wiele nowości. Hitem rynkowym jest z pewnością przemiennik częstotliwości serii SX1000. Jest to prosty przemiennik częstotliwości w przystępnej cenie. Jego rozbudowaną wersją jest falownik serii SXS1000, oferowany klientom w obudowie IP65. Dla bardziej wymagających klientów mamy falownik serii SX2000, szeroko opisywany w wydaniu marcowym NiS. Przypomnę tylko, że falownik ten posiada wejście enkoderowe 100 kHz.



Przemiennik częstotliwości serii SXE reprezentuje nową generację wysokiej jakości wielofunkcyjnych, ekonomicznych i wysoko wydajnych przemienników częstotliwości. Jest falownikiem skalarnym, przystosowanym do zasto-

sowania w dowolnej aplikacji. Posiada prosty sterownik PLC i regulator PID. Przemiennik ten posiada również możliwość komunikacji po szynie RS485 (Modbus). Szczególnie chętnie stosowany jest w aplikacjach HVAC. Tym, co wyróżnia go spośród wielu przemienników częstotliwości obecnych na rynku, jest to, że dedykowany jest do zasilania silników jednofazowych z kondensatorem pracy. Obecnie na polskim rynku jest jeden producent i jeden dystrybutor tego typu przemienników częstotliwości. Przemiennik ten został specjalnie zaprojektowany i wykonany pod koniec 2015 roku na zlecenie firmy SANYU Sobczak Spółka Jawna.

Posiada następujące właściwości:

- sterowany U/f;
- z własnym potencjometrem;
- z wyświetlaczem LED;
- posiada RS485, protokół komunikacyjny Modbus RTU lub ASCII;
- wbudowany prosty sterownik PLC;
- regulator PID;
- posiada funkcję „lotny start”;
- posiada zegar czasu;
- Multi speed – technologia zadawania do 16 prędkości;

- 18 rodzajów zabezpieczeń;
- 6 wejść cyfrowych;
- 2 wyjścia przekaźnikowe;
- 1 wyjście cyfrowe;
- wyjście analogowe 0–10 V;
- wejście analogowe 0–10 V, 0/4–20 mA;
- funkcja *Emergency Stop*;
- zewnętrzny wyświetlacz LED.

Przemiennik częstotliwości SXE został zaprojektowany tak, aby przy rozbudowanej strukturze posiadać rozsądną cenę. Przykładowe ceny podano w tabeli 1.

Typ	Moc zn.	Cena netto:
zas. 1*230V		
SXE0015T2B	0,75 KW	651 zł
SXE0022T2B	1,1 KW	924 zł
SXE0037T2B	1,5 KW	1018 zł

\*oferta do wyczerpania zapasów

Ich kompaktowa obudowa nawiązuje do obecnych na rynku produktów. Więcej informacji uzyskają Państwo na naszej stronie [www.sanyu.eu](http://www.sanyu.eu).

[www.sanyu.eu](http://www.sanyu.eu)  
**SANYU**  
[www.e-falowniki.eu](http://www.e-falowniki.eu)  
[www.e-softstarty.eu](http://www.e-softstarty.eu)

SANYU Sobczak Sp. j.

reklama

**ENKODERY**  
**RESOLWERY**  
**STEROWNIKI**  
**BEZPIECZNIKI**  
**TACHOPRĄDNICY**

info@term.pl, www.term.pl, tel./fax 32 249 92 89

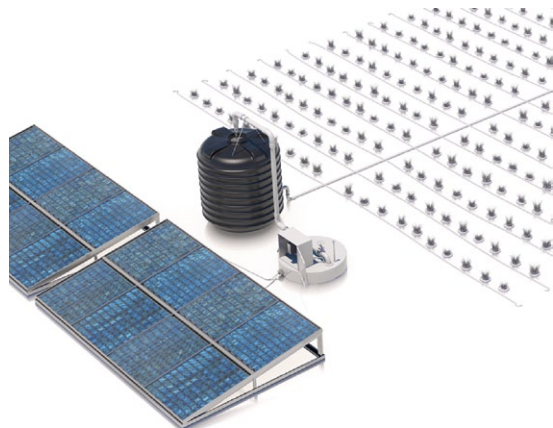
# Przeмиenniki częstotliwości ABB zasilane energią słoneczną

Aleksander Nowak

Okolo 40% energii elektrycznej wyprodukowanej na świecie jest wykorzystywane w procesach przemysłowych, a ponad 2/3 z tej części jest konsumowane przez pracujące silniki elektryczne. Zastosowanie przeмиenników częstotliwości do sterowania prędkością silników przyczynia się do redukcji zużycia energii w aplikacji napędowej nawet do 30-50%. A co, jeśli ta energia będzie pochodziła z darmowego źródła?

Firma ABB po raz pierwszy w marcu 2014 roku zaprezentowała znany i bardzo popularny model falownika serii ACS355, wyposażony w oprogramowanie umożliwiające zasilanie go bezpośrednio z paneli fotowoltaicznych, bez konieczności stosowania dodatkowych konwerterów. Takie rozwiązanie pozwala na nieprzerwaną pracę silnika, przy dobrym nasłonecznieniu, nie ponosząc żadnych kosztów związanych z poborem energii.

Rok później oferta napędów zasilanych energią słoneczną została poszerzona o kolejną serię urządzeń: ACSM1, osiągając dzięki temu jeszcze większy zakres mocy – do 45 kW.

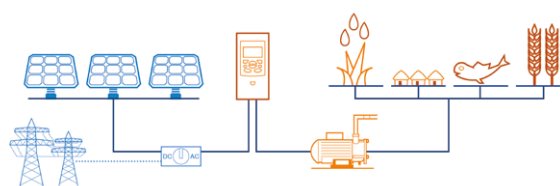


Przeмиenniki częstotliwości wyposażone w innowacyjne oprogramowanie, umożliwiające ich bezpośrednie zasilanie z paneli fotowoltaicznych, są przeznaczone głównie do pracy w aplikacjach pompowych, na przykład w układach nawadniających, w systemach wodociągowych, na farmach rybnych oraz w rolnictwie, dostarczając czystą wodę do gospodarstw, w których dostęp do sieci energetycznej jest ograniczony. Szeroki zakres mocy falowników pozwala na ich zastosowanie także w większych aplikacjach, jak: pompy dużej mocy w rolnictwie lub też w układach odsalania. W porównaniu do innych metod napędzania pomp w systemach niezależnych od sieci elektrycznej (np. generatory diesla), napędy solarne oferują najbardziej przyjazną dla środowiska eksploatację, nie generują zanieczyszczeń ani hałasu i zapewniają niższe koszty związane z konserwacją. Przy rosnących cenach energii elektrycznej i coraz niższych

cenach i lepszej dostępności paneli fotowoltaicznych prezentowane rozwiązanie staje się coraz bardziej popularne, również w naszym kraju.

## Charakterystyka oprogramowania

Specjalistyczne oprogramowanie „solar pump drive (+N827)” zawiera funkcje, które są często niezbędne w aplikacjach pompowych, a także poprawiają wydajność pompy. Główną taką funkcją jest Śledzenie Maksymalnego Punktu Pracy (MPPT), której zadaniem jest maksymalizacja efektywności i sprawności systemu zasilanego energią słoneczną. Kontroler funkcji MPPT pracuje w oparciu o różne strategie i algorytmy w celu dostarczenia maksymalnej mocy z paneli fotowoltaicznych w każdym momencie. Przeмиenniki mogą uruchamiać pompy automatycznie, gdy tylko zostanie osiągnięty odpowiedni poziom nasłonecznienia gwarantujący minimalną wartość napięcia zasilającego urządzenie. O zachodzie słońca natomiast przeмиennik automatycznie się wyłącza. Cykl ten jest powtarzany, także samo urządzenie może pracować zupełnie autonomicznie i bezobsługowo.



Co jednak w przypadku konieczności pracy pompy również w stanach niewystarczającego nasłonecznienia lub w nocy? W takim przypadku z pomocą przychodzi funkcja umożliwiająca zasilanie falowników z drugiego źródła – sieci elektrycznej (AC). Aby przystosować przeмиennik do pracy w takim układzie, wymagane jest jedynie zastosowanie dodatkowego przełącznika zasilania, gdyż podczas normalnej pracy urządzenia tylko jedno źródło może być aktywne.

Przeмиenniki te zostały wyposażone także w dodatkowe funkcje:

- zabezpieczenie przed suchobiegiem;
- podbicie napięcia, umożliwiające znaczne przyspieszenie pracy pompy;



- bezczujnikowa kalkulacja przepływu;
- regulator PID, który umożliwia utrzymanie wartości zmiennej procesowej, takiej jak ciśnienie lub przepływ, na zadanym poziomie;
- samoczyszczenie pompy, zapewniające eliminację osadu i zanieczyszczeń gromadzących się na łopatkach wirnika.

#### Podstawowa charakterystyka napędów ACS355


- Zakres mocy: 0,3 do 18,5 kW.
- Napięcie zasilania: 1 × 230 V , 3 × 400 V.
- Zakres napięcia zasilania DC: 125 do 400 V lub 250 do 800 V.
- Obudowa: IP20 (standard), IP66 (opcja).



#### Podstawowa charakterystyka napędów ACSM1

- Zakres mocy: 5,5 do 45 kW.
- Napięcie zasilania: 3 × 400 V.
- Zakres napięcia zasilania DC: 270 do 800 V.
- Obudowa: IP20.



 Aleksander Nowak – ABB Sp. z o.o.

reklama

**Napędy i produkty automatyki ABB.**  
Przełącz się na nową jakość i efektywność.



Napędy elektryczne i produkty automatyki ABB umożliwiają osiągnięcie niespotykanej efektywności, wydajności, poziomu bezpieczeństwa i jakości sterowania w wielu aplikacjach, w każdej gałęzi przemysłu. Nasza dbałość o jakość usług odpowiada wysokiemu zaawansowaniu technologicznemu. Oznacza to silną pozycję na lokalnych rynkach, szeroki zakres usług, wsparcie techniczne oraz dostęp do różnych narzędzi i technologii, aby dodać wartość dla biznesu naszych klientów.

[www.abb.pl/napedy](http://www.abb.pl/napedy)



Kompleksowa ochrona przed przepięciami  
instalacji zasilania również dla maszyn

# Nowa rodzina ograniczników wykonanych w technologii Safe Energy Control

Florian Lenzmeier

Awarie systemów spowodowane wyładowaniami atmosferycznymi, jak i przepięciami są dosyć powszechne – nowa rodzina produktów, na którą składają się kompleksowe urządzenia zabezpieczające, zapewnia skuteczną ochronę właśnie przed takimi niepożądanymi zjawiskami. Firma Phoenix Contact opracowała technologię Safe Energy Control (SEC), aby ochrona maszyn i instalacji elektrycznych przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami była jeszcze bardziej efektywna i długotrwała.

W praktyce oznacza to m.in. łatwiejsze zastosowanie, w tym brak konieczności stosowania dodatkowych zabezpieczeń obwodów ograniczników.

## Dział budowy maszyn w Phoenix Contact

Firma Phoenix Contact jest w pełni świadoma wszystkich wymogów, które obowiązują w przemyśle budowy maszyn – firma posiada własny dział budowy maszyn zatrudniający 180 pracowników, obsługujących wszystkie jednostki biznesowe firmy, a także zakłady projektowe i produkcyjne na całym świecie. Zakres usług obejmuje szeroki wachlarz prac, poczynając od tworzenia sprzętu obsługiwanego ręcznie, a kończąc na budowie złożonych systemów produkcyjnych z dziedziny maszyn przeładunkowych, transportowych i pakowarek.

Dzięki temu jesteśmy w pełni świadomi zmieniających się trendów oraz wymagań stawianych w przemyśle budowy maszyn, jak i w instalacjach. Nowe produkty mogą być szybko opracowywane i wdrażane dzięki zachowaniu bezpośredniego kontaktu z użytkownikiem. Najnowsza rodzina produktów do ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami, z zastosowaniem technologii Safe Energy Control (SEC), również została opracowana w tym kontekście. Oznacza to, że spełniają w sposób optymalny wymagania stawiane w przemyśle budowy maszyn i instalacji.

Podczas opracowywania nowych komponentów dla obszaru budowy maszyn ważne jest także spojrzenie na istniejące już wymagania w odmienny sposób, a mianowicie z uwzględnieniem zmieniających się oczekiwań operatorów systemów i inżynierów ds. systemów. Z perspektywy operatorów systemów tematy takie, jak dostępność systemu i niskie koszty jego utrzymania, stanowią istotne kryteria. Natomiast dla inżynierów budowy maszyn i systemów ważne są także krótki czas instalacji oraz modułowa konstrukcja maszyn.

Dla producentów komponentów i rozwiązań, takich jak Phoenix Contact, oznacza to, że w czasie prowadzenia prac nad nowymi wyrobami należy wziąć pod uwagę tak wiele różnych wymagań – w tym inżynierów budowy maszyn oraz instalacji – jak to tylko możliwe.



**Rys. 1.** Płynna, bezawaryjna produkcja jest istotnym czynnikiem zwiększającym konkurencyjność – urządzenia chroniące przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami odgrywają ważną rolę w koncepcji bezpieczeństwa

## SEC, technologia dla budowy maszyn i instalacji

Nowa rodzina produktów ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami z zastosowaniem technologii SEC spełnia wymagania zarówno operatorów, jak i inżynierów. Linia produktów obejmuje uniwersalne i zharmonizowane komponenty ochronne Typu 1, Typu 1 z wbudowanym bezpiecznikiem, Typu 1+2, Typu 2 oraz Typu 3 z wbudowanym bezpiecznikiem (rys. 2).

I jeżeli w punkcie wejścia przewodów zasilania do budynku zastosowano odgromnik Typu 1, to w maszynach i instalacjach jako podstawowe stosuje się ograniczniki przepięć Typu 2 i Typu 3.

Uniwersalność urządzeń z nowej rodziny produktów ochrony przed przepięciem z zastosowaniem technologii SEC, niewymagających stosowania dodatkowych bezpieczników, oferuje



**Rys. 2.** Nowy wachlarz uniwersalnych urządzeń ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami z zastosowaniem technologii Safe Energy Control – nowy iskiernik zapobiega powstawaniu prądów następczych i umożliwia rezygnację z dodatkowego bezpiecznika

istotne korzyści dla inżynierów, jak i operatorów systemów. Konstruktorom z Phoenix Contact udało się zaprojektować doskonale urządzenie ochronne Typu 3 z wbudowanym bezpiecznikiem, co sprawia, że w połączeniu równoległym używanie dodatkowego bezpiecznika nie jest już konieczne.

Dzięki temu, że całe urządzenie ochronne – to znaczy, ogranicznik przepięć oraz bezpiecznik – wymagają jedynie 17,5 mm przestrzeni na szynie (jeden moduł), inżynierowie, w czasie projektowania i instalacji urządzeń w szafie sterowniczej, oszczędzają czas, koszty, a przede wszystkim przestrzeń.

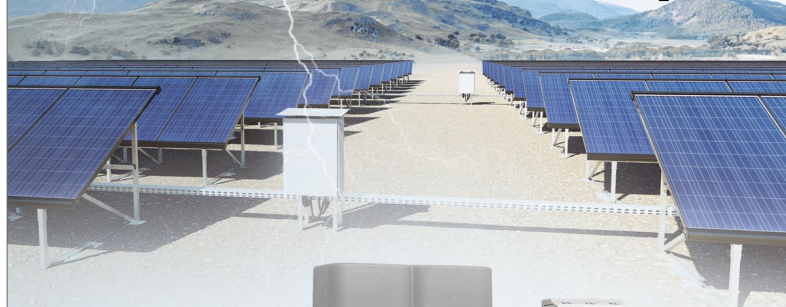
### Instalatorzy oszczędzają podwójnie

Nowe urządzenia ochrony przed przepięciem Typu 2 z rodziny SEC oferuje podobne korzyści. Urządzenie to może być stosowane w instalacjach w układzie równoległym bez dobezpieczania, jeśli poprzedzający bezpiecznik nie jest większy niż 315 A. Ponieważ urządzenie to jest obecnie jednym z najmniejszych urządzeń ochrony przed przepięciami na rynku, oferuje ono instalatorowi wręcz podwójne oszczędności. I tak trójfazowa sieć TN-S/TT może być całkowicie chroniona z zastosowaniem urządzeń długości mniejszej niż trzy moduły; wymaga to mniej niż 50 mm na szynie montażowej (rys. 3).

W czasie opracowywania linii produktów SEC zwrócono też uwagę na bardzo prosty montaż, jak również na niezwykle prostą obsługę samych urządzeń.

Dodatkowe atuty urządzeń z tej rodziny produktów to swoboda przy obracaniu i podłączaniu, lepsza widoczność wskaźnika statusu, łatwiejsze chwytanie wkładek oraz większa powierzchnia oznaczania (rys. 4). Fakt, że wtyki, a także podstawki mogą być osobno opisywane, jest również znaczącą zaletą, zważywszy na rosnące znaczenie konstrukcji modułowych w budowie maszyn i instalacji. Oznacza to, że różne warianty napięć mogą mieć zastosowaną taką samą podstawkę dla tego samego rodzaju ogranicznika przepięć, ale rozróżnione opisem. Konstruktorzy maszyn lub instalacji mogą więc, na przykład, już wcześniej wyposażać szafy sterownicze w jedną podstawkę. Następnie, zależnie od tego, czy potrzebna jest ochrona przed przepięciami,

# Ochrona przed przepięciami dla systemów fotowoltaicznych



**KEMA  
EUR**

Rodzina ograniczników przepięć VAL-MB udostępnia kolejne urządzenia ochronne do zastosowań w fotowoltaice dla napięć aż do 1500 V DC.

Dostępne są jako typ 1 i typ 2, czyli jako ochrona przed prądami piorunowymi i przepięciami.

Wszystkie produkty posiadają zakres prądów zwarciowych aż do 2000 A, co oznacza, że są one wyjątkowo niezawodne.

Więcej informacji  
[www.phoenixcontact.pl](http://www.phoenixcontact.pl)







Rys. 3. Dzięki swoim niewielkim rozmiarom i szerokiemu zastosowaniu bez dodatkowego bezpiecznika ogranicznik przepięć Typu 2 może być stosowany dosłownie wszędzie

można łatwo podłączyć odpowiedni wtyk ochronny dla oczekiwanego poziomu napięcia – np. 120 V w przypadku Ameryki Północnej. W ten sposób system uzyskuje kompleksową ochronę.

### Podsumowanie

W czasie opracowywania rodziny produktów, ograniczników przepięć z zastosowaniem technologii SEC, wdrożono wiele wymagań obowiązujących w przemyśle i produkcji. Dzięki zastosowaniu iskiernika bez prądów następczych kompleksowa linia urządzeń ochrony przed przepięciem Phoenix Contact została poszerzona w celu wykorzystania tej nowej technologii. Możliwość pracy ograniczników bez dodatkowego bezpiecznika oraz wynikająca z tego oszczędność przestrzeni oferują naszym klientom całkiem nowe możliwości konstruowania szaf sterowniczych. Dodatkowo produkty z rodziny SEC charakteryzują się długą żywotnością i wysoką wydajnością, co jest rezultatem kompleksowej kontroli końcowej tych urządzeń wykonywanej podczas procesu produkcji.

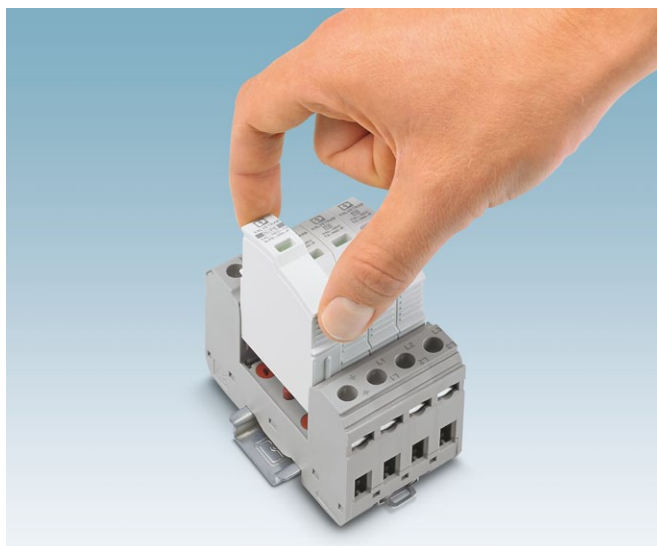
Dodatkową korzyścią dla użytkowników te ograniczniki jest to, że jeśli wskaźnik stanu jednego z urządzeń ochronnych z rodziny SEC sygnalizuje potrzebę jego wymiany, to można to zrobić bezpłatnie w okresie do pięciu lat po zakupie.

### Safe Energy Control

Safe Energy Control – w skrócie SEC – zwiększa wydajność, wydłuża okres eksploatacji oraz żywotność urządzeń ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciem. Nowo opracowany iskiernik w połączeniu z ogranicznikami przepięć Typu 2 i Typu 3 tworzą nową jakość w ochronie systemów zasilania. Jednolita, kompaktowa konstrukcja urządzeń SEC oraz uniwersalność ich podłączania sprawiają, że stanowią one łatwy do instalacji i szczególnie skuteczny kompletny pakiet.

### Umiejscowienie urządzeń ochrony przed przepięciami w czasie budowy maszyn i instalacji

Umiejscowienie elementów ochronnych jest ważnym kryterium w skutecznej ochronie instalacji przed skutkami przepięć.



Rys. 4. Modułowa konstrukcja, łatwa obsługa odwracalnych wtyków, kompaktowy kształt – rodzina produktów SEC oferuje wiele korzyści

Jeżeli, na przykład, ogranicznik przepięć Typu 2 jest zastosowany bezpośrednio na wejściu szafy sterowniczej, to wszystkie nadmierne impulsy napięcia zostaną zredukowane do dopuszczalnego poziomu.

Jakie będą jednak skutki, jeśli impulsy i skoki napięcia powstaną w obrębie instalacji? Co może się wydarzyć, gdy na przykład w czasie odłączenia awaryjnego lub całkowitego odłączenia zasilania do systemu przesyłane są impulsy o wysokiej energii z odbiorników takich, jak silniki? Może to znacznie uszkodzić, a nawet zniszczyć wrażliwe odbiorniki, takie jak sterowniki.

Dlatego też bardzo istotne jest zwrócenie uwagi na źródło możliwych impulsów i przepięć oraz wiedza o tym, które części instalacji są szczególnie zagrożone. W przypadku tutaj opisanym pomogłoby zastosowanie dodatkowego końcowego urządzenia ochronnego Typu 3. Te urządzenia ochronne instaluje się bezpośrednio przed urządzeniem chronionym w celu ograniczenia impulsów do akceptowalnego poziomu. ■

Dodatkowe informacje: [www.phoenixcontact.pl/SEC](http://www.phoenixcontact.pl/SEC)

mgr inż. Florian Lenzmeier – dział marketingu produktu, Ochrona przed Przepięciami Trabtech, Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg, Niemcy, e-mail: [flenzmeier@phoenixcontact.com](mailto:flenzmeier@phoenixcontact.com)



Phoenix Contact Sp. z o.o.  
Długołęka, ul. Wrocławska 33 D  
55-095 Mirków  
e-mail: [artykul@phoenixcontact.pl](mailto:artykul@phoenixcontact.pl)  
[www.phoenixcontact.pl](http://www.phoenixcontact.pl)

# Nowy sterownik z ekranem 7" firmy UNITRONICS

Firma Unitronics poszerzyła swoją wielokrotnie nagradzaną serię sterowników Vision™ o nowy model V700.

Vision V700-T20BJ – to sterownik PLC zintegrowany z 7-calowym dotykowym i kolorowym panelem operatorskim. Zestaw wejść/wyjść jest dobierany w zależności od wymagań projektu. Wszystko w jednym urządzeniu za rozsądną cenę.

Szeroki panel HMI 800 × 480 został zaprojektowany w odpowiedzi na duże zapotrzebowanie rynku. Popularny rozmiar pozwala nadać maszynie najnowocześniejszy wygląd i jednocześnie wyposażać ją w bardzo wydajny sterownik PLC. Wbudowany port Ethernet, posiadający 8 socketów, pozwala na komunikację z większością maszyn i urządzeń dostępnych na rynku.



Wejścia oraz wyjścia można dobrać w zależności od wymagań projektu. Konfiguracja obejmuje cyfrowe, analogowe, szybkie wejścia/wyjścia, jak również PT100/termopary i pomiar wagi/ciśnienia. Mogą być podłączone bezpośrednio na tylnej obudowie sterownika za pomocą jednego z modułów Snap oraz modułów na szynę DIN przez adapter rozszerzeń lokalnych lub zdalnych na odległość 1 kilometra. Vision V700 jest opłacalnym rozwiązaniem dla aplikacji do 1000 punktów wejść/wyjść.

Komunikacja jest realizowana przez Ethernet, sieci komórkowe oraz przemysłowe protokoły, takie jak Modbus, DF1 slave, BACnet, J1939, CANopen i więcej. Sterownik jest wyposażony w port Ethernet, port USB do programowania oraz port RS232/RS485. Dodatkowo sterownik można wyposażać w jeszcze jeden port RS232/RS485 oraz port CANbus. Wbudowany slot na karty micro SD pozwala na zapis danych i tworzenie kopii zapasowej aplikacji.

Sterownik V700 może się komunikować z dowolnym urządzeniem po stworzeniu własnej ramki komunikacyjnej. Bezpośrednie połączenie można uzyskać przez port mini USB, lub zdalnie, używając GPRS/GSM oraz innych sieci IP w celu pobierania danych lub wgrania programu do sterownika. Kolejną ważną zaletą jest możliwość powiadomienia operatora urządzenia o wystąpieniu nietypowej sytuacji poprzez wiadomość e-mail lub SMS. Umożliwia to zdalne zarządzanie w czasie rzeczywistym.

Opcje wyświetlania są praktycznie nieograniczone. Operator maszyny komunikuje się bezpośrednio z aplikacją przez rezytancyjny ekran dotykowy lub zdalnie, przez darmową aplikację Remote Operator, która wyświetla dane, kolorowe wykresy

oraz przyciągające uwagę ekrany alarmowe. Płaski panel i stopień ochrony IP66 sprawiają, że Vision V700 świetnie pasuje do przemysłu spożywczego i farmaceutycznego lub wszędzie tam, gdzie występuje duże zapylenie, ścieranie lub inne szkodliwe warunki.

Producenci maszyn zyskują na intuicyjnym i darmowym oprogramowaniu VisiLogic, które pozwala na szybką konfigurację sprzętu, programowanie aplikacji oraz projektowanie ekranów HMI. Biblioteka bloków funkcyjnych z opcją przeciągnięcia i upuść pozwala na realizację złożonych zadań sterowania, jak na przykład regulacja PID. Dostępna jest również bogata biblioteka obrazów przemysłowych.

Unitronics jest pionierem w produkcji i projektowaniu sterowników PLC zintegrowanych z panelami HMI oraz wbudowanymi wejściami i wyjściami. Wytrzymałe serie sterowników PLC spełniają różnego rodzaju wymagania. Jedno intuicyjne oprogramowanie do tworzenia całej aplikacji oraz najlepsze w swojej klasie wsparcie techniczne jest całkowicie darmowe.

reklama



## Czas na sterowniki SAMBA

3.5"



4.3"



7"



- ▶ Sterowniki PLC zintegrowane z dotykowym i kolorowym panelem operatorskim w 3 rozmiarach oraz wbudowanymi wejściami/wyjściami
- ▶ Funkcjonalne i nowoczesne rozwiązanie zawierające wszystko w jednym urządzeniu za cenę sterownika z panelem tekstowym
- ▶ Darmowe oprogramowanie VisiLogic
- ▶ 2 lata gwarancji
- ▶ Darmowe wsparcie techniczne przez zespół ekspertów z Polski i z zagranicy



[www.elmark.com.pl](http://www.elmark.com.pl)

ELMARK Automatyka Sp. z o.o.  
tel. 22 541 84 60  
sterowniki@elmark.com.pl

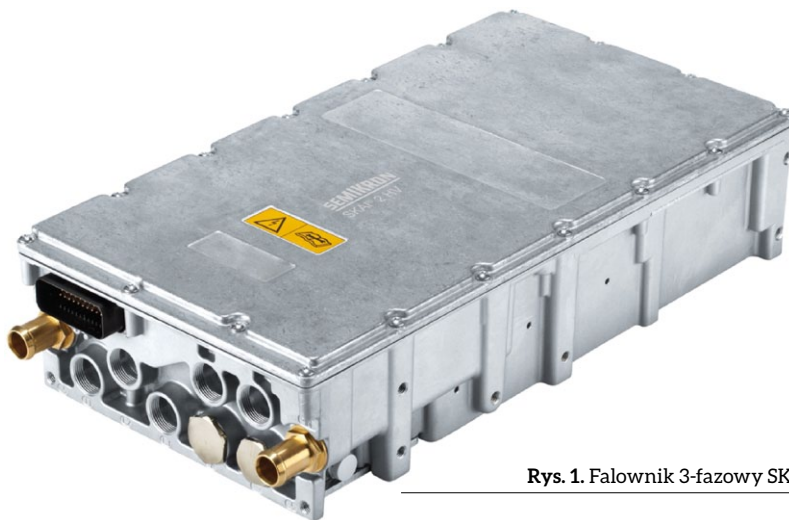


# Układ energoelektroniczny „z półki” ograniczający ryzyko awarii pojazdów elektrycznych i hybrydowych

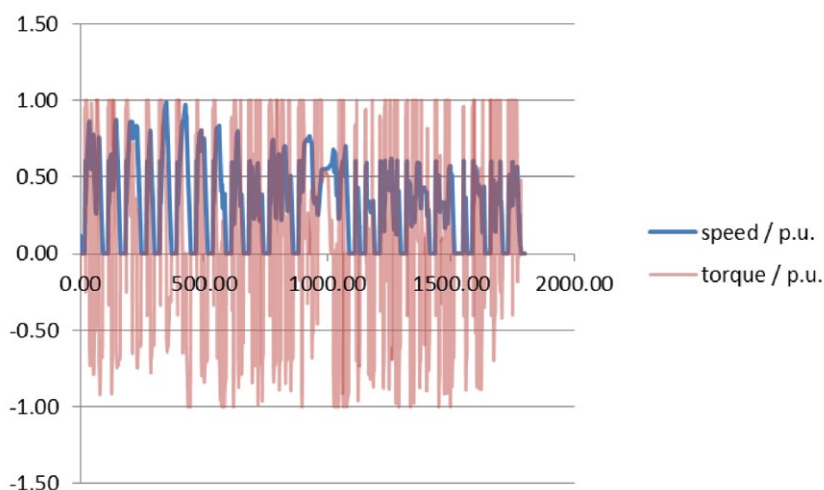
Wprowadzenie napędów elektrycznych do autobusów miejskich niewątpliwie miało wpływ na oszczędność energii, zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska i ograniczenie kosztów. Jednak typowe warunki spotykane w tej branży stanowią wyzwanie w przypadku przetwarzania energii elektrycznej. Na przykład autobus miejski powinien być w ruchu przez 50 000 godzin w ciągu dziesięciu lat swojej pracy. O ile silniki i generatory AC zwykle wytrzymują taki czas, to w przypadku baterii i układów energoelektronicznych nie jest to takie proste.

Przemysł samochodowy osiąga obecnie coraz lepsze wyniki w zakresie zwiększenia ilości cykli ładowania i rozładowania baterii. Zadaniem układu energoelektronicznego jest bezawaryjna praca aż do końca czasu przewidzianego na eksploatację pojazdu. To zadanie staje się jeszcze trudniejsze wraz z rosnącym czasem życia pojazdu. Jednak największym wyzwaniem jest poprawne określenie tolerancji warunków pracy, np. szybkości przepływu i temperatury środka chłodzącego, zakresu napięcia baterii, indywidualnego stylu jazdy, natężenia ruchu i trasy przejazdu.

Produkt o nazwie SKAI2HV (rys. 1), oferowany „z półki” przez firmę SEMIKRON, wykorzystuje software QUASAR



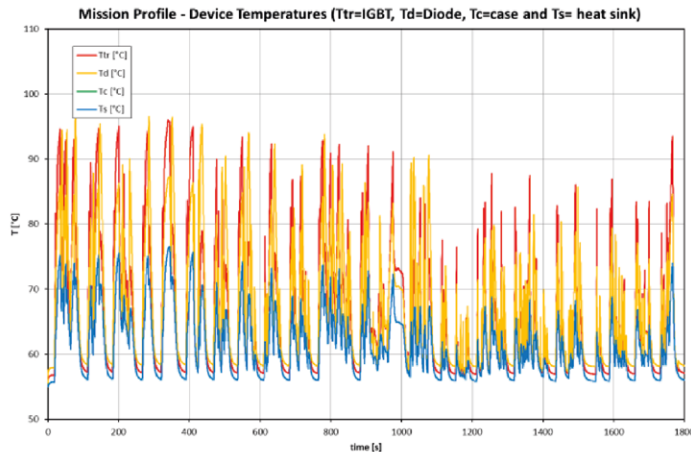
Rys. 1. Falownik 3-fazowy SKAI2HV



Rys. 2. Przykładowy wykres momentu i prędkości

do kontroli w czasie rzeczywistym temperatury złącz poszczególnych półprzewodników mocy, przez co ogranicza wzrost temperatury złącza, czyli parametr odpowiedzialny za zużycie elementu półprzewodnikowego. W zależności od ustawień w softwarze można ograniczyć temperaturę złącza przez zmniejszenie strat mocy w czasie rzeczywistym. Zwykle osiąga się to poprzez zmniejszenie natężenia prądu wyjściowego lub częstotliwości przełączania. W rezultacie autobus dzięki chwilowemu ograniczeniu zakresu pracy może nieprzerwanie pracować. Zastosowane oprogramowa-





Rys. 3. Przykładowy wykres uzyskanej temperatury złącza półprzewodnika mocy

Semikron Sp. z o.o.  
 ul. Pożaryskiego 28  
 04-704 Warszawa  
 tel. 22-615 79 84  
 e-mail: sales.skpl@semikron.com.pl  
 www.semikron.com

nie zapewnia niezawodność napędu i pozwala spełnić oczekiwania długiego czasu życia urządzenia.

Optymalna konfiguracja oprogramowania jest uzyskiwana po analizie trybu pracy, czyli typowego cyklu obciążenia autobusu, który występuje na jego trasie. Na rys. 2 przedstawiono przykładowy cykl pracy, czyli wykres momentu i prędkości. Na rys. 3 przedstawiono odpowiednie cykle temperatury zastosowanych półprzewodników. Obliczenia przeprowadza się, wykorzystując podstawowe warunki pracy, takie jak temperatura i przepływ środka chłodzącego oraz temperatura otoczenia. W rezultacie można obliczyć oczekiwany czas życia urządzenia i przewidzieć odpowiednie ograniczenia temperatury złącza. Dzięki temu, w najgorszym przypadku, parametry pracy napędu autobusu mogą zostać chwilowo ograniczone przy nieprzerwanym działaniu, i – co ważne – bez kompromisu wobec oczekiwań długiego czasu życia urządzenia. Takie sterowanie napędem elektrycznym zdecydowanie zwiększa jego niezawodność.

reklama

# SEMİKRON

innovation + service

## Bipolar

### Applications

Rectifier, soft starter



Capsule & thyristors

Chips

## Diode / Thyristor modules

### Applications

Rectifier, soft starter



SEMITOP

SEMIPONT

SEMiX

SEMIPACK

## IGBT / MOSFET modules

### Applications

Drives, power supply, welding, solar, traction



SEMITOP

MiniSKiiP

SEMiX

SEMITRANS

SKiM

## High power Intelligent Power Modules

### Applications

Renewable energy, traction, drives



SKiiP 3

SKiiP 4

## IGBT platform stacks

### Applications

Wind generator converters, solar inverters, AC drives



SEMIKUBE

SEMISTACK RE

SKiiPSTACK

## Module/discrete based stacks

### Applications

Rectifiers, power supplies, soft starters



SEMISTACK CLASSICS

## Embedded systems

### Applications

Traction & auxiliary inverters for commercial vehicles, mobile working machines, material handling public transport



Semikron Sp. z o. o. ul. Pożaryskiego 28, 04-704 Warszawa,

tel. +48 22 6157984, mailto: [sales.skpl@semikron.com.pl](mailto:sales.skpl@semikron.com.pl) [www.semikron.com](http://www.semikron.com)

# Druga edycja Targów InEnerg® OZE + Efektywność Energetyczna już za nami!

W dniach 13-14 kwietnia we Wrocławiu odbyły się Międzynarodowe Targi Energii ze Źródeł Odnawialnych i Efektywności Energetycznej InEnerg®. Wydarzenie to zgromadziło w ciągu dwóch dni wielu zwiedzających, ściśle związanych z branżą OZE i efektywnością energetyczną, a także osób prywatnych, zainteresowanych budownictwem energooszczędnym oraz pozyskiwaniem energii ze źródeł odnawialnych w gospodarstwie domowym i rolnym.

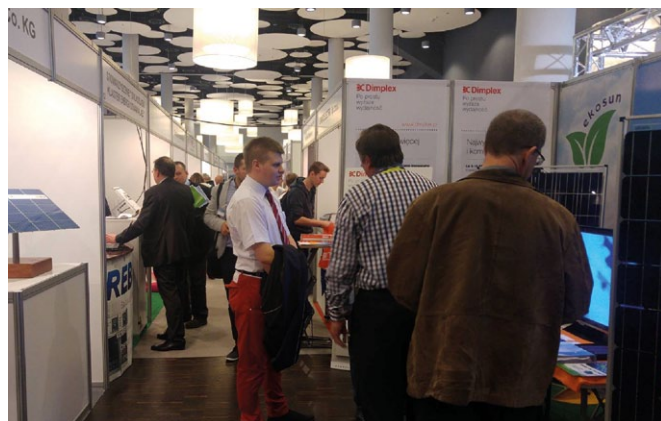
Ceremonię Otwarcia InEnerg® uświetnił najpierw dr inż. Stanisław M. Pietruszko, Prezes Polskiego Towarzystwa Fotowoltaiki (PTPV), który w trakcie swojej przemowy wspomniął m.in. o niedawno zawartym porozumieniu Branży Fotowoltaicznej, będącym platformą wspólnego działania stowarzyszeń branżowych oraz kilkudziesięciu firm w kierunku rozwoju fotowoltaiki w Polsce. Następnie Gości powitał Prezes Stowarzyszenia na Rzecz Promocji Dolnego Śląska, Pan Sławomir Najnigier, podkreślając wagę organizacji podobnych wydarzeń, jak Targi InEnerg® w regionie Dolnego Śląska.

Targi obfitowały w wiele branżowych wydarzeń, jak m.in. spotkania kooperacyjne, fora czy konferencje, które cieszyły się dużym powodzeniem wśród samorządowców, inwestorów, instalatorów, architektów, a także rolników i potencjalnych prosumentów (zainteresowani energią na własne potrzeby i do sprzedaży).

Na ekspozycjach targowych swoje produkty zaprezentowało ponad 40 wystawców – polskich oraz zagranicznych. Na stoiskach dominowały ogniwa fotowoltaiczne oraz pompy ciepła. Wśród prezentowanych rozwiązań można było również dostrzec kamery termowizyjne, znajdujące zastosowanie przy ocieplaniu budynków.

