

elektro technik

AUTOMATYK

2

KWIECIEŃ – MAJ – CZERWIEC 2026

Rok 9.

20⁰⁰ PLN
(w tym 8% VAT)
ISSN 2544-7351

elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Branża elektrotechniczna – niezwykle zróżnicowana, niejednorodna i trudna do jednoznacznego sklasyfikowania – podlega tym samym trendom, jakie napędzają obecnie sektor automatyki przemysłowej. Według różnych szacunków w najbliższych kilku, kilkunastu latach powinna utrzymać się tendencja wzrostowa w tym sektorze rynku.

Raport:

Branża

elektrotechniczna

licensed by



Twój partner w komunikacji b2b

Zapraszamy do współpracy redakcyjnej oraz reklamowej:
elektrotechnikautomatyk@ravenmedia.pl
www.elektrotechnikAUTOMATYK.pl



Czekam na Państwa pytania,
uwagi i sugestie pod adresem:
wojciech.traczyk@ravenmedia.pl

Każda bateria będzie miała swój paszport – a to dopiero początek zmian...

18 lutego 2027 r. – zaznaczcie tę datę w kalendarzu, jeśli jeszcze tego nie zrobiliście. Od tego dnia każdy akumulator przemysłowy o pojemności przekraczającej 2 kWh, każdy pakiet baterijny do samochodu elektrycznego czy e-roweru wprowadzany na rynek europejski będzie musiał posiadać swój cyfrowy odpowiednik metryki urodzenia. Z kodem QR, który po zeskanowaniu smartfonem powie nam niemal wszystko: skąd pochodzi kobalt w ogniwach, ile kilogramów CO₂ kosztowało wyprodukowanie każdej kilowatogodziny pojemności i jak z tym akumulatorem postąpić, gdy skończy swoją służbę.

Żyjemy w ciekawym momencie. Z jednej strony raport o branży elektrotechnicznej, który znajdziecie w tym numerze, pokazuje obraz niejednoznaczny – globalny rynek elektryfikacji oraz automatyki rośnie w imponującym tempie, a tymczasem polska produkcja urządzeń elektrycznych notowała ujemną dynamikę przez 2 ostatnie lata. Ten paradoks powinien dawać do myślenia. Z drugiej strony właśnie regulacje typu paszport baterii mogą okazać się szansą – i to realną – dla europejskich producentów, którzy wreszcie dostaną narzędzie do konkurowania czymś więcej niż tylko ceną.

Bo o to w gruncie rzeczy chodzi. Gdy każda bateria będzie miała swoją cyfrową tożsamość dokumentującą pełen cykl życia – od wydobycia surowców, przez produkcję, aż po recykling – nagle okaże się, że tańszy akumulator z drugiego końca świata wcale nie jest taki tani, gdy policzymy jego rzeczywisty koszt środowiskowy. Pełna transparentność może wiele zmienić.

Warto też wiedzieć, że cyfrowy paszport baterii to nie inicjatywa oderwana od szerszego kontekstu. Jak byśmy nie oceniali tego pomysłu unijnych urzędników, trzeba mieć świadomość, że stanowi on przysłowiowy pierwszy krok. Unia Europejska pracuje bowiem nad podobnymi paszportami cyfrowymi dla całej gamy produktów – od tekstyliów przez elektronikę po materiały budowlane. Baterie są tutaj swego rodzaju poligonem doświadczalnym. Jeśli system zadziała sprawnie w tym segmencie rynku, model ten zostanie przeniesiony na kolejne branże.

Oczywiście diabeł tkwi w szczegółach. Dla dużych graczy, którzy już dziś inwestują w systemy zarządzania danymi i w kolejne certyfikacje, to kolejny krok w dobrze znanych procedurach. Dla mniejszych firm – a branża elektrotechniczna jest ich pełna – może to być bolesna przeprawa. Zdążyć z dostosowaniem systemów informatycznych, zadbać o kompletność danych w łańcuchu dostaw, upewnić się, że każdy dostawca komponentów dostarcza wymagane informacje – nie brzmi to jak projekt zostawiony na ostatnią chwilę...

Dla wszystkich przedsiębiorstw produkcyjnych przesłanie jest jedno: nie ma sensu czekać i z boku przyglądać się tym zmianom. Bez względu, czy mówimy tutaj o roku, dwóch latach czy o nieco dłuższej perspektywie – w przypadku poważnych modyfikacji systemowych nie jest to specjalnie długi czas. Proces przemian już ruszył – warto go śledzić na bieżąco.

Wojciech Traczyk

Zapraszamy
do kontaktu!



elektrotechnik@elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Dołącz do nas!



facebook.com/ElektrotechnikAutomatyk



elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Spis treści

NUMER 2 | KWIECIEŃ - MAJ - CZERWIEC 2026

Chwytki robotów – nietypowe rozwiązania

Odpowiednio dopasowany chwytak ma gwarantować precyzję, stabilność i bezpieczeństwo podczas przenoszenia detali. Problemem są jednak przedmioty, które są bardzo małe, wytworzonego z delikatnego i kruchego materiału albo o nieregularnej i nietypowej strukturze. W takich sytuacjach rozwiązaniem mogą być specjalne konstrukcje, które pozwalają na manipulowanie przedmiotami wyykającymi się poza standardowe ramy codziennych procesów przemysłowych. **S. 40**



źródło: University of California, San Diego

Rynek & Branża

- 6 Roboty i lasery wspomogą recykling baterii EV
- 7 Wydarzenia i zapowiedzi
- 10 Z Wareckiej w każdą szafę. 75 lat Spółdzielni POKÓJ
- 12 Temat z okładki: Branża elektrotechniki przemysłowej – globalne trendy, europejska transformacja i polska perspektywa

Kontrola & Regulacja

- 18 Nowa metoda pomiaru materiału podczas powlekania plazmowego
- 19 Ciekawostki i produkty
- 20 Przekładniki PCB – budowa, rodzaje, parametry i zastosowania
- 22 Optymalizacja klimatu wewnątrz szafy sterowniczej. Jak uniknąć awarii dzięki precyzyjnej termoregulacji?

Łączenie & Zasilanie

- 24 System ładowania wysokiego napięcia o dużej mocy
- 25 Ciekawostki i produkty
- 26 Przewody do ruchomych zastosowań przemysłowych
- 28 Szczelność przede wszystkim – złącza wodoodporne w przemyśle

Przy tablicy

- 30 Automatyzacja w polskim sektorze MŚP

Ruch & Napędy

- 32 Silnik napędzany wyłącznie amoniakiem
- 33 Ciekawostki i produkty
- 34 Silniki reluktancyjne – charakterystyka, typowe zastosowania w nowoczesnych napędach

Automatyzacja & Robotyzacja

- 36 Rewolucyjne sterowanie ręką robota za pomocą własnych ruchów
- 37 Ciekawostki i produkty
- 38 Jak i650 motec ze zintegrowanym sterownikiem Logic PLC redukuje złożoność i przyspiesza uruchomienie
- 40 Chwytki robotów – nietypowe rozwiązania
- 42 Jak sprawdzić możliwości robota humanoidalnego?

Oprogramowanie & Inżynieria

- 44 Narzędzia symulacyjne dla przemysłu tekstylnego
- 45 Ciekawostki i produkty
- 46 Jak sztuczna inteligencja zmienia oblicze cyberbezpieczeństwa w przemyśle

Zawód, kariera, praca

- 48 Od badacza do przedsiębiorcy – kariera inżyniera w liczbach i na przykładach

Stałe działy

- 3 Od redakcji
- 50 Stopka redakcyjna, zapowiedzi, wydarzenia

źródło: Adobe Stock – Pavel Pechenkin



Silniki reluktancyjne – charakterystyka i typowe zastosowania

W branży elektrotechnicznej silniki reluktancyjne coraz częściej są postrzegane nie jako ciekawostka konstrukcyjna, lecz jako realna alternatywa dla klasycznych silników indukcyjnych klatkowych. **S. 34**

Szczelność przede wszystkim – złącza wodoodporne w przemyśle

Złącza wodoodporne to komponenty, które przez lata ewoluowały od prostych uszczelek gumowych do zaawansowanych rozwiązań, które spełniają rygorystyczne normy międzynarodowe. Ich właściwy dobór wymaga znajomości norm, materiałów, warunków eksploatacji i mechanizmów uszczelniających. **S. 46**



źródło: Adobe Stock – MAXSHOT_PL

SPIS FIRM I REKLAMODAWCÓW

A

Agile Robots 7
akYtec 37

B

Bosch Rexroth 33

C

Comarch 45
Conrad Electronic 9, 19, 25

E

Emerson 8, 37
EPFL

F

Finder 22, 23
First Ammonia Motors 32
Flex 8
Fraunhofer IPA 6
Fraunhofer IPM 18
Fraunhofer ISE 24

H

HMS Networks 45
Hummel 5, 25

I

ifm electronic 19
igus 25, 26, 27

L

Lenze 38, 39

M

MIT 36
Mitutoyo 30

N

Nord Drivesystems 33

P

Pepperl+Fuchs 19
POKÓJ 10, 11, 30

R

Robo Challenge 7

S

Schneider Electric 8, 30
SchraubTec (autopromocja) 52
Siemens 33, 45
Simac Electronics 37
Softing Industrial
Automation 45

T

Teradyne Robotics 8

V

Vertiv 8
Voltcraft 19, 25

W

WAGO 25
Wobit 19, 37

So Small. So Strong.

Najmniejsze na świecie kątowe złącze M16 – kompaktowe w rozmiarze, imponujące mocą.

// Tylko 22 mm wysokości - idealne tam, gdzie liczy się każdy milimetr

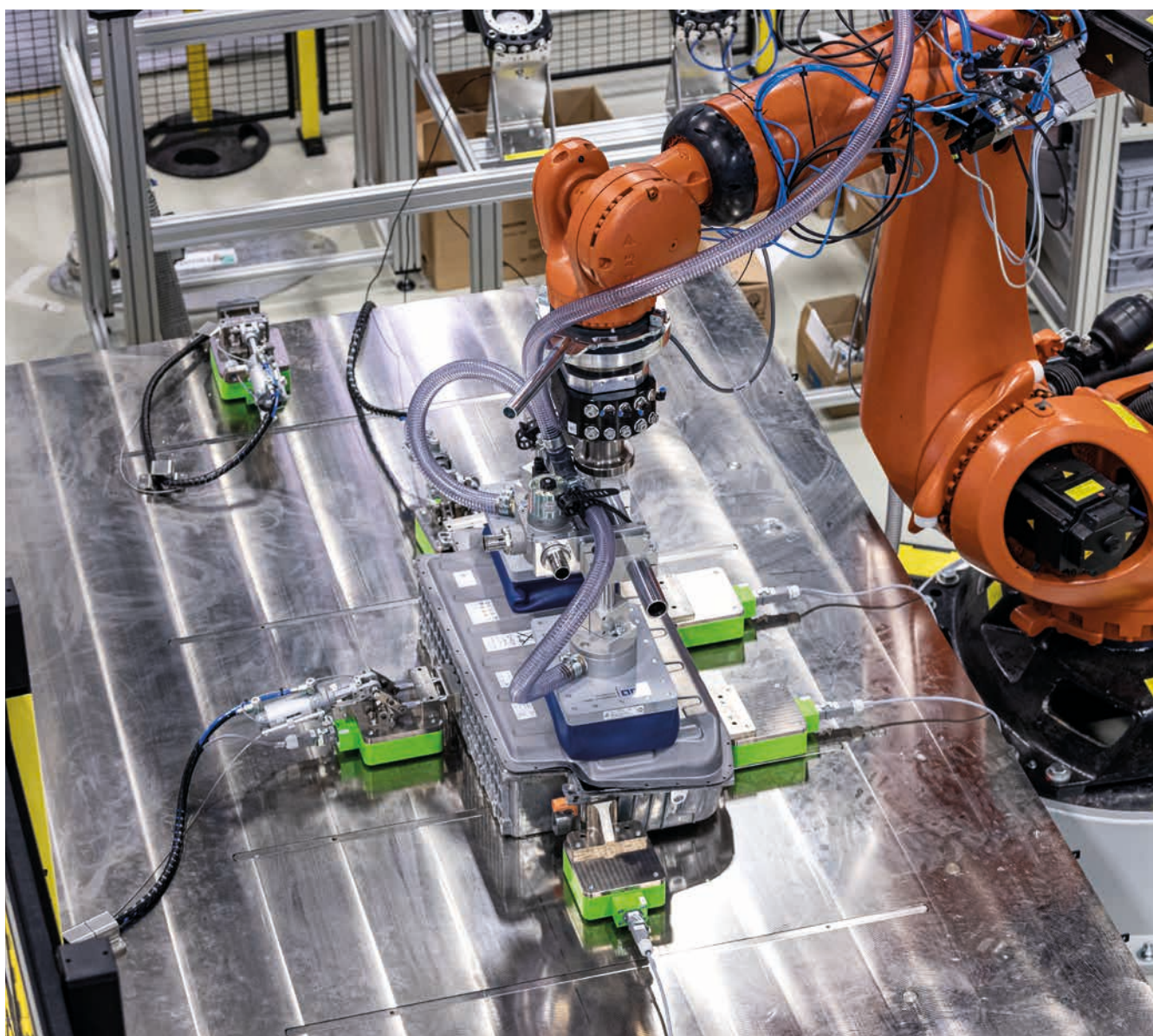
// Kompatybilne ze wszystkimi wkładami stykowymi M16

// Większa gęstość mocy - więcej możliwości w Twojej aplikacji silnikowej



Przekonaj się, jak wiele mocy mieści się w tak niewielkiej przestrzeni.
Odkryj ten produkt już teraz i poproś o indywidualną konsultację.





źródło: Fraunhofer IPA/Rainer Bez

Roboty i lasery wspomogą recykling baterii EV

Nowoczesne akumulatory do pojazdów elektrycznych stają się coraz trudniejsze do recyklingu – i właśnie z tym problemem zmierzył się projekt badawczy „Difference”, który pod koniec marca wszedł w fazę wdrażania.

Winowajcą jest architektura cell-to-pack (C2P), w której ogniwa bateryjne montowane są bezpośrednio w pakiecie akumulatora – bez tradycyjnych modułów pośrednich. Rozwiązanie to zwiększa gęstość energii i oszczędza przestrzeń, ale ogniwa spajane są piankami i klejami na dużej powierzchni, co sprawia, że ich demontaż staje się niezwykle skomplikowany. Tymczasem

europejskie rozporządzenie bateryjne wymaga wysokich wskaźników odzysku litu, niklu, kobaltu i miedzi.

Odpowiedzią mają być lasery i roboty. Projekt, któremu przewodzi Instytut Fraunhofer IPA, skupia się na laserowym rozdzielaniu klejów, pianek oraz elementów metalowych na w pełni zautomatyzowanym demontażu kierowanym przez ramię robotyczne. Całość zostanie też poddana ocenie ekologicznej i ekonomicznej.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Robo Challenge 2026 za nami – znamy zwycięzców

etA PATRONAT

Tegoroczna, piąta już edycja Robo Challenge odbyła się 22–23 kwietnia we Wrocławiu, w nowej siedzibie FANUC Polska. Firma od pierwszej edycji wydarzenia jest jego partnerem strategicznym.

Dwa intensywne dni zawodów, konferencji i szkoleń zgromadziły dostawców technologii, integratorów, studentów uczelni technicznych, jak również przedstawicieli firm produkcyjnych z różnych sektorów przemysłu.

Zwycięzcą w kategorii integratorów została firma MODULAR AUTOMIND, natomiast spośród uczelni wyższych najlepiej wypadli studenci z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Podczas tegorocznej edycji Robo Challenge organizatorzy mocno postawili na praktykę. Pierwszy dzień, poza samymi zawodami, upłynął też pod hasłem konferencji – odbyła się nawet gorąca dyskusja o współpracy człowieka z robotem, rozmawiano o bezpieczeństwie stanowisk zrobotyzowanych w kontekście nadchodzących regulacji (styczeń 2027 r.) oraz o tym, jak skutecznie przeprowadzić wdrożenie i jakich błędów przy tym unikać.



źródło zdjęć: Raven Media

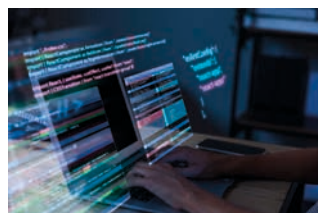
Drugi dzień wydarzenia w całości wypełniły specjalistyczne szkolenia, które spotkały się z bardzo dużym zainteresowaniem uczestników. Na warsztat wzięto m.in. takie tematy, jak programowanie robotów, bliż-

niaki cyfrowe, spawanie laserowe, kontrola jakości z wykorzystaniem skanerów 3D czy obsługa wózków AGV.

więcej: robochallenge.pl

Polscy programiści w czołówce użytkowników AI

Niemal wszyscy polscy programiści korzystają już ze sztucznej inteligencji w pracy – wynika z badania JetBrains AI Pulse 2026, przeprowadzonego w styczniu br. wśród ponad 10 tys. programistów na świecie, w tym 427 z Polski. Aż 92% polskich respondentów używa co najmniej jednego narzędzia AI zawodowo, a niemal dwóch na pięciu sięga po tryb agentowy każdego dnia – wyprzedzając pod tym względem globalną średnią wynoszącą 36%.



Designed by Freepik

Wśród najpopularniejszych narzędzi w Polsce prym wiodzie ChatGPT (33%), przed GitHub Copilotem (28%) oraz Claude Code i Cursoriem, które osiągają wyniki powyżej światowego benchmarku. Polscy programiści wyróżniają się też ponadprzeciętnym zainteresowaniem narzędziami JetBrains – JetBrains Junie używa u nas 12% respondentów, przy globalnym wskaźniku zaledwie 5%.

Jednocześnie rodzime firmy podchodzą do wdrażania AI bardziej zachowawczo niż przeciętnie na świecie – 36% organizacji ogranicza dostęp wyłącznie do zatwierdzonej listy narzędzi, wobec 27% globalnie. Raport wskazuje, że polska scena programistyczna jest dojrzała i wymagająca: użytkownicy oczekują przede wszystkim głębszej świadomości kontekstu kodu, lepszej wydajności w dużych projektach, a także ściślejszej integracji z IDE.

więcej: jetbrains.com

Agile Robots przejmie thyssenkrupp Automation Engineering

Monachijska firma Agile Robots sfinalizowała przejęcie aktywów thyssenkrupp Automation Engineering w Europie i Ameryce Północnej. Transakcja łączy zaawansowane rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji z ponad 75-letnim doświadczeniem w automatyzacji produkcji.

Nowy podmiot będzie funkcjonował pod nazwą Krause Automation, nawiązując do wieloletniej historii firmy w roli dostawcy zautomatyzowanych systemów produkcyjnych. Połączenie technologii Agile Robots z inżynieryjnym zapleczem Krause Automation ma wzmocnić pozycję grupy jako dostawcy kompleksowych rozwiązań automatyzacyjnych – od robotów przemysłowych po integrację całych linii produkcyjnych.

Agile Robots specjalizuje się w koncepcji określanej jako Physical AI, czyli systemach, które nie tylko wykonują zaprogramowane instrukcje, ale też postrzegają otoczenie, uczą się na danych przemysłowych i adaptują się w czasie rzeczywistym. Firma, założona przez badaczy z Niemieckiego Centrum Lotnictwa i Kosmonautyki (DLR), wdrożyła dotąd ponad 20 000 rozwiązań robotycznych na całym świecie. Dzięki przejęciu Krause Automation poszerzy działalność m.in. o sektory elektroniki użytkowej, technologii medycznych i logistyki.

więcej: agile-robots.com/en/

Emerson „Firmą roku 2026” w obszarze IIoT



źródło: Emerson

Firma Emerson została wybrana „Firmą roku 2026 w dziedzinie Przemysłowego Internetu Rzeczy” podczas 10. corocznej gali IoT Breakthrough Awards. Dzięki przejęciu firmy Aspen Technology w 2025 r. firma Emerson stała się globalnym liderem w dziedzinie automatyki.

Dysponując najbardziej kompletnym w branży zestawem technologii Industrial IoT, firma Emerson wspiera kluczowe dla funkcjonowania globalnej gospodarki sektory, w tym energetykę, LNG, life sciences, przemysł chemiczny, lotniczy oraz półprzewodnikowy, umożliwiając im działanie z większą szybkością, bezpieczeństwem i niezawodnością.

Firma wyznacza też kierunek rozwoju automatyki dzięki nowej, opartej na oprogramowaniu i danych platformie automatyki, która zapewnia płynną modernizację, przyspiesza wdrażanie nowych technologii oraz optymalizacji wspieranych sztuczną inteligencją, otwiera też drogę do przeprowadzania autonomicznych operacji.

więcej: emerson.com/en/

Flex i Teradyne Robotics rozszerzają współpracę

Firmy Flex i Teradyne Robotics rozszerzają partnerstwo w celu przyspieszenia inteligentnej automatyzacji produkcji na skalę globalną. W ramach rozszerzonej relacji Flex odgrywa podwójną rolę – wdraża rozwiązania Teradyne Robotics



źródło: Teradyne Robotics

w własnych zakładach produkcyjnych, jednocześnie wytwarzając główne elementy robotyki, które umożliwiają skalowalne wdrażanie automatyki przemysłowej u klientów Teradyne Robotics na całym świecie.

Zasadniczą rolę w tym partnerstwie odgrywają należące do Teradyne Robotics marki Universal Robots i Mobile Industrial Robots. Flex wytwarza elementy kluczowe dla UR, jednocześnie w swoich zakładach produkcyjnych wykorzystując produkowane przez UR współpracujące roboty przemysłowe i autonomiczne roboty mobilne MiR.

Połączenie produkcji urządzeń z ich rzeczywistymi zastosowaniami zapewnia nieprzerwany dopływ informacji zwrotnych z ich eksploatacji. Pozwala to weryfikować rozwiązania robotyczne na dużą skalę i szybciej replikować zautomatyzowane procesy. Teradyne Robotics i Flex dostarczają inteligentne aplikacje automatyzacji następnej generacji, wyposażone w rozwiązania fizycznej sztucznej inteligencji.

więcej: teradyne.com/robotics/

Vertiv przejmuje firmę ThermoKey i rozszerza portfolio



źródło: Freepik – DC Studio

Vertiv zawarł umowę przejęcia spółki ThermoKey, która ma wieloletnie relacje z producentami OEM i integratorami systemów. Transakcja jest kontynuacją inwestycji Vertiv w zaawansowane rozwiązania chłodzenia dla centrów danych wysokiej gęstości, obsługujących środowiska

sztucznej inteligencji. Po zamknięciu transakcji akwizycji rozwiązania firmy ThermoKey wesprą rozwój koncepcji zintegrowanej infrastruktury fizycznej Vertiv poprzez rozszerzenie zakresu dostępnych technik chłodzenia i zwiększenie zdolności do projektowania zintegrowanej, systemowej architektury klimatyzacyjnej. Pozwoli to klientom przygotować się na wdrażanie kolejnych generacji rozwiązań obliczeniowych.

Portfolio ThermoKey, które obejmuje wymienniki ciepła, suche chłodnice, skraplacze powietrzne i systemy chłodzenia cieczą, uzupełni ofertę Vertiv, dając klientom większą elastyczność w optymalizowaniu wydajności, dostosowaniu do warunków lokalnych oraz w planowaniu rozwoju infrastruktury.

Finalizacja transakcji, po spełnieniu standardowych warunków, w tym po uzyskaniu wymaganych zgód regulacyjnych, jest spodziewana w drugim kwartale br.

więcej: vertiv.com/pl-emea/

Stworzą infrastrukturę dla gigawatowych fabryk AI

Firma Schneider Electric, we współpracy z NVIDIA i AVEVA, zaprezentowała nowe rozwiązania dla centrów danych AI nowej generacji. Nowy projekt jest jednym z pierwszych opracowanych z myślą o architekturze NVIDIA Vera Rubin NVL72. Obejmuje zweryfikowane systemy zasilania i chłodzenia, uwzględniając specyfikę rozwiązań rack-scale nowej generacji. Projekt wprowadza dystrybucję mocy przy napięciu 480 VAC oraz obsługę wyższej temperatury czynnika chłodzącego (do 45°C), co przekłada się na lepszą efektywność energetyczną. Umożliwia też projektowanie centrów danych obsługujących różne punkty pracy szaf GPU, w tym tryb MaxQ pozwalający uzyskać większą liczbę tokenów na wat.

Zaprezentowano także nową architekturę cyfrowego bliźniaka zintegrowaną z ekosystemem NVIDIA Omniverse DSX Blueprint. Rozwiązanie umożliwia wielodomenowe symulacje – obejmujące dystrybucję energii, dynamikę cieplną i systemy sterowania – jeszcze przed fizyczną budową infrastruktury.

Schneider Electric poinformował ponadto o pomyślnych testach modelu NVIDIA NemoTron jako podstawy nowej funkcji agentowej AI do zarządzania alarmami w centrach danych.

więcej: se.com/pl/pl/

Your
B2B
partner

Tak! Zamówione,
dostarczone, naprawione.
Z Conrad.

Zawsze dostępne potrzebne części



conrad.pl/tak-z-conrad

All parts of success

CONRAD

Jubileusz

Z Wareckiej w każdą szafę. 75 lat Spółdzielni POKÓJ

Łódzka firma, której produkty zna każdy polski elektryk – od izolatorów trakcyjnych po bezprzewodowe wyłączniki krańcowe – wchodzi w kolejną ćwierćwiecze pod nowym szyldem: POKÓJ CONNECT.

Trzy litery, które każdy polski elektryk widzi codziennie: ZUG. Złączka tak oczywista, że niemal niewidoczna – a sprzedana w liczbie przekraczającej dziesięć milionów sztuk. Adres jeden, niezmienny od 1967 r.: Warecka 1, Łódź. Producent: Spółdzielnia POKÓJ. Od 2026 r. – pod nowym logo: POKÓJ CONNECT.



Spółdzielnia, która zaczynała od skóry

Łódź, rok 1951. Miasto wciąż dźwiga się po wojnie, włókiennicze kminy znaczą horyzont, a w powstających zakładach produkcyjnych rodzi się model gospodarki, w którym praca ma sens nie tylko ekonomiczny, ale i społeczny. W tym właśnie klimacie powstaje Spółdzielnia Inwalidów „POKÓJ”. Profil produkcji? Galanteria skórzana i... wentylatory przemysłowe.

Ten branżowy szpagat nie jest dziwactwem epoki – to jej cecha. Spółdzielnie inwalidzkie miały być elastyczne, dostosowywać produkcję do tego, czego rynek aktualnie potrzebował, i przy okazji dawać pracę osobom niepełnosprawnym, dla których przemysł ciężki nie miał możliwości. Już w 1956 r. POKÓJ debiutuje na Międzynarodowych Targach Poznańskich. Dla branży to deklaracja: jesteśmy. Dopiero kolejne dekady miały jednak pokazać, w czym tak naprawdę będziemy mocni.

Tory, izolatory i adres na całe życie

Punktem zwrotnym jest rok 1964. Spółdzielnia wchodzi w segment aparatury trakcyjnej, uruchamiając produkcję izolatorów odciągowych typu 1506 i 1507 oraz odbieraków prądu. To nie są tylko nowe pozycje w katalogu – to wybór tożsamości. POKÓJ przestaje być firmą „od wszystkiego” i zaczyna być specjalistą.

Decyzja okazuje się trafna na tyle, że dotychczasowe zaplecze szybko przestaje wystarczać. W latach 1965–1967 firma przenosi się pod nowy adres na ulicę Warecką w Łodzi. Modernistyczna bryła, która stanęła wówczas w środku miasta, stoi do dziś. I do dziś bije w niej serce produkcji.

W 1968 r. do tożsamości technologicznej dochodzi kolejny komponent: kooperacja z zakładem EMA-ELESTER. W ofercie pojawiają się przyciski sterownicze i wyłączniki krańcowe serii N-226, KLM i D-426. Krępe, bakelitowe, niezniszczalne – dla dwóch pokoleń automatyków stały się one właściwie definicją pojęcia „przycisk sterowniczy”.

ZUG – słowo, które weszło do branżowego słownika

Lata 80. przynoszą produkt, który ostatecznie zaszczepi nazwę POKÓJ w branżowej pamięci: złączki jednorowowe typu ZUG. Trudno znaleźć w Polsce szafę rozdzielczą, w której nie znalazłbyś tego komponentu. ZUG-i wchodzi do projektowych standardów, do norm zakładowych, do codziennego słownika monterów i projektantów. Stają

się tym, czym dla przekładni są łożyska SKF – elementem, którego nazwa zastępuje opis.

Skala? W 1999 r. Spółdzielnia świętuje sprzedaż dziesięciomilionowego egzemplarza. Ale ten sam rok przynosi jeszcze jedno wydarzenie, którego rangi nie sposób przecenić w branżowym kontekście: 8 grudnia POKÓJ otrzymuje swój pierwszy certy-

fikat ISO 9001. Wystawiony przez Polski Rejestr Statków, obejmuje pełen zakres działalności – od projektowania, przez produkcję, po sprzedaż osprzętu elektrotechnicznego. Tradycja i system spotykają się w jednym dokumencie. Dziś firma legitymuje się aktualną wersją normy: ISO 9001:2015.

