

elektro technik AUTOMATYK

3

LIPIEC – SIERPIEŃ – WRZESIEŃ 2026

Rok 9.

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

elektrotechnikAUTOMATYK.pl



Rozwój nowoczesnych technologii przyspiesza transformację w kierunku efektywności energetycznej. Dzięki nim możliwe jest nie tylko ograniczenie zużycia energii, ale także optymalizacja jej dystrybucji i wykorzystania w czasie rzeczywistym.

Nowoczesne technologie kluczem do efektywności energetycznej

licensed by

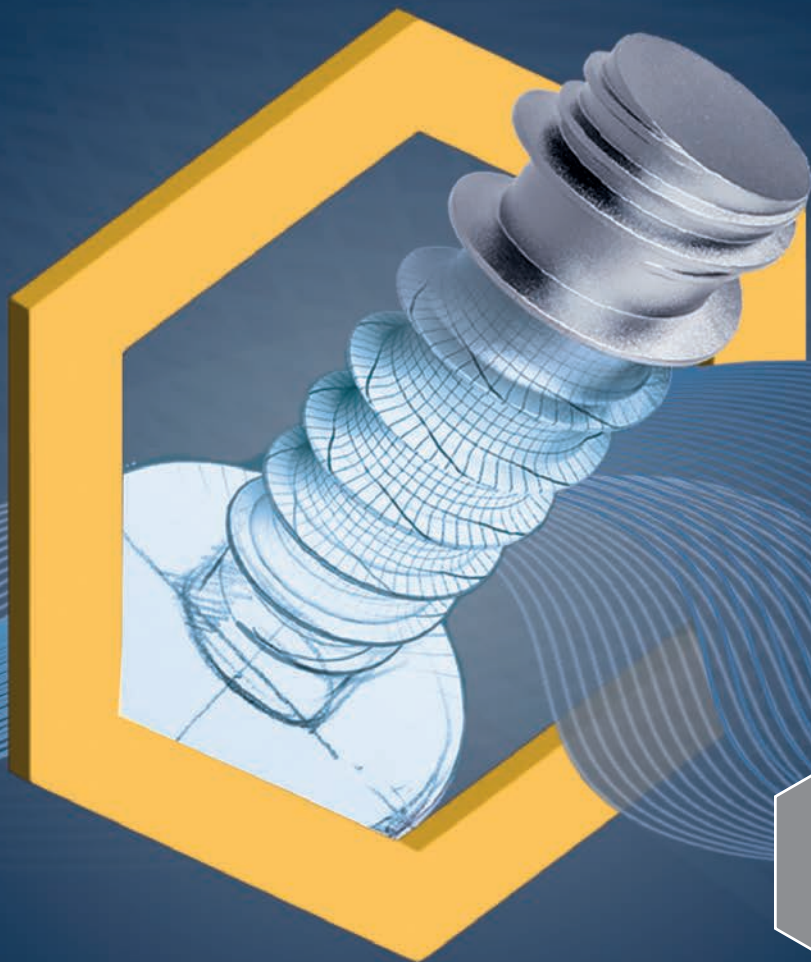
 **VOGEL** COMMUNICATIONS
GROUP

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

STUTTART
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
auto EXPERT

MM
Magazyn Przemysłowy

elektro
technik
AUTOMATYKA

raven media



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

Drożący prąd to najlepszy argument za nowymi technologiami

Ceny prądu na Towarowej Giełdzie Energii wróciły tam, gdzie nikt się ich nie spodziewał. Kontrakty z dostawą na przyszły rok w ciągu zaledwie miesiąca podrożały o kilkadziesiąt złotych za MWh i zbliżyły się do poziomu 500 zł – najwyższego od trzech lat. Powód? Analitycy nie owijają w bawełnę: napięcia w Zatoce Perskiej i skok cen ropy, który jak fala uderzeniowa przechodzi przez rynek gazu, a stamtąd prosto na rynek prądu.

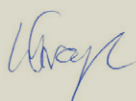
Dla gospodarstw domowych to niepokojąca sytuacja, ale, jeśli ceny gazu i węgla utrzymają się na podwyższonym poziomie, w przyszłym roku zapewne znów usłyszymy o politycznej interwencji w taryfy. Jednak już dla wielu zakładów przemysłowych ta konkretna podwyżka może zdecydować o być albo nie być inwestycji. Branże energochłonne – hutnictwo, chemia, cement, papiernictwo – od dawna działają na marżach nietolerujących kolejnych skoków cen. O ile gospodarstwo domowe może liczyć na tarczę taryfową, o tyle przedsiębiorstwo powinno liczyć przede wszystkim na siebie.

To najważniejsza lekcja zawirowań na rynku energii w ostatnich latach: czekanie, aż polityka ureguluje ceny, to strategia obronna, a nie rozwojowa. Realny wpływ na koszty firma ma tam, gdzie może działać sama – po stronie własnego zużycia. Modernizacja napędów i falowników, odzysk ciepła z procesów, systemy zarządzania energią sterujące poborem mocy w czasie rzeczywistym, wreszcie własne źródła wytwórcze i magazyny energii – to już nie dodatki „na przyszłość”, lecz narzędzia realnie decydujące o konkurencyjności. Nieprzypadkowo w tym numerze poświęcamy sporo miejsca właśnie nowoczesnym technologiom ograniczającym zużycie energii i podnoszącym efektywność energetyczną firm – warto potraktować ten materiał nie jako ciekawostkę, lecz listę opcji do rozważenia jeszcze w tym roku.

Warto te wybory podejmować z pełną wiedzą, a okazji do tego akurat teraz nie brakuje. W dniach 15–17 września w Bielsku-Białej odbędą się targi ENERGETAB – jedno z największych w Europie Środkowo-Wschodniej wydarzeń branży elektroenergetycznej, gdzie efektywność energetyczna, magazynowanie energii i nowoczesna automatyka będą wiodącymi wątkami rozmów kularowych i konferencyjnych. Dla każdego odpowiedzialnego w firmie za koszty energii to obowiązkowy punkt w kalendarzu – warto pojechać po konkretne pomysły, jak obniżyć rachunek za prąd, zanim zrobi to za nas kolejny kryzys na drugim końcu świata.

Bo jedno jest pewne: ceny energii jeszcze nieraz nas zaskoczą. Pytanie brzmi tylko, czy zaskoczą nas z gotowym planem B, czy bez niego.

Wojciech Traczyk



Zapraszamy
do kontaktu!



elektrotechnik@elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Dołącz do nas!



facebook.com/ElektrotechnikAutomatyk



elektrotechnikAUTOMATYK.pl

The Power of Mini.

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.



Spis treści

NUMER 3 | LIPIEC-SIERPIEŃ-WRZESIEŃ 2026

Sztuczna inteligencja w robotyce przemysłowej

Roboty przemysłowe przestają być kojarzone z maszynami, które wykonują w kółko ten sam, precyzyjnie zaprojektowany ruch. Dziś coraz częściej odznaczają się „inicjatywą”. Potrafią rozpoznawać różnorodne przedmioty, których wcześniej nie widziały, przewidywać własną awarię i jej zapobiegać, a także uczyć się nowych czynności, obserwując pracę człowieka. Za tą zmianą stoi jeden czynnik: sztuczna inteligencja, która z laboratoriów badawczych coraz śmielej wchodzi na hale produkcyjne. **S. 42**



źródło: Adobe Stock – metamorworks

Rynek & Branża

- 6 Ulepszone humanoidy wspomogą pracę w fabryce BMW
- 7 Wydarzenia i zapowiedzi
- 10 Temat z okładki: Jak technologie energetyczne ułatwiają transformację w kierunku efektywności energetycznej
- 14 Jak Przemysł 4.0, IoT i AI zmieniają automatykę kolejową
- 16 Automatyka przekaźnikowa w kolejnictwie

Kontrola & Regulacja

- 18 Cyfrowa holografia w pomiarach CMM
- 19 Ciekawostki i produkty
- 20 ESG w praktyce przemysłowej. Jak system zarządzania energią wspiera raportowanie niefinansowe?
- 22 Nowa jednostka sterownicza przyspiesza opracowywanie prototypów

Przy tablicy

- 24 Jak znaleźć ukryte straty energii w zakładzie produkcyjnym

Łączenie & Zasilanie

- 26 Dwie nowoczesne technologie zwiększą wydajność ogniw słonecznych
- 27 Ciekawostki i produkty
- 28 Ciasno w rozdzielnicach? Oto produkt, na który stawia teraz cała branża
- 30 Czym jest efekt korkociągu, jakie rodzi zagrożenia i jak go unikać?

- 32 Wybór odpowiednich zasilaczy do cobotów i pojazdów AGV

Ruch & Napędy

- 34 Testy pierwszego na świecie wielkoskalowego silnika w 100% zasilanego wodorem
- 35 Ciekawostki i produkty
- 36 Zwalniaki elektrohydrauliczne firmy EMA-ELFA (Grupa Cantoni)
- 38 Kiedy silniki liniowe mają sens? Wady i zalety

Automatyzacja & Robotyzacja

- 40 Ta robotyczna dłoń może zrewolucjonizować zbiór delikatnych owoców
- 41 Ciekawostki i produkty
- 42 Sztuczna inteligencja w robotyce przemysłowej: jak roboty uczą się myśleć

Oprogramowanie & Inżynieria

- 44 30 lat USB 1.0
- 45 Ciekawostki i produkty
- 46 Lokalna infrastruktura AI jako podstawa nowoczesnej automatyki przemysłowej

Zawód, kariera, praca

- 48 Od inżyniera, poprzez operatora maszyn AM i projektanta CAD, po specjalistę z zakresu medycyny oraz wzornictwa

Stałe działy

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

źródło: Magnific – DC Studio



Lokalna infrastruktura AI podstawą automatyki przemysłowej

Coraz więcej firm wybiera model, w którym najważniejsze dane pozostają w zakładzie, a na zewnątrz trafiają wyłącznie zagregowane wyniki potrzebne do dalszej analizy lub douczania modeli. **S. 46**

Kiedy silniki liniowe mają sens?

Silnik liniowy to w uproszczeniu klasyczny silnik elektryczny, w którym stojan i rotor „rozwinęto” do postaci liniowej. Zamiast momentu wywołującego obrót uzyskuje się bezpośrednio siłę powodującą ruch postępowy, bez pośrednictwa śruby kulowej, przekładni czy pasa zębatego. **S. 46**



źródło: Adobe Stock – Sumon

SPIS FIRM I REKLAMODAWCÓW

A

a.b.jödden.....7
ABB.....7
akYtec.....19

B

BMW.....6, 41
Bosch Rexroth.....9, 35

C

Cantoni.....36, 37
CATL.....27

D

Dassault Systèmes.....45
DigiKey.....32

E

EMA-ELFA.....36
Energia.....8
Emerson.....19, 45
EVER.....24, 52

F

Faulhaber.....5, 35
Finder.....9, 16, 17
Flex.....8
Fraunhofer IPM.....18
Fraunhofer ISE.....26

H

HELU.....27
HMS Networks.....9
Hummel.....3, 27

I

ifm electronic.....24, 41
IFR.....7
igus.....22, 23
Innodisk.....45

M

Mitsubishi Motors.....41

N

Nord Drivesystems.....35

O

Omron.....27

P

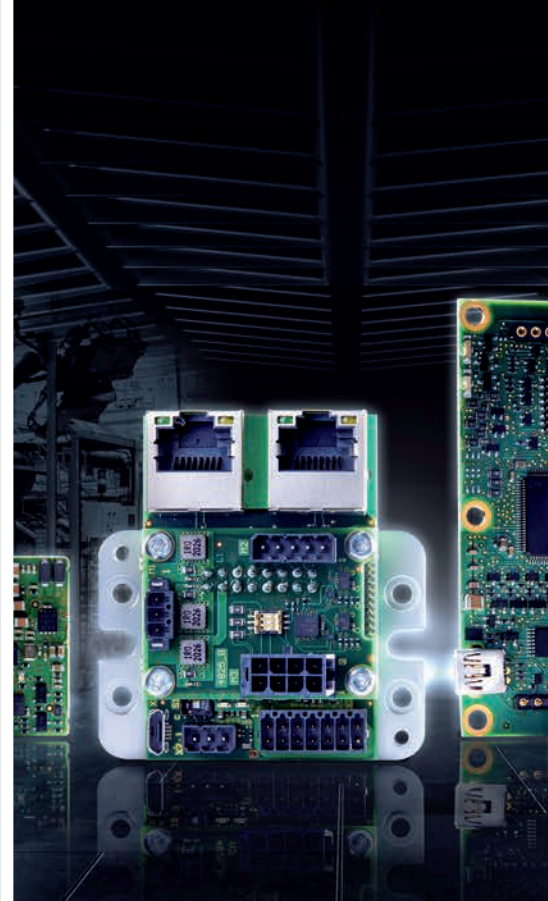
Pokój S.E.24, 28, 29

S

SchraubTec (autopromocja).....2
Siemens.....45

W

Wärtsilä.....34
WEG.....9, 35
WObit.....19



FAULHABER Motion Control

Zwiększ swój zakres ruchu

Dzięki wielu dostępnym opcjom, nowe kontrolery ruchu pasują do każdego zastosowania.

www.faulhaber.com/mc3603/en
FAULHABER Polska sp. z o.o.
info@faulhaber.pl



źródło: BMW Group

Ulepszone humanoidy wspomogą pracę w fabryce BMW

BMW Group rozwija wykorzystanie sztucznej inteligencji fizycznej (Physical AI) w produkcji. Po udanym pilotażu robota humanoidalnego Figure 02, który wsparł montaż ponad 30 000 pojazdów BMW X3 w ciągu dziesięciu miesięcy, w fabryce w Spartanburgu (USA) do pracy przystępuje jego następca – Figure 03.

Nowy robot otrzymał wiele ważnych usprawnień: miękkie komponenty zwiększające bezpieczeństwo, ładowanie bezprzewodowe, funkcje audio do komunikacji głosowej oraz ulepszone dłonie wyposażone w czujniki dotykowe i kamery, które mają poprawić precyzję i zręczność.

Figure 03 zajmie się logistyką sekwencyjną. Będzie sortować nieuporządkowane komponenty dostarczane w kontenerach i układać je na wózkach sekwencyjnych, które trafią następnie do miejsc montażu.

Docelowo roboty humanoidalne w fabrykach niemieckiego koncernu będą uzupełniać istniejącą automatyzację w zadaniach monotonna, które obciążają nadmiernie pracowników lub są krytyczne dla bezpieczeństwa. Tym samym wpisują się w koncepcję BMW iFACTORY.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Powstał globalny sojusz na rzecz rozwoju robotyki

Cztery organizacje branżowe sformalizowały długoterminowe partnerstwo na rzecz promocji przyspieszenia automatyzacji i robotyzacji, zwiększenia konkurencyjności przemysłowej i dalszego rozwoju kompetencji.

Hiszpańskie Stowarzyszenie Robotyki i Automatyzacji (AER Automation), amerykańskie A3 (Association for Advancing Automation), Międzynarodowa Federacja Robotyki (IFR) i VDMA Robotics + Automation podpisały Deklarację Barcelońską w sprawie Robotyki i Automatyzacji 2026. Cztery organizacje reprezentują łącznie ponad 3000 firm i instytucji bezpośrednio zaangażowanych w branżę robotyki i automatyzacji na całym świecie.

Deklaracja określa 10 priorytetów skierowanych do rządów, niezależnie od struktury przemysłowej kraju czy stopnia zaawansowania automatyzacji:

- przyjęcie krajowej strategii robotyki,
- poprawa ogólnych warunków inwestycyjnych poprzez odpowiednio ukształtowaną politykę podatkową,
- rządy powinny używać robotów, a nie tylko je regulować,
- wprowadzenie robotyki do szkół,
- rzetelne komunikowanie nt. rzeczywistych wpływów robotyki i automatyzacji na rynek pracy,
- inwestowanie w robotykę wspomagającą i opiekuńczą,
- zwiększanie dostępności robotyki dla wszystkich,



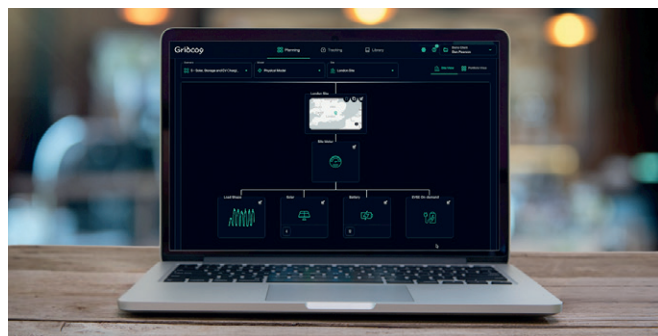
źródło: IFR

- odpowiednie regulacje i nadążanie za nowymi technologiami oraz unikanie zbędnych kosztów,
- popieranie standardów międzynarodowych, a nie tylko regionalnych,
- niwelowanie luki od innowacji do produkcji na większą skalę.

Deklaracja Barcelońska ma z czasem stać się międzynarodowym punktem odniesienia dla kształtowania polityk publicznych w obszarze robotyki i automatyzacji.

więcej: ifr.org

ABB inwestuje w rozwój cyfrowych projektów energetycznych



źródło: ABB

ABB zainwestowała w brytyjski startup Gridcog, rozwijający cyfrową platformę do modelowania złożonych mikrosieci, rozproszonych źródeł energii i rozwiązań typu „energia jako usługa”. Współpraca ma pomóc klientom szybciej projektować, porównywać i weryfikować zaawansowane przedsięwzięcia energetyczne już na wczesnym etapie, uwzględniając zarówno koszty, jak i ślad węglowy.

Strategiczna inwestycja mniejszościowa została zrealizowana przez ABB Electrification Ventures. Jej celem jest wzmocnienie możliwości modelowania wspierających wdrażanie odnawialnych źródeł energii, przemysłowych mikrosieci, rozproszonych zasobów energii, alternatywnych strategii zaopatrzenia, a także innych usług energetycznych zarówno dla klientów komercyjnych, jak i przemysłowych.

Dla ABB to kolejny krok w budowie ekosystemu partnerów rozwijających rozwiązania łączące oprogramowanie, sprzęt i usługi w modelu „jako usługa”. Firma podkreśla, że inwestycja wpisuje się w jej strategię wspierania klientów poszukujących technologii przynoszących korzyści zarówno ekonomiczne, jak i środowiskowe.

więcej: new.abb.com/pl

REKLAMA

SENSORIK

Optymalizacja dzięki wiedzy!

Czujniki do pomiaru:

- Czujniki przemieszczenia
- Czujniki kąta
- Czujniki nachylenia
- Czujniki przyspieszenia
- Czujniki drgań

Produkcja dostosowana do indywidualnych potrzeb – również w małych seriach.

Ciekawi?

abj-sensorik.de

To będzie największe w Polsce centrum danych dla AI

W Koninie powstanie największe w Polsce centrum danych dla sztucznej inteligencji. Według szacunków w pierwszym etapie projektu zużycie energii wyniesie 1 TWh, co wygeneruje nawet 100 MW mocy IT.

Data Center Konin to wielkoskalowa inwestycja o wartości blisko 3 miliardów euro, która powstaje na przygotowanych przez samorząd terenach inwestycyjnych w Koninie, aby wspierać dostarczanie rozwiązań opartych na AI. Pierwsze prace budowlane mają ruszyć już z początkiem 2027 r. Drugim inwestorem projektu będzie spółka CGE 171FF.

Zgodnie z projektem budowa Data Center Konin obejmie kampus posiadający cztery główne budynki serwerowe oraz zaplecze biurowo-logistyczne, obiekty kubaturowe, infrastrukturę techniczną oraz zaawansowane systemy zasilania awaryjnego, w tym dwanaście podziemnych zbiorników paliwa. Projekt kładzie duży nacisk na bezpieczeństwo operacyjne oraz ekologię, przewidując system odzysku ciepła odpadowego z serwerowni do celów grzewczych.

Zgodnie z treścią podpisanego listu intencyjnego Energa Obrót będzie preferowanym partnerem energetycznym dla inwestycji.

więcej: energa.pl

Komisja Europejska przyspiesza elektryfikację Europy

Komisja Europejska przedstawiła nowy plan działania na rzecz elektryfikacji, którego celem jest przyspieszenie odejścia od paliw kopalnych na rzecz energii elektrycznej w przemyśle, transporcie i budownictwie.

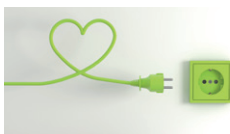
Bruksela chce, żeby Europa stała się pierwszym w świecie „elektrycznym” kontynentem, zwiększając udział elektryfikacji w zużyciu energii z obecnych 23% do 46% do 2040 r. Według Komisji osiągnięcie tego celu mogłoby przynieść unijnej gospodarce nawet 260 mld euro oszczędności rocznie na imporcie paliw kopalnych.

Plan wpisuje się w szerszą strategię wzmacniania konkurencyjności Europy, ograniczania zależności od zewnętrznych dostaw energii i zwiększania odporności na wstrząsy geopolityczne. Jednocześnie ma on przyspieszyć modernizację europejskiego systemu energetycznego i wesprzeć dekarbonizację gospodarki.

Korzyści z elektryfikacji mają odczuć nie tylko przedsiębiorstwa, lecz także konsumenci. Komisja podaje, że eksploatacja samochodu elektrycznego zasilanego bateryjnie może oznaczać oszczędności sięgające nawet 78% względem porównywalnego auta spalinowego. Z kolei przejście z kotłów gazowych na pompy ciepła może obniżyć rachunki za ogrzewanie przeciętnego gospodarstwa domowego w UE nawet o 60%.

Komisja proponuje działania, które mają zmniejszyć różnicę cenową między energią elektryczną a paliwami kopalnymi, a także przyspieszyć wdrażanie technologii opartych na prądzie, takich jak pompy ciepła, pojazdy elektryczne czy akumulatory. Wśród zapowiedzianych działań znalazły się m.in. możliwość obniżenia przez państwa członkowskie opłat sieciowych dla wybranych grup odbiorców, szybsze wdrażanie inteligentnych liczników, obniżenie kosztów technologii elektryfikacji w kluczowych sektorach, przyspieszenie rozbudowy europejskich sieci elektroenergetycznych czy wsparcie wdrażania innowacyjnych rozwiązań elektryfikacyjnych.

więcej: commission.europa.eu



źródło: BMW Group

Centrum innowacji energetycznych w Bielsku-Białej

Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB to największe w Polsce targi nowoczesnych urządzeń, aparatury i technologii dla przemysłu energetycznego – zarówno konwencjonalnego, jak i opartego na odnawialnych źródłach energii. To jednocześnie miejsce



źródło: ZIAD Bielsko-Biała

spotkań z najważniejszymi przedstawicielami przedsiębiorstw energetyki zawodowej i przemysłowej oraz projektantami czy dostawcami usług – zarówno z Polski, jak i z zagranicy. Tegoroczna, 39. już edycja targów odbędzie się w dniach 15–17 września br.

Zakres tematyczny targów obejmuje szerokie spektrum zagadnień związanych z nowoczesną energetyką. Prezentowane są rozwiązania dla energetyki zawodowej, przemysłowej i prosumenckiej, a także technologie z zakresu automatyki, telekomunikacji oraz elektroniki. Coraz większe znaczenie mają innowacje związane z odnawialnymi źródłami energii i elektromobilnością. W kontekście globalnych wyzwań szczególny nacisk kładziony jest na efektywność energetyczną, cyfryzację infrastruktury oraz rozwiązania proekologiczne.

Po raz pierwszy podczas targów ENERGETAB odbędą się Mistrzostwa Elektryków. W konkursie zmierzą się fachowcy w konkurencjach, które pozwolą sprawdzić ich wiedzę, precyzję, sprawność oraz umiejętność pracy pod presją czasu.

W tym roku na terenie targowym do dyspozycji wystawców i zwiedzających będzie nowoczesna hala B, która zastąpiła dotychczasowe pawilony O i W.

więcej: energetab.pl

Pierwszy ranking wiarygodności AI

Cybernews opublikował pierwszą edycję AI Trustworthiness Ranking – zestawienia oceniającego wiarygodność 500 firm technologicznych z 36 krajów. Analiza objęła cztery obszary: bezpieczeństwo, prywatność danych, transparentność organizacji i odbiór publiczny. Wyniki pokazują, że mimo rosnącej roli sztucznej inteligencji w codziennych procesach, wiele firm wciąż nie informuje jasno, co dzieje się z danymi użytkowników.



źródło: Freepik – DC Studio

Ranking zaufania AI to niezależna ocena wiodących firm z branży AI, zorientowanych na klienta, oparta na publicznie weryfikowalnych sygnałach zaufania.

Każda z ocenianych firm otrzymała wynik od 0 do 100 punktów. Te, które przekroczyły próg 75 punktów, zysały tytuł AI Trustworthiness Leader 2026. Na czele rankingu, obejmującego 21 kategorii – od asystentów AI, przez narzędzia produktywnościowe, po platformy do tworzenia muzyki – znalazł się Google (Gemini). Podium uzupełniają Krisp i Fireflies.ai, a na dalszych miejscach znalazły się: Adobe, Magnific, Writesonic, Veryfi, Salesforce, Grammarly oraz Lovable.

Spośród czterech ocenianych filarów najgorzej wypadło bezpieczeństwo – średnio zaledwie 32 punkty na 100. Najlepiej oceniono transparentność organizacyjną, ze średnim wynikiem 90 punktów.

więcej: cybernews.com

Finder Polska świętuje dekadę obecności na polskim rynku

Dziesięć lat działalności Finder Polska było okazją do spotkania z klientami, partnerami biznesowymi i przedstawicielami branży. Jubileuszowy bankiet, zorganizowany pod Poznaniem, miał przede wszystkim wymiar biznesowy – stanowił podsumowanie dotychczasowego rozwoju firmy oraz platformę do rozmów o przyszłości rynku automatyki i nowoczesnych instalacji elektrycznych.

Podczas wydarzenia Robert Soliński, prezes i założyciel Finder Polska, podziękował partnerom za wieloletnią współpracę i podkreślił, że firma konsekwentnie rozwija swoją działalność, inwestując w innowacyjne technologie oraz rozwiązania odpowiadające na zmieniające się potrzeby rynku.

Jednym z najważniejszych punktów programu była prezentacja szerokiego portfolio produktów Finder, obejmującego rozwiązania dla automatyki przemysłowej, automatyki budynkowej oraz zarządzania energią. Uczestnicy mieli możliwość bezpośrednich rozmów z ekspertami oraz zapoznania się z najnowszymi produktami i kierunkami rozwoju marki.

Jubileusz potwierdził rolę Finder Polska jako aktywnego uczestnika rynku, stawiającego na długofalowe partnerstwo, rozwój technologiczny i bliską współpracę z klientami. Spotkanie zakończyło się częścią integracyjną i programem artystycznym, które stworzyły okazję do dalszych rozmów i wymiany doświadczeń w mniej formalnej atmosferze.

więcej: findernet.com/pl/



źródło: Finder

Coraz szybszy odwrót od sieci typu Fieldbus

Firma HMS Networks opublikowała coroczną analizę rynku sieci przemysłowych, która dwunasty rok z rzędu śledzi sposoby, w jaki fabryki i konstruktorzy maszyn łączą swoje systemy automatyki. Badanie z 2026 r. potwierdza, że wieloletni proces wypierania tradycyjnych technologii Fieldbus przez standard Industrial Ethernet nie zwalnia tempa.



źródło: Magnific – victor217

Rynek ustabilizował się w 2025 r. po spowolnieniu z poprzedniego roku. Dostępność komponentów wróciła do normalnego poziomu, a nadwyżki zapasów magazynowych w wysoce zautomatyzowanych sektorach zostały w dużej mierze zredukowane. Podczas gdy europejski sektor motoryzacyjny nadal zmagął się z trudnościami, ogólna aktywność produkcyjna odnotowała skromne ożywienie, a w większości regionów wydatki kapitałowe na nowe projekty automatyzacji zostały wznowione.

Tegoroczna analiza pokazuje, że sieci przemysłowe oparte na technologii Ethernet stanowią obecnie 79% nowych węzłów, podczas gdy rok wcześniej odsetek ten wynosił 76%. Trzy wiodące protokoły Ethernet (PROFINET, EtherNet/IP i EtherCAT) nadal umacniały swoją pozycję, reprezentując łącznie około 3/4 rynku protokołów przewodowych.

Technologie Fieldbus reprezentują obecnie 14% nowych węzłów, co oznacza spadek z 17% w 2025 r. Trend spadkowy potwierdziła również organizacja PROFIBUS & PROFINET International, według której instalacje nowych węzłów PROFIBUS spadły z 1,1 miliona w 2024 r. do 1,0 miliona w 2025 r. PROFIBUS pozostaje największą siecią typu Fieldbus, ale z udziałem w globalnym rynku na poziomie zaledwie 4%.

Technologie bezprzewodowe zachowują poziom zbliżony do 2025 r., odpowiadając za 7% instalacji nowych węzłów. Spore zainteresowanie wciąż budzi technologia 5G, jednak tempo jej implementacji w przemyśle rozczarowuje, co jest wynikiem głównie sporej złożoności prywatnych sieci.

więcej: hms-networks.com

WEG otwiera nowy zakład produkcyjny BESS

Firma WEG zapowiedziała budowę nowego zakładu produkcyjnego poświęconego systemom magazynowania energii (BESS) w stanie Santa Catarina w Brazylii. Zakład ten będzie jednym z najbardziej zaawansowanych w kraju w tym segmencie.



źródło: WEG

Rozpoczęcie budowy nowego zakładu planowane jest w najbliższym czasie, a jego ukończenie przewidziano na drugą połowę 2027 r. Po uruchomieniu zakład stworzy około 90 bezpośrednich miejsc pracy i zwiększy moce produkcyjne WEG w zakresie systemów BESS do 2 GWh rocznie, co odpowiada około 400 systemom o pojemności 5 MWh.

Zakład będzie charakteryzował się wysokim stopniem automatyzacji, obejmującym automatyczne i półautomatyczne linie montażowe, a także wykorzystaniem autonomicznych robotów mobilnych do logistyki wewnętrznej.

Nowy zakład będzie przeznaczony do produkcji sprzętu na dużą skalę, w tym kondensatorów synchronicznych o mocy do 330 MVAR, turbogeneratorów o mocy do 200 MVA oraz szybkobieżnych silników indukcyjnych. Pozwoli to rozszerzyć zakres usług firmy WEG w zakresie silników, generatorów i turbin hydraulicznych o mocy do 300 MVA.

więcej: weg.net

Bosch Rexroth i Advantech tworzą gotową platformę brzegową

Firmy Bosch Rexroth i Advantech połączyły swoją wiedzę, oferując gotową platformę dla zastosowań przemysłowych. Klienci korzystają z połączenia otwartego i opartego na aplikacjach systemu operacyjnego ctrlX OS firmy Bosch Rexroth z ekosystemem i modułowym sprzętem firmy Advantech.



źródło: Bosch Rexroth

Celem współpracy jest uproszczenie rozwoju i adaptacji rozwiązań brzegowych. Stopniowo utworzona zostanie baza oprogramowania w rozwijającym się portfolio sprzętowym Advantech, umożliwiając elastyczne wdrożenie szerokiej gamy wymagań przemysłowych. Początkowo komputery IPC serii UNO będą dostarczane z fabryki z systemem operacyjnym ctrlX opartym na systemie Linux i preinstalowanymi aplikacjami z ctrlX OS Store, takimi jak zaporą ognia, Node-RED, InfluxDB i pulpit nawigacyjny IoT. Moduły aplikacji i moduły sprzętowe umożliwiają klientom szybkie i łatwe konfigurowanie bramek IoT.

Podczas gdy sprzęt Advantech oferuje oparte na potrzebach skalowanie kluczowych zasobów, takich jak pamięć operacyjna i przestrzeń dyskowa, otwarte podejście ctrlX OS otwiera również modułowy świat funkcji. Firmy mogą korzystać ze znormalizowanego sprzętu i dostosowywać go do konkretnego przypadku użycia za pomocą oprogramowania – od prostych bram IoT po zaawansowane aplikacje edge AI lub edge control.

więcej: boschrexroth.com/pl/pl/

Efektywność energetyczna w przemyśle

Technologie są ważne, ale liczy się też kolejność ich wdrażania

Rynek technologii wspierających efektywność energetyczną nigdy nie był tak dojrzały jak dziś. Czujniki IoT, systemy zarządzania energią (EMS), napędy o zmiennej prędkości, odnawialne źródła energii czy cyfrowe bliźniaki procesów produkcyjnych są powszechnie dostępne na rynku i nie stanowią już żadnej bariery technologicznej. A mimo to globalna energochłonność przemysłu praktycznie nie zmienia się od kilku lat, choć w ciągu ostatnich dwóch dekad, jak wynika z różnych szacunków, sektor ten zwiększył swoją wydajność energetyczną o blisko 20%.

Wojciech Traczyk



źródło: magnific – jannoon028



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Ten paradoks – dostępność technologii przy braku proporcjonalnej poprawy efektywności – nie wynika z braku wiedzy technicznej wśród przedsiębiorstw przemysłowych czy innych ograniczeń w ich implementacji. Częstym problemem jest też kolejność, w jakiej te technologie są wdrażane. Firma, która zamierza inwestować np. w zaawansowaną analitykę predykcijną, zanim wdroży podstawowe opomiarowanie procesów, w praktyce często

już kupuje narzędzie, które nie ma na czym pracować. Z kolei zakład, który przez lata poprzestaje jedynie na wymianie oświetlenia na LED-owe, nie wykorzystuje potencjału, jaki dają dziś firmom systemy zintegrowanego zarządzania oświetleniem.

W obu przypadkach efekt jest ten sam: niższy niż oczekiwany zwrot z inwestycji i frustracja zarządzających firmami związana z technologią, która „nie działa tak, jak obiecywano”.

Model dojrzałości zarządzania energią jako punkt odniesienia

Punktem wyjścia do świadomego doboru technologii jest odpowiedź na pytanie, na jakim etapie rozwoju systemu zarządzania energią znajduje się dane przedsiębiorstwo. Pomocne są tu koncepcje Energy Management Maturity Model (EMMM), rozwijane w oparciu o normę ISO 50001, a ostatnio dodatkowo uporządkowane przez normę ISO 50005, która wprowadza uproszczony, cztero-poziomowy model dojrzałości wdrażania systemu zarządzania energią (EnMS).

Poszczególne obszary tematyczne – od zaangażowania kierownictwa, przez pomiar, po ciągłe doskonalenie – przypisuje się w niej do jednego z czterech poziomów, a osiągnięcie najwyższego poziomu we wszystkich obszarach oznacza zbliżenie się do w pełni dojrzałego, efektywnego systemu zarządzania energią.

Uproszczony obraz takiego modelu, zaadaptowany na potrzeby przedsiębiorstwa produkcyjnego, przedstawia poniższa tabela.

Poziom dojrzałości	Charakterystyka przedsiębiorstwa	Kluczowe technologie na tym etapie
1. Brak systematycznych danych	Decyzje dotyczące energii podejmowane „po fakcie”, na podstawie faktur; brak wiedzy o strukturze zużycia	Liczniki podrzędne, czujniki IoT, pierwszy audyt energetyczny
2. Pomiar i podstawowa kontrola	Wiedza o tym, gdzie i kiedy energia jest tracona; pierwsze działania korygujące	Systemy monitoringu (BMS), oświetlenie LED ze sterowaniem, harmonogramowanie pracy urządzeń
3. Automatyzacja procesów	Sterowanie automatyczne wybranymi procesami energochłonnymi	Napędy o zmiennej prędkości (VSD/VFD), automatyka przemysłowa, systemy EMS
4. Zintegrowane zarządzanie i optymalizacja	Całościowy system EnMS obejmujący zakład, cykl ciągłego doskonalenia (PDCA)	Analityka predykcyjna i AI, cyfrowe bliźniaki procesów, magazyny energii, integracja z OZE

Warto podkreślić, że jest to narzędzie diagnostyczne, które pełni funkcję pomocniczą, a nie jest sztywną instrukcją, jak należy postępować krok po kroku. Pokazuje ono, jaki rodzaj technologii ma sens na danym etapie rozwoju firmy – nie oznacza to jednak, że każde przedsiębiorstwo musi przejść przez wszystkie poziomy w tej samej kolejności i tempie.

Nowe technologie jako odpowiedź na konkretny problem

Dynamiczny rozwój technologii przemysłowych daje firmom bardzo wiele możliwości inwestowania i wdrażania różnych ścieżek poprawy efektywności energetycznej. Poniżej przedstawiamy krótki przegląd tego, co jest obecnie dostępne na rynku. Warto jednak spojrzeć na nowoczesne technologie, które mogą realnie poprawić efektywność energetyczną firmy, przez pryzmat problemu, który są w stanie realnie rozwiązać w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

Czujniki IoT i systemy monitoringu zużycia energii odpowiadają na najbardziej podstawowy problem wielu firm produkcyjnych – brak konkretnych i rzeczywistych

danych. Bez tych rozwiązań firma może nie wiedzieć, które procesy generują największe koszty energetyczne. Nowoczesne liczniki komunikujące się bezprzewodowo (np. w standardach LoRaWAN, Modbus TCP czy poprzez istniejące sieci przemysłowe) pozwalają dziś wdrożyć taki monitoring znacznie szybciej i taniej niż jeszcze kilka lat temu. I to bez konieczności poważnych ingerencji w istniejącą infrastrukturę elektryczną zakładu. W praktyce oznacza to możliwość opomiarowania pojedynczej maszyny, linii produkcyjnej czy nawet wydzielonego obszaru oświetleniowego na hali produkcyjnej bez kosztownej przebudowy rozdzielni. W efekcie obniża to znacząco barierę wejścia dla wielu firm, które dopiero zaczynają systematyczne podejście do zarządzania energią. Zebrane w ten sposób dane trafiają zwykle do prostych platform wizualizacyjnych, które jednak już na tym wczesnym etapie pozwalają zidentyfikować oczywiste źródła strat, np. urządzenia pracujące na biegu jałowym poza godzinami produkcji.

Napędy o zmiennej prędkości obrotowej rozwiązują problem sztywnego, nieoptymalnego sterowania silnikami elektrycznymi – a to obszar o szczególnym znaczeniu dla przemysłu. Z danych Międzynarodowej Agencji Energetycznej (International Energy Agency – IEA) wynika, że systemy napędowe odpowiadają za ponad połowę światowego zużycia energii elektrycznej we wszystkich sektorach gospodarki, a same przemysłowe układy napędowe generują około 30% globalnego zużycia energii elektrycznej. Dopasowanie prędkości obrotowej silnika do rzeczywistego zapotrzebowania procesu – zamiast pracy ze stałą, maksymalną prędkością i dławieniem przepływu zaworami czy przepustnicami – należy do najbardziej sprawdzonych i najszybciej zwracających się inwestycji w efektywność energetyczną w zakładach produkcyjnych. Dotyczy to zwłaszcza aplikacji o zmiennym obciążeniu w czasie, takich jak pompy, wentylatory i sprężarki, gdzie zależność między prędkością obrotową a poborem mocy ma charakter w przybliżeniu sześcienny. Nawet więc stosunkowo niewielkie ograniczenie prędkości przekłada się na nieproporcjonalnie duży spadek zużycia energii. Warto przy tym pamiętać, że sam napęd o zmiennej prędkości bez odpowiedniego sygnału sterującego z systemu nadrzędnego wciąż będzie pracował w sposób daleki od optymalnego – stąd naturalne powiązanie tej technologii z kolejnym etapem, czyli automatyką i systemami EMS.