Podczas dwóch dni trwania Targów odwiedzający mieli okazję uczestnictwa w licznych konferencjach oraz forach branżowych. Pierwszego dnia odbyła się II edycja seminarium: „Rozwój inwestycji kogeneracyjnych w Polsce”, podczas którego uczestnicy pozyskali wartościową wiedzę na temat opłacalności takiej inwestycji. Wielu uczestników ściągnęły również Warsztaty „Praktyczne aspekty projektowania i instalowania systemów fotowoltaicznych” prowadzone przez doświadczonych szkoleniowców z Centrum Szkoleniowego Polskiego Towarzystwa Fotowoltaiki. Dodatkowo tego dnia Goście InEnerg® mogli także wziąć udział w bezpłatnych wydarzeniach, takich jak: „VII Dolnośląskie Forum Energii Odnawialnej” poświęcone edukacji proekologicznej oraz „XV Forum Energia w Gminie”, które zgromadziło liczną grupę przedstawicieli władz lokalnych, a w tym burmistrzów, wójtów, prezydentów miast, działaczy ochrony środowiska, zamówień publicznych i inwestycji.

Z kolei drugiego dnia Targów odbyła się konferencja „Przyszłość zielonych inwestycji w świetle Ustawy OZE” oraz wydarzenie dedykowane polskiemu rolnictwu – II Dzień Rolnictwa „Rolnik z energią. OZE przyszłością polskiego rolnictwa”, gdzie zostały przedstawione szerokie możliwości płynące z energii odnawialnej dla rolników.



– Dzięki InEnerg® Wrocław na 2 dni stał się polską stolicą fotowoltaiki – powiedział Tomasz Jaskot, przedstawiciel firmy PV Energia Polska, wystawca InEnerg®.

Biorąc pod uwagę nastroje panujące w branży OZE, frekwencja zwiedzających dopisała, co wzbudzało zadowolenie wystawców, którzy mieli okazję promować swoje produkty w szerokim gronie potencjalnych klientów.

– Praca nad Targami nie należała do łatwych – podkreśla Małgorzata Bartkowska z firmy REECO Poland. – W obliczu niepewności spowodowanej nowelizacją ustawy o OZE mieliśmy do czynienia z rezygnacją wielu wystawców. To nas jednak nie zniechęciło do tego, aby z ogromnym zaangażowaniem po raz kolejny próbować stworzyć spotkanie branży, które wszystkim zaangażowanym przyniesie wymierne korzyści. Spróbowaliśmy i jesteśmy bardzo zadowoleni. Zainteresowanie OZE w Polsce jest ogromne. Osoby, które odwiedzają nasze Targi, coraz częściej przekonują się o tym, że czyste technologie nie muszą być drogie. Konkurencja na rynku jest coraz większa, w związku z czym spadające ceny są coraz bardziej przystępne dla przeciętnych osób. Producenci muszą poszukiwać sposobów na tańsze i wydajniejsze wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych.

– Pragniemy serdecznie podziękować wszystkim, z którymi współpracowaliśmy przy tegorocznej edycji InEnerg®: Patronom Honorowym, Partnerom Konferencji, Partnerom Medialnym i wszystkim stowarzyszeniom, które nas wspierały, i oczywiście wystawcom. Współpracowaliśmy łącznie z ponad 100 czasopismami i portalami internetowymi z kraju i z zagranicy oraz z około 50 stowarzyszeniami – zakończyła Małgorzata Bartkowska. ■



## Enkoder w ciągu 24 godzin?

Tak – to jest możliwe. Z myślą o potrzebach klientów firma Fritz Kübler GmbH stworzyła nową usługę 24ONE. W ramach tej usługi wybrane enkodery inkrementalne z serii SENDIX 5000 lub SENDIX 5020 produkowane są tego samego dnia. Dodatkowo Kübler zwiększył rodzaj możliwych parametrów do wyboru, a w szczególności znacznie powiększył ilość różnych dostępnych „od ręki” rozdzielczości enkodera. Dzięki temu bardzo szeroki wybór parametrów dopasuje enkoder zawsze do aplikacji klienta, a nie odwrotnie. Wystarczy tylko dobrać odpowiednie dla siebie parametry enkodera (ogólnie możliwy wybór to aż milion opcji). Zamówienia złożone w fabryce do godziny 9:00 wysyłane są tego samego dnia.

Enkodery serii SENDIX 5000 i SENDIX 5020 to w pełni optyczne enkodery inkrementalne, których dużą zaletą jest precyzja i niezawodność. Dzięki temu w pełni optycznemu systemowi pomiarowemu enkodery z powodzeniem działają nawet przy silnych polach magnetycznych, co się często zdarza, gdy enkoder montowany jest w systemie napędowym (falownik, hamulec elektromagnetyczny itp.).

Potwierdzają to jedni z największych (również Polscy) producenci napędów.

Dzięki zastosowaniu konstrukcji Safety-Lock™ enkodery te charakteryzują się niezawodnością i długą żywotnością. Wysoka ochrona (IP67) oraz szeroki zakres temperatur od -40°C do +85°C umożliwiają zastosowanie tych urządzeń na zewnątrz.

## Stacja nalewczą do załadunku kontenerów IBC i beczek

Dwustanowiskowa stacja nalewczą z dwoma stacjonarnymi wagami pomostowymi i obrotowym nalewakiem, ręcznie naprowadzanym na otwór wlewowy z pojemnikiem. Nalewak jest wyposażony w kasetę sterowniczą z przyciskiem start – stop nalewania oraz przyciskiem aretowania, tj. blokady ustawionej pozycji, umożliwia konfigurację na przemian na obu stanowiskach wagowych. Obie wagi posiadają własne panele elektroniczne, na których ustawiana jest doza produktu do napełniania (w jednostkach masy). Niezależność wag umożliwia dalszą pracę stacji w przypadku awarii jednej z wag. Przesłanie ramienia nalewaka w obszar danego stanowiska automatycznie aktywuje je do pracy i jednocześnie dezaktywuje drugie stanowisko. Naciśnięcie przycisku START powoduje opuszczenie dyszy nalewowej w otwór wlewowy kontenera, zadozowanie ustawionej



Rodzina enkoderów SENDIX została przetestowana nawet w bardzo trudnych warunkach. Enkodery z Safety-Lock™ tolerują błędy montażowe i wysokie obciążenia na wale, jak również wahania temperatury lub wibracje.

Dzięki usłudze 24ONE enkodery te dostępne są aż w milionie wariantów do wyboru.

Producent udziela 2-letniej gwarancji na swoje produkty.

Usługę tę doceniają zwłaszcza właściciele firm oraz pracownicy utrzymania ruchu, dla których każdy dzień przestoju w produkcji wiąże się z problemami oraz ogromnymi stratami.

Dzięki 24ONE firma Kübler wprowadziła nową jakość w obsłudze klientów. ■

reklama

# 24ONE

JEDEN DZIEŃ.  
MILION WARIANTÓW.  
TWÓJ ENKODER\*

\* SENDIX 5000 i 5020 www.kubler.pl



masy produktu i automatyczne wyjście dyszy do góry w pozycję wyjściową. Dysza nalewowa wyposażona jest w zbieracz kropli i instalację wyciągową opar. Stacją steruje programowalny sterownik z wyświetlaczem dotykowym LCD. ■

NS Automatyka Sp. z o.o.

www.nsautomatyka.com.pl

reklama

**Producent maszyn i integrator linii rozlewniczych do wodnych i rozpuszczalnikowych produktów chemicznych**

**Maszyny rozlewnicze z przepływowym systemem odmierzania dozy**

NS Automatyka Sp. z o.o. • ul. Leśna 2A • 37-310 Nowa Sarzyna • tel.: +48 17 24-07-860  
fax: +48 17 24-07-862 • e-mail: biuro@nsautomatyka.com.pl • www.nsautomatyka.com.pl



# Wyłączniki MICO od Murrelektronik

Instalacje 24 V DC w wielu systemach automatyki zabezpieczone są za pomocą standardowych, mechanicznych wyłączników. W sytuacji, gdy jeden z obwodów jest przeciążony, zwykle dochodzi do gwałtownego spadku napięcia oraz wystąpienia szkodliwych dla instalacji efektów.

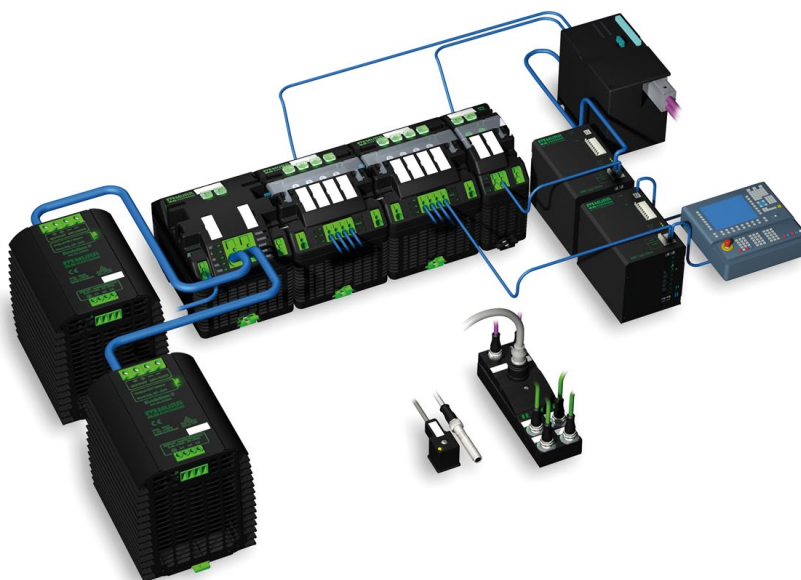
**K**ompaktowa budowa modułów MICO umożliwia monitorowanie sieci zasilających z przewodami o różnych przekrojach. Zintegrowany system komunikatów prezentowanych przez różnokolorowe diody LED zapewnia pełną diagnostykę, dzięki czemu układ nie wymaga częstej obsługi i napraw. Zakresy prądów mieszczące się w przedziale od 1 A do 10 A mogą z kolei zostać skonfigurowane indywidualnie dla każdego obwodu (do czterech na moduł).

Moduły MICO oferują wiele zalet użytkowych. W połączeniu ze standardowymi zasilaczami impulsowymi zapewniają bezproblemowe uruchamianie systemu i jego stabilne działanie. MICO reaguje dopiero w sytuacjach krytycznych – to odejście od klasycznej idei niezależnego zasilacza w kierunku rozwiązania systemowego, polegającego na integracji zasilacza z zabezpieczeniem przeciążeniowym. Pozwala to na zapewnienie maksymalnego bezpieczeństwa przy minimalnych kosztach.



## Zalety modułu MICO:

- Pełna sygnalizacja stanów pracy za pomocą kolorowych diod LED.
- Sygnalizacja po osiągnięciu 90% wartości prądu znamionowego.
- Moduł odpowiedni dla wszystkich typowych zakresów mocy.
- Zachowanie parametrów znamionowych przy warunkach użytkowania zgodnych z EN 61131-2.
- Niewielkie straty mocy.
- Grupowe wyjście alarmowe ze stykiem nieuziemionym.
- Sprawdzone systemy mostków łączeniowych.





reklama

## JESZCZE WIĘCEJ MOŻLIWOŚCI

Więcej wyborów.  
Więcej kombinacji.  
Większa indywidualność.

→ **Dobierz konektor idealny  
do Twojej aplikacji.**

- Kaskadowe włączanie obwodów.
- Optymalna identyfikacja.
- Montaż za pomocą zacisków sprężynowych.
- Certyfikaty GL i cCSAus.

### Poza standardowymi modułami Murrelektronik oferuje także:

- MICO BASIC 5.2/3.6 – moduły dla instalacji, w których konieczne jest zabezpieczenie wielu obwodów obciążeniowych o podobnym zapotrzebowaniu prądowym. MICO BASIC zabezpiecza osiem kanałów, a dzięki kompaktowej budowie pozwala na zaoszczędzenie miejsca w szafie rozdzielczej.
- MICO+ 48 – dedykowany dla obwodów 48 V DC, wyposażony w dodatkowe styki umożliwiające przesyłanie informacji o alarmach i ostrzeżeniach do PLC.

### MICO+ – jeszcze więcej możliwości

Wszystkie cztery kanały można wyłączyć bezpośrednio z poziomu sterownika w czasie bezczynności. W ten sposób zasilane są tylko te obciążenia, które tego wymagają. Takie rozwiązanie pozwala na obniżenie kosztów, a także zwiększenie żywotności i produktywności.

Alarm 90% MICO+ jest dostępny jako sygnał cyfrowy. Optyczna sygnalizacja osiągnięcia przez moduł granicznej wartości nominalnej za pomocą diody LED stanowi doskonały środek diagnostyczny podczas pierwszego uruchomienia. Funkcja ta sprawdza się również w trakcie bieżącej pracy, kiedy niespodziewanie wzrasta prąd (np. w przypadku zużycia zaworów lub zatarcia silnika). Urządzenie sterujące wywołuje wówczas alarm, co pozwala na odpowiednio wczesne zastosowanie środków zaradczych. ■

Murrelektronik Sp. z o.o.



### → INDUSTRIAL ETHERNET

Przewody dla wszystkich  
standardów Ethernetu

**PROFI**  
**NET**

**EtherNet/IP**

**sercos**  
the automation bus

**EtherCAT**

ETHERNET  
**POWERLINK**

**VARAN**



Murrelektronik –  
we live connectors!

➔ [murrelektronik.pl](http://murrelektronik.pl)

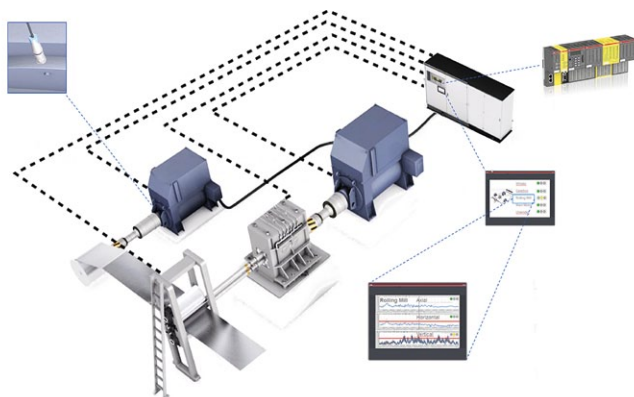
# Predykcyjna diagnostyka maszyn w oparciu o sterowniki PLC AC500 firmy ABB

W dzisiejszych czasach dostawcy produktów stale rywalizują o klientów. W efekcie, aby utrzymać wysoką konkurencyjność, muszą inwestować w nowe środki produkcji oraz utrzymywać w doskonałym stanie posiadany park maszynowy. Taka sytuacja powoduje, że wzrasta znaczenie technik diagnostycznych pozwalających na wiarygodną ocenę stanu urządzeń.

Szczególnie kłopotliwymi przyczynami zatrzymania produkcji w przemyśle są awarie maszyn wirujących, takich jak silniki, generatory oraz przekładnie mechaniczne. Koszty, jakie powstają podczas nieoczekiwanych napraw interwencyjnych w takich sytuacjach, potrafią być bardzo duże. Jest to spowodowane zarówno kosztami bezpośrednich czynności serwisowych, jak i kosztami wynikającymi z zatrzymania produkcji. Powyższe powoduje, że w przemyśle widoczny jest od kilku lat wyraźny trend do inwestowania w zaawansowane systemy ciągłej diagnostyki urządzeń. Jedną z najczęściej wykorzystywanych metod służących do oceny stanu maszyn jest metoda pomiarów drgań. Zazwyczaj do tego celu wykorzystuje się specjalne układy pomiarowe wraz z oprogramowaniem analitycznym.

## AC500 CMS

W powyższe potrzeby idealnie trafia nowe rozwiązanie ABB o nazwie AC500 CMS (*Conditions Monitoring System*), bazujące na sterowniku programowalnym PLC. Minimalna konfiguracja urządzenia składa się z jednostki centralnej (CPU) PM592-ETH, nowego modułu pomiarowego FM502-CMS oraz wspólnej podstawki TF5x1-CMS, wyposażonej w odpowiednie gniazda i zaciski przyłączeniowe. Układ może być dodatkowo rozbudowany o standardowe moduły wejść/wyjść serii S500/S500-eCo. Tak skonfigurowany sterownik pozwala na bieżące monitorowanie kondycji maszyn, umożliwiając wdrożenie predykcyjnego modelu zarządzania linią produkcyjną.



Ważną zaletą proponowanego rozwiązania jest to, że układ pomiarowy został zaprojektowany jako moduł sterownika PLC AC500. Dzięki integracji urządzeń konfigurowanie i obsługa układu powinny być bardziej intuicyjne, co ułatwi codzienną pracę służbom odpowiedzialnym za utrzymanie ruchu oraz automatom zajmującym się wdrażaniem omawianego rozwiązania. Dzięki wbudowaniu układu pomiarowego w sterownik PLC nie jest wymagany zakup dodatkowego, specjalistycznego oprogramowania narzędziowego, a do konfiguracji, programowania i uruchamiania wystarczy pakiet Automation Builder.

ABB dostarcza odpowiednią bibliotekę bloków funkcyjnych, dokumentację oraz przykładowe projekty zarówno dla sterownika, jak i panelu operatorskiego, co umożliwia szybkie zastosowanie proponowanego rozwiązania w rzeczywistej aplikacji. Urządzenie może pracować jako system diagnostyczny, jak i pełnić funkcje dodatkowe – ochronne, a także sterujące. Może obejmować monitoringiem jedną lub wiele maszyn jednocześnie. W przypadku zastosowania platformy AC500 z nowym modulem CMS aktualne pozostają też jej dotychczasowe zalety, tj. wszechstronność, skalowalność, swoboda programowania w wielu językach czy łatwe udostępnianie danych do systemów nadrzędnych. Nowy produkt dostępny jest także w wykonaniu eXtreme Conditions (XC), przeznaczonym dla trudnych warunków środowiskowych.



### Parametry techniczne modułu pomiarowego FM502-CMS

- 16 wejść analogowych (próbkowanych jednocześnie):
  - wejścia dla sygnałów: z czujników IEPE lub  $\pm 10$  V DC,
  - wysokiej jakości tor pomiarowy: 24-bitowe przetworniki, 96 dB, SNR 130 dB,
  - szeroki zakres częstotliwości próbkowania: 0,1–50 kHz,
  - możliwość konfigurowania dla każdego kanału osobno: częstotliwości, czasu pomiaru, opóźnienia;
- 1 wejście dla czujnika obrotów wału maszyny – enkodera:
  - maks. 300 kHz, rozdzielczość 32 bity,
  - synchronizacja z kanałami analogowymi;
- pomocnicze wejścia i wyjścia cyfrowe:
  - 4 we 24 V DC,
  - 2 wy 24 V DC;
- pamięć wewnętrzna buforowa: 256 MB (z czego 128 MB dostępne dla programisty).

### Typowe zastosowania AC500 CMS

- Predykcyjne monitorowanie stanu maszyn – umożliwia bardzo wczesne wykrywanie wszelkich anomalii mogących doprowadzić do nagłego zatrzymania produkcji.
- Bieżąca ochrona maszyn – dzięki bieżącej analizie zbieranych danych możliwe jest natychmiastowe, automatyczne odstawienie maszyny w sytuacji nagłego pogorszenia parametrów.

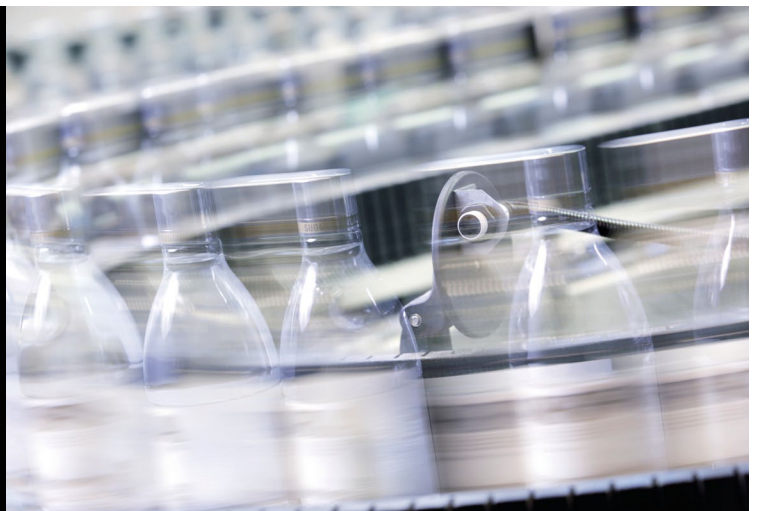


- Gromadzenie danych pomiarowych – dane mogą być dodatkowo wykorzystywane jako pomocnicze źródło informacji podczas wyliczania współczynników jakości produkcji. Maszyny najczęściej objęte omawianym rodzajem diagnostyki to m.in.: walcarki, turbiny, sprężarki, pompy, duże wentylatory oraz wszelkie inne urządzenia krytyczne z punktu widzenia procesów technologicznych. ■

ABB Sp. z o.o.

reklama

## Platforma automatyzacji AC500/S500 Pomyśl, ile możesz zyskać



Jednostki centralne AC500 oraz moduły wejść/wyjść S500, to znacznie więcej niż tylko sterownik PLC. Są częścią wszechstronnej i nowoczesnej platformy automatyzacji, która sprosta nawet najtrudniejszym wyzwaniom. Skalowalna, wydajna, otwarta na komunikację oraz zgodna z uznanymi standardami takimi jak IEC61131-3 oraz PLCopen. Dostępna także w wykonaniu wzmocnionym AC500-XC oraz jako zintegrowany sterownik bezpieczeństwa AC500-S. W naturalny sposób współpracuje z napędami, serwonapędami oraz robotami ABB.

# Badania, wdrożenia i inwestycje – jak zrozumieć programy unijne

Anna Szymczak

Wiele się mówi o współpracy sektora nauki z biznesem. O tym, że jest to zjawisko pożądane, nikogo nie trzeba przekonywać. Nowości opracowane w sferze nauki powinny być wdrażane w firmach, a nie trafiać na półkę. Jednak widać, że jest to trudne zjawisko, a dotacje na ten cel są jeszcze większe niż dotychczas, więc warto poznać zalety, a także zaznajomić się z takimi pojęciami, jak wdrożenie czy projekt celowy.

**D**uże firmy bywają partnerami instytutów czy uczelni w projektach, ale sektor małych i średnich firm wypada już znacznie gorzej. Co więcej, wielu z tych przedsiębiorców nie ma pojęcia o istnieniu specjalnej instytucji, która powołana jest w celu pomocy w zakresie nawiązywania współpracy. Jest to Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. To agencja wykonawcza Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego powołana w 2007 roku jako jednostka realizująca zadania z zakresu polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa. W momencie powstania była pierwszą jednostką tego typu, stworzoną jako platforma skutecznego dialogu między środowiskiem nauki i biznesu. Działalność Centrum finansowana jest ze środków skarbu państwa oraz funduszy Unii Europejskich.

Przedsiębiorcy zazwyczaj zainteresowani są inwestycjami w maszyny, urządzenia czy rozbudowę, a sprawy naukowe są im odległe. W mediach czy na konferencjach pojawiają się często hasła, jak: projekty celowe, wdrażanie innowacji czy nowych technologii, ale nie zawsze wiadomo, co w praktyce oznaczają.


Projekty celowe to projekty, które dotyczą realizacji badań, aby uzyskać określony cel, np. udoskonalenie produktu, procesu czy technologii. Faza badawcza to zadania związane z prowadzeniem

badania nad określonym zjawiskiem, doprecyzowanie zagadnienia czy jego parametrów. Efektem są wyniki prac badawczo-rozwojowych. Aby takie efekty nie kończyły żywota na przysłowiowej półce, niezbędne jest ich wdrożenie. Faza wdrożeniowa to wykorzystanie tej nowej wiedzy w praktyce gospodarczej. Tutaj często pojawiają się wydatki na zakup nowych maszyn.

Przykładowo przedsiębiorstwo, zajmując się produkcją folii, chciałoby poszerzyć swoją ofertę o folię, która się nie elektryzuje. Aby tego dokonać, niezbędne jest opracowanie receptury dodatku do tworzywa, a następnie sposób jego aplikacji. W takiej sytuacji realizowany będzie projekt celowy – cel: nowy produkt – nieelektryzująca się folia. Faza badawcza to właśnie opracowywanie tej nowej receptury i sposobu jej aplikacji. Te prace wykonywane są np. w laboratorium, a ich efektem jest receptura i próbki. Natomiast aby nowy produkt mógł faktycznie trafić na rynek, niezbędne jest opracowanie metody przemysłowej produkcji. Tutaj dobierany będzie sposób aplikacji dodatku i wstępny dobór maszyn. Następnym krokiem będzie porównanie posiadanego parku maszynowego firmy z wymaganiami pod nową produkcję. Te brakujące maszyny to właśnie wydatki niezbędne do wdrożenia technologii.

Ten prosty przykład pokazuje, że wiele firm realizuje projekty celowe, nie wiedząc o tym. Projekty celowe to projekty zaczynające się od konieczności zbadania nowego zjawiska (problem badawczy), czyli badania mają na celu rozwiązanie konkretnego problemu.

W perspektywie lat 2014–2020 w wielu programach czynione są preferencje dla inwestycji, które związane są z wdrożeniem wyników prac B+R, a czasami tworzone są odrębne programy tylko na wdrożenia, np. program Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości Poddziałanie 3.2.1 Badania na rynek (Program Operacyjny Inteligentny Rozwój), nabór 1 czerwca – 31 sierpnia 2016 r. czy Kredyt na innowacje technologiczne udzielany przez Bank Gospodarstwa Krajowego. Uwzględniając powyższe fakty, może warto zainteresować się programami na badania, jak i na wdrożenia. Dotacje na badania mogą wynosić nawet 80%, a na wdrożenia nawet do 70%. To szerokie spektrum programów wsparcia przedsiębiorstw. ■

 Anna Szymczak  
e-mail: a.szymczak@ms-consulting.pl



MS-CONSULTING

ul. Karpia 21 A

61-619 Poznań

tel. 61-826 61 30

fax 61-624 77 76

e-mail: k.szymczak@ms-consulting.pl

www.ms-consulting.pl

reklama



www.energoelektronika.com.pl  
Twój branżowy serwis z przyszłością



# Urządzenia pomiarowe i SCADA

W procesach produkcyjnych konieczna jest realizacja różnego rodzaju pomiarów oraz zbieranie danych. Jest to niezbędne zarówno w celu poprawnego przebiegu procesu, jak i do jego optymalizacji. Firma WObit proponuje szeroką gamę urządzeń pomiarowych własnej produkcji, a także system SCADA PcVue do zbierania i analizy danych.

W zależności od potrzeb danej aplikacji dostępne są zarówno jednokanałowe urządzenia pomiarowe z wyświetlaczem, jak i wielokanałowe moduły pomiarowe. Urządzenia pomiarowe mogą współpracować z czujnikami z wejściem analogowym, licznikowym, a także tenzometrycznym. Wszystkie modele wyposażone są w interfejs RS485 w standardzie Modbus do komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi, takimi jak sterowniki PLC czy panele HMI. Spośród urządzeń WObit warto zwrócić uwagę na wielofunkcyjny moduł ADAE42-ETH, dedykowany do współpracy zarówno z czujnikami z wyjściem analogowym (napięciowym lub prądowym), jak i przetwornikami impulsowo, obrotowymi lub liniowymi z wyjściem kwadraturowym. ADAE42-ETH obsługuje do czterech czujników z wyjściem analogowym, a także do dwóch czujników z wyjściem kwadraturowym. Dodatkowo wyposażony jest



w sześć wyjść tranzystorowych typu OC z konfigurowalnym progiem załączania oraz wyłączania, zależnym od wartości wejść analogowych, rejestrów matematycznych, położenia czy prędkości enkodera. Moduł pomiarowy ADAE42-ETH poza interfejsem USB i RS485 posiada również Ethernet.

Tak jak zostało wspomniane na wstępie, na proces produkcyjny składa się wiele czynności, często rozproszonych. Aby sprawnie nimi zarządzać, zbierać dane z wielu urządzeń pomiarowych i je analizować, niezbędne jest efektywne narzędzie – oprogramowanie SCADA. Umożliwia ono nadzór procesów produkcyjnych, pozwala na akwizycję danych, wizualizację, sterowanie procesem, alarmowanie oraz archiwizację danych. WObit proponuje system SCADA PcVue, którego najnowsza wersja 11.1 wyposażona jest w trzy narzędzia pozwalające skrócić czas konfigurowania aplikacji: Application Architect do tworzenia szablonów, Application Exporter, który wspomaga operacje diagnostyczne, wyświetlając przepływ danych w obrębie samego PcVue, jak również pomiędzy SCADA i komponentami zewnętrznymi, a także Smart Generator realizujący import danych ze źródeł zewnętrznych.



reklama



WObit AGV

AUTOMATYCZNIE  
STEROWANE  
ROBOTY  
TRANSPORTOWE



- Automatyczny transport towarów
- Automatyzacja linii produkcyjnych
- Możliwość współpracy z robotami paletyzującymi

ZADZWOŃ do naszego doradcy  
61 222 74 22

lub wejdź na stronę: [www.wobit.com.pl](http://www.wobit.com.pl)

Rozwiązania i Komponenty dla Automatyki  
Solutions and Components for Automation



Pozwala to automatycznie generować aplikacje, synchronizować dane konfiguracyjne i eliminować błędy w pojedynczym kroku. PcVue 11.1 ma przyjazne środowisko użytkownika, zestaw wbudowanych animacji, bibliotek obiektów, co umożliwia szybki i prosty rozwój projektu za pomocą konfiguracji online. Oprogramowanie wspiera takie funkcje, jak animowane obiekty 3D czy wbudowane GEO Mapy, zapewniające wydajniejszą pracę operatora.

PcVue obsługuje bardzo szeroki zakres standardów komunikacyjnych, w tym wbudowanych sterowników przeznaczonych dla przemysłu i producentów maszyn (ok. 200 nowych i starszych

protokołów), systemów zarządzania budynkiem (LNS, BACnet, SNMP), wytwarzania energii, T&D i systemów energetycznych (IECS, DNP3), systemów oczyszczania i dystrybucji wody. SCADA PcVue ma wbudowane mechanizmy wiadomości wewnętrznych, zapewnia również redundancję dla kluczowych aplikacji, które można łatwo skonfigurować za pomocą kreatora sieci. Do oprogramowania dostępny jest dodatek TouchView, który umożliwia obsługę za pomocą urządzeń mobilnych, dzięki czemu możliwy jest dostęp do danych z poziomu smartfonu czy tabletu (tylko z systemem Windows). Możliwa jest również konfiguracja w trybie online,

dzięki czemu można zmieniać parametry bez przerywania pracy systemu. Więcej informacji można znaleźć na stronie [www.wobit.com.pl](http://www.wobit.com.pl) oraz dzwoniąc pod numer 61-222 74 22. ■



P.P.H. WObit E. K. J. Ober s.c.

Dęborzycze 16, 62-045 Pniewy

tel. 61-222 74 22

fax 61-222 74 39

e-mail: [wobit@wobit.com.pl](mailto:wobit@wobit.com.pl)

[www.wobit.com.pl](http://www.wobit.com.pl)

## RAPORT Z TARGÓW

# Logistex i SilesiaKOMUNIKACJA 2016

**K**olejna edycja Targów Transportu Publicznego SilesiaKOMUNIKACJA oraz Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu LOGISTEX za nami. Wydarzenia te odbyły się w dniach 20–21 kwietnia 2016 roku w Centrum Targowo-Konferencyjnym Expo Silesia w Sosnowcu. W ramach tegorocznej edycji zaprezentowało się blisko 50 firm. Zakres tematyczny Targów skoncentrowany był na transporcie publicznym oraz logistyce, transporcie i magazynowaniu. Podczas Targów odbyła się debata pt. „Elektryczne i hybrydowe autobusy jako sposób na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska w mieście” organizowana przez PKM Gliwice i Expo Silesia oraz Seminarium „Unijny Kodeks Celny – nowe przepisy prawa celnego” organizowane przez Izbę Celną w Katowicach. Targi przyciągnęły zarówno profesjonalistów, jak i miłośników transportu w liczbie ponad 2 tysiące osób.

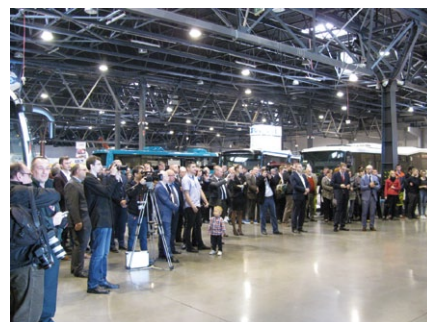
### SilesiaKOMUNIKACJA i Logistex w cyfrach:

- Blisko 50 Wystawców i Współwystawców reprezentujących grono międzynarodowe (Wystawcy z Republiki Czeskiej, Francji i Polski).

- Ponad 2000 zarejestrowanych wyspecjalizowanych zwiedzających.

#### Mocne strony Targów:

- merytoryczne wsparcie branżowych firm oraz instytucji;
- udział w Targach Prezydentów okolicznych miast oraz Prezesów czołowych firm z branży;
- specjalistyczne wydarzenia towarzyszące, liczne konferencje, seminaria, debaty i prezentacje poświęcone transportowi, branży Logistex oraz bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- prezentacja nowości i premier rynkowych;
- doskonała lokalizacja obiektu: bezpośrednia bliskość lotnisk międzynarodowych, autostrady, dróg szybkiego ruchu;
- 13,5 tys. m<sup>2</sup> powierzchni w nowoczesnym klimatyzowanym pawilonie, wyposażonym we wszystkie potrzebne Wystawcom media, ponad 20 tys. m<sup>2</sup> powierzchni zewnętrznego terenu wystawienniczego;
- parkingi na ponad 1000 samochodów;
- sale konferencyjne o pojemności ponad 300 osób, z możliwością dowolnej aranżacji i podziału na mniejsze



moduły; taka konfiguracja centrum pozwala na realizację zarówno dużych konferencji, jak bankietów oraz wydarzeń eventowych;

- indywidualne i elastyczne podejście do klienta – szeroki wachlarz usług targowych.

### Goście Targów

Dopisali branżowi zwiedzający. Wystawę odwiedziło szerokie grono specjalistów, menedżerów, kierowników, dyrektorów, reprezentantów instytucji branżowych oraz uczelni wyższych. Targi stanowiły platformę wymiany poglądów i doświadczeń w najbardziej uprzemysłowionym regionie Polski.

# LITEONI®

Przeмиenniki częstotliwości

## EVO 6800

www.falowniki.net



### Spotkanie merytoryczne

- Debata pt: „Elektryczne i hybrydowe Autobusy jako sposób na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska w mieście” organizowana przez PKM Gliwice i Expo Silesia.
- Prezentacja MPK Kraków pt: „Doświadczenie i koszty eksploatacji autobusów elektrycznych w Miejskim Przedsiębiorstwie Komunikacyjnym Spółka Akcyjna w Krakowie”.
- Prezentacja EvoBus (Mercedes) pt: „NGT nowa generacja silników Mercedes Benz zasilanych gazem ziemnym”.
- Prezentacja Tauron Dystrybucja SA pt: „Energia dla zrównoważonej mobilności miejskiej – technologie ładowania autobusów elektrycznych na przykładzie wybranych projektów demonstracyjnych”.
- Seminarium „Unijny Kodeks Celny – nowe przepisy prawa celnego” organizowane przez Izbę Celną w Katowicach.

### Wydarzenia towarzyszące

- Strefa Służb – porady dotyczące bezpieczeństwa ruchu drogowego na stoiskach: Izby Celnej z Katowic, Wydziału Ruchu Drogowego Komendy Wojewódzkiej Policji w Katowicach, Głównego Inspektoratu Transportu Drogowego.
- Autobus Czerwony – projekt o historii transportu pasażerskiego i ciężarowego, wystawa zabytkowych autobusów i samochodów ciężarowych. Dodat-



kowo wieczorna wycieczka „OGÓRKIEM”.

- Punkt Informacji Funduszy Europejskich – w punkcie można było uzyskać informacje na temat pozyskania funduszy europejskich na różnego rodzaju projekty.

### Targowy konkurs

Komisja Konkursowa postanowiła przyznać nagrody i wyróżnienia w Konkursie na najlepsze produkty prezentowane przez Wystawców na Targach i zgłoszone do Konkursu. I tak:

- przyznano Medal Expo Silesia dla firmy: MAN Truck & Bus Polska Sp. z o.o. za „Autobus Międzymiastowy Lion's IntersCity”;
- przyznano Wyróżnienia Expo Silesia dla firm: PIXEL Sp. z o.o. za „Tablicę przystankową Informacji Pasażerskiej LED dwustronna 72x192-6” oraz IT Consulting za „Transport Quality System”.

Ponadto wszystkim Partnerom wspierającym wydarzenia zostały przyznane podziękowania. ■

## eldar

tel. 77 442 04 04, 77 453 22 59, eldar@eldar.biz

www.lika.pl

## lika



Nowoczesne rozwiązania w zakresie bezdotykowego pomiaru przemieszczeń liniowych i kątowych



Enkoder programowalny IQ58 w cenie standardowego enkodera inkrementalnego  
sprawdź na: [ECZUJNIKI.PL](http://ECZUJNIKI.PL)



# Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Polityka energetyczna Unii Europejskiej – filary i perspektywa rozwoju”

W dniach 25–26 kwietnia 2016 r. odbyła się Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Polityka energetyczna UE – filary i perspektywa rozwoju”, która została zorganizowana przez Katedrę Ekonomii Wydziału Zarządzania Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, Instytut Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza oraz Studenckie Koło Naukowe „Eurointegracja”.

Ogólnopolska Konferencja Naukowa odbyła się pod honorowym patronatem: Ministra Energii, Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, Szefa Biura Bezpieczeństwa Narodowego, Prezydenta Miasta Rzeszowa, Wojewody Podkarpackiego, Marszałka Województwa Podkarpackiego oraz Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza. Partnerem głównym konferencji była PGE Polska Grupa Energetyczna. Sponsorami wspierającymi byli: PGNiG, Towarowa Giełda Energii, Gaz-System, Geotermia Mazowiecka, Fakro, ML System.

Pierwszego dnia Konferencji podczas paneli plenarnych wystąpili m.in. Michał Kurtyka (Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Energii), Ireneusz Łazor (Prezes Towarowej Giełdy Energii S.A.), Marek Balcer (Prezes Geotermii Mazowieckiej), Olgierd Dziekoński (Ekspert w zakresie gospodarki lokalnej i samorządności), Dawid Cycoń (Prezes ML System), Miłkołaj Budzanowski (Członek Zarządu Grupa Boryszew), Maciej Kołaczkowski (Ekspert World Economic Forum), Paweł Turowski (Ekspert Biura Bezpieczeństwa Narodowego), Paweł Kowal (Fundacja Energia dla Europy), Tomasz Blacharski (Członek Zarządu Polskiej Spółki Gazownictwa), Piotr Szlagow-

ski (Dyrektor Departamentu Strategii i Regulacji, PGNiG), Mariusz Mielczarek (Dyrektor ds. sektora publicznego w Europie Centralnej i Wschodniej, General Electric), Michał Smyk (Dyrektor Departamentu Strategii, PGE Polska Grupa Energetyczna), Daniel Borsucki (Dyrektor, Katowicki Holding Węglowy). Dyskusje naukowe oraz eksperckie dotyczyły instrumentów politycznych związanych z polityką energetyczną, transformacją polskiego sektora energetycznego oraz wpływu trendów globalnych na konkurencyjność polskiego sektora energetycznego.