Włoski akcent i cyfrowy reset

Przełom tysiącleci to dla firmy POKÓJ czas otwierania okien. Po gruntownej modernizacji parku maszynowego w pierwszej połowie lat 90. spółdzielnia szuka partnerów na zachodzie. Najważniejszym zostaje włoska firma COMEPI – producent wyłączników krańcowych i przycisków sterowniczych z najwyższej półki. Wspólne portfolio łączy dwie szkoły konstrukcyjne: polską niezawodność i włoską estetykę.

Ostatnia dekada to skok w stronę cyfrowego przemysłu. Do oferty wchodzi bezprzewodowe wyłączniki krańcowe – komponent, który eliminuje ograniczenia okablowania w aplikacjach, gdzie dotąd była z tym walka (ramiona robotów, suwnice, pojazdy szynowe). To nie jest wygoda dla wygody. W układach z ruchomymi elementami okablowanie bywa najsłabszym ogniwem – zginane dziesiątkami tysięcy cykli, z czasem pęka, a jego wymiana oznacza przestój w niewralgicznym miejscu linii. Eliminacja tego ogniwka przekłada się wprost na wskaźnik niezawodności i koszty utrzymania ruchu. Równoległe łódzki zakład

POKÓJ w liczbach	
75 lat	okres działalności firmy (1951–2026)
1 adres	Warecka 1 w Łodzi – niezmiennie siedziba od 1967 r.
10 mln+	sprzedanych złączek jednorowowych ZUG (stan z 1999 r.)
1999	rok pierwszego certyfikatu ISO 9001 (Polski Rejestr Statków)
ISO 9001:2015	aktualny zakres certyfikacji: projektowanie, produkcja, sprzedaż osprzętu elektrotechnicznego
4 ery	od galanterii skórzanej (lata 50.) po Industry 4.0 (dziś)
2026	rebranding na POKÓJ CONNECT

przeszedł automatyzację linii produkcyjnych. Powtarzalność na poziomie wymaganym przez Industry 4.0 nie jest dziś hasłem marketingowym, ale operacyjną codziennością.

POKÓJ CONNECT – więcej niż lifting

W 2026 r., na 75. urodziny, firma przeprowadza rebranding. POKÓJ CONNECT to nowe logo spółdzielni. Gest mógłby być czysto wizualny – ale w narracji spółdzielni jest coś więcej: deklaracją, że łączenie (*connect*) jest istotą tego, co ta firma robi od dekad. Najpierw fizycznie – złączki, styki, terminale. Potem systemowo – z partnerami zachodnimi. Dziś również cyfrowo – w bezprzewodowej, zautomatyzowanej rzeczywistości.

Co więcej, słowo „*connect*” trafnie oddaje samą fizykę tego, co firma wytwarza. Szafa sterownicza to w istocie geometria połączeń – każde z nich musi być przewidywalne, pewne, odporne na drgania, temperaturę i czas. W nazwie tkwi więc równocześnie metafora i opis techniczny.

– *Nasza nowa nazwa odzwierciedla to, co robimy najlepiej: budujemy połączenia. Zarówno te fizyczne, wewnątrz rozdzielnic naszych klientów, jak i te biznesowe, oparte na zaufaniu wypracowanym przez 75 lat* – podkreślają przedstawiciele Zarządu.

Co właściwie wytrzymuje 75 lat?

W branży, w której technologie starzeją się szybciej, niż znajdują nabywcę, 75 lat to nie tylko okrągła rocznica – to fenomen. Tym bardziej, że POKÓJ przeszedł przez kilka epok ustrojowych, gospodarczych i technologicznych, ani razu nie tracąc adresu ani branżowej tożsamości. Z miejsca, w którym kiedyś składano galanterię skózaną, dziś wychodzą komponenty dla automatyki, która buduje fabryki czwartej rewolucji przemysłowej.

Co w tym czasie pozostało niezmiennie? Poza adresem – spółdzielcza forma działalności z wpisaną w nią misją społeczną (zatrudnianie osób z niepełnosprawnościami) oraz coś, czego trudno szukać w CV firmy: pokoleniowa ciągłość know-how. W Spółdzielni o izolatorach i przyciskach wciąż uczą ci, którzy je kiedyś konstruowali. Dla pisma, takiego jak Elektrotechnik Automatyk, to wartość nie mniej istotna niż nowinka katalogowa: wiedza techniczna, która nie zniknęła z jednym pokoleniem inżynierów.

Patrząc przez ten pryzmat, zmiana logo z POKÓJ na POKÓJ CONNECT wydaje się logiczna. To nie zerwanie z tradycją – to jej dopowiedzenie. ■

Materiał został przygotowany na zlecenie Klienta.





źródło: Freepik – DC Studio

Raport:

Branża elektrotechniki przemysłowej – globalne trendy, europejska transformacja i polska perspektywa



Paweł Kruk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Przez cały 2024 rok produkcja wyrobów z działu *Urządzenia elektryczne* w Polsce notowała ujemną dynamikę – rok zamknął się 19-proc. spadkiem wartości produkcji sprzedanej. Ubiegły rok nie przyniósł oczekiwanego odbicia: np. w styczniu 2025 produkcja urządzeń elektrycznych spadła o 7,7% r/r, a w listopadzie 2025 – o 7,6% r/r. Co warto podkreślić, sektor urządzeń elektrycznych pozostawał wśród działów odstających od ogólnego trendu. W 2025 r. produkcja sprzedana przemysłu ogółem w ujęciu rocznym była wyższa o 3,0%.

Paweł Kruk, Wojciech Traczyk

Ten paradoks – stagnacja branży elektrotechnicznej przy poprawiającej się koniunkturze ogólnoprzemysłowej, w tym przy dynamicznym wzroście globalnych rynków związanych z elektryfikacją i automatyzacją przemysłu – jest poważnym sygnałem ostrzegawczym dla dyrektorów produkcji, szefów IT i zarządów polskich firm przemysłowych. Trzeba się więc zastanowić, dlaczego dział elektrotechniki przemysłowej pozostaje w stagnacji, skoro obserwujemy rosnącą tendencję w całym sektorze przemysłowym.

Niniejszy raport analizuje globalny rynek elektrotechniki przemysłowej, a także pokrewny jej rynek automatyki, ze szczególnym naciskiem na Europę i Polskę. Omawia najważniejsze sektory asortymentowe branży, identyfikuje megatrendy kształtujące rynek do końca obecnej dekady i formułuje konkretne rekomendacje dla decydentów przemysłowych stojących przed decyzją inwestycyjną.

Rynek globalny: skala, dynamika i kierunki wzrostu

Branża elektrotechniki i automatyki przemysłowej należy do największych i najszybciej rosnących sektorów globalnej gospodarki. Według Fortune Business Insights globalny rynek urządzeń elektrycznych osiągnął wartość 1 660 mld dolarów w 2025 r. i ma rosnąć w tempie 10,8% CAGR, by do 2034 r. przekroczyć 4 150 mld dolarów. To rynek większy od PKB Niemiec i Francji razem wziętych.

Na poziomie automatyki przemysłowej obraz jest równie imponujący. Straits Research szacuje globalny rynek automatyki na 209 mld dolarów w 2025 r., z perspektywą wzrostu do ponad 420 mld dolarów do 2033 r. (CAGR 9,1%). Segment elektryfikacji przemysłowej – bezpośrednio związany z napędami, silnikami i systemami zasilania – osiągnął 47,5 mld dolarów w 2025 r. i ma się podwoić do 2034 r. (dane wg Precedence Research).

Co napędza tak dynamiczny wzrost? Analitycy wskazują na cztery współoddziałujące siły:

Po pierwsze, **niedobory siły roboczej** – w krajach OECD brakuje łącznie ponad 40 mln wykwalifikowanych pracowników produkcyjnych. Automatyzacja przestaje być opcją optymalizacyjną, a staje się koniecznością operacyjną.

Po drugie, **presja energetyczna i regulacje klimatyczne** – europejski Green Deal, dyrektywa o efektywności energetycznej (EED) oraz – w perspektywie globalnej – wymogi ESG zmuszają zakłady produkcyjne do wymiany parku maszynowego na energooszczędne odpowiedniki: silniki klasy IE3/IE4, napędy VFD, inteligentne systemy zarządzania energią.

Po trzecie, **AI i IIoT jako akceleryatory** – sztuczna inteligencja coraz odważniej wchodzi na halę produkcyjną (np. jako główny element predykcyjnego utrzymania ruchu), a urządzenia IIoT stają się powoli standardem w wielu obszarach związanych z produkcją.

Po czwarte, **reshoring i skracanie łańcuchów dostaw** – geopolityczne zawirowania od pandemii COVID-19, przez wojnę w Ukrainie, po napięcia USA–Chiny spowodowały powrót produkcji do Europy i Ameryki Północnej. Każda nowa fabryka to zapotrzebowanie na kilometry kabli, dziesiątki szaf sterowniczych i setki urządzeń elektrycznych.

Nie wszystkie segmenty rynku będą rosły jednakowo. Technavio wskazuje, że rynek przemysłowych systemów sterowania wzrośnie o 160 mld dolarów w latach 2024–2029 (CAGR 12,3%). Oprogramowanie automatyki przemysłowej w Europie ma rosnąć w tempie 13,8% CAGR – szybciej niż jakiegokolwiek inny komponent. Napędy o zmiennej prędkości (VFD/falowniki) będą najdynamiczniej rosnącą grupą komponentów, bezpośrednio związaną z efektywnością energetyczną.

Kluczowe dane globalne – rynek elektrotechniki i automatyki

1 660 mld USD

wartość globalnego rynku urządzeń elektrycznych (2025)

209 mld USD

wartość globalnego rynku automatyki przemysłowej (2025)

9,1% CAGR

prognozowane tempo wzrostu automatyki do 2033 r.

420 mld USD

prognozowana wartość automatyki w 2033 r.

10,8% CAGR

wzrost rynku urządzeń elektrycznych do 2034 r.

Źródła: Fortune Business Insights, Straits Research, Precedence Research 2025

Polska: potencjał kontra rzeczywistość

Polska branża urządzeń elektrycznych (dział PKD obejmujący m.in. silniki elektryczne, prądnice, transformatory oraz aparaturę rozdzielczą i sterowniczą energii elektrycznej, baterie i akumulatory, przewody i kable izolowane, a także sprzęt instalacyjny, sprzęt oświetleniowy elektryczny oraz sprzęt gospodarstwa domowego) weszła w 2026 rok z bagażem trudnego okresu (po spadkach w 2024 i 2025 r.).

Dane produkcyjne za 2025 rok przynoszą zróżnicowany obraz poszczególnych kategorii wyrobów elektrotechnicznych. Po stronie spadków szczególnie widoczne jest osłabienie produkcji silników elektrycznych i prądnic (bez silników trakcyjnych) – łącznie o 8,6%. W ramach tej grupy produkcja silników jednofazowych prądu przemiennego skurczyła się o 5,3%, podczas gdy silników wielofazowych aż o 21,3%. Wyraźne spadki dotknęły też ogniwa i baterie galwaniczne (-12%), natomiast produkcja transformatorów z chłodzeniem powietrznym skurczyła się o 2,2%.

Bardziej złożona sytuacja panuje w segmencie akumulatorów, gdzie wyniki zależą ściśle od przeznaczenia produktu. Akumulatory samochodowe odnotowały solidny wzrost produkcji na poziomie 10%, napędzany rosnącym popytem branży motoryzacyjnej. Zupełnie inaczej wygląda obraz akumulatorów przeznaczonych do pozostałych zastosowań: produkcja akumulatorów z ciekłym elektrolitem wzrosła aż o 136,9%, co może odzwierciedlać rosnące zapotrzebowanie na stacjonarne systemy magazynowania energii. W tym samym czasie produkcja akumulatorów z nieciekłym elektrolitem spadła o 21,1%.

pozytywne tendencje widać natomiast wyraźnie w segmencie kabli i przewodów. Produkcja kabli światłowodowych zwiększyła się o 68%, co wpisuje się w dynamiczny rozwój infrastruktury telekomunikacyjnej i przesyłu danych. Wzrostem, choć już znacznie skromniejszym, może pochwalić się też produkcja pozostałych przewodów elektrycznych do napięć do 1000 V – tu odnotowano wzrost o 3,2%.

Zatrudnienie wśród firm zajmujących się produkcją urządzeń elektrycznych w 2025 r. spadło o 5,1% rok do roku – to jeden z głębszych spadków spośród wszystkich działów przetwórstwa przemysłowego (dane KIG na podstawie GUS). Szacunkowo oznacza to około 111 tysięcy zatrudnionych, wobec 117 tysięcy odnotowanych rok wcześniej. Jednocześnie przeciętne wynagrodzenie w sektorze przedsiębiorstw rosło konsekwentnie przez cały 2025 r., osiągając 9 078 zł brutto – zgodnie z ogólnorynkowym trendem płacowym.

Dlaczego wyniki sektora urządzeń elektrycznych pozostają słabe, gdy reszta przemysłu rośnie? Przyczyny są złożone: przedłużone spowolnienie w niemieckim przemyśle motoryzacyjnym (kluczowym odbiorcy komponentów elektrycznych z Polski), korekta stanów magazynowych u dystrybutorów po boomerze lat 2021–2023 oraz – co istotne – wciąż niskie tempo inwestycji w modernizację parku maszynowego w krajowych zakładach produkcyjnych.

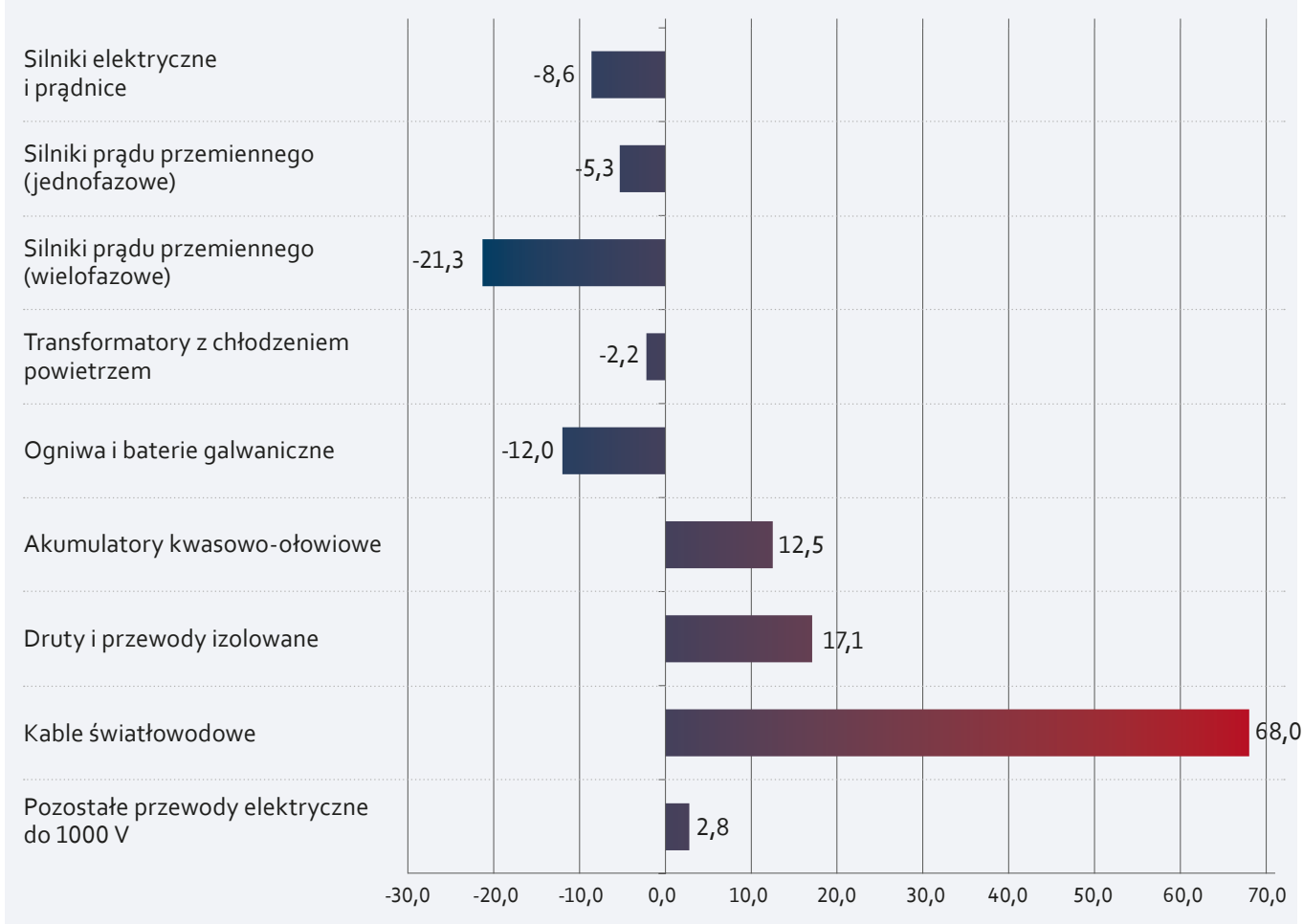
Kto kupuje polskie produkty elektrotechniczne?

Największą grupą odbiorców produktów z działu Urządzenia elektryczne pozostaje budownictwo przemysłowe i infrastrukturalne – szacunkowo ok. 45% wartości produktów elektrotechnicznych trafia właśnie do tych nabywców. Drugą grupę tworzą przedsiębiorcy z przetwórstwa przemysłowego (producenci samochodów, maszyn i urządzeń). Trzecią – sektor energetyczny, który w obliczu transformacji OZE dynamicznie zwiększa zapotrzebowanie na transformatory, rozdzielnice, przewody energetyczne i systemy zarządzania siecią.

Polska jako centrum produkcji dla zachodnich firm

Na tle trudnych danych sektorowych wyjątkowo pozytywnie wyróżnia się jeden trend: Polska staje się lokalizacją dla inwestycji automatyzacyjnych zachodnich firm. Mordor Intelligence wskazuje wprost Polskę jako wschodzącą

Dynamika produkcji wytworzonej wybranych produktów z działu *Urządzenia elektryczne* w 2025 r. [%]



Źródło: GUS

destynację produkcji przemysłowej w różnych obszarach. Polska wciąż oferuje atrakcyjną kombinację wykwalifikowanej siły roboczej, infrastruktury i niższych kosztów operacyjnych niż Europa Zachodnia.

Równie obiecujący jest ten obraz z perspektywy funduszy europejskich. W ramach programu PARP „Automatyzacja i robotyzacja w MŚP” (Fundusze Europejskie dla Polski Wschodniej 2021–2027) dofinansowanie otrzymało 103 projekty na łączną kwotę 211,9 mln zł. Przeciętna wartość przyznanego wsparcia wyniosła 2,06 mln zł, a dofinansowanie pokrywa do 85% kosztów projektu. Wśród realizowanych inwestycji dominują: robotyzacja spawania, automatyzacja pakowania, wdrożenia AGV (autonomicznych wózków transportowych) zintegrowanych z systemami WMS. To pozytywny sygnał – choć dotyczący wciąż niewielkiego odsetka firm.

Bariery, które hamują wzrost

Polska branża elektrotechniczna, podobnie jak większość europejskich gospodarek, napotyka trzy poważne bariery strukturalne, które w dużym stopniu przekładają się na obecną sytuację gospodarczą. Pierwsza i najbardziej dotkliwa to **uzależnienie od azjatyckich półprzewodników**: trzy czwarte mikrosterowników przemysłowych stosowanych w europejskich fabrykach pochodzi z Azji. W 2024 r. czasy realizacji dostaw niszowych chipów sięgały nawet 52 tygodni. Cła „Liberation Day” wprowadzone przez administrację USA w 2025 r. podwyższyły jeszcze koszty projektów inwestycyjnych o dodatkowe 15–25%.

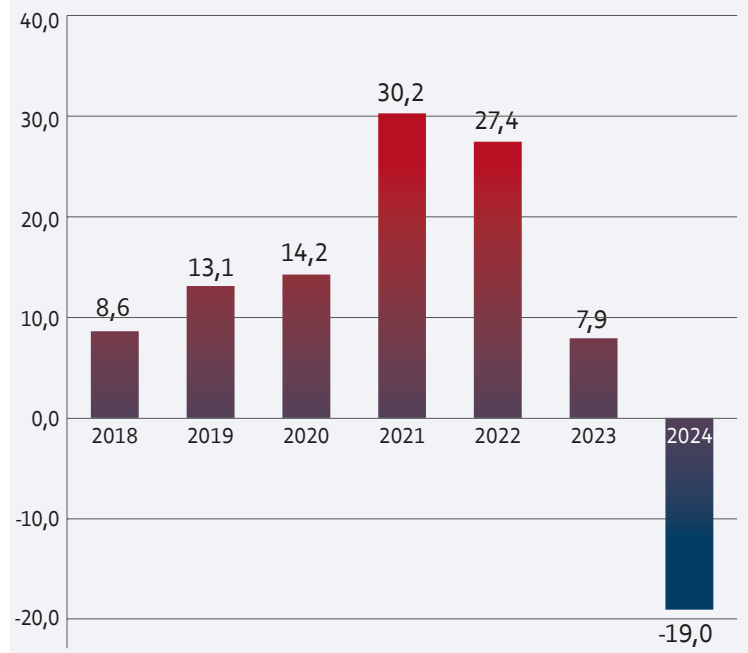
Drugą barierą jest **cyberbezpieczeństwo OT** – sieci operacyjne fabryk stały się celem ataków ransomware. Dyrektywa NIS2, obowiązująca od października 2024 r. we wszystkich państwach członkowskich UE, objęła zakłady produkcyjne kategorią podmiotów kluczowych, nakładając rygorystyczne wymogi dotyczące segmentacji sieci IT/OT, zarządzania incydentami i audytów bezpieczeństwa.

Trzecią barierą jest **luka kompetencyjna**: w całej UE brakuje szacunkowo ponad miliona inżynierów automatyki i elektrotechniki. Schneider Electric w swoim raporcie wprost wskazuje, że jednym z kluczowych celów biznesowych AI w swojej ofercie jest niwelowanie niedoborów wykwalifikowanej kadry.

Co prawda wdrożenie **Europejskiego Zielonego Ładu** ma szczytne cele (przekształcenie Unii Europejskiej w nowoczesną, konkurencyjną i neutralną klimatycznie gospodarkę), to jednak twarde harmonogramy wymogów technicznych z konkretnymi datami stanowi dla większości przedsiębiorstw nie lada wyzwanie. Dyrektywa o emisjach przemysłowych (Industrial Emissions Directive – IED) wymaga monitorowania emisji w czasie rzeczywistym, co napędza popyt m.in. na zaawansowane systemy DCS czy inteligentne liczniki. *Ecodesign for Sustainable Products Regulation* (ESPR), wchodzące w życie etapami od 2025 r., obciąża natomiast zakłady produkcyjne do wbudowania hardware'u monitorującego zużycie energii. Obowiązek stosowania silników klasy IE3 przy mocach powyżej 0,75 kW jest już faktem; standard IE4 szybko staje się nowym minimum dla aplikacji przemysłowych.

Do istotnych barier rozwoju należy również zaliczyć: złożone przepisy i biurokrację (wskazywane przez blisko połowę firm w raporcie PARP o stanie polskich MŚP), trudności w dostępie do kapitału (szczególnie dla mikroprzedsiębiorców), a także niedobór kompetencji wewnętrznych do prowadzenia projektów technologicznych. Duże firmy produkcyjne, zwłaszcza z udziałem kapitału zagranicznego, transformują się znacznie szybciej. To powoduje narastanie dwóch prędkości polskiego przemysłu, co w perspektywie

Dynamika produkcji sprzedanej w dziale
Urządzenia elektryczne w 2025 r. [%]



Źródło: GUS

kilku najbliższych lat może stać się problemem systemowym dla całych łańcuchów dostaw.

Osiem sektorów asortymentowych – ocena i perspektywy

Sektor 1: Zasilanie i dystrybucja energii

Transformatory, wyłączniki, rozdzielnice i zasilacze UPS pozostają fundamentem każdej infrastruktury przemysłowej. Globalnie segment transformatorów był dominującym komponentem rynku elektryfikacji przemysłowej w 2024 r. Czynnikiem wzrostu jest modernizacja sieci energetycznych – w samej Europie planowane jest wdrożenie ponad 2 milionów transformatorów w projektach związanych z OZE do końca dekady. W Polsce kluczowym motorem popytu są inwestycje w przyłączenia fotowoltaiki przemysłowej i rozbudowa infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych. Ryzyko: wahania cen miedzi i aluminium bezpośrednio wpływają na koszty produkcji.

Sektor 2: Napędy elektryczne i silniki

Falowniki i silniki elektryczne to serce przemysłowej efektywności energetycznej. Napędy o zmiennej prędkości (VFD) to najdynamiczniej rosnący komponent w całej elektryfikacji przemysłowej – tempo wzrostu szacowane jest na poziomie powyżej 10% CAGR. Dyrektywa efektywności energetycznej UE i wymóg silników IE3/IE4 są twardym regulacyjnym katalizatorem popytu. Ryzyko: uzależnienie od komponentów półprzewodnikowych z Azji oraz presja cenowa ze strony chińskich producentów napędów.

Sektor 3: Automatyka i sterowanie

PLC, HMI, systemy SCADA i oprogramowanie MES/DCS – to najszybciej rosnący i najbardziej transformujący się segment branży. Oprogramowanie automatyki rośnie w Europie w tempie 13,8% CAGR. Integracja AI z systemami sterowania (copiloty dla operatorów, predykcyjne modele jakości, autonomiczne korekty procesu) przestaje być projektem pilotażowym i staje się standardem u globalnych li-

Potencjał rozwoju sektorów z obszaru elektrotechniki przemysłowej

Sektor	Trend wzrostu	CAGR	Ryzyko	Priorytet inwestycyjny
Automatyka i sterowanie	bardzo wysoki ↑↑↑	~13,8%	Niskie	*****
Sieci i komunikacja przemysłowa	bardzo wysoki ↑↑↑	~12%	Wysokie	****
Napędy i silniki elektryczne	wysoki ↑↑	~10%	Średnie	****
Czujniki, przetworniki	wysoki ↑↑	~8%	Średnie	****
Zasilanie i dystrybucja energii	stabilny ↑	~7%	Niskie	***
Aparatura łączeniowa	stabilny ↑	~6%	Niskie	***
Instalacje, osprzęt, obudowy	stabilny ↑	~5%	Niskie	***
Komponenty elektroniczne	umiarkowany →	~4%	Wysokie	**

Opracowanie własne redakcji elektrotechnikAUTOMATYK na podstawie danych rynkowych 2025.

derów. Polskie firmy integratorskie mają tu szansę – pod warunkiem inwestycji w kompetencje i certyfikacje. Ryzyko: niedobór wykwalifikowanych inżynierów automatyki oraz długi czas wdrożeń w złożonych środowiskach produkcyjnych.

Sektor 4: Aparatura łączeniowa i zabezpieczenia

Styczniki, przekaźniki, wyłączniki silnikowe i systemy bezpieczeństwa funkcjonalnego (SIL) tworzą warstwę ochronną każdej instalacji przemysłowej. Rosnące wymagania norm EN ISO 13849 i IEC 62061 dotyczące bezpieczeństwa maszyn zwiększają popyt na zaawansowane moduły bezpieczeństwa. Presja regulacyjna na eliminację gazu SF6 z rozdzielnic (rozporządzenie UE) generuje wymianę parku aparatury w tysiącach zakładów. Ryzyko: konsolidacja rynku i presja cenowa ze strony dużych dostawców.

Sektor 5: Czujniki, przetworniki i pomiary

Czujniki to oczy i uszy Przemysłu 4.0. Bez danych z czujników nie ma predykcyjnego utrzymania ruchu, cyfrowego bliźniaka ani inteligentnego zarządzania procesem. Rynek czujników przemysłowych w segmencie elektrycznym i elektronicznym osiągnął 3,6 mld dolarów w 2024 r. i ma rosnąć w tempie 5,1% CAGR do 2030 r. (Grand View Research). Kamery przemysłowe, bariery świetlne i systemy wizyjne stanowią najszybciej rosnące podsegmenty – bezpośrednio powiązane z automatyczną kontrolą jakości. Ryzyko: uzależnienie od azjatyckich dostawców chipów sensorycznych.

Sektor 6: Sieci i komunikacja przemysłowa

Przemysłowe switche Ethernet, bramy protokołów, moduły Profinet/EtherCAT i platformy IIoT to infrastruktura cyfrowej fabryki. Przejście od izolowanych wysp automatyki do zintegrowanych, komunikujących się systemów to megatrend dekady. Standard OPC UA staje się lingua franca komunikacji przemysłowej – otwierając rynek dla nowych dostawców i integratorów. Dyrektywa NIS2 generuje popyt na przemysłowe firewalle i systemy detekcji anomalii w sieciach OT. Ryzyko: cyberzagrożenia i brak specjalistów ds. bezpieczeństwa OT.

Sektor 7: Komponenty elektroniczne

Tranzystory IGBT, moduły napędowe, filtry EMC i mikrokontrolery – ten segment jest najbardziej narażony na geopolityczne perturbacje w łańcuchu dostaw półprze-

wodników. European Chips Act zapowiada zwiększenie europejskiej produkcji chipów do 20% globalnego udziału do 2030 r., ale droga do tego celu jest długa i kosztowna. Inwestycje funduszy venture capital w nowe rozwiązania z zakresu diagnostyki i inteligentnych czujników przekroczyły 2,4 mld dolarów w 2023 r. Ryzyko: geopolityka półprzewodników, wahania kursów i presja cenowa ze strony azjatyckich producentów.

Sektor 8: Instalacje, osprzęt i obudowy

Szafy sterownicze, koryta kablowe, złącza, dławnice i oświetlenie przemysłowe – ten segment rośnie wolniej, ale stabilnie. Kluczowym motorem popytu w Polsce jest budownictwo przemysłowe (nowe zakłady, magazyny, centra logistyczne) oraz modernizacja infrastruktury energetycznej. Wymogi dotyczące stopnia ochrony IP (szczelność) i odporności na uderzenia IK rosną wraz z automatyzacją – bardziej zaawansowane środowiska produkcyjne wymagają wyższej klasy obudów. Ryzyko: presja cenowa i uzależnienie od wahań cen stali i tworzyw sztucznych.

Kluczowe megatrendy kształtujące branżę

Trend 1: AI wchodzi na halę produkcyjną

Sztuczna inteligencja przestaje być domeną działów IT i laboratoriów R&D. Od 2025 r. jest już integralną częścią zarządzania procesem produkcyjnym w najbardziej zaawansowanych zakładach. Schemat wdrożenia jest powtarzalny: najpierw predykcyjne utrzymanie ruchu (dane z czujników → model ML → alert przed awarią), następnie autonomiczna optymalizacja parametrów procesu, wreszcie – pełna integracja z cyfrowym bliźniakiem zakładu.

Dla polskich firm oznacza to jasny sygnał: droga do AI w fabryce zaczyna się od czujników i sieci przemysłowej. Bez właściwej infrastruktury danych żaden model AI nie zadziała.

Trend 2: Cyberbezpieczeństwo OT – nowy obowiązek regulacyjny

Sieci operacyjne zakładów przemysłowych stały się jednym z najpopularniejszych celów cyberataków. Dyrektywa NIS2, obowiązująca w UE od października 2024 r., objęła producentów z sektorów kluczowych obowiązkami, które do tej pory dotyczyły wyłącznie operatorów infrastruktury krytycznej: zarządzanie ryzykiem cyberbezpieczeństwa,

5 działań dla dyrektora produkcji na rok 2026

1. Przeprowadź audyt dojrzałości cyfrowej

PARP finansuje audyty technologiczne i diagnozy dojrzałości cyfrowej (mapa drogowa Przemysłu 4.0) do 85% kosztów w ramach FEPW. To jeden z najlepszych punktów startowych – bez szczegółowej diagnozy każda inwestycja jest strzelaniem na oślep.

2. Przejdź na silniki klasy IE3/IE4 i zainstaluj falowniki

Zwrot z inwestycji w ciągu 2–3 lata jest realny przy produkcji wielozmianowej. Wymóg regulacyjny UE i tak wymusi tę zmianę – lepiej ją zaplanować niż reagować pod presją.

3. Wdróż monitoring energii

Rozporządzenie ESPR (Ecodesign for Sustainable Products Regulation) wprowadzane jest stopniowo od 2025 r. Certyfikacja ISO 50001 i system monitoringu energii nie tylko zapewnią zgodność z wymogami regulacyjnymi – pozwolą też realnie ograniczyć koszty energii, które przy obecnych cenach stają się istotną pozycją w budżecie operacyjnym.

4. Oceń stan bezpieczeństwa OT

Dyrektywa NIS2 jest obowiązującym prawem od października 2024 r. Jeśli zakład produkcyjny należy do sektorów kluczowych lub ważnych (żywność, chemia, automotive, infrastruktura) i audyt bezpieczeństwa sieci OT nie został jeszcze przeprowadzony, jest to działanie wymagające realizacji w 2026 r.

5. Buduj bufor w planowaniu zakupów komponentów

Czas realizacji dostaw na kluczowe komponenty (moduły IGBT, sterowniki, chipy sensoryczne) mogą wynosić od 12 do nawet 52 tygodni. Planowanie zakupów z półrocznym wyprzedzeniem i utrzymanie buforowych stanów magazynowych najistotniejszych komponentów to nie kwestia optymalizacji – to zarządzanie ryzykiem.

Opracowanie własne redakcji elektrotechnikAUTOMATYK na podstawie danych rynkowych 2025.

raportowanie incydentów w ciągu 24 godzin, audyty bezpieczeństwa łańcucha dostaw.

Praktyczna odpowiedź branży elektrotechnicznej: rośnie popyt na przemysłowe firewalle (Fortinet, Palo Alto, Clarity), systemy detekcji anomalii w sieciach OT oraz segmentację sieci IT/OT realizowaną przez zarządzalne switche przemysłowe. To wydatek, którego nie można uniknąć – pytanie tylko, czy lepiej go zaplanować prewencyjnie, czy ponieść po incydencie.

Trend 3: Elektryfikacja i baterie jako nowy rynek

Europejski przemysł motoryzacyjny przechodzi na pojazdy elektryczne – a to oznacza gigantyczny popyt na infrastrukturę produkcji ogniw bateryjnych. Linie produkcji ogniw bateryjnych dominują projekty greenfield w Europie: gigafabryki Volkswagena czy Stellantis wymagają zaawansowanej aparatury łączeniowej, czystych pomieszczeń z precyzyjną kontrolą klimatu, systemów ESD i tysiące specjalistycznych czujników.

Trend 4: Open automation i koniec silosów

Przez dekady dominował model zamkniętych ekosystemów, skutecznie uzależniając klienta od jednego dostawcy. Dziś presja rynkowa na interoperacyjność i standard OPC UA (komunikacja maszyna–maszyna w czasie rzeczywistym, niezależna od producenta) rozsądza te silosy od środka. Trend ten otwiera możliwości dla mniejszych, wyspecjalizowanych dostawców i lokalnych integratorów systemów – w tym polskich firm.

Podsumowanie i wnioski:

Okno decyzyjne jest otwarte, ale nie na zawsze

Globalny rynek elektrotechniki przemysłowej i automatyki rośnie w tempie, które nie pozostawia miejsca na strategiczne zwlekanie. Szacunki są jednoznaczne: rynek automatyki podwoi się do 2033 r., elektryfikacja przemysłu niemal się podwoi do 2034 r., zaś europejski rynek smart manufacturing potroi się do końca dekady.

Na tym tle dane z polskiego rynku są ambiwalentne. Z jednej strony: Polska znalazła się w gronie TOP 20 największych gospodarek świata, fundusze europejskie oferują bezprecedensowe wsparcie dla transformacji cyfrowej MŚP, a zainteresowanie zagranicznych inwestorów Polską jako lokalizacją nearshoringową rośnie. Z drugiej: sektor urządzeń elektrycznych notował ujemną dynamikę produkcji przez dwa kolejne lata – w 2024 i 2025 – podczas gdy przemysł ogółem powrócił w 2025 r. na ścieżkę wzrostu. Wskaźniki wdrożenia AI i cyfryzacji polskich firm są jednymi z najniższych w UE, a zatrudnienie w branży skurczyło się w 2025 r. o ponad 5%.

Kluczowy wniosek dla decydentów: korekta sektorowa lat 2024–2025 nie zmienia fundamentalnych trendów strukturalnych. Firmy, które w tym momencie wstrzymują inwestycje w nowoczesne rozwiązania elektrotechniczne, nie oszczędzają – odkładają koszt, który za trzy lata będzie wyższy o inflację, rosnące ceny komponentów i utraczone przychody z efektywniejszej produkcji. ■



źródło: Fraunhofer IPM

Nowa metoda pomiaru materiału podczas powlekania plazmowego

Ultracienkie warstwy na opakowaniach mogą skutecznie chronić żywność lub produkty farmaceutyczne przed kontaktem z tlenem, wilgocią i zanieczyszczeniami. Czujnik Film-Inspect, opracowany w Instytucie Fraunhofera IPM, mierzy jakość takich barier dyfuzyjnych podczas procesu powlekania i po raz pierwszy umożliwia pełną kontrolę procesu.

Procesy powlekania plazmowego umożliwiają realizację wymogów nowego europejskiego rozporządzenia w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (zawartość materiałów obcych w powłokach nie może przekraczać kilku promili) poprzez osadzanie powłok – np. z tlenku krzemu lub tlenku glinu – w postaci nanometrowych warstw na podłożu polimerowym. Żeby zapewnić niezawodną ochronę produktów, jakość takich barier musi być

bez zarzutu, co oznacza, że wymagana grubość warstwy i pełne pokrycie muszą być niezawodnie zapewnione na całej powierzchni.

Zespół Instytutu Fraunhofera IPM opracował metodę pomiaru, która umożliwia kontrolę jakości powłok o grubości poniżej 10 nm bezpośrednio po procesie powlekania na linii produkcyjnej. Wykorzystuje ona specyficzne dla materiału odbicie podczerwieni od powłoki. Czujnik Film-Inspect wykorzystuje tę zależność do pomiaru grubości warstw w ciągu zaledwie 0,2 s z dokładnością rzędu kilku nanometrów. Optyka czujnika została zaprojektowana w taki sposób, że możliwe są również pomiary na złożonych powierzchniach trójwymiarowych.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Mierniki cęgowe o większej precyzji pomiarów DC

Nowo opracowane mierniki cęgowe marki Voltcraft, które są już dostępne na Conrad Sourcing Platform, stanowią zdaniem producenta prawdziwym przełomem technologicznym. Modele VC-513 oraz VC-515 wyróżniają się nie tylko nowoczesnym wzornictwem, lecz przede wszystkim precyzją pomiarów.



źródło: Conrad Electronic

Oba modele zostały zaprojektowane z myślą o precyzyjnych pomiarach prądu stałego, który w wielu aplikacjach jest sporym wyzwaniem. Urządzenia oferują nawet dziesięciokrotnie wyższą dokładność w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami, co przekłada się na większą niezawodność pomiarów.

Modele różnią się parametrami, jednak oba zapewniają wysoką rozdzielczość pomiarową. VC-513 obsługuje zakres do 4 A, natomiast VC-515 oferuje rozszerzone możliwości do 6 A przy zachowaniu precyzji na poziomie 0,001 A.

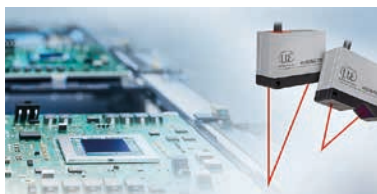
Mierniki znajdują zastosowanie m.in. w systemach magazynowania energii, infrastrukturze ładowania oraz instalacjach zasilania awaryjnego. Umożliwiają pomiary w układach szeregowych, co pozwala na identyfikację odchyleń w poszczególnych ogniwach nawet w rozbudowanych konfiguracjach bateryjnych.

Oba mierniki oferują również pomiary prądu przemiennego i funkcje typowe dla multimetrów, w tym True RMS, pomiar częstotliwości, temperatury czy tryby MAX/MIN.

więcej: conrad.pl

Wysokowydajny czujnik laserowy triangulacyjny

WObit posiada w swojej ofercie optoNCDT 5500 – nowy czujnik laserowy Micro-Epsilon z częstotliwością do 150 kHz, interfejsem PROFINET lub EtherCAT i nowym zakresem 50 mm.



źródło: WObit

Najważniejszą zmianą było zwiększenie jego częstotliwości pomiarowej do 150 kHz. Dzięki temu urządzenie lepiej sprawdza się w dynamicznych procesach, gdzie liczy się szybka analiza zmian położenia, odległości, drgań i przemieszczeń.

To rozwiązanie dla aplikacji, w których zwykły czujnik nie nadąża za tempem procesu. Wysoka szybkość pomiaru idzie w parze z submikronową precyzją i stabilnymi wynikami także na powierzchniach trudnych w pomiarze.

Drugim istotnym ulepszeniem są zintegrowane interfejsy PROFINET i EtherCAT. Dzięki nim optoNCDT 5500 można łatwiej zintegrować z nowoczesnymi systemami automatyki bez potrzeby stosowania dodatkowych modułów interfejsu w sterowniku PLC.

Według producenta ma się to przekładać na prostsze okablowanie, szybsze wdrożenie i przesył danych w czasie rzeczywistym. Dla użytkowników przemysłowych ma to być z kolei oszczędność czasu oraz większa elastyczność przy projektowaniu stanowiska pomiarowego.

więcej: wobit.com.pl

SM Foodmag – higieniczny przepływomierz elektromagnetyczny z IO-Link

W sektorze spożywczym precyzyjne monitorowanie przepływu cieczy ma ogromne znaczenie dla stabilności procesów, bezpieczeństwa produktu i skuteczności procedur CIP. Odpowiedzią na te potrzeby w ofercie ifm electronic jest przepływomierz SM Foodmag, który został zaprojektowany specjalnie do zastosowań higienicznych.



źródło: ifm electronic

Opiera się on na magnetyczno-indukcyjnej zasadzie pomiaru, co pozwala na precyzyjne monitorowanie przepływu płynów przewodzących w środowiskach o podwyższonych wymaganiach higienicznych. Brak elementów ruchomych w konstrukcji ogranicza zużycie oraz ryzyko powstawania zanieczyszczeń, co ma istotne znaczenie w procesach charakterystycznych dla przemysłu spożywczego. Zastosowanie standardowych średnic oraz typowych adapterów procesowych ułatwia integrację urządzenia z istniejącymi instalacjami i procedurami CIP/SIP.

SM Foodmag jest wyposażony w interfejs IO-Link, który przesyła do systemu sterowania kilka parametrów pomiarowych jednocześnie po jednym kablu: nie tylko natężenia przepływu i całkowitej objętości, ale również temperatury medium i jego przewodności elektrycznej. Taki sposób komunikacji pozwala na bezstratną transmisję cyfrową i minimalizuje zakłócenia elektromagnetyczne.

więcej: ifm.com/pl/pl

Czytnik CleverReader z wieloma funkcjami do odczytu kodów

Stacjonarny czytnik kodów 1D/2D CleverReader oferuje dużą niezawodność i elastyczną konfigurację. Umożliwia szybki odczyt różnych typów kodów, w tym DPM. Łatwa integracja i intuicyjna obsługa sprawiają, że pasuje do takich obszarów zastosowań, jak pakowanie, logistyka i mikroelektronika.

Zastosowana technologia ma zapewniać niezawodny odczyt wszystkich popularnych kodów 1D i 2D, w tym również na powierzchniach odbłaskowych i wyswietlaczach. Dzięki małym gabarytom, interfejsowi RS-232 i kablowi do konwersji napięcia 24 V/5 V z funkcją wyzwalania, czytnik jest łatwy w integracji. Jego parametryzacja może się odbywać za pomocą kodów sterujących lub intuicyjnego graficznego interfejsu użytkownika.



źródło: Pepperl+Fuchs

Sygnal wyjściowy można dostosować do przesyłania danych bezpośrednio do systemu ERP. Dodatkowe funkcje, takie jak automatyczna pamięć obrazu błędu, kod dopasowania i różne tryby odczytu, rozszerzają zakres zastosowań. Wersja VOI1100 o zwiększonej wydajności, rozpoznaje kody w ruchu z prędkością do 3,5 m/s, a także kody DPM (Direct Part Marking), natomiast wersja podstawowa VOI1000 zapewnia odczyt w aplikacjach statycznych.

Sygnal wyjściowy można dostosować do przesyłania danych bezpośrednio do systemu ERP. Dodatkowe funkcje, takie jak automatyczna pamięć obrazu błędu, kod dopasowania i różne tryby odczytu, rozszerzają zakres zastosowań. Wersja VOI1100 o zwiększonej wydajności, rozpoznaje kody w ruchu z prędkością do 3,5 m/s, a także kody DPM (Direct Part Marking), natomiast wersja podstawowa VOI1000 zapewnia odczyt w aplikacjach statycznych.

więcej: pepperl-fuchs.com/pl-pl

Elementy wykonawcze

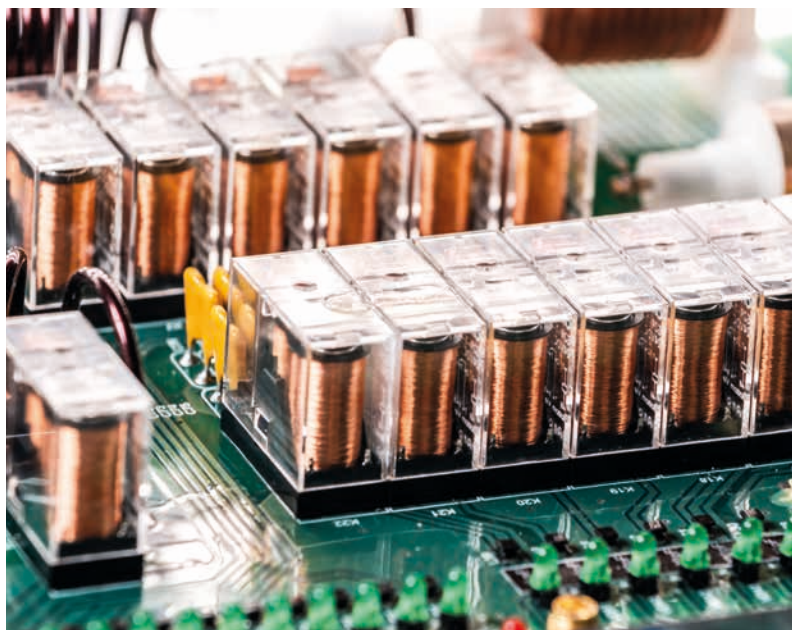
Przełączniki PCB – budowa, rodzaje, parametry i zastosowania

Współczesne układy elektroniczne wymagają elementów wykonawczych, które łączą kompaktowe wymiary z wysoką niezawodnością i zdolnością przełączania obciążeń o zróżnicowanym charakterze. Szczególną rolę w tym zakresie odgrywają przełączniki przeznaczone do montażu bezpośrednio na płytkach drukowanych, dostępne w różnych technologiach wykonania.

Bogdan Kruk

Przełączniki PCB znajdują szerokie zastosowanie w elektronice przemysłowej, automatyce budynkowej, urządzeniach AGD czy też systemach pomiarowych i telekomunikacyjnych. Wyróżniają się kompaktową konstrukcją, przystosowaniem do bezpośredniego montażu na płytce drukowanej i ściśle określonymi parametrami pracy.

Specyfika przełączników PCB sprawia, że ich dobór nie ogranicza się jedynie do napięcia cewki i konfiguracji torów przełączających. Istotne znaczenie mają również takie czynniki, jak parametry obciążeniowe toru wyjściowego, odporność na warunki środowiskowe, trwałość mechaniczna, a także zgodność z zastosowaną technologią montażu.



źródło: Adobe Stock – YouraPchnik

Rola przełączników PCB

Przełączniki PCB służą do sterowania przepływem prądu w obwodzie wyjściowym przy zachowaniu izolacji galwanicznej między obwodem sterującym a przełączanym. Jest to jedna z ich najważniejszych funkcji, ponieważ umożliwia sterowanie obwodem o wyższym napięciu (np. 230 V AC) z poziomu układu sterującego pracującego przy niższym napięciu (np. 24 V DC) bez bezpośredniego połączenia elektrycznego między tymi torami. W zależności od zastosowanej technologii przełączanie może być realizowane mechanicznie, za pomocą ruchomych styków lub elektronicznie – z wykorzystaniem elementów półprzewodnikowych.

Rodzaje przełączników PCB i ich charakterystyka

Przełączniki PCB występują w kilku podstawowych odmianach, które różnią się zasadą działania, konstrukcją i właściwościami eksploatacyjnymi.

1. Przełączniki elektromechaniczne (EMR)

Sygnal elektryczny doprowadzony do cewki generuje pole magnetyczne, które przyciąga stalową zworę, powodując mechaniczne przełączenie styków ze stanu spoczynkowego do roboczego. Po zaniku sygnału sprężyna powrotna przywraca styki do położenia wyjściowego.

Typowa budowa obejmuje cewkę na rdzeniu magnetycznym, zworę, sprężynę oraz styki umieszczone w obudowie ochronnej. Wykonuje się je z materiałów odpornych na erozję łukową, np. stopów AgNi lub AgSnO₂.

Przełączniki EMR charakteryzują się niską rezystancją styków oraz szerokim zakresem napięć i prądów przełączanych. Ich ograniczeniem jest zużycie mechaniczne i generowanie zakłóceń elektromagnetycznych podczas przełączania, szczególnie obciążeń indukcyjnych.

Istotnym parametrem jest napięcie znamionowe cewki – wersje AC i DC różnią się konstrukcją, a ich niewłaściwe



Bogdan Kruk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

zastosowanie może prowadzić do nieprawidłowej pracy, przegrzewania i trwałego uszkodzenia przełącznika.

2. Przekładniki półprzewodnikowe (SSR)

Przełączanie obwodu wyjściowego realizowane jest za pomocą elementów półprzewodnikowych – tyrystorów, triaków lub tranzystorów MOSFET – bez udziału mechanicznych styków. Izolacja galwaniczna między obwodem sterującym a wyjściowym najczęściej realizowana jest przez sprzężenie optyczne.

Zaletami SSR są cicha praca, brak łuku elektrycznego, wysoka odporność na drgania oraz bardzo duża trwałość. Ograniczeniem są straty mocy w stanie przewodzenia (wynikające z rezystancji lub spadku napięcia), powodujące wydzielanie ciepła i konieczność jego odprowadzania.

3. Przekładniki bistabilne (zatrząskowe)

Zasada działania przełączników bistabilnych opiera się na układzie dwóch cewek lub jednej cewki sterowanej zmianą polaryzacji oraz mechanizmie utrzymującym zworę w przyjętym położeniu bez ciągłego zasilania (np. z wykorzystaniem magnesu trwałego lub zatrząsku mechanicznego).

Krótki impuls sterujący zmienia stan styków, po czym przełącznik pozostaje w nowej pozycji bez poboru energii. Drugi impuls – o przeciwnej polaryzacji lub podany do drugiej cewki – przywraca stan poprzedni.

Rozwiązanie to ogranicza zużycie energii i sprawia, że przełączniki bistabilne są szczególnie przydatne w automatyce budynkowej i systemach zarządzania energią, gdzie wymagane jest zachowanie stanu po zaniku zasilania.

4. Przekładniki mocy (wysokoprądowe)

Osobną grupę tworzą przełączniki PCB przeznaczone do łączenia obwodów o dużych prądach bezpośrednio na płytce drukowanej. Ich konstrukcja obejmuje wzmocnione styki i wyprowadzenia o zwiększonym przekroju, co zapewnia niską rezystancję przejścia i umożliwia pracę przy wysokich prądach ciągłych.

Znajdują one zastosowanie m.in. w układach zasilania, sterowaniu grzałkami i silnikami oraz w aplikacjach przemysłowych wymagających przełączania obciążeń o dużej mocy.

Konfiguracje styków przełączników PCB

Oznaczenia konfiguracji styków są znormalizowane i stanowią jedną z istotnych informacji przy doborze przełącznika. Najczęściej spotykane konfiguracje to:

- **SPST** – pojedynczy styk normalnie otwarty (NO) lub normalnie zamknięty (NC),
- **SPDT** – pojedynczy styk przełączny (NO/NC),
- **DPST** – dwa niezależne styki NO lub NC,
- **DPDT** – dwa niezależne styki przełączne (NO/NC), które umożliwiają jednoczesne sterowanie dwoma obwodami.

Część konstruktorów stosuje konfigurację DPDT, nawet wtedy, gdy wystarczyłoby SPDT. Oba typy często zajmują bowiem tę samą powierzchnię montażową na płytce drukowanej, a dodatkowy tor ułatwia późniejsze modyfikacje układu lub diagnostykę pracy przełącznika.

Kluczowe parametry techniczne przełączników PCB

Parametry cewki – napięcie znamionowe cewki określa wartość napięcia, przy której przełącznik pracuje prawidłowo w normalnych warunkach pracy. Najczęściej spotykane wartości napięcia to 3 V, 5 V, 12 V i 24 V DC oraz 12 V, 24 V i 230 V AC. Istotnym parametrem jest napięcie zadziałania – minimalna wartość napięcia konieczna do przyciągnięcia zwory – oraz napięcie powrotu, przy którym styki powracają do stanu spoczynkowego.

Parametry styków – do najważniejszych parametrów należą napięcie znamionowe (maksymalna dopuszczalna wartość napięcia na stykach podczas normalnej pracy, podawana w VDC lub VAC), dopuszczalny prąd ciągły oraz rezystancja styków (wyrażana w mΩ lub Ω). Przy doborze dopuszczalnego prądu należy uwzględnić rodzaj obciążenia – obciążenia indukcyjne generują znacznie wyższe wartości chwilowe niż rezystancyjne. Katalogi podają obciążalność oddzielnie dla kategorii rezystancyjnej (AC1, DC1) i indukcyjnej (AC3, DC3 zgodnie z normą PN-EN IEC 60947-1:2021-07).

Parametry izolacji – w nowoczesnych przełącznikach PCB napięcie probiercze między cewką a stykami wynosi typowo do 5000 V AC przez 1 minutę, a rezystancja izolacji przekracza 1000 MΩ przy napięciu pomiarowym 500 V DC. Należy uwzględnić, że izolacja może ulegać degradacji w środowiskach o podwyższonej wilgotności i temperaturze.

Metody montażu przełączników PCB

Technologia montażu THT (Through-Hole Technology) jest preferowana w aplikacjach, w których niezawodność i wytrzymałość mechaniczna mają szczególne znaczenie – zwłaszcza w układach zasilania i komponentach pracujących w trudnych warunkach. Wyprowadzenia przełącznika przeprowadza się przez otwory w płytce drukowanej i lutuje po jej przeciwnej stronie.

Przełączniki SMD/SMT mają wyprowadzenia po tej samej stronie co korpus i są osadzone na polach lutowniczych bez konieczności wiercenia otworów. Temperatura lutowania musi być dostosowana do specyfikacji podzespołu, gdyż jej przekroczenie może prowadzić do uszkodzenia mechanizmu lub zmiany właściwości materiału styków. Technologia ta dominuje w seryjnej produkcji urządzeń elektronicznych ze względu na wysoką wydajność automatycznych linii montażowych.

Praktyczne zasady doboru przełączników PCB

Dobór przełącznika PCB należy rozpocząć od określenia napięcia i rodzaju sygnału sterującego (DC lub AC), a następnie parametrów obwodu przełączanego: napięcia, prądu, rodzaju obciążenia i konfiguracji styków. Zaleca się stosowanie marginesu bezpieczeństwa – dla obciążeń indukcyjnych prąd znamionowy przełącznika powinien być co najmniej o 30–50% wyższy od prądu obciążenia. W obwodach DC należy stosować układy tłumiące przepięcia indukcyjne po stronie przełączanego obciążenia. W aplikacjach przemysłowych konieczne jest również uwzględnienie warunków środowiskowych, zakresu temperatur czy odporności na drgania.

Typowe problemy eksploatacyjne

Najczęstszą przyczyną awarii jest nadmierne obciążenie styków, które może prowadzić do ich erozji lub zgrzewania. W obwodach DC łuk elektryczny gasi się znacznie trudniej niż w AC, co przyspiesza degradację styków. Zakłócenia elektromagnetyczne generowane podczas przełączania można ograniczyć poprzez właściwe trasowanie ścieżek na PCB (z separacją obwodów sterujących i mocy) oraz dobór odpowiednich filtrów EMC.

Przełączniki PCB, mimo kompaktowej budowy i pozornej prostoty, wymagają w praktyce starannej analizy przy każdym projekcie. Zrozumienie różnic między układami elektromechanicznymi a półprzewodnikowymi, znajomość konfiguracji styków oraz zasad ochrony przed przepięciami i erozją stanowi wiedzę niezbędną zarówno przy projektowaniu nowych układów, jak i przy serwisowaniu urządzeń wykorzystujących te elementy. ■

Termoregulacja

Optymalizacja klimatu wewnątrz szafy sterowniczej. Jak uniknąć awarii dzięki precyzyjnej termoregulacji?

Współczesna szafa sterownicza stanowi serce niemal każdej maszyny lub linii produkcyjnej. Umieszczone w niej komponenty – począwszy od zaawansowanych sterowników PLC, przez falowniki, aż po zasilacze impulsowe – są projektowane z myślą o najwyższej wydajności. Jednak nawet najbardziej nowoczesne urządzenia mają swój punkt krytyczny, którym jest środowisko pracy.

Szymon Lassin

Warto więc zadać sobie pytanie, jak wiele kosztownych awarii elektroniki wynika nie z błędów konstrukcyjnych czy wadliwych podzespołów, ale z niewłaściwych warunków panujących wewnątrz obudowy.

Niewidzialni wrogowie: kondensacja i termiczne zmęczenie materiału

Zarządzanie termiczne w szafach sterowniczych wykracza daleko poza samo dbanie o to, aby komponenty się nie przegrzały. To przede wszystkim walka z trudnymi warunkami środowiskowymi, które powstają w zamkniętej przestrzeni. Podstawowym zagrożeniem, często bagatelizowanym przez projektantów, jest kondensacja pary wodnej. Wystarczy nagły spadek temperatury otoczenia, np. w godzinach nocnych lub podczas wyłączenia maszyny, aby w wilgotnym powietrzu zamkniętym w szafie doszło do wykroplenia wody na chłodniejszych powierzchniach, takich jak płytki drukowane czy zaciski. Efektem są korozja styków, mikrozwarcia i przebicia izolacji, które prowadzą do nieprzewidzianych przestojów.

Z drugiej strony mamy problem akumulacji ciepła. Elementy mocy, takie jak falowniki, podczas pracy wydzielają znaczne ilości energii termicznej. Jeśli nie zostanie ona efektywnie odprowadzona, temperatura wewnątrz obudowy może przekroczyć dopuszczalne normy. Skumulowane ciepło drastycznie przyspiesza procesy starzenia się kondensatorów elektrolitycznych, prowadzi do awarii wyświetlaczy LCD oraz destabilizuje pracę czułych układów elektronicznych. Rozwiązaniem nie jest jednak montowanie nadmiarowej liczby urządzeń chłodzących, gdyż w nowoczesnych, kompaktowych szafach przestrzeń na szynie DIN jest zasobem deficytowym.

Case study: cena oszczędności na monitoringu

Wyobraźmy sobie typową sytuację w średniej wielkości zakładzie produkcyjnym. Szafa sterownicza kontrolująca

system pakujący pracuje w hali, w której procesy technologiczne generują zmienną wilgotność. Projektant, chcąc zaoszczędzić miejsce, zdecydował się na standardowe chłodzenie wymuszone, ale pominął zaawansowane monitorowanie wilgotności, polegając jedynie na prostym termostacie bimetalicznym.

Pewnego zimowego weekendu, gdy hala została wyziębiona, wewnątrz szafy doszło do punktu rosy. Woda wykropliła się na płytce sterownika PLC. W poniedziałek rano, po włączeniu zasilania, doszło do zwarcia, które zniszczyło moduł komunikacyjny oraz wejścia cyfrowe. Koszt wymiany podzespołów był ogromny, ale znacznie dotkliwszy okazał się przestój linii, który trwał kilkanaście godzin, zanim serwis zdiagnozował przyczynę awarii.

Włączenie do obwodu zintegrowanego higrotermostatu marki Finder zapewniłoby autonomiczną kontrolę klimatu, zapobiegając niekontrolowanemu wzrostowi wilgotności i zabezpieczając komponenty przed kondensacją w sytuacjach nagłych zmian temperatury otoczenia.

Integracja drogą do sukcesu

Kluczem do optymalizacji jest podejście systemowe. Zamiast rozbudowywać instalację o osobne urządzenia do kontroli wilgotności i temperatury, inżynierowie coraz częściej sięgają po rozwiązania zintegrowane. Urządzenia, takie jak higrotermostaty z serii 7T firmy Finder, stanowią odpowiedź na problem ograniczonej przestrzeni. Łączą one funkcjonalność obu czujników w jednej, kompaktowej obudowie, co pozwala zaoszczędzić miejsce na szynie DIN i znacząco uprościć okablowanie szafy.

Warto zauważyć, że nowoczesna termoregulacja powinna działać w sposób autonomiczny. Wykorzystanie inteligentnych rozwiązań pozwala na to, aby system ochrony działał niezależnie od głównego sterownika PLC. Dzięki temu, nawet w przypadku awarii oprogramowania czy całkowitego zawieszenia się nadrzędnego systemu sterowania, urządzenia Finder pozostają aktywne. Zapewniają



Szymon Lassin
Regionalny
przedstawiciel
techniczno-handlowy
Finder



◀ Wentylatory Finder typu 7F.20 posiadają łatwy dostęp do maty filtrującej, dzięki czemu wymiana tego elementu trwa mniej niż 1 minutę, nie wymaga narzędzi ani demontażu wentylatora.



◀ Higrotermostaty Finder typu 7T.51 – rozwiązanie do szaf szczególnie narażonych na działanie wilgoci.



◀ W grzałkach Finder typu 7H.51 o najwyższej mocy zastosowano wentylator, który ułatwia cyrkulację ciepłego powietrza w szafie sterowniczej.

one ciągłą ochronę przed wilgocią i przegrzaniem, co znacząco podnosi poziom bezpieczeństwa całej instalacji.

Efektywność energetyczna i trwałość

Nie można zapominać, że zarządzanie klimatem to także kwestia ekonomii. Zastosowanie precyzyjnych higrotermostatów pozwala na załączanie wentylatorów czy grzałek tylko wtedy, gdy jest to niezbędne. Ogranicza to zużycie energii i wydłuża żywotność samych elementów wykonawczych. W przypadku grzałek serii 7H od Finder projektanci położyli duży nacisk na bezpieczeństwo eksploatacji. Zastosowana technologia zapewnia efektywną konwekcję ciepła, jednocześnie minimalizując ryzyko oparzeń dla obsługi technicznej, co jest kluczowe w pracy przy otwartych szafach.

Odpowiedni komponent do Twoich potrzeb

Żeby odpowiednio dobrać grzałki, wentylatory, termostaty i higrostaty, warto sięgnąć do sprawdzonego rozwiązania.

Teraz projektant nie musi działać po omacku przy doborze mocy komponentów. Na stronie Findernet.com znaleźć można konfigurator, który po uzupełnieniu kilku danych sam wskaże, jakie rozwiązanie będzie najlepsze dla naszej rozdzielni. Ponadto dział wsparcia technicznego oraz terenowi doradcy techniczno-handlowi firmy Finder zawsze służą pomocą w doborze osprzętu.

Podsumowując, dbałość o warunki w szafie sterowniczej to inwestycja w długowieczność maszyn. Wybór rozwiązań, które łączą kompaktowość z niezawodnością, pozwala inżynierom utrzymania ruchu skupić się na rozwoju procesów produkcyjnych, zamiast na nieustannym gaszeniu pożarów związanych z awariami elektroniki.

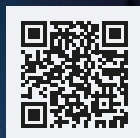
Pamiętajmy, że dobrze zabezpieczona szafa sterownicza to taka, do której zaglądamy tylko podczas zaplanowanych przeglądów, mając pewność, że wewnątrz panują optymalne warunki pracy dla każdego, nawet najbardziej czułego podzespołu. ■

Idealne warunki pracy i odpowiednie oświetlenie w szafie sterowniczej

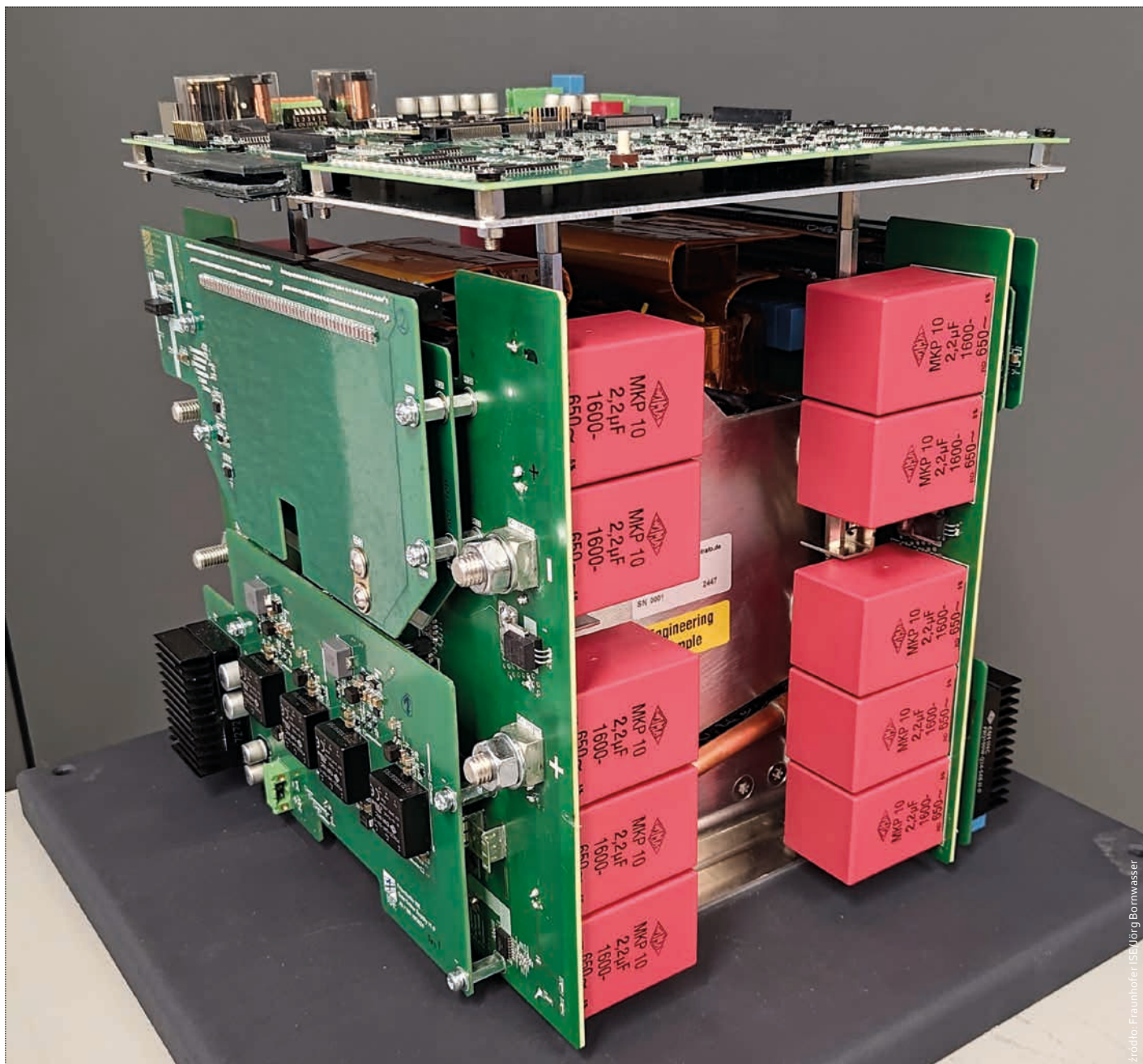
Seria 7T - Higro-termostaty i termostaty

Seria 7H - Grzałki do szaf sterowniczych

Seria 7F - Wentylatory z filtrem



Sprawdź nasz bezpłatny konfigurator



fot. Fraunhofer ISE, Ulg/Bornwasser

System ładowania wysokiego napięcia o dużej mocy

W ramach wspólnego projektu „HV-MELA-BAT”, koordynowanego przez Instytut Fraunhofera ds. Systemów Energii Słonecznej (ISE), opracowano najważniejsze komponenty niezbędne do ładowania XXL: przetwornice energoelektroniczne, takie jak prostownik sieciowy, modułowe połączenie przetwornic DC/DC, a także układ styków dla wysokich napięć i prądów.

Dzięki wysokiej częstotliwości przełączania przetwornica DC/DC o mocy wyjściowej 250 kW osiąga gęstość mocy objęto-

ciowej 9 kW/l przy rekordowej sprawności 99,26%. Żeby zapewnić moc ładowania 1 MW, cztery z tych modułowych przetwornic są połączone równolegle.

System ładowania został uzupełniony o buforowy system magazynowania energii wykonany z akumulatorów samochodowych z odzysku. System ten zmniejszył wymaganą moc przyłączeniową stacji ładowania do 500 kW.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Dress-pack z certyfikatem ESD dla maksymalnego bezpieczeństwa



źródło: igus

Firma igus wprowadziła na rynek triflex TRE ESD – pierwszy na świecie gotowy do podłączenia dress-pack przewodowania dla robotów przemysłowych, który posiada certyfikat ESD. Rozwiązanie przetestowane przez

Fraunhofer IPA znacznie zmniejsza wysiłek podczas projektowania i zwiększa bezpieczeństwo we wrażliwych obszarach produkcyjnych.

System triflex ESD składa się z ruchomych, okrągłych ogniw wykonanych z wysokowydajnego tworzywa sztucznego igumid ESD. Prowadnik kablowy zawiera kable energetyczne i transmisji danych, a także węże hydrauliczne, które prowadzą od podstawy robota do jego narzędzia roboczego. Standardowy system odciążu RS lub system wędek odciążowych z włókna szklanego są oparte na tym samym systemie odciążu.

Zapewniają one automatyczny odciąż lub długość samonośną, która zapobiega kontaktowi między robotem a przewodnikiem kablowym. Są one całkowicie otoczone przez rozpraszający przewodnik kablowy triflex R, dzięki czemu każde napięcie, które może wystąpić, może zostać natychmiast rozproszone. Prowadnik jest również dostępny jako zamknięty system TRC ESD, który posiada certyfikat suchych pomieszczeń czystych (klasy ISO 4 i 5).

więcej: igus.pl

Nowe zasilacze Voltcraft do zastosowań wysokiego napięcia

Seria VSPP to odpowiedź na rosnące wymagania laboratoriów i działów R&D, które potrzebują stabilnych źródeł wysokiego napięcia i dużej mocy przy zachowaniu precyzji.

Voltcraft wprowadził serię sześciu zasilaczy laboratoryjnych VSPP, rozszerzając portfolio o rozwiązania z zakresu technologii wysokiego napięcia. Urządzenia oferują napięcie wyjściowe do 600 V DC oraz moc sięgającą 3000 W, co pozwala na zastosowanie w wymagających środowiskach, takich jak elektromobilność, technika medyczna czy energetyka odnawialna.

Nowa seria została zaprojektowana z myślą o wysokiej dokładności. Odchylenia napięcia utrzymują się na poziomie $\leq 0,05\%$, a niski poziom szumów zapewnia czystość sygnału nawet przy dużej mocy. Dzięki temu zasilacze mogą być wykorzystywane w zaawansowanych procesach badawczo-rozwojowych, gdzie stabilność parametrów ma kluczowe znaczenie.

Zasilacze VSPP umożliwiają pracę szeregową i równoległą, co pozwala na łączenie do 10 urządzeń i osiągnięcie wysokich wartości prądu wyjściowego. Konstrukcja wspiera integrację z automatycznymi systemami testowymi dzięki interfejsom USB, LAN i RS-485 oraz przystosowaniu do montażu rackowego.

więcej: conrad.pl



źródło: Conrad Electronic

Kompaktowa złączka instalacyjna do rozdzielnic

źródło: WAGO



Firma WAGO rozszerza swoją ofertę o złączkę instalacyjną 221-420 – 10-pozycyjny zacisk z dźwignią.

Złączka ta umożliwia podłączenie do dziesięciu przewodów o tym samym potencjale. Obsługuje przewody linkowe o przekroju od 0,14 do 4 mm² i wielodrutowe w zakresie 0,2–4 mm². Produkt sprawdza się też w miejscach o ograniczonej przestrzeni montażowej. W odróżnieniu od tradycyjnego mostkowania, zastosowanie złączki nie wiąże się z utratą żadnych punktów przyłączeniowych.

Złączka wykorzystuje technologię CAGE CLAMP, opartą na sprężynie dociskowej, która eliminuje konieczność zaciskania tulejek kablowych. Przezroczysta obudowa umożliwia wizualną kontrolę poprawności połączenia bezpośrednio po montażu, a otwory inspekcyjne z przodu i z tyłu pozwalają na późniejszą weryfikację techniczną. Napięcie znamionowe wynosi 450 V, prąd znamionowy – 32 A.

więcej: wago.com/pl/

Gotowy do transportu kolejowego – VariaPro Rail wyznacza nowe standardy

VariaPro Rail to dławik kablowy, który został zaprojektowany specjalnie z myślą o trudnych warunkach, jakie panują we współczesnym transporcie kolejowym. Spełnia wszystkie wymagania niezbędne do stosowania w europejskich sieciach kolejowych i przekonuje przede wszystkim sprawdzonym bezpieczeństwem, wysoką funkcjonalnością oraz przemyślanym projektem.

VariaPro Rail pomyślnie przeszedł rygorystyczne testy zgodności z normami przeciwpożarowymi DIN EN 45545-2 i DIN EN 45545-3. Gwarantuje to, że ten model dławika można bez ograniczeń stosować we wszystkich pociągach w europejskiej sieci kolejowej. Dodatkowo spełnia on wymagania klasy odporności ogniowej E30, co znacznie zwiększa bezpieczeństwo w razie pożaru.

Oprócz właściwości związanych z bezpieczeństwem, dławik kablowy przekonuje również swoją kompaktową budową. Smukła konstrukcja pozwala na montaż zajmujący wyjątkowo mało miejsca – to kluczowa zaleta w ciasnych przestrzeniach instalacyjnych. Jednocześnie dużą wagę przywiązano do prostego i wydajnego montażu: różne rozmiary klucza dla nakrętki nakładkowej i złączki po-



źródło: Hummel

średniej zapewniają przejrzystą obsługę i znacznie zmniejszają nakład pracy przy instalacji.

Również pod względem technicznym VariaPro Rail wyznacza nowe standardy. Zintegrowane złącze EMC jest już częścią standardowego wyposażenia. Wysokiej jakości wkładki uszczelniające z EPDM gwarantują niezawodne uszczelnienie, a ekstremalnie wysoka odporność na rozciąganie i odporność na uderzenia wynosząca 7 J (zgodnie z normą DIN IEC 62444) zapewniają maksymalną wytrzymałość mechaniczną.

Dzięki połączeniu sprawdzonego bezpieczeństwa, przemyślanej konstrukcji i solidnego wykonania VariaPro Rail to idealne rozwiązanie dla nowoczesnych pojazdów szynowych – wydajne, niezawodne i przyszłościowe.

więcej: hummel.com

readycable

Przewody do ruchomych zastosowań przemysłowych

Firma igus rozszerza ofertę readycable o nowe przewody do kamer przemysłowych. Gotowe do podłączenia, wytrzymałe i przetestowane kable ze złączami wtykowymi Keyence zwiększają niezawodność systemów wizyjnych.



▲ Gotowe do podłączenia kable z dopasowanymi złączami wtykowymi Keyence zwiększają niezawodność systemów wizyjnych – na przykład podczas kontroli jakości w produkcji samochodów.

Firma igus rozszerza swoją ofertę konfekcjonowanych readycable do ruchomych zastosowań przemysłowych. Nowością w ofercie są kable ze złączami wtykowymi do systemów firmy Keyence, – jednego z wiodących na świecie producentów rozwiązań z zakresu automatyki i zapewniania jakości. Projektanci mogą natychmiast podłączyć kable do poruszających się szybkich kamer, zgodnie z zasadą plug-and-play, a tym samym uczynić je jeszcze bardziej odpornymi na awarie – bez czasochłonnych i podatnych na błędy projektów wewnętrznych.

Producent samochodów testuje nowy system szybkich kamer. Gdy części karoserii mijają się na przenośniku taśmowym, kamera porusza się wzdłuż jednej osi i sprawdza spoiny w czasie rzeczywistym. I wtedy nagle kabel transmisji danych kamery ulega awarii. Ciągły ruch był zbyt intensywny i spowodował zerwanie kabla.

– W takich ruchomych aplikacjach kable są poddawane znacznym naprężeniom ze względu na długość przesuwu, promień gięcia lub warunki otoczenia – i dlatego często są pierwszymi komponentami, które ulegają zużyciu lub awarii. Konsekwencją są wysokie koszty przestojów i konserwacji – wyjaśnia **Karol Lenkiewicz**, Product Manager readychain i readycable w igus.

Projektanci często zaczynają wtedy eksperymentować z kablami różnych producentów w celu znalezienia rozwiązań. Wymaga to jednak czasu i jest podatne na błędy, ponieważ już samo ustanowienie połączenia wtykowego z systemem kamer może być skomplikowane.

– Dzięki naszemu portfolio kabli readycable oferujemy wytrzymałe przewody, szczególnie do pracy w ciągłym ruchu, które dostarczamy gotowe do podłączenia i przetestowane z odpowiednim złączem – mówi **Karol Lenkiewicz**.

Plug-and-play: Konfiguracja online kabli zgodnych z Keyence

Nowością w ofercie kabli readycable są przewody do przesyłu energii i transmisji danych do systemów wizyjnych firmy Keyence. Firma jest wiodącym na świecie producentem

rozwiązań z zakresu automatyzacji i zapewniania jakości – a zatem jest istotna dla konstruktorów. W ofercie igus jest możliwość znalezienia odpowiednich, wstępnie zmontowanych przewodów do przesyłu i transmisji danych dla swoich indywidualnych zastosowań.

readycable od igusa do Keyence są produkowane dokładnie według standardów producenta i optymalnie dopasowane do kamer Keyence. Dzięki wytrzymałym kablom chainflex i produkcji głównie maszynowej idealnie nadają się do zastosowań ruchomych (np. w e-przewodnikach do robotów przemysłowych) i gwarantują trwałość nawet w wymagających warunkach przemysłowych.

Ponadto igus oferuje też systemy readychain, dzięki którym inżynierowie mogą pójść o krok dalej. Firma igus dostarcza nie tylko konfekcjonowane przewody readycable, ale także całkowicie gotowe do instalacji systemy przewodników kablowych readychain. Na przykład w postaci przewodnika z serii triflex, który niezawodnie podąża za dynamicznymi ruchami ramion robota dzięki okrągłym ogniowom przewodnika.

– Takie połączenie zapewni maksymalną niezawodność systemów ruchomych kamer. I to przy niskich kosztach oraz krótkim czasie dostawy – wszystko z jednego źródła, przetestowane i objęte gwarancją – dodaje **Karol Lenkiewicz**.

et INFO

Korzyści z zastosowania readycable od igusa:

- **Idealne dopasowanie:** kompatybilne i specjalnie wyprodukowane dla kamer Keyence.
- **Wytrzymałe i trwałe:** odpowiednie do ciągłej pracy w zastosowaniach ruchomych.
- **Gotowe do natychmiastowego użycia/podłączenia:** w pełni prefabrykowane, co umożliwia szybki montaż.
- **Niezawodna jakość, 100% testowane:** każdy produkt jest w 100% testowany elektrycznie pod kątem funkcjonalności.

**Fabryka readycable w Kolonii:
ponad 10 milionów metrów kabli rocznie**

W samej siedzibie głównej w Kolonii firma igus produkuje ponad 10 milionów metrów przewodów chainflex rocznie. Wykorzystywanych jest ponad 200 zautomatyzowanych maszyn, w tym wylączarki, stacje nawijające i testujące, a także systemy, które realizują połączenia wtykowe dla konfekcjonowanych readycable. Żeby zagwarantować niezawodność, wszystkie przewody są w 100% testowane elektrycznie i mechanicznie w laboratorium testowym igus.

Cecha szczególna: dane z laboratorium testowego są wprowadzane do kalkulatora żywotności online, który przewiduje żywotność przewodów w podwójnych cyklach poprzez określe-



▲ readycable od igusa do Keyence są produkowane dokładnie według standardów producenta i optymalnie dopasowane do kamer Keyence.

nie parametrów aplikacji. Przewód jest następnie dostarczany przez igus w ciągu kilku dni roboczych, przycięty do wymaganej długości i gotowy do podłączenia za pomocą odpowiednich złączy dopasowanych do istniejącego systemu kamer Keyence. Dzięki takiemu zapewnianiu jakości i licznym danym z laboratorium testowego, firma oferuje unikalną czteroletnią gwarancję na swoje produkty z obliczaniem żywotności online. ■

Artykuł powstał na podstawie informacji i zdjęć firmy igus.



Rodzaj silnika nie ma znaczenia: Przewód igus® readycable® i tak go napędzi!

Gotowe do podłączenia konfekcjonowane przewody readycable są przeznaczone do silników obrabiarek i zgodne ze standardami 40 producentów. Dzięki 7 różnym jakościom przewodów igus, zawsze znajdziesz najbardziej ekonomiczny przewód do napędów, który gwarantuje działanie. Internetowy kalkulator żywotności umożliwi dobranie oczekiwanej żywotności przewodu dla danej obrabiarki.



igus®.pl

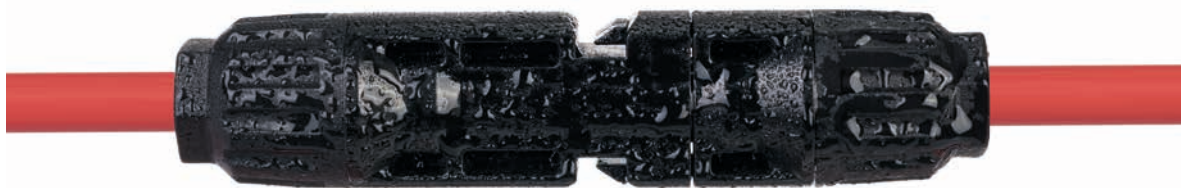
igus Sp. z o.o. Tel. 22 316 36 30 info-pl@igus.net

Złącza przemysłowe

Szczelność przede wszystkim – złącza wodoodporne w przemyśle

W halach produkcyjnych, w instalacjach zewnętrznych, w maszynach budowlanych czy rolniczych bardzo często zachodzi konieczność odpowiedniego zabezpieczenia połączeń elektrycznych przed wilgocią. Styk, przez który przechodzi sygnał lub prąd zasilający, to zaledwie kilka milimetrów metalu oddzielonych od środowiska zewnętrznego przez materiały izolacyjne i uszczelnienia. Gdy te ostatnie zawodzą, zawodzi cały system.

Wojciech Traczyk



źródło: Adobe Stock – MAXSHOT_PL

Odpowiedzią na to wyzwanie są złącza wodoodporne – elementy, które przez lata ewoluowały od prostych uszczelki gumowych do zaawansowanych komponentów, które spełniają rygorystyczne normy międzynarodowe. Ich właściwy dobór wymaga znajomości norm, materiałów, warunków eksploatacji i mechanizmów uszczelniających.

Wilgoć jako wróg instalacji elektrycznych

Trzeba mieć świadomość, że wilgoć oddziałuje na połączenia elektryczne na wiele sposobów, choć nie wszystkie z nich są natychmiast widoczne.

Najbardziej oczywistym skutkiem jest korozja styków. Tam, gdzie woda – a zwłaszcza woda słona lub zanieczyszczona chemicznie – dostaje się do złącza, procesy elektrochemiczne zaczynają niszczyć powierzchnie przewodzące. Rezystancja przejścia rośnie, sygnały słabną lub zanikają, a prądy upływowe mogą wywoływać niepożądane reakcje w obwodach sterowania. W systemach automatyki przemysłowej może to oznaczać fałszywe odczyty czujników, niespodziewane zachowanie siłowników, a nawet nieplanowane przestoje.

Równie groźna jest kondensacja. W środowiskach, w których temperatura zmienia się gwałtownie – np. w maszynach pracujących na zewnątrz przez całą dobę – para

wodna skrapla się wewnątrz obudów i złączy, atakując styki od środka. Proces ten przebiega powoli i jest trudny do wykrycia podczas rutynowych przeglądów.

Wreszcie – mechaniczne działanie wody. Strumień pod ciśnieniem, np. podczas mycia wysokociśnieniowego linii produkcyjnej w zakładzie spożywczym, może wtłaczać wodę nawet przez złącza deklarowane jako szczelne, jeśli dobrano je nieprawidłowo.

Alfabet wodoodporności, czyli oznaczenia IP

System klasyfikacji IP (Ingress Protection) szczegółowo opisuje norma IEC 60529. Dwie cyfry następujące po literach „IP” mówią odpowiednio o ochronie przed ciałami stałymi (pył, kurz) i przed wodą. Ochrona przed wodą w praktyce przemysłowej sprowadza się do trzech głównych kategorii.

IP65 oznacza pełną pyłoszczelność i odporność na strumień wody z dowolnego kierunku. To poziom wystarczający dla większości instalacji zewnętrznych chronionych przed bezpośrednim opadem deszczu, ale nieodpowiedni tam, gdzie złącze może zostać zalane lub zanurzone.

IP67 – złącze z tym certyfikatem wytrzyma zanurzenie w wodzie do głębokości jednego metra przez 30 minut. Takie wymagania spełniają złącza stosowane w pojazdach terenowych, maszynach rolniczych, a także w instalacjach, które mogą znaleźć się chwilowo pod wodą.



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

IP68 to klasa przeznaczona dla złączy pracujących w warunkach ciągłego lub głębszego zanurzenia. Co istotne, konkretne parametry głębokości i czasu są w tym przypadku określane indywidualnie przez producenta. Jedno złącze IP68 może zapewnić ochronę na głębokości 1,5 m przez godzinę, inne – na 10 m przez kilka godzin. Dla inżyniera oznacza to obowiązek sięgnięcia po kartę katalogową.

IP69K to z kolei odpowiedź na specyficzne wymagania środowisk, w których urządzenia poddawane są myciu gorącą wodą pod wysokim ciśnieniem. Strumień wody o ciśnieniu 80–100 barów w temperaturze do 80°C to warunki zupełnie inne niż zanurzenie, dlatego złącze IP68 może sobie z nimi nie poradzić.

Warto zapamiętać, że klasy IP nie są hierarchiczne w sposób absolutny. IP69K jest lepsza od IP67 w kontekście mycia pod ciśnieniem, ale niekoniecznie w kontekście zanurzenia.

Co sprawia, że złącze jest naprawdę szczelne

Wodoodporność złącza to efekt współdziałania kilku elementów. I tylko odpowiednie dopasowanie każdego z nich zapewni optymalną ochronę.

Uszczelnienia stanowią pierwszą linię obrony. Najpowszechniej stosuje się pierścienie O-ring oraz profilowane uszczelki, które przy prawidłowym dociśnięciu tworzą szczelną barierę między środowiskiem zewnętrznym a przestrzenią styków. Olbrzymie znaczenie ma tu materiał uszczelnienia. Kauczuk nitylowy (NBR) dobrze radzi sobie z paliwami, olejami i smarami, ale źle znosi ekstremalne temperatury. Silikon oferuje szeroki zakres termiczny (od -60°C do ponad 200°C), ale ma ograniczoną odporność na niektóre rozpuszczalniki. Viton (FKM) to materiał z wyższej półki, odporny na agresywne chemikalia i wysokie temperatury, stosowany tam, gdzie inne elastomery zawodzą. Dobór niewłaściwego materiału uszczelnienia to jeden z najczęstszych błędów przy specyfikacji złączy.

Obudowa złącza decyduje o odporności mechanicznej i chemicznej całego komponentu. Metalowe korpusy ze stali nierdzewnej lub miedzi nikielowej zapewniają doskonałą wytrzymałość, świetne ekranowanie elektromagnetyczne i odporność na uszkodzenia fizyczne. W środowiskach o wysokiej wilgotności i zasoleniu stal nierdzewna gatunku 316L bywa jedynym sensownym wyborem. Obudowy z tworzyw sztucznych, przede wszystkim poliamidu wzmacnianego włóknem szklanym, są lżejsze i naturalnie odporne na korozję elektrochemiczną.

Mechanizm zamykający złącza musi zapewniać powtarzalny i pewny docisk uszczelnienia przy każdym połączeniu. W złączach cylindrycznych najczęściej stosuje się nakrętki gwintowane lub zamki bagnetowe, w złączach prostokątnych – zatrzaski i śruby mocujące. Złe zamknięcie to najczęstsza przyczyna utraty szczelności w eksploatacji – problem szczególnie groźny tam, gdzie złącza są często rozłączane przez różnych pracowników.

Typy złączy i ich zastosowania

Rynek oferuje kilka podstawowych rodzin złączy wodoodpornych, a każda z nich ma swoje typowe zastosowania.

Złącza okrągłe cylindryczne (szczególnie M8, M12 i M23) są powszechnym standardem w automatyce przemysłowej. Ich okrągły przekrój zapewnia równomierny i przewidywalny docisk uszczelnienia, a standaryzacja układu pinów w złączu M12 sprawiła, że stały się de facto europejskim standardem połączeń czujników, enkoderów, siłowników i przetworników ze sterownikami.

Złącza prostokątne i modułowe dominują w szafach sterowniczych i panelach operatorskich. Ich zaletą jest wysoka gęstość styków – w jednej obudowie można zmieścić zarówno tory zasilające, jak i sygnałowe oraz optyczne – a modułowa budowa pozwala na wymianę poszczególnych wkładek bez demontażu całego złącza. To istotna zaleta serwisowa w instalacjach, gdzie minimalizacja czasu przestoju jest priorytetem.

Złącza zaworowe i kątowe rozwiązują problem przestrzeni. Tam, gdzie kabel musi wychodzić prostopadle do osi złącza, złącze proste po prostu się nie zmieści. Wersje kątowe, produkowane pod kątem 45° lub 90°, są odpowiedzią na tę geometryczną konieczność, zachowując przy tym pełną szczelność.

Wodoodporne złącza do przesyłu danych to stosunkowo nowa, ale dynamicznie rosnąca kategoria. Typowe porty projektowane są z myślą o sterylnym środowisku biurowym, nie o hali produkcyjnej. Przemysłowe wersje tych złączy stosują kombinację uszczelnionych obudów, pierścieni O-ring i ekranowania EMI, umożliwiając transmisję danych z pełną prędkością nawet w środowiskach wilgotnych i zapylnych.

Eksploatacja i najczęstsze błędy

Nawet najlepiej dobrane złącze zawiedzie, jeśli zostanie niewłaściwie zainstalowane lub zaniedba się je w czasie eksploatacji. Praktyka serwisowa pokazuje kilka powtarzających się schematów.

Niedomknięcie złącza to błąd numer jeden. Uszczelnienie działa tylko przy pełnym, prawidłowym zamknięciu – niedokręcona nakrętka lub nieprawidłowo zatrzasknięty zamek oznacza, że złącze jest otwarte na wilgoć. W instalacjach, w których złącza są regularnie rozłączane, warto stosować komponenty z wizualnym wskaźnikiem poprawnego zamknięcia.

Stosowanie złączy poza ich zakresem specyfikacji to kolejna pułapka. IP67 nie jest IP68 – zanurzenie złącza IP67 na głębokości dwóch metrów przez kilka godzin to eksperyment, który zwykle kończy się infiltracją wilgoci. Podobnie IP68 nie zastąpi IP69K w środowiskach mycia ciśnieniowego.

Zaniedbanie uszczelek podczas przeglądów to błąd, którego konsekwencje mogą pojawić się po dłuższym czasie. Uszczelki degradują się stopniowo pod wpływem temperatury, promieniowania UV, środków chemicznych i cyklicznego ściskania. Ich wymiana jest tania – znacznie tańsza niż naprawa instalacji po zalaniu lub wymiana całego złącza po korozji styków.

Złącze jako element systemu, nie dodatek do kabla

Podejście do złączy wodoodpornych zmienia się wraz z rosnącą złożonością instalacji przemysłowych. Na złącze nie należy patrzeć jako na pasywny element mechaniczny, lecz jako na pełnoprawny komponent systemu – z własnymi wymaganiami funkcjonalnymi, serwisowymi i integracyjnymi.

Złącza z wbudowanymi diodami LED sygnalizującymi stan połączenia, z czujnikami temperatury monitorującymi warunki wewnątrz komponentu czy z identyfikacją RFID ułatwiającą śledzenie konfiguracji instalacji – to kierunki, w których zmierza też rynek. Postępuje też dalsza miniaturyzacja w tym obszarze: złącza M5 klasy IP68 otwierają możliwość budowania kompaktowych urządzeń nawet w bardzo trudnych środowiskach.

Dla elektryków i automatyków oznacza to jedno: dobór złącza wodoodpornego wymaga dziś tej samej staranności, co dobór sterownika czy czujnika. Czas, gdy wystarczyło spojrzeć na liczbę pinów i średnicę gwintu, należy już do przeszłości. ■

Automatyzacja w polskim sektorze MŚP

Polskie małe i średnie przedsiębiorstwa coraz częściej sięgają po rozwiązania z obszaru automatyki przemysłowej – ale czy to już prawdziwy przełom, czy wciąż ostrożne stawianie pierwszych kroków? O tempie zmian, barierach wdrożeń i technologiach, które najszybciej zdobywają uznanie wśród MŚP, rozmawiamy z Bartoszem Palkowskim z POKÓJ CONNECT, Michałem Rutkowskim z Mitutoyo Polska i z Tomaszem Sierpińskim ze Schneider Electric.

Rozmawiał: Wojciech Traczyk

Jak wygląda obecnie zainteresowanie rozwiązaniami z obszaru automatyki przemysłowej w sektorze MŚP w Polsce? Czy widoczny jest dynamiczny wzrost popytu, czy raczej możemy mówić jedynie o stopniowym wzroście zainteresowania?



Bartosz Palkowski: Z perspektywy dostawcy komponentów do szaf sterowniczych najtrafniejsze słowo to „momentum” – nie boom, lecz wyraźnie przyspieszające zainteresowanie. Najważniejsza zmiana jest jednak jakościowa: jeszcze 5–7 lat temu rozmowa z właścicielem 40-osobowego zakładu zaczynała się od pytania „czy warto automatyzować”. Dziś – od „jak szybko da się to wdrożyć”. Napędzają to trzy czynniki: chroniczny deficyt kadr, rosnące wymagania jakościowe dużych odbiorców i cena komponentów. Trzeba jednak pamiętać, że MŚP to kategoria rozciągająca się od firm średnich, automatyzujących się porównywalnie z dużym przemysłem, po mikrofirmy, które dopiero planują pierwszą szafę z PLC.



Michał Rutkowski: W ostatnich latach obserwujemy dynamiczny wzrost zainteresowania automatyzacją procesów produkcyjnych, szczególnie wśród firm z sektora MŚP. Rozwiązania, które jeszcze niedawno były zarezerwowane dla dużych zakładów przemysłowych, dziś coraz częściej stają się realnym narzędziem rozwoju mniejszych przedsiębiorstw. Automatyzacja odpowiada na ich najważniejsze wyzwania: narastające braki kadrowe, systematyczny wzrost kosztów pracy, potrzebę stabilnej jakości i presję skracania czasów realizacji. Na tej zmianie korzystają również mniejsze firmy wdrożeniowe, które dzięki elastyczności i krótszym ścieżkom decyzyjnym potrafią działać szybciej i sprawniej niż duzi integratorzy systemów.



Tomasz Sierpiński: Mówimy raczej o stopniowym wzroście zainteresowania, a nie o dynamicznej eksplozji popytu. Polskie MŚP coraz częściej pytają o rozwiązania z obszaru automatyki przemysłowej, jednak w większości przypadków impulsem do tych rozmów są bieżące wyzwania operacyjne – rosnące koszty, niedobór pracowników i presja konkurencyjna – a nie spójna, długofalowa strategia rozwoju produkcji. Tempo wdrożeń wyhamowuje wyraźna luka pomiędzy zaintere-



źródło: Magnific – Drazen Zigic

sowaniem a gotowością decyzyjną. Pokazują to m.in. wnioski z raportu „Ślepa strefa transformacji”, opublikowanego w kwietniu br., w którym 35% decydentów deklaruje niską orientację w nowoczesnych technologiach wpływających na efektywność zakładów. To dobrze tłumaczy, dlaczego popyt na automatykę rośnie stopniowo – firmy trudniej decydują się na inwestycje, których wartości biznesowej nie potrafią jednoznacznie ocenić.

Jakie technologie i produkty obecnie najszybciej zyskują uznanie wśród MŚP, a które były „zbyt skomplikowane” lub „zbyt drogie” dla większości?



Bartosz Palkowski: Najszybciej te, które mają niski próg wejścia: kompaktowe sterowniki PLC, podstawowe panele HMI, komponenty plug-and-play, bezprzewodowe wyłączniki krańcowe (eliminujące koszt okablowania w istniejącej hali) oraz coboty. Wolniej przebijają się systemy MES, integracje MES-ERP, machine vision i cyfrowe bliźniaki linii. Wbrew pozorom hamulcem rzadko bywa cena sprzętu – częściej brak inżyniera automatyka na etacie, co zmusza MŚP do kupowania wsparcia zewnętrznego. Paradoksalnie: najbardziej zaawansowane technologie nie są dziś hamowane pieniędzmi, lecz deficytem kadr. I to po obu stronach – MŚP i integratorów.



Michał Rutkowski: Największym zainteresowaniem cieszą się rozwiązania o szybkim zwrocie z inwestycji, niewymagające gruntownej przebudowy zakładu. Do tej grupy należą przede wszystkim roboty z prostymi stanowiskami kontroli i selekcji, zautomatyzowane systemy jakości, klasyczna automatyka

PLC i systemy MES z elementami statystycznej kontroli procesu. Wyraźnie rośnie także znaczenie integracji maszyn współrzędnościowych Mistar bezpośrednio z linią produkcyjną i łączenie danych pomiarowych z systemami MES, m.in. poprzez rozwiązania SPC Measurlink.

Głównymi barierami wdrożeń nadal są koszty początkowe, brak kompetencji technicznych oraz obawy przed długim i uciążliwym procesem implementacji, dlatego kluczowy staje się wybór odpowiedniego partnera technologicznego. Co warto podkreślić, firmy z sektora MŚP często wykazują się dużą kreatywnością i działają znacznie szybciej niż tzw. „duzi gracze”. Właśnie na taką współpracę stawiamy obecnie i wraz z firmą Cobot Planet pracujemy nad rozwiązaniem, które będzie gotowym produktem z półki, ale z drugiej strony dającym pełną elastyczność i skalowalność w zależności od potrzeb.



Tomasz Sierpiński: MŚP sięgają po to, co daje szybki i widoczny efekt finansowy. Zaawansowane systemy sterowania procesami, integracja IIoT czy analityka predykcyjna wciąż pozostają domeną większych zakładów. Główną barierą nie jest sama cena. Z naszego badania wynika, że 25% firm nie ma czasu na naukę i wdrożenie nowych rozwiązań, 23% nie ma wiedzy o dostępnych systemach, a co piąty decyduje wprost przyznaje, że odczuwa opór przed zmianą i obawę wobec nowych technologii. To błędne koło: brak czasu prowadzi do braku wiedzy, a brak wiedzy prowadzi do braku działania.

Jak widzą Państwo przyszłość automatyzacji w MŚP? Czy w niedalekiej perspektywie automatyzacja może stać się „standardem”, czy pozostanie wciąż zasobem tylko dla „wybranych” firm?



Bartosz Palkowski: Automatyzacja w MŚP stanie się standardem, ale warto to doprecyzować. Nie chodzi o to, że każda 30-osobowa firma zbuduje fabrykę 4.0 z cyfrowym bliźniakiem. Chodzi o to, że podstawowy poziom – sterownik, czujniki, minimalny monitoring – za dekadę będzie równie oczywistym wyposażeniem zakładu, jak dziś instalacja elektryczna. Napędzą to dwa zjawiska: oferta „automatyzacja jako gotowe rozwiązanie” u producentów maszyn i zmiana u dostawców komponentów, którzy sprzedają coraz częściej pakiet (komponent + dokumentacja + wsparcie), a nie samą złączkę. Dla nas, jako firmy z 75-letnią tradycją, to spora zmiana filozofii pracy – do niej właśnie się przygotowujemy m.in. poprzez rebranding na POKÓJ CONNECT. Segmentem „wybranych” pozostanie pełne Industry 4.0. Baza stanie się powszechna – a to znaczy, że automatyzacja przestaje być inwestycją strategiczną, a staje się warunkiem uczestnictwa w grze.



Michał Rutkowski: Automatyzacja w MŚP stanie się w najbliższych latach standardem konkurencyjności, podobnie jak wcześniej systemy ERP czy technologie CNC. W perspektywie 5–10 lat firmy będą wdrażać ją etapami: od pojedynczych stanowisk, przez integrację danych, aż po kompleksowe systemy zarządzania produkcją. Dostępność zwiększą spadające ceny technologii i łatwość wdrożenia, a przewagę zdobędą przedsiębiorstwa, które rozpoczną tę transformację odpowiednio wcześniej i będą ją konsekwentnie rozwijać.



Tomasz Sierpiński: Automatyzacja w sektorze MŚP jest już dziś w dużej mierze standardem, jednak kluczowe różnice dotyczą jej poziomu za-

Nasi Eksperti



Automatyzacja w MŚP stanie się standardem. Nie chodzi jednak o to, że każda 30-osobowa firma zbuduje fabrykę 4.0 z cyfrowym bliźniakiem. Chodzi o to, że podstawowy poziom – sterownik, czujniki, minimalny monitoring – za dekadę będzie równie oczywistym wyposażeniem zakładu, jak dziś instalacja elektryczna.

Bartosz Palkowski
Specjalista ds. Kluczowych Klientów
POKÓJ CONNECT



W ostatnich latach obserwujemy dynamiczny wzrost zainteresowania automatyzacją procesów produkcyjnych, szczególnie wśród firm z sektora MŚP. Rozwiązania, które jeszcze niedawno były zarezerwowane dla dużych zakładów przemysłowych, dziś coraz częściej stają się realnym narzędziem rozwoju mniejszych przedsiębiorstw.

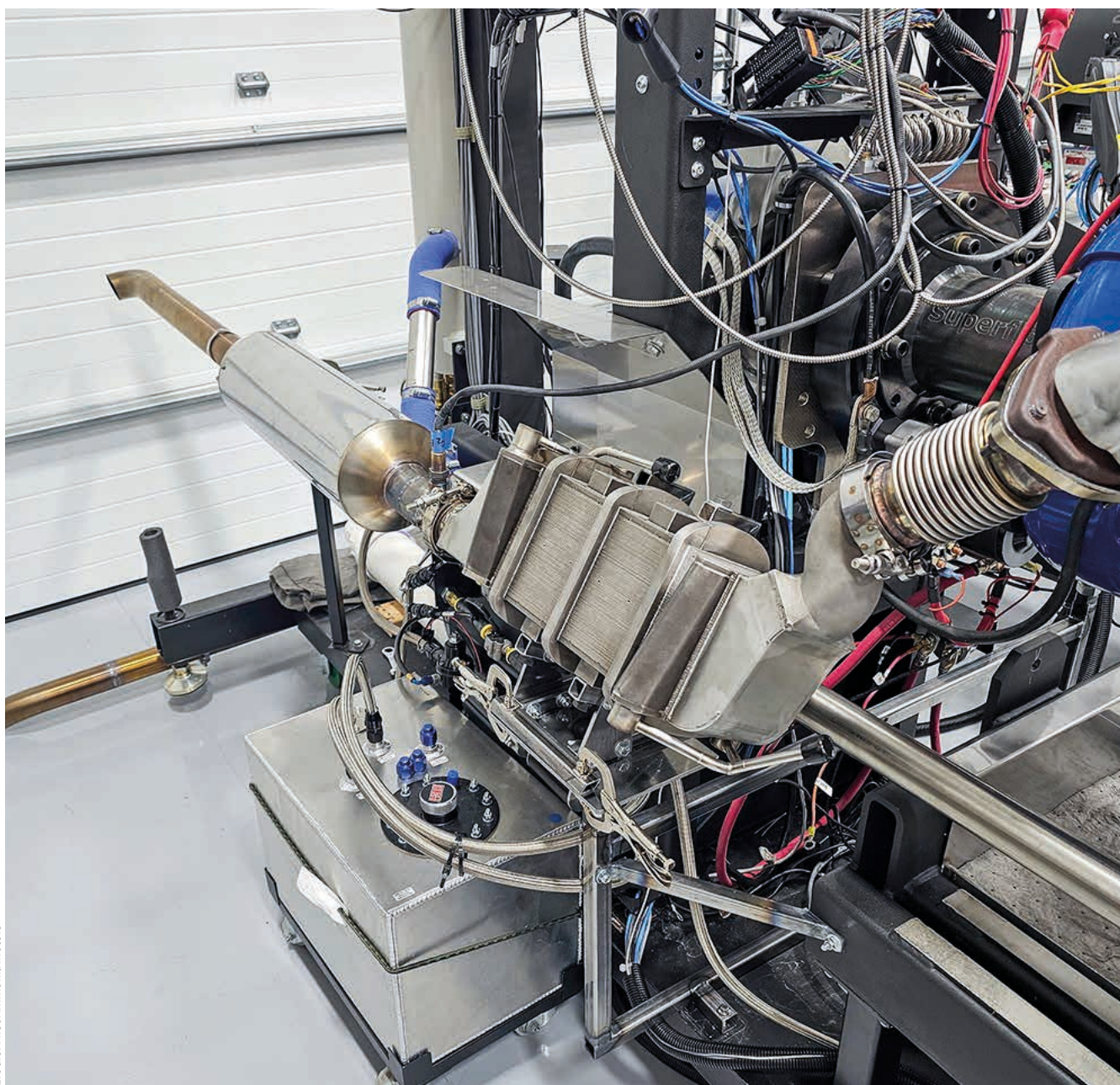
Michał Rutkowski
Sales Director
Mitutoyo Polska



W wielu firmach automatyzacja ogranicza się do podstawowych elementów wybranych procesów i pełni głównie funkcję wsparcia operacyjnego, podczas gdy bardziej zaawansowane przedsiębiorstwa traktują ją jako narzędzie systemowej poprawy efektywności i konkurencyjności.

Tomasz Sierpiński
Sales Director Industrial EUs, SIs & OEMs
Schneider Electric

awansowania, a nie samej obecności. W wielu firmach automatyzacja ogranicza się do podstawowych elementów wybranych procesów i pełni głównie funkcję wsparcia operacyjnego, podczas gdy bardziej zaawansowane przedsiębiorstwa traktują ją jako narzędzie systemowej poprawy efektywności i konkurencyjności. Linia podziału przebiega więc między firmami, które konsekwentnie rozwijają automatyzację, a tymi, które zatrzymały się na poziomie rozwiązań punktowych. To tempo pogłębiania i integrowania automatyzacji z całym procesem produkcyjnym zdecyduje o przewadze rynkowej w kolejnych latach. Żeby ten rozwój był możliwy w szerszej skali MŚP, kluczowe są proste, skalowalne wdrożenia, elastyczne modele finansowania obniżające próg inwestycyjny i dostęp do lokalnych partnerów, którzy pomogą firmom przejść drogę od podstawowej automatyzacji do realnych, mierzalnych efektów biznesowych. ■



źródło: First Ammonia Motors

Silnik napędzany wyłącznie amoniakiem

Podczas zakończonych niedawno targów Hannover Messe Instytut Fraunhofera ds. Mikrotechnologii i Mikrosystemów (IMM) zaprezentował stworzony wspólnie z firmą First Ammonia Motors silnik napędzany wyłącznie amoniakiem – bez udziału paliw kopalnych.

W przeciwieństwie do innych silników, które wykorzystują do napędu amoniak, jednostka ta nie wymaga dodatkowego paliwa (np. benzyny, gazu czy metanolu) do przyspieszenia spalania. Zamiast tego ciepło odpadowe silnika jest wykorzysty-

wane do rozkładu amoniaku, wytwarzając w ten sposób wodór jako paliwo dodatkowe. Spalinami są para wodna i azot.

Zastosowanie amoniaku do napędu silników otwiera nowe perspektywy dla obszarów, w których bezpośrednia elektryfikacja jest możliwa jedynie w ograniczonym zakresie. Należą do nich m.in. stacjonarne źródła zasilania, morskie jednostki pływające oraz transport ciężki.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Silniki IE5+ w nowym rozmiarze

źródło: NORD Drivesystems



Dzięki najnowszej generacji silników IE5+ dostawca systemów NORD Drivesystems oferuje rozwiązania o wysokiej efektywności, które pozwalają ograniczyć zużycie energii i zasobów w przemyśle. Firma rozszerzyła teraz zakres mocy swoich kompaktowych synchronicznych silników z magnesami trwałymi do 11 kW.

Wysokoefektywne synchroniczne silniki z magnesami trwałymi IE5+ (PMSM) charakteryzują się stale wysoką sprawnością (do 95%) w szerokim zakresie momentu obrotowego. Dzięki temu zapewniają optymalną efektywność energetyczną w zakresie pracy przy częściowym obciążeniu i przy różnych prędkościach. Silniki są obecnie dostępne w trzech wielkościach. Dzięki rozszerzonemu zakresowi mocy od 0,35 do 11 kW oraz ciągłemu momentowi obrotowemu od 1,6 do 43,9 Nm obejmują szeroki zakres zastosowań.

Wysoka zdolność przeciążeniowa, szeroki zakres regulacji i stały moment obrotowy silników IE5+ w szerokim zakresie prędkości do 2 400 obr./min umożliwiają redukcję wariantów w danej aplikacji. Redukcja ta znacząco upraszcza procesy administracyjne oraz produkcję, logistykę, magazynowanie i serwis.

Synchroniczne silniki z magnesami trwałymi są wyposażone w 8 biegunów i wykorzystują innowacyjną konstrukcję IPM. Umożliwiło to zmniejszenie rozmiarów aktywnych części silnika, co pozwoliło ograniczyć zużycie materiałów. Stojan może być również produkowany z wykorzystaniem tzw. uzwojenia typu single-tooth, co zmniejsza zużycie miedzi w głowicy uzwojenia.

więcej: nord.com/pl/home-pl.jsp

Lokalne AI dla napędów przemysłowych



źródło: Siemens

Siemens rozszerza portfolio analityki napędowej o rozwiązanie on-premises. Drivetrain Analyzer Onsite umożliwia przetwarzanie danych całkowicie w infrastrukturze użytkownika, odpowiadając na rosnące wymagania dotyczące suwerenności danych w przemyśle.

Pierwszym dostępnym modułem jest DTA Onsite – Monitoring, realizujący ciągłe monitorowanie stanu mechanicznych i elektrycznych komponentów układu napędowego. System rejestruje zsynchronizowane sygnały drganiowe i analogowe z wysoką rozdzielczością, a wbudowane algorytmy Industrial AI wykrywają odchylenia od typowych wzorców pracy napędu, sygnalizując wczesne oznaki zużycia. Interfejs oferuje przeglądy na poziomie zakładu, trendy KPI i szczegółowe dashboardy diagnostyczne.

DTA Onsite uzupełnia wprowadzony w ubiegłym roku Drivetrain Analyzer Cloud, przeznaczony do wielozakładowych analiz flotowych. Oba systemy opierają się na tej samej koncepcji modułowej, różniąc się modelem eksploatacji i środowiskiem integracji.

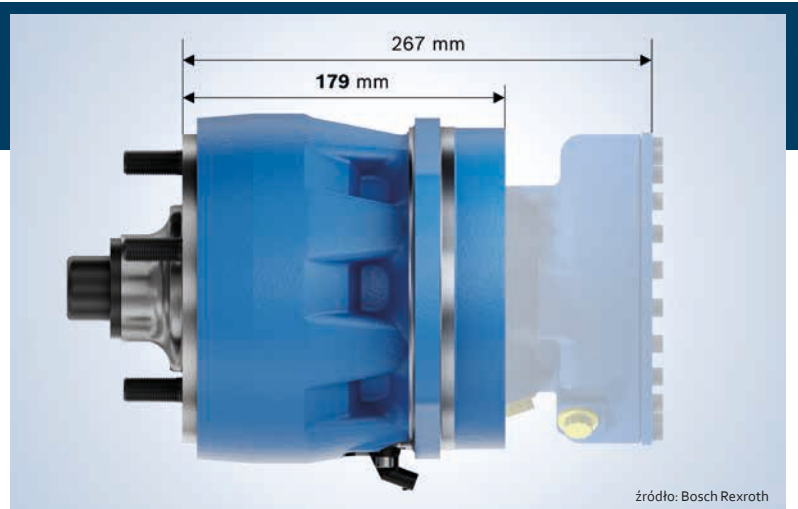
Nowe rozwiązanie powinno się sprawdzić wszędzie tam, gdzie kluczowe są wymagania dotyczące opóźnień lub izolowane architektury sieciowe – m.in. w maszynach produkcyjnych, stacjach pomp, sprzężarkach i aplikacjach motion control. Podobnie jak wersja chmurowa, DTA Onsite jest częścią ekosystemu Siemens Xcelerator.

więcej: siemens.com/pl-pl/

Nowa seria hydraulicznych silników promieniowo-tłokowych MPR Performance

Dzięki компактowemu, zintegrowanemu silnikowi tłokowemu promieniowemu MPR Performance firma Bosch Rexroth wprowadza większą elastyczność w projektowaniu małych maszyn mobilnych oraz zwiększa wydajność i efektywność energetyczną. W porównaniu z silnikiem MCR3 opatentowana konstrukcja nowej jednostki pozwoli zaoszczędzić nawet do ok. 25% komponentów i do 30% długości. Ten postęp zmniejsza przestrzeń montażową, a do tego obniża środek ciężkości maszyny. Korzyści wydajnościowe, takie jak nawet 9% wyższa sprawność rozruchu, opcjonalne ciśnienie nominalne 470 bar i o 25% wyższa prędkość maksymalna, przyczyniają się do niższych kosztów systemu i całkowitego kosztu eksploatacji.

MPR zapewnia elastyczność projektową dzięki katalogowym opcjom konfiguracyjnym. Jako pierwszy silnik tłokowo-promieniowy o tej wielkości korpusu z przyłączami osiowymi oraz hamulcem wielopłytkowym otwiera nowe możliwości w projektowaniu pojazdów. Adaptowalne konfiguracje wału upraszczają zarządzanie wariantami, a standardowe gniazda podłączeniowe zapewniają łatwą integrację, ze szczególnym naciskiem na transformację sektora rolniczego.



źródło: Bosch Rexroth

W połączeniu z BODAS-drive Bosch Rexroth oferuje gotowe do użycia, skalowalne rozwiązanie do sterowania hydrostatycznym napędem jazdy, oparte na oprogramowaniu eDA. To podejście ma zwiększać wydajność i efektywność dzięki precyzyjnemu elektrycznemu zarządzaniu systemem hydraulicznym.

więcej: boschrexroth.com/pl/pl/

Silniki

Silniki reluktancyjne – charakterystyka, typowe zastosowania w nowoczesnych napędach

Przez dekady silniki reluktancyjne pozostawały w cieniu silników indukcyjnych klatkowych, mimo że ich zasada działania była znana już w XIX w. Dziś, dzięki rozwojowi energoelektroniki i sterowania wektorowego, ich wysoka sprawność, prosta konstrukcja wirnika oraz brak magnesów trwałych stanowią istotną przewagę w wielu zastosowaniach przemysłowych.

Bogdan Kruk

W branży elektrotechnicznej silniki reluktancyjne coraz częściej są postrzegane nie jako ciekawostka konstrukcyjna, lecz jako realna alternatywa dla klasycznych silników indukcyjnych klatkowych. Znajomość ich budowy, właściwości i ograniczeń jest dziś niezbędna dla inżynierów zajmujących się projektowaniem i eksploatacją nowoczesnych układów napędowych – od przemysłowych pomp i wentylatorów po napędy trakcyjne pojazdów elektrycznych.

Rodzaje silników reluktancyjnych

Silnik reluktancyjny to maszyna elektryczna, w której moment elektromagnetyczny powstaje dzięki zjawisku zmiennej reluktancji obwodu magnetycznego. Wirnik, wykonany z miękkiego materiału ferromagnetycznego, charakteryzuje się asymetrią magnetyczną: reluktancja zmienia się w zależności od jego położenia względem stojana. Moment reluktancyjny wynika z dążenia wirnika do ustawienia się w położeniu minimalnej reluktancji obwodu magnetycznego.

Silniki reluktancyjne dzielą się na trzy podstawowe grupy, które różnią się konstrukcją i sposobem sterowania. Najważniejszą z nich jest **synchroniczny silnik reluktancyjny** (Synchronous Reluctance Motor – SynRM). Kolejne to **silniki z przelączalną reluktancją** (Switched Reluctance Motor – SRM) oraz **silniki ze zmienną reluktancją** (Variable Reluctance Motor – VRM) – stosowane głównie w pozycjonerach i enkoderach, poza zakresem typowych napędów mocy. Spośród nich to właśnie silniki SynRM znalazły najszersze zastosowanie w przemysłowych układach napędowych.

Silnik SynRM – budowa i zasada działania

Silnik SynRM wyposażony jest w wirnik anizotropowy, który jest pozbawiony magnesów trwałych i uzwojeń



źródło: Adobe Stock – Pavel Pechenkin

wzbudzenia. Stojan ma budowę zbliżoną do stosowanej w silnikach indukcyjnych klatkowych, co ma istotne znaczenie przy modernizacji istniejących napędów. Zasadniczym elementem konstrukcji jest odpowiednie ukształtowanie pakietu blach wirnika, w tym barier strumieniowych kształtujących przepływ strumienia magnetycznego. Takie ukształtowanie zapewnia możliwie dużą różnicę indukcyjności w dwóch prostopadłych kierunkach magnetycznych: wzdłuż osi d (osi minimalnej reluktancji, o najwyższej indukcyjności L_d) i osi q (osi maksymalnej reluktancji, o najniższej indukcyjności L_q). Im wyższy stosunek L_d/L_q , tym większy osiągalny moment elektromagnetyczny.

Silniki SynRM pracują wyłącznie z przemiennikami częstotliwości i wymagają sterowania wektorowego lub sterowania z orientacją na strumień (Field Oriented Control – FOC). Alternatywną metodą jest bezpośrednie sterowanie momentem (Direct Torque Control – DTC).

Brak uzwojeń i magnesów w wirniku sprawia, że jest on odporny na obciążenia cieplne – straty wydzielają się



Bogdan Kruk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

niemal wyłącznie w stojanie. Dla porównania: w silniku indukcyjnym klatkowym straty ciepłne wirnika mogą stanowić do 40% łącznych strat energetycznych. SynRM eliminuje je całkowicie.

Sprawność energetyczna silników SynRM

Wysoka sprawność energetyczna silników SynRM to ich główna przewaga w zastosowaniach przemysłowych. W połączeniu z dedykowanym przemiennikiem częstotliwości silniki SynRM osiągają sprawność odpowiadającą klasie IE4 (Super Premium Efficiency) lub IE5 (Ultra Premium Efficiency). Dla porównania, standardowe silniki indukcyjne klatkowe osiągają obecnie najczęściej poziom IE2 lub IE3. Przekłada się to na wymierne różnice strat: silniki IE5 mogą generować do ok. 50% mniej strat energetycznych niż silniki IE2 i o ok. 20% mniej niż silniki IE4. Co istotne, niższa temperatura pracy SynRM wpływa korzystnie na trwałość – zgodnie z przybliżoną regułą, że obniżenie temperatury o 10°C może podwoić żywotność izolacji uzwojeń.

Presję w kierunku wyższych klas sprawności potęguje otoczenie regulacyjne – obowiązujące przepisy unijne (rozporządzenie 2019/1781) wymagają stosowania silników klasy IE3 jako minimum dla szerokiego zakresu zastosowań.

Porównanie silników SynRM i SRM

Silnik SRM, w odróżnieniu od SynRM, posiada wirnik z wyraźnymi ukształtowanymi biegunami i stojan o biegunach wydatnych. Stojan zawiera koncentrycznie nawinięte uzwojenia nieskrzyżowane między fazami o krótkich połączeniach czołowych. Wirnik, wykonany wyłącznie z blach ze stali krzemowej, nie wykazuje problemów typowych dla silników indukcyjnych klatkowych, takich jak pęknięcia prętów czy wady odlewnicze, a brak magnesów oznacza niezależność od metali ziem rzadkich. Moment elektromagnetyczny w SRM powstaje w wyniku sekwencyjnego, zsynchronizowanego z położeniem wirnika załączania kolejnych faz uzwojeń. Charakterystyka mechaniczna SRM jest zbliżona do charakterystyki silników prądu stałego – wysoki moment rozruchowy i płaska charakterystyka w zakresie małych prędkości. W konfiguracjach wielofazowych silnik może kontynuować pracę nawet przy awarii jednej fazy, co stanowi cechę szczególnie cenną w zastosowaniach wymagających ciągłości działania.

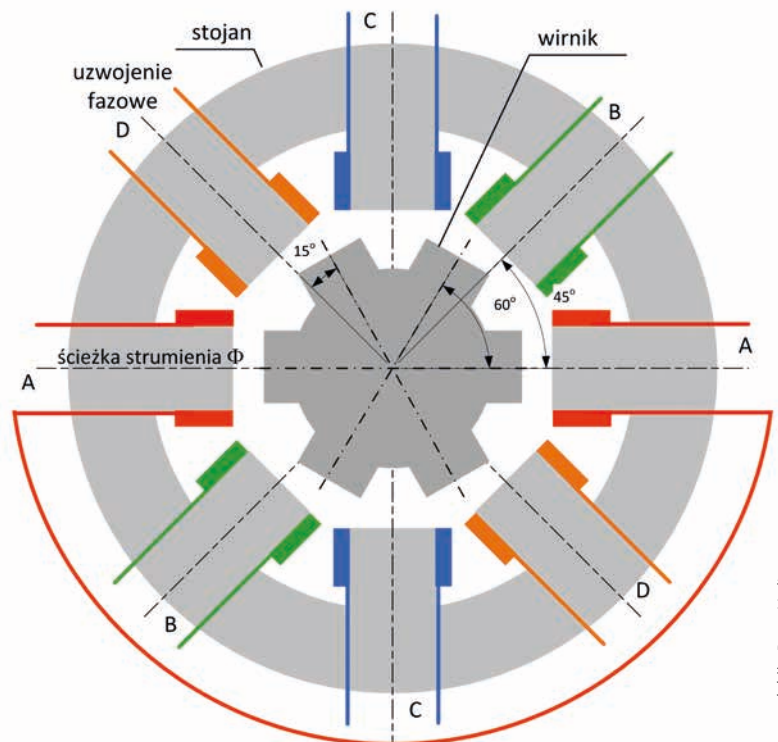
Do wad SRM należą pulsacje momentu elektromagnetycznego oraz hałas magnetoakustyczny, wynikające z impulsowego charakteru wytwarzania momentu w kolejnych położeniach zębów wirnika względem nabiegowników stojana. Na tym tle SynRM charakteryzuje się mniejszymi pulsacjami momentu i niższym poziomem hałasu, co sprawia, że lepiej spełnia wymagania większości typowych aplikacji przemysłowych.

Zasadniczą przewagą praktyczną SynRM jest pełna zgodność wymiarowa z silnikami indukcyjnymi klatkowymi – modernizacja istniejącego napędu wymaga jedynie zastosowania przemiennika częstotliwości. SRM znajduje natomiast zastosowanie szczególnie w napędach wysokoobrotowych (powyżej 10 000 obr./min).

Porównanie silników SynRM i PMSM

Silniki SynRM są również często porównywane z silnikami synchronicznymi z magnesami trwałymi (Permanent Magnet Synchronous Motor – PMSM), które także charakteryzują się wysoką sprawnością i zwartą budową. Silniki PMSM uzyskują zazwyczaj nieco wyższą gęstość momentu obrotowego, co pozwala na zmniejszenie ich gabarytów przy tej samej mocy znamionowej.

Jednak obecność magnesów z metali ziem rzadkich (neodym, dysproz) wiąże się z ryzykiem ograniczonej



▲ Przekrój silnika reluktancyjnego z przełączalną reluktancją SRM (8/6) z zaznaczeniem położenia charakterystycznych wirnika względem biegunów stojana.

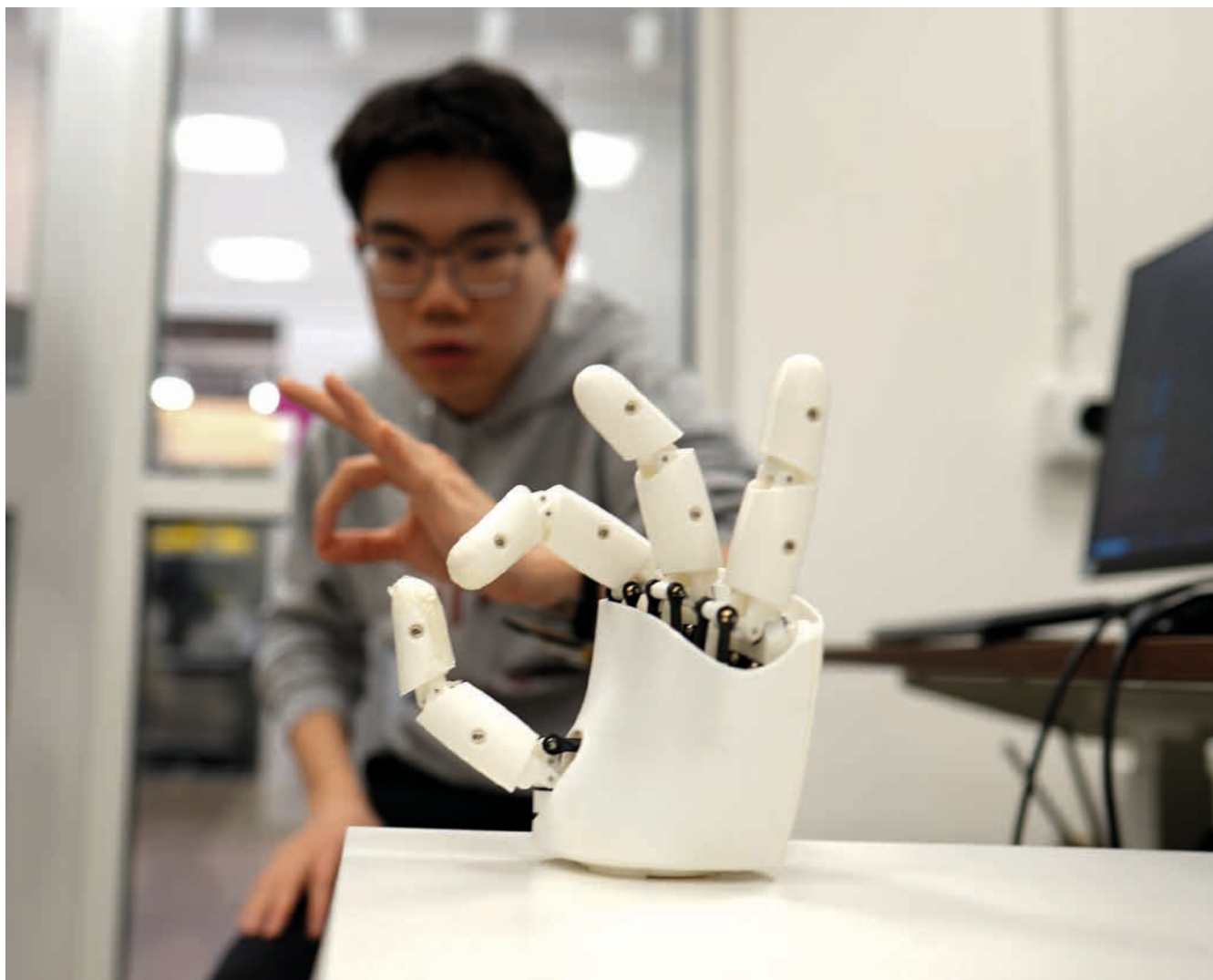
źródło: Raven Media

dostępności surowców i zmienności cen. Silniki SynRM, pozbawione magnesów trwałych, są pod tym względem niezależne, łatwiejsze w recyklingu i tańsze w produkcji. W zastosowaniach, w których decydujące znaczenie mają stabilność łańcucha dostaw oraz długoterminowe koszty eksploatacji, SynRM stanowi rozwiązanie uzasadnione technicznie i ekonomicznie.

Zastosowania przemysłowe silników reluktancyjnych

Silniki SynRM stosuje się przede wszystkim tam, gdzie priorytetem jest efektywność energetyczna przy dużej liczbie godzin pracy w skali roku. Pompy, wentylatory i sprężarki przy intensywnym trybie pracy to typowe obszary ich zastosowania – różnica sprawności między klasami bezpośrednio przekłada się na skrócenie okresu zwrotu z inwestycji. W tego typu instalacjach silniki SynRM zastępują silniki indukcyjne klatkowe wszędzie tam, gdzie napęd pracuje przy zmiennym obciążeniu.

Poza typowymi zastosowaniami przemysłowymi silniki reluktancyjne – zarówno SynRM, jak i SRM – znajdują zastosowanie w urządzeniach AGD (pralkach, urządzeniach kuchennych i odkurzaczach przemysłowych). Napędy pojazdów elektrycznych i hybrydowych to kolejny obszar, w którym SRM wykazuje wysoką sprawność w szerokim zakresie prędkości i obciążeń. Przemysł lotniczy oraz systemy serwonapędów doceniają odporność SRM na wibracje i ekstremalne temperatury. Ze względu na możliwość pracy przy wyłączonej jednej fazie silniki reluktancyjne stosuje się również w napędach wojskowych i strategicznych, w których decydujące znaczenie mają bezobsługowość i wysoka odporność na uszkodzenia mechaniczne i elektryczne. ■



źródło: MIT/Melanie Gonick

Rewolucyjne sterowanie ręką robota za pomocą własnych ruchów

Precyzyjne odwzorowanie ruchów ludzkiej dłoni pozostaje jednym z największych wyzwań współczesnej robotyki. Zespół inżynierów z MIT opracował rozwiązanie oparte na opasce nadgarstkowej i wykorzystaniu ultradźwięków. Urządzenie rejestruje w czasie rzeczywistym pracę mięśni, ścięgien i więzadeł, a następnie – z pomocą algorytmów sztucznej inteligencji – przekształca te dane w dokładne pozycje palców i dłoni.

W przeprowadzonych testach użytkownicy byli w stanie bezprzewodowo sterować robotyczną dłonią, która niemal natychmiast odwzorowywała ich ruchy. Demonstracje obejmowały m.in. manipulowanie obiektami, grę na pianinie czy wykonywanie

różnych gestów. Możliwa była również interakcja z obiektami w środowisku cyfrowym, np. poprzez powiększanie lub przesuwanie elementów na ekranie.

Dotychczasowe techniki – oparte na kamerach, rękawicach sensorycznych czy sygnałach elektrycznych mięśni – mają istotne ograniczenia, takie jak podatność na zakłócenia lub ograniczanie swobody ruchu. Wykorzystanie obrazowania ultradźwiękowego pozwala na dokładniejsze uchwycenie subtelnych zmian w pracy dłoni i ciągłe odwzorowanie ruchów.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Robot edukacyjny Joy-Car Calliope

Nowy zestaw Joy-Car Calliope rozszerza ofertę edukacyjną dostępną na platformie Conrad Sourcing Platform o rozwiązanie wspierające naukę poprzez doświadczenie.

Zestaw modułowy pozwala na stopniowe poznawanie zagadnień z zakresu robotyki, elektroniki i programowania – od podstaw po bardziej zaawansowane projekty.

Robota wyposażono w elementy odwzorowujące funkcje pojazdu, takie jak oświetlenie, kierunkowskazy czy klakson, a także czujniki do śledzenia linii, pomiaru odległości i wykrywania przeszkód. Dzięki temu możliwe jest tworzenie realistycznych scenariuszy jazdy autonomicznej i rozwijanie umiejętności programowania w praktyce.

Modułowa konstrukcja umożliwia rozbudowę funkcji, integrację dodatkowych elementów i tworzenie bardziej złożonych projektów. W podstawowej wersji, po zintegrowaniu z platformą Open Roberta, Joy-Car może służyć do poznawania świata robotyki, elektroniki i programowania przez dzieci już nawet od 9. roku życia.

Dla osób bardziej doświadczonych, np. w szkołach technicznych czy na uczelniach, dostępny jest język programowania MicroPython, który znacząco poszerza możliwości sterowania.

więcej: conrad.pl

Pełnofunkcyjna automatyzacja zbiornika wody



Firma akYtec wdrożyła dedykowane rozwiązanie do sterowania i zarządzania poziomem wody w zbiornikach, które obejmuje zdalną obsługę zaworów głębinowych i odczyt wodomierzy online. System obsługuje tryb ręczny i automatyczny w zależności od poziomu wody oraz integruje się z nadrzędnym systemem SCADA, zapewniając podgląd danych

w czasie rzeczywistym i sterowanie nadzorcze. Rozwiązanie to zwiększa efektywność instalacji i ogranicza zapotrzebowanie na pracę ręczną.

Wlot i wylot zbiornika wyposażono w przetworniki ciśnienia PD100 firmy akYtec, mierzące ciśnienie absolutne, względne lub względne zamknięte z dokładnością $\pm 0,5\%$. Urządzenia są przystosowane do pracy w warunkach przemysłowych w zakresie temperatur od -20 do $+85^{\circ}\text{C}$. Wszystkie sygnały z czujników są następnie przetwarzane przez przekaźnik programowalny PR103.

Przekaźnik wyposażono w zintegrowany interfejs Ethernet, który umożliwia połączenie z rozproszonymi systemami automatyki i nadrzędnymi systemami monitoringu.

Przekaźnik PR103 komunikuje się ze sterownikiem kompaktowym SMI200 firmy akYtec poprzez interfejs RS-485. W tej aplikacji SMI200 pełni funkcję lokalnego panelu operatorskiego i narzędzia do parametryzacji.

więcej: akytec.de/en/

Emerson rozwija automatyzację definiowaną programowo



źródło: Emerson

Ulepszona platforma automatyki DeltaV (wersja 16.LTS) oferuje sterowanie definiowane programowo, które wprowadza rozwiązania definiujące na nowo przyszłość platformy DeltaV. Do tego, zdaniem producenta, zmniejsza

to koszty automatyzacji, zwiększa inteligencję operacyjną i poprawia dostępność danych w całym przedsiębiorstwie, wzmacniając jednocześnie cyberbezpieczeństwo. Jest to wersja z długoterminowym wsparciem, która łączy nowe i sprawdzone już w praktyce funkcje.

Dzięki zwiększonej modułowości i elastyczności najnowsza wersja platformy DeltaV umożliwia efektywne wdrażanie i rozbudowę systemów automatyki. Obejmuje to dostęp do nowego DeltaV IQ Controller, w pełni funkcjonalnego kontrolera instalowanego na maszynie wirtualnej w środowisku serwerowym i zdolnego do obsługi najbardziej wymagających aplikacji sterowania procesami. Ponadto nowy model subskrypcji, wprowadzony dla DeltaV Flex System, umożliwia rozliczanie się za faktyczne wykorzystanie oraz szybkie skalowanie systemu w górę lub w dół.

Kolejne ulepszenia obejmują rozszerzony, spójny obraz operacji poprzez strumieniowe przesyłanie danych przez środowisko DeltaV Edge Environment, co wspiera podejmowanie decyzji na poziomie całej organizacji.

więcej: emerson.com/pl-pl

Enkoder obrotowy MKI z wyjściem inkrementalnym lub PWM

Magnetyczny enkoder obrotowy serii MKI firmy Megatron, działający w oparciu o efekt Halla, zapewnia rozdzielczość w zakresie od 1 do 8192 impulsów na obrót (12 bitów w trybie PWM) i z łatwością znajduje zastosowanie nawet w bardzo ciasnych przestrzeniach montażowych.



źródło: WObit

Dzięki zwartej budowie i minimalnemu poborowi energii jedno-obrotowy czujnik kąta sprawdza się doskonale w systemach autonomicznych. Brak łożysk w konstrukcji przekłada się na nieograniczoną trwałość mechaniczną urządzenia.

Seria MKI oferuje dużą swobodę przy tworzeniu układów mechanicznych. Obudowa enkodera ma średnicę jedynie 14,8 mm przy głębokości 21,4 mm, a urządzenie współpracuje z wałami ma przekrój od 3 do 6,35 mm. Do pozostałych zalet należą szeroki zakres napięcia zasilania do 16,5 V oraz bardzo niskie zużycie prądu na poziomie 17 mA (bez obciążenia). Enkoder korzysta bezpośrednio z wału napędzanego urządzenia, co eliminuje zużycie mechaniczne i potrzebę konserwacji.

Enkoder składa się z trzech elementów: korpusu czujnika, pierścienia montażowego oraz dedykowanego magnesu osadzanego na wale. Urządzenie standardowo wyposażone jest w wyjście przyrostowe, a opcjonalnie dostępne jest również z sygnałem PWM.

więcej: wobit.com.pl

Intralogistyka

Jak i650 motec ze zintegrowanym sterownikiem Logic PLC redukuje złożoność i przyspiesza uruchomienie

Tradycyjne architektury automatyki w intralogistyce, silnie skoncentrowane na szafach sterowniczych, coraz częściej stają się czynnikiem ograniczającym. Trend w kierunku decentralizacji polega na przeniesieniu elektroniki mocy, inteligencji sterowania i poziomu IO z szafy sterowniczej bezpośrednio w pole (na obiekt), co daje wiele istotnych korzyści.



Korzyści z decentralizacji w intralogistyce

- **Krótsze trasy kablowe i niższe koszty okablowania** – to efekt krótszych przewodów zasilających i silnikowych, a także ograniczenia lub przeniesienia przewodów sterujących na systemy magistralowe blisko pola.
- **Mniejsze ryzyko EMC** – równie istotne jest zmniejszenie ryzyka EMC, które można wyeliminować dzięki przemiennikom montowanym na silniku.
- **Redukcja lub eliminacja szaf sterowniczych i potrzeby chłodzenia** – scentralizowane koncepcje automatyzacji wykorzystują szafy sterownicze, których kubaturę można zmniejszyć dzięki decentralizacji. Czasami można z nich też całkowicie zrezygnować. Ponadto, dzięki wydajnej elektronice, znacząco spada potrzeba chłodzenia obudów. Prowadzi to do wyraźnie krótszych czasów uruchomienia, ponieważ złożoność systemu zostaje istotnie zredukowana.
- **Skalowalność, efektywne planowanie i wyższa dostępność** – koncepcje oparte na wstępnie sparametryzowanych, modułowych segmentach umożliwiają efektywne zarządzanie projektami, a jednocześnie oferują wysoki stopień skalowalności pod specyficzne wymagania. Zwiększa się również dostępność, ponieważ jednostki funkcjonalne (np. moduły przenośników) są wyraźnie wydzielone. Usterki można szybciej lokalizować, a uszkodzone komponenty wymieniać bez konieczności wyłączenia całych linii.

Zdecentralizowany przemiennik zintegrowany z Logic PLC

1. **Przeniesienie PLC i czujników na poziom pola.** Żeby wdrożyć tę zdecentralizowaną koncepcję automatyzacji, sterownik PLC, który standardowo znajduje się w szafie sterowniczej, musi zostać przeniesiony na poziom pola. To samo dotyczy „zbierania” sygnałów z czujników, które są niezbędne dla przepływu materiału. Dzięki i650 motec Lenze konsekwentnie realizuje to podejście.

i650 motec łączy najnowocześniejszą technologię napędową ze zdecentralizowaną inteligencją, która przejmuje logikę automatyzacji blisko obiektu.

2. **Przetwarzanie sterowania i pętli regulacji w czasie rzeczywistym w polu.** Sterowania taktowe i sekwencyjne oraz pętla regulacji w czasie rzeczywistym mogą być przetwarzane w polu bez obciążania centralnego PLC, a jednocześnie odciążają magistralę polową z cyklicznych danych statusowych, co umożliwia niemal deterministyczny czas reakcji bezpośrednio na jednostce. Czyni to koncepcję automatyzacji znacznie bardziej stabilną i zwiększa poziom modułowości.
3. **Otwarta komunikacja i integracja z systemami automatyki.** Szeroko otwarta na integrację komunikacja Lenze i650 motec obsługuje typowe protokoły Ethernet (np. PROFINET, EtherCAT, Ethernet/IP, Modbus TCP), co ułatwia integrację z istniejącymi systemami automatyki. Dane procesowe pozostają lokalne, są filtrowane i agregowane lokalnie. Do klasycznego sterownika nadrzędnego przekazywane są jedynie wyzwalacze zdarzeń – co oszczędza pasmo i zapewnia skalowalność.

Zdecentralizowany przemiennik z funkcją Master IO-Link

Napęd został uzupełniony o funkcję Master IO-Link, która w prosty, standaryzowany i nowoczesny sposób łączy czujniki oraz elementy wykonawcze.

1. **Komunikacja cyfrowa punkt–punkt zamiast klasycznego okablowania.** W przeciwieństwie do klasycznego okablowania, gdzie każda funkcja czujnika lub elementu wykonawczego jest podłączana indywidualnie za pomocą przewodów analogowych lub cyfrowych, IO-Link wykorzystuje standaryzowaną, cyfrową komunikację punkt–punkt. Nie są już wymagane rozbudowane ekranowanie i złożone wiązki kablowe, co znacząco obniża koszty materiałowe oraz emisje EMC i związane z nimi ryzyka.
2. **Transmisja parametrów i dane dla predykcyjnego utrzymania ruchu.** IO-Link umożliwia automatyczną cyfrową transmisję parametrów urządzeń oraz kompleksowych danych statusowych i procesowych dla predykcyjnego utrzymania ruchu. W razie awarii automatyczne przywrócenie parametrów może zminimalizować przestoje. Umożliwia to odczyt wartości statusowych dla skanerów świetlnych lub czujników odległości, a także oferuje funkcje diagnostyczne dla wartości statusowych, liczników, temperatury i stopnia zabrudzenia dla barier świetlnych, które są dostępne jako obiekty danych w IO-Link, a zatem również w zdecentralizowanym PLC.

3. Łatwa skalowalność dzięki wielu interfejsom IO-Link.

Kolejną zaletą jest łatwa skalowalność, ponieważ do podłączenia wielu urządzeń równolegle można wykorzystać wiele interfejsów IO-Link (Device), co pozwala na przemysłowe modułowe koncepcje maszyn i ich efektywną realizację.

Jeśli osiągnięty zostanie limit możliwych połączeń, nadal można podłączyć i wykorzystać klasyczną wyspę IO-Link (Device) ze standardowymi czujnikami. Umieszcza ona wtedy analogowe i cyfrowe dane czujników na IO-Link jako dane procesowe i pozwala przetwarzać je w zdecentralizowanym PLC.

Klucz koncepcji Lenze: bezpośrednie podłączenie i550 protec jako urządzeń IO-Link

Kluczem zdecentralizowanej koncepcji automatyzacji Lenze jest możliwość bezpośredniego podłączenia kilku przemienników i550 motec jako urządzenia IO-Link poprzez funkcjonalność Master IO-Link w i650 motec.

Wyraźnie zwiększa to elastyczność i przejrzystość klasycznego okablowania. Praktycznie nie ma ograniczeń mocy, ponieważ i650 motec może dostarczyć do 45 kW, a i550 protec do 75 kW. Powstają w ten sposób samowystarczalne moduły, które podczas uruchomienia są testowane równolegle i dopiero w ostatnim kroku są łączone i orkiestracyjnie integrowane w skali całej linii z nadrzędnym systemem sterowania. Dzięki temu szafa sterownicza staje się zbędna

Niższe koszty eksploatacyjne, szybka wymiana urządzeń i lokalna diagnostyka

Oprócz oszczędności inwestycyjnych, wynikających z mniejszej szafy sterowniczej lub całkowitej rezygnacji z niej, re-

dukcji komponentów i znacznie uproszczonego okablowania, decentralizacja ma szczególnie pozytywny wpływ na koszty eksploatacyjne.

W przypadku uszkodzenia urządzenia zwrot parametrów przez IO-Link umożliwia szybką wymianę urządzenia, a modułowa struktura pozwala uprościć magazynowanie części zamiennych. Ponadto awaria modułu nie powoduje całkowitego zatrzymania linii, lecz – dzięki lokalnej diagnostyce – umożliwia skrócenie przestoju.

Decentralizacja jako najlepsza praktyka

Decentralizacja nie jest już trendem w intralogistyce, lecz najlepszą praktyką. Lenze i650 motec ze zintegrowanym Logic PLC i funkcją Master IO-Link łączy inteligencję zorientowaną na pole ze standaryzowanym podłączaniem czujników/elementów wykonawczych.

Rezultatem jest znacząco uproszczona architektura, mniej okablowania, solidna odporność EMC, szybsze uruchomienie i skalowalna logika modułów – dokładnie to, czego potrzebują nowoczesne systemy, aby pozostać elastycznymi, wydajnymi i niezawodnymi. ■



Artykuł powstał na podstawie informacji i zdjęć firmy Lenze.

Wydajne, skalowalne i intuicyjne sterowanie ruchem?

Przemienniki i serwonapędy Lenze...

AND GO.

PORTFOLIO



Lenze
engineers in motion

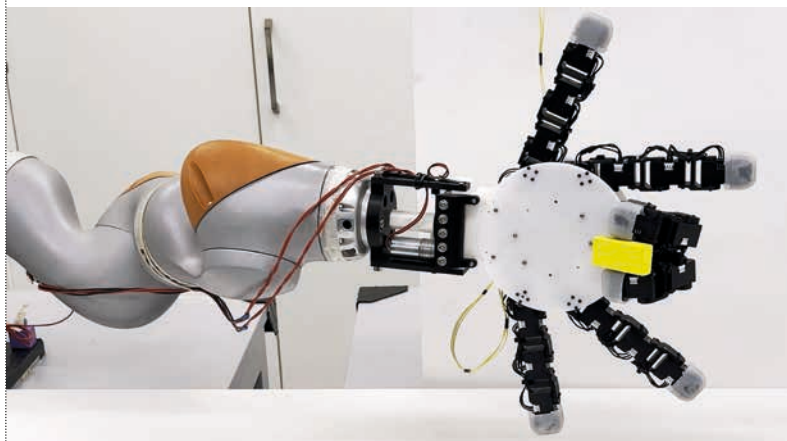


Chwytniki

Chwytniki robotów – nietypowe rozwiązania

Nawet najbardziej zaawansowane ramię robota potrzebuje odpowiednio dobranego chwytaka. W przeciwnym razie manipulowanie obsługiwanym przedmiotem może być niemożliwe. Dlatego tak ważne są efektory końcowe. Na szczególną uwagę zasługują, często traktowane jako ciekawostka, ich nietypowe przykłady. Robotyczny chwytak inspirowany rózgą, trąbą słonia albo łapą gekona może brzmieć zabawnie, ale pokazuje, że trwają poszukiwania optymalnych rozwiązań.

Jakub Kleczkowski



źródło: 2025 LASA/CREATE/PFL CC BY SA

A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences (SEAS). Stworzyli oni nietypowy chwytak, który zbudowany jest z wielu cienkich rurek zawijających się wokół przenoszonego obiektu.

Zauważyli oni, że w przypadku wielu laboratoryjnych chwytaków robotycznych, które mają podnosić przedmioty delikatne lub o mocno niestandardowym kształcie, łączy się algorytmy uczenia maszynowego, skomplikowane systemy sterowania ze sprzężeniem zwrotnym i liczne czujniki z umiejętnościami operatora. Szukając prostszego sposobu, badacze zwrócili się w kierunku natury.

Inspiracją były m.in. owadożerne rośliny i meduza chwytające swoje ofiary. Chwytak SEAS wykorzystuje wiele długich rurek, z których jedna strona ma grubszą gumę niż druga. Po wypełnieniu płynem rurki owijają się wokół

▲ Sześć palców, symetryczna konstrukcja i możliwość odłączenia dłoni od ramienia robota zwiększają możliwości manipulacyjne tego rozwiązania szwajcarskich naukowców.

Na rynku dostępnych jest wiele rodzajów chwytaków do robotów, które różnią się m.in. ze względu na konstrukcję, zasadę działania oraz rodzaj zastosowanego napędu. Znajdują one zastosowanie w różnych zadaniach, jakie wykonują roboty przemysłowe, ale środowisko przemysłowe przynosi także nieoczywiste wyzwania, z którymi standardowe chwytaki mogą sobie nie poradzić. Pojawia się więc przestrzeń do wprowadzania nieszablonowych projektów.

Odpowiednio dopasowany do konkretnej aplikacji chwytak powinien gwarantować precyzję, stabilność i bezpieczeństwo podczas przenoszenia detali. Problemem są jednak przedmioty, które są bardzo małe, wytworzone z delikatnego i kruchego materiału albo o bardzo nieregularnej i nietypowej strukturze. W takich sytuacjach rozwiązaniem mogą być specjalne konstrukcje, które pozwalają na manipulowanie przedmiotami wymykającymi się poza standardowe ramy codziennych procesów przemysłowych.

Inspiracja płynąca z natury

Przenoszenie delikatnych przedmiotów bez ich uszkodzenia jest nie lada wyzwaniem dla robotów. Z rozwiązaniem tej kwestii przyszli naukowcy z Harvard John



źródło: Harvard Microrobotics Lab/Harvard SEAS

◀ Ten nietypowy chwytak zbudowany jest z wielu cienkich rurek, które zawijają się wokół przenoszonego obiektu, minimalizując ryzyko jego uszkodzenia.

docelowego obiektu. Każda z nich ma delikatny dotyk, aby zapobiec uszkodzeniu przedmiotu. Połączone działanie wielu zaplątanych rurek wokół nawet dziwnie ukształtowanych przedmiotów daje chwytakowi wystarczającą siłę



Jakub Kleczkowski
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

do ich podnoszenia i przytrzymania. Naukowcy zapewniają, że jest to możliwe bez konieczności stosowania zestawu zaawansowanych czujników czy kontroli sprzężenia zwrotnego. Zaplątany obiekt może być następnie uwolniony poprzez usunięcie płynu z pustych rurek.

Róża do zadań specjalnych

Podobnym rozwiązaniem jest urządzenie ROSE (ROtation-based Squeezing grippEr) opracowywane w Japan Advanced Institute of Science and Technology. Chwytnak składa się z miękkiej, elastycznej elastomerowej tulei w kształcie lejka, zamontowanej na sztywnej okrągłej podstawie. Jest ona połączona z silownikiem elektrycznym, który może ją obracać.

Podczas podnoszenia delikatnego przedmiotu robot opuszcza na niego otwarty rękaw, dzięki czemu duża ilość elastomeru styka się z bokami przedmiotu. Siłownik następnie obraca podstawę, powodując, że tuleja delikatnie się marszczy i owija wokół przedmiotu, który można podnieść, przesunąć, a następnie zwolnić, obracając tuleję w przeciwnym kierunku.

Siła tkwi w prostocie

Inżynierowie z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego opracowali nowatorski chwytak robotyczny oparty na zwykłej taśmie mierniczej. Urządzenie o nazwie GRIP-tape (Grasping and Rolling In-Plane) rozwiązuje problem istniejących chwytaków rozszerzalnych, które są zwykle masywne i wymagają dodatkowych mechanizmów.

Taśma miernicza jest jednocześnie wytrzymała i elastyczna, można ją przechowywać w małym pojemniku, a po rozwinięciu osiąga znaczny zasięg.



źródło: University of California, San Diego

▲ Dzięki dwóm „palcom” z taśmy mierniczej GRIP-tape może sięgać po oddalone obiekty i manipulować nimi na wzór przenośnika taśmowego.

Chwytnak ma dwa „palce” wykonane z dwóch szpul – każda z nich może poruszać się niezależnie, a do tego może zmieniać się jej długość. Pozwala to sięgnąć po oddalone obiekty i przybliżyć je do ramienia robota. Ponadto cała długość taśmy może posłużyć jako powierzchnia chwytająca. Działa ona wówczas niczym przenośnik taśmowy. Autorzy tego rozwiązania przekonują, że ich chwytak może zoptymalizować zbieranie owoców i warzyw bez ryzyka ich uszkodzenia.

Łapa czy trąba

Wspomniana wcześniej meduza nie jest jedynym zwierzęciem, które stanowiło inspirację dla naukowców rozwijających technologię efektorów końcowych. Firma OnRobot ma w ofercie chwytak Gecko Single Pad, który nawiązuje swoją budową i sposobem działania do tego, jak porusza się gekon. Miliony cienkich włókien, wykorzystując siły van der Waalsa, przyczepiają się do powierzchni przenoszonego przedmiotu, nie pozostawiając żadnych śladów. Technologia ta nie wymaga sprężonego powietrza ani zewnętrznego zasilania, co pozwala zaoszczędzić na kosztach eksploatacji i konserwacji tych chwytaków.

Na uwagę zasługuje także odkrycie naukowców z Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM) reklamowane jako „pierwsza na świecie ręka robota imitująca trąbę słońia”. Łączy ono w sobie możliwości chwytaka w formie pazurów z chwytakiem ssącym. Przewody, napędzane pneumatycznym siłownikiem, są prowadzone przez środek tej miękkiej struktury i zmieniają kształt efektora po aktywacji, umożliwiając częściowe złożenie się jego szczyptec w celu ściśnięcia i chwytania obiektów, podczas gdy osadzone mikrokanaliki tworzą uszczelnienie próżniowe, zwiększając w razie potrzeby siłę chwytu. Oznacza to, że chwytak może podnosić przedmioty o różnych kształtach, rozmiarach i wadze.

Niedościgniona poręczność ludzkiej dłoni?

Choć powyższe przykłady są na pewno interesujące, musimy pamiętać, co tak naprawdę jest najbardziej poręcznym narzędziem na świecie. To oczywiście ludzka dłoń. Niewykluczone jednak, że może się to wkrótce zmienić. Inżynierowie ze szwajcarskiego Federalnego Instytutu Technologii w Lozanie (EPFL) opracowali rękę robota, która przewyższa ludzką zręczność w kontrolowanych zadaniach manipulacyjnych.

Ręka robota, wyposażona w sześć identycznych palców zakończonych silikonowymi końcówkami, może wykonywać 33 różne rodzaje ruchów chwytanych charakterystycznych dla człowieka. W przeciwieństwie do budowy ludzkiej dłoni ręka ta ma jednak symetryczną konstrukcję, co daje jej dodatkowe możliwości manipulacyjne.

Co więcej, jej dwa skrajne palce mogą zmieniać położenie, tworząc przeciwstawne kciuki na obu końcach dłoni. Symetryczna konstrukcja eliminuje typowe dla człowieka ograniczenia związane z lewą i prawą dłonią. Do tego palce robota mogą zginać się do tyłu, odwracając w ten sposób niejako położenie dłoni.

Szczególnie wyróżniającą cechą tej konstrukcji jest możliwość odłączenia dłoni od ramienia robotycznego i jej samodzielne przemieszczanie się po podłożu – na wzór pająka – w celu sięgnięcia po obiekty znajdujące się poza zasięgiem ramienia robota. Badacze określają tę właściwość mianem „loco manipulation”, czyli połączenia chwytania z autonomiczną mobilnością. Takie umiejętności sprawiają, że określenia mianem ludzkiej ręki wręcz umniejszają możliwościom tego ciekawego rozwiązania.

Przyszłość w rękach robotów

Rozwiązanie inżynierów EPFL pokazuje możliwy kierunek rozwoju efektorów końcowych. Są one coraz bardziej kompaktowe i wielofunkcyjne. Bardzo dobrym przykładem takiego trendu jest ostatni sukces naukowców z Massachusetts Institute of Technology (MIT), którzy opracowali opaskę ultradźwiękową umożliwiającą sterowanie robotyczną dłonią w czasie rzeczywistym poprzez naturalne ruchy ręki.

Urządzenie zespołu z MIT rejestruje w czasie rzeczywistym pracę mięśni, ścięgien i więzadeł, a następnie – z pomocą algorytmów sztucznej inteligencji – przekształca te dane w dokładne pozycje palców i dłoni. W testach użytkownicy byli w stanie bezprzewodowo sterować robotyczną dłonią, która odwzorowywała ich ruchy niemal natychmiast.

Rynek robotycznych chwytaków będzie z pewnością zmierzał w kierunku przesuwania kolejnych granic elastyczności. Najnowsze innowacje nie ograniczają się do pojedynczych funkcji. Efektor końcowy powinien móc dostosowywać się do zmieniających się przedmiotów, które mogą się różnić wagą, wielkością czy strukturą.

Nowoczesne roboty przemysłowe nie mogą być bowiem uzależnione od chwytaków, które nie są w stanie sprostać skomplikowanym operacjom. To właśnie zaawansowane urządzenia, jak te imitujące ludzką dłoń, wyznaczają kierunek, w jakim będzie podążał rozwój w obszarze chwytaków do robotów. ■

Humanoidy

Jak sprawdzić możliwości robota humanoidalnego?

Dynamiczny rozwój robotów humanoidalnych sprawia, że firmy coraz częściej zastanawiają się nad ich wykorzystaniem. Problem w tym, że często nie wiadomo, do jakich warunków i do jakich zadań dany robot będzie się najlepiej nadawał. Odpowiedzią ma być nowy model ewaluacyjny, który pozwoli sklasyfikować humanoidy według ich możliwości technicznych.

Karol Bielecki

Roboty humanoidalne przestają być ciekawostką. Dlatego też coraz więcej firm produkcyjnych i logistycznych rozważa inwestycję w humanoidy. Do tej pory brakuje jednak kompleksowego i odpowiednio ustrukturyzowanego narzędzia, które pozwoli ocenić i porównać możliwości różnych robotów humanoidalnych.

Takim narzędziem może stać się tzw. *Humanoid Capabilities Navigator*, który opracowali eksperci z dwóch Instytutów Fraunhofera (HNFIZ i IPA). Pozwoli ono oceniać różne cechy humanoidów pod kątem ich potencjalnych zastosowań w przemyśle i logistyce.

Cztery filary funkcjonalne humanoidów

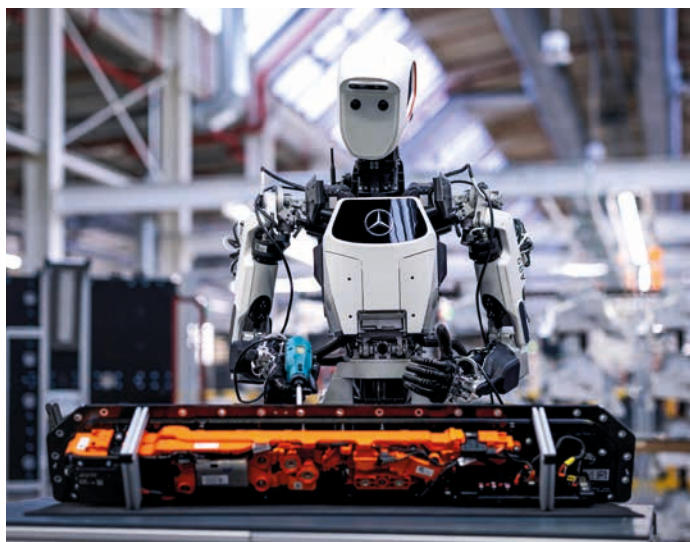
Model klasyfikacyjny Humanoid Capabilities Navigator dzieli możliwości robotów humanoidalnych na cztery odrębne obszary: **mobilność i poruszanie się, manipulację, funkcje poznawcze oraz bezpieczeństwo i ochronę**. Każdy z nich obejmuje kilka szczegółowych kompetencji, ocenianych na pięciostopniowej skali dojrzałości – od poziomu 0 (brak danej zdolności) do poziomu 4 (zdolność wysoce autonomiczna, porównywalna z możliwościami człowieka, a nawet je przewyższająca).

Co ważne, wyższy poziom dojrzałości nie zawsze jest konieczny. Wiele zadań można bowiem realizować już na niskich poziomach. Celem klasyfikacji nie jest więc ranking technologiczny humanoidów, ale precyzyjne dopasowanie możliwości robotów do wymagań konkretnego zadania.

Mobilność i lokomocja – sześć kompetencji ruchu

Pierwsza dziedzina obejmuje wszystko, co jest związane z przemieszczaniem się robota w przestrzeni fizycznej. Składa się z sześciu kompetencji.

Lokalizacja i mapowanie to zdolność do szacowania własnej pozycji i orientacji. To fundament każdej nawigacji – bez wiarygodnej lokalizacji nie ma planowania trasy ani bezpiecznego omijania przeszkód. Dojrzałość w tym obszarze oznacza dużą dokładność i odporność na zmienne warunki środowiskowe.



źródło: Mercedes-Benz

Planowanie trasy to zdolność do wyznaczania efektywnych ścieżek od punktu A do B z uwzględnieniem znanych i nieznanych przeszkód. Im wyższy poziom dojrzałości, tym lepiej robot radzi sobie z dynamiką środowiska – od statycznych, znanych przeszkód po sytuacje nieprzewidywalne.

Realizacja ruchów oznacza generowanie i sterowanie ruchem w czasie rzeczywistym. Tu liczy się zdolność reagowania na pojawiające się przeszkody, zmienne warunki nawierzchni lub inne zakłócenia.

Adaptacja do ukształtowania terenu to zdolność do zachowania równowagi i stabilności na zmiennych nawierzchniach – schodach, nierównościach, mokrych posadzkach. Poziom 4 w tej kategorii oznacza pełną niezawodność nawet w ekstremalnie trudnych warunkach terenowych.

Dynamiczna kompensacja obciążenia dotyczy aktywnej kompensacji masy, bezwładności i zmian rozkładu niesionego ładunku w sterowaniu ruchem i równowagą. To zdolność krytyczna wszędzie tam, gdzie robot przenosi ładunki o zmiennych lub nieprzewidywalnych właściwościach.

Koordinacja przestrzenna podczas transportu obiektów odnosi się do uwzględniania geometrii, kinematyki i fizycznych właściwości przenoszonych przedmiotów podczas planowania i wykonywania ruchu. Dotyczy

to w szczególności obiektów nieporęcznych, długich lub ruchomych, jak wózki, taczki czy długie belki.

Manipulacja – precyzja, planowanie, współpraca

Druga dziedzina obejmuje wszystkie czynności, jakie robot wykonuje swoimi rękami – chwytanie, przemieszczanie, montaż, obsługę maszyn.

Wykrywanie siły to zdolność do rejestrowania i interpretowania sił styku podczas fizycznej interakcji z przedmiotami i otoczeniem. Umożliwia bezpieczne chwytanie delikatnych obiektów i precyzyjny ich montaż – różnica między poziomem 0 (brak czujników siły) a poziomem 4 (pełna integracja informacji o sile z planowaniem ruchu) jest tu fundamentalna.

Planowanie chwytania i manipulacji to zdolność do rozpoznawania obiektów, doboru punktów chwytu i zaplanowania sekwencji operacji. Im wyższy poziom dojrzałości, tym system jest mniej zależny od wstępnie zdefiniowanych modeli obiektów i zdolny do radzenia sobie z przedmiotami nieznanymi.

Realizacja czynności manipulacyjnych dotyczy fizycznego wykonywania zaplanowanych operacji: chwytania, przemieszczania, umieszczania. Dojrzałość odzwierciedla tu rosnącą autonomię i zdolność do adaptacji w obliczu zmiennych warunków – drgań, niedokładności pozycjonowania, przemieszczonych obiektów.

Koordinacja międzyrobotami to zdolność wielu jednostek do synchronizowania ruchów przy wspólnych zadaniach manipulacyjnych. Poziom 4 oznacza tu pełne, adaptacyjne sprzężenie z możliwością przewidywania zachowania pozostałych robotów.

Interakcja z obiektami o ruchomych elementach to zdolność do manipulowania obiektami wyposażonymi w ruchome lub przegubowe elementy. Umożliwia robotom obsługę maszyn czy korzystanie z narzędzi zaprojektowanych do interakcji z człowiekiem. Kompetencja ta zakłada rozumienie nie tylko geometrii, ale i dynamiki obiektu.

Funkcje poznawcze – od percepcji do uczenia się

Trzecia dziedzina obejmuje „inteligencję” robota – czyli jak rozumie otoczenie, planuje działania i nawiązuje interakcję z człowiekiem.

Percepcja to zdolność do wykrywania i interpretowania obiektów, ludzi oraz otoczenia przy użyciu wbudowanych czujników i wykorzystywania tych informacji do planowania, nawigacji i innych interakcji. Im wyższy poziom dojrzałości, tym lepiej robot radzi sobie z nieznanymi obiektami i zmiennym środowiskiem.

Planowanie zadań oznacza zdolność do ustalania kolejności działań, wybierania odpowiednich umiejętności i organizowania złożonych sekwencji. To podstawa autonomicznego dążenia do celów i ustalania priorytetów. Na poziomie 4 robot jest w stanie samodzielnie zmieniać plan w sytuacji nieprzewidzianego zdarzenia.

Uczenie się opisuje zdolność do doskonalenia zachowania na podstawie doświadczenia lub informacji zwrotnej – bez konieczności ręcznego przeprogramowywania. Oznacza skrócenie czasu uruchomienia, ciągłe doskonalenie i ograniczenie nakładów integracyjnych.

Wymiana danych to zdolność do udostępniania danych operacyjnych w ramach wspólnej przestrzeni informacyjnej. Jest warunkiem koniecznym np. dla cyfrowych bliźniaków, śledzenia zadań i zgodności z regulacjami. Dojrzałość w tym obszarze odzwierciedla rosnącą strukturę, aktualność i dwukierunkowość udostępnianych danych.

Koordinacja człowiek-robot to zdolność do interpretowania ludzkich zachowań i intencji oraz reagowania na nie we właściwy sposób. Na poziomie 0 robot reaguje

wyłącznie na bezpośrednie polecenia, na poziomie 4 przewiduje działania ludzi i dostosowuje własne zachowanie.

Bezpieczeństwo i ochrona – dwa filary odpowiedzialnego wdrożenia

Czwarta dziedzina obejmuje dwie komplementarne kompetencje.

Bezpieczeństwo zorientowane na człowieka to zdolność do zapobiegania urazom podczas pracy w pobliżu ludzi. Obejmuje unikanie kolizji, ograniczanie sił styku i bezpieczne zatrzymanie awaryjne. Jest ściśle powiązana z kontrolą równowagi i zarządzaniem ładunkiem.

Cyberbezpieczeństwo opisuje zdolność systemu do ochrony danych przed nieuprawnionym dostępem czy manipulacją. W środowiskach przemysłowych jest warunkiem koniecznym dla zaufania, zgodności regulacyjnej i długoterminowego bezpieczeństwa wdrożenia.

Jak model ten działa w praktyce?

Model *Humanoid Capabilities Navigator* nie jest narzędziem abstrakcyjnym – jego wartość ujawnia się przy konfrontacji z konkretnymi zadaniami. Ekspertsi przeanalizowali cztery typowe przypadki użycia humanoidów w przemyśle i logistyce, przypisując każdemu z nich minimalne wymagane poziomy dojrzałości dla poszczególnych dziedzin.

Załadunek i rozładunek ciężarówkek stawia najwyższe wymagania przed humanoidami. Zmieniające się środowisko, niejednorodne ładunki, niestabilne palety i obecność ludzi oznaczają konieczność osiągnięcia poziomu 3 mobilności i poziomu 4 manipulacji, poznania i bezpieczeństwa. To zadanie, które w przewidywalnej przyszłości pozostanie wyzwaniem nawet dla zaawansowanych platform.

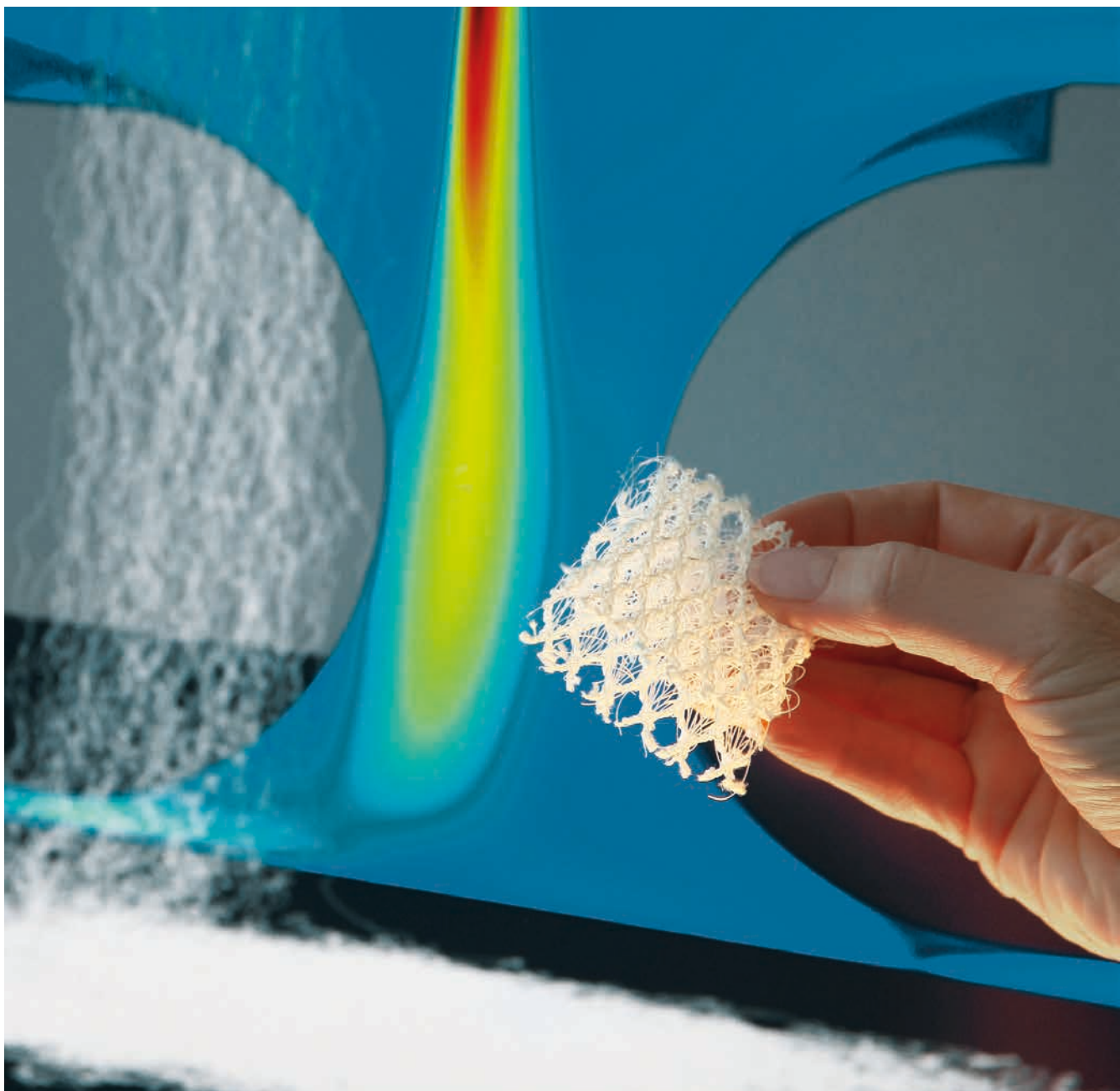
Kompletacja zamówień w magazynie to scenariusz znacznie bardziej dostosowany do obecnych możliwości technologicznych. Ustrukturyzowane środowisko, znormalizowane opakowania i powtarzalne sekwencje czynności przekładają się na wymagania poziomu 3 mobilności, ale tylko poziomu 2 manipulacji i poznania. Poziom 3 wymagany jest dla bezpieczeństwa – ze względu na współdzielenie przestrzeni z ludźmi. W tym obszarze wdrożenie humanoidów wydaje się technicznie osiągalne w bliskiej perspektywie.

Obsługa maszyn – załadunek i rozładunek obrabiarek, pras czy wycinarek – to środowisko statyczne i dobrze zdefiniowane. Wymagany poziom dojrzałości we wszystkich czterech dziedzinach wynosi 2. Sekwencje zadań są z góry określone, przestrzeń robocza ograniczona, a interakcja z człowiekiem – minimalna. To scenariusz, w którym roboty humanoidalne mają największe szanse na wdrożenie już dziś.

Podstawowe zadania serwisowe i konserwacyjne wyróżniają się asymetrycznym profilem wymagań: mobilność i poznanie na poziomie 2, ale manipulacja na poziomie 3 – ze względu na konieczność używania narzędzi i interakcji z przegubowymi elementami maszyn. Bezpieczeństwo wymaga poziomu 3, bo interwencje serwisowe przy maszynach zawsze wiążą się z podwyższonym ryzykiem.

* * *

Powyższy model zmienia perspektywę oceny robotów humanoidalnych. Firmy, które planują ich wdrożenie, mogą dzięki temu narzędziu uzyskać pewność, czy dany humanoid spełni pokładane w nim oczekiwania. Ważne jest bowiem nie to, co humanoid jest w stanie zademonstrować na specjalnie przygotowanych pokazach, ale co potrafi wykonywać niezawodnie, przez wiele zmian, w rzeczywistym środowisku przemysłowym. ■



źródło: Fraunhofer ITWM

Narzędzia symulacyjne dla przemysłu tekstylnego

Firmy z branży odzieżowej stoją często przed ogromną presją związaną z koniecznością wprowadzania na rynek – w coraz krótszych cyklach – innowacyjnych tkanin, nowych włókien czy hybrydowych i lekkich struktur. Jednocześnie rosną wymagania dotyczące zrównoważonego rozwoju, efektywnego wykorzystania zasobów i funkcjonalności.

Z pomocą przyszli naukowcy z Instytutu Fraunhofera ds. Matematyki Przemysłowej (ITWM), którzy opracowali specjalne narzędzia programistyczne (VISPI i TexMath) do wirtualnego analizowania zachowania różnych struktur tekstylnych, w tym

również w skali mikro. VISPI zapewnia kompletną wirtualną symulację procesu przędzenia, natomiast TexMath może służyć do precyzyjnego opisywania efektów fizycznych, jakie oddziałują na tekstylia.

Dzięki połączeniu symulacji, optymalizacji i analizy opartej na danych, użytkownicy mogą badać różne warianty na komputerze, zamiast polegać wyłącznie na czasochłonnym i kosztownym testach.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Autonomiczny asystent do projektowania układów półprzewodnikowych i PCB

Siemens zaprezentował Fuse EDA AI Agent – system sztucznej inteligencji zdolny do samodzielnego planowania i realizacji złożonych przepływów projektowych w obszarze półprzewodników, układów 3D IC oraz płytek drukowanych PCB.



źródło: Siemens

Fuse EDA AI Agent działa jako nadrzędny agent koordynujący pracę wyspecjalizowanych narzędzi z portfolio Siemens – od etapu koncepcji projektu aż po końcowe zatwierdzenie produkcyjne. System opiera się na architekturze RAG (Retrieval-Augmented Generation), obsługuje multimodalne dane EDA i integruje się z zewnętrznymi narzędziami poprzez protokół MCP (Model Context Protocol). Dzięki hierarchicznej strukturze ograniczone zostało ryzyko nasycenia kontekstu i halucynacji typowych dla modeli ogólnego przeznaczenia.

Agent wspomaga m.in. eksplorację architektury i kodowanie RTL (oprogramowanie Catapult), weryfikację cyfrową z Questa One Agentic Toolkit, implementację fizyczną z Aprisa, a także weryfikację projektową z Calibre. W obszarze PCB obsługuje analizy w Xpedition i HyperLynx. Wbudowane mechanizmy bezpieczeństwa zapewniają kontrolę dostępu opartą na rolach oraz ochronę własności intelektualnej.

więcej: siemens.com/pl-pl/

Pilotażowy agent AI w Comarch ERP



źródło: Freepik (zdjęcie generowane przez AI)

Comarch uruchomił pilotażowy program wykorzystania agentów AI w programie księgowym Comarch ERP Optima.

Rozwiązanie automatyzuje kluczowe procesy księgowe, a towarzysząca mu platforma AI Hub ma stać się fundamentem dla sztucznej inteligencji w portfolio produktów sektora ERP. To nowy rozdział w transformacji technologicznej systemów Comarch do zarządzania firmą.

Pierwszy agent stworzony w ramach pilotażu automatyzuje zadania użytkowników w Comarch ERP Optima, w szczególności w obszarze księgowym. Odpowiada za cały proces pracy z fakturą – od przypisania kategorii po wsparcie księgowania. Dzięki temu praca użytkowników staje się nie tylko szybsza, ale też bardziej spójna i dokładna. Agent działa w kontekście danych firmy i przyjętych zasad księgowych, dostosowując swoje działanie do specyfiki organizacji. Ogranicza liczbę błędów i wspiera wdrożenie nowych pracowników, którzy szybciej uczą się pracy w systemie. Wdrożenie agenta księgowego pozwala na automatyzację powtarzalnych procesów oraz zwiększenie spójności danych. Równolegle sektor Comarch ERP rozbudowuje platformę AI Hub, która umożliwia tworzenie i rozwój kolejnych agentów, gotowych do wdrożenia we wszystkich produktach Comarch ERP.

więcej: hms-networks.com/

HMS Networks wprowadza Ixxat CAN@net Basic

Nowoczesne aplikacje coraz częściej wymagają bezproblemowej komunikacji między rozproszonymi sieciami CAN a systemami opartymi na Ethernetie. Istniejące rozwiązania są jednak albo nadmiernie skomplikowane z niepotrzebnymi funkcjami, albo zbyt ograniczone, by sprostać rzeczywistym wymaganiom CAN FD. CAN@net Basic skupia się na tym, co najważniejsze: efektywnej wymianie danych, niskim opóźnieniu i przystępnej cenie.

CAN@net Basic wykorzystuje komunikację UDP/IP, znacząco zmniejszając narzut protokołu i minimalizując obciążenie przerwań. Pozwala to osiągnąć równowagę między niskim opóźnieniem a kontrolowanym jitterem, co sprawia, że rozwiązanie jest odpowiednie dla aplikacji wrażliwych na czas.

W aplikacjach, gdzie wiele urządzeń (np. stanowiska testowe lub rozproszone maszyny) musi wymieniać dane CAN FD, ograniczenia fizyczne magistrali CAN stają się wąskim gardłem – zwłaszcza pod względem długości magistrali i liczby węzłów. CAN@net Basic umożliwia elastyczne rozszerzanie sieci przez Ethernet, pozwalając inżynierom na łączenie systemów rozproszonych bez ograniczeń klasycznej topologii CAN.



źródło: HMS Networks

więcej: hms-networks.com

Dla łatwiejszej łączności przemysłowej i integracji danych

Firma Softing Industrial Automation zaprezentowała na Hannover Messe 2026, w jaki sposób dane ze sterowników PLC, systemów CNC i sieci przemysłowych mogą być centralnie udostępniane i wykorzystywane w aplikacjach opartych na danych, w tym np. w konserwacji predykcyjnej, optymalizacji procesów i różnego rodzaju koncepcjach Przemysłu 4.0.

Dzięki rozwiązaniom programowym, takim jak dataFEED OPC Suite i SDEX Suite, firma Softing umożliwia skalowalną integrację systemów OT i IT. Dane produkcyjne mogą być centralnie gromadzone, udostępniane w ujednoczonym formacie i elastycznie integrowane z aplikacjami korporacyjnymi, a także z platformami chmurowymi i IIoT. Firmy korzystają z bardziej przejrzystych procesów produkcyjnych, niezawodnego dostępu do danych maszyn i sterowania oraz skalowalnej podstawy dla aplikacji cyfrowych.

Oprócz integracji danych, Softing oferuje rozwiązania do monitorowania sieci przemysłowych. Rozwiązania te zapewniają transparentność w zakresie urządzeń, struktur komunikacyjnych i stanu sieci, umożliwiając wczesne wykrywanie i rozwiązywanie usterek. Dzięki bramkom z rodziny smartLink i monitorowi plantPerfect użytkownicy uzyskują kompleksowy wgląd w infrastrukturę komunikacyjną, od poziomu urządzeń terenowych po wydajność sieci.

więcej: industrial.softing.com

Cyberbezpieczeństwo

Jak sztuczna inteligencja zmienia oblicze cyberbezpieczeństwa w przemyśle

Setki czujników w przeciętnej fabryce gromadzą ogromne ilości danych. Pomagają one nie tylko optymalizować parametry pracy maszyn czy też wykrywać błędy operatora lub zbliżającą się awarię, ale również wskazują na pierwsze symptomy cyberataku. Problem w tym, że człowiek może łatwo przeoczyć te sygnały. Dlatego coraz częściej w celu zwiększenia poziomu cyberbezpieczeństwa przedsiębiorstw wykorzystuje się narzędzia bazujące na sztucznej inteligencji (AI).

Wojciech Traczyk

Cyperbezpieczeństwo to dziedzina, która przez dekady polegała na tym, żeby definiować zagrożenia, tworzyć odpowiednie zabezpieczenia i blokować dzięki nim ewentualne ataki. Tradycyjne systemy ochrony działają więc według jasno określonych reguł – skutecznie radzą sobie z tymi zagrożeniami, które już znają. Problem w tym, że cyberprzestępcy coraz rzadziej atakują w ten sam sposób.

Liczba i wyrafinowanie cyberataków rośnie w tempie, za którym trudno nadążyć przy użyciu klasycznych narzędzi. Hakerzy eksplorują nowe kierunki ataków, tworzą złośliwe oprogramowanie omijające antywirusy, w coraz większym stopniu sięgają po własne narzędzia AI, żeby automatyzować poszukiwanie luk i słabych punktów w zabezpieczeniach cybernetycznych i personalizować kampanie phishingowe.

Związane z tym wyzwania zmuszają firmy do szukania bardziej efektywnych rozwiązań. W tym celu coraz częściej stosuje się systemy, które wykorzystują algorytmy AI. W odróżnieniu od tradycyjnych rozwiązań nie polegają one wyłącznie na z góry ustalonych regułach – potrafią się uczyć, dostosowywać i ewoluować razem z pojawiającymi się zagrożeniami.

Jak AI chroni – filary nowoczesnej cyberochrony

Współczesne rozwiązania cyberbezpieczeństwa oparte na sztucznej inteligencji łączą kilka technologii, które wzajemnie się uzupełniają.



źródło: Freepik – DCStudio

Podstawą jest uczenie maszynowe – algorytmy, które analizują dane, odkrywają w nich wzorce i na tej podstawie przewidują przyszłe zagrożenia. W praktyce oznacza to systemy zdolne do automatycznego wykrywania anomalii w ruchu sieciowym, zachowaniu użytkowników czy komunikacji między urządzeniami – i reagowania na nie bez czekania na polecenie człowieka.

Bardziej zaawansowane są modele uczenia głębokiego, oparte na wielowarstwowych sieciach neuronowych inspirowanych strukturą ludzkiego mózgu. Przetwarzają one złożone, wielowymiarowe dane – nawet dziesiątki tysięcy zdarzeń jednocześnie – dostrzegając subtelne powiązania niedostrzegalne ani dla analityka, ani dla prostego algorytmu. To właśnie uczenie głębokie sprawdza się szczególnie dobrze przy wykrywaniu zaawansowanych, ukierunkowanych ataków, które nie wysyłają wyraźnych sygnałów ostrzegawczych.



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Osobną kategorię stanowią narzędzia generatywnej AI i przetwarzania języka naturalnego. Zamiast analizować surowe dane liczbowe, pozwalają one prowadzić z systemem bezpieczeństwa rozmowę w ludzkim języku. Analityk może zapytać wprost: „Co wydarzyło się w sieci przez ostatnie trzy godziny?” i uzyskać zrozumiałe podsumowanie. Generatywna AI potrafi też automatycznie tworzyć raporty po incydentach, dostarczać rekomendacje dotyczące strategii reagowania i wyjaśniać złożone zagrożenia w sposób przystępny dla kadry zarządzającej.

Kolejnym ważnym elementem cyberochrony są autonomiczni agenci AI. Przejmują czasochłonne, powtarzalne zadania wykonywane dotychczas przez specjalistów: klasyfikowanie alertów, weryfikację konfiguracji, skanowanie podatności czy zarządzanie uprawnieniami dostępu. Dzięki temu pracownicy ds. bezpieczeństwa mogą skupić się na zadaniach wymagających rzeczywistej oceny sytuacji i strategicznego myślenia.

Przemysł – szczególnie trudny teren

Wszystkie te możliwości ochrony nabierają szczególnego znaczenia w środowiskach przemysłowych. Zakłady produkcyjne, elektrownie, rafinerie, sieci wodociągowe czy systemy transportowe stały się w ostatnich latach jednym z głównych celów cyberprzestępców. Głośny atak ransomware na Colonial Pipeline w 2021 r. tymczasowo wstrzymał dostawy paliwa na wschodnim wybrzeżu USA. Złośliwe oprogramowanie Triton, wymierzone w systemy bezpieczeństwa zakładu petrochemicznego w Arabii Saudyjskiej, mogło doprowadzić do fizycznej katastrofy – na szczęście zostało wykryte w porę.

Specyfika przemysłowych systemów sterowania (Operational Technology – OT) sprawia, że ich ochrona jest wyjątkowo wymagająca. Przez dekady projektowane były wyłącznie z myślą o niezawodności, a nie o bezpieczeństwie cyfrowym. Działają często na starych protokołach komunikacyjnych, a ich integracja z nowoczesnymi sieciami IT otwiera przed atakującymi drzwi, których wcześniej po prostu nie było.

Systemy AI dedykowane środowiskom OT analizują ruch sieciowy na poziomie protokołów specyficznych dla tych instalacji (np. Modbus, DNP3 czy EtherNet/IP) i potrafią wykrywać nieautoryzowane polecenia wysyłane do sterowników przemysłowych, nawet jeśli formalnie wyglądają one poprawnie i nie wzbudzają podejrzeń tradycyjnego firewalla. AI buduje szczegółowy profil normalnego zachowania każdego urządzenia i każdego procesu, a każde odchylenie od tej normy natychmiast staje się przedmiotem analizy.

Mniej fałszywych alarmów, więcej trafnych decyzji

Jednym z największych problemów tradycyjnych systemów bezpieczeństwa jest lawina fałszywych alarmów. Rejestrują one tysiące zdarzeń dziennie, z których zdecydowana większość okazuje się nieszkodliwa – mimo to każde wymaga przynajmniej wstępnej weryfikacji. Przeciążone centra operacji bezpieczeństwa ryzykują przeoczenie naprawdę istotnych sygnałów w tym natłoku informacji.

AI rozwiązuje ten problem przez korelację danych z wielu źródeł jednocześnie. Wzrost temperatury sterownika w jednej części instalacji, nieznaczne opóźnienie komunikacji sieciowej w innej i zmiana wzorca logowania użytkownika – każde z tych zdarzeń osobno niewiele mówi. Razem mogą wskazywać na trwający atak. Algo-

rytmy uczenia maszynowego, wyposażone w mechanizmy rozpoznawania wzorców i świadomości kontekstowej, drastycznie redukują liczbę fałszywych pozytywów i negatywów – i kierują uwagę analityków tam, gdzie naprawdę jest potrzebna.

Przewidywać, zanim nastąpi atak

Prawdziwą zmianą paradygmatu cyberbezpieczeństwa jest jednak przejście od reagowania do przewidywania. Analityka predykcyjna oparta na AI identyfikuje słabości – nieaktualne systemy operacyjne, niezabezpieczone urządzenia końcowe, luki w konfiguracji – zanim zostaną one wykorzystane. Na podstawie historii incydentów, wiedzy o aktualnych taktykach grup hakerskich i publicznie dostępnych informacji o podatnościach system wskazuje, gdzie ryzyko jest największe, umożliwiając celowe i priorytetowe działania ochronne.

W środowiskach przemysłowych dodatkowym narzędziem cyberochrony mogą być cyfrowe bliźniaki – wirtualne repliki fizycznych instalacji. Systemy AI mogą na nich symulować dziesiątki wariantów ataku i weryfikować skuteczność procedur obronnych bez jakiegokolwiek ryzyka dla rzeczywistej produkcji.

AI, czyli broń obosieczna

Trzeba oczywiście mieć świadomość, że sztuczna inteligencja to narzędzie dostępne dla wszystkich. Grupy hakerskie coraz intensywniej używają AI do automatyzacji ataków, generowania złośliwego oprogramowania trudniejszego do wykrycia i omijania systemów detekcji poprzez stopniowe uczenie się ich zachowania. Wyrafinowane kampanie phishingowe i inne próby wyłudzenia danych dostępowych, personalizowane przez algorytmy AI, są dziś znacznie trudniejsze do rozpoznania niż jeszcze kilka lat temu.

Wyścig zbrojeń trwa, a tempo po obu stronach stale rośnie. Organizacje, które nie inwestują w ochronę opartą na AI, z każdym miesiącem powiększają lukę między sobą a cyberprzestępcami.

AI wspiera ludzi – nie zastępuje

Sztuczna inteligencja w cyberbezpieczeństwie nie jest jednak panaceum na każde zagrożenie ani substytutem ludzkich kompetencji. To narzędzie, które radykalnie zwiększa możliwości zespołów ds. bezpieczeństwa – przetwarza dane w skali niemożliwej dla człowieka i do tego dużo szybciej, nigdy nie zasypia i nie traci koncentracji – ale ostateczna ocena sytuacji i decyzje w krytycznych momentach wciąż należą do ludzi.

Co więcej, generatywna AI demokratyzuje dostęp do wiedzy o bezpieczeństwie: młodszy analityk, który nie musi znać zaawansowanych języków zapytań, mogą wykonywać zadania dotychczas zarezerwowane dla doświadczonych specjalistów. System podpowie, jak zareagować na konkretny incydent, wyjaśni kontekst zagrożenia i zaproponuje kolejne kroki. To szczególnie istotne w środowiskach przemysłowych, w których błędna decyzja może mieć poważne konsekwencje fizyczne – i gdzie wykwalifikowanych specjalistów od cyberbezpieczeństwa wciąż brakuje.

Bez wątplenia w czasach, w których cyberzagrożenia narastają szybciej niż możliwości tradycyjnej ochrony, narzędzia wykorzystujące algorytmy AI stają się podstawą skutecznej obrony przed hakerami. Jedno jest pewne: w świecie, w którym atakujący sięgają po te same narzędzia co obrońcy, stagnacja w obszarze cyberbezpieczeństwa jest równoznaczna z cofaniem się. ■



źródło: Pixabay – jarmoluk & StockSnap

Od badacza do przedsiębiorcy: kariera inżyniera w liczbach i na przykładach

Rynek pracy dla absolwentów politechnik w Polsce przypomina dziś rozgałęzioną sieć dróg. Każda z nich prowadzi w inną stronę, niektóre wiodą wprost przez mury uczelni, jednak zdecydowana większość ścieżek kariery wiedzie pod adresy dużych firm lub własnych przedsiębiorstw. Jeszcze kilkanaście lat temu naturalnym wyborem dla najlepszych studentów była kariera naukowa. Dziś coraz częściej okazuje się, że *alma mater* przestaje być pierwszym wyborem zawodowym, a staje się jedną z wielu opcji – i to wcale nie tą najpopularniejszą.

Anna Wasilewska-Stawiak



Anna Wasilewska-Stawiak
redaktor czasopisma „elektrotechnik AUTOMATYK”

Dane z ogólnopolskiego systemu monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów (ELA) pokazują, że sytuacja zawodowa młodych inżynierów jest stabilna, a wskaźniki zatrudnienia należą do najwyższych wśród wszystkich kierunków studiów. Absolwenci kierunków technicznych szybko znajdują pracę, często jeszcze w trakcie studiów, a ich wynagrodzenia należą do najwyższych na rynku – średnio ok. 5,9 tys. zł brutto już na początku kariery. To właśnie łatwość wejścia na rynek sprawia, że decyzje zawodowe w tej grupie społecznej podejmowane są szybciej i bardziej pragmatycznie.

Najwięcej absolwentów przyciągają dziś duże firmy przemysłowe i technologiczne. Korporacje oferują stabilność, dostęp do nowoczesnych projektów i szybki

rozwój kompetencji. W raportach uczelni technicznych wiadać wyraźnie, że znaczna część absolwentów znajduje zatrudnienie zgodne z kierunkiem studiów już w pierwszych latach po uzyskaniu dyplomu. Dla młodych inżynierów oznacza to możliwość pracy przy realnych wdrożeniach – od automatyki przemysłowej po rozwój oprogramowania – co często okazuje się bardziej atrakcyjne niż praca naukowa.

Warto inwestować w rozwój kompetencji

Drugim, coraz wyraźniejszym kierunkiem jest przedsiębiorczość. Politechniki od lat rozwijają inkubatory i centra transferu technologii, które ułatwiają zakładanie własnych firm. Młodzi inżynierowie coraz częściej traktują studia jako bazę do rozwoju własnych projektów,

źródło: Freepik – gpointstudio



a nie wyłącznie przygotowanie do pracy etatowej. Sprzyja temu praktyczny charakter kształcenia technicznego. W efekcie rośnie liczba startupów i działalności inżynierskich, podczas gdy kariera naukowa – mimo dostępu do grantów krajowych oraz unijnych – pozostaje bardziej wymagająca i konkurencyjna. System finansowania badań wymaga nie tylko wiedzy, ale też kompetencji organizacyjnych. Raporty ELA pokazują, że doktorzy stanowią niewielką, wyspecjalizowaną grupę absolwentów.

Jednocześnie uczelnie zmieniają swoją rolę, coraz częściej współpracując z przemysłem przy projektach badawczo-rozwojowych. Dla absolwentów oznacza to możliwość łączenia pracy w firmach z działalnością naukową. Dzięki dostępowi do danych, takich jak raporty ELA czy rankingi uczelni, studenci świadomie planują kariery już na etapie studiów. W efekcie model rozwoju inżyniera staje się elastyczny – łączy doświadczenie biznesowe, własne inicjatywy i aktywność naukową, bez jednej dominującej ścieżki.

Nowe, hybrydowe ścieżki rozwoju

Współczesna kariera nie jest decyzją na całe życie, lecz procesem, w którym nauka, biznes i przedsiębiorczość przeplatają się, tworząc nowe, hybrydowe ścieżki rozwoju. Na tym tle szczególnie interesujące są inicjatywy realizowane przez polskie politechniki, często pełniące rolę „poligonów doświadczalnych” dla przyszłych inżynierów. To właśnie tam powstają projekty, które nie tylko mają wartość naukową, ale przede wszystkim przygotowują studentów do realnej pracy w przemyśle.

Dobrym przykładem są studenckie zespoły konstrukcyjne – od bolidów budowanych w ramach Formuły Student, przez łaziki marsjańskie, aż po drony czy roboty przemysłowe. Udział w takich projektach oznacza dla młodych ludzi pracę w środowisku zbliżonym do profesjonalnych zespołów inżynierskich: z podziałem ról, zarządzaniem budżetem, testami i presją czasu. To doświadczenie często okazuje się ważniejsze niż sama teoria wyniesiona z wykładów.

Równolegle rozwijają się projekty badawczo-rozwojowe realizowane we współpracy z przemysłem. Przykładem mogą być prace nad nowymi materiałami (jak implanty czy kompozyty), rozwiązaniami dla energetyki czy automatyki przemysłowej. Jak podaje serwis gov.pl, na Politechnice Warszawskiej powstał m.in. elastyczny substytut kości wykorzystywany w medycynie, co pokazuje, że współczesna inżynieria znajduje się blisko realnych zastosowań. Takie projekty nie tylko rozwijają kompetencje

techniczne, ale też uczą współpracy interdyscyplinarnej – coraz bardziej cenionej na rynku pracy.

Warto też zwrócić uwagę na rosnącą rolę projektów typu „doktorat wdrożeniowy” (program Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – tego typu inicjatywy łączą świat nauki ze światem biznesu. Umożliwiają one prowadzenie badań przy jednoczesnej pracy w firmie, co sprawia, że wybrana droga naukowa przestaje być odizolowana od realiów gospodarki. To model, który może zachęcić więcej absolwentów politechnik do rozpoczęcia kariery naukowej – szczególnie tych, którzy nie chcą rezygnować z praktycznego wymiaru swojej pracy.

Uczelnie wpisane w ekosystem innowacji

Mimo tych możliwości dane pokazują, że tylko niewielki odsetek absolwentów politechnik decyduje się na kontynuację nauki na poziomie doktoranckim (informacja pochodzi z raportu ELA). W przypadku jednej z największych uczelni technicznych w Polsce – Politechniki Warszawskiej – ok. 6,2% absolwentów wybiera studia doktoranckie. Oznacza to, że tylko część z nich trafia później do sektora nauki, a jeszcze mniejszy odsetek pozostaje na uczelniach jako pracownicy badawczo-dydaktyczni.



Designed by Freepik

Z danych systemu ELA wynika także, że ścieżkę naukową najczęściej wybierają absolwenci kierunków ścisłych i technicznych, jednak nadal jest to grupa relatywnie niewielka w skali całej populacji absolwentów. W praktyce oznacza to, że uczelnie konkurują o najlepszych absolwentów z sektorem prywatnym – i często tę konkurencję przegrywają, głównie na etapie oferowanych wynagrodzeń.

Paradoksalnie jednak właśnie te osoby, które najpierw zdobywają doświadczenie zawodowe, coraz częściej wracają na uczelnie w późniejszych etapach kariery – już jako eksperci, liderzy projektów czy wykładowcy. W ten sposób powstaje nowy model inżyniera-naukowca, który łączy praktykę z badaniami, a uczelnie przestają być zamkniętym systemem, a stają się częścią szerszego ekosystemu innowacji. ■



źródło: Pixabay – Pchelharvester

Tematyka kolejnego numeru:

- Raport: Energia dla przemysłu
- Rynek: Automatyka w branży kolejowej
- Silniki elektryczne, zabezpieczenie silników
- Oscyloskopy, analizatory, multimetry
- Systemy zasilania awaryjnego
- Rozwiązania do zarządzania energią

Polecamy

W kolejnym numerze *elektrotechnik AUTOMATYK* głównym tematem będzie energia elektryczna w zakładzie przemysłowym i różne obszary z nią związane. Omówimy bieżące wyzwania związane z rosnącym zużyciem, jakością energii, jej optymalizacją oraz zastosowaniem magazynów i odnawialnych źródeł. Pokażemy, w jaki sposób nowoczesna automatyka i systemy monitoringu stały się kluczowym elementem inteligentnego zarządzania energią w przestrzeni produkcyjnej.

Najbliższe wydarzenia dla branży elektrotechniki i automatyki przemysłowej

Warsaw Industry Automatica	Ptak Warsaw Expo	12–14.05.2026
COIL Expo	Ptak Warsaw Expo	12–14.05.2026
Battery Forum Poland	Ptak Warsaw Expo	19–21.05.2026
ITM Industry Europe	Międzynarodowe Targi Poznańskie	26–29.05.2026
Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego MSPO	Targi Kielce	8–11.09.2026
Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB	ZIAD Bielsko-Biała	15–17.09.2026
SchraubTec Katowice	Vogel Communications Group	15.09.2026
Evertiq Expo Warszawa	Evertiq Expo	22.10.2026

PRZEGLĄD RYNKU

W numerze 3/2026 czasopisma *elektrotechnik AUTOMATYK* przybliżymy rolę, jaką automatyka odgrywa w branży kolejowej. Poznamy najnowsze systemy sterowania ruchem, rozwiązania z obszaru zabezpieczeń i zaawansowanych systemów monitoringu, a także dowiemy się, jak wdrażana technologia przekłada się na wyższą efektywność, bezpieczeństwo i rozwój transportu szynowego.

elektrotechnik
AUTOMATYK

ravenmedia

ISSN 2544-7351

elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe. Redakcja zastrzega sobie prawo redagowania nadesłanych tekstów i nie zwraca materiałów niezamówionych. Wszystkie nazwy handlowe i towarów występujące w niniejszej publikacji są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm odnośnych właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

stopka redakcyjna

REDAKCJA

elektrotechnik AUTOMATYK
ul. Strzegomska 42AB
53-611 Wrocław
tel. +48 71 78 23 180
elektrotechnikautomatyk@ravenmedia.pl

Redaktor prowadzący

Wojciech Traczyk
wojciech.traczyk@ravenmedia.pl

Zespół redakcyjny

Bogdan Kruk
bogdan.kruk@ravenmedia.pl

Anna Wasilewska-Stawiak
anna.stawiak@ravenmedia.pl

Jakub Kleczkowski
jakub.kleczkowski@ravenmedia.pl

Redakcja graficzna i skład
Eliza Przewoska
Iwona Piśmienny-Ścibor

REKLAMA I MARKETING

Joanna Korwin-Kijuć
+48 608 600 104
joanna.korwin@ravenmedia.pl

Renata Świderska
+48 570 387 104
renata.swiderska@ravenmedia.pl

PRENUMERATA

prenumerata@ravenmedia.pl
tel. +48 71 78 23 187

Cena i zamówienia

Cena rocznej prenumeraty (na 4 kolejne numery) wynosi 80 zł brutto. Zamówienia na prenumeratę są przyjmowane telefonicznie lub mailowo – dane do kontaktu podano wyżej.

DRUK

Grupa **INTROMAX** sp. z o.o.
30-732 Kraków, Biskupińska 21

Fotokładka:

Adobe Stock – _Dmitrich_G

WYDAWCA

Raven Media Sp. z o.o.
ul. Strzegomska 42AB
53-611 Wrocław
NIP 897-17-67-168, REGON 021366963

Dyrektor wydawniczy / Redaktor naczelny
Paweł Kruk
pawel.kruk@ravenmedia.pl

Licencja:

© The Polish edition of „elektrotechnik AUTOMATISERUNG” is a publication of Raven Media Sp. z o.o., licensed by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany.
© Copyright of the trademark „elektrotechnik AUTOMATISERUNG” by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany



elektrotechnik
AUTOMATISIERUNG

**elektro
technik**
AUTOMATYK

ekstremalne zasięgi

Gwarantowany nakład drukowany
+ bezpłatne e-wydania

Wysyłka ponad **20 tys.** egzemplarzy

Uwaga! Uwaga!
Porażamy
dystrybucją!



elektrotechnikAUTOMATYK rozszerza dystrybucję i zwiększa zasięgi

Twój partner w komunikacji B2B
na rynku przemysłowym

Kontakt:

elektrotechnikautomatyk@ravenmedia.pl

tel.: 608 600 104, 570 387 104

Regionalne targi połączeń śrubowych

Miejsce spotkań ekspertów, innowacji
i kontaktów biznesowych



SCHRAUBTEC
PO PROSTU DOBRE POŁĄCZENIA



BARCELONA
Hiszpania
21.05.2026

KATOWICE
Polska
15.09.2026

DREZNO
Niemcy
3.11.2026

HANOWER
Niemcy
17.06.2026

STUTTGART
Niemcy
16.04.2026

LANDSHUT
Niemcy
26.02.2026

BOCHUM
Niemcy
30.09.2026

W 2026 roku targi SchraubTec ponownie zawitają do Polski

Na targach będzie można poznać ekspertów w dziedzinie połączeń śrubowych, technologii śrubowej, narzędzi śrubowych, a także zaopatrzenia, zakupów i zarządzania elementami złącznymi.

Podczas praktycznych wykładów i wystawy będzie można ugruntować swoją specjalistyczną wiedzę i umiejętności w zakresie bezpiecznych połączeń śrubowych w przemyśle.

Zostań wystawcą

Dodatkowe informacje:
SchraubTecPolska@ravenmedia.pl
Tel. +48 608600110

Odwiedź targi

Zarejestruj się
i pobierz bezpłatną wejściówkę
www.schraubtec.com/pl/katowice



Organizator
VOGEL COMMUNICATIONS
GROUP

Ambasador marki
HERMES
TOOLS

Partner medialny
autoEXPERT

MM
Magazyn Przemysłowy

elektro
technik
AUTOMATYKA

ravenmedia