Systemy zarządzania energią nie tylko integrują dane z wielu punktów pomiarowych, ale pozwalają na automatyczne sterowanie pracą urządzeń energochłonnych – np. sprężarek, wentylacji czy układami chłodzenia – w zależności od rzeczywistego obciążenia produkcji, a nie sztywnego harmonogramu. To naturalny krok po etapie samego pomiaru: dane przestają być wykorzystywane wyłącznie do sporządzania raportów, a stają się podstawą do podejmowania automatycznych decyzji sterujących. W praktyce oznacza to np. automatyczne wyłączanie części instalacji sprężonego powietrza w godzinach niższego obciążenia produkcji, dynamiczne sterowanie temperaturą w halach w zależności od obecności pracowników, pracy maszyn i realizowanego procesu czy koordynację pracy kilku jednostek chłodniczych w taki sposób, żeby unikać jednoczesnego uruchamiania ich z pełną mocą. Istotną zaletą dojrzałych systemów EMS jest też możliwość generowania alarmów o odchyleniach od typowego profilu zużycia energii. Dzięki temu możliwe jest wykrywanie np. rozszczelnienia instalacji sprężonego powietrza czy

awarii urządzenia zanim jeszcze wpłynie ona istotnie na produkcję czy też zużycie energii.

Analityka predykcyjna i sztuczna inteligencja odpowiadają na całkowicie inny rodzaj problemu – reaktywność zarządzania energią. Klasyczne systemy EMS informują o tym, co już się wydarzyło; modele predykcyjne pozwalają natomiast przewidywać szczyty zapotrzebowania, zaplanować pracę urządzeń energochłonnych poza godzinami szczytu taryfowego czy wykrywać symptomy zbliżającej się awarii, zanim wpłynie ona na wzrost zużycia energii. Typowe zastosowania obejmują prognozowanie zapotrzebowania na energię z wyprzedzeniem godzinowym lub dobowym w celu optymalnego zaplanowania pracy urządzeń elastycznych czasowo, automatyczne wykrywanie anomalii w profilu zużycia poszczególnych maszyn (tzw. detekcja driftu energetycznego, która sygnalizuje postępujące zużycie mechaniczne) czy optymalizację nastaw regulacyjnych w procesach ciągłych, gdzie ręczne dostrajanie parametrów przez operatora rzadko przynosi korzyści na porównywalnym poziomie. To technologia o dużym potencjale – jednak pod warunkiem, że algorytm ma dostęp do wiarygodnych, historycznych danych pomiarowych.

Cyfrowe bliźniaki procesów produkcyjnych umożliwiają testowanie różnych scenariuszy optymalizacyjnych – np. zmiany harmonogramu pracy linii produkcyjnej czy parametrów procesu technologicznego – w środowisku wirtualnym, bez ryzyka zakłócenia rzeczywistej produkcji. To rozwiązanie jest szczególnie przydatne w zakładach o ciągłym cyklu produkcyjnym, gdzie każdy przestój generuje wysokie koszty, a eksperymentowanie na żywym procesie jest praktycznie niemożliwe. Model wirtualny, zasilany danymi z rzeczywistych czujników, pozwala np. sprawdzić, jak zmiana kolejności operacji technologicznych albo temperatury procesu wpłynie na łączne zużycie energii całej linii, zanim taka zmiana zostanie wdrożona fizycznie. W dłuższej perspektywie cyfrowy bliźniak może też służyć jako narzędzie szkoleniowe dla nowych operatorów, co pośrednio ogranicza ryzyko błędów operacyjnych generujących niepotrzebne zużycie energii.

Magazyny energii i ich integracja z odnawialnymi źródłami energii umożliwiają w aktywny sposób zarządzanie kosztami energii w czasie rzeczywistym – poprzez redukcję szczytowego zapotrzebowania (peak shaving) czy też zwiększenie autokonsumpcji energii z własnej instalacji fotowoltaicznej. To technologie, które pozwalają domknąć całościowy system zarządzania energią. Są najbardziej efektywne wtedy, gdy firma dysponuje już rozbudowanym monitoringiem i automatyką pozwalającą precyzyjnie sterować przepływem energii. Magazyn energii bez integracji z systemem EMS sprowadza się w praktyce do prostego bufora ładowanego i rozładowywanego według sztywnego harmonogramu. Dopiero połączenie go z danymi o bieżącym i planowanym obciążeniu zakładu, cenach energii w danej godzinie oraz prognozą produkcji z instalacji OZE pozwala w pełni wykorzystać jego potencjał do ograniczania kosztów zakupu energii i opłat za przekroczenie mocy umownej.

Wspólny mianownik wszystkich wyżej wymienionych technologii jest jeden: każda z nich przynosi realną wartość tylko wtedy, gdy zostaje wdrożona na odpowiadającym jej etapie dojrzałości energetycznej firmy. Wdrożenie analityki predykcyjnej w zakładzie produkcyjnym,

który nie ma jeszcze podstawowego opomiarowania, przypomina instalowanie nawigacji satelitarnej w samochodzie bez kół.

Od czego zależy optymalna kolejność wdrożeń

Wspomniany już wcześniej model dojrzałości i przypisane do niego technologie to użyteczny punkt odniesienia, ale jednak nie jest to uniwersalna recepta, która sprawdzi się w każdych warunkach. W praktyce o kolejności i doborze konkretnych rozwiązań powinno decydować co najmniej kilka czynników specyficznych dla danego przedsiębiorstwa.

Zasadnicze znaczenie z pewnością będą miały energochłonność i specyfika branży, w której działa dana firma. Inne bowiem priorytety inwestycyjne będzie miała huta czy cementownia, gdzie procesy termiczne i napędowe odpowiadają za większość kosztów energii, a inne zakład montażowy o relatywnie niskiej energochłonności, w którym większy efekt może przynieść optymalizacja oświetlenia i wentylacji niż inwestycje w automatykę procesową.

Równie istotne mogą się okazać wiek i stan technicznych istniejącej infrastruktury produkcyjnej. W zakładzie z przestarzałym parkiem maszynowym już sama wymiana jednostek napędowych na silniki o wyższej klasie sprawności energetycznej może przynieść większy i szybszy efekt niż inwestycja w zaawansowaną analitykę danych.

Dostępność kapitału i programów dofinansowania, w tym środków unijnych i krajowych funduszy wsparcia efektywności energetycznej, może uzasadniać przyspieszenie niektórych inwestycji poza „naturalną” kolejnością, która wynika ze wspomnianego modelu dojrzałości. Podobnie może działać presja regulacyjna i wymagania kontrahentów – firmy, które uczestniczą w łańcuchach dostaw dla odbiorców z obszaru Unii Europejskiej, coraz częściej muszą raportować ślad węglowy swoich produktów w związku z mechanizmem CBAM czy dyrektywą CSRD. Wymusza to na nich szybsze wdrożenie systematycznego monitoringu zużycia energii, niezależnie od tego, na jakim etapie rozwoju znajduje się reszta organizacji.

Wreszcie, dojrzałość danych i kompetencji zespołu technicznego przedsiębiorstwa wyznacza realny punkt startowy. Zakład, który od lat korzysta z rozbudowanego systemu SCADA do sterowania procesem produkcyjnym, dysponuje już częścią infrastruktury pomiarowej potrzebnej do wdrożenia zaawansowanej analityki energetycznej – i może „przeskoczyć” część wcześniejszych etapów szybciej niż firma, która dopiero zaczyna od zera inwestowanie w poprawę swojej efektywności energetycznej.

Wniosek jest praktyczny: model dojrzałości i zestawienie wcześniej wymienionych technologii służą przede wszystkim do zdiagnozowania punktu wyjścia i logiki doboru dostępnych rozwiązań. Natomiast konkretną mapę drogową należy zawsze opierać na przeprowadzonym audycie energetycznym własnego zakładu, a nie na uniwersalnym wzorcu.

Dane i pomiar podstawą efektywności energetycznej

Niezależnie od tego, którą technologię i na jakim etapie firma zdecyduje się wdrożyć, jeden element zawsze pozostanie niezwykle ważny. To jakość danych wejściowych, która decyduje o skuteczności każdego kolejnego rozwiązania. Nawet najbardziej zaawansowany algorytm predykcyjny nie zoptymalizuje w pełni procesu, dla

et INFO

5 najczęstszych błędów przy wdrażaniu technologii efektywności energetycznej

1. Inwestycja w zaawansowaną technologię bez wcześniejszego audytu energetycznego i podstawowego opomiarowania.
2. Traktowanie efektywności energetycznej jako projektu jednorazowego, a nie procesu ciągłego doskonalenia.
3. Pomijanie czynnika ludzkiego – brak szkolenia zespołu odpowiedzialnego za obsługę nowych systemów.
4. Brak integracji danych między działami (produkcją, utrzymaniem ruchu i działem energetycznym), przez co żadna z tych komórek nie ma pełnego obrazu sytuacji.
5. Liczenie zwrotu z inwestycji wyłącznie na podstawie cen katalogowych urządzeń, bez uwzględnienia kosztów wdrożenia, integracji i utrzymania systemu.

którego nie ma wiarygodnej historii pomiarów zużycia energii. Model uczy się bowiem na dostępnych danych, a niekompletne lub niskiej jakości dane wejściowe będą przekładać się na nierzetelne rekomendacje, niezależnie od tego, jak zaawansowane narzędzie za nimi stoi.

To dlatego kolejność „najpierw pomiar, potem automatyzacja, a na końcu optymalizacja predykcyjna” pojawia się w większości modeli dojrzałości zarządzania energią – nie jest to kwestia mody czy uproszczenia, lecz konsekwencja tego, jak działają systemy analityczne oparte na danych historycznych. Firma, która będzie chciała skorzystać z pełnego potencjału sztucznej inteligencji w zarządzaniu energią, powinna traktować inwestycję w rzetelny, systematyczny pomiar jako absolutny fundament – niezależnie od tego, czy zdecyduje się przejść przez wszystkie etapy modelu, czy część z nich świadomie pominąć.

Jak liczyć realny zwrot z inwestycji w nowe technologie

Kalkulacje zwrotu z inwestycji (return of investment – ROI) przygotowywane na etapie decyzji inwestycyjnej często opierają się na optymistycznych założeniach dostawcy technologii, które w praktyce rzadko w pełni się sprawdzają. Warto zatem uwzględniać w nich różnicę między „deklarowaną” a rzeczywistą oszczędnością energii, która może wynikać chociażby z tzw. efektu odbicia. Ma on miejsce wówczas, gdy część zaoszczędzonej energii lub kosztów zostaje „skonsumowana” przez zwiększenie produkcji lub luźniejsze podejście do dalszych oszczędności po wdrożeniu nowego rozwiązania.

W kalkulacji realnego zwrotu z inwestycji często pomijane są również koszty pośrednie: przestoje produkcyjne związane z instalacją i uruchomieniem nowego systemu, koszty szkolenia zespołu, a także koszty utrzymania i aktualizacji oprogramowania w kolejnych latach eksploatacji – szczególnie istotne w przypadku systemów opartych na analityce danych i uczeniu maszynowym, które

wymagają regularnego dostrajania modeli. Praktycznym rozwiązaniem, które przynajmniej częściowo ogranicza ryzyko rozczarowania efektami wdrożenia, jest przeprowadzenie pilotażu nowej technologii na wybranym obszarze zakładu (np. jednej linii produkcyjnej czy wydziale) jeszcze przed podjęciem decyzji o jej wdrożeniu w skali całego przedsiębiorstwa.

Rola czynnika organizacyjnego i kompetencji

Wdrożenie nowej technologii mającej poprawić efektywność energetyczną jest w praktyce procesem zarządzania zmianą, a nie wyłącznie projektem technicznym. Bardzo ważne jest więc wyznaczenie osoby lub zespołu odpowiedzialnego za zarządzanie energią w organizacji. Funkcja energy managera, która jest mocno ugruntowana już w większych przedsiębiorstwach przemysłowych w Europie Zachodniej, w Polsce wciąż bywa rozproszona pomiędzy dział techniczny, utrzymanie ruchu i dział ochrony środowiska. Niewątpliwie utrudnia to, i to dość znacząco, spójne zarządzanie danymi i priorytetami inwestycyjnymi.

Równie istotna jest umiejętność przedstawienia inwestycji w nowe technologie w języku zrozumiałym dla właściciela, zarządu czy działu finansowego – nie tylko jako redukcja zużycia energii wyrażona w kilowatogodzinach, ale jako narzędzia ograniczającego ryzyko biznesowe związane ze zmiennością cen energii, poprawiającego przewidywalność kosztów operacyjnych oraz wspierającego zgodność z coraz bardziej rygorystycznymi wymogami raportowania środowiskowego. Takie podejście znacząco zwiększa szanse na uzyskanie budżetu na kolejne etapy wdrożenia, wykraczające poza pojedynczy, punktowy projekt.

Podsumowanie

Wdrożenie nowoczesnych technologii – od prostych czujników IoT po zaawansowaną analitykę predykcyjną – może realnie zwiększyć efektywność energetyczną przedsiębiorstw przemysłowych. Co więcej, bardzo często bez udziału tych technologii znaczące ograniczenie zużycia energii będzie nierealne.

Jak pokazują dane IEA, sam potencjał oszczędności jest bardzo duży: skuteczne zarządzanie energią w przemyśle może przynieść średnio kilkanaście procent oszczędności już w pierwszym roku, a w niektórych przypadkach nawet około 30% redukcji zużycia. Warunkiem osiągnięcia takich efektów nie jest jednak posiadanie najbardziej zaawansowanego dostępnego na rynku rozwiązania, lecz dopasowanie technologii do rzeczywistego etapu rozwoju systemu zarządzania energią w danej firmie oraz konsekwentne, oparte na danych podejście do kolejnych inwestycji.

Dla przedsiębiorstwa, które planuje kolejne kroki w obszarze efektywności energetycznej, praktyczny punkt startowy można sprowadzić do czterech głównych pytań: Czy mamy rzetelny pomiar zużycia energii w kluczowych procesach? Na jakim etapie modelu dojrzałości rzeczywiście się znajdujemy? Jakie czynniki specyficzne dla naszej branży i organizacji powinny wpłynąć na kolejność inwestycji? I dopiero na końcu: która technologia najlepiej odpowiada na zdiagnozowany w ten sposób problem?

Odwrócenie tej kolejności – a więc zaczynanie np. od wyboru konkretnej technologii zamiast od przeprowadzenia szczegółowej diagnozy problemu – pozostaje wciąż jedną z głównych przyczyn rozczarowujących wyników inwestycji w efektywność energetyczną w polskim przemyśle. ■

Automatyka kolejowa

Jak Przemysł 4.0, IoT i AI zmieniają automatykę kolejową

Kolej przez długi czas kojarzyła się przede wszystkim z ciężką inżynierią mechaniczną, masywnymi konstrukcjami i niezbyt wyszukaną infrastrukturą stacjonarną. Choć przekaznikowe systemy sterowania ruchem kolejowym (SRK) charakteryzowały się niespotykaną w innych branżach niezawodnością, dzisiejsze wyzwania – rosnąca gęstość ruchu, presja na punktualność, brak wykwalifikowanych kadr i koszty energii – wymagają bardziej spektakularnego skoku technologicznego.

Wojciech Traczyk



źródło: Adobe Stock – ipopba



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Branża kolejowa przechodzi obecnie chyba najgłębszą transformację od czasu elektryfikacji. Przemysł 4.0, Internet Rzeczy (IoT) czy sztuczna inteligencja (AI) przekształcają automatykę kolejową z tradycyjnej, odizolowanej infrastruktury w otwarty, cyfrowy ekosystem, który jest zdolny do samodiagnostyki i podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym.

Od GSM-R do FRMCS – łączność jako krwiobieg automatyki kolejowej

System GSM-R, czyli dotychczasowy standard kolejowej łączności cyfrowej w Europie, osiągnął już kres swoich możliwości technologicznych. Oferuje on przesył danych rzędu kilkudziesięciu kilobitów na sekundę, co wystarczało

do komunikacji głosowej i podstawowej transmisji danych w ramach Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami (European Train Control System – ETCS), ale stanowi absolutne wąskie gardło dla nowej generacji automatyki.

Wdrażany standard FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) oparty na technologii 5G stanowi podstawę komunikacji nowoczesnej kolei. Zapewnia on:

- **wysoką przepustowość danych** – umożliwia przesyłanie strumieniowe obrazu z kamer HD/4K montowanych na pociągach i masowych danych z tysięcy czujników IoT,
- **niski czas opóźnienia (< 5 ms)** – bezpieczne sterowanie autonomiczne i płynną wymianę danych pociąg-pociąg (V2V) oraz pociąg-infrastruktura (V2I),

- **slicing sieciowy** – możliwość odizolowania ruchu o najwyższym priorytecie (krytycznego dla bezpieczeństwa ruchu) od standardowych usług pasażerskich.

Bez ultra-szybkiej i bezawaryjnej sieci 5G wdrożenie pełnej autonomii czy rozproszonego IoT w skali sieci krajowej byłoby niemożliwe.

IoT i diagnostyka predykcja

Tradycyjny model utrzymania ruchu bazował na przeglądach okresowych lub reakcji na zaistniałą awarię. Przemysł 4.0 wprowadza całkowicie nowe podejście do kwestii utrzymania ruchu, czyli konserwację predykcyjną. Wykorzystując nowoczesną technologię, możliwe jest przewidywanie wystąpienia usterki i wdrożenie odpowiednio wcześniej niezbędnych czynności serwisowych.

Najwrażliwszym elementem infrastruktury torowej od lat pozostają rozjazdy kolejowe. Współczesne napędy zwrotnicowe integruje się z czujnikami IoT, które analizują m.in. profil poboru prądu przez silnik, wibracje i temperaturę otoczenia. Odchylenie od wzorcowej krzywej prądowej świadczy o narastających oporach mechanicznych (np. braku smarowania czy zanieczyszczeniu podrozdziadnic). Algorytmy ML (uczenia maszynowego) są w stanie zidentyfikować problem nawet na kilka dni przed faktycznym zablokowaniem rozjazdu.

Ryzyko awarii nie dotyczy tylko infrastruktury kolejowej, ale również taboru szynowego. W celu jego zminimalizowania stosuje się różnego rodzaju zaawansowane układy pomiarowe, które monitorują tabor przejeżdżający z pełną prędkością (urządzenia detekcji stanów awaryjnych taboru – dSAT). W ramach tej grupy rozwiązań mamy m.in. systemy monitorowania pociągów, systemy detekcji płaskich miejsc (czujniki nacisku i światłowodowe czujniki odkształceń szyn wykrywają uderzenia wywołane uszkodzeniem powierzchni koła), detektory zgrzanych osi, systemy kontroli obciążenia osi oraz różnego rodzaju kamery termowizyjne i inne czujniki.

Sztuczna inteligencja w sterowaniu ruchem

Współczesna automatyka kolejowa coraz bardziej przesuwając ciężar decyzyjny z prostych układów logicznych na złożone sieci neuronowe wspierające dyżurnych ruchu i dyspozytorów.

W przypadku zakłóceń w ruchu (np. awarii sieci trakcyjnej) tradycyjne systemy opierały się na wiedzy i doświadczeniu dyspozytora. Nowoczesne systemy zarządzania ruchem (Traffic Management System – TMS), wspomagane przez AI, analizują w ułamku sekundy tysiące kombinacji rozkładowych. Przewidują kaskadowe opóźnienia i proponują optymalne rozwiązanie. Są w stanie dynamicznie zmieniać priorytety pociągów, wyznaczając trasy objazdowe i informując pasażerów w czasie rzeczywistym.

Ponieważ przejazdy kolejowo-drogowe od lat stanowią jedno z najniebezpieczniejszych miejsc w infrastrukturze drogowej, również one doczekały się nowoczesnych rozwiązań. Systemy wizyjne z przetwarzaniem krawędziowym (Edge AI) pozwalają m.in. na:

- błyskawiczne wykrycie przeszkody (samochód, pieszy, przedmiot) w strefie niebezpiecznej przejazdu,
- automatyczne przekazanie sygnału do systemu zatrzymania pociągu (np. ETCS), zanim maszynista dostrzeże zagrożenie,
- autonomiczną inspekcję stanu infrastruktury (szyn, mocowań, wskaźników) przy użyciu kamer montowanych na czołach pociągów rozkładowych.

Autonomiczna kolej i nowa generacja systemów zarządzania

Podobnie jak w przypadku transportu samochodowego, również pociągi przyszłości być może będą się poruszać bez

nadzoru człowieka. Autonomia prowadzenia pociągów opisana jest czterostopniową skalą GoA (Grade of Automation) – od wsparcia maszynisty (GoA1) po pełną autonomię bez personelu na pokładzie (GoA4).

Połączenie Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami (ETCS) z technologią Automatycznego Prowadzenia Pociągu (ATO) pozwoli na realizację operacji w standardzie GoA2/GoA3 na liniach magistralnych. System ATO odpowiada za optymalne przyspieszanie i hamowanie, realizując profil jazdy ukierunkowany na minimalizację zużycia energii elektrycznej przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej punktualności i maksymalnego bezpieczeństwa.

W tradycyjnej automatyce linia kolejowa podzielona jest na sztywne odstępy blokowe zabezpieczane przez liczniki osi lub obwody torowe. Pociąg zajmuje cały odstęp, niezależnie od tego, czy ma 50 m czy 600 m długości.

Najnowsza generacja systemu ETCS zmienia nieco to podejście. Rezygnuje się bowiem ze stacjonarnych urządzeń kontroli niezajętości toru na rzecz ciągłego monitorowania integralności pociągu. Wprowadza się jednocześnie pojęcie ruchomego odstępu blokowego (Moving Block). W tym podejściu bezpieczna odległość między pociągami obliczana jest dynamicznie na podstawie ich aktualnej prędkości i drogi hamowania. W efekcie można zwiększyć przepustowość istniejących linii kolejowych nawet o 30-40%.

Cyfrowy bliźniak i cyberbezpieczeństwo

Integracja danych z systemów BIM (Building Information Modeling), skanowania laserowego LiDAR czy bieżących odczytów z urządzeń IoT pozwala na stworzenie cyfrowych bliźniaków różnych elementów infrastruktury kolejowej. Mając takie wirtualne odwzorowanie np. jakiegoś odcinka linii kolejowej, inżynierowie automatyki mogą w środowisku cyfrowym symulować wprowadzanie nowych rozkładów jazdy, sprawdzać obciążenie podstacji trakcyjnych, testować zachowanie urządzeń SRK w warunkach ekstremalnych awarii, a nawet planować prace modernizacyjne bez wstrzymywania ruchu.

Jednocześnie przejście z zamkniętych układów przekazników i dedykowanych kabli na otwarte protokoły IP, komunikację bezprzewodową i usługi chmurowe stwarza zupełnie nowe wektory ataków dla cyberprzestępców.

Współczesna automatyka kolejowa musi więc odpowiadać rygorystycznym normom cyberbezpieczeństwa, takim jak IEC 62443 oraz dyrektywa NIS 2. Niezwykle ważne jest w tym kontekście odizolowanie sieci operacyjnych (OT) od sieci informatycznych (IT), stosowanie szyfrowania kluczem publicznym dla transmisji danych sterujących i ciągłe monitorowanie ruchu sieciowego pod kątem anomalii za pomocą dedykowanych systemów SIEM/SOC.

Jaka będzie kolej przyszłości?

Automatyka branży kolejowej przestała być jedynie domeną, która łączy elementy z obszaru elektrotechniki i mechaniki precyzyjnej. Jest obecnie zaawansowaną dyscypliną, w której coraz większą rolę odgrywają i będą odgrywać technologie z obszaru IT/OT, w tym m.in. algorytmy uczenia maszynowego, szybka łączność bezprzewodowa i analityka Big Data.

Dodatkowa integracja IoT, sztucznej inteligencji oraz standardów, takich jak FRMCS, nie tylko podnosi bezpieczeństwo na dużo wyższy poziom, ale przede wszystkim pozwala kolei konkurować z transportem drogowym i lotniczym pod względem elastyczności, przepustowości i ekologii. W erze Przemysłu 4.0 pociągi będą ewoluować w kierunku zaawansowanych centrum obliczeniowych na kołach, które dodatkowo będą się poruszać po inteligentnych, samodiagnostujących się torach. ■

Przełączniki

Automatyka przełącznikowa w kolejnictwie

Finder to wiodący europejski producent przełączników elektromagnetycznych, czasowych i gniazd, który działa na rynku od 1954 r. Nasze doświadczenie w branży i ścisła specjalizacja powodują, że dostarczamy unikalny asortyment pod wieloma względami technicznymi, dzięki czemu nasi odbiorcy mogą liczyć na długą sprawność instalowanych podzespołów. Jakość, innowacyjność, ciągłe badania i najnowocześniejsze technologie są siłami napędzającymi międzynarodowy sukces Findera. W szerokiej gamie profesjonalnych rozwiązań automatyki przełącznikowej znaczące miejsce zajmują komponenty dedykowane do zastosowań w branży kolejowej.

Łukasz Fryska

Automatyka przełącznikowa w kolejnictwie podlega znacząco wyższym wymaganiom technicznym – takim jak szersze zakresy zadziałania, wyższa odporność na wstrząsy i wibracje, praca w szerszym zakresie temperatur i wilgotności, a także odporność wszystkich ich elementów na temperaturę i płomienie.

Charakterystyka odporności materiałów na ogień

Przełączniki wraz z gniazdami i akcesoriami są produkowane z użyciem specjalnych materiałów izolacyjnych, które spełniają wymogi R26 odporności na ogień zgodnie ze standardem EN 45545-2:2013 dla produktów z kategorii EL10. Wymóg R26, dla poziomów niebezpiecznych HL1 do HL3, odpowiada klasie V0 dla pionowych prób palności zgodnie z EN 60695-11-10.

Cechy mechaniczne i klimatyczne

Odporność na wibracje i wstrząsy przełączników oraz gniazd i akcesoriów jest zgodna z zaleceniami normy EN 61373 dla kategorii 1, klasy produktów B. Odporność na temperaturę oraz wilgotność jest zgodna z zaleceniami normy EN 50155, klasy TX (dla gniazd i przełączników) lub klasy T1 (dla przełączników czasowych i nadzorczych).

Przełączniki kolejowe

Przełączniki kolejowe dedykowane do montażu na gniazdo to rozwiązania zgrupowane w seriach 46T, 55T i 56T. Omawiane serie gwarantują dostępność rozwiązań o prądzie znamionowym do 16 A oraz do 4 zestyków przełączających. Tego typu przełączniki w rozwiązaniach kolejowych cechują się poszerzonym zakresem napięcia zasilania DC,



▲ Przełącznik kolejowy serii 46T z gniazdem serii 97.P1.7 w wykonaniu do zastosowań w kolejnictwie.

a także – ze względu na konieczność zapewnienia odporności na wibracje – najczęściej współpracują z gniazdami z zaciskami typ Push-IN (technologia samozaciskowa).

Obszary ich zastosowań to m.in.: sterowanie oświetleniem zewnętrznym i wewnętrznym, konsola maszynisty, sterowanie pantografem, sterowanie drzwiami czy panele informacyjne itp.

Przełączniki funkcyjne i moduły z mechanicznie sprzężonymi zestykami

W automatyce taboru kolejowego oraz pojazdów szynowych szczególną rolę odgrywają przełączniki funkcyjne: przełączniki czasowe serii 80T i 83, a także nadzorcze serii 70T oraz moduły przełącznikowe z mechanicznie sprzężonymi zestykami serii 7S.

Wielofunkcyjność (opóźnione załączanie czy symetryczny impulsator) oraz szeroki zakres skali czasowych (od 0,05 s do 24 h) przełączników czasowych serii 80T i 83 daje możliwość projektowania algorytmów gwarantujących niezawodną pracę układów automatyki.

Elektroniczne przełączniki nadzorcze to rozwiązania stosowane w układach trójfazowych, które gwarantują bezpieczeństwo w sytuacjach rotacji i wypadnięcia faz.



Łukasz Fryska
Dyrektor sprzedaży
Finder

źródło: Finder



Seria 70T
Przełącznik nadzorczy



Seria 7S
Moduł przełącznikowy z mechanicznie sprzężonymi zestykami



Seria 80T
Modułowy przełącznik czasowy



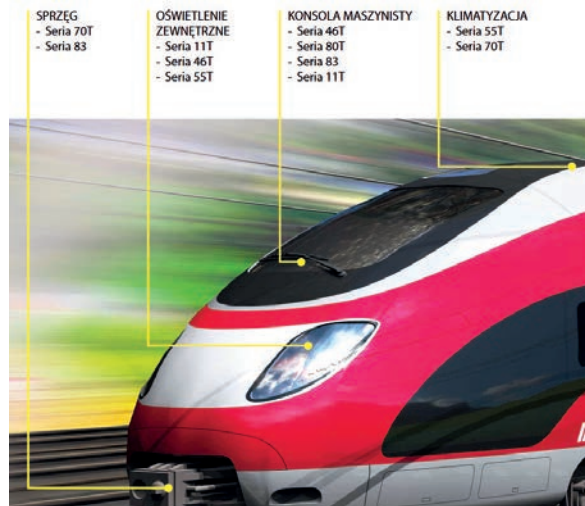
Seria 83
Modułowy przełącznik czasowy

▲ Przełączniki funkcyjne oraz moduły przełącznikowe z mechanicznie sprzężonymi zestykami do zastosowań kolejowych.

Szeroki zakres kontroli napięć (208...408 V) oraz dostępność rozwiązań do 2 zestyków przełącznych z pozytywną logiką bezpieczeństwa (zestyk otwiera się po wykryciu błędu) sprawiają, że przełączniki nadzorcze serii 70T gwarantują wielofunkcyjny i elastyczny nadzór automatyki w kolejnictwie.

Z zagadnieniem bezpieczeństwa w kolejnictwie nieodzownie związane są przełączniki z mechanicznie sprzężonymi zestykami. Ich zastosowanie w obrębie systemów bezpie-

czeństwa gwarantuje ich funkcjonalne bezpieczeństwo i niezawodność oraz przyczynia się do podniesienia standardów bezpieczeństwa. Idea bezpieczeństwa polega na tym, że co najmniej jeden zestyk NO i jeden zestyk NC są sprzężone mechanicznie (z wymuszonym prowadzeniem). Tak więc, jeśli jeden z zestyków jest otwarty, to drugi jest zabezpieczony przed otwarciem (i odwrotnie). Ta cecha wykorzystywana jest np. do wykrywania błędów. W szczególności pozwala to na wykrywanie niebez-



▲ Produkty do branży kolejowej – podróż, która robi różnicę.

piecznych błędów, np. sklejenie zestyku, co gwarantuje wysoki stopień bezpieczeństwa.

Ofertę komponentów firmy Finder w zastosowaniach w kolejnictwie dodatkowo uzupełniają przełączniki do automatycznej kontroli oświetlenia serii 11T oraz styczniki modułowe serii 22. ■



Nowoczesna technologia dla komfortu podróżowania

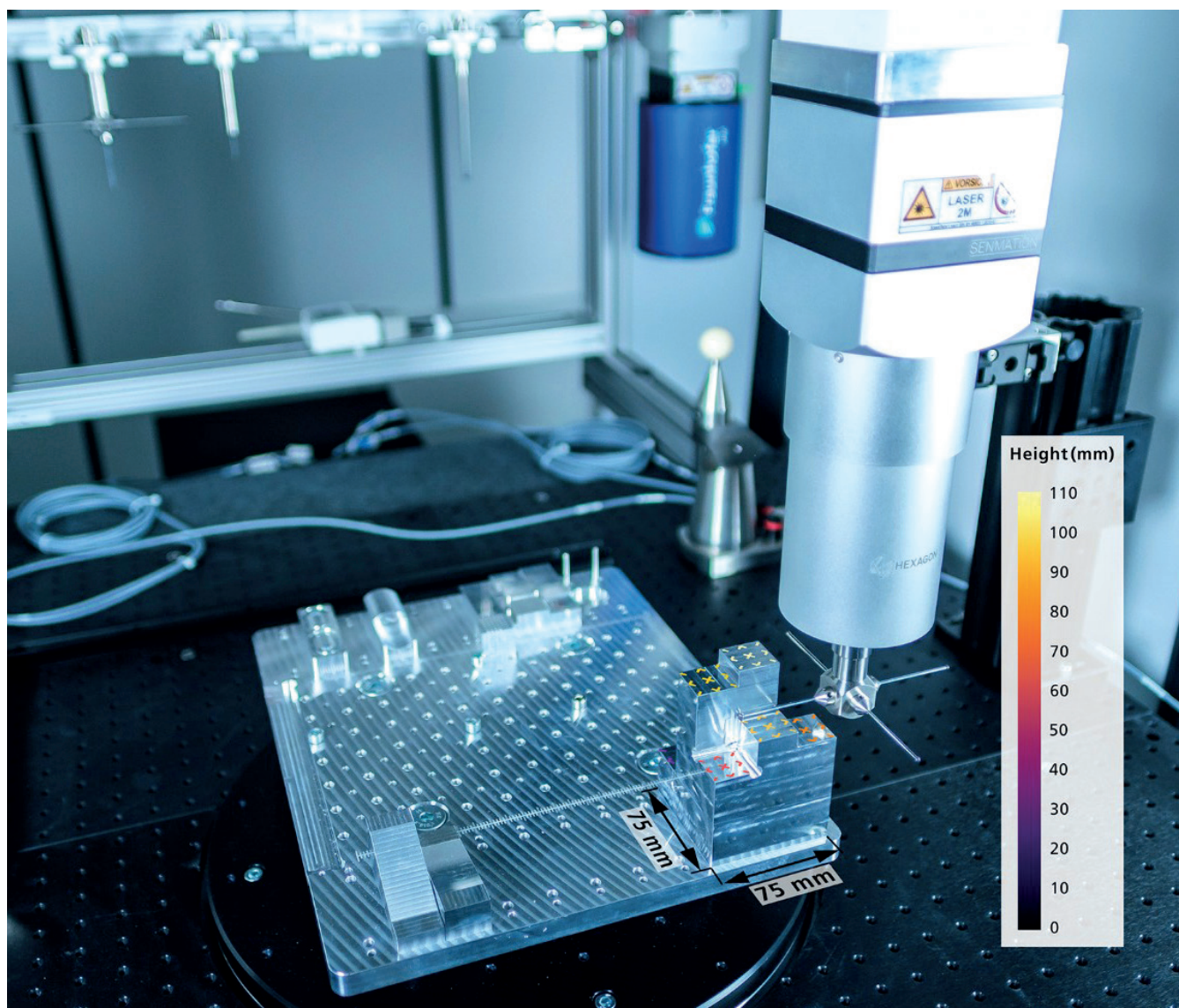
Produkty przeznaczone do urządzeń pomocniczych oraz systemów sterowania drzwiami w pojazdach szynowych.



Seria 7S
Modułowe przełączniki z mechanicznie sprzężonymi zestykami



Seria 55T
Miniaturowy przełącznik przemysłowy



źródło: Fraunhofer IPM

Cyfrowa holografia w pomiarach CMM

Naukowcy z Instytutu Fraunhofera IPM po raz pierwszy na świecie zintegrowali cyfrowy czujnik holograficzny ze współrzędną maszyną pomiarową (CMM), otwierając nowy rozdział w kontroli jakości precyzyjnych komponentów. Rozwiązanie łączy zalety pomiarów dotykowych z szybkością i wysoką rozdzielczością optycznej holografii cyfrowej.

Zastosowana technologia cyfrowej holografii wielodługościowej umożliwia szybkie i bardzo dokładne odwzorowanie topografii powierzchni na dużych obszarach. Czujnik HoloTop NX, opracowany przez Fraunhofer IPM, potrafi zmierzyć powierzchnię obiektu wielkości monety w około 0,1 s, generując nawet

9 mln punktów 3D. System osiąga dokładność na poziomie sub-mikrometrowym i jest już wykorzystywany w zastosowaniach przemysłowych do 100-procentowej kontroli jakości.

Nowością jest pełna integracja czujnika z maszyną współrzędną Leitz Infinity 12.10.7 (seria PMM-C) firmy Hexagon. Bezprzewodową komunikację i automatyczną wymianę czujników zapewnia interfejs SENMATION, co umożliwia płynne przełączanie między pomiarami optycznymi i dotykowymi oraz łączenie ich wyników w jednym procesie.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Nowa generacja przenośnych przepływomierzy ultradźwiękowych

Firma Emerson zaprezentowała nową serię przenośnych, bezinwazyjnych przepływomierzy ultradźwiękowych typu clamp-on. Flexim FLUXUS 631 zapewniają elastyczny, precyzyjny i niezawodny pomiar przepływu cieczy, gazów i pary. Bezinwazyjna instalacja zwiększa efektywność utrzymania ruchu oraz pomaga poprawić wydajność instalacji i oszczędzać energię.

Seria 631 zapewnia dokładne pomiary przepływu wszędzie tam, gdzie nie da się zastosować przepływomierzy stacjonarnych. Wyeliminowanie obszarów nieopomiarowanych zapobiega nieplanowanym przestojom. Użytkownicy mogą również niezależnie weryfikować działanie istniejących instalacji pomiarowych oraz oceniać wydajność pomp, sprężarek i innych urządzeń w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Umożliwia to szybsze podejmowanie decyzji operacyjnych, co przekłada się na lepsze wyniki. Możliwość wykonania pomiaru praktycznie w każdym punkcie umożliwia monitorowanie stanu urządzeń, wykrywanie nieszczelności oraz analizę efektywności energetycznej.

Prosta, intuicyjna konfiguracja przepływomierzy serii 631 sprawia, że pomiar przepływu cieczy można uruchomić w mniej niż 5 min. Udoskonalony interfejs użytkownika wyposażono w duży, zintegrowany wyświetlacz. Grafiki instalacyjne, bieżące wartości pomiarowe i wizualizacja trendów ułatwiają obsługę urządzenia w terenie. Akumulator litowo-jonowy o dużej pojemności zapewnia ponad 25 godzin autonomicznej pracy, a tryb niskiego zużycia energii wydłuża czas pracy nawet do 80 dni w aplikacjach wymagających długoterminowego monitorowania.



źródło: Emerson

więcej: emerson.com

Precyzyjne sterowanie w trudnych warunkach

Modele palcowe joysticków uchodzą za wzorcowy interfejs na styku człowieka i maszyny. Dzięki nim operator uzyskuje bardzo dokładną kontrolę, gdyż sterowanie odbywa się palcami, co pozwala na niezwykłą czułość ruchu. To właśnie dzięki temu joysticki średniej wielkości zyskały szerokie zastosowanie zarówno w instalacjach przemysłowych, jak i w pojazdach komunalnych, sprzęcie specjalistycznym czy aparaturze medycznej.



źródło: Wobit

Konsole operatorskie pojazdów manipulacyjnych, robotów mobilnych czy systemów bezałogowych muszą korzystać z interfejsu wiernie przekładającego każdy ruch operatora na sygnał sterujący. Przemysłowy joystick palcowy TRY21 marki Megatron odpowiada na te potrzeby dzięki bezstykowemu rozwiązaniu, które bazuje na efekcie Halla i niewielkich gabarytach pokręta.

W konstrukcji TRY21 zastosowano czujniki Halla, dzięki czemu wyeliminowano potrzebę wykorzystania mechanicznych styków ślizgowych. To rozwiązanie ma bezpośrednie przełożenie na parametry elektryczne i trwałość urządzenia (czysty sygnał wyjściowy, wydłużona żywotność mechaniczna i wysoka czułość działania).

Pojazdy manipulacyjne często działają w strefach podwyższonego ryzyka – przy neutralizacji niewybuchów czy rozpoznawaniu terenu podczas pożarów lasów. Stabilny sygnał generowany przez TRY21 zapewnia operatorowi pełną kontrolę nad ruchem maszyny nawet w tak wymagających okolicznościach.

więcej: wobit.com.pl

Zindywidualizowany sterownik OEM dla kurtyn powietrznych i grzewczych

Niemiecka firma akYtec zaprojektowała i wprowadziła na rynek sterownik OEM dostosowany do potrzeb czołowego producenta kurtyn powietrznych i grzewczych. W projekcie wykorzystano standardowe komponenty, w tym programowalny przełącznik PR103, dzięki czemu możliwe było ograniczenie kosztów prac rozwojowych.

Opracowany system sterowania obsługuje typowe tryby pracy komercyjnych i przemysłowych instalacji kurtyn powietrznych. Należą do nich m.in. automatyczne sterowanie ogrzewaniem i temperaturą, regulacja prędkości obrotowej wentylatorów oraz różne tryby pracy wykorzystujące sygnał ze styku drzwiowego.

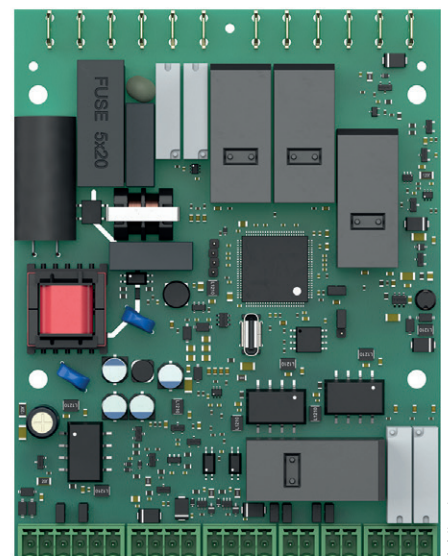
Sterownik pozwala także definiować zrońnicowane harmonogramy pracy, korzystać z funkcji ochrony urządzeń oraz monitorować alarmy i błędy. Rozwiązanie współpracuje

zarówno z kurtynami wyposażonymi w nagrzewnice elektryczne, jak i wodne. Można je również łatwo dostosować do różnych rodzin produktów znajdujących się w portfolio klienta.

Sterownik bazuje na platformie PR103. W jednym, kompaktowym urządzeniu przeznaczonym do montażu na szynie DIN połączono logikę sterowania, interfejs użytkownika i funkcje komunikacyjne.

Uniwersalne wejścia i wyjścia cyfrowe oraz analogowe, obsługa czujników temperatury i urządzeń polowych HVAC, a także interfejs RS-485 z protokołem MODBUS ułatwiają integrację sterownika z różnymi koncepcjami instalacji. Urządzenie wyposażono również w zegar czasu rzeczywistego z funkcjami harmonogramu.

Kompaktowa konstrukcja pozwala oszczędzić miejsce w szafie sterowniczej, natomiast



źródło: akYtec

wysoka niezawodność zapewnia ciągłą i bezawaryjną pracę nawet w wymagających warunkach przemysłowych.

więcej: akytec.de

Systemy zarządzania jakością

ESG w praktyce przemysłowej – jak systemy zarządzania energią wspierają raportowanie niefinansowe?

W przedsiębiorstwach przemysłowych raportowanie niefinansowe ESG opiera się m.in. na danych z poziomu maszyn, linii produkcyjnych czy mediów. Bardzo ważną rolę w przygotowaniu takich raportów odgrywają więc systemy zarządzania energią (Energy Management System – EMS). To one dostarczają danych wymaganych przez standardy raportowania, a także umożliwiają weryfikację źródeł pomiaru. W praktyce oznacza to, że jakość raportu ESG zależy w olbrzymiej mierze od architektury takiego systemu.

Wojciech Traczyk

Jeszcze kilka lat temu skrót ESG kojarzył się głównie z działami zrównoważonego rozwoju dużych przedsiębiorstw i giełdowych spółek. Dziś, wraz z rozwojem unijnych regulacji, temat ten dociera również do zakładów przemysłowych, w tym do osób, które są odpowiedzialne za energię i automatykę przemysłową. W efekcie to właśnie infrastruktura pomiarowa i analityczna będzie decydować o zawartości raportu ESG, a w konsekwencji – budować zaufanie inwestorów i klientów.

Czym jest raportowanie ESG?

ESG to skrót od trzech angielskich słów: Environmental (środowisko), Social (społeczeństwo) i Governance (ład korporacyjny). Raportowanie ESG polega na ujawnianiu przez przedsiębiorstwo informacji, które dotyczą tych trzech obszarów w sposób ustrukturyzowany, porównywalny i możliwy do zweryfikowania – analogicznie do sprawozdania finansowego.

W obszarze środowiskowym firma prezentuje dane o zużyciu energii i surowców, emisjach gazów cieplarnianych, gospodarce odpadami oraz wpływie na bioróżnorodność i klimat. Obszar społeczny obejmuje politykę zatrudnienia, warunki i bezpieczeństwo pracy, relacje



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

z lokalną społecznością oraz kwestie różnorodności i praw człowieka w łańcuchu dostaw. Obszar ładu korporacyjnego dotyczy struktury zarządzania, praktyk antykorupcyjnych, zarządzania ryzykiem oraz przejrzystości podejmowanych decyzji.

Podstawą prawną obowiązku raportowania jest unijna dyrektywa CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), która zastąpiła wcześniej obowiązującą dyrektywę NFRD (Non-Financial Reporting Directive) i znacząco poszerzyła krąg podmiotów zobowiązanych do publikacji sprawozdań o zrównoważonym rozwoju. Sprawozdania te muszą być sporządzane według jednolitych, szczegółowych standardów (Europejskich Standardów Raportowania Zrównoważonego Rozwoju – ERS), co ma zapewnić ich porównywalność między firmami i krajami.

Celem tych regulacji jest przede wszystkim zwiększenie przejrzystości rynku. Inwestorzy, banki, kontrahenci i klienci coraz częściej chcą wiedzieć nie tylko, ile firma zarabia, ale też jak wpływa na otoczenie i jak zarządza ryzykiem związanym ze zmianami klimatu. W wielu branżach raport ESG staje się dziś dokumentem równie istotnym jak sprawozdanie finansowe – bywa warunkiem dostępu do finansowania, udziału w przetargach czy utrzymania pozycji w łańcuchu dostaw dużych koncernów.

Harmonogram wdrażania raportowania ESG

Terminy wejścia w życie obowiązku raportowania ESG były rozłożone na kilka etapów (tzw. „fal”), które obejmowały coraz szersze grono przedsiębiorstw. Wiosną 2025 r. Unia Europejska przyjęła jednak tzw. dyrektywę „stop-the-clock” (2025/794), która była częścią pakietu upraszczającego regulacje ESG (Omnibus I). W efekcie przesunięto o dwa lata terminy dla drugiej i trzeciej fali podmiotów. W Polsce zmianę tę wdrożono ustawą z 9 lipca 2025 r. (ustawa o zmianie ustawy o rachunkowości, ustawy o biegłych rewidentach, firmach audytorskich oraz nadzorze publicznym oraz niektórych innych ustaw).

Harmonogram wprowadzania obowiązku raportowania ESG			
Fala	Podmioty objęte obowiązkiem	Pierwszy rok raportowania	Publikacja pierwszego raportu
I	Duże jednostki zaufania publicznego (powyżej 500 pracowników), objęte wcześniej dyrektywą NFRD	Rok obrotowy 2024	2025
II	Pozostałe duże przedsiębiorstwa spełniające co najmniej dwa z trzech kryteriów: ponad 250 pracowników, ponad 25 mln euro sumy bilansowej, ponad 50 mln euro przychodów	Rok obrotowy 2027 (pierwotnie 2025)	2028
III	Notowane na giełdzie małe i średnie przedsiębiorstwa oraz małe, niezłożone instytucje kredytowe i captive	Rok obrotowy 2028 (pierwotnie 2026), możliwość dalszego opóźnienia do 2029/2030	2029
IV	Duże grupy spoza UE osiągające znaczące przychody na rynku unijnym	Rok obrotowy 2028	2029

źródło: opracowanie własne

Jaki wpływ na raportowanie ESG mają systemy zarządzania energią?

Rola systemów zarządzania energią w procesie raportowania ESG jest znacznie większa, niż mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka. To właśnie one dostarczają twardych, mierzalnych danych, które są fundamentem części środowiskowej raportu.

Wiarygodne dane o zużyciu energii. EMS pozwala na ciągłe monitorowanie zużycia energii elektrycznej, ciepłej i paliw w poszczególnych obszarach przedsiębiorstwa przemysłowego – od linii produkcyjnych, przez sprężarkownie, po systemy wentylacji i chłodzenia. Zamiast szacunków opartych na fakturach czy uśrednionych wskaźnikach, raportowanie ESG może opierać się na rzeczywistych, zweryfikowanych pomiarach, co znacząco podnosi jakość i wiarygodność ujawnianych informacji.

Podstawa do wyliczenia śladu węglowego. Dane o zużyciu poszczególnych nośników energii są punktem wyjścia do obliczenia emisji gazów cieplarnianych, czyli jednego z najważniejszych elementów wskaźników środowiskowych. Bez rzetelnego pomiaru zużycia energii u źródła trudno bowiem mówić o wiarygodnym raporcie emisyjnym.

Identyfikacja obszarów do poprawy. Systematyczna analiza danych z EMS – trendów, odchyleń, wskaźników efektywności energetycznej – pozwala wskazywać konkretne działania redukujące zużycie energii i emisje. To z kolei umożliwia raportowanie nie tylko stanu obecnego, ale też mierzalnego postępu w realizacji celów klimatycznych, co jest wysoko cenione przez odbiorców raportów ESG.

Zgodność ze standardami raportowania. Dobrze zaprojektowany EMS może generować dane w formacie ułatwiającym ich wykorzystanie w uznanych ramach raportowania, takich jak wytyczne GRI czy zalecenia TCFD dotyczące ujawnień związanych z klimatem, co przekłada się bezpośrednio na spójność i kompletność raportu ESG.

Wsparcie w zarządzaniu ryzykiem. Analiza danych energetycznych pomaga też dostrzec ryzyka związane ze zmianami klimatu, rosnącymi cenami energii czy nowymi regulacjami emisyjnymi – a zarządzanie ryzykiem to przecież jeden z filarów obszaru Governance w raportowaniu ESG.

Synergia norm ISO i wymagań ESG

Warto zauważyć, że system zarządzania energią rzadko funkcjonuje w oderwaniu od innych systemów opartych na normach ISO – takich jak zarządzanie środowiskowe czy zarządzanie jakością. Ich wspólną cechą jest podejście procesowe: planowanie działań, przypisanie odpowiedzialności, systematyczna weryfikacja wyników i korygowanie niezgodności.

Taka struktura ma bezpośrednie przełożenie na jakość raportowania ESG. Po pierwsze, dane gromadzone raz, w ramach istniejącego systemu zarządzania, mogą być wykorzystywane wielokrotnie – do celów operacyjnych, certyfikacyjnych i sprawozdawczych – bez konieczności powielania pracy. Po drugie, wbudowane w normy ISO mechanizmy kontroli i audytu wewnętrznego zwiększają rzetelność danych niefinansowych, co ma znaczenie w kontekście rosnących wymogów dotyczących weryfikacji raportów ESG przez niezależnych audytorów. Po trzecie wreszcie, integracja systemów pozwala ograniczyć koszty i czas potrzebny na przygotowanie sprawozdania, ponieważ znaczna część niezbędnej infrastruktury jest już w firmie dostępna.

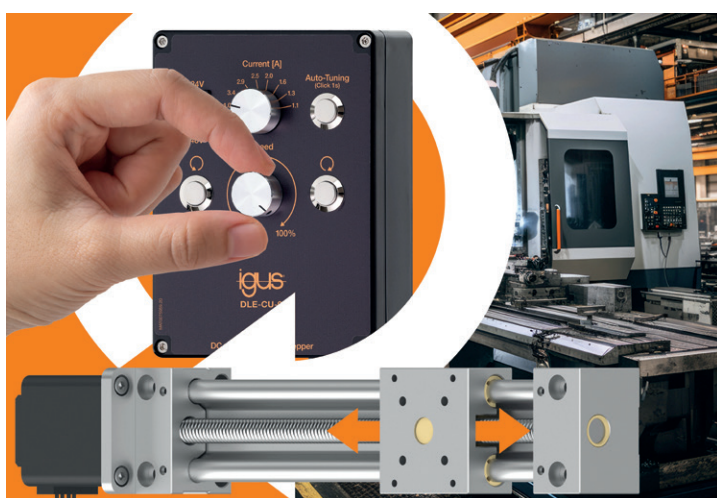
* * *

Raportowanie niefinansowe ESG, choć wywodzi się z regulacji o charakterze finansowo-prawnym, w praktyce w dużej mierze opiera się na danych technicznych – zwłaszcza tych dotyczących zużycia energii. Systemy zarządzania energią, funkcjonujące zgodnie z normą ISO 50001, dostarczają nie tylko podstaw do optymalizacji kosztów i efektywności energetycznej zakładu, ale są też dziś realnym narzędziem wspierającym spełnienie wymogów sprawozdawczości niefinansowej. ■

Sterowanie

Nowa jednostka sterownicza przyspiesza opracowywanie prototypów

Nowa jednostka sterownicza drylin DLE-CU-9 firmy igus umożliwia szybkie testowanie elektrycznych napędów liniowych. I to bez programowania.



▲ Dzięki nowej jednostce sterowniczej drylin elektryczne osie liniowe drylin można uruchomić w ciągu dwóch minut.



▲ Jednostka sterująca drylin DLE-CU-9.

źródło zdjęć: igus SE & Co. KG

Testowanie systemów liniowych z silnikami krokowymi w zaledwie kilka minut przed instalacją? Jest to możliwe wraz z nową jednostką sterowniczą drylin firmy igus. Kompaktowy drylin DLE-CU-9 eliminuje potrzebę uciążliwego okablowania z oddzielnymi systemami sterowania i IT, przyspieszając uruchamianie maszyn seryjnych i opracowywanie prototypów. Jest to również pełnoprawne rozwiązanie do prostych zadań automatyzacji.

Konstruktor opracowuje nową maszynę do obróbki metalu. Jednak wcześniejsze przetestowanie działania drzwi maszyny wymaga złożonej instalacji elektrycznej i systemu sterowania.

– Konfiguracja i uruchomienie systemu zajmują zwykle co najmniej dwie godziny. Jest to czas, który jest zbyt cenny, zwłaszcza podczas opracowywania prototypów – mówi **Robin Gehlen**, programista w dziale technologii napędowej drylin w **igus**. – Ponieważ otrzymaliśmy wiele prośb o rozwiązanie oszczędzające czas, opracowaliśmy nowy produkt: jednostkę sterowniczą drylin DLE-CU-9. Samodzielne rozwiązanie umożliwia testowanie systemów liniowych z silnikami krokowymi w około dwie minuty, bez systemu sterowania silnikiem lub laptopa.

Jednostka sterownicza tak kompaktowa jak książka w miękkiej oprawie

DLE-CU-9 to kompaktowe, szybkie i łatwe w obsłudze rozwiązanie do testowania napędów silnikowych. Jednostkę sterowniczą można szybko uruchomić w dowolnym

miejscu. Czarna skrzynka jest tak kompaktowa jak książka. Ma masę zaledwie 645 g, dzięki czemu jest łatwa w transporcie. Użytkownik musi jedynie podłączyć zasilacz i silnik krokowy w miejscu użytkowania. Prąd roboczy można regulować dla silników o różnych rozmiarach za pomocą przełącznika krokowego w ośmiu krokach – od 1,1 do 4 A. Dostępny jest również przełącznik napięcia roboczego w zakresie od 24 V do 48 V, który umożliwia uzyskanie różnych prędkości silnika.

Po wprowadzeniu tych ustawień można rozpocząć testowanie. Za pomocą przycisku automatycznego dostrajania moduł ustawia optymalne parametry sterowania, dzięki czemu silnik pracuje płynnie i cicho. Z kolei dzięki dwóm przyciskom użytkownik może szybko i łatwo przesuwać osie w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara lub zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Prędkość można płynnie regulować za pomocą pokrętki, co zapewnia precyzyjne dostosowanie do konkretnego zastosowania.

– Dzięki prostej obsłudze naszego systemu automatyzacja ruchów lub procesów jest możliwa nawet dla osób nieposiadających wiedzy z zakresu elektrotechniki – wyjaśnia **Robin Gehlen**.

W pełni funkcjonalny system sterowania silnikiem do prostych zadań automatyzacji

Jednostka sterownicza drylin DLE-CU-9 może być używana nie tylko jako moduł testowy. W prostych zastosowaniach moduł stanowi pełnoprawny system sterowania silnikiem. Przykładowo pracownik może użyć systemu

sterowania do przesunięcia przenośnika taśmowego w kabinie lakierniczej. Nie wymaga szafy sterowniczej, oddzielnego systemu sterowania ani połączenia IT. Jak tłumaczy **Robin Gehlen**, oszczędza to firmom wiele czasu na rozwój i konfigurację, a także znaczne koszty inwestycji.

Jednostki sterownicze

Dzięki sterownikom ręcznym igus serii DLE-CU można intuicyjnie i precyzyjnie sterować ruchami silnika – bez sterownika PLC lub laptopa. Z kolei integracja plug & play ze sterownikiem silnika D1 pozwala zaoszczędzić do 80% czasu potrzebnego na uruchomienie. W ofercie firmy igus znajduje się szeroka gama modeli serii DLE-CU. Dzięki temu użytkownicy mogą spełniać różne indywidualne wymagania – od precyzyjnej transmisji pozycji po szybką regulację. Jest to idealne rozwiązanie do prostych i zaawansowanych systemów automatyzacji. ■

Artykuł powstał na podstawie materiałów i zdjęć firmy igus.

et INFO

Najważniejsze cechy jednostki sterowniczej drylin DLE-CU-9

- idealna do prototypowania, uruchamiania i czynności serwisowych,
- szybkie dostosowanie do różnych silników i zastosowań,
- łatwa w obsłudze bez konieczności używania laptopa,
- przycisk automatycznego dostrajania automatycznie określa optymalne parametry silnika.

Zalety techniczne:

- przełącznik do wyboru napięcia roboczego 24 V lub 48 V,
- przełącznik krokowy do wyboru prądu roboczego silnika (do 4 A),
- płynna regulacja prędkości za pomocą pokrętła,
- dwa przyciski do ręcznego sterowania ruchem – zgodnym z ruchem wskazówek zegara i przeciwnym do niego.

Oszczędność kosztów:

- do łatwego testowania i regulacji nie jest potrzebny dodatkowy sprzęt,
- szybkie uruchomienie oszczędza czas i zmniejsza nakład pracy związany z konfiguracją.

Sprawdzona jakość:

- solidna i trwała konstrukcja,
- idealnie nadaje się do prototypowania, uruchamiania i czynności serwisowych.

Zrównoważony rozwój:

- zgodność z dyrektywą RoHS i oznaczeniem CE,
- możliwość ponownego użycia i wykorzystania do powtarzalnych procesów.

Postaw na bezsmarowe rozwiązania!



GO ZERO Lubrication!



Umów się na wizytę z naszym ekspertem, na żywo lub on-line!



igus® Sp. z o.o.
ul. Działkowa 121C
02-234 Warszawa
Tel. +48 22 863 57 70
info-pl@igus.net

igus®.pl

Jak znaleźć ukryte straty energii w zakładzie produkcyjnym

W kolejnej odsłonie działu „Przy tablicy” zapytaliśmy ekspertów, gdzie w zakładach produkcyjnych najczęściej kryją się niewykorzystane rezerwy energetyczne i od czego zacząć, żeby realnie poprawić efektywność energetyczną firmy. O roli pomiarów, monitoringu i danych, a także o tym, czy oszczędności wymagają dużych inwestycji, opowiadają: Radosław Rychter z POKÓJ S.E., Janetta Sałek z EVER i Piotr Szopiński z ifm electronic.

Rozmawiał: Wojciech Traczyk

Gdzie najczęściej kryją się rezerwy energetyczne w zakładach produkcyjnych? W jakich obszarach firmy tracą najwięcej, często nawet o tym nie wiedząc?



Radosław Rychter: Największe rezerwy energetyczne w zakładach produkcyjnych kryją się zwykle nie w głównych liniach technologicznych, lecz w obszarach traktowanych jako „oczywiste” i rzadko monitorowane. Najczęściej są to: sprężone powietrze, praca urządzeń na biegu jałowym poza godzinami produkcji, źle dobrane lub przewymiarowane silniki i napędy, brak odzysku ciepła z procesów oraz nieefektywne oświetlenie i klimatyzacja hal. Firmy tracą też na złej organizacji zmian produkcyjnych i braku pomiaru zużycia energii w rozbiu na poszczególne linie – bez tego nie widać, gdzie realnie „ucieka” prąd.



Janetta Sałek: Największe rezerwy energetyczne w zakładach produkcyjnych rzadko wynikają z jednego spektakularnego problemu. Częściej są sumą wielu drobnych strat: pracy urządzeń przy zbyt małym obciążeniu, niewłaściwych harmonogramów, przewymiarowania infrastruktury (jak np. UPS-ów, agregatów) czy braku wiedzy o rzeczywistych profilach poboru. Istotnym czynnikiem jest także moc bierna (z punktu widzenia rachunku za energię) oraz straty występujące w systemach zasilania.

Problem polega na tym, że bez pomiarów oraz analizy na poziomie konkretnych instalacji i procesów firmy często widzą jedynie rachunek końcowy, a nie źródło kosztu. Dlatego efektywność energetyczna zaczyna się od danych. W praktyce dopiero ich analiza pokazuje, gdzie energia jest zużywana nieproduktywnie i które elementy infrastruktury warto zoptymalizować w pierwszej kolejności.



Piotr Szopiński: Największym problemem nie zawsze jest samo zużycie energii, ale brak wiedzy o tym, gdzie i kiedy dochodzi do jej strat. Rezerwy najczęściej kryją się w mediach pomocniczych, które nie są bezpośrednio związane z wytwarza-

nym produktem, m.in. w instalacjach sprężonego powietrza, układach chłodzenia i wentylacji oraz napędach maszyn.

Dobrym przykładem jest sprężone powietrze, które należy do najdroższych mediów wykorzystywanych w zakładach produkcyjnych. Nieszczelności instalacji powodują ciągłe straty energii, często niezauważalne podczas normalnej pracy. Dlatego okresowe kontrole nie są wystarczające. Kluczowe znaczenie ma ciągły monitoring przepływu, ciśnienia i zużycia, realizowany np. za pomocą przepływomierzy serii SD firmy ifm. Taka diagnostyka umożliwia natychmiastowe wykrywanie odchyśleń i szybką reakcję, zanim wygenerują one istotne koszty.

Od czego powinna zacząć firma, która chce realnie poprawić swoją efektywność energetyczną? Jakie działania przynoszą efekt najszybciej?



Radosław Rychter: Punktem wyjścia zawsze powinien być audyt energetyczny oparty na rzeczywistych pomiarach, a nie szacunkach – dopiero dane pokazują, gdzie warto inwestować.

Najszybszy efekt dają działania bezinwestycyjne lub niskonakładowe: eliminacja wycieków sprężonego powietrza, wyłączanie urządzeń w przestojach, optymalizacja harmonogramów pracy maszyn, korekta mocy umownej i taryfy oraz wymiana oświetlenia na LED z czujnikami ruchu. To zwykle zwrot już w ciągu kilku, kilkunastu miesięcy, zanim sięgnie się po większe inwestycje, jak fotowoltaika czy modernizacja sprężarkowni.



Janetta Sałek: Firma, która chce realnie poprawić efektywność energetyczną, powinna zacząć nie od zakupów, lecz od diagnozy. Pierwszym krokiem jest pomiar zużycia energii i analiza profilu obciążenia. Następnym – identyfikacja strat i porównanie ich z rzeczywistymi potrzebami procesu.

Najszybsze efekty często przynoszą działania organizacyjne: korekta harmonogramów pracy, optymalizacja nastaw urządzeń, eliminacja zbędnej pracy odbiorników czy

lepsze dopasowanie obciążenia do możliwości instalacji. Dopiero na podstawie takiej diagnozy warto podejmować decyzje o modernizacji.

Dotyczy to również systemów zasilania gwarantowanego. Nowoczesny UPS może być nie tylko zabezpieczeniem odbiorników krytycznych. W wybranych rozwiązaniach, takich jak POWERLINE GREEN 33 PRO, UPS może dodatkowo wspierać efektywność energetyczną poprzez kompensację wejściowej mocy biernej oraz pracę hybrydową, która pozwala lepiej radzić sobie z chwilowym wzrostem zapotrzebowania na moc i niekorzystnymi parametrami sieci.



Piotr Szopiński: Pierwszym krokiem powinno być stworzenie wiarygodnego obrazu zużycia energii i mediów, najlepiej na poziomie konkretnych maszyn, linii technologicznych lub procesów. Dopiero dysponując takimi danymi bazowymi, można precyzyjnie wskazać obszary o największym potencjale optymalizacji.

W tym podejściu niezwykle pomocna jest platforma IloT moneo firmy ifm, która zbiera dane bezpośrednio z czujników, np. przepływomierzy serii SD, umożliwia ich wizualizację, automatycznie monitoruje odchylenia oraz alarmuje o występujących anomaliach.

W przypadku instalacji sprężonego powietrza pozwala to na bieżąco analizować trendy zużycia i szybko identyfikować nieszczelności. Najszybsze efekty oraz zwrot z inwestycji przynoszą zazwyczaj uporządkowanie danych i eliminacja strat, które wcześniej pozostawały całkowicie niezauważone.

Czy poprawa efektywności energetycznej wymaga dziś dużych inwestycji, czy da się osiągnąć realne oszczędności mniejszym kosztem?



Radosław Rychter: Nie – realne oszczędności można dziś osiągnąć przy relatywnie niewielkim nakładzie, zaczynając od zmian organizacyjnych i monitoringu zużycia, które kosztują niewiele, a dają wymierny efekt w krótkim czasie. Duże inwestycje, jak fotowoltaika, magazyny energii czy modernizacja parku maszynowego, mają sens, ale jako kolejny krok, gdy firma zna już swoje realne potrzeby energetyczne i wyeliminowała podstawowe straty. Wejście w duży CAPEX bez wcześniejszego uporządkowania zużycia to najczęstszy błąd – inwestuje się wtedy w moc, która i tak jest marnowana.



Janetta Sałek: Poprawa efektywności energetycznej nie musi oznaczać od razu dużego programu inwestycyjnego. Część oszczędności można uzyskać poprzez pomiary, właściwą konfigurację urządzeń i zmianę sposobu wykorzystania istniejącej infrastruktury. Większe nakłady mają sens wtedy, gdy wcześniejsza analiza pokazuje konkretny potencjał oszczędności albo dodatkową korzyść biznesową.

W zakładzie produkcyjnym nie powinno się też oceniać urządzenia wyłącznie według ceny zakupu. Liczą się koszty energii, sprawność w rzeczywistym punkcie pracy, ryzyko przestoju i całkowity koszt eksploatacji. To szczególnie ważne przy infrastrukturze zasilającej, gdzie efektywność energetyczna i ciągłość pracy są odrębnymi, ale wzajemnie powiązanymi celami. Największe oszczędności często zaczynają się nie od wymiany sprzętu, lecz od zrozumienia, jak naprawdę pracuje zakład.

Nasi Eksperti



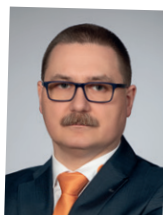
Duże inwestycje, jak fotowoltaika, magazyny energii czy modernizacja parku maszynowego, mają sens, ale jako kolejny krok, gdy firma zna już swoje realne potrzeby energetyczne i wyeliminowała podstawowe straty.

Radosław Rychter
Prezes
POKÓJ S.E.



Efektywność energetyczna zaczyna się od danych. W praktyce dopiero ich analiza pokazuje, gdzie energia jest zużywana nieproduktywnie i które elementy infrastruktury warto zoptymalizować w pierwszej kolejności.

Janetta Sałek
Dyrektor marketingu
EVER



Największym problemem nie zawsze jest samo zużycie energii, ale brak wiedzy o tym, gdzie i kiedy dochodzi do jej strat. Rezerwy najczęściej kryją się w mediach pomocniczych, które nie są bezpośrednio związane z wytwarzanym produktem.

Piotr Szopiński
Team Leader
ifm electronic



Piotr Szopiński: Poprawa efektywności energetycznej nie zawsze wymaga kosztownej i kompleksowej modernizacji zakładu. W wielu przypadkach warto rozpocząć od pomiaru oraz

świadomego wykorzystania dostępnych danych. Monitoring zużycia mediów pozwala wskazać konkretne miejsca generujące straty, a następnie wdrażać działania punktowo. Może to być usuwanie nieszczelności instalacji sprężonego powietrza, optymalizowanie parametrów procesów czy eliminowanie nieuzasadnionego zużycia energii poza czasem produkcji, np. podczas pracy maszyn na biegu jałowym.

System moneo pozwala zebrać rozproszone informacje w jednym środowisku i przekształcić je w rzetelną podstawę do podejmowania decyzji technicznych i biznesowych. Dzięki temu nakłady inwestycyjne można kierować tam, gdzie przyniosą największy efekt, zamiast modernizować cały park maszynowy „na wszelki wypadek”. ■



źródło: Fraunhofer ISE

Dwie nowoczesne technologie zwiększą wydajność ogniw słonecznych

Firma Oxford PV i Instytut Fraunhofera ds. Systemów Energii Słonecznej ISE połączyły dwie technologie o wysokiej wydajności w jednym module fotowoltaicznym. Perowskitowo-krzemowe ogniwa słoneczne firmy Oxford PV połączono za pomocą technologii Matrix Shingle, opracowanej przez Instytut Fraunhofera ISE.

Moduł dachowy o mocy 491 W ma powierzchnię 1,92 m², natomiast wielkopowierzchniowy moduł dwustronny o mocy 546 W zajmuje powierzchnię 2,13 m². Oba modele osiągnęły sprawność na poziomie 25,6% na całej powierzchni modułu.

Ogniwa słoneczne typu tandem mają potencjał, żeby znacznie zwiększyć wydajność w fotowoltaice: dzięki nałożeniu ogniwa perowskitowego o grubości zaledwie kilkuset nanometrów na konwencjonalne ogniwo krzemowe teoretyczna granica wydajności wzrasta z 29,4% do 43,3%.

W technologii Matrix-Shingle paski ogniw słonecznych ułożone są w sposób nakładający się i naprzemienny. Umożliwia to całkowite, jednorodne pokrycie całej powierzchni modułu.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Zasilacz z wbudowaną diagnostyką do obwodów montowanych na maszynie



źródło: OMRON

Firma OMRON rozszerza swoją ofertę o serię zasilaczy S8NR o stopniu ochrony IP67, które zaprojektowano do montażu bezpośrednio na maszynie poza szafą sterowniczą. Nowa linia obejmuje modele o mocy 90–600 W (24 V DC), a wersje 360 i 600 W integrują w jednej obudowie do sześciu indywidualnie zabezpieczonych wyjść, ograniczając liczbę komponentów wymaganych w projekcie.

Jednym z najważniejszych wyróżników serii S8NR jest rozbudowana diagnostyka dostępna bezpośrednio na urządzeniu. Modele o wyższej mocy wyposażono w wyświetlacz cyfrowy pokazujący napięcie, prąd i stan awarii dla każdego kanału. Dodatkowo każde wyjście ma własną sygnalizację LED, co pozwala szybko zlokalizować problem bez użycia dodatkowych narzędzi pomiarowych.

Zasilacze oferują także funkcję predykcyjnego utrzymania ruchu – monitorują kondensatory i informują o przewidywanym czasie ich zużycia. Dzięki komunikacji IO-Link wszystkie parametry mogą być odczytywane i konfigurowane zdalnie.

Producent postawił również na skrócenie czasu montażu. Złącza Smartclick pozwalają wykonać połączenie w ok. 4 s, czyli trzykrotnie szybciej niż w przypadku tradycyjnych złączy skręcanych.

więcej: omron.pl

Nowa kątowna wtyczka M16 do prądów do 25 A

Firma HUMMEL rozszerza ofertę kompaktowych złączy M16 o wyjątkowo płaską wtyczkę kątową. Przy wysokości zaledwie 22 mm jest to obecnie najmniejsza tego typu wtyczka M16 na rynku. Mimo kompaktowych wymiarów zapewnia obciążalność prądową do 25 A – to parametry, które dotychczas były charakterystyczne głównie dla złączy M23.



źródło: HUMMEL

Nowa wtyczka jest dostępna z szybkim systemem ryglowania Twi-lock lub klasycznym połączeniem gwintowym. Wytrzymała obudowa z ciśnieniowego odlewu cynku umożliwia pracę w temperaturach od –40°C do +125°C. Stopnie ochrony IP67 i IP69K gwarantują niezawodne działanie także w wymagających warunkach przemysłowych oraz podczas intensywnego mycia urządzeń. Dodatkowym atutem jest możliwość beznarzędziowego ustawienia kierunku wyprowadzenia kabla w zakresie 315°.

Opcjonalny system szybkiego ryglowania skraca czas instalacji, szczególnie w kompaktowych silnikach, robotach przemysłowych i autonomicznych systemach transportowych.

Użytkownik może dowolnie łączyć wkłady stykowe męskie i żeńskie, wybierając spośród konfiguracji: 3, 4+3+PE, 4+3+PE 630 V, 10, 12+3 oraz 18 styków. Certyfikaty UL i CSA oraz możliwość stosowania różnych konfiguracji styków w tej samej obudowie upraszczają logistykę i ograniczają stany magazynowe.

więcej: www.hummel.com/en/

Elastyczny kabel sterowniczy do budowy maszyn

Firma HELU oferuje kable sterownicze z rodziny JZ-500, zaprojektowane z myślą o wymagających aplikacjach automatyki przemysłowej. Odpowiadają one na jedną z kluczowych potrzeb konstruktorów maszyn – połączenie wysokiej elastyczności z szybkością montażu i łatwością serwisowania.

Kable JZ-500 charakteryzują się elastycznością klasy 5 według normy IEC 60228, co ułatwia ich prowadzenie w szafach sterowniczych i kompaktowych obudowach

maszyn. Udogodnieniem są również numerowane żyły (czarne, z nadrukowanymi co 1 cm białymi cyframi), które przyspieszają wykonywanie połączeń elektrycznych i minimalizują ryzyko pomyłek podczas montażu i uruchomienia. Dodatkowym atutem jest łatwo zdejmowana powłoka, skracająca czas przygotowania kabla do instalacji, a także trwała powłoka PVC, gwarantująca odporność na typowe warunki pracy w środowisku przemysłowym.

Kable z rodziny JZ-500 sprawdzają się w maszynach budowanych dla przemysłu motoryzacyjnego, producentów wyrobów z tworzyw sztucznych i branży AGD – wszędzie tam, gdzie instalacje sterownicze muszą działać niezawodnie przez wiele lat.

Zastosowanie JZ-500 przekłada się na wymierne korzyści: krótszy czas wykonywania instalacji elektrycznej, sprawniejszy montaż szaf sterowniczych, łatwiejszą diagnostykę i serwis, a także wyższą niezawodność całego systemu automatyki.

więcej: helu.pl

Nowa era magazynowania energii

Rozwój odnawialnych źródeł energii i rosnące zapotrzebowanie na moc sprawiają, że systemy magazynowania energii (BESS) stają się infrastrukturą krytyczną. Dotychczas dominowały systemy litowo-jonowe, jednak ich łańcuch dostaw i zmienność cen stanowią coraz większe wyzwanie.

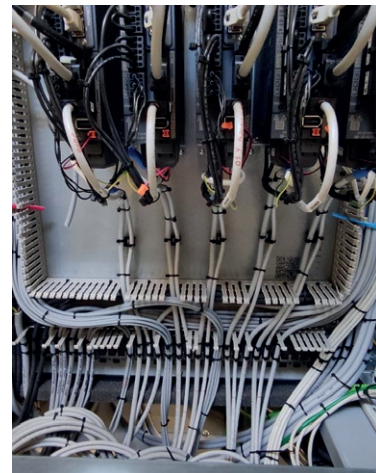
W odpowiedzi na to firma CATL zaprezentowała nowatorski system magazynowania energii TENER Sodium. Rozwiązanie to osiągnęło już dojrzałość nie tylko technologiczną, ale także produkcyjną i logistyczną.

Oparty na najnowszej technologii sodowo-jonowej system TENER Sodium zapewnia ponad 30 MWh pojemności i opiera się na w pełni modułowej architekturze. W praktyce oznacza to łatwiejsze wdrożenia, większą elastyczność konfiguracji czasu magazynowania i niższe koszty utrzymania dzięki możliwości szybkiej wymiany pojedynczych modułów.

CATL opracował także dedykowane rozwiązania systemowe, w tym dwukierunkową regulację napięcia, która poprawia sprawność cyklu ładowania i rozładowania o ok. 2%.

Nowy system zarządzania baterią (BMS) lepiej radzi sobie z charakterystyką ogniów sodowych, zwiększając margines bezpieczeństwa pracy i zapewniając większą elastyczność. Z kolei zoptymalizowana architektura chłodzenia ogranicza aż o 30% generowanie ciepła.

więcej: catl.com



źródło: HELU

Złączki szynowe

Ciasno w rozdzielnicach? Oto produkt, na który stawia teraz cała branża

Rozdzielnice kurczą się, a liczba obwodów w nich rośnie. Fotowoltaika, automatyka budynkowa, dodatkowe zabezpieczenia różnicowoprądowe, sterowanie oświetleniem czy wentylacją – każdy nowy obwód to kolejne kilka centymetrów szyny TS15 lub TS35, których w standardowej szafie po prostu zaczyna brakować. Projektanci i wykonawcy elektrycy od dawna sygnalizują ten sam problem: obudowa, która jeszcze kilka lat temu miała spory zapas miejsca, dziś jest wypełniona „pod korek” już na etapie projektu, zanim inwestor zdąży pomyśleć o rozbudowie instalacji.

Odpowiedzią, po którą sięga coraz więcej firm instalatorskich i producentów szaf sterowniczych, jest miniaturyzacja osprzętu modułowego. Zamiast szukać większej obudowy, coraz częściej optymalizuje się to, co już w niej jest – a zaczyna się to od najbardziej podstawowego, a zarazem najliczniej występującego elementu w każdej rozdzielniczy: złączki szynowej.

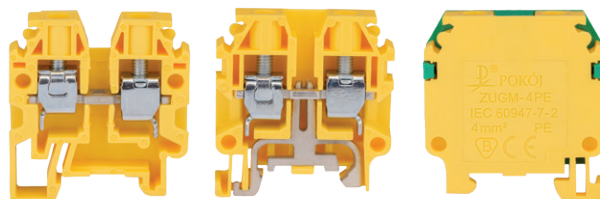
Miniaturyzacja jako odpowiedź na realny problem

Każdy milimetr szerokości pojedynczej złączki, pomnożony przez liczbę obwodów w rozdzielniczy, daje realną różnicę na szynie montażowej. Tam, gdzie wcześniej mieściło się kilkanaście punktów podłączeniowych, po zastosowaniu węższych, kompaktowych konstrukcji można zmieścić ich zauważalnie więcej. I co ważne – bez ingerencji w wielkość obudowy. To właśnie z myślą o takich sytuacjach spółdzielnia POKÓJ z Łodzi rozwija od lat rodzinę złączek gwintowych ZUG, a najnowsze uzupełnienie tej oferty – miniaturzowa złączka ZUGM-4 – trafia dokładnie w ten trend.

ZUGM-4 – mało miejsca, pełna funkcjonalność

ZUGM-4 to złączka gwintowa przeznaczona do łączenia przewodów miedzianych, sztywnych i giętkich, o przekroju znamionowym 4 mm². Jej największym atutem jest szerokość – **zaledwie 6,2 mm** – przy zachowaniu parametrów, które w naszym nie ustępują „dużym” złączkom szynowym.

W praktyce oznacza to, że na tej samej długości szyny, na której wcześniej mieściła się jedna standardowa złączka, dziś można zmontować więcej punktów ZUGM-4. Przy rozdzielnicach o dużej liczbie drobnych obwodów (sterowanie, sygnalizacja, automatyka) daje to wymierną oszczędność miejsca.



Co istotne, ZUGM-4 to nie tylko pojedynczy element, ale cały, przemyślany system. Zastosowanie zwieraczy wtykanych FBS pozwala błyskawicznie rozdzielać potencjały między sąsiednimi złączkami, płytki skrajne PSM-1 porządkują zestaw na szynie, a trzymacze KU-15 i oznaczniki DK-Z5/DK-Z6 domykają temat opisu i stabilnego montażu całego bloku. Dostępna jest też wersja PE – wystarczy osadzić ją na stalowej szynie TS15, a połączenie z uziemioną konstrukcją szafy jest gotowe bez dodatkowego przewodu.

ZUGW4-4 – cztery zaciski w jednej obudowie

Tam, gdzie liczy się nie tylko szerokość, ale również funkcjonalność pojedynczego elementu, firma POKÓJ proponuje drugie rozwiązanie z tej samej filozofii oszczędzania miejsca – złączkę gwintową **ZUGW4-4**. To konstrukcja z czterema zaciskami w jednej, zwartej obudowie mocowanej na listwie TS35, co pozwala zastąpić kilka pojedynczych złączek połączonych zwieraczem jednym, kompaktowym modulem.

Złączka ZUGW4-4 współpracuje z rozbudowanym osprzętem: zwieraczami śrubowymi ZKN (od wersji 2-, przez 3-, po 4- i 10-biegunowe) oraz zwieraczami sprężynowymi ZSN, które przyspieszają rozdzielanie potencjałów bez użycia narzędzia. Szczególnie ciekawym rozwiązaniem jest zwieracz sprężynowy redukcyjny ZSNR-10/4, który pozwala rozprzecznić jeden obwód zasilający (do 57 A) na kilka wyjść o sumarycznym obciążeniu do 32 A – łącząc funkcję zasilania i dystrybucji w jednym elemencie, bez dokładania kolejnych złączek „rozdzielczych” na szynie. Zestaw

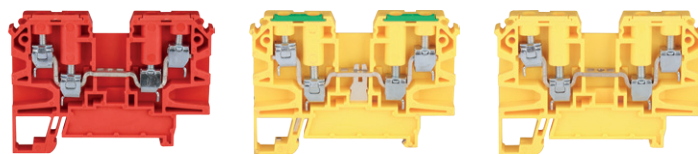
uzupełniają przegrody P-N4, płytki skrajne PS-W1, osłonki OW4-4 oraz trzymacze KU-1/35, KU-2/35 i KU-4/35 – dzięki czemu cały blok można skonfigurować dokładnie pod potrzeby konkretnego obwodu.

ZUGW4-4PE – uziemienie bez utraty ani centymetra

Ofertę zamyka trzeci element układanki – złączka ochronna **ZUGW4-4PE**, czyli wersja PE tego samego bloku. To odpowiedź na problem, o którym na etapie projektu często się zapomina: miejsce na przewód ochronny. Klasyczne, „piętrowe” rozwiązania uziemiające potrafią zająć więcej przestrzeni niż sam obwód, który mają zabezpieczać. ZUGW4-4PE ściska tę funkcję do jednego poziomu – cztery zaciski PE w tej samej, zwartej obudowie co „energetyczna” ZUGW4-4, montowanej na tej samej listwie TS35.

Kluczowa różnica konstrukcyjna: dzięki szynie zaciskowej złączkę wystarczy osadzić na stalowej listwie TS35 i zatrzasknąć. Połączenie z przewodzącym podłożem szyny jest już zrealizowane, a po podłączeniu przewodu ochronnego do zacisku obwód PE jest gotowy, bez dodatkowego mostkowania czy osobnego przewodu uziemiającego. Zgodność potwierdza norma IEC 60947-7-2, dedykowana właśnie złączkom ochronnym – w odróżnieniu od IEC 60947-7-1, według której certyfikowane są „energetyczne” ZUGW4-4 i ZUGM-4.

W praktyce ZUGW4-4PE najczęściej pracuje w parze z ZUGW4-4. Zestawiając oba bloki obok siebie i łącząc je zwieraczem sprężynowym ZSN-4-2, w kilka sekund przechodzi się z zasilania 4-przewodowego na pełne 5-przewodowe (PE N L1 L2 L3) – bez rozbudowywania szafy o dodatkową



listwę czy osobny zestaw zacisków uziemiających. To rozwiązanie docenią zwłaszcza projektanci rozdzielnic o ograniczonej głębokości montażowej, gdzie klasyczny „piętrowy” osprzęt uziemiający po prostu się nie mieści.

Trzy rozwiązania, jeden cel

Tam, gdzie liczy się przede wszystkim wielkość pojedynczego punktu i duża liczba drobnych obwodów – sprawdzi się miniaturowa złączka ZUGM-4. Tam, gdzie zamiast wielu pojedynczych złączek wygodniej jest zastosować jeden, wielobiegunowy blok obsługujący kilka żył naraz – swoje miejsce znajduje ZUGW4-4. A tam, gdzie trzeba jeszcze doprowadzić przewód ochronny bez powiększania obudowy – do pary dołącza ZUGW4-4PE. W każdym przypadku efekt jest ten sam: mniej centymetrów zajętych na szynie, więcej miejsca na rezerwę projektową i przyszłą rozbudowę instalacji – bez konieczności sięgania po większą obudowę.

* * *

POKÓJ S.E. z Łodzi od 75 lat produkuje osprzęt elektrotechniczny – złączki ZUG, wyłączniki krańcowe i przyciski sterownicze – dostarczany do instalatorów i producentów rozdzielnic w całej Polsce. ■

Artykuł powstał na podstawie informacji i zdjęć firmy POKÓJ S.E.



ZŁĄCZKI MINIATUROWE



CIASNO W ROZDZIELNICY?

Miniaturowe złączki **ZUGM-4** i piętrowe **ZUGW4-4** dają więcej miejsca w szafie rozdzielczej bez kompromisów w parametrach.

ZUGM-4 / PE

WYSOKOŚĆ	27 mm
SZEROKOŚĆ	6,2 mm
SZYNA	TS15
PRĄD ZNAM.	32 A
PALNOŚĆ	V0

ZUGW4-4 / PE

WYSOKOŚĆ	40,2 mm
ZACISKI	4 w jednej obudowie
SZYNA	TS35
PRĄD ZNAM.	32 A
PALNOŚĆ	V0

ZUG-4

TS35

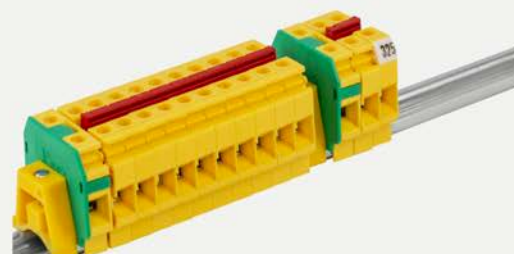


ZUGM-4

TS15



Ta sama liczba torów prądowych, niższa zabudowa na węższej szynie.



ZUGW4-4 / ZUGM-4PE na szynie TS15



Okablowanie

Czym jest efekt korkociągu, jakie rodzi zagrożenia i jak go unikać?

W dokumentacji technicznej maszyny przewód rzadko trafia na pierwsze strony – uwaga konstruktorów skupia się zwykle na napędach, sterownikach czy mechanice ruchu. Tymczasem to właśnie kabel, jako element łączący wszystkie te podzespoły, decyduje w praktyce o ciągłości pracy całego układu. W instalacjach statycznych, gdzie przewód raz ułożony pozostaje w bezruchu, jego konstrukcja ma nieco mniejsze znaczenie. Zupełnie inaczej jest tam, gdzie kabel pracuje w ruchu. Jednym z najbardziej charakterystycznych, a wciąż bagatelizowanych skutków błędnego doboru lub montażu kabla jest tak zwany efekt korkociągu.

Jakub Kleczkowski



źródło: Adobe Stock – Surasak

◀ Na wystąpienie efektu korkociągu najbardziej narażone są kable pracujące w systemach z przewodnikami kablowymi, w robotach przemysłowych wykonujących powtarzalne ruchy, a także w automatycznych systemach magazynowych, przenośnikowych, suwnicach i innych urządzeniach transportu bliskiego.

ny, np. ramieniem robota przemysłowego, wózkiem przenośnika czy suwnicą.

Mechanizm powstawania deformacji przypomina to, co dzieje się ze sznurem złożonym z wielu splecionych włókien, poddawanym powtarzalnemu zginaniu w jedną stronę. Z czasem poszczególne pasma przemieszczają się względem siebie, a cała

struktura traci swoją pierwotną, prostą formę. W przewodzie elektrycznym każda żyła podczas zginania na przemian przechodzi przez wewnętrzny i zewnętrzny promień gięcia, czyli jest cyklicznie rozciągana i ściskana. Jeśli konstrukcja kabla nie została zaprojektowana z myślą o takich obciążeniach, żyły przestają wracać do pierwotnego położenia, a cały przewód trwale przybiera charakterystyczny, spiralny kształt.



Jakub Kleczkowski
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Eft korkociągu to postępująca, spiralna deformacja przewodu wzdłuż jego osi podłużnej, narastająca stopniowo wraz z liczbą cykli zginania. Zjawisko to ujawnia się przede wszystkim w kablach, które pracują w aplikacjach dynamicznych, czyli tam, gdzie przewód jest wielokrotnie zginany, przesuwany w przewodnikach kablowych lub przemieszczany wraz z ruchomymi elementami maszy-

Z czego wynika efekt korkociągu?

Przyczyn zjawiska należy szukać jednocześnie w konstrukcji przewodu, doborze kabla do aplikacji i sposobie jego montażu.

Istotne znaczenie ma sposób splecenia żył, a konkretnie tak zwana długość skoku splotu, czyli odległość, po jakiej pojedyncza żyła wykonuje pełny obrót wokół osi kabla. Jeśli skok jest zbyt długi lub źle dobrany do konstrukcji danego przewodu, wewnątrz kabla gromadzą się naprężenia, które przy powtarzalnym ruchu rozkładują się właśnie w postaci spiralnej deformacji. Dodatkowo w kablach o klasycznej budowie warstwowej żyły ułożone są kolejno wokół centralnego elementu i podczas zginania przemieszczają się względem siebie w różnym tempie, co sprzyja nierównomiernemu rozkładowi naprężeń. Rozwiązaniem stosowanym w przewodach projektowanych z myślą o pracy w ruchu jest tak zwany skręt pęczkowy, w którym wszystkie żyły są splecione razem w krótkich, regularnych odstępach. Dzięki temu każda z nich w podobnym stopniu przechodzi przez wewnętrzny i zewnętrzny promień gięcia, a naprężenia rozkładają się bardziej równomiernie.

Drugim istotnym czynnikiem jest przekroczenie minimalnego promienia gięcia, dla którego dany kabel został zaprojektowany. Zbyt ciasne ułożenie przewodu w przewodniku kablowym lub systemie ochronnym generuje obciążenia, które z czasem prowadzą do trwałego uszkodzenia struktury żył. Problem narasta wraz z długością drogi przesuwu i liczbą cykli pracy – im dłuższy dystans i im intensywniejszy ruch, tym szybciej mogą się pojawić pierwsze objawy deformacji.

Nie bez znaczenia pozostają również błędy popełniane już na etapie instalacji. Kabel rozwijany nieprawidłowo z bębna, skręcany podczas układania lub montowany pod naprężeniem kumuluje w sobie energię mechaniczną, która uwalnia się dopiero w trakcie eksploatacji, przyspieszając powstawanie efektu korkociągu. Z tego powodu przy rozwijaniu dłuższych odcinków przewodu zaleca się stosowanie odpowiednich rozwijaków. Eliminują one ryzyko wprowadzenia skrętu do kabla jeszcze przed jego uruchomieniem.

Gdzie najczęściej występuje ten problem?

Efekt korkociągu może teoretycznie dotyczyć każdego rodzaju przewodu – zasilającego, sterowniczego, silnikowego czy transmisyjnego. W praktyce najbardziej narażone są kable pracujące w systemach z przewodnikami kablowymi, w robotach przemysłowych wykonujących powtarzalne ruchy, a także w automatycznych systemach magazynowych, przenośnikowych, suwnicach i innych urządzeniach transportu bliskiego. Ryzyko rośnie tam, gdzie mamy do czynienia z dużą liczbą cykli pracy w krótkim czasie, wysoką prędkością i przyspieszeniem ruchu oraz ograniczoną przestrzenią montażową, wymuszającą pracę blisko granicznego promienia gięcia.

Jakie zagrożenia niesie efekt korkociągu?

Skutki tego zjawiska wykraczają daleko poza samą estetykę przewodu. Postępująca deformacja prowadzi do realnych problemów eksploatacyjnych:

- Przyspieszone zużycie i uszkodzenia mechaniczne – przewód poddawany nienaturalnemu skręcaniu zużywa się znacznie szybciej niż powinien, a materiał izolacyjny traci swoje pierwotne właściwości.
- Przerwanie żył i utrata sygnału lub zasilania – w miarę narastania deformacji pojedyncze żyły mogą pękać, co prowadzi do przerwy w przesyłaniu energii elektrycznej lub transmisji danych. W układach, gdzie liczy się ciągła komunikacja między elementami maszyny,

taka usterka bywa trudna do natychmiastowego zdiagnozowania.

- Ryzyko zwarcia i pożaru – pęknięta żyła może z czasem przebić izolację sąsiedniego przewodu w tej samej wiązce, prowadząc do zwarcia, a w skrajnych przypadkach nawet do zapłonu. To jedno z poważniejszych, choć rzadziej wymienianych zagrożeń związanych z tym zjawiskiem.
- Ograniczenie swobody ruchu w przewodniku – zdeformowany, skręcony przewód zajmuje więcej miejsca niż powinien i może mechanicznie blokować pracę przewodnika kablowego lub ocierać się o sąsiednie kable, przyspieszając ich zużycie.
- Nieplanowane przestoje i koszty napraw – każda z powyższych usterek oznacza konieczność wymiany przewodu, co generuje nieplanowany przestój produkcji oraz dodatkowe koszty serwisowe i logistyczne.

Problem jest trudny do wczesnego wykrycia, ponieważ przewód najczęściej biegnie wewnątrz osłony lub przewodnika, a pierwsze symptomy deformacji nie są widoczne gołym okiem. Awaria bywa więc diagnozowana dopiero w momencie jej wystąpienia.

Jak unikać efektu korkociągu?

Podstawą jest odpowiedni dobór przewodu już na etapie projektowania instalacji. Konstrukcja kabla powinna być dostosowana do pracy w ruchu, z uwzględnieniem skrętu pęczkowego, właściwie dobranej długości skoku splotu i stabilnego płaszcza wewnętrznego, który ogranicza przemieszczanie się żył względem siebie.

Równie istotny jest dobór parametrów aplikacji zgodnych z możliwościami przewodu: zachowanie minimalnego promienia gięcia zalecanego przez producenta, unikanie nadmiernej prędkości i przyspieszenia ruchu oraz nieprzekraczanie deklarowanej liczby cykli zginania, dla której dany kabel został przetestowany.

Duże znaczenie ma także prawidłowy montaż. Przewody powinny być prowadzone w oddzielnych kanałach przewodnika, a jeśli nie pozwala na to dostępna przestrzeń, stykające się ze sobą kable powinny mieć płaszcz wykonane z tego samego materiału, co ogranicza ryzyko uszkodzeń. Na obu końcach ruchomego odcinka warto stosować odciażki naprężeń, które stabilizują ułożenie przewodu i zapobiegają przenoszeniu się naprężeń montażowych na całą jego długość. Przy rozwijaniu kabla z bębna należy zadbać o to, by nie wprowadzić do niego skrętu jeszcze przed montażem.

Dobłą praktyką jest również regularna kontrola stanu przewodów pracujących w ruchu, szczególnie w newralgicznych punktach instalacji, gdzie naprężenia są największe. Wczesne wykrycie pierwszych symptomów deformacji pozwala zaplanować wymianę kabla, zanim dojdzie do niekontrolowanej awarii i związanego z nią przestoju produkcji.

Efekt korkociągu to zjawisko, które choć nie zawsze widoczne na pierwszy rzut oka, potrafi generować poważne konsekwencje eksploatacyjne, a w skrajnych przypadkach nawet zagrożenie bezpieczeństwa. Jego źródłem jest połączenie trzech czynników: konstrukcji przewodu niedostosowanej do pracy w ruchu, przekroczenia jego parametrów eksploatacyjnych i błędów popełnionych podczas montażu. Tylko świadomy dobór kabla o odpowiednich parametrach i staranny montaż pozwalają skutecznie ograniczyć ryzyko wystąpienia tego zjawiska i uniknąć kosztownych, nieplanowanych przestojów maszyn. ■

W artykule wykorzystano materiały prasowe firm igus i Helukabel.

Zasilacze przemysłowe

Wybór odpowiednich zasilaczy do cobotów i pojazdów AGV

Zautomatyzowana produkcja w coraz większym stopniu opiera się na robotach współpracujących (cobotach) i pojazdach z automatycznym prowadzeniem (AGV) w celu poprawy wydajności produkcji i ograniczenia zmienności produktów. Coboty pracują w bliskim sąsiedztwie pracowników i są zazwyczaj lżejsze oraz mniejsze od tradycyjnych robotów przemysłowych. Obsługują również lżejsze ładunki, poruszają się z mniejszą prędkością i wywierają mniejsze siły. Z kolei pojazdy AGV poruszają się po terenie zakładu, transportując materiały i paczki. Oba rodzaje urządzeń wiążą się jednak z odmiennymi wyzwaniami związanymi z zasilaniem.

Rolf Horn

Podstawowe wymagania, dotyczące zasilaczy do cobotów i pojazdów AGV, to kompaktowe wymiary, niezawodność, wysoka moc wyjściowa i solidna ochrona przed zwarcieniem, przecięciem, przepięciem czy przegrzaniem. Muszą one również spełniać wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), żeby zminimalizować zakłócenia związane z działaniem innych urządzeń. Naturalnie muszą być również zgodne z podstawowymi przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa elektrycznego i fizycznego użytkowników oraz otaczającego sprzętu.

Wymagania dotyczące zasilania cobotów i pojazdów AGV

Źródło zasilania dla cobotów musi radzić sobie z bardzo zmiennym zapotrzebowaniem na moc. Wymagania w tym zakresie zależą bowiem od obciążenia, które cobot musi przemieszczać, złożoności ruchu i wymaganej szybkości zmian. Ponadto może być konieczne jednoczesne sterowanie silnikami wielu przegubów robota współpracującego. Wymaga to zasilaczy o dużej maksymalnej mocy znamionowej. Ze względu na ograniczoną przestrzeń wewnątrz cobota źródło zasilania musi być jak najmniejsze, co wymaga wysokiej gęstości mocy. Ponieważ często roboty pracują w trybie 24/7, wymagana jest wysoka niezawodność i długi średni czas między awariami (MTBF). Ponadto zmienne obciążenia mocy wymagają dynamiki pętli regulacyjnej zasilacza, która pozostaje stabilna niezależnie od wahań obciążenia i często trudnych warunków środowiskowych.

Pojazdy AGV transportują materiały i towary autonomicznie, bez nadzoru człowieka. Wyposażone w czujniki i systemy wizyjne, ograniczają ryzyko błędów ludzkich oraz poprawiają wydajność i bezpieczeństwo, zmniejszając

liczbę wypadków przy pracy. Pojazdy AGV, zazwyczaj zasilane akumulatorowo, wymagają szybkich, dyskretnych stacji ładowania, żeby zminimalizować zakłócenia i przestoje.

Obecnie, gdy innowacyjność i czas wprowadzenia produktu na rynek są kluczem do sukcesu, projektantom cobotów i AGV może brakować zasobów do ekonomicznego zaprojektowania i opracowania odpowiedniego zasilacza. Zamiast tego potrzebują dostępu do szerokiej gamy niezawodnych rozwiązań zasilających, co pozwoli im skupić się na samej aplikacji, a nie na opracowywaniu zasilaczy.

Funkcje zabezpieczające, na które należy zwrócić uwagę

Dostępne na rynku rozwiązania, jak np. zasilacze serii LCM1500 firmy Advanced Energy, spełniają już wymagania dotyczące wydajności, niezawodności, sprawności energetycznej i bezpieczeństwa w automatyce produkcyjnej. Nowoczesna konstrukcja obwodów zasilaczy LCM1500, obejmująca cyfrowe sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym, w połączeniu ze starannie dobranymi komponentami i zautomatyzowanymi procesami produkcyjnymi, zapewnia wysoką wydajność i opłacalność tych zasilaczy. Ta szeroka gama zasilaczy oferuje również różnorodne opcje i możliwość konfiguracji dostosowanej do indywidualnych potrzeb.

Niezwykle istotne z punktu widzenia użytkownika są funkcje zabezpieczające. Są one niezbędne w zastosowaniach takich, jak roboty współpracujące, gdzie zablokowany silnik może pobierać nadmierny prąd z zasilacza. Najważniejsze funkcje, na które należy zwrócić uwagę, to:

- **Zabezpieczenie przed przepięciem (OVP)** – wyłącza zasilacz w przypadku wystąpienia przepięcia na wyjściu. Chroni ono akumulatory pojazdów AGV przed przeładowaniem podczas awarii zasilania,



Rolf Horn
Inżynier aplikacji
DigiKey



źródło: Advanced Energy

➤ Różne konfiguracje zasilacza LCM1500 z połączeniami wyjściowymi za pomocą bloku zacisków (po lewej) i złącza blade (po prawej).

a jego reset odbywa się poprzez wyłączenie i ponowne włączenie zasilania sieciowego.

- **Zabezpieczenie nadprądowe (OCP)** – to wewnętrzny obwód ograniczający prąd w przypadku przeciążenia lub zwarcia. OCP automatycznie podejmuje próbę przywrócenia pracy po upływie około 20 s od usunięcia przeciążenia.
- **Zabezpieczenie przeciwzwarciowe (SCP)** – chroni wszystkie wyjścia w przypadku zwarcia do masy lub do innego wyjścia. Podobnie jak w przypadku OCP, zasilanie jest przywracane 20 s po usunięciu zwarcia.
- **Zabezpieczenie przed przegrzaniem (OTP)** – wyłącza zasilacz, gdy temperatura otoczenia przekroczy +55°C przy pełnym obciążeniu. Zabezpieczenie OTP resetuje się samoczynnie, gdy temperatura spadnie do bezpiecznej wartości.

Zasilacze LCM1500 mają ponadto wbudowany bezpiecznik 30 A w obwodach wejściowych prądu przemiennego. Bezpiecznik jest wewnętrzny i nie może być wymieniany przez użytkownika.

Dwie diody LED stanu na panelu przednim sygnalizują obecność zasilania prądem przemiennym (ACOK) oraz informują o stanie wyjścia prądu stałego – prawidłowym działaniu (DCOK) lub trybie wyłączenia (FAIL).

PMBus ułatwia zarządzanie zasilaniem

PMBus, będący standardem branżowym, to protokół komunikacyjny oparty na I²C, który służy do zarządzania zasilaczami. PMBus współpracuje ze wszystkimi typami produktów do zarządzania zasilaniem, w tym z zasilaczami AC/DC. Zasilacze serii LCM1500 są wyposażone w port interfejsu I²C dostępny poprzez złącze sygnałowe. Umożliwia to monitorowanie i sterowanie zasilaczem za pomocą poleceń PMBus, w tym włączanie i wyłączanie zasilania, sprawdzanie stanu pracy, ustawianie poziomu napięcia wyjściowego i inne czynności. Funkcja zdalnego sterowania jest przydatna do interaktywnego zarządzania urządzeniami robotycznymi – np. do przełączania zasilacza w tryb czuwania, gdy cobot jest nieaktywny, w celu zmniejszenia zużycia energii.

Certyfikaty zgodności z normami

Przy wyborze odpowiedniego zasilacza niezwykle istotne jest, żeby spełniał on wymagania dotyczące bezpieczeństwa elektrycznego, kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz międzynarodowe wymogi regulacyjne dla zastosowań w automatyce przemysłowej, w tym certyfikaty zgodne z normą IEC/EN/UL 62368-1 i powiązanymi normami.

Konstrukcja serii LCM1500 zapewnia również zgodność z normami FCC część 15, CISPR 32, EN 55022 oraz odpowiednimi sekcjami normy EN 61000 (IEC 61000) dotyczącymi odporności. Wymagania te gwarantują kompatybilność elektromagnetyczną (EMC) w środowisku fabrycznym, gdzie musi współistnieć wiele źródeł i odbiorników fal radiowych.

Przykładowe opcje i konfiguracje zasilaczy

Podczas projektowania konkretnych aplikacji przemysłowych może okazać się, że niezbędne będą dodatkowe wymagania wobec zasilaczy. Dlatego też oferowane na rynku modele dostępne są w różnych konfiguracjach i z różnymi dodatkowymi opcjami.

Przykładowo model LCM1500Q-T-4, który charakteryzuje się mocą 1500 W, nominalnym napięciem wyjściowym 24 V i maksymalnym prądem wyjściowym 67 A, ma również opcjonalną wbudowaną magistralę zasilania rezerwowego 5 V, która jest zdolna do dostarczania prądu o natężeniu do 2 A dla obwodów pomocniczych. Zasilanie rezerwowe jest dostępne poprzez 20-pinowe złącze sterujące.

LCM1500W-T-B to z kolei zasilacz frontowy o mocy 1500 W z jednym wyjściem 48 V i maksymalnym prądem wyjściowym 33 A. Urządzenie oferuje dwie opcje: odwrócony przepływ powietrza i tryb stałego prądu. Tryb odwróconego przepływu powietrza zmienia jego standardowy kierunek z tyłu do przodu; zamiast tego powietrze jest zasysane przez panel przedni i wydalone przez wentylatory zamontowane z tyłu. Tryb stałego prądu utrzymuje prąd wyjściowy na stałym poziomie poprzez zmianę napięcia.

Ostatnim modelem tej serii jest LCM1500Q-T-5. To zasilacz o mocy 1500 W i napięciu 24 V, zapewniający maksymalny prąd 67 A. Ma on opcję zasilania rezerwowego 5 V oraz powłokę konformalną na wszystkich płytkach drukowanych. Powłoka konformalna chroni płytki przed wilgocią i zanieczyszczeniami pyłowymi (cząstkami stałymi) w środowiskach przemysłowych.

* * *

Projektanci robotów współpracujących (cobotów) i pojazdów AGV potrzebują niezawodnych źródeł zasilania, które zapewniają wysoką moc w kompaktowych obudowach dostosowanych do warunków fabrycznych. Zasilacze serii LCM1500 firmy Advanced Energy zapewniają moc wyjściową 1 500 W, oferują szeroki zakres napięć wyjściowych oraz opcjonalne funkcje, dzięki czemu idealnie nadają się do systemów cobotów i pojazdów AGV w środowiskach produkcyjnych. ■



źródło: Wärtsilä

Testy pierwszego na świecie wielkoskalowego silnika w 100% zasilanego wodorem

Grupa technologiczna Wärtsilä rozpoczęła proces weryfikacyjny nowego silnika w 100% zasilanego wodorem, który ma zasilać hiszpańską krajową sieć elektroenergetyczną w Bermeo.

Silnik Wärtsilä 31H2, należący do platformy Wärtsilä 31, udowadnia, że technologia wodorowa może wyjść poza teorię i stać

się elementem rzeczywistej infrastruktury energetycznej. Wärtsilä 31H2 jest największym na świecie silnikiem na czysty wodór.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Nowy silnik indukcyjny W22 Prime

W22 Prime



Firma WEG wprowadziła na rynek W22 Prime – nową generację silników indukcyjnych z serii W22. Zaprojektowany z myślą o zapewnieniu klas efektywności energetycznej

IE4 i IE5 bez konieczności stosowania falownika, silnik W22 Prime łączy w sobie sprawdzoną wytrzymałość tradycyjnej technologii indukcyjnej ze znacznie lepszymi parametrami energetycznymi. Dostępny w szerokiej gamie rozmiarów obudowy i standardowo wyposażony w funkcję obsługi wielu napięć, silnik ten płynnie integruje się z istniejącymi systemami.

Zaletą silnika W22 Prime ma być jego zdolność do zapewnienia wyższej sprawności bez konieczności wprowadzania znaczących zmian w istniejących konfiguracjach. W wielu przypadkach modele IE4 są dostępne w tych samych rozmiarach obudowy co silniki IE3, co umożliwia prostą wymianę.

Unikalna funkcja obsługi wielu napięć dodatkowo zwiększa wszechstronność silnika. Ta cecha pozwala producentom sprzętu oryginalnego (OEM) oraz użytkownikom końcowym na eksploatację tego samego silnika w różnych regionach geograficznych na całym świecie oraz w różnych sieciach energetycznych.

więcej: weg.net

Silnik do najcięższych zadań w górnictwie czy recyklingu

Seria promieniowych silników wielotłoczowych Hägglunds CA, oferowana przez firmę Bosch Rexroth, to kompaktowe, a zarazem wytrzymałe bezpośrednie napędy hydrauliczne, które redefiniują pojęcie gęstości mocy w wymagających aplikacjach typu heavy-duty. Konstrukcja silnika bazuje na sprawdzonych i precyzyjnych rozwiązaniach inżynierskich.

Dzięki technologii napędu bezpośredniego (direct drive) silniki te są montowane bezpośrednio na wale napędzanego urządzenia za pomocą tarczy skurczowej lub połączenia zębatego. Taka konfiguracja pozwala na rezygnację ze sprzęgieł, przekładni i fundamentów, co drastycznie upraszcza strukturę mechaniczną maszyny. Zwiększa też jej niezawodność i znacząco skraca czas potrzebny na prace konserwacyjne.

Dużą zaletą silników Hägglunds CA w porównaniu z napędami mechanicznymi jest ich niezwykle niski moment bezwładności. W momencie wystąpienia gwałtownego przeciążenia lub zablokowania maszyny roboczej, system hydrauliczny natychmiastowo przejmuje i amortyzuje siłę uderzenia. Zawory przelewowe otwierają się w ułamku sekundy, ograniczając ciśnienie i chroniąc całą linię wału oraz narzędzia robocze przed uszkodzeniami mechanicznymi.



źródło: Bosch Rexroth

więcej: boschrexroth.com/pl/pl/

Rodzina wyjątkowo uniwersalnych przekładni planetarnych

Rodzina przekładni FAULHABER GPT ma tę zaletę, że można je elastycznie łączyć z różnymi silnikami ze standardowego asortymentu, np. serią płaskich bezszczotkowych modeli BXT lub bezszczotkowymi mikro-napędami DC. W procesie projektowania zwrócono szczególną uwagę na to, aby mogły one współpracować z napędami DC z rodziny GXR/SXR. Dzięki temu możliwe jest tworzenie dopasowanych kombinacji obejmujących enkoder, napęd i przekładnię, które następnie można łączyć ze sobą w kompaktowy sposób, z zachowaniem zgodności średnicy i bez dodatkowych elementów łączących.



źródło: FAULHABER

Przekładnie są dostępne w wariantach o średnicy od 14 do 42 mm, a więc są znacząco krótsze od alternatywnych modeli o jednakowej średnicy. Tolerują ciągłe zmiany obciążenia, w tym także nagłe lub bardzo silne zmiany.

W zależności od wariantu możliwe są ciągłe momenty obrotowe w zakresie od 6 do 18 Nm oraz prędkości nawet 24 000 obr./min. Za sprawą szerokiego wyboru równomiernie rozłożonych przełożeń (od 3:1 do 1437:1) te rozwiązania napędowe można efektywnie adaptować do szerokiego zakresu zastosowań.

W zależności od wariantu możliwe są ciągłe momenty obrotowe w zakresie od 6 do 18 Nm oraz prędkości nawet 24 000 obr./min. Za sprawą szerokiego wyboru równomiernie rozłożonych przełożeń (od 3:1 do 1437:1) te rozwiązania napędowe można efektywnie adaptować do szerokiego zakresu zastosowań.

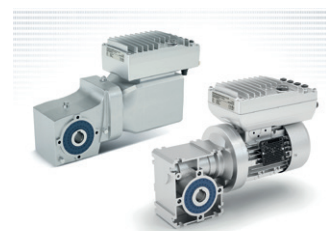
więcej: faulhaber.com/en/

Zdecentralizowana przetwornica częstotliwości z nowymi funkcjami bezpieczeństwa funkcjonalnego

Bezpieczeństwo funkcjonalne odgrywa coraz większą rolę również w systemach napędowych NORD i jest konsekwentnie rozwijane. Zdecentralizowana przetwornica częstotliwości NORDAC ON otrzymała teraz kompleksową rozbudowę funkcji bezpieczeństwa.

Oprócz funkcji STO i SS1 zintegrowano teraz również funkcje bezpiecznego ruchu SLS, SMS oraz SSM, zapewniające niezawodne monitorowanie ruchu obrotowego. NORDAC ON oferuje zatem nie tylko funkcje bezpiecznego zatrzymania (Safe Torque Off oraz Safe Stop 1), lecz także umożliwia bezpieczne monitorowanie prędkości napędu (Safety Limited Speed, Safe Maximum Speed oraz Safe Speed Monitor).

Przyszły wariant zdecentralizowanej przetwornicy częstotliwości będzie można zintegrować z aplikacjami bezpieczeństwa w istniejących sieciach Industrial Ethernet za pośrednictwem PROFI-safe lub FSoE. Wybrany protokół Industrial Ethernet jest parametryzowany podczas uruchomienia. Możliwa jest również praca w trybie autonomicznym. Bezpieczne wejścia i wyjścia cyfrowe NORDAC ON umożliwiają integrację bezpiecznych urządzeń peryferyjnych oraz funkcji bezpieczeństwa.



źródło: NORD DRIVESYSTEMS

więcej: nord.com/pl/home-pl.jsp

Hamulce

Zwalniaki elektrohydrauliczne firmy EMA-ELFA (Grupa Cantoni)

Grupa Cantoni jest wiodącym europejskim producentem i dostawcą silników elektrycznych, hamulców oraz narzędzi, z prawie 150-letnią tradycją. Oferta obejmuje również zwalniaki elektrohydrauliczne, które stanowią niezawodne rozwiązanie dla wielu wymagających zastosowań przemysłowych.

W swojej ofercie Grupa Cantoni posiada kompleksową gamę silników indukcyjnych o mocach od 0,04 kW do 7000 kW, dostępnych zarówno w wykonaniach standardowych, jak i specjalnych. Produkty spełniają wymagania międzynarodowych norm IEC i NEMA, gwarantując wysoką jakość, niezawodność oraz szerokie możliwości zastosowania.

Silniki niskiego, średniego i wysokiego napięcia znajdują zastosowanie w niemal wszystkich gałęziach przemysłu. Dzięki szerokim możliwościom konfiguracji mogą być dostosowane do indywidualnych wymagań technicznych i specyfiki konkretnych aplikacji.

Ważną pozycję w ofercie Grupy Cantoni stanowią również zwalniaki elektrohydrauliczne,

które, obok całej gamy hamulców, produkowane są przez firmę Ema-Elfa Sp. z o.o. Są to rozwiązania, które są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania w wielu wymagających aplikacjach przemysłowych.

Zastosowanie zwalniaków elektrohydraulicznych

Zwalniak (luzownik) elektrohydrauliczny jest urządzeniem, w którym w sposób hydrauliczny następuje zamiana energii elektrycznej na energię mechaniczną ruchu prostoliniowego. Praca zwalniaka elektrohydraulicznego polega na wysuwie tłoczyska z odpowiednią siłą na określony skok.

Zwalniaki znajdują zastosowanie głównie do zwalniania (otwierania) hamulców szczękowych i tarczowych. Z zabudowanymi wewnątrz sprężynami nie tylko zwalniają hamulce, ale również wywołują moment hamowania.

To niezwykle ważne urządzenie wpływa na działanie całego układu hamulcowego, a tym samym na bezpieczeństwo zarówno operatora, jak i maszyny.

Zwalniaki mogą mieć zastosowanie wszędzie tam, gdzie potrzebna jest praca o ruchu posuwisto-zwrotnym,

np. do uruchamiania zasuw i zaworów, do zamykania i otwierania klap, szaf, drzwi, do podnoszenia i opuszczania zapór, do poruszania dźwigni i cięgieł w urządzeniach oraz systemach dźwigowych itp.

Charakterystyka techniczna

Zwalniaki napędzane są indukcyjnymi, