

# **napędy i sterowanie**

**miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny**

**Nr 3 (239)**

Rok XXI

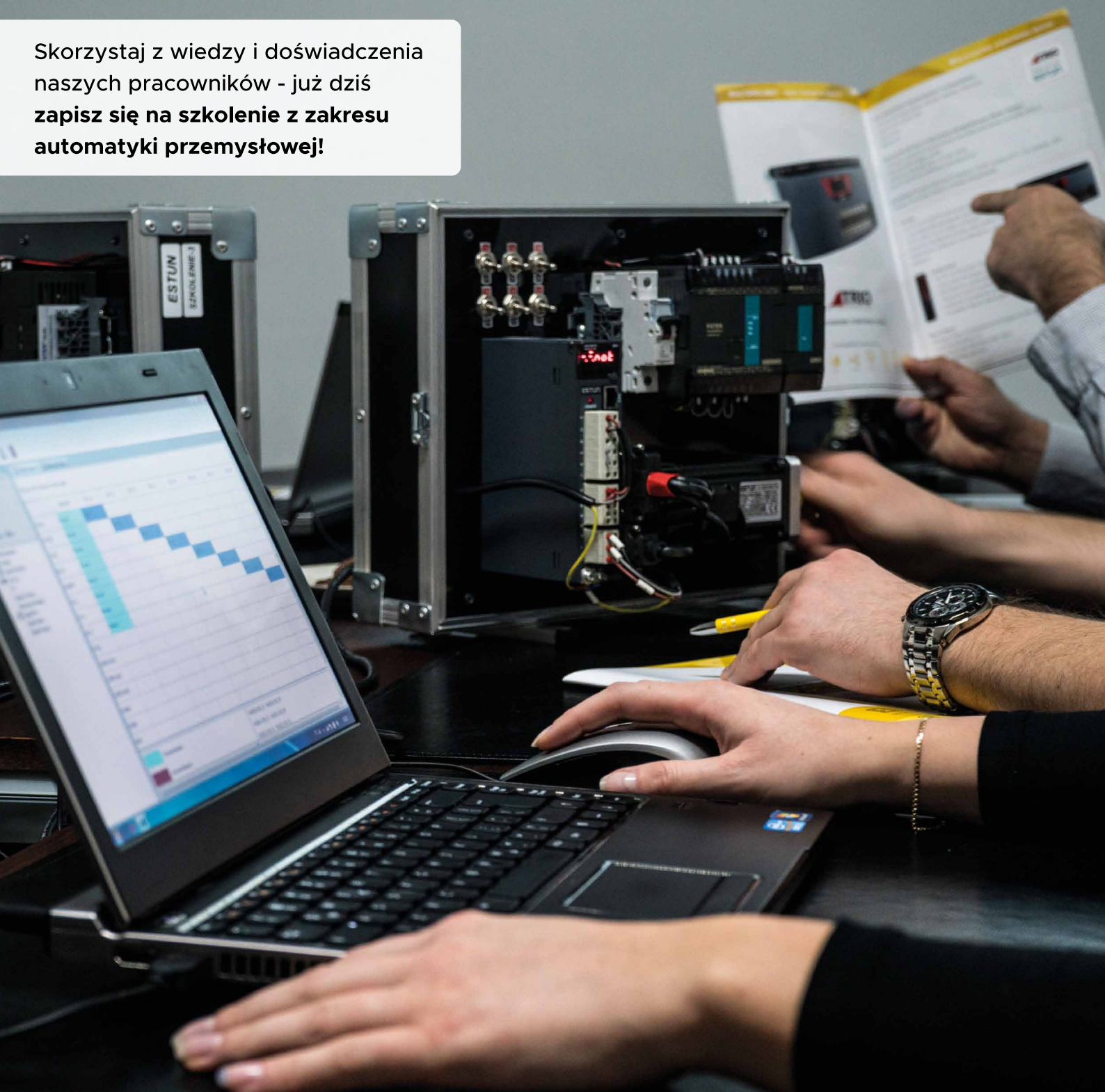
Marzec 2019

ISSN 1507-7764  
Indeks 36018X

Cena: 10,80 zł  
(w tym 8% VAT)

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

Skorzystaj z wiedzy i doświadczenia  
naszych pracowników - już dziś  
zapisz się na szkolenie z zakresu  
automatyki przemysłowej!



FAULHABER BXT

# Moc w nowym wymiarze



## NOWOŚĆ



WE CREATE MOTION

### Płaski bezszczotkowy serwowmotor FAULHABER DC z serii BXT

Dzisiaj projektów z wizją na próżno szukać w Hollywood. Znajdziemy je raczej w działach rozwoju innowacyjnych firm. Dzięki nowej rodzinie napędów BXT, FAULHABER przekracza granice możliwości w obszarze krytycznej przestrzeni instalacyjnej. Posiadające średnice 22, 32 i 42 mm i długości 14, 16 i 21 mm silniki są niezwykle kompaktowe, a dzięki innowacyjnej technologii uzwojenia, uzyskują ciągły moment obrotowy do 134 mNm i moc do 100 W. FAULHABER BXT – przygotowane na przyszłość.

Więcej informacji: [www.faulhaber.com/p/bxt/en](http://www.faulhaber.com/p/bxt/en)  
FAULHABER Polska sp. z o.o. · [info@faulhaber.pl](mailto:info@faulhaber.pl)



Odwiędz nas na targach „Automaticon” w Warszawie  
26.03. – 29.03.2019 · Hala 1 · Stoisko A9

# Przyszłość automatyzacji



## MOVI-C® – modułowy system automatyki od jednego dostawcy

SEW-EURODRIVE zapewnia optymalny system do automatyzacji procesów, obejmujący oprogramowanie inżynierskie, kontrolery ruchu, systemy przetwornic częstotliwości oraz technikę napędową.



Przekonaj się jako pierwszy i poznaj nasze najnowsze rozwiązania na targach AUTOMATICON w dniach 26-29 marca w Warszawie  
Hala 1 - stoisko A24 / B21

Przed nami kolejna edycja targów **HANNOVER MESSE**. Serdecznie zapraszamy do odwiedzenia najważniejszych i największych targów przemysłowych na świecie HANNOVER MESSE 2019.

Tematem wiodącym tegorocznej imprezy targowej jest Integrated Industry – Industrial Intelligence.

Ponad 70% wystawców przyjeżdża do Hanoweru z najnowszymi osiągnięciami techniki i rozwiązaniami mającymi zastosowanie w przemyśle. Również w 2019 roku HANNOVER MESSE mocno odznaczy się poprzez kluczowe dziedziny automatyki przemysłowej i IT, energetyki oraz ochrony środowiska, dostaw przemysłowych, technologii produkcji i jej usług, badań i rozwoju, automatyzacji procesów, systemów pneumatycznych. Krajem Partnerskim w tym roku jest Szwecja.

Organizatorzy oczekują na HANNOVER MESSE 2019 ponad 6000 wystawców z 73 krajów oraz 220 000 odwiedzających z 80 krajów.

Dla specjalistów z branży mamy bezpłatne karty wstępu na wszystkie dni HANNOVER MESSE 2019.

Poniższy link przekieruje Państwa do strony rejestrującej i aktywującej Państwa e Ticket:

[www.hannovermesse.de/ticketregistration](http://www.hannovermesse.de/ticketregistration)



Po rejestracji każda osoba otrzymuje drogą elektroniczną spersonalizowany bilet do wydruku (format A4). Prosimy zwrócić uwagę, że bilety są ważne tylko po zarejestrowaniu i aktywacji na stronie internetowej.

Zespół Przedstawicielstwa DMAG  
Targi Hanowerskie s.c.  
Przedstawicielstwo Deutsche Messe AG w Polsce  
T +48 22 465 66 22  
F +48 22 465 66 23  
[info@targihanowerskie.com.pl](mailto:info@targihanowerskie.com.pl)

# HANNOVER MESSE 2019

1-5 kwietnia 2019 • Hanower • Niemcy

[hannovermesse.com](http://hannovermesse.com)



**Adres redakcji:**

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

**Redaktor naczelna:** Katarzyna Zajac

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

**Redaguje Zespół:** Katarzyna Zajac, Ludmiła Urbińska,  
 Monika Gomółka, Ryszard Klencz

**Redaktor statystyczny:** Ludmiła Urbińska

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

**Redakcja techniczna:** Grzegorz Drobny

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

**Marketing:**

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

**Dział prenumerat:** Norbert Klencz

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

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

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

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

47-400 Racibórz  
 ul. Środkowa 5

**Patronat honorowy:**

Instytut Konstrukcji  
 i Eksploatacji Maszyn  
 Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki  
 i Inżynierii Biomedycznej  
 Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji  
 i Eksploatacji Maszyn  
 Politechniki Łódzkiej

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

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

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

„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

## Szanowni Państwo!

Oddając w Państwa ręce trzeci tegoroczny numer pisma, pewnie nie będę odkrywca, wspominając, że jest to szczególny numer miesięcznika przez fakt, że moment jego wydania przypada na czas trwającej w Polsce największej ekspozycji w branży automatyki – Targów AUTOMATICON. Intensywny rozwój tej dziedziny naszego życia sprawia, że pojawia się wiele nowości, które trafiają na podatny polski grunt. Nikogo nie trzeba bowiem przekonywać, że polska gospodarka ciągle chłonna jest innowacyjnych rozwiązań przyspieszających postęp technologiczny.

Dzięki tym innowacyjnym rozwiązaniom technologicznym polskie przedsiębiorstwa liczą przede wszystkim na obniżenie kosztów produkcji i uzyskanie przewagi konkurencyjnej. Wśród technologii o największym wpływie na wzrost zysków firmy są: automatyzacja linii produkcyjnych, analityka danych oraz oprogramowanie obniżające koszty prototypowania i wprowadzania nowych produktów. Takie informacje płyną z najnowszego raportu Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii oraz firmy Siemens „Smart Industry Polska 2018”. Swoim zasięgiem raport ten objął innowacyjność w sektorze mikro-, małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych. Analiza danych umieszczonych w tym raporcie pozwoliła uzyskać informacje na temat przyczyn, korzyści, barier i oczekiwań związanych z wdrażaniem innowacyjnych technologii w obszarze działalności produkcyjnej. Jest jeszcze mnóstwo pracy edukacyjnej do wykonania w tym temacie. Dotyczy to zwłaszcza uświadczenia przedstawicielom firm korzyści wynikających z wdrożenia rozwiązań zaliczanych do Przemysłu 4.0.

4 Rewolucja Przemysłowa wymusza bowiem modyfikację tradycyjnego postrzegania produkcji. Kluczowe jest znalezienie nowych źródeł przewagi, opartych na tworzeniu wysokiej wartości dla klienta. I tu właśnie jest miejsce na innowacyjne rozwiązania, technologie i produkty, które z jednej strony przyczynią się do zmiany struktury polskiego przemysłu i zwiększenia jego konkurencyjności, a z drugiej zapewnią osiągnięcie większej wartości dodanej dla całej gospodarki. Polska gospodarka potrzebuje zatem dodatkowych wydatków na badania i rozwój. Przedsiębiorcy coraz częściej dostrzegają potrzebę i korzyści inwestowania w tę dziedzinę. Pozytywne dane biegają z GUS, gdzie niemal 60 proc. przedsiębiorstw przemysłowych deklaruje ponoszenie nakładów inwestycyjnych w 2019 roku. Dane te pokazują, że coraz więcej polskich przedsiębiorców zwiększa wydatki na taką działalność.

W aktualnym numerze pragnę zwrócić Państwa uwagę na coraz intensywniej wkraczające w nasze życie roboty. Tego, że nie możemy bez nich się obyć, szczególnie przy wykonywaniu prac trudnych i niebezpiecznych – nikomu nie trzeba uświadczać. W przekonaniu tym mogą się Państwo utwierdzić po przeczytaniu publikacji „Wybrane konstrukcje robotów przemysłowych”.

Zapraszam również do lektury, dotyczących bardzo dziś aktualnych zagadnień, artykułów naukowych dr. inż. Tomasza Biskupa – „Stanowisko do badania filtrów dla napędów prądu przemiennego”, dr. inż. Bartłomieja Będkowskiego nt. „Analizy wydajności różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole” oraz dr. inż. Piotra Bogusza pt. „Badania maszyny reluktancyjnej przełączalnej, przeznaczonej do napędu lekkiego pojazdu elektrycznego”.

Życzę miłej lektury

Katarzyna Zajac

Redaktor naczelna





**Str. 12**

Postaw na rozwój umiejętności i naukę

**Str. 16**

FINDER  
SMARTimer 84.02.  
Nowoczesne  
technologie dla  
każdego



**Str. 18**

Moc w nowym wymiarze.  
Płaski bezszczotkowy serwomotor DC  
z większym momentem obrotowym



**Str. 22**

Hybrydyzacja źródeł energii.  
Zastosowanie falowników Danfoss  
w napędach hybrydowych



**Str. 24**

MOVI-C® - modułowy system automatyki firmy SEW-Eurodrive. MOVI-C w akcji: maszyna pakująca z systemem pakowania zbiorczego

## CO W NUMERZE

8 Nowości techniczne

138 Biblioteka

## Nauka

- 72 Języki programowania a programowanie robotów - Programowanie robotów przemysłowych - W. Kaczmarek, J. Panasiuk, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017
- 80 Czujniki i układy sensoryczne robotów przemysłowych - Robotyzacja procesów produkcyjnych - W. Kaczmarek, J. Panasiuk, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017
- 90 Wybrane konstrukcje robotów przemysłowych - Robotyzacja procesów produkcyjnych - W. Kaczmarek, J. Panasiuk, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017
- 102 Podstawy teoretyczne programowania robotów - Programowanie robotów przemysłowych - W. Kaczmarek, J. Panasiuk, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017
- 114 Badania maszyny reluktancyjnej przełączalnej, przeznaczonej do napędu lekkiego pojazdu elektrycznego - P. Bogusz, M. Korkosz, J. Prokop
- 119 Analiza wydajności różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole - B. Będkowski, J. Madej
- 124 Stanowisko do badania filtrów dla napędów prądu przemiennego - T. Biskup, H. Kołodziej, J. Michalak, A. Bodora
- 130 Projekt wielomodułowego sterownika elektrycznego napędu rowerowego - układ napędowy - K. Tatar, P. Chudzik, R. Nowak, G. Lisowski
- 135 Działanie prądu rażeniowego na układ nerwowy człowieka - S. Gierlotka

## Technologie i produkty

- 12 **TEMAT Z OKŁADKI:** Postaw na rozwój umiejętności i naukę - N. Dudka, E. Wrzesińska - MULTIPROJEKT
- 14 **TEMAT Z OKŁADKI:** Odświeżona oferta LinMot na rok 2019 - MULTIPROJEKT
- 16 **TEMAT Z OKŁADKI:** FINDER SMARTimer 84.02. Nowoczesne technologie dla każdego - R. Soliński - FINDER Polska Sp. z o.o.
- 18 **TEMAT Z OKŁADKI:** Moc w nowym wymiarze. Płaski bezszczotkowy serwomotor DC z większym momentem obrotowym - FAULHABER Polska Sp. z o.o.
- 19 SKAMER-ACM - solidny partner w automatyce i robotyce - SKAMER-ACM
- 20 **TEMAT Z OKŁADKI:** Olbrzymi sukces FAULHABER w konkursie „Fabryka Roku” - FAULHABER Polska Sp. z o.o.
- 21 Firma maxon przejmie Parvalux - Kwapil & Co GmbH
- 22 **TEMAT Z OKŁADKI:** Hybrydyzacja źródeł energii. Zastosowanie falowników Danfoss w napędach hybrydowych - Danfoss Poland Sp. z o.o.
- 24 **TEMAT Z OKŁADKI:** MOVI-C® - modułowy system automatyki firmy SEW-Eurodrive. MOVI-C w akcji: maszyna pakująca z systemem pakowania zbiorczego - SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
- 27 Lider w produkcji zaawansowanych technologicznie tłoczonych rur termoplastycznych i zabezpieczeń przewodów hydraulicznych - SMART PROTECTIONS S.r.l.
- 29 Prezentacja oferty firmy Leine & Linde. Cz. IV - TERM Tomasz Sobczak
- 30 Czekoladowa strona Przemysłu 4.0 - Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 32 Nowoczesne rozwiązania dotyczące automatyki. 5 trendów w branży spożywczej - Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 34 Nowy, gotowy do podłączenia, bardzo elastyczny hybrydowy przewód chainflex do e-przewodników, dostępny z 36-miesięczną gwarancją. Szybki napęd za niewielką cenę: nowy przewód igus do silników SEW i Siemens - igus Sp. z o.o.
- 36 Dlaczego ergonomia jest ważnym elementem pracy operatorów maszyn budowlanych - LINAK Polska
- 38 Nowy standard w robotyce pomocny w zapewnieniu bezpieczeństwa chwytaków (end-efektorów) - L. Kasprzyczak - Pilz Polska Sp. z o.o.
- 40 Schmersal: pięć rozwiązań upraszczających instalację urządzeń bezpieczeństwa - Schmersal-Polska Sp. j.

- 42 Falownik serii SJ, typ P1 - wysoko wydajny falownik do zadań specjalnych  
- ZELTECH MECHATRONIKA Sp. z o.o.
- 45 Wielofunkcyjny licznik nastawny 571T - Kubler
- 45 Liczniki wielofunkcyjne do monitorowania produkcji - M. Świetliński - SEM
- 46 Zasilanie awaryjne (UPS) w przypadku awarii za pomocą Emparro ACCUcontrol.  
Utrzymanie sprawności maszyn - Murrelektronik Sp. z o.o.
- 47 Tree M. Doskonałe połączenie w sieć - Murrelektronik Sp. z o.o.
- 48 Koncepcje automatyzacji firmy Lenze dla przemysłu samochodowego  
- T. Witor - Lenze Polska Sp. z o.o.
- 50 NORDPro Lab - szkolenia mające na celu zwiększenie zadowolenia klientów  
- NORD Napędy Sp. z o.o.
- 53 Nowy sklep internetowy! bezhalogenowe.pl - bezhalogenowe.pl
- 54 IMED Secure. Energo-efektywny system kontroli i zasilania urządzeń elektromedycznych  
na bloku operacyjnym szpitala w sieci IT - Noratel Sp. z o.o.
- 57 Co można zrobić, aby zwiększyć wydajność pomiaru momentu obrotowego?  
- BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI
- 59 Ekstremalne wymagania dla HMI - SDS - Automatyka Sp. z o.o. Sp. k.
- 61 MONITOUCH seria V9 - wbudowane rozwiązania IIoT - D. Sybilski - AMTEK
- 63 Sterowanie rozproszone z Unitronics - J. Lipski - Elmark Automatyka Sp. z o.o.
- 65 Elbok - nowoczesna sygnalizacja w każdym calu - ELBOK Sp. j.
- 65 Paletowe linie przENOŚnikowe firmy Lammas - TB-Automation BH Kraków
- 68 ASEM 4.0 - czyli 4 w 1, zintegrowane rozwiązanie dla Przemysłu 4.0 - SABUR Sp. z o.o.
- 71 PROMOTIC SCADA system - NOWA WERSJA 9.0 - R. Siwek - MICROSYS, spol. s r.o.



**Str. 30**  
Czekoladowa strona Przemysłu 4.0



**Str. 38**  
Nowy standard w robotyce pomocnej  
w zapewnieniu bezpieczeństwa chwytaków  
(end-efektorów)

## Informacje branżowe

- 26 Nowe kierunki rozwoju SEP 2019 - R. Klencz
- 44 INDUSTRYmeeting 2019 - nowa odsłona targów!  
Utrzymanie Ruchu i Technologie Przemysłowe w lutym w Expo Silesia
- 56 BUDMA. Trendy, spotkania, biznes!
- 62 Konferencja Food Automation - ruszyła rejestracja!
- 66 Targi z Nową Energią! Kolejna edycja ENEX za nami!
- 70 Przygotowanie do pierwszego projektu badawczego w firmie - MS-CONSULTING



**Str. 48**  
Koncepcje automatyzacji firmy Lenze  
dla przemysłu samochodowego

## Indeks reklam

▷ AMTEK.....61	▷ HYDAC..... 95	▷ Nowimex..... 89
▷ Befared.....97	▷ igus..... 35	▷ Pilz Polska..... 39
▷ BEZHALOGENOWE.PL..... 53	▷ IMI International..... 11	▷ Robotyka.com..... 100
▷ Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski..... 10, 57	▷ IMPOL-1 F. Szafranski..... 79	▷ SABUR..... 68
▷ Bosch Rexroth..... 9, 31	▷ INDUSTRYmeeting..... 44	▷ Sanyu Sobczak..... 29
▷ Cantoni GROUP..... 75	▷ ITM POLSKA..... 129	▷ Schmersal-Polska..... 41
▷ Danfoss Poland..... 142	▷ KIPP POLSKA..... 99	▷ SCHUNK Intec..... 9
▷ ELBOK..... 65	▷ KOMEL - Konferencja..... 134	▷ SDS - Automatyka..... 8, 59
▷ Elmark Automatyka..... 63	▷ Kubler..... 8, 45	▷ SEM..... 10, 45
▷ EURAL GNUTTI..... 77	▷ Kwapil & Co GmbH..... 8, 21	▷ SENOMA..... 101
▷ EXPOPOWER..... 113	▷ Lenze Polska..... 49	▷ SEW-EURODRIVE..... 3
▷ FAULHABER..... 2	▷ LINAK Polska..... 37	▷ SITI-POL..... 81
▷ FINDER Polska..... 141	▷ MICROSYS..... 71	▷ SKAMER-ACM..... 19
▷ Food Automation..... 62	▷ MS-CONSULTING..... 70	▷ SMART PROTECTION..... 27
▷ HANNOVER MESSE 2019..... 4	▷ Multiprojekt..... 1	▷ STAUBLI ŁÓDŹ..... 9, 91
	▷ Murrelektronik..... 11, 47	▷ STAUFF Polska..... 73
	▷ Noratel..... 55	▷ TB-Automation BH Kraków..... 11, 65
	▷ Nord Napędy..... 51	▷ Zeltech Mechatronika..... 10, 43

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Przemysłowy pierścień ślizgowy

Z myślą o możliwościach, jakie daje Ethernet, firma Fritz Kübler GmbH zaprojektowała specjalne pierścienie ślizgowe SR250, pozwalające przesyłać sygnały elektryczne, zasilające, jak i sterujące, z platformy stacjonarnej do obrotowej lub odwrotnie. Ta technologia jest typowo zastosowana w stołach obrotowych lub w robotach przemysłowych, które muszą powtórzyć swój ruch i zadania miliony razy ze stałą i powtarzalną dokładnością. W takim przypadku elementy sterowania i układ napędowy są często integrowane z ruchomymi lub wirującymi częściami maszyny. Statyczna część konstrukcji służy jako rama. Wówczas przesył prądu i danych następuje za pośrednictwem pierścieni ślizgowych. Typowymi zastosowaniami technologii pierścienia SR250 są: maszyny rozlewnicze, maszyny do etykietowania, maszyny do kontroli zużycia, obrotowe, maszyny budowlane, dźwigi oraz inne formy urządzeń automatyki i robotów przemysłowych.

Cechy charakterystyczne:

- transmisja Ethernet, sygnały, obciążenie, pneumatyka i hydraulika;
- sygnały typu Fieldbus (w tym Ethernet);
- temperatura pracy od -35 do 85°C;
- niezawodna praca w trudnych warunkach;
- szybkość transmisji do 100 Mbit/s;
- transmisja obciążenia do 80 A;
- średnica 250 mm;
- wysoki poziom ochrony do IP67;
- żywotność SR250 – 500 milionów obrotów;
- nie wymaga konserwacji.

Więcej na: [www.kubler.pl](http://www.kubler.pl), YouTube: Kubler Poland

Kubler  
[www.kubler.pl](http://www.kubler.pl)



Umożliwia to bezproblemową integrację w pojazdach kolejowych, w przemyśle morskim i sektorach transportowych.

Wyposażony w wiele opcji montażowych napęd VIPER3 ułatwia zastosowanie go w aplikacji. Kombinacja z wewnętrznym kablowaniem i zamkniętym systemem komutacji szczotkowej sprawia, że motoreduktor o stopniu ochrony do IP54 jest idealnym rozwiązaniem do zastosowania w systemach napędowych dużych wycieraczek.

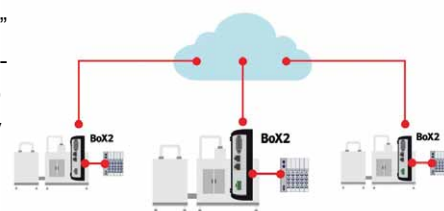
Cechy charakterystyczne:

- niezawodność i łatwy montaż;
- konstrukcja dużych szczotek powoduje zmniejszenie ich zużycia w trybach wyższych prędkości;
- zredukowane zużycie przekładni dzięki zastosowaniu materiałów kompozytowych, większej średnicy kół zębatych i jednostopniowej ślimacznicy;
- standardowe stopnie ochrony w zakresie od IP42 do IP56;
- wymiary zewnętrzne 280 × 126 × 145 mm;
- dwie dostępne rodziny: seria 80 i seria 110;
- 2 prędkości – 21/36 lub 30/45 [obr./min] w standardzie (inne opcje dostępne na zamówienie);
- moment nominalny dla serii 80: 9 Nm/6,5 Nm;
- moment nominalny dla serii 110: 15 Nm/10 Nm.

Kwapil & Co GmbH  
maxon motor group  
[www.maxonmotor.pl](http://www.maxonmotor.pl)

### BoX2 – szybki i bezpieczny dostęp do danych technologicznych

BoX2 – działa jak bezpieczna „bramka” w chmurze. Uzyskujemy w ten sposób szybki i bezpieczny dostęp do wszelkich danych z procesu czy z maszyny celem



lepszego zarządzania, optymalizacji pracy czy poprawy wydajności. BoX2 uzyskuje dostęp do danych ukrytych w Twoich maszynach za pośrednictwem protokołów komunikacyjnych do wszystkich głównych marek sterowników PLC i przesyła je przez bezpieczne połączenia IoT do chmury. Beijer Electronics oferuje również inne inteligentne funkcje oprogramowania w celu dalszego udoskonalania i strukturyzowania danych.

Każdy BoX2 ma identyfikowalną tożsamość identyfikującą urządzenie w chmurze. Urządzenia nigdy nie są widoczne w publicznym Internecie. Chmura Beijer jest hostowana na platformie Microsoft Azure z administracją organizacji, użytkownikami, urządzeniami, grupami urządzeń, tagami chmurowymi.

SDS – Automatyka Sp. z o.o. Sp. k.  
[sds-automatyka.pl](http://sds-automatyka.pl)

### VIPER3. Silnik do napędu wycieraczek – najwyższa technologia!

Zaprojektowany i zbudowany tak, aby sprawdzać się w najróżniejszych i najcięższych środowiskach. Nowy VIPER3 od Parvaluxa (grupa maxon motor) jest perfekcyjnym rozwiązaniem motoreduktora do zastosowania w systemach napędowych dużych wycieraczek. Przygotowany do pracy w najtrudniejszych warunkach, nowy VIPER3 może z powodzeniem być użyty w miejscach, w których występuje kurz, wysokie i niskie temperatury oraz bardzo duże zmiany wilgotności.





## NOWOŚCI TECHNICZNE

**ActiveMover: dynamiczny system transportowy dopasowany do indywidualnych potrzeb**

System ActiveMover jest używany przez klientów z różnych branż przemysłu farmaceutycznego, spożywczego, motoryzacyjnego, w sterylnych pomieszczeniach stosowanych podczas produkcji systemów elektrycznych i elektronicznych. Połączenie precyzji, dynamiki i elastyczności to rozwiązanie, które idealnie sprawdza się w różnych obszarach produkcji.



Korzystając z oprogramowania MTpro do planowania i projektowania systemów montażu, firma Bosch Rexroth upraszcza proces instalacji rozwiązania ActiveMover – bardzo dynamicznego systemu transportu opartego na silnikach liniowych. System ten umożliwia zwiększanie produktywności również w przypadku krótkich serii dzięki szybkiemu i precyzyjnemu pozycjonowaniu palet na przedmioty obrabiane.

Oprogramowanie MTpro umożliwia użytkownikom stworzenie zaprojektowanego pod indywidualne potrzeby rozwiązania ActiveMover z prostych i wygiętych sekcji z silnikiem liniowym montowanym pionowo bez jakiegokolwiek znajomości oprogramowania CAD. Tylko jedno kliknięcie w odpowiedni moduł w interfejsie konfiguracji spowoduje, że zostanie on umiejscowiony w zamkniętym owalnym kształcie o żądanych wymiarach. Co więcej, listy zamówień zawierające wszystkie niezbędne akcesoria zostaną utworzone automatycznie. Użytkownik może wyeksportować całkowicie skonfigurowane rozwiązanie ActiveMover do wielu różnych systemów CAD.

**Bosch Rexroth Sp. z o.o.**  
[www.boschrexroth.pl](http://www.boschrexroth.pl)

**Roboty SCARA – nowy poziom wydajności**

Światowa premiera robotów SCARA z serii TS2 odzwierciedla przełom dokonany przez firmę Staubli poprzez ustanowienie nowej klasy wydajności. Zastosowanie w 4-osiowym modelu opracowanej przez firmę technologii napędowej JCS umożliwiło osiągnięcie ultrakrótkiego czasu trwania cyklu roboczego oraz przełomowej konstrukcji, która już teraz stanowi podstawę nowych zastosowań we wrażliwych środowiskach produkcyjnych. Technologia wału drążonego umożliwia poprowadzenie całego okablowania wewnątrz konstrukcji, co pozwala na stworzenie unikatowych rozwiązań w realizacji pomieszczeń czystych.



Kompaktowa, zamknięta konstrukcja nie ma żadnych nieregularnych konturów. Jest to niebywała zaleta w przypadku mycia i dezynfekcji linii produkcyjnych. Całkowicie hermetyczna

obudowa, połączenia ukryte pod cokołem robota to ucieleśnienie współczesnej konstrukcji do aplikacji wymagających wysokiej czystości środowiska. Nowa rodzina robotów obejmuje cztery modele: TS2-40, TS2-60, TS2-80 oraz TS2-100. Nowe ramiona mają znacznie bardziej kompaktową konstrukcję w porównaniu do swoich poprzedników i zajmują mniej miejsca. Roboty zależnie od modelu charakteryzują się odpowiednio zasięgiem 460, 620, 800 i 1000 mm. Dodatkową korzyścią – po raz pierwszy – jest możliwość zamówienia 4-osiowego robota z wbudowanym opcjonalnym systemem wymiany narzędzi.

**STAUBLI ŁÓDŹ Sp. z o.o.**  
[www.staubli.com](http://www.staubli.com)

**Narzędzia do uruchamiania i elastyczne dołączane palce – łatwiejsze nawiązanie współpracy chwytaków na linii człowiek – robot**

Na przestrzeni ostatniego roku chwytak współpracujący Co-Act EGP-C został zatwierdzony przez DGUV jako pierwszy na świecie chwytak przemysłowy certyfikowany do zastosowań opartych na współpracy człowieka z robotem. Teraz firma SCHUNK wyposaża chwytak Co-act w łatwe w obsłudze elementy programujące do lekkich i małych robotów Universal Robots oraz uniwersalne palce przyłączeniowe, ułatwiające wejście w obszar współpracy człowieka z robotami.



Chwytak SCHUNK Co-act EGP-C można adresować i parametryzować poprzez centralny układ sterowania (jak dotąd) lub poprzez intuicyjny interfejs użytkownika. Jest gotowy już po kilku minutach. Następnie odbiera dane z nadrzędnego układu sterowania lub sam przesyła dane do tego układu. W przypadku zastosowania chwytaka SCHUNK EGP-C na ramieniu robota Universal Robots uruchamianie jest zintegrowane z interfejsem użytkownika robota, a komponenty można bezpośrednio ustawiać z poziomu panelu sterowania robota.

Aby zapewnić wysoki stopień elastyczności, SCHUNK rozszerzył gamę komponentów współpracujących o znormalizowane dołączane palce, które można wyposażać w uniwersalne i wymienne nakładki o różnej geometrii. Chwytak EGP-C jest dostarczany jako fabrycznie zmontowany moduł z odpowiednim złączem do robota KUKA LBR iiwa, UR lub FANUC CR. Dzięki zasilaniu robocznemu 24 V DC nadaje się także do zastosowań mobilnych. Całą elektronikę odpowiadającą za regulację i zasilanie zintegrowano wewnątrz chwytaka, dzięki czemu nie wymaga miejsca w szafie rozdzielczej. Aby współpraca z użytkownikiem przebiegała możliwie jak najsprawniej i najbardziej intuicyjnie, chwytak został wyposażony w diody LED, które operator może wykorzystać do sygnalizowania statusu modułu.

**SCHUNK Intec Sp. z o.o.**  
[www.pl.schunk.com](http://www.pl.schunk.com)

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Silniki elektryczne z obcym chłodzeniem – nie musisz czekać i czekać

Silnik elektryczny z obcym chłodzeniem jest rozwiązaniem koniecznym w aplikacjach o charakterystyce stałomomentowej. Zaleca się stosowanie obcego chłodzenia, gdy silnik indukcyjny pracuje na obrotach poniżej 60% prędkości znamionowej, a w przypadku silników od wielkości 315 wzwyż poniżej 70% prędkości znamionowej, zwłaszcza gdy obciążenie silnika ma charakterystykę stałomomentową. Niezastosowanie obcego chłodzenia prowadzi do przegrzania silnika i w związku z tym szybszego zużycia ze względu na szybką degradację izolacji i przegrzanie łożysk. Regulacja obrotów jest możliwa przez zastosowanie falownika, który możemy dobrać z bogatej oferty HITACHI.



Najczęściej producenci silników oferują takie zestawy z terminem dostawy 7–8 tygodni, co w ocenie klientów w większości przypadków jest nie do przyjęcia – zwłaszcza w sytuacji awarii.

Wychodząc naprzeciw temu, firma Zeltech Mechatronika Sp. z o.o. wprowadziła możliwość realizacji takich zestawów w czasie do kilku dni roboczych. Dotyczy to standardowych silników asynchronicznych (łapowe lub kołnierzowe) o wielkości mechanicznej od 56 do 450. Silniki o wielkości do 250 mamy zawsze na magazynie. W silnikach do wielkości mechanicznej do 90 stosujemy obce chłodzenia jednofazowe na 230 V, od wielkości 90 do wielkości 160 jednofazowe lub 3-fazowe, od wielkości 180 3-fazowe. Obce chłodzenia można u nas kupić osobno lub z silnikiem. Przy zakupie z silnikiem udzielamy dodatkowego rabatu i nie obciążamy klienta kosztami montażu.

**Zeltech Mechatronika Sp. z o.o.**  
[www.zeltech.pl](http://www.zeltech.pl)

### T21WN

HBM Test and Measurement wprowadził nowy przetwornik momentu T21WN, który oparty jest na technologii tensometrycznej i wykorzystuje bezstykową transmisję energii i sygnału pomiarowego. Przetwornik ten umożliwia wykonywanie wymagających statycznych i dynamicznych pomiarów momentu obrotowego, prędkości obrotowej i kąta obrotu na elementach nieobrotowych i wirujących. Jest idealny do zastosowań laboratoryjnych, badawczych i testowych, a także do stosowania w monitorowaniu produkcji i procesów oraz do celów zapewnienia jakości.



Oprócz sygnału wyjściowego momentu obrotowego o wartości  $\pm 10$  V przy znamionowym momencie obrotowym, zapewnia również sygnał o standardowej częstotliwości  $10 \text{ kHz} \pm 5 \text{ kHz}$ . Przetwornik momentu obrotowego T21WN występuje w wersjach o zakresach znamionowych od  $0,1 \text{ N} \cdot \text{m}$  do  $200 \text{ N} \cdot \text{m}$ . Maksymalna dopuszczalna prędkość obrotowa układu pomiaru momentu obrotowego wynosi do 20000 obrotów na minutę, w zależności od zakresu pomiarowego. Zintegrowany układ pomiaru prędkości obrotowej/kąta obrotu z 360 impulsami na obrót może być wykorzystywany do określonej maksymalnej nominalnej prędkości obrotowej bez ograniczeń.

Przetwornik jest zasilany napięciem stałym 24 V, które jest powszechnie używane w stanowiskach testowych. T21WN nadaje się do zastosowania w znacznie bardziej dynamicznych aplikacjach niż poprzedni model, T20WN, dzięki pasmu pomiarowemu 1 kHz. Użytkownicy korzystają ze znacznie szerszego zakresu funkcji niż w przypadku poprzedniego modelu.

**Biuro Inżynierskie Maciej Zajęzkowski**  
[www.hbm.com.pl](http://www.hbm.com.pl)

### Programowalny ekran w wyświetlaczach pomiarowych

Firma SEM wprowadza matrycowe ekrany LED do wielkoformatowych wyświetlaczy pomiarowych. Dzięki temu poprawia się znacznie czytelność cyfr, a obok wyniku cyfrowego można wyświetlić jednostki mierzonej wielkości i inne opisy tekstowe. Na ekranie są wydzielone sektory na wielkość mierzoną, opisy stałe i sygnalizację. Można wybrać jeden z kilku układów ekranu, z różnym podziałem na sektory. Ustawia się dla każdego sektora atrybuty wyświetlania, takie jak wielkość znaków, ich kolor i wyrównanie tekstu. Kolor może się też zmieniać dynamicznie, zgodnie z ustawionymi programami, które są też powiązane z wyjściami przekaźnikowymi. Wyświetlacze nowej serii mogą mieć wejścia analogowe, licznikowe lub interfejs szeregowy. Wersja licznikowa najlepiej wykorzystuje programowalny ekran, gdyż umożliwia jednocześnie wyświetlanie dwóch wartości pomiarowych wraz z opisem tekstowym. Może to być na przykład stan licznika i częstotliwość powtarzania impulsów. Licznik w wykonaniu specjalnym do monitorowania produkcji ma dodatkowe funkcje pomiaru wydajności, czasu taktu, a także możliwość procentowego wyświetlania wyników. Wersja z interfejsem szeregowym pozwala na dynamiczne zarządzanie ekranem – pełną kontrolę jego podziału i atrybutów wyświetlania. Przedstawione wyświetlacze będą dostępne w kilku wersjach różniących się wielkością ekranu i mają obudowy przemysłowe kategorii IP54.



**SEM**  
[www.sem.pl](http://www.sem.pl)

## NOWOŚCI TECHNICZNE

**Modlink MSDD – indywidualne grawerowanie**

Interfejsy panelu czołowego Modlink MSDD są dobrze widoczne na szafach sterowniczych. Idealnie nadają się do umieszczania etykiet systemowych, kodów kreskowych i ostrzeżeń. Teraz dodawanie tych etykiet nie jest już konieczne. Producenci szaf sterowniczych mogą reklamować się, umieszczając swój logotyp na ramce.



Przesłany przez Klienta tekst lub logotyp możemy wygrawerować laserowo na ramce bezpłatnie i niezależnie od zamawianej ilości.

Najnowsza technologia laserowa umożliwia trwałe i czytelne znakowanie. To szybki i łatwy proces – wystarczy przesłać logo pocztą elektroniczną.

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

**Modularny system paletowy SISTEMAS**

Firma LAMMAS produkuje modułowe systemy paletowe serii SISTEMAS o napędzie łańcuchowym, przeznaczone do automatyzacji transportu paletowego szeroko stosowanego w wielu branżach produkcyjnych, takich jak Automotive czy AGD.



Przenośniki serii SISTEMAS wykorzystywane są zwykle na dwa sposoby:

- jako baza transportowa wchodząca w skład rozbudowanej maszyny montażowej. Przykład: maszyna służąca do montażu głowic samochodowych, w której transport głowicy pomiędzy poszczególnymi stacjami oraz ich pozycjonowanie zapewnia przenośnik łańcuchowy LAMMAS;
- jako główna linia transportowa wchodząca w skład ciągu produkcyjnego. Przykład: zastosowanie przenośnika paletowego LAMMAS do łączenia elementów napędowych (silnik + skrzynia) z nadwoziem samochodowym.

Przenośniki LAMMAS w zależności od typu pozwalają transportować oraz pozycjonować z dużą precyzją na stanowiskach montażowych elementy o masie od kilku kilogramów do tysiąca pięciuset kilogramów.

Produkowane są w pięciu podstawowych wariantach: 250 mm / 350 mm / 450 mm / 600 mm / 700 mm.

Dostarczamy kompletne, zmontowane linie przenośnikowe, wyposażone we wszystkie niezbędne czujniki. Innowacyjny system przenoszenia napędu przez łańcuchy transportowe pozwala wyeliminować w wielu przypadkach napędy elektryczne, co skutkuje

mniej awaryjnością i ogranicza koszty serwisowe oraz eksploatacyjne linii.

Standaryzacja modułów oraz autorskie rozwiązanie napędów stacji przenośników umożliwiając oferowanie niezawodnego produktu sprawdzonego w wielu fabrykach na świecie.

**TB-Automation BH Kraków**  
[www.lammas.it/PL/](http://www.lammas.it/PL/)

**Excelon® Plus – modułowe zespoły do przygotowania powietrza**

Excelon® Plus to najnowsza generacja zespołów przygotowania powietrza opracowanych przez firmę IMI Precision Engineering. Zespoły te cechują się wyjątkową wydajnością, zwartą budową i niską wagą, przy jednoczesnym braku kompromisów w zakresie wytrzymałości. Sprawdzają się we wszystkich zastosowaniach przemysłowych.



Wszystkie zbiorniki wyposażone są w unikatową podwójną blokadę. Łatwy w obsłudze zacisk umożliwia demontaż zbiornika. Zacisk jest duży i zatrzaszkuje się ze słyszalnym kliknięciem przy ponownym montowaniu zbiornika, gwarantując, że znalazł się on we właściwym położeniu roboczym. Zapadka zamykająca się, gdy urządzenie jest pod ciśnieniem, uniemożliwia obracanie zbiornika podczas użytkowania. Dzięki tej unikatowej podwójnej blokadzie filtr Excelon® Plus jest najbezpieczniejszym urządzeniem tego typu na rynku.

Zawór odcinający Excelon® Plus jest dostępny w wersji 3/2 z gwintowanym przyłączem odpowietrzającym i czerwonym pokrętelem. Jest to pełnoprzepływowy zawór kulowy z przyłączem odpowietrzającym 1/4 cala, umożliwiającym montaż tłumika wydechu lub rury wylotowej powietrza. Zawór jest wyposażony w zintegrowaną blokadę, pozwalającą na bezpieczne zablokowanie zaworu w położeniu zamkniętym.

Serwis zespołów Excelon® Plus jest prostszy dzięki zastosowaniu nowej konstrukcji: wkład filtra demontuje się razem ze zbiornikiem. Elementy serii Excelon® Plus można stosować jako pojedyncze urządzenia lub w zestawach modułowych dzięki zastosowaniu systemu Quikclamp. Jednoczęściowy moduł Quikclamp ze zintegrowanymi uchwytami umożliwia szybki montaż i demontaż.

**IMI International Sp. z o.o.**  
**Oddział Precision Engineering w Warszawie**  
[www.imi-precision.com/pl](http://www.imi-precision.com/pl)

Redakcja miesięcznika „Napędy i Sterowanie”  
zaprasza do odwiedzenia  
stoiska E7 na Targach AUTOMATICON w Warszawie  
w dniach 26–29 marca br.

# Postaw na rozwój umiejętności i naukę

Natalia Dudka, Ewa Wrzesińska

Rośnie zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników działów utrzymania ruchu, będących na bieżąco i posiadających aktualną wiedzę z zakresu automatyki i budowy maszyn. Firma Multiprojekt pragnie wyjść naprzeciw tym potrzebom.

Chcemy, by osoby posługujące się naszym sprzętem potrafiły w pełni wykorzystywać jego możliwości i tworzyły coraz ciekawsze aplikacje. Pomagamy skrócić czas, jaki mija od nabycia sprzętu do uruchomienia pierwszej aplikacji. Współpracujemy również z uczelniami technicznymi, prowadząc szkolenia dla uczniów i studentów. W ubiegłym roku zaufało nam niemal 300 osób, biorąc udział w 64 szkoleniach w Krakowie, Warszawie, Poznaniu i Gdyni.

Prowadzimy szkolenia z zakresu programowania, obsługi, konfiguracji i serwisowania systemów automatyki przemysłowej:

- szkolenia podstawowe z zakresu obsługi i programowania sterowników PLC, paneli HMI, serwonapędów – poniżej zdradzamy szczegóły;
- szkolenia indywidualne – trenerzy odpowiedzą na wszelkie pytania, pomogą wdrożyć zaawansowane rozwiązania, nauczą, jak optymalnie korzystać z urządzeń. Więcej na [www.multiprojekt.pl/Szkolenia](http://www.multiprojekt.pl/Szkolenia);
- darmowe szkolenia dla studentów – więcej informacji na: [www.bit.ly/Multiprojekt\\_Studenti](http://www.bit.ly/Multiprojekt_Studenti).



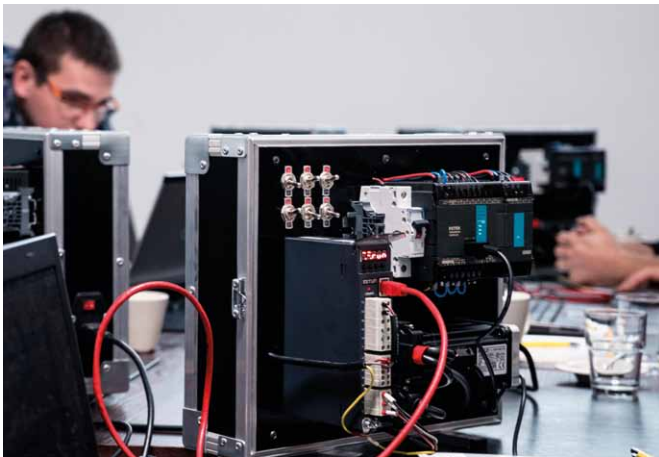
## Jak wygląda szkolenie podstawowe?

Szkolenia podstawowe są podzielone tematycznie. Na każdym z nich omawiany jest inny typ urządzeń, ich obsługa krok po kroku, garść wiedzy teoretycznej i praktyczne *case studies*. O zakresie tematycznym szkoleń opowiada nasz doradca techniczny, Krzysztof Tylutki:

– Szkolenie z zakresu programowania i obsługi paneli operatorskich firmy Weintek kompleksowo omawia ich użytkowanie od przedstawienia funkcjonalności i zastosowania ich interfejsów, poprzez tworzenie graficznego interfejsu użytkownika w oprogramowaniu Easy Builder Pro, kończąc na niuansach związanych z nawiązaniem połączenia z urządzeniami. Przedstawione zostają możliwości zbierania danych o realizowanych przez maszyny procesach i ich archiwizowania. Wykładane są elementarne czynności odnoszące się do stworzonego projektu, takie jak kompilacja, symulacja offline i online, wgrywanie projektu do panelu, archiwizacja projektu.

Podczas szkolenia ze sterowników PLC Fatek uczestnicy zostają zapoznani z funkcjonalnościami dostępnych jednostek głównych i ich modułów rozszerzeń pod kątem możliwości samodzielnego doboru sprzętu dla danej aplikacji. Wykładane są elementy drabinkowego języka programowania sterowników PLC, przedstawiony zostaje również alternatywny, krokowy tryb programowania. Zaprezentowane zostają metody edycji, debugowania oraz nadzoru nad programem sterownika. Uczestnicy zostają wprowadzeni w zagadnienia obsługi i wykorzystania szybkich liczników sprzętowych, wysyłania impulsów pozycjonujących oraz odczytu temperatur.

Uczestnik szkolenia omawiającego konfigurację oraz użytkowanie serwonapędów Estun na wstępie zostaje zapoznany z istniejącymi na gnieździe sygnałowym napędów interfejsami, wraz ze wskazaniem ich wykorzystania dla kontroli ruchu napędu. Informacje te rzutują na dalszy przebieg szkolenia, gdzie omawiane i ćwiczone są poszczególne tryby kontroli napędu, wraz ze wskazaniem istotnych parametrów dla danego trybu pracy. Prócz tego wykładana jest diagnostyka stanu napędu oraz modyfikacja jego parametrów, z zastosowaniem klawiatury zabudowanej na napędzie oraz oprogramowania narzędziowego.



Krzysiek jest jednym z sześciu wspaniałych ;) trenerów, prowadzących szkolenia w Multiprojekcie. Trenerzy swoją szeroką wiedzę nabywają, pełniąc codzienne obowiązki, czyli rozwiązując najbardziej skomplikowane problemy techniczne Klientów, odnajdując optymalne rozwiązania oraz asystując podczas uruchamiania maszyn.

### Poznaj specjalistów prowadzących szkolenia

**Krzysztof Tylutki, Kraków.** Wiedzę o produktach, których obsługę i użytkowanie przybliży uczestnikom szkoleń, nabywa, pełniąc swoje codzienne obowiązki doradcy technicznego, a kryje się pod tym rozwiązywanie problemów klientów, odnajdywanie dla nich optymalnych rozwiązań oraz asysta podczas uruchamiania maszyn. Szkolenia z zakresu obsługi produktów oferowanych przez firmę prowadzi od ponad 5 lat.

**Jarosław Pawełek, Kraków.** Doradca techniczny w firmie Multiprojekt. Od ponad 5 lat związany z branżą automatyki przemysłowej. Szkoleniowiec z zakresu obsługi i programowania sterowników PLC FATEK, paneli HMI Weintek i serwonapędów ESTUN. Automatyzacja z zamiłowania, w wolnych chwilach – pasjonat fotografii.

**Rafał Chrzanowski, Warszawa.** Doradca ds. technicznych, ukończył wydział Mechatroniki i Lotnictwa w WAT na kierunku Mechatronika o specjalizacji Automatyka i Sterowanie. Na co dzień pomaga klientom w obszarze automatyzacji procesów i integracji komponentów automatyki przemysłowej. Interesuje się nowymi technologiami z zakresu automatyki budynkowej oraz sztucznej inteligencji. W wolnych chwilach zajmuje się tworzeniem muzyki.

**Łukasz Tomaszek, Warszawa.** Od 6 lat jest pasjonatem branży automatyki, od programowania, przez budowę maszyn, po doradztwo w tym zakresie. Rozwiązywanie problemów, bycie na bieżąco z nowinkami technologicznymi i możliwość wkładu



w rozwój polskiego przemysłu – pozwalają mu czerpać przyjemność z pracy. W życiu osobistym ceni sobie czas spędzony z rodziną i znajomymi oraz aktywny wypoczynek.

**Łukasz Pękała, Poznań.** W firmie Multiprojekt zajmuje się konsultacją w ramach sprzedaży, pomocą w doborze i konfiguracji sprzętu oraz pisaniem artykułów do czasopism branżowych z dziedziny automatyki. Jest absolwentem Politechniki Poznańskiej na kierunku Automatyka i Robotyka. Po pracy lubi aktywnie spędzać czas, głównie jeżdżąc na rowerze i biegając.

**Mateusz Fiebig, Gdynia.** Absolwent Politechniki Gdańskiej na kierunku Mechanika i budowa maszyn, jego specjalizacja to Robotyka. W firmie Multiprojekt od 8 lat zajmuje się wsparciem technicznym i szkoleniami. Testuje produkty firmy Multiprojekt w praktyce, projektując i uruchamiając dla klientów maszyny oraz całe linie technologiczne. W wolnym czasie fotografuje i pływa kajakiem. ■

**ZAPISZ SIĘ!** Wszystkie szkolenia, na które aktualnie prowadzone są zapisy, znajdują się na stronie [www.multiprojekt.pl/Szkolenia](http://www.multiprojekt.pl/Szkolenia).

Jeżeli masz jakiegokolwiek pytania, skontaktuj się z nami: [szkolenia@multiprojekt.pl](mailto:szkolenia@multiprojekt.pl).

📧 Natalia Dudka – specjalista ds. marketingu

Ewa Wrzesińska – kierownik działu marketingu



**MULTIPROJEKT**  
ul. Fabryczna 20 A  
31-553 Kraków  
tel. 12-413 90 58  
fax 12-376 48 94  
[info@multiprojekt.pl](mailto:info@multiprojekt.pl)  
[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)

# Odświeżona oferta LinMot na rok 2019

Firma LinMot jest globalnym producentem wysokiej jakości serwonapędów liniowych i liniowo-obrotowych. Od 1993 roku regularnie rozszerza swoją ofertę, koncentrując się na produkcji i dystrybucji napędów liniowych do zastosowań w środowiskach przemysłowych. Prezentujemy kolejne możliwości i rozwiązania, które zostaną w tym roku wprowadzone na rynek; będą to serwowzmacniacze obsługujące protokół CIP Sync, wysokiej wydajności silniki liniowe w rozmiarze P01-48 oraz modele ze stali nierdzewnej.

## Serwosilniki LinMot z CIP Sync™

W wyniku kooperacji z Rockwell, LinMot dodał CIP Sync™ do interfejsu EtherNet/IP dla serwonapędów serii C1250. Daje to możliwość łatwej i dokładnej synchronizacji silników liniowych LinMot, sterownika oraz całego układu pozycjonowania. Oprócz pakietów danych wysyłanych przez kontroler, rejestrowane są również informacje o czasie, które z kolei są przetwarzane przez serwonapęd.

CIP Sync™ umożliwia dokładną synchronizację pomiędzy dwiema lub więcej osiami napędzanymi serwonapędami LinMot lub Rockwell, w jednym systemie. CIP Sync™ zapewnia zwiększoną koordynację sterowania, wymaganą dla aplikacji serwonapędów, gdzie bezwzględna synchronizacja czasu ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia synchronizacji w czasie rzeczywistym między rozproszonymi inteligentnymi osiami serw. Aby ułatwić integrację urządzeń, LinMot zapewnia użytkownikowi zaprogramowane instrukcje (AOI), które określają wstępnie zawartość pakietu danych pod względem kanału parametrów, znacznika czasu, położenia, prędkości i przyspieszenia. Ułatwia to sprawne, samodzielne uruchomienie przez użytkownika. Rozszerzenie CIP Sync™ będzie implementowane w serwonapędach LinMot serii C1250, posiadających przyrostek -CM w nazwie.

Oprócz CIP Sync™, napędy C1250 będą posiadać inne funkcje, ułatwiające pracę z nimi. Jest to m.in. wsparcie protokołów ProfiNet, EtherNet/IP, EtherCAT, Sercos III, umożliwiające bezpośrednią konfigurację napędu poprzez interfejs EtherNet. Obsługiwane są również profile CiA402, SoE i PROFIdrive. Dodatkowo serwonapędy mogą być wyposażone w wariant -1S (*Safe Torque Off*) oraz w funkcję *Plug and Play* (interfejs automatycznego wykrywania silnika).

Planowana data wprowadzenia opisywanych urządzeń na rynek to drugi kwartał 2019 roku.



## Silniki LinMot 3x400VAC ze stali nierdzewnej

Niezwykle udana, ciesząca się dużym zainteresowaniem Klientów rodzina silników liniowych P10-70 3x400VAC właśnie się powiększyła: na rynek wprowadzone zostają modele ze stali nierdzewnej. Te w pełni chronione przed degradacją urządzenia umożliwiają zastosowanie silnika liniowego w maszynach przetwarzających żywność oraz napoje, a także w procesach firm farmaceutycznych i medycznych, gdzie wymagane jest zachowanie najwyższych standardów czystości. Wysoka wilgotność oraz roztwory żrące mogły powodować spustoszenie w układach silników liniowych – aż do momentu wprowadzenia silników ze stali nierdzewnej serii P01-37 i P01-48. Teraz LinMot jeszcze bardziej zwiększył możliwości swoich napędów: wprowadził na rynek długo oczekiwaną ofertę silników liniowych ze stali nierdzewnej o wyższych osiągnięciach.

Obudowa INOX, w całości wykonana ze stali nierdzewnej EN 1.4404 / AISI 316L, zapewnia niezawodność działania w bardzo trudnych warunkach środowiskowych. Całkowicie zespalana





obudowa uszczelnia silnik od zewnątrz, uzyskując w ten sposób stopień ochrony IP69K. Aby zapobiec tworzeniu się skroplin w silniku, obudowa odlewana jest w warunkach próżni. Oznacza to, że jest ona wolna od wtrąceń powietrza, które mogłyby tworzyć wodę kondensacyjną przy zmiennych temperaturach. Ponadto nowe silniki są wyposażone w chłodzenie wodne, które jest zintegrowane z obudową. W przypadku konserwacji użytkownik korzysta z modułowej konstrukcji silników, w których można bardzo łatwo wymienić łożysko. Specjalnie zaprojektowane kołnierze montażowe umożliwiają prostą instalację systemu oraz maszyny.

Funkcjonalnie, wersja ze stali nierdzewnej oferuje wszystkie zalety serii P10-70. Sprawdzone technologia 3x400VAC w połączeniu z serwonapędami LinMot z bezpośrednim zasilaniem sieciowym zapewnia, że silniki idealnie pasują do nowych i istniejących koncepcji maszyn. Podobnie jak obecne silniki liniowe serii P10, nowe silniki ze stali nierdzewnej mogą być również kontrolowane za pomocą napędów innych niż LinMot producentów.

Od wiosny 2019 roku silniki liniowe serii P10-70 będą dostępne w długościach PS10-70x160, PS10-70x 240 i PS10-70x 320, wpasowujących się do aplikacji o skokach do 520 mm i ciągłej sile do 180 N.

### Wysokiej wydajności silniki liniowe w rozmiarze P01-48

Z ogromnym sukcesem serii wydajnych silników liniowych *High-Performance* P01-23 i P01-37, LinMot wprowadza na rynek kolejny, większy model P01-48 w ofercie HP.

Podobnie jak w przypadku mniejszych rozmiarów -23 i -37, zmiany uzwojenia silnika, obwodu magnetycznego i zastosowania materiałów o wysokiej wydajności zapewniają zdecydowanie wyższe osiągi silnika. Zwiększone osiągi są szczególnie dostrzegalne w przypadku wyższej siły ciągłej. Użytkownik

korzysta z takich samych wymiarów, jak w przypadku standardowych silników liniowych serii P01-48, a jednocześnie otrzymuje więcej mocy. Pozwala to na zwiększenie wydajności istniejących maszyn i systemów bez konieczności zmiany konstrukcji mechanicznej. Starsze maszyny można łatwo zmodernizować na miejscu. Nowe silniki liniowe P01-48 HP mogą być wykorzystywane do realizacji aplikacji o wysokiej dynamice, w bardzo małej przestrzeni, bez konieczności stosowania wcześniej wymaganego w wielu przypadkach wymuszonego chłodzenia.

Nowe silniki o wysokiej wydajności są dostępne w dwóch długościach: PS01-48x150-HP i PS01-48x240F-HP. Oba modele będą wprowadzone na rynek wiosną 2019 roku.

Zaprezentowane nowości to nie wszystko, co przygotowała firma LinMot na rok 2019. Niebawem poinformujemy Państwa o kolejnych ciekawych rozwiązaniach. Jako jedyni dystrybutorzy serwo-silników LinMot w Polsce zapraszamy do śledzenia naszej strony [multiprojekt.pl](http://multiprojekt.pl), na której znajdą Państwo więcej informacji o całej ofercie. ■



**MULTIPROJEKT**  
ul. Fabryczna 20 A  
31-553 Kraków  
tel. 12-413 90 58  
fax 12-376 48 94  
info@multiprojekt.pl  
www.multiprojekt.pl

## FINDER SMARTimer 84.02

# Nowoczesne technologie dla każdego

Robert Soliński

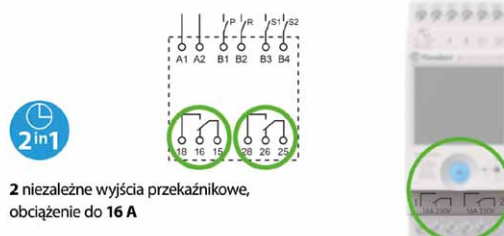
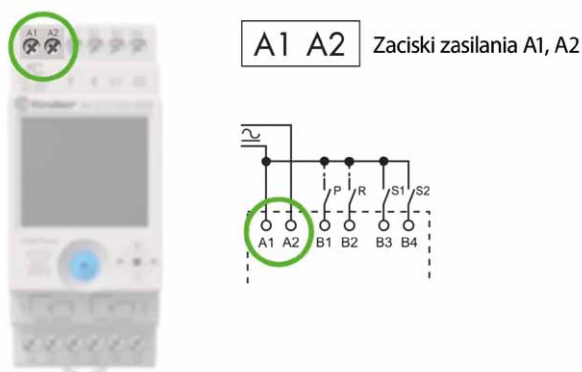
Od 1954 r. zajmujemy się projektowaniem i produkcją przekaźników elektromagnetycznych, czasowych, gniazd i komponentów do szaf sterowniczych. W procesie badania i rozwoju szczególną uwagę zwracamy na jakość i innowacyjność produktów wprowadzanych do produkcji. Artykuł poświęcony jest nowej generacji przekaźników cyfrowych SMARTimer.

Obecnie przekaźniki czasowe stosowane są w wielu aplikacjach przemysłowych, budynkowych, w automatyce i sterowaniu. Przed instalacją musimy zastanowić się, jakiej precyzji wymagamy od urządzenia i jak często zamierzamy zmieniać ustawienia, parametry lub funkcje przekaźnika.

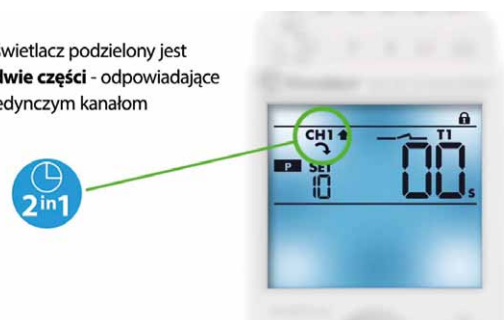
Taki dobór pozwoli nam uniknąć ewentualnych dodatkowych kosztów związanych z koniecznością zmiany funkcji lub instalacji kolejnego kanału z niezależną funkcją.

Warto zwrócić uwagę na kilka aspektów dotyczących samych parametrów elektrycznych, a także odporności na zakłócenia EMC oraz temperatury pracy itd. Na podstawie takich danych możemy ocenić jakość wybranego produktu. Wyższa jakość oznacza natomiast większą wydajność i mniejszą awaryjność urządzenia, a co za tym idzie – niższe koszty serwisowania.

W ofercie firmy Finder można znaleźć przekaźniki czasowe w bardzo szerokim zakresie zastosowań, funkcji, zakresów czasowych: od prostych modułów elektronicznych montowanych w korelacji z przekaźnikiem elektromagnetycznym poprzez rozwiązania zaawansowane z możliwością programowania po technologię NFC.



Wyświetlacz podzielony jest na **dwie części** - odpowiadające pojedynczym kanałom



Seria 84.02 to duży krok naprzód w prostszym, elastycznym i szybkim programowaniu poprzez smartfon z NFC dzięki aplikacji na Androida „Finder Toolbox”.

Finder rozszerzył ofertę produktów programowalnych za pomocą smartfona przy użyciu technologii NFC wraz z wprowadzeniem SMARTimera – nowego wielofunkcyjnego przekaźnika czasowego z dwoma wyjściami o obciążalności 16 A i całkowicie niezależnymi kanałami.

SMARTimer posiada duży podświetlany wyświetlacz LCD dla łatwego wglądu w parametry użytkowe, takie jak: nastawiony czas, aktualny czas i odliczanie czasu; równocześnie wyświetlane są stany sygnału sterującego i wyjść przekaźnika.

Programowanie jest elastyczne, pozwala stworzyć specyficzne kombinacje spośród 30 dostępnych funkcji dla każdego z kanałów. Wszystkie programy mogą być zabezpieczone kodem PIN.



SMARTimer Findera, dzięki dużemu wyborowi funkcji, szerokiemu zakresowi nastaw czasowych i możliwości nastawienia czasu co 0,1 sekundy, sekundę, minutę i godzinę, zapewnia precyzję i umożliwia konfigurację w przedziale od 0,1 sekundy aż do 9999 godzin (to ponad rok!)

Dodatkowo kanały wyposażone są w funkcję dwóch niezależnych sygnałów wejściowych Start (jeden dla każdego z kanałów), jeden wspólny sygnał wejściowy Reset (do wyboru dla jednego lub dwóch kanałów), jeden wspólny sygnał wejściowy Pauza (do wyboru dla jednego lub dwóch kanałów). Dzięki temu mamy możliwość dodatkowego wpływania na proces sterowania, kiedy tylko tego chcemy.

SMARTimer dostępny jest w dwóch wersjach:

- typ 84.02.0.230.0000 ze znamionowym napięciem zasilania: 110–240 V AC/DC;
- typ 84.02.0.024.0000 ze znamionowym napięciem zasilania: 12–24 V AC/DC.

Obydwa modele dla napięć DC nie mają sprecyzowanej polaryzacji.

Duży wyświetlacz **to czytelność wszystkich informacji podczas programowania** jak i podczas normalnej pracy przekaźnika

Nastawiony czas



Sygnały wejściowe:

- S Start
- R Reset
- P Pauza (aktywna)



Cyfrowy wyświetlacz umożliwia wyświetlanie i nastawę czasów pracy z bardzo dużą precyzją, wybieranych z różnych zakresów czasowych.



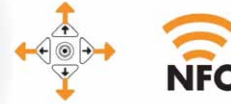
- Godzina
- Godzina.Minuta
- Minuty
- Minuty.Sekundy
- Sekundy.1/10 Sekundy

SKALA  
D  
H  
M  
S



**Dualne programowanie:**

Jesteśmy unikalni dostarczając produkt z dwiema metodami programowania **(Ręczna + NFC)**



Aplikacja umożliwia szybkie **programowanie urządzenia**



**Z aplikacją możesz:**

Stworzyć nową konfigurację dla każdego z kanałów, wybierając:

- Funkcję
- Zakres czasowy i nastawę czasu pracy T1 i T2
- Odliczanie Od góry / Od dołu
- Opcję PAUZA i RESET

Prezentowany przekaźnik to idealne rozwiązanie w procesach wymagających znacznej dokładności nastaw czasowych, np. w urządzeniach takich, jak zgrzewarki, pompy ciśnieniowe, autoklawy, a także w systemach dozowania etc.

Gdziekolwiek pojawi się potrzeba zastosowania łatwego w dostosowaniu, prostego w instalacji, wielofunkcyjnego, modułowego przekaźnika czasowego lub takiego o precyzyjnej i szerokiej skali czasów, SMARTimer Findera będzie idealny. ■

Robert Soliński



**FINDER** Polska Sp. z o.o.

ul. Małwowa 126

60-175 Poznań

tel. 61-865 94 07

fax 61-865 94 26

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

Moc w nowym wymiarze

# Płaski bezszczotkowy serwomotor DC z większym momentem obrotowym

Wiele aplikacji wymaga jak najkrótszych silników z wirnikiem zewnętrznym o dużym momencie, ze względu na ograniczoną przestrzeń instalacji, na przykład w robotyce, protezach, automatyce laboratoryjnej, technologii medycznej lub w wyposażeniu kabin samolotowych. Dzięki bezszczotkowemu serwomotorowi DC FAULHABER BXT firma FAULHABER podniosła poprzeczkę w tym segmencie rynku.

**D**zięki innowacyjnej technologii uzwojenia i zoptymalizowanej budowie silniki mają zaledwie 14, 16 i 21 mm długości, ale generują momenty obrotowe do 134 mNm, przy średnicy odpowiednio: 22 mm, 32 mm i 42 mm. Są one zaprojektowane dla generowania wyjściowej mocy ciągłej do 100 W i tym samym znacznie przekraczają dotychczasowe standardy w tej klasie napędów, szczególnie w aspekcie stosunku momentu obrotowego do przestrzeni instalacyjnej i ciężaru, co jest zaletą w przypadku zastosowań, w których przestrzeń jest parametrem krytycznym.

Nową serię wyposażono w cyfrowe czujniki Halla. Silniki osiągają prędkości do 10 000 obr./min i mogą współpracować z szeroką gamą przekładni, enkoderów, hamulców i elektroniki napędowej z gamy produktów FAULHABER. Dostępne są w konfiguracjach z niestandardowymi modyfikacjami złączy elektrycznych i mechanicznych. Silniki posiadają standardowo przewody pojedyncze, oferując elastyczne złącze elektryczne dla różnych zastosowań. Złącze wtykowe służy do podłączania elementów sterowania.



Płaskie silniki z wirnikiem zewnętrznym o dużym momencie obrotowym wymagane są często w robotyce, protezach, automatyce laboratoryjnej, pompach, technologii medycznej lub w wyposażeniu kabin samolotowych. Silniki BXT firmy FAULHABER wyznaczają nowe standardy, oferując znacznie większe momenty obrotowe, niż było to dotychczas możliwe w tej klasie napędów

(Źródło: FAULHABER)

## Specjaliści napędów z Schönaich

FAULHABER specjalizuje się w rozwoju, produkcji i wdrażaniu wysoce precyzyjnych systemów napędów miniaturowych, serwo-komponentów i elektroniki napędowej o mocy wyjściowej do 200 W.

Firma zajmuje się produkcją rozwiązań konstruowanych pod specjalne wymagania klienta oraz oferuje szeroki wybór produktów standardowych, takich jak silniki bezszczotkowe, miniaturowe silniki DC, enkodery czy sterowniki ruchu. Marka FAULHABER jest uznawana na całym świecie za symbol najwyższej jakości i niezawodności w kompleksowych i wymagających obszarach zastosowań, takich jak technologia medyczna, automatyka przemysłowa, optyka precyzyjna, telekomunikacja, przemysł lotniczy i kosmiczny oraz robotyka. Od potężnego silnika DC z momentem obrotowym ciągłym 200 mNm, po filigranowy mikronapęd o średnicy 1,9 mm – standardową ofertę FAULHABER można konfigurować na 25 milionów sposobów dla odpowiedniej optymalizacji w określonym zastosowaniu. Taka technologiczna baza możliwości konstrukcyjnych stanowi podstawę do wprowadzania najróżniejszych modyfikacji, umożliwiających sprostanie najbardziej wymagającym potrzebom klientów.

Więcej informacji w tym temacie znajdą Państwo na stronie [www.faulhaber.com/bxt/en](http://www.faulhaber.com/bxt/en).

 **FAULHABER**

FAULHABER Polska Sp. z o.o.

ul. Górki 7

60-204 Poznań

tel. 61-278 72 53

fax 61-278 72 54

e-mail: [info@faulhaber.pl](mailto:info@faulhaber.pl)

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

# SKAMER-ACM – solidny partner w automatyce i robotyce

Coraz więcej przedsiębiorców operujących na polskim rynku docenia profesjonalizm naszych rodzimych firm integratorskich. Oprócz ceny usługi, która często w przypadku polskich firm integratorskich jest niższa, docenia się również wysoką jakość usługi.

Innowacyjność jest podstawą rozwoju firmy SKAMER-ACM. Od 12 lat intensywnie działamy w kierunku poprawy efektywności energetycznej w zakładach przemysłowych. Wpisuje się to idealnie w politykę energetyczną Polski. W ostatnich latach wewnątrz Firmy nastąpił bardzo dynamiczny rozwój działu programistycznego. Z roku na rok wzrasta ilość realizowanych projektów inwestycyjnych obejmujących systemy SCADA. Ze względu na rosnącą świadomość efektywnego użytkownika mediów energetycznych oprogramowanie typu SCADA wykorzystywane jest głównie do tworzenia systemów monitoringu mediów energetycznych. Inwestorzy coraz częściej decydują się na systemy informatyczne MES, dzięki którym mogą analizować kluczowe parametry. Łatwo można zlokalizować przyczynę przestoju, awarii oraz określić przyczynę zdarzeń. Ponieważ system

działa w czasie rzeczywistym, można na bieżąco reagować na niezgodności. System pozwala na dokładną analizę kosztów produkcji. Rejestruje wydajność maszyn, przestoje, zatrzymania awaryjne. Dzięki systemom realizowanym przez SKAMER-ACM użytkownik może poznać przyczyny przestoju i wad produkowanych detali. Zastosowanie systemu ma za zadanie optymalizację procesu produkcji, poprawę jakości, obniżenie kosztów, wzrost parametru OEE. Rozpoczyna się nowa jakość dzięki Przemysłowemu Internetowi Rzeczy. Co ważne, te technologie są coraz tańsze i często czas zwrotu inwestycji nie przekracza roku. Do integracji urządzeń, wdrożenia systemów typu SCADA, ERP, MES niezastąpione są nowoczesne firmy integratorskie, które z jednej strony znają technologię, a z drugiej posiadają szeroką wiedzę z zakresu systemów sterowania. Czasami barierą są protokoły

komunikacyjne i ich wzajemna kompatybilność. Dlatego ważne jest, aby jedna firma czuwała nad całością zadania. Oczywiście jest otwarta platforma komunikacyjna OPC, dzięki której integracja urządzeń jest znacznie ułatwiona, ale producent urządzenia musi udostępniać serwer OPC.

Kolejną dziedziną, która wpisuje się w rozwój firmy Skamer, jest ROBOTYKA. Jest to z jednej strony związane z innowacją, a z drugiej stanowi odpowiedź na zmieniający się w ostatnich latach rynek pracy i zmiany socjologiczne. Kwestie ekonomiczne częściej pozwalają zakładom przemysłowym na inwestycje w tym zakresie. Aktualnie tworzenie aplikacji sterowania to coraz częściej programowanie robotów i ich komunikacja z istniejącymi systemami. Bardzo dynamicznie rośnie rola robotów współpracujących – kobotów, które pomimo ograniczeń technicznych są najczęściej wdrażanymi rozwiązaniami z zakresu robotyki. ■

Więcej o nas na [www.skamer.pl](http://www.skamer.pl)



reklama



doskonały partner  
w automatyce  
i robotyce

# Olbrzymi sukces FAULHABER w konkursie „Fabryka Roku”

W niemieckim konkursie „Fabryka Roku” firma Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG otrzymała główną nagrodę w kategorii „Wyjątkowa produkcja małych partii” w roku 2018. Jury przekonały przede wszystkim ciągłe wysiłki w kierunku ulepszenia procesów, zaawansowana automatyzacja i synchronizacja w obrębie wszystkich zakładów produkcyjnych. Ceremonia przyznania nagród odbędzie się w dniu 21 marca 2019 roku podczas 27. Konferencji „Fabryka Roku” w „Forum am Schlosspark” w Ludwigsburgu.

**K**onkurs „Fabryka Roku” to najbardziej uznany i mocno obsadzony konkurs, w którym partycypować mogą firmy produkcyjne ze wszystkich obszarów przemysłu w Niemczech, dysponujące co najmniej jednym zakładem i jednym oddziałem firmy oraz zatrudniające ponad 100 pracowników. Od roku 1992 w konkursie wystartowało ponad 2000 firm. Dla firmy FAULHABER wygrana w swojej kategorii stanowi potwierdzenie szczególnych zdolności produkcyjnych w odniesieniu do kompleksowości oraz różnorodności zamówień klientów, jak również do stosownej elastyczności w zakresie koniecznej liczby wytworzonych produktów.

– Naszą filozofią jest bycie zawsze o krok do przodu pod względem technologicznym. Jesteśmy pionierami, projektujemy rozwiązania napędowe będące unikalnymi pod względem precyzji oraz niezawodności w najmniejszych przestrzeniach, które przenoszą nas ku granicom tego, co mechanicznie możliwe, i to przy produkcji zgodnie z zamówieniami klientów, nawet w pojedynczych partiach – podkreśla CEO dr Thomas Bertolini.

Optymalne rozwiązanie napędowe, składające się z silnika, przekładni, enkodera, elektroniki i wyposażenia, oferuje klientom wykorzystanie ponad 25 milionów dostępnych kombinacji oferowanych przez FAULHABER.

– Dziennie tworzonych jest dziesięć do dwunastu nowych produktów, nigdy wcześniej niewyprodukowanych w danej formie – mówi Hubert Renner, kierownik produkcji.

Nie umniejsza to faktu, że wszystkie zamówienia realizowane są z zamiarem ich wysyłki w ciągu dwóch tygodni.

– Aby tak mogło się stać, w zakładach, w których wytwarzane są podzespoły napędów dla określonych zamówień, stosujemy metodę zsynchronizowanej produkcji równocześnie w pięciu różnych lokalizacjach w Niemczech, na Węgrzech, w Rumunii i Szwajcarii. Produkty te są następnie montowane – wyjaśnia Jan Patrick Schindler, kierownik produkcji.

Ponadto niemal wszyscy pracownicy biorą udział w procesie ciągłego ulepszania: co roku wdrażanych jest ponad 2000 propozycji ulepszeń opracowanych przez personel.

– Najpierw określamy cele, które wydają się być nieosiągalne, i w procesie żmudnej pracy ustalamy, w jaki sposób możemy je zrealizować – wyjaśnia Hubert Renner.

W trakcie audytu w ramach konkursu A.T. Kearney stwierdził, że specjaliści z dziedziny napędów dysponują strukturą organizacji zorientowaną na proces, w której synchronizacja i automatyzacja są motorem procesu produkcji. Zaimponowało to także jury ekspertów, które przyznało firmie FAULHABER nagrodę „Fabryki Roku” w kategorii „Wyjątkowa produkcja małych partii”. Ta potwierdzona zdolność produkcyjna idzie w parze z siłą innowacji, co dało swój wyraz w znalezieniu się w gronie 100 najlepszych innowatorów roku. Siedziba firmy w Schönaich niedaleko Stuttgartu po raz trzeci może być dumna z przynależności do elity innowacji wśród średnich i małych przedsiębiorstw w Niemczech. W trakcie niezależnego procesu wyboru, pod przewodnictwem prof. dr. Nikolausa Franke, firma przekonała jury w szczególności w kategorii „Sukces w innowacji”. W przyszłości



firma FAULHABER – zmotywowana dwiema nagrodami – będzie nadal koncentrować się na aktywnej integracji pracowników, optymalizacji procedur, procesów i struktur oraz na zadowoleniu klienta.

## Dwudniowa Konferencja w Ludwigsburgu

Konferencja „Fabryka Roku”, organizowana w dniach 21 i 22 marca 2019 r. przez SV Veranstaltungen GmbH wraz z A.T. Kearney i wydawnictwem targowym „Produktion”, kończy 27. doroczny konkurs. W trakcie tego dwudniowego wydarzenia dyrektorzy zwycięskich fabryk zaprezentują swoje rozwiązania. Z ramienia Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG temat „Produkcja na żądanie – produkcja na zamówienie w kontekście produkcji zsynchronizowanej lokalizacyjnie i w wariacie o wielkiej różnorodności” przedstawi Hubert Renner. Jednym z najbardziej ekscytujących punktów dwóch dni w Ludwigsburgu jest ceremonia wręczenia nagród, która odbędzie się wieczorem 21 marca 2019 roku. ■

 **FAULHABER**

FAULHABER Polska Sp. z o.o.

# Firma maxon przejmuje Parvalux

Do grupy maxon dołącza nowa, wartościowa firma: maxon przejął brytyjskiego producenta silników i motoreduktorów, firmę Parvalux Electric Motors Ltd. Przejęcie rozszerza ofertę produktową maxona o bardzo mocne napędy do zastosowań w technice medycznej i automatyce przemysłowej oraz na wielu innych polach.

Firma maxon motor, specjalista w dziedzinie mechatronicznych systemów napędowych, przejęła zlokalizowaną w Wielkiej Brytanii firmę Parvalux Electric Motors Ltd. Ten brytyjski producent posiada ponad 70-letnie doświadczenie w rozwoju i produkcji szczotkowych silników prądu stałego, silników prądu przemiennego i przekładni. Firma jest zlokalizowana w trzech miejscach w Bournemouth i zatrudnia 185 pracowników. Parvalux generuje obroty na poziomie 23 milionów funtów brytyjskich, z czego ponad 40% to eksport na cały świat.