Drugiego dnia Konferencji panele tematyczne dotyczyły m.in. transformacji energetycznej w państwach UE, bezpieczeństwa energetycznego UE oraz Polski, wspólnego rynku UE, efektywności energetycznej oraz odnawialnych źródeł energii. Swoje referaty zaprezentowali pracownicy naukowcy reprezentujący takie ośrodki naukowe, jak: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Politechnika Łódzka, Akademia Obrony Narodowej, Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Jagielloński, Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza.

Patronatu medialnego udzieliły: TVP3 Rzeszów, Polskie Radio Rzeszów, „Gazeta Finansowa”, „Nowa Energia”, „Czysta Energia”, „Napędy i Sterowanie”, Gazeta Codzienna „Nowiny”, Gazety Politechniki, BiznesAlert.pl, WysokieNapiecie.pl, Centrum Informacji Rynku



Energii (Cire.pl), GospodarkaPodkarpacka.pl, Pomia.pl, Rynek Energii Odnawialnej (Reo.pl), Inzynieria.com, Grupa medialna Rzeszownazywo.pl. Partnerem głównym jest PGE Polska Grupa Energetyczna.

W Konferencji wzięło udział 105 uczestników, blisko 250 studentów oraz 187 internautów. Ponadto transmisję na żywo Konferencji na kanałach telewizji internetowej Grupy medialnej „Rzeszownazywo” oglądało 3804 użytkowników Internetu. ■

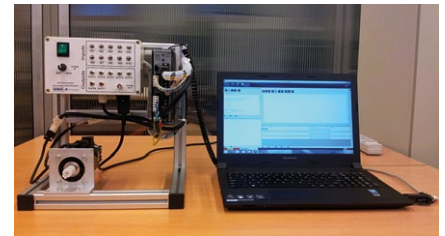


# Fundusze norweskie i EOG wspierają kształcenie z zakresu napędu elektrycznego

W celu zwiększenia atrakcyjności i skuteczności procesu nauczania w zakresie energoelektronicznych układów napędowych w Katedrze Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki Politechniki Śląskiej prowadzony jest projekt o akronimie ePEDlab (*Power Electronic Drives laboratory*). Środki zapewniające finansowanie projektu uzyskano z funduszy norweskich i funduszy EOG, pochodzących z Islandii, Liechtensteinu i Norwegii, w ramach programu Rozwój Polskich Uczelni Funduszu Stypendialnego i Szkoleniowego. Pomocy w projekcie udzieliła firma ENEL-PC Sp. z o.o., posiadająca wieloletnie doświadczenie w opracowywaniu i konstruowaniu nowoczesnych przekształtników do zastosowania w napędzie elektrycznym. Wizytówką projektu i miejscem zamieszczania nowych materiałów dydaktycznych jest strona internetowa dostępna pod adresem: <http://kener.elekt.polsl.pl/epedlab>. Tytułowe zwiększenie atrakcyjności nauczania realizowane jest za pomocą trzech celów. Pierwszym celem jest przygotowanie interaktywnych materiałów teoretycznych. Drugim jest utworzenie stopnia pośredniego pomiędzy teorią a eksperymentem laboratoryjnym w postaci symulacyjnych odpowiedników wszystkich ćwiczeń realizowanych w laboratorium, dostępnych do pobrania ze strony projektu. Jako ostatni cel uznano konieczność uzupełnienia bazy laborato-

ryjnej, głównie o stanowiska bazujące na rozwiązaniach przemysłowych.

Laboratorium energoelektronicznych układów napędowych dysponuje zestawem stanowisk umożliwiających prowadzenie prac badawczych i zajęć dydaktycznych. Zakres tematyczny obejmuje układy napędowe z maszynami prądu stałego, silnikami indukcyjnymi, jak również z maszynami wzbudzonymi magnesami trwałymi. Na większości stanowisk układy sterujące przekształtnikami są zaprogramowane przez pracowników laboratorium, co daje możliwość głębszego spojrzenia w działanie algorytmów. Aby lepiej przygotować studentów do podjęcia pracy konieczne było uzupełnienie wyposażenia laboratorium o napędy komercyjne. Założono modułową strukturę nowych stanowisk. Część z nich stanowią zespoły maszynowe, składające się z maszyny indukcyjnej klatkowej i maszyny synchronicznej z magnesami trwałymi, sprzęgniętych pasem zębatym. Dzięki temu można badać zachowanie jednej z maszyn, podczas gdy druga stanowi sterowane obciążenie. Do zasilania silników przygotowano stanowiska z przemiennikami częstotliwości. Starano się dobrać napędy o zróżnicowanych właściwościach, tak aby możliwe było badanie sterowania skalarnego  $U/f$ , wektorowego FOC, a także bezpośredniego sterowania momentem DTC. Uwzględniono również zagadnienia bezpieczeństwa, możliwość



pracy maszyn na wspólne obciążenie oraz komunikację z nadrzędnym układem sterowania, np. PLC. Te same maszyny mogą również zostać zasilone za pomocą przekształtników umożliwiającą implementację własnego układu sterowania. Poza systemem modułowym zakupiono również napędy realizujące ruch liniowy, w wykonaniu jedno- i trójosiowym – w każdym przypadku możliwe jest podłączenie własnego układu sterowania, na bazie mikrokontrolera, układu programowalnego FPGA lub przemysłowego sterownika PLC. Uzupełnieniem zestawu są kompaktowe stanowiska prezentujące działanie serwonapędu z silnikiem synchronicznym i przemiennika zintegrowanego z silnikiem. Nie zapomniano również o zagadnieniach jakości energii w układach przekształtnikowych – jedno ze stanowisk umożliwia pomiar parametrów sieci, gromadzenie wyników i komunikację ze sterownikiem nadrzędnym. ■

Publikacja finansowana ze środków funduszy norweskich i funduszy EOG, pochodzących z Islandii, Liechtensteinu i Norwegii oraz środków krajowych.

reklama



Politechnika Śląska, Katedra Energoelektroniki,  
Napędu Elektrycznego i Robotyki  
we współpracy z firmą ENEL-PC Sp. z o.o.  
realizuje projekt:

**ePEDlab**  
PowerElectronicsDrives



**Zwiększenie atrakcyjności nauczania napędu elektrycznego  
poprzez uruchomienie platformy zdalnej edukacji  
i rozbudowę bazy laboratoryjnej**

# Nowoczesne technologie zmieniają polski miks energetyczny

Rodzaje źródeł, z których będzie pozyskiwana energia w UE, jak i w Polsce, jest przedmiotem ciągłych dyskusji na poziomie eksperckim oraz rządowym. Nie ma wątpliwości, że cele unijnej polityki klimatycznej odcisną piętno na przyszłym kształcie naszego miksu energetycznego. Jednak duży wpływ na to będą miały również trendy, które wyznaczają dziś kierunki rozwoju energetyki, oraz technologie, które wpływają na kształtowanie optymalnej struktury wytwarzania. O tych technologiach mówi Michał Ajchel, Wiceprezes Pionu Energetyki w Schneider Electric Polska.

## Redakcja: – Dlaczego technologia może mieć tak duży wpływ na polski miks energetyczny?

Michał Ajchel: – Przyzwyczailiśmy się do prognozowania przyszłości energetyki na podstawie analiz technicznych i ekonomicznych, dotyczących m.in. wielkości zasobów paliw danego państwa, warunków geologicznych, najtańszych technologii produkcji. Tymczasem sektor energetyczny zmienia się i potrzebuje jeszcze wielu zmian. Wydaje się, że prawdziwą rewolucję w branży energetycznej przynieść może jedynie przełom technologiczny na taką skalę, jaka miała miejsce w sektorze telekomunikacji, gdzie pojawienie się telefonu komórkowego, zastąpionego następnie smartfonem, zrewolucjonizowało nie tylko sposób funkcjonowania samej branży telekomunikacyjnej, ale także wiele innych dziedzin codziennego życia. Taka rewolucja technologiczna niewątpliwie już następuje i jest ona odpowiedzią na globalne trendy społeczne, ekonomiczne oraz technologiczne. Co ważne, to właśnie rozwój poszczególnych technologii energetycznych będzie miał wpływ na kształt polskiego miksu energetycznego, gdyż pokaże, które ze źródeł wytwarzania będą najbardziej efektywne i pozwolą sprawnie zbilansować nasze potrzeby energetyczne oraz sprostać celom polityki klimatycznej.

W chwili obecnej państwa UE odpowiadają za 9% światowej emisji gazów cieplarnianych oraz za ponad 10% światowej emisji CO<sub>2</sub><sup>1</sup>. Do 2030 roku

UE chce zredukować emisję gazów cieplarnianych o 40% w stosunku do 1990 roku. Odbędzie się to między innymi poprzez zwiększenie do 27% udziału źródeł odnawialnych w produkcji energii elektrycznej oraz poprawę efektywności energetycznej o taką samą wartość. To właśnie takie wyzwania tworzą naszą energetyczną rzeczywistość i wpływają na rozwój technologii niezbędnych do osiągnięcia zakładanych celów.

## R.: – Jakie technologie będą wpływać na miks energetyczny w Polsce?

M.A.: – Nie jest odkryciem, że wszelkie technologie związane z odnawialnymi źródłami są dziś w czołówce tych, które przyczynią się do zmiany miksu. Optymalizacja technologii oraz spadek kosztów wytworzenia energii z OZE skutkuje zwiększeniem ich dostępności zarówno dla prosumentów, jak i inwestorów instytucjonalnych. Przez lata rozwój tych technologii był subsydiowany, jednak masowość OZE znacznie podniosła jej efektywność i wpłynęła na redukcję kosztów. Dlatego aż 22% Polaków w ciągu najbliższych 2–3 lat planuje instalację w swoim domu lub budynku gospodarczym urzędzeń umożliwiających korzystanie z OZE – tak wynika z najnowszych badań CBOS „Polacy o oszczędzaniu energii i energetyce obywatelskiej”. Takie zachowania są również wynikiem zmian, które zachodziły przez ostatnie lata w obszarze OZE. Dane raportu „BP Statistical Review of World Energy” wskazują, że od 1966 do 2005 roku, światowe zużycie energii z OZE wzrosło o 500%, co sprawiło, że te technologie stały się w niektórych regionach

konkurencją dla energetyki konwencjonalnej. Duży postęp dokonał się w obszarze fotowoltaiki, co wpłynęło również na spadek cen. Dla przykładu według danych Forum Analiz Energetycznych koszty takich instalacji w Niemczech spadły o 70% w ciągu ośmiu lat między rokiem 2006 a 2014.

Duży postęp dokonał się również w obszarze energetyki wiatrowej, a szczególnie turbin. Dla 2007 roku niemal na wszystkich nowych farmach wiatrowych instalowano turbiny klasy 2, czyli turbiny dla wiatru o średniej prędkości (do 8,5 m/s). Z kolei w 2014 roku klasa ta stanowiła już tylko 4% wszystkich nowo zainstalowanych turbin. Oznacza to, że 68% instalowanych turbin było już zakwalifikowanych do klasy 3, przeznaczonej dla obszarów o niskiej prędkości wiatru (7,5 m/s i mniej). Dzięki rozwojowi technologii budowa farm wiatrowych stała się bardziej opłacalna. Stąd też szybki rozwój tego rodzaju energii w Polsce. Do tego dochodzą również technologie w zakresie zwiększenia efektywności farm wiatrowych poprzez zmniejszenie strat energii bezpośrednio przy przesyłce, jak również możliwość prognozowania pogody i dostosowywania pracy farmy do warunków atmosferycznych za pomocą m.in. oprogramowania Schneider Electric WeatherSentry. Niestety, na dalszy rozwój energetyki wiatrowej mogą mieć negatywny wpływ proponowane przepisy, mówiące o minimalnej odległości farmy od zabudowań. Mogą one z kolei przyspieszyć rozwój technologii na rzecz fotowoltaiki czy energetyki wiatrowej na morzu. Nie zmieni to jednak faktu, że już w tym momencie źródła OZE zaczęły odgrywać

1. Energy Efficiency Market Report 2014 © OECD/IEA 2014, IEA Publishing.



znaczącą rolę w zmianie naszego miksu energetycznego.

**R.:** – Wielu specjalistów podkreśla, że wadą OZE jest niestabilna praca. Czy magazyny energii są rozwiązaniem tych problemów, czy będą to raczej technologie, z których skorzystają użytkownicy końcowi?

**M.A.:** – Magazyny energii będą rozwijać się niezależnie od tego, jak będzie kształtować się miks energetyczny. Wynika to głównie z tego, że odbiorcy końcowi chcą również wpływać na własne bezpieczeństwo energetyczne. W 2016 roku Schneider Electric wprowadzi do sprzedaży, na początku tylko w USA, gotowy już system EcoBlade, który będzie kompleksowym systemem do instalacji w małej firmie lub domu. Cena za baterię o pojemności 1 kWh wyniesie około 500 dolarów. Wraz ze wzrostem dojrzałości technologicznej ceny takich urządzeń będą spadać nawet do 100 USD w 2024 roku. Informacja o uruchomieniu sprzedaży EcoBlade w 2016 roku pokazała duże zainteresowanie tymi rozwiązaniami, co z kolei daje informacje o zmianach wykorzystania energii, jakie będą zachodzić w gospodarstwach domowych i małych firmach.

Technologia magazynowania energii staje się również powszechna w energetyce zawodowej przy projektach sieciowych. Pierwsze projekty są rozwijane również w Polsce i – pomimo iż magazynowanie energii na skalę przemysłową jest ciągle wyzwaniem – pewne jest, że ta technologia zostanie rozwinięta. Magazynowanie stanie się więc doskonałym uzupełnieniem technologii OZE, pozwalając na większą stabilność systemu.

**R.:** – Jaka będzie rola energetyki węglowej w miksie?

**M.A.:** – Pewne jest, że w ciągu najbliższej dekady, a może i dłużej, nie zniknie ona jako źródło wytwarzania w polskim miksie, ale może zmienić się jej udział oraz technologia, w jakiej węgiel będzie wydobywany i wykorzystywany. Na korzyść węgla może również wpłynąć to, że w najbliższych latach energetyka atomowa nie odegra w Polsce znaczącej roli, generacja konwencjonalna zapewnią bę-

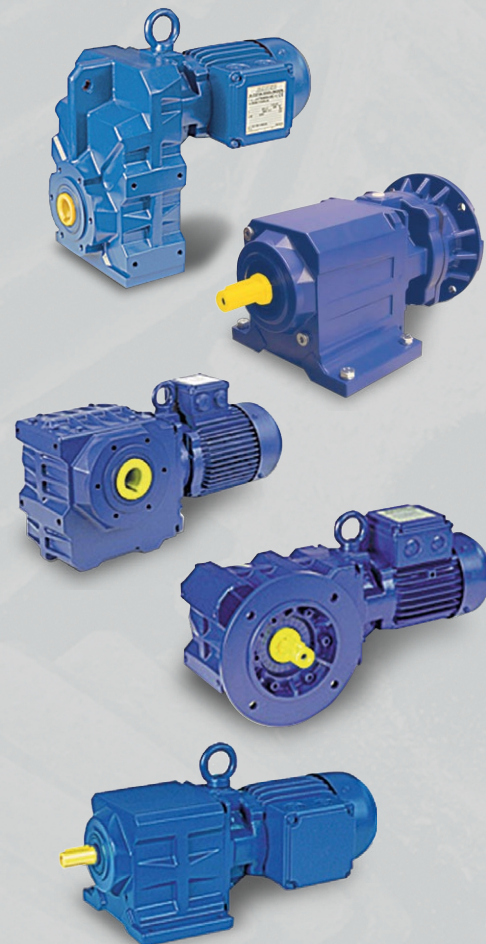
dzie stabilizację systemu energetycznego. Według danych Eurocoal, udział węgla w produkcji energii elektrycznej wynosi 87%. Obecne niskie ceny węgla doprowadzą do spadku jego produkcji, a tym samym do powstania tzw. luki węglowej. Rozumiana jest ona jako różnica pomiędzy obecnym poziomem produkcji energii elektrycznej z węgla kamiennego i brunatnego a poziomem wynikającym ze spadku produkcji tych surowców w istniejących kopalniach w perspektywie 30 lat. Jest to wysoce prawdopodobny scenariusz, niebezpieczny dla Polski. Tę lukę będzie trzeba zapełnić omawianymi właśnie technologiami i źródłami wytwarzania, ale ich proporcjonalny rozkład wciąż jest przedmiotem dyskusji. Tymczasem już powinniśmy podejmować konkretne decyzje.

Chęć wyeliminowania węgla z miksu energetycznego przez Unię Europejską będzie również implikować możliwe zmiany technologiczne procesów i sposobów jego wykorzystania. Już powstają nowe bloki węglowe o sprawnościach rzędu 46%, a nowe technologie bloków gazowo-parowych ze zintegrowanym zgazowaniem paliwa będą pozwalały osiągać nawet 55%. Wszystkie te technologie wymagają większych nakładów na rozwój, ale z drugiej strony są w stanie dać możliwie więcej energii z jednego obiektu niż np. źródła odnawialne.

Powyższe rozwiązania są swego rodzaju propozycją, którą oferuje nam dziś technologia. Ostateczny kształt miksu nie musi uwzględniać wszystkich wymienionych aspektów i z pewnością będzie podyktowany również interesami państwa. Mimo wszystko w Polsce powinniśmy mówić o miksie wielopaliwowym czy wieloźródłowym, jest to zarówno sposób na poprawę bezpieczeństwa energetycznego, jak i optymalizację ceny energii. Już dziś polskie gospodarstwa domowe na wydatki związane z energią elektryczną i ogrzewaniem wydają ok. 12% swoich dochodów, a bez zapewnienia zmian w naszym miksie mogą one wzrosnąć do 15%. Dlatego też warto jest spojrzeć szerzej na możliwości, które oferuje nam współczesna nauka, i wykorzystać te elementy, które dla nas będą najbardziej efektywne nie tylko dziś, ale i za 25 lat.

reklama

## Razem możemy osiągnąć więcej!



### Oferujemy sprzedaż oraz serwis dla:

- Motoreduktorów stożkowych, ślimakowych, walcowych
- Elektrobębnow
- Silników elektrycznych i przekładni
- Sprzęgieł i hamulców
- Doradztwo techniczne



**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



# KOMEKO 2016

Ryszard Klencz

Celem tegorocznej konferencji z cyklu KOMEKO, zorganizowanej przez Instytut Techniki Górniczej KOMAG, był przegląd najnowszych osiągnięć naukowo-technicznych w dziedzinie badań i przyjaznych dla środowiska technik i technologii przeróbki surowców mineralnych. Spotkanie miało miejsce 16–18 marca 2016 r. w hotelu „Klimczok”. Stanowiło płaszczyznę wymiany wiedzy i doświadczeń z zakresu wykorzystania innowacyjnych technik i technologii, prac instytucji naukowych i badawczych pod kątem możliwości i celowości zastosowania nowych koncepcji i rozwiązań. Patronat medialny nad konferencją objęły miesięcznik „Napędy i Sterowanie”, „Kruszywa” oraz portal branżowy Przemysł Skalny. Zrównoważony rozwój, polegający na zbilansowaniu korzyści czerpanych z eksploatacji ze spłatą zobowiązań wobec środowiska, stanowił główny nurt zagadnień w dyskusji podczas konferencji KOMEKO.



Małgorzata Malec mówi o realizacji tego zadania:

– KOMAG wspiera Wyższy Urząd Górniczy w działaniach na rzecz poprawy bezpieczeństwa, oferując różne metody szkoleniowe oraz narzędzia, które zwiększają efektywność szkoleń. Są oprogramowania komputerowe, które angażują szkolonego. Nie może on tylko biernie uczestniczyć w szkoleniu, ale musi odpowiadać na pytania i realizować konkretne zadania. Do tego celu służą gry szkoleniowe, tzw. „serious games”, które cieszą się dużą popularnością, gdyż aktywizują szkolonego, który łatwiej i szybciej przyswaja informacje. Podczas szkoleń prezentowane są rekonstrukcje wypadków, często drastyczne. Są to animacje komputerowe, które skutecznie oddziałują na świadomość i podświadomość uczestników szkolenia. Realizując statutowy obowiązek dzielenia się wiedzą, organizujemy seminaria, na które zapraszamy producentów maszyn, pracowników kopalń i naukowców. Jest to pewnego rodzaju burza mózgów, wymiana wiedzy i doświadczeń, a przede wszystkim sygnalizacja problemów, z jakimi użytkownicy maszyn i urządzeń stykają się na co dzień. Instytut KOMAG pełni rolę pomostu między nauką a przemysłem.

Wyższy Urząd Górniczy podejmuje szereg działań w zakresie bezpieczeństwa w przemyśle wydobywczym.

Piotr Wojtacha, wiceprezes WUG, powiedział:

– Eksploatacja surowców naturalnych od zawsze była związana z występowaniem rozlicznych zagrożeń w ruchu za-



kładów górniczych, oddziałujących na życie i zdrowie pracowników oraz funkcjonowanie kopalń. Wśród tych, które mają największy wpływ na szeroko pojęte bezpieczeństwo, można wyróżnić zagrożenia naturalne, takie jak: tąpnięciami, pożarowe, zawałami, metanowe, wybuchem pyłu węglowego, wyrzutami gazów i skał, wodne. Należy też wspomnieć o zagrożeniach technicznych, które w dużym stopniu zależą od człowieka, a powodują coraz większą liczbę wypadków przy pracy. Jednym z ważnych elementów powodujących ograniczenie wzrostu zagrożeń jest podejmowanie odpowiednich działań profilaktycznych i prewencyjnych. na podstawie aktualnych i rzetelnych informacji o stanie bezpieczeństwa w przemyśle wydobywczym. Dla Wyższego Urzędu Górniczego działania te stanowią priorytet najwyższej wagi.

W dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie przyjęto w 2015 r. m.in. następujące cele strategiczne: zwiększenie skuteczności działalności kontrolnej nadzoru górniczego w celu spadku liczby wypadków w górnictwie; ograniczenie czynników szkodliwych i uciążliwych występujących w środowisku pracy;

**M**ałgorzata Malec, dyrektor Instytutu KOMAG, powiedziała:

– Konferencja jest poświęcona systemom przeróbki surowców mineralnych między innymi w aspekcie ochrony środowiska. Jest to czynnik niesłychanie istotny i wszystkie referaty w różnych formach tego problemu dotyczą. Czy są to kwestie wykorzystania odpadów jako surowców, likwidacji hałd pogórnich, które szpecą krajobraz, szczególnie na Śląsku, oraz kwestie lepszego wykorzystania surowców. Temu celowi służą systemy przeróbcze, które są coraz doskonalsze, wydajniejsze i bardziej bezpieczne. Działalność w zakresie systemów przeróbczych jest bardzo istotna. Nasze działania nie dotyczą tylko węgla kamiennego, ale surowców mineralnych szeroko rozumianych, łącznie ze żwirami i piaskami. Oferujemy szereg bardzo innowacyjnych rozwiązań, aby produkt końcowy spełniał oczekiwania użytkowników.

Jedno z kluczowych zagadnień konferencji KOMEKO dotyczy bezpieczeństwa. KOMAG konsekwentnie realizuje cel poprawy bezpieczeństwa pracy urządzeń przeróbczych.

zapewnienie bezpieczeństwa przy wdrażaniu nowych technologii w górnictwie.

Zagadnienia powyższe wpisują się więc w tematykę organizowanej obecnie konferencji KOMEKO 2016.

Jakie ma znaczenie ekonomiczne wdrożenie innowacyjnych technologii oczyszczania węgla kamiennego?



Jolanta Biegańska, profesor AGH, powiedziała:

– Wiemy, że węgiel jest nadal powszechnym paliwem, ale jego spalanie powoduje zanieczyszczenie środowiska i to zarówno gazowe, jak i pyłowe. Wynika to oczywiście z warunków procesu spalania, ale przede wszystkim z budowy chemicznej spalane go węgla. Opracowano różne technologie poprawiające jakość procesów spalania i prowadzi się nadal badania w tym zakresie. Drugi kierunek prac to badania nad poprawą jakości samego paliwa – jego oczyszczeniem, zanim zostanie spalone. Technologie oczyszczania węgla kamiennego znane są jako wzbogacanie węgla. Innowacja w tym zakresie ma swoje przełożenie ekologiczne i ekonomiczne. Sprawa ekonomii ma istotne znaczenie, chociaż na razie można mówić o kosztach ponoszonych na badania. Aspekt ekologiczny to przede wszystkim ograniczenie emisji dwutlenku siarki, mniejsza ilość odpadów wytwarzanych w elektrowni, a poprzez poprawę sprawności procesu spalania – ograniczenie emisji dwutlenku węgla. Wdrażanie innowacyjnych technologii przynosi korzyści, bo uzyskuje się lepszą jakość węgla i zmniejszają się koszty jego zużycia. Z mniejszej ilości węgla uzyskać można taką samą ilość energii – oczyszczony węgiel posiadać będzie wyższą wartość opałową. Można jeszcze podawać inne przykłady, ale generalnie innowacyjne technologie po to są wdrażane, by przyniosły korzyści ekonomiczne.

W jaki sposób nowe techniki i technologie przeróbki węgla kamiennego wpływają na rozwój przemysłu wydobywczego?



Adam Klich, profesor KOMAG-u, wyjaśnia:

– Nie ulega wątpliwości, że powinniśmy iść w kilku kierunkach, jeżeli mamy mówić o nowych technologiach, nowych technikach dotyczących przeróbki mechanicznej. Z jednej strony chodzi o jakość, żeby tę jakość uzyskać najniższym kosztem, czyli bardzo sprawnych i niezawodnych maszyn i urządzeń z zakresu przeróbki mechanicznej, a z drugiej strony również pewnego eliminowania ludzi. Biorąc pod uwagę bezpieczeństwo ludzi w transporcie w zakładach przeróbki mechanicznej, to niestety tam powtarzają się seryjnie pewne wypadki pomimo wielkiego zaangażowania Wyższego Urzędu Górniczego, jak również służb kopalnianych, i te wypadki niestety zachodzą też wśród doświadczonych wieloletnich pracowników tych zakładów przeróbki mechanicznej. W związku z tym te nowe technologie mają spełnić jeden z celów – częściowe eliminowanie obsługi ludzkiej na tyle, żeby można było osiągnąć te duże wydajności przy pewnych układach sterowania, automatyki i ciągłego monitoringu tych maszyn i urządzeń.

Dodatkowa korzyść to względy ekonomiczne. Gdy uzyskamy lepszą klasyfikację, lepszy rozdział urobku, to te ceny też się różnicują i będziemy mogli z tej samej ilości surowca uzyskać wyższą opłacalność tych maszyn i urządzeń, nie mówiąc o tym, że będą bardziej niezawodne i wydajności też będą wyższe.

Gospodarka surowcami nieenergetycznymi jako substytutami surowców naturalnych, pozwala na szeroki zakres zastosowania.

Barbara Tora, profesor AGH, powiedziała:



– Mamy zasoby surowców nieenergetycznych, które są zgromadzone do dyspozycji praktycznie od zaraz, z korzyścią dla środowiska, oczywiście. Najlepszym przykładem jest wykorzystanie odpadów, które powstają w Tauron Wydobycie, która jest spółką zależną od spółki Energetycznej Turon, który ma dwie kopalnie, kopalnię Sobieski i kopalnię Janina, które nazywają się nie bez kozery kopalniami bezodpadowymi. Całe odpady powęglowe są przerabiane na kruszywo do budownictwa drogowego. Tu jadąc w kierunku Szczyrku, mamy obwodnicę Bielska Białej, które w całości zostały wybudowane właśnie z tych odpadów. Te odpady są na tyle dobrze przygotowane, na tyle wytrzymałe jest to kruszywo, na tyle ma dobre właściwości mechaniczne, że nadaje się jako substytut surowców naturalnych, naturalnego kruszywa drogowego. Jest to przykład gospodarki w obiegu zamkniętym z korzyścią dla społeczeństwa, bo mamy surowiec, który powstaje z odpadów, jest substytutem bez żadnego uszczerbku dla jakości, substytutem surowców naturalnych, a z drugiej strony nie zajmujemy przestrzeni dla składowania tych odpadów.



Konferencja KOMEKO 2016 osiągnęła stawiany jej cel. Stanowiła szerokie forum wymiany doświadczeń i wiedzy w zakresie zrównoważonego rozwoju, ze splotą zobowiązań wobec środowiska. ■

# Diagnostyka klatki we współczesnych zabezpieczeniach silników indukcyjnych

Michał Rad

## 1. Wstęp

Jednym z powodów awarii silników indukcyjnych są uszkodzenia wirnika. Nie jest to co prawda główny powód niesprawności, w literaturze przyjmuje się, że 5–15% wszystkich defektów związanych jest z wirnikiem [1, 2, 8]. Dla pewnych rodzajów silników i w pewnych zastosowaniach procentowy udział awarii związanych z uszkodzeniem wirnika może być znacznie większy. Do silników szczególnie narażonych na defekty wirnika należą silniki, które wykonują dużą liczbę rozruchów, silniki należące do napędów o ciężkim rozruchu, pracujące z dużym poślizgiem. Obecnie coraz większą uwagę przywiązuje się do ekonomicznych aspektów awarii, związanych nie tyle z koniecznością poniesienia kosztów naprawy, ile z kosztami wynikającymi z przestoju, zapewnieniem maszyny zastępczej, wznowieniem produkcji. Jak wiadomo, nawet najprostsze zabezpieczenia silników indukcyjnych muszą uwzględniać analizę aktualnego stanu silnika, to znaczy: szacować lub mierzyć aktualny stan termiczny silnika, wykrywać początek i koniec rozruchu, poprawnie wykrywać utknięcie wirnika. Poza tym układ zabezpieczeniowy powinien prawidłowo wykrywać przekroczenie lub niedotrzymanie podstawowych wartości prądów i napięć, których wartości graniczne zależą od aktualnego stanu maszyny. Ocenie podlega również symetria zasilania.

W związku z takim, dość rozbudowanym algorytmem działania obecnie najczęściej stosuje się układy o sterowaniu mikroprocesorowym, które mogą być podobne w działaniu do układów PLC. W literaturze można nawet znaleźć propozycje adaptacji sterowników PLC do układów zabezpieczeń i monitoringu maszyn elektrycznych [4, 5], choć aktualnie raczej stosuje się rozwiązania dedykowane.

## 2. Funkcje diagnostyczne w układach zabezpieczających

Pomysł wzbogacenia układów zabezpieczających o funkcje diagnostyczne można znaleźć w światowej literaturze na ten temat. Jeśli chodzi o diagnostykę opartą na analizie prądu, to najczęściej opisywanymi metodami są metody związane z analizą Fouriera [1, 3, 6]. Są to sposoby znane od dawna i szeroko opisywane, mają jednak szereg wad, jeśli chodzi o zastosowanie automatyczne. Do najważniejszych można by zaliczyć: ogólnie trudność w ekstrakcji składowych świadczących o uszkodzeniu, trudność w rozróżnieniu składowych pochodzących od innych zjawisk niż uszkodzenie, dość duże wymagania sprzętowe (np.: dość duża częstotliwość próbkowania). Oczywiście autorzy różnych algorytmów diagnostycznych starają się pokonywać wszystkie te trudności, ale może się to odbić na stopniu skom-

**Streszczenie:** Obecne systemy zabezpieczeń silników indukcyjnych realizują coraz bardziej złożone algorytmy ochrony. Układy mikroprocesorowe, które sterują pracą zabezpieczeń, mają względnie duże możliwości obliczeniowe. Zastosowanie w nich funkcji diagnostycznych nie pociąga za sobą istotnych zmian w konstrukcji takich układów. Artykuł opisuje procedurę diagnostyki klatki wirnika maszyn indukcyjnych, którą można zastosować wprost w układach zabezpieczeń, oraz uzasadnia celowość takiego zastosowania.

Słowa kluczowe: silniki indukcyjne, diagnostyka, zabezpieczenia, monitoring

## 🇬🇧 CAGE DIAGNOSTIC FUNCTIONS OF INDUCTION MOTOR PROTECTION RELAYS

**Abstract:** Protection relays of induction motors employ more and more sophisticated protective algorithms. Microprocessor units used in protective relays, have nowadays quite high computational power. Application of diagnostic functions in them does not involve significant changes in the design of such systems. The article describes the procedure of the induction machines rotor cage diagnosis. Such procedure can be used directly in protection relay systems. Paper also discuss the benefits of such a solution.

Keywords: induction machines, motor protection relays, diagnostic

plikowania układów i pewności ich działania. Dużo łatwiejsza do zastosowania jest opisana poniżej metoda diagnostyki klatki wirnika silników indukcyjnych.

## 3. Automatyczna procedura diagnostyki klatki

Procedura diagnostyki klatki oparta na przekształceniach fal-kowych opisana była w artykule [7]. Od tamtego czasu algorytm został nieco udoskonalony, a także zaimplementowany w postaci niezależnie działającego programu. Poza tym opracowano program kompletnego układu zabezpieczającego, w którym procedura ta znalazła zastosowanie [9]. Cechy opisywanego sposobu automatycznej diagnostyki:

- dość prosty obliczeniowo algorytm (jedynie mnożenie i sumowanie);
- wynikiem jest jedna liczba, będąca miarą asymetrii;



# MBI

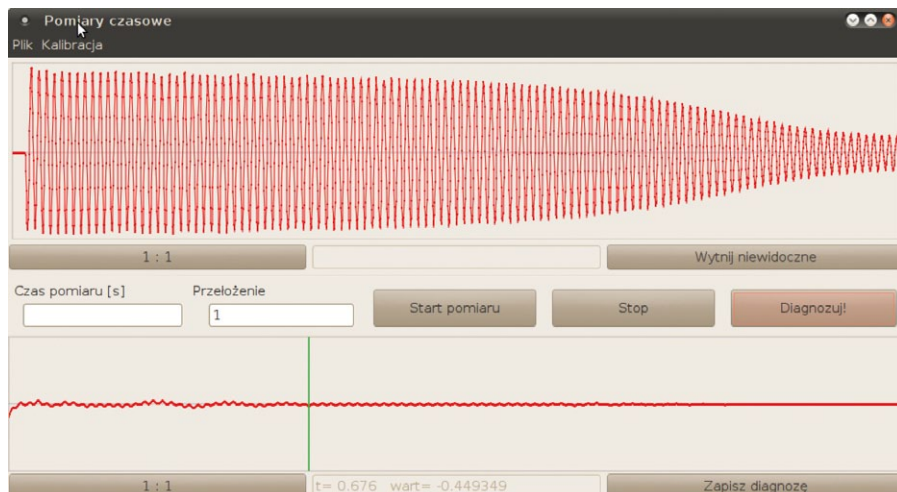
## METAL BUSHINGS ITALIA

Strategia naszej firmy wynika z silnego połączenia profesjonalnych kompetencji i pasji do mechaniki precyzyjnej, technologii i jakości.

Działamy w obszarze produkcji mechaniki i motoryzacji, a centrum naszego świata to:

- samosmarne, wymagające smarowania i bimetalowe tuleje
- łożyska toczne

Firma MBI posiada certyfikat ISO-TS 16949:2009 oraz ISO 9001:2008 – ISO 14001:2004 OHSAS 18001



Rys. 1. Okno programu z zaimplementowaną procedurą diagnostyczną – wynik dla zdrowego silnika



Rys. 2. Okno programu z zaimplementowaną procedurą diagnostyczną – wynik dla silnika uszkodzonego

- wystarczająca częstotliwość próbkowania, podczas rejestracji prądu to około 1 kHz;
- potrzebna informacja o początku i końcu rozruchu zwykle i tak jest dostępna w układach zabezpieczających;
- nie jest potrzebna wiedza o typie, budowie, a nawet parametrach silnika.

#### 4. Zasada działania procedury

Podstawy teoretyczne i idea, na której opiera się samo diagnozowanie, były już opisywane [7], tutaj pokrótce zostanie opisany algorytm postępowania, który jest następujący:

1. Rejestracja rozruchu wraz z określeniem jego początku i końca (proce-

- dura realizowana zwykle w zabezpieczeniach).
2. Wygenerowanie odpowiedniej falki (kształt falki analizującej zależy od czasu rozruchu, ale falki mogą być wygenerowane wcześniej i zapisane w pamięci urządzenia).
3. Obliczenie splotu i wyznaczenie jego maksimum, które równe jest współczynnikowi asymetrii.

Jak widać, algorytm jest dość prosty i nie ma wymagań większych niż podstawowe procedury realizowane przez system zabezpieczający. Po prawidłowym zarejestrowaniu rozruchu procedura może być obliczana w „czasie wolnym”

Poszukujemy konsultantów ds. wsparcia technicznego w Polsce

5050

M.B.I.

METAL BUSHINGS ITALIA s.p.a. – Via Brescia, 65  
36040 Torri di Quartesolo (VI) ITALY  
Tel. 0039.0444.218000 - Fax 0039.0444.218080  
www.metalbushings.it - mbi@metalbushings.it

procesora, wtedy, kiedy jednostka nie jest obciążana innymi zadaniami. Poniżej znajdują się obrazki okna programu, w którym zastosowano opisaną procedurę. Przedstawione na nich wykresy są umieszczane jedynie jako ilustracja działania, ponieważ najważniejszy jest współczynnik asymetrii wyliczany i podawany przez program.

W przypadku zastosowania procedury w układzie zabezpieczającym wizualizacja przebiegów nie jest potrzebna.


## 5. Korzyści z zastosowania procedury w układach zabezpieczających

Jak już wspomniano, uszkodzenia prętów wirnika nie są głównym powodem awarii silników indukcyjnych. Silnik z uszkodzoną klatką zwykle pracuje nadal, co jest oczywiście zaletą silnika indukcyjnego. Niemniej jednak uszkodzenie zwykle postępuje dalej i niezauważone w porę może doprowadzić do uszkodzenia innych elementów silnika, może np. powodować przepływ prądów łożyskowych [10], które działają destrukcyjnie na łożyska. Uszkodzenie klatki nie daje wyraźnych symptomów i w wielu przypadkach, szczególnie we wczesnym stadium, może być bardzo trudne do zauważenia, nawet przez wykwalifikowany personel. Procedura wykonywana automatycznie, przez urządzenia zabezpieczające, przy każdym rozruchu na pewno zwiększyłaby niezawodność działania chronionych w ten sposób silników. Współczynnik, otrzymywany w wyniku działania procedury diagnostycznej, może być zapamiętywany, co daje dodatkowo możliwość śledzenia trendu jego zmian. Wydaje się, że implementacja diagnostyki klatki w obecnie produkowanych układach zabezpieczających powinna być rozważona przez producentów takich urządzeń.

## Literatura

- [1] OSTOJIC P., BANERJEE A., PATEL D.C., BASU W., ALI S.: *Advanced Motor Monitoring and Diagnostics*. IEEE Transactions On Industry Applications, Vol. 50, No. 5, September/October 2014.
- [2] PEZZANI C., DONOLO P., BOSSIO G., DONOLO M., GUZMAN A., ZOCHOLL S.E.: *Detecting Broken Rotor Bars With Zero-Setting Protection*. Industrial & Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS), 2012 IEEE/IAS 48th.

- [3] STANKOVIC D., ZHANG Z., VOLOH I., VICO J., TIVARI A., BANERJEE A., UPPULURI S., SWIGOST D.: *Enhanced algorithm for motor rotor broken bar detection*. Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS), 2010 IEEE.
- [4] BAYINDIR R., SEFA I., COLAK I., BEKTAS A.: *Fault Detection and Protection of Induction Motors Using Sensors*. IEEE Transactions On Energy Conversion, Vol. 23, No. 3, September 2008.
- [5] PINEDA-SANCHEZ M., PUCHE-PANADERO R., RIERA-GUASP M., SAPENA-BAÑÓ A., ROGER-FOLCH J., PEREZ-CRUZ J.: *Motor Condition Monitoring of Induction Motor with Programmable Logic Controller and Industrial Network*. Power Electronics and Applications (EPE 2011), Proceedings of the 2011 – 14th European Conference.
- [6] JADEJA Y., NANDI S., GULLIVER T.A., ILAMPARITHI T.C.: *A Versatile Dual Sided Spectrum Analyzer for Protective Relaying and Electric Machine Condition Monitoring*. Advances in Energy Conversion Technologies (ICAECT), 2014 International Conference.
- [7] RAD M.: *Automatyczna diagnostyka klatki wirnika na podstawie prądu rozruchu silnika indukcyjnego*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 79/2008.
- [8] DRAK B., ZIENTEK P.: *Analiza uszkodzeń silników wysokonapięciowych prądu przemiennego w elektrowniach zawodowych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 1(98)/2013.
- [9] CISOWSKI Ł.: *Opracowanie programu integrującego podstawowe zabezpieczenia i funkcje diagnostyczne silnika indukcyjnego*. Praca dyplomowa, AGH 2013.
- [10] ZIENTEK P., NIESTRÓJ R.: *Wpływ uszkodzeń klatki wirnika i nasycenia rdzenia na wartość napięć wałowych w silnikach indukcyjnych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 80/2008.

 dr inż. Michał Rad – Katedra Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii; Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej; AGH w Krakowie; e-mail: rad@agh.edu.pl

artykuł recenzowany

## WYDARZENIA

● Chiński zespół naukowców opracował nowy przejrzysty prototyp inteligentnej skóry, która – jak twierdzą – nie tylko jest tańsza w produkcji, ale również świetnie wykorzystuje energię mechaniczną pochodzącą z jej ruchu do własnego zasilania.

Badacze podkreślają, że wcześniejsze próby zwiększenia wrażliwości elektronicznej skóry bazowały na wzroście liczby elektrod, co czyniło je rozwiązaniami bardziej kosztownymi. Niektóre z nich potrzebowały z kolei zewnętrznego źródła

zasilania, co oznaczało wzrost wymaganej liczby przewodów. Inne podobne technologie, mimo dużej efektywności, zamykały sobie natomiast drogę do niektórych aplikacji brakiem transparentności.

Wykonana z zestawu ultracienkich folii z tworzywa sztucznego, skóra pozwala osiągnąć rozdzielczość dotykową na poziomie 1,9 mm przy użyciu zaledwie czterech elektrod wykonanych ze srebrnego nanodrutu i opierając się na analogowej technice lokalizacyjnej. Sensor

posiada nanogenerator, który pozwala na wytwarzanie ładunku elektrycznego podczas ruchu czujnika zasilający układ. Twórcy nowego rozwiązania twierdzą, że jest ono wystarczająco czułe, by wykryć osiadającego na nim owada. Ponadto po 30 tysiącach cykli przezroczysty czujnik w pełni zachowuje swoje właściwości.

Zespół sugeruje, że jego technologia może zbliżyć nas do produkcji robotów i protez ze zmysłem dotyku, które dostępne będą w przystępnej cenie.

Źródło: gizmag



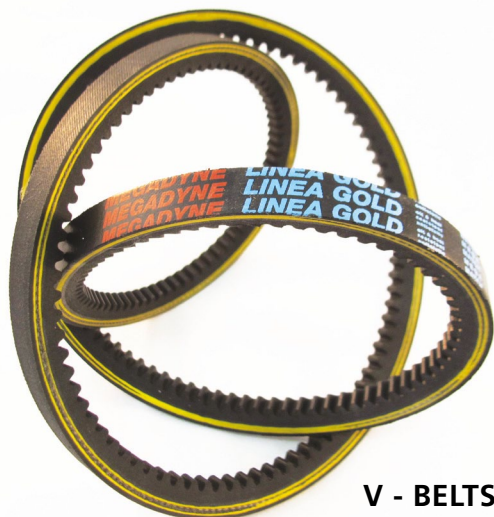
# TECHNOLOGY INSIDE POWER & MOVEMENT

Many solutions ... just one partner  
Megadyne, Premium brand

Product engineering  
and quality of materials

Our staff and our  
branches are close to  
you with 41 company  
premises worldwide

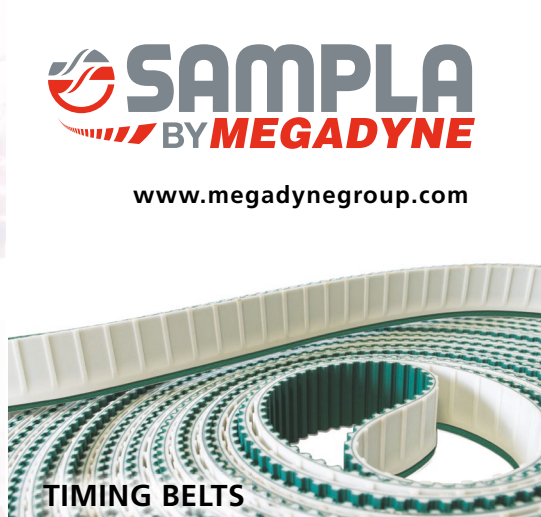
V-Belts and conveyors for more  
than 45 industrial applications



V - BELTS



CONVEYORS



TIMING BELTS



[www.megadynegroup.com](http://www.megadynegroup.com)



# Diagnostyka maszyn elektrycznych z magnesami trwałymi – wybrane metody

Marcin Barański, Adam Decner

## 1. Wstęp

Rozwój technologii oraz materiałoznawstwa w ostatnich latach spowodował zwiększenie zastosowań magnesów trwałych w napędach związanych z energetyką odnawialną, m.in. w elektrowniach wodnych [12], wiatrowych [8, 13], a także napędach trakcyjnych (elektromobilność, rys. 1) [9–11].

Zwiększenie zastosowań magnesów trwałych w budowie maszyn elektrycznych związany jest z poprawą ich parametrów: zwiększeniem przeciążalności momentem, polepszeniem właściwości regulacyjnych, zwiększeniem sprawności i gęstości mocy, uproszczeniem konstrukcji (tabela 1).

Obecnie, jak większość napędów elektrycznych, również te z magnesami trwałymi wymagają okresowej diagnostyki. Badania okresowe mają na celu zapobieganie poważnym awariom, którym najczęściej towarzyszą wysokie koszty związane nie tylko z remontem maszyny, ale również z okresem przestoju.



Rys. 1. Fiat Panda z silnikiem wyprodukowanym przez KOMEL – projekt badawczo-rozwojowy nr NR01-0084-10 [9–11]

Tabela 1. Zestawienie parametrów maszyn elektrycznych

Rodzaj silnika elektrycznego	h	P	n	$\eta$	m
		kW	1/min	%	kg
Silnik asynchroniczny	200	30,0	1472	92,5	265
Silnik prądu stałego	160	34,7	1560	88,5	247
Silnik z magnesami trwałymi	160	31,2	1500	91,8	110

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia metody diagnostyczne, które mogą być zastosowane do określenia stanu technicznego silników i generatorów z magnesami trwałymi, wykorzystywanych, m.in. w elektrowniach wodnych i wiatrowych oraz napędach trakcyjnych pojazdów elektrycznych. Opisywane metody wykorzystywane są przez autorów w czasie okresowych badań diagnostycznych. W artykule zwrócono szczególną uwagę na metodę diagnostyki drganiowej oraz diagnostykę izolacji zwojowej, gdyż obie zostały opracowane w Instytucie KOMEL. Metoda dotycząca diagnostyki drganiowej wykorzystuje specyficzne właściwości konstrukcyjne maszyn ze wzbudzeniem od magnesów trwałych, mianowicie indukowanie się SEM pod wpływem drgań. Autorzy przedstawiają podobieństwo maszyny z magnesami trwałymi do czujnika elektrodynamicznego oraz wyniki symulacji i badań laboratoryjnych maszyn z magnesami trwałymi, w których zwiększony poziom wibracji spowodowany był niewyważą.

Słowa kluczowe: generator, magnesy trwałe, diagnostyka, drgania, izolacja główna, izolacja zwojowa

## PM ELECTRICAL MACHINES DIAGNOSTIC – SELECTED METHODS

**Abstract:** This article presents a several diagnostic methods that can be used to determine the technical condition of electrical machines, especially permanent magnets (PM) machines. Those machines are commonly used in small wind and water systems and vehicles drives. Those methods are preferred by the author in periodic diagnostic of electrical machines. The special attention should be paid for diagnostic methods of turn-to-turn insulation and vibrations. Both of those methods were invented in the Institute of Electrical Drives and Machines Komel. Specific structural properties of machines excited by permanent magnets are used in vibration method - electromotive force (EMF) generated due to vibrations. Authors present similarity of machine excited by permanent magnets to electrodynamic sensor and the results of simulation and laboratory tests of electrical machine excited by permanent, in which an increased level of vibration was caused by unbalance.

Keywords: generator, permanent magnets, diagnostics, vibration, main insulation, turn – to – turn insulation

Najczęściej w maszynach elektrycznych występuje problem z degradacją izolacji uzwojeń bądź z uszkodzeniem łożysk, któremu towarzyszy wzrost poziomu wibracji.

Tabela 2. Kryteria oceny

Parametr układu izolacyjnego		Ocena stanu technicznego izolacji					
		5	4	3	2	1	0
Napięcie przebicia $U_p/U_N$		>3	>3	>2	~1,5	~1	~1
Rezystancja $R_{60N}/U_N$ [kΩ/V]	$U_N = 6$ kV	>50	>20	>10	>10	>10	<3
	$U_N < 1$ kV	>50	>20	>10	>3	>1	<1
Czas zwarcia $t_z$ [s]	$U_N = 6$ kV	30	30	30	1	1	0
	$U_N < 6$ kV	10	10	10	1	0	0
Maksymalna wartość odbudowanego napięcia $U_{odmax}/U_o$		>0,1	≥0,1	≥0,05	≥0,01	0	0
Czas odbudowy napięcia $t_{od}$ [s]	$U_N = 6$ kV	>240	>120	>30	~10	0	0
	$U_N < 1$ kV	>120	>60	>15	~5	0	0
Wahania prądu upływu przy $U_N$ $\frac{i_{p60 \max} - i_{p60 \min}}{i_{p60 \text{ sr}}}$		<0,5	<1	>1	>1	>2	0
Współczynnik absorpcji $i_{p15}/i_{p60}$	$U_N = 6$ kV	>1,5	>1,2	>1	1	1	1
	$U_N < 1$ kV	>1,3	>1,1	>1	1	1	1

## 2. Diagnostyka drganiowa

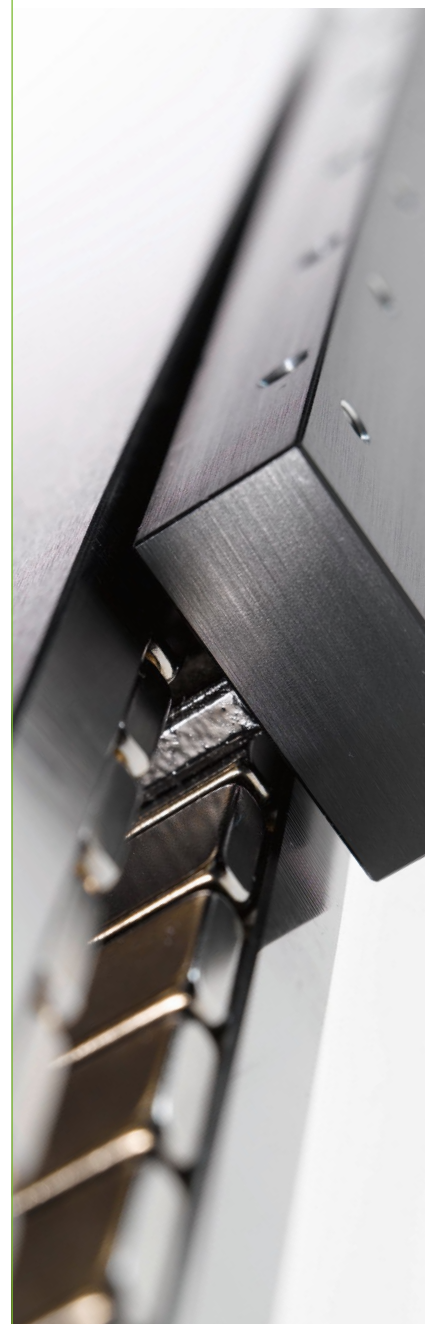
Zadaniem diagnostyki drganiowej jest uzyskanie swoistej bazy danych dotyczących stopnia zużycia danych podzespołów. W zależności od celu pomiaru oraz typów badanych maszyn podstawowe znaczenie mają przebiegi szybkozmiennych: przemieszczenia, prędkości lub przyspieszeń drgań. Dla ogólnej oceny maszyny istotna jest wartość RMS prędkości drgań, która odzwierciedla energię niszczącą. Chcąc natomiast poznać ich przyczynę, konieczne jest przeprowadzenie analizy częstotliwościowej drgań. Pozwala to na rozłożenie sygnału badanego na składowe. Znając parametry ruchu maszyny oraz jej konstrukcję, można poszczególnym składowym widma przypisać konkretne elementy lub stany pracy maszyny. Diagnostyka drganiowa większości maszyn elektrycznych opiera się głównie na pomiarach, przy wykorzystaniu zewnętrznych czujników pomiarowych oraz dedykowanej do tego celu kosztownej i skomplikowanej aparatury [14–16]. W rozwiązaniach tych trzeba zwracać uwagę na możliwości montażu czujnika do maszyny, co często stwarza problemy, gdyż maszyna fabrycznie jest rzadko do tego celu przystosowana.

Sposób zamontowania wpływa na zakres przenoszonych częstotliwości sygnału badanego. Należy również zwracać szczególną uwagę na separację układu pomiarowego od wszelkiego rodzaju zakłóceń, które mogą powodować nieprawidłowe wskazania aparatury pomiarowej. Zaletą opisywanej metody wykrywania wibracji wzbudzanych przyczynami mechanicznymi w maszynach elektrycznych z magnesami trwałymi jest to, że układ pomiarowy nie wymaga stosowania czujników do pomiaru drgań. Uzwojenie twornika oraz obwód wzbudzenia pełni bowiem także funkcję czujnika pomiarowego drgań. Czujniki do pomiaru drgań są stosowane w tym przypadku jednorazowo do skalowania pomiarów dla danego typu maszyny. Pomiar drgań tą metodą mogą być wykonywane online w czasie normalnej eksploatacji maszyny [4–7]. Maszyna z magnesami trwałymi (rys. 2) jest bardzo podobna do elektrodynamicznego czujnika drgań ze względu na:

- podobną budowę – magnesy trwałe oraz uzwojenie, czyli cewka. Pod wpływem wibracji generuje się SEM, a więc sygnał, który można wykorzystać do analizy drgań;

# HIWIN®

Motion Control & Systems



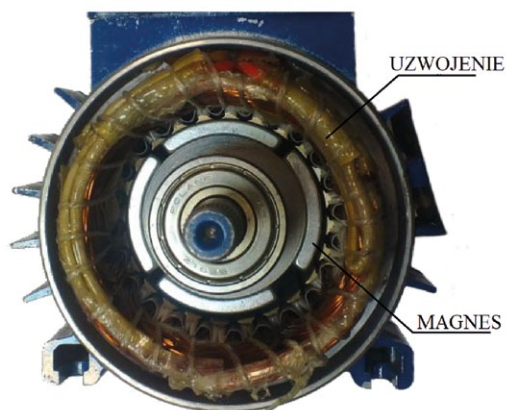
SILNIKI LINIOWE

Wprawiamy w ruch.

Poznań 07. – 10.06.2016  
MACH-TOOL  
Hala 8 – Stoisko 22

www.hiwin.pl





Rys. 2. Przykład maszyny z magnesami trwałymi

- większa liczba zwojów oraz par biegunów indukują większy sygnał pomiarowy, a więc czułość jest zależna od liczby zwojów uzwojenia – analogicznie jak w czujniku elektrodynamicznym;
- nie potrzebuje zewnętrznego źródła zasilania.

Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe wyniki badań jednej z maszyn z magnesami trwałymi. Wykres przedstawia porównanie analizy częstotliwościowej z czujnika drgań oraz sygnałów własnych maszyny w stanie statycznym. Maszyna została przebadana na stole wibracyjnym, przy zewnętrznie wymuszonych wibracjach. Można zaobserwować, iż analiza częstotliwościowa sygnałów własnych (w tym przypadku napięć – zarówno fazowego, jak również międzyfazowego), w dużej mierze odpowiada analizie częstotliwościowej sygnału pochodzącego z czujnika przyspieszenia drgań. Świadczy to o tym, że maszyna z magnesami trwałymi może zostać użyta do diagnostyki drganiowej poprzez analizę częstotliwościową jej sygnałów własnych.

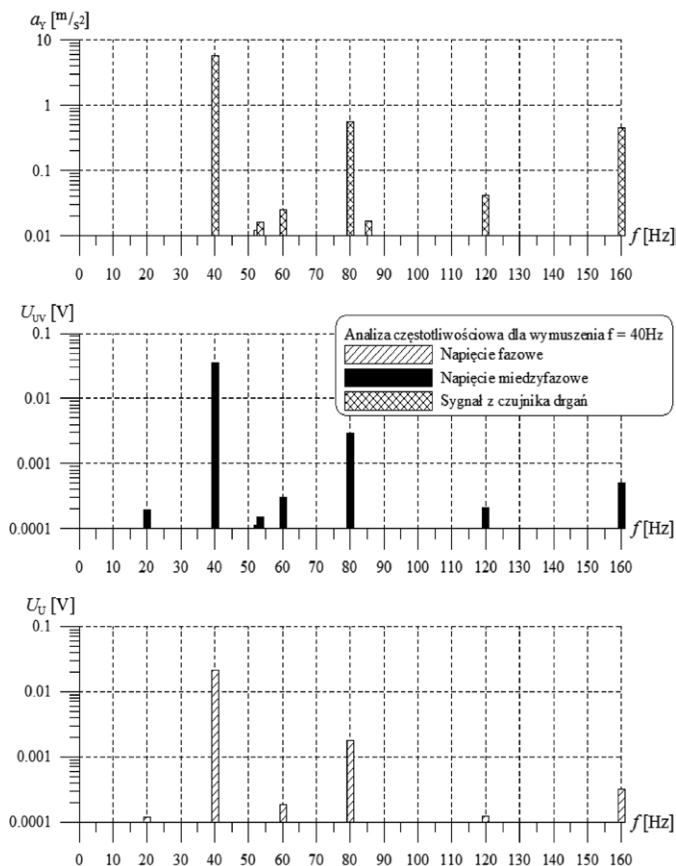
### 3. Metoda diagnostyki izolacji głównej

Stosowana przez autorów metoda diagnostyczna prądu stałego dla izolacji głównej to jedna z najprostszych metod pomiarowych [1]. Zawiera ona trzy testy:

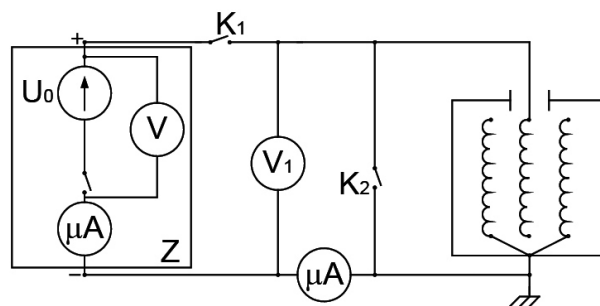
- wyznaczenie charakterystyki  $R_{60} = f(U)$ , o ile jest to możliwe, w przedziale napięcia od zera do  $2U_N$ ;
- charakterystyka prądu upływu  $i_p$ ;
- charakterystyka odbudowy napięcia  $U_{od}(t)$ .

Pierwsze dwie próby są powszechnie stosowane w badaniach okresowych izolacji, gdyż są zalecane w instrukcjach eksploatacji maszyn elektrycznych. Jednak zakres tych prób ogranicza się zwykle do jednej wartości napięcia 2500 V, 1000 V, 500 V i coraz częściej 5000 V.

W polecanym programie badań diagnostycznych rozszerza się zakres tych prób na wyznaczenie charakterystyki  $R_{60} = f(U)$ , o ile jest to możliwe, do  $2U_N$  i wyznaczenie  $i_p = f(t)$  przy  $U_N$ .



Rys. 3. Analiza częstotliwościowa maszyny z magnesami trwałymi – wyniki badań statycznych

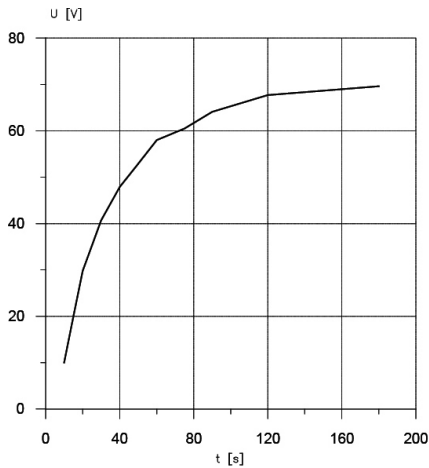


Rys. 4. Schemat układu do diagnostyki izolacji głównej

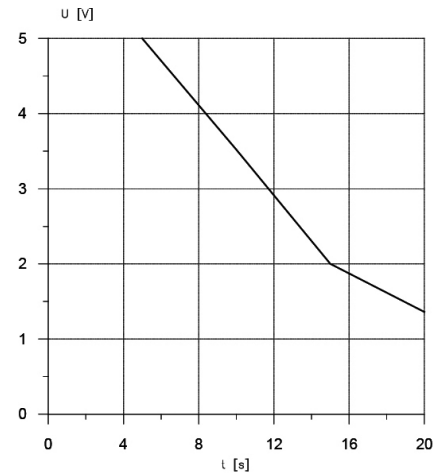
Badanie odbudowy napięcia (próba trzecia) jest próbą najważniejszą dla diagnostyki stanu technicznego izolacji i oceny stopnia jej zużycia.

Badania przeprowadza się w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku 4. W tabeli 2 scharakteryzowano ocenę punktową stopnia degradacji izolacji w oparciu o wyznaczone parametry kryterialne:

- 5 – izolacja bez zastrzeżeń;
- 4 – dobra izolacja;
- 3 – satysfakcjonujący stan izolacji;
- 2 – niesatysfakcjonujący stan izolacji;
- 1 – izolacja zużyta;
- 0 – izolacja zdegradowana.



Rys. 5. Odbudowa napięcia dla maszyny z dobrą izolacją główną



Rys. 6. Odbudowa napięcia dla maszyny ze zużytej izolacją główną

Na rysunku 5 oraz rysunku 6 przedstawiono przykład charakterystyk odbudowy napięcia dla maszyn z dobrą oraz zdegradowaną izolacją główną.

#### 4. Metoda diagnostyki izolacji zwojowej

Diagnozowanie stanu izolacji zwojowej z wykorzystaniem metody tzw. fali rozmytej polega na wygenerowaniu napięcia

w badanym uzwojeniu w chwili wyłączenia prądu stałego [2]. Napięcie to rozkłada się równomiernie na poszczególnych zewojach. Częstotliwość generowanego napięcia zależy wyłącznie od parametrów izolacji zwojowej uzwojenia.

Proponowana metodyka realizacji badań polega na zasileniu badanego obwodu prądem stałym o wartości z przedziału 5–10% wartości prądu znamionowego badanej maszyny

reklama

**BEFARED**  
Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów

**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](mailto:befared@befared.pl)



(w miarę możliwości pomiary uzwojeń każdej fazy przeprowadzamy oddzielnie, w przypadku braku takiej możliwości pomiary można wykonać na uzwojeniach połączonych ze sobą). Ocenę stanu technicznego uzwojenia przeprowadza się w oparciu o następujące wielkości:

- częstotliwość napięcia indukowanego;
- kształt napięcia indukowanego;
- tłumienie napięcia indukowanego  $\Lambda$  (1).

$$\Lambda = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} \quad (1)$$

gdzie:

$A_n$  – amplituda  $n$  okresu;

$A_{n+1}$  – amplituda  $n + 1$  okresu.

### 5. Badania termowizyjne

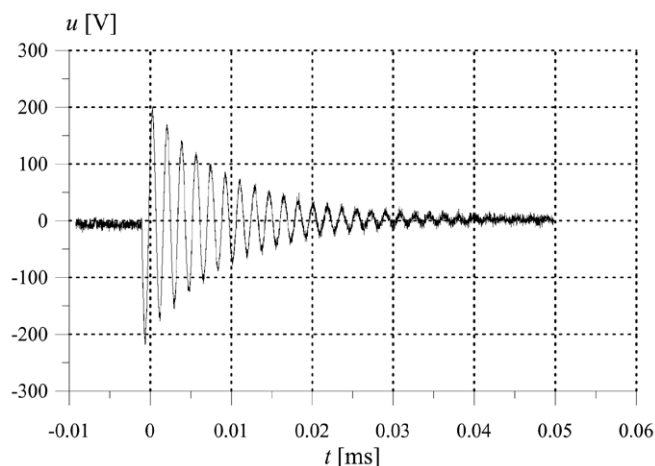
Termowizja bazuje na detekcji i rejestracji promieniowania podczerwonego emitowanego przez obiekty, których temperatura jest wyższa od zera bezwzględnego, i przekształceniu tego promieniowania na światło widzialne. Otrzymany obraz termalny jest odwzorowaniem pola temperaturowego na powierzchni badanego obiektu. Jest to możliwe dzięki temu, że moc promieniowania ciał jest zależna od ich własności promiennych. Badania takie możemy wykonywać za pomocą kamer termowizyjnych. Współczesna termowizja umożliwia cyfrową rejestrację rozkładu temperatur badanego obiektu. Tak powstała „mapa temperatur” jest następnie interpretowana graficznie – każdej temperaturze przypisywany jest inny kolor, dzięki czemu w wizjerze widziany jest termiczny obraz obiektu. Ponieważ zapisywane dane w praktyce są mapą temperatur obiektu, ten sam obiekt, w zależności od przyjętej skali barw oraz jej relacji do skali temperatur, może wyglądać różnie. System termowizyjny jest więc rodzajem niezwyklego termometru, który pozwala mierzyć temperaturę na odległość w wielu miejscach jednocześnie.

Diagnostyka termograficzna to efektywna i nieinwazyjna metoda diagnostyczna oparta o pomiary termowizyjne, gdzie za pomocą kamery uzyskuje się obraz pola temperaturowego badanego obiektu oraz zdalny pomiar temperatury z rozdzielczością zależną od rodzaju przetwornika, w jaki wyposażono kamerę. Podstawową zaletą tej metody jest fakt, że pomiary dokonywane są podczas normalnej pracy [3].

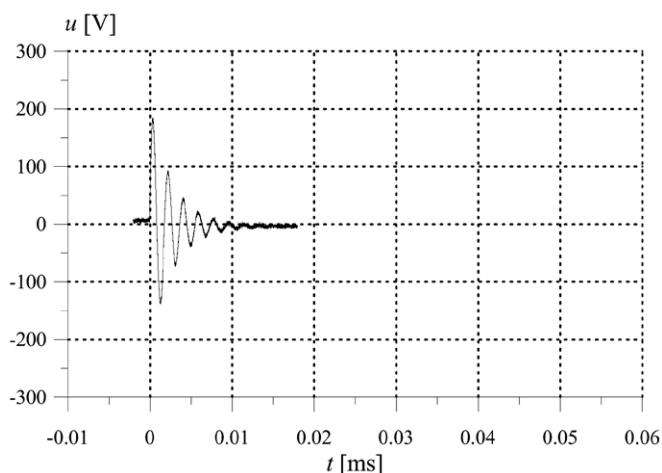
Aby dokonać dokładnego pomiaru rozkładu temperatur maszyny elektrycznej, niezbędne jest skompensowanie wpływu różnych źródeł promieniowania. Jest to dokonywane automatycznie przez kamerę, po wprowadzeniu do niej opisanych parametrów obiektu:

- temperatura otoczenia;
- odległość między obiektem a kamerą;
- temperatura odbita pozorną;
- wilgotność powietrza;
- współczynnik emisyjności.

Pomiary przy użyciu kamery termowizyjnej (rys. 9) charakteryzują się wysoką skutecznością i mogą być wykorzystywane w wielu różnych typach badań maszyn elektrycznych, takich jak:



Rys. 7. Przebieg napięcia maszyny elektrycznej z dobrą izolacją zwojową



Rys. 8. Przebieg napięcia maszyny elektrycznej ze zdegradowaną izolacją zwojową

- sprawdzenie ciągłości uzwojenia (rys. 10);
- wykrywanie zwarć zwojowych (rys. 11);
- sprawdzenie kanałów chłodzących (rys. 12);
- sprawdzenie nagrzewania się łożysk (rys. 13).

### 6. Podsumowanie

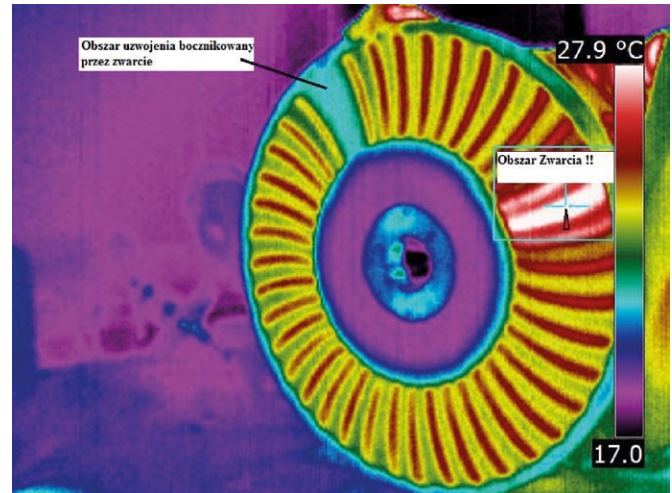
W pracy autorzy przedstawili wybrane metody diagnostyki maszyn elektrycznych z magnesami trwałymi: diagnostyka izolacji głównej i zwojowej, diagnostyka drganiowa oraz badania termowizyjne.

Metody te są powszechnie używane do wykrywania typowych uszkodzeń w maszynach elektrycznych przez pracowników Laboratorium Maszyn Elektrycznych Instytutu KOMEL.

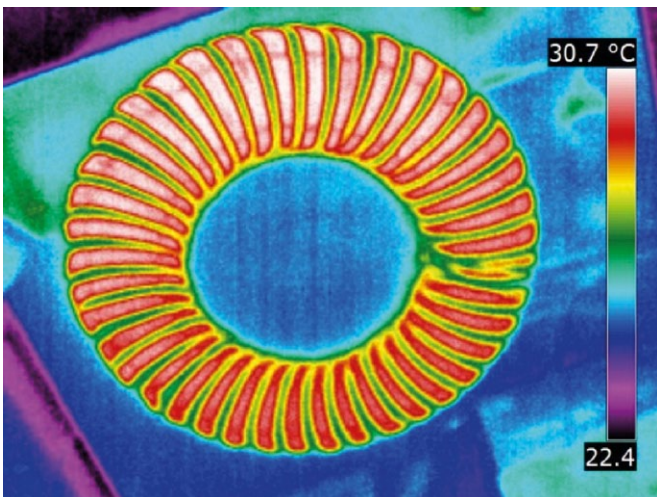
Metoda diagnostyki izolacji zwojowej jest prosta i bardzo efektywna. Kryteria oceny są przejrzyste i proste do sprawdzenia poprzez pomiary.



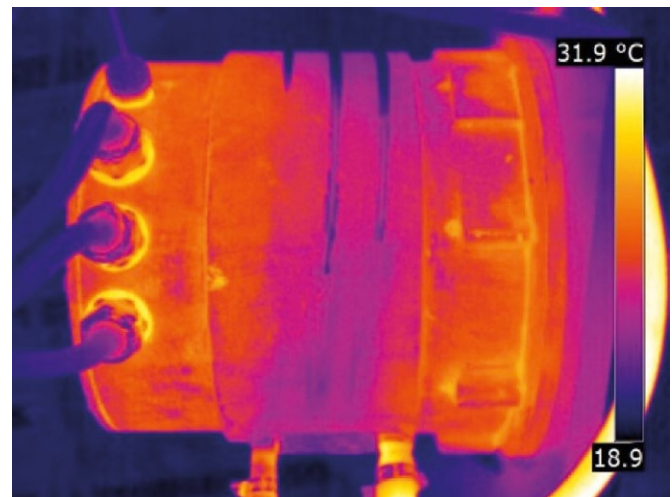
Rys. 9. Kamera termowizyjna



Rys. 11. Wykrywanie zwarcć zwojowych



Rys. 10. Sprawdzenie ciągłości uzwojenia



Rys. 12. Test kanałów chłodzących

reklama

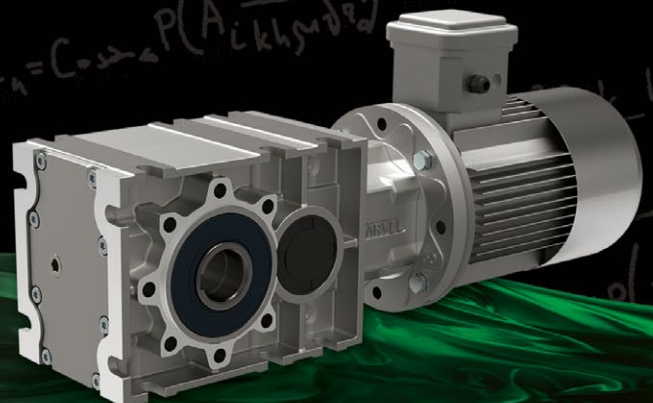


technology made in Italy

AUTORYZOWANY  
DYSTRYBUTOR

IOW TRADE  
DRIVES HYDRAULICS FILTRATION

Badania × (Technologia + Innowacja) <sup>Doświadczenie</sup> = RO2



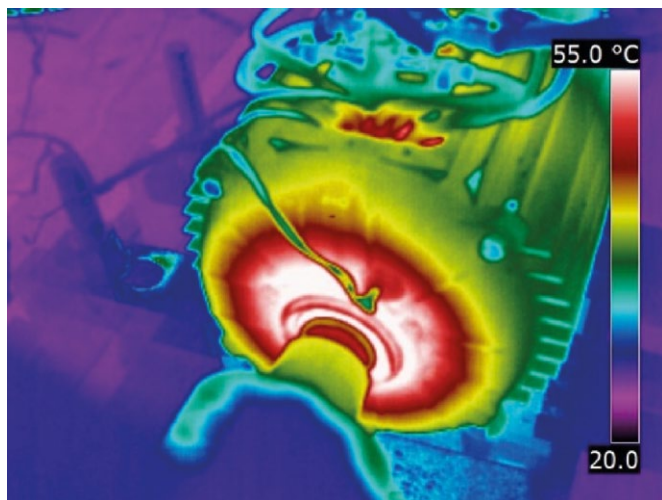
VARVEL SpA

Via 2 Agosto 1980, 9 • Loc. Crespellano • 40053 Valsamoggia (BO) • Italy  
Tel. +39 051 6721811 • Fax +39 051 6721825 • varvel@varvel.com

www.varvel.com







Rys. 13. Nagrzewanie się łożysk

Metoda diagnostyki izolacji zwojowej w oparciu o analizę rozmytej fali napięciowej bazuje na porównaniu parametrów zdegradowanego uzwojenia (rys. 8) z uzwojeniem zdrowym (rys. 7). Ta metoda również nie sprawia problemów wprawne-  
mu diagnoście.

Termowizja jest bardzo efektywną i nieinwazyjną metodą diagnostyczną. Kamera termowizyjna jest pewnego rodzaju termometrem, który na odległość potrafi określić rozkład temperatury danego obiektu w kilku miejscach jednocześnie. Może być wykorzystana w szeregu testach, m.in. do sprawdzania uzwojeń, kanałów chłodzących oraz łożysk.

Autorzy również przedstawili pokrótce nową drganiową metodę diagnostyczną, która nie wymaga kosztownej aparatury oraz czujników pomiarowych. Bazuje ona na analizie częstotliwościowej sygnałów własnych maszyny (prąd, napięcie). Metoda pozwala również na diagnostykę online, przy użyciu dodatkowego oprzyrządowania pozwalającego na analizę częstotliwościową sygnału pomiarowego eksploatowanego napędu.


Jest to podejście innowacyjne i niestandardowe. Przedstawiona metoda, zdaniem autorów, którzy na co dzień zajmują się badaniem maszyn w laboratorium, jak również diagnostyką maszyn elektrycznych eksploatowanych w przemyśle, znacznie upraszcza diagnostykę drganiową w maszynach z magnesami trwałymi. Diagnosta nie przejmuje się montażem czujników, co w niektórych przypadkach stanowi istotny problem z uwagi na dostęp, np. w pojeździe elektrycznym.

## Literatura

- [1] DECNER A., POLAK A., GLINKA T.: *Obserwacja procesu starzenia izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych z wykorzystaniem metody napięcia stałego*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2007.
- [2] DECNER A., POLAK A., GLINKA T.: *Ocena stanu technicznego izolacji zwojowej metodą rozmytej fali napięciowej*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2012.
- [3] BARAŃSKI M., POLAK A.: *Termograficzne badania maszyn elektrycznych – na co należy zwrócić uwagę*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2007.

- [4] BARAŃSKI M., GLINKA T.: *Sposób diagnozowania drgań wzbudzanych niewyważą w maszynach elektrycznych z magnesami trwałymi*. Zgłoszenie patentowe P.405669.
- [5] BARAŃSKI M.: *Nowa metoda wykrywania drgań spowodowanych niewyważą – diagnostyka generatorów z magnesami trwałymi*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2014.
- [6] BARAŃSKI M.: *Diagnostyka drganiowa generatorów wzbudzanych magnesami trwałymi – nowa metoda wykrywania drgań spowodowanych niewyważeniem*. „Przegląd Elektrotechniczny” 6/2014.
- [7] BARAŃSKI M., DECNER A., POLAK A.: *Selected diagnostic methods of electrical machines operating in industrial conditions*. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 5/2014.
- [8] ROSSA R., BIAŁAS A.: *Prądnica synchroniczna z magnesami trwałymi o wirniku zewnętrznym do przydomowych elektrowni wiatrowych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 89/2011.
- [9] ROSSA R.: *Badania eksploatacyjne samochodu osobowego zelektryfikowanego zestawem „E-KIT”*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2014.
- [10] ROSSA R.: *Zaawansowane rozwiązania techniczne w napędzie elektrycznym „E-KIT” dla miejskiego samochodu osobowego*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2014.
- [11] ROSSA R., BĘDKOWSKI B., BIAŁAS A., RADWAŃSKI W.: *Koncepcja napędu elektrycznego „E-KIT” dla miejskich samochodów osobowych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 4/2014.
- [12] PISTELOK P., KĄDZIOŁKA T.: *Nowa seria wysoko sprawnych dwubiegunowych generatorów synchronicznych wzbudzanych magnesami trwałymi*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 100/2013.
- [13] WOLNIK T., BIAŁAS A.: *Wolnoobrotowy, bezrdzeniowy generator tarczowy o mocy 2 kW*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 89/2011.
- [14] SZYMANIEC S.: *Pomiary częstotliwości drgań własnych i rezonansowych maszyn i elektrycznych w warunkach ich eksploatacji*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3/2012.
- [15] SZYMANIEC S.: *Ścieżki pomiarowe do pomiarów drgań względnych w maszynach elektrycznych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 81/2009.
- [16] SZYMANIEC S.: *Pomiary drgań względnych w silnikach elektrycznych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 82/2009.

Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2013–2015 jako projekt badawczy nr 413/L-4/2012 realizowany w Instytucie Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL o nazwie „Wibroakustyczna metoda diagnostyczna silników trakcyjnych i generatorów z magnesami trwałymi na podstawie sygnałów własnych”.

 Marcin Barański, Adam Decner – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice

artykuł recenzowany

**SIEMENS**



# LOGO! 8 Prosty i genialny.

Moduł logiczny

[www.siemens.pl/logo](http://www.siemens.pl/logo)

LOGO! 8 to kolejna generacja modułów logicznych. Nowy model sprostą wszelkim oczekiwaniom użytkownika dzięki uproszczonej obsłudze, nowemu wyświetlaczowi oraz maksymalnie łatwej konfiguracji komunikacji w sieci Ethernet.

Dodatkowym atutem LOGO! 8 jest możliwość szybkiego skonfigurowania komunikatów które można wyświetlić na telefonie, czy komputerze PC. Dedykowany moduł GSM/GPS pozwala na zdalną komunikację przez sieć komórkową, co zwiększa zakres zastosowania LOGO!

[www.siemens.pl/logo](http://www.siemens.pl/logo)



# Sterowanie ślizgowe wielofazowym silnikiem indukcyjnym klatkowym

Jacek Listwan, Krzysztof Pieńkowski

## Wstęp

W przemysłowych układach napędowych są stosowane powszechnie konwencjonalne trójfazowe silniki indukcyjne klatkowe. Silniki konwencjonalne nie odznaczają się dużą niezawodnością pracy, ponieważ nawet przerwa tylko w jednej fazie stojana eliminuje możliwość dalszej pracy silnika. Ponadto przy sterowaniu częstotliwościowym silnika konwencjonalnego występują duże pulsacje składowych momentu elektromagnetycznego silnika oraz duże pulsacje prądu w obwodzie pośredniczącym przekształtnika częstotliwości. Z tych względów w ostatnich latach występuje duże zainteresowanie zastosowaniem silników indukcyjnych klatkowych o liczbie faz stojana większej od trzech. Silniki o takiej konstrukcji są nazywane silnikami wielofazowymi.

Wielofazowe silniki indukcyjne klatkowe mają wiele zalet w porównaniu z konwencjonalnymi silnikami trójfazowymi [1–5, 7]. Przy tej samej mocy znamionowej silników wartości znamionowe prądów fazowych silnika wielofazowego są znacznie mniejsze od wartości znamionowych prądów fazowych silnika trójfazowego. Właściwość ta pozwala na zmniejszenie znamionowej obciążalności prądowej elementów energoelektronicznych przekształtnika sterującego silnikiem oraz zmniejszenie przekroju przewodów fazowych uzwojenia stojana. Możliwa jest również budowa silników o dużej mocy znamionowej bez konieczności zwiększania napięcia znamionowego stojana silnika. Do innych korzystnych właściwości silników indukcyjnych wielofazowych należą: zmniejszenie amplitud składowych oscylacyjnych momentu elektromagnetycznego silnika, zmniejszenie strat wywołanych wyższymi harmonicznymi prądów silnika oraz zmniejszenie amplitud wyższych harmonicznymi prądu w obwodzie pośredniczącym prądu stałego przekształtnika częstotliwości [1–5, 7].

Silniki wielofazowe pozwalają na zapewnienie większej niezawodności pracy układu napędowego. Przy dużej liczbie faz istnieje możliwość warunkowej pracy silnika i układu przekształtnikowego przy uszkodzeniach w obwodach pewnej liczby faz silnika lub przekształtnika.

Rozwój przekształtnikowych układów sterowania częstotliwościowego zapewnia możliwość przemysłowych zastosowań tego typu silników. Energoelektroniczne przekształtniki częstotliwości mogą być łatwo budowane na większą od trzech liczbę faz napięcia wyjściowego przy zachowaniu zasilania z sieci trójfazowej. Rozwój silników wielofazowych jest związany z badaniami metod sterowania tych silników. W pracy tej przedstawiono analizę i wybrane wyniki badań symulacyjnych ukła-

**Streszczenie:** Przedstawiono model matematyczny wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego. Omówiono zasady transformacji równań modelu matematycznego silnika. Omówiono metody i układy sterowania ślizgowego wielofazowymi silnikami indukcyjnymi klatkowymi. Przedstawiono metodę i wyniki badań bezpośredniego sterowania polowo zorientowanego (DFOC) z wykorzystaniem regulatorów ślizgowych oraz algorytm sterowania ślizgowego z bezpośrednim sterowaniem zaworami wielofazowego falownika napięcia.

Słowa kluczowe: silnik indukcyjny wielofazowy, sterowanie ślizgowe, analiza, badania symulacyjne

## SLIDING-MODE CONTROL OF MULTIPHASE SQUIRREL-CAGE INDUCTION MOTOR

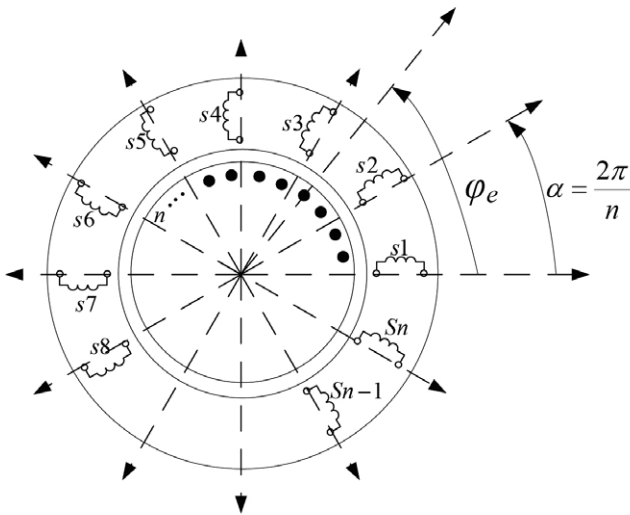
**Abstract:** The mathematical model of multiphase squirrel-cage induction motor has been presented. The transformations of motor phase variables are discussed. The methods and control systems of the sliding-mode control of multiphase induction motors are described. The structure of Direct Field-Oriented Control (DFOC) with sliding-mode controllers and with sliding-mode algorithm of direct determination of the inverter switching are described. The analysis of the properties of various methods of sliding-mode control have been carried out.

Keywords: multiphase induction motor, sliding-mode control, analysis, simulation studies

dów sterowania 6-fazowym silnikiem indukcyjnym klatkowym z zastosowaniem nowoczesnych metod sterowania ślizgowego.

## Model matematyczny wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego

Schemat ogólnej konstrukcji wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego z  $n$ -fazowym uzwojeniem stojana przedstawiono na rys. 1. Liczba faz  $n$  uzwojenia stojana może być dowolną parzystą lub nieparzystą liczbą naturalną  $n > 3$ . W literaturze opisywane są prototypowe konstrukcje silników indukcyjnych wielofazowych o liczbie faz  $n = 5, 6, 7, 9, 12, 15$  i większej [1–5, 7]. W typowej konstrukcji silnika indukcyjnego wielofazowego kąt elektryczny między osiami fazowymi uzwojeń stojana jest równy  $\alpha = 2\pi/n$ .



Rys. 1. Schemat ogólny wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego

Opis analityczny wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego wymaga sformułowania odpowiedniego modelu matematycznego silnika. Przy formułowaniu modelu matematycznego takiego silnika przyjmowane są następujące założenia upraszczające [3–5, 7]: wielofazowe uzwojenie stojana i uzwojenie klatkowe wirnika rozpatruje się jako uzwojenia skupione o symetrycznych parametrach elektromagnetycznych, liczba faz zastępczego uzwojenia wirnika jest równa liczbie faz stojana  $n$ , parametry i wielkości elektromagnetyczne zastępczego uzwojenia wirnika są przeliczone na stronę stojana, pomija się nieliniowość obwodu magnetycznego oraz wpływ prądów wirowych i strat w żelazie silnika, maszyna wielofazowa o danej liczbie par biegunów  $p_b$  jest sprowadzona do maszyny o jednej parze biegunów.

Ogólny model matematyczny wielofazowego silnika indukcyjnego wyrażony przez zmienne w naturalnym układzie współrzędnych fazowych stojana i wirnika ma następującą postać macierzową [5, 7]:

$$\begin{cases} [u_s] = [R_s] \cdot [i_s] + p[\psi_s] \\ [0] = [R_r] \cdot [i_r] + p[\psi_r] \end{cases} \quad (1)$$

Równanie na moment elektromagnetyczny wielofazowego silnika indukcyjnego:

$$T_e = p_b [i_s]^T \left( \frac{\partial}{\partial \varphi_e} [L_{s,r}] \right) \cdot [i_r] \quad (2)$$

gdzie:

- indeksy  $s$  i  $r$  oznaczają odpowiednio zmienne i parametry uzwojenia stojana i wirnika;
- $[u_s]$ ,  $[i_s]$ ,  $[i_r]$  – macierze kolumnowe odpowiednio napięć fazowych stojana, prądów fazowych stojana i prądów fazowych wirnika;
- $[\psi_s]$ ,  $[\psi_r]$  – macierze kolumnowe odpowiednio strumieni sprzężonych z uzwojeniami fazowymi stojana oraz wirnika;
- $[R_s]$ ,  $[R_r]$  – odpowiednio macierze diagonalne rezystancji fazowych uzwojenia stojana i wirnika;
- $[L_{s,r}]$  – macierz kwadratowa indukcyjności wzajemnych pomiędzy uzwojeniami stojana i wirnika;
- $p_b$  – liczba par biegunów silnika indukcyjnego;
- $\varphi_e$  – elektryczny kąt obrotu wirnika;
- $p = d/dt$  – operator różniczkowania;
- $T$  – symbol transpozycji macierzy.

Szczegółowa postać macierzy zmiennych elektromagnetycznych i parametrów elektromagnetycznych silnika wielofazowego została przedstawiona w [3, 5, 7]. Liczba równań i złożoność modelu matematycznego wielofazowego silnika indukcyjnego wzrasta ze wzrostem liczby faz silnika  $n$ .

Model matematyczny wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego z zastosowaniem współrzędnych fazowych jest opisany przez układ równań różniczkowych zwyczajnych o współczynnikach zmiennych w funkcji kąta obrotu wirnika. W celu wyeliminowania tej niedogodności dokonuje się przekształcenia współrzędnych fazowych  $n$ -fazowej maszyny indukcyjnej do odpowiednich składowych przetransformowanych. Postać macierzy transformacyjnych jest zależna od liczby faz  $n$  rozpatrywanej maszyny indukcyjnej oraz od wyboru układów współrzędnych przetransformowanych [3–5, 7].

Zmienne fazowe stojana i wirnika  $n$ -fazowej maszyny indukcyjnej po odpowiednich transformacjach współrzędnych są

reklama



**NOWIMEX**®

Ul. Kremowa 65 A 02-969 Warszawa  
Tel: 228168579 Fax: 228169534 info@nowimex.com.pl  
www.nowimex.com.pl

NOWIMEX doradza w doborze i dostarcza produkty renomowanych firm z branży automatyki i elektromechaniki przemysłowej:

- VAHLE – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.
- SCHLEGEL – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.
- LEAB – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.
- A.M.I. – Panele sygnalizacyjne i alarmowe.
- TEXELCO – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.
- HUGRO – Dławice do kabli.
- BREVETTI – Tworzywowe i stalowe przewodniki kabli.
- LAIRD – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
- MICRO DETECTORS – Szeroka gama czujników.
- ISV – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktory (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).
- NORIS – Profesjonalne czujniki. Monitoring systemów automatyki.





przekształcane do składowych przetransformowanych wyrażonych w prostokątnym układzie współrzędnych  $x-y$ , wirującym z dowolną zadaną prędkością kątową  $\omega_k$ , do pewnej liczby składowych przetransformowanych wyrażonych w dodatkowych układach współrzędnych  $z_i - z_i + 1$  oraz do pewnej liczby składowych zerowych [3–5, 7]. Konieczność uwzględniania składowych przetransformowanych wyrażonych w dodatkowych układach współrzędnych jest charakterystyczną właściwością analizy silników indukcyjnych wielofazowych. W przypadku przyjęcia nieruchomego układu współrzędnych ( $\omega_k = 0$ ) układ  $x-y$  jest oznaczany w analizie jako układ  $\alpha-\beta$ .

Poniżej przedstawiono równania modelu matematycznego silnika indukcyjnego 6-fazowego wyrażone w układach współrzędnych przetransformowanych:

- równania napięciowe stojana i wirnika w układzie współrzędnych  $x-y$ :

$$\begin{aligned} u_{sx} &= R_s i_{sx} - \omega_k \psi_{sy} + p \psi_{sx} \\ u_{sy} &= R_s i_{sy} + \omega_k \psi_{sx} + p \psi_{sy} \\ 0 &= R_r i_{rx} - (\omega_k - \omega_e) \psi_{ry} + p \psi_{rx} \\ 0 &= R_r i_{ry} + (\omega_k - \omega_e) \psi_{rx} + p \psi_{ry} \end{aligned} \quad (3)$$

- równania napięciowe stojana silnika w układzie współrzędnych dodatkowych  $z1-z2$ :

$$\begin{aligned} u_{sz1} &= R_s i_{sz1} + p \psi_{sz1} \\ u_{sz2} &= R_s i_{sz2} + p \psi_{sz2} \end{aligned} \quad (4)$$

- równanie na moment elektromagnetyczny:

$$T_e = \frac{6}{2} p_b (\psi_{sy} i_{rx} - \psi_{sx} i_{ry}) \quad (5)$$

gdzie:

- $u_{sx}, u_{sy}, i_{sx}, i_{sy}$  – odpowiednio składowe wektora napięcia i prądu stojana w układzie  $x-y$ ;
- $i_{rx}, i_{ry}$  – składowe wektora prądu wirnika w układzie  $x-y$ ;
- $\psi_{sx}, \psi_{sy}, \psi_{rx}, \psi_{ry}$  – odpowiednio składowe wektora strumienia sprzężonego stojana i wirnika w układzie  $x-y$ ;
- $u_{sz1}, u_{sz2}, i_{sz1}, i_{sz2}$  – odpowiednio składowe wektora napięcia i prądu stojana w dodatkowym układzie współrzędnych  $z1-z2$ ;
- $\psi_{sz1}, \psi_{sz2}$  – składowe wektora strumienia sprzężonego stojana w układzie współrzędnych  $z1-z2$ ;
- $\omega_e$  – elektryczna prędkość kąтова silnika.

W analizie przyjęto, że 6-fazowe uzwojenia stojana i wirnika są połączone w gwiazdę z odizolowanymi punktami neutralnymi. W równaniach modelu matematycznego silnika pominięto równania napięciowe stojana i wirnika dla składowych

zerowych oraz równania napięciowe wirnika dla składowych w dodatkowych układach współrzędnych, ponieważ te składowe są tożsamościowo równe zero.

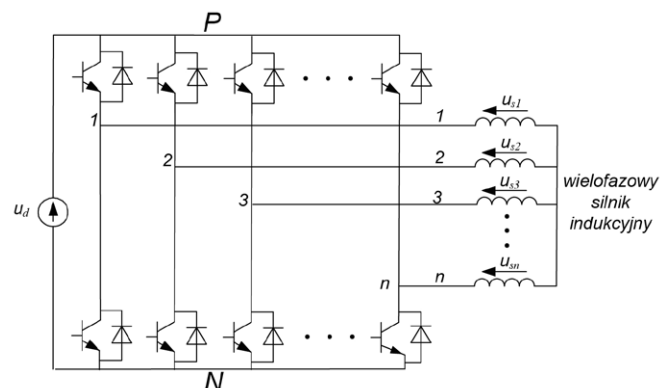
Z równania (5) na moment elektromagnetyczny silnika wynika, że przetwarzanie energii elektromechanicznej w silniku wielofazowym jest określone tylko przez oddziaływanie przetransformowanych zmiennych elektromagnetycznych stojana i wirnika, wyrażonych w układzie współrzędnych  $x-y$  [3–5, 7]. Zmienne elektromagnetyczne stojana silnika wyrażone w dodatkowych układach współrzędnych nie uczestniczą w przekształcaniu energii elektromechanicznej. Zmienne te powinny być jednak uwzględniane w analizie, ponieważ stanowią one składowe rzeczywistych prądów fazowych stojana silnika, a przez to mają wpływ na straty mocy w uzwojeniu stojana oraz obciążenie zaworów energoelektronicznych przekształtnika sterującego silnikiem. Wpływ tych zmiennych może być zminimalizowany przez zastosowanie odpowiednich algorytmów sterowania zaworów energoelektronicznych przekształtnika.

### Model matematyczny wielofazowego falownika napięcia

Wielofazowy silnik indukcyjny klatkowy jest zwykle zasilany przez wielofazowy falownik napięcia o liczbie gałęzi równej liczbie faz uzwojenia stojana silnika. Schemat ogólny  $n$ -fazowego silnika zasilanego przez dwupoziomowy  $n$ -fazowy falownik napięcia przedstawiono na rysunku 2.

Każda gałąź falownika składa się z dwóch sterowanych naprzemiennie łączników energoelektronicznych w części górnej i dolnej gałęzi. Stany przewodzenia łączników gałęzi mogą być wyrażone za pośrednictwem logicznej funkcji przełączającej  $S_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Funkcja ta przyjmuje wartość  $S_i = 1$ , gdy przewodzi łącznik górny gałęzi, a wartość  $S_i = 0$ , gdy przewodzi łącznik dolny gałęzi. Wartości funkcji przełączających poszczególnych gałęzi przekształtnika określają wartości wektorów napięć stojana generowanych przez przekształtnik.

Generowane przez 6-fazowy falownik napięcia wektory stojana  $\underline{u}_{\alpha\beta}$ , wyrażone w nieruchomym układzie współrzędnych  $\alpha-\beta$  ( $\omega_k = 0$ ) oraz wektory napięcia stojana  $\underline{u}_{sz1z2}$ , wyrażone w układzie współrzędnych  $z1-z2$  są określone odpowiednio przez zależności [3, 7]:



Rys. 2. Silnik indukcyjny wielofazowy zasilany przez wielofazowy dwupoziomowy falownik napięcia

$$\begin{aligned} \underline{u}_{sa\beta} &= u_{sa} + ju_{s\beta} \\ &= \frac{2}{6} (S_1 + \underline{a}S_2 + \underline{a}^2S_3 + \underline{a}^3S_4 + \underline{a}^4S_5 + \underline{a}^5S_6) \cdot u_d \\ \underline{u}_{sz1z2} &= u_{sz1} + ju_{sz2} \\ &= \frac{2}{6} (S_1 + \underline{a}^2S_2 + \underline{a}^4S_3 + \underline{a}^6S_4 + \underline{a}^2S_5 + \underline{a}^4S_6) \cdot u_d \end{aligned} \quad (6)$$

gdzie:

- $a = \exp(j2\pi/6)$ ;
- $S_i$  – wartości funkcji przełączających gałęzi falownika ( $i=1, \dots, 6$ );
- $u_d$  – napięcie w obwodzie pośredniczącym falownika.

Na rysunku 3 przedstawiono odpowiednio zbiory wektorów napięcia stojana  $\underline{u}_{sa\beta}$  i  $\underline{u}_{sz1z2}$  generowanych przez 6-fazowy falownik napięcia dla różnych kombinacji stanów przewodzenia zaworów energoelektronicznych falownika.

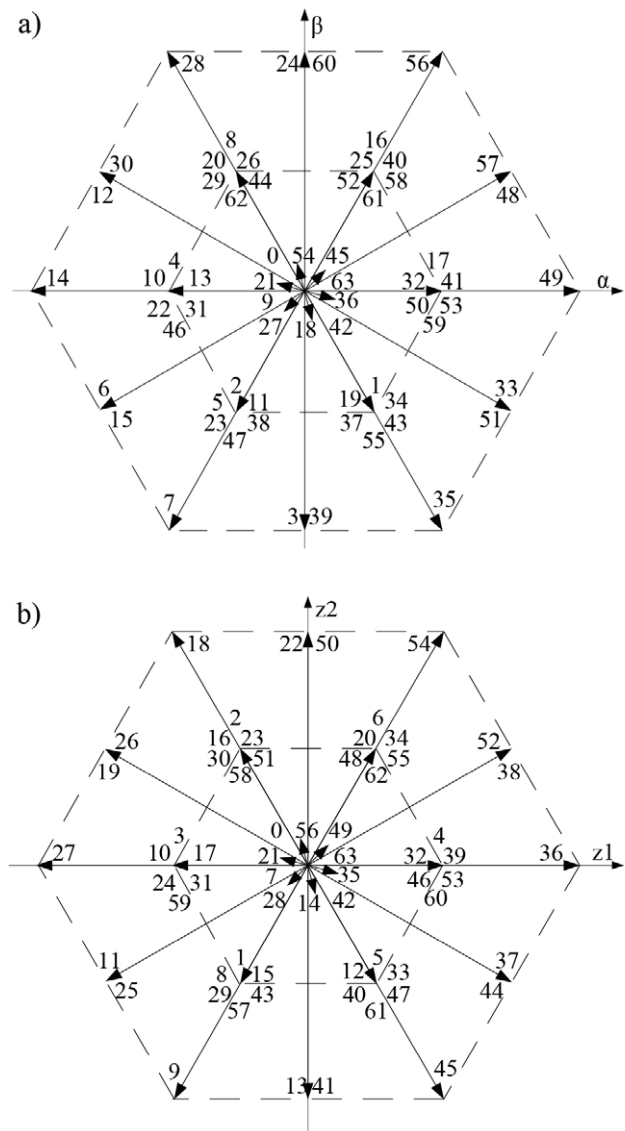
Dla falownika 6-fazowego ( $n=6$ ) liczba możliwych stanów przewodzenia zaworów falownika jest równa  $2^n = 2^6 = 64$ . W zbiorach zawierających 64 wektory napięcia można wyróżnić wektory aktywne (o wartości modułu różnej od zera) oraz wektory zerowe (o wartości modułu równej zero).

Wektory aktywne mogą być podzielone pod względem wartości ich długości, czyli modułu, na różne grupy. Poszczególne wektory oznaczono kolejnymi liczbami dziesiętnymi. Liczba dziesiętna określająca numer wektora napięcia może być zamieniona na 6-pozycyjną liczbę binarną. Kolejne bity tej liczby w systemie binarnym wyznaczają wartości logiczne funkcji przełączającej odpowiadające stanom przewodzenia kolejnych gałęzi falownika napięcia.

Z rys. 3 wynika, że poszczególnym stanom przewodzenia 6-fazowego falownika napięcia odpowiada zarówno generowanie wektorów napięcia stojana  $\underline{u}_{sa\beta}$  odpowiedzialnych za procesy przetwarzania energii elektromechanicznej, jak i generowanie wektorów napięcia stojana  $\underline{u}_{sz1z2}$  powodujących wzrost prądów fazowych i strat mocy w uzwojeniu stojana silnika.

### Metoda modulacji wektorowej 6-fazowego falownika napięcia

Do sterowania zaworów energoelektronicznych wielofazowego falownika napięcia, zasilającego wielofazowy silnik indukcyjny klatkowy, stosowane są odpowiednie algorytmy modulacji wektorowej SVM (*Space Vector Modulation*). Zasada modulacji wektorowej jest oparta na syntezy zadanej wartości wektora napięcia stojana za pośrednictwem załączeń w odpowiednich przedziałach czasowych odpowiednich wektorów napięcia. W przypadku falowników wielofazowych algorytmy te są bardziej złożone od algorytmów stosowanych przy sterowaniu falowników 3-fazowych [1, 3, 7]. Wynika to z tego, że w przypadku falowników wielofazowych synteza wektora napięcia zadane go może być zrealizowana przez wybór większej liczby wektorów napięcia oraz wybór wektorów napięcia o różnych wartościach modułów. Zaletą bardziej złożonych algorytmów modulacji jest możliwość jednoczesnego zminimalizowania niekorzystnego oddziaływania wektorów napięcia falownika  $\underline{u}_{sz1z2}$  generowanych w układzie współrzędnych  $z1-z2$ .



Rys. 3. Wektory napięcia stojana generowane przez 6-fazowy falownik napięcia:

- a) wektory  $\underline{u}_{sa\beta}$ ;  
b) wektory  $\underline{u}_{sz1z2}$

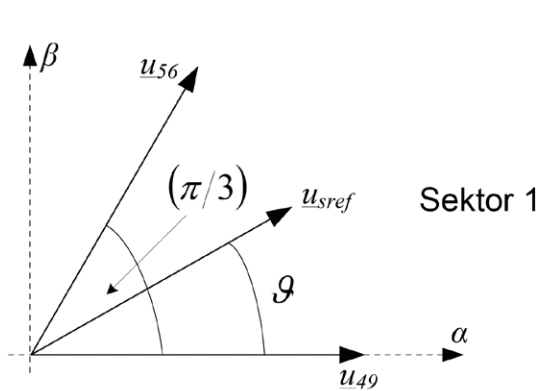
Przykład realizacji wybranego algorytmu modulacji wektorowej SVM dla sterowania falownikiem 6-fazowym przedstawiono na rys. 4.

W algorytmie modulacji przedstawionym na rys. 4 zadany wektor napięcia stojana silnika  $\underline{u}_{sref}$  jest syntezowany z zastosowaniem modulacji opartej na wykorzystaniu dwóch długich wektorów napięcia falownika położonych w odpowiednim sektorze oraz dwóch zerowych wektorów napięcia.

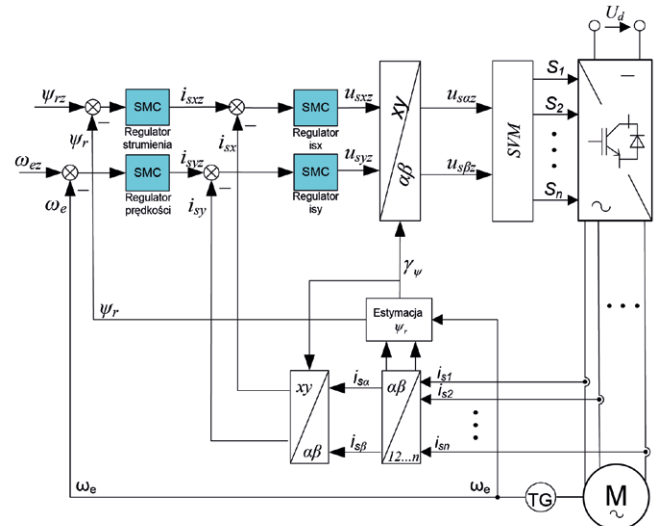
### Układy sterowania ślizgowego silnikiem indukcyjnym wielofazowym

W artykule przeanalizowano możliwość sterowania wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego z zastosowaniem nowoczesnych metod sterowania ślizgowego. Do badań została





Rys. 4. Zasada modulacji wektorowej 6-fazowego falownika napięcia z wykorzystaniem tylko długich i zerowych wektorów napięcia



Rys. 5. Schemat układu wektorowego sterowania DFOC wielofazowym silnikiem indukcyjnym z zastosowaniem regulatorów ślizgowych

wybrana metoda bezpośredniego sterowania polowo zorientowanego DFOC (*Direct Field Oriented Control*) z wykorzystaniem nadrzędnych i podrzędnych regulatorów ślizgowych oraz metoda sterowania ślizgowego z zastosowaniem algorytmu bezpośredniego sterowania zaworami falownika [3, 4, 6].

Schemat blokowy układu wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym wielofazowym z zastosowaniem metody bezpośredniego sterowania polowo zorientowanego DFOC i regulatorów ślizgowych został przedstawiony na rysunku 5.

W tym układzie sterowania zastosowano dwa nadrzędne układy z regulatorami ślizgowymi: układ regulacji prędkości kątowej silnika i układ regulacji modułu wektora strumienia sprzężonego wirnika. Regulator prędkości wyznacza zadaną wartość składowej  $i_{sy}$  wektora prądu stojana, sterującą momentem elektromagnetycznym silnika, a regulator modułu strumienia wirnika wyznacza zadaną wartość składowej  $i_{sx}$  wektora prądu stojana, sterującą wartością modułu wektora strumienia wirnika. W tych regulatorach ślizgowych zastosowano proste przełączeń  $s_1$  i  $s_2$ , które zostały opisane przez zależności [4, 6, 8]:

$$\begin{aligned}
 s_1 &= c_1(\omega_{ez} - \omega_e) + \frac{d}{dt}(\omega_{ez} - \omega_e) \\
 i_{sxz} &= K_{x1} \operatorname{sgn}(s_1) \\
 s_2 &= c_2(\psi_{rz} - \psi_r) + \frac{d}{dt}(\psi_{rz} - \psi_r) \\
 i_{syz} &= K_{y1} \operatorname{sgn}(s_2)
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

gdzie:

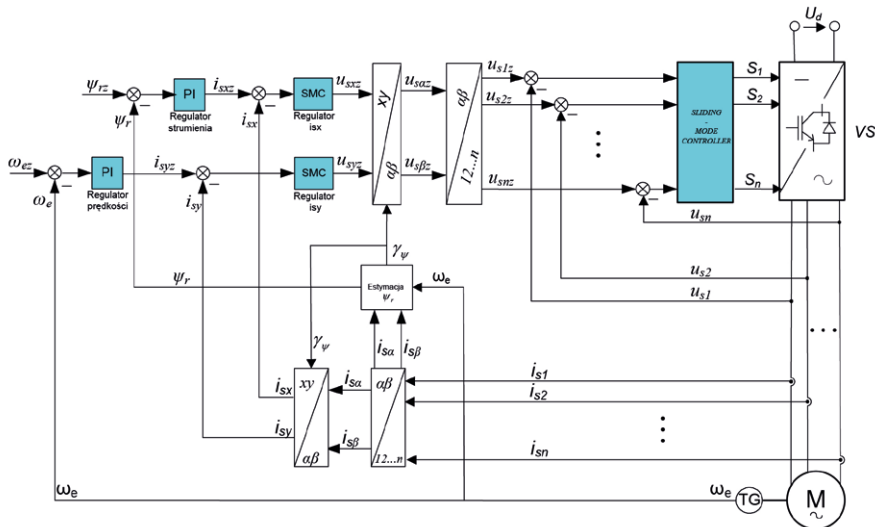
- $c_1, c_2, K_{x1}, K_{y1}$  – odpowiednio współczynniki przyjęte w nastawach układu regulacji [4, 6];
- $\psi_r$  – moduł wektora strumienia sprzężonego wirnika, indeks  $z$  oznacza wartości zadane.

Regulatory ślizgowe zastosowane w podporządkowanych pętlach regulacji sterują składowymi wektora napięcia stojana w układzie  $x$ - $y$ . W regulatorach tych dokonuje się porównania zadanych wartości składowych wektora prądu stojana  $i_{sxz}$  i  $i_{syz}$

z odpowiednimi przetransformowanymi wartościami mierzonych prądów fazowych stojana silnika. Wielkości zadane składowych wektora napięcia stojana  $u_{sxz}$  i  $u_{syz}$  nastawiane przez te regulatory są wyznaczane na podstawie algorytmów sterowania ślizgowego [4, 6]. Wartości składowych  $u_{sxz}$  i  $u_{syz}$  są transformowane do układu współrzędnych  $\alpha$ - $\beta$ , a następnie podawane na blok modulatora wektorowego SVM, który wyznacza stany załączeń zaworów w poszczególnych fazach falownika napięcia.

W układzie sterowania DFOC został zastosowany blok estymacji wektora strumienia sprzężonego wirnika. Blok ten na podstawie sygnałów pomiarowych i modelu matematycznego silnika wyznacza chwilową wartość modułu i kąta położenia wektora strumienia sprzężonego wirnika. Wartość tego kąta jest wykorzystywana do transformacji zadanych składowych wektora prądu stojana z układu  $x$ - $y$  do układu  $\alpha$ - $\beta$ .

Autorzy artykułu opracowali również nowy algorytm sterowania ślizgowego silnikiem indukcyjnym wielofazowym, oparty na wykorzystaniu zasad sterowania ślizgowego do bezpośredniego sterowania zaworami falownika napięcia [4, 6]. Schemat takiego układu bezpośredniego sterowania ślizgowego silnikiem wielofazowym przedstawiono na rysunku 6. W tym układzie sterowania występują dwie nadrzędne pętle regulacji: prędkości kątowej silnika i modułu wektora strumienia sprzężonego wirnika. Zastosowano tu konwencjonalne regulatory PI, które generują zadane wartości składowych wektora prądu stojana  $i_{sxz}$  i  $i_{syz}$ . Wartości zadane tych składowych prądu porównywane są z odpowiednimi składowymi przetransformowanymi mierzonych prądów fazowych stojana, a wartości uchybów podawane są na wejścia regulatorów ślizgowych. Regulatory ślizgowe prądów wyznaczają zadane wartości składowych wektora napięcia stojana w układzie  $x$ - $y$ . Te wartości zadane są przekształcane do zadanych napięć fazowych stojana, porównywane z wartościami pomiarowymi i wykorzystywane do bezpośredniego sterowania zaworami falownika [4, 6]. Bezpośrednie sterowanie zaworami falownika jest realizowane przez specjalny blok regulacji ślizgowej (*Sliding-Mode Controller*).



Rys. 6. Schemat układu bezpośredniego sterowania ślizgowego silnikiem indukcyjnym wielofazowym

**Wyniki badań symulacyjnych**

Badania symulacyjne układów sterowania ślizgowego przeprowadzono dla silnika indukcyjnego klatkowe-

go 6-fazowego o parametrach:  $P_n = 2,5$  kW;  $U_{sfn} = 230$  V;  $f_N = 50$  Hz;  $p_b = 2$ ;  $R_s = 1,9$  Ω;  $R_r = 2,1$  Ω;  $L_s = L_r = 0,013$  H;  $L_m = 0,6$  H.

Wybrane wyniki badań symulacyjnych przedstawiono na rysunkach 7–14. Badania układów i metod sterowania zostały wykonane dla takiej samej przyjętej trajektorii zmian zadanej chwilowej prędkości kątowej silnika. W określonym przedziale czasu przy pracy silnika z ustaloną prędkością kątową wymuszono skokową zmianę momentu mechanicznego obciążenia silnika.

Na rys. 7–10 przedstawiono przebiegi chwilowe wielkości elektromagnetycznych 6-fazowego silnika indukcyjnego dla sterowania wektorowego DFOC z regulatorami ślizgowymi w układzie z rysunku 5.

Na rys. 7 przedstawiono przebiegi chwilowe zadanej  $\omega_{ez}$  i mierzonej  $\omega_e$  elektrycznej prędkości kątowej wirnika. Wyniki badań wskazują na uzyskanie bardzo dużej dokładności nadążania rzeczywistej prędkości z przebiegiem zadanej trajektorii prędkości silnika.

Rys. 8 przedstawia przebieg chwilowy momentu elektromagnetycznego silnika

reklama

Connecting Global Competence



SEE ALL

THE TRENDS IN ROBOTICS AND AUTOMATION

- ZINTEGROWANE ROZWIĄZANIA MONTAŻOWE
- PRZEMYSŁOWE PRZETWARZANIE OBRAZU
- ROBOTYKA PRZEMYSŁOWA
- PROFESJONALNA ROBOTYKA SERWISOWA
- NOWOŚĆ: IT2Industry – Specjalistyczne Targi Przemysłu 4.0
- technologia napędowa ■ systemy pozycjonowania ■ technologia sterowania
- sensoryka ■ technologia zasilania ■ technologia bezpieczeństwa

Jeden bilet – wiele korzyści:

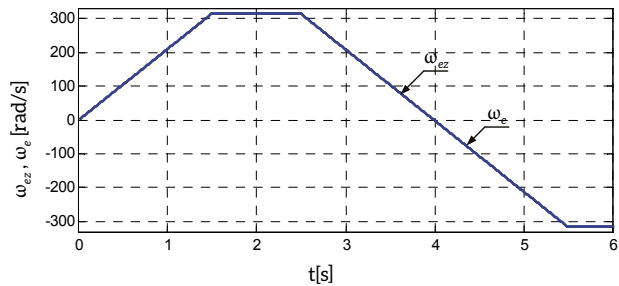
7. Międzynarodowe Targi Automatyki i Mechatroniki  
21. – 24. czerwca 2016, Messe München



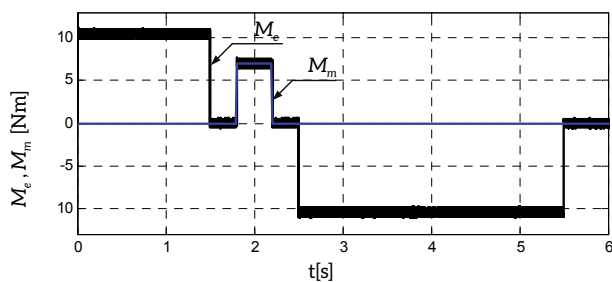
Informacja: Biuro Targów Monachijskich w Polsce, Warszawa  
tel. +48 22 620 4415, info@targiwmonachium.pl

www.automatica-munich.com

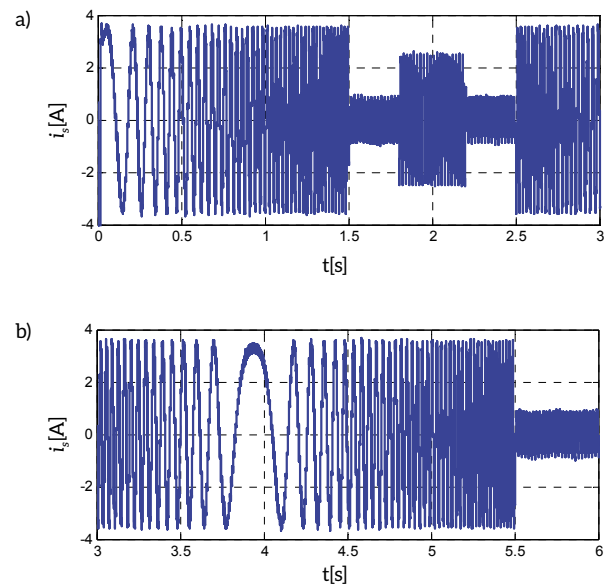




Rys. 7. Przebieg zadanej  $\omega_{ez}$  i mierzonej  $\omega_e$  elektrycznej prędkości kątowej silnika

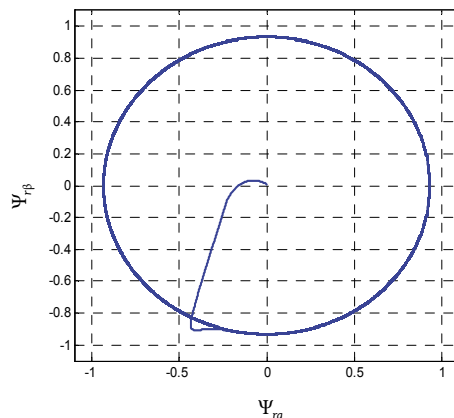


Rys. 8. Przebieg momentu elektromagnetycznego silnika  $M_e$  i momentu obciążenia  $M_m$

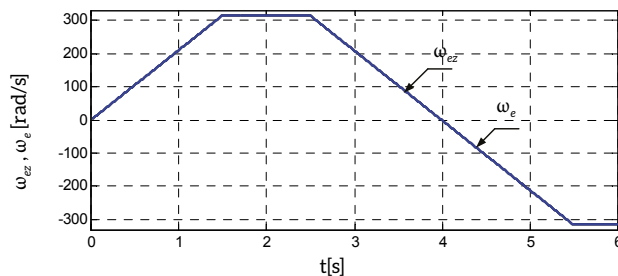


Rys. 9. Przebiegi prądu fazowego stojana dla dwóch przedziałów czasowych: a) dla  $t$  od 0 do 3 s; b) dla  $t$  od 3 s do 6 s

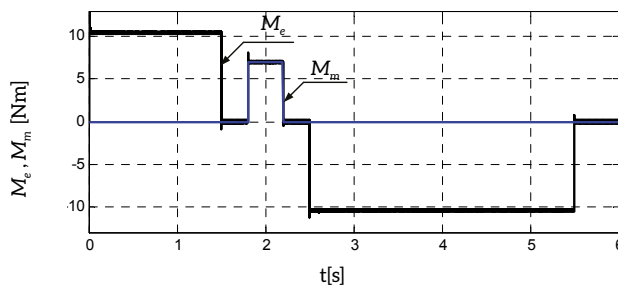
$M_e$  oraz wymuszanego momentu mechanicznego  $M_m$ . Podczas liniowych zmian prędkości kątowej wirnika silnika moment elektromagnetyczny silnika  $M_e$  ma stałą wartość równą momentowi dynamicznemu. Natomiast przy ustalonej prędkości silnika jest z dużą dokładnością równy momentowi mechanicznemu obciążenia  $M_m$ .



Rys. 10. Trajektoria wektora strumienia wirnika  $\Psi_r$



Rys. 11. Przebieg zadanej  $\omega_{ez}$  i mierzonej  $\omega_e$  elektrycznej prędkości kątowej silnika



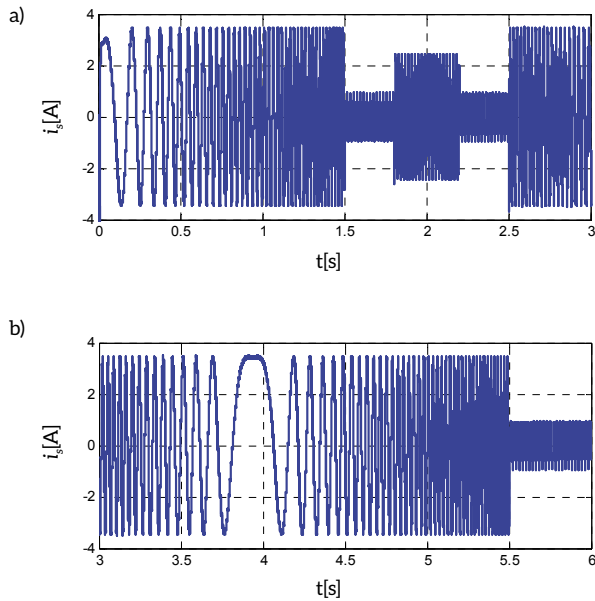
Rys. 12. Przebieg momentu elektromagnetycznego silnika  $M_e$  i momentu obciążenia  $M_m$

Na rys. 9 przedstawiono przebiegi chwilowe prądu fazowego dla wybranej fazy stojana określone dla dwóch kolejnych przedziałów czasowych rozpatrywanej trajektorii pracy napędu. Z obliczeń wynika, że amplitudy prądów fazowych stojana są zależne od stanu pracy napędu: są duże przy zmianach prędkości kątowej i przy obciążeniu mechanicznym silnika.

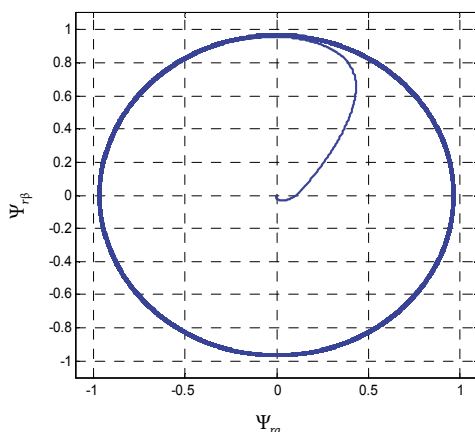
Na rys. 10 przedstawiono trajektorie wektora strumienia sprzężonego wirnika silnika. Z przeprowadzonych badań wynika, że moduł strumienia jest utrzymywany na wartości zadanej dla rozpatrywanych stanów pracy układu napędowego.

Rys. 11–14 przedstawiają wyniki badań symulacyjnych sterowania silnikiem indukcyjnym 6-fazowym z zastosowaniem metody bezpośredniego sterowania ślizgowego zaworami falownika w układzie z rysunku 6.





Rys. 13. Przebiegi prądu fazowego stojana dla dwóch przedziałów czasowych: a) dla  $t$  od 0 do 3 s; b) dla  $t$  od 3 s do 6 s



Rys. 14. Trajektoria wektora strumienia wirnika

Na rys. 11 przedstawiono przebiegi zadanej  $\omega_{ez}$  i mierzonej  $\omega_e$  prędkości kątowej wirnika silnika. Dla analizowanej struktury sterowania uzyskano również dużą zgodność trajektorii zadanej i mierzonej prędkości kątowej silnika.

Na rys. 12 przedstawiono przebieg chwilowy momentu elektromagnetycznego silnika  $M_e$  oraz momentu mechanicznego  $M_m$ . W tym układzie sterowania występuje również szybka reakcja momentu elektromagnetycznego silnika na zmiany obciążenia mechanicznego.

Na rys. 13 przedstawiono przebiegi chwilowe prądu fazowego dla wybranej fazy stojana dla dwóch przedziałów czasowych. Z przeprowadzonych badań wynika, że amplitudy prądu są zależne od stanu pracy napędu w podobny sposób, jak dla rozpatrywanej powyżej struktury sterowania DFOC.

Na rys. 14 przedstawiono trajektorie wektora strumienia sprzężonego wirnika. Moduł strumienia wirnika jest regu-

wany przy utrzymaniu z dużą dokładnością wartości zadanej modułu wektora strumienia.

### Podsumowanie

W artykule przedstawiono możliwości sterowania silnika indukcyjnego wielofazowego z zastosowaniem metod sterowania ślizgowego. Rozpatrywano metodę bezpośredniego sterowania połowo zorientowanego DFOC z regulatorami ślizgowymi i metodę sterowania ślizgowego z bezpośrednim algorytmem załączania kluczy falownika.

Wyniki badań wskazują, że rozpatrywane metody sterowania ślizgowego silnikiem indukcyjnym wielofazowym pozwalają na uzyskanie dużej dokładności regulacji zmiennych elektromagnetycznych. W przebiegach regulowanych zmiennych nie stwierdzono występowania przeregulowań i uchybów ustalonych.

Przy zastosowaniu metody sterowania ślizgowego z wykorzystaniem algorytmu bezpośredniego sterowania zaworami falownika nie jest konieczne stosowanie modulatora wektorowego do sterowania zaworami przekształtnika. Zastosowanie tej metody sterowania pozwala na uzyskanie mniejszych pulsacji wielkości elektromagnetycznych silnika.

### Literatura

- [1] DUJIC D., JONES M., LEVI E.: *Generalised space vector PWM for sinusoidal output voltage generation with multiphase voltage source inverters*. Int. J. Industrial Electronics and Drives, Vol. 1, No. 1, 2009, pp.1–13.
- [2] JATSKEVICH J., MAKSIMCEV M.: *Modelling of 15-Phase Induction Motor Drive for Electric Ship Propulsion System*. The 3rd WSEAS/IASME Int. Conf. on Electroscience & Technology for Naval Engineering, Greece, 14–16 July, 2006, pp. 17–22.
- [3] LEVI E., BOJOI R., PROFUMO F., TOLIYAT H.A., WILLIAMSON S.: *Multiphase induction motor drives – a technology status review*. IET Electr. Power Appl., 2007, V. 1, Iss. 4, pp. 489–516.
- [4] LISTWAN J., PIEŃKOWSKI K.: *Analiza sterowania ślizgowego wielofazowym silnikiem indukcyjnym*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 4/2015, s. 107–112.
- [5] PIEŃKOWSKI K.: *Analiza i sterowanie wielofazowego silnika indukcyjnego klatkowego*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Nr 65, 2011, s. 305–319.
- [6] UTKIN V.I., GULDNER J., SHI J.X.: *Sliding mode control in electro-mechanical systems*, Taylor and Francis, New York (1999).
- [7] KIANINEZHAD R., NAHID B., BETIN F., CAPOLINO G.A.: *Multi-vector SVM: A new approach to space vector modulation for six-phase induction motors*. IEEE Industrial Society Annual Meeting (IECON), Raleigh, 6–10 November 2005, pp. 1359–1364.
- [8] BARTOSZEWICZ A.: *Sliding Mode Control*. Intech, Wien, April 2011.

mgr inż. Jacek Listwan, doktorant PWR,  
e-mail: jacek.listwan@pwr.edu.pl  
dr hab. inż. Krzysztof Pieńkowski, prof. PWR,  
e-mail: krzysztof.pienkowski@pwr.edu.pl  
Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych, Politechnika  
Wrocławska.

# Metoda sterowania z korektą kąta załączania silnika BLDC bezzałogowego aparatu latającego

Piotr Bogusz, Mariusz Korkosz, Jan Prokop, Piotr Wygonik

## 1. Wstęp

Bezstykowe silniki prądu stałego z magnesami trwałymi (BLDCM) są zaliczane do maszyn z komutacją elektroniczną [1–4]. Cechuje je wysoka sprawność, wysoki stosunek wytwarzanego momentu z jednostki objętości, prosty algorytm sterowania pracą, szeroki zakres regulacji prędkości obrotowej. Dlatego silniki te są stosowane w wielu aplikacjach wymagających np. ograniczania masy zastosowanego napędu. Grupą takich aplikacji są niewątpliwie napędy przeznaczane do różnych zastosowań lotniczych. Jedną z koncepcji jest zastosowanie w napędach hybrydowych małych bezzałogowych aparatów lotniczych [5–7]. Istotnym problemem, który występuje w napędzie hybrydowym bezzałogowego aparatu latającego, jest zmiana napięcia zasilającego silnik w trakcie jego pracy. Wynika to z procesu rozładowania ogniwa zasilającego. Silnik BLDC jest maszyną prądu stałego i jest on wrażliwy na zmianę wartości napięcia zasilającego. Można to przewidzieć i zasilac silnik obniżoną wartością napięcia poprzez zastosowanie sterowania PWM. Jednak to wpływa na obniżenie sprawności ogólnej układu napędowego. Autorzy zastosowali metodę bazującą na zmianie jednego z parametrów sterowania pracą silnika BLDC, która polega na korekcie kąta załączania poszczególnych pasm silnika w zależności od wymaganej mocy na wale silnika [8–9].

Obiektem badań jest silnik BLDC zaprojektowany do napędu hybrydowego bezzałogowego aparatu latającego [8]. W badanym silniku zastosowano rozwiązanie o 12 biegunach stojana i 14 magnesach trwałych klasy N42SH, umieszczonych na zewnętrznym wirniku. Uzwojenia stojana zostały połączo-

**Streszczenie:** Punkt komutacji poszczególnych tranzystorów w układzie zasilającym silnika BLDC uzależniony jest od momentu przecięcia się przebiegów napięć indukowanych przewodowych. Pomiedzy punktami komutacji napięcie indukowane powinno mieć wartość stałą. Przy takim punkcie komutacji tętnienia wytwarzanego momentu elektromagnetycznego powinny być najmniejsze. W praktyce określona wartość napięcia zasilającego, moment obciążenia oraz praca z dużą prędkością obrotową mają wpływ na czas narastania i zanik prądu w uzwojeniach silnika, powodując jego wydłużanie. W konsekwencji prowadzi to do ograniczania wartości wytwarzane-

go momentu elektromagnetycznego. Dodatkowo w niektórych aplikacjach, z uwagi na zmieniające się warunki pracy (np. zmniejszające napięcie zasilające baterii akumulatorów), tak określony kąt załączenia może uniemożliwić utrzymanie zadanej mocy na wale silnika. W pracy dokonano analizy wpływu zmiany wartości kąta załączenia na właściwości silnika. Na bazie modelu symulacyjnego pokazano wpływ zmiany wartości kąta załączenia na wytwarzaną wartość średnią momentu elektromagnetycznego. W warunkach laboratoryjnych dokonano weryfikacji praktycznej. Zamieszczono wnioski.

Słowa kluczowe: silnik BLDC, kąt załączenia, bezzałogowy aparat latający

## 🇬🇧 CONTROL METHOD WITH TURN-ON ANGLE CORRECTION OF BLDC MOTOR FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE

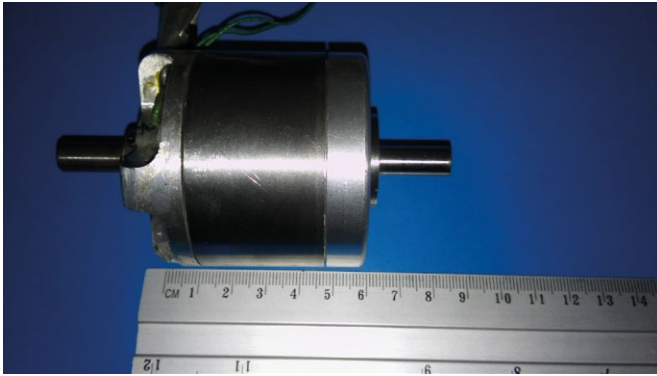
**Abstract:** Switching point of particular transistors in BLDC power converter depends on the intersection moment of induced line voltages. When taking dependence of trapezoidal induced voltage on commutation point, then this voltage should be constant. At this commutation point, ripple of generated electromagnetic torque should be the smallest. In practice, specified supply voltage, load torque and high-speed operation affect rise time and decay of current in motor windings

causing extension of rise time. In consequence, it leads to decrease of generated electromagnetic torque. In some applications, defined in such way turn-on angle cannot be able to keep set motor power due to change of working conditions (e.g. decrease of battery voltage). In the paper the analysis of influence of turn-on angle on motor properties was conducted. The influence of turn-on angle on average electromagnetic torque was shown based on the simulation model. A practical verification was made in the laboratory conditions. Conclusions were placed.

Keywords: BLDC motor, turn-on angle, unmanned aerial vehicle

ne w trójkąt, przy czym z uwagi na niską wartość napięcia zasilającego zastosowano w każdym pasmie silnika po dwie

gałęzie równoległe. Widok rzeczywisty analizowanego trójfazowego silnika BLDC pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Widok badanego silnika BLDC

## 2. Model matematyczny

Dla trójfazowego silnika BLDC pokazanego na rysunku 1 oraz połączeń elektrycznych pokazanych na rysunku 2 opracowano model matematyczny obwodowy, tzw. strumieniowy. Zależności strumieni magnetycznych od kąta obrotu wirnika i prądu gałęzi pasma wyznaczano metodami polowymi 2D, a następnie zbiór tych zależności wykorzystywano w modelu obwodowym.

Równanie napięciowo-prądowe, równanie momentów oraz wyrażenie na moment elektromagnetyczny  $T_e$  modelu obwodowego silnika BLDC z pasmami stojana, o dwóch gałęziach równoległych (A oraz B), można zapisać w postaci:

Schemat połączeń elektrycznych badanego silnika pokazano na rysunku 2.

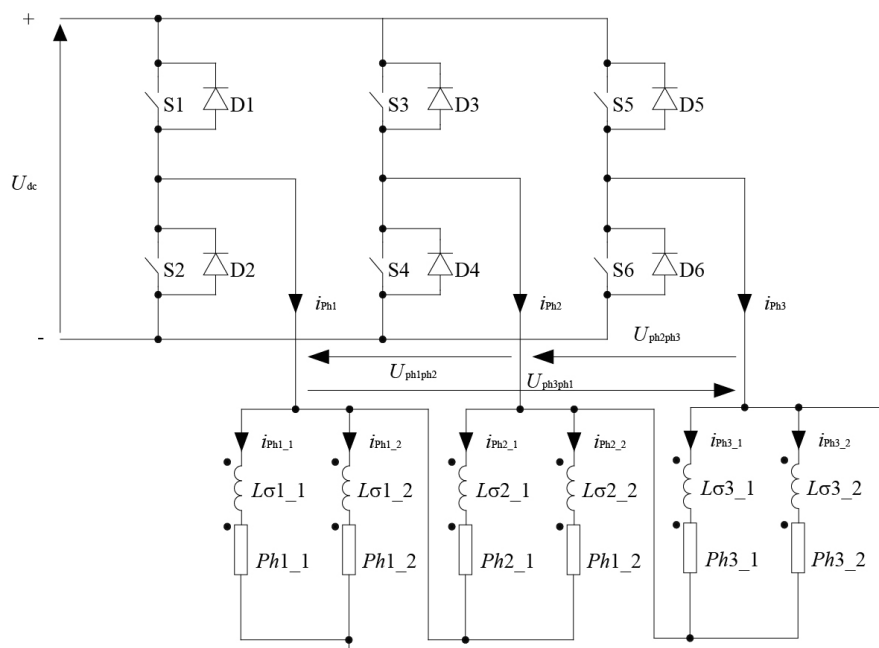
W pracy na bazie silnika BLDC przeznaczonego do napędu hybrydowego bezzałogowego aparatu latającego zaprezentowano wyniki badań symulacyjnych wpływu kąta załączenia poszczególnych pasm na właściwości ruchowe silnika. Na bazie modelu polowo-obwodowego zostały wyznaczone charakterystyki mechaniczne silnika oraz jego sprawności z uwzględnieniem zmiany kąta załączenia. Pokazano wybrane przebiegi czasowe prądów, napięć oraz momentu elektromagnetycznego. W warunkach laboratoryjnych dokonano weryfikacji praktycznej przeprowadzonych obliczeń, wyznaczając charakterystyki mechaniczne, sprawności oraz rejestrując przebiegi czasowe prądów i napięć dla kilku kątów załączenia. Zamieszczono wnioski dotyczące uzyskanych rezultatów wpływu zmiany kąta załączenia poszczególnych pasm silnika zarówno na bazie badań symulacyjnych, jak też laboratoryjnych.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{u}^A \\ \mathbf{u}^B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}^A & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R}^B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{i}^A \\ \mathbf{i}^B \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \left\{ \begin{bmatrix} \Psi^A(\theta, \mathbf{i}^A, \mathbf{i}^B, i^{PM}) \\ \Psi^B(\theta, \mathbf{i}^A, \mathbf{i}^B, i^{PM}) \end{bmatrix} \right\} \quad (1)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} + D\omega + T_L = T_e(\theta, \mathbf{i}^A, \mathbf{i}^B, i^{PM}) \quad (2)$$

$$T_e(\theta, \mathbf{i}^A, \mathbf{i}^B, i^{PM}) = \frac{\partial W_c^*(\theta, \mathbf{i}^A, \mathbf{i}^B, i^{PM})}{\partial \theta} \quad (3)$$

gdzie: wektory napięć  $\mathbf{u}^A$ ,  $\mathbf{u}^B$ , prądów  $\mathbf{i}^A$ ,  $\mathbf{i}^B$  oraz macierze rezystancji  $\mathbf{R}^A$ ,  $\mathbf{R}^B$ , dla obu gałęzi równoległych uzwojeń A i B, są zdefiniowane:



Rys. 2. Schemat elektryczny analizowanego trójfazowego silnika BLDC



$$\mathbf{u}^A = [u_1^A, u_2^A, u_3^A]^T, \quad \mathbf{u}^B = [u_1^B, u_2^B, u_3^B]^T$$

$$\mathbf{i}^A = [i_1^A, i_2^A, i_3^A]^T, \quad \mathbf{i}^B = [i_1^B, i_2^B, i_3^B]^T \quad (4)$$

$$\mathbf{R}^A = \text{diag}(R_1^A, R_2^A, R_3^A)$$

$$\mathbf{R}^B = \text{diag}(R_1^B, R_2^B, R_3^B)$$

Ponadto w równaniach (1–3) zastosowano następujące oznaczenia:  $\psi^A(\theta, i^A, i^B, i^{PM})$ ,  $\psi^B(\theta, i^A, i^B, i^{PM})$  – wektory strumieni skojarzonych gałęzi uzwojeń A i B wywołanych prądami uzwojeń i przez magnesy trwałe;  $\theta$  – kąt położenia wirnika;  $i^{PM}$  – zastępczy prąd magnetyzacji magnesów trwałych;  $W_c^*(\theta, i^A, i^B, i^{PM})$  – całkowita koenergia pola magnetycznego w szczeliny powietrznej;  $J$  – moment bezwładności wszystkich mas sprzęgniętych z wirnikiem;  $D$  – współczynnik tarcia lepkiego;  $T_L$  – moment obciążenia;  $\omega = d\theta/dt$  – prędkość kątowna wirnika. Dodatkowo więzy na napięcia i prądy narzuca układ połączeń równoległych uzwojeń pasm silnika w trójkąt (rys. 2). W programie do obliczeń numerycznych metodą elementów skończonych zbudowano sparametryzowaną geometrię projektowanego trójfazowego silnika BLDC.

### 3. Badania symulacyjne

Zastosowany model polowo-obwodowy silnika BLDC wykorzystany w obliczeniach symulacyjnych został zaprezentowany w [8]. Wartość zerową kąta załączenia  $\theta_{on}$  poszczególnych uzwojeń silnika przyjęto w miejscu przecięcia się przebiegów przykładowych przewodowych modułów napięć indukowanych  $|E_p|$  (rys. 3).

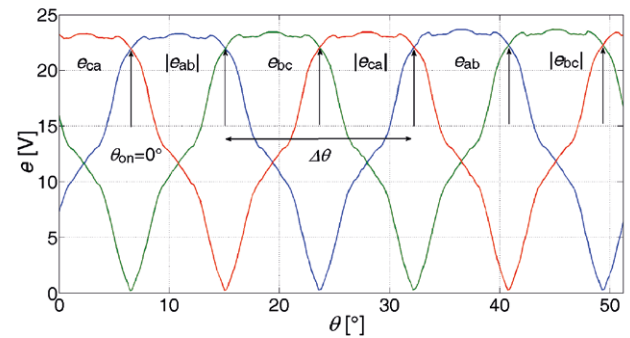
Obliczenia wykonywano przy założeniu zmniejszenia się wartości napięcia  $U_{dc}$  do wartości 24 V. Jest to teoretyczna minimalna wartość napięcia zastosowanego pakietu ogniw Li-Po przeznaczonych do zasilania silnika BLDC w napędzie hybrydowym. Obliczenia symulacyjne wykonywano przy założeniu stałej wartości prędkości obrotowej ( $n = 8000$  obr./min).

Na rysunkach 4–6 pokazano zależności prądów przewodowych  $i_{ph}$  (rys. 4), prądu w jednej z gałęzi równoległych pasma (rys. 5), napięć przewodowych  $u$  (rys. 6) oraz momentu elektromagnetycznego  $T_e$  (rys. 7) w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  uzyskanych przy kącie załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$ .

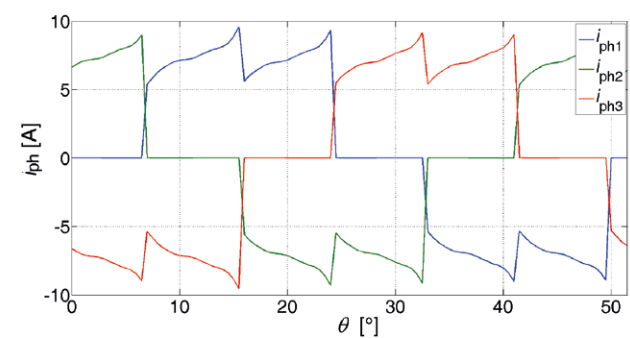
Przy minimalnej wartości napięcia zasilającego  $U_{dc} = 24$  V silnik wytwarza wartość średnią momentu elektromagnetycznego  $T_{eav} = 0.2$  N·m. Jest to wartość zbyt mała dla wytworzenia siły ciągu potrzebnej dla utrzymania się modelu w powietrzu.

Na rysunkach 8–11 pokazano zależności prądów przewodowych  $i_{ph}$  (rys. 8), prądu w jednej z gałęzi równoległych pasma (rys. 9), napięć przewodowych  $u$  (rys. 10) oraz momentu elektromagnetycznego  $T_e$  (rys. 11) w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  uzyskanych przy kącie załączenia  $\theta_{on} = -5,5^\circ$ .

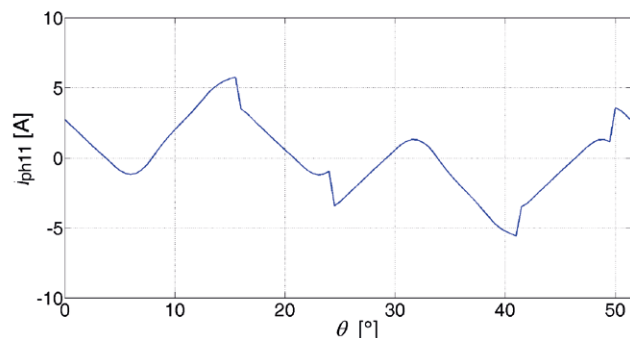
Po zwiększeniu wartości kąta załączenia  $\theta_{on}$  do  $-5,5^\circ$  przy minimalnej wartości napięcia zasilającego  $U_{dc} = 24$  V silnik zwiększa wartość średnią wytwarzanego momentu elektromagnetycznego  $T_{eav} = 1,05$  N·m.



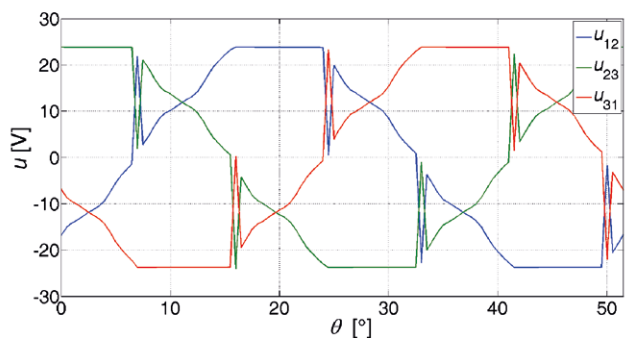
Rys. 3. Zależność napięć indukowanych  $e$  z zaznaczeniem kątów komutacji poszczególnych elementów przełączających



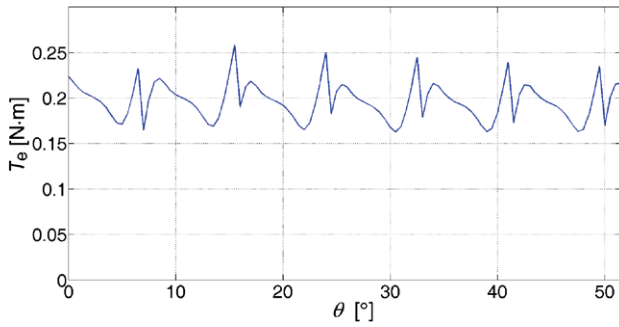
Rys. 4. Zależność prądów przewodowych  $i_{ph}$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



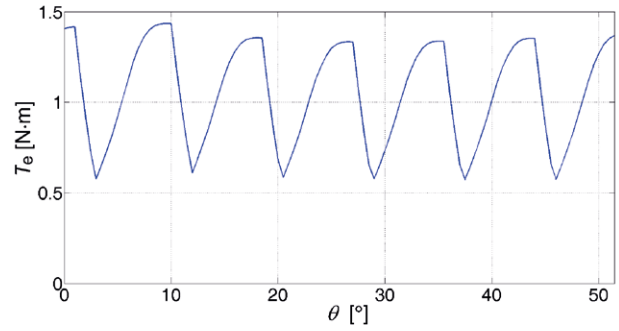
Rys. 5. Zależność prądu pasma jednej z gałęzi równoległych  $i_{ph11}$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



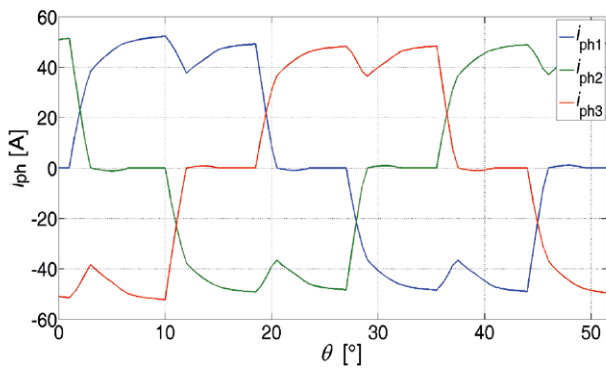
Rys. 6. Zależność napięć przewodowych  $u$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



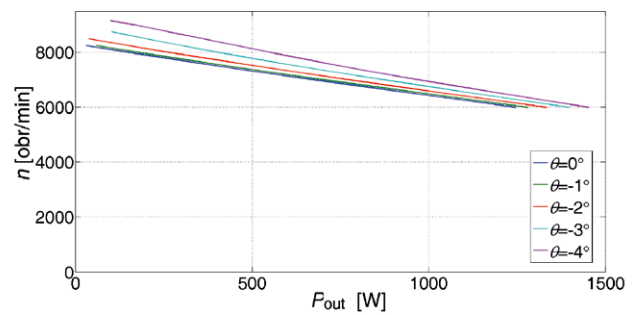
Rys. 7. Zależność momentu elektromagnetycznego  $T_e$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



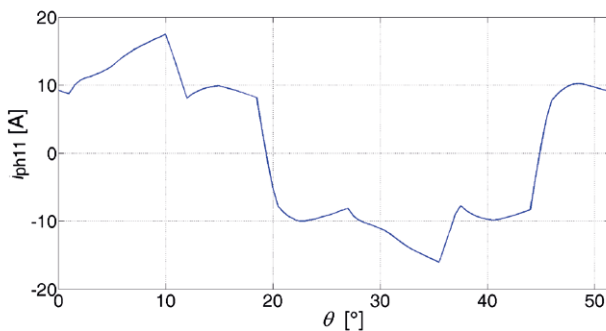
Rys. 11. Zależność momentu elektromagnetycznego  $T_e$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 5,5^\circ$



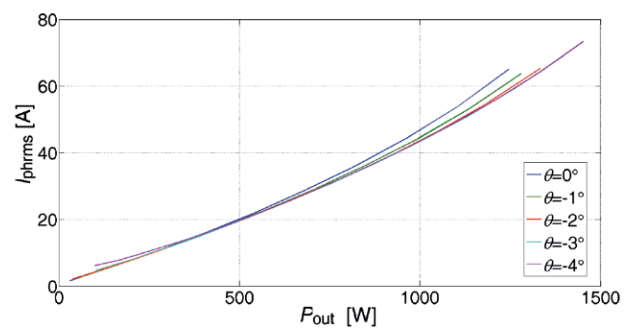
Rys. 8. Zależność prądów przewodowych  $i_{ph}$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 5,5^\circ$



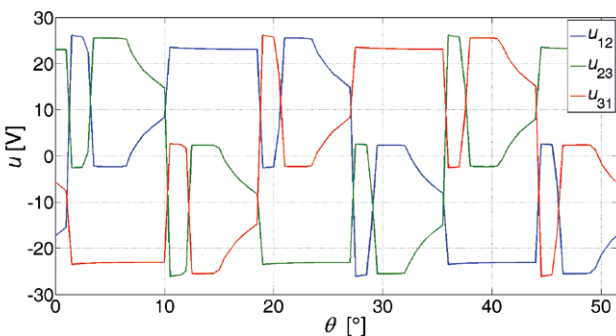
Rys. 12. Zależność prędkości obrotowej  $n$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = var$



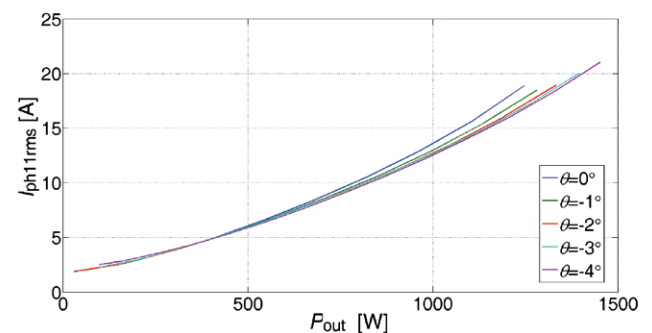
Rys. 9. Zależność prądu pasma jednej z gałęzi równoległych pasma  $i_{ph11}$  w funkcji kąta położenia wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = 5,5^\circ$



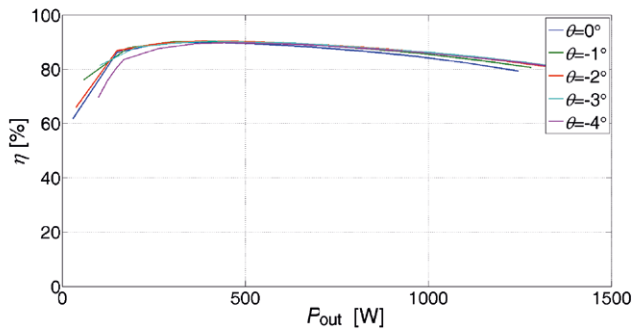
Rys. 13. Zależność wartości skutecznej prądu pasma  $I_{phrms}$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = var$



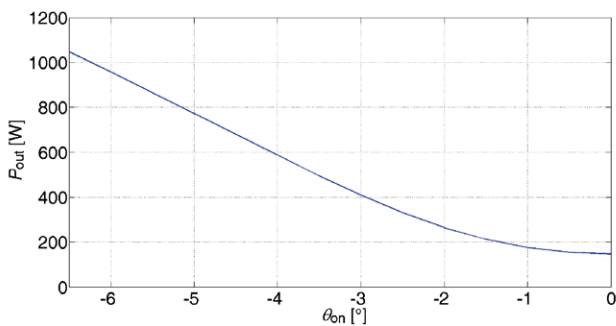
Rys. 10. Zależność napięć przewodowych  $u$  w funkcji położenia kąta wirnika  $\theta$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = -5,5^\circ$



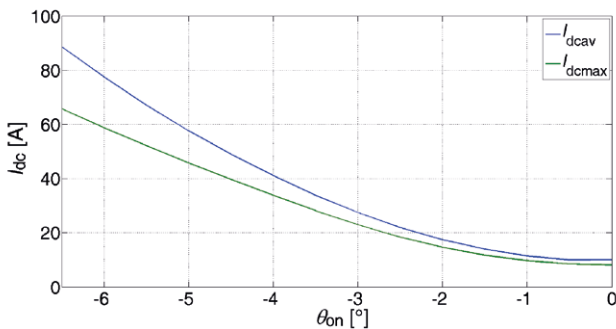
Rys. 14. Zależność wartości skutecznej prądu pasma  $I_{ph11rms}$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = var$



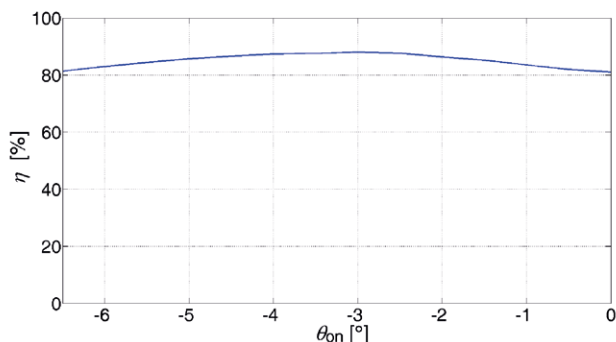
Rys. 15. Zależność sprawności ogólnej  $\eta$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = var$



Rys. 16. Zależność mocy wyjściowej  $P_{out}$  od kąta załączenia  $\theta_{on}$  dla  $n = 8000$  obr./min



Rys. 17. Zależność wartości średniej  $I_{dcav}$  oraz maksymalnej  $I_{dcmax}$  prądu źródła zasilającego  $I_{dc}$  od kąta załączenia  $\theta_{on}$  dla  $n = 8000$  obr./min



Rys. 18. Zależność sprawności ogólnej  $\eta$  układu napędowego od kąta załączenia  $\theta_{on}$  dla  $n = 8000$  obr./min

Zależność prędkości obrotowej  $n$ , wartości skutecznej prądu przewodowego  $I_{phrms}$ , wartości skutecznej prądu w jednej z gałęzi równoległych pasma  $I_{1rms}$ , wartości sprawności ogólnej  $\eta$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla kąta załączenia  $\theta_{on} = var$  pokazano na rysunkach 12–15.

Na rysunkach 16 i 17 przedstawiono zależność mocy wyjściowej  $P_{out}$  (rys. 16), wartości średniej  $I_{dcav}$  oraz maksymalnej  $I_{dcmax}$  prądu źródła zasilającego  $I_{dc}$  (rys. 17) od kąta załączenia  $\theta_{on}$ , uzyskane przy prędkości obrotowej 8000 obr./min. Zależność sprawności ogólnej układu napędowego  $\eta$  od kąta załączenia  $\theta_{on}$  przy stałym kącie przewodzenia przedstawiono odpowiednio na rysunku 18.

Zwiększenie wartości kąta załączenia  $\theta_{on}$  powoduje wzrost wartości średniej wytwarzanego momentu elektromagnetycznego  $T_{eav}$ . Należy jednak zauważyć, że zwiększanie kąta załączenia powoduje nie tylko wzrost wytwarzanego momentu elektromagnetycznego. Wraz ze zmianą kąta wyprzedzenia załączenia wzrastają tętnienia zarówno wytwarzanego momentu elektromagnetycznego, jak również prądu pobieranego ze źródła zasilającego. Pogarsza się również sprawność ogólna układu napędowego.

#### 4. Badania laboratoryjne

Metoda sterowania z analizą wpływu zmiany kąta załączenia  $\theta_{on}$  na wartość mocy wyjściowej została zweryfikowana w warunkach laboratoryjnych. Stanowisko do weryfikacji laboratoryjnej pokazano na rysunku 19.

Pomiary wykonywano przy jednoczesnej akwizycji wszystkich dostępnych parametrów elektrycznych i mechanicznych (moment obciążenia oraz prędkość obrotowa).

Przebiegi czasowe prądów i napięć rejestrowano analizatorem mocy. Na rysunkach 20–22 pokazano przykładowe przebiegi czasowe prądów przewodowych (rys. 20), prądu w jednej z gałęzi pasma (rys. 21) i napięć pasmowych (rys. 22) silnika pracującego z prędkością 8000 obr./min przy kącie załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$  oraz minimalnej wartości napięcia zasilającego  $U_{dc} = 24$  V.

Na rysunkach 23–25 pokazano przykładowe przebiegi czasowe prądów (rys. 23), prądu w jednej z gałęzi pasma (rys. 24) i napięć pasmowych (rys. 24) silnika pracującego z prędkością obrotową  $n = 8000$  obr./min oraz przy kącie załączenia  $\theta_{on} = -4,2$  V.

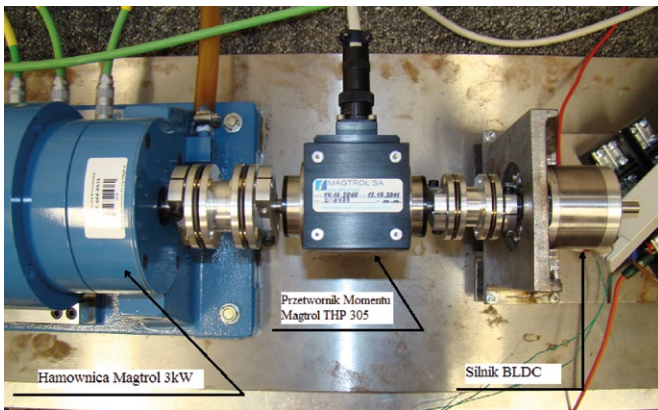
Wcześniejsze załączenie uzwojeń pozwala na znaczne zwiększenie wartości płynących prądów przewodowych. W konsekwencji prowadzi to do zwiększenia wartości średniej wytwarzanego momentu elektromagnetycznego  $T_{eav}$ . W warunkach laboratoryjnych uzyskiwano wzrost prędkości obrotowej przy zadanej wartości momentu obciążenia  $T_L$ .

Na rysunkach 26–28 pokazano zależność prędkości obrotowej  $n$  oraz sprawności ogólnej  $\eta$  od mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla różnych wartości kątów załączenia ( $\theta_{on} = var$ ).

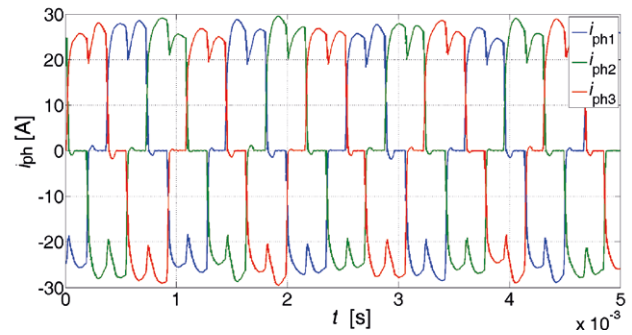
Moc wyjściową  $P_{out}$ , sprawność ogólną  $\eta$  w funkcji napięcia zasilającego dla dwóch różnych wartości kątów załączenia pokazano na rysunkach 28–29.

Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych potwierdziły słuszność przyjętej koncepcji sterowania. Zastosowanie zmieniającego kąta załączenia pozwala na regulację wartości średniej wytwarzanego momentu elektromagnetycznego.

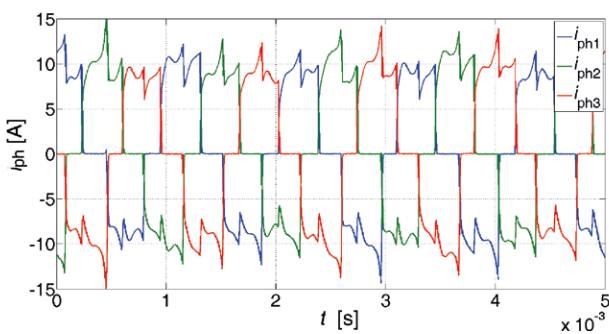




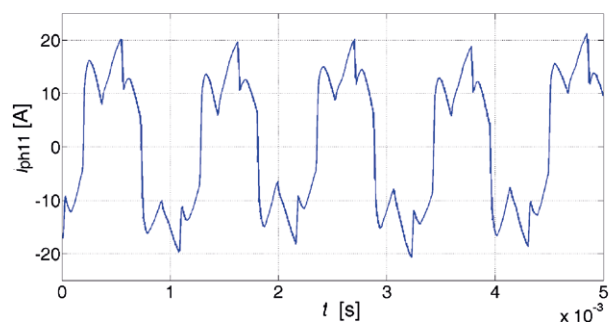
Rys. 19. Widok stanowiska laboratoryjnego do badania silnika BLDC



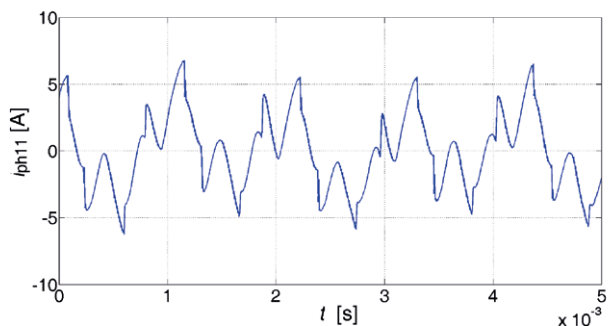
Rys. 23. Przebiegi czasowe prądów pasmowych silnika przy napięciu zasilającym  $U_{dc} = 24,5 \text{ V}$ ,  $n = 8000 \text{ obr./min}$  i kącie załączenia  $\theta_{on} = -4,2^\circ$



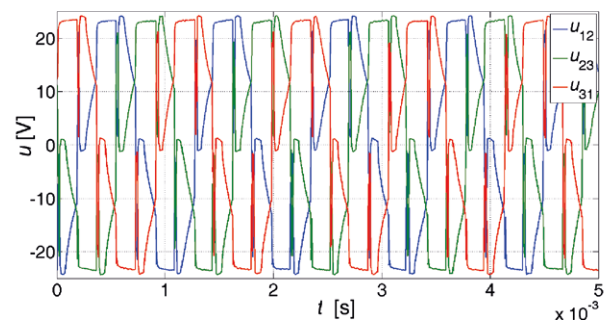
Rys. 20. Przebiegi czasowe prądów pasmowych silnika dla napięcia zasilającego  $U_{dc} = 24 \text{ V}$ ,  $n = 8000 \text{ obr./min}$  i kącie załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



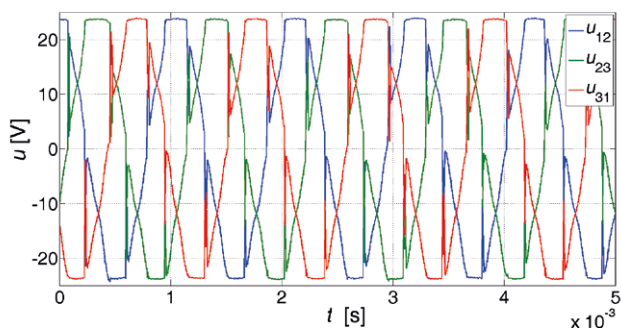
Rys. 24. Przebieg czasowy prądu w jednej z gałęzi pasma silnika dla napięcia zasilającego  $U_{dc} = 24 \text{ V}$ ,  $n = 8000 \text{ obr./min}$  i kącie załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



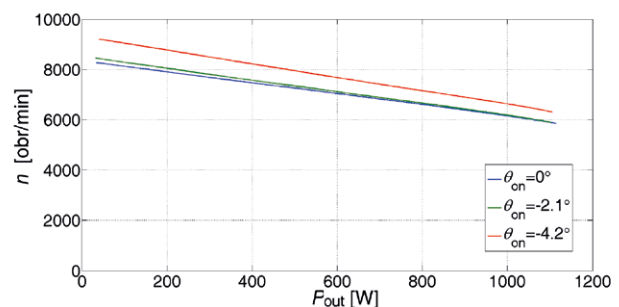
Rys. 21. Przebieg czasowy prądu  $i_{ph11w}$  jednej z gałęzi pasma silnika dla napięcia zasilającego  $U_{dc} = 24 \text{ V}$ ,  $n = 8000 \text{ obr./min}$  i kącie załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



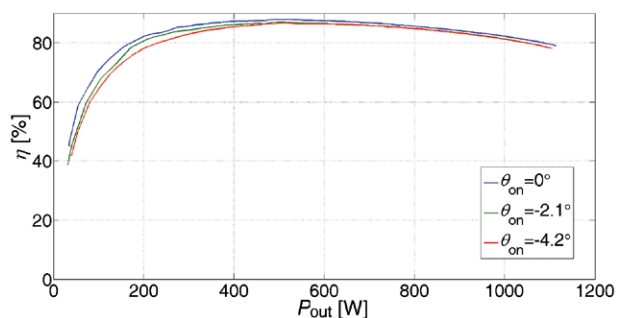
Rys. 25. Przebiegi czasowe napięć przewodowych u silnika przy napięciu zasilającym  $U_{dc} = 24 \text{ V}$ ,  $n = 8000 \text{ obr./min}$  i kącie załączenia  $\theta_{on} = -4,2^\circ$



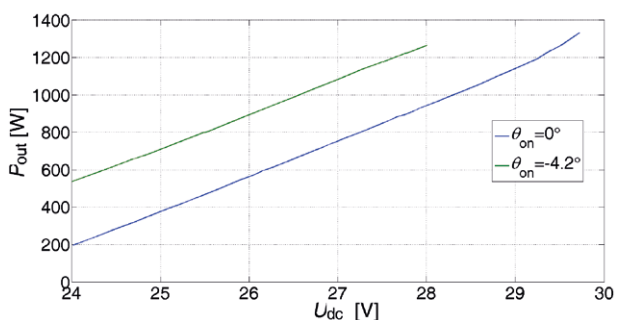
Rys. 22. Przebiegi czasowe napięć przewodowych u silnika przy napięciu zasilającym  $U_{dc} = 25 \text{ V}$ ,  $n = 8000 \text{ obr./min}$  i kącie załączenia  $\theta_{on} = 0^\circ$



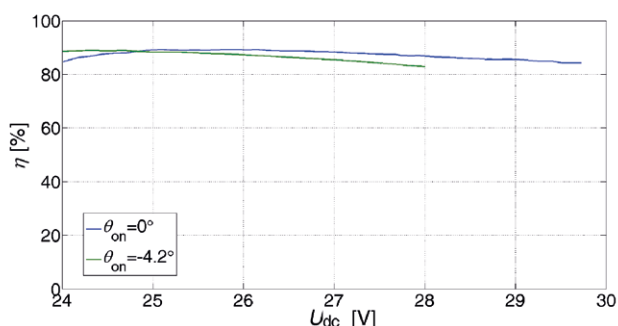
Rys. 26. Zależność prędkości obrotowej  $n$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla  $\theta_{on} = \text{var}$



Rys. 27. Zależność sprawności ogólnej  $\eta$  w funkcji mocy wyjściowej  $P_{out}$  dla  $\theta_{on} = var$



Rys. 28. Zależność prędkości obrotowej  $n$  w funkcji napięcia zasilającego  $U_{dc}$  dla  $\theta_{on} = var$



Rys. 29. Zależność sprawności ogólnej  $\eta$  w funkcji napięcia zasilającego  $U_{dc}$  dla  $\theta_{on} = var$

## 5. Wnioski

W pracy przedstawiono wyniki badań symulacyjnych i laboratoryjnych bezszczotkowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi. Przeprowadzono analizę wpływu zmiany kąta załączenia poszczególnych pasm na właściwości silnika. Wykazano, że wcześniejsze załączenie pasm zwiększa wartość wytwarzanego momentu elektromagnetycznego przy wzrastających tętnieniach momentu elektromagnetycznego oraz prądu pobieranego ze źródła zasilającego. Badania laboratoryjne wykazały, że metoda sterowania z dynamiczną korektą kąta załączenia jest poprawna. Jej niewątpliwą wadą jest wzrost stopnia komplikacji algorytmu sterowania, który musi uwzględniać zmianę kąta załączenia pasm silnika w czasie jego pracy.

## Literatura

- [1] STATON D.A., DEODHAR R.P., SOONG W.L., MILLER T.J.E.: *Torque Prediction Using the Flux-MMF in AC, DC, and Reluctance Motors*. IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 32, No. 1, pp.180–188, 1996.
- [2] EL-REFAIE A.M.: *Fractional-slot concentrated windings synchronous permanent magnet machines: opportunities and challenges*. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 43, Issue:1, pp. 107–121, 2010.
- [3] GIERAS J.F., WING M.: *Permanent Magnet Motor Technology – Design and Applications, Second Edition*. ISBN 0-8247-0739-7, 2002.
- [4] KRISHNAN R.: *Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives*, CRC Press, Taylor & Francis Group, NY, 2009.
- [5] EHSANI M., GAO Y., EMADI A.: *Modern Electric, hybrid, and fuel Vehicles. Fundamentals, theory, and design*. CRC Press Taylor&Francis Group, ISBN: 978-1-4200-5398-2, 2010.
- [6] GLASSOCK R.R., HUNG J.Y., GONZALEZ L.F., WALKER RODNEY A.: *Multimodal hybrid Powerplant for Unmanned Aerial Systems (UAS) Robotics*, Twenty-Fourth Bristol International Unmanned Air Vehicle Systems Conference, Bristol, United Kingdom, 2009.
- [7] HARMON F.G., FRANK A.A., CHATTOT J.J.: *Conceptual Design and Simulation of a Small Hybrid-Electric Unmanned Aerial Vehicle*, Journal of Aircraft, vol. 43, pp. 1490–1498, 2006.
- [8] BOGUSZ P., KORKOSZ M., PROKOP J., WYGONIK P.: *A Study on Design Process of BLDC Motor for Aircraft Hybrid Drive*, Proceedings of the 2011 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, pp. 508–513, 2011.
- [9] BOGUSZ P., KORKOSZ M., PROKOP J.: *Wpływ zmian kąta załączenia na właściwości silnika BLDC napędu hybrydowego bezzałogowego aparatu latającego*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny elektryczne” s. 67–73, 2015.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego „Technologie hybrydowego zespołu napędowego lekkich lub bezzałogowych statków powietrznych” – DZP/INNOLOT-1/2020/2013

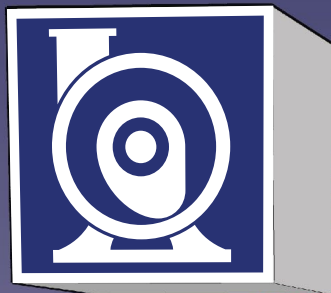
dr inż. Piotr Bogusz, e-mail: pbogu@prz.edu.pl  
 dr hab. inż. Mariusz Korkosz, e-mail: mkosz@prz.edu.pl  
 dr hab. inż. Jan Prokop, e-mail: jprokop@prz.edu.pl  
 Politechnika Rzeszowska  
 Wydział Elektrotechniki i Informatyki;

dr inż. Piotr Wygonik, e-mail: piowyg@prz.edu.pl  
 Politechnika Rzeszowska  
 Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa

# HPS

*are*

XI Międzynarodowe Targi  
Hydrauliki, Pneumatyki  
Sterowania, Napędów  
i Mechatroniki



Katowice  
18-20.10.2016

*Pump Up  
Your  
business*

## NOWA LOKALIZACJA!

Międzynarodowe Centrum Kongresowe  
Pl. Sławika i Antalla 1 w Katowicach  
(obok Spodka wejście od strony ul. Olimpijskiej)

[www.hapes.fairexpo.pl](http://www.hapes.fairexpo.pl)

Patronat  
Honorowy



MINISTERSTWO  
GOSPODARKI



Współpraca

*cetop*



# TARGI DAJĄ WIĘCEJ

Sprawdź na:

■ [www.targidajawiecej.pl](http://www.targidajawiecej.pl)

■ [facebook.com/targidajawiecej](https://facebook.com/targidajawiecej)



# Wykrywanie uszkodzeń łożysk tocznych i klatek wirników silników indukcyjnych w oparciu o sygnały akustyczne

Jarosław Starczyński, Maciej Sułowicz

## 1. Wstęp

Silniki indukcyjne są najczęściej stosowanymi maszynami elektrycznymi w przemyśle. Popularność swą zyskały dzięki niskim kosztom produkcji i eksploatacji oraz tym, że wytwarzane są w wielu odmianach i mocach znamionowych [1]. Z uwagi na to, że pełnią one ważne role w wielu procesach technologicznych, konieczna jest ich diagnostyka. Diagnostyka techniczna urządzeń jest obecnie stosowana w prawie każdej gałęzi przemysłu [1–10]. Istnieje wiele metod monitoringu stanu technicznego obiektu. Najczęściej urządzenia pomiarowe wymagają ingerencji w badaną maszynę, co nie zawsze jest możliwe. Dlatego w takich przypadkach stosuje się metody diagnostyczne, które nie wymagają przestoju maszyny, a badania można przeprowadzać podczas jej normalnej pracy [3].

## 2. Badania laboratoryjne

Na potrzebę wykonania pomiarów zbudowane zostało stanowisko laboratoryjne składające się z silnika indukcyjnego klatkowego Sg112M-4 (4 kW, 1435 obr./min) produkcji TAMEL, z łożyskami tocznymi 6306, układu obciążenia zawierającego prądnicę wraz z układem regulacji obciążenia, urządzeń pomiarowych oraz systemu akwizycji danych. Podstawowym sprzętem pomiarowym w tym zestawie są oczywiście mikrofony. W układzie pomiarowym zastosowano trzy sztuki mikrofonów rozstawionych w odległości ok. 40 cm od silnika. Dwie sztuki stanowiły mikrofony oparte o powszechnie stosowaną w mikrofonach pomiarowych wkładkę Panasonic WM-61a. Mikrofony te zawierają wewnętrzny przedwzmacniacz o zmiennym wzmocnieniu x10 oraz x100, a zasilane są bateryjne. Trzecim mikrofonem był mikrofon Roga RG-50. Przedwzmacniacz tego mikrofonu wymagał zewnętrznego zasilania ze źródła napięcia stałego 4–30 V z kondycjonera sygnałów PA-3000. Do rejestracji prędkości obrotowej posłużył momentomierz DATAFLEX z terminalem DF1. Z tego urządzenia, poza sygnałem zawierającym moment na wale, można pozyskać informację o aktualnej prędkości obrotowej. Dodatkowo mierzone również były trzy prądy fazowe zasilające badany silnik oraz drgania przy użyciu akcelerometru zamontowanego na tarczy łożyskowej od strony przeciwnapędnej.

Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy, na którym widoczne są wszystkie urządzenia użyte przy pomiarach oraz układ ich połączeń. Na rys. 2 przedstawiono silnik oraz mikrofony pomiarowe.

Podczas badań silnik oraz prądnica stanowiąca jego obciążenie zamontowane były na jednej stalowej ramie oraz zostały

**Streszczenie:** W artykule omówiono opracowane i sprawdzone na stanowisku laboratoryjnym metody diagnostyki silników indukcyjnych klatkowych. Metody te pozwalają na ocenę stanu silnika w oparciu o sygnały akustyczne emitowane przez silnik podczas normalnej pracy. Zaprezentowano wyniki pomiarów uzyskane dla różnych uszkodzeń silników indukcyjnych oraz rezultaty analiz zebranych danych przy pomocy różnych metod. Do analiz diagnostycznych zastosowano analizę czasowo-częstotliwościową STFT i analizę obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego. W podsumowaniu artykułu zawarto propozycję skutecznego algorytmu oceny rodzaju uszkodzenia silników indukcyjnych na podstawie sygnałów akustycznych. Sformułowano wnioski co do możliwości zastosowania tylko sygnałów akustycznych do wykrywania uszkodzeń silników indukcyjnych.

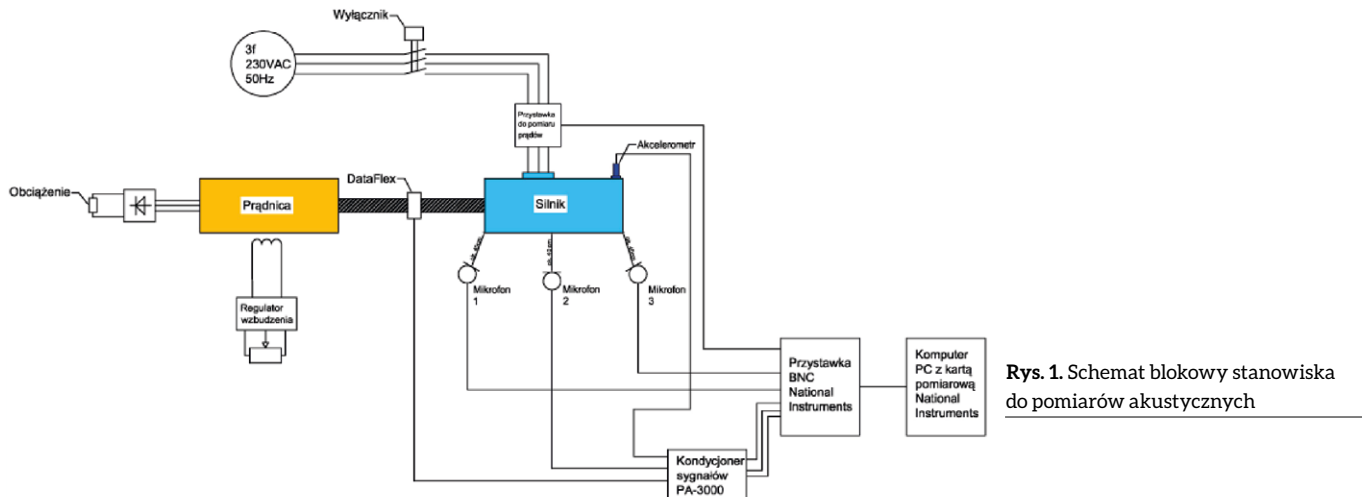
Słowa kluczowe: sygnały akustyczne, diagnostyka silnika indukcyjnego, uszkodzenia łożysk, uszkodzenia klatki

## 🇬🇧 FAULT DETECTION OF INDUCTION MOTORS BASED ON ACOUSTIC SIGNALS

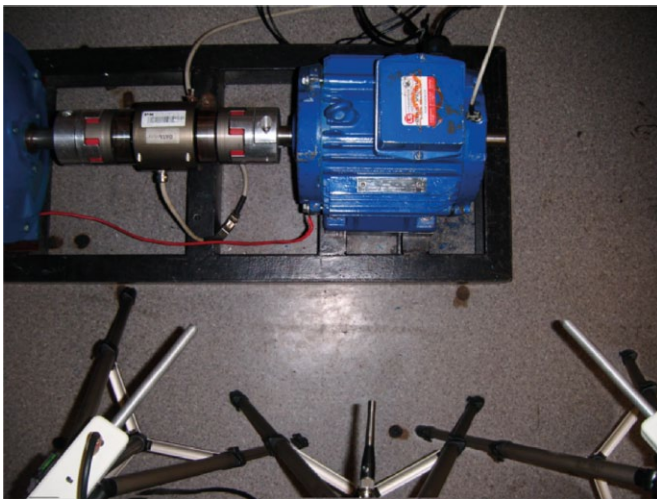
**Abstract:** This paper presents elaborated cage induction machine diagnostics methods, tested on laboratory test bench. These methods allow for motor's condition assessment basing on acoustic signals emitted by the machine during operation. Measurement results obtained for different machine faults were presented together with results of analyses of collected data using different signal processing methods. For diagnostic analyses, time-frequency STFT method and analysis of autocorrelation function's envelope of acoustic signal were used. In conclusion of the paper, proposition of effective algorithm of fault type detection of induction machine basing on acoustic signal, was presented. Conclusion about possibility of application of acoustic signals only for fault detection of induction machines was developed.

Keywords: acoustic signals, induction motor diagnostic, bearing damage, cage damage

połączone wałem, na którym zamontowany był wspomniany wcześniej momentomierz DATAFLEX.



Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska do pomiarów akustycznych



Rys. 2. Rozmieszczenie mikrofonów wokół silnika

czyną awarii. Wykrycie uszkodzenia w zbyt późnym stadium prowadzi do uszkodzeń wtórnych, takich jak [5]:

- uszkodzenie bieżni wewnętrznej;
- uszkodzenie bieżni zewnętrznej;
- uszkodzenie elementu toczonego;
- uszkodzenie koszyka [5].

Konstrukcyjne powody drgań mogą być spowodowane uszkodzeniem elementu toczonego, koszyka lub przejściem elementu toczonego przez punktowe uszkodzenie bieżni łożyska. Ocena stanu elementów łożysk dokonywana jest na podstawie widm drgań i opiera się na założeniu, że punktowe uszkodzenia powierzchni powodują drgania o charakterystycznych częstotliwościach. Można je wyznaczyć na podstawie znajomości parametrów geometrycznych łożyska oraz prędkości obrotowej [5]. Częstotliwość obrotowa (rotacji):

$$f_r = \frac{n}{60} \quad (1)$$

Częstotliwość koszyka:

$$f_{ko} = \frac{1}{2} \cdot f_r \cdot \left(1 - \frac{B_d}{P_d} \cdot \cos\theta\right) \quad (2)$$

Częstotliwość przetaczania po zewnętrznym pierścieniu:

$$f_{bz} = \frac{1}{2} \cdot f_r \cdot \left(1 - \frac{B_d}{P_d} \cdot \cos\theta\right) \cdot N_b \quad (3)$$

Częstotliwość przetaczania po wewnętrznej bieżni:

$$f_{bw} = (f_r - f_c) \cdot N_b = \frac{1}{2} \cdot f_r \cdot \left(1 + \frac{B_d}{P_d} \cdot \cos\theta\right) \cdot N_b \quad (4)$$

Częstotliwość kulek:

$$f_k = \frac{1}{2} \cdot f_r \cdot \frac{P_d}{B_d} \left(1 - \left(\frac{B_d}{P_d} \cdot \cos\theta\right)^2\right) \quad (5)$$

## 2.1. System akwizycji sygnałów

Wszystkie sygnały rejestrowane były przy użyciu karty pomiarowej NI PCI-6221 z terminalem BNC-2120. Sygnały rejestrowano z częstotliwością 44,15 kHz przez okres 16 s. Taka ilość danych umożliwiła wybranie z całości nagrania charakterystycznych fragmentów o długości 5 s. Dane zapisywane były w postaci wektora w formacie .mat-pliku przez program napisany w środowisku MATLAB. Silnik podczas pomiarów obciążony był momentem znamionowym. Po wcześniejszych próbach do analizy wybrano sygnał z mikrofonu umiejscowionego prostopadle do wału układu napędowego z tyłu silnika.

## 2.2. Uszkodzenia silnika

Łożyska to jedne z najbardziej powszechnych, a zarazem odpowiedzialnych elementów maszyn elektrycznych. Ich zadaniem jest przenoszenie obciążeń roboczych z wirnika na korpus przy możliwie małych oporach toczenia i pozycjonowaniu elementu [4]. Efektem niewłaściwej eksploatacji lub złego doboru łożyska może być jego przedwczesne zużycie, co może być przy-

gdzie:

- $n$  – prędkość obrotowa [obr./min];
- $N_b$  – liczba elementów tocznych (kulek lub rolek);
- $B_d$  – średnica elementu tocznego [mm];
- $P_d$  – średnica podziałowa łożyska [mm];
- $\theta$  – kąt naporu (dla łożyska kulkowego zwykłego wynosi  $0^\circ$ ) [ $^\circ$ ];
- $f_r, f_{ko}, f_{bz}, f_{bw}, f_k$  – charakterystyczne częstotliwości określone wzorami (1) do (5), [Hz].

W celu pozyskania sygnałów akustycznych pochodzących od uszkodzonego silnika należało przygotować elementy silnika zawierające dany rodzaj uszkodzenia. Przygotowano uszkodzenia dwóch kluczowych elementów: klatki wirnika i łożysk. Do badań zastosowano specjalnie przygotowane na etapie produkcji wirniki z przerwą jednego pręta klatki, przerwą dwóch sąsiednich prętów oraz przerwą 1 i 4 pręta. Do badania uszkodzeń łożysk zostało przygotowanych pięć łożysk. W łożyskach tych precyzyjną szlifierką uszkodzono w każdym z nich inny element. Zrealizowano uszkodzenie bieżni zewnętrznej, wewnętrznej, jednej kulki, dwóch kulek oraz równoczesne uszkodzenie bieżni zewnętrznej i wewnętrznej. Sposób przygotowania uszkodzeń łożysk został przedstawiony na rys. 3. Czerwone linie określają miejsca nacięcia elementów.

Uszkodzenie prętów klatki wirnika polegało na odizolowaniu jednego końca pręta od pierścienia zwierającego.

### 3. Analizy zarejestrowanych sygnałów

W celu wyodrębnienia symptomów uszkodzeń sygnały zostały poddane różnym analizom. W artykule zostały opisane dwie najskuteczniejsze analizy, o które można oprzeć diagnostykę akustyczną silnika indukcyjnego. Wszystkie analizy przeprowadzono na sygnałach napięciowych dostępnych z wyjść mikrofonów bez ich skalowania w jednostkach ciśnienia akustycznego.

#### 3.1. Analiza spektrogramów oraz widm obwiedni funkcji autokorelacji sygnałów akustycznych

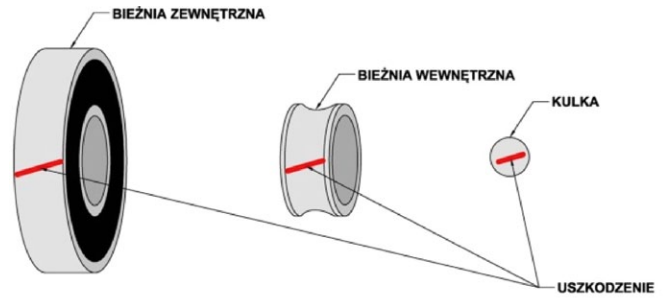
Jako pierwszą analizę zastosowano analizę czasowo-częstotliwościową STFT. Jako sygnał wejściowy zostało użyte nagranie o pełnej długości 16 s. Spektrogramy będące graficznym wynikiem analizy STFT stanowiły cenne narzędzie przy określaniu fragmentu nagrania użytego do dalszej analizy.

Spektrogram sygnału akustycznego silnika bez uszkodzeń zawiera sygnały zakłóceń pochodzące od urządzeń sprzężonych z silnikiem, czyli momentomierza i prądnicy. Zostały one zaznaczone na rys. 4.

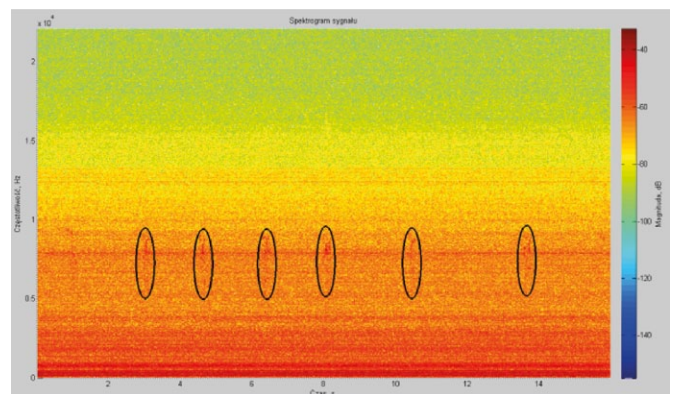
Poniższy wykres przedstawia spektrogram sygnału akustycznego dla silnika z uszkodzoną jedną kulką łożyska. Widoczne są charakterystyczne dla uszkodzenia kulki zakłócenia w zakresie wysokich i średnich częstotliwości akustycznych. Najbardziej zauważalne są one w zakresie 10–20 kHz.

Takie same zakłócenia pojawiły się również w sygnale silnika z uszkodzonymi dwiema kulkami łożyska.

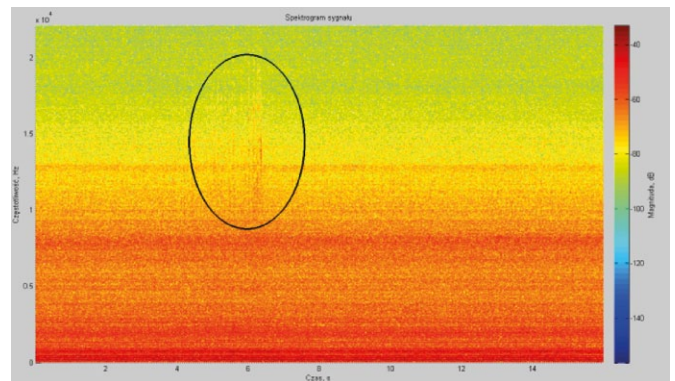
Warto również zauważyć, że zakłócenia występują jedynie przez krótki czas ok. 2 s i potwierdza to zasadność rejestracji tak dużej ilości próbek.



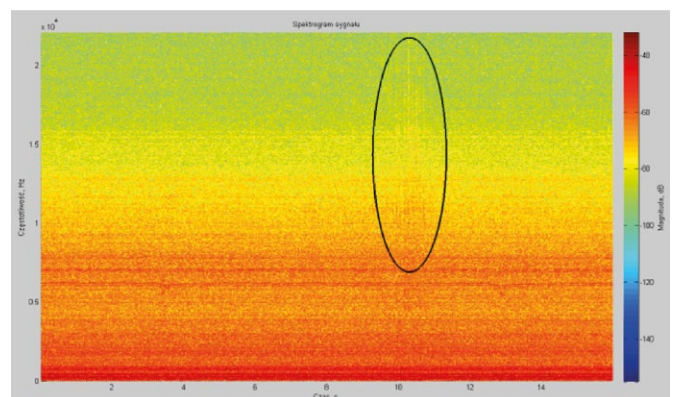
Rys. 3. Uszkodzenie bieżni wewnętrznej, zewnętrznej i kulki łożyska kulkowego tocznego



Rys. 4. Spektrogram sygnału akustycznego dla silnika bez uszkodzeń

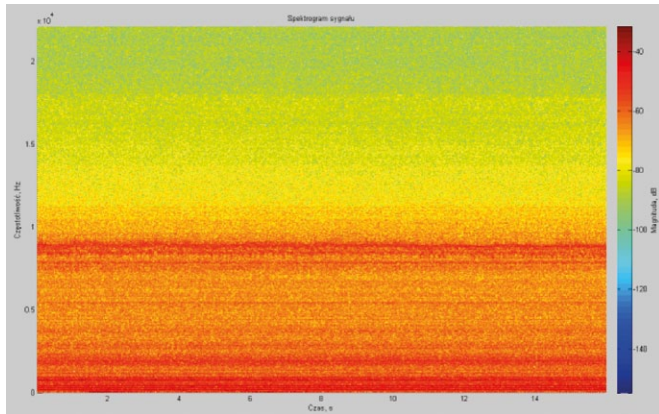


Rys. 5. Spektrogram sygnału akustycznego dla uszkodzonej jednej kulki łożyska

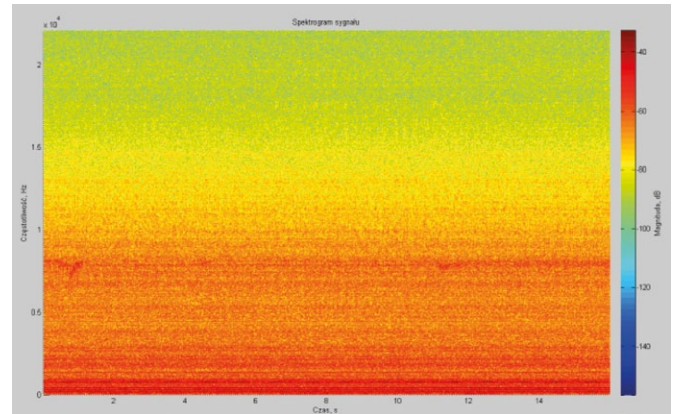


Rys. 6. Spektrogram sygnału akustycznego dla uszkodzonych dwóch kulek łożyska

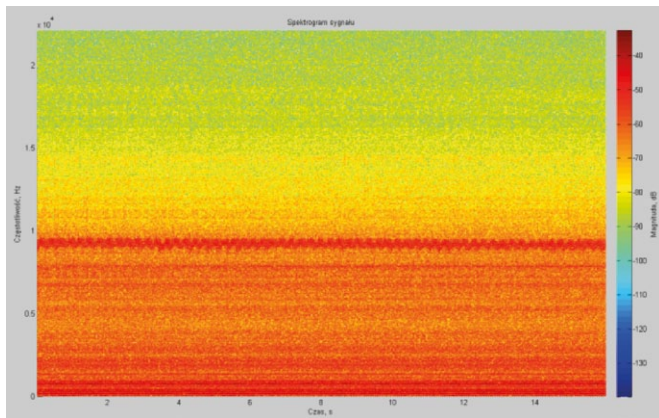




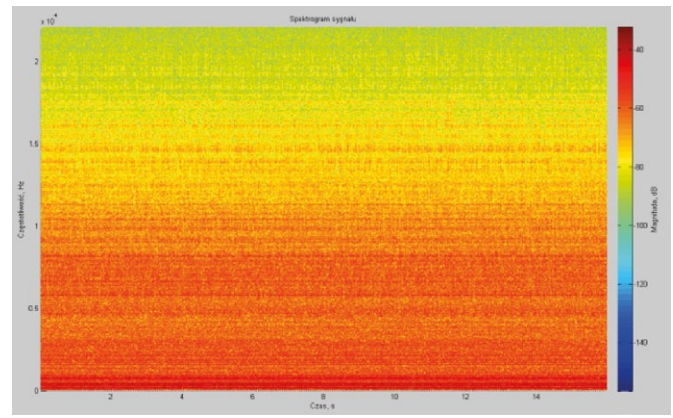
Rys. 7. Spektrogram sygnału akustycznego dla uszkodzonego jednego pręta klatki wirnika



Rys. 9. Spektrogram sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi prętami 1 i 4 klatki wirnika



Rys. 8. Spektrogram sygnału akustycznego dla uszkodzonych dwóch prętów klatki wirnika



Rys. 10. Spektrogram sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi łożyskami wewnętrzną i zewnętrzną

Kolejnymi przykładami są spektrogramy dla uszkodzeń prętów klatki wirnika. Uszkodzenie jednego oraz dwóch sąsiednich prętów klatki wirnika powoduje wzrost amplitudy sygnałów z przedziału 8,8–9,3 kHz. Występują one na rys. 4 i rys. 5 w całej długości nagrania, z tym, że w przypadku uszkodzenia dwóch sąsiednich prętów składowa ta jest modulowana z częstotliwością ok. 3,6 Hz.

W spektrogramie dla silnika z uszkodzonymi prętami 1 i 4 nie występują żadne charakterystyczne częstotliwości mogące świadczyć o uszkodzeniu tych elementów.

Podobnie jest w przypadku pojedynczych uszkodzeń łożysk zewnętrznej oraz wewnętrznej. Natomiast defekt obu łożysk jest przyczyną powstania sygnałów akustycznych o zmiennej intensywności i szerokim paśmie częstotliwości. Szczególnie widoczne są one w zakresie wysokich częstotliwości akustycznych w przedziale 14–16,5 kHz.

Analiza STFT nie pozwala wprawdzie uzyskać dobrej wykrywalności we wszystkich przypadkach uszkodzeń jednak daje ogólną informację na temat zawartości składowych częstotliwości w sygnale. Daje to podstawę do wyboru odpowiedniego krótszego fragmentu nagrania do dalszych analiz.

### 3.2. Analiza obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego

Sygnały pomiarowe używane w diagnostyce najczęściej zawierają dużą ilość szumów i zakłóceń. Mogą pochodzić one od urządzeń pomiarowych ich wzmacniaczy i innych podzespołów, jednak większym ich źródłem jest otoczenie zewnętrzne oraz urządzenie sprzężone mechanicznie z badanym urządzeniem. Usuwanie szumów może być zrealizowane przy użyciu transformaty falkowej lub dedykowanych do tego celu skomplikowanych algorytmów wykorzystywanych w programach, np. SONY Sound Forge. Podczas analizy sygnałów akustycznych pochodzących z silnika w celu usunięcia szumów i zwiększenia czytelności widm posłużono się funkcją autokorelacji. Jest ona wykorzystywana do detekcji okresowości sygnałów periodycznych w szumie oraz identyfikacji przebiegów. Wiele sygnałów pomiarowych zawiera składowe o niskiej częstotliwości, lecz nie są one widoczne w widmie sygnału, ponieważ są zmodulowane amplitudowo przez sygnały o znacznie wyższej częstotliwości. W celu odseparowania składowych niskoczęstotliwościowych z sygnału pomiarowego należy poddać go demodulacji AM. Jedną z dostępnych metod jest wyznaczenie obwiedni takiego

sygnału. Zadanie to można wykonać przy użyciu filtracji lub transformaty Hilberta. W analizie tej pierwotny sygnał akustyczny został poddany autokorelacji, a następnie transformacji Hilberta. Kolejnym krokiem było okienkowanie, czyli pomnożenie go przez okno czasowe. Najczęściej stosowanym oknem przy analizach sygnałów akustycznych jest okno Hamminga, które charakteryzuje się najlepszym spośród dostępnych oknem rozróżnieniem częstotliwości [6]. Jednak w diagnostyce opartej o analizę widma największe znaczenie ma amplituda charakterystycznych częstotliwości, dlatego też użyte zostało okno FlatTop, najlepiej oddające amplitudę składowych sygnałów. Ostatnim krokiem było wyznaczenie widma przy pomocy transformacji FFT.

W celu łatwego porównania widm sygnałów silnika zdrowego i uszkodzonego widma zostały wykreślone różnymi kolorami. Niebieski kolor odpowiada silnikowi zdrowemu, natomiast czerwony uszkodzonemu. Na rys. 11 przedstawiono widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzonym jednym prętem klatki wirnika. Na wykresie widoczny jest znaczny wzrost amplitud składowych o częstotliwościach  $f_s - f_b$ ,  $f_r - (f_s - f_b)$ ,  $2f_s - 3f_r$ , oraz 285 Hz.

Podobne cechy można zaobserwować w dwóch pozostałych przypadkach uszkodzenia klatki wirnika. Na rys. 12 i 13 pokazano kolejno wykres dla silnika z uszkodzonymi prętami nr 1 i 2 oraz uszkodzonymi prętami nr 1 i 4. Widoczne są na nich te same charakterystyczne składowe. Częstotliwość  $f_b$  związana ze składową pola wirnika względem pola stojana, używana jest powszechnie do diagnostyki wirnika pod kątem wykrywania uszkodzenia klatki na podstawie widma prądów. Można ją opisać wzorem:

$$f_b = (1 \pm 2ks)f_s \quad (6)$$

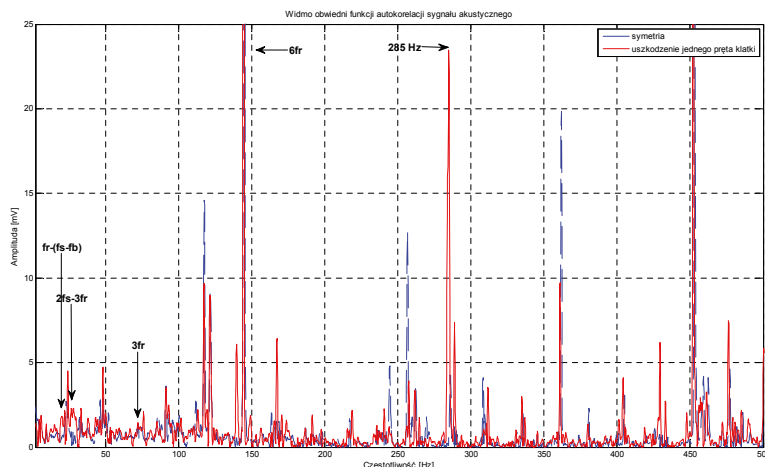
gdzie:

$f_b$  – wykrywalne częstotliwości uszkodzeń prętów [Hz];

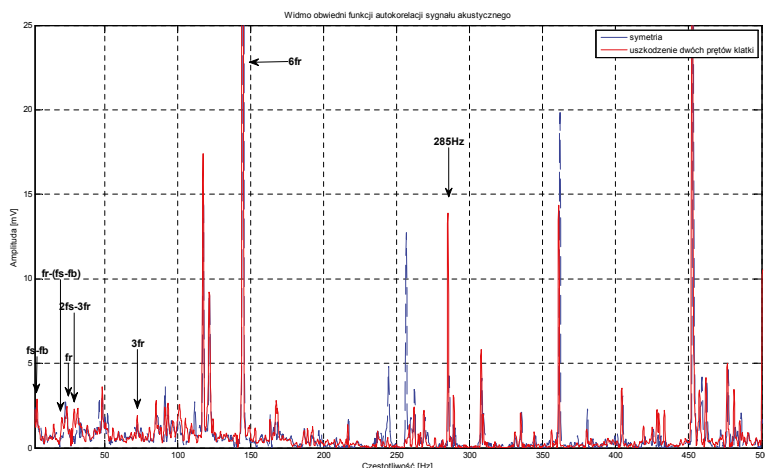
$f_s$  – częstotliwość sieci zasilającej [Hz];

$s$  – poślizg;

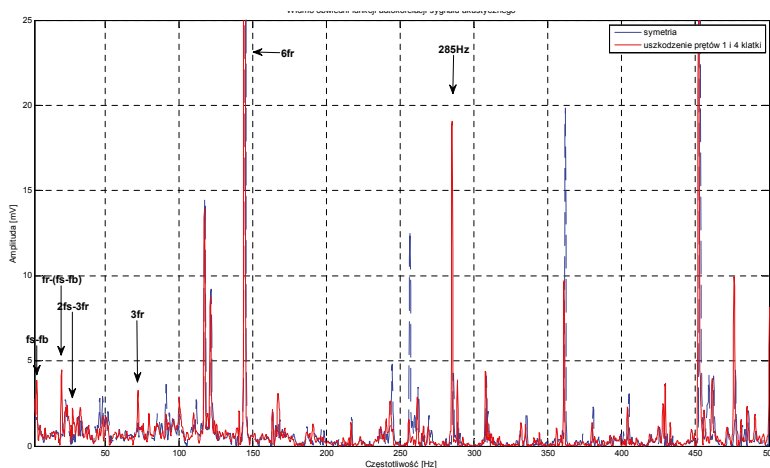
$k = 1, 2, 3, \dots$



Rys. 11. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzonym jednym prętem klatki wirnika



Rys. 12. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi dwoma prętami klatki wirnika



Rys. 13. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi prętami 1 i 4 klatki wirnika

Występuje ona również w sygnale akustycznym, lecz nie bezpośrednio, a jako składowa częstotliwości różnicowych zależnych od  $f_s$  i  $f_r$ .

W poniższej tabeli zostały zestawione wartości amplitud kilku wybranych składowych częstotliwości. Kolorem zielonym oznaczono wartości, które nie wzrosły w stosunku do przypadku silnika zdrowego, żółtym wzrost do 2 razy i czerwonym wzrost ponaddwukrotny. Wyraźnie widać, że składowe  $f_r - (f_s - f_b)$ ,  $2f_s - 3f_r$ , występujące tylko przy uszkodzeniach klatki wirnika, znacząco zwiększają swoją amplitudę, przez co są dobrym symptomem świadczącym o tego rodzaju defekcie.

Poniższe wykresy prezentują widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi elementami łożyska. Na rys. 14 pokazano wykres dla przypadku uszkodzenia jednej kulki łożyska. Zaznaczone są na nim składowe o częstotliwościach sumacyjno-różnicowych związanych z częstotliwością rotacji oraz częstotliwościami przetaczania kulek i koszyka. Przy uszkodzeniu kulek łożyska następuje wyraźny wzrost amplitudy składowych, będących w bliskim sąsiedztwie częstotliwości  $f_r$ .

Uszkodzenie bieżni wewnętrznej łożyska objawia się bardzo dużym wzrostem amplitud składowych  $f_r$  oraz jej drugiej i trzeciej wielokrotności. Widoczne są również inne składowe, charakterystyczne dla uszkodzenia bieżni wewnętrznej,  $3f_{bw}$ ,  $3f_{bw} \pm f_r$ ,  $4f_{bw}$ ,  $4f_{bw} \pm f_r$ .

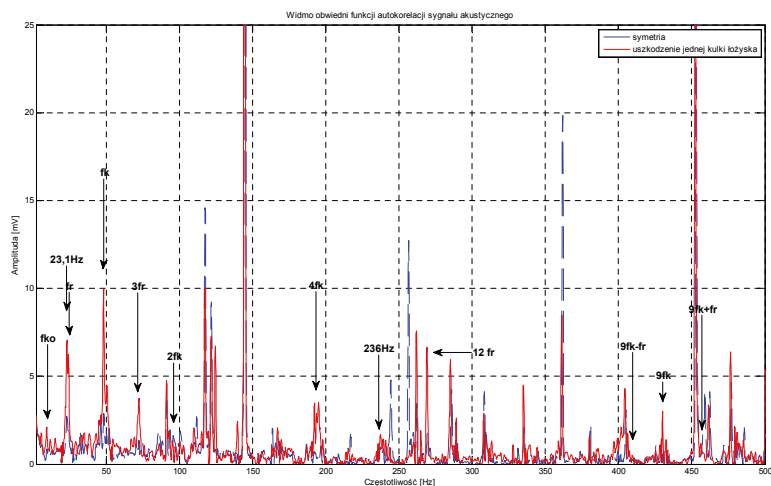
Na wykresie odpowiadającym uszkodzeniu bieżni zewnętrznej nastąpił wyraźny wzrost składowych  $f_{bz}$ ,  $f_{bz} \pm f_r$  i  $3f_r$ , a także  $3f_{bz}$ ,  $3f_{bz} - f_r$  i  $4f_{bz} - f_r$ .

Wykres widoczny na rys. 17 zawiera składowe łączące cechy charakterystyczne dla uszkodzeń bieżni zewnętrznej i wewnętrznej łożyska. Należy zwrócić uwagę na sygnały pochodzące od uszkodzonych kulek, świadczą o ich uszkodzeniu najprawdopodobniej wskutek przetaczania po mocno uszkodzonych bieżniach. Tak duża ilość składowych charakterystycznych wskazuje na zawansowany stopień degradacji łożyska.

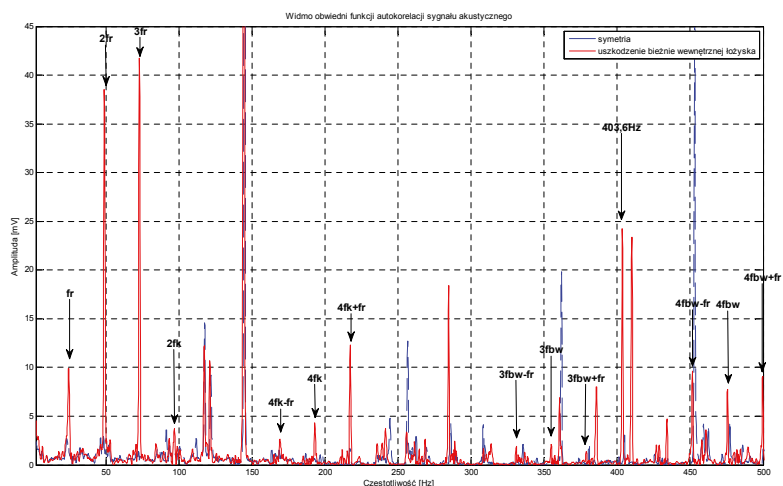
Wykres na rys. 18 może posłużyć jako porównanie powyższej analizy z tradycyjnym widmem otrzymanym przez

Tabela. 1. Wartość wybranych składowych częstotliwościowych w widmie obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego przy uszkodzeniach prętów klatki wirnika

Uszkodzenie	Amplituda składowych [mV]						
	$f_s - f_b$	$f_r - (f_s - f_b)$	$f_r$	$3f_r$	$6f_r$	$2f_s - 3f_r$	285 Hz
Symetria	1,66	0,73	1,97	1,37	181,6	0,41	3,94
1 pręt	0,05	1,84	4,52	1,46	176	2,31	23,49
2 pręty	1,88	1,78	2,47	1,9	107,2	2,31	13,87
Pręty 1 i 4	3,85	4,48	2,41	3,27	143,5	2,22	19,7

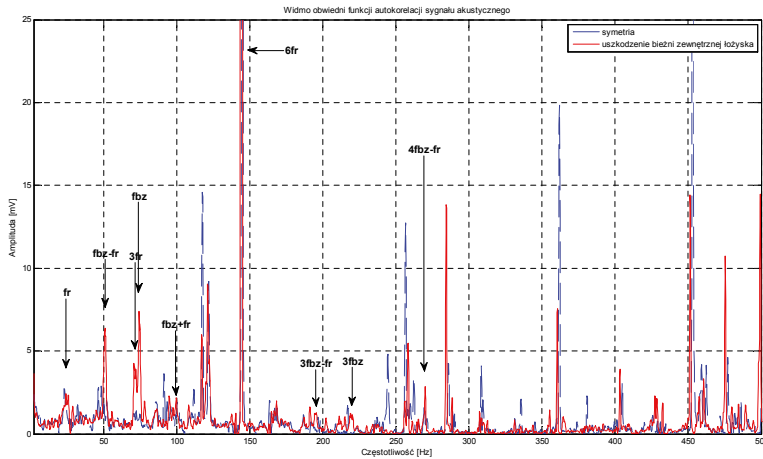


Rys. 14. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzoną jedną kulką łożyska

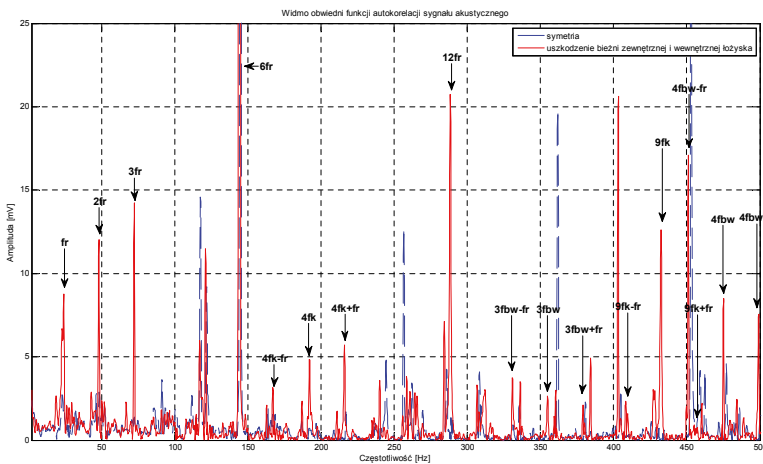


Rys. 15. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego z uszkodzoną bieżnią wewnętrzną łożyska

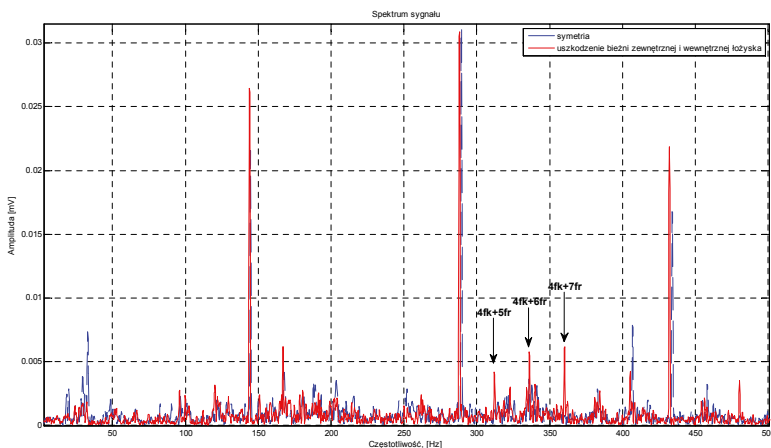




Rys. 16. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzoną bieżnią zewnętrzną łożyska



Rys. 17. Widmo obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi bieżniami wewnętrzną i zewnętrzną łożyska



Rys. 18. Widmo sygnału akustycznego silnika z uszkodzonymi bieżniami wewnętrzną i zewnętrzną łożyska

transformację FFT sygnału pierwotnego. Na pierwszy rzut oka widać ogromną różnicę między widmami. Widma sygnałów dla silnika zdrowego i z uszkodzeniami są bardzo zbliżone i mało czytelne.

Widmo sygnału pierwotnego zawiera zaledwie trzy dobrze widoczne częstotliwości charakterystyczne  $4f_k + 5f_r$ ,  $4f_k + 6f_r$  oraz  $4f_k + 7f_r$ . Jednak warto zauważyć, że nie wskazują one na uszkodzenie bieżni łożyska, lecz kulek, więc właściwa diagnostyka łożysk przy użyciu FFT jest bardzo trudna, a czasem nawet niemożliwa.

#### 4. Algorytm wykrywania uszkodzeń

Na podstawie badań i oceny skuteczności analiz w wykrywaniu różnego rodzaju uszkodzeń w silnikach indukcyjnych wybrano dwie najskuteczniejsze analizy, z których wyekstrahowano symptomy uszkodzeń. Zebrane symptomy zestawiono w tabeli 2.

W celu właściwej diagnozy badania należy przeprowadzić w możliwie najlepszych warunkach, pozbawionych zewnętrznych zakłóceń. Analiza powinna być przeprowadzona w kolejności:

1. STFT – wybranie krótszych fragmentów nagrania, ok. 5 s, zawierających charakterystyczne symptomy uszkodzeń, np. jak ma to miejsce przy uszkodzeniu kulek łożyska.
2. FFT obwiedni funkcji autokorelacji.
3. Wyszukanie na wykresach końcowych symptomów uszkodzeń według tabeli 1.

#### 5. Podsumowanie

W badaniach użytych zostało wiele analiz sygnałów akustycznych emitowanych przez silniki indukcyjne.

Analiza czasowo-częstotliwościowa wykazała swoją skuteczność w wykrywaniu uszkodzeń jednego oraz dwóch sąsiednich prętów klatki wirnika i przy uszkodzeniach elementów tocznych łożyska. Ponadto niewątpliwą zaletą tej analizy jest to, że spektrogram umożliwia przedstawienie wszystkich składowych częstotliwościowych w czasie, także tych występujących przez krótki czas. Przez to wybór charakterystycznych fragmentów nagrania jest bardzo ułatwiony.

Tabela. 2. Symptomy uszkodzeń silników indukcyjnych w analizach sygnałów akustycznych

Sygnaly charakterystyczne świadczące o uszkodzeniu	STFT	FFT obwiedni ACF
Uszkodzenie		
1 pręt	Pojawienie się sygnału w okolicach 9 kHz	Wzrost amplitudy składowych: $f_r - (f_s - f_b), f_r, 2f_s - 3f_r, 285 \text{ Hz}$
2 pręty	Pojawienie się sygnału w okolicach 9 kHz	Wzrost amplitudy składowych: $f_r - (f_s - f_b), 2f_s - 3f_r, 285 \text{ Hz}$
Pręty 1 i 4	X	Wzrost amplitudy składowych: $f_s - f_b,$ $f_r - (f_s - f_b), 3f_r, 2f_s - 3f_r, 285 \text{ Hz}$
1 kulka	Zakłócenia wysokoczęstotliwościowe występujące okresowo	Wzrost amplitudy składowych: $f_{ko}, \text{ok. } 23,1 \text{ Hz}, f_r, f_k, 3f_r, 4f_k, 12f_r, 9f_k - f_r, 9f_k,$ $9f_k + f_r$
2 kulki	Zakłócenia wysokoczęstotliwościowe występujące okresowo	Wzrost amplitudy składowych: $f_r, 3f_r, 2f_k, 6f_r, 4f_k, 230 \text{ Hz}, 12f_r, 9f_k - f_r, 9f_k$
Bieżnia wewnętrzna	X	Wzrost amplitudy składowych: $f_r, 2f_r, 3f_r, 2f_k, 4f_k, 4f_k + f_r, 3f_{bw} - f_r, 3f_{bw},$ $3f_{bw} + f_r, 403,8 \text{ Hz}, 4f_{bw} + f_r$
Bieżnia zewnętrzna	X	Wzrost amplitudy składowych: $f_{bz} - f_r, 3f_r, f_{bz}, 3f_{bz} - f_r, 3f_{bz}$
Bieżnie zewnętrzna i wewnętrzna	Zakłócenia wysokoczęstotliwościowe w całej długości sygnału	Wzrost amplitudy składowych: $f_r, 2f_r, 3f_r, 4f_k + f_r, 12f_r, 3f_{bw} - f_r, 3f_{bw}, 3f_{bw} + f_r,$ $9f_k - f_r, 9f_k, 9f_k + f_r, 4f_{bw}, 4f_{bw} + f_r$

Najlepszą spośród przeprowadzonych analiz okazała się analiza widma obwiedni funkcji autokorelacji sygnału akustycznego, wykazująca dobrą i bardzo dobrą wykrywalność wszystkich typów uszkodzeń. Wymaga bardziej skomplikowanych i czasochłonnych obliczeń, ale w zamian otrzymujemy przejrzyste widmo pozbawione dużej części szumów i zakłóceń. Analiza ta uwydatnia częstotliwości modulowane przez wyznaczenie obwiedni sygnału. Zastosowanie widma obwiedni ACF umożliwiło wykrycie uszkodzeń łożysk niemożliwe przy innych rodzajach analiz [1]. Pomimo silnych zakłóceń zewnętrznych pochodzących zarówno ze środowiska, jak i urządzeń sprzężonych mechanicznie można z powodzeniem diagnozować silniki indukcyjne, opierając się wyłącznie na sygnałach akustycznych emitowanych przez silnik.

## Literatura

- [1] DZWONKOWSKI A.: *Metoda diagnostyki łożysk na podstawie analizy przebiegów prądu i napięcia zasilającego silnik indukcyjny*. Rozprawa doktorska, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2011.
- [2] SUŁOWICZ M.: *Diagnostyka silników indukcyjnych metodami sztucznej inteligencji*. Instytut Elektrotechniki w Warszawie, Kraków 2005.
- [3] PAWLAK M.: *Zastosowanie analiz sygnałów akustycznych do wykrywania uszkodzeń wirników i łożysk w silnikach indukcyjnych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 92/2011.
- [4] CEMPEL C.: *Diagnostyka wibroakustyczna maszyn*. PWN, Warszawa 1989.
- [5] EWERT P., KOWALSKI Cz.T.: *Neuroonowy detektor uszkodzeń łożysk tocznych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 92/2011.
- [6] KOSTERA M., SITEK P.: *Systemy akwizycji i przesyłania informacji*. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2002.
- [7] STARCZYŃSKI J.: *Wykrywanie uszkodzeń w silnikach indukcyjnych w oparciu o sygnały akustyczne*. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Krakowska, Kraków 2015.
- [8] KOWALSKI C.T., KANIOR W.: *Ocena skuteczności analiz FFT, STFT i falkowej w wykrywaniu uszkodzeń wirnika silnika indukcyjnego*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Nr 60, Wrocław 2007.
- [9] GŁOWACZ A., GŁOWACZ Z.: *Diagnostics of induction motor based on analysis of acoustic signals with application of FFT and classifier based on words*. Archives of Metallurgy and Materials, 2010 vol. 55, issue. 3, s. 707–712.
- [10] SZYMANIEC S.: *Badania, eksploatacja i diagnostyka zespołów maszynowych z silnikami indukcyjnymi klatkowymi*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2013.

Artykuł powstał w wyniku realizacji pracy dyplomowej magisterskiej pt. *Wykrywanie uszkodzeń w silnikach indukcyjnych w oparciu o sygnały akustyczne*. Praca została zrealizowana na Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej.

mgr inż. J. Starczyński,  
e-mail: jstarczyński@wp.pl;  
dr inż. M. Sułowicz,  
e-mail: msulowicz@pk.edu.pl;  
Politechnika Krakowska,  
Wydział Inżynierii Elektrycznej  
i Komputerowej, Instytut  
Elektromechanicznych Przemian Energii

## BIBLIOTEKA



Zynowij Myczuda, Zbigniew Szcześniak  
**Analiza parametrów układów elektronicznych**  
 Wydawnictwo: PAK  
 Rok wydania: 2011

W książce przedstawiono uogólnione metody macierzowe analizy analogowych układów elektronicznych, przydatne do projektowania nowych złożonych układów elektronicznych. Metody te umożliwiają analizę schematu i wykrywanie jego błędów bez konieczności badań eksperymentalnych na modelu fizycznym układu.

Treść książki obejmuje usystematyzowanie wiedzy o metodach analizy układów elektronicznych, co ma ułatwić Czytelnikowi samodzielną działalność inżynierską. Zawiera dużo przykładów o charakterze teoretyczno-praktycznym, pokazujących zastosowanie zależności teoretycznych do rozwiązywania zadań z zakresu projektowania układów elektronicznych, co czyni książkę atrakcyjną również dla praktyków. Do zapisu równań opisujących analizowane układy zastosowano postać macierzową, którą Autorzy nazwali uogólnioną metodą macierzową. Postać ta jest bardzo dogodna ze względu na algebraiczne aspekty transformacji dokonywanych nad macierzami. W przykładach obliczeniowych pokazano, jak ją wykorzystać w projektowaniu różnego rodzaju układów.

Książka może służyć jako podręcznik akademicki dla studentów kierunku studiów: automatyka i robotyka, mechatronika i elektrotechnika. Układ książki i sposób przedstawienia treści sprawiają, że mogą z niej korzystać również mniej zaawansowani Czytelnicy.



Mikołaj Miśkiewicz  
**Nieliniowa analiza MES i monitoring konstrukcji prętowo-ciężnowych**  
 Wydawca: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej  
 Rok wydania: 2016  
 Wydanie: 1

Monografia dotyczy aplikacji nieliniowej teorii prętów przestrzennych przy wykorzystaniu formalizmu MES w systemie monitoringu technicznego konstrukcji. W pracy wyróżnia się dwie części: teoretyczno-numeryczną oraz aplikacyjną. W pierwszej sformułowano podstawy nieliniowej teorii prętów, algorytmy numeryczne oraz stworzenie kodu autorskiego programu komputerowego (MES) wraz z jego testami. Przestrzeń konfiguracyjna sformułowanej nieliniowej teorii prętów zawiera w definicji iloczyn kartezjański przestrzeni euklidesowej i grupy obrotów  $SO(3)$ , a więc nie posiada struktury przestrzeni liniowej, co w obszarze implementacji MES wymagało niestandardowych technik aproksymacji i interpolacji zmiennych. Opracowany autorski program B6 jest przystosowany do statycznej analizy nieliniowej konstrukcji prętowych, stateczności i małych drgań nałożonych na skończone defor-

macje. Z uwagi na niewielki rozmiar i pełne przystosowanie do analizy konstrukcji prętowo-ciężnowych w stanach awaryjnych jest idealnym rozwiązaniem do aplikacji jako rdzeń systemów monitoringu technicznego. Program B6 został wykorzystany do analizy w czasie rzeczywistym dachu hali Olivia w Gdańsku, szczegółowo opisanej w drugiej części monografii.



Zdzisław Kaczmarek  
**Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe**  
 Wydawca: Agenda Wydawnicza PAK  
 Rok wydania: 2007

W książce w wyczerpujący sposób omówiono zagadnienia telemetrii światłowodowej. Omówiono zagadnienia sieci światłowodowych, w tym szczegółowo opisano elementy składowe takich sieci. Przedstawiono teoretyczne zasady działania, układy optyczne i elektroniczne czujników natężeniowych, interferometrycznych światła spójnego, interferometrycznych światła białego, czujników z siatkami Bragga, czujników rozłożonych i wielopunktowych z reflektometrycznymi układami pomiarowymi oraz omówiono sposoby zwielokrotniania kanału dla matryc i systemów czujników.

Książka *Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe* autorstwa Pana dr. hab. inż. Zdzisława Kaczmarka przeznaczona jest dla inżynierów i techników zajmujących się pomiarami różnych wielkości fizycznych. Przydatna będzie również studentom i pracownikom naukowym wyższych uczelni technicznych oraz jako podręcznik dla inżynierów, projektantów i konstruktorów systemów pomiarowych i automatyki.



Mariusz R. Rząsa, Bolesław Kiczma  
**Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury**  
 Wydawca: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ  
 Rok wydania: 2005  
 Wydanie 1

Przystępnie opracowany, zwięzły, bogato ilustrowany podręcznik o charakterze teoretyczno-praktycznym, poświęcony elektrycznym i elektronicznym czujnikom temperatury. W części teoretycznej zawarto opis zasady działania i metod pomiaru temperatury, ze zwróceniem szczególnej uwagi na praktyczny charakter informacji oraz podaniem przykładów rozwiązań układowych połączenia różnego rodzaju czujników (rezystancyjnych, półprzewodnikowych, termopar). W części praktycznej w ujęciu katalogowym syntetycznie przedstawiono typowe scalone czujniki temperatury występujące na rynku (z wyjściem analogowym, progowym i cyfrowym).



# KALENDARIUM

Temat konferencji/szkolenia	Data	Miejsce	Telefon
SLC 500 – podstawy programowania z RSLogix 500	6 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
GuardLogix – podstawy programowania	6 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
FactoryTalk View Site Edition – tworzenie projektu	6 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
Wskaźnik OEE – podnoszenie efektywności parku maszynowego	6 czerwca	Kraków	12-428 63 63
Sterowniki PLC i kontrolery PACSystems firmy GE Intelligent Platforms – kurs dla Służb Utrzymania Ruchu	7 czerwca	Warszawa	22-569 56 55
Wymagania bezpieczeństwa przy budowie maszyn – szkolenie dla producentów maszyn	8 czerwca	Kraków	12-428 63 63
ControlLogix – podstawy programowania	13 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
Sieć EtherNet/IP – instalacja i podstawy konfiguracji	13 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
Kinetix 6500 – instalacja i podstawy programowania	13 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
Zarządzanie projektami MES	13 czerwca	Warszawa	22-569 56 55
Przemysłowa baza danych Wonderware Historian. Cz. I. Analiza danych	14 czerwca	Gdańsk	58-554 09 19
System wizualizacyjny Wonderware inTouch. Cz. II. Zagadnienia zaawansowane	15 czerwca	Wrocław	71-332 94 83
System statystycznej kontroli procesu – Wonderware Quality	16 czerwca	Kraków	12-428 63 63
FactoryTalk View Machine Edition i PanelView Plus – obsługa bieżąca i odstawy programowania	20 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
System wizualizacyjny Wonderware inTouch. Cz. I. Tworzenie i serwisowanie aplikacji	20 czerwca	Warszawa	22-569 56 55
Obsługa i programowanie robotów Kawasaki – kurs dla integratorów	20 czerwca	Kraków	12-428 63 63
Sterowniki GE Intelligent Platforms w sieciach przemysłowych	21 czerwca	Bielsko-Biała	12-428 63 63
Przemysłowa baza danych Wonderware Historian. Cz. II. Tworzenie aplikacji	21 czerwca	Gdańsk	58-554 09 19
Oznaczenie CE sprzętu elektrycznego podlegającego nowej dyrektywie niskonapięciowej (LVD)	21–22 czerwca	Katowice	77-442 68 90
Efektywna ocena zgodności maszyn i urządzeń z wymaganiami dyrektywy maszynowej 2006/42/WE	21–24 czerwca	Gdańsk	77-442 68 90
Profesal Maintenance – Konfiguracja i administracja systemem CMMS	23 czerwca	Kraków	12-428 63 63
Wyposażenie elektryczne maszyn – rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia	23–24 czerwca	Katowice	77-442 68 90
ControlLogix – zaawansowany kurs programowania	27 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
Sieć DeviceNet – instalacja i podstawy konfiguracji	27 czerwca	Warszawa	22-541 84 60
Programowanie sterowników ASTRAADA ONE w środowisku Codesys	27 czerwca	Warszawa	22-569 56 55
Platforma Systemowa Wonderware. Cz. I. Tworzenie aplikacji	27 czerwca	Kraków	12-428 63 63
Bezpieczeństwo układów sterowania maszyn wg EN ISO 13849	28 czerwca – 1 lipca	Kraków	77-442 68 90
Oznaczenie CE wyrobów podlegających nowej dyrektywie o kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)	29 czerwca – 1 lipca	Poznań	77-442 68 90

## Najbliższe targi i konferencje, na których będziemy promować pismo

ITM INNOWACJE – TECHNOLOGIE – MASZYNY	7–10 czerwca	Poznań
„Sieci Komputerowe” SK’16 (Computer Networks – CN’16)	14–17 czerwca	Lwówek Śląski

## TEMATYKA

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

**Nr 7/8 (207/208)**

Rok XVIII  
Lipiec–Sierpień 2016

- Systemy automatyzacji w górnictwie
- Inteligentne układy zasilania, sterowania
- Diagnostyka
- Automatyzacja transportu szynowego
- Nowe technologie
- Silniki elektryczne
- Transformatory



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

Kontakt: e-mail: [redakcja.nis@drukart.pl](mailto:redakcja.nis@drukart.pl); tel. 32-755 19 17

1/2016 (201)

2/2016 (202)

3/2016 (203)

4/2016 (204)

5/2016 (205)

6/2016 (206)

**7-8/2016 (207-208)**

9/2016 (209)

10/2016 (210)

11/2016 (211)

12/2016 (212)

## 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, przesyłając 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](http://www.nis.com.pl/nis/prenumerata);
- pocztę elektroniczną, e-mail: [prenumerata@drukart.pl](mailto: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. 7<sup>00</sup>–17<sup>00</sup>) [www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl), [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl);
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12-412 75 60;
- KOLPORTER SA, tel. 22-355 04 10.

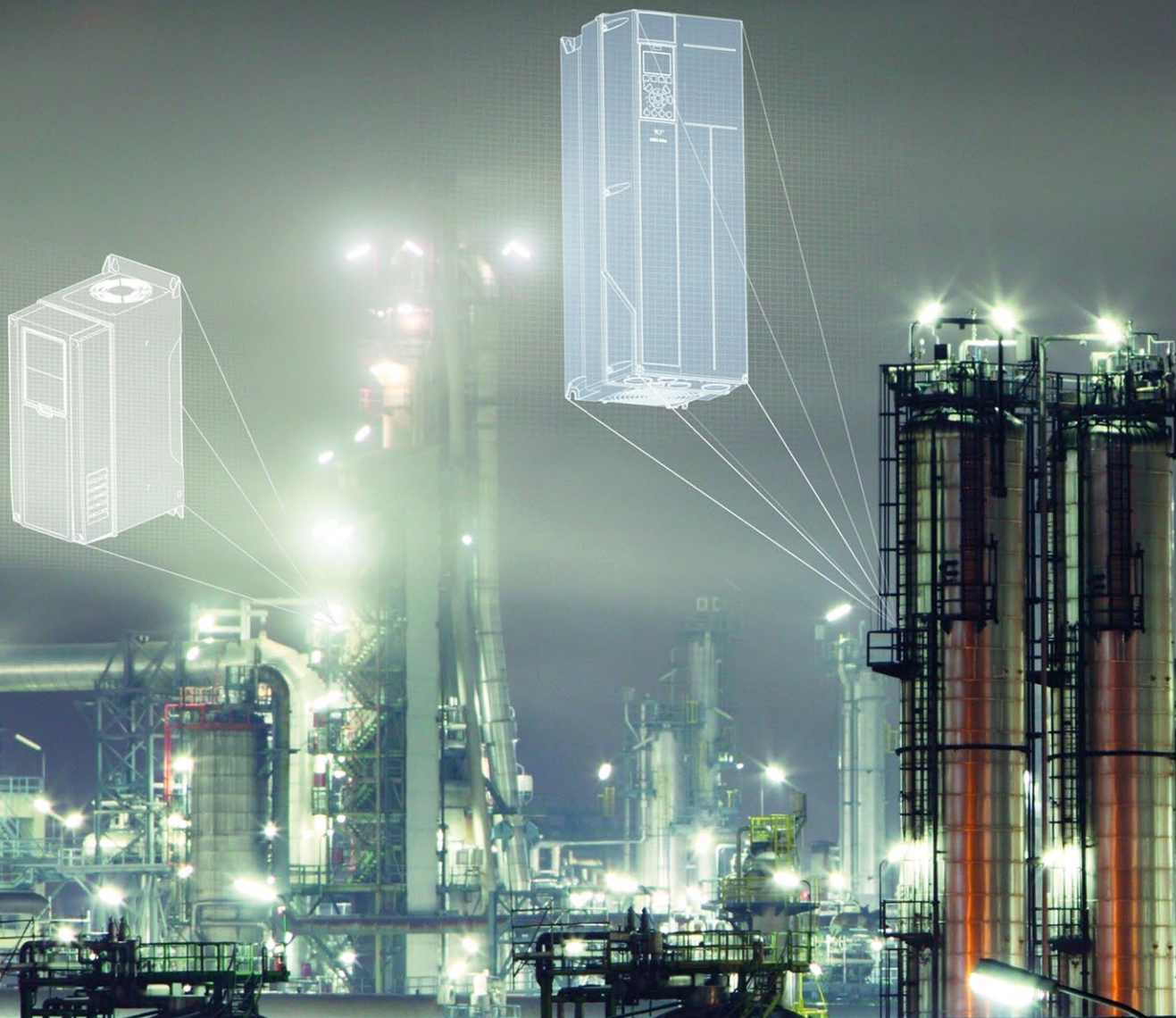
Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32-755 15 74.



*Pamiętaj o sile reklamy  
Wyrzedź konkurencję!*



# Przetwornice częstotliwości **Danfoss Drives** to niezawodność i moc, których potrzebujesz



## Danfoss Drives liderem w produkcji elektronicznie regulowanych napędów

Vacon i Danfoss po połączeniu utworzyły jedną z największych firm napędowych na świecie. Nasze marki VLT® i VACON® to jeden cel i jedna pasja. To szeroka i najbardziej innowacyjna oferta produktowa, a także usługi serwisowe o najwyższej jakości. Oferujemy wolność wyboru dowolnej technologii silnikowej, a nasza oferta obejmuje zakres mocy od 0,18 kW do 5,3 MW.

**VLT® | VACON®** [www.danfoss.pl/napedy](http://www.danfoss.pl/napedy)

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*