Dzięki integracji firmy Parvalux, maxon motor rozszerza swoją ofertę o napędy prądu stałego o mocy do 1,5 kW, jak również o zupełnie nowe technologie. Zawierają się w tym również silniki prądu przemiennego i przekładnie łożyskowe. Grupa maxon motor robi w ten sposób kolejny krok w kierunku stania się dostawcą kompletnych systemów napędowych. Dodatkowo przejście to otwiera bardzo interesujące nowe segmenty rynku w technice medycznej (windy schodowe, elektryczne wózki inwalidzkie itd.) i przemyśle (robotyka i systemy transportowe). Parvalux w zamian czerpie korzyści z globalnej sieci sprzedaży maxona, co zapewni kontynuację rozwojowego kursu, który zakłada również wzrost siły roboczej. Zarząd firmy Parvalux pozostaje

niezmieniony. Obie strony zgodziły się, aby cena przejęcia pozostała poufna i nie była podana do publicznej wiadomości.

Parvalux doskonale pasuje do strategii maxona, która zakłada dostarczanie rozwiązań wysoce zmodyfikowanych i dostosowanych do wymagań klientów.

Ten ostatni krok doskonale pasuje do strategii maxona, zakładającej długoterminowy wzrost.

– Chcemy być przez długi czas liderem rynku napędów i oferować naszym klientom najlepszą możliwą obsługę i wsparcie – mówi Eugen Elmiger, Dyrektor Zarządzający maxona.

Prezes Zarządu, Dr Karl-Walter Braun, dodaje:

– Jestem przekonany, że Parvalux w znacznej mierze przyczyni się do osiągnięcia tego celu dzięki swojemu *know-how* i wysokiej jakości produktom oraz że firma okaże się znakomitym uzupełnieniem świata maxon.

## Grupa maxon motor – szwajcarski specjalista od najwyższej jakości napędów

Firma maxon motor projektuje i produkuje szczotkowe i bezszczotkowe silniki DC, jak również przekładnie, enkodery, sterowniki oraz systemy mechatroniczne. Napędy maxona są stosowane wszędzie, gdzie zwykle wymagania są niesamowicie wysokie: w łazikach marsjańskich NASA,

w elektronarzędziach chirurgicznych, w robotach humanoidalnych i w precyzyjnych aplikacjach przemysłowych. maxon zatrudnia ponad 2600 pracowników w ośmiu lokalizacjach produkcyjnych na świecie i jest reprezentowany przez firmy sprzedażowe w ponad 30 krajach.



Siedziba główna Parvalux Electric Motors Ltd.

W Polsce grupa maxon motor jest reprezentowana przez firmę KWAPIL & Co GmbH z siedzibą główną w Wiedniu. Do dyspozycji klientów na terytorium naszego kraju są dwa biura KWAPIL, które świadczą usługi doradztwa techniczno-handlowego. Biura są zlokalizowane w Pobiedziskach (woj. wielkopolskie) oraz w Pszczynie (woj. śląskie). Oprócz maxon motor i Parvalux firma KWAPIL posiada w ofercie innych dostawców z dziedziny techniki napędowej i jest jedynym oficjalnym przedstawicielem na terytorium Polski takich producentów, jak Motor Power Company, Nidec Motors & Actuators, Halstrup-Walcher czy LTN Servoteknik. Nasi pracownicy z przyjemnością posłużą radą w doborze odpowiedniego rozwiązania. Serdecznie zapraszamy do kontaktu. ■

reklama

## Świat techniki napędowej

**Kompletne rozwiązania systemowe: potężne szczotkowe i bezszczotkowe silniki DC, przekładnie, elektronika sterująca i wiele więcej.**

+48 326 304 156 [sprzedaz@kwapil.com](mailto:sprzedaz@kwapil.com) [www.maxonmotor.pl](http://www.maxonmotor.pl)



**maxon motor**

driven by precision

## Hybrydyzacja źródeł energii

# Zastosowanie falowników Danfoss w napędach hybrydowych

Rosnące globalnie zapotrzebowanie na energię sprawia, że poszukiwane są różne możliwości jej pozyskiwania. Równocześnie szybko następuje zróżnicowanie podstawowych źródeł energii. Przechodzenie z surowców kopalnianych, jak węgiel i ropa naftowa, przez wykorzystanie źródeł gazowych i energii jądrowej w kierunku odnawialnych źródeł energii jest powszechnym trendem. Jednak stosowanie odnawialnych źródeł energii – zależnych od pogody, wymaga rozwiązań, które zapewniają niezawodność dostarczania energii zależnie od zapotrzebowania na nią.

Hybrydyzacja to najnowszy trend w technologii przetwarzania, magazynowania i użytkowania energii elektrycznej. Najprostsza definicja to powiązanie dwu lub więcej źródeł energii we wspólnym jej wytwarzaniu. Najprostszym przykładem jest samochód z napędem hybrydowym, gdzie tradycyjny silnik spalinowy wraz silnikiem elektrycznym stanowią wspólny napęd auta. Korzyści dla użytkownika to oszczędność w spalaniu, poprawa parametrów auta i zmniejszona emisja zanieczyszczeń. Hybrydowe rozwiązania zapewniają nam pełną elastyczność: przez magazynowanie energii można wypełnić lukę pomiędzy wytwarzaniem a szczytowym zapotrzebowaniem systemu. Zastosowanie najnowszych technologii, umożliwi, aby klient końcowy produkował, zużywał, magazynował i także sprzedawał energię. Hybrydyzacja będzie wzrastać w wielu krajach, w szczególności tych związanych

z wytwarzaniem dóbr i portami morskimi. Rozwój hybrydyzacji ułatwi też technologia zwiększonej gęstości energii w nowo wytwarzanych akumulatorach, zmniejszenie kosztów ich produkcji i zmniejszone gabaryty.

Korzyści z rozwiązań hybrydowych:

- brak przewymiarowania systemu;
- odroczenie inwestycji w infrastrukturę;
- wspomaganie lokalnej produkcji energii;
- zapobieganie niestabilności systemu;
- wspomaganie włączenia odnawialnych źródeł energii;
- zwiększenie efektywności energetycznej;
- zmniejszenie włączeń awaryjnych.

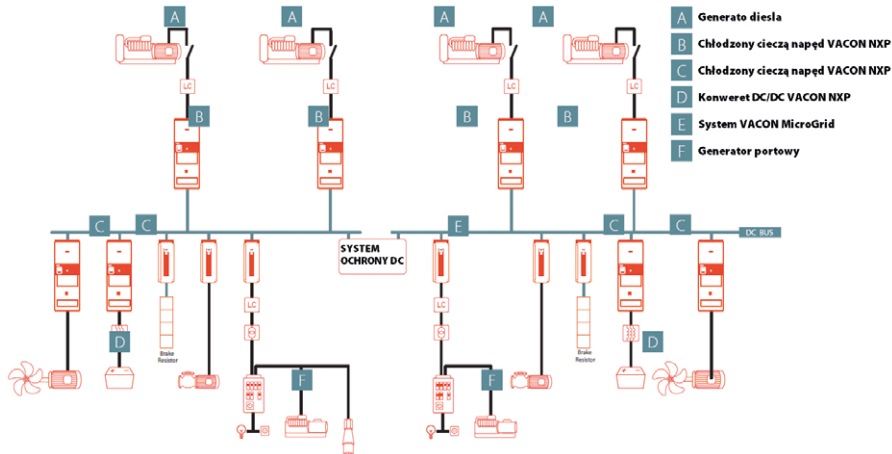
W sytuacji nadprodukcji energii system hybrydowy może ją magazynować. Gdy wzrasta zapotrzebowanie, zasobnik energii może zostać wykorzystany jako dodatkowe źródło energii.

### Praktyczny przykład hybrydyzacji

Bardzo dobrym przykładem hybrydyzacji źródeł energii jest prom pasażerski w Amsterdamie, w którym firma Danfoss dostarczyła koncepcję i uruchomiła zmodernizowany 250 kW napęd. W aplikacji zastosowano falowniki Danfoss Drives z grupy produktowej VACON®. Zastosowanie całkowicie elektrycznego napędu promu nie było możliwe ze względu na krótki dwuminutowy okres dokowania promu, uniemożliwiający odpowiednie doładowanie akumulatorów z przybrzeżnej sieci zasilającej. Przyjęto hybrydowe rozwiązanie napędu elektrycznego z generatorami Diesla i akumulatorami litowo-jonowymi używanymi podczas szczytowego obciążenia napędu. Użycie baterii akumulatorów pozwoliło na zredukowanie mocy generatorów, gdyż są obciążone praktycznie stałą mocą. Obsługa promu, tak jak pasażerowie i mieszkańcy okolic jest bardzo zadowolona z nowego cichszego rozwiązania. W warunkach normalnej pogody dwa generatory pracują na stałym obciążeniu. Akumulatory są ładowane zarówno podczas postoju promu, jak i przy niskich prędkościach. Przy przyspieszaniu promu potrzebna zwiększona moc czerpana jest z akumulatorów. W trybie czystej pracy na akumulatorach prom jest w stanie dokonać 10-11 przepraw (około 60 minut). Schemat aplikacyjny rozwiązania opartego na napędach Danfoss Drives pokazano na rys. 2. Zastosowano falowniki serii NXP chłodzone cieczą (poz. B i C na rysunku 2), inwertery NXP DC/DC do zasilania z akumulatorów (poz. D) oraz falowniki



Rys. 1. Koncepcja systemu energetycznego



Rys. 2. Schemat hybrydowego napędu promu pasażerskiego na rzece IJ w Amsterdamie



Rys. 3. Konfiguracja hybrydowego układu zasilania napędu AC ze wspólną szyną DC oraz modułami falownika DC/AC i konwertera DC/DC do baterii akumulatorów

MicroGrid do współpracy z siecią zasilającą portu. Dwa promy z napędem hybrydowym oddano do eksploatacji w marcu 2017 roku. Napędy hybrydowe nowo produkowanych statków pozwalają zredukować zużycie paliwa o 20–30% w porównaniu do tradycyjnego napędu. Napęd taki pozwala na wyłączenie głównego lub włączenie mniejszego silnika Diesla, lub na napęd tylko silnikiem elektrycznym zasilanym z akumulatorów z falownikiem DC/AC. W przypadku jednostek pomocniczych i holowników napędy główne dużo czasu pracują na biegu jałowym, nie pokonując drogi. W tym przypadku idealnym rozwiązaniem jest zastosowanie układu hybrydowego z akumulatorami używanymi w okresach pracy jałowej bądź manewrów na małych odległościach. Układ

współpracy jednostki pływającej z siecią elektryczną portu stanowi również element systemu hybrydowego i pozwala na konsumpcję „czystszej energii”, zamiast wytwarzać ją przez generator z silnikiem Diesla. Firma Danfoss oferuje rozwiązania z falownikami 12-pulsowymi, z aktywnym modulem AFE (*Active Front End*) oraz systemem DC/DC. Falowniki do współpracy z siecią portu posiadają odpowiednie oprogramowanie MicroGrid, pozwalające na zwrot energii do sieci zasilającej. W zależności od potrzeb rozwiązanie układu hybrydowego jest dopasowane do specyfiki konkretnej aplikacji. W praktyce często istnieje konieczność rozwiązania, gdzie dodatkowe źródło energii jest umieszczone blisko układu napędowego i w przypadku zaniku zasilania sieciowego układ

lokalnie dostarczy energię do zasilania napędu. Taki układ (przedstawiony na rys. 3) pozwala na różne konfiguracje, umożliwia rozbudowę oraz wymianę baterii akumulatorów. Zastosowanie systemu magazynowania i przetwarzania energii pozwala na:

- wygładzanie szczytów zapotrzebowania energii (optymalizacja przepływu energii pomiędzy siecią zasilającą a lokalnym zasobnikiem energii);
- przesunięcie poboru energii w czasie do okresu tańszej taryfy i zwrot energii w okresie droższej taryfy;
- podtrzymanie zasilania krytycznych urządzeń podczas zaniku napięcia sieci.

### Projektowanie hybrydowego systemu energetycznego

Firma Danfoss oferuje kompleksowe rozwiązanie, począwszy od koncepcji, do realizacji systemu u klienta wraz z zapewnionym serwisem. Wszystkie urządzenia systemu (inwertery DC/DC, falowniki, moduły AFE) pochodzą od jednego dostawcy. Rozwiązanie jest skalowalne i oparte na falownikach z rodziny VACON NXP dla szerokiego zakresu mocy. System może być w łatwy sposób rozbudowany w zależności od zapotrzebowania. Do magazynowania energii można zastosować szeroką gamę ogólnie dostępnych baterii akumulatorów. W artykule ograniczono się do przykładu hybrydowego napędu statku. Obszar aplikacji, gdzie możliwe jest zastosowanie różnych konfiguracji układu hybrydowego, jest szerszy i obejmuje maszyny górnicze, lokalne elektrownie wiatrowe, wodne i elektrociepłownie. Szczegółowe informacje dotyczące przetwornic częstotliwości Danfoss Drives można znaleźć na stronach internetowych: [www.drives.danfoss.pl](http://www.drives.danfoss.pl).

**Danfoss**

Danfoss Poland Sp. z o.o.  
ul. Chrzanowska 5  
05-825 Grodzisk  
Mazowiecki  
tel. 22-755 06 68  
e-mail: bok@danfoss.com  
www.danfoss.pl



MOVI-C® – modułowy system automatyki firmy SEW-Eurodrive

# MOVI-C w akcji: maszyna pakująca z systemem pakowania zbiorczego

MOVI-C® to uniwersalne rozwiązanie zarówno dla standardowych aplikacji jedno- lub wieloosiowych, jak również dla skomplikowanych zagadnień z zakresu synchronizacji, krzywek oraz robotyzacji.

**K**orzyści z zastosowania: MOVI-C® to rozwiązanie dla przemyśle od jednego dostawcy, na które składają się oprogramowanie do obliczeń, oprogramowanie do uruchomień, elektronika z dedykowanymi funkcjonalnościami, silniki i motoreduktory.

MOVI-C® – kompleksowe rozwiązanie zawierające cztery moduły, które tworzą spójny system: oprogramowanie, kontroler ruchu, falownik, napęd.

## Oprogramowanie MOVISUITE®

Oprogramowanie MOVISUITE® wyznacza nowe kryteria w zakresie oprogramowania stosowanego w technice napędowej. Poza znaczną oszczędnością czasu i redukcją kosztów, które są możliwe dzięki przyspieszeniu procesu projektowania, oprogramowanie przekonuje przede wszystkim swoją wyjątkową wszechstronnością. Planowanie, uruchamianie oraz diagnostyka realizowane są szybciej i łatwiej niż kiedykolwiek.



### 1. Szafa sterownicza

Zastosowanie systemu wieloosiowego z modułami podwójnymi: wysoka gęstość mocy, niewielkie straty mocy – zmieści się nawet w małych szafach sterowniczych.

### 2. Platforma automatyzacji

Maszyna sterowana jest za pomocą oprogramowania opartego o platformę automatyzacji firmy SEW-EURODRIVE. Platforma zgodna ze standardem PackML – poza programem sekwencyjnym oferuje np. standardowy interfejs obsługi.

### 3. Algorytmy kontrolerów

Nowe algorytmy kontrolerów umożliwiają sterowanie dowolnymi silnikami za pośrednictwem jednego falownika.

### 4. Robot Delta

Robot jako element składowy maszyny: kompleksowe biblioteki zadań kinematycznych umożliwiają podłączenie i integrację robotów do sterowania maszyny.



### Sterowanie MOVI-C® CONTROLLER

Sterowanie MOVI-C® CONTROLLER poszerza zakres parametryzacji urządzenia, skracając tym samym czas potrzebny na przygotowanie własnego złożonego programu. Jest to możliwe zarówno dzięki platformie MOVIRUN®, jak i dzięki ustandaryzowanym modułom MOVIKIT®.

Dodatkową funkcjonalnością MOVI-C® CONTROLLERA jest centralne przechowywanie kopii parametrów i kompatybilność z popularnymi sieciami komunikacyjnymi. W zależności od wymagań można wyróżnić cztery klasy wydajności urządzenia: power, power eco, advanced i standard.

### Falowniki MOVIDRIVE®

Falowniki MOVIDRIVE® mogą być wykorzystane do sterowania silnikami synchronicznymi i asynchronicznymi, niezależnie od tego, czy są wyposażone w sprzężenie zwrotne, czy nie. Falowniki wykonane w wersji modularnej są dostępne w dwóch wariantach.

Pierwszy umożliwia wygenerowanie prądu nominalnego do 180 A, natomiast drugi, dzięki wykorzystaniu osi dwufalownikowej, pozwala na jednoczesną pracę dwóch niezależnych napędów z prądem nominalnym każdego falownika do 8 A. Standardowo każda oś została wyposażona w wejście bezpieczeństwa STO zgodne z PL e.

Opcjonalnie, poprzez dodatkowe karty, istnieje możliwość rozbudowania systemu o przeszło 15 dodatkowych funkcji bezpieczeństwa.

### Technika napędowa

Szeroki wachlarz rozwiązań techniki napędowej umożliwia uruchomienie różnorodnych aplikacji. W ofercie znajdują się przekładnie standardowe oraz serwowprzekładnie dostępne w różnych rozmiarach, wielkościach i wykonaniach – połączonych z silnikami asynchronicznymi lub synchronicznymi. Dodatkowo silniki mogą być wyposażone w szereg opcji, takich jak hamulce, enkodery czy jednostki diagnostyczne. Dostępne są również silniki liniowe i elektrocyndry. Wszystkie produkty są zgodne z obowiązującymi normami i mogą być certyfikowane wg przepisów z całego świata.

Nowością jest technika jednokablowa, obejmująca standaryzowane kable hybrydowe z szybkozłączami dla silników synchronicznych i asynchronicznych. ■

Firma **SEW-EURODRIVE**  
zaprasza na Targi **AUTOMATICON**,  
**HALA 1, stoisko A24/B21**

**SEW**  
**EURODRIVE**

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

ul. Techniczna 5

92-518 Łódź

tel. 42-293 00 00

e-mail: [sew@sew-eurodrive.pl](mailto:sew@sew-eurodrive.pl)

[www.sew-eurodrive.pl](http://www.sew-eurodrive.pl)

reklama

## Które wydanie jest dla Ciebie?

4/2019

**Bezpieczeństwo w przemyśle**

5/2019

**Termowizja, monitoring, pomiary**

6/2019

**Przemysł maszynowy, innowacje  
Przemysł 4.0**

# NOWE KIERUNKI ROZWOJU SEP 2019

Ryszard Klencz

Przyszłość górnictwa w związku z polityką klimatyczną tematem przewodnim Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Kraków 25-27.02.2019 r.

Górnictwo wobec wyzwań COP24” – to temat sesji plenarnej XXVIII Szkoły Eksploatacji Podziemnej w Krakowie, którą otworzył dr inż. Jerzy Kicki z Akademii Gorniczo-Hutniczej oraz IGSMiE PAN Kraków. Zwrócił on uwagę na wyzwania stojące przed branżą, jakimi są spadek wydobycia oraz gigantyczny import węgla i energii. Jednym z największych wyzwań jest restrykcyjna polityka klimatyczna Unii Europejskiej, która zmierza do rezygnacji z energetyki węglowej.



O wyzwaniach związanych z polityką klimatyczną dyskutowano podczas ubiegłorocznego szczytu klimatycznego COP24. W aspekcie tych wyzwań cenną inicjatywą był Kongres Energy24 wskazujący nowe kierunki rozwoju. Do roku 2030 r. emisja CO<sub>2</sub> ma zostać zredukowana o 40 proc., a udział w miksie energetycznym odnawialnych źródeł energii ma wzrosnąć do 27 proc. Unia Europejska zakłada, że do 2050 r. gospodarka europejska będzie zeroemisyjna.

Biorąc pod uwagę, że w latach 2025–2035 stara generacja energetyki węglowej musi zostać wyłączona, trzeba szukać innowacyjnych rozwiązań.

KGHM Polska Miedź SA przyjął strategię budującą przyszłość na drodze nowych rozwiązań energetycznych. Realizacja tego celu wiąże się z programem doktoratów wdrożeniowych jako



narzędzi innowacji w KGHM Polska Miedź SA.

JSW SA wprowadza innowacyjne rozwiązania na drodze cyfrowej transformacji. Z pozyskanego w procesie produkcji koks gazu koksowniczego separowany będzie wodór, wykorzystany następnie w transporcie miejskim.

LW Bogdanka SA zmierza w kierunku kopalni 4.0, stawiając za cel kopalnię inteligentnych rozwiązań.

Famur chce stać się preferowanym, globalnym dostawcą kompleksowych, innowacyjnych rozwiązań dla przemysłu wydobywczego i przeladunkowego i wejść do światowego Top 3 producentów maszyn dla sektora wydobywczego w obszarze soft rock mining.

Grupa Famur jest producentem maszyn i urządzeń dla górnictwa i energetyki, mogącym zaopatrzyć kopalnię w kompletny system wydobywczy, elektrownię w system nawęglania „pod klucz” czy też port w specjalistyczne urządzenia przeladunkowe.



PGG, PGNiG, JSW i Tauron podejmują współpracę przy wydobyciu metanu z pokładów węgla.

Cenną inicjatywą jest list intencyjny podpisany przez LW Bogdanka, JSW i KGHM Polska Miedź, który zakłada, że spółki będą dzielić się swoimi doświadczeniami.

– Podzielenie się tą wiedzą może przynieść wymierne efekty w zakresie efektywności produkcji i bezpieczeństwa pracy pod ziemią – Artur Wasil, prezes LW Bogdanka.

– Tylko rozwój pozwoli nam utrzymać pozycję liderów na naszych rynkach zbytu – Daniel Ozon, prezes JSW.

Górnictwo spółki będą się wspierać w zakresie pozyskiwania współfinansowania zewnętrznego dla innowacyjnych rozwiązań w branży.

Wprowadzanie nowoczesnych technologii jest możliwe dzięki współpracy z ośrodkami naukowymi, z Polską Akademią Nauk i Akademią Górnictwa i Hutnictwa.

# Lider w produkcji zaawansowanych technologicznie tłoczonych rur termoplastycznych i zabezpieczeń przewodów hydraulicznych

reklama

Spółka Smart Protections, utworzona jako sukcesor wieloletniego włoskiego producenta tłoczonych rur termoplastycznych, rozpoczęła swoją działalność w marcu 2015 r. W styczniu 2016 r. produkcja została przeniesiona do nowej siedziby.

Smart Protections jest czołowym producentem zaawansowanych technologicznie termoplastycznych wyrobów wytłaczanych i zabezpieczeń dla układów hydraulicznych. Spółka bazuje na wieloletnim doświadczeniu przejętym od swojego poprzednika i zgromadzonej wiedzy technicznej. Dodatkowymi atutami cechującymi przedsiębiorstwo są wysoka



**TEXSLEEVE®**  
Osłona tekstylna



**TEXWRAP™**  
Osłona dla przewodów pracujących w średnio wysokiej temperaturze



**TEXSTRIP™**  
Taśma spinająca wiązkę przewodów hydraulicznych



**SHILTEK™**  
Osłona z włókna szklanego powlekana silikonem



**SHILCUT™**  
Mata z włókna szklanego, powlekana silikonem  
*flame cutting*



**SHILTAPE™**  
Taśma z włókna szklanego powlekana silikonem



**KOVERTEC PSA™**  
Osłona plastikowa, trudno ścieralna



**KOVERTEC HD™**  
Osłona plastikowa, trudno ścieralna dla zastosowań w przemyśle ciężkim



**FLEXWRAP™**  
Kompaktowa, plastikowa osłona dla mniej wymagających zastosowań

## Węże pneumatyczne i akcesoria do ochrony i grupowania przewodów hydraulicznych



**OSŁONY I ZABEZPIECZENIA ZAPOBIEGAJĄCE WYCIEKOWI OLEJU, ODPORNE NA ABRAZJE I WARUNKI ATMOSFERYCZNE**



**RĘKAWY I ZABEZPIECZENIA Z WŁÓKNA SZKLANEGO, POWLECZONE SILIKONEM, ODPORNE NA OGIEŃ I WYSOKĄ TEMPERATURĘ**



**TERMOPLASTYCZNE SPIRALNE ODPORNE NA ABRAZJE, TEMPERATURĘ I WARUNKI ATMOSFERYCZNE**



**WĘŻE PNEUMATYCZNE I SPIRALNE**



**HALL 21  
ASSOFLUID COLLECTIVE  
STAND J15/7**

**bauma**

**HALL A3 – ASSOFLUID COLLECTIVE – STAND 425**



**SMART PROTECTIONS S.r.l.**  
Via Montorfano, 66  
22032 Albese con Cassano (Co) Włochy  
Tel. +39 031622602  
sales@smartprotections.com  
www.smartprotections.com

jakość produktów, rozbudowane możliwości produkcyjne oraz silne wsparcie własnego działu badawczo-rozwojowego.

Asortyment wyrobów przeznaczonych do zastosowań pneumatycznych obejmuje: rury wykonane z poliamidu 12, poliuretanu, polietylenu i poliamidowo-poliuretanowych węży spiralnych, jak również rury niestandardowe, dostosowane do indywidualnych wymagań klienta.

Asortyment wyrobów przeznaczonych do zastosowań hydraulicznych obejmuje

szeroki wybór osłon dla przewodów hydraulicznych. Kovertec – trudno ścierna spiralna osłona zabezpieczająca przed uszkodzeniami mechanicznymi; Teksleeve – tekstylna osłona chroniąca przed wyciekami medium hydraulicznego; Shitec & Shiltape – niepalna osłona termiczna wykonana z włókna szklanego powlekanego silikonem. Większość produktów posiada certyfikat Amerykańskiego Federalnego Urzędu ds. Bezpieczeństwa i Zdrowia w Kopalniach (MSHA). ■



SMART PROTECTIONS S.r.l.

Via Montorfano 66

22032 Albese con Cassano (Co) Włochy

tel. +39 031622602

e-mail: sales@smartprotections.com

www.smartprotections.com

### WYDARZENIA

#### ● Silny wzrost oraz większa liczba inwestycji w przyszłość

Osiągając bardzo dobre wyniki finansowe, Danfoss kontynuuje inwestycje w nowe technologie istotne z punktu widzenia klienta oraz stymulujące wzrost firmy.

W roku 2018 Danfoss odnotował duży wzrost. Sprzedaż Grupy zwiększyła się o 271 mln euro i wyniosła 6,098 mld, co oznacza wzrost rzędu 7% w lokalnej walucie. Silny wzrost na głównych rynkach, czyli w Ameryce Północnej, Europie czy Chinach, przyniósł bardzo dobre wyniki finansowe oraz zysk (EBIT) w wysokości 648 mln euro, co dało marżę EBIT na poziomie 10,6%. Zysk netto wzrósł o 18 mln euro i wyniósł 463 mln. Tendencja wzrostowa objęła całą Grupę Danfoss, a w szczególności Danfoss Power Solutions, gdzie odnotowano bardzo udany rok.

– Już drugi rok z rzędu obserwujemy znaczny wzrost w Danfoss. Nadal zwiększamy udział w rynku, co jest bezpośrednim wynikiem naszej pracy związanej z inicjatywami ukierunkowanymi na strategiczny rozwój oraz inwestycjami w wiodące technologie. Ponadto nasze rozwiązania idą w parze w kilkoma globalnymi megatrendami, takimi jak postępująca elektryfikacja, urbanizacja oraz wychodzenie naprzeciw wyzwaniom związanym ze zmianami klimatycznymi. Trendy te napędzają wciąż rosnące zapotrzebowanie na bardziej inteligentne i ekologiczne rozwiązania, co sprawia, że Danfoss jest jeszcze bardziej potrzebny niż do tej pory – powiedział Prezydent i CEO, Kim Fausing.

Danfoss kontynuował przeprowadzanie ważnych inwestycji w inicjatywy ukierunkowane na wzrost oraz digitalizację, by móc dalej rozwijać swoje rozwiązania bazujące na inteligentnych technologiach. W roku 2018 firma zainwestowała w innowacje rekordową sumę 255 mln euro, czyli równowartość 4,2% osiągniętej sprzedaży. W ciągu roku Danfoss ogłosił również 6 przejęć, które przyczynią się do wzmocnienia głównej gałęzi działalności firmy, oferty cyfrowej oraz rozwiązań dla elektryfikacji.

– Celem naszych inwestycji jest stworzenie sobie możliwości oferowania naszym klientom innowacyjnych i konkurencyjnych rozwiązań spełniających ich potrzeby. Obecnie daje się zauważyć wzrost zainteresowania rozwiązaniami pozwalającymi na zmniejszenie zużycia energii oraz poziomu emisji, jak również na zapewnienie większego poziomu efektywności i produktywności. Napędza to różnego rodzaju inicjatywy w obszarze elektryfikacji, mające na celu zwiększenie liczby przemysłowych pojazdów, jednostek pływających oraz samochodów napędzanych silnikami hybrydowymi i elektrycznymi, jak również w obszarze rozwoju technologii cyfrowych ukierunkowanych na tworzenie inteligentnych i bardziej efektywnych energetycznie budynków oraz infrastruktury – dodał Kim Fausing.

– Ponadto coraz bardziej koncentrujemy się na wypełnianiu postanowień Porozumienia Paryskiego oraz Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ, które idealnie wpasowały się w kontekst naszego biznesu, jako że jesteśmy

w posiadaniu szerokiej gamy istotnych w tej kwestii rozwiązań, zapewniających szybki zwrot z inwestycji, przez co bardzo atrakcyjnych dla każdego. Oczywiście sami korzystamy z rozwijanych przez siebie technologii, dzięki czemu w ciągu ostatnich 10 lat udało nam się zmniejszyć emisję CO<sub>2</sub> i dużo efektywniej wykorzystywać energię zużywaną przez nasze jednostki produkcyjne – dodał.

Najważniejsze liczby roku 2018:

- sprzedaż wzrosła o 5% i osiągnęła 6,098 mld euro (2017: 5,827 mld), co oznacza 7% wzrost w lokalnej walucie;
  - zysk operacyjny (EBIT) wyniósł 648 mln euro (2017: 645 mln). Marża EBIT wyniosła 10,6% (2017: 11,1%);
  - zysk netto poprawił się o 4% i osiągnął poziom 463 mln euro (2017: 445 mln);
  - inwestycje w innowacje wzrosły o 9% i wyniosły 255 mln (2017: 234 mln), co stanowi 4,2% osiągniętej sprzedaży (2017: 4,0%);
  - od roku 2007 Danfoss zmniejszył swoje zużycie energii o 43% i emisję CO<sub>2</sub> o 25%, głównie dzięki projektom ukierunkowanym na oszczędzanie energii w swoich największych jednostkach produkcyjnych na świecie.
- Spodziewamy się, że w roku 2019 Danfoss zwiększy lub utrzyma swój udział w rynku, w tym samym czasie zwiększając zysk mierzony jako marża w porównaniu do poziomu z roku 2018, co będzie następstwem inwestycji w digitalizację i elektryfikację.

Źródło: Danfoss Poland

# Prezentacja oferty firmy Leine & Linde. Cz. IV

Mamy przyjemność zaprezentować Państwu kolejne produkty firmy Leine & Linde, której firma TERM Tomasz Sobczak jest wyłącznym przedstawicielem w Polsce.

Enkodery magnetyczne serii 2000 przeznaczone są do zamontowania na wale o średnicy do 737 mm. Urządzenie składa się z dwóch elementów – wykonanej obejmy i głowicy pomiarowej, które nie stykają się ze sobą podczas pracy, a odległość pomiędzy nimi zawiera się w przedziale 0,1–6 mm. Obejma wykonana jest z wysokiej jakości anodowanego aluminium i w zależności od średnicy składa się z 2 do 16 segmentów. Niewielka szerokość powyższych elementów umożliwia montaż enkodera w aplikacjach, gdzie ilość wolnego miejsca jest niewielka. Poniżej najważniejsze parametry enkoderów magnetycznych serii 2000 firmy Leine & Linde:

- rozdzielczość 1–16383 impulsów;
- wyjście TTL, RS422, HTL, HCHTL;
- zasilanie 5 V DC, 9–30 V DC;
- gniazdo 12 pin M23 lub przewód;
- maksymalna częstotliwość na wyjściu 100 kHz;
- temperatura pracy od –40 do +80°C;

- stopień ochrony IP67;
- ochrona przeciwzwarceniowa oraz przed odwrotną polaryzacją;
- odporność na wibracje <math><200 \text{ m/s}^2</math> wg normy IEC 60068-2-6;
- odporność na uderzenie <math><1500 \text{ m/s}^2</math> wg normy IEC 60068227.

Warto również wspomnieć, że dla enkodera serii 2000 z wyjściem RS422, maksymalna długość przewodów wynosi aż 1000 m dla maksymalnej częstotliwości wyjściowej 100 kHz.



Do serii enkoderów 2000 zalicza się również bezłożyskowy enkoder MRI2850. Podobnie jak cała seria 2000, urządzenie składa się z obejmy i głowicy, z tą różnicą, że są one zabudowane w szczelnej obudowie. Dzięki temu można zastosować enkoder w bardzo trudnych warunkach środowiskowych – praca w aplikacjach przemysłu naftowego i wydobywczego oraz w warunkach morskich. Enkoder

serii MRI2850 jest przystosowany do zamontowania na silniku z kołnierzem typu „C-Face”. Maksymalna długość przewodów dla wyjścia HCHTL wynosi 350 metrów dla maksymalnej częstotliwości wyjściowej 100 kHz.



Serdecznie zapraszamy Państwa do odwiedzenia naszego stoiska na odbywających się w dniach 26–29 marca 2019 roku w Warszawie Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów Automaticon – Hala nr 3, stoisko G7.



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

reklama

**SANYU.eu**  
falowniki - softstarty

info@sanyu.eu  
tel. +48323452020  
tel. kom 606945936

# Czekoladowa strona Przemysłu 4.0

ChoConnect to wirtualna linia produkcyjna wyrobów czekoladowych, składająca się z osobnych maszyn. Firma Bosch Rexroth, przy pomocy projektu ChoConnect, zademonstrowała, jak maszyny różnych producentów można połączyć, tworząc wirtualną linię produkcyjną.

**K**ompletna linia produkcyjna czekolady została zwizualizowana, podczas gdy poszczególne maszyny znajdowały się u partnerów biorących udział w projekcie.

Stała wymiana aktualnych danych o stanie maszyn w linii produkcyjnej umożliwiła operatorowi pełny przegląd całego systemu, przez cały czas, znacznie ułatwiając w ten sposób pracę.

ChoConnect ukazuje między innymi sposób, w jaki cała linia produkcyjna może być centralnie włączana z trybu oczekiwania. Przy wykorzystaniu standaryzowanych informacji diagnostycznych o statusie, widoczna jest jej gotowość do pracy. Funkcja automatycznego dostosowywania zasilania pozwala automatycznie dobierać prędkość działania linii produkcyjnej, mając na uwadze najsłabsze ogniwa łańcucha. Projekt ChoConnect umożliwił naszym klientom dużo szybsze reagowanie na usterek i znacząco zwiększył całkowitą efektywność systemu. ChoConnect jest odpowiedzią na potrzeby producentów maszyn.

Pilotażowy projekt komunikacji maszyna – maszyna w czasie rzeczywistym cieszył się zainteresowaniem firm. Udział w projekcie wzięły firmy: WINKLER und DÜNNEBIER Süßwarenmaschinen, LOESCH Verpackungstechnik, SOLLICH i THEEGARTEN-PACTEC. Firma Bosch Rexroth pełniła funkcję koordynatora prac i konsultanta technicznego.

Projekt ChoConnect prezentuje stale transparentny łańcuch tworzenia wartości i jest przeciwieństwem dotychczasowej metody komunikacji, która zapewniała tylko podstawowe informacje, tj. sygnały wejściowe oraz wyjściowe. Jest potwierdzeniem faktu, iż korzystanie z otwartych standardów i4.0 OPC UA do komunikacji maszyna – maszyna niezależnej od producenta jest proste i praktyczne. Interfejsy OPC UA są dobrym

zamiennikiem ustanowionych wcześniej standardów packML oraz Weihenstephaner. ChoConnect jest ukierunkowany na obsługę standardu WS Food. Komunikacja maszyna – maszyna (M2M) przy użyciu otwartych standardów i4.0 OPC UA pozwala ustandaryzować interfejs komunikacyjny typu M2M.

Oficjalny standard M2M będzie dostępny w całym przemyśle cukierniczym. Pozwoli to odnieść ogromne korzyści wszystkim uczestnikom tej inicjatywy, ponieważ w porównaniu z innymi branżami, z większą presją w zakresie kosztów, pozostawiliśmy techniczne możliwości w dziedzinie komunikacji maszyna – maszyna. Z ChoConnect możemy zapewnić klientom dużo więcej, niż obecnie od nas oczekują.



Standaryzowany interfejs pozwoli szybciej wykonywać rozruch maszyn i systemów, co oznacza, że możliwe będzie skrócenie czasu koordynowania prac o wiele dni. ChoConnect pozwoli zaobserwować sposób, w jaki jednostki pakujące spowalniają moduł przetwórczy w momencie niewystarczającej pojemności i w ten sposób zapobiegają odrzuceniom. Oraz odwrotnie, moduł przetwarzania surowców może wyłączyć moduły pakujące, gdy wydajność pompy



spadnie o połowę z powodu zakłóceń procesu produkcyjnego.

W przypadku systemów połączonych w ten sposób w topologii poziomej nie musimy również tworzyć i implementować jakichkolwiek wieloskładnikowych interfejsów na wyższym poziomie. Wystarczy, że system wyższego poziomu, taki jak na przykład MES, komunikuje się z jedną z linii partnerów, aby rozpocząć realizację nowego zamówienia. Moduł, który odebrał informację, rozśle nowe zamówienie w obrębie całej linii produkcyjnej. W dalszej przyszłości będzie nawet możliwe stworzenie w pełni interaktywnej linii produkcyjnej, w której produkt sam steruje modułem sprzętowym.

Obecny, pokazowy projekt ChoConnect jest wyposażony w połączenie sieciowe Ethernet z wbudowanymi sterownikami i przemysłowymi komputerami PC poszczególnych maszyn. W szczególności układy regulacyjne firmy Bosch Rexroth, w których zostały już zaimplementowane OPC UA w technologii sterowania, mogą być także używane jako interfejsy dodatkowe. Wraz z powiązaniem z nimi serwerem OPC UA stanowią one zorientowaną na usługi architekturę klient – serwer, wykorzystywaną w projekcie ChoConnect. Dzięki uwierzytelnianiu użytkowników i aplikacji, podpisywaniu wiadomości oraz wbudowanym mechanizmom szyfrowania

# Factory of the Future

Now. Next. Beyond.



Wyobraź sobie fabrykę, w której stałe są tylko ściany, dach i podłoga. Wszystkie maszyny i systemy są mobilne, a cały proces produkcji odbywa się także w przestrzeni wirtualnej.

Wyobraź sobie fabrykę, która w elastyczny sposób

dostosowuje się do różnych wymagań: od pojedynczych zamówień do produkcji masowej.

**Fabryka Przyszłości to więcej niż wizja, więc dołącz do naszej technologicznej podróży.**

**Dziś. Jutro. Niebawem.**



[www.factory-of-the-future.rexroth](http://www.factory-of-the-future.rexroth)

**rexroth**  
A Bosch Company

interfejs OPC UA umożliwia bezpieczną komunikację w obrębie wielu domen. Dzięki największej możliwej dostępności i niezawodności komunikacji oraz konfigurowalnym limitom czasu, funkcjom nadmiarowości i automatycznym mechanizmom wykrywania i korygowania błędów – otwarty standard zapewnił idealne warunki do wykorzystania go w projekcie.

Od 20 lat cała branża domagała się standaryzowanej technologii obejmującej wszystkie poziomy sterowania. Wprowadzenie sieci Ethernet niestety nie spełniło tego życzenia. Obecnie, ze standardem OPC UA w charakterze protokołu komunikacyjnego, w połączeniu ze standardem Weihenstephaner, zostały udostępnione nowe atrakcyjne



możliwości standaryzacji. Dzięki aktywnemu wsparciu firmy Bosch Rexroth mogliśmy zapewnić bodziec do rozwoju pionierskich rozwiązań. Bez doradztwa technicznego, interfejsu użytkownika oraz działań koordynujących firmy Bosch Rexroth nie byłoby możliwe osiągnięcie powyższego celu wyłącznie

przez samych dostawców. Firma Bosch Rexroth dysponuje szczegółową wiedzą na temat branży i standardu OPC UA, może więc zaprojektować i zaimplementować wspólne rozwiązanie.

Projekt ChoConnect spotkał się ze sporym zainteresowaniem branży, z czego można wnioskować, iż pożądane będzie znalezienie większej liczby współuczestników zainteresowanych zdefiniowaniem oficjalnego standardu M2M. Ustanowienie takiego systemu będzie możliwe tylko dzięki dużemu zainteresowaniu i korzystaniu z niego. Należy teraz określić dodatkowe punkty danych i precyzyjny zestaw reguł, zawierający priorytety i harmonogramy, tak aby interfejs M2M był gotowy do wdrożenia w linii produkcyjnej. ■

## Nowoczesne rozwiązania dotyczące automatyki

# 5 trendów w branży spożywczej

Inteligentne i usieciowione rozwiązania do automatyzacji pozwalają producentom i użytkownikom maszyn pakujących zwiększać przewagę nad konkurencją. Jak jeszcze lepiej wykorzystać pełen potencjał maszyn pakujących nowej, czwartej generacji? Jakie tendencje w automatyce znacząco wpływają na efektywność? Poniżej przedstawiamy główne trendy w automatyce branży spożywczej. Rozwiązania z nimi zgodne są już dostępne.

### Łączność z siecią – integracja różnych urządzeń

Przejrzystość i szybki dostęp do danych to pierwszy krok do zwiększenia elastyczności i optymalizacji linii produkcyjnej lub złożonych procesów pakowania. Bez znajomości podprocesów i warunków pracy nie można niczego analizować – ani lokalnie, ani za pośrednictwem chmury. Nowoczesna technologia automatyzacji oraz systemy czujników zapewniają użytkownikom wszelkie niezbędne informacje.

W jaki sposób połączyć istniejące maszyny i instalacje z infrastrukturą IT oraz usługami „Przemysłowego Internetu Rzeczy” (IIoT) bez żadnego programowania lub zmiany istniejącej architektury?

Pomoże w tym technologia IoT Gateway firmy Bosch Rexroth. *Plug-and-Run* w zaledwie trzech krokach, wysoka dostępność instalacji i wysoka jakość procesu to tylko niektóre zalety tego rozwiązania, oferującego szybkie i elastyczne



połączenie z rozwiązaniami Przemysłu 4.0. Co istotne, konstruktorzy i użytkownicy maszyn pakujących mogą również wybrać zestaw startowy, obejmujący oprogramowanie Production Performance Manager (PPM), będące kompleksową platformą analityczną.

### Prostota

Ze względu na coraz mniejszą liczbę pracowników obsługujących linię produkcyjną potrzebne są rozwiązania dotyczące intuicyjnych jednostek sterujących, takie jak HMI z obsługą wielodotykową. Muszą one być transparentne, łatwe w obsłudze i ułatwiać wizualizację danych – także w innych lokalizacjach



firmy. Przykładem rozwiązania, które już dziś realizuje te zadania, jest ActiveCockpit – interaktywna platforma komunikacji dla branż produkcyjnych firmy Bosch Rexroth.

ActiveCockpit w transparentny sposób zapewnia szybki dostęp do niezbędnych danych, umożliwiając na bieżąco podejmowanie właściwych decyzji. Dzięki temu skuteczne reagowanie na pojawiające się problemy, zarówno lokalnie – w hali fabrycznej – jak i zdalnie, wymaga minimalnego nakładu pracy.

Łatwe integrowanie nowych maszyn lub linii produkcyjnych z już istniejącymi systemami może zostać zrealizowane w sposób mechaniczny, z wykorzystaniem standaryzowanych systemów przenośników łańcuchowych, takich jak VarioFlow plus, w połączeniu z narzędziem do planowania MTpro. W przyszłości otwarte interfejsy maszyna – maszyna pozwolą na łatwą integrację elektryczną.

Wraz z upraszczaniem procesów diagnostycznych i konserwacyjnych w maszynach będą wdrażane narzędzia serwisowe w jeszcze większym stopniu korzystające z sieci i innowacyjnych koncepcji LED, rzeczywistości rozszerzonej czy wirtualnej.

### Wydajność – kompleksowe projektowanie cyfrowe

Coraz większa złożoność projektów i coraz krótszy czas wprowadzania produktów na rynek napędzają popyt na projektowanie w oparciu o modele z symulacjami i uruchamianiem wirtualnym. Jako partner technologiczny dysponujący dużą wiedzą z branży przemysłowej, rozwiązanie firmy Bosch Rexroth, Open Core Engineering, zapewnia łatwą integrację systemów sterowania maszyn ze środowiskiem symulacyjnym, takim jak MATLAB/Simulink lub 3DEXPERIENCE autorstwa firmy Dassault Systèmes. Ponadto firma Bosch Rexroth dostarcza cyfrowe modele, które mogą być tworzone bardzo sprawnie, oraz wszechstronną bibliotekę gotowych funkcji związanych z używanymi technologiami i układem sterującym urządzeniami. Nacisk kładziony na parametryzację, a nie na programowanie, pozwala na szybsze uruchomienie urządzeń do pakowania produktów w folię, systemów pakowania wtórnego, napelniaczy i zgrzewarek.

Warto również zaznaczyć, że dostępna jest zintegrowana standardowa kinematyka i funkcje dla różnych robotów, np. z kinematyką typu delta lub równoległą oraz paletyzatorów. Obiektowe programowanie sterownika PLC i języki wysokiego poziomu, takie jak Java i C++, upraszczają tworzenie oprogramowania sterującego maszyną. Sterowniki zostały wyposażone w serwer www w celu łatwej integracji z technologiami internetowymi, takimi jak wirtualizacja z wykorzystaniem HTML5. Standaryzowane modele programowania wspomagają tworzenie programów dla maszyn, zgodnych ze standardami OMAC/PackML, a także ze standardem Weihenstephan i PLCopen.

### Adaptacyjność

Co się stanie, jeśli linia pakująca w przypadku awarii automatycznie dostosuje prędkość przepływu przesuwanego się strumienia produktów, zamiast zaciąć się lub wyświetlić komunikat o błędzie? Zainstalowane fabrycznie funkcje oprogramowania, takie jak inteligentne linie doprowadzające lub grupowanie produktów, są już dostępne, nawet dla zgodnych z najnowszymi tendencjami scenariuszy typu maszyna – maszyna. Nie jest

już konieczne używanie osobnego sterownika w przypadku korzystania z robotów i elastycznego systemu transportu. Są one zarządzane za pośrednictwem standardowego sterownika urządzenia, a liczba interfejsów i wysiłek związany z korzystaniem z systemów transportu lub robotów zmniejszają się.

Z uwagi na coraz bardziej złożone procesy pakowania maszyny muszą automatycznie dostosowywać się do środowiska pracy. Aby „wyciągać wnioski” ze swojego stanu aktualnego, maszyny wymagają inteligentnych czujników z technologią MEM, np. XDK. Czujniki wirtualne, takie jak serwosilniki i serwonapędy, udostępniają użyteczne informacje. Nowa generacja wydajnych i elastycznych silników MS2N firmy Bosch Rexroth łączy w sobie doskonałą dynamikę, kompaktowe rozmiary oraz wysoką sprawność energetyczną, będąc doskonałym przykładem inteligentnych rozwiązań Przemysłu 4.0.

Wreszcie, nowa generacja maszyn pakujących automatycznie dostosowuje się do aktualnego formatu i reguluje prędkość procesu oraz manipulowania produktami. Adaptacyjne funkcje oprogramowania również zostały zaprojektowane z myślą o takim scenariuszu w przyszłości. Spektrum możliwości rozciąga się od elastycznych elektronicznych krzywek w sterownikach urządzeń (FlexProfile), przez funkcje napędu, takie jak automatyczne dostrajanie i funkcje antywibracyjne do pomiarów odpowiedzi częstotliwościowej, po innowacyjne funkcje filtrowania do minimalizowania częstotliwości rezonansowych w częściach mechanicznych.

### Brak szafy sterowniczej

Brak szafy sterowniczej oznacza nie tylko fizyczną oszczędność miejsca – przede wszystkim związany jest z modułową konfiguracją urządzenia, która pozwala użytkownikom maszyn szybko reagować na zmieniające się wymagania. Poszczególne moduły są podłączone do siebie jedynie za pomocą pojedynczego kabla hybrydowego i mogą być łatwo integrowane z maszyną lub zmodernizowane w późniejszym terminie. Zmniejsza to obszar instalacji i zwiększa gęstość serworządzeń na korzyść elastyczności. Zmniejszają się również powierzchnia instalacji oraz koszty okablowania czy serwisowania. Takie modułowe podejście jest szczególnie użyteczne w przypadku maszyn do pakowania wtórnego oraz maszyn rotacyjnych, takich jak napelniacze i korkownice, a także w projektach modernizacyjnych. ■

**rexroth**  
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

tel. 22-738 18 00

fax 22-758 87 35

e-mail: info@boschrexroth.pl

www.boschrexroth.pl

Nowy, gotowy do podłączenia, bardzo elastyczny hybrydowy przewód chainflex do e-prowadników, dostępny z 36-miesięczną gwarancją

## Szybki napęd za niewielką cenę: nowy przewód igus do silników SEW i Siemens

Jeśli użytkownik szuka elastycznego przewodu do napędów, firma igus oferuje najbardziej ekonomiczne rozwiązanie techniczne. W przypadku silników SEW i Siemens specjalista motion plastics opracował CF280.UL.H, nowy przewód hybrydowy specjalnie do zastosowania w e-prowadniku. Użytkownicy intralogistyki, konstrukcji obrabiarek lub przemysłu motoryzacyjnego mogą teraz polegać na rozwiązaniu z 36-miesięczną gwarancją, kupionym na metry lub dostarczonym jako gotowe do podłączenia ready cable.

**A**by napędzać silniki, wielu inżynierów coraz częściej staje twarzą w twarz z przewodami hybrydowymi. W tych rozwiązaniach napędowych zasilanie i inne funkcje działają na pojedynczym przewodzie. W ten sposób, na przykład, producent napędów Siemens zastępuje przewód enkodera żyłami BUS'owym i dodaje go do żył zasilających. Eliminuje to konieczność okablowania z osobnym przewodem systemu pomiarowego dla enkodera. Firma igus rozszerzyła swoją niskokosztową, hybrydową serię przewodów o model CF280.UL.H, który jest odpowiedni dla silników SEW i Siemens. Nowy, wysoce elastyczny przewód jest specjalnie zaprojektowany do użycia w e-prowadniku. Nadaje się do zastosowań o promieniu gięcia  $10 \times d$  we wszystkich sektorach przemysłu, od obrabiarek i motoryzacji, po intralogistykę. Nawet temperatura od  $-25$  stopni do  $+80$  stopni Celsjusza nie stanowi dla przewodu problemu. W zależności od specyfikacji producenta nowy hybrydowy przewód ma czarny lub pomarańczowy płaszcz zewnętrzny PUR, odporny na działanie oleju, chłodziwa oraz niepodtrzymujący palenia.

Pleciony ekran z dużą gęstością krycia zapewnia dobrą ochronę EMC przewodu przez długi okres użytkowania. Firma igus regularnie przeprowadza ciągłe testy na wszystkich rodzajach przewodów w największym na świecie laboratorium, o powierzchni 2750 metrów kwadratowych. W serii testów przy  $7,5 \times d$  przewody hybrydowe przetrwały ponad 8 milionów cykli bez uszkodzeń. Kolejną zaletą nowej serii przewodów jest to, że posiada amerykański atest UL, a także certyfikat EAC i CTP na rynek rosyjski.

### Natychmiast dostarczany jako gotowy do podłączenia ready cable

Na życzenie klienta firma igus konfekcjonuje wszystkie przewody w odpowiednie złącze. Oferuje ponad 4200 przewodów napędowych wykonanych zgodnie z 24 standardami producenta, wśród których klient zawsze znajdzie najbardziej ekonomiczny przewód do swojego zastosowania. Wszystkie przewody testowane są po konfekcjonowaniu oraz otrzymują plombę pomiarową. Testując wszystkie przewody chainflex podczas



Dzięki nowemu hybrydowemu przewodowi CF280.UL.H użytkownicy z silnikami SEW mogą teraz uzyskać ekonomiczny przewód napędowy do zastosowania w e-prowadniku (Źródło: igus Sp. z o.o.)

ruchu w rzeczywistych warunkach, firma igus uzyskała wyjątkową pozycję jako jedyny producent na rynku, który oferuje 36-miesięczną gwarancję na cały zakres przewodów. ■

**igus®**

igus Sp. z o.o.  
ul. Działkowa 121 C  
02-234 Warszawa  
tel. 22-316 36 30  
faks 22-863 61 69  
e-mail: kkozłowski@igus.pl  
www.igus.pl

## WYDARZENIA

● **Nowy hybrydowy przewód chainflex do e-przewodników, dostępny z 36-miesięczną gwarancją**

Jeśli użytkownik szuka elastycznego przewodu do napędów, firma igus oferuje najbardziej ekonomiczne rozwiązanie techniczne. W przypadku silników SEW i Siemens specjalista motion plastics opracował CF280.UL.H, nowy przewód hybrydowy specjalnie do zastosowania w e-przewodniku. Użytkownicy intralogistyki, konstrukcji obrabiarek lub przemysłu motoryzacyjnego mogą teraz polegać na rozwiązaniu z 36-miesięczną gwarancją, kupionym na metry lub dostarczonym jako gotowe do podłączenia ready cable.

Aby napędzać silniki, wielu inżynierów coraz częściej staje twarzą w twarz z przewodami hybrydowymi. W tych rozwiązaniach napędowych zasilanie i inne funkcje działają na pojedynczym przewodzie. W ten sposób, na przykład, producent napędów Siemens zastępuje przewód enkodera żyłami BUS-owymi

i dodaje je do żył zasilających. Eliminuje to konieczność okablowania z osobnym przewodem systemu pomiarowego dla enkodera. Firma igus rozszerzyła swoją niskokosztową, hybrydową serię przewodów o model CF280.UL.H, który jest odpowiedni dla silników SEW i Siemens. Nowy, wysoce elastyczny przewód jest specjalnie zaprojektowany do użycia w e-przewodniku. Nadaje się do zastosowań o promieniu gięcia  $10 \times d$  we wszystkich sektorach przemysłu od obrabiarek i motoryzacji po intralogistykę. Nawet temperatura od  $-25$  do  $+80^\circ\text{C}$  nie stanowi dla przewodu problemu. W zależności od specyfikacji producenta, nowy hybrydowy przewód ma czarny lub pomarańczowy płaszcz zewnętrzny PUR, odporny na działanie oleju, chłodziwa oraz niepodtrzymujący palenia.

Pleciony ekran z dużą gęstością krycia zapewnia dobrą ochronę EMC przewodu przez długi okres użytkowania. igus regularnie przeprowadza ciągle testy na wszystkich rodzajach przewodów

w największym na świecie laboratorium, o powierzchni 2750 metrów kwadratowych. W serii testów przy  $7,5 \times d$ , przewody hybrydowe przetrwały ponad 8 milionów cykli bez uszkodzeń. Kolejną zaletą nowej serii przewodów jest to, że posiada amerykański atest UL, a także certyfikat EAC i CTP na rynek rosyjski.

Na życzenie klienta firma igus konfekcjonuje wszystkie przewody w odpowiednie złącze. Oferuje ponad 4200 przewodów napędowych wykonanych zgodnie z 24 standardami producenta, wśród których klient zawsze znajdzie najbardziej ekonomiczny przewód do swojego zastosowania. Wszystkie przewody testowane są po konfekcjonowaniu oraz otrzymują plombę pomiarową. Testując wszystkie przewody chainflex podczas ruchu w rzeczywistych warunkach, firma igus uzyskała wyjątkową pozycję jako jedyny producent na rynku, który oferuje 36-miesięczną gwarancję na cały zakres przewodów.

Źródło: igus

reklama

# Zbuduj lub kup robolink<sup>®</sup> niskokosztowego robota

## Przeguby robotyczne robolink<sup>®</sup> D

Ekonomiczna automatyzacja przy zastosowaniu lekkich i bezsmarownych przekładni ślimakowych.

Dostępne zarówno jako poszczególne moduły lub w pełni kompletne ramię robotyczne z lub bez układu sterowania. Możliwość indywidualnej konfiguracji oraz symulowania ruchów ramienia za pomocą aplikacji 'robolink designer' dostępnej online.

Nowość: robolink<sup>®</sup> DCi - ramię robotyczne z 5 DOF (stopniami swobody) ze zintegrowanym układem sterowania od 27 460 pln.

[www.igus.pl/robolink](http://www.igus.pl/robolink)

Odwiedź nas:

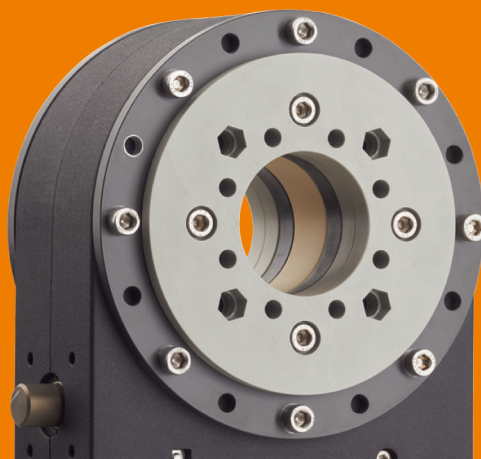
AUTOMATICON: Hol, stoisko E1

Dni Druku 3D: stoisko B64

● plastics for longer life

**igus.eu**  
Tel. +22 316 36 33 [rsobocinski@igus.pl](mailto:rsobocinski@igus.pl)

Nowość: Zintegrowany układ sterowania ▶



# Dlaczego ergonomia jest ważnym elementem pracy operatorów maszyn budowlanych

W kontekście branży budowlanej ergonomia pracy jest kwestią omawianą rzadko lub nawet pomijaną. Niekiedy wręcz postrzega się ergonomię jako coś zarezerwowanego wyłącznie dla pracowników biurowych lub produkcyjnych. To jednak błąd, za który płaci się wysoką cenę.

W samej tylko Wielkiej Brytanii około 80 tysięcy osób zatrudnionych w branży budowlanej zmagają się z problemami zdrowotnymi, które – ich zdaniem – zostały spowodowane lub uległy nasileniu wskutek wykonywania codziennych zadań. Według Brytyjskiego Inspektoratu BHP (ang. *British Health and Safety Executive*, HSE), 65% tych dolegliwości jest wynikiem chorób układu mięśniowo-szkieletowego.

W Wielkiej Brytanii co roku pracodawcy tracą łącznie 6,6 mln dni pracy z powodu zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego, z których ponad 1/3 (40%) to urazy pleców. Jest to oczywiście kosztowne. Brytyjskie Stowarzyszenie Inżynierów Budownictwa Wodnego i Lądowego (*British Institution of Civil Engineers*) szacuje, że roczny koszt chorób układu mięśniowo-szkieletowego, jaki ponoszą pracodawcy, wynosi 646 milionów GBP. Niemniej poprawa ergonomii pracy może obniżyć te liczby i kwoty.



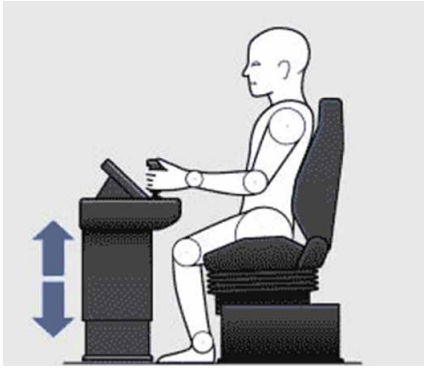
## Poprawa pozycji ciała podczas pracy ogranicza urazy mięśni i kręgosłupa do minimum

Nieprawidłowa pozycja ciała przy pracy jest jednym z największych winowajców urazów mięśni i kręgosłupa. Wielogodzinna praca w pozycji siedzącej

w kabinie maszyny to nic innego, jak prosta droga do chorób układu mięśniowo-szkieletowego. Natomiast wprowadzenie zaledwie kilku prostych zmian może pomóc odciążyć operatorów, sprawiając równocześnie, że ich praca stanie się bardziej komfortowa. Wystarczy zapewnić operatorowi możliwość regulacji położenia pulpitu sterującego, a przez to częstszej zmiany pozycji siedzącej na stojącą. Już sama ta zmiana znacznie poprawi ergonomię jego pracy.

Taka sytuacja, na przykład, miała miejsce w przypadku szwedzkiej firmy Sandvik, dostawcy rozwiązań dla górnictwa i budownictwa, która postanowiła wprowadzić kilka elementów z funkcją regulacji położenia do swoich ciężkich maszyn budowlanych.





instalacji – nawet w warunkach ograniczonej przestrzeni. Kompaktowa konstrukcja i niewielka liczba kabli dodatkowo ułatwiają instalację.

Ergonomia ma znaczenie – również w obsłudze maszyn budowlanych!

Aby poznać więcej możliwości zastosowania produktów LINAK w maszynach budowlanych, zapraszamy do odwiedzenia strony [www.linak.pl](http://www.linak.pl) poświęconej m.in. rozwiązaniom do maszyn

budowlanych. Zachęcamy także do kontaktu z lokalnym oddziałem firmy LINAK, gdzie można uzyskać dalsze informacje oraz do lektury poniższego miniprzewodnika po ergonomii. ■

**LINAK**   
WE IMPROVE YOUR LIFE

**LINAK Polska**  
Al. Zjednoczenia 36  
01-830 Warszawa

– Poprawa ergonomii wyraźnie wskazuje na fakt, że Sandvik chce tworzyć i oferować swoim pracownikom najlepsze warunki do pracy – mówi Mika Väisänen, inżynier projektu z działu rozwoju produktów w Sandvik Mining and Rock Technology.

### Ergonomiczne elementy z funkcją regulacji położenia

Sekret polega na umiejętnym dostosowaniu stanowiska pracy do pracownika. Pracownicy budowlani i operatorzy maszyn budowlanych mają różne sylwetki i są różnej postury, zatem stanowisko pracy musi mieć możliwość dostosowania poszczególnych elementów do potrzeb i możliwości danego operatora.

W ofercie LINAK® znajdują się rozwiązania na bazie siłowników, przeznaczone do regulacji położenia pulpity sterowniczych, pedałów gazu, sprzęgła i hamulca oraz ustawienia foteli – wszystkie z możliwością personalizacji ustawień pod kątem potrzeb i preferencji indywidualnego operatora, w celu ochrony przed urazami mięśni i kręgosłupa oraz ograniczenia do minimum liczby dni pracy utraconych przez pracodawców. Wszystkie rozwiązania na bazie siłowników LINAK odznaczają się łatwością

reklama



TECHLINE<sup>®</sup>  
IMPROVING FLEXIBILITY



Zadbaj o optymalne  
stanowisko pracy  
- poradnik na dobry początek

# Nowy standard w robotyce pomocny w zapewnieniu bezpieczeństwa chwytaków (end-efektorów)

Leszek Kasprzyczak

Organizacja ISO opublikowała w drugiej połowie 2018 roku raport techniczny ISO/TR 20218-1 dotyczący środków bezpieczeństwa stosowanych podczas projektowania i integracji end-efektorów robotów przemysłowych. Za end-efektor (przyrząd wykonawczy lub efektor końcowy) uważa się np. chwytak mechaniczny, magnetyczny lub próżniowy, pistolet do malowania, zgrzewania czy pistolet spawalniczy mocowany do interfejsu mechanicznego (powierzchni montażowej flanszy) robota.

Standard ten dostarcza wskazówek na temat oceny i redukcji ryzyka, bezpiecznej implementacji chwytaków oraz weryfikacji i walidacji, a także dokumentacji do aplikacji systemu zrobotyzowanego wyposażonego w docelowy efektor końcowy. O potrzebie oceny ryzyka całej aplikacji zrobotyzowanej (w tym end-efektora) mowa jest już w normie PN-EN ISO 10218-2. Natomiast raport techniczny ISO/TR 20218-1 dostarcza szczegółowych wskazówek w zakresie rozpatrywanych ograniczeń rozważanych end-efektorów, dotyczących m.in. użytkowania, ograniczeń przestrzennych i czasowych (np. wersje współpracujące HRC lub niewspółpracujące, udźwig, środek ciężkości, temperatura, maks./min. siła chwytania, dopuszczalna odkształcalność detalu czy czas wymiany na stanowisku wymiany effektorów końcowych).

## Identyfikacja zagrożeń we wszystkich fazach cyklu życia systemu zrobotyzowanego

W aplikacjach z robotami niewspółpracującymi największe ryzyko dla operatora powstaje podczas programowania w celi, odblokowywania zacięć i czyszczenia np. pistoletów do malowania lub



spawalniczych czy narzędzi tnących. Przedmiotowy raport zawiera załączniki z przykładami zagrożeń powodowanych przez efektor końcowy w zależności od ich funkcjonalności.

Ponadto raport dostarcza wsparcia w zakresie szacowania ryzyka, podając kilka praktycznych przykładów w załącznikach. Wymagane poziomy bezpieczeństwa PL/SIL funkcji bezpieczeństwa zaimplementowanych w odniesieniu do effektorów końcowych określa się zgodnie z normą PN-EN ISO 10218-2 (PL(d), Kategoria 3 zgodnie z PN-EN ISO 13849-1 lub SIL 2 zgodnie z PN-EN 62061).

Po szacowaniu ryzyka przeprowadza się ewaluację ryzyka i ryzyka szczątkowe dokumentuje się.

W przypadku podjęcia środków zmniejszających ryzyko należy rozważyć m.in. optymalny kształt i powierzchnię effektora końcowego, np. materiały wyściełające i amortyzujące w przypadku aplikacji HRC, likwidację ostrych krawędzi, optymalną masę i prędkość, zastosowanie urządzeń ochronnych i związanych z bezpieczeństwem funkcji wykrywających i ograniczających wywieraną siłę, nacisk lub energię kinetyczną celem zmniejszenia energii uderzenia.

Dopuszczalne dla części ciała ludzkiego wartości siły, nacisku, energii w kontakcie chwilowym oraz quasi-statycznym podano w specyfikacji technicznej ISO/TS 15066 dotyczącej robotów współpracujących. Narzędziem umożliwiającym pomiar rzeczywistych sił i nacisków wywieranych przez robota HRC wyposażonego w określony efektor końcowy jest zestaw PROBms firmy PILZ. Zestaw ten



służy do pomiarów parametrów kolizji, tj. rejestrowania sił i nacisku (ciśnienia), mogących wystąpić podczas zderzenia robota z człowiekiem, i jest wykorzystywany podczas walidacji. Zderzenia (kolizje) można uznać za bezpieczne tylko wtedy, gdy wartości pomiarów mieszczą się poniżej wartości granicznych zdefiniowanych w ISO/TS 15066 w Załączniku A.

Usługi w zakresie oceny ryzyka, przygotowania koncepcji bezpieczeństwa i projektu, a także pomiarów omówionych parametrów świadczy Pilz Polska Sp. z o.o. Zapraszamy do zapoznania się z ofertą i współpracy z biurami na terenie całego kraju.



Leszek Kasprzyczak - International Machinery Safety Expert, CMSE®

**PILZ**  
THE SPIRIT OF SAFETY

Pilz Polska Sp. z o.o.  
ul. Ruchliwa 15  
02-182 Warszawa  
tel. 22-884 71 00  
fax 22-884 71 09  
e-mail: info@pilz.pl  
www.pilz.pl

### ● Na straży Straży

Naukowiec z Uniwersytetu McMaster we współpracy z innymi uczelniami stworzyli ognioodporny czujnik ruchu, który umożliwi śledzenie położenia strażaków, hutników, górników i innych osób pracujących w środowiskach wysokiego ryzyka.

Tani sensor ma rozmiar baterii i może być łatwo wbudowany w podeszwę buta lub wszyty pod ramię kurtki. Dzięki temu w wyniku częstych otarć może być zasilany, wykorzystując efekt tryboelektryczny.

Czujnik może śledzić ruch i położenie osoby w płonącym budynku, szybie lub innym niebezpiecznym środowisku, ostrzegając operatora na zewnątrz, jeśli ten ruch ustanie. Kluczowy materiał wykorzystany w jego budowie to innowacyjny nanokompozyt węglowy w formie aerozolu.

Zespół badawczy z McMaster, UCLA oraz Wyższej Szkoły Chemiczno-Technologicznej w Pradze opisuje efekty swoich prac w artykule opublikowanym w czasopiśmie „Nano Energy”. Naukowiec przekonują, że wcześniej opracowane samozasilające się czujniki dawały podobne możliwości, jednak materiały, z których były stworzone, rozkładały się w wyższych temperaturach. Nowe rozwiązanie jest w stanie poprawnie działać nawet w temperaturze 300 stopni Celsjusza.

Badacze mają nadzieję, że ich wynalazek ma szansę na komercjalizację po nawiązaniu współpracy z odpowiednim partnerem.

Źródło: Techxplore

### ● Nowy system do śledzenia detali

Naukowiec z Massachusetts Institute of Technology opracowali nowy system, który może poprawić jakość pracy i dokładność robotów przemysłowych. Wykorzystując tagi RFID, naukowiec zwiększyli ich wydajność i dokładność poprzez innowacyjne śledzenie poruszających się obiektów.

System, który zostanie zaprezentowany podczas Sympozjum USENIX, jest zaskakująco prosty i przy tym nowatorski. Tagi RFID sprzężone z obiektem dostarczają mu sygnałów, które dają robotowi dokładniejsze wyobrażenie o tym, gdzie znajduje się jego cel. System może potencjalnie zastąpić wizję maszynową, która często jest ograniczana przez to, co znajduje się w zasięgu obserwacji. Według twórców, dzięki nowej metodzie roboty mogą lokalizować obiekty w czasie 7,5 milisekundy z dokładnością do jednego centymetra.

System TurboTrack ma wiele potencjalnych zastosowań w produkcji. Przemysłowe manipulatory zainstalowane na liniach montażowych mogłyby zyskać dzięki zwiększonej dokładności. Wykorzystanie systemu pomoże uniknąć wypadków z udziałem maszyn. Techniki można również użyć do określenia wzorców lotu dronów, w tym do kontroli dostaw. Na dodatek znaczniki RFID są niedrogie, co sprawia, że aplikacje TurboTrack mogą być nieograniczone.

Źródło: engadget



## Inteligentne czujniki dla rozwiązań przyszłości



Aby sprostać zwiększającym się wymaganiom nowoczesnych, inteligentnych fabryk, potrzebne są elastyczne i łatwo adaptowalne czujniki.

Bez względu na to, czy wymagane jest zastosowanie czujników mechanicznych, magnetycznych, RFID, optycznych czy wizyjnych użytkownik otrzymuje elastyczne rozwiązanie dla swoich indywidualnych potrzeb!

- modułowy system ryglowania PSENmlock zapewnia bezpieczne blokowanie i ryglowanie na potrzeby ochrony pracowników i procesu aż do najwyższej kategorii bezpieczeństwa PLE
- urządzenia SDD (Safety Device Diagnostic) umożliwiają pobieranie danych diagnostycznych z urządzeń bezpieczeństwa firmy Pilz
- do monitorowania obszarów 2D zastosuj kurtyny świetlne PSENOpt, skaner laserowy PSENscan oraz maty bezpieczeństwa PSENmat

Wydajne, wytrzymałe i proste w obsłudze rozwiązania, zapewniające krótkie czasy przestoju i gwarantujące maksymalny poziom bezpieczeństwa Twojej aplikacji!

**PILZ**  
THE SPIRIT OF SAFETY

# Schmersal: pięć rozwiązań upraszczających instalację urządzeń bezpieczeństwa

Dzięki innowacyjnemu modułowi SFB – *Safety Fieldbox* – grupa Schmersal stworzyła zestaw pięciu charakterystycznych rozwiązań instalacyjnych do bezpiecznej kontroli maszyn i systemów produkcji. Ta różnorodność wersji jest w chwili obecnej unikalna na rynku bezpieczeństwa maszyn. Inżynierowie, projektanci oraz właściciele mogą wybrać optymalne rozwiązanie bezpieczeństwa zarówno dla pojedynczych maszyn, jak i całych systemów, uwzględniając efektywność oraz koszty.

## 1. IO Parallel – moduł wejść/wyjść do połączeń kaskadowych

Ten niedrogi, uniwersalny moduł przyłączeniowy umożliwia proste połączenia kaskadowe urządzeń bezpieczeństwa. Nadaje się głównie dla małych maszyn. Wystarczy podłączyć pojedyncze wyłączniki bezpieczeństwa, aby osiągnąć odpowiednią ochronę procesu.

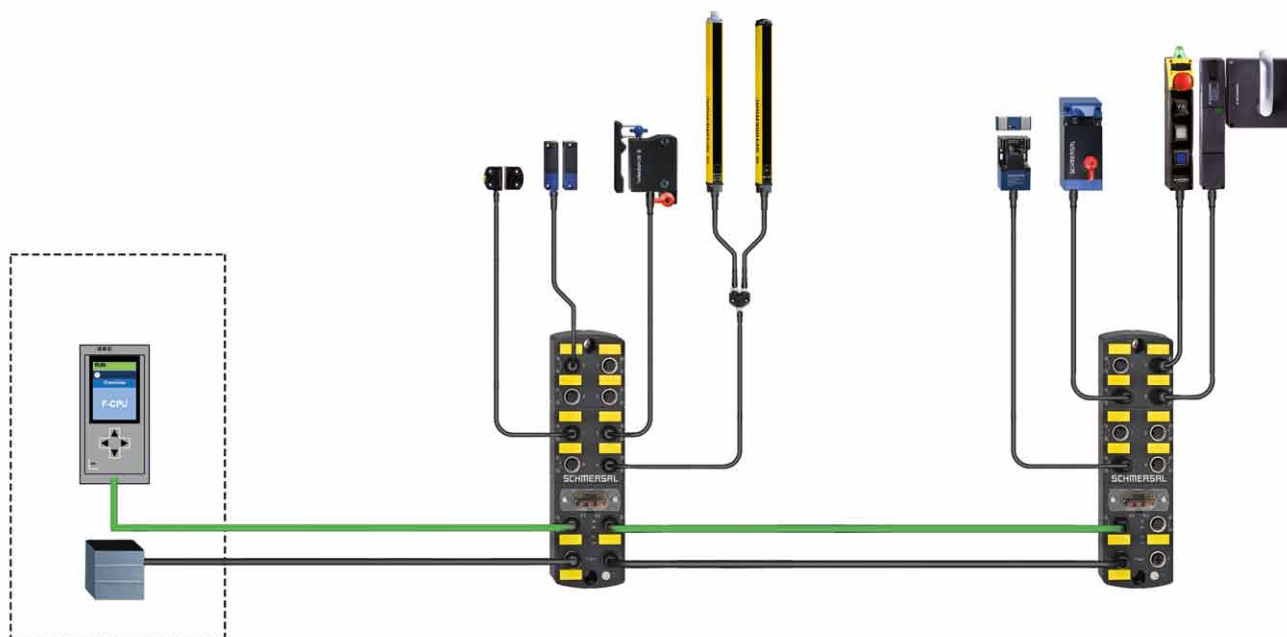
## 2. PFB i PDM – systemy instalacyjne bezpieczeństwa

Do obsługi przede wszystkim elektronicznych urządzeń bezpieczeństwa służą pasywny moduł dystrybucyjny (PDM) oraz pasywny moduł polowy (PFB Fieldbox). Pozwalają one na kaskadowe podłączenie maks. czterech elektronicznych urządzeń bezpieczeństwa (np. czujników RFID lub blokad elektromagnetycznych) do jednego modułu. Z kolei moduły PDM oraz

PFB można łączyć ze sobą, tworząc większe systemy. Jest to rozwiązanie dla bardziej skomplikowanych maszyn i systemów, charakteryzujące się jednocześnie prostotą podłączenia, bezawaryjną pracą oraz niewielkimi kosztami okablowania.

## 3. Safety Fieldbox

Nowy system magistralowy Safety Fieldbox nadaje się do podłączenia nawet ośmiu różnych urządzeń bezpieczeństwa. Sygnały związane z bezpieczeństwem są przekazywane do sterownika bezpieczeństwa (lub innego urządzenia nadzorującego) za pośrednictwem magistrali PROFINET/PROFIsafe. System Safety Fieldbox to ekonomiczne urządzenie, które – podobnie jak urządzenia pasywne – pozwala tworzyć elastyczne, indywidualnie konfigurowalne rozwiązania bezpieczeństwa dla większych maszyn i systemów.





#### 4. Interfejs SD

Szeregowy interfejs diagnostyczny SD służy do obsługi sygnałów niezwiązanych z bezpieczeństwem z połączonych kaskadowo urządzeń bezpieczeństwa. Rozwiązanie to przekazuje sygnały diagnostyczne (oraz bezpieczeństwa) do sterownika procesowego (np. PLC), a sygnały związane z bezpieczeństwem do urządzeń pasywnych (np. PDM, PFB lub konektory Y). Interfejs SD umożliwia bardzo proste łączenie szeregowo/kaskadowe urządzeń bezpieczeństwa w małych i średnich maszynach, w których nie ma konieczności użycia systemu magistralowego.

#### 5. Interfejs AS-i

To rozwiązanie wymaga urządzeń ze zintegrowanym interfejsem AS-I Safety-at-Work. Interfejs ten jest systemem magistralowym opartym na otwartym standardzie, umożliwiającym idealne dopasowanie systemu bezpieczeństwa do maszyny każdej wielkości przy maksymalnym uproszczeniu i przyspieszeniu podłączenia urządzeń. Magistrala bezpieczeństwa AS-i oferuje także szeroki wachlarz opcji diagnostycznych, umożliwiając tym samym wcześniejsze wykrycie defektu. To ważna funkcjonalność z punktu widzenia predykcyjnego utrzymania ruchu oraz strategii Industry 4.0. Grupa Schmersal oferuje bardzo bogate portfolio komponentów bezpieczeństwa z interfejsem AS-i. Praktycznie wszystkie główne serie produktów można zamówić z tym interfejsem.

Wszystkie powyższe systemy instalacyjne transmitują szczegółowe dane diagnostyczne. Dla użytkownika oznacza to łatwe określenie, które z szeregowo połączonych urządzeń wywołało sygnał, co pozwala na wcześniejsze wykrycie i szybsze usunięcie usterki, znacznie redukując nieoczekiwane przestoje maszyn.

Dodatkowo urządzenia typu Safety Fieldbox, PDM oraz PFB mają zintegrowane zabezpieczenia dla indywidualnych urządzeń bezpieczeństwa. Duży wybór rozwiązań instalacyjnych zapewnia maksymalną elastyczność dla użytkowników, pozwalając im na wybranie optymalnego systemu dla swojej aplikacji. ■

Zapraszamy do odwiedzenia naszego stoiska  
na Targach AUTOMATICON – Hala I, stoisko B10

 **SCHMERSAL**  
Safe solutions for your industry

Schmersal-Polska Sp. j.  
ul. Baletowa 29  
02-867 Warszawa  
tel. 22-250 88 01  
e-mail: info@schmersal.pl  
www.schmersal.pl

reklama



## Tworzymy bezpieczne miejsca pracy.

### Urządzenia przyłączeniowe dla systemów bezpieczeństwa

- Proste łączenie różnorodnych urządzeń bezpieczeństwa do jednego systemu
- PFB - Pasywny moduł fieldbox:  
Wszechstronne zastosowania przemysłowe
- PDM - Pasywny moduł dystrybucyjny:  
Dla aplikacji higienicznych
- SRB-E-PE – Aktywny multiplikator wejść:  
Dla wszystkich popularnych urządzeń bezpieczeństwa
- Interfejs SD: przekazywanie kompleksowych danych diagnostycznych

[www.schmersal.pl](http://www.schmersal.pl)



 **SCHMERSAL**  
Safe solutions for your industry

# Falownik serii SJ, typ P1 – wysoko wydajny falownik do zadań specjalnych

Stale rozwijające się systemy napędowe stawiają przed producentami falowników coraz to nowe wymagania. Falownik nie służy już tylko do precyzyjnego regulowania prędkości obrotowej silnika. Dla klientów coraz bardziej liczy się oszczędność energii, możliwość pracy falownika w trybie pozycjonującym lub regulacji momentu (możliwości funkcyjne zbliżenie do serwonapędów), realizacja operacji logicznych (wbudowany sterownik PLC), a także kompatybilność z przemysłowymi sieciami komunikacyjnymi oraz wymogami standardów bezpieczeństwa. Równie istotne jest przy tym to, by wszystkie te zaawansowane funkcjonalności nie komplikowały obsługi urządzenia.

Hitachi oferuje całą gamę wysoko wydajnych falowników dla szerokiego zakresu zastosowań w aplikacjach przemysłowych. Modułowa konstrukcja i duża wszechstronność zapewniają optymalne i oszczędne rozwiązania techniczne, które mogą być indywidualnie dopasowane do konkretnego zastosowania. Falowniki Hitachi mogą być łatwo skonfigurowane i są tak zaprojektowane, aby dostarczać wysoką wydajność, niezawodność i elastyczność.

Generalnie seria SJ-P1 ma za zadanie uzupełnić i z czasem zastąpić sprawdzone już wektorowe falowniki SJ700B i SJ700D. W związku z powyższym nowa seria falowników Hitachi, mając wszystkie zaawansowane funkcje serii SJ700B i SJ700D, takie jak wbudowany sterownik PLC, funkcje servo czy wbudowaną jednostkę hamowania prądnicowego do mocy 37 kW, posiada nowe bardzo innowacyjne i przydatne użytkownikowi rozwiązania, jak chociażby: funkcja symulatora pracy falownika, funkcja *TRACE* umożliwiająca śledzenie przebiegów szybkozmiennych czy dwa szybkie wejścia 32 kHz, pozwalające na bezpośrednie podłączenie enkodera (bez potrzeby instalowania dodatkowej karty opcjonalnej) i pracę falownika ze sprzężeniem zwrotnym w trybie *pulse train*. Modele nowej serii będą oferowane w zakresach mocy 0,75–132 kW na napięcie zasilania 380–500 V (+10%, –15%) AC.

Łatwa obsługa falownika przyjazna jego użytkownikom to jedna z wielu zalet nowego modelu SJ-P1.

Oprogramowanie Pro Driver Next to intuicyjny program, który umożliwia:

- monitorowanie online wszystkich parametrów i statusu WEJŚĆ/WYJŚĆ falownika;
- konwersję parametrów między różnymi seriami falowników;
- szybszy odczyt i zapis parametrów przez port USB;
- kompatybilność z Windows XP, 7, 8, 10.

Wraz z modelem SJ-P1 pojawi się zupełnie nowy panel operatorski. Będzie to kolorowy wyświetlacz TFT z dostępnymi 12 językami (także z językiem polskim). Posiada on własny zegar czasu rzeczywistego podtrzymywany baterią oraz pozwala na przechowywanie i kopiowanie parametrów z falownika na falownik. Przed nieautoryzowanym dostępem do parametrów chroni funkcja zabezpieczenia hasłem.

Seria SJ-P1 jest szczególnie dogodna do łatwego połączenia z różnymi sieciami dzięki zastosowaniu wbudowanego portu RS485-Modbus RTU lub opcjonalnych modułów fieldbus.

W celu ułatwienia dostępu do opcjonalnych wejść komunikacyjnych Hitachi opracowało specjalne kasetowe złącza. Ze względu na umiejscowienie wejść na płycie czołowej pozwalają one na wygodne połączenie aż 3 różnych modułów opcjonalnych. Dostępne będą następujące rodzaje kart opcjonalnych:

- Ethernet (Modbus TCP);
- EtherCAT;
- Profibus-DP;
- ProfiNET;
- płyta do podłączenia enkodera;
- bezpieczeństwa;
- analogowe WE/WY;
- wyjścia przekaźnikowe.

Falowniki SJ-P1 posiadają także możliwość komunikacji bezpośrednio między sobą bez użycia jakichkolwiek urządzeń dodatkowych (PLC, HMI czy PC). Komunikacja ta (oparta na standardzie RS485) w połączeniu z wbudowanym sterownikiem PLC otwiera przed projektantem wiele nowych zaawansowanych możliwości, takich jak np. praca synchroniczna wielu napędów, kaskadowe układy regulacji (np. ciśnienia wody itp.). Taka wymiana informacji między falownikami (szybka sieć RS485 odpowiednio zabezpieczona przed błędami CRC, Timeout, parzystość itd.) daje możliwość pozbycia się (bez dodatkowych kosztów) standardowej metody łączenia napędów poprzez wejścia/wyjścia analogowe/cyfrowe oraz w wielu przypadkach także dość drogie rozwiązań sieciowych, takich jak ProfiBus DP, DeviceNet itp.

Kolejnym udoskonaleniem jest możliwość parametryzacji falownika bez konieczności podłączania głównego zasilania. Nowy model SJ-P1 będzie można parametryzować zasilając tylko obwody cyfrowe falownika z zewnętrznego zasilacza 24 V DC. Ustawianie parametrów jest możliwe, gdy główne zasilanie jest odłączone. Dzięki temu wzrasta wygoda użytkowania i ograniczony jest pobór prądu w trybie czuwania. Możliwe jest także połączenie z PLC i ustawianie parametrów z PC dzięki wykorzystaniu oprogramowania do konfiguracji.

Producent nowej serii nie pominął także zagadnienia bezpieczeństwa. Mając świadomość, iż nowoczesne systemy automatyki wymagają dostosowania do zmieniających się norm i wymagań bezpieczeństwa, Hitachi gwarantuje w falownikach SJ-P1 certyfikaty bezpieczeństwa oraz zgodność z następującymi normami:

- certyfikowane bezpieczeństwo funkcjonalne;
- zewnętrzny certyfikat bezpieczeństwa elektrycznego;
- zgodność z EN61508, IEC / EN / UL61800-5-2 SIL3;
- STO jako standard bezpieczeństwa;
- IEC / EN60204-1 Stop Cat. 0;
- EN / ISO13849-1 Cat. 3, Plc;
- IEC61508, IEC / EN / UL61800-5-2, IEC / EN62061 SIL3 STO SS1, SLS i inne są dostępne jako karty opcyjnie.

Nowy model cechuje się również wszechstronnością zastosowań.

SJ-P1 oprócz zwykłych silników indukcyjnych może napędzać silniki PM. Silniki z magnesami trwałymi posiadają znacznie większą sprawność od tradycyjnych silników asynchronicznych, ponadto silnik PM jest mniejszy niż tej samej mocy silnik asynchroniczny, co pozwala zaoszczędzić miejsce. Falownik chroni silniki PM przed rozmagnesowaniem przez odpowiednie nastawy zabezpieczeń.

Innowacją dla nowej serii przetwornicy częstotliwości jest możliwość wyboru za pomocą jednego parametru trzech trybów pracy falownika w zależności od rodzaju obciążenia. Przykładowy falownik SJ-P1 18,5 kW przy trybie pracy VLD (*Very Light Duty* – bardzo niskie obciążenie) może pracować z silnikiem np. wentylatora o prądzie znamionowym 47 A (24 kW), przy trybie LD (*Light Duty* – niskie obciążenie) z silnikiem np. pompy o prądzie znamionowym 43 A (22 kW), a przy trybie ND (*Normal Duty* – normalne obciążenie) z silnikiem np. dźwigu o prądzie znamionowym 39 A (18,5 kW). Wybór niższego trybu pracy wiąże się oczywiście z mniejszą przeciążalnością chwilową, jednak charakter obciążenia dla niższego trybu pracy przeważnie nie wymaga wyższych chwilowych przeciążeń. Warto wspomnieć, że oprócz 3 trybów pracy dla silników indukcyjnych nowy falownik posiada dwa tryby pracy dla silników PM z magnesami trwałymi (LD i ND). Funkcja ta ma istotne znaczenie przy doborze falownika do konkretnej aplikacji. Znając rodzaj obciążenia i posługując się trzema wartościami prądów znamionowych, odpowiadającymi trzem trybom pracy przetwornicy (wszystkie 3 prądy znamionowe podawane są zarówno w specyfikacji, jak i na tabliczce znamionowej urządzenia), użytkownik sam może dobrać falownik do swojej aplikacji, często unikając konieczności zakupu większej jednostki i w ten sposób redukując koszty.

Falownik SJ-P1 spełnia normy EU RoHS, przez co jest przyjazny dla środowiska. Producent zadbał także o wydłużenie żywotności falownika poprzez lakierowanie wewnętrznych płytek elektroniki, co poprawia ich trwałość w trudnych warunkach (płytki logiki i interfejsów nie są pokryte). Wentylatory chłodzące i kondensatory zaprojektowano na 10-letnią żywotność. ■

ZELTECH MECHATRONIKA Sp. z o.o.  
www.zeltech.pl

## Falowniki Serii SJ typ P1 - segment premium

Hitachi rozwiązania dla automatyki



EtherCAT

PROFI  
BUS

PROFI  
NET

Ethernet

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

ODDZIAŁ POŁUDNIE  
ul. I Dywizji Pancерnej 45  
43-300 Bielsko-Biała  
tel: 33 496 42 40, bb@zeltech.pl

# www.zeltech.pl

Hitachi Industrial Equipment Systems Co., Ltd

INDUSTRYmeeting 2019 – nowa odsłona targów!

## Utrzymanie Ruchu i Technologie Przemysłowe w lutym w Expo Silesia

W dniach 27-28 lutego 2019 roku w Centrum Targowo-Konferencyjnym Expo Silesia w Sosnowcu odbyły się Targi Utrzymania Ruchu i Technologii Przemysłowych INDUSTRYmeeting, Salon Technologii i Materiałów Kompozytowych KOMPOZYTmeeting, Salon Uszczelnień i Technik Uszczelniania ExpoSEALING, Salon Logistyki i Magazynowania w Przemysle LOGISTEX oraz Gala Nagród Polskiej Branży Druku 3D.

Wśród nowości, jakie można było zobaczyć na targach, były m.in.:

- rozwiązania outsourcingowe dla firm branży produkcyjno-logistycznej, prezentowane przez ADECCO POLAND;
- wszechstronny moduł sterujący, który jest na etapie wdrażania na rynek przez firmę ELEPROJECT – układ będzie silnie konkurował z popularnymi sterownikami przemysłowymi PLC nie tylko pod kątem ceny, ale również łatwości w implementacji, a przede wszystkim faktem, że na jednej płycie jest bardzo dużo peryferii;
- cała gama sprzętu zabezpieczającego przed upadkiem z wysokości, w tym również do stref zagrożenia wybuchem, który można było zobaczyć na stoisku firmy PROTEKT;
- nowy katalog firmy DENIOS, która jest specjalistą w dziedzinie ochrony pracy i środowiska w rzemiośle i przemyśle; magazyny materiałów niebezpiecznych, bezpieczne pomieszczenia techniczne i produkty z zakresu BHP wspomagają klientów z całego świata w realizowaniu ich obowiązków przedsiębiorcy.

Podczas targów tradycyjnie odbył się konkurs o Medal Expo Silesia, do którego wystawcy mogli zgłaszać prezentowane na stoiskach produkty i usługi. Komisja Konkursowa Medalem Expo Silesia uhonorowała firmę ELEPROJECT Michał Grochowina za swobodnie programowalny moduł sterowania – jest to układ, który wyróżnia się mnogością interakcji komunikacyjnych oraz ilością wejść i wyjść o kompaktowej konstrukcji, konkurencyjnej cenie oraz łatwości implementacji i programowania. Wyróżnione zostały: Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki

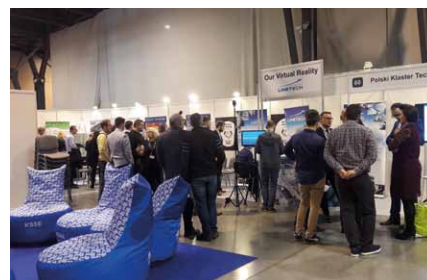
Śląskiej za sposób wytwarzania funkcjonalnej, metalowo-ceramicznej kształtki kompozytowej o podwyższonych parametrach cieplnych i tribologicznych z przeznaczeniem na lokalne wzmocnienie tłoka oraz firma CX-80 POLSKA Agata Nadera, Dariusz Nadera Sp. j. za smar ceramiczny KERAMICX.

Za ciekawą prezentację firmy oraz produktów na targach przyznano wyróżnienia dla firm DIG ŚWITAŁA Sp. z o.o., WAAP FILTROWENTYLACJA JAKUB DZIURA oraz RENEX Sp. z o.o. Sp. k.

Targom towarzyszył również Salon Technologii i Materiałów Kompozytowych KOMPOZYTmeeting oraz III edycja Seminarium wraz z I Warsztatami Eksperckimi pt. „Materiały kompozytowe w przemyśle motoryzacyjnym i lotnictwie”. Organizatorami wydarzenia był Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej, Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych, Expo Silesia. Przez cały czas odbywały się również spotkania B2B oraz S2B w specjalnie zaaranżowanej strefie.

Nowością podczas Targów INDUSTRYmeeting był Salon Logistyki i Magazynowania w Przemysle LOGISTEX, którego celem było połączenie innowacyjności z logistyką oraz właśnie branżą przemysłową. W drugim dniu Targów, w ramach Salonu Logistex odbyło się spotkanie organizowane przez Klaster Silesia Automotive & Advanced Manufacturing oraz Brytyjsko-Polską Izbę Handlową pt. „Zapewnienie ciągłości w międzynarodowych łańcuchach dostaw a BREXIT”.

Również premierowo zagościła u nas V edycja Gali Nagród Polskiej Branży Druku 3D. Było to wydarzenie



organizowane przy współpracy Centrum Druku 3D oraz Centrum Targowo-Konferencyjnego Expo Silesia. Po raz pierwszy miało charakter otwarty dla osób z wybranych gałęzi przemysłu. W plebiscycie zostały nagrodzone najlepsze osoby, firmy, produkty i wydarzenia związane z szeroko pojętą branżą technologii przyrostowych z Polski i ze świata. Laureaci zostali wybrani w aż 16 kategoriach, w tym po raz pierwszy w kategorii Najlepszy Polski Sklep z Drukarkami 3D i Filamentami. Rozstrzygnięte zostały również Mistrzostwa Polski w Druku 3D, wyłoniono laureatów w dwóch równorzędnych kategoriach:

- Mistrzostwa Polski w druku 3D w technologii FDM/FFF – I miejsce – CadXpert – drukarka 3D Stratasys F370;
- Mistrzostwa druku 3D w technologii SLA/DLP/LCD – I miejsce – Filaments4U – drukarka 3D Liquid Crystal Precision 1,5.

# Wielofunkcyjny licznik nastawny 571T

Firma Fritz Kübler GmbH opracowała wielofunkcyjny i dotykowy licznik nastawny 571T. Urządzenie to niezależnie nadzoruje pracę innych urządzeń, jest łatwe w obsłudze i czytelne. Dzięki maksymalnej częstotliwości do 250 kHz jest idealne do szybkiego zliczania impulsów. Może być również używany jako tachometr, miernik czasu krótkiego, stop-watch lub do pomiaru czasów cyklu maszynowego lub czasów przebiegu, jak również licznych funkcji liczenia i stopera. To urządzenie jest w stanie wykonać praktycznie wszystkie zadania zliczania, pomiaru i sterowania m.in. dzięki opcjom wyjścia licznika (4 wartości graniczne, 2 wyjścia przekaźnikowe, wyjście analogowe i interfejs RS232 lub RS485) oraz zasilaniu AC i DC w jednym urządzeniu.

Zalety:

- dowolnie programowalny;
- duży trójkolorowy ekran dotykowy z 8-cyfrową wartością wyświetlania i programowaniem poprzez dotykową klawiaturę licznika;
- wyświetlanie linearyzacji z funkcją nauczania;
- 4 wyjścia przełączające do pracy jako wartości graniczne (czas reakcji <1 ms), które można zaprogramować jako preset śledzenia;
- 2 wyjścia przekaźnikowe, które można przypisać do wartości granicznych;

- skalowalne wyjście analogowe (czas reakcji <1 ms), rozdzielczość 16 bitów, -10...+10 V, 0...20 mA lub 4...20 mA;
- szeregowy interfejs RS232 lub RS485 do odczytu i odbioru danych;
- zasilanie czujnika 24 V DC / 150 mA (wersja AC) lub UB - 1 V / maks. 250 mA (wersja DC);
- obudowa DIN 96 × 48 mm, IP65.

Więcej na: [www.kubler.pl](http://www.kubler.pl), YouTube: Kubler Poland

reklama




**Wielofunkcyjny licznik nastawny 571T**

- dotykowy wyświetlacz
- wyjścia analogowe i cyfrowe RS 232, RS 485
- częstotliwość max 250 kHz

tel. 61 849 99 02  
[www.kubler.pl](http://www.kubler.pl)

## Liczniki wielofunkcyjne do monitorowania produkcji

Wielofunkcyjne liczniki SEM, z dużym ekranem, mogą pokazać dużo więcej niż tylko wynik produkcji w sztukach, dzięki czemu stają się ekonomicznym narzędziem do analizy przebiegu procesu produkcyjnego. Ich oprogramowanie wylicza wszystkie najważniejsze parametry procesu, takie jak: wynik, wynik procentowo, wydajność, czas taktu i czas pracy. Duży kolorowy ekran zapewnia czytelność danych nawet z odległości kilkudziesięciu metrów. Na ekranie wyniki wyświetlane są wraz z opisem tekstowym. Nowością w tego typu urządzeniach jest stała dostępność wszystkich wyliczanych zmiennych. W czasie pracy wszystkie zmienne są na bieżąco aktualizowane, a operator przez naciśnięcie przycisku może wybrać, które z nich znajdują się na ekranie. Przykładowo: wybrać na początek zmienną „Plan” i „Wynik”, a w trakcie pracy wywołać na ekran zmienną „Czas” i „Wydajność”. Przed rozpoczęciem zmiany można wprowadzić dwa stałe parametry: plan (target) i czas taktu. Wielkość planu może być wyświetlona wprost na ekranie, ale także służy do obliczenia procentowego zaawansowania pracy. Czas taktu jest podstawą wyliczenia wydajności, procentowo, względem wartości zadanej. Poza tym służy do taktowania pracy, jeśli wywołujemy na ekran zmienną „timer cykliczny”.

Liczniki wielofunkcyjne SEM mają cztery wejścia dwustanowe, które można konfigurować jako licznikowe lub sterujące.


Przewidziano funkcje sumowania impulsów z kilku wejść licznikowych i odejmowania stanu wybranego licznika, traktowanego jako licznik braków. Wyjścia przekaźnikowe służą do sygnalizacji np. przekroczenia czasu taktu lub wystąpienia przestoju.

SEM

✉ Marcin Świątliński

[www.sem.pl](http://www.sem.pl)

reklama



**Monitoring produkcji**  
Wyświetlacze Automaticon 2019  
Mierniki  
Liczniki

**SEM**

[www.sem.pl](http://www.sem.pl)

## Zasilanie awaryjne (UPS) w przypadku awarii za pomocą Emparro ACCUcontrol

# Utrzymanie sprawności maszyn

Nieplanowane przestoje w fabrykach i maszynach bywają irytujące i kosztowne. Dlatego powiększamy rodzinę Emparro o nowy zasilacz ACCUcontrol, który utrzymuje pracę maszyny w przypadku awarii zasilania, przełączając się płynnie na baterię. Inwestycja w system UPS zazwyczaj zwraca się wraz z pierwszym unikniętym przestojem.

Zewnętrzne akumulatory o pojemności do 40 Ah podłączane są do modułu UPS, co zapewnia długi czas pracy na zasilaniu awaryjnym. W zależności od aplikacji można zastosować wersję 20 A lub 40 A. Montaż odbywa się bez użycia narzędzi. Dodatkowo wariant 20 A ma szerokość jedynie 65 milimetrów, więc zajmuje bardzo mało miejsca w szafie sterowniczej.

### Informacja wysyłana przed awarią

Emparro ACCUcontrol stale monitoruje wewnętrzną rezystancję baterii. W przypadku osiągnięcia limitu urządzenie wysyła ostrzeżenie poprzez styk sygnalizacyjny. Dzięki temu można dokonać wymiany baterii podczas najbliższego planowanego serwisu. W ten sposób można uniknąć nieplanowanych przestojów i konieczności umawiania dodatkowych wizyt serwisanta.

### Maksymalna żywotność

Akumulatory lubią niskie temperatury – w takich warunkach zapewniają większą wydajność, a ich żywotność jest dłuższa. Dlatego Emparro ACCUcontrol oferuje możliwość ładowania uzależnioną od temperatury. Napięcie ładowania jest dostosowywane do temperatury otoczenia, co zapewnia maksymalną żywotność nawet przy wyższych temperaturach.

### Łatwe podłączenie do IPC

- Emparro ACCUcontrol można łatwo podłączyć do komputera PC za pomocą mini USB.
- Komputer można bezpiecznie wyłączyć w przypadku awarii zasilania.



- Status napięcia zasilania i ładowania akumulatora można monitorować na bieżąco.
- Stan pracy można udokumentować w protokole.
- Parametry pracy można łatwo konfigurować.

### Moduł UPS czy moduł buforowy na bazie kondensatora?

– Emparro ACCUcontrol jest doskonałym rozwiązaniem, gdy trzeba zapewnić zasilanie w przypadku dłuższej awarii dla uniknięcia przestojów w produkcji. Podłączone akumulatory umożliwiają zasilanie awaryjne przez około jedną godzinę. Z kolei Emparro Cap działa w oparciu o ultrakondensatory i jest bezobsługowy przez cały okres eksploatacji. To rozwiązanie sprawdza się, jeśli potrzebne jest zapewnienie zasilania odpowiedniego do bezpiecznego wyłączenia maszyny i PLC – mówi Manuel Senk, Business Development Manager. ■



Murrelektronik Sp. z o.o.

ul. Jordana 11

40-056 Katowice

tel. 32-730 00 20

fax 32-730 00 23

e-mail: info@murrelektronik.pl

www.murrelektronik.pl

shop.murrelektronik.pl

Tree M

# Doskonałe połączenie w sieć

Switche zarządzalne IP67 gwarantują szybki przesył danych i doskonałą komunikację sieciową. Oferują rozbudowane funkcje diagnostyczne i ułatwiają szybkie rozwiązywanie problemów w celu znaczącej redukcji kosztownych przestoju.

Switche są kompaktowe i całkowicie szczelne, co gwarantuje ich wytrzymałość i trwałość. Można je stosować w warunkach przemysłowych, w tym w brudnych i nieprzyjemnych środowiskach. Połączenia M12 są wodoodporne i gwarantują ochronę do IP67. Przeniesienie technologii sieciowej na maszynę pozwala na oszczędzenie miejsca w szafie sterowniczej.



## Praktyczny i intuicyjny interfejs umożliwia błyskawiczne uruchomienie

Switche oferują szerokie możliwości diagnostyczne i zapis statystyk sieci. Topologia jest automatycznie mapowana, co umożliwia wykrywanie błędów kanału, a co za tym idzie – redukcję czasu przestoju. System wykrywa nawet stopniowo powstające błędy.

Bardzo duże znaczenie podczas projektowania sieci ma jej bezpieczeństwo. Interfejs zarządzania jest chroniony hasłem, a switch automatycznie wykrywa nieznanne lub nieautoryzowane urządzenia w sieci.

Switche zarządzalne Murrelektronik oferują niedrogi sposób zbierania sygnałów z czujników opartych na Ethernet, takich jak czujniki wizyjne w systemach przenoszenia i pakowania.

## Wersja specjalna dla ProfiNet

Nowa wersja switcha zarządzalnego Tree wspiera ProfiNet zgodnie z Conformance Class B. Można go łatwo uruchomić za pomocą pliku GSDML poprzez TIA Portal.

Uruchomienie następuje szybko dzięki automatycznemu przypisywaniu nazw. Zintegrowane rozpoznawanie topologii ProfiNet i priorytetyzacja telegramów ProfiNet znacznie zwiększają dostępność sieci. Automatyczne przypisywanie nazw dodatkowo ułatwia utrzymanie sieci i umożliwia niezwłoczny restart maszyn i fabryk po wymianie modułu. ■

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

## INDYWIDUALNE GRAWEROWANIE RAMEK MODLINK MSDD



### Najwyższa jakość: Logo na szafie sterowniczej

- Interfejsy panelu czołowego Modlink MSDD są dobrze widoczne na szafach sterowniczych.
- Idealnie nadają się do umieszczania etykiet systemowych, kodów kreskowych i ostrzeżeń.
- To również doskonałe miejsce na reklamę i prezentację logotypu.
- Bezpłatnie i niezależnie od zamawianej ilości.

# Koncepcje automatyzacji firmy Lenze dla przemysłu samochodowego

Tobiasz Witor

Jako jeden z wiodących na świecie specjalistów w zakresie systemów automatyzacji dla przemysłu samochodowego, w oparciu o wiedzę techniczną oraz doświadczenie ekspertów z całego świata, możemy wspólnie wypracować najlepsze dla Państwa rozwiązanie. Niezależnie od tego, czy trzeba zmodyfikować istniejące urządzenie, czy też zbudować całkiem nową maszynę. Uwzględniając indywidualne potrzeby i pomysły, wspieramy naszych partnerów na wszystkich etapach, od planowania poszczególnych maszyn aż do uruchomienia kompletnego systemu transportu.

## Niezawodne systemy napędowe

Coraz krótsze cykle innowacyjne, agresywna konkurencja i duży nacisk na obniżanie kosztów to wymogi, z którymi coraz częściej zmagają się producenci maszyn. Nasz system Engineering Toolchain zapewnia wszystko, co niezbędne: od poziomu sterowania aż do elektromechaniki. Nasi partnerzy uzyskują wymierne korzyści dzięki energooszczędnym rozwiązaniom mechatronicznym, opartym o sprawdzone i niezawodne technologie, długotrwałą jakość i prostotę obsługi. Możemy zredukować nie tylko mnogość różnych wariantów napędów, lecz również cały proces produkcyjny.



Rys. 1. Automotive to branża strategiczna w Lenze

## Najwyższe wymagania pod kątem produkcji i doradztwa

Na przebieg procesu produkcyjnego w przemyśle samochodowym decydujący wpływ mają dwa czynniki: *Just-in-time* oraz *Just-in-sequence*. Jest to tak istotne, ponieważ każda przerwa w pracy urządzeń oznacza niepotrzebne koszty, dlatego nasze inteligentne koncepcje

automatyzacji procesów, w połączeniu z elastycznymi i wydajnymi systemami napędowymi, to idealne rozwiązanie. Nie ma znaczenia, jaki obszar: tłocznia, spawalnica, lakiernia, montaż końcowy – nasi specjaliści znają proces produkcyjny i pomogą zaimplementować najlepsze koncepcje w celu obniżenia kosztów i poprawy sprawności energetycznej urządzeń.

## Skuteczne projektowanie napędu przy pomocy Drive Solution Designer (DSD)

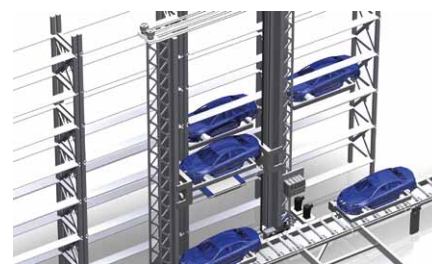
Inteligentna konstrukcja napędu jest podstawą dla dokładnie zwymiarowanego, a tym samym jak najmniejszego rozwiązania napędowego z odpowiednimi komponentami. Dzięki DSD potencjały oszczędności energii są widoczne na pierwszy rzut oka i zostają udokumentowane w paszporcie energetycznym. Możliwe jest również łatwe porównanie różnych rozwiązań, z uwzględnieniem indywidualnych danych procesowych.

## Prosta koncepcja oprogramowania

Przy pomocy naszego Application Software Toolbox Lenze FAST można łączyć przygotowane, inteligentne komponenty programowe, tworząc najróżniejsze moduły technologiczne, aby dzięki temu łatwo sporządzić oprogramowanie dla całej maszyny, nawet w 80% konstrukcji.

## Otwarte standardy

Dzięki wykorzystaniu standardów rynkowych w każdej chwili można połączyć



Rys. 2. Przykład rozwiązania w produkcji samochodów: układnica

komponenty Lenze z systemami sterującymi i napędowymi innych producentów. Umożliwia to prostą integrację z nadrzędnymi strukturami liniowymi.

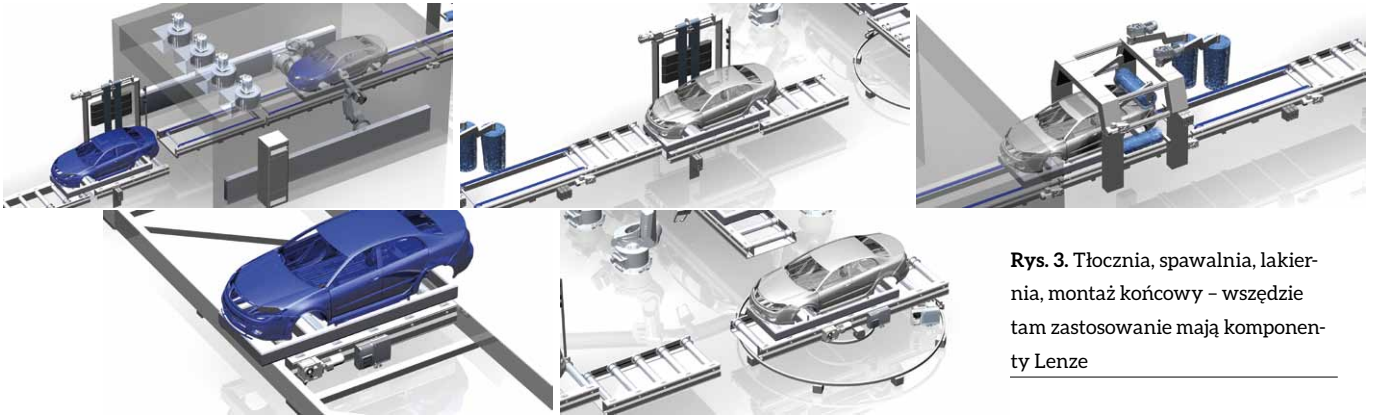
## Dużo więcej niż tylko zdalna konserwacja

Fundamentem idei Przemysłu 4.0 jest cyfrowe połączenie maszyn, produktów, komponentów oraz oczywiście – ludzi. Zapewniamy pewną platformę do zdalnej konserwacji. Łączymy techników serwisowych z maszyną za pomocą identyfikowalnego połączenia. Dzięki temu użytkownik maszyny ma pewność, że dostęp do maszyny mają tylko upoważnione osoby w określonym czasie. Ponadto można zbierać dane z maszyn, przechowywać je i analizować. Dane te, przekształcone w konkretne liczby, dają szczegółowy obraz działania maszyny.

## Globalny serwis

Wydajność produkcji, pewność ruchowa i codziennie nowe, najwyższe wymagania – to są nasze cele, które





**Rys. 3.** Tłocznia, spawalnica, lakiernia, montaż końcowy – wszędzie tam zastosowanie mają komponenty Lenze

decydują o sukcesie Państwa maszyn. Gdziekolwiek, kiedykolwiek i jakkolwiek potrzebne jest nasze wsparcie – jesteśmy zawsze do dyspozycji, również w formie szkoleń.

**Lenze ułatwia pracę na każdym etapie procesu inżynierskiego**

Wspólnie z Państwem przygotujemy najlepsze rozwiązania i z najwyższym

zaangażowaniem pomożemy je wdrożyć. Zarówno w zakresie optymalizacji istniejącej maszyny, jak i przy tworzeniu nowej maszyny czy aplikacji dla całej instalacji w procesie produkcji samochodów. Dążymy do prostoty, w której poszukujemy perfekcji. To jest szczególnie widoczne w naszym sposobie myślenia, naszych usługach oraz w każdym szczególe naszych produktów.

Źródło: materiały wewnętrzne Lenze

Tobiasz Witor – Prezes Zarządu  
Lenze Polska Sp. z o.o.



Lenze Polska Sp. z o.o.

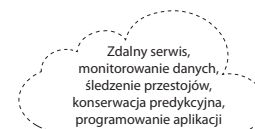
reklama

# Automatyka w niebieskich barwach

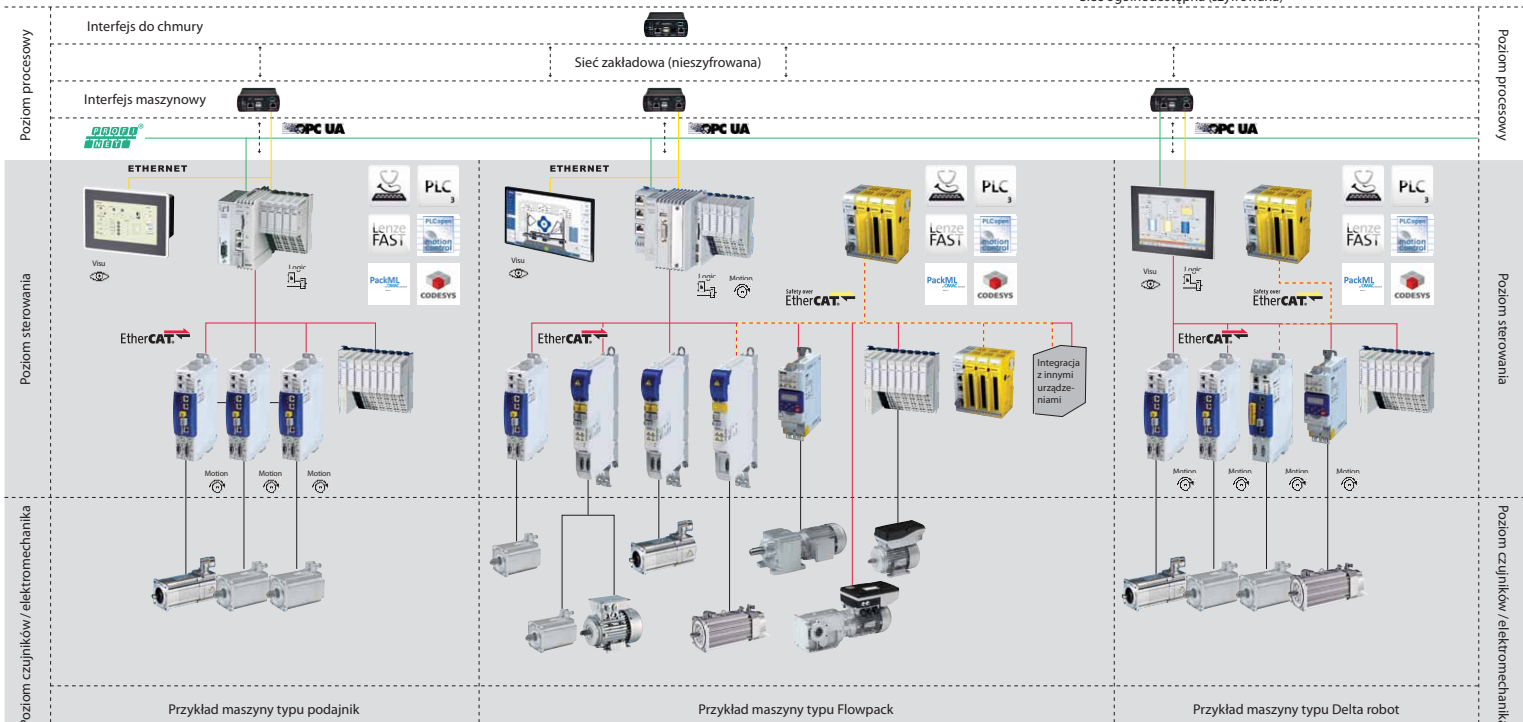
Kompletna platforma automatyki przemysłowej – skalowalna według potrzeb



Lenze Polska Sp. z o.o.  
ul. Roździeńskiego 188 b  
40-203 Katowice  
+48 32 203 97 73  
[www.lenze.com](http://www.lenze.com)



Sieć ogólnodostępna (szyfrowana)



# NORDPro Lab – szkolenia mające na celu zwiększenie zadowolenia klientów

Optymalne zadowolenie klienta można osiągnąć tylko z pomocą wyszkolonych pracowników – jest to podstawowa idea inicjatywy NORDPro, działającej w laboratorium o tej samej nazwie od roku 2011. Tutaj pracownicy przechodzą szkolenia w zakresie podstaw *Lean Management*, czyli strategii zarządzania firmą, opierającej się na dostarczaniu klientom produktów/usług, jakich oczekują, w jak najprostszy sposób, z zachowaniem szacunku dla załogi pracującej w przedsiębiorstwie. Lean jest więc ciągłą obserwacją swojej pracy i pytaniem, co można zrobić z oferowanymi produktami i procesami, by spełnić wymogi naszych klientów tak, aby zapewnić im szybką realizację przy odpowiedniej jakości. Lean nieodłącznie wymaga wspierania swoich pracowników, aby poprzez naszą postawę stawali się profesjonalistami w swoim obszarze pracy, zdolnymi do rozwiązywania problemów i ciągłego doskonalenia przedsiębiorstwa.

Program jest organizowany i zarządzany przez praktykantów NORD, którzy wykorzystują tę okazję do poszerzenia swoich umiejętności organizacyjnych i reprezentacyjnych. To praktyczne doświadczenie jest również ważną częścią kompleksowego programu szkoleniowego NORD. Firma NORDPro została założona w 2008 roku, aby w sposób zrównoważony zapewnić zadowolenie klientów w dobie zwiększonych oczekiwań. Celem było aktywne przekazywanie pracownikom metod *Lean Management*, aby zapewnić im narzędzia, dzięki którym procesy firmy będą optymalizowane z korzyścią dla klientów. Program rozpoczął się od pięciu narzędzi KAIZEN; FLUSS; SMED; TPM i Q-Groups, ale od tego czasu jest ciągle rozwijany, aby objąć nowe metody.

W 2011 roku inicjatorzy poszli o krok dalej, tworząc NORDPro Lab. Przygotowano specjalnie wyposażone miejsce, gdzie odbywają się różne modułowe kursy szkoleniowe z dużym naciskiem praktycznym. Tutaj teoretyczna wiedza na temat *Lean Management* została wykorzystana i pogłębiona za pomocą gier symulacyjnych. Zajmując się hipotetycznymi problemami, uczestnicy badają efekty usprawnień procesów, a także poszerzają międzysektorowe rozumienie procesów pracy. Narzędzia NORDPro



mogą być wykorzystywane do procesów montażu, logistyki i produkcji, a także na poziomie administracyjnym, tak aby szkolenie było jednakowo wykorzystywane przez wszystkich pracowników NORD w różnych lokalizacjach.

Kolejną specjalną cechą NORDPro Lab jest to, że jest on teraz organizowany i prowadzony przez praktykantów NORD i studentów, którzy podejmują się organizacji i realizacji kursów. Ich zadaniem jest jednak ciągły rozwój laboratorium i treści kursów. Wymaga to doświadczenia organizacyjnego, a także pewności siebie i specjalistycznej wiedzy teoretycznej, co będzie wielką zaletą

w ich dalszej karierze. Niezależne zarządzanie NORDPro Lab jest częścią wypracowanej strategii szkoleniowej NORD. W ramach grupy NORD młodzi ludzie mogą odbywać szkolenia biznesowe, przemysłowe lub techniczne. NORD prowadzi szkolenia z zakresu zarządzania przemysłowego, projektowania produktów technicznych, mechatroniki, integracji systemów IT, mechaniki przemysłowej i eksploatacji maszyn tnących.

Zatrudniając ponad 4000 pracowników, NORD DRIVESYSTEMS rozwija, produkuje i sprzedaje technologię napędową od ponad 50 lat i jest jednym z wiodących światowych dostawców



na całym świecie. Rozległa sieć sprzedaży i serwisu gwarantuje optymalną dostępność, umożliwiając krótkie terminy dostaw i obsługę zorientowaną na klienta. NORD produkuje bardzo różnorodną gamę napędów o momentach obrotowych od 10 Nm do ponad 250 kNm, dostarcza silniki elektryczne w zakresie mocy od 0,12 kW do 1000 kW oraz elektronikę napędową 160 kW. ■



NORD Napędy Sp. z o.o.  
Zakrzów 414  
32-003 Podtęże  
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)

kompleksowych usług w branży. Oprócz standardowych napędów firma NORD dostarcza koncepcje i rozwiązania dostosowane do konkretnych zastosowań, takie jak napędy energooszczędne

lub systemy chronione przed eksplozją. W roku obrotowym 2018 roczna sprzedaż wyniosła ok. 700 milionów euro. NORD obecnie posiada oddziały i partnerów handlowych w 89 krajach

reklama

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

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



Dowolna konfiguracja elementów na panelu

Wbudowany PLC

Lokalny wyłącznik serwisowy

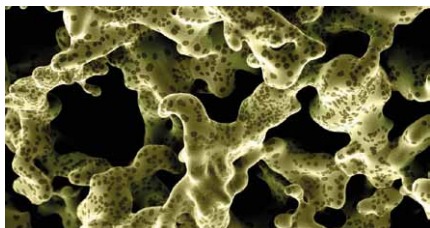


**NORD Napędy**  
Inteligentne systemy napędowe  
tel: 12 288 99 00, [biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com), [www.nord.com](http://www.nord.com)



## Polska będzie liderem w wytwarzaniu grafenu

**W**perspektywie roku Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych stanie się drugim najpoważniejszym producentem grafenu płatkowego w Europie i jednym ze światowych liderów w tej dziedzinie. Na kontynuowanie badań Instytut dostał niemal 6 mln złotych dotacji, co pozwoli na uruchomienie w przyszłym roku nowej linii produkcyjnej o wydajności przeszło stukrotnie wyższej niż dzisiejsze możliwości produkcyjne Instytutu.



Po uruchomieniu nowej linii produkcyjnej ITME stanie się największym na świecie producentem wysokiej jakości grafenu płatkowego. Pieniądze na ten cel Instytut dostał od Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

– Pragnę uspokoić wszystkich, którzy niepokoją się o przyszłość Instytutu i polskiego grafenu. Jesteśmy wiodącą jednostką w produkcji grafenu w Polsce. Nasza kondycja finansowa jest dobra – mówi Zbigniew Matyjas, dyrektor ITME. – Od 2 lat nasz wynik finansowy jest dodatni, szczególnie wysoki był w 2017 roku. Według wstępnych szacunków, rok 2018 powinniśmy zamknąć zyskiem netto wysokości niemal 400 000 zł. Rozwijamy się i niebawem staniemy się jednym ze światowych liderów w produkcji wysokiej jakości grafenu płatkowego.

ITME, jako jedyna instytucja naukowa w Polsce, uczestniczy jako pełny partner w programie Graphene Flagship. Jest to najważniejszy i największy europejski projekt poświęcony grafenowi.

– Przeszliśmy do kolejnego etapu tego projektu i będziemy kontynuować pracę przy nim – poinformowała prof. Katarzyna Pietrzak, zastępca dyrektora ds. naukowych.

Kolejne prestiżowe projekty związane z tematyką grafenu, które realizuje

Instytut w ramach konkursów, to m.in. „LIDER” (jako najlepiej oceniony projekt w kraju), „STRATEGMED” oraz „BIOVISTA”.

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych stale rozwija zespoły pracujące nad różnymi postaciami grafenu, zatrudniając kolejnych ekspertów.

– Przyciągamy bardzo dużo młodej kadry. Są to osoby, które są pasjonatami nauki, w szczególności w dziedzinie grafenu – dodaje dyrektor. – Większość instytucji naukowych ma pewien problem – luka pokoleniowa. My staramy się ją wypełnić młodszymi osobami i budować balans pomiędzy ogromnym doświadczeniem naszych naukowców i młodością, energią.

Prof. Katarzyna Pietrzak podkreśla także, że ITME prowadzi prace nad dwoma rodzajami grafenu, grafenem płatkowym i grafenem foliowym, co w połączeniu z kompleksowym podejściem – ITME nie ogranicza się jedynie do prac badawczych, ale także zajmuje się pełną charakteryzacją i przetworzeniem go w gotowy produkt (przyrządy i wyroby zawierające grafen) – wyróżnia go na tle innych instytucji naukowych.

– W tej dziedzinie jesteśmy jedną z najlepszych jednostek w Polsce, bo produkujemy oba rodzaje grafenu. Mamy pełną linię do charakteryzacji tego, co robimy. Inne instytucje oceniają nasz produkt, poddają go analizie – podkreśla prof. Pietrzak. – Kupujemy także grafen od innych dostawców, by porównać z naszymi wyrobami, które są bardzo wysokiej jakości.

Instytut zajmuje się także komercjalizacją grafenu, czyli opracowaniem rozwiązań dla biznesu, które wykorzystują ten materiał. Jakie to produkty? Największym zainteresowaniem przemysłu cieszy się stworzony w ITME halotron. Kierownikiem projektu jest dr inż. Tymoteusz Ciuk, kierownik Zakładu Grafenu i Materiałów dla Elektroniki.

– Jest to prawdopodobnie pierwszy na świecie wyrób elektroniczny, w którym grafen stanowi istotną część urządzenia – wyjaśnia dr inż. Grzegorz Gawlik, kierownik Działu Komercjalizacji.



Kolejne opracowane w ITME zastosowania grafenu to m.in. narzędzia skrajające, gumowe uszczelki z dodatkiem grafenu, smary grafenowe, materiały budowlane, pokrycia antykorozyjne czy ciecie chłodzące.

– Grafen bardzo dobrze nadaje się do zarządzania ciepłem. Mamy bardzo zaawansowane prace nad budową układów chłodzenia z udziałem grafenu, np. do profesjonalnej elektroniki – dodaje dr inż. Grzegorz Gawlik. – Niebawem zostanie zaprezentowane stanowisko pokazowe z takim właśnie układem chłodzenia, które powstanie u nas przy wsparciu partnera przemysłowego. Jeszcze w tym roku technologia zostanie zaprezentowana.

Naukowcy podkreślali, że grafen jeszcze nie ujawnił w pełni swojego potencjału.

– Pamiętajmy o tym, że rozwijanie technologii trwa wiele dziesiątek lat, tymczasem my jesteśmy zaledwie 10 lat po przeprowadzeniu rozeznania na temat możliwości grafenu – podsumowuje mgr inż. Michał Woluntarski, zastępca kierownika ds. Komercjalizacji Zakładu Syntezy Chemicznej i Grafenu Płatkowego.

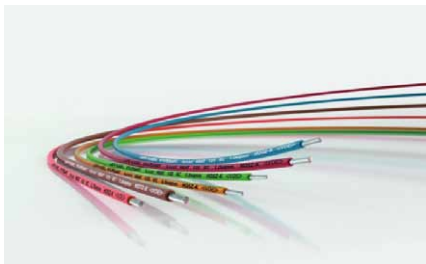
– Opracowujemy zupełnie nową technologię produkcji grafenu, by pokonać barierę cenową – dodaje dr inż. Grzegorz Gawlik. – Obniżenie ceny materiału kilkukrotnie pozwoli na jego powszechne zastosowanie.

Grafen może znaleźć zastosowanie w wielu dziedzinach. Jego wykorzystaniem zainteresowane są firmy z przemysłów: elektronicznego, optycznego, obronnego, lotniczego i kosmicznego, oświetleniowego, maszynowego i elektrotechnicznego, chemicznego i samochodowego. ■

# Nowy sklep internetowy! bezhalogenowe.pl

Ruszył nowy projekt, którym jest sklep internetowy bezhalogenowe.pl. Znajdą w nim Państwo produkty bezhalogenowe, czyli nie zawierające halogenków. Cały oferowany asortyment znajduje się w magazynie i jest dostępny od ręki, skracając tym samym łączny czas dostawy do klienta.

Projekt bezhalogenowe.pl powstał w 2018 r. i został stworzony przez spółkę straschu Elektro-Dystrybucja Sp. z o.o., która należy do niemieckiej Grupy straschu, działającej na rynku automatyki i elektrotechniki już od 1908 r. 110-letnie doświadczenie na tym rynku pozwoliło zaobserwować rosnące zapotrzebowanie na produkty nie zawierające halogenków, czego następstwem jest uruchomienie sklepu bezhalogenowe.pl.



Produkty takie są m.in. elementami wyposażenia szaf elektrycznych, które podczas pożarów nie wydzielają śmiertelnie niebezpiecznych dla ludzkiego zdrowia gazów. W materiale, z którego są stworzone, nie ma halogenków, czyli związków chemicznych pierwiastków 17 grupy układu okresowego. Dzięki temu w przypadku ich zapalenia wydzielają



się jedynie przezroczyste dymy, które nie tylko nie zagrażają ludzkiemu życiu, ale też nie utrudniają działań ewakuacyjnych.

Wszystkie oferowane na stronie artykuły dostępne są w magazynie firmy zlokalizowanym w Gdańsku, co oznacza, że w ciągu 24 godzin mogą być one dostarczone pod dowolnie wskazany adres w kraju.

Oferta sklepu bezhalogenowe.pl skierowana jest głównie do przedsiębiorstw działających w takich branżach, jak:

- kolejnictwo;
- przemysł morski;
- hotelarstwo;
- lotnictwo;
- motoryzacja.



Wybrane grupy produktowe dostępne w bezhalogenowe.pl:

- korytka grzebieniowe;
- przewody;
- oznaczniki;
- etykiety;
- opaski kablowe;
- elementy mocowania;
- rury termokurczliwe;
- oploty termokurczliwe;
- rury osłonowe;
- węże osłonowe;
- osłony krawędzi;
- oploty;
- taśmy.



Poza samymi produktami sklep oferuje także pełen dostęp do niezbędnych informacji technicznych oraz kart katalogowych.

Na specjalne zamówienie oferowane mogą być również komponenty trudno dostępne.

Więcej na stronie [bezhalogenowe.pl](http://bezhalogenowe.pl)

**bezhalogenowe .pl**

**bezhalogenowe .pl**

[kontakt@bezhalogenowe.pl](mailto:kontakt@bezhalogenowe.pl)  
+48 58 524 52 52



- ☑ Korytka grzebieniowe bezhalogenowe
- ☑ Przewody bezhalogenowe
- ☑ Oznaczniki bezhalogenowe
- ☑ Opaski kablowe bezhalogenowe
- ☑ Taśmy izolacyjne bezhalogenowe

- ☑ Etykiety bezhalogenowe
- ☑ Rury i węże osłonowe bezhalogenowe
- ☑ Rury termokurczliwe bezhalogenowe
- ☑ Oploty bezhalogenowe

Wszystko do nabycia w jednym miejscu!

Zapraszamy do sklepu on-line

[www.bezhalogenowe.pl](http://www.bezhalogenowe.pl)

IMED Secure

# Energo-efektywny system kontroli i zasilania urządzeń elektromedycznych na bloku operacyjnym szpitala w sieci IT

Noratel wprowadza na rynek polski rozwiązania, które z powodzeniem dostarcza od lat do szpitali w Norwegii i Finlandii. IMED Secure zapewnia ciągłość zasilania i kontrolę instalacji systemu IT dla pomieszczeń medycznych grupy 2. System jest zaprojektowany zgodnie ze standardem 60364-7-710, co zostało przebadane przez TÜV.

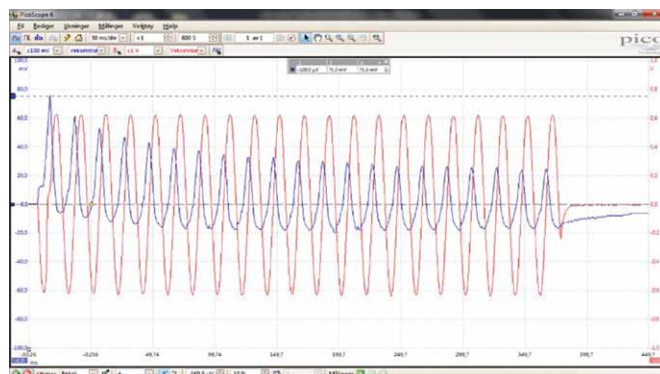
Na szczególną uwagę zasługuje unikatowa konstrukcja medycznego transformatora toroidalnego (zgodny ze standardem IEC61558-2-15), którego prąd rozruchowy nie przekracza prądu nominalnego. W rezultacie system może być uruchamiany bezpośrednio przy zasilaniu z UPS-a i nie ma potrzeby stosowania dodatkowych by-passów. Nie występuje przełączanie zasilania w trakcie uruchamiania, co często w rozwiązaniach konkurencyjnych wiąże się np. z niepożądanym przygaszeniem oświetlenia. Transformator wyposażony jest w dwa czujniki temperatury PT100. Zgodnie z ogólnym standardem transformator można obciążyć na poziomie 150% prądu nominalnego przez 30 minut.

Dodatkowo wyjątkowo niskie straty biegu jałowego i obciążeniowe transformatora czynią z IMED Secure system efektywny energetycznie, obniżający koszty eksploatacji. Oszczędności energii elektrycznej dla transformatora firmy Noratel o mocy 8 kVA w porównaniu z innymi rozwiązaniami dostępnymi na rynku osiągają 1,8 kWh na dobę (zakładając 8 godzin pracy pod obciążeniem i 16 godzin w trybie czuwania).

## Składowe systemu:

### IMED Secure TrafoGuard (TG-0118)

Monitoruje pracę transformatora separacyjnego z uwzględnieniem jego temperatury, prądu obciążenia i stanu izolacji.

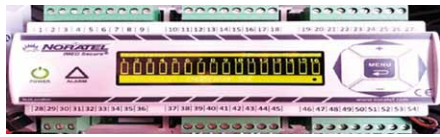


Prąd rozruchu transformatora 5 kVA 7,53 A (1 V = 100 A). Wszystkie elementy mogą zostać zamontowane w standardowej rozdzielni. Niewielkie wymiary transformatora o mocy 10 kVA pozwalają na montaż w szafie o głębokości 240 mm

Typ	Moc	Prąd nominalny	Rekomendowane zabezpieczenie	Straty w żelazie	Straty w miedzi	Straty sumaryczne
IMED <sub>h</sub> 3150 RT	3150VA	13,7A	20A Typ B	10W	103W	113W
IMED <sub>h</sub> 5000 RT	5000VA	21,7A	32A Typ B	16W	137W	153W
IMED <sub>h</sub> 8000 RT	8000VA	34,7A	50A Typ B	29W	210W	239W
IMED <sub>h</sub> 1000 RT	1000VA	43,5A	63A Typ B	29W	346W	375W

**IMED Secure IsoLocator (IL-0118)**

Jeden moduł umożliwia kontrolę 16 obwodów ze względu na stan izolacji (detekcja prądów upływu >0,5 mA), zwarcie i przeciążenie. Jeżeli wymagana jest kontrola większej ilości obwodów, należy zastosować dodatkowy moduł IMED Secure IsoLocator.



**IMED Secure SwitchoverUnit (SU-0118)**

Możliwość skonfigurowania 3 linii zasilających z kontrolą ich parametrów i możliwością przełączenia w czasie poniżej 0,5 sekundy. Przełączanie odbywa się za pośrednictwem styczników wyposażonych w blokady mechaniczne, z potwierdzeniem stanu załączenia.



**IMED Secure GateWay (GW-0118)**

Moduł odpowiedzialny za komunikację Modbus RTU/RS485 i TCP/IP (możliwość wysyłania powiadomień na 5 adresów

e-mail). Dodatkowo moduł pozwala na zaprogramowanie wszystkich pozostałych modułów za pośrednictwem przeglądarki internetowej.



**IMED Secure AlarmPanel (API-0118)**

Panel alarmowy montowany zwykle w sali operacyjnej. Dostępna wersja nadtylnkowa i podtylnkowa.



Poszukujemy partnerów zainteresowanych dystrybucją sytemu na rynku polskim.

Marek Szwonek

Dyrektor sprzedaży

e-mail: marek-s@noratel.pl

tel. 507790 930

reklama



**NORATEL Sp. z o.o.**

**www.noratel.pl**  
tel. 91 425 06 74/75

**TRANSFORMATORY ■ DŁAWIKI ■ ZASILACZE ■ PRZEKŁADNIKI**

<b>Typ SU, SUL</b>	<b>Typ FR</b>	<b>Typ LF</b>	<b>Typ PDS</b>	<b>Typ R/RT/RTD</b>
<b>Typ 2LT</b>	<b>Typ 3LT</b>	<b>Typ DRA, DRAN, WRA, VRH, AMR</b>	<b>Dławiki</b>	<b>Przekładniki prądowe i napięciowe</b>

**Noratel Sp. z o.o.** jest producentem transformatorów, dławików, przekładników prądowych i zasilaczy. Firma wywodzi się ze Skandynawii i obecnie należy do międzynarodowej grupy DiscoverIE. Produkcja w Dobrej pod Szczecinem zatrudnia obecnie ponad 400 osób.

**Zapraszamy do kontaktu i zapoznania się z naszą ofertą.**

# BUDMA. Trendy, spotkania, biznes!

**B**lisko 50 000 frekwencja Targów, blisko 1000 wystawców, 43 produkty nagrodzone prestiżowym wyróżnieniem Złotego Medalu MTP, ponad 150 targowych premier rynkowych, interaktywne wydarzenia, spotkania z autorytetami i celebrytami, a przede wszystkim moc biznesowych rozmów na stoiskach. Tak po krótko można scharakteryzować Targi BUDMA, które odbyły się w Poznaniu 12–15 lutego 2019 r. Wszystko po to, aby zobaczyć nowe TRENDY w budownictwie, zaaranżować SPOTKANIA i rozmawiać o BIZNESIE!

Już w przeddzień otwarcia głównej ekspozycji, 11 lutego, odbyło się Forum Gospodarcze Build 4 Future. Liderzy branży budowlanej, eksperci, przedstawiciele administracji państwowej i samorządów podjęli istotne tematy dotyczące przyszłości budownictwa w Polsce.

Architekci, projektanci, designerzy i studenci zawładnęli targową Iglicą, w której w dniach 13 i 14 lutego, podczas Forum Designu i Architektury D&A, wysłuchali prelekcji światowej sławy twórców: Giuseppe Blenginiego, Emilia Nanniego oraz Marcantonio Malerby. Ponadto w przestrzeni Iglicy niemal 100 pracowni architektonicznych stworzyło interesujący przegląd najnowszych conceptów dla przyszłych inwestorów pod nazwą 1m/ARCH. Tutaj poznaliśmy najbardziej utalentowanych uczniów i studentów kierunków architektonicznych. Główną nagrodę w konkursie „Szkice Architektoniczne – Architektura przyjazna człowiekowi” zdobyła Paula Wróblewska z Politechniki Poznańskiej. Z kolei w organizowanym po raz pierwszy konkursie Architecture BUDMA Award Jury doceniło obiekt Wydział Radia i Telewizji im. K. Kieślowskiego Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach – wspólne dzieło Grupy 5 Architekci, Małeccy Biuro Projektowe oraz BAAS Arquitectura. Ogromnym zainteresowaniem cieszyła się także debata architektoniczna pt. „Ekologia, zrównoważony rozwój, innowacyjność. Wyzwania architektury w XXI wieku” organizowane przez Grupę MTP oraz wydawcę magazynu „Architektura i Biznes”. Próbie odpowiedzi podjęli uznani architekci:

Marcin Kościuch, Zbigniew Maćków, Jakub Szczęśny oraz Piotr Śmierzewski.

Fachowców, którzy przyjechali do Poznania na Targi BUDMA, wystawcy oczarowali setkami nowości i premier produktów, a organizatorzy i partnerzy zaprosili do udziału w wydarzeniach specjalnych. W potyczkach na fachowe umiejętności udział wzięli dekarze, parkieciarze, monterzy stolarki budowlanej, a także adepci zawodów budowlanych. Biorąc czynny udział lub bacznie przyglądając się Mistrzostwom Parkieciarzy w międzynarodowej obsadzie (Międzynarodowym Mistrzem Polski został Dmitri Pizarau z Białorusi, II miejsce zajął Krzysztof Ratka z Polski, a brąz przypadł Maksimowi Ananichowi z Białorusi), Monteriadzie i rywalizacji Turbo Dekarz, mogli doskonalić swój warsztat zawodowy. Takich miejsc było znacznie więcej – w specjalnych strefach pokazowo-warsztatowych każdy fachowiec miał możliwość własnoręcznego wypróbowania i sprawdzenia zalet innowacyjnego sprzętu budowlanego, narzędzi i materiałów w warunkach „roboczych”, a także zasięgnięcia dodatkowych, cennych informacji bezpośrednio od ich producentów.

Scena Nowe Trendy w pawilonie 3A oraz sale konferencyjne w kilku innych pawilonach targowych wypełniły się prelekcjami i debatami. W specjalnej STREFIE BHP na placu budowy doświadczeni eksperci i wystawcy oferujący sprzęt i usługi w tym zakresie poruszyli najważniejsze zagadnienia dla zachowania bezpieczeństwa przy realizacji inwestycji budowlanych. Temat ten został podjęty także w ramach konferencji „BUDUJ BEZPIECZNIE. Ograniczanie zagrożeń przy wykonywaniu prac na wysokości”. Partnerzy Programu BUDUJ ZE STALI zaprosili do udziału w seminarium, podczas którego temat „Innowacji w budownictwie stalowym” podjęli przedstawiciele wiodących firm tej branży. Kolejne konferencyjne zagadnienie to „Budownictwo drewniane w Polsce wobec europejskich standardów od 2021 roku. Kompendium wiedzy dla architekta/projektanta/wykonawcy”. Uczestnicy XII Dnia Urbanisty



dyskutowali m.in. o programie „Czyste powietrze” w ramach konferencji „Przestrzeń w lepszym klimacie”. Zagadnienia budownictwa przyjaznego naturze rozważyli także znani architekci podczas debaty „Ekologia, zrównoważony rozwój, innowacyjność. Wyzwania architektury w XXI w.” To tylko przykładowe wydarzenia z niezwykle bogatego programu Targów BUDMA 2019.

Technologie przyszłości – to główne hasło tegorocznych Targów WinDoor-tech. Organizacja wydarzenia wspólnie z Budmą dała efekt synergii. W jednym miejscu i czasie swoją ofertę zaprezentowały firmy zajmujące się produkcją stolarki budowlanej oraz dostawcy najnowszych technologii, rozwiązań i systemów, będący światowymi liderami w tym segmencie.

Kolejny rok z rządu Polska jest najważniejszym producentem okien w Europie. Targi WinDoor-tech odzwierciedliły dobrą koniunkturę w branży, goszcząc rekordową liczbę wystawców z całego świata. Impreza odbywająca się w cyklu dwuletnim zajęła po raz pierwszy aż 3 targowe pawilony. Premierą w historii WinDoor-tech były odwiedziny i ekspozycja delegacji członków GIMAV. To kluczowe stowarzyszenie skupiające włoskich producentów i dostawców maszyn, akcesoriów, sprzętu i komponentów do obróbki szkła. Polska jest dla nich bardzo ważnym rynkiem. Jedną z ciekawostek imprezy była największa w Polsce ekspozycja najnowszych maszyn i urządzeń do transportu i montażu wielkogabarytowego szkła, okien i fasad. Nowoczesne dźwigi i roboty to efekt coraz śmielszych wizji architektonicznych i konieczności ich realizacji. Choć szyby ważące nawet powyżej 1000 kg nikogo dziś nie dziwią, to wyzwaniem stają się logistyka i montaż. Sprostać im mogą tylko najnowocześniejsze rozwiązania – a takie mieliśmy okazję zobaczyć podczas Targów. ■



# Co można zrobić, aby zwiększyć wydajność pomiaru momentu obrotowego?

Sygnaly pomiarowe z czujników momentu obrotowego można przetwarzać za pomocą różnych modułów pomiarowych. Chcielibyśmy przedstawić możliwości obróbki tych sygnałów za pomocą jednej z kart pomiarowych PX460 oferowanego przez HBM systemu pomiarowego PMX. Wskazana karta pomiarowa służy do pomiarów częstotliwości, działa z dokładnością 0,01% i można nią obsługiwać do czterech czujników momentu obrotowego z serii T10, T12 lub T40 jednocześnie, również w układzie mieszanym. Dla obróbki danych pomiarowych wzmacniacz pomiarowy PMX<sup>®</sup> oferuje całą serię wewnętrznych kanałów kalkulacyjnych specjalnie zaprojektowanych do pracy i użytkowania przetworników momentu obrotowego. Działają one dokładnie tak, jak kanały pomiarowe w czasie rzeczywistym, z szybkością obliczeniową 50µs.

Objemuje to na przykład 21-punktową linearyzację charakterystyki przetwornika momentu obrotowego. Rezultatem jest poprawa surowego sygnału z czujnika w PMX<sup>®</sup> – powyżej dokładności określonej w karcie katalogowej. Tak ulepszony sygnał pomiarowy może być przetwarzany dalej, co zwiększa jakość pomiaru stanowiska testowego.

Inne sposoby skalowania to użycie wielomianów i nachylenia prostej. Zwłaszcza przy użyciu skalowania wielomianowego można uzyskać wzrost 10-krotny, gdyż w ten sposób charakterystyka czujnika jest reprezentowana znacznie dokładniej. Współczynniki wielomianu dla czujnika wyznaczono już podczas produkcji i jego kalibracji. Ponieważ potrzebne są tu tylko wielomiany 3. rzędu, późniejsza parametryzacja kanałów



pomiarowych w PMX jest bardzo prosta i pozwala uniknąć nieprawidłowych wprowadzeń parametrów.

Aby zwiększyć dostępną dokładność czujników momentu obrotowego, można użyć sprzętu przeznaczonego do kalibracji, aby uchwycić zachowanie czujnika w różnych przypadkach obciążenia. Te przypadki obejmują z jednej strony dynamiczny obrót w prawo i w lewo, z drugiej strony – oprócz pełnego zakresu pomiarowego – wymagany jest wysoce dokładny pomiar w zakresach częściowych. W tym celu te różne

reklama

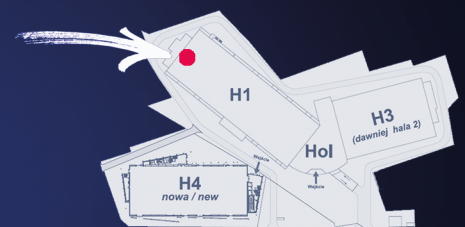
**HBM**  
WYŁĄCZNY  
PRZEDSTAWICIEL  
FIRMY HBM NA  
TERENIE POLSKI  
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH

## BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

ul. Krauthofera 16, 60-203 Poznań  
tel./fax: 61 662 56 66  
tel. kom. 501 607 400  
info@hbm.com.pl  
[www.hbm.com.pl](http://www.hbm.com.pl)

- TENSOMETRY OPOROWE I OPTYCZNE
- PRZETWORNIKI WAGI (0,3 - 470 000 KG)
- TENSOMETRYCZNE, ZBIORNIKOWE MODUŁY WAŻĄCE
- PRZETWORNIKI SIŁY, MOMENTU OBROTOWEGO, DROGI I CIŚNIENIA
- WZMACNIACZE POMIAROWE O CZĘSTOTLIWOŚCI PRÓBKOWANIA NAWET DO 100 000 000 Hz
- OPROGRAMOWANIE DO ZASTOSOWAŃ LABORATORYJNYCH, PRZEMYSŁOWYCH I POMIARÓW DYNAMICZNYCH

**STOISKO C 25 HALA 1**  
**26-29.03.2019**



WARSZAWSKIE CENTRUM EXPO XXI  
ul. Prądzińskiego 12/14, 01-222 Warszawa



zastosowania są mierzone podczas kalibracji czujnika i wyznaczają odpowiednie krzywe charakterystyki zgodnie z DIN51309 lub VDI/VDE 2646 mocno osadzone w protokole kalibracji. Te charakterystyki można następnie zapisać w PMX®, apotem stosować w teście w zależności od potrzeb. PMX® na podstawie bieżących zmierzonych parametrów rozpoznaje, która aplikacja jest obecna, a następnie automatycznie przypisuje zdefiniowaną ćwiartkę charakterystyki czujnika.

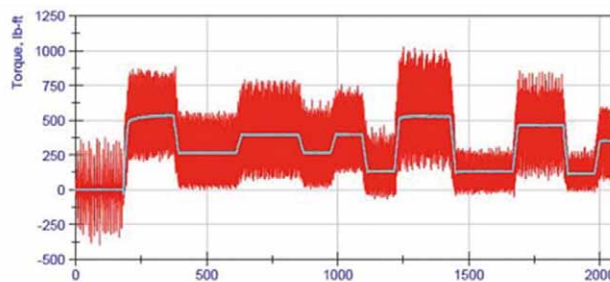
Kolejną ważną funkcją jest równoległe, niezależne przetwarzanie surowych wartości pomiarowych, na przykład ich filtrowanie. Umożliwia to dostosowanie sygnałów do celów regulacji i automatyzacji stanowiska testowego. To właśnie ta kombinacja wyjść analogowych i/lub ethernetowych magistrali czasu rzeczywistego w PMX® umożliwia wdrożenie wydajnej automatyzacji stanowisk testowych.

Specjalny filtr do testowania silników spalinowych: ze względu na cykl pracy z suwami sprężania i pracy poszczególnych cylindrów oraz odpowiednie fluktuacje w spalaniu, moment obrotowy generowany przez silnik wykazuje wysoce dynamiczne zachowanie. W wielu systemach pomiarowych pojawia się jako „szum” (lub szybkie zmiany). Można to wyeliminować za pomocą filtra CASMA (filtra działającego synchronicznie względem kąta).

Rys. 1 pokazuje wynik zastosowania tego typu filtra CASMA. Widać wyraźnie, że filtr CASMA zapewnia doskonałą stabilizację pomiarów momentu obrotowego w korelacji z prędkością obrotową silnika, która również zmienia się z biegiem czasu. Im większa szerokość tego filtra, tym lepsze wyniki.

Dodatkowe funkcje obejmują wyznaczanie szczytowych wartości lub średnich wartości sygnałów pomiarowych w celu określenia i dokumentowania granic testu. Te wartości kontrolne mogą być monitorowane po kolei z wartościami granicznymi lub pasmami tolerancji w czasie rzeczywistym, co pozwala kontrolować stanowisko testowe.

Jeśli surowe wartości pomiarowe wraz z momentem obrotowym i prędkością są dostępne, można je wykorzystać do obliczenia i podania momentu obrotowego w czasie rzeczywistym



Rys. 1. Wynik zastosowania filtra CASMA działającego synchronicznie względem kąta

za pomocą matematycznych kanałów obliczeniowych. Możliwe do podłączenia elementy synchronizujące mogą skorygować dodatkowe różnice w czasach przebiegów sygnałów pomiarowych. Różnice te występują w przypadku obciążeń o wysokiej wydajności po stronie przetwornika i mogą mieć negatywny wpływ na wyniki pomiarów.

Sygnały testowe: PMX zapewnia użytkownikom wygodną opcję symulowania sygnałów i stanów systemu oraz testowania funkcjonalności już podczas uruchamiania bez konieczności całkowitego rozruchu stanowiska testowego. Można to zrobić po stronie czujnika, aktywując „sygnał bocznikowy”. Następnie przetwornik momentu obrotowego emituje 50% swojego nominalnego (znamionowego) sygnału, a funkcja może być już przetestowana „na sucho”. PMX ma również wewnętrzne generatory sygnałów, które można wykorzystać do statycznej i dynamicznej symulacji sekwencji testowych. ■

BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

ul. Krauthofera 16

60-203 Poznań

tel. 61-662 56 66

www.hbm.com.pl

### WYDARZENIA

#### ● Autonomiczny robot ratuje ptaki

Fitoplankton nie jest tworem równomiernie rozmieszczonym na całym oceanie. Występuje on bowiem raczej w skoncentrowanych strukturach. Nowy autonomiczny pojazd podwodny (AUV) jest w stanie je odnaleźć i zmapować, potencjalnie pomagając w zachowaniu różnorodności dzikiej przyrody, w tym ptaków morskich.

Nazwany na cześć norweskiego oceanografa Harald Sverdrupa, 2-metrowy Harald AUV został zaprojektowany przez zespół z Norweskiego Uniwersytetu Nauki i Technologii (NTNU). Został on niedawno wyposażony w urządzenie

o nazwie ECOpuck. Jednostka pływająca samodzielnie porusza się po określonej części oceanu, wykrywając określony typ fluorescencji wywołanej chlorofilem typu A wytwarzanym przez fitoplankton. Po zlokalizowaniu złoża fitoplanktonu AUV okrąża je i mapuje.

Kilka lat temu ten sam pojazd został z powodzeniem wykorzystany do lokalizowania fitoplanktonu w pobliżu norweskiej wyspy Runde. Dokonano tego w celu ustalenia, czy brak źródeł żywności był odpowiedzialny za niedawny spadek lokalnych populacji ptaków morskich. Ptaki żywią się rybami, które jedzą mniejsze ryby spożywające

zooplankton, który z kolei czerpie swoją energię z fitoplanktonu.

Dlatego im mniej roślin tego typu w oceanie, tym mniej żywności dla dzikich ptaków. Gdyby takie samo badanie przeprowadzono, po prostu pobierając i analizując próbki wody z powierzchni, naukowcy nie wiedzieliby, czy próbki zostały pobrane ze skoncentrowanych złóż planktonu, czy z otwartej wody. Jak dotąd, wyniki analiz na podstawie danych zebranych wokół wyspy Runde okazały się niejednoznaczne. Zmienić to może nowo skonstruowane urządzenie.

Źródło: Newatlas

# Ekstremalne wymagania dla HMI

Różnorodność interfejsów maszynowych (HMI) lub paneli operatorskich na rynku, które są „wytrzymałe”, sprawia, że trudno dostrzec, co naprawdę oznacza wytrzymałość. Przekłada się to na niezliczoną ilość ocen, standardów i przepisów, ale co one faktycznie oznaczają? Naprawdę odporne interfejsy HMI są testowane i certyfikowane do pracy w środowiskach mokrych, zakurzonych, gorących, zimnych, o wysokim poziomie wibracji i/lub niebezpiecznych. Celem surowych ocen, norm i przepisów jest zapewnienie, że sprzęt: „działa poprawnie przez dłuższy czas w środowiskach, w których jest umieszczony, i nie powodował żadnych incydentów związanych z bezpieczeństwem lub funkcjonalnością”.

W przemyśle to, co niektórzy definiują jako surowe warunki, dla innych mogą nimi nie być. Lokalne i międzynarodowe oceny, standardy i przepisy, które definiują te warunki, różnią się od siebie i obejmują rozmaite aspekty, w zależności od warunków pracy i kraju.

## Potrzebujesz jak zbawienia

Sprzęt, który może działać dobrze w czystym, klimatyzowanym środowisku, może szybko zawieść w brudnym, zewnętrznym otoczeniu. Inżynierowie muszą określić komponenty, sprzęt i komputer na podstawie środowiska,

w którym dana aplikacja ma działać. Interfejsy HMI są uwzględnione w tym procesie specyfikacji.

Interfejs HMI to wyświetlacz panelu dotykowego zintegrowany z maszyną lub systemem komputerowym, który łączy chęć operatora do zarządzania maszyną i sterowania nią.

Wszystkie interfejsy HMI są projektowane i produkowane w oparciu o środowiska, w które będą wdrażane.

W praktyce im trudniejsze jest środowisko wdrażania, tym bardziej odporne są komponenty i technologia. Interfejs HMI musi nie tylko być zaprojektowany pod kątem ekstremalnych ustawień, ale także przetestowany i certyfikowany.

Poniżej przedstawiono ważne obszary projektowania i testowania wytrzymałych interfejsów HMI.

**Temperatura.** Najczęstszym problemem i kwalifikatorem są rozszerzone zakresy temperatur pracy i przechowywania. Ponad połowa aplikacji, które wymagają wytrzymałego interfejsu HMI, wymaga rozwiązania zdolnego do działania w ekstremalnych temperaturach. Na polach naftowych Bliskiego Wschodu i kopalń Ameryki Południowej temperatury regularnie osiągają 50°C i więcej, a w Kanadzie i Rosji nawet do -30°C.

**Wilgoć, deszcz i śnieg.** Podobnie jak w przypadku całej elektroniki, wilgotność

jest krytycznym czynnikiem dla HMI. Najmniejsza ilość wilgoci, deszczu lub śniegu może zepsuć komponenty elektryczne, skracając żywotność urządzenia lub powodując jego całkowite zawieszenie. Wytrzymałe interfejsy HMI są przetestowane i certyfikowane pod kątem odporności na przenikanie wody.

**Kurz i cząstki.** Również pył powoduje problemy związane z funkcjonalnością elektroniki. Niektóre zakłady przetwórstwa spożywczego (cukierki, przyprawy, cukier), zakłady papiernicze lub kopalnie mogą wytwarzać pył w stężeniach, które w pewnych warunkach mogą stać się wybuchowe. HMI nie może być źródłem iskry, która mogłaby spowodować zapłon sproszkowanego materiału.

**Wibracja.** W przypadku interfejsów HMI mechaniczne wibracje maszyn i urządzeń, na których jest zainstalowany, mogą powodować zmęczenie materiału i problemy z uszczelnieniami. Wytrzymałe panele HMI są testowane różnymi metodami, które mogą obejmować testy sinusoidalne i losowe (przyspieszanie lub testowanie gęstości widmowej mocy).

**Wstrząs.** Wstrząs występuje, gdy HMI zostanie upuszczone lub uderzone. W zależności od jego siły wyświetlacz HMI może zostać uszkodzony; a panel dotykowy częściowo lub całkowicie przestanie działać z powodu uszkodzenia

reklama

## Panele operatorskie

- Wydajność, której potrzebujesz.
- Jedna rodzina, jeden wielki projekt.
- Solidne i niezawodne.
- Przygotowane do każdego środowiska.
- Zintegrowana kontrola CODESYS.
- iX – dlatego pokochasz nasz sprzęt.
- Prosta droga do przodu.
- Szybka i przyjazna inżynieria.

**X2 series**  
Strong. Stylish. Smart.

Zapraszamy na nasze roadshows do Szczecina, Gdańska, Warszawy, Łodzi, Gliwic i Wrocławia!

[biuro@sds-automatyka.pl](mailto:biuro@sds-automatyka.pl)

elektroniki lub naruszenia szczelności urządzenia. Wytrzymałe interfejsy HMI zostały tak zaprojektowane, aby wytrzymały rozsądny wstrząs.

**Światło słoneczne.** W aplikacjach zewnętrznych zdolność odczytu na standardowych ekranach HMI będzie trudna lub niemożliwa w bezpośrednim słońcu. Odporne podświetlenia HMI są na tyle jasne, aby umożliwić odczytanie interfejsu w bezpośrednim świetle słonecznym. Standardowy interfejs HMI ma jasność ekranu 300–500 cd/m<sup>2</sup>, a wyświetlacz HMI, który będzie instalowany w bezpośrednim słońcu, wymaga podświetlenia 1000 cd/m<sup>2</sup> lub więcej. Bezpośrednie działanie promieni słonecznych na HMI wprowadza dodatkowo ciepło i szkodliwe działanie

promieni ultrafioletowych (UV). Jest to ważny powód, dla którego wytrzymałe interfejsy HMI są zaprojektowane do pracy w zakresie 60–70°C i zawierają specjalną powłokę UV.

**Problemy ze źródłem zasilania.** W środowisku zewnętrznym często występują lotne źródła energii, które są niebezpieczne dla urządzeń elektronicznych. Obciążenia, odwrócenie biegunowości i skoki mogą spowodować spustoszenie elektryczne dla standardowych interfejsów HMI. Wytrzymałe interfejsy HMI są zaprojektowane do pracy z niewiarygodnymi lub niespójnymi warunkami zasilania.

**Zgodność elektromagnetyczna.** Interfejsy HMI muszą być odporne na pewien poziom zakłóceń elektromagnetycznych

(EMI), aby działały prawidłowo. Nie mogą również emitować zakłóceń elektromagnetycznych, które będą miały wpływ na działanie pobliskich urządzeń elektrycznych. Wytrzymałe interfejsy HMI będą odporne na wyższe wyładowania elektrostatyczne (ESD) i będą tolerować wyższe emisje promieniowania. ■



SDS - Automatyka Sp z o.o. Sp.k.  
ul. Ostrowskiego 30  
53-238 Wrocław  
tel. 71-339 04 41  
sds-automatyka.pl

### WYDARZENIA

#### ● Rośnie rynek enkoderów

Future Market Insights (FMI) dostrzega rosnący popyt na enkodery w globalnym przemyśle motoryzacyjnym i elektronicznym. Zapotrzebowanie jest przede wszystkim odpowiedzialne za obniżkę ich cen, a zgodnie z nowymi analizami optymalizacja kosztów przyniesie korzyści dla globalnego rynku. FMI prognozuje większy popyt na enkodery w związku z postępem technologicznym w przemyśle i ekspansją globalnego sektora infrastruktury.

W przygotowanym przez analityków raporcie czytamy, że przychody ze sprzedaży enkoderów w ostatnim roku wyniosły 2,19 miliardów dolarów. W okresie od 2018 roku do 2027 roku przewidywany roczny wzrost ma oscylować na poziomie 12,9%.

FMI uważa, że jednym z głównych czynników napędzających rynek jest rosnąca elektryfikacja pojazdów hybrydowych i elektrycznych. Producenci samochodów integrują w nich nowoczesne technologie, aby móc zaspokoić rosnący popyt konsumentów. Zaawansowane funkcje pojazdu wymagają instalacji wielu czujników wspomagających rozprowadzanie i kontrolowanie mocy w pojeździe. To przekłada się w sposób pośredni i bezpośredni na wzrost przychodów na globalnym rynku enkoderów.

Przewiduje się, że sprzedaż wersji obrotowych w nadchodzących latach

będzie większa niż wpływy pochodzące z dystrybucji enkoderów liniowych. FMI uważa, że taka sytuacja będzie miała miejsce już w tym roku.

Spośród rynków klientów końcowych wykorzystujących enkodery największy na nie popyt wykaże sektor motoryzacyjny. Dzieje się tak głównie ze względu na rosnące zapotrzebowanie ze strony producentów OEM działających w tej gałęzi przemysłu.

Źródło: controldesign

#### ● Wzrost rynku robotyki w Ameryce

Według najnowszego raportu Robotic Industries Association, północnoamerykańskie przedsiębiorstwa zakupiły w zeszłym roku rekordową liczbę robotów przemysłowych.

Dane zebrane przez organizację pokazują, że w tym czasie do tego regionu trafiło 35 880 robotów. Stanowi to poprawę o 7% w stosunku do roku poprzedniego. Każda branża z wyjątkiem sektora motoryzacyjnego odnotowała znaczny wzrost wykorzystania tego typu maszyn w produkcji.

Firmy produkujące żywność i towary konsumpcyjne zakupiły o ponad 60% więcej manipulatorów niż rok wcześniej, przedsiębiorstwa działające w sektorze półprzewodnikowym o 50% więcej, natomiast spółki przetwarzające metale – 13%.

Wyjątkiem okazał się przemysł motoryzacyjny. W całej Ameryce Północnej

sprzedaż robotów dla producentów samochodów spadła o 12%. Sektor stanowił przy tym zaledwie 53% całkowitej liczby sprzedaży, notując najniższy udział od 2010 roku.

Źródło: fortune

#### ● Nowe umiejętności Mini Cheetah

MIT powraca z najnowszą wersją swojego czteronożnego robota Cheetah. Mini Cheetah posiada w swoim repertuarze możliwość wykonania salta w tył.

Tego typu akrobacje w wykonaniu robotów to nic nowego. Dotychczas udało się to znacznie większej konstrukcji Atlas firmy Boston Dynamics. Jednak Mini Cheetah to pierwszy czworonożny robot, który jest w stanie wykonać tę sztuczkę w sposób bezbłędny. W świecie czworonogów takie ewolucje nie są w końcu czymś naturalnym.

Jak sama nazwa wskazuje, Mini Cheetah jest mniejszą wersją Cheetah 3 zaprezentowanego z zeszłym roku. Waży on około 9 kilogramów i może poruszać się z prędkością do 2,45 metrów na sekundę.

W przeciwieństwie do nieco bardziej dopracowanego SpotMini ze stajni Boston Dynamics, który ma w przyszłości stać się komercyjnym produktem, Mini Cheetah to tylko projekt badawczy, więc prawdopodobnie nigdy nie zobaczymy go w sprzedaży.

Źródło: theverge

# MONITOUCH seria V9

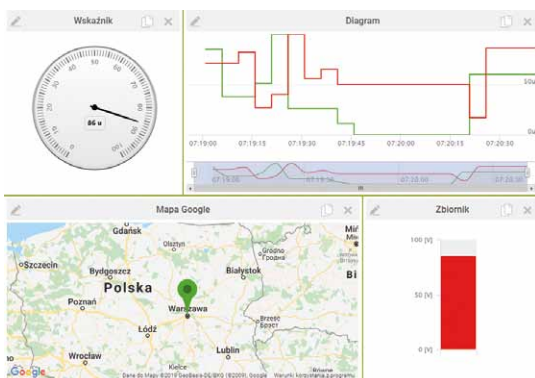
## - wbudowane rozwiązania IIoT

Daniel Sybilski

Seria MONITOUCH V9 firmy Fuji Electric jest w pełni ukierunkowana na komfort i prostotę korzystania z urządzenia przez użytkownika końcowego. Zgodnie z najnowszym trendem stosowania rozwiązań IIoT w automatyce przemysłowej, seria paneli operatorskich MONITOUCH V9 pozwala użytkownikowi na podgląd pracy i sterowanie aplikacjami z każdego zakątka świata przy pomocy kilku kliknięć.

Programując panel HMI, należy wyznaczyć rejestry (zmienne), do których zdefiniowany przy pomocy loginu i hasła użytkownik będzie miał dostęp zdalny. Po zalogowaniu na odpowiedniej stronie mamy możliwość budowania własnego interfejsu użytkownika z poziomu przeglądarki internetowej. Przykładowy panel internetowy użytkownika widoczny jest na rysunku poniżej.

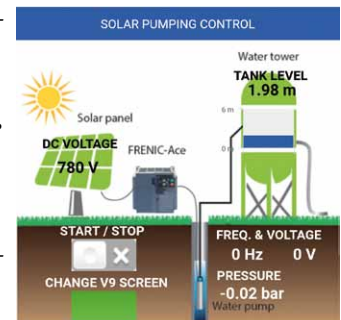
Serwis pozwala na wyświetlanie udostępnionych zmiennych w pojedynczych oknach, wizualizację w postaci analogowego wskaźnika lub diagramu w czasie rzeczywistym czy też tabeli danych. Najciekawszą opcją jest diagram, który pozwala na monitorowanie wielu zmiennych z jednej lub wielu aplikacji jednocześnie. Dodatkowym udogodnieniem jest współpraca z mapami Google. Użytkownik jest w stanie wprowadzić koordynaty geograficzne aplikacji, które pracują z panelami serii V9. Ponieważ serwis zakłada dostęp do rejestrów urządzenia, jest również możliwość ich edycji, a tym samym sterowanie aplikacją przemysłową.



Jeden panel HMI gwarantuje jedno konto z uprawnieniami administratora serwisu IIoT. Administrator ma możliwość dodawania nowych użytkowników i przyznawania im dostępu do internetowych paneli oraz możliwości edytorskie. Do konta może być przypisane wiele fizycznych paneli. Dzięki temu integrator systemów może posiadać jedno konto, z którego ma dostęp do wszystkich swoich aplikacji z panelami

Fuji Electric, a klienci końcowi posiadają własne konta użytkowników z dostępem do swoich paneli internetowych, które mogą projektować wedle uznania. Ewentualnie to klient końcowy może pełnić funkcję administratora, a konta użytkowników tworzyć własnym pracownikiem.

Rozwiązanie jest dostępne razem z aplikacją na urządzenia mobilne. Aplikacja pozwala użytkownikowi na zarządzanie utworzonym wcześniej panelem internetowym. Przykładowy panel jest pokazany na rysunku powyżej. Jest to podglądowa aplikacja w europejskim oddziale Fuji Electric, do której dostęp posiada każdy dystrybutor na świecie z telefonem w ręku.



Daniel Sybilski

www.amtek.pl

reklama

## Systemy sterowania Fuji Electric

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

 **amtek**

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

# Konferencja Food Automation – ruszyła rejestracja!

Czwarta edycja konferencji branży spożywczej odbędzie się w dniach 11-12.04.2019 r. w Bystrej, k. Bielska-Białej. Partnerem Technologicznym wydarzenia jest firma Siemens. Partnerem Strategicznym jest Polska Federacja Producentów Żywności – Związek Pracodawców.

Podczas tegorocznej edycji konferencji zaprezentowane zostaną m.in. możliwości pozyskania funduszy na modernizację przedsiębiorstw, rozwiązania pozwalające na szybką adaptację do potrzeb rynku, cyberbezpieczeństwo zakładów produkcyjnych oraz przykłady wdrożeń nowoczesnych rozwiązań przeprowadzonych w polskich zakładach produkcyjnych.

Organizatorzy zaplanowali cztery bloki tematyczne: Finansowanie inwestycji, Digitalizacja zakładów produkcyjnych, Bezpieczeństwo produktu oraz Dobre praktyki z rynku.

Do udziału w konferencji organizatorzy zapraszają osoby zarządzające przedsiębiorstwami, technologów i inżynierów produkcji i procesu produkcyjnego, osoby odpowiedzialne za planowanie

inwestycji i kierowników utrzymania ruchu.

Koszt uczestnictwa w konferencji to 890 PLN netto za udział z noclegiem w pokoju jednoosobowym, 790 PLN netto za udział z noclegiem w pokoju dwuosobowym oraz 500 PLN netto za udział bez noclegu. Uczestnicy konferencji mają zapewniony udział w konferencji, materiały konferencyjne, wyżywienie oraz zakwaterowanie zgodne z wybranym typem uczestnictwa.

Partnerami Głównymi konferencji są firmy ATER Logic, MDJ Electronic, RITTAL. Partnerami konferencji są firmy: Automatech, Baumer, DB Energy, Elettric80, ifm electronic oraz KUKA. Konferencja została objęta patronatem Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytetu

Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego oraz stowarzyszeń branżowych.

Konferencja odbędzie się w hotelu Golden Tulip Magnus \*\*\*\* w Bystrej, k. Bielska-Białej.

Więcej informacji:  
[www.konferencja-foodautomation.pl](http://www.konferencja-foodautomation.pl)

Dalszych informacji udziela:  
Maciej Fudała, Omega Communication  
tel. 22-854 16 27  
e-mail: [mfudala@communication.pl](mailto:mfudala@communication.pl)

**FOOD  
AUTOMATION**

## WYDARZENIA

### ● Energa gotowa do budowy nowej farmy wiatrowej

Grupa Energa rozbuduje swoje moce wytwórcze, umacniając jednocześnie pozycję lidera pod względem udziału OZE w ogólnym miksie wytwórczym.

Na terenie gminy Przykona (woj. wielkopolskie, pow. turecki) powstanie nowa farma wiatrowa Grupy Energa. Przedsięwzięcie kompleksowo przygotowała i zrealizuje Energa Invest. Spółka złożyła w lutym powiadomienie o zamiarze wydania polecenia rozpoczęcia prac budowlanych generalnemu wykonawcy inwestycji. Tym samym zainicjowana została faza realizacji inwestycji.

Farma Wiatrowa Przykona dysponować będzie mocą zainstalowaną ponad 30 MW, a według przewidywań rocznie produkować będzie ok. 75 GWh energii elektrycznej. 9 turbin wiatrowych wraz z niezbędną infrastrukturą

towarzystwającą (m.in. linie kablowe SN, linie światłowodowe, drogi dojazdowe, place manewrowe oraz stacja GPO) posadowionych zostanie na 250 ha rekultywowanych terenów po kopalni węgla brunatnego. Wykorzystanie tego obszaru pod inwestycję w odnawialne źródła energii stanowi cenną wartość dodaną całego przedsięwzięcia.

– Rozwój odnawialnych źródeł energii jest jednym z fundamentów silnej pozycji, jaką Grupa Energa zajmuje w polskim sektorze energetycznym. Od dawna szczytujemy się umiejętnym łączeniem celów biznesowych z dbałością o środowisko, a Farma Wiatrowa Przykona będzie kolejnym dowodem na skuteczność naszych działań w tym obszarze – mówi Alicja Barbara Klimiuk, p.o. prezesa zarządu Energi SA.

Farma wiatrowa w okolicy miejscowości Przykona jest jedną z inwestycji,

dzięki którym Grupa Energa zrealizować zamierza swoją długoterminową strategię inwestycyjną. Zakłada ona wzrost mocy zainstalowanych w nowych odnawialnych źródłach energii o co najmniej 50 MW do 2020 roku.

Po zakończeniu budowy (które zaplanowane jest na II kwartał 2020 roku) i oddaniu do użytkowania Farma Wiatrowa Przykona wejdzie w skład aktywów wytwórczych spółki Energa Wytwarzanie, która już teraz dysponuje pięcioma instalacjami tego typu o łącznej mocy zainstalowanej 211 MW.

Biorąc pod uwagę potencjał terenu przeznaczonego pod inwestycję, Energa Invest bierze też pod uwagę możliwość budowy w przyszłości na tym terenie elektrowni fotowoltaicznej wraz z magazynem energii.

Źródło: Energa SA

# Sterowanie rozproszone z Unitronics

Jakub Lipski

Rok 2018 był rokiem bardzo owocnym dla firmy Unitronics. W tym roku został wprowadzony nowy model sterowników serii UniStream, tj. sterownik z 7-calowym wyświetlaczem oraz wbudowanymi wejściami/wyjściami. Do rodziny sterowników OPLC dołączył również sterownik o przekątnej ekranu 10", który jako jedyny w tej serii występuje w wersji *multi-touch*. Pod koniec ubiegłego roku Unitronics wprowadził na rynek własne falowniki, a w programach UniLogic oraz VisiLogic zostały zaimplementowane specjalne funkcje, dedykowane do ich obsługi oraz konfiguracji.

Wymagania, które muszą spełniać systemy sterowania, są niesamowicie zróżnicowane. Najczęściej sygnały z punktów wejść oraz wyjść doprowadzane są do jednej szafy sterowniczej, gdzie znajduje się serce całego procesu sterującego, czyli sterownik. Istnieje również jednak wiele aplikacji, gdzie sygnały muszą być zbierane z różnych części hali i wiadomości muszą być przesyłane na duże odległości. Wychodząc naprzeciw takim wymaganiom, firma Unitronics wprowadziła do swojego portfolio Remote I/O, dedykowane do sterowników serii UniStream.

Remote I/O składa się z jednostki głównej, URB-TCP, do której można dołączyć do 63 modułów wejść/wyjść analogowych (napięciowe oraz prądowe, o rozdzielczości 12 lub 16 bitów) oraz cyfrowych (przełącznikowe lub tranzystorowe). Adapter wykorzystuje port ethernetowy, który łączy się ze sterownikiem UniStream poprzez protokół Modbus TCP. Implementacja oraz konfiguracja tych urządzeń w projekcie jest niezwykle prosta. W darmowym programie UniLogic, dedykowanym do programowania i konfiguracji sterowników UniStream, jednym kliknięciem myszki dodajemy jednostkę główną, a następnie metodą „przeciągnij – upuść” dodajemy kolejne moduły I/O do stworzonej wyspy. Jeden sterownik jest w stanie obsłużyć do 8 jednostek URB-TCP, co daje łącznie 256 dodatkowych modułów I/O. Adres IP naszej jednostki możemy ustawić poprzez wbudowane przełączniki lub też przy pomocy programu UniLogic.



Poprzez wprowadzenie Remote I/O do swojej oferty Unitronics umożliwił tworzenie rozproszonych wysp połączonych ze sobą w jedną sieć poprzez Ethernet. Dzięki temu jeden sterownik jest w stanie obsłużyć punkty wejść/wyjść w każdym miejscu na hali. Jest to kolejny krok naprzód w ofercie Unitronics, pozwalający na proponowanie klientom całego, kompleksowego rozwiązania do sterowania procesami.

Cała seria sterowników UniStream jest teraz w stanie spełnić większość wymogów stawianych przez automatykę przemysłową, budynkową, a także automatykę systemów biologicznych, medycznych, wojskowych oraz wiele innych. Obsługa falowników poprzez dedykowane bloki funkcyjne, tworzenie wysp I/O, komunikacja z systemami MES dzięki protokołom SQL oraz MQTT tworzą ze sterowników serii UniStream potężne narzędzie o szerokim zastosowaniu w każdej gałęzi automatyki i sterowania.

Jakub Lipski

Elmark Automatyka Sp. z o.o.  
e-mail: sterowniki@elmark.com.pl

reklama



Elmatic Professional Drives  
nowa marka niezawodnych falowników



- Przemysłowe napędy w konkurencyjnych cenach
- Pełne wsparcie techniczne
- Własny serwis
- Duże stany magazynowe
- Szerokie zastosowanie

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



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

## Podsumowanie

# Polska chemia w rozwoju gospodarki – wyzwania stojące przed sektorem

Za nami konferencja „Polska chemia w rozwoju gospodarki – wyzwania stojące przed sektorem”. Spotkanie było inauguracją tegorocznych wydarzeń w ramach Kampanii Polska Chemia, która jest jednym z najważniejszych projektów Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego. Główną ideą konferencji było znalezienie odpowiedzi na pytania, jak skutecznie i wielopłaszczyznowo budować konkurencyjność sektora. Nad kluczowymi aspektami rozwoju branży dyskutowali przedstawiciele administracji publicznej, urzędów centralnych i zarządów najważniejszych spółek chemicznych w Polsce.

Spotkanie otworzył dr inż. Tomasz Zieliński, Prezes Zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego, podkreślając, że rozwój konkurencyjności jest najważniejszym wyzwaniem Polskiej Chemii na najbliższe lata.

W otwarciu wzięli udział przedstawiciele administracji – Minister Marcin Ociepa, Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Przedsiębiorczości i Technologii, oraz Minister Małgorzata Jarosińska-Jedynak, Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Inwestycji i Rozwoju.

Minister Małgorzata Jarosińska-Jedynak powiedziała natomiast:

– Przemysł Chemiczny znajduje swoje zastosowanie w każdej gałęzi gospodarki, a Polska Chemia jest siłą narodowej gospodarki.

Rolę znaczenia współpracy pomiędzy organizacjami takimi jak Polska Izba Przemysłu Chemicznego a Administracją podkreślił w swoim wystąpieniu także Prezes Zarządu Grupy Azoty SA (Partner Strategiczny Kampanii Polska Chemia) dr Wojciech Wardacki. Prezes Wardacki podkreślił także znaczenie współpracy na linii biznes – nauka.

Zbigniew Leszczyński, Członek Zarządu ds. Rozwoju PKN ORLEN (Partner Strategiczny Kampanii Polska Chemia), w swoim wystąpieniu odniósł się m.in. do tego, jaką dla rozwoju konkurencyjności mają badania naukowe. Jako przykład podał rozwój centrum naukowo-badawczego koncernu.

Bardzo ważnym elementem wydarzenia było podpisanie przez Prezesa Zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego,

dr inż. Tomasza Zielińskiego, oraz Ministra Marcina Ociepę, Podsekretarza Stanu w Ministerstwie Przedsiębiorczości i Technologii, memorandum na rzecz rozwoju przemysłu chemicznego.

W dokumencie powołującym Zespół do spraw konkurencyjności przemysłu chemicznego podkreślono, że kluczowe dla dalszego rozwoju sektora jest m.in. wypracowanie priorytetów rozwojowych w celu poprawy innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw przemysłu chemicznego w Polsce, rozwoju przemysłu w kierunku Industry 4.0 i rozwiązań, które umocnią rozwój polityki gospodarczej kraju.

Spotkanie podzielone było na trzy panele dotyczące Konkurencyjności, Bezpieczeństwa oraz Kadr.

W panelu dotyczącym Konkurencyjności uczestnicy – Małgorzata Jarosińska-Jedynak, Podsekretarz Stanu, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, dr Wojciech Wardacki, Prezes Zarządu, Grupa Azoty SA, Zbigniew Leszczyński, Członek Zarządu ds. Rozwoju, PKN ORLEN SA, Zbigniew Warmuz, Prezes Zarządu, Synthos SA – stwierdzili, że największą rolę w umacnianiu konkurencyjności branży chemicznej odgrywają m.in. inwestycje i ochrona rynku. Mocno wybrzmiało także znaczenie współpracy nauki z biznesem, rozwoju kapitału ludzkiego, współpracy wewnątrzsektorowej, przyjaznych regulacji i innowacji. Uczestnicy podkreślili, że warunkiem niezbędnym do realizacji strategicznych działań na rzecz rozwoju konkurencyjności Polskiej Chemii jest

prowadzenie stałego dialogu z administracją publiczną. Moderatorem panelu był dr inż. Tomasz Zieliński, Prezes Zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego.

Podczas następnego panelu, poświęconego tematyce Bezpieczeństwa, uczestnicy – dr Mateusz Aleksander Bonca, Prezes Zarządu, Grupa LOTOS SA, Artur Kopeć, Członek Zarządu, Grupa Azoty SA, Andrzej Ziółkowski, Prezes, Urząd Dozoru Technicznego, dr Krzysztof Malesa, Zastępca Dyrektora, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa – za kluczowe w budowaniu bezpieczeństwa uznali czynnik ludzki i procedury wsparte nowoczesnymi technologiami. Moderatorem panelu był płk. dr Piotr Potejko, Doradca Zarządu ds. Bezpieczeństwa w Deloitte Polska.

Ostatni panel dotyczył Kadr. O zmianach, przed jakimi stoi przemysł chemiczny, oraz wymaganiach jakim będzie musiał sprostać pracodawca i pracownik w ich obliczu, rozmawiali Andrzej Kisielewski, Dyrektor ds. Personalnych, Anwil SA, Katarzyna Nosalska, Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości, Ewelina Staszewska, Business Development Manager, Dachser Polska. Konkluzją panelu było stwierdzenie, że niezwykle istotnym elementem dla odpowiedniego kapitału ludzkiego jest tworzenie dla pracowników przyjaznego środowiska dla pogłębiania kompetencji oraz znalezienia równowagi pomiędzy życiem zawodowym a prywatnym. Moderatorem panelu był Wojciech Sularz, Prezes Zarządu Tatra Holding. ■



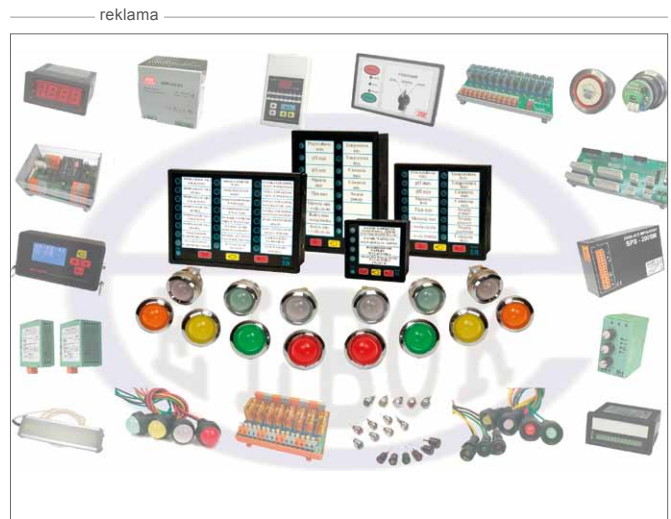
# ELBOK - nowoczesna sygnalizacja w każdym calu

Firma ELBOK działa od 1996 r., produkując urządzenia automatyki mające zastosowanie w przemyśle. Oferta obejmuje produkcję:

- kaset synoptycznych od 4 do 24 kanałów, o różnych programowanych funkcjach i wymiarach obudów;
- uniwersalnych kontrolerek diodowych o średnicy  $\varnothing 20$  na napięcie 24–230 V DC/AC, jedno-, dwukolorowych o różnych konfiguracjach kolorów R; G; Y; O; B; W w oprawkach plastikowych i chromowanych;
- kontrolerek diodowych o średnicy  $\varnothing 20$ , 10, 8, 5; jedno-, dwu- i trój kolorowych o różnych konfiguracjach kolorów R; G; Y; O; B; na napięcia w zakresie od 5 do 400 V DC/AC; w oprawkach plastikowych, chromowanych;
- listew przekaźnikowych od 4 do 32 wejść;
- zasilaczy impulsowych.

Ponadto zajmujemy się:

- dystrybucją produktów firm WAGO, FINDER, RELPOL, MEAN WELL;
- projektowaniem i wdrażaniem do produkcji krótkich serii układów elektroniki na życzenie klienta. ■



ELBOK Sp. j.

ul. Warszawska 46 A, 40-008 Katowice

tel./fax 32-252 40 85, 32-205 88 31

e-mail: biuro@elbok.com.pl, www.elbok.com.pl

# Paletowe linie przenośnikowe firmy Lamm

Specjalizacją firmy LAMMAS są paletowe linie przenośnikowe przeznaczone dla wielu branż przemysłu maszynowego. Linia produktów SISTEMAS powstała jako jeden z pierwszych systemów modułowych przeznaczonych do automatyzacji transportu paletowego w przemyśle. Początkowo była przeznaczona wyłącznie dla przemysłu motoryzacyjnego. Rosnące zapotrzebowanie pozwoliło rozwinąć ofertę dla różnorodnych rynków w zakresie automatyzacji produkcji, np. dla branży AGD i innych.



SISTEMAS jest ewolucją pierwotnego systemu z lat osiemdziesiątych XX w., wzbogaconą o najnowsze osiągnięcia techniczne i uzupełnioną o nową gamę produktów. SISTEMAS VS oparte są na tej samej koncepcji, co system podstawowy, jednak są przeznaczone do transportu elementów o masie do 1500 kg.

Przenośnik liniowy składa się z modułów służących kompletowaniu linii przenośnikowych do palet. Specjalne aluminiowe profile pozwalają na dużą swobodę w kształtowaniu przebiegu linii przenośnikowej, co daje wiele możliwości projektowych naszym Klientom.

Cechy szczególne systemu to: • łańcuchowy napęd palet umożliwiający stosowanie dużych obciążeń; • dwa rodzaje

stoperów dające ponad dwadzieścia możliwych konfiguracji zatrzymywania palety przez przenośnik liniowy; • trzy systemy nawrotowe palet pozwalają na stworzenie ponad trzydziestu wariantów powrotu palet; • elementy pozwalające na zmianę kierunku przebiegu linii pod kątem 45°, 90° i 180°; • system podnoszenia i opuszczania palet do transportu elementów pomiędzy przenośnikami biegnącymi pod sobą. ■

reklama

**LAMMAS**  
AUTOMATION COMPONENTS

**Paletowa linia przenośnikowa z napędem łańcuchowym firmy LAMMAS:**

- proste projektowanie
- prosty montaż
- niezawodność
- duże obciążenia
- prosta konfiguracja
- wielofunkcyjność
- innowacyjność

Zapraszamy do współpracy

**TB-Automation BH Kraków**  
ul. Zawila 53 • 30-390 Kraków • tel.: 12-637 13 77

# Targi z Nową Energią! Kolejna edycja ENEX za nami!

W Targach Kielce zakończyła się kolejna edycja Targów ENEX/ ENEX Nowa Energia, skupiających wokół siebie branżę energetyczną. W wydarzeniu wzięło udział ponad 200 firm z sześciu krajów: Polski, Niemiec, Belgii, Szwajcarii, Czech i Chin.

Kielecki ośrodek wystawienniczy po raz kolejny gościł przedsiębiorców związanych z branżą energetyczną. XXII Międzynarodowe Targi Energetyki i Elektrotechniki Enex oraz XVII Targi Odnawialnych Źródeł Energii ENEX Nowa Energia były w tym roku rekordowe – wystawę odwiedziło ponad 6 tysięcy zwiedzających!

## Nowoczesna energia z ekologią w tle

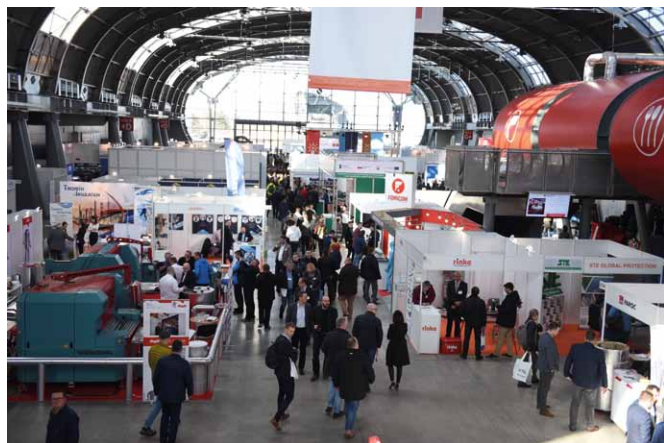
W Targach Kielce można było zobaczyć najnowszej generacji panele fotowoltaiczne, solary czy pompy ciepła. Swoje rozwiązania proponowali najwięksi w branży – wśród nich Corab, Viessmann czy ABB. Na wystawie można było oglądać także samochody elektryczne czy sprzęt rozwijający infrastrukturę drogową e-mobility. Pojawiły się więc szybkie ładowarki czy baterie magazynujące energię w efektywny sposób.

Odbyła się II edycja konkursu na Instalatora Roku, a także „Festiwal pomp ciepła” dedykowane instalatorom z branży. Zmagano się z fachowym montażem paneli fotowoltaicznych, zadaniami na czas oraz z testem wiedzy.

## Siła tradycji

W Targach Kielce nie zabrakło również dostawców tradycyjnej energii – dystrybutorów, ale także producentów przetworników, armatury sieciowej czy listew bezpiecznikowych. Wśród wystawców znaleźli się również polscy dystrybutorzy energii, jak PGE Dystrybucja, partner Targów.

Targi ENEX to doskonała okazja do promocji produktów. Podczas tej edycji DEFRO zdecydowało się na premierę najnowszego kotła grzewczego, który spełnia ekologiczne normy klasy 5 oraz Ecodesign.



## Z nową wiedzą o energii

W programie znalazły się konferencje, kongresy i seminaria. Dużym zainteresowaniem cieszyło się spotkanie PORT PC „Dom bez rachunków”, podczas którego poruszono kwestię znaczenia pomp ciepła w dużych przedsiębiorstwach oraz w mniejszych budynkach. Udział w panelu dyskusyjnym wzięł Piotr Woźny, Pełnomocnik Prezesa Rady Ministrów ds. programu „Czyste Powietrze”.

Po raz drugi odbyła się konferencja Energia PL. Bloki tematyczne dotyczyły Magazynów energii w Rynku Energetyki oraz w rynku e-mobility. Udział w konferencji wzięli m.in. specjaliści z Energoprojekt Katowice, Centrum Badawczego Polskiej Akademii Nauk KEZO oraz Przedstawiciele Ministerstwa Energii, które objęło patronat honorowy nad Targami ENEX. ■

XIII edycja Konkursu miesięcznika

**napędy** miesięcznik  
**i sterowanie** naukowo-  
-techniczny

# PRODUKT ROKU 2018

## OGŁOSZENIE WYNIKÓW

Serdecznie zapraszamy na uroczyste wręczenie medali laureatom XIII edycji Konkursu „PRODUKT ROKU”



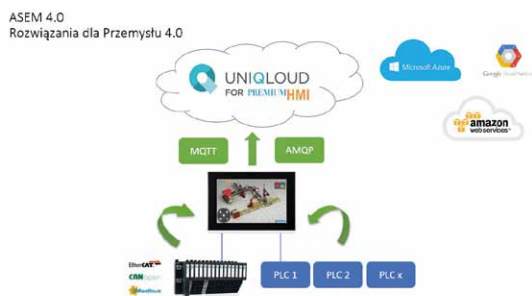
Ogłoszenie wyników konkursu odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2019, w Warszawskim Centrum EXPO XXI, ul. Prądzyńskiego 12/14, w dniu 27.03.2019 r. o godz. 10:00, w Sali Konferencyjnej B-1.

Więcej na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

# ASEM 4.0 – czyli 4 w 1, zintegrowane rozwiązanie dla Przemysłu 4.0

ASEM 4.0 to pakiet czterech innowacji, które – powiązane dzięki spójnym technologiom – tworzą kompleksowe zintegrowane rozwiązanie zgodne z koncepcją Przemysłu 4.0.

ASEM 4.0 to holistyczne podejście do rozwiązań dla automatyki. W efekcie przedsiębiorstwa produkcyjne otrzymują propozycję zaspokajającą wszystkie potrzeby w zakresie rozwiązań dla automatyki przemysłowej. Sabur w tym zakresie pełni funkcję innowacyjnego doradcy i eksperta w dziedzinie rozwiązań dla Przemysłu 4.0



## W skład rozwiązania ASEM 4.0 wchodzi następujące elementy:

1. PAC LP40 – wizualizacyjno-sterujące panele z PAC (*Programmable Automation Controller*).
2. ARIO 500 – modułowy system zdalnych we/wy z komunikacją w standardzie EtherCAT lub Modbus TCP.
3. UNIQLLOUD – rozwiązanie dla bezpiecznego przesyłania i przechowywania danych na serwerze prywatnym lub w chmurze.
4. UBIQUITY – rozwiązanie sprzętowo-programowe firmy ASEM, które zapewnia zaawansowany, bezpieczny zdalny dostęp serwisowy do instalacji.

## 1 z 4.0, czyli wizualizacyjno-sterujące panele z PAC (*Programmable Automation Controller*)

Panel PAC LP40 firmy ASEM umożliwia ekonomiczne i skuteczne sterowanie i wizualizację instalacji automatyki. LP40 to panele HMI z pakietem SoftPLC, do których można podłączać zdalne wejścia/wyjścia. Takie rozwiązanie eliminuje konieczność stosowania dwóch osobnych urządzeń – do tej pory zadania sterowania i wizualizacji realizowane były najczęściej przez tradycyjne zastosowanie sterownika PLC we współpracy z panelem operatorskim.

Oprócz funkcji wizualizacyjno-sterujących panele z PAC (*Programmable Automation Controller*) gwarantują bezpieczny zdalny dostęp w trybie serwisowym do urządzeń i instalacji, który realizowany jest za pomocą technologii ASEM Ubiquity.

Funkcje związane z wizualizacją procesów wykonywane są w oparciu o środowisko HMI/SCADA Premium HMI 4 (pakiet dostępny jest w wersjach Basic i Advanced; obsługuje wszystkie panele i komputery producenta), funkcje sterowania umożliwia pakiet SoftPLC CODESYS. Środowisko CODESYS udostępnia do komunikacji w trybie master wiele popularnych sieci przemysłowych. Są to m.in.: CANopen, EtherCAT, Modbus RTU i Modbus TCP. Panele obsługują wymienione sieci i w ich obszarze można je rozbudowywać modułami wejść/wyjść zdalnych.

LP40 oferowane są w aluminiowych obudowach (również w wersji True Flat), w 7 wielkościach ekranu (od 5,7" do 15,6") i proporcjach obrazu 4/3 lub 16/9. Urządzenia charakteryzuje bezwentylatorowa konstrukcja i architektura oparta na procesorach ARM Cortex A8 (z procesorem 1 GHz, 800 KHz) oraz system Windows Embedded Compact 7 Pro. W wersji podstawowej panele wyposażone są w 2 porty Ethernet, 2 porty USB, RS232/422/485 oraz zewnętrznie dostępny slot na karty SD.

Unikalną cechą paneli operatorskich i paneli PAC firmy ASEM jest technologia ASEM Ubiquity – zaawansowane funkcje bezpiecznego zdalnego dostępu do systemów i urządzeń działających w sieciach Ethernet oraz szeregowych, który realizowany jest w systemach Windows CE oraz innych 32- i 64-bitowych. Ubiquity umożliwia serwis i rekonfigurację systemów informatyki (m.in. zdalne programowanie, debugowanie i aktualizację sterowników PLC, paneli HMI, komputerów IPC, napędów i innych urządzeń automatyki).

O integralności urządzenia z pozostałymi elementami rozwiązania ASEM 4.0 świadczy także fakt, że wszystkie rozwiązania PAC firmy ASEM są dostarczane wraz z preinstalowaną nową wersją środowiska Soft PLC CODESYS, które obsługuje serwer OPC UA.

## 2 z 4.0, czyli modułowy system zdalnych we/wy Ario 500, służący do rozbudowy paneli i sterowników PAC

Kompletny system automatyki, który realizuje funkcje sterowania, wizualizacji i umożliwia bezpieczny zdalny dostęp oparty na VPN, w całości zbudowany na produktach ASEM.

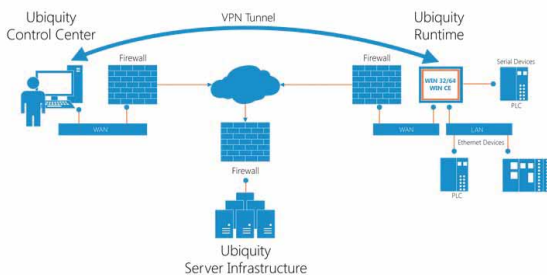
System ARIO 500 uzupełnia portfolio rozwiązań PAC firmy ASEM, bazujących na Soft PLC CODESYS. To modułowy system zdalnych we/wy, służący do rozbudowy paneli i sterowników PAC. Zapewnia on komunikację w sieciach EtherCAT i Modbus TCP i jest przeznaczony do realizacji zadań sterowania w rozproszonych układach automatyki przemysłowej.

System ARIO 500 tworzą stacje bazowe magistrali, zasilacze oraz szeroka gama kompaktowych modułów we/wy. Do stacji bazowej można podłączyć do 64 modułów we/we. W celu usprawnienia montażu i serwisu urządzeń, konstrukcja modułów została zaprojektowana jako dwie oddzielne części:

Mechaniczna, w której mieszczą się zaciski umożliwiające czasne okablowanie, podłączenie do magistrali, podłączenie do zasilania oraz zaczepek na szynę DIN 35 mm, oraz elektroniczna, którą stanowią we/wy. Stacja bazowa zapewnia komunikację z urządzeniem nadrzędnym, udostępniając dane z podłączonych we/wy za pomocą wewnętrznej, wysoko wydajnej szyny. Każda dostarczana stacja bazowa jest sparowana z modułem zasilacza.

System tworzą następujące typy modułów we/wy:

- moduły cyfrowe (4- lub 8-kanałowe, wejścia z czasem reakcji do 2  $\mu$ s, wyjścia 0,5 A i 2 A; wybrane typy mają wbudowane funkcje diagnostyczne);
- moduły analogowe (2- lub 4-kanałowe, z rozdzielczością 16 bitów, do wyboru we/wy napięciowe i prądowe, a także do pomiaru temperatury dla najpopularniejszych typów czujników. Wszystkie mają wbudowane funkcje diagnostyczne);
- moduły enkoderów (licznikowe, z jednym lub dwoma kanałami, dla enkoderów inkrementalnych i absolutnych).



### 3 z 4.0, czyli system zdalnego dostępu serwisowego

Ubiquity to rozwiązanie sprzętowo-programowe firmy ASEM, które zapewnia zaawansowany, bezpieczny zdalny dostęp serwisowy do instalacji. Ubiquity umożliwia zdalny serwis i rekonfigurację pracy systemów automatyki, a funkcje te redukują koszty związane z serwisem i eksploatacją.

Rozwiązanie zostało stworzone na potrzeby użytkowników, którym zależy na ciągłości pracy instalacji, szybkości serwisu, potrzebującym łatwego w użyciu narzędzia do konfiguracji i modyfikacji ustawień maszyn i całych instalacji. Są to funkcje szczególnie przydatne podczas fazy odbiorów i uruchomień instalacji, Ubiquity nie wymaga bowiem obecności wykwalifikowanej ekipy technicznej w miejscu uruchomienia, co znacznie obniża koszty obsługi.

Skutkiem stałego zwiększania się liczby urządzeń i rozpowszechniania rozwiązań IoT jest wzrost liczby potencjalnych celów cyberataków. Dlatego tak ważne jest wprowadzanie zabezpieczeń do wszystkich obszarów i zasobów, osadzanie ich na urządzeniach instalowanych w obrębie całej infrastruktury, w tym także na brzegu sieci.

Jednym z głównych wyzwań, jakie stoją przed osobami zarządzającymi infrastrukturą współczesnych systemów automatyki, jest zapewnienie bezpiecznego zdalnego dostępu serwisowego do urządzeń i aplikacji pracujących na obiekcie.

W realizowanych przez nas projektach wykorzystujemy do tego celu funkcjonalne i sprawdzone rozwiązanie ASEM Ubiquity, dedykowane dla IIoT, zgodne z międzynarodowymi normami dot. cyberbezpieczeństwa IEC 62443.

ASEM Ubiquity zapewnia bezpieczny zdalny dostęp serwisowy do każdego urządzenia pracującego na obiekcie, umożliwiając np. podgląd wizualizacji, ale też aktualizacje oprogramowania, diagnostykę, przeglądy systemów itp. W połączeniu z prostotą uruchomienia i funkcjonalnym zarządzaniem prawami dostępu do systemu, ASEM Ubiquity stanowi optymalne rozwiązanie dla użytkowników poszukujących bezpiecznych metod zdalnego serwisu.

### 4 z 4.0, czyli chmura dla IIoT, bezpiecznego przesyłania i przechowywania danych

UNIQLLOUD firmy ASEM to specjalnie zaprojektowane rozwiązanie dla bezpiecznego przesyłania i przechowywania danych.

Premium HMI firmy ASEM to zaawansowane narzędzie do tworzenia aplikacji wizualizacyjnych – od najprostszych interfejsów użytkownika do rozbudowanych systemów BMS/SCADA. Środowisko Premium HMI łączy niezawodność, nowoczesność i wygodę obsługi paneli operatorskich z elastycznością systemów BMS/SCADA. Zaspokaja potrzeby użytkowników paneli operatorskich, a jednocześnie oferuje większą wydajność i otwartość właściwą platformom PC.

UNIQLLOUD to specjalnie zaprojektowane rozwiązanie dla bezpiecznego przesyłania i przechowywania danych z różnych obszarów w bazach danych w chmurze, w celu ich późniejszej analizy. UNIQLLOUD pojawia się jako opcjonalna usługa dla oprogramowania HMI firmy ASEM, umożliwiającą bezpieczne i efektywne przechowywanie dużych ilości danych w pamięci masowej w chmurze.

UNIQLLOUD, w połączeniu z oprogramowaniem Premium HMI, pozwala na stworzenie interfejsu do dowolnego urządzenia końcowego, zbierającego dane potrzebne do nadzorowania zautomatyzowanych operacji autonomicznych i związanych z nimi procesów.

UNIQLLOUD jest kompatybilny z usługami chmurowymi świadczonymi przez wielu dostawców, a także z rozwiązaniami opartymi na usługach brokerów działających w sieciach lokalnych. W bezpieczny i efektywny sposób realizuje funkcjonalność „przechowaj i przekaż” w celu poradzenia sobie z problemami z przepustowością łącz internetowych nawet przez bardzo długi czas tak, aby nie utracić zgromadzonych danych. UNIQLLOUD wykorzystuje algorytmy grupujące dla danych, które mają zostać przesyłane, w celu zmniejszenia zajętości pasma, aby lepiej wykorzystać właściwości protokołów komunikacyjnych używanych przez usługi chmurowe. ■



SABUR Sp. z o.o.

ul. Puławska 303

02-785 Warszawa

tel. 22-549 43 53

tel. 22-549 43 50

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

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

# Przygotowanie do pierwszego projektu badawczego w firmie

Coraz więcej firm dojrzeła do złożenia wniosku o dotację na realizację projektu badawczego. Tego typu programy sukcesywnie przyciągają uwagę przedsiębiorców. Budżety tego typu programów są znacznie większe w stosunku do dotacji na inwestycje. Przykładowo budżet w najpopularniejszym programie badawczym Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, tzw. „Szybka ścieżka”, to 1 mln zł, a na inwestycje np. w ramach programu regionalnego z województwa śląskiego to 77 mln zł. Ta dysproporcja potęguje zainteresowanie tego typu programami.

**S**posób przygotowania się do typowego projektu pod kątem dotacji na wdrażania innowacji, co jest związane z zakupami maszyn, jest inny w stosunku do projektów badawczych. Tutaj liczą się zupełnie inne aspekty w projekcie.

## Po pierwsze – adekwatny zespół badawczy

Kwestia doboru osób do zespołu badawczego jest jedną z najważniejszych i najtrudniejszych kwestii dla projektów badawczych, bo doświadczenie kadry w działalności biznesowej oznacza automatycznie wysokie kompetencje w prowadzeniu projektów badawczych.

W każdym projekcie badawczym należy wskazać we wniosku o dofinansowanie, że kluczowy personel zaangażowany w realizację projektu posiada doświadczenie adekwatne do zakresu i rodzaju zaplanowanych prac, w tym w realizacji projektów obejmujących prace B+R.

Wnioskodawca musi posiadać wszystkie kluczowe zasoby osobowe już na etapie składania wniosku o dofinansowanie. Jeśli w firmie są osoby z takim doświadczeniem, to warunek jest spełniony, ale jeśli ich nie ma, to należy zadbać o pozyskanie właściwych osób. W tym celu można skorzystać z różnych rozwiązań warunkowych, np. umów warunkowych o współpracy (promesy zatrudnienia/umowy przedwstępnej). Taka umowa wejdzie w życie pod warunkiem podpisania umowy

o dofinansowanie. Jeśli wniosek nie będzie oceniony pozytywnie – pracodawca nie musi zatrudniać personelu badawczego.

Wnioskodawca – zamiast zatrudniać u siebie nowy personel badawczy – może powierzyć realizację części prac B+R w projekcie podwykonawcy. W takim przypadku weryfikacji podlega, czy Wnioskodawca wykazał potencjał kadrowy podwykonawcy albo wymagania co do potencjału kadrowego (w przypadku braku wyboru podwykonawcy na etapie wnioskowania).

W przypadku, gdy prace B+R powierzone podwykonawcy mają kluczowy charakter, wybór podwykonawcy musi być zakończony przed złożeniem wniosku o dofinansowanie, przynajmniej w zakresie etapu kończącego się pierwszym kamieniem milowym, a Wnioskodawca ma obowiązek posiadania umowy warunkowej z danym podwykonawcą.

## Po drugie – etapy prac B+R

Kolejnym kluczowym zagadnieniem w każdym projekcie badawczym jest właściwe zidentyfikowanie problemu badawczego projektu, który musi być precyzyjnie określony w kontekście wskazanej potrzeby społecznej/gospodarczej/rynkowej.

Zaplanowane prace B+R muszą być podzielone na jasno sprecyzowane i układające się w logiczną całość etapy, a każdy etap musi mieć wskazany precyzyjnie (w sposób mierzalny) swój efekt końcowy (kamień milowy), np. na etapie powstawania

Sposób oceny innowacji w programie „Szybka ścieżka”

Innowacja produktowa	Nowość rezultatów projektu (co najmniej w skali polskiego rynku) jest rozumiana jako znacząca zmiana, tzn. podczas oceny wniosku o dotację brane pod uwagę będą wskaźniki jakościowe i ilościowe, które odróżniają ten produkt od występujących na rynku produktów o podobnej funkcji podstawowej.
Innowacja procesowa	Nowość rezultatów projektu rozumiana jest jako wprowadzenie zmian technologicznych (co najmniej w skali polskiego rynku). W ramach oceny kryterium weryfikacji podlegać będzie, czy technologia wykorzystana w procesie stanowi nowość w skali polskiego rynku oraz czy mamy do czynienia ze znaczącą zmianą w zakresie technologii, urządzeń oraz/lub oprogramowania.

Źródło: Kryteria wyboru finansowanych operacji w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014–2020, Poddziałanie 1.1.1 Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa, styczeń 2019.

prototypu należy doprecyzować jego pożądane parametry, np. minimalna wydajność, moc itp.

### Po trzecie – nowość rezultatów projektu – minimum w skali kraju

W ramach projektów badawczych mogą być dofinansowane wyłącznie projekty, których rezultat:

- 1) stanowi innowację produktową lub procesową oraz
- 2) charakteryzuje się nowością co najmniej w skali polskiego rynku, w kontekście posiadanych przez niego nowych cech, funkcjonalności, w porównaniu do rozwiązań dostępnych na rynku.

Tak więc zakres projektu musi wyraźnie wskazywać, występowanie innowacji w projekcie badawczym.

Priorytetem w programach NCBR jest wspieranie powstania innowacyjnych produktów/technologii/usług, które nie są jeszcze dostępne na polskim rynku lub też takich, które są dostępne, ale oferują nowe, innowacyjne funkcjonalności co najmniej w skali polskiego rynku.

Kryteriów oceny jest więcej, ale te wskazane powyżej stanowią zazwyczaj największe wyzwanie dla przedsiębiorstw podczas przygotowania ich pierwszych projektów badawczych

pod kątem dotacji. Warto zwrócić uwagę, że warunki programu dopuszczają umowy warunkowe oraz takie zaplanowanie zasobów czy wydatków, że jeśli projekt badawczy nie uzyska dotacji, to przedsiębiorca może się wycofać ze zobowiązań i nie musi ponosić kosztów na zatrudnienie czy podzlecenie prac B+R. Ponadto, jeśli dany projekt uzyska negatywną ocenę, to po poprawie można go ponownie składać. Losy dotacji na inwestycje w nowej perspektywie unijnej nie są pewne, ale środki na prowadzenie badań zapewne będą zaplanowane więc warto pomyśleć o pozyskaniu środków także na takie przedsięwzięcia. ■



**MS-CONSULTING**

ul. Warszawska 43

61-028 Poznań

tel. 61-826 61 30

fax 61-624 77 76

www.ms-consulting.pl

## PROMOTIC SCADA system – NOWA WERSJA 9.0


Firma MICROSYS w tym roku wyemitowała nową wersję PROMOTIC SCADA systemu, mianowicie PROMOTIC 9.0. Spośród wielu ulepszeń warto wymienić m.in. następujące:

- teraz również w wersji 64-bit z udoskonaloną administracją wykorzystania pamięci operacyjnej komputera;
- pełne wsparcie języka JavaScript podczas tworzenia aplikacji (VBScript już nie jest konieczny do realizacji projektów);
- rozdzielenie środowiska deweloperskiego oraz runtime do dwu samodzielnych programów w celu zwiększenia stabilności;
- możliwa implementacja użytkowników Windows (Active Directory) do SCADA aplikacji;
- nowy program PM Manager do prostej administracji aplikacji oraz różnych wersji systemu PROMOTIC;
- udoskonalone środowisko deweloperskie dla wygodniejszego oraz efektywniejszego tworzenia aplikacji;
- połączenie Edytora aplikacji i Edytora paneli w jedno środowisko;
- elementy graficzne ActiveX PmTable i TrendsView zostały przetworzone na standardowe elementy graficzne PROMOTIC;
- nowe przeglądarki Alarmów i Eventów.

Aplikacje do 30 zmiennych, wytworzone w środowisku PROMOTIC, nie wymagają zakupu licencji, działają bez ograniczenia czasu oraz funkcjonalności i mogą zostać wykorzystane komercyjnie!

Więcej informacji na: [www.promotic.eu](http://www.promotic.eu).

Wszystkich zainteresowanych SCADA systemem PROMOTIC zapraszamy serdecznie do odwiedzenia naszego stoiska H4 na 25 Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów AUTOMATICON w terminie 26-29 marca 2019 roku.

 Robert Siwek, MICROSYS, spol. s r.o., e-mail: [siwek@microsys.cz](mailto:siwek@microsys.cz)

reklama



# Języki programowania a programowanie robotów

Istnieje wiele definicji języka programowania. Przykładem może być definicja zaproponowana przez profesora Mordechaja Ben-Ariego.

*Język programowania to zbiór zasad określających, kiedy ciąg symboli tworzy program komputerowy oraz jakie obliczenia opisuje [I.2].*

Rozwijając tę definicję, można powiedzieć, że język programowania to usystematyzowany sposób przekazywania komputerowi poleceń, który pozwala programiście na precyzyjne wskazanie maszynie, jakie dane mają ulec obróbce i jakie czynności należy podjąć w określonych warunkach. Opisanie relacji pomiędzy rzeczywistością a językiem programowania możliwe jest dzięki:

- składni języka (syntaktyce), która określa reguły tworzenia wyrażeń języka z elementarnych symboli;
- semantyce, która wskazuje znaczenie poszczególnych symboli w programie komputerowym;
- pragmatyce, która wyznacza funkcję użytkową języka w interakcji między człowiekiem a maszyną.

Opracowanie języków programowania z jasno sprecyzowanymi regułami znacząco ułatwia komunikację człowieka z maszyną przez możliwość unormowanego manipulowania informacją. Języki programowania można sklasyfikować z uwagi na generacje. Generacja opisuje stopień rozbudowy struktury języka, co jest równoznaczne m.in. z łatwością posługiwania się nim. Poszczególne generacje związane są z rozwojem inżynierii oprogramowania i sprzętu komputerowego. Programy napisane z użyciem starszych generacji języków są szybciej wykonywane przez procesor, ale liczba instrukcji programowych umożliwia wykonanie mniejszej liczby instrukcji przez procesor. Wyższe generacje języków to głównie zwiększenie komfortu

programowania i obsługa nawet setek tysięcy instrukcji procesora przy użyciu tylko jednej instrukcji programowej [I.3, I.19]. Wyróżnia się następujące generacje języków programowania [I.3]:

- **Pierwsza generacja języków** (ang. 1GL – *1st Generation Language*) – języki poziomu maszynowego (ang. MML – *Machine Level Languages*). Powstały wraz z narodzinami komputerów i wymagały od programistów pracy na poziomie pojedynczych bitów. Programowanie na poziomie maszynowym sprawiało duże problemy z tworzeniem algorytmów sterujących, co w efekcie generowało dużą liczbę błędów i konieczność ich poprawiania (ang. *debugging*).
- **Druga generacja języków** (ang. 2GL – *2nd Generation Language*) – języki symboliczne określane jako języki niskiego poziomu (ang. *Intermediate Level Languages*). Języki te są zorientowane maszynowo, co oznacza, że są one zależne od architektury danego komputera. Ich używanie jest znacznie prostsze w porównaniu z językami pierwszej generacji i znane są jako języki assemblerowe (systemy nazw mnemonicicznych).
- **Trzecia generacja języków** (ang. 3GL – *3rd Generation Language*) – języki wysokiego poziomu (ang. *High Level Languages*) są językami ogólnego przeznaczenia, charakteryzującymi się dużym stopniem uniwersalności. Opracowanie tych języków umożliwiło (niepełne) niezależenie się od konkretnego komputera (jeden program, różne kompilatory, różne platformy). Języki tej generacji nazywane są również językami proceduralnymi (z wyodrębnionym zestawem wysokopoziomowych instrukcji) zaprojektowanymi tak, by były łatwiejsze do zrozumienia dla użytkownika (np. języki: C++, Pascal, Java, Delphi).

- **Czwarta generacja języków** (ang. 4GL – *4th Generation Language*) – języki programowania pozwalające – przy użyciu krótkich instrukcji – na utworzenie programu, którego napisanie w językach niższej (np. trzeciej) generacji wymaga użycia setek lub tysięcy razy większej liczby wierszy programu źródłowego. Podstawowym wyróżnikiem języka czwartej generacji jest jego specjalizacja, tworząca z języka efektywne narzędzie w ramach ściśle określonego obszaru zastosowań dzięki wykorzystaniu baz danych, bibliotek, interfejsu użytkownika czy zintegrowanego środowiska programistycznego. Przykładami mogą być tutaj języki arkuszy kalkulacyjnych, systemy zarządzania bazami danych, systemy graficzne itp.
- **Piąta generacja języków** (ang. 5GL – *5th Generation Language*) – inteligentne systemy wiedzy mające graficzny interfejs umożliwiający tworzenie kodu źródłowego (np.: Visual C++). Wygenerowany kod może być przetłumaczony na kod wynikowy za pomocą kompilatorów trzeciej lub czwartej generacji.

Języki programowania robotów zostały opracowane na podstawie istniejących języków programowania popularnych w informatyce. Ich strukturę, w zależności od generacji kontrolerów robotów, można łatwo porównać ze strukturą języków poszczególnych generacji. Obecnie stosowane są w większości języki wysokiego poziomu pochodzące od języków BASIC i Pascal. Aby możliwe było tworzenie wydajnych programów sterujących, języki robotów zostały wyposażone w szereg dodatkowych instrukcji, umożliwiających m.in.: wykonywanie i kontrolowanie ruchów manipulatora w wybranych układach współrzędnych czy komunikowanie się robota z otoczeniem (instrukcje obsługi wejść/wyjść, instrukcje komunikacji itp.).



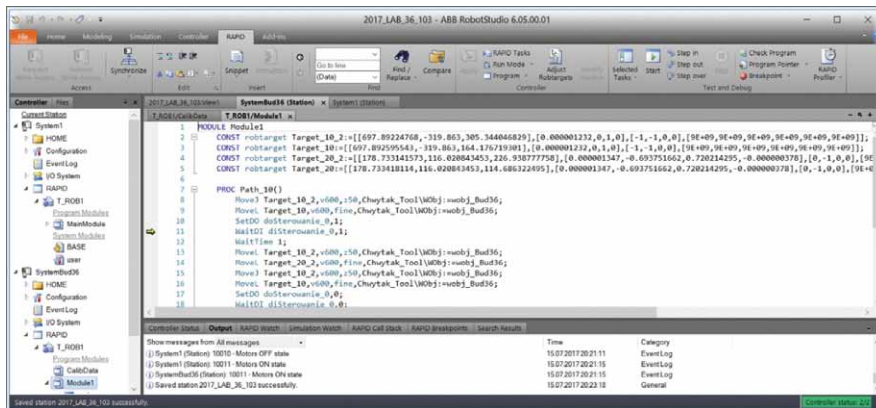


Rys. 1. Ogólny widok panelu nauczania firmy KUKA

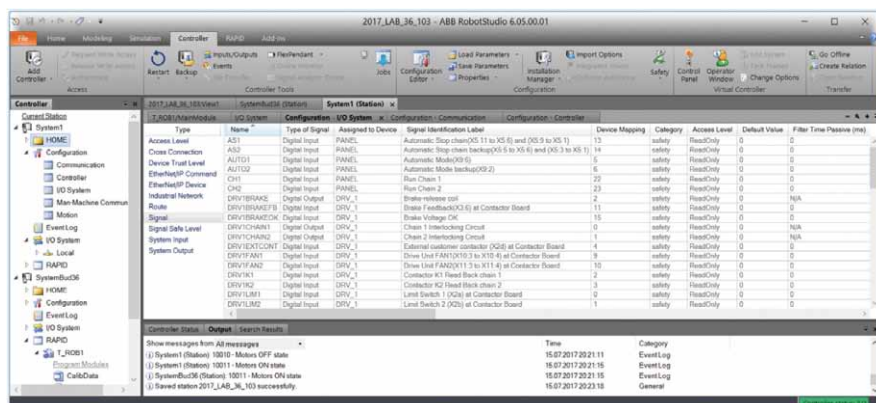
W zależności od metody programowania robotów (np. metodą nauczania z wykorzystaniem *teach pendants* (rys. 1) czy metodą tekstową z wykorzystaniem komputera z edytorem tekstowym), język programowania nawet dla konkretnego robota może się nieco różnić i mieć różnorodną funkcjonalność. Obecnie roboty przemysłowe programowane są często z wykorzystaniem *teach pendants*

bezpośrednio na stanowisku produkcyjnym, co generuje model zachowań i przyzwyczajęń inżynierów. Rozwiązanie takie upraszcza sam proces sterowania i programowania, zastępując skomplikowaną składnię języka zbiorem komend, podlegających parametryzacji, jednak wnosi również pewne ograniczenia co do składni wprowadzanych komend.

Wprowadzenie możliwości programowania robotów przemysłowych za pomocą komputerów pozwoliło na wykorzystanie do programowania zaawansowanych edytorów tekstowych (rys. 2). Poprawiły one w znacznym stopniu komfort pracy programistów i zwiększyły możliwości programistyczne udostępnione przez panele nauczania (rys. 1). Rozszerzeniem możliwości programistycznych jest również zapewne nie dostępu do opcji konfiguracyjnych systemu, które bezpośrednio łączą się z tworzeniem kodów źródłowych, np. umożliwiają definiowanie wejść/wyjść robota (rys. 3).



Rys. 2. Ogólny widok okna edytora tekstu w środowisku RobotStudio firmy ABB



Rys. 3. Ogólny widok okna konfiguracji systemu robota w środowisku RobotStudio firmy ABB



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

Na rysunku 4 przedstawiono podstawową strukturę oprogramowania robota. Umiejscowiony w sferze sprzętowej system operacyjny (np. RobotWare w robotach firmy ABB) umożliwia tworzenie programów sterujących w danym języku programowania (w zależności od firmy). *Teach pendant* jest systemem programowania i pozwala na tworzenie kodów źródłowych. Podczas realizacji programu (np. podczas testowania lub pracy automatycznej) oprócz operacji arytmetycznych i operacji komunikacyjnych związanych z czujnikami i urządzeniami peryferyjnymi, następuje wyznaczenie poszczególnych pozycji układu współrzędnych narzędzia z uwzględnieniem konfiguracji manipulatora. Odpracowanie zadanych wartości położenia i orientacji jest kontrolowane dzięki czujnikom wewnętrznym robota (np. bieżąca informacja o położeniu, prędkości i przyspieszeniu poszczególnych osi manipulatora jest uzyskiwana bezpośrednio lub pośrednio z enkoderów lub resolwerów sprzężonych z aktywnymi osiami urządzenia).

**1. Metody programowania robotów**

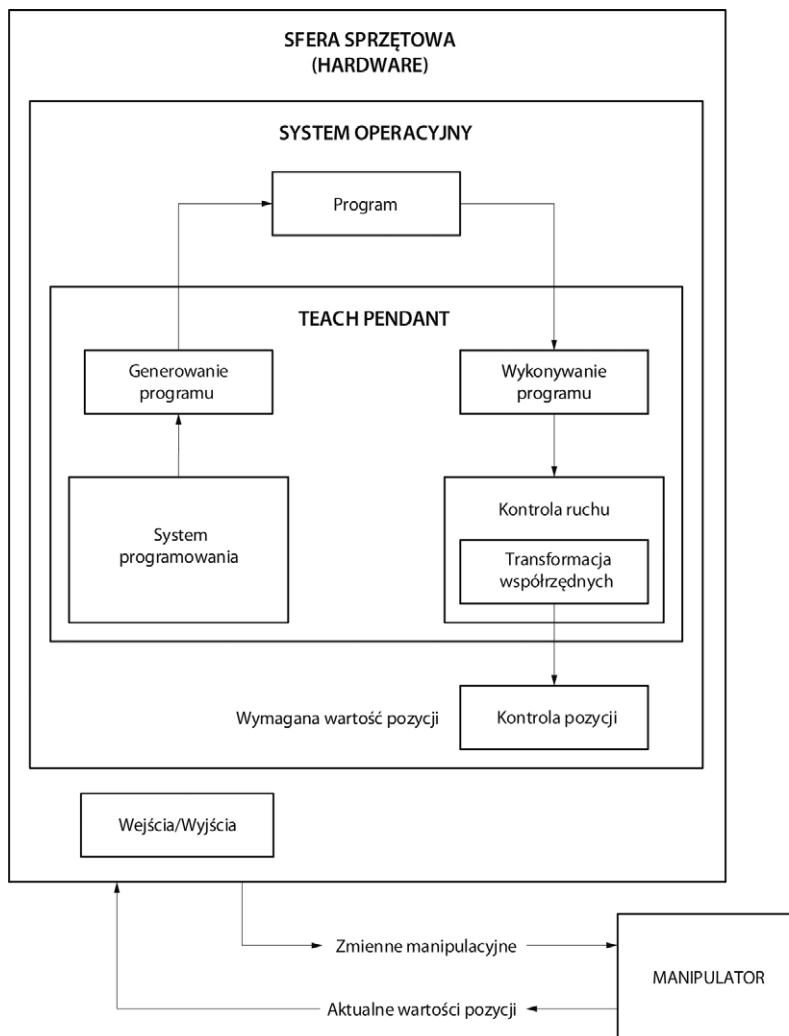
W literaturze można spotkać różne klasyfikacje metod programowania robotów. Najbardziej ogólna wyodrębniła trzy zasadnicze metody, w których kryterium podziału jest konieczność obecności robota podczas procesu programowania (rys. 5).

W tym przypadku można wyróżnić nowy podpunkt czyli [I.9, I.15, II.5]:

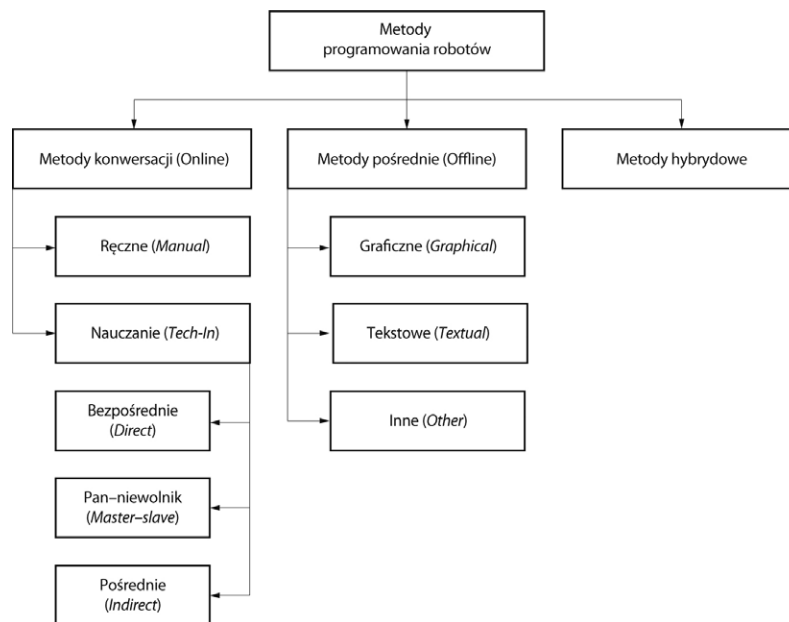
- online (nazywane również metodami nietekstowymi lub konwersacji), w których robot jest wymagany do procesu programowania;
- offline – robot nie jest tu wymagany do procesu programowania, który jest realizowany z wykorzystaniem komputerów z edytorami tekstowymi lub graficznymi środowiskami do programowania robotów [I.10];
- hybrydowe – które są połączeniem obu powyższych metod.

**1.1. Metody programowania online**

Metody konwersacji (ang. *online methods*) umożliwiają liniowe programowanie robotów, przy czym nie



Rys. 4. Podstawowa struktura oprogramowania robota [I.9]



Rys. 5. Metody programowania robotów [I.9]



Rys. 6. Teleoperator

(Źródło: <https://www.tourmedica.pl/>)

pozwalają na bezpośrednią kontrolę stanu czujników. Stanowiły one pierwotny sposób programowania robotów przemysłowych i biorąc pod uwagę realizację trajektorii przez robota – były wystarczające. Metody online obejmują **programowanie ręczne** (ang. *manual*) i tzw. **programowanie przez nauczanie/uczenie** (ang. *teach-in*). Programowanie tymi metodami jest realizowane przez uczenie przy wykorzystaniu dwóch typów ruchu:

- od punktu do punktu (ang. PTP – *Point-to-Point*) – metoda programowania polegająca na ustawieniu manipulatora robota w kolejnych pozycjach trajektorii i zapamiętaniu ich przez kontroler robota po naciśnięciu przez programistę stosownego przycisku na *teach pendant*; realizacja trajektorii następuje przez przemieszczanie się końcówki manipulatora pomiędzy zaprogramowanymi punktami;
- ciągłego (ang. CP – *Continuous Path*) – metoda programowania polegająca na przemieszczaniu końcówki manipulatora wzdłuż pożądanego trajektorii, przy czym kontroler robota automatycznie (z założoną częstotliwością) zapamiętuje aktualne pozycje; realizacja trajektorii następuje przez przemieszczanie się końcówki manipulatora pomiędzy zaprogramowanymi punktami, jednak w tym przypadku trajektoria jest w pełni odtwarzana z uwagi na dużą liczbę zapisanych punktów.

#### Programowanie ręczne

Programowanie ręczne (ang. *manual programming*) realizowane jest przez

ustawienie statycznych punktów za trzymania narzędzia, dlatego metoda ta wymaga bezpośredniej pracy ze współrzednymi robota. Obecnie programowanie tego typu wykorzystywane jest najczęściej do sterowania bezpośrednio (manipulatory, teleoperatory – rys. 6) i jest używane najczęściej do realizacji prostych zadań (np. obsługa maszyn numerycznych).

Do zalet programowania ręcznego można zaliczyć:

- krótki czas programowania;
- brak konieczności używania specjalistycznego komputera;
- możliwość osiągnięcia szybkich ruchów nawet za pomocą prostego kontrolera, ponieważ wykorzystywane są jedynie komendy PTP (*Point-to-Point*).

Wady programowania ręcznego to:

- programowanie wymaga mechanicznej pracy;
- możliwość użycia niewielu punktów;
- brak dodatkowej funkcjonalności.

#### Programowanie przez nauczanie/uczenie

Programowanie przez nauczanie (ang. *teach-in*) jest programowaniem typu online, a zatem wymaga obecności robota. Obecnie jest to metoda bardzo często wykorzystywana i najczęściej jest realizowana z użyciem panelu nauczania (ang. *teach pendant*). Programowanie przez nauczanie może odbywać się trzema sposobami:

- **Bezpośrednio** (ang. *direct teach-in programming*) – programowanie robota jest realizowane przy wyłączonych hamulcach (ograniczeniach),

**Cantoni**<sup>®</sup>  
GROUP

**DRIVING  
YOUR  
BUSINESS**



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



**CELMA  
indukta**



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

a aktualna pozycja końcówki manipulatora jest zapamiętywana poprzez rozkazy (działanie operatora) lub automatycznie z zadaną częstotliwością. Metoda ta jest stosowana zwykle w przypadku lekkich robotów wyposażonych w przekładnię z małym przełożeniem w aplikacjach malowania (rys. 7).

W przypadku robotów o większym udźwigu stosuje się specjalne moduły montowane na kiści robota, wyposażone w czujniki reagujące na oddziaływanie operatora podczas programowania (rys. 8).

- „Pan-niewolnik” (ang. *master-slave programming*) – metoda analogiczna do nauczania bezpośredniego, lecz w tym przypadku operator wykorzystuje model robota rzeczywistego. Ustawiane przez operatora poszczególne konfiguracje modelu są następnie przenoszone za pomocą złożonego oprogramowania do robota docelowego (rys. 9).

Rozwiązanie takie pozwala na sterowanie manipulatorem nawet przez osoby bez specjalnego przeszkolenia. Ograniczenia fizyczne stawiane przez model robota są zgodne z tymi, jakie dotyczą rzeczywistego robota. W związku z tym proces sterowania robotem, jak również programowania (często przez zatwierdzanie położenia modelu manipulatora), jest bardzo intuicyjny.

- Pośrednio (ang. *indirect teaching programming*). W tym przypadku generowanie programu i jego zapis do pamięci robota są realizowane do układu sterowania za pomocą przełączników, tablicy programowej lub dedykowanej klawiatury na przenośnym panelu programowania. Ten sposób programowania jest najczęściej używany. Do głównych cech tej metody należy:

- kontrola trybów pracy robota (tryb pracy automatycznej/ręcznej);
- ograniczenie prędkości manipulatora do 250 mm/s;
- pełny dostęp do systemu robota, pozwalający m.in. na wybór układów współrzędnych, dostęp do wszystkich funkcji (np. sterowania stanem wejść/wyjść);
- możliwość zapisania aktualnej pozycji za pomocą dedykowanego przycisku na panelu nauczania.



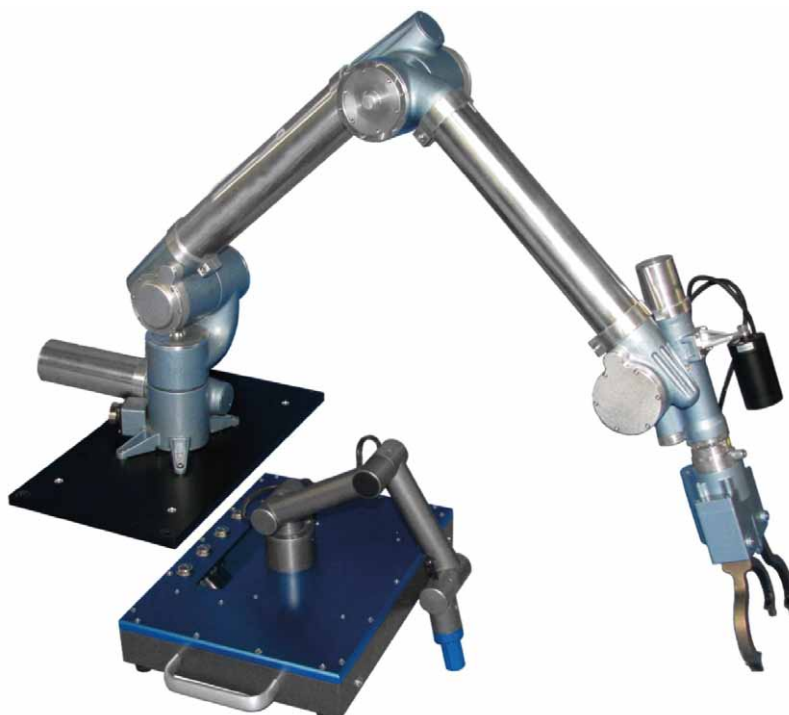
Rys. 7. Programowanie bezpośrednie – robot Roberta

(Źródło: <http://spectrum.ieee.org>)



Rys. 8. Konstrukcje modułu dedykowanego do uczenia robotów kolaboracyjnych firmy FANUC

(Źródło: FANUC)



Rys. 9. Terabot®-S Manipulator firmy Oceaneering

(Źródło: <http://www.oceaneering.com>)

Do głównych zalet programowania przez nauczanie należy zaliczyć:

- demonstracyjny charakter programowania;
- małe wymagania pamięci tworzonego programu;
- krótki czas tworzenia prostych programów sterujących;
- prosta implementacja.

Za wady programowania tą metodą należy uznać:

- czasochłonność podczas tworzenia dużych, kompleksowych zadań;
- konieczność zatrzymania produkcji podczas programowania robota;
- pełne możliwości testowania programu są możliwe po kompletnym wyposażeniu stanowiska produkcyjnego;
- często niekompletna lub zła dokumentacja programu robota;
- trudności z wykorzystaniem informacji z czujników w programie;
- słabe wsparcie komend manipulowania danymi (trudności w tworzeniu algorytmów z dużą liczbą opcji programowych i obliczeń arytmetycznych).

## 1.2. Metody programowania offline

Główną wadą programowania online, zwłaszcza dla odbiorców zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych, jest konieczność wykorzystywania rzeczywistego urządzenia, a co za tym idzie – konieczność zatrzymania produkcji. Dlatego też inżynierowie poszukiwali metod, które umożliwiłyby skrócenie czasu uruchamiania nowych stanowisk produkcyjnych oraz modyfikacji oprogramowania na istniejących stanowiskach. Rozwiązaniem okazały się metody offline (ang. *offline methods*), które umożliwiają tworzenie oprogramowa-

nia bez konieczności podłączenia rzeczywistego urządzenia. Tworzenie i testowanie aplikacji sterujących w przypadku budowy nowych stanowisk produkcyjnych może być realizowane równoległe z budową stanowisk. Natomiast w przypadku modyfikacji oprogramowania na istniejących stanowiskach większość prac programistycznych może być wykonana przed zatrzymaniem produkcji (wynikiem tego są krótsze przestoje). Programowanie robotów bez konieczności ich wykorzystania można realizować metodą:

- strukturalną, w języku wysokiego poziomu (rys. 2);
  - graficzną;
- lub innymi metodami.

Do głównych zalet programowania offline należy zaliczyć:

- brak konieczności udziału robota;
  - możliwość tworzenia złożonych, wielowariantowych programów (również aplikacji wielozadaniowych);
  - stosowanie zaawansowanych edytorów tekstowych wspierających programistów podczas tworzenia programów oraz ich modyfikacji;
  - łatwość tworzenia dokumentacji programu;
  - łatwość wykorzystania informacji pochodzących z czujników.
- Główne wady to:
- brak możliwości dokładnego zdefiniowania pozycji (potrzeba dodatkowej kalibracji pozycji przy wykorzystaniu oprogramowania lub przedefiniowania



Rys. 10. Robot IRB 8700 firmy ABB

(Źródło: ABB)

pozycji rzeczywistego robota metodą nauczania z wykorzystaniem *teach pendanta*);

- konieczność weryfikacji pełnego programu sterującego na rzeczywistym stanowisku produkcyjnym.

Jedną z metod programowania offline jest programowanie strukturalne nazywane również systemowym programowaniem robotów. Programowanie strukturalne jest wykorzystywane w językach wysokiego poziomu i wymaga rozbudowanego systemu. Do głównych zadań tej metody można zaliczyć:

reklama



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

# EURAL

ALUMINIUM Z TECHNOLOGIĄ

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



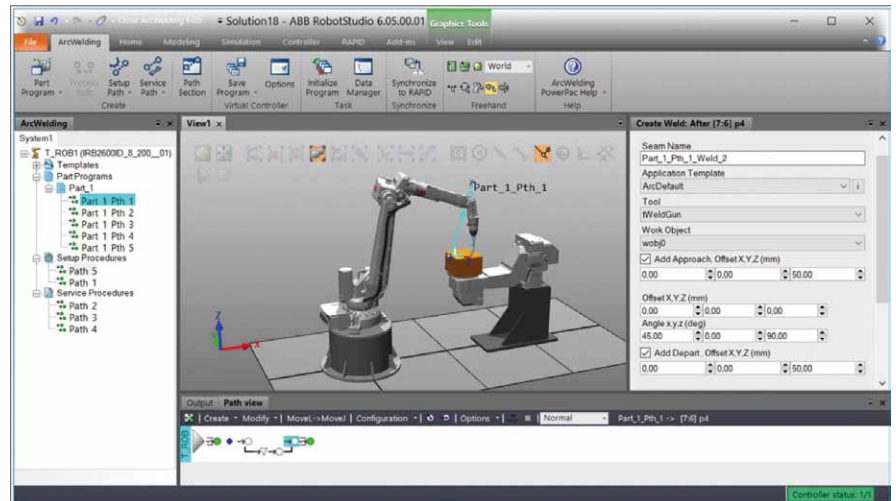
PRZEDSTAWICIEL W POLSCE - Nonferrometal ul. Solna 17a, 32-600 Oświęcim, Poland  
Mob + 48 (502) 643003  
office@nonferrometal.com | www.nonferrometal.com  
Mr. Wojciech Wróbel



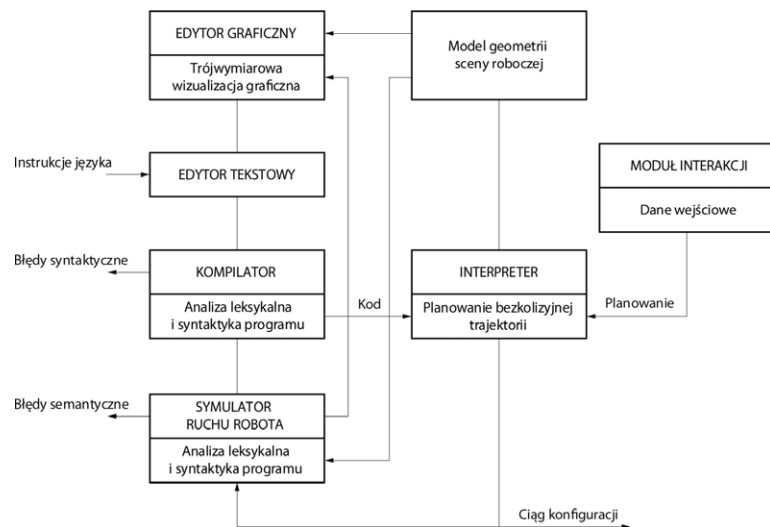
Profilę do aplikacji przemysłowych:  
- Pneumatycznych - Hydraulicznych  
- Rozpraszających ciepło - Motoryzacyjnych

- implementację programu;
- sprawdzenie programu (składni, poprawności semantycznej);
- testowanie programu;
- przechowywanie i obsługiwane programu;
- zapewnienie komunikacji pomiędzy użytkownikami;
- ładowanie programów do kontrolera robota i tworzenie wersji zapasowej.

**Graficzne metody programowania** są używane do tworzenia modeli (programy typu CAx – *Computer-aided technologies*), które są wykorzystywane podczas innych metod programowania/modelowania ruchów robotów. Zabieg tworzenia modeli umożliwia testowanie trajektorii ruchu bez konieczności pracy z rzeczywistymi urządzeniami, np. sprawdzenie kąta natarcia narzędzia. Praca taka ma wiele zalet (np. nie ma konieczności zatrzymywania linii technologicznej w fabryce, aby przetestować nowe oprogramowanie). Można się tutaj odnieść do wirtualnych środowisk do programowania robotów w trybach online/offline (m.in: RobotStudio firmy ABB [I.15, I.16], Roboguide firmy FANUC [I.15, I.25]), które stają się dzisiaj nieodzowne w procesie projektowania zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych w technologii 3D, konfigurowania systemów robotów i tworzenia dla nich oprogramowania [I.5, I.18]. Środowiska tego typu nie tylko pozwalają na tworzenie reprezentacji w technologii 3D na komputerze, ale również umożliwiają prowadzenie symulacji pracy zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych z pełną analizą trajektorii ruchu robotów, cykli pracy i wydajności, tworzenie programów w zaawansowanych edytorach oraz współpracę z robotami w trybie online. Można więc powiedzieć, że środowiska tego typu są wyposażone w mechanizmy umożliwiające stosowanie graficznych metod programowania, zwłaszcza że specjalistyczne dodatki programowe do tych środowisk (np.: ArcWelding PowerPac, Machining PowerPac – RobotStudio – rys. 11) umożliwiają programowanie zadaniowo-symboliczne bez konieczności znajomości przez programistę składania kodu źródłowego w danym języku programowania (np. języku RAPID). Wykorzystanie



Rys. 11. Okno pakietu ArcWelding PowerPac programu RobotStudio firmy ABB



Rys. 12. Struktura programowania robota w języku wysokiego poziomu [I.9]

takich narzędzi, jak CAD to path (generowanie ścieżki na podstawie modelu obiektu importowanego do środowiska graficznego), umożliwia szybkie programowanie trajektorii robota wraz z precyzyjnym orientowaniem narzędzia w każdym punkcie trajektorii.

Z powyższego wynika, że niegdyś wyraźne granice pomiędzy różnymi metodami programistycznymi zacierają się i trudno dziś jednoznacznie wskazać narzędzia przypisane do konkretnej metody. Naukowcy pracują nad **nowymi metodami programowania**. Głównym celem jest wprowadzenie kolejnych uproszczeń i przyspieszenie procesu programowania. I choć większość z tych

metod wciąż jest w fazie badań, część z nich jest stosowana już dzisiaj. Do opracowywanych metod można zaliczyć:

- programowanie zorientowane na warsztat;
- programowanie zorientowane na zadanie;
- programowanie w wirtualnej rzeczywistości;
- programowanie wizualne oparte na symbolach i diagramach;
- programowanie hybrydowe (łączenie wielu metod programowania);
- programowanie gestami i ustnymi komendami;
- autonomiczne uczenie się.

W przyszłości przewiduje się utworzenie systemu programowania robota (rys. 12), gdzie planowanie poszczególnych torów ruchu, oparte na podstawie modelu geometrii sceny i kodów instrukcji języka, dokonywane będzie w interpreterze systemu. Interpreter języka zadaniowo zorientowanego programowania robota powinien być zatem wyposażony w system planowania bezkolizyjnych i najkrótszych geometrycznych torów ruchu manipulatora (odpowiadających wszystkim instrukcjom ruchów międzyoperacyjnych typu PTP), jak również w system transformacji, definiowanych funkcjonalnie ścieżek kartezjańskich ruchów operacyjnych, w tory ruchu manipulatora w jego wewnętrznym układzie współrzędnych. Jak na razie, wszystkie języki o tego typu interpreterach są w fazie badań eksperymentalnych ze względu na wciąż aktualny problem syntezy efektywnego systemu planowania bezkolizyjnych geometrycznych torów ruchu [I.9].

W wyniku działania interpretatora powinno się uzyskać sekwencję konfiguracji manipulatora, realizującą żądany ruch. Sekwencja taka daje możliwość w dalszej kolejności trójwymiarowej graficznej symulacji ruchu robota na zamodelowanej scenie, co pozwala testować poprawność programu robota w trybie offline i wykrywać jego ewentualne błędy semantyczne (oznaczeń).

### 1.3. Hybrydowe metody programowania

Mówiąc o programowaniu robotów, nie sposób pominąć rozwiązania związanego z zaawansowanymi zagadnieniami, wynikającymi z zastosowania dedykowanych pakietów dodatkowych, służących do obsługi czujników zewnętrznych czy też systemu wizyjnego. W takich przypadkach bardzo często programowanie punktów i ruchu manipulatora realizowane jest w trybie online, zaś konfiguracja i parametryzacja programu wykonywane są z wykorzystaniem komputera. Część firm stara się poszerzyć funkcjonalność paneli nauczania tak, aby jak najwięcej funkcji mogło być realizowanych na stanowisku bez konieczności dostępu do komputera (system wizyjny iRVision firmy FANUC [I.24, I.26] w całości można skonfigurować,

korzystając z panelu Teach Pendant, który ma ekran dotykowy oraz gniazdo USB do podłączenia myszki). Tego typu rozwiązania są jednak rzadko spotykane i nie są tak wygodne, jak skorzystanie z komputera PC z dedykowanym oprogramowaniem. Do głównych zalet programowania hybrydowego należy zaliczyć:

- większą wygodę w związku z większym ekranem komputera w stosunku do ekranu panelu nauczania;
- możliwość korzystania z zaawansowanych funkcji tworzenia części trajektorii (CAD to path);
- dostęp do oprogramowania firm dostarczających systemy wizyjne i inne rozwiązania sprzętowe, mające niezależne oprogramowanie podlegające integracji;
- łatwość tworzenia dokumentacji programu;
- łatwa konfiguracja wszelkiego rodzaju rozwiązań wymagających komunikacji pomiędzy kontrolerem robota a innymi urządzeniami wchodzącymi w skład stanowiska (sterowniki, maszyny CNC, SCADA itp.);
- możliwość korzystania z kodu wymagającego wcześniejszej kompilacji (w przypadku robotów firmy FANUC wykorzystanie kodu zapisanego w Karel'u wymaga dokonania jego kompilacji, co może być zrealizowane albo z wykorzystaniem dedykowanego kompilatora, albo z wykorzystaniem kompilatora zaimplementowanego w środowisku Roboguide).

Główne wady to:

- koszty związane z koniecznością zakupu dedykowanego środowiska programistycznego (Robot Studio, Roboguide, Kuka.Sim Pro itp.);
- wymagany zewnętrzny komputer, zazwyczaj z systemem Windows (oprogramowanie większości firm zgodne jest z systemem operacyjnym firmy Microsoft).

Bibliografia dostępna pod linkiem: [nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki:  
*Programowanie robotów przemysłowych*  
 W. Kaczmarek, J. Panasiuk,  
 Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

reklama



## DOSTAWCA KOMPLEKSOWEJ OFERTY ELEMENTÓW I SYSTEMÓW AUTOMATYKI



ZAPRASZAMY  
 Stoisko J2 Hala 3

- Czujniki indukcyjne i pojemnościowe
- Czujniki optyczne
- Liczniki i wskaźniki
- Zasilacze
- Enkodery



- Realizacja systemów sterowania
- Wsparcie techniczne i dostawy urządzeń
- Prefabrykacja szaf sterowniczych
- Programowanie sterowników i wizualizacji
- Realizacja systemów bezpieczeństwa



[www.impol-1.pl](http://www.impol-1.pl)  
[www.sklep.impol-1.pl](http://www.sklep.impol-1.pl)

IMPOL-1 F.Szafranski Sp.J.  
 02-255 WARSZAWA  
 ul. Krakowiaków 103

tel. (22) 886 56 02  
 fax. (22) 886 56 04

systemy@impol-1.pl

elementy@impol-1.pl

# Czujniki i układy sensoryczne robotów przemysłowych

Czujniki stosowane w robotach możemy podzielić na czujniki dostarczające informacji o parametrach charakteryzujących stan robota (wewnętrzne) i czujniki dostarczające informacji o stanie środowiska (zewnętrzne). Parametrami stanu robota są: położenie i prędkość jego członów oraz siły wywierane na poszczególne człony. Do parametrów stanu otoczenia robota zalicza się: położenie i orientację w przestrzeni chwytanych przedmiotów, rozpoznawanie ich barwy, parametry zaburzeń pracy robota oraz różnego rodzaju specyficzne cechy środowiska, które należy znać przy wykonywaniu określonej operacji. Czujniki robota mogą być umieszczone w samym robocie lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie (np. czujniki wizyjne). Najwięcej czujników jest jednak w chwytaku [I.1].

Nowoczesne roboty przemysłowe do kontroli ruchów wykorzystują czujniki zewnętrzne.

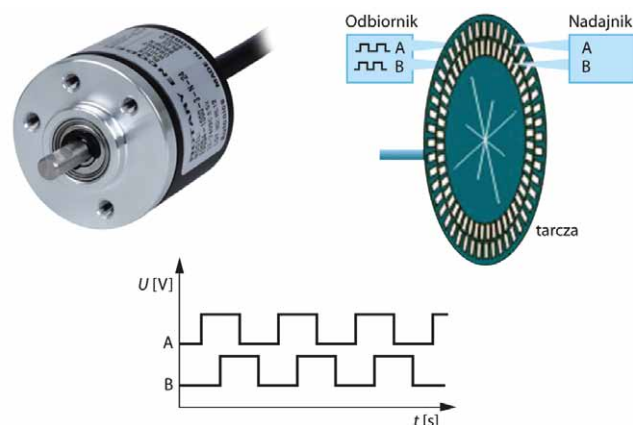
Jeśli czujniki wykryją błąd, zatrzymują pracę kontrolera lub wpływają na zmianę trajektorii ruchu robota. Ponadto czujniki pełnią bardzo ważną funkcję w procesach zautomatyzowanych. To dzięki nim możliwa jest synchronizacja pracy poszczególnych maszyn wykonujących kolejne kroki montażu. Ze względu na liczbę i złożoność dostarczanej informacji czujniki występujące na stanowiskach zrobotyzowanych dzieli się na czujniki dostarczające informacji binarnej oraz układy sensoryczne, z których najbardziej zaawansowane i mające coraz większe znaczenie praktyczne są układy sensoryczne zmysłu wzroku, potocznie zwane systemami wizyjnymi.

## 1. Czujniki pomiarowe

### Czujniki położenia

Do pomiaru położenia są przeznaczone czujniki przemienne linowych i kątowych. Szczególne miejsce zajmują przetworniki obrotowo-impulsowe, które umożliwiają wykonywanie pomiarów przemieszczeń kątowych (pomiar kąta i prędkości kątowej), a za pomocą napędu paskowego, zębatego lub koła ciernego – pomiarów przemieszczeń liniowych. Można wyróżnić dwa typy czujników obrotowo-impulsowych:

- Przetworniki inkrementalne (przyrostowe), które są urządzeniami generującymi określoną liczbę impulsów na jeden obrót. Służą one do określania przemieszczeń kątowych, prędkości obrotowej, przemieszczenia liniowego, do pomiaru kąta kluczowych elementów mechanizmów maszyn, robotów, komparatorów oraz do ustanowienia połączenia informacyjnego ze sterownikiem, licznikiem lub urządzeniem odczytowym. Przykład sposobu funkcjonowania enkodera inkrementalnego przedstawiono na rysunku 1. Podczas obrotu tarczy enkodera odbiornik zlicza impulsy na kanale A, przy czym kierunek ruchu może być rozpoznawany dzięki przesunięciu fazowemu dwóch kanałów: A i B. Dodatkowo



Rys. 1. Enkoder inkrementalny, tarcza enkodera i przebieg sygnału:

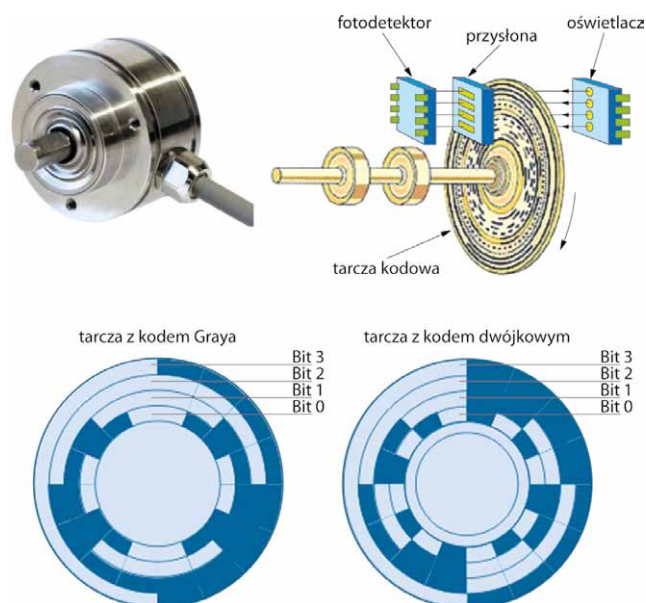
A – sygnał prostokątny o określonym napięciu;

B – sygnał prostokątny przesunięty względem sygnału A

(Źródło: <http://automatyka4u2.pl> i opracowanie własne)

można dołączyć kanał zerowy C, którego zadaniem będzie wskazywanie pozycji absolutnej przy każdym obrocie przetwornika.

- Przetworniki absolutne, tzw. kodowe, są urządzeniami, które działają na zasadzie podawania pozycji położenia kąowego za pomocą kodu odczytywanego z tarczy kodowej (rys. 2). Położenie może być podawane na przykład w kodzie



Rys. 2. Enkoder absolutny firmy Hengstler, tarcza kodowa enkodera

i oznaczenia kodowe (Źródło: <http://www.controlengineering.pl> i opracowanie własne)



## \* AKCESORIA BUDOWY MASZYN



## \* SERWOMOTORY

## \* PRZEMIENNIKI CZĘSTOTLIWOŚCI

## \* NAPĘDY MECHANICZNE

- Motoreduktory
- ślimakowe
  - ślimakowe złożone
  - ślimakowe ze wstępną redukcją
  - zębate współosiowe
  - zębate o osiach prostopadłych
  - zębate o osiach równoległych
  - kątowe
  - planetarne
- Motowariatory

## \* SILNIKI ELEKTRYCZNE

- Jednorazowe
- Trójfazowe
- Z obcym chłodzeniem
- Z hamulcem elektromagnetycznym
- Specjalne

**NOWOŚĆ**

binarnym lub GRAYA, BCD. Informacja o położeniu przetwornika zostaje podana po włączeniu zasilania i jest kontrolowana przez cały czas jego działania. W przypadku zaniku zasilania lub po przekroczeniu częstotliwości granicznej i jej zmniejszeniu przetwornik „nie traci orientacji” i wskazuje prawidłowe położenie. Przetworniki absolutne są oferowane na rynku jako jedno- i wieloobrotowe.

## Czujniki prędkości

Czujniki prędkości są stosowane w celu zwiększenia dokładności utrzymania zaprogramowanej prędkości. Najczęściej stosuje się przyrostowe enkodery optyczne (tachogeneratory) oraz czujniki położenia z elektronicznym urządzeniem różniczkującym.

## Czujniki siły

Czujniki siły znalazły zastosowanie w ogranicznikach zabezpieczających przed przeciążeniem mechanicznym, w układach sterowania prędkością i pomiarach masy. Szeroko rozpowszechnione są czujniki tensometryczne.

## Czujniki zewnętrzne

Czujniki zewnętrzne nie są standardowym wyposażeniem robota i są dołączane do robota najczęściej po to, aby dostarczać informacji o otaczającym go środowisku.

Wśród nich wyróżnia się czujniki:

- elektroniczne;
- optyczne;
- akustyczne.

## Czujniki dotyku

Czujniki dotyku (tensometry) mogą mierzyć pojedyncze siły i momenty obrotowe lub wielowymiarowe siły i momenty obrotowe. Są one umieszczane między chwytakiem a ramieniem robota lub wewnątrz palców chwytaka.

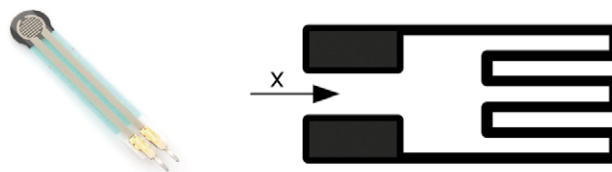
Roboty przemysłowe z czujnikami dotyku są używane do montażu (zadań łączeniowych) oraz do obróbki elementów. Mogą być również wykorzystywane do kontroli chropowatości powierzchni.

Czujniki pochodnej siły są stosowane do ochrony przed uszkodzeniem, a nawet zniszczeniem zarówno elementów montażu, jak i samego robota. Ma to szczególne znaczenie w przypadku, kiedy pozycja i orientacja obiektów manipulacji nie są jednoznacznie określone lub kiedy tolerancje wykonania obiektów są zbyt duże.

Wykrycie i uniknięcie kolizji może być zrealizowane dzięki wykorzystaniu czujnika siła – moment obrotowy; stosuje się jedną z dwóch technik pomiarowych:

- odkształcenie narzędzia;
- przemieszczenia lustra lub układu optycznego.

Czujnik (siła – moment/tensometr) nie mierzy bezpośrednio sił i momentów obrotowych, lecz spowodowane przez nie deformacje. Działanie tensometrów opiera się na zjawisku fizycznym polegającym na tym, że przewodnik elektryczny podczas zmiany swej długości zmienia swoją oporność. Na rysunku 3 przedstawiono przykładową budowę tensometru.



Rys. 3. Rezystancyjny czujnik siły FSR400 firmy Interlink Electronics i budowa tensometru foliowego (x - kierunek odkształcenia)

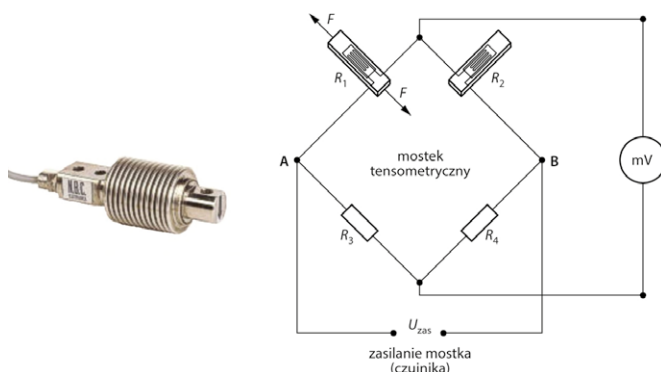
Można powiedzieć, że przewodnik z materiału o dużej oporności właściwej i niewielkich współczynnikach temperaturowych jest naniesiony na nośnik foliowy.

Ułożenie przewodnika powoduje, że jego całkowita długość zmienia się kilka razy w stosunku do wydłużenia nośnika foliowego (rys. 3). Wydłużenia w kierunku poprzecznym, z powodu małej długości i większego przekroju odcinków przewodnika leżących w tym kierunku, tylko nieznacznie wpływają na pomiar.

Do głównych zalet czujników tensometrycznych zalicza się:

- dużą czułość i dużą dokładność;
- małe wymiary;
- odporność na drgania i wstrząsy;
- możliwość pracy w wysokich temperaturach i ciśnieniach;
- możliwość umieszczania na powierzchniach zakrzywionych.

Do pomiaru momentów są stosowane czujniki skrętne. Składają się one z pręta lub rury, na której są przyklejone dwa lub cztery tensometry pod kątem 45° do osi tensometru w ten sposób, że podczas skręcenia pręta (rury) pod wpływem momentu doznają one naprężeń o różnych znakach (rys. 4). Tensometry w technice pomiarowej pracują najczęściej w układzie tzw. mostka Wheatstone'a. Mostek ten składa się z czterech gałęzi utworzonych z czterech elementów. Zazwyczaj są to: tensometr o oporności R1, tensometr kompensacyjny o oporności R2 (do kompensacji wpływu czynników ubocznych, a szczególnie temperatury i wilgoci) oraz dwa oporniki R3 i R4.



Rys. 4. Przetwornik tensometryczny zginany – model GX firmy Q&W i układ mostka tensometrycznego (Źródło: Q&W)

## Czujniki elektroniczne

Indukcyjne i pojemnościowe czujniki odległości mogą mierzyć odległość między samym czujnikiem a obiektem w określonym zasięgu. Używa się ich do wykrywania pozycji detali

względem chwytaka. Najczęściej do tego celu jest wykorzystywany współrzędny układ bazowy robota lub układ narzędzia. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie przez robota odpowiedniej – do uchwycenia detalu – pozycji i orientacji.

Czujniki odległości mają zdefiniowany zasięg. Należy zaznaczyć, że czujniki indukcyjne i pojemnościowe mogą wykrywać jedynie detale mające pewne cechy elektryczne lub magnetyczne.

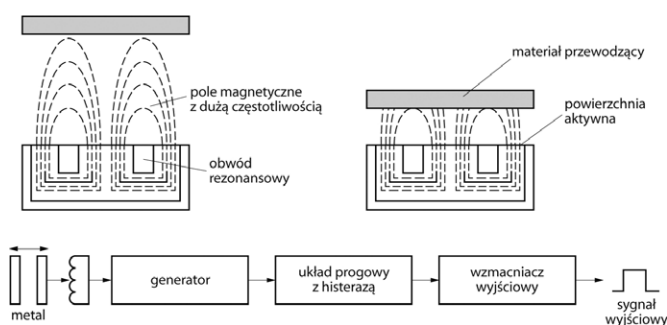
### Indukcyjne czujniki zbliżeniowe

Indukcyjne czujniki zbliżeniowe są powszechnie stosowane w układach automatyki przemysłowej i sterowania do kontroli położenia, przemieszczeń i ruchu mechanizmów związanych ze sterowanymi urządzeniami (rys. 5). Są elementami automatyki reagującymi na wprowadzenie metalu w ich strefę działania. Powszechnie są wykorzystywane w układach automatyki przemysłowej do precyzyjnego określania położenia ruchomych części maszyn i urządzeń. Charakteryzują się dużą pewnością działania i niezawodnością w trudnych warunkach środowiskowych, jak na przykład nadmierne zapylenie, wilgotność.



Rys. 5. Czujniki indukcyjne firmy SICK (Źródło: <https://www.sick.com>)

W indukcyjnych czujnikach zbliżeniowych jest wykorzystywany efekt prądów wirowych powstający w materiałach przewodzących (rys. 6). Cewka tworzy pole magnetyczne o wysokiej częstotliwości. Jeśli przewodzący przedmiot jest przemieszczony w zasięg czujnika, pole magnetyczne indukuje napięcie wewnątrz przedmiotu. Napięcie to wywołuje prądy wirowe, które wytwarzają przeciwne pole magnetyczne, a ono z kolei powoduje zmniejszenie pierwotnego pola. Całość pochłania energię z obwodu rezonansowego i zmniejsza amplitudę oscylacji. Czujnik przekształca te dwa stany: „dużą amplitudę” i „małą amplitudę” na sygnał cyfrowy (rys. 6). Dwustanowy sygnał wyjściowy czujników umożliwia ich współpracę



Rys. 6. Zasada działania indukcyjnego czujnika zbliżeniowego (Źródło: [1,9])

z programowalnymi sterownikami PLC lub bezpośrednio sterowanie pracą przekaźników, elektrozaworów i innych elementów wykonawczych.

Indukcyjne czujniki zbliżeniowe znajdują zastosowanie w:

- urządzeniach mechanicznych;
- przemyśle metalowym;
- przemyśle spożywczym;
- automatyce przemysłowej.

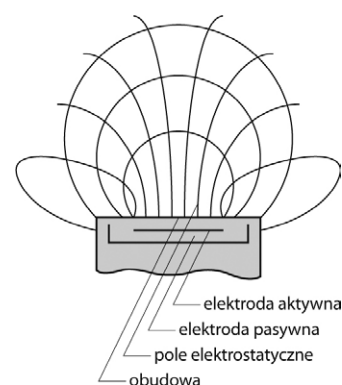
### Pojemnościowe czujniki zbliżeniowe

Pojemnościowe czujniki zbliżeniowe służą m.in. do kontroli poziomu cieczy w zbiornikach, wykrywania materiałów ziarnistych i proszkowych, wykrywania elementów z tworzyw sztucznych, szkła, drewna i metalu (rys. 7).



Rys. 7. Czujniki pojemnościowe CS-16 firmy SIMEX (Źródło: SIMEX)

Czujniki tego typu mierzą zmianę pojemności między sobą a obiektem poddawanym detekcji. Kondensator utworzony przez układ obiekt – czoło sensora ma pojemność zależną od odległości między okładzinami. Jednocześnie jest elementem obwodu regulującego częstotliwość oscylatora wbudowanego w czujnik. Pojawienie się obiektu (a w efekcie zwiększenie pojemności) powoduje, że oscylator zaczyna pracować. Wzrost lub spadek częstotliwości jest identyfikowany przez obwody detekcji i wyzwala wzmacniacza zasilającego obciążenie lub załączającego styki przekaźnika. Innymi słowy, pojemnościowy pomiar odległości jest oparty na elektrycznych zmianach pola wtedy, kiedy pojawia się w nim obiekt (następuje zmiana pojemności elektrody czujnika). Obwód rezonansowy jest wówczas rozstrojony i następują spadki amplitudy oscylacji. Układ przekształca te dwa stany („dużą amplitudę” i „małą amplitudę”) na sygnał binarny (rys. 8).



Rys. 8. Zasada działania pojemnościowego czujnika zbliżeniowego

(Źródło: [1,9])

Czujniki pojemnościowe bardzo często są wyposażone w elementy regulacyjne, które umożliwiają nastawę czułości, co wpływa na nastawę dystansu roboczego.

Jest to cecha bardzo użyteczna w takich aplikacjach, jak na przykład detekcja napełnienia zbiornika cieczą (do określenia stanu zbiornika: pusty/pełny). Dystans roboczy jest związany z rozmiarami czujnika oraz właściwościami materiału, z którego jest wykonany obiekt.

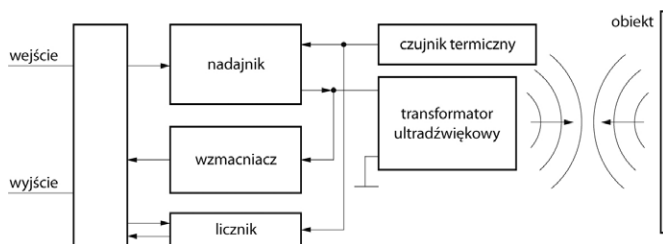
### Czujniki akustyczne

Odległości mogą być mierzone również za pomocą czujników ultradźwiękowych (rys. 9). Działanie czujników ultradźwiękowych polega na wykrywaniu obecności obiektu w wiązce ultradźwiękowej wysyłanej przez czujnik (rys. 10). Obiekty wprowadzane do wiązki ultradźwiękowej powodują zmianę sygnału wyjściowego w chwili, gdy znajdują się one w zakresie załączenia czujnika. Wyjście może być typu dwustanowego lub analogowego.



Rys. 9. Czujnik ultradźwiękowy M30 firmy SICK (Źródło: SICK)

Odległość między czujnikiem a obiektem docelowym, który odbija sygnał, jest proporcjonalna do czasu między wysłaniem sygnału a jego otrzymaniem po odbiciu (rys. 10).



Rys. 10. Akustyczny system pomiarowy

(Źródło: [1,9])

Do zalet rozwiązań przemysłowych wyposażonych w czujniki akustyczne można zaliczyć:

- rezultat pomiaru nie zależy od materiału oraz charakterystyk powierzchni;
- rozwiązanie jest tanie przy małej rozdzielczości (2–4 mm). Główną wadą jest natomiast:
- wysoka cena przy dużej rozdzielczości (nawet poniżej 0,18 mm).

Czujniki akustyczne znalazły zastosowanie w takich aplikacjach, jak:

- monitorowanie;
- lokacja dużych obiektów.

### Czujniki optyczne

Czujniki optyczne łączą w sobie kilka czujników o różnych metodach pomiaru oraz kilka obszarów stosowania. Istnieje wiele różnych czujników optycznych: od prostych barier światła, które tylko wykrywają przerwę wiązki światła, do systemów kamer ze specjalnymi układami przetwarzania obrazu, umożliwiającymi rozpoznawanie przedmiotów.

Wśród czujników optycznych wyróżnia się:

- pojedynczą barierę świetlną;
- odbijającą barierę świetlną;
- czujnik odległości;
- czujnik koloru;
- skaner 2D;
- kurtynę świetlną;
- czytnik kodu paskowego;
- kamerę.

Działanie prostych czujników optycznych opiera się na zasadzie wysyłania wiązki promieni świetlnych przez nadajnik i ich odbieraniu przez odbiornik. Czujniki optyczne reagują na obiekty, które znajdują się na drodze przebiegu wiązki światła, a ich główną zaletą jest duży zasięg działania uzyskiwany nawet przy małych gabarytach czujników.

Czujniki optyczne są wykorzystywane m.in. do:

- kontroli położenia ruchomych części maszyn;
- identyfikacji obiektów znajdujących się w zasięgu działania czujników, na przykład przesuwających się na przenośnikach;
- określania poziomu cieczy i materiałów sypkich.

Duże znaczenie w czujnikach optycznych odgrywa długość fali świetlnej emitowanej przez nadajnik. W większości rozwiązań stosuje się modulowane światło z zakresu bliskiej podczerwieni, co zapewnia małą wrażliwość na światło widzialne.

Synchronizacja nadajnika i odbiornika gwarantuje dużą odporność na zakłócenia i możliwość pracy w warunkach zanieczyszczenia powietrza oraz przy zabrudzeniu układu optycznego. Nadajnik czujnika optycznego generuje impuls świetlny o dużej mocy, co sprawia, że nawet osłabiony rozproszeniem sygnał dociera do odbiornika.

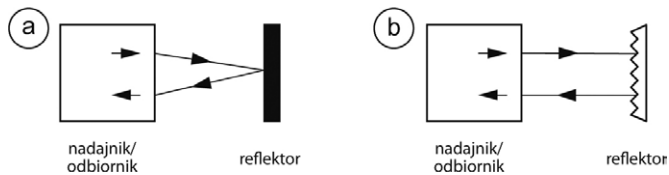
Po jego wzmocnieniu i analizie możliwe jest poprawne działanie czujnika. Czujniki optyczne są wyposażone w systemy soczewek optycznych wysokiej jakości, które dokładnie ukierunkowują promień świetlny w nadajniku i odbiorniku, umożliwiając realizację różnych funkcji zależnie od aplikacji i przeznaczenia czujników.

Należy jednak pamiętać, że zanieczyszczenie powietrza i zabrudzenie układu optycznego skraca strefę działania czujników optycznych.

### Czujniki optyczne odbiciowe i refleksyjne

Optyczne czujniki odbiciowe i refleksyjne wymagają montażu reflektora umieszczonego na osi wiązki optycznej wysyłanej przez czujniki. Wykrywają obiekty pojawiające się między czujnikiem a reflektorem. Zaletą tych czujników jest zasięg (do 2 m – odbiciowe; 4 m – refleksyjne) oraz brak wrażliwości na kolor obiektu.

W odróżnieniu od pojedynczej bariery światła, w tym przypadku nadajnik i odbiornik znajdują się w tej samej obudowie



Rys. 11. Zasada działania czujników optycznych odbiciowych (a) i refleksyjnych (b)

(rys. 11). Promień świetlny wyemitowany przez nadajnik odbija się od reflektora i wraca do odbiornika. Zaletą tego rozwiązania jest zasilanie jednego elementu systemu czujnika.

W przypadku czujników odbiciowych ważne są parametry:

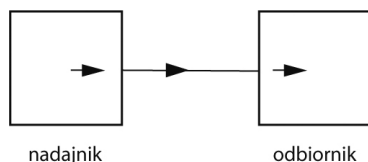
- strefa czułości – maksymalna odległość od czoła czujnika karty pomiarowej (biały karton o wymiarach 20×20 cm) zbliżonej wzdłuż osi wiązki świetlnej, przy której następuje przełączenie obwodu wyjściowego czujnika;
- strefa robocza – maksymalna odległość kontrolowanego obiektu od czoła czujnika; zależy od wielkości obiektu, barwy i faktury powierzchni oraz kąta, pod którym obiekt jest widziany przez czujnik.

Dla czujników refleksyjnych głównym parametrem jest:

- zasięg – maksymalna odległość reflektora odblaskowego od czoła czujnika, która zapewnia poprawne działanie czujnika w warunkach przerwania promieni świetlnych przez obiekt znajdujący się wewnątrz zasięgu.

### Pojedyncza (jednowiązkowa) bariera świetlna

Czujniki optyczne typu pojedyncza (jednowiązkowa) bariera świetlna składają się z dwóch niezależnie zasilanych elementów: nadajnika i odbiornika, które są umieszczone w oddzielnych obudowach (rys. 12). Nadajnik i odbiornik są usytuowane wzdłuż jednej osi wyznaczonej przez wiązkę nadajnika. Czujniki tego typu wykrywają obiekty pojawiające się między nadajnikiem a odbiornikiem. W porównaniu z optycznymi czujnikami odbiciowymi i refleksyjnymi mają one dłuższe strefy działania (do 12 m). Czujników tego typu najczęściej używa się do sprawdzania pozycji detali, choć czasami są wykorzystywane do kontroli obszarów krytycznych lub do zliczania obiektów nieprzezroczystych lub odbijających promienie świetlne.



Rys. 12. Zasada działania pojedynczej bariery świetlnej

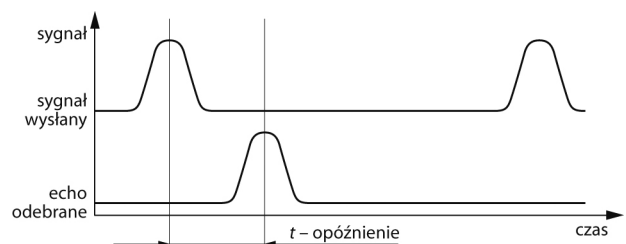
Dla czujników typu pojedyncza bariera świetlna głównym parametrem jest:

- zasięg – maksymalna odległość odbiornika od czoła nadajnika, która zapewnia poprawne działanie czujnika w warunkach przerwania promieni świetlnych przez obiekt znajdujący się wewnątrz zasięgu.

### Czujniki odległości

#### Metoda pomiaru czasu powrotu impulsu wiązki laserowej

W metodzie tej są wykorzystywane impulsy lasera, które po wygenerowaniu uderzają w przedmiot i odbijają się od niego. Z powodu odbicia rozproszonego część promienia laserowego jest odbita w kierunku lasera. Pryzmat wewnątrz głowicy czujnika rozdziela wiązkę przychodzącą od wiązki emitowanej. Czujnik mierzy czas  $t$ , w jakim wiązka przebyła drogę czujnik – przedmiot – czujnik. Dzięki znajomości prędkości światła istnieje możliwość obliczenia drogi przebytej przez światło (rys. 13).



Rys. 13. Wykres pomiaru czasu powrotu impulsu wiązki laserowej

Przykładem jest czujnik fotoelektryczny serii E3C-LDA z osobnym wzmacniaczem, obsługujący szeroki wachlarz laserowych głowic detekcyjnych do stosowania przy pozycjonowaniu o najwyższej precyzji i przy wykrywaniu obiektów (rys. 14).



Rys. 14. Laserowe czujniki odległości serii E3C-LDA

(Źródło: Omron)

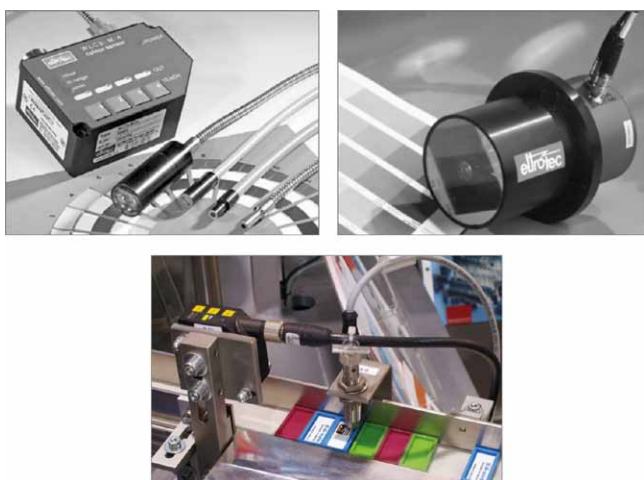
### Czujniki koloru

Czujniki kontrastu umożliwiają wykrywanie kontrastowego koloru badanego obiektu w stosunku do tła, czujniki koloru natomiast wykrywają dowolny kolor badanego obiektu (rys. 15).

Proste sensory koloru składają się z fotodiod i korespondujących filtrów, żeby filtrować światło o pożądanej długości fali lub oczekiwanym kolorze. Czujniki złożone mają jedną lub dwie tablice fotodiod. Nie mierzą one koloru w jednym punkcie, ale średni kolor na małym obszarze. Typowymi obszarami zastosowania sensorów koloru w zautomatyzowanych systemach produkcyjnych są nadzór procesu i kontrola zabarwionych produktów (produktów z kolorowymi powierzchniami).

Dzięki nim mogą być realizowane takie zadania, jak:

- wykrywanie zmian koloru;
- wykrywanie barwnych znaków;
- sortowanie kolorowych przedmiotów;
- nadzór procesów malujących obiekty;
- kontrola pojawienia się produktu.

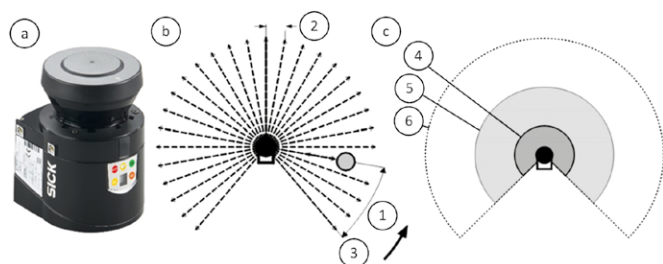


**Rys. 15.** Czujniki koloru WLCS-M-40 i WLCS-LD-800 oraz fragment taśmy wyposażonej w czujnik koloru (Źródło: Wobit)

**Skanery 2D**

Skanery 2D (rys. 16) są systemami pomiarowymi bazującymi na laserach. Skanują one otaczającą przestrzeń w dwóch wymiarach. Obracające się lustro odchyła pulsującą wiązkę laserową i dzięki temu skanuje płaszczyznę otaczania. Przedmioty znajdujące się w skanowanym otoczeniu odbijają wiązkę laserową, a ich analiza umożliwia utworzenie mapy otaczającej płaszczyzny. Skanery 2D mają bardzo dużą rozdzielczość i mogą być użyte do:

- pomiarów obiektów;
- pomiarów pozycji;
- dozoru obszaru.



**Rys. 16.** Skaner laserowy S100 firmy SICK (a) i jego zakres pracy (b, c) (Źródło: www.sick.com)

Przedstawiony na rysunku skaner laserowy S100 firmy SICK, podobnie do innych urządzeń tego typu, wykorzystuje lustro wirujące ze stałą prędkością, które odchyła promień lasera, umożliwiając pokrycie pola o kącie rozbieżności 270° (1 na rys. 16). Pierwszy promień lasera jest generowany z tyłu skanera (-45° - 3 na rys. 16). Promienie są generowane ze stałą rozdzielczością 0,5°, ale można ją zmienić na 1° (co umożliwi konfigurację więcej niż ośmiu pól przełączania - 2 na rys. 16). Urządzenie jest przeznaczone do monitorowania maszyn i pojazdów za pomocą przełączających się pól (4 i 5 na rys. 16)

oddalonych od skanera na odległość mniejszą niż maksymalny zasięg (6 na rys. 16). Po wykryciu obiektu w polu detekcji (4 lub 5 na rys. 16) zostaje wygenerowany sygnał na odpowiednim wyjściu (Q1 lub Q2) [III.11].

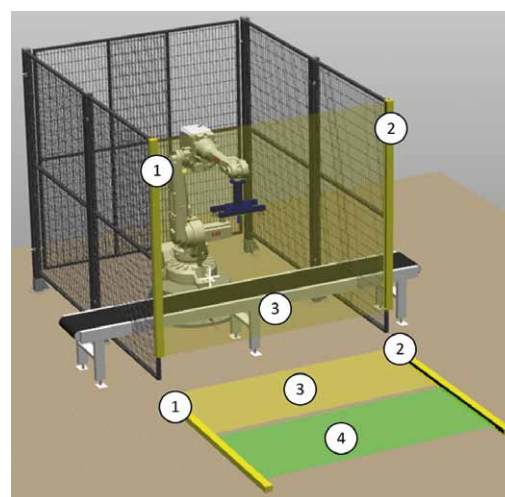
**Kurtyna świetlna**

Ochronne kurtyny świetlne są nowoczesną metodą ochrony osób obsługujących niebezpieczne maszyny i urządzenia. W porównaniu z poprzednimi metodami ochrony (mechaniczne bariery, przesuwane bramki i ograniczniki) są wygodne i łatwo można je dostosować do konkretnych potrzeb użytkowników. Kurtyny świetlne (rys. 17) są zbudowane z przetworników fotoelektrycznych w postaci barier świetlnych rozłożonych równomiernie w małych odległościach. Przetworniki fotoelektryczne (diody) wysyłają w sposób zsynchronizowany równoległe wiązki promieni w paśmie podczerwieni do zespołów odbiorczych (fototranzystorów) tego światła. Sterowanie pracą diod oraz odbiorem jest wykonywane za pomocą układu logicznego sterowania kurtyną wyposażonego w zegar.

Kurtyny świetlne są najczęściej wykorzystywane do ochrony niebezpiecznych stref przed nieupoważnionym wejściem lub podejściem do maszyny roboczej (rys. 17). Wśród ich głównych zadań można wyróżnić:

- ochronę rąk i palców przy prasach mechanicznych, przebijakach lub maszynach tnących;
- ochronę niebezpiecznych stref przy spawaniu lub na liniach montażowych w przemyśle samochodowym;
- kontrolę wejścia w strefę pracy robotów, maszyn przetwarzania automatycznego czy maszyn pakujących palety;
- zliczanie i rejestrowanie obiektów o nieregularnych kształtach;
- pomiar i sortowanie obiektów o różnej wysokości;
- wykrywanie obecności obiektów oraz elementów wystających;
- monitorowanie materiałów sypkich.

Kurtyny bezpieczeństwa są integrowane z systemem bezpieczeństwa stanowiska zrobotyzowanego. Oprócz wymienionych zadań mogą realizować funkcje bardziej złożone. Na rysunku 17 przedstawiono przykład z wykorzystaniem dwóch kurtyn. Strefy detekcji (3 na rys. 17) mogą być wykorzystane jako strefy zatrzymujące automatyczną pracę stanowiska w przypadku przecięcia kurtyny przez operatora.



**Rys. 17.** Zastosowanie kurtyn świetlnych na stanowisku: 1 - nadajnik; 2 - odbiornik; 3 - strefa detekcji; 4 - strefa ostrzeżenia

Strefa ostrzeżenia (4 na rys. 17) uprzedza pracowników, aby zapobiec niezamierzonemu zatrzymaniu stanowiska przez przecięcie strefy detekcji [III.12].

### Czytnik kodu paskowego

Kody kreskowe jedno- i dwuwymiarowe stały się jednym z istotnych elementów wspomagających funkcjonowanie systemów zarządzania produkcją oraz całym zapleczem produkcyjnym (rys. 18). Dzięki wykorzystaniu rozwiązań opartych na automatycznej identyfikacji menedżerowie otrzymali narzędzia, dzięki którym mogą precyzyjnie zarządzać procesami produkcyjnymi, łańcuchem dostaw, powierzchnią magazynową towarów gotowych, półproduktów oraz surowców przeznaczonych do produkcji. Rozwiązania takie zapewniają dostarczanie informacji dotyczących wymienionych zagadnień w czasie rzeczywistym, dzięki czemu przeprowadzane analizy zapewniają lepsze planowanie zachodzących procesów.



Rys. 18. Wykorzystanie czytnika kodu paskowego na linii produkcyjnej: 1 – czytnik kodu paskowego (Źródło: Cosimir)

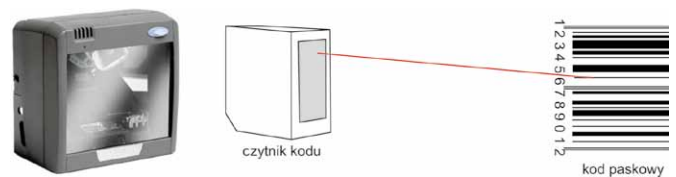
Czytniki kodu paskowego (rys. 19) nie są czujnikami, lecz częścią systemów przetwarzania i zbierania danych. „Nadawca” koduje dane i drukuje je na etykiecie jako kod kreskowy, który jest odczytywany przez czytnik kodu. Kod kreskowy może zawierać dodatkowe informacje o procesie produkcyjnym, w którego wyniku powstał dany produkt. Podczas zautomatyzowanego procesu czytnik kodu kreskowego skanuje kod kreskowy, zanim detal zostanie umieszczony w komórce roboczej, a kontroler robota wykorzystuje tę informację do odróżniania poszczególnych detali.

## 2. Systemy wizyjne

Analizując systemy wizyjne wykorzystywane w przemyśle, można je podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- czujniki wizyjne (składające się ze zintegrowanej kamery i prostego procesora realizującego podstawowe operacje na obrazie w celu porównania lub odczytu pewnych parametrów) [I.25];
- kamery inteligentne (składające się z kamery i komputera zintegrowanych w jednej obudowie i mających znacznie bardziej zaawansowane funkcje w porównaniu z czujnikami wizyjnymi);
- kamery z zewnętrznymi komputerami wyposażonymi w procesory wizyjne (systemy charakteryzujące największe możliwości i najlepsze parametry).

Powyższy podział znajduje swoje odzwierciedlenie w rozwiązaniach zaimplementowanych na stanowiskach zrobotyzowanych. Zrobotyzowany proces produkcyjny wiąże się



Rys. 19. Czytnik kodu paskowego Magellan 2200 VS i odczyt kodu paskowego (Źródło: KONCEPT-L)

nierozzerwalnie z manipulacją detalami będącymi podmiotem procesu przemysłowego lub też manipulacją narzędziem operującym na detalu obrabianym.

W związku z tym konieczne jest powiązanie przestrzeni, w których są realizowane operacje związane z manipulacją robota i działaniem systemu wizyjnego.

Wymusza to wykorzystanie układów współrzędnych użytkownika lub narzędzia powiązanych z systemem wizyjnym, w których jest określana lokalizacja i orientacja obiektów poddawanych procesom wizyjnym.

W wielu przypadkach, gdy konieczne jest określenie położenia detalu w przestrzeni obrazowej, niewystarczające jest wykorzystanie prostych czujników wizyjnych.

Większość czujników nie ma nawet odpowiednich narzędzi do precyzyjnej lokalizacji obiektów wykrytych przez czujnik. Są oczywiście pewne operacje, takie jak kontrola jakości polegająca na kontroli obecności elementów zaprogramowanych w czujniku, które mogą oczywiście być zrealizowane na prostych czujnikach wizyjnych. W takim przypadku, znając położenie całego obiektu, na którym mają być skontrolowane pewne elementy (części, nadruki, kody itp.), wystarczy przemieścić kamerę trzymaną przez robota i uruchomić inspekcję zaprogramowaną w czujniku. Rozwiązania takie stanowią jednak mały fragment zagadnień dotyczących wykorzystania systemów wizyjnych i robotów na liniach technologicznych.

Prawdziwe możliwości i synergię systemów wizyjnych i robotów przemysłowych można dostrzec dopiero w przypadku rozwiązań wykorzystujących kamery inteligentne lub kamery z kontrolerami zewnętrznymi. Jest to nierozzerwalnie związane z tym, że w obu przypadkach jest oferowany zarówno szeroki pakiet narzędzi zaimplementowanych w komputerze przetwarzającym obraz, jak też zaawansowana wymiana informacji między systemami wizyjnymi a kontrolerami robotów.

Pozwala to więc nie tylko na wykrycie obecności elementu poddawanego rozpoznaniu, ale również na przesłanie dokładnych informacji określających jego lokalizację, orientację oraz wielu innych parametrów uzyskanych w wyniku zastosowania określonych operacji obróbki obrazu. Aby uzyskane informacje mogły być wykorzystane przez robota, na przykład do pobrania elementu z podajnika za pomocą chwytaka, konieczne jest określenie położenia wspomnianego już układu współrzędnych związanego z przestrzenią obrazową i przeprowadzenie kalibracji systemu wizyjnego.

W zależności od tego, gdzie jest zamontowana kamera (stacjonarnie, na robocie) i w jaki sposób jest realizowana inspekcja,

**Tabela 1.** Zestawienie parametrów przykładowych czujników wizyjnych

Firma	Balluff	Cognex	Keyence	Omron	Sick
Model czujnika	BVS	Checker 4	IV-500	FQ2	Inspector PI
Rozdzielczość maksymalna	640 × 480 CMOS - BW - VGA	752 × 480 (4G7) 128 × 101 (4G1) CMOS - BW - VGA	752 × 480 CMOS - BW/Color - VGA	752 × 480 CMOS - BW/Color - VGA	640 × 480 CMOS - BW - VGA
Komunikacja	EtherNet TCP/IP RS232 w wersji BVS-E Identification	EIP w/AOP TCP/IP UDP Profi net FTP	EtherNet/IP Profinet FTP	Ethernet/TCP EtherNet/IP Ethernet FINS/TCP PLC Link	TCP/IP EtherNet/IP Web server/Web API UDP FTP
Maksymalna prędkość kontroli	Standard 3-15 Hz Advanced 3-50 Hz Identification Universal	30 Hz (4G7S) 400 Hz (4G1) 60 Hz (4G7/4G7X)	b.d.	b.d.	40-200 Hz
Narzędzia programowe do analizy i obróbki obrazu	Lokator: - Position - Pattern Match - 360° Match - 360° Contour Match - Barcode - Data Matrix  Narzędzia: - Brightness - Contrast - Position - Width - Edge Count - Pattern Match - 360° Contour Counter - 360° Defect Finder - Barcode Reader - Matrix Reader - OCV	Presence: - Brightness - Contrast - Pattern - Edge  Measurement: - Width - Height - Diameter  Position: - Pattern - Object - Edge	- Search - Colour area - Position adjustment	- Search - Shape search II - Sensitive search - Edge position - Edge width - Edge pitch - Area - Color data - Labeling  Filtry cyfrowe do obróbki obrazu: - Color Gray Filter - Weak Smoothing - Strong Smoothing - Dilate - Erosion - Median	- Object locator - Circle - Edge - Blob - Pattern - Polygon - Pixel counter - Edge pixel counter - Distance - Angle
Opcje oświetlenia	Wbudowany oświetlacz LED: - światła czerwonego - IR	Wbudowany oświetlacz LED: - światła białego - kolorowe (czerwone, niebieskie, zielone) - IR - UV	Wbudowany oświetlacz LED: - światła czerwonego - światła białego - IR  Nasadka Dome	Wbudowany oświetlacz LED: - światła białego	Wbudowany oświetlacz LED: - światła białego - IR - UV - UV (LUT)  Nasadka Dome
Filtry	brak	- polaryzacyjne - filtry kolorowe (pasmowo-przepustowe do długości fal widocznych i podczerwonych 470, 525, 590, 635 i 850 nm)	- polaryzacyjne - filtr IR	- polaryzacyjne - filtr IR	- polaryzacyjne - filtr IR - filtry kolorowe
Obiektywy	Ogniskowe 6, 8, 12, 16 mm	Ogniskowe 3, 6, 8, 16 i 25 mm	50-150 mm 50-500 mm 300-2000 mm	Ogniskowe 6, 8, 12, 16, 25, 35, 50, 75, 100 mm	Ogniskowe 6, 8, 10, 16 (Inspector PIM 60 - 2,5, 3,6, 4,3, 25 mm)
Oprogramowanie PC	Oprogramowanie na PC z funkcją symulatora	Oprogramowanie na PC z funkcją symulatora	Oprogramowanie na PC z funkcją symulatora	Oprogramowanie na PC zgodne z aplikacją na monitor	Oprogramowanie na PC z funkcją symulatora

wybiera się inny wariant układu współrzędnych wykorzystywanego do określenia położenia obiektu wykrywanego przez system wizyjny. Gdy położenie obiektu jest mierzone w nieruchomym układzie współrzędnych, korzysta się z układu współrzędnych użytkownika. Jeśli realizowany jest przypadek umieszczania obiektu trzymanego przez robota w polu widzenia systemu wizyjnego, używa się układu współrzędnych narzędzia. Właściwe przyjęcie układów współrzędnych pozwala na poprawny odczyt konkretnych wartości parametrów lokalizacji i orientacji w znormalizowanym układzie współrzędnych, dzięki czemu informacja o położeniu obiektu poddawanego manipulacji może być wykorzystana do przemieszczania manipulatora zgodnie z intencją programisty [I.25].

**Systemy wizyjne 2D, 2,5D i 3D**

Przyzwyczajeni jesteśmy do określeń 2D i 3D. Szczególnie 3D stało się w ostatnich latach bardzo popularne ze względu na rozwój tego formatu w telewizji. Znaczenie poszczególnych zapisów w przypadku stanowisk zrobotyzowanych ma jednak nieco inne znaczenie. System wizyjny 2D jest rozwiązaniem najczęściej spotykanym i polegającym na zastosowaniu pojedynczej kamery lub zestawu kamer pokrywających większą powierzchnię podczas realizacji procesu. Systemy 2D dają informację zwrotną o położeniu i orientacji (obrót wokół osi Z) części zlokalizowanej jedynie w płaszczyźnie X, Y. W przypadku obiektów o znaczących gabarytach istnieje możliwość poszerzenia zakresu systemu 2D o nową funkcjonalność, pozwalającą na



Trwałość to  
jeden z warunków  
który rozumiemy  
naprawdę  
dobrze

## Prowadniki Nylonowe

Zaprojektowane na lata



## Prowadniki Robot

Odwijanie długi czas



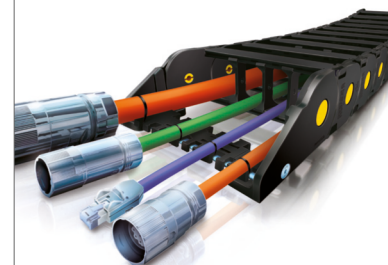
## Prowadniki Stalowe

Lekkie ale bardzo bardzo mocne



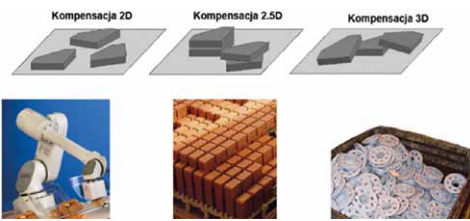
## TotalChain

Kompletacja dla każdej aplikacji



**NOWIMEX**

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



Rys. 20. Warianty systemu wizyjnego 2D, 2,5D i 3D  
(Źródło: FANUC)

pobieranie detali znajdujących się na różnych wysokościach (poziomach względem robota i kamery). Rozwiązanie takie, uzyskujące estymację odległości na podstawie zdjęcia wykonanego w klasyczny sposób, nazywane jest systemem 2,5D. Najważniejszą korzyścią jego zastosowania jest brak konieczności używania dodatkowych czujników w celu wykrywania poziomu warstwy do pobierania.

Dobry stosunek jakości do ceny spowodował, że systemy 2,5D stały się powszechne w operacjach paletyzacji i depaletyzacji [I.20, I.21, I.23].

Najbardziej zaawansowanym rozwiązaniem jest system 3D pozwalający na rozpoznawanie pozycji (X, Y, Z) oraz orientacji (W, P, R) detali. W takim przypadku możliwe jest wykorzystanie robota nie tylko do pobierania elementów umieszczonych na dwuwymiarowej powierzchni podajnika, ale również wtedy, gdy ich położenie jest losowe i znajdują się one w pojemniku lub kontenerze. Wówczas wykorzystywane są dodatkowe opcje systemu wizyjnego, mające na celu eliminację niebezpieczeństwa kolizji z krawędziami kontenera.

### Poziom integracji systemów wizyjnych w robotyce

Jak wspomniano na początku rozdziału, można wyróżnić kilka typów przemysłowych systemów wizyjnych. Chcąc je racjonalnie wykorzystać w konkretnych aplikacjach przemysłowych, należy poważnie zastanowić się nad wyborem zarówno rozwiązania, jak i sposobu jego integracji z systemem robota. W przypadku kamer inteligentnych bardzo często wiąże się to z określeniem zasad wymiany informacji i wyborem protokołu komunikacyjnego. W wariacie obecnie najczęściej spotykanym – integrując system wizyjny z kontrolerem robota, inżynier posługuje się dwoma różnymi środowiskami programistycznymi: jednym do zaprogramowania systemu wizyjnego, drugim zaś

umożliwiającym opracowanie aplikacji dla robota.

Przykładem tego typu rozwiązania jest wykorzystanie systemu wizyjnego In-Sight firmy Cognex, która opracowała i udostępniła przewodniki prezentujące sposób integracji systemu wizyjnego z robotami produkującymi na rynku światowym firm.

Miało to decydujący wpływ na szeroką popularyzację tego systemu w aplikacjach zrobotyzowanych. Na rynku można spotkać bardziej zaawansowane rozwiązania charakteryzujące się wyższym poziomem integracji. Pierwszym typem takich rozwiązań jest integracja środowisk programistycznych inteligentnego systemu wizyjnego i robota, czego przykładem jest rozwiązanie proponowane przez firmę ABB. W rozwiązaniu tym, w środowisku RobotStudio, istnieje możliwość konfigurowania, programowania i testowania poprawności funkcjonowania zarówno robotów, zintegrowanego systemu wizyjnego (dla którego tworzony jest odrębny program – job), jak również całej stacji.

Innym rozwiązaniem jest wariant, w którym kontroler systemu wizyjnego jest zintegrowany z kontrolerem robota, a kamera odgrywa jedynie rolę sensora odpowiedzialnego za rejestrację obrazu. Rozwiązanie takie pozwala na minimalizację gabarytów kamery oraz wykorzystanie wspólnej pamięci do wymiany danych między systemem wizyjnym a systemem sterowania robota. Czujnik wizyjny w tym przypadku jest integralnym elementem robota przemysłowego. W tym rozwiązaniu jest również zrealizowana integracja w warstwie oprogramowania pozwalającego na programowanie robota w trybie offline. Pozwala to z jednej strony na łatwiejsze zapoznanie się z systemem wizyjnym i dostępnymi narzędziami, a z drugiej umożliwia programowanie systemu w jednym wspólnym środowisku. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem:  
[nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki:  
*Robotyzacja procesów produkcyjnych*  
W. Kaczmarek, J. Panasiuk,  
Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

# Wybrane konstrukcje robotów przemysłowych

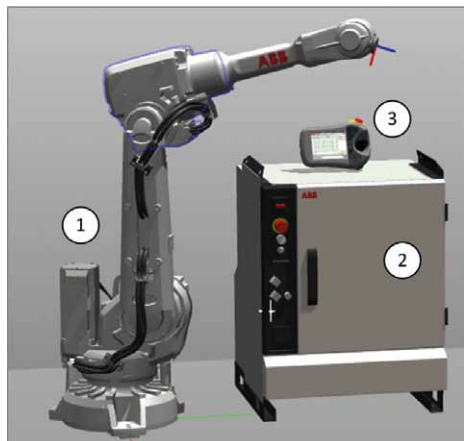
Istnieje wiele rodzajów robotów, jednak w zastosowaniach przemysłowych najchętniej stosowanych jest kilka wybranych typów. Ogólnie przyjęto, że manipulatory robotów przemysłowych muszą mieć co najmniej trzy stopnie swobody (norma ISO 8373). Pełne rozwiązanie, przy dodaniu trzech dodatkowych stopni swobody umiejscowionych w nadgarstku (orientacja chwytaka), umożliwia dowolne poruszanie i orientowanie ciała w przestrzeni. Wiadomo, że aby ciało mogło poruszać się w przestrzeni w dowolny sposób, musi mieć sześć stopni swobody (trzy posuwiste oraz trzy obrotowe) [I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.9]. Wśród robotów najchętniej stosowanych w przemyśle można wyróżnić:

- roboty przegubowe (pięcio- i sześćoosiowe);
- roboty o budowie równoległej (tripody i heksapody);
- roboty typu SCARA;
- roboty portalowe (kartezjańskie);
- roboty dwuramienne (nowe rozwiązania, które coraz częściej znajdują zastosowanie).

## Roboty przegubowe pięcio- i sześćoosiowe

Obecnie najczęściej stosowanymi robotami przemysłowymi są roboty sześćoosiowe (rys. 1), gdyż dzięki sześciu osiom możliwe jest manipulowanie obiektami w sześciu stopniach swobody: trzy stopnie translacyjne, które realizują pierwsze trzy osie robota, nazywane osiami głównymi, oraz trzy stopnie obrotowe, nazywane dodatkowymi, realizowane przez tzw. kiść robota – najczęściej typu sferycznego [I.2, I.9]. Roboty sześćoosiowe są zaliczane do robotów monolitycznych i mają wiele zalet, m.in.:

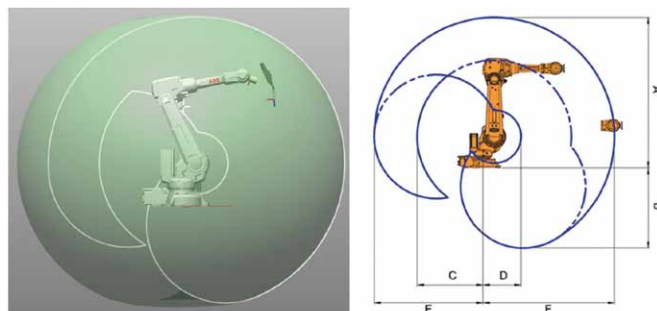
- dużą przestrzeń roboczą – zwłaszcza w robotach, w których zastosowano rozwiązanie z przesuniętym barkiem i łokciem;
- szybkie ruchy;
- możliwość instalacji na podłodze, ścianie, suficie i pod kątem;
- możliwość uzyskania dowolnej orientacji efektora (zwłaszcza że zakresy osi 4. i 6. często znacznie przekraczają  $\pm 360^\circ$ ).



Rys. 1. Sześćoosiowy robot IRB 2600 firmy ABB:

- 1 - robot IRB 2600;
- 2 - kontroler IRC5;
- 3 - FlexPendant

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio firmy ABB)



Typ robota	Pos. A	Pos. B	Pos. C	Pos. D	Pos. E	Pos. F
IRB 2600-20/1.65	1948 mm	993 mm	837 mm	469 mm	1353 mm	1653 mm
IRB 2600-12/1.65	1948 mm	993 mm	837 mm	469 mm	1353 mm	1653 mm
IRB 2600-12/1.85	2148 mm	1174 mm	967 mm	506 mm	1553 mm	1853 mm

Rys. 2. Robot IRB 2600 firmy ABB – przestrzeń robocza

(Źródło: Product specification IRB 2600)

Podstawowe cechy sześćoosiowego robota IRB 2600 firmy ABB (rys. 2):

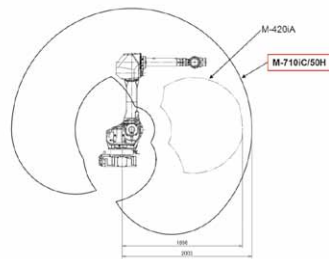
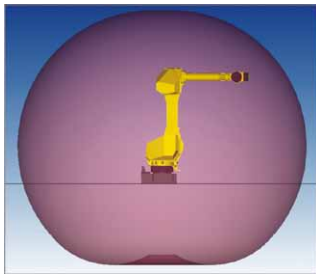
- liczba osi: 6 osi typu obrotowego;
- udźwig: od 12 do 20 kg;
- zasięg: od 1650 do 1850 mm;
- powtarzalność:  $\pm 0,04$  mm;
- masa: od 272 do 284 kg;
- temperatura pracy od  $+5$  do  $+45^\circ\text{C}$ .

Do typowych zastosowań sześćoosiowych robotów przemysłowych należy zaliczyć (rys. 3): spawanie i cięcie, lakierowanie, manipulowanie, obróbkę maszynową, obsługę maszyn, transport i montaż.



Rys. 3. Zrobotyzowane stanowiska z sześćoosiowymi robotami:

- 1 - zrobotyzowane stanowisko do spawania w technologii MIG/MAG;
- 2 - zrobotyzowane stanowisko cięcia i spawania laserowego;
- 3 - zrobotyzowane stanowisko zgrzewalnicze



Rys. 4. Pięcioosiowy robot przegubowy i jego przestrzeń robocza na przykładzie robota M-710iC/50H

(Źródło: FANUC)

Na rynku można spotkać również roboty pięcioosiowe, choć stanowią one niewielką grupę. Charakteryzują się pięcioma osiami typu obrotowego, a do ich zalet można zaliczyć: dużą przestrzeń roboczą, szybkie ruchy oraz możliwość instalacji na podłodze, ścianie, suficie i pod kątem. Na rysunku 4 przedstawiono kształt przestrzeni roboczej typowego robota pięcioosiowego. Jak widać, roboty tego typu cechuje przestrzeń o kształcie sfery. Dzięki temu roboty te są bardzo elastyczne i znajdują zastosowanie nie tylko na stanowiskach montażowych, ale również w innych aplikacjach. Do typowych zastosowań pięcioosiowych robotów przegubowych należy zaliczyć: obsługę maszyn (np. obrabiarek numerycznych), montaż, automatyzację laboratoriów, testowanie produktów (np. sprawdzanie zadziałania żarówek). Można je spotkać również w aplikacjach pakowania i paletyzacji, gdy konieczne jest odchylenie paletyzowanych produktów o nieregularnych kształtach, na przykład worków (ich zastosowanie pozwala na ułożenie wyższych stosów niż w przypadku użycia robotów czteroosiowych).

Podstawowe cechy robotów pięcioosiowych:

- osie: 5 osi typu obrotowego;
- prędkość: do 4 m/s;
- udźwig: 50 kg;
- powtarzalność:  $\pm 0,15$  mm;
- masa: 540 kg.



Rys. 5. Nowa rodzina robotów SCARA firmy Staubli obejmuje cztery modele: TS2-40, TS2-60, TS2-80 oraz TS2-100. Każdy charakteryzuje: zamknięta konstrukcja, całkowicie hermetyczna obudowa (której połączenia ukryte są wewnątrz konstrukcji, pod cokołem robota)

reklama



## Niezmienna wydajność w najczystszej postaci

Stäubli posiada w swojej ofercie szeroką gamę wysokowydajnych robotów czteroosiowych i sześćoosiowych w wykonaniu standardowym i specjalnym. Roboty spełniają najwyższe standardy w najbardziej wymagających aplikacjach przemysłowych.

Man and Machine

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



26–29 marca  
Serdecznie zapraszamy  
na stoisko H10, hala 3

FAST MOVING TECHNOLOGY

**STÄUBLI**

**Roboty o budowie równoległej**

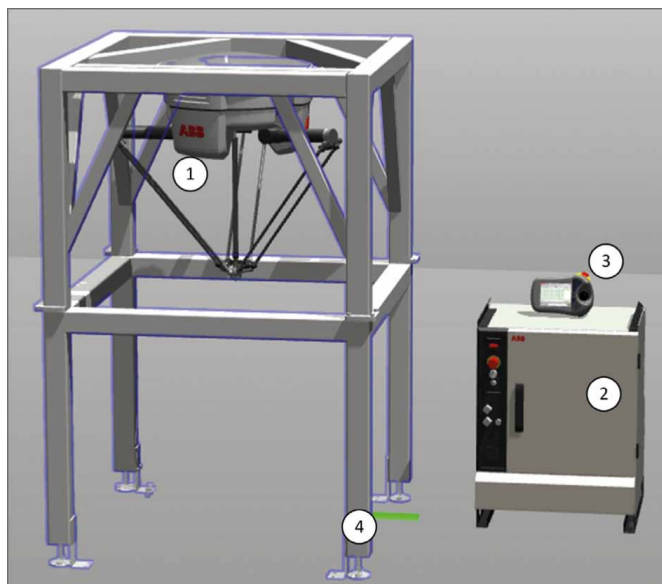
Oprócz robotów z otwartym łańcuchem kinematycznym na rynku są dostępne konstrukcje o strukturze równoległej z zamkniętymi łańcuchami kinematycznymi. Szczególne znaczenie mają dwie konstrukcje: tripody, czyli roboty wyposażone w trzy równoległe łańcuchy kinematyczne, oraz heksapody – mające sześć równoległych łańcuchów [I.9].

Tripody występują najczęściej w dwóch odmianach: jako roboty czteroosiowe (rys. 6 i 7), których szczególnym zastosowaniem są aplikacje sortowania, pakowania i *pick and place*, a więc tam, gdzie wymagane są bardzo duże prędkości (docho- dzące nawet do 10 m/s), z zachowaniem dużej sztywności konstrukcji, oraz roboty sześćoosiowe, które ostatnio zaczęto stosować zwłaszcza w aplikacjach montażu oraz inspekcji, gdzie cztery osie okazały się niewystarczające.

Podstawowe cechy czteroosiowego robota IRB 360 firmy ABB (rys. 8 i 9):

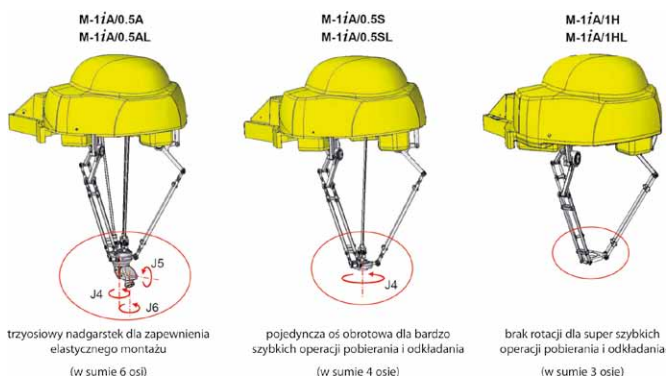
- liczba osi: 4 osie typu obrotowego;
- udźwig: od 1 do 8 kg;
- zasięg: od 800 do 1600 mm (średnica przestrzeni roboczej);
- powtarzalność:  $\pm 0,1$  mm;
- masa: od 120 do 145 kg;
- temperatura pracy: od +5 do +45°C.

Na rynku można również spotkać, choć dość rzadko, roboty przemysłowe o nazwie heksapod (rys. 10 i 11). Są to roboty sześćoosiowe w szczególności przeznaczone do procesów montażowych i manipulacyjnych, zwłaszcza w branży motoryzacyjnej, gdzie wymagane są bardzo duże sztywności i powtarzalności manipulatora, przy jednoczesnym zachowaniu jego kompaktowości.



**Rys. 6.** Czteroosiowy tripod IRB 360 firmy ABB:  
1 – robot IRB 360; 2 – kontroler IRC5; 3 – FlexPendant; 4 – rama

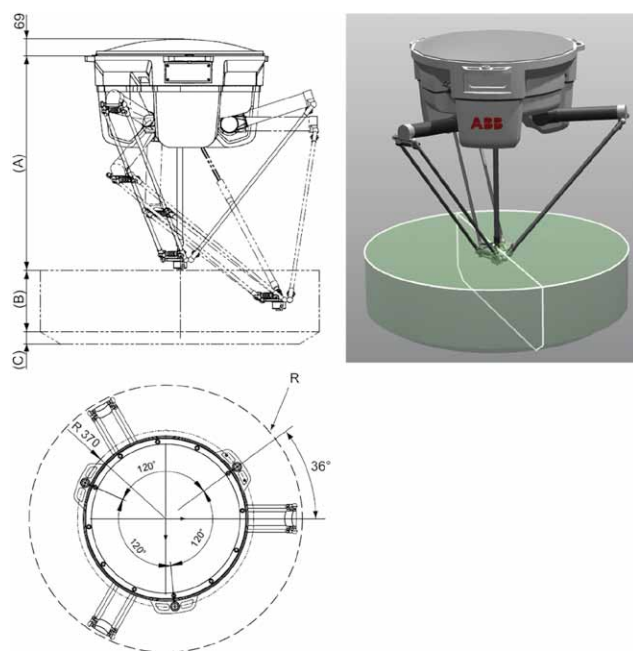
(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio firmy ABB)



**Rys. 7.** Roboty M-1iA firmy FANUC w konfiguracji sześćo-, cztero- i trzyosiowej  
(Źródło: opracowanie na podstawie instrukcji firmy FANUC)

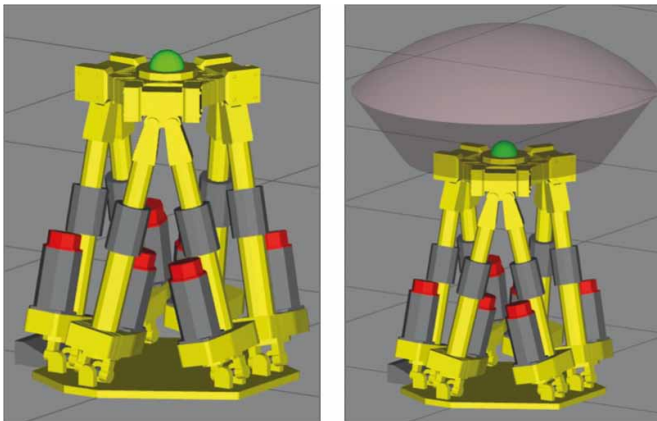


**Rys. 8.** Stanowisko do sortowania detali z robotem IRB 360 firmy ABB

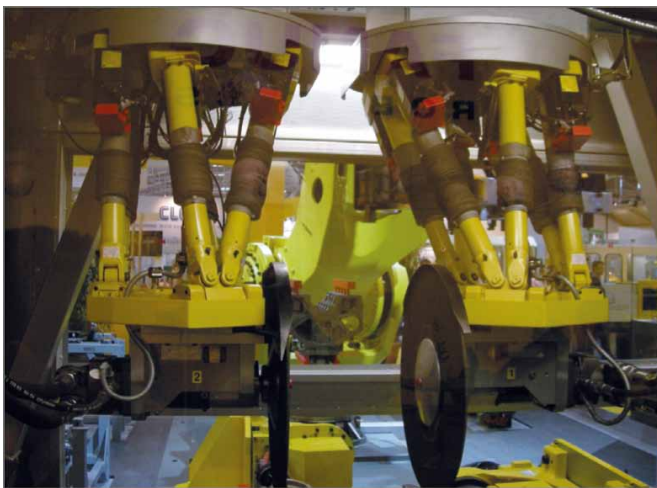


Typ robota	A	B	C	R
IRB 360-1/800	960	200	–	400
IRB 360-1/1130	865	250	50	565
IRB 360-3/1130	865	250	50	565
IRB 360-8/1130	892	250	100	565
IRB 360-1/1600	1112	300	50	800
IRB 360-6/1600	1107.5	305	155	800

**Rys. 9.** Przestrzeń robocza IRB 360 firmy ABB  
(Źródło: Product specification IRB 360)



Rys. 10. Robot F-200iB firmy FANUC (heksapod) i jego przestrzeń roboczą  
(Źródło: Roboguide firmy FANUC)



Rys. 11. Roboty F-200iB firmy FANUC na stanowisku do cięcia detali

W porównaniu do robotów o strukturze kinematycznej szeregowy roboty o strukturze równoległej są znacznie szybsze, co wynika bezpośrednio z konstrukcji oraz masy poszczególnych elementów łańcucha kinematycznego (tabela 1).

### Roboty typu SCARA

Alternatywą dla robotów o strukturze równoległej (zwłaszcza tripodów) są roboty z poziomym ramieniem typu SCARA (ang. *Selective Compliance Assembly Robot Arm*). Urządzenia tego typu mają w swojej ofercie takie firmy, jak Mitsubishi, Epson, FANUC, ABB. Roboty typu SCARA należą do rodziny robotów cylindrycznych i po raz pierwszy użyte zostały w 1979 r. w Japonii. Ze względu na specyficzne cechy znalazły one zastosowanie szczególnie w zadaniach montażowych (zwłaszcza w montażu elektroniki), gdzie wymagane są duże prędkości i dokładności pozycjonowania [1.9]. Do ich zalet należy zaliczyć:

- bardzo szybkie ruchy poziome;
- dużą sztywność w osiach pionowych;
- dużą powtarzalność ruchów.

Tabela 1

Typ struktury kinematycznej	Struktura równoległa	Struktura szeregową
Mechanizm		
Konstrukcja	Prosta kombinacja łączy	Większe osie wymagają większych silników i reduktorów. Kompleksowe prowadzenie kabli do napędów osi nadgarstków
Dokładność	Błędy ramion są uśredniane	Błędy poszczególnych członów ramion się kumulują
Przestrzeń robocza	Miała	Duża, umożliwiająca różnorodne operacje
Przyspieszenia	Lekkie ramiona pozwalają na uzyskiwanie dużych przyspieszeń	Ciężkie ramiona zawierające zabudowane napędy i reduktory stanowią ograniczenie dla uzyskiwania dużych przyspieszeń
Częstotliwość	Możliwość uzyskania wysokich częstotliwości	Ograniczony zakres nadawania za dużymi przyspieszeniami
	Prosta konstrukcja, możliwość pracy z dużymi przyspieszeniami predysponują tego typu konstrukcje do procesów sortowania i szybkiego montażu	Duża przestrzeń robocza i możliwy duży udźwig predysponują tego typu konstrukcje do procesów wymagających dużych przemieszczeń narzędzi oraz przeorientowywania narzędzia w szerokim zakresie

Typowe zastosowania omawianej rodziny robotów to:

- montaż;
- zadania typu *pick and place*;
- wiercenie;
- frezowanie.

Roboty tego typu są oferowane w dwóch wersjach: SCARA (rys. 12) również z zamkniętym łańcuchem kinematycznym i SCARA odwrócona (rys. 13 i 14). Podstawowe cechy czteroosiowego robota IRB 910SC firmy ABB:

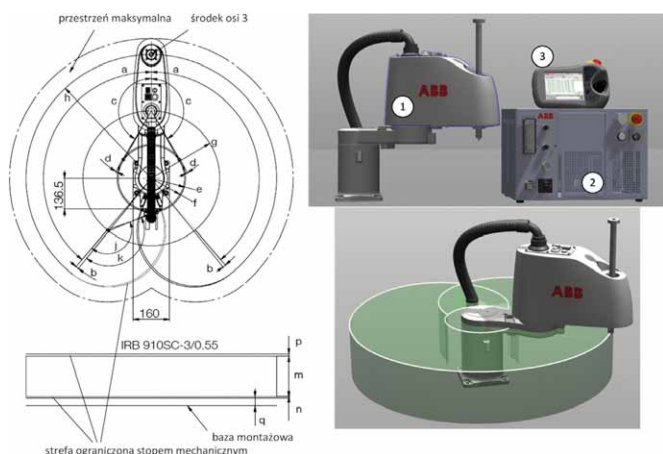
- liczba osi: 4 osie typu obrotowego;
- udźwig: do 6 kg;
- zasięg: od 450 do 650 mm;
- powtarzalność:  $\pm 0,01$  mm;
- masa: od 24,5 do 25,5 kg;
- temperatura pracy: od +5 do +45°C.

### Roboty portalowe

Roboty portalowe (kartyżniańskie) (rys. 15 i 16) często są wykorzystywane do przenoszenia detali na liniach technologicznych. Większość z nich zalicza się do robotów modułowych, co oznacza, że użytkownik sam może tworzyć ich dowolne konfiguracje kinematyczne (łączenie modułów). Roboty tego typu są zbudowane z trzech osi liniowych, czasami dodatkowo jednej osi obrotowej do orientowania detalu, i działają w układzie kartyżniańskim. Do ich zalet należy zaliczyć dużą przestrzeń roboczą oraz duży udźwig.

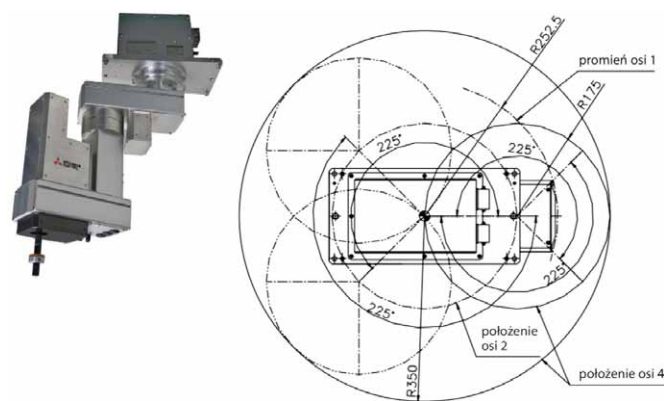
Do typowych zastosowań robotów portalowych należy zaliczyć:

- transport;
- paletyzację;
- pakowanie.



**Rys. 12.** Czteroosiowy robot IRB 910SC firmy ABB typu SCARA oraz jego przestrzeń robocza: 1 – robot IRB 910SC; 2 – kontroler IRC5 Compact; 3 – FlexPendant

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio firmy ABB i <https://library.e.abb.com>)

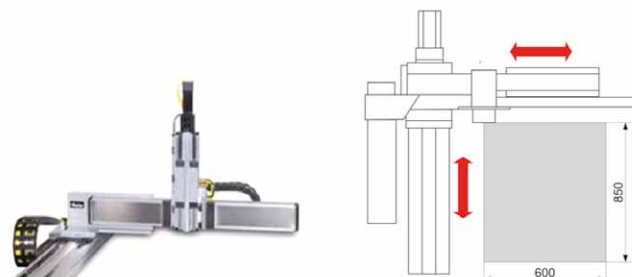


**Rys. 13.** Czteroosiowy robot RH-3FHR typu SCARA odwrócona oraz jego zakres maksymalnej przestrzeni roboczej – widok z góry

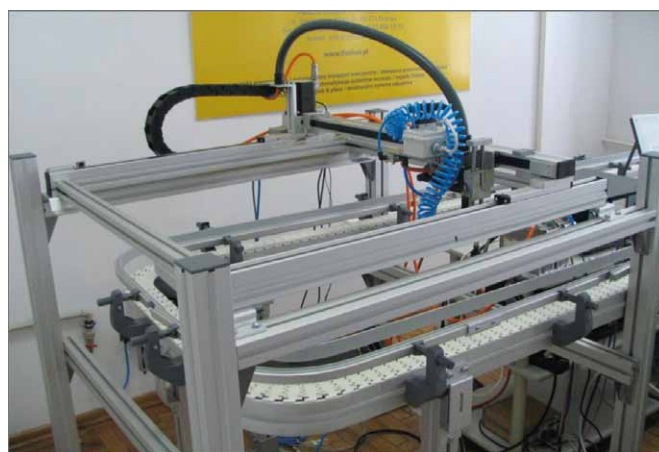
(Źródło: RH-6FH-Q/12FH-Q/20FH-Q Series Standard Specifications Manual)



**Rys. 14.** Robot SCARA RH-3FHR firmy Mitsubishi na stanowisku roboczym



**Rys. 15.** Dwuosiowy moduł portalowy XRS i jego przestrzeń robocza



**Rys. 16.** Trzyosiowy robot portalowy na stanowisku roboczym

## Roboty dwuramienne

Ciągły rozwój robotyzacji wymaga od producentów robotów przemysłowych tworzenia konstrukcji coraz bardziej elastycznych i bardziej przyjaznych ludziom. Dlatego w ostatnim czasie pojawiły się przemysłowe roboty dwuramienne. Większą elastyczność robotów spowodowało zwiększenie liczby osi aktywnych (m.in. dzięki dodaniu drugiego ramienia), a wprowadzenie nowych mechanizmów bezpieczeństwa – bezpośrednią współpracę ludzi z maszynami.

Obecnie większość robotów stosowanych na liniach produkcyjnych ma budowę pojedynczego otwartego łańcucha kinematycznego. Jego konstrukcja jest oparta na budowie ramienia człowieka, a więc łańcuch taki ma najczęściej bark, ramię, łokieć, nadgarstek i efektor. Jednak rozwiązanie to ma wiele wad, zwłaszcza w złożonych aplikacjach montażowych. Konstruktorzy zauważyli, że roboty dwuramienne będą bardziej elastyczne i pozwolą na automatyzację zadań do tej pory niezautomatyzowanych. Można powiedzieć, że w pewnym sensie roboty dwuramienne mogą nawet przewyższyć człowieka w realizacji złożonych zadań. Po pierwsze, mogą pracować bez przerw (również w trudnych warunkach), po drugie, ich ramiona mogą w tym samym czasie realizować zadania w sposób skoordynowany lub nieskoordynowany (ludzie mogą realizować w tym samym czasie tylko jedno zadanie).

W porównaniu z robotami jednoramiennymi roboty dwuramienne:

- mogą wykonywać bardziej złożone operacje, wykorzystując dwa ramiona w pracy skoordynowanej – na przykład jedno ramię może trzymać detal, a drugie wykonywać na nim dodatkowe operacje (zapewnia to większą elastyczność i dokładność kosztem prędkości);
- mogą wykonywać proste operacje dwoma ramionami w trybie nieskoordynowanym (np. w jednej aplikacji pakując niezależnie dwoma ramionami detale do pudełek) – wówczas mimo mniejszej prędkości mogą dorównać szybkim robotom jednoramiennym dzięki podwojonej wydajności.

Przykładem robotów dwuramiennych są produkty firmy Motoman. W drugiej połowie lat 90. ub.w. firma Motoman rozpoczęła prace nad manipulatorami dwuramiennymi oraz systemem sterowania, które sprawdziłyby się w przemyśle, zwłaszcza w aplikacjach montażowych [I.1]. Po 2000 r. firma dokonała dwóch przełomów:

- przedstawiła rozwiązanie, w którym przewody elektryczne i pneumatyczne zostały poprowadzone wewnątrz ramienia, zwiększając tym samym jego elastyczność;
- zaproponowała ramię z siedmioma stopniami swobody, co o 50% zwiększyło zwinność (elastyczność) ramienia w stosunku do ramienia sześćoosiowego, przybliżając znacznie jego możliwości do ramienia ludzkiego.

Prototyp jedenastoosiowego, dwuramiennego robota o nazwie DA9IC, który oferował skoordynowane i niezależne sterowanie, firma Motoman przedstawiła w 2004 r.; był on prekursorem robotów trzynastoosiowych serii DA (każde ramię po 6 osi oraz jedna oś obrotu tułowia). Druga generacja robotów (2006 r.) o nazwie DIA miała już 15 osi (dwa ramiona po 7 osi oraz jedna oś obrotu tułowia). Przykładem jest model DIA10 o udźwigu 10 kg i zasięgach: pionowym 1440 mm i poziomym 1100 mm. Jak wskazywali producenci, główną zaletą tego robota była duża elastyczność (manewrowość), co pozwalało na jego montaż w wąskich i ciasnych przejściach w pobliżu innych maszyn.

Najnowsza, obecnie oferowana seria robotów SDA firmy Motoman zawiera cztery jednostki SDA5D, SDA10D i SDA20D o udźwigu odpowiednio (5, 10 i 20 kg na każde ramię) oraz CSDA10F o udźwigu 10 kg, przeznaczoną do pomieszczeń sterownych i laboratoriów (rys. 17).

Podstawowe cechy robota SDA20D firmy Motoman (rys. 18):

- liczba osi: 15 osi typu obrotowego (7 osi na ramię, 1 oś – obrót korpusu);
- udźwig: 20 kg na każdą oś;
- zasięg ramienia w poziomie: 910 mm;
- zasięg ramienia w pionie: 1820 mm;
- powtarzalność:  $\pm 0,1$  mm;
- masa: 380 kg;
- temperatura pracy: od 0 do 45°C.

reklama

# HYDAC

## KOMPLEKSOWE ROZWIĄZANIA

### PRZENOŚNY SYSTEM DO MONITORINGU MASZYN I INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH WRAZ Z REJESTRACJĄ DANYCH

# SET-CSI-C-11

#### ZALETY:

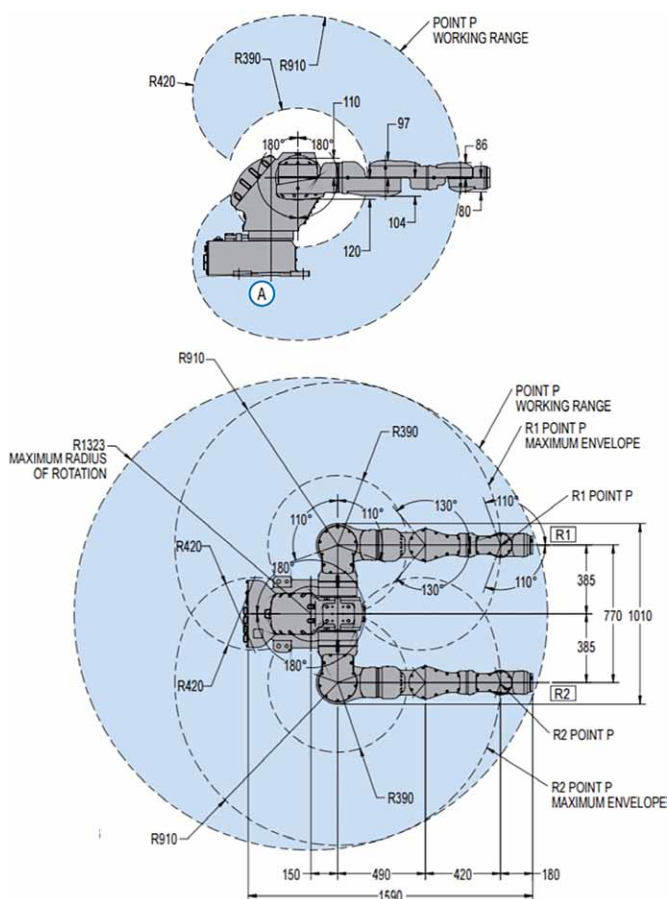
- SZYBKE DOSTOSOWANIE DO DOWOLNEGO SYSTEMU PRZEMYSŁOWEGO
- ZMNIENIENIE KOSZTÓW NAPRAW I SERWISOWANIA
- SZYBKA DIAGNOSTYKA MASZYN I URZĄDZEŃ
- PROSTA OBSŁUGA
- MOŻLIWOŚĆ WIZUALIZACJI DANYCH NA SMARTFONIE (ANDROID) I PC (WINDOWS)
- MOŻLIWOŚĆ PRZESYŁANIA DANYCH DO CHMURY (IOT)



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



Rys. 17. Robot SDA20D firmy Motoman na stanowisku obróbczym

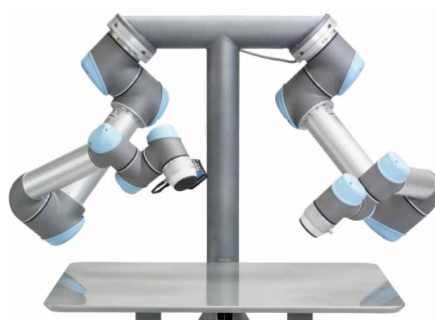


Rys. 18. Robot SDA20D firmy Motoman – przestrzeń robocza: A – przestrzeń robocza; R1 POINT P – położenie punktu P ramienia R1; R2 POINT P – położenie punktu P ramienia R2; R1 POINT P WORKING MAXIMUM ENVELOPE – zakres pracy punktu P dla ramienia R1 (dla danego położenia osi 1); R2 POINT P WORKING MAXIMUM ENVELOPE – zakres pracy punktu P dla ramienia R2 (dla danego położenia osi 1); POINT P WORKING RANGE – zakres pracy punktu P

(Źródło: Yaskawa Motoman Robotics)

Przodujące na rynku robotyki firmy zdają się podążać w kierunku budowy i rozwoju robotów dwuramiennych, które są znakomitą rozwiązaniem dla robotów kolaboracyjnych. Przykładami takich rozwiązań są:

- robot UR10 firmy Universal Robots (rys. 19):
  - liczba osi: 12,
  - kontroler: UR Controller,
  - udźwig do 10 kg na każde ramię;
- robot SMART DualArm firmy COMAU (rys. 20):
  - liczba osi: 13,
  - kontroler: C5G,
  - udźwig do 10 kg na każde ramię;

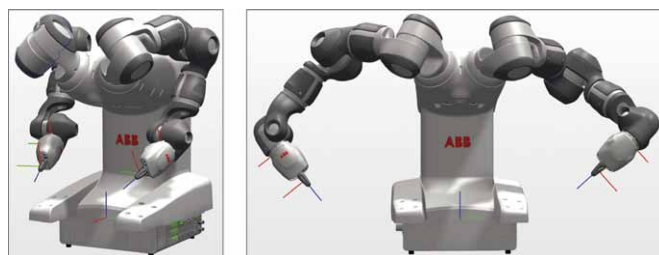


Rys. 19. Robot UR10 firmy Universal Robots (Źródło: <http://cross-automation.com>)



Rys. 20. Robot SMART DualArm firmy COMAU

(Źródło: <http://www.robotyka.com>)



Rys. 21. Dwuramienny robot YuMi firmy ABB (Źródło: RobotStudio firmy ABB)





Rys. 22. Autonomiczny robot firmy EPSON (Źródło: <http://global.epson.com>)



Rys. 23. Robot TX2-90 firmy Staubli (Źródło: Staubli)

- robot YuMi firmy ABB wyposażony w zintegrowany system wizyjny (rys. 21):
  - liczba osi: 14,
  - kontroler: IRC5,
  - udźwig do 0,5 kg na każde ramię;
- autonomiczny robot firmy EPSON z wbudowanym systemem wizyjnym, umożliwiającym rozpoznawanie obiektów w 3D (rys. 22):

- liczba osi: 13,
- kontroler: C5G,
- udźwig do 10 kg na każde ramię.

#### Roboty kolaboracyjne

Nazwa robot kolaboracyjny stanowi tłumaczenie z języka angielskiego nazwy robotów współpracujących z człowiekiem (ang. *collaborative robot*). Można się również spotkać z innym

reklama



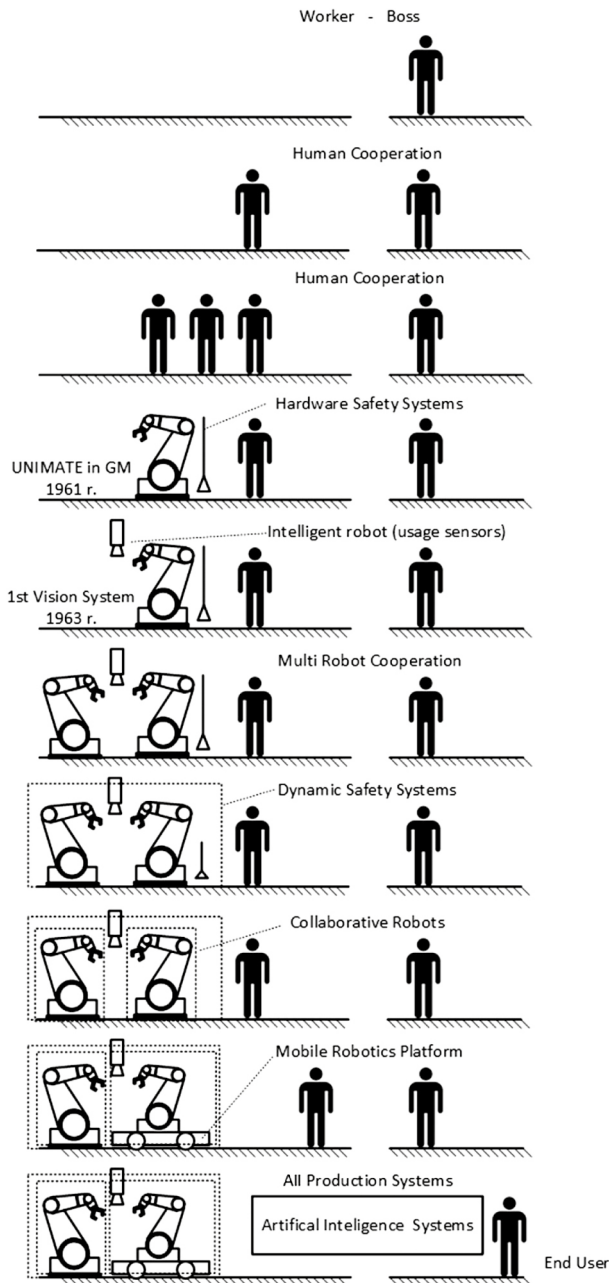
# BEFARED

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)





Rys. 24. Ewolucja procesu produkcji

(Źródło: opracowanie własne)



Rys. 25. Przykłady konstrukcji robotów kolaboracyjnych

(Źródło: ABB, BOSCH, COMAU, FANUC, KUKA, Kawasaki, Rethink Robotics, Universal Robots)



Rys. 26. Konstrukcja robota kolaboracyjnego CR-35iA firmy FANUC

(Źródło: FANUC)

określeniem robotów tego typu, a mianowicie cobot. Pierwszy raz termin „cobot” pojawił się w literaturze w 1996 r. w pracach prof. Michaela Peshkina oraz prof. J. Edwarda Colgate’a z Northwestern University w Stanach Zjednoczonych.

Prace nad cobotami jako pierwszy zlecił fundusz General Motors w odpowiedzi na zapotrzebowanie na tego typu roboty w branży motoryzacyjnej, gdzie bardzo często część prac montażowych wciąż jest realizowana przez ludzi, szczególnie na końcowym etapie produkcji. Obecnie roboty kolaboracyjne są najszybciej rozwijającą się grupą robotów przemysłowych. Wiąże się to ze zmieniającą się filozofią pracy, która zbliża ludzi i maszyny i która ewoluowała od momentu, kiedy sami wytwarzaliśmy dla siebie dobra. Przyszłość zmierza jednak jeszcze dalej, w kierunku, gdzie człowiek będzie jedynie końcowym

klientem dóbr w pełni wytwarzanych przez autonomiczne roboty (rys. 24).

Według ABI Research, w latach 2015–2020 wartość rynku robotów kolaboracyjnych wzrośnie ok. dziesięciokrotnie – z 95 mln dol. do ponad 1 mld dol. Stąd w lutym 2016 r. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) opublikowała normę ISO/TS 15066, która uzupełnia dokumenty: ISO 10218-1. Roboty i urządzenia dla robotyki. Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych. Część 1: Roboty oraz ISO 10218-2. Roboty i urządzenia dla robotyki. Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych. Część 2: System robotowy i integracja. Norma ISO/TS 15066 opisuje wymagania bezpieczeństwa dla stanowisk z robotami współpracującymi z ludźmi. Roboty takie mają charakteryzować się odpowiednimi

zaawansowanymi systemami bezpieczeństwa oraz ograniczoną mocą i ściśle kontrolowaną siłą roboczą, co umożliwi tworzenie aplikacji, w których system robotyczny (składający się z robota i manipulatora) pozwoli robotowi i człowiekowi przebywać w bezpośredniej bliskości, bez narażania pracownika na ból lub zranienie.

Aby móc mówić o bezpiecznej współpracy robotów i ludzi na jednym stanowisku, należy spełnić trzy warunki:

- współpraca musi stanowić część wcześniej zaplanowanych prac na stanowisku;
- współpraca musi być poprzedzona uaktywnieniem wszystkich zabezpieczeń;
- roboty muszą być wyposażone w funkcje dedykowane do współpracy z ludźmi (robot bezpieczny).

W związku z postawionymi wymaganiami konstrukcje robotów kolaboracyjnych w większości przypadków znacznie się różnią od standardowych konstrukcji robotów. Konieczność spełnienia warunków zapisanych w normach dla robotów współpracujących wymaga bowiem precyzyjnego pomiaru parametrów pracy robota, a w szczególności siły, z jaką robot oddziałuje na otoczenie (rys. 25).

Trochę inne rozwiązanie w robotach współpracujących zastosowała firma FANUC (rys. 26). Są one oznaczone symbolem CR i stanowią daleko idącą modyfikację standardowych manipulatorów – zostały dodatkowo wyposażone w czujnik siły montowany w podstawie oraz specjalne oprogramowanie modyfikujące pracę systemu robota w celu zapewnienia bezpieczeństwa operatora, a w przypadku robotów o większym udźwigu (35 kg) – w specjalną miękką gumową obudowę manipulatora.

Analizując sposób pracy robotów współpracujących, można wyróżnić cztery zasadnicze tryby, w których roboty współdziałające mogą wchodzić w interakcje z ludźmi [III.7]:

1. Stałe monitorowanie – robot jest włączony i ma włączono-

ne napędy, ale jest zatrzymany (nie porusza się), podczas gdy operator pracuje w przestrzeni roboczej robota współdzielonej z robotem; gdy operator wyjdzie ze strefy współdzielonej z robotem, robot może kontynuować ruch z dużą prędkością.

2. Monitorowanie prędkości i separacji – robot jest zasilany i porusza się z mniejszą prędkością (maksymalnie 250 mm/s), podczas gdy operator pracuje w predefiniowanej strefie, która nie jest obecnie współdzielona z robotem; gdy operator wyjdzie ze strefy i znajdzie się poza przestrzenią roboczą robota, robot może kontynuować ruch z dużą prędkością.

reklama



HEINRICH KIPP WERK

Firma HEINRICH KIPP WERK KG jest producentem i dostawcą produktów z zakresu technologii mocującej, standardowych elementów maszyn oraz elementów manipulacyjnych.

Od ponad 100 lat jesteśmy Państwa niezawodnym partnerem w przemyśle. Nowoczesny park maszynowy pozwala nam produkować na najwyższym poziomie.

100% USYSTEMATYZOWANE



ORAZ BIBLIOTEKI CAD 2D i 3D



KIPP POLSKA Sp. z o.o.  
ul. Ostrowskiego 7  
53-238 Wrocław  
Tel. +48 71 339 21 44  
Faks +48 71 336 22 63  
polska@kipp.pl  
www.kipp.pl





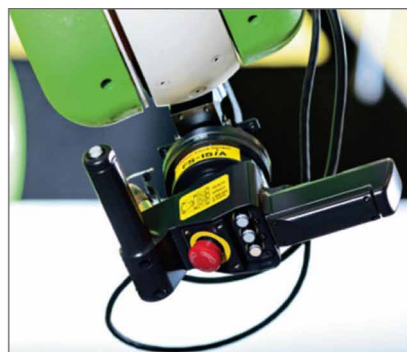
**Rys. 27.** Przykłady konstrukcji końcówki robotów kolaboracyjnych firmy: a) ABB; b) KUKA; c) ROBOTIQ – dedykowane do robotów firmy Universal Robots

3. Prowadzenie ręczne – robot jest prowadzony ręcznie przez operatora (w celu zaprogramowania robota lub w celu odsunięcia robota).
4. Ograniczenie siły i mocy – robot w sposób programowy ogranicza wartość siły wywieranej na elementy otoczenia i wówczas może współpracować z operatorem.

Wszystkie wymienione tryby bezwzględnie wymagają oceny ryzyka kompletnego systemu zrobotyzowanego, w tym robota, chwytaka, elementów transportowych oraz obsługiwanych detali itp.

Zgodnie z wymogiem, dotyczącym możliwości programowania robota przez przemieszczanie manipulatora przez operatora, producenci robotów wyposażają konstrukcje w specjalne wielofunkcyjne moduły montowane na końcu manipulatora (rys. 27). Moduły te umożliwiają podłączanie wejść/wyjść cyfrowych (elektrycznych i pneumatycznych) obsługujących funkcje związane z narzędziem oraz dodatkowe sensory umożliwiające włączenie podatności manipulatora. Dodatkowo w konstrukcjach tych są integrowane kamery systemów wizyjnych, umożliwiając w ten sposób poszerzenie funkcjonalności stanowiska zrobotyzowanego.

Programowanie, czyli uczenie robota dzięki fizycznemu przemieszczaniu manipulatora przez operatora, jest stosunkowo proste do zaimplementowania w robotach o małym udźwigu. Znacznie trudniej jest to zrealizować w robotach o udźwigu powyżej 20–30 kg. Rozwiązaniem może być w tym przypadku specjalny moduł (np. roboty firmy FANUC – rys. 28), dzięki któremu operator może zadawać przemieszczenia liniowe i kątowe narzędziu robota [III.8].



**Rys. 28.** Konstrukcje modułu dedykowanego do uczenia robotów kolaboracyjnych firmy FANUC

(Źródło: FANUC)

Roboty kolaboracyjne, choć z biegiem czasu na pewno staną się standardem w wielu aplikacjach, nie wyprą klasycznych rozwiązań, szczególnie w instalacjach, w których warunki pracy będą dla człowieka nieodpowiednie (szkodliwe), jak również wszędzie tam, gdzie konieczne będzie operowanie dużymi masami czy też zapewnienie bardzo dużych prędkości manipulacji. Trudno oczekiwać fizycznej detekcji operatora przy kontakcie robot – człowiek w przypadku robotów o udźwigu setek kilogramów. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem: [nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki  
W. Kaczmarek, J. Panasiuk:  
*Robotyzacja procesów produkcyjnych*  
Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

reklama



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



# SENOMA

SENOMA Sp. z o.o., 40-153 Katowice, Al. Korfantego 191  
 tel. +48 32/730 30 30, tel. +48 32/730 30 31, fax +48 32 /730 23 23  
 e-mail: senoma@senoma.pl, www.senoma.pl



H  
A  
M  
U  
L  
C  
E

S  
I  
L  
N  
I  
K  
I,  
F  
A  
L  
O  
W  
N  
I  
K  
I,  
S  
O  
F  
T  
S  
T  
A  
R  
T  
Y

M  
O  
T  
O  
R  
E  
D  
U  
K  
T  
O  
R  
Y,  
P  
R  
E  
K  
L  
A  
D  
N  
I  
E

www.senoma.pl  
 T  
E  
C  
H  
N  
I  
K  
A  
N  
A  
P  
Ę  
D  
O  
W  
A

W  
A  
Ł  
Y  
C  
A  
R  
D  
A  
N  
A

Ł  
A  
Ń  
C  
U  
C  
H  
Y,  
F  
L  
A  
T  
T  
O  
P  
Y

P  
I  
E  
R  
Ś  
C  
I  
E  
N  
I  
E

www.senoma.pl  
 T  
E  
C  
H  
N  
I  
K  
A  
N  
A  
P  
Ę  
D  
O  
W  
A

S  
P  
R  
Z  
E  
G  
Ł  
A

**REXNORD**

Viva  
Omega  
Wrapflex  
Thomas  
Addax  
Steelflex  
Liflign  
Orange Peel Guard

**TOP-Distributor 2011**

The company  
Senoma Sp. z o.o.  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in out-standing consulting- and service performance.

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2010**

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in DACH+ sales

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2009**

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in English speaking areas.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Uwe Palm  
Key-Account-Manager  
Mechelen, May 2010

Eric Bickley  
General Manager  
Mechelen, May 2010

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2012**

The company  
Senoma Sp. z o.o.  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in out-standing consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Lubomir Vik  
Area Sales Mng  
Mechelen, June 2013

Rodrigo Madiedo  
Coupling Marketing Mng  
Mechelen, June 2013



# Podstawy teoretyczne programowania robotów

Manipulatory robotów przemysłowych są mechanizmami składającymi się z kilku członów. Członki te są ze sobą połączone i przemieszczają się wzajemnie w celu uchwycenia lub przeniesienia części lub narzędzia zgodnie z zadanymi sygnałami sterującymi na podstawie wskazań operatora lub zgodnie z zapisanym i uruchomionym programem robota. We wszystkich tych przypadkach opis ruchu robota wymaga znajomości położenia poszczególnych członów systemu robotyzowanego względem siebie w funkcji czasu. W związku z powyższym zagadnienie zarówno sterowania, jak i programowania łączy się nierozdzielnie z koniecznością zastosowania odpowiednich układów współrzędnych, względem których realizowany będzie ruch manipulatora. Niezależnie od konstrukcji robota, zgodnie z normą ISO 9787:2013, możemy wyróżnić kilka standardowych układów współrzędnych stosowanych w robotyce.

Pierwszym jest **globalny układ współrzędnych** (ang. *World Coordinate System*), będący układem kartezjańskim odniesionym do Ziemi i niezależnym od ruchu robota. Umieszczenie tego układu jest szczególnie istotne, gdy na stanowisku robotyzowanym znajduje się kilka robotów i/lub maszyn, z którymi roboty współpracują – wówczas ich wzajemne posadowienie określane jest właśnie w tym układzie współrzędnych.

Drugim podstawowym układem współrzędnych, z którym można się spotkać, analizując zadania z zakresu robotyki, jest podstawowy układ współrzędnych (ang. *Base Coordinate System*), odniesiony do bazowej powierzchni montażowej (powierzchni łączącej robota z konstrukcją nośną dla niego przeznaczoną). Położenia narzędzia i innych układów

w przestrzeni roboczej konkretnego robota wyznaczone są względem tego układu współrzędnych. Najczęściej układ ten jest układem kartezjańskim nieruchomym, jednak w przypadku posadowienia robota na osi zewnętrznej suwliwej (tor jezdny) układ ten przesuwa się wraz z robotem.

Kolejnym układem (rys. 1) – naturalnym z punktu widzenia konstrukcji robota – jest **układ współrzędnych połączenia** (ang. *Joint Coordinate System*).

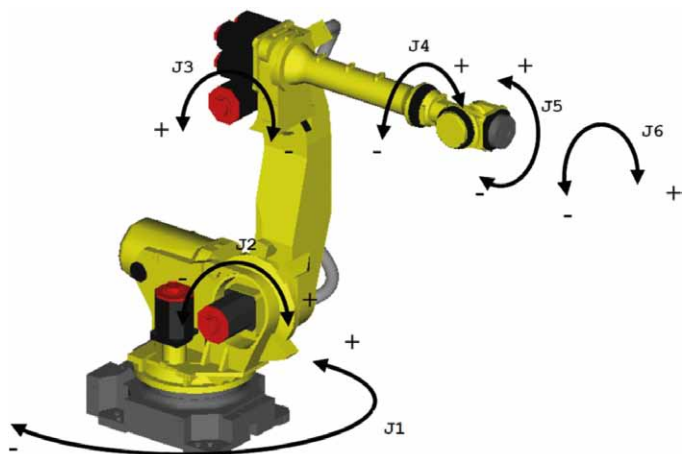
Układ ten w zależności od konstrukcji robota opisany jest za pomocą kątów poszczególnych osi robota lub przemieszczeń liniowych w przypadku połączeń suwliwych.

Istotnymi układami z punktu widzenia lokalizacji innych układów (wykorzystywanymi podczas konfiguracji pozostałych układów współrzędnych) występującymi w robotyce są:

- układ współrzędnych interfejsu mechanicznego (ang. *Mechanical Interface Coordinate System*);
- układ współrzędnych narzędzia (ang. *Tool Coordinate System*).

Układ współrzędnych narzędzia jest **odniesiony do interfejsu mechanicznego** (rys. 2), do którego przyłączany jest element wykonawczy robota (np. chwytak, palnik spawalniczy) i często oznaczany w systemie robota jako  $TOOL_0$ . Środek układu współrzędnych interfejsu mechanicznego znajduje się domyślnie w punkcie środkowym kołnierza (nazywany jest potocznie układem współrzędnych kołnierza – ang. *flange*). W przypadku **układu współrzędnych narzędzia** w zasadzie można mówić o grupie układów współrzędnych, gdyż podczas programowania robota często dochodzi do sytuacji, kiedy robot ma kilka zainstalowanych efektorów lub też za pomocą systemu wymiany narzędzi dokonuje wymiany efektora podczas pracy. Układ współrzędnych narzędzia (ang. *tool*) jest kartezjańskim układem współrzędnych, odniesionym do narzędzia lub elementu roboczego i związany jest z interfejsem mechanicznym robota (powierzchnią montażową na końcu struktury przegubowej, do której przymocowany jest element roboczy, np. chwytak). Układ współrzędnych TOOL jest przesuwany przez użytkownika do punktu roboczego narzędzia i orientowany zgodnie z osią narzędzia. Dlatego, jeśli narzędziem jest np. palnik, charakteryzujący się zgiętym kształtem, układy  $TOOL_0$  i  $TOOL_i$  będą względem siebie przesunięte i obrócone (nie będą układami równoległymi).

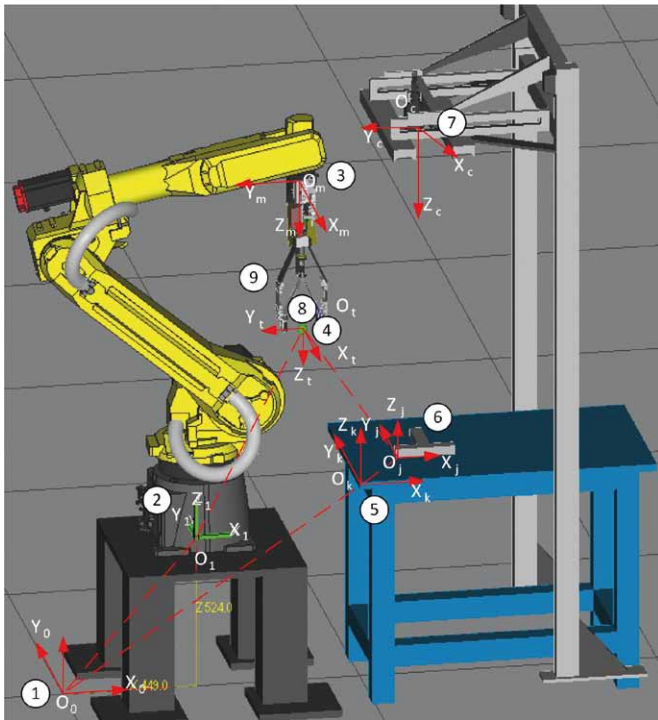
Kolejnym układem współrzędnych wymienionym w normie ISO 9787:2013 jest **układ współrzędnych zadania** (ang. *Task Coordinate System*). Układ współrzędnych zadania również jest układem kartezjańskim, umiejscowionym przez użytkownika w przestrzeni roboczej robota i wykorzystywanym w celu ułatwienia manipulacji robotem podczas określonych zadań, realizowanych w ramach procesu technologicznego. W zależności od potrzeby może być on definiowany wewnątrz maszyny,



Rys. 1. Układ współrzędnych połączenia

(Źródło: FANUC)

Wybierz swoją  
prenumeratę na  
[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)



reklama

**Rys. 2.** Umieszczenie układów współrzędnych systemu robotyzowanego: 1 – globalny układ współrzędnych (World Coordinate System); 2 – układ współrzędnych podstawy (Base Coordinate System); 3 – układ współrzędnych interfejsu mechanicznego (Mechanical Interface Coordinate System); 4 – układ współrzędnych narzędzia (Tool Coordinate System); 5 – układ współrzędnych zadania (Task Coordinate System); 6 – układ współrzędnych obiektu (Object Coordinate System); 7 – układ współrzędnych kamery (Camera Coordinate System); 8 – punkt środkowy narzędzia (Tool Centre Point); 9 – chwytak (gripper)

z którą współpracuje robot, na palecie, na stole, podajniku lub innym urządzeniu technologicznym. Część producentów robotów dla określenia układu współrzędnych, w którym realizowane są operacje procesowe, używa określenia *User Frame* (firma FANUC) lub *Base Frame* (firma KUKA). Układ ten (jego dowiązanie i orientowanie) może być zdefiniowany przez użytkownika w dowolnym punkcie przestrzeni roboczej.

Poza wymienionymi układami współrzędnych (zgodnie z normą ISO 9787:2013) czasami można spotkać dodatkowo **układ współrzędnych obiektu** (ang. *Object Coordinate System*) oraz **układ współrzędnych kamery** (ang. *Camera Coordinate System*). Pierwszy z nich powiązany jest z obiektem roboczym, zaś drugi – z kamerą systemu wizyjnego sprzężonego z robotem.

Zanim omówione zostanie zagadnienie programowania robota, warto przypomnieć podstawowe zależności związane z przekształceniami (transformacjami) poszczególnych układów współrzędnych względem siebie, ponieważ proces programowania nierozdzielnie wiąże się z generowaniem trajektorii robota od punktu do punktu.

Każde miejsce w przestrzeni roboczej może być określone przez wektor miejsca (rys. 3). Wektor ten tworzony jest za



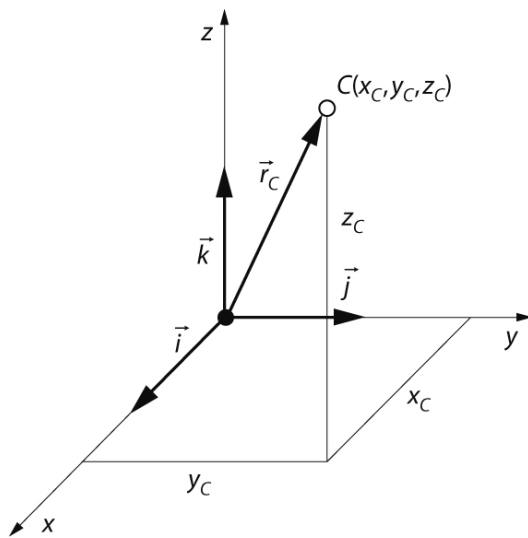
PRENUMERATA  
DRUKOWANA



PRENUMERATA  
ELEKTRONICZNA



PAKIET



Rys. 3. Wektory jednostkowe układu współrzędnych

pomocą tzw. wektorów jednostkowych ( $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ ) charakteryzujących dowolny układ współrzędnych.

$$\vec{r}_C = x_C \cdot \vec{i} + y_C \cdot \vec{j} + z_C \cdot \vec{k} \quad (1)$$

lub w zapisie macierzowym

$$\vec{r}_C = \begin{bmatrix} x_C \\ y_C \\ z_C \end{bmatrix} = [x_C, y_C, z_C]^T \quad (2)$$

gdzie  $T$  jako indeks górny oznacza macierz transponowaną (zamiana w macierzy kolumn na wiersze).

W rozważaniach kinematyki manipulatorów bardzo ważne są zależności pomiędzy współrzędnymi inercjalnymi (nieruchomymi) i współrzędnymi lokalnymi poszczególnych członów (rys. 4).

Jak widać, przemieszczenie układu lokalnego względem bazowego opisuje wektor miejsca. Łatwo zauważyć, że układ lokalny może być nie tylko przesunięty względem układu bazowego, ale również obrócony (względem poszczególnych osi układu – rys. 4). Tę drugą operację (obrót) można opisać poprzez tworzona za pomocą cosinusów kierunkowych macierzy obrotu o wymiarach  $3 \times 3$ .

Można zapisać dla układu bazowego:

$${}^0\vec{r}_C = {}^0x_C \cdot \vec{i}_0 + {}^0y_C \cdot \vec{j}_0 + {}^0z_C \cdot \vec{k}_0 \quad (3)$$

Dla układu  $i$ -tego (obróconego):

$${}^i\vec{r}_C = {}^ix_C \cdot \vec{i}_i + {}^iy_C \cdot \vec{j}_i + {}^iz_C \cdot \vec{k}_i \quad (4)$$

Obydwa wektory są reprezentacją tego samego wektora  $r$  – można więc zapisać:

$${}^0x_C = {}^0\vec{r}_C \cdot \vec{i}_0 = {}^i\vec{r}_C \cdot \vec{i}_0 = {}^ix_C \cdot \vec{i}_i \cdot \vec{i}_0 + {}^iy_C \cdot \vec{j}_i \cdot \vec{i}_0 + {}^iz_C \cdot \vec{k}_i \cdot \vec{i}_0 \quad (5)$$

$${}^0y_C = {}^0\vec{r}_C \cdot \vec{j}_0 = {}^i\vec{r}_C \cdot \vec{j}_0 = {}^ix_C \cdot \vec{i}_i \cdot \vec{j}_0 + {}^iy_C \cdot \vec{j}_i \cdot \vec{j}_0 + {}^iz_C \cdot \vec{k}_i \cdot \vec{j}_0 \quad (6)$$

$${}^0z_C = {}^0\vec{r}_C \cdot \vec{k}_0 = {}^i\vec{r}_C \cdot \vec{k}_0 = {}^ix_C \cdot \vec{i}_i \cdot \vec{k}_0 + {}^iy_C \cdot \vec{j}_i \cdot \vec{k}_0 + {}^iz_C \cdot \vec{k}_i \cdot \vec{k}_0 \quad (7)$$

Jako równanie wektorowe, równania (5–7) można zapisać w postaci:

$${}^0\vec{r}_C = {}^0rot_i \cdot {}^i\vec{r}_C \quad (8)$$

gdzie macierz obrotu jest równa ( $R^{3 \times 3}$  – zbiór liczb rzeczywistych):

$${}^0rot_i = \begin{bmatrix} \vec{i}_i \cdot \vec{i}_0 & \vec{j}_i \cdot \vec{i}_0 & \vec{k}_i \cdot \vec{i}_0 \\ \vec{i}_i \cdot \vec{j}_0 & \vec{j}_i \cdot \vec{j}_0 & \vec{k}_i \cdot \vec{j}_0 \\ \vec{i}_i \cdot \vec{k}_0 & \vec{j}_i \cdot \vec{k}_0 & \vec{k}_i \cdot \vec{k}_0 \end{bmatrix} \in R^{3 \times 3} \quad (9)$$

Dla przypadków szczególnych można zapisać następujące zależności:

- jeśli  $i$ -ty układ jest przesunięty względem układu bazowego, a jego orientacja jest taka sama, jak układu bazowego (poszczególne osie układu są do siebie równoległe – rys. 4 a):

$${}^0\vec{r}_C = {}^0\vec{r}_i + {}^0\vec{r}_{iC} \quad (10)$$

- jeśli  $i$ -ty układ jest obrócony względem układu bazowego, a jego początek pokrywa się z początkiem układu bazowego – rys. 4 b):

$${}^0\vec{r}_{iC} = {}^0rot_i \cdot {}^i\vec{r}_C \quad (11)$$

Pełną transformację współrzędnych (rys. 4 c) można przedstawić jako połączenie przemieszczenia (translacji) i obrotu (rotacji):

$${}^0\vec{r}_C = {}^0\vec{r}_i + {}^0rot_i \cdot {}^i\vec{r}_C \quad (12)$$

Zależność (12) mówi, iż znając współrzędne lokalne (wektor  ${}^i\vec{r}_C$ ) oraz pozycję (wektor  ${}^0\vec{r}_i$ ) i orientację (macierz obrotu  ${}^0rot_i$ )  $i$ -tego układu współrzędnych względem układu nieruchomego, można wyznaczyć współrzędne inercjalne punktu  $C$  (znaleźć transformację współrzędnych układu lokalnego względem układu nieruchomego).

Odwrócenie tego związku prowadzi do równania transformacji odwrotnej, tzn. znalezienia transformacji współrzędnych układu nieruchomego względem układu lokalnego.

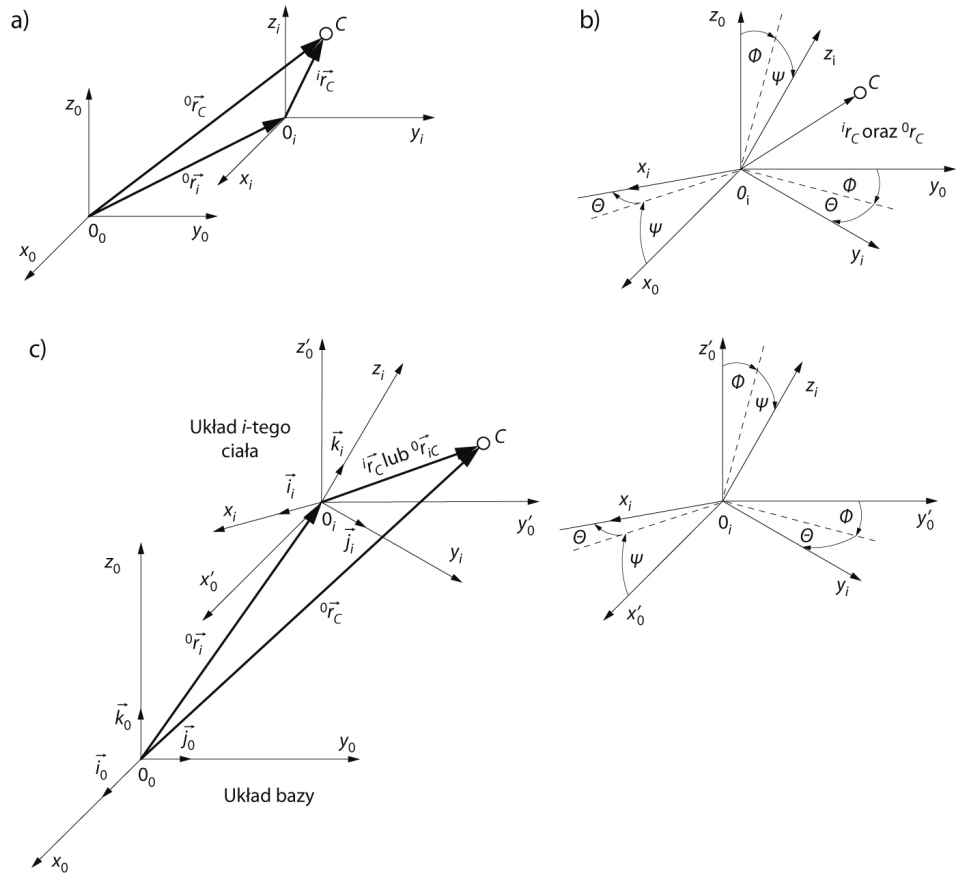


Rys. 4. Widok wzajemnego położenia układów współrzędnych:

- a) układ i-tego ciała jest przemieszczony względem układu bazowego;
- b) układ i-tego ciała jest obrócony względem układu bazowego;
- c) układ i-tego ciała jest przemieszczony i obrócony względem układu bazowego.

Oznaczenia:

- prawy, dolny indeks oznacza nowy układ lub nowe położenie po transformacji;
- lewy górny indeks oznacza układ, względem którego dokonano transformacji;
- $O_i$  - początek układu współrzędnych ciała  $i$ ;
- $C$  - zmienny punkt ciała;
- wektory jednostkowe układu inercjalnego -  $\vec{i}_0, \vec{j}_0, \vec{k}_0$ ;
- wektory jednostkowe układu ciała  $i$  -  $\vec{i}_i, \vec{j}_i, \vec{k}_i$ ;
- wektor miejsca w układzie bazowym  ${}^0\vec{r}_C = {}^0x_C \cdot \vec{i}_0 + {}^0y_C \cdot \vec{j}_0 + {}^0z_C \cdot \vec{k}_0$ ;
- wektor miejsca w układzie lokalnym  ${}^i\vec{r}_C = {}^ix_C \cdot \vec{i}_i + {}^iy_C \cdot \vec{j}_i + {}^iz_C \cdot \vec{k}_i$



$${}^i\vec{r}_C = ({}^0rot_i)^T ({}^0\vec{r}_C - {}^0\vec{r}_i) = {}^irot_0 \cdot {}^0\vec{r}_C \quad (13)$$

Wyznaczone wyrażenia (12 i 13) pozwalają na rozwiązanie dwóch najważniejszych w teorii kinematyki manipulatorów zadań (prostego i odwrotnego), a poprzez ich różniczkowanie po czasie dają możliwość wyznaczenia zależności dla prędkości i przyspieszeń. Szczególnymi przypadkami omawianych transformacji są:

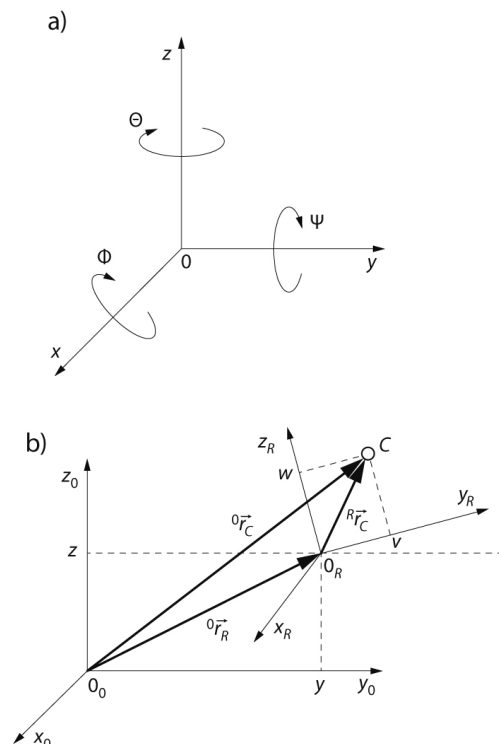
- czysty obrót (wektor przemieszczenia jest równy zero)  ${}^0\vec{r}_i = 0$ ;
- czyste przemieszczenie (macierz obrotu jest macierzą jednostkową)  ${}^0rot_i = I$ .

**Obroty elementarne**

Zgodnie z ogólnie panującymi zasadami przyjęto prawoskrętny układ współrzędnych (rys. 5 a). Założono, że zmienne/wektory związane z obróconym układem współrzędnych będą oznaczane indeksem  $R$  (rys. 5 b). Można wówczas zapisać:

$${}^0\vec{r}_R = [x, y, z]^T, \quad {}^R\vec{r}_C = [u, v, w]^T \quad (14)$$

Dla poszczególnych obrotów elementarnych można zapisać następujące zależności:



Rys. 5. Oznaczenie obrotów poszczególnych osi układu

- Obrót wokół osi  $x$  (rys. 6 a).

Związek między współrzędnymi punktu  $C$  w bazowym układzie współrzędnych i w obróconym układzie współrzędnych ma postać:

$$\begin{aligned} {}^0\vec{r}_C &= \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = {}^0\vec{r}_R + \text{rot}_x(\phi) \cdot {}^R\vec{r}_C = \\ &= {}^0\vec{r}_R + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\phi & -\sin\phi \\ 0 & \sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} \end{aligned}$$

gdzie macierz obrotu wokół osi  $x$  jest opisana macierzą:

$$\text{rot}_x(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\phi & -\sin\phi \\ 0 & \sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix} \quad (15)$$

- Obrót wokół osi  $y$  (rys. 6 b).

Macierz obrotu wokół osi  $y$  można opisać wyrażeniem:

$$\text{rot}_y(\psi) = \begin{bmatrix} \cos\psi & 0 & \sin\psi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\psi & 0 & \cos\psi \end{bmatrix} \quad (16)$$

- Obrót wokół osi  $z$  (rys. 6 c)

Macierz obrotu wokół osi  $z$  można opisać wyrażeniem:

$$\text{rot}_z(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

### Obroty złożone

Obroty złożone mogą być tworzone z trzech kolejno po sobie wykonywanych obrotów elementarnych.

Należy pamiętać o tym, iż mnożenie macierzy nie jest przemienne, dlatego kolejność wykonywania obrotów elementarnych jest ważna i wpływa na wynik końcowy (postać macierzy obrotów złożonych). Dowodem tego są macierze przedstawione poniżej jako wzory (18) i (19).

$$\begin{aligned} \text{rot}(\phi, \psi, \theta) &= \text{rot}_x(\phi) \cdot \text{rot}_y(\psi) \cdot \text{rot}_z(\theta) = \\ &= \begin{bmatrix} c_\psi c_\theta & -c_\psi s_\theta & s_\psi \\ c_\phi s_\theta + s_\phi s_\psi c_\theta & c_\phi c_\theta - s_\phi s_\psi s_\theta & -s_\phi c_\psi \\ s_\phi s_\theta - c_\phi s_\psi c_\theta & s_\phi c_\theta + c_\phi s_\psi s_\theta & c_\phi c_\psi \end{bmatrix} \quad (18) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{rot}(\theta, \psi, \phi) &= \text{rot}_z(\theta) \cdot \text{rot}_y(\psi) \cdot \text{rot}_x(\phi) = \\ &= \begin{bmatrix} s_\psi c_\theta & -c_\phi s_\theta + s_\phi s_\psi c_\theta & s_\phi s_\theta + c_\theta s_\psi c_\phi \\ s_\theta c_\psi & c_\phi c_\theta + s_\phi s_\psi s_\theta & -s_\phi c_\theta + c_\phi s_\psi s_\theta \\ -s_\psi & s_\phi c_\psi & c_\phi s_\psi \end{bmatrix} \quad (19) \end{aligned}$$

Gdzie przykładowo:

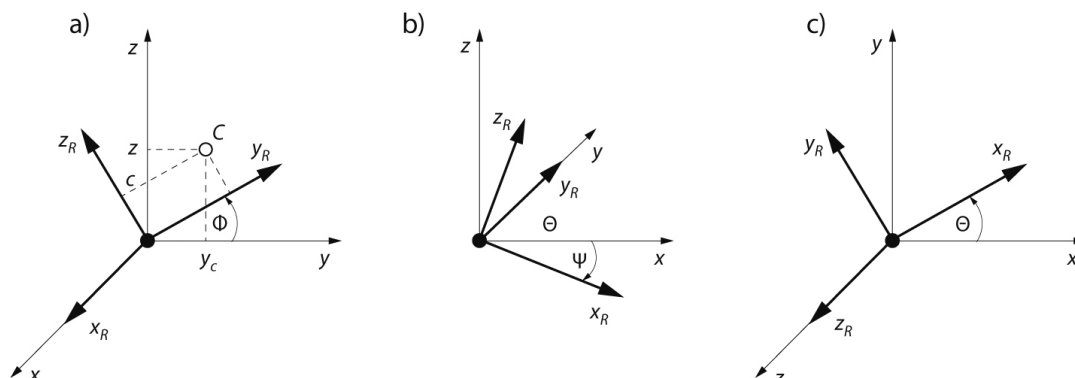
$$s_\psi = \sin(\psi), c_\theta = \cos(\theta), \dots$$

### Współrzędne i transformacje jednorodne

Przedstawione wyżej rozważania przeprowadzono, opierając się na współrzędnych niejednorodnych. Jednak już od 1969 roku, kiedy to do obliczeń wykorzystano komputery, wszystkie problemy związane z kinematyką manipulatorów rozwiązywane są przy wykorzystaniu **współrzędnych homogenicznych (jednorodnych)**.

Zasada wykorzystania współrzędnych jednorodnych polega na tym, że punkt o współrzędnych kartezjańskich  $x, y, z$  opisuje się czterema liczbami  $x_1, x_2, x_3, x_4$ , przy czym nie wszystkie z nich mogą być jednocześnie równe zero. Zależność między współrzędnymi prostokątnymi  $(x, y, z)$  i współrzędnymi jednorodnymi można zapisać następująco:

$$x = \frac{x_1}{x_4} \quad y = \frac{x_2}{x_4} \quad z = \frac{x_3}{x_4} \quad (20)$$



Rys. 6. Obroty elementarne wokół: a) osi  $x$ ; b) osi  $y$ ; c) osi  $z$

Współrzędne jednorodne można określić za pomocą wektora:

$$\bar{R} = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4]^T$$

lub przy założeniu, że  $x_4 = 1$  (rozpatrywane ciała – człony manipulatora – są ciałami sztywnymi, więc współczynnik skali, jakim jest  $x_4$ , równa się jedności).

$$\bar{R} = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ 1]^T \quad (21)$$

Wprowadzenie współrzędnych jednorodnych umożliwiło rozszerzenie macierzy  $N$ -wymiarowej do wymiaru  $(N + 1)$ , tworząc tzw. **jednorodną macierz transformacji** o postaci:

$$T = \left[ \begin{array}{c|c} \text{macierz rotacji} & \text{wektor translacji} \\ \hline 000 & \text{czynnik skali} \end{array} \right] \quad (22)$$

Czynnik skali może opisywać np. odkształcenie (przeskalowanie) obiektu w trójwymiarowej przestrzeni i jest szeroko stosowany w grafice komputerowej. W robotyce, ze względu na to, iż rozpatrywane ciała są ciałami sztywnymi, przyjmuje się go jednak jako równy jeden. W efekcie tego macierz transformacji jednorodnej  $T$  przybiera następującą ogólną postać:

$$\begin{aligned} {}^{i-1}T_i &= \left[ \begin{array}{c|c} \text{macierz rotacji} & \text{wektor translacji} \\ \hline 000 & 1 \end{array} \right] = \\ &= \left[ \begin{array}{c|c} {}^{i-1}rot_i & {}^{i-1}\vec{r}_i \\ \hline 000 & 1 \end{array} \right] \in R^{4 \times 4} \end{aligned} \quad (23)$$

Przypadkami szczególnymi jednorodnej macierzy transformacji są:

- czysta rotacja ( $\vec{r} = 0$ ) – wektor przemieszczenia jest równy zeru

$$T_{r=0} = Rot = \left[ \begin{array}{c|c} rot & 0 \\ \hline 000 & 1 \end{array} \right] \quad (24)$$

- czysta translacja ( $rot = I$ ) – macierz obrotu jest macierzą izogonalną

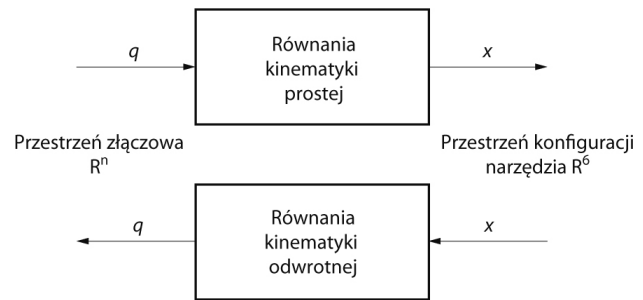
$$T_{rot=I} = P = \left[ \begin{array}{c|c} I & \vec{r} \\ \hline 000 & 1 \end{array} \right] \quad (25)$$

### Kinematyka prosta (bezpośrednia) i odwrotna

W robotach przemysłowych nie ma bezpośredniego pomiaru położenia końcówki efektora. Położenie poszczególnych par kinematycznych określa się w podstawowym układzie współrzędnych dla robota, a mianowicie w układzie współrzędnych złączowych (osiowych).

Naturalnymi zmiennymi, w jakich pracuje robot, są współrzędne złączowe (nazywane często zmiennymi złączowymi):

- kąt – dla złącza obrotowego;
- przesunięcie – dla złącza pryzmatycznego.



Rys. 7. Zadanie proste kinematyki a zadanie odwrotne

Pomiary wartości zmiennych złączowych realizowane są za pomocą enkoderów lub resolwerów w sposób ciągły w poszczególnych złączach (osiach) łańcucha kinematycznego. Do przeliczenia pomiarów w złączach na położenie końcówki w układzie kartezjańskim wykorzystuje się równania kinematyki robota, co nazywane jest w robotyce zadaniem prostym kinematyki.

Jednym z głównych problemów związanych z zagadnieniami robotyki jest opis kinematyczny układu wielociałowego, jakim jest manipulator. Przez opis taki rozumie się związek opisujący zależność geometryczną między współrzędnymi uogólnionymi  $q$  i współrzędnymi kartezjańskimi otoczenia (rys. 7):

$$\bar{R} = f(q) \quad (26)$$

Przedstawiona zależność ma szczególne znaczenie przy wyznaczaniu położenia chwytaka. Często jednak występuje sytuacja odwrotna, tzn. znając położenie chwytaka, konieczne jest wyznaczenie zmiennych uogólnionych, co sprowadza się do określenia konfiguracji układu wielociałowego według zależności (rys. 7):

$$q = f^{-1}(\bar{R}) \quad (27)$$

### Zadanie proste kinematyki

Konfiguracja (parametry geometryczne) układu manipulatora jest realizowana poprzez zmienne konfiguracyjne złączy  $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ , tzn. że każdej wartości zmiennej konfiguracyjnej odpowiada jedno położenie chwytaka w układzie bazowym. Zakładając, że chwytak  $C$  jest zdefiniowany miejscem na ciele i układu wielociałowego, można to zapisać:

$${}^0\bar{R}_C = {}^0T_i \cdot {}^i\bar{R}_C \quad (28)$$

Zadanie bezpośrednie kinematyki można podzielić na etapy:

1. Usytuowanie manipulatora w położeniu początkowym i wprowadzenie układu bazowego.
2. Wprowadzenie układów lokalnych dla wszystkich członów manipulatora.
3. Wprowadzenie współrzędnych konfiguracyjnych.
4. Wyznaczenie wzajemnych położenia poszczególnych członów za pomocą jednorodnych macierzy transformacji  ${}^{i-1}T_{ii} = 1, 2, \dots, n$ .

5. Wyznaczenie położenia końcówki manipulatora względem układu bazowego  ${}^0T_i = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 \cdot \dots \cdot {}^{i-1}T_i$ .

6. Wyznaczenie zależności pomiędzy współrzędnymi bazowymi i współrzędnymi lokalnymi końcówki manipulatora  ${}^0\vec{R}_C = {}^0T_i \cdot {}^i\vec{R}_C$ .

Założono, że należy wyznaczyć jednorodną macierz transformacji  ${}^0T_2$  oraz współrzędne wektora  ${}^0r_2$  manipulatora przedstawionego na rysunku 8.

Ze względu na dwuczłonową budowę wprowadzono trzy układy współrzędnych (bazowy  $U_0$  i dwa lokalne  $U_1$  i  $U_2$ ).

Transformację układu bazowego  $U_0$  do pierwszego układu lokalnego  $U_1$  można opisać jako iloczyn macierzy obrotu i przemieszczenia:

$${}^0T_1 = {}^0Rot_1 \cdot {}^0P_1$$

gdzie:

$${}^0Rot_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi_1 & -\sin \phi_1 & 0 \\ 0 & \sin \phi_1 & \cos \phi_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^0P_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi_1 & -\sin \phi_1 & l_1 \cdot \cos \phi_1 \\ 0 & \sin \phi_1 & \cos \phi_1 & l_1 \cdot \sin \phi_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Podobnie można opisać transformację układu lokalnego  $U_1$  do drugiego układu lokalnego  $U_2$ :

$${}^1T_2 = {}^1Rot_2 \cdot {}^1P_2$$

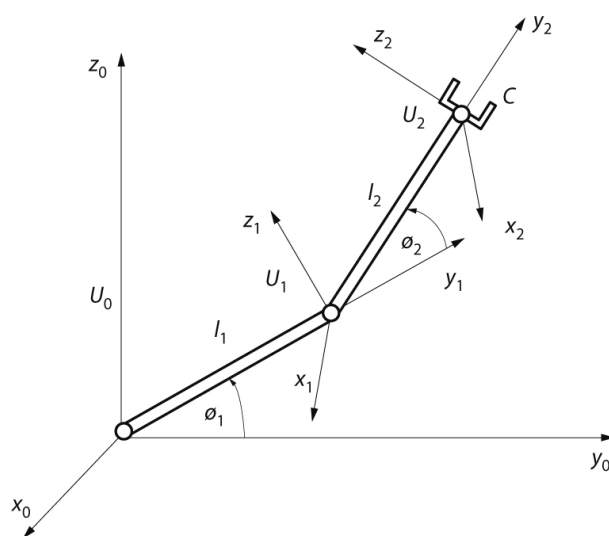
gdzie:

$${}^1Rot_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi_2 & -\sin \phi_2 & 0 \\ 0 & \sin \phi_2 & \cos \phi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^1P_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi_2 & -\sin \phi_2 & l_2 \cdot \cos \phi_2 \\ 0 & \sin \phi_2 & \cos \phi_2 & l_2 \cdot \sin \phi_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Macierz transformacji jednorodnej  ${}^0T_2$  można zapisać w postaci:

$${}^0T_2 = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\phi_1 + \phi_2) & -\sin(\phi_1 + \phi_2) & l_1 \cdot \cos \phi_1 + l_2 \cdot \cos(\phi_1 + \phi_2) \\ 0 & \sin(\phi_1 + \phi_2) & \cos(\phi_1 + \phi_2) & l_1 \cdot \sin \phi_1 + l_2 \cdot \sin(\phi_1 + \phi_2) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Rys. 8. Widok manipulatora dwuramiennego

Współrzędne końcówki manipulatora we współrzędnych bazowych można wyznaczyć ze wzoru:

$${}^0\vec{R}_C = {}^0T_2 \cdot {}^2\vec{R}_C = \begin{bmatrix} 0 \\ l_1 \cdot \cos \phi_1 + l_2 \cdot \cos(\phi_1 + \phi_2) \\ l_1 \cdot \sin \phi_1 + l_2 \cdot \sin(\phi_1 + \phi_2) \\ 1 \end{bmatrix}$$

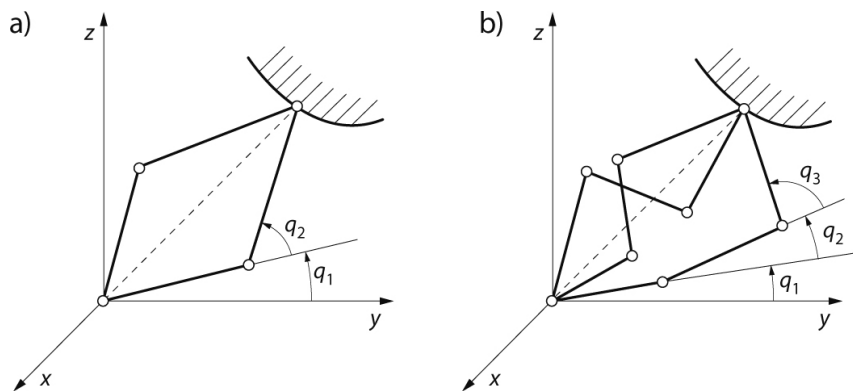
gdzie:  ${}^0\vec{R}_2$  oznacza wektor we współrzędnych jednorodnych.

Wartości współrzędnych układu globalnego można opisać wzorami:

$$\begin{aligned} x_0 &= 0 \\ y_0 &= l_1 \cdot \cos \phi_1 + l_2 \cdot \cos(\phi_1 + \phi_2) \\ z_0 &= l_1 \cdot \sin \phi_1 + l_2 \cdot \sin(\phi_1 + \phi_2) \end{aligned}$$

### Zadanie odwrotne kinematyki

Podczas sterowania i programowania robotów przemysłowych zadane w programie współrzędne, opisujące położenie i orientację narzędzia, muszą być przekształcone na zmienne złączowe robota. Dzięki temu kontroler robota może wysterować i ustawić osie robota w celu osiągnięcia zadanego położenia i orientacji. Zadanie to w robotyce nazywane jest zadaniem odwrotnym kinematyki. Z uwagi na nieliniowość funkcji  $f(q)$  zadanie odwrotne kinematyki można rozwiązać tylko w szczególnych przypadkach. Może się jednak zdarzyć, że rozwiązania nie ma w ogóle lub ilość rozwiązań jest nieskończona. Ilość rozwiązań zależy od relacji pomiędzy liczbą stopni swobody i liczbą współrzędnych otoczenia. Relacja ta powoduje, iż układy można podzielić na:



Rys. 9. Układy manipulatorów: a) układ normalny; b) układ redundantny

- **układy normalne**, w których liczba stopni swobody odpowiada wymiarowi wektora otoczenia (równanie  $q = f^{-1}(\vec{R})$  jest jednoznacznie rozwiązywalne do symetrii – rys. 9 a);
- **układy podoznaczone**, w których liczba stopni swobody jest mniejsza od wymiaru wektora otoczenia (równanie  $q = f^{-1}(\vec{R})$  można rozwiązać tylko w szczególnych przypadkach);
- **układy redundantne**, w których liczba stopni swobody jest większa od wymiaru wektora otoczenia (równanie  $q = f^{-1}(\vec{R})$  ma nieskończenie wiele rozwiązań – rys. 9 b).

Dla przykładu wyznaczono współrzędne konfiguracyjne dla manipulatora przedstawionego na rysunku 8. Dane są więc zależności:

$$\begin{aligned} x_0 &= 0 \\ y_0 &= l_1 \cdot \cos \phi_1 + l_2 \cdot \cos(\phi_1 + \phi_2) \\ z_0 &= l_1 \cdot \sin \phi_1 + l_2 \cdot \sin(\phi_1 + \phi_2) \end{aligned}$$

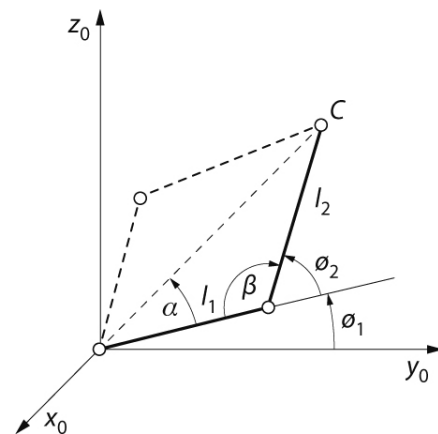
Rozwiązanie w tym przypadku polega na wyznaczeniu kątów  $\phi_1$  i  $\phi_2$  w funkcji  $x, y, z$ , czyli  $f_i = f^{-1}(x, y, z)$ . W związku z tym, iż  $x_0 = 0$ , układ sprowadza się do zależności  $\phi_i = f^{-1}(y, z)$ .

Wprowadzono dodatkowe kąty  $\alpha$  i  $\beta$  (rys. 10). Z poniższego rysunku można wyciągnąć wniosek, że istnieją dwa rozwiązania zadania (w nomenklaturze robotyki pozycje: łokieć u góry, łokieć u dołu).

Po wprowadzeniu  $\beta = \pi - \phi_2$  z twierdzenia cosinusów wynika:

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \cos(\pi - \phi_2) = -\cos \phi_2 \\ y_0^2 + z_0^2 &= l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 \cdot l_2 \cdot \cos \phi_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \phi_2 &= \left( \frac{y_0^2 + z_0^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 \cdot l_2} \right) \rightarrow \\ \rightarrow \phi_2 &= \arccos \left( \frac{y_0^2 + z_0^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 \cdot l_2} \right) \end{aligned}$$



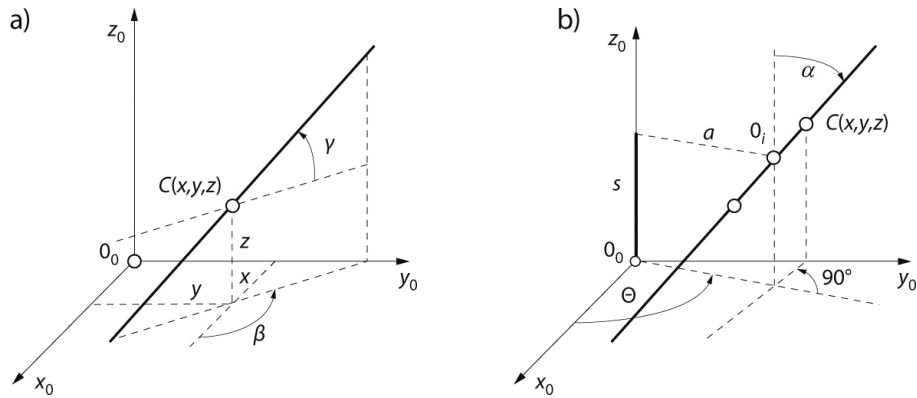
Rys. 10. Manipulator dwuramienny

Z uwagi na fakt, iż funkcja cosinus jest parzysta, wygodniej jest przedstawić powyższą zależność w postaci:

$$\begin{aligned} \cos \phi_2 &= \left( \frac{y_0^2 + z_0^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 \cdot l_2} \right) = D \\ \phi_2 &= \arccos \left( \frac{\pm \sqrt{1 - D^2}}{D} \right) \end{aligned}$$

Po wprowadzeniu  $\alpha$  z twierdzenia sinusów wynika:

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{l_2}{\sqrt{y_0^2 + z_0^2}} \sin \phi_2 = \frac{l_2}{\sqrt{y_0^2 + z_0^2}} \sqrt{1 - \cos^2 \phi_2} = \\ &= \frac{l_2}{\sqrt{y_0^2 + z_0^2}} \sqrt{1 - \left( \frac{y_0^2 + z_0^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 \cdot l_2} \right)^2} \end{aligned}$$



**Rys. 11.** Układy współrzędnych: a) układ tradycyjny; b) układ współrzędnych według notacji D-H

podstawiając:

$$\operatorname{tg}(\alpha + \phi_1) = \frac{z_0}{y_0} \rightarrow \phi_1 = \arcsin \operatorname{tg} \left( \frac{z_0}{y_0} \right) - \alpha$$

uzyskano rozwiązanie

$$\phi_1 = \arcsin \left( \frac{y_0}{z_0} \right) - \arcsin \left[ \sqrt{\frac{(2l_1 \cdot l_2)^2 - (y_0^2 + z_0^2 - l_1^2 - l_2^2)^2}{4l_1^2 \cdot (y_0^2 + z_0^2)}} \right]$$

**Notacja Denavita-Hartenberga**

Biorąc pod uwagę, iż każde złącze (oś) robota ma jeden stopień swobody (połączenie klasy V), działanie każdego złącza można opisać jedną liczbą rzeczywistą (zmienną złączową/osiową): kątem obrotu w przypadku członu obrotowego lub przemieszczeniem w przypadku członu pryzmatycznego (przesuwne). W związku z powyższym do opisu kinematyki robotów można wykorzystywać podejście oparte na równaniach mechaniki klasycznej lub zastosować odpowiednią konwencję obliczeń.

Z uwagi na fakt, iż podczas rozwiązywania zadań kinematyki manipulatorów może dojść do niejednoznaczności przyjmowania układów współrzędnych (ich położenia i orientacji), a co za tym idzie – powstawania utrudnień w analizie wyników obliczeń (zwłaszcza jeśli analizę prowadzą osoby, które nie wykonywały obliczeń), należy stosować się do pewnych ogólnie przyjętych zasad [I.7, I.22, I.23, I.27].

Analizę mechanizmów zajmowano się już w XIX wieku. Wielu naukowców szukało metody, która umożliwiłaby nie tylko analizę mechanizmów istniejących, ale również syntezę nowych. Opracowanie nowej, niezawodnej metody zapoczątkował F. Reloux w 1900 roku. Jednak dopiero w latach 50. udało się utworzyć notację występującą do dzisiaj pod nazwą Denavita-Hartenberga (dalej: notacja D-H). Jak wcześniej wspomniano, możliwe jest dokonanie obliczeń bez przestrzegania tej konwencji, jednak w celu uproszczenia równań oraz dla kreowania

uniwersalnego języka notacja ta jest bardzo często wykorzystywana do opisu kinematyki.

Jak wiele istniejących metod, również notacja D-H ma zalety i wady.

Do zalet z całą pewnością należy zaliczyć:

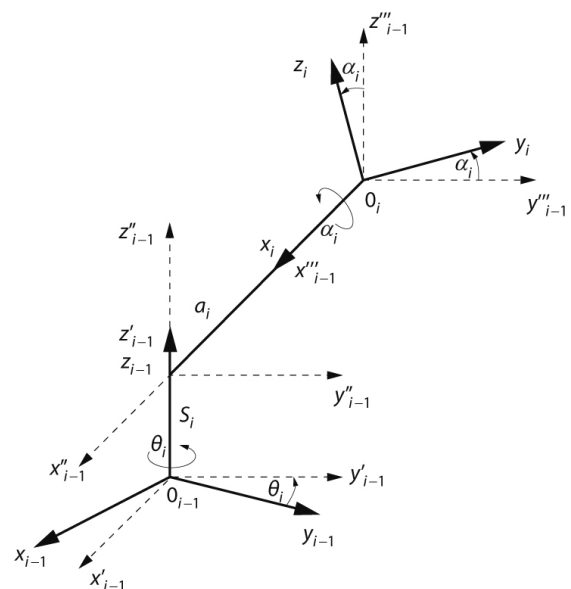
- możliwość opisu typu mechanizmu;
- możliwość przedstawienia ruchu mechanizmu;
- możliwość opisu ruchu za pomocą równań matematycznych.

Jej główne wady to:

- opis par kinematycznych niższego rzędu;
- komplikacja obliczeń.

Zaproponowany przez J. Denavita i R.S. Hartenberga specjalny układ współrzędnych umożliwia opis prostej w przestrzeni czterema (rys. 11 b), a nie pięcioma (rys. 11 a) parametrami.

Odnosząc opis do układu manipulatora, można powiedzieć, że położenie dwóch kolejnych układów współrzędnych *i*-1 oraz *i* może być określone za pomocą czterech parametrów (rys. 12).



**Rys. 12.** Charakterystyka notacji D-H

Oś wiążąca dwa człony kinematyczne nazywana jest **osią pary kinematycznej**. W przypadku par kinematycznych klasy V (pary mające jeden stopień swobody) osiami pary kinematycznej są:

- oś obrotu członu  $i$  względem  $i-1$  dla pary obrotowej – oś  $z_{i-1}$ ;
- prosta o kierunku przemieszczania się członu  $i$  względem  $i-1$  dla pary przesuwniej – oś  $z_{i-1}$ .

Wzajemne usytuowanie dwóch kolejnych układów wyznaczają parametry:

- kąt konfiguracji członów  $\theta_i$  powstały w wyniku obrotu wokół osi  $z_{i-1}$  do momentu, aż osie  $x_{i-1}$  i  $x_i$  staną się równoległe;
- odsunięcie członu  $s_i$  powstałe w wyniku przesunięcia wzdłuż osi  $z_{i-1}$  do momentu, aż osie  $x_{i-1}$  i  $x_i$  pokryją się;
- długość członu  $a_i$  powstała w wyniku przesunięcia wzdłuż osi  $x_i$  do momentu, aż początki układów  $0_{i-1}$  i  $0_i$  pokryją się;
- kąt skręcenia członu  $\alpha_i$  powstały w wyniku obrotu wokół osi  $x_i$  do momentu, aż pokryją się wszystkie osie.

Spośród czterech wymienionych parametrów  $a_i$  oraz  $s_i$  są zawsze stałe, ponieważ określa je konstrukcja członów. Dwa pozostałe natomiast mogą być zmienne.

Ogólnie dla wektora przemieszczenia we współrzędnych jednorodnych można zapisać:

$${}^{i-1}\vec{R}_i = {}^{i-1}T_i \cdot {}^i\vec{R}_i \quad \text{gdzie} \quad {}^{i-1}T_i = Rot_{z(i-1)} \cdot P_{z(i-1)} \cdot P_{x(i)} \cdot Rot_{x(i)} \quad (29)$$

gdzie:

$Rot_{z(i-1)}$  – macierz transformacji jednorodnej dla czystego obrotu wokół osi  $z_{i-1}$ ;

$P_{z(i-1)}$  – macierz transformacji jednorodnej dla czystego przemieszczenia wzdłuż osi  $z_{i-1}$ ;

$P_{x(i)}$  – macierz transformacji jednorodnej dla czystego przemieszczenia wzdłuż osi  $x_i$ ;

$Rot_{x(i)}$  – macierz transformacji jednorodna dla czystego obrotu wokół osi  $x_i$ .

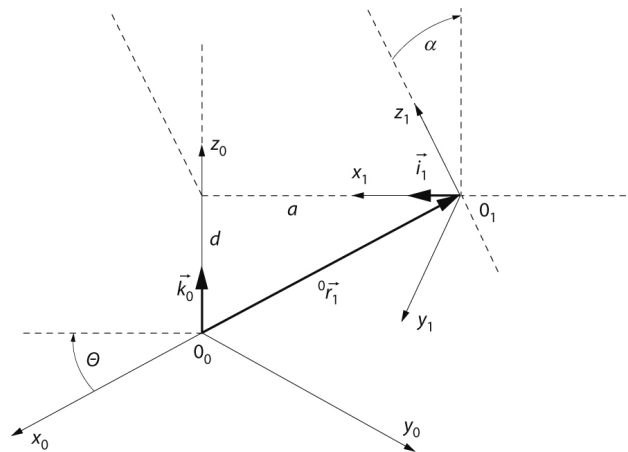
Po wymnożeniu (29) macierz transformacji jednorodnej przyjmuje postać:

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i \cdot \cos \alpha_i & -\sin \theta_i \cdot \sin \alpha_i & a_i \cdot \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i \cdot \cos \alpha_i & -\cos \theta_i \cdot \sin \alpha_i & a_i \cdot \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & s_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (30)$$

Aby można było jednoznacznie zdefiniować kierunki osi (wersory kierunkowe) układów: układy  $0_{i-1}$  oraz  $0_i$  charakteryzują się następującymi własnościami (rys. 13):

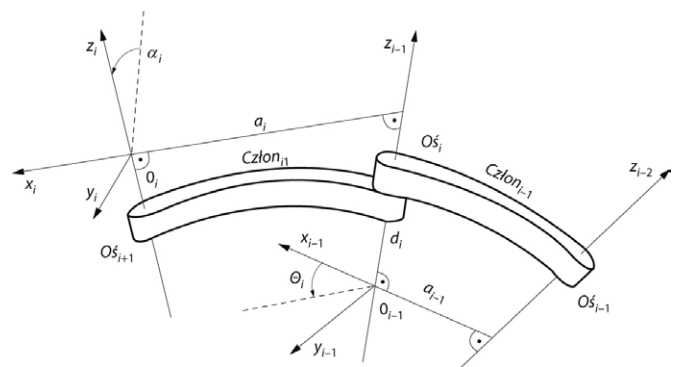
- oś  $x_i$  jest prostopadła do osi  $z_{i-1}$  – warunek  $D-H_1$
- oś  $x_i$  przecina oś  $z_{i-1}$  – warunek  $D-H_2$ .

Początek układu  $0_i$  nie musi leżeć na przegubie  $i$ . Poza tym istnieje wiele możliwości wyboru położenia układów (dwóch inżynierów może przypisać kolejne układy w różny sposób). W celu ustalenia  $i$ -tego układu niezbędne jest rozpatrzenie dwóch przypadków:



Rys. 13. Wzajemne położenie sąsiadujących ze sobą układów współrzędnych

(Źródło: opracowano na podstawie [I.22, I.23, I.27])



Rys. 14. Wzajemne położenie sąsiadujących ze sobą układów współrzędnych: osie  $z_{i-1}$ ,  $z_i$  nie leżą w jednej płaszczyźnie

(Źródło: na podstawie [I.22, I.23, I.27])

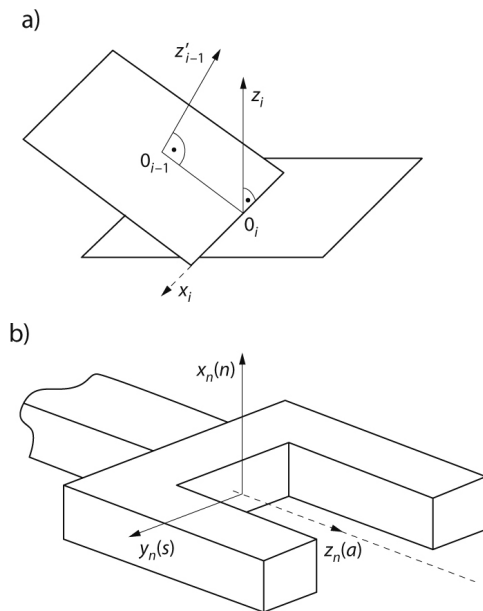
1. Osie  $z_{i-1}$ ,  $z_i$  nie leżą w jednej płaszczyźnie (rys. 14) – wówczas istnieje dokładnie jeden odcinek prostopadły do obu osi, który łączy obie osie i ma najmniejszą długość. Prosta zawierająca ten odcinek (prostopadłą do osi  $z_{i-1}$  i  $z_i$ ) należy obrócić za oś  $x_i$ , a punkt przecięcia z osią  $z_i$ , przyjmując za początek układu  $0_i$ . Oś  $y_i$  dobiera się tak, aby tworzyła z pozostałymi osiami układ prawoskrętny.
2. Osie  $z_{i-1}$ ,  $z_i$  leżą w jednej płaszczyźnie:
  - a) są równoległe – istnieje wówczas nieskończenie wiele wspólnych normalnych między nimi, dlatego przyjmuje się, że:
    - oś  $x_i$  jest prostopadła do  $z_{i-1}$ ;
    - wybrany na  $i$ -tym przegubie początek układu  $0_i$  spełnia warunek, że oś  $x_i$  przez niego przechodzi;
  - b) przecinają się – oś  $x_i$  jest skierowana prostopadłe do  $z_{i-1}$  oraz  $z_i$  i przyjmowana jest zgodnie z zasadą przedstawioną na rysunku 15 a (oś  $x_i$  jest normalna do płaszczyzny, na

której leżą osie  $z_{i-1}$  oraz  $z_i$ ). Można też przyjąć oś  $x_i$  jako prostopadłą do płaszczyzny wyznaczonej przez osie  $z_{i-1}$  i  $z_i$  na przecięciu się tych osi. Oś  $y_i$  dobiera się tak, aby tworzyła z pozostałymi osiami układ prawoskrętny.

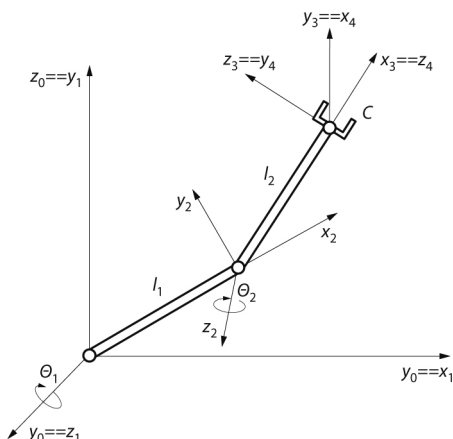
Układ współrzędnych związany z chwytakiem orientuje się oddzielnie (rys. 15 b):

- oś  $z_n$  określa kierunek zbliżania się chwytaka do obiektu (ang. *a-approach*);
- oś  $y_n$  leży w płaszczyźnie chwytania – wzdłuż tej osi poruszają się szczęki chwytaka (ang. *s-sliding*);
- oś  $x_n$  jest prostopadła do płaszczyzny wyznaczonej przez osie  $z_n$  i  $y_n$  i tworzy z nimi układ prawoskrętny (ang. *n-normal*).

Dla przykładu przedstawiono metodykę wyznaczania jednorodnej macierzy transformacji  ${}^0T_3$  manipulatora przedstawionego na rysunku 16 przy wykorzystaniu notacji D-H.



Rys. 15. Zasada przyjmowania osi układów: a) w osiach manipulatora; b) w chwytaku



Rys. 16. Widok manipulatora dwuramiennego

Zadanie można rozwiązać, opierając się na zasadach rozważania wcześniej przedstawionych układów manipulatorów. Wprowadzono cztery układy współrzędnych.

Położenie i orientację występujących w manipulatorze układów można zestawzić w tabeli 1.

Macierze transformacji jednorodnej mają następującą postać:

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & 0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & -\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & 0 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ 0 & \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) \cdot \cos(0) & \sin(\theta_1) \cdot \sin(0) & l_1 \cdot \cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) \cdot \cos(0) & -\cos(\theta_1) \cdot \sin(0) & l_1 \cdot \sin(\theta_1) \\ 0 & \sin(0) & \cos(0) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 & l_1 \cdot \cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 & l_1 \cdot \sin(\theta_1) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \sin(\theta_2) \cdot \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & l_2 \cdot \cos(\theta_2) \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\cos(\theta_2) \cdot \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & l_2 \cdot \sin(\theta_2) \\ 0 & \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2) & 0 & -\sin(\theta_2) & l_2 \cdot \cos(\theta_2) \\ \sin(\theta_2) & 0 & \cos(\theta_2) & l_2 \cdot \sin(\theta_2) \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^3T_4 = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & 0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & -\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & 0 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ 0 & \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Macierz transformacji jednorodnej  ${}^0T_4$  można wyznaczyć z równania:

$${}^0T_4 = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 \cdot {}^2T_3 \cdot {}^3T_4$$



Tabela 1. Położenie i orientacja układów występujących w manipulatorze

Przekształcenie	$\theta_i$	$s_i$	$a_i$	$\alpha_i$
Zorientowanie układów współrzędnych związanych z członami manipulatora				
$0 \Rightarrow 1$	$\frac{\pi}{2}$	0	0	$\frac{\pi}{2}$
$1 \Rightarrow 2$	$\theta_1$	0	$l_1$	0
$2 \Rightarrow 3$	$\theta_2$	0	$l_2$	$-\frac{\pi}{2}$
Zorientowanie układu współrzędnych związanego z chwytakiem				
$3 \Rightarrow 4$	$\frac{\pi}{2}$	0	0	$\frac{\pi}{2}$

W przypadku fizycznego stanowiska zrobotyzowanego wyznaczenie położenia poszczególnych układów współrzędnych względem układu bazowego realizowane jest zgodnie z instrukcjami dostarczonymi przez producenta. Położenie układów WORLD i BASE standardowo umieszczone jest w tym samym miejscu u podstawy robota. Układ WORLD można oczywiście przemieścić, o ile wymaga tego konstrukcja stanowiska i potrzeba ustawienia robota względem punktu odniesienia na stanowisku. Położenie układu interfejsu mechanicznego (Def\_TPC) jest zdefiniowane przez producenta, ale pozostałe układy współrzędnych, wykorzystywane podczas

programowania robotów, powinny być zdefiniowane przez użytkownika.

Należy zauważyć, że niezależnie od postawionego zadania, każdy program sterujący robotem odpowiada za przemieszczanie narzędzia, jakim operuje robot, zgodnie z wymaganą w danym procesie technologicznym trajektorią. Trajektorja ta stanowi zaś zbiór punktów wytyczonych przez punkt TCP narzędzia w funkcji czasu względem aktywnego układu współrzędnych (zakładając, że robot będzie poruszał się w układzie współrzędnych zadania TF, będą to punkty  ${}^{TF}P[i]_{TCP\_Tool}$ . W zależności od wybranego typu ruchu punkty pośrednie będą interpolowane liniowo, kołowo lub nie będą wyznaczane przez kontroler robota. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem: [nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki: *Programowanie robotów przemysłowych* W. Kaczmarek, J. Panasiuk, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

reklama



## Międzynarodowe Targi Energetyki EXPOPOWER

# 7-9.05.2019



Międzynarodowe  
Targi Poznańskie

ORGANIZATOR  
**mtp**  
GRUPA

### Targi EXPOPOWER to:

- prezentacja produktów i usług liderów branży energetycznej
- pokazy prac na liniach wysokiego i średniego napięcia
- liczne konferencje tematyczne
- udział kadry zarządzającej i specjalistów z firm energetycznych
- przyjazd na targi zorganizowanych grup branży energetycznej

Partner strategiczny:



**ZAPRASZAMY DO  
WSPÓLPRACY**

**ZAPYTAJ  
O OFERTĘ!**

**Witold Lipiński**  
tel. +48 61 869 21 20  
mobile: +48 693 560 157  
[witold.lipinski@grupamtp.pl](mailto:witold.lipinski@grupamtp.pl)

[www.expopower.pl](http://www.expopower.pl)

# Badania maszyny reluktancyjnej przełączalnej, przeznaczonej do napędu lekkiego pojazdu elektrycznego

Piotr Bogusz, Mariusz Korkosz, Jan Prokop

## 1. Wstęp

Do napędu lekkich pojazdów elektrycznych przez długi czas stosowano silniki komutatorowe szeregowe i obcowzbudne prądu stałego. Jednak ze względu na stosunkowo niską sprawność, wysoką awaryjność oraz konieczność częstych przeglądów maszyny tego typu są zastępowane maszynami bezkomutatorowymi z magnesami trwałymi typu PMSM (ang. *Permanent Magnet Synchronous Machines*) i BLDCM (ang. *Brushless DC Machines*) oraz indukcyjnymi (ang. *Induction Machines*) i reluktancyjnymi przełączalnymi (ang. *Switched Reluctance Machines* – SRM). Najkorzystniejsze parametry eksploatacyjne uzyskuje się, stosując napędy z maszynami typu PMSM i BLDC. Maszyny tego typu posiadają bardzo wysoką sprawność oraz małe gabaryty wynikające z zastosowania wysokoenergetycznych magnesów trwałych. Ich wadą jest wysoka cena oraz postępująca z czasem degradacja magnesów, wynikająca z procesu starzenia. W maszynach z magnesami trwałymi istnieje ryzyko rozmagnesowania się magnesów pod wpływem zbyt silnego pola pochodzącego od uzwojeń stojana. Drugą grupą maszyn stosowanych do napędu pojazdów elektrycznych są maszyny indukcyjne, które posiadają gorsze parametry eksploatacyjne niż maszyny bezkomutatorowe z magnesami trwałymi, ale są tańsze w produkcji. Kolejną grupą maszyn bezkomutatorowych, braną pod kątem stosowania do napędu pojazdów elektrycznych, są maszyny reluktancyjne przełączalne. Maszyny te posiadają bardzo prostą konstrukcję i są tanie w produkcji. Jednak wadą ich są duże pulsacje momentu i głośna praca [1].

Celem niniejszej pracy jest prezentacja wyników badań laboratoryjnych czteropasmowej maszyny reluktancyjnej przełączalnej o konfiguracji 8/6, zaprojektowanej w Zakładzie Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych Politechniki Rzeszowskiej.

## 2. Obiekt badań

Obiektem badań jest czteropasmowa maszyna reluktancyjna przełączalna o konfiguracji 8/6. Przekrój poprzeczny maszyny przedstawiono na rysunku 1, a podstawowe parametry zestawiono w tabeli 1. Wyniki badań symulacyjnych prowadzonych na etapie projektu maszyny przedstawiono w pracy [2].

Zaprojektowaną maszynę SRM wykonano, a jej widok przedstawiono na rysunku 2.

## 3. Stanowisko badawcze

Do badania wykonanego prototypu maszyny SRM zaprojektowano i wykonano stanowisko badawcze, którego szczegółowy

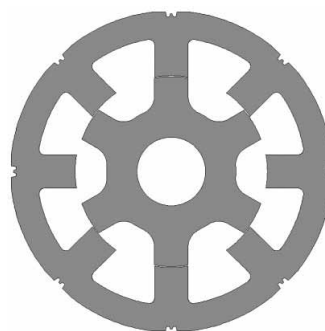
**Streszczenie:** W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych napędu z prototypową maszyną reluktancyjną przełączalną o konfiguracji 8/6, przeznaczoną do napędu lekkiego pojazdu elektrycznego. Badania zrealizowano na specjalnie zaprojektowanym i wykonanym stanowisku badawczym. W ramach prac badawczych dla pracy silnikowej i podstawowych metod sterowania maszyny SRM wyznaczono charakterystyki mechaniczne oraz sprawności.

Słowa kluczowe: maszyna reluktancyjna przełączalna, pojazd elektryczny, badania laboratoryjne

### 🇬🇧 STUDIES OF SWITCHED RELUCTANCE MACHINE FOR LIGHTWEIGHT ELECTRIC VEHICLE

**Abstract:** In the paper, the results of laboratory studies of drive with the prototype 8/6 switched reluctance machine for light-weight electric vehicle were presented. The studies were carried out on the designed and realized laboratory stand. The mechanical and efficiency characteristics of switched reluctance machine under classic control methods for motoring operation were determined.

Keywords: switched reluctance machine, electric vehicle, laboratory tests



Rys. 1. Przekrój poprzeczny czteropasmowej maszyny SRM o konfiguracji 8/6

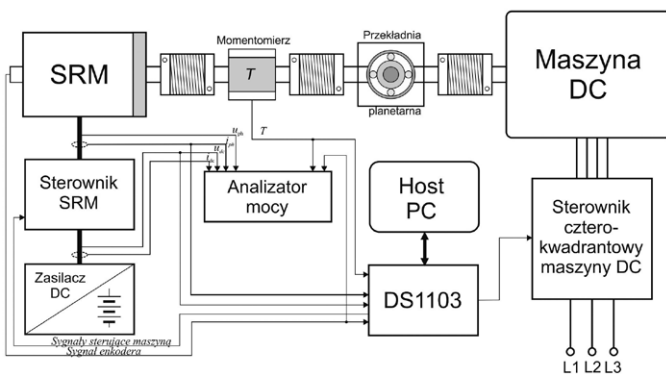
opis przedstawiono w pracy [3]. Schemat blokowy stanowiska przedstawiono na rysunku 3. Stanowisko to posiada możliwość badania maszyn SRM zarówno przy pracy silnikowej, jak i generatorowej. Ponadto, przy jego niewielkiej modyfikacji, istnieje możliwość testowania stanów dynamicznych maszyny niezależnie od stanu naładowania akumulatorów. Jest to bardzo istotna właściwość, bo cena akumulatorów jest wysoka, a ich trwałość ograniczona.

Tabela 1. Podstawowe parametry maszyny SRM

Liczba pasm $N$	4
Liczba biegunów stojana $N_s$	8
Liczba zębów wirnika $N_r$	6
Średnica zewnętrzna stojana $d_{se}$ [mm]	169
Grubość szczeliny powietrznej $\delta$ [mm]	0,5
Kąt bieguna stojana $\beta_s$ [°]	20
Kąt zęba wirnika $\beta_r$ [°]	20,5
Napięcie znamionowe [V]	48
Moc znamionowa [kW]	3,3

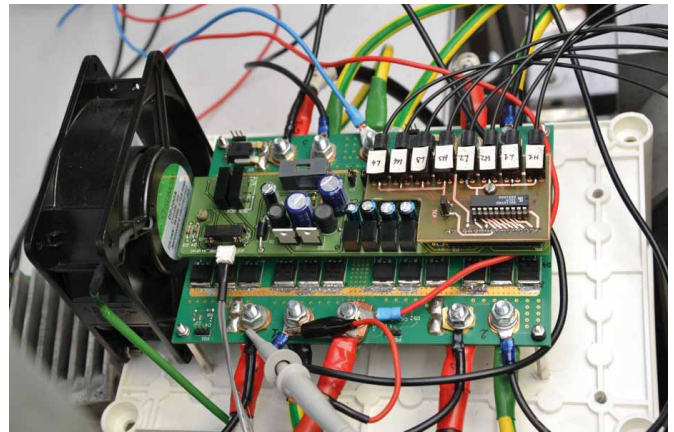


Rys. 2. Widok czteropasmowej maszyny SRM o konfiguracji 8/6



Rys. 3. Schemat blokowy stanowiska badawczego

Do sterowania czteropasmowej maszyny reluktancyjnej przełączalnej zastosowano klasyczny półmostek typu H [1], w którym na jedno pasmo przypadają dwa tranzystory i dwie diody. Taka topologia układu zasilania umożliwi w pełni zastosowanie sterowania czterokwadrantowego maszyny SRM. Widok zaprojektowanego i wykonanego przez autorów sterownika przedstawiono na rysunku 4. Układ mocy przeznaczony do zasilania maszyny SRM wyposażono w interfejs pozwalający



Rys. 4. Prototypowy układ sterowania czteropasmowej maszyny SRM

na sterowanie zarówno z karty prototypującej DS1103, jak również z autonomicznego modułu procesora sygnałowego. Płytkę modułu mocy zaprojektowano tak, aby dobrze odprowadzała ciepło wydzielane na tranzystorach i diodach, dzięki czemu nie ma konieczności stosowania radiatorów.

Jednak w przypadku pracy maszyny z pełną mocą, płytka wymaga chłodzenia wymuszonego.

## 4. Wyniki badań laboratoryjnych

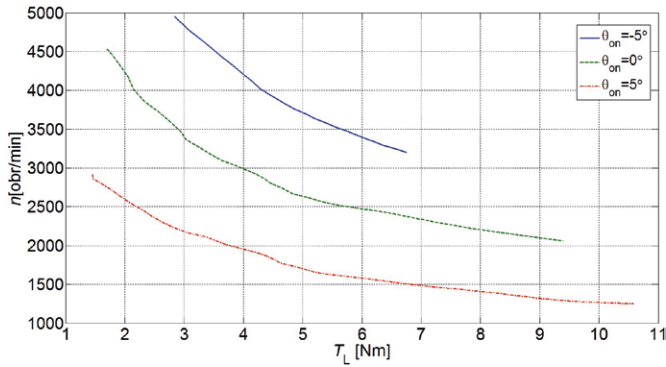
### 4.1. Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych

#### Badania przy zasilaniu napięciem $U_{dc} = 36$ V

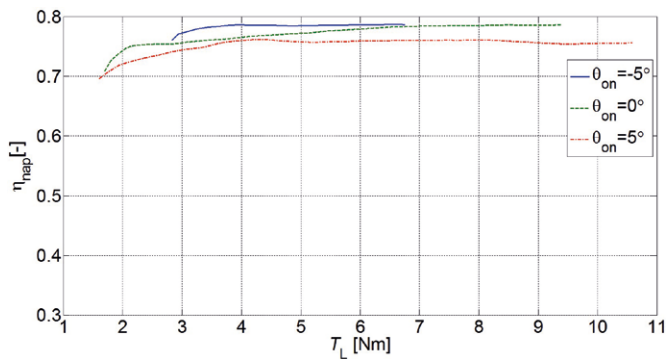
Rejestrację charakterystyk naturalnych maszyny SRM 8/6 w szerokim zakresie obciążenia przeprowadzono przy obniżonym napięciu zasilającym ( $U_{dc} = 36$  V) i sterowaniu jednopulsowym. Wynikało to z ograniczeń stanowiska badawczego, którego dopuszczalna prędkość wynosiła  $n_{gr} = 5000$  obr./min. Prędkość ta była podyktowana ograniczeniami zarówno przekładni planetarnej, jak i maszyny obciążającej. Ponieważ silnik SRM posiada charakterystykę mechaniczną zbliżoną do silnika szeregowego DC, niewielka zmiana obciążenia powoduje znaczące zmiany prędkości obrotowej. W związku z powyższym zastosowano zabezpieczenie programowe, które przy wzroście prędkości powyżej 5000 obr./min obniża napięcie zasilające badanej maszyny. Ze względu na bezpieczeństwo sterownika maszyny oraz zasilacza DC podczas pomiarów wprowadzono ograniczenia wartości maksymalnej prądu pasmowego do  $I_{phmax} = 130$  A, a prądu źródła do  $I_{dcmax} = 110$  A.

Na rysunku 5 przedstawiono rodzinę charakterystyk mechanicznych  $n = f(T_L)$ , zarejestrowanych przy napięciu zasilającym  $U_{dc} = 36$  V dla kąta zasilania  $\theta_{dwell} = 20^\circ$  i kątów załączenia  $\theta_{on} = [-5^\circ, 0, 5^\circ]$  przy sterowaniu jednopulsowym. Jednocześnie na podstawie wykonanych pomiarów wyznaczono charakterystyki sprawności dla poszczególnych kątów załączenia, które przedstawiono na rysunku 6.

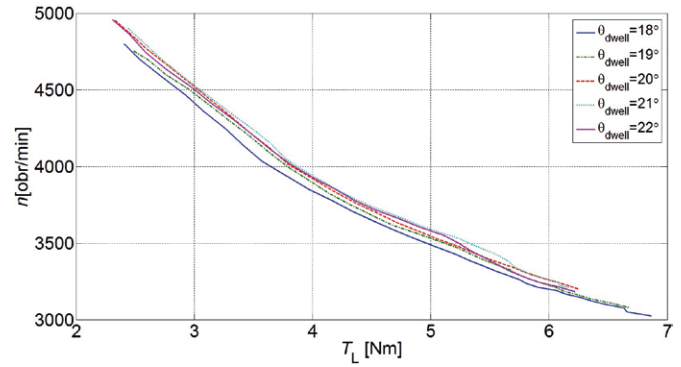
Z przedstawionych na rysunku 5 charakterystyk wynika, że zwiększenie wyprzedzenia załączenia uzwojenia zwiększa moment elektromagnetyczny wytwarzany przez silnik, co



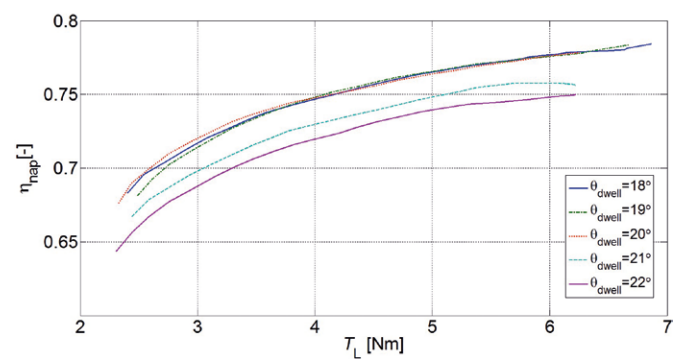
Rys. 5. Charakterystyki mechaniczne wyznaczone przy  $U_{dc} = 36\text{ V}$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$  i  $\theta_{on} = [-5^\circ, 0, 5^\circ]$



Rys. 6. Sprawność napędu SRM wyznaczone przy  $U_{dc} = 36\text{ V}$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$  i  $\theta_{on} = [-5^\circ, 0, 5^\circ]$



Rys. 7. Charakterystyki mechaniczne czteropasmowej maszyny SRM 8/6 dla różnych przedziałów zasilania  $\theta_{dwell}$  i kąta załączenia rownego  $\theta_{on} = -5^\circ$ ,  $U_{dc} = 36\text{ V}$



Rys. 8. Charakterystyki sprawności czteropasmowej maszyny SRM 8/6 dla różnych przedziałów zasilania  $\theta_{dwell}$  i kąta załączenia rownego  $\theta_{on} = -5^\circ$ ,  $U_{dc} = 36\text{ V}$

wpływa na wzrost prędkości. Sprawność napędu dla badanych przypadków była najwyższa przy kącie załączenia  $\theta_{on} = -5^\circ$ . Drugim parametrem sterującym, który testowano, był kąt przedziału zasilania ( $\theta_{dwell}$ ).

Na rysunku 7 przedstawiono rodzinę charakterystyk mechanicznych silnika SRM wyznaczonych przy stałym kącie załączenia ( $\theta_{on} = -5^\circ$ ) i różnych przedziałach zasilania mieszczących się w przedziale od  $18^\circ$  do  $22^\circ$ . Z rysunku tego wynika, że zmiana przedziału zasilania nie wpływa zasadniczo na zmianę wytwarzanego przez silnik momentu, ale wpływa istotnie na jego sprawność, co można zauważyć, obserwując charakterystyki sprawności zamieszczone na rysunku 8.

Jak wynika z rysunku 8, zwiększenie przedziału zasilania powyżej  $20^\circ$  powoduje znaczące obniżenie się sprawności napędu.

#### Badania przy zasilaniu napięciem $U_{dc} = 48\text{ V}$

Na rysunkach 9 i 10 przedstawiono odpowiednio charakterystyki mechaniczne oraz sprawności napędu wykonane przy zasilaniu napięciem znamionowym ( $U_{dc} = 48\text{ V}$ ) dla następujących przypadków parametrów sterowania:

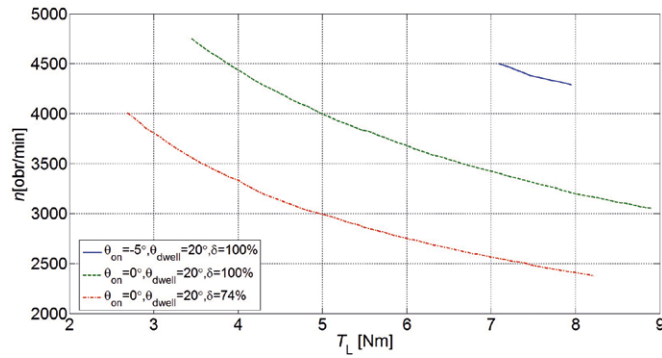
- $\theta_{on} = -5^\circ$ ,  $\delta = 100\%$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$ ;
- $\theta_{on} = 0^\circ$ ,  $\delta = 100\%$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$ ;
- $\theta_{on} = 0^\circ$ ,  $\delta = 74\%$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$ ;

przy czym  $\delta$  jest współczynnikiem wypełnienia sygnału PWM (ang. *Pulse Width Modulation*) sterującego tranzystorami układu zasilania. Niestety ze względu na ograniczenia prędkościowe stanowiska badawczego oraz dopuszczalny prąd zasilacza pomiary dla pierwszego przypadku przeprowadzono w niewielkim zakresie zmian momentu obciążenia. Pozostałe przypadki wyznaczono w znacznie szerszym zakresie zmian momentu obciążenia.

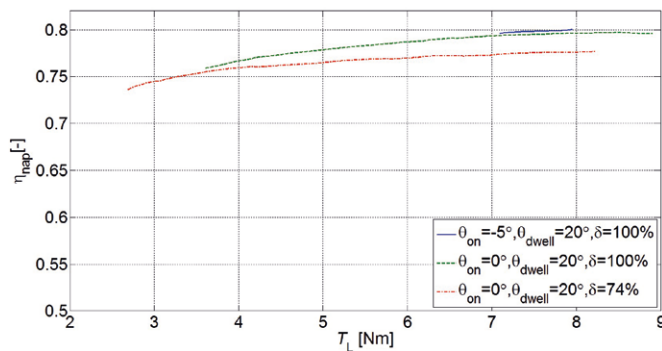
Jak wynika z przedstawionych rysunków, sprawność napędu osiągnęła 80% przy kącie załączenia  $\theta_{on} = -5^\circ$  i współczynniku wypełnienia  $\delta = 100\%$ . Znaczne obniżenie sprawności napędu jest zauważalne w przypadku, gdy współczynnik wypełnienia wynosił  $\delta = 74\%$ , co jest zrozumiałe ze względu na wzrost strat w układzie przekształtnikowym.

#### 4.2. Rejestracja przebiegów prądów i napięć

Podczas badań napędu zarejestrowano również przebiegi prądów pasmowych ( $i_{ph}$ ) prądu źródła ( $i_{dc}$ ) oraz napięcia



Rys. 9. Charakterystyki mechaniczne SRM wyznaczone przy napięciu  $U_{dc} = 48\text{ V}$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$ , dla przypadków, gdy:  $\theta_{on} = -5^\circ$ ,  $\theta_{on} = 0^\circ$  i  $\delta = 100\%$  oraz  $\theta_{on} = 0^\circ$  i  $\delta = 74\%$



Rys. 10. Charakterystyki sprawności SRM wyznaczone przy napięciu  $U_{dc} = 48\text{ V}$ ,  $\theta_{dwell} = 20^\circ$ , dla przypadków, gdy:  $\theta_{on} = -5^\circ$ ,  $\theta_{on} = 0^\circ$  i  $\delta = 100\%$  oraz  $\theta_{on} = 0^\circ$  i  $\delta = 74\%$

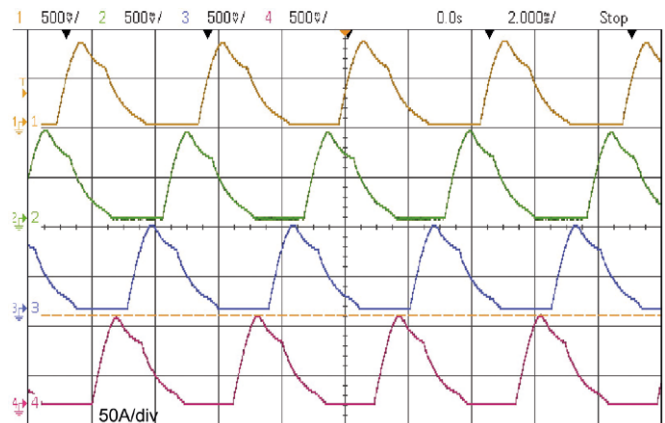
pasmowego ( $u_{ph}$ ). Na rysunku 11 przedstawiono oscylogram prądów pasmowych badanej maszyny zarejestrowany przy prędkości  $n = 2250\text{ obr./min}$  przy sterowaniu jednopulsowym.

Na rysunku 12 przedstawiono oscylogram prądu źródła ( $i_{dc}$ ), prądu pasmowego ( $i_{ph}$ ) oraz napięcia pasmowego ( $u_{ph}$ ) dla sterowania jednopulsowego zarejestrowany przy prędkości  $n = 1890\text{ obr./min}$ .

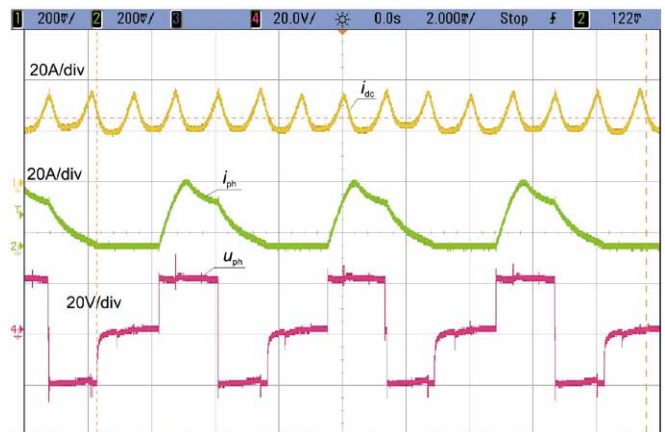
Na rysunku 13 przedstawiono oscylogram prądu źródła ( $i_{dc}$ ), prądu pasmowego ( $i_{ph}$ ) oraz napięcia pasmowego ( $u_{ph}$ ) dla sterowania PWM zarejestrowany przy prędkości  $n = 1750\text{ obr./min}$ . Na rysunkach 12 i 13 można zauważyć znaczne pulsacje prądu źródła ( $i_{dc}$ ), co jest zjawiskiem niepożądanym.

## 5. Podsumowanie

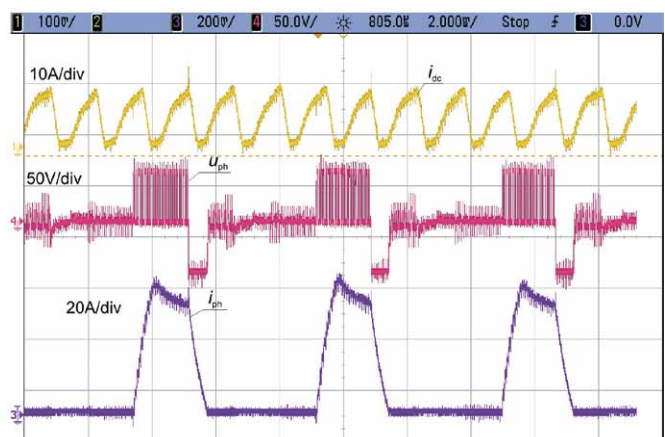
W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych maszyny SRM o konfiguracji 8/6, przeznaczonej do napędu lekkiego pojazdu elektrycznego zaprojektowanej i wykonanej w Zakładzie Elektrodynamiki i Układów Elektromaszynowych Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Badania przeprowadzono na stanowisku umożliwiającym realizację badań maszyn elektrycznych w stanach



Rys. 11. Oscylogram prądów pasmowych ( $i_{ph}$ ) badanej maszyny SRM zarejestrowany przy prędkości  $n = 2250\text{ obr./min}$



Rys. 12. Oscylogram prądu źródła ( $i_{dc}$ ), prądu pasmowego ( $i_{ph}$ ) oraz napięcia pasmowego ( $u_{ph}$ ) zarejestrowany przy prędkości  $n = 1890\text{ obr./min}$  dla sterowania jednopulsowego




Rys. 13. Oscylogram prądu źródła ( $i_{dc}$ ), prądu pasmowego ( $i_{ph}$ ) oraz napięcia pasmowego ( $u_{ph}$ ) zarejestrowany dla sterowania PWM  $\delta = 50\%$ , przy prędkości  $n = 1750\text{ obr./min}$

statycznych i dynamicznych. W ramach prowadzonych prac wyznaczono charakterystyki mechaniczne oraz sprawności badanego napędu w stanach statycznych dla pracy silnikowej. Zarejestrowano również oscylogramy prądów i napięć dla podstawowych metod sterowania maszyny SRM. Obserwując wyniki badań, widać, że najwyższą sprawność napęd uzyskał przy kącie załączenia równym  $\theta_{on} = -5^\circ$  i napięciu zasilającym  $U_{dc} = 48$  V. Przejście sterownika w tryb PWM powoduje znaczące ograniczenie sprawności.

### Literatura

- [1] KRISHNAN R.: *Switched Reluctance Motor Drives: Modeling, Simulation, Analysis, Design, and Applications*. CRC Press 2001.
- [2] BOGUSZ P.: *Projekt i realizacja stanowiska do badań napędów dla lekkich pojazdów elektrycznych*. „Przegląd Elektrotechniczny” 1/2014.

- [3] BOGUSZ P., KORKOSZ M., PROKOP J.: *Projekt silnika reluktancyjnego przełączalnego 8/6, przeznaczonego do napędu małego mobilnego pojazdu elektrycznego*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, nr 66, 2012.

 dr inż. Piotr Bogusz, pbogu@prz.edu.pl  
dr hab. inż. Mariusz Korkosz, mkosz@prz.edu.pl  
dr hab. inż. Jan Prokop, jprokop@prz.edu.pl  
Politechnika Rzeszowska  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki

artykuł recenzowany

### WYDARZENIA

#### ● Pracownicy Rittal z Haiger gotowi na Przemysł 4.0

Według popularnego przesądu digitalizacja w kontekście miejsc pracy nie jest korzystna. Co cyfryzacja tak naprawdę oznacza dla pracowników przedsiębiorstwa, które przechodzi na nowe systemy i całkowicie zmienia proces produkcji? To zależy od wartości firmy. Dla zarządu Rittal sprawa jest jasna: nawet w aspekcie automatyzacji przedsiębiorstwa i tak zawsze najważniejsi pozostają ludzie. Dlatego przedsiębiorstwo inwestuje w ofertę kształcenia i doskonalenia zawodowego dla swoich pracowników.

Jak w przyszłości będzie wyglądała praca? Czy w dalszej perspektywie stanie się pełna robotów zdolnych do samodzielnej produkcji, myślenia, a nawet nauki? Automatyzacja i cyfryzacja zmierzają w tym kierunku. W zakładzie Rittal w Haiger pracuje już ponad 100 maszyn *high-tech* do produkcji szaf sterowniczych. Zdaniem zarządu firmy w przypadku automatyzacji znacznie większe znaczenie zaczynają mieć ludzie. Dlaczego? Ponieważ procesy produkcyjne każdej maszyny muszą być kontrolowane i stale ulepszone. Wymagają one stałego nadzoru – szczególnie w celu zapewnienia terminowości i dokładności produkcji. Tu nie ma miejsca na żadne usterki. Jeśli jednak mimo kontroli się pojawią, muszą zostać szybko usunięte.

Eksperti Loh Academy – ośrodka edukacji firmy Rittal – wiedzą, że połączone w sieć procesy, cyfrowe procedury i oprogramowanie narzędziowe nie dla wszystkich pracowników Rittal były do tej pory codziennością. Dlatego przygotowali liczne seminaria, warsztaty i szkolenia doskonalące z zakresu digitalizacji.

– Pracownicy uczą się, w jaki sposób człowiek, maszyna i cyfrowe procesy współgrają ze sobą w nowoczesnej produkcji. Dowiadują się również, że sami są niezbędnym ogniwem tej współpracy – twierdzi Gero Düweke, kierownik projektu podnoszenia kwalifikacji w zakładzie w Haiger.

– Gotowość do zmian jest jednym z kluczowych elementów w naszej firmie. Chcemy, aby nasi pracownicy myśleli w ten

sposób i stale podnosili swoje kwalifikacje. Wiele cyfrowych rozwiązań znamy z życia prywatnego i są one dla nas oczywiste. Obecnie także w życiu zawodowym można bazować na tych doświadczeniach – dodaje.

Dla uczestników kursów w Haiger przewidziano różnorodne moduły szkoleniowe – od krótkich jednostek lekcyjnych aż po wielodniowe szkolenia. A potem? W przyszłości pracownicy Rittal nie będą musieli ręcznie ingerować w proces produkcji każdego elementu.

Źródło: Rittal

#### ● Polska elektromobilność podbija elitarne motorowodne wyścigi łodzi F1H2O

Gdy Formuła E w klasie wyścigów samochodowych rozpoczęła swój piąty (!) sezon w grudniu 2018 roku z udziałem wielkich, znanych producentów samochodów, takich jak Porsche, BMW i Mercedes-Benz na pokładzie, stało się oczywiste, że inauguracja każdej serii wyścigowej w klasie pojazdów elektrycznych nie jest melodią przyszłości, ale naszą rzeczywistością.

Od 2008 roku jesteśmy jednym ze światowych liderów elektromobilności i po niemal 11 latach na rynku jesteśmy przekonani, że teraz nastał dla nas najlepszy czas. Startuje pierwsza światowa seria wyścigów motorowodnych, równie widowiskowych i spektakularnych, jak F1 H2O, ale przyjaznych środowisku – E1 H2O! Cała energia zużywana w zawodach będzie pochodzić z odnawialnych źródeł energii. Dynamikę projektu tworzą jednak ludzie, a mobilność elektryczna podbija serca i staje się pasją wybitnych osobowości. Chęć udziału w projekcie zadeklarował pierwszy i jedyny Polak w najbardziej elitarniej klasie wyścigów motorowodnych F1H2O, Bartłomiej Marszałek. Obecnie trwają rozmowy definiujące zakres udziału polskiego zawodnika w projekcie.

Źródło: Media Forum Sp. z o.o.

# Analiza wydajności różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole

Bartłomiej Będkowski, Jerzy Madej

## 1. Wstęp

Wraz ze wzrostem zainteresowania samochodami elektrycznymi rozwijane są różne kierunki związane z napędami elektrycznymi samochodów [14]. W ostatnim czasie jednym z najbardziej rozpoznawalnych nurtów w dziedzinie trakcyjnych silników elektrycznych są silniki do zabudowy w piśmie pojazdu. Rozwiązanie to nie jest nowe, po raz pierwszy wykorzystał je, na początku XX wieku, Ferdinand Porsche do stworzenia pierwszego na świecie samochodu hybrydowego. Obecnie wraz z rozwojem elektromobilności idea umieszczenia silników w kołach jest ponownie rozwijana. Silniki tego typu mogą być szeroko stosowane w przemyśle pojazdów elektrycznych dla różnych zastosowań – od małych samochodów miejskich, przez samochody osobowe i rodzinne, po samochody dostawcze i autobusy.

Institut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL podjął prace badawcze i projektowe, które pozwolą na świadczenie usług związanych z projektowaniem i produkcją tego typu silników dla różnego rodzaju pojazdów.

Niniejszy artykuł charakteryzuje część prac związanych z analizą konstrukcji tego typu silników pod względem możliwości efektywnego odbioru ciepła, co umożliwi uzyskanie jak najlepszych parametrów napędowych silnika przy zachowaniu jak najmniejszej jego masy.

## 2. Konstrukcja prototypu silnika

W instytucie KOMEL został opracowany prototyp silnika do zabudowy w kole (rys. 1). Wymiary silnika zostały tak dobrane, aby istniała możliwość jego zabudowy w pojeździe przy zachowaniu istniejącego łożyskowania i układu hamulcowego. Silnik prototypowy bazuje na łożyskowaniu i układzie hamulcowym pochodzącym z nowego Fiata Pandi III, natomiast gabaryt zewnętrzny został ograniczony wymiarami felgi o rozmiarze 17 cali (rys. 2). Silnik składa się z dwóch głównych elementów: wirnika i stojana. Źródłem ciepła w tego typu maszynie są straty w wirniku oraz w stojanie (uzwojenie, rdzeń). Znaczną część strat stanowią straty w stojanie. Żeby zapewnić odpowiedni odbiór ciepła z tego elementu, w konstrukcji nośnej stojana wykonano płaszcz wodny, a pustą przestrzeń między nim a uzwojeniem wypełniono żywicą termoprzewodzącą (rys. 3).

## 3. Model obliczeniowy CFD

W celu oceny wydajności układu chłodzenia przeprowadzono analizę opartą na metodzie elementów skończonych (FEM) oraz na komputerowej analizie dynamiki płynów (CFD),

**Streszczenie:** Praca prezentuje analizę wydajności różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia silnika do zabudowy w kole pojazdu. Analiza została przeprowadzona na przygotowanych przestrzennych modelach obliczeniowych z wykorzystaniem narzędzia do obliczeń CFD. W wyniku przeprowadzonych badań symulacyjnych określono maksymalną temperaturę silnika dla różnych rozwiązań konstrukcji nośnej stojana oraz dla różnych kształtów kanału płaszczki wodnej. Analizy dokonano dla stanu ustalonego przy stałych stratach, odpowiadających pracy S1 silnika, oraz przy stałym przepływie medium chłodzącego. Obliczenia przeprowadzono, budując osobne modele dyskretne dla każdego analizowanego przypadku.

Przeprowadzone badania symulacyjne pokazały, w jaki sposób dane zmiany konstrukcyjne wpływają na efektywność układu chłodzenia i posłużą do doskonalenia prototypu silnika do zabudowy w kole pojazdu.

Słowa kluczowe: MES, CFD, obliczenia cieplne, układ chłodzenia, silnik w kole, napęd elektryczny

## THE EFFICIENCY ANALYSIS OF VARIOUS STRUCTURAL SOLUTIONS OF THE WHEEL MOTOR COOLING SYSTEM

**Abstract:** The analysis of the performance of various structural solutions of the cooling system for the in wheel car motor is presented in the work. The analysis was conducted on the prepared spatial calculation models using the CFD software. The maximum motor temperature for various solutions of the stator support structure and for different shapes of the water jacket channel was determined as a result of simulation. The analysis for a steady state with constant losses corresponding to the S1 motor operation point and the constant flow of the cooling medium was carried out. The calculations were made by building separate discrete models for each analyzed case.

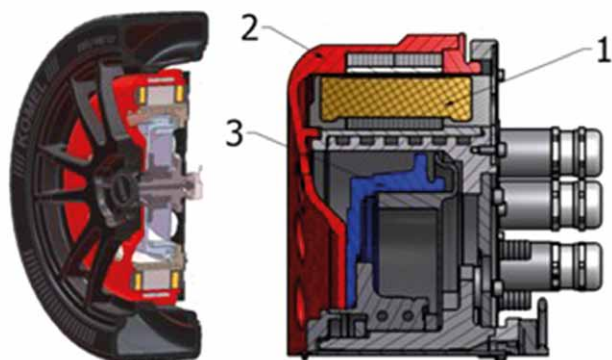
The information how the structural changes affect the efficiency of the cooling system and how to improve the prototype of the in wheel car motor was given as a result of conducted thermal simulations.

Keywords: FEM, CFD, thermal calculations, cooling system, wheel motor, electric drive

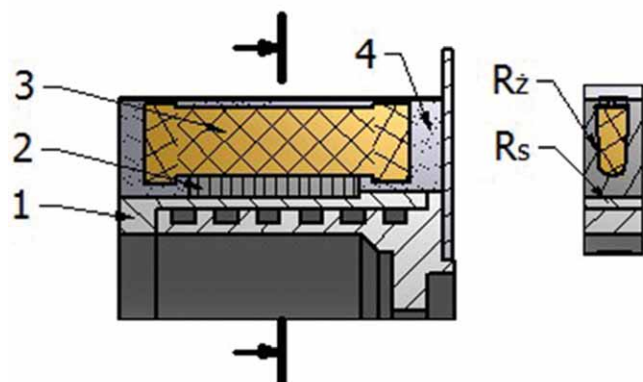
która jest wolniejsza od innych metod, takich jak np. schematy cieplne, i wymaga dużej mocy obliczeniowej, ale jej dużą zaletą



**Rys. 1.** Wykonany prototyp silnika do zabudowy w kole



**Rys. 2.** Konstrukcja prototypowego silnika: 1 - stojan; 2 - wirnik; 3 - oryginalna piasta z układem hamulcowym samochodu



**Rys. 3.** Model obliczeniowy stojana silnika:  
1 - element nośny stojana z płaszczem wodnym; 2 - rdzeń stojana;  
3 - uzwojenie; 4 - żywica termoprzewodząca; Rz - zastępcza rezystancja cieplna izolacji żłobkowej; Rs - rezystancja cieplna między płaszczem a rdzeniem stojana

jest to, że pozwala analizować urządzenia o dowolnej geometrii przy zastosowaniu dowolnych systemów chłodzenia. Jedynym ograniczeniem metody są możliwości obliczeniowe sprzętu komputerowego [1, 3, 5, 6, 7, 9, 10].

W celu przeprowadzenia analizy termicznej, w oparciu o metodę elementów skończonych, opracowano uproszony, trójwymiarowy model stojana silnika (rys. 3).

Model został tak przygotowany, aby uprościć geometrię, która nie ma wpływu na wydajność systemu chłodzenia i stan termiczny maszyny. Zastosowany model obejmuje: aluminiowy element nośny z płaszczem wodnym (1), uproszczony rdzeń stojana (2), uproszczony model uzwojenia (3), żywicę termoprzewodzącą wypełniającą przestrzeń pomiędzy uzwojeniem a konstrukcją nośną (4).

W programie do analizy CFD model (rys. 4) został dodatkowo uzupełniony o medium chłodzące w kanałach płaszcza wodnego. Założono także parametry zastępcze rezystancji cieplnych:  $R_s$  - rezystancji cieplnej odpowiadającej wciskowi pomiędzy rdzeniem a konstrukcją płaszcza wodnego,  $R_z$  - rezystancji cieplnej odpowiadającej izolacji żłobkowej. Następnie model poddany został dyskretyzacji. Model dyskretny prezentuje rys. 5.



**Rys. 4.** Model obliczeniowy 3D z ustalonymi parametrami materiałowymi



**Rys. 5.** Model dyskretny



Wszystkie modele i obliczenia wykonano w programach Autodesk Inventor i Autodesk Simulation CFD.

#### 4. Analiza różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia

Biorąc pod uwagę możliwości wykonania stojana, przeanalizowano różne warianty jego konstrukcji. W analizie uwzględniono zarówno kształt samej konstrukcji nośnej stojana, jak również kanału płaszcz wodnego. Dla każdego wariantu utworzono odpowiedni model obliczeniowy uwzględniający wprowadzone zmiany.

##### 4.1. Analizowane układy chłodzenia

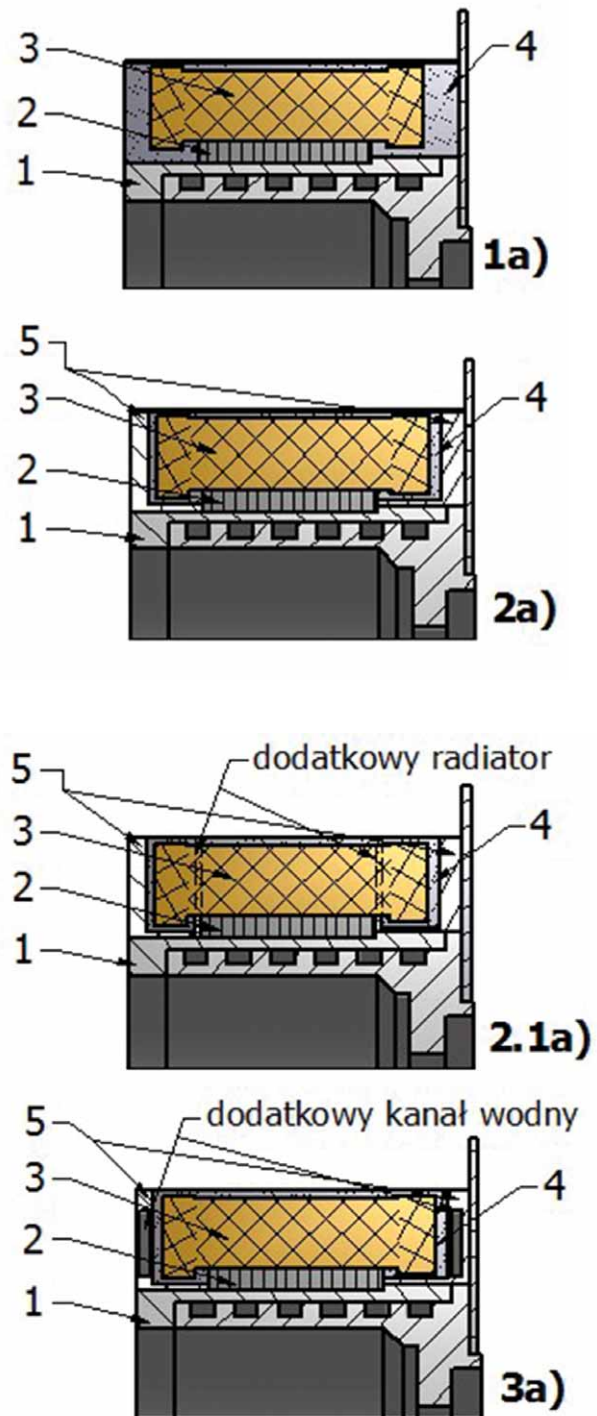
Na rys. 6 przedstawiono modele obliczeniowe analizowanych konstrukcji nośnych stojana. Model 1a charakteryzuje się cylindryczną konstrukcją nośną z płaszczem wodnym, na której osadzony jest pakiet stojana uzwojony. Przerznięcie między czołami uzwojenia a konstrukcją nośną wypełniona jest termoprzewodzącą żywicą. W tej technologii wykonany został prototyp silnika. W modelu 2a dołożono 2 radiatory w kształcie litery L, zastępując częściowo przestrzeń pierwotnie wypełnioną przez żywicę. Rozwiązanie to ma na celu usprawnienie transportu ciepła pomiędzy uzwojeniem a płaszczem wodnym. Dodatkowo w tym samym celu w modelu 2.1a dołożono radiatory aluminiowe (blachy skrajne pakietu) o grubości 2 mm. W modelu 3a, w radiatorach w kształcie litery L dołożono dodatkowe kanały płaszcz wodnego. Wszystkie te warianty posiadają płaszcz wodny z kanałami równoległymi (rozwiązania 1a, rys. 7).

Na rysunku 7 zilustrowano analizowane warianty kształtu kanału płaszcz wodnego. Model 1a ma 6 równoległe połączonych ze sobą kanałów. Model 1b posiada jeden szeroki kanał. Model 3a przedstawia rozwiązanie konstrukcyjne z dodatkowym kanałem przy czołach uzwojenia (3a rys. 6). W modelu 1c przeanalizowano rozwiązanie z szeregowym połączeniem 6 kanałów.

Na tak przygotowanych modelach przeprowadzono obliczenia numeryczne, których wyniki przedstawiono w dalszej części artykułu.

##### 4.2. Wyniki analizy CFD

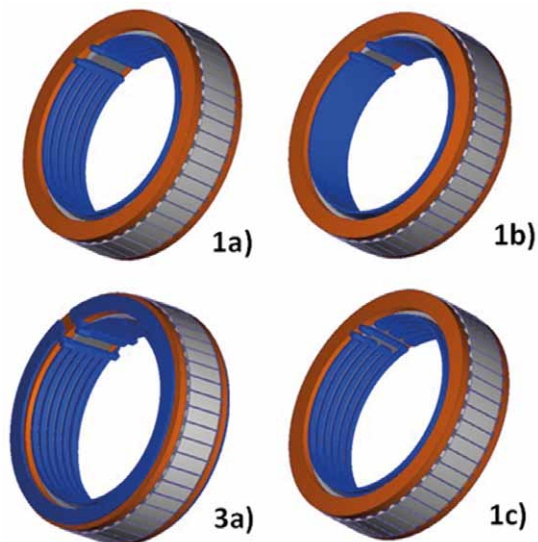
Obliczenia numeryczne przeprowadzono dla stanu ustalonego, zakładając następujące warunki brzegowe: przyjęto konwekcję naturalną na powierzchni stojana  $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ , przepływ cieczy chłodzącej (glikol) wynoszący  $15 \text{ l/min}$ . Założono temperaturę otoczenia i płynu na wejściu do płaszcz wodnego równą  $40^\circ\text{C}$ . Przyjęto straty w uzwojeniu –  $293 \text{ W}$  i w rdzeniu –  $1954 \text{ W}$  (szacowane dla pracy S1 przy  $950 \text{ obr./min}$  i momencie  $408 \text{ Nm}$ ). Własności materiałowe (przewodności cieplne) odpowiadają parametrom materiałów zastosowanych w prototypie silnika. Rezystancje termiczne, zastępcze wartości materiałowe rdzenia i uzwojenia oszacowano na podstawie literatury i założeń konstrukcyjnych [2, 4, 8, 11–13]. Na wartość tzw. oporów cieplnych  $R$  i zastępczych parametrów przewodności duży wpływ mają takie czynniki, jak stosowana metoda impregnacji, materiały izolacyjne żłobka, sposób pakietowania blach rdzenia czy sposób osadzenia stojana na konstrukcji nośnej (wcisk, pasowanie luźne). Wartości tych parametrów



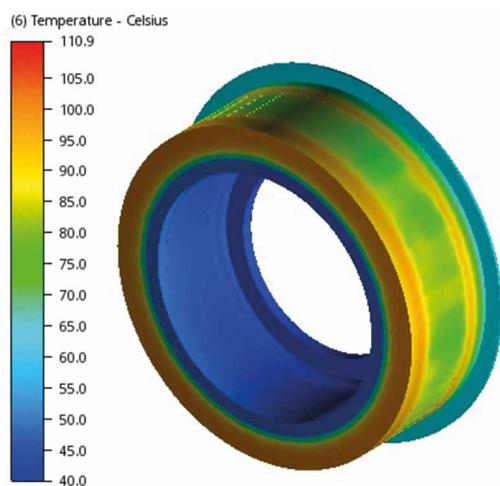
**Rys. 6.** Analizowane warianty konstrukcyjne konstrukcji nośnej stojana: 1a) zastosowana sama żywicą; 2a) dołożony aluminiowy radiator na zewnątrz uzwojenia; 2.1a) dołożony aluminiowy radiator pomiędzy rdzeniem a uzwojeniem; 3a) dołożony aluminiowy radiator z dodatkowym kanałem chłodzącym.

1 – element nośny stojana z płaszczem wodnym; 2 – rdzeń stojana; 3 – uzwojenie; 4 – żywica; 5 – aluminiowy radiator

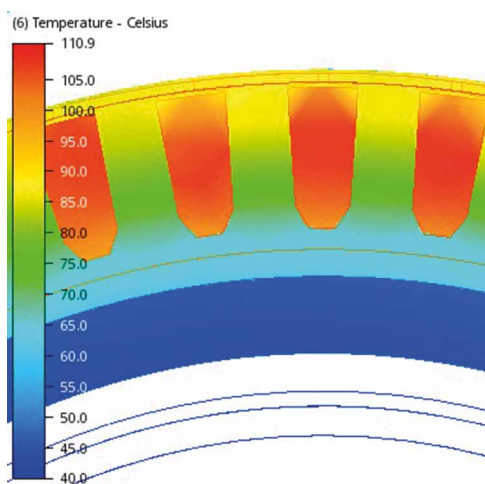
najlepiej jest zatem określić na podstawie stosownych badań na drodze kalibracji modelu obliczeniowego, podobnie jak w pracach [1–3]. Wtedy model może posłużyć do pełnych symulacji



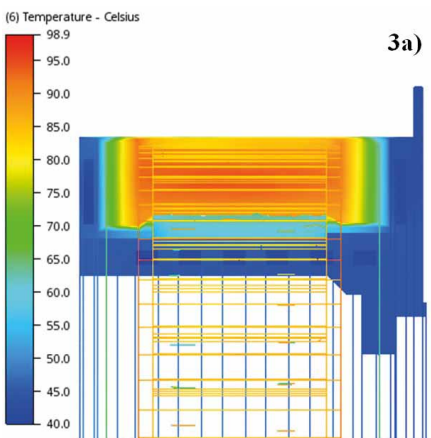
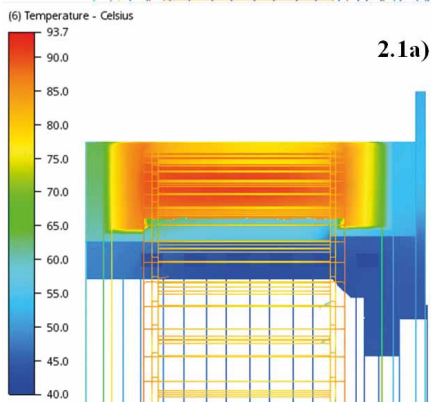
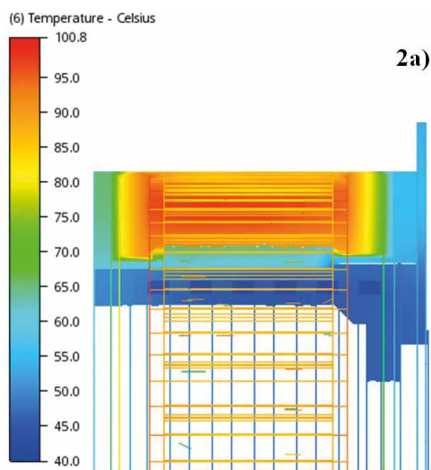
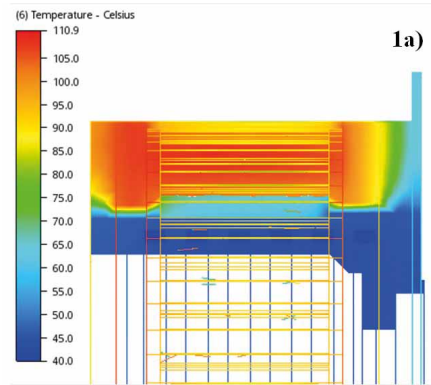
**Rys. 7.** Analizowane warianty konstrukcyjne płaszcza wodnego: 1a) kanały równoległe; 1b) kanał pełny; 3a) kanały równoległe + dodatkowy kanał przy czołach uzwojenia; 1c) kanały połączone szeregowo



**Rys. 8.** Przykładowy rozkład temperatury dla wariantu 1a



**Rys. 9.** Przykładowy rozkład temperatury dla wariantu 1a – przekrój poprzeczny



**Rys. 10.** Rozkład temperatury – przekrój osiowy: 1a) zastosowana sama żywica; 2a) dołożony aluminiowy radiator na zewnątrz uzwojenia; 2.1a) dołożony aluminiowy radiator pomiędzy rdzeniem a uzwojeniem; 3a) dołożony aluminiowy radiator z dodatkowym kanałem chłodzącym

różnych stanów cieplnych maszyny. Kalibracja modelu zostanie wykonana po wstępnych badaniach cieplnych prototypu.

Na potrzeby analizy przydatności rozpatrywanych zmian konstrukcyjnych wystarczą przyjęte przybliżone wartości parametrów cieplnych modelu.

Wyniki analiz efektywności chłodzenia poszczególnych wariantów konstrukcyjnych przedstawiono na rysunkach 8–10 i w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zestawienie wyników obliczeń maksymalnej temperatury uzwojenia dla analizowanych wariantów

Wariant	Temperatura maksymalna uzwojenia [°C]
1a	110,9
1b	114,4
1c	108,9
2a	100,8
2.1a	93,7
3a	98,9

Z przeprowadzonych symulacji można wywnioskować, że korzystne jest zastosowanie dodatkowych radiatorów aluminiowych wypełniających przestrzeń pomiędzy uzwojeniem a konstrukcją nośną, które zastępują częściowo żywicę (rozwiązanie 3a). Radiatory te spowodowały obniżenie maksymalnej temperatury stojana silnika o ponad 17°C (to jest prawie o 25%). Wynika to z dużo większej przewodności cieplnej aluminium (około 200 W/mK) niż żywicy termoprzewodzącej (1,2 W/mK, najlepsza około 3–4 W/mK). Zastosowanie dodatkowego kanału płaszczu wodnego przy czołach uzwojenia (wariant 3a) ma niewielki wpływ na obniżenie temperatury (zaledwie o 1,9°C) w porównaniu do wariantu z samym dodatkowym aluminiowym radiatorem (wariant 2a). Ponadto rozwiązanie to jest trudne do wykonania z technologicznego punktu widzenia.

Analizując wpływ kształtu płaszczu wodnego, można zauważyć, że najkorzystniej wypada płaszcz z kanałami połączonymi szeregowo (wariant 1a), a najgorzej z jednym kanałem (wariant 1b).

## 5. Podsumowanie

Obliczenia efektywności różnego rodzaju rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia stojana silnika do zabudowy w kole są bardzo istotne. Wykorzystując modele obliczeniowe, na podstawie symulacji numerycznych, łatwo stwierdzić, o ile można obniżyć temperaturę maszyny, zmieniając jej konstrukcję. Przygotowane modele mogą posłużyć do oceny wydajności analizowanych wariantów konstrukcyjnych układu chłodzenia i pozwalają na wybranie optymalnego rozwiązania konstrukcyjnego. Po kalibracji modelu obliczeniowego przeprowadzonej w oparciu o badania laboratoryjne model będzie mógł być wykorzystany do analizy pracy silnika w stanach nieustalonych dla różnych parametrów obciążenia i zmiennych warunków pracy. Na tej podstawie konstrukcja silnika będzie mogła być zoptymalizowana pod względem osiąganego mocy maksymalnej z jednostki masy, co jest bardzo istotnym parametrem takiej aplikacji.

## Literatura

- [1] BĘDKOWSKI B., MADEJ J.: Własności cieplne pakietu blach elektrotechnicznych – badania i symulacje. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2015.
- [2] BĘDKOWSKI B., MADEJ J.: Wyznaczenie zastępczej rezystancji cieplnej izolacji żłobkowej – badania i symulacje. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2015.
- [3] BĘDKOWSKI B., MADEJ J.: Obliczenia cieplne wirujących maszyn elektrycznych – problemy modelowania. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2017.
- [4] HENDERSHOT J.R., MILLER T.J.E.: *Design of brushless permanent-magnet motors*. Magna Physics Pub., 1994.
- [5] MEJUTO C., MUELLER M., SHANEL M., MEBARKI A., STATON D.: *Thermal modelling investigation of heat paths due to iron losses in synchronous machines*. Proc. IEEE PEMD, 2008.
- [6] MYNAREK P., KOWOL M.: *Analiza cieplna silnika PMSM za pomocą metody elementów skończonych i schematów cieplnych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 4/2014.
- [7] NATEGH S., WALLMARK O., LEKSELL M., ZHAO S.: *Thermal Analysis of a PMSRM Using Partial FEA and Lumped Parameter Modeling*. „IEEE Transactions on Energy Conversion” vol. 27, no. 2, 2012.
- [8] PEŁCZEWSKI W.: *Zagadnienia cieplne w maszynach elektrycznych*. PWT, Warszawa 1956.
- [9] SANANDRES U., ALMANDOZ G., POZA J., UGALDE G.: *Design of Cooling Systems Using Computational Fluid Dynamics and Analytical Thermal Models*. „Industrial Electronics. IEEE Transactions” 8(61)/2014.
- [10] ZHANG B., QU R., XU W., WANG J., CHEN Y.: *Thermal Model of Totally Enclosed Water-Cooled Permanent Magnet Synchronous Machines for Electric Vehicle Applications*. IEEE, Berlin 2014.
- [11] STATON D.A.: *Electric Motor Cooling System Design*. ICEM, Berlin 2014.
- [12] SIESING L., REINAP A., ANDERSSON M.: *Thermal properties on high fill factor electrical windings: Infiltrated vs non infiltrated*. IEEE, Berlin 2014.
- [13] MILLER T.J.E.: *SPEED's Electric Motors*. University of Glasgow, 2002.
- [14] DUKALSKI P., FRĘCHOWICZ A.: *Napęd pojazdu elektrycznego z dwustrefowym silnikiem BLDC*. Śląskie Wiadomości Elektryczne, Katowice 2011.

Projekt *Innowacyjne rozwiązania napędu bezpośredniego pojazdów elektrycznych*, współfinansowany ze środków NCBiR w ramach programu LIDER VII, zgodnie z umową: LIDER/24/0082/L-7/15/NCBR/2016.

 dr inż. Bartłomiej Będkowski

Institut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL,

e-mail: b.bedkowski@komel.katowice.pl;

prof. ATH dr hab. inż. Jerzy Madej

Akademia Techniczno-Humanistyczna, Wydział Budowy Maszyn

i Informatyki, Katedra Podstaw Budowy Maszyn,

e-mail: juma@ath.bielsko.pl

artykuł recenzowany

# Stanowisko do badania filtrów dla napędów prądu przemiennego

Tomasz Biskup, Henryk Kołodziej, Jarosław Michalak, Aleksander Bodora

## 1. Wstęp

W niskonapięciowych układach napędowych prądu przemiennego jako stopień wejściowy wykorzystuje się 6-pulsowe prostowniki diodowe lub prostowniki tranzystorowe (*Active Front End – AFE converters*), gdy wymagany jest zwrot energii do sieci zasilającej. W obu przypadkach przekształtniki podłącza się do sieci poprzez filtry sieciowe wymagane do normalnej pracy przekształtnika (rozwiązanie AFE) lub ograniczające negatywny wpływ napędów na sieć (harmoniczne prądu). Potrzeba ograniczania wpływu napędów na sieć wynika m.in. z norm określających poziomy dopuszczalne harmonicznych w prądzie odbiorników, np. PN-EN 61000-3-12 [1]. Projektując filtry sieciowe, uwzględnia się np. moc obciążenia czy widmo harmonicznych prądu wynikające z rzeczywistego stanu pracy napędu. Ma to znaczenie zarówno dla prostowników diodowych, gdzie występują relatywnie wysokie poziomy harmonicznych niższych rzędów [2], jak i tranzystorowych, gdzie występują głównie harmoniczne wynikające z przełączeń tranzystorów [3, 4]. W celu sprawdzenia poprawności działania filtru należy przetestować jego pracę w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, szczególnie przy analizie redukcji strat mocy nowych materiałów magnetycznych rdzenia [5]. Stąd wynika potrzeba opracowania stanowiska badawczego, będącego tematem artykułu. Aby umożliwić testy filtrów sieciowych dla obu typów przekształtników, w rozważanym stanowisku połączono obwodem pośredniczącym prostownik diodowy i przekształtnik tranzystorowy. Układ taki zapewnia pobór mocy (prostownik diodowy), a następnie jej zwrot do sieci poprzez przekształtnik tranzystorowy. Pozwala to na testowanie filtrów sieciowych w znamionowych warunkach pracy, przy pokryciu jedynie strat mocy. Aby w układzie nie występowały prądy wyrównawcze (wynikające z różnic napięć chwilowych w przekształtnikach), zastosowano transformator separacyjny. W dalszej części artykułu przedstawiono ideę działania oraz rolę poszczególnych elementów stanowiska.

## 2. Opis stanowiska do badania dławików

Przy opracowywaniu stanowiska do testowania filtrów sieciowych uwzględniono:

- potrzebę testów rozwiązań dla prostowników diodowych i przekształtników tranzystorowych o mocach do 350 kVA;
- możliwość badania filtrów sieciowych na napięciu 400 i 690 V (zasilanie z sieci 400 V);
- możliwość ustawiania częstotliwości łączeń oraz regulacji mocy czynnej i biernej w przekształtniku tranzystorowym.

Schemat blokowy stanowiska do testów filtrów pokazano na rys. 1. Elementami podstawowymi są: *przekształtnik 1*

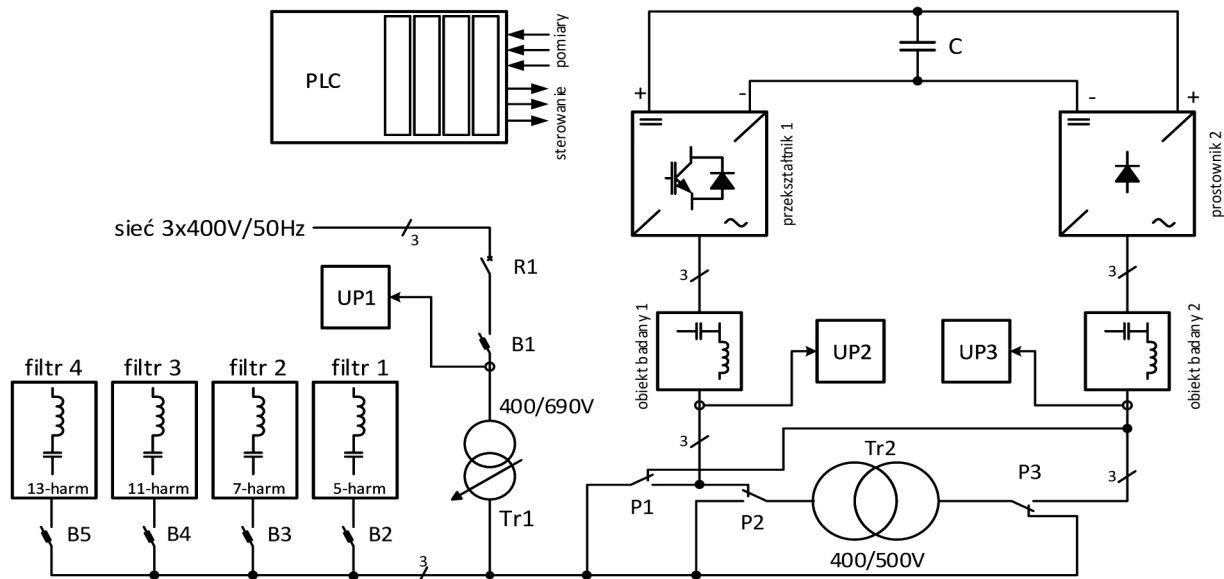
**Streszczenie:** W artykule przedstawiono ideę oraz wyniki wybranych badań symulacyjnych i eksperymentalnych prototypowego stanowiska przeznaczonego do badania filtrów pasywnych, znajdujących zastosowanie w napędach prądu przemiennego. W napędach jako stopień wejściowy, stosuje się prostowniki diodowe lub przekształtniki tranzystorowe (tzw. AFE – *Active Front End*). W celu zapewnienia poprawnej pracy takich układów wymagane są odpowiednie filtry pasywne (np. dławiki). Artykuł przedstawia koncepcję i wykonanie stanowiska pozwalającego na testowanie filtrów pasywnych dla obu rozwiązań w warunkach zbliżonych do rzeczywistych (moce, harmoniczne prądu). W pierwszej części artykułu omówiono ideę rozwiązania oraz zagadnienia związane z realizacją stanowiska. Następnie przedstawiono wybrane wyniki badań symulacyjnych z uwzględnieniem możliwości ograniczania wymaganej mocy zwarciorowej w punkcie przyłączenia oraz mocy znamionowych wybranych komponentów stanowiska. Całość uzupełniono o wybrane wyniki badań eksperymentalnych z etapu uruchamiania stanowiska.

Słowa kluczowe: filtry sieciowe, wpływ napędów prądu przemiennego na sieć zasilającą, badania dławików sieciowych, przekształtniki tranzystorowe

## 🇬🇧 SETUP FOR TESTING FILTERS USED IN AC DRIVE SYSTEMS

**Abstract:** *The paper presents an idea of a setup for testing passive filters (for example: chokes) that are used in drive systems. The article presents selected simulation and experimental results of operation in such system. Typically for low voltage drive systems, as the line side converter, the diode rectifier or active front end converters (for energy recuperation) are used. To ensure proper operation of such type of converters and for reduction of negative influence of drives on the line it is necessary to use input filters that have to be properly designed. The paper presents the idea of setup for testing inductors and input filters for diode rectifiers and AFE converters, that ensures possibility of testing the filters in operation conditions similar to real (power, current, harmonics). The first part of the paper presents scheme, description, features and requirements for realization of presented setup for testing chokes with taking into account the power limitation in connection point. After that the selected results of simulation and laboratory results of testing the system that proof its proper operation are presented.*

Keywords: AC line input filters, influence of AC drives on the line, testing of line side inductors, active front end converters



Rys. 1. Schemat ideowy stanowiska badawczego

(tranzystorowy – pracujący tu jako DC/AC) i *przekształtnik 2* (diodowy AC/DC) połączone wspólną szyną DC z baterią kondensatorów. Do przekształtników podłącza się filtry sieciowe, przy czym podczas badania podłączone muszą być zawsze oba. Do każdego z wejść przekształtników podłączone są układy pomiarowe *UP2* i *UP3*, pozwalające na monitorowanie każdego z wejść.

Do poprawnej pracy stanowiska wymagana jest separacja realizowana transformatorem *Tr2*, uniemożliwiająca powstanie wyrównawczych prądów w chwilach, gdy potencjał dodatni lub ujemny kondensatora będzie po stronie przekształtnika tranzystorowego podłączony do innej fazy niż to wynika z pracy prostownika diodowego. Aby uzyskać odpowiednie napięcie dla pracy przekształtnika tranzystorowego (układ podwyższający napięcie), transformator ma przekładnię 1,2. Transformator dobrano odpowiednio do mocy znamionowej z zapasem wynikającym z odkształceń prądu. W celu zapewnienia jak najmniejszej impedancji sieci w punkcie przyłączenia badanego filtru (wpływającej na jego pracę) zastosowane zostały przełącznice *P1–P3*, pozwalające na zmiany punktu podłączenia strony pierwotnej i wtórnej transformatora *Tr2*. Podczas badań filtru dla prostownika diodowego transformator *Tr2* przyłączany jest między sieć a przekształtnik tranzystorowy tak, aby obniżać napięcie przekształtnika. W przypadku badania filtru przekształtnika tranzystorowego transformator *Tr2* podłączony jest między sieć a prostownik diodowy tak, aby podwyższać napięcie prostownika.

Stanowisko ma umożliwiać pracę układu przy napięciach 400 i 690 V, dlatego transformator *Tr2* (gdy nie będzie się zmieniać konfiguracji jego połączeń), jest przygotowany na napięcie 690 V oraz 120% prądu wynikającego z mocy stanowiska, przy zasilaniu napięciem 400 V, z uwzględnieniem zapasu na harmoniczne prądu oraz generację mocy biernej. W celu redukcji mocy możliwe jest stosowanie transformatora umożliwiającego

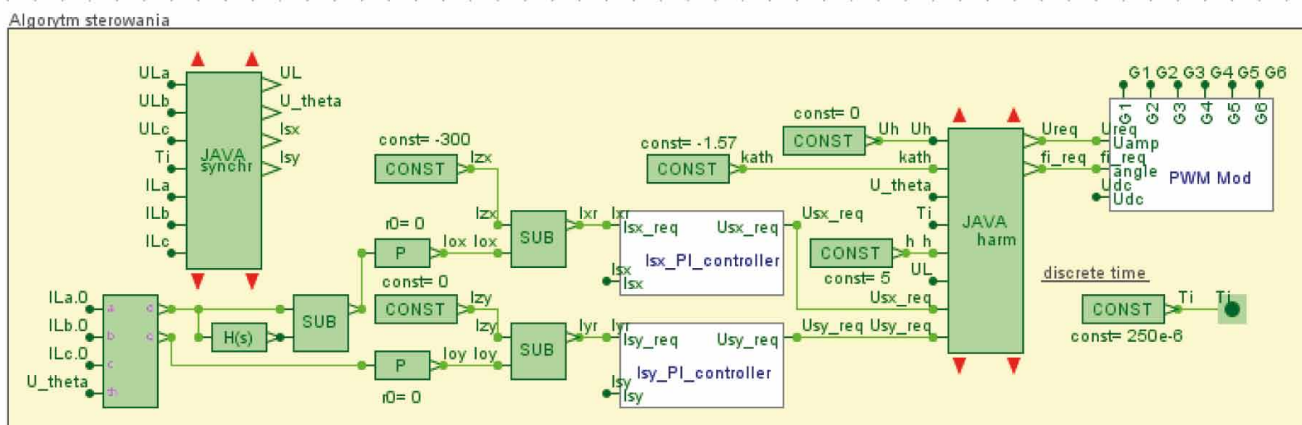
zmianę konfiguracji uzwojeń. Uzwojenia są wtedy przygotowane na pracę przy napięciu 400 V i prądzie wynikającym z pracy przy napięciu 690 V. W przypadku pracy z napięciem 400 V uzwojenia byłyby łączone w trójkąt (Dd0), natomiast dla napięcia 690 V w gwiazdę (Yy0). Zerowe przesunięcie wynika z punktu pomiaru napięcia przekształtnika tranzystorowego.

Aby umożliwić testy filtrów przy napięciu 400 V, jak i 690 V, stanowisko wyposażono w transformator *Tr1*, przy czym, ze względu na miejsce przyłączenia, moc tego transformatora może być niższa od znamionowej stanowiska (prąd transformatora będzie wynikał głównie ze strat mocy w przekształtnikach i elementach badanych oraz różnic wartości chwilowych prądów wejściowych obu przekształtników).

Do opcjonalnych elementów stanowiska należy zaliczyć pasywne filtry harmonicznych *filtr 1 – filtr 4*. Filtry te pozwalają na ograniczenie mocy w punkcie przyłączenia stanowiska do sieci (oraz prądów zabezpieczeń) i na redukcję mocy transformatora *Tr1*. Analizę wpływu filtrów pasywnych przedstawiono w części dotyczącej badań symulacyjnych. Moc w punkcie przyłączenia mierzy układ *UP1*.

Przekształtnik tranzystorowy (*przekształtnik 1*) może realizować funkcje dodatkowe, takie jak generacja mocy biernej czy też generacja harmonicznych w prądzie, co zmniejsza wpływ stanowiska na sieć (omówiono w analizie badań symulacyjnych). Dzięki dodatkowym funkcjom przekształtnika możliwe jest testowanie filtru dla przekształtnika tranzystorowego również dla pracy jako energetyczne filtry aktywne [6]. Założona możliwość generacji wybranych harmonicznych prądu umożliwia testowanie dławików w warunkach nietypowych.

Elementem odpowiedzialnym za sterowanie elementami automatyki i przekształtnikiem tranzystorowym jest sterownik PLC. Zapewnia on odpowiedni interfejs użytkownika oraz zbieranie danych z układów pomiarowych *UP1–UP3* i czujników temperatury.



Rys. 2. Blok sterowania prostownika tranzystorowego w modelu symulacyjnym

### 3. Model symulacyjny układu i algorytm sterowania prostownika tranzystorowego

W celu weryfikacji idei stanowiska opracowano jego model symulacyjny w programie GeckoCIRCUITS. W modelu testowano pracę układu przy napięciach 400 V i 690 V z przełączeniem transformatora między przekształtnikami. Transformator miał napięcie zwarcia 3%, przekładnię 1,2 oraz moc zainstalowaną 600 kVA. Jako moc zwarcia sieci przyjęto 630 kVA, odpowiadającą mocy zwarcia w punkcie przyłączenia stanowiska. Prostownik diodowy w symulacjach pracował bez filtrów, a w prostowniku tranzystorowym zastosowano dławiki 600 uH. Podczas badań symulacyjnych stosowano opcjonalnie filtry pasywne (5, 7, 11 i 13 harmonicznej), w celu redukcji prądów w punkcie zasilania. Należy zaznaczyć, że prostownik tranzystorowy pracuje zawsze w trybie zwrotu energii do sieci, natomiast prostownik diodowy dostarcza energii do obwodu DC i zapewnia (dzięki transformatorowi) odpowiedni poziom napięcia dla przekształtnika tranzystorowego.

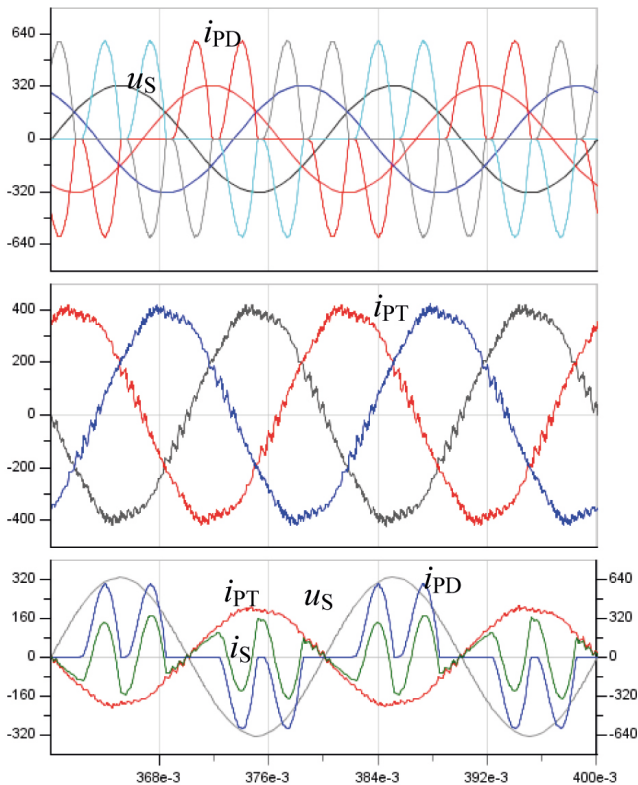
Algorytm sterowania modelu przekształtnika tranzystorowego, pokazany na rys. 2, bazuje na wymuszeniu składowych  $x$  i  $y$  prądu, decydujących odpowiednio o mocy czynnej i biernej w układzie. Zmiany prądu  $x$  powodują odpowiednie zmiany prądu prostownika diodowego, a napięcie kondensatora obwodu pośredniczącego (dzięki transformatorowi) jest na poziomie odpowiednim dla przekształtnika tranzystorowego (napięcie to zależy od obciążenia i parametrów filtrów). Algorytm sterowania zrealizowano w wersji dyskretnej, przy założeniu częstotliwości pracy 2 kHz i podwójnym odświeżaniu rejestrów z zadanymi wypełnieniami PWM. Regulacja odbywa się w układzie wirującym zgodnie z wektorem przestrzennym napięcia sieci. Wielkościami zadanymi są prądy  $I_{zx}$  i  $I_{zy}$  (zadana moc czynna i bierna). Na podstawie tych prądów w regulatorach PI wyznaczane są napięcia, transformowane do układu stacjonarnego i realizowane w modulatorze PWM Mod. W układzie sterowania istnieje możliwość realizacji funkcji dodatkowych. Element *JAVA\_harm* umożliwia zadawanie amplitudy i kąta przesunięcia dla określonej harmonicznej napięcia i generację tej harmonicznej prądu w przekształtniku tranzystorowym.

Dodatkowymi sygnałami zadanymi dla układu sterowania mogą być prądy  $I_{ox}$  i  $I_{oy}$ , generowane na podstawie prądów prostownika diodowego. Transformacja prądów prostownika diodowego do wirującego układu odniesienia wraz z filtracją w filtrze górnoprzepustowym (transmitancja  $H(s)$  i element odejmujący *SUB*) pozwala na realizację aktywnej filtracji w prostowniku tranzystorowym, przy czym filtracja ta może być wyłączana za pomocą wzmacniaczy *P*. Pozwala to ograniczać prądy sieci przy testach dławika prostownika diodowego bez stosowania filtrów pasywnych.

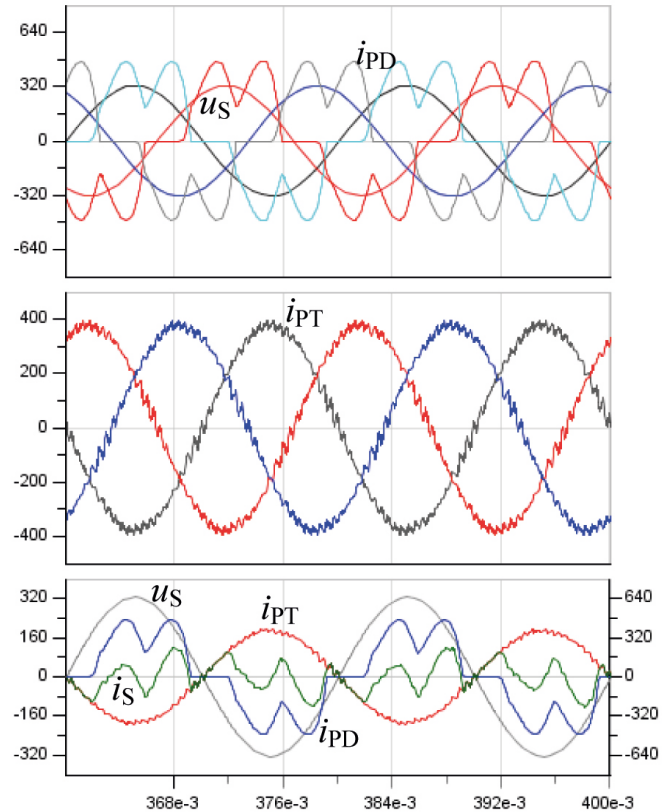
### 4. Wyniki badań symulacyjnych układu

Na rys. 3 pokazano wyniki symulacji dla opisanego modelu przy badaniu filtra dla prostownika diodowego i wartości skutecznej prądu prostownika wynoszącej 300 A. Współczynniki odkształceń prądu THD wynoszą odpowiednio 77% dla prostownika diodowego i 4,8% dla przekształtnika tranzystorowego. Pokazano tu przebiegi: napięć sieci  $u_S$ , prądów prostownika diodowego  $i_{pD}$ , prądów przekształtnika tranzystorowego  $i_{pT}$  oraz napięcia i prąd sieci  $u_S$ ,  $i_S$ , prąd prostownika diodowego  $i_{pD}$  i tranzystorowego  $i_{pT}$  dla jednej fazy.

Dzięki podłączeniu transformatora *Tr2* do przekształtnika tranzystorowego nie wzrasta impedancja w punkcie przyłączenia do sieci prostownika diodowego, co lepiej odzwierciedla pracę w rzeczywistych warunkach. To podłączenie powoduje wzrost prądów przekształtnika tranzystorowego o 20% ze względu na obniżone napięcie pracy. Ograniczona moc zwarcia powoduje, że napięcie za transformatorem jest odkształcone, co z kolei wpływa na występowanie odkształceń prądów przekształtnika tranzystorowego. Prąd sieci jest różnicą między wartościami chwilowymi prądów obu prostowników, co musi być uwzględnione przy doborze zabezpieczeń w punkcie przyłączenia. Na rys. 4 przedstawiono sytuację, gdy badany jest filtr sieciowy dla przekształtnika tranzystorowego. W tym układzie transformator podłączony jest do wejścia prostownika diodowego, co spowodowało obniżenie współczynnika odkształceń THD do 36%. Prądy przekształtnika tranzystorowego są bliższe sinusoidzie (THD 4,5%) oraz mają niższe amplitudy. Poza tymi różnicami praca układu jest identyczna z poprzednio opisaną.



Rys. 3. Badania filtrów sieciowych dla prostownika diodowego (300 A)

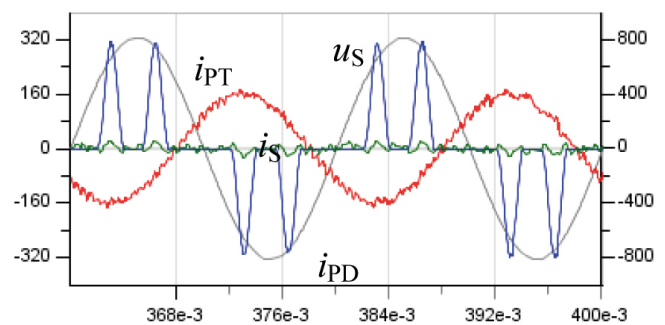


Rys. 4. Badania filtrów dla przekształtnika tranzystorowego (300 A)

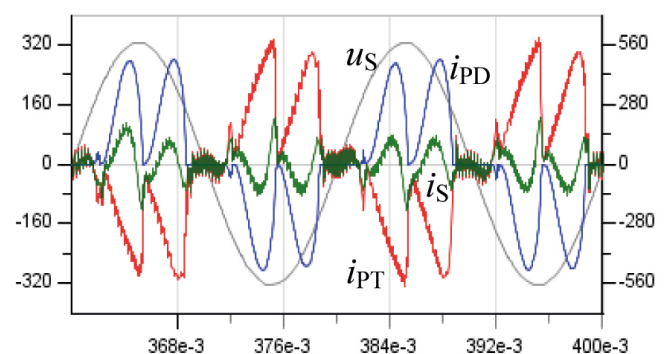
Na rys. 5 pokazano pracę stanowiska (dla układu z rys. 3) z opcjonalnymi filtrami pasywnymi 5 i 7, 11 i 13 harmonicznej, co pozwoliło na redukcję wartości chwilowych prądu sieci (kolor zielony). Moc bierną, kompensującą pojemności filtrów, generuje prostownik tranzystorowy.

Jak można zauważyć, zastosowanie filtrów pasywnych spowodowało zmniejszenie zastępczej impedancji wejściowej dla prostownika diodowego i zwiększenie wartości współczynnika THD do 123%. Wartość skuteczna prądu sieci została w ten sposób ograniczona do 23 A.

Alternatywnym rozwiązaniem, pozwalającym na ograniczenie prądu sieci, jest funkcja aktywnej filtracji harmoniczných w sterowaniu prostownika tranzystorowego, co pokazano na rys. 6. Rysunek przedstawia wyniki symulacji dla badawia dławika sieciowego o indukcyjności 20  $\mu\text{H}$ , dla prostownika diodowego przy prądzie 260 A. W tym przypadku prąd sieci został zredukowany do 70 A, a widoczne w prądzie sieci tętnienia wynikają z ograniczonej dynamiki układu regulacji przekształtnika tranzystorowego. W celu uzyskania lepszego efektu filtracji zwiększona została częstotliwość przełączeń tranzystorów do 4 kHz oraz zmniejszona indukcyjność dławika filtra dla przekształtnika tranzystorowego do 100  $\mu\text{H}$ . Układ regulacji przekształtnika tranzystorowego realizuje wtedy zadany prąd odpowiedzialny za moc czynną w układzie oraz dodatkowo generuje, wynikające z działania prostownika diodowego, harmoniczne i moc bierną.



Rys. 5. Badania układu z rys. 3 z opcjonalnymi filtrami pasywnymi



Rys. 6. Aktywna filtracja harmoniczných w prostowniku tranzystorowym, badania filtra dla prostownika diodowego

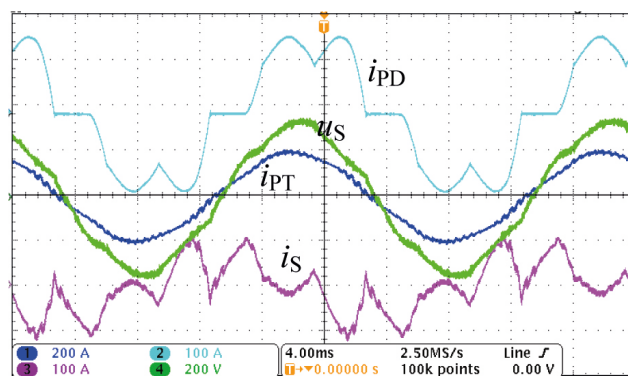


Rys. 7. Stanowisko badawcze do testowania filtrów stosowanych w napędach

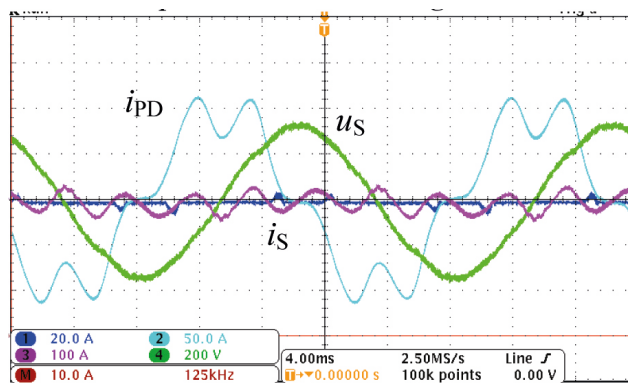
## 5. Wyniki badań laboratoryjnych

Na rys. 7 pokazano zdjęcia stanowiska zrealizowanego w ramach projektu. W szafie po lewej stronie umieszczone zostały układy automatyki zabezpieczeniowej i sterowniczej, sterownik PLC oraz transformator *Tr1*. W środkowej szafie umieszczone są przekształtniki diodowy i tranzystorowy, wraz z układem sterowania, oraz kondensatory filtrów biernych poszczególnych harmonicznych. W szafie po prawej stronie umieszczono dławiki filtrów harmonicznych oraz obwody przełączniczy wraz z zaciskami do podłączania badanych filtrów sieciowych. Poza szafą (ze względu na gabaryty) umieszczony został transformator *Tr2*. Na rys. 8 i 9 pokazano wyniki badań laboratoryjnych z etapu uruchamiania stanowiska w instalacji docelowej. Podczas testów sprawdzono działanie przekształtnika przy zasilaniu napięciem 400 V i 690 V oraz przeprowadzono testy wybranych filtrów sieciowych dla prostowników diodowych. Przekształtnik tranzystorowy współpracował z dławikami powietrznymi 1 mH, 170 A.

Na rys. 8 pokazano pracę stanowiska przy teście dławika sieciowego dla prostownika diodowego (transformator *Tr2* włączony między przekształtnik tranzystorowy a sieć). Prąd sieci (ze względu na brak filtrów pasywnych) jest różnicą wartości chwilowych prądów obu przekształtników. Wyższa wartość prądu przekształtnika tranzystorowego wynika z pomiaru prądu za transformatorem obniżającym napięcie. Na rys. 9 przedstawiono badanie filtra dla prostownika diodowego, ograniczającego THD prądu. Na rysunku widoczny jest prąd bierny związany z pojemnością w filtrze oraz występowanie piątej harmonicznej prądu związane z wpływem odkształceń napięcia sieci w punkcie zasilania (filtr pracował tu jako nieobciążony – kolorem granatowym pokazano prąd po stronie prostownika diodowego). Przekształtnik tranzystorowy służył tu do kompensacji mocy biernej generowanej przez filtr i stąd prąd po stronie sieci zawiera jedynie piątą harmoniczną generowaną w filtrze. Dzięki stanowisku możliwe było przetestowanie pracy niniejszego filtra przy różnych obciążeniach, przy ograniczeniu mocy pozornej w punkcie podłączenia stanowiska. Możliwa była również weryfikacja wpływu odkształconego



Rys. 8. Badania dławika sieciowego dla prostownika diodowego



Rys. 9. Badania filtra ograniczającego THD prądu prostownika diodowego

napięcia sieci na pracę filtra dla różnych poziomów obciążenia prostownika diodowego.

## 6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono ideę, konstrukcję, wyniki badań symulacyjnych i laboratoryjnych stanowiska do badania filtrów sieciowych stosowanych w prostownikach diodowych i tranzystorowych. W artykule omówiono role poszczególnych elementów, ideę stosowania elementów dodatkowych oraz możliwości ograniczania wpływu stanowiska na sieć zasilającą. Wysoka sprawność stanowiska uzyskiwana jest poprzez przekazywanie mocy do sieci przez prostownik tranzystorowy. Funkcje dodatkowe układu sterowania prostownika tranzystorowego pozwalają na badania filtrów w specyficznych warunkach, a filtry pasywne i funkcja aktywnej filtracji pozwalają zredukować moc w punkcie przyłączenia stanowiska do sieci. Wyniki badań symulacyjnych oraz przedstawione wyniki badań laboratoryjnych potwierdzają poprawne działanie stanowiska w analizowanych stanach.



## Literatura

- [1] PN-EN 61000 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – część 3-2: Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznym prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika  $\leq 16$  A), część 3-12: Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznym prądu dla odbiorników o znamionowym prądzie fazowym  $> 16$  A i  $\leq 75$  A przyłączonych do publicznej sieci zasilającej niskiego napięcia.
- [2] HANZELKA Z.: *Jakość energii elektrycznej, Część 4: Wyższe harmoniczne napięć i prądów*. Materiały ze strony internetowej. [www.twelvee.com.pl](http://www.twelvee.com.pl).
- [3] CZORNIK J., ŁUKIEWSKI M.: *Filtry harmonicznym gwarancją kompatybilności elektromagnetycznej oraz wysokiej sprawności przekształtnikowych układów napędowych*. „Zeszyty Problematyczne – Maszyny Elektryczne” 106/2015.
- [4] MICHALAK J., ZYGMANOWSKI M., BISKUP T., KOŁODZIEJ H.: *Model przekształtnika trójpoziomowego NPC umożliwiającego zwrot energii do sieci zasilającej*. „Logistyka” 6/2014.
- [5] SZYNOWSKI J., KOLANO R., KOLANO-BURIAN A., POLAK M.: *Reduction of power losses in the tape-wound FeNiCuNbSiB nanocrystal line cores using interlaminar insulation*. „IEEE Transactions on Magnetics”, Vol. 50, Iss. 4, April 2014.
- [6] CICHOWLAS M., MALINOWSKI M., SOBCHUK D.L., KAŻMIERKOWSKI M.P., RODRIQUEZ P., POU J.: *Active filtering function of*

*tree-phase PWM boost rectifiers under different line voltage conditions*. „IEEE Transaction on Industrial Electronics”, Vol. 52, No. 2, April 2005.

Artykuł prezentuje wyniki związane z realizowanym projektem współfinansowanym ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój nr POIR.04.01.02-00-0001/16, pt. *Innowacyjne i energooszczędne nanokrystaliczne dławiki filtrów dla poprawy jakości energii elektrycznej i ograniczenia negatywnego wpływu energetyki na środowisko*.



dr inż. Tomasz Biskup – ENEL-PC Sp. z o.o.

e-mail: [t.biskup@enel-pc.pl](mailto:t.biskup@enel-pc.pl)

dr inż. Henryk Kołodziej – ENEL-PC Sp. z o.o.

e-mail: [henryk.kolodziej@enel-pc.pl](mailto:henryk.kolodziej@enel-pc.pl)

dr inż. Jarosław Michalak – Politechnika Śląska,

Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki

e-mail: [jaroslaw.michalak@polsl.pl](mailto:jaroslaw.michalak@polsl.pl)

dr inż. Aleksander Bodora – Politechnika Śląska,

Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki

e-mail: [aleksander.bodora@polsl.pl](mailto:aleksander.bodora@polsl.pl)

artykuł recenzowany

reklama



POLSKA

INNOWACJE  
TECHNOLOGIE  
MASZyny

POZNAŃ  
4-7.06.2019



Międzynarodowe  
Targi Poznańskie

NA DRODZE DO  
PRZEMYSŁU

ZAPRASZA  
**mtp**  
GRUPA

[www.itm-polska.pl](http://www.itm-polska.pl)

W TYM SAMYM CZASIE



3D SOLUTIONS



SUBCONTRACTING  
TARGI KOOPERACJI PRZEMYSŁOWEJ



MODERNLOG  
Targi Logistyki,  
Magazynowania  
i Transportu

# Projekt wielomodułowego sterownika elektrycznego napędu rowerowego – układ napędowy

Karol Tatar, Piotr Chudzik, Rafał Nowak, Grzegorz Lisowski

## 1. Wielomodułowy sterownik rowerowego napędu elektrycznego

Współczesne rozwiązania napędów samochodów elektrycznych mają zwykle charakter modułowy. Typowe falowniki zasilające silniki w samochodach osobowych czy autobusach elektrycznych sterowane są za pośrednictwem magistrali CAN. Za pomocą tej magistrali sterownik nadrzędny wydaje komendy momentu zadawanego, steruje ograniczeniami wartości prądów i napięć, jakie powinien realizować falownik, oraz wydaje falownikowi polecenia realizacji określonego trybu jazdy. Bardzo ważne, ze względu na współpracę z systemem bateryjnym, jest również utrzymywanie ciągłej komunikacji sterownika napędu z systemem zarządzania baterią (BMS z ang. *Battery Management System*). W przypadku rozwiązań tanich sterowników niewielkich napędów rowerów elektrycznych, produkowanych masowo na Dalekim Wschodzie, ze względu na konieczność minimalizacji kosztów, zwykle struktura systemu sterowania ogranicza się do pojedynczego mikrokontrolera, pełniącego rolę sterownika pojazdu, falownika napięcia i układu odczytującego informację z panelu użytkownika. Takie rozwiązanie niestety nie pozwala na pełne wykorzystanie możliwości napędu oraz ogranicza jego funkcjonalność do określonych ustawień fabrycznych. Prezentowane w niniejszym artykule rozwiązanie o charakterze modułowym jest próbą poprawienia możliwości użytkowych napędu rowerowego poprzez „otwarcie” systemu sterującego silnikiem, dokonane za pomocą magistrali CAN, łączącej sterownik napędu z modulem komunikacyjnym, pozwalającym na utrzymywanie ciągłej łączności (Bluetooth) z aplikacją w urządzeniu mobilnym użytkownika oraz korzystanie z telefonii komórkowej GPRS czy możliwości systemu GPS.

## 2. Sterownik silnika z falownikiem napędowym

### 2.1. Część silnopiętowa

Napięcie na zaciskach trójfazowego silnika napędu rowerowego pochodzi z falownika tranzystorowego, składającego się z sześciu tranzystorów MOSFET typu N sterowanych za pośrednictwem driverów (typu „bootstrap”) z portów mikrokontrolera. Część silnopiętowa została wyposażona w układy pomiaru dwóch prądów fazowych oraz prądu zasilającego falownik.

Model 3D części silnopiętowej falownika prezentuje fotografia 1.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono koncepcję oraz realizację wielomodułowego sterownika dedykowanego do rowerowych napędów elektrycznych. Autorzy zaprezentowali struktury układów napędowych, urządzenia pomocnicze, układy pomiarowe sygnałów analogowych oraz zastosowane algorytmy sterowania. W pracy zamieszczono wyniki pomiarów napięć i prądów płynących w elementach układu napędowego.

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

### DESIGN OF MULTI-MODULE INVERTER FED DRIVER FOR E-BIKE – ELECTRICAL DRIVE MODULE

**Abstract:** The following article depicts the concept and implementation of multi – module driver for e-bike system. Authors presented the structures of drive systems, auxiliary devices, analog signal measurement circuits, and the control algorithms used. The paper presents results of measurements of currents and voltages going through the drive system elements.

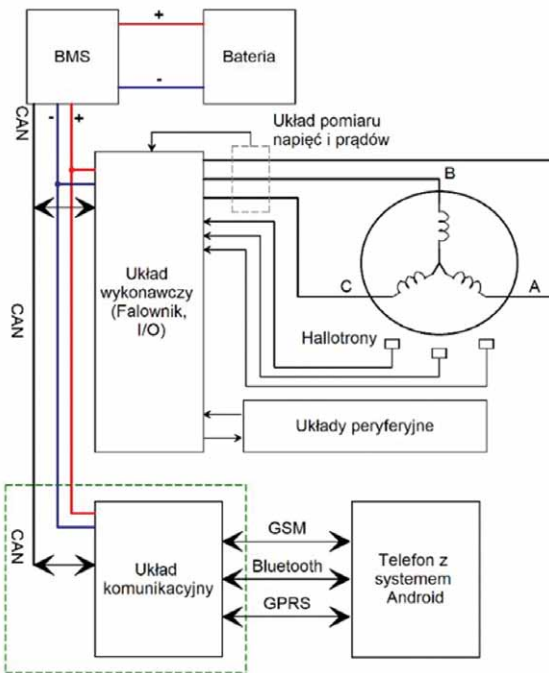
Keywords: PMSM drive, BLDC drive, e-bike, electrical drive control algorithms

### 2.2. System mikroprocesorowy

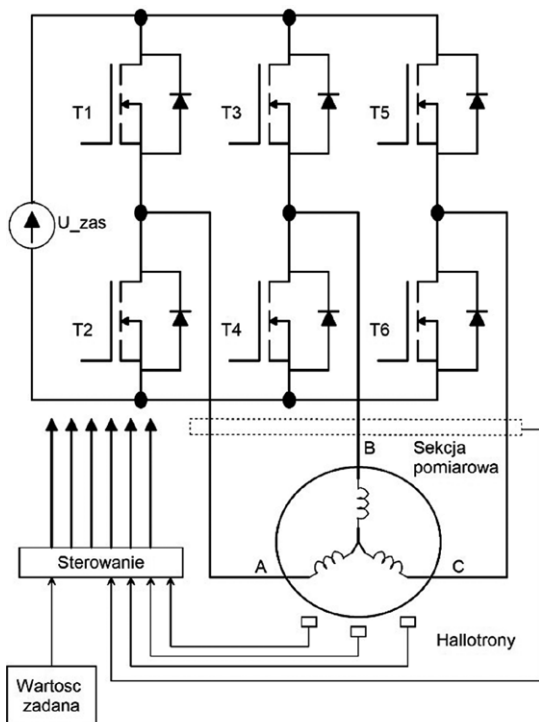
Uniwersalność sterownika napędu rowerowego wymaga jego dostosowania do współpracy z silnikami różnych typów i producentów. W zależności od typu silnika występują różnicowane elementy wyposażenia, związane z zakładanym przez producenta przeznaczeniem silnika. Budowa sterownika uniwersalnego jest pomysłem mającym na celu obniżenie kosztów produkcji oraz umożliwienie uzyskania zwiększonej niezawodności układu w przypadku awarii czujników. Projektowany sterownik, dzięki „otwarciu” architektury, nie tylko pozwala na modyfikowanie przez użytkownika parametrów jazdy, ale umożliwia zmianę trybu pracy na tryb „awaryjny” o nieco gorszych parametrach, lecz zapewniający możliwość dojechania do celu podróży.

### 2.3. Algorytmy sterowania

W rowerowych napędach elektrycznych najczęściej spotykamy silniki BLDC. Literatura [1, 2, 3, 4, 5, 8] w sposób przejrzysty opisuje kryteria podziału metod sterowania typowymi

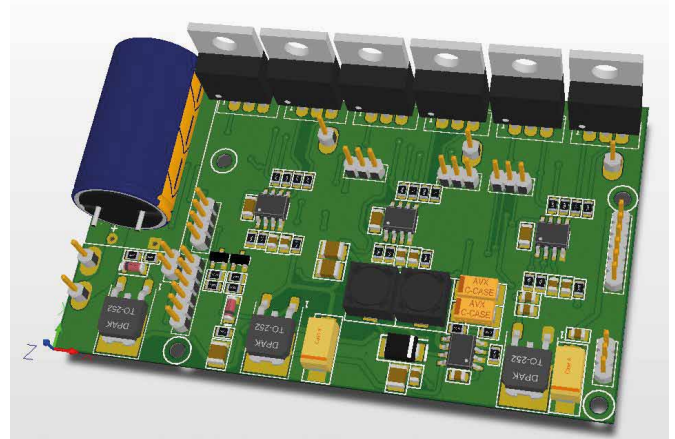


Rys. 1. Schemat blokowy modułowego sterownika roweru elektrycznego

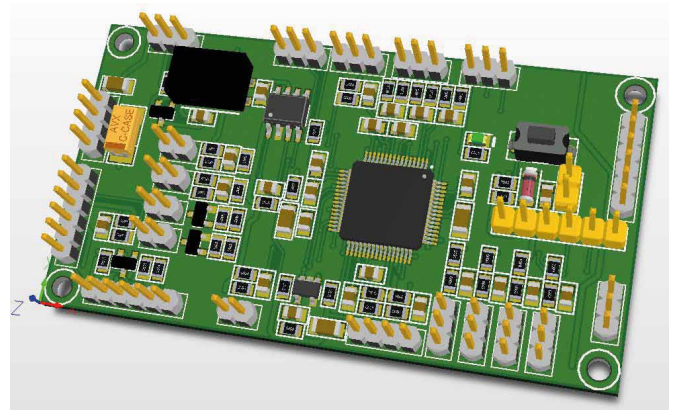


Rys. 2. Uproszczony schemat ideowy części silnoprądowej układu napędowego

napędami tej klasy. Podstawowy podział dzieli metody sterowania na klasyczne, w których nie kontrolujemy położenia wektora strumienia wirnika, oraz polowo zorientowane (FOC z ang. *Field Oriented Control*) [6, 7], w których taka kontrola występuje. Kolejnym elementem różnicującym metody sterowania jest sposób, w jaki uzyskuje się informację o aktualnym



Fot. 1. Model 3D układu elektronicznego odpowiadającego za część silnoprądową falownika



Fot. 2. Model 3D układu elektronicznego odpowiadającego za część mikroprocesorową falownika

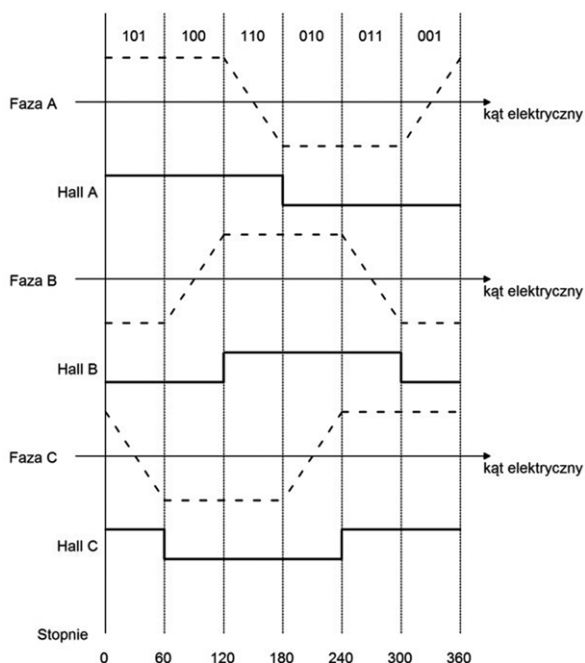
ciągnię elektrycznym. Tutaj można wykorzystywać metody czujnikowe bazujące na czujnikach Halla, enkoderach oraz metody bezczujnikowe, wykorzystujące obserwatory kąta elektrycznego lub BEMF (z ang. *Back Electromotive Force*) [7].

Najprostszą z metod sterowania silnikiem BLDC jest załączanie odpowiedniej pary kluczy tranzystorowych w oparciu o uzyskiwaną na podstawie czujników Halla informację o kącie elektrycznym oraz znajomości kształtu siły elektromotorycznej. Idealny przebieg siły elektromotorycznej indukowanej w silniku BLDC na tle sygnałów z hallotronów prezentuje rysunek 3.

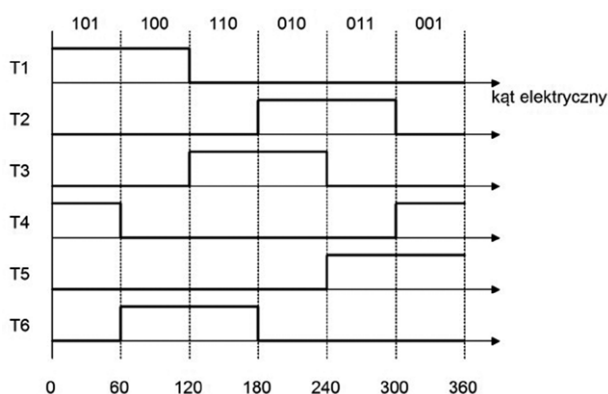
Sekwencję sterowania kluczy w zależności od wartości sygnałów logicznych z hallotronów zaprezentowano na rysunku 4.

Funkcje regulacyjne mogą pełnić zarówno tranzystory grupy górnej (T1, T3, T5), jak i grupy dolnej (T2, T4, T6). Okres pełnienia funkcji regulacyjnej może wynosić zarówno 60, jak i 120 stopni elektrycznych.

Wykorzystanie czujników Halla w konstrukcji rowerowych napędów elektrycznych może przysparzać problemy natury technologicznej. Jednym z problemów jest dokładność, z jaką umieszcza się czujniki w silniku. Kolejnymi problemami są warunki, w jakich pracują czujniki (częste udary cieplne oraz wibracje), oraz konieczność wyprowadzenia przewodów



**Rys. 3.** Wyidealizowane przebiegi siły elektromotorycznej w silniku BLDC



**Rys. 4.** Sekwencja załączania kluczy w silniku BLDC ze sterowaniem za pomocą czujników Halla

zapewniających połączenie elektryczne z czujnikami. Jednym z częściej stosowanych rozwiązań, pozwalającym na ominięcie powyższych niedogodności, jest wykorzystanie siły elektromotorycznej (BEMF) indukowanej w aktualnie niewysterowanej fazie silnika. Do wyznaczania chwili, w której powinna wystąpić komutacja tranzystorów, używa się następujących metod:

- porównania siły elektromotorycznej BEMF z połową napięcia DC zasilającego falownik. Ta metoda wymaga 3 komparatorów;
- porównania siły elektromotorycznej BEMF z potencjałem punktu zerowego silnika. Ta metoda wymaga 3 komparatorów;
- porównywania siły elektromotorycznej BEMF z punktem zerowym silnika na podstawie pomiarów z przetwornika A/D.

Ta metoda wymaga toru kondycjonującego napięcia każdej z faz oraz wykorzystuje 3 kanały przodownika A/D.

Wszystkie opisane metody posiadają swoje wady, do których należą:

- przesunięcie o 30 stopni między sygnałem komutacji wyliczonym na podstawie BEMF a rzeczywistą komutacją;
- niejednoznaczność przejścia BEMF przez zero;
- słaba jakość generowanego momentu;
- nietrapezoidalny kształt siły elektromotorycznej, na którą wpływ ma konstrukcja obwodu magnetycznego.

Przykładowy przebieg napięcia i prądu w jednej fazie silnika BLDC przy sterowaniu wykorzystującym BEMF prezentuje rysunek 5.

Kształt rzeczywistej siły elektromotorycznej jest w dużej mierze uzależniony od konkretnej konstrukcji napędu. Przykładowy przebieg siły elektromotorycznej w układzie  $\alpha$ - $\beta$  dla dwóch wybranych napędów przedstawiono na rysunkach 6 i 7.

Jak wynika z rysunków, żadna z przedstawionych sił elektromotorycznych nie jest trapezoidalna, a jedna jest wręcz sinusoidalna. Biorąc to pod uwagę, należałoby zrezygnować z klasycznych metod sterowania sześciostrefowego i wykorzystać pełne możliwości mostka trójfazowego, używając do tego modulacji sinusoidalnej. W takim wypadku nie ma możliwości pomiaru kąta elektrycznego na podstawie BEMF, gdyż w każdym cyklu działają 3 tranzystory i każda z faz jest zasilona. Pomiar kąta elektrycznego można zatem zrealizować na dwa sposoby:

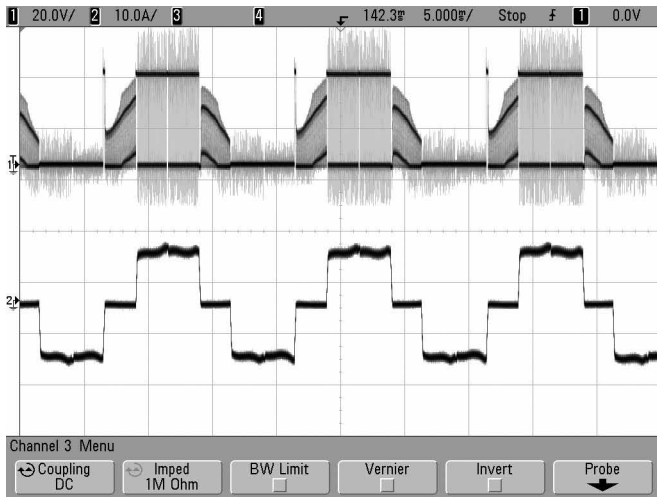
- wykorzystując czujniki Halla – przewidując kąt elektryczny oraz wprowadzając korektę w każdej ze stref;
- wykorzystując obserwator kąta elektrycznego oparty o aktualne wartości zmiennych stanu oraz model matematyczny silnika.

Na rysunku 8 pokazano przebieg napięć i prądów w silniku sterowanym metodą modulacji sinusoidalnej.

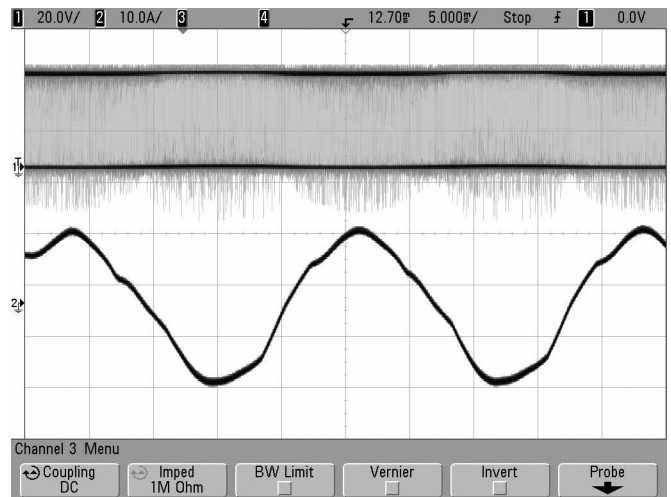
Osiągnięcie przebiegów prądu w silniku zbliżonych do przebiegów sinusoidalnych zdecydowanie poprawia zachowanie silnika rowerowego pod względem akustycznym i całkowicie eliminuje niekomfortowe drżenie pojazdu. Sterowanie z regulacją prądu zapewnia również bardzo korzystne zachowanie silnika w stanach nagłego przeciążenia momentem, dzięki czemu w napędzie nie występują wyłączenia awaryjne.

### 3. System BMS

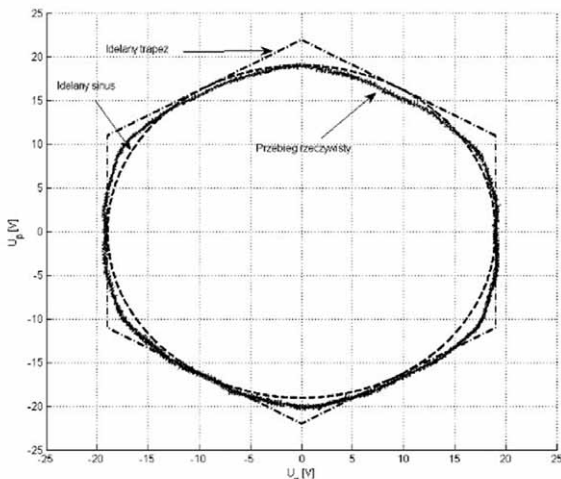
Zestawy bateryjne w samochodach elektrycznych stanowią znaczący koszt całego systemu napędowego. Podobnie jest w przypadku napędów rowerowych. Ze względu na konieczność ograniczania ceny przeważnie stosowane są zestawy ogniw wyposażone jedynie w wymagane przez przepisy zabezpieczenia nadprądowe, nadnapięciowe i podnapięciowe. Eliminacja systemów precyzyjnej kontroli stanu pracy baterii ogniw prowadzi do zjawisk niekorzystnych dla samych ogniw, jak też uniemożliwia uzyskanie rzetelnej informacji o stanie naładowania baterii, która z punktu widzenia użytkownika często ma znaczenie kluczowe. Brak pewności co do wskazań stanu naładowania nie pozwala bowiem na uzyskanie świadomości użytkownika o rzeczywistym zasięgu pojazdu. Powszechnie stosowane w napędach rowerowych tanie sterowniki spowodowane



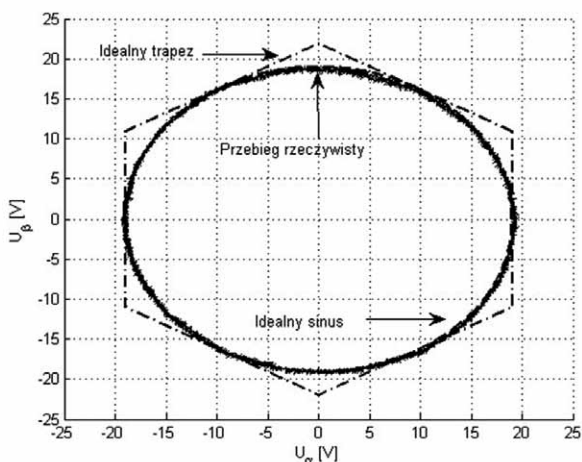
Rys. 5. Rzeczywiste przebiegi napięć i prądów w silniku BLDC ze sterowaniem metodą BEMF



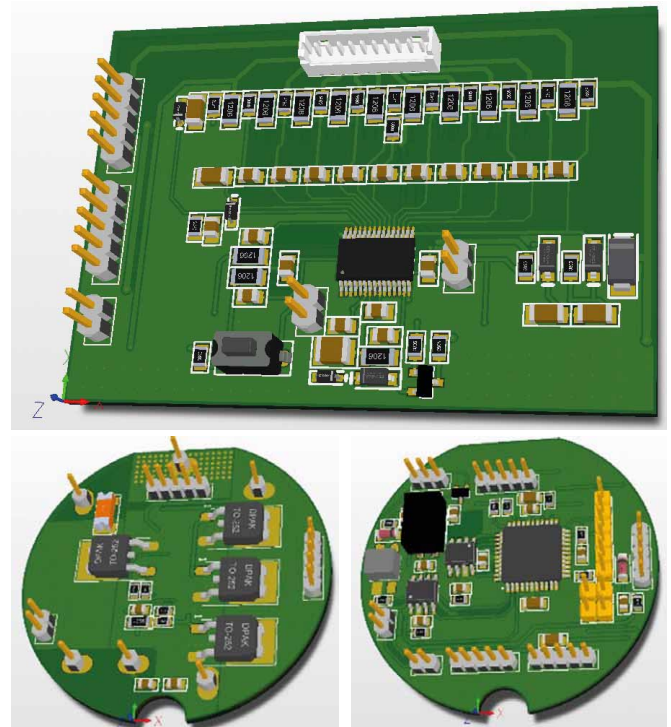
Rys. 8. Przebieg napięcia i prądu na jednej z faz silnika sterowanego metodą modulacji sinusoidalnej



Rys. 6. Przebieg sinusoidalnej, trapezoidalnej oraz rzeczywistej siły elektromotorycznej w układzie  $\alpha$ - $\beta$  dla rowerowego silnika bezprzekładniowego



Rys. 7. Przebieg sinusoidalnej, trapezoidalnej oraz rzeczywistej siły elektromotorycznej w układzie  $\alpha$ - $\beta$  dla rowerowego silnika przekładniowego



Fot. 3. Modele 3D układów elektronicznych składających się na system BMS

z Dalekiego Wschodu do oceny stanu naładowania korzystają jedynie z bieżącej informacji o napięciu. W przypadku ogniw litowo-jonowych wskazania oparte o tę metodę są niestety bardzo mało wiarygodne. W zaprojektowanym systemie napędowym postanowiono więc wprowadzić specjalizowany system nadzoru i pomiaru stanu baterii, który poprzez magistralę CAN dostarcza do sterownika przede wszystkim rzetelną, bo obliczoną precyzyjnie, informację o stanie energetycznym ogniw. Dodatkową zaletą systemu BMS jest również zdolność do informowania użytkownika o stanie zużycia poszczególnych ogniw

oraz do przekazywania systemowi napędowemu informacji o możliwym w danej chwili maksymalnym poborze prądu. Takie dane pozwalają na szersze wykorzystanie ogniw poprzez zezwolenie na pracę w stanach naładowania niedostępnych dla zwykłych, tanich sterowników oraz umożliwiają przedłużenie żywotności ogniw. W ramach projektu zostały wprowadzone również nowe funkcjonalności związane z zapewnieniem możliwości informowania użytkownika za pomocą wiadomości SMS o zagrożeniach baterii podczas odstawienia roweru na czas jesienno-zimowy.

#### 4. Podsumowanie

Rozbudowa sterownika napędu rowerowego o moduł komunikacyjny i specjalizowany sterownik systemu baterijnego niestety wiąże się ze wzrostem ceny całego systemu. Aby koszty nie stanowiły bariery handlowej nowego produktu, wprowadzone ulepszenia powinny być atrakcyjne dla użytkownika. Projektanci urządzenia przyjęli, że zaproponowane rozwiązania takie będą. Ze względu na grupę docelową, jaką są młodzi ludzie powszechnie korzystający ze smartfonów, sposób sterowania rowerem został dostosowany do zwyczajów użytkowników tego typu urządzeń. Zaproponowano również możliwość kształtowania charakterystyk mechanicznych roweru, dzięki czemu istnieje szansa na zainteresowanie tego typu rozwiązaniami grupy osób ceniących sobie oryginalność i indywidualność.

Projekt badawczo-rozwojowy „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnego sterownika dla poprawienia obecnych funkcji użytkowych oraz uzyskania nowych cech i funkcjonalności roweru ze wspomaganiem elektrycznym napędem” realizowany dla Biura Ekonomiczno-Handlowego Jan Zasada. Źródło finansowania: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, współfinansowana z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Poddziałania 2.3.2 Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój „Bony na innowacje dla MŚP”. Okres realizacji 01.05 2017–1.04.2018.

#### Literatura

- [1] ADAMCZYK D., MICHNA M.: *Przegląd i analiza układów napędowych stosowanych w rowerach elektrycznych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 88/2010.
- [2] DUKALSKI P.: *Silnik BLDC z magnesami trwałymi jako napęd wózka inwalidzkiego*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 86/2010.
- [3] DOMARACKI A., KRYKOWSKI K.: *Silniki BLDC – klasyczne metody sterowania*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 72/2005.
- [4] HETMAŃCZYK J., KRYKOWSKI K.: *Badania symulacyjne i laboratoryjne silnika PM BLDC wykorzystującego czujniki położenia wirnika w obwodzie regulacji prędkości*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 72/2005.
- [5] ŁEBOWSKI A.: *Badania eksploatacyjne elektrycznego układu napędowego motocykla*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2016.
- [6] NOWAK R.: *Wybrane algorytmy sterowania silnikami z magnesami trwałymi*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2017.
- [7] RUDNICKI T., CZERWIŃSKI R., FRĘCHOWICZ A.: *Układy sterowania silnikiem PMSM*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 90/2011.
- [8] TATAR K., CHUDZIK P.: *Algorytmy sterowania rowerowych napędów elektrycznych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2017.

mgr inż. Karol Tatar, e-mail: karol.tatar@p.lodz.pl  
dr inż. Piotr Chudzik, e-mail: piotr.chudzik@p.lodz.pl  
dr inż. Rafał Nowak, e-mail: rafal.nowak@p.lodz.pl  
mgr inż. Grzegorz Lisowski, e-mail: grzegorz.lisowski@p.lodz.pl  
Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Instytut Automatyki, Zakład Techniki Sterowania

artykuł recenzowany

reklama

## XXVIII Konferencja Naukowo-Techniczna PROBLEMY EKSPLOATACJI MASZYN I NAPĘDÓW ELEKTRYCZNYCH [PEMINE]

#### ORGANIZATOR

Instytut Napędów  
i Maszyn Elektrycznych  
KOMEL

#### TERMIN

22-24 maja  
2019 roku

#### MIEJSCE

Rytro k/NOwego SĄCZA  
HOTEL „PERŁA POŁUDNIA”

#### ODRĘBNA SESJA

### Elektromobilność

Projektowanie, eksploatacja  
pojazdów i środków transportu  
o napędzie elektrycznym

Jedyna w kraju  
konferencja  
o tematyce  
maszyn i napędów  
elektrycznych  
o charakterze  
aplikacyjnym

#### PATRONAT

Minister  
Środowiska



Minister  
Przedsiębiorczości  
i Technologii



Komitet  
Elektrotechniki



#### WSPÓLPRACA

Stowarzyszenie Elektryków Polskich



#### PATRONAT MEDIALNY



#### INFORMACJE

TEL. [32] 258-20-41 w. 25  
KOM. 606-308-827  
FAX [32] 259-99-48  
info@komel.katowice.pl



www.komel.katowice.pl

# Działanie prądu rażeniowego na układ nerwowy człowieka

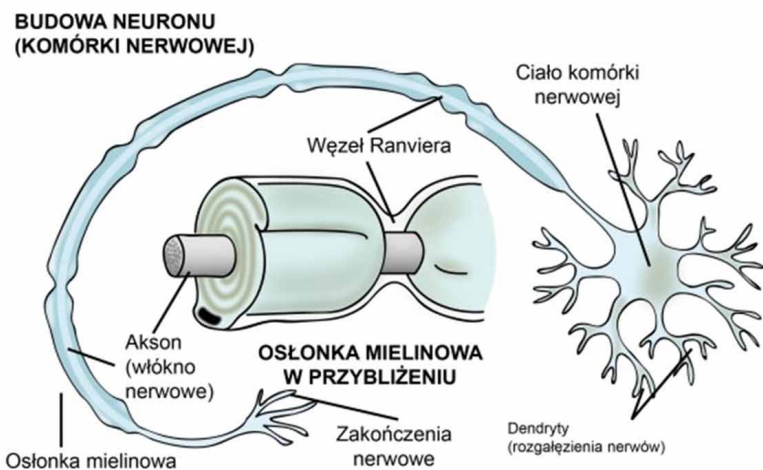
Stefan Gierlotka

## Budowa i fizjologia układu nerwowego człowieka

Układ nerwowy człowieka składa się z układu ośrodkowego oraz układu obwodowego. Nadrzędną funkcję nad całością organizmu pełni ośrodkowy układ nerwowy stanowiący mózg i rdzeń kręgowy. Obwodowy układ nerwowy łączy układ ośrodkowy z narządami ustroju oraz receptorami. Pod względem czynnościowym układ nerwowy tworzą włókna nerwowe, które dzielimy na dośrodkowe i ośrodkowe. Włókna dośrodkowe (czuciowe) przekazują bodźce informacyjne z receptorów na powierzchni ciała i z narządów wewnętrznych do ośrodkowego układu nerwowego. Włókna ośrodkowe przewodzą impulsy z ośrodkowego układu nerwowego w odwrotnym kierunku, do efektorów narządów wykonawczych. Efektorami są mięśnie oraz gruczoły.

Budowę układu nerwowego człowieka stanowią komórki nerwowe, zwane neuronami. Neurony różnią się między sobą wymiarami oraz kształtem. U dorosłego człowieka najdłuższe, mające około 1,5 m, zaczynają się w receptorach palucha u nogi, a kończą w rdzeniu przedłużonym.

Neuron zbudowany jest z ciała komórki oraz odchodzących od niego wypustek aksonu i dendrytów. Podstawowym zadaniem neuronu jest odbieranie impulsów przez jego dendryty i przekazywanie ich do zakończeń aksonu. Istotną częścią neuronu jest akson, stanowiący drogę komunikacyjną między komórkami nerwowymi. Spełnia rolę przewodnika elektrycznego i jest otoczony warstwami izolacyjnymi. W zależności od rodzaju, włókna nerwowe są izolowane jedną lub dwiema warstwami osłonek biologicznych. Włókna ośrodkowego układu nerwowego posiadają osłonkę izolacyjną



Rys. 1. Budowa tkanki nerwowej i izolującej otoczki mielinowej

utworzoną przez tzw. komórki glejowe, zbudowane z dielektrycznej substancji tłuszczowo-białkowej, zwanej mieliną. Izolacyjne osłonki mielinowe są zbudowane ze związków glikolipidów i składają się z cukrów, galaktozy i lipidu oraz lecytyny. Włókna obwodowego układu nerwowego posiadają osłonkę izolacyjną utworzoną przez tzw. komórki Schwanna. Osłonka Schwanna, zbudowana z neurolemmocytołów, spełnia funkcję ochronną dla aksonu. Jedynie zakończenia nerwów i receptory nie posiadają osłonek izolacyjnych.

Poszczególne komórki nerwowe nie są ze sobą zespolone, a jedynie stykają się ze sobą. Obszar styku pomiędzy neuronami, przez który przemieszczają się impulsy nerwowe, zwany jest synapsą.

## Elektryczny przekaz informacji w układzie nerwowym

Zasadniczą czynnością neuronu jest przekazywanie zakodowanych informacji w postaci impulsów nerwowych. Włókna nerwowe są drogami

przewodnictwa jednokierunkowego. Aksony przewodzą impulsy nerwowe tylko w jednym kierunku: od ciała neuronu do zakończenia aksonu. W obrębie zakończeń aksonu następuje przekazanie impulsu nerwowego na inne komórki. Drugi rodzaj neuronów stanowią dendryty, które przewodzą impulsy nerwowe w kierunku do ciała komórki. Ciała neuronów są miejscami metabolizmu i syntezy składników komórkowych.

Przewodzenie impulsów nerwowych przez neurony związane jest z procesami elektrochemicznymi przebiegającymi w ich błonie komórkowej. Bodziec zewnętrzny działający na błonę komórkową neuronu powoduje zwiększenie jej przenikliwości i przemieszczenie się jonów. Do wnętrza neuronów napływają jony sodowe  $\text{Na}^+$ , co powoduje wyrównanie ładunków elektrycznych pomiędzy wnętrzem i otoczeniem, czyli depolaryzację błony komórkowej. Podczas depolaryzacji potencjał czynnościowy przemieszcza się wzdłuż błony komórkowej neuronu jako fala depolaryzacyjna,

stanowiąc impuls nerwowy. Prędkość przewodzenia impulsów nerwowych we włóknach nerwowych człowieka (według badań Krauzego M.) wynosi 120 m/s (432 km/godz.) [4].

Przewodzące sygnały włókna nerwowe są izolowane otoczką mielinową, która zapobiega kontaktowaniu się potencjału elektrycznego błony aksonu z otaczającym ją przewodzącym środowiskiem wewnątrzustrojowym. Otoczkę charakteryzuje znaczna wartość rezystancji elektrycznej. Zależnie od stosowanych przez różnych badaczy metod pomiarowych podawana jest w literaturze różna wartość rezystancji otoczki mielinowej od 100 MΩ do 200 MΩ [4].

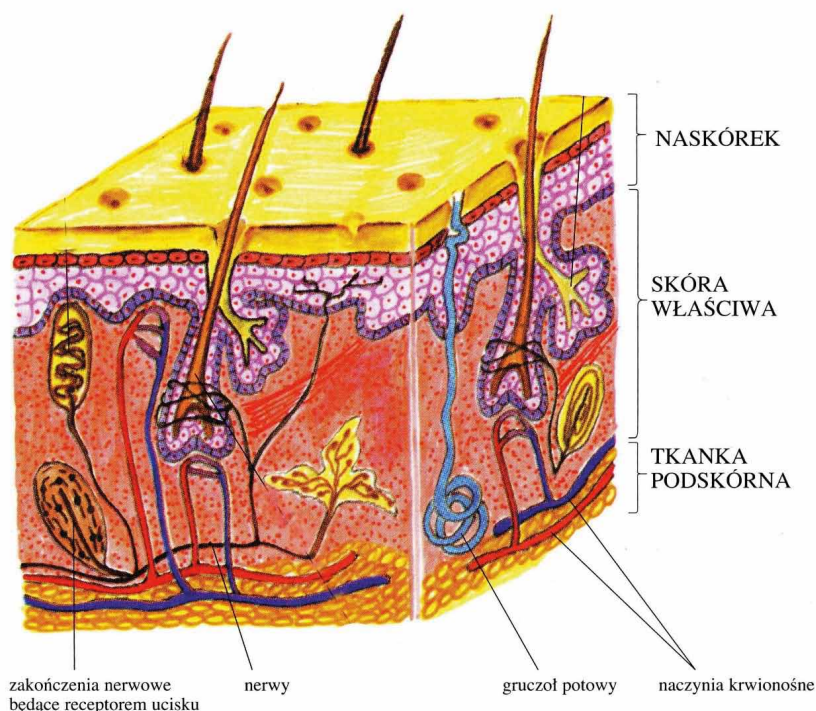
### Unerwienie skóry jako miejsca dotyku napięcia rażeniowego

Unerwienie skóry stanowią włókna czuciowe nerwów mózgowo-rdzeniowych, oddziałujące na wydzielanie gruczołów potowych i stan napięcia naczyń krwionośnych w skórze. Narządy czuciowe są rozmieszczone na powierzchni ciała nierównomiernie – gęściej lub rzadziej. Szczególnie mocno unerwione są wrażliwe opuszki palców, a mniej unerwione są odcinki kończyn i grzbiet człowieka. Receptorami czucia są wolne zakończenia nerwowe umiejscowione w warstwie brodawkowej i siateczkowej skóry. Odczuwanie dotyku jest wynikiem podrażnienia zakończeń nerwowych w skórze, czyli receptorów czuciowych (wrażliwe na ból, wibrację, ciepło, zimno i elektryzację).

Odbieranie bodźców zewnętrznych przez receptory skórne i adekwatne reagowanie na nie stanowi czynność odruchową, będącą funkcją ośrodkowego układu nerwowego. Odruch jest odpowiedzią efektora wywołaną przez bodziec działający na receptor. Odpowiedź na bodziec jest odruchem bezwarunkowym. Tak też się dzieje podczas rażenia, przez dotyk powierzchnią skóry do elektrody pod niebezpiecznym napięciem. Rażony odczuwa drętwienie, czyli reakcję odruchową ośrodkowego układu nerwowego.

### Reakcje układu nerwowego człowieka na bodźce elektryczne

Prąd elektryczny, przepływając przez organizm żywy, wywołuje w nim zmiany



Rys. 2. Zakończenia i włókna nerwowe w skórze człowieka

biologiczne, które nazywamy porażeniem elektrycznym. Uczucie rażenia ciała człowieka prądem elektrycznym przejawia przez pobudzenie jego receptorów skórnych. Zależnie od wartości natężenia prądu rażeniowego, pobudzającego receptory skórne układu nerwowego człowieka, zachodzą odpowiednie reakcje odruchowe.

Najmniejszą wartość prądu rażeniowego odczuwalną przez człowieka jako mrowienie nazywa się prądem percepcji lub prądem odczuwania. Wartość prądu percepcji u człowieka jest osobniczo zmienna i dla rażeń prądem przemiennym 50 Hz przyjmuje się 0,6 mA dla mężczyzn oraz 0,4 mA dla kobiet. Dla prądu stałego wartość prądu percepcji jest większa i przyjmuje się dla mężczyzn 2,5 mA a dla kobiet 1,5 mA.

W organizmie człowieka istnieją okolice o dużej czułości prądowej, do której zalicza się język, skroń, szyja. Język człowieka, zawsze wilgotny i mocno unerwiony, wyczuwa natężenie prądu o wartości od 0,005 mA.

Wartość natężenia prądu rażeniowego, przy którym reakcja efektora układu nerwowego powoduje skurcz mięśni, nazywa się prądem samouwolnienia. Po przekroczeniu tej wartości natężenia prądu na skutek skurczu mięśni rażony człowiek nie potrafi się samodzielnie oderwać od elektrody. Przyjmuje się dla częstotliwości 50 Hz wartość średnią prądu samouwolnienia 10 mA dla mężczyzn oraz 6 mA dla kobiet.

Wartości natężenia prądu powodujące takie same skutki patologiczne w organizmie człowieka są dla prądu stałego trzy

Tabela 1. Odczucia i reakcja rażenia prądem przemiennym (AC) 50 Hz i prądem stałym (DC)

Reakcja organizmu na prąd rażeniowy	Prąd rażeniowy (mA)	
	przemienny AC	stały DC
Próg odczuwania prądu przez kobiety	0,4	1,5
Próg odczuwania prądu przez mężczyzn	0,6	2,5
Wyczuwalność skurczów mięśni dłoni przez kobiety	1,0	3,5
Wyczuwalność skurczów mięśni dłoni przez mężczyzn	2,0	10
Cierpięcie i skurcz mięśni u kobiet	6	25
Cierpięcie i skurcz mięśni u mężczyzn	10	50



do cztery razy wyższe niż dla prądu przemiennego 50 Hz.

Prąd stały jest odczuwany przez człowieka tylko w chwili załączania i wyłączenia prądu rażeniowego. Zjawisko to występuje w odróżnieniu od prądu przemiennego, gdzie po przekroczeniu granicy prądu percepcji osoba rażona odczuwa elektryzację jako mrowienie czy też drętwienie. W przypadku przepływu przez ciało człowieka prądu stałego rażony doznaje skurczu mięśni, ale nie odczuwa bólu.

Zjawisko powyższe można wytłumaczyć tym, że podczas rażenia prądem przemiennym AC skórnych receptorów układu nerwowego następuje ich ciągła aktywizacja. Natomiast podczas rażenia skórnych receptorów układu nerwowego prądem stałym DC następuje ich polaryzacja i taki stan się utrzymuje w czasie trwania rażenia.

Podczas reakcji prądu rażeniowego na układ nerwowy człowieka najpierw następuje jego pobudzenie, a następnie porażenie. Porażony odczuwa w miejscu dotyku drętwienie i mrowienie oraz utratę uczucia bólu. Stan taki trwać może nawet kilkanaście minut od chwili rozłączenia prądu rażeniowego i jest związany ze spolaryzowaniem układu nerwowego. Z czasem ładunki neutralizują się, a napięcie polaryzacyjne zostaje rozładowane. Powraca wtedy uczucie i ustaje drętwienie w okolicy miejsca dotyku do elektrody pod napięciem rażeniowym.

Skutki rażenia układu nerwowego mogą mieć różny stopień nasilenia, począwszy od krótkotrwałego zamroczenia aż do utraty przytomności oraz utraty uczucia bólu.

Podczas głębokich oparzeń ciała łukiem elektrycznym układ nerwowy rażonego ulega uszkodzeniu. W oparzeniach III i IV stopnia następuje uszkodzenie tkanki podskórnej oraz zakończeń nerwów czuciowych. Objawem uszkodzonych zakończeń nerwów czuciowych jest brak odczuwania bólu przez porażonych.

### Możliwość przenikania prądu rażeniowego z układu krwionośnego do układu nerwowego

Ponieważ rezystywność tkanki nerwowej jest kilka razy większa od rezystywności krwi, prąd rażeniowy w organizmie

człowieka zazwyczaj przepływa układem krwionośnym, a nie nerwowym. Według literatury rezystywność krwi człowieka wynosi około 150  $\Omega\text{cm}$ . Zmienność rezystywności krwi uwarunkowana jest między innymi hematokrytem. Wartość rezystywności tkanki nerwowej w literaturze z fizjologii medycznej zależy od autora jest różnie podawana – od 220  $\Omega\text{cm}$  do 800  $\Omega\text{cm}$  [1, 3, 4, 6].

Tkanka nerwowa zbudowana z neuronów jest izolowana od środowiska wewnątrzustrojowego przez otoczkę mielinową zbudowaną z komórek Schwanna. Duża wartość rezystancji izolacyjnej otoczki mielinowej stanowi dla prądu rażeniowego przeszkodę wnikań w jej struktury. Jedynie zakończenia nerwów i receptory czucia nie posiadają mielinowej otoczki izolacyjnej i przenikanie bodźców elektrycznych do struktur układu nerwowego jest możliwe.

Wykonane w ramach obserwacji zjawiska pomiary rezystancji wzdłużnej mielinowej warstwy izolacyjnej otaczającej włókno nerwowe wykazały wysoką wartość rezystancji zależną od napięcia pomiarowego. W zakresie zmian napięcia pomiarowego AC 50 Hz o wartości od 15 V do 120 V rezystancja wzdłużna zmieniała wartość od 6000 k $\Omega\text{cm}$  do 1200 k $\Omega\text{cm}$ . Badania przeprowadzono *in vitro*, na nerwie układu ośrodkowego, badając rezystancję wzdłużną otaczającej go izolacyjnej warstwy mielinowej.

Przy tak dużej wartości rezystancji izolacyjnej warstwy mielinowej otaczającej włókna układu nerwowego przepływający w organizmie rażonego prąd elektryczny wybierze drogę przepływu w układzie krwionośnym, a nie nerwowym. Jedynie receptory czuciowe, jako nieizolowane tkanką mielinową końcówki nerwów, mogą ulec elektryzacji w miejscu dotyku do elektrody będącej pod napięciem. Zjawisko takie jest odczuwane przez rażonego jako mrowienie, a przy wyższych natężeniach prądu jako drętwienie.

Wcześniejsze, przeprowadzane jeszcze w Związku Radzieckim, badania nad czynnością układu nerwowego wykazały dużą jego wrażliwość na rażenie prądem elektrycznym, o ile powierzchnia dotyku do elektrody zawiera miejsca i punkty zakwalifikowane do terapii akupunktury [6]. Wykorzystywane w medycynie


miejsca do terapii akupunktury posiadają gęsto skupione receptory i końcówki nerwowe.

### Wnioski

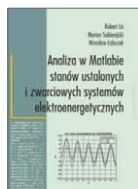
1. Odbiór bodźców elektrycznych przez układ nerwowy człowieka jest możliwy wyłącznie przez jego zakończenia włókien nerwowych oraz przez receptory skórne.
2. Przenikanie prądu rażeniowego do układu nerwowego człowieka poza receptorami skórnymi uniemożliwia mielinowa otoczka izolująca przewodzące włókna nerwowe.
3. Przeprowadzone pomiary wykazały dużą wartość rezystancji otoczki mielinowej izolującej układ nerwowy od przewodzącego środowiska wewnątrzustrojowego.
4. Wysoka wartość rezystancji izolacji elektrycznej układu nerwowego od środowiska wewnątrzustrojowego powoduje, że w przypadku rażenia prąd wybiera drogę przepływu w układzie krwionośnym jako lepiej przewodzącym.

### Literatura

- [1] GANONG W.: *Fizjologia*. PZWL, Warszawa 1994.
- [2] GIERLOTKA S.: *Elektropatologia porażień prądem elektrycznym oraz bezpieczeństwo przy urządzeniach elektrycznych*. Grupa MEDIUM, Warszawa 2015.
- [3] KARCZEWSKI W.: *Zjawiska elektryczne w organizmie*. PWN, Warszawa 1965.
- [4] KRAUSE M.: *Człowiek i jego układ nerwowy*. Wydawnictwo Naukowe Śląsk, Katowice 2002.
- [5] LIPPERT H.: *Anatomia. Tom I*. Wyd. Med. Urban & Partner, Wrocław 1998.
- [6] MANOJŁOW W.E.: *Osnovy elektrobezpasnosti*. Energoatomizdat, Leningrad 1991.
- [7] ZAWADZKI A.: *Medycyna ratunkowa i katastrof*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2013.

 dr hab. inż. Stefan Gierlotka  
Polski Komitet Bezpieczeństwa  
w Elektryce SEP

## BIBLIOTEKA



Robert Lis, Marian Sobierajski, Mirosław Łabuzek  
**Analiza w Matlabie stanów ustalonych i zwarcio- wch systemów elektroenergetycznych**  
Wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej  
Rok wydania: 2018

Matlab jest interakcyjnym pakietem programów do obliczeń numerycznych, opartym na najbardziej efektywnych procedurach obliczeń numerycznych opracowanych przez najlepszych specjalistów.

W niniejszej książce postawiono sobie za cel szczegółowe opisanie oraz udostępnienie opracowanych przez autorów funkcji (tzw. m-plików) do wyznaczania parametrów zastępczych oraz przeznaczonych do analizy stanów ustalonych i zwarcio- wch w systemach elektroenergetycznych.

Kody źródłowe opisanych programów są umieszczone na CD dołączonym do publikacji. Do ich wykorzystania nie jest wymagana biegła znajomość Matlab. Użytkownik powinien jednak umieć przygotować plik danych wejściowych z wykorzystaniem załączonych funkcji wyznaczania parametrów zastępczych elementów systemu elektroenergetycznego. Dzięki temu będzie mógł także tworzyć własne funkcje, ale musi mieć umiejętność posługiwania się działaniami na macierzach numerycznych i komórkowych oraz stosowania operacji tablicowych i działań na łańcuchach.

Adresatem prezentowanej monografii są studenci, pracownicy naukowcy zajmujący się problematyką sieci i systemów elektroenergetycznych oraz specjaliści z zakresu elektroenergetyki odpowiedzialni za rozwiązywanie praktycznych zadań inżynierskich.



Małgorzata Krwawicz  
**Podstawy organizacji i zarządzania. Materiały do ćwiczeń. Część 1**  
Wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej  
Rok wydania: 2018

W publikacji zaprezentowano metody, techniki i narzędzia wykorzystywane do analizy i oceny organizacji. Struktura poszczególnych rozdziałów obejmuje określenie celu metody, przedstawienie instrukcji jej stosowania, zaprezentowanie przykładowego zastosowania, polecenie wykonania ćwiczenia oraz wskazanie obszaru zastosowania metody (w ujęciu podmiotowym i przedmiotowym oraz określenie rodzaju celu i horyzontu czasu).

Kolejność prezentacji technik i narzędzi uwarunkowana jest popularnością ich wykorzystywania w praktyce gospodarczej oraz przydatnością w działalności dydaktycznej, co stanowi główne kryterium wyboru.

W opracowaniu Autorka proponuje nową metodę – SWOT Plus, która stanowi rozwinięcie metody SWOT. Dokonała modyfikacji metody scenariuszy, odbiegając od powszechnie stosowanej wersji. Zaprezentowała uproszczoną wersję metody scenariuszy – metodę scenariusza Point.

Autorka ma nadzieję, że zaprezentowana publikacja będzie pomocna w samodzielnym opracowaniu projektów, realizowanych zarówno na potrzeby dydaktyczne, jak i zawodowe, usprawniających funkcjonowanie organizacji. Tym samym bezpośrednimi adresatami są tu przede wszystkim studenci kierunków Zarządzanie, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji oraz praktycy gospodarczy.



Andrzej Flaga  
**Podstawy mechaniki ciał stałych i płynów**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
Rok wydania: 2019, wydanie pierwsze

Najważniejszą zaletą niniejszej publikacji jest łączne, całościowe ujęcie najważniejszych zagadnień mechaniki ciał stałych i płynów w jednym opracowaniu, w tym dotyczące:

- mechaniki punktu materialnego, układu punktów materialnych i ciała sztywnego;
- mechaniki ośrodków ciągłych;
- teorii sprężystości i termosprężystości;
- akustyki stosowanej;
- mechaniki budowli i konstrukcji;
- mechaniki płynów;
- mechaniki atmosfery ziemskiej;
- termomechaniki budowlanej.

Autor zamieścił w niej liczne przykłady dotyczące statyki, dynamiki i termomechaniki ciał stałych i płynów oraz tablice wartości oraz charakterystyki różnych wielkości geometrycznych, mechanicznych i fizycznych, które stanowią dużą pomoc w praktycznych zastosowaniach różnych działów mechaniki ciał stałych i płynów.

Niniejsza monografia jest pomyślana głównie jako pomoc dla studentów, doktorantów i pracowników naukowych różnych wydziałów wyższych uczelni technicznych. Mogą z niej korzystać także inżynierowie projektanci oraz osoby zajmujące się modelowaniem i obliczeniami komputerowymi z zakresu tzw. stosowanej mechaniki ciał stałych i płynów.

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (237) Styczeń	<b>PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w górnictwie</li> <li>• Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Monitoring i systemy sterowania</li> <li>• Utrzymanie ruchu</li> <li>• Automatyzacja transportu szynowego</li> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> </ul>
2 (238) Luty	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo sieci przemysłowych</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (239) Marzec	<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>
4 (240) Kwiecień	<b>BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYSŁE</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> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>
5 (241) Maj	<b>TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Technologie przyrostowe 3D</li> <li>• Napędy hybrydowe</li> <li>• Diagnostyka i kontrola urządzeń</li> <li>• Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – Industrial Internet of Things)</li> </ul>
6 (242) Czerwiec	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0</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 (243/244) Lipiec/sierpień	<b>SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (245) 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 (246) Październik	<b>HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Inteligentne układy zasilania</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy hybrydowe i elektryczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> </ul>
11 (247) 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 (248) Grudzień	<b>PRZEMYSŁ 4.0 BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYSŁE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>

## TEMATYKA

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

**Nr 5** (241)

Rok XXI  
Maj 2019

- Termowizja, monitoring, pomiary
- Maszyny i napędy elektryczne
- Technologie przyrostowe 3D
- Napędy hybrydowe
- Diagnostyka i kontrola urządzeń
- Przemysłowy Internet Rzeczy  
(IIoT – *Industrial Internet of Things*)



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

1/2019 (237)

2/2019 (238)

3/2019 (239)

4/2019 (240)

**5/2019 (241)**

6/2019 (242)

7-8/2019 (243-244)

9/2019 (245)

10/2019 (246)

11/2019 (247)

12/2019 (248)

## PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przysyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Wydawnictwo Druk-Art SC nr konta: 57 1560 1140 0000 9090 0004 0921

Wysyłając powyższy formularz, wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych zgodnie z ustawą z dn. 29.08.1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883).

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, [www.nis.com.pl/nis/prenumerata](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.

# Elektroniczna kontrola napięcia dla sieci jedno- i trójfazowych



**finder**<sup>®</sup>  
SWITCH TO THE FUTURE

## Seria 70

Wielofunkcyjne urządzenia zapewniające elastyczny nadzór zbyt wysokiego napięcia, wartości niskiej, praca w zakresie, rotacja faz, utrata fazy, asymetria i zanik N (w zależności od typu).

- Wyjście przekaźnikowe 1 lub 2 P
- Pozytywna logika bezpieczeństwa - Zestyk wyjściowy pozostaje otwarty w sytuacji kiedy przekaźnik wykryje błąd
- Wszystkie funkcje i wartości mogą być łatwo nastawiane za pomocą przełączników i pokręteł na czole przekaźnika (w zależności od typu)
- "Płaski + krzyżowy" - końcówki wkrętaka płaskiego i krzyżowego mogą być stosowane do zmiany funkcji i parametrów
- Kolorowe diody LED do szybkiej identyfikacji stanu sieci kontrolowanej
- Obudowa modułowa, szerokość 17,5 - 35mm
- Montaż na szynie DIN 35mm (EN 60715)
- Wykonania trakcyjne - opcjonalnie



# Danfoss Drives to lepsza przyszłość

**5 mld**

ludzi na świecie  
będzie codziennie  
korzystać z usług  
Danfoss Drives  
do 2025 r.



## Napędzają nas przetwornice

Każdego dnia pracujemy nad tym, aby osiągnąć więcej przy mniejszych nakładach. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu branżowemu w zakresie sprostania Waszym wyspecjalizowanym wyzwaniom tworzymy i dzielimy się rozwiązaniami, które zapewniają lepszą precyzję procesów i najwyższą wydajność energetyczną dla waszych zadań związanych z silnikami elektrycznymi.

**VLT® | VAGON®**

[www.danfoss.pl](http://www.danfoss.pl)

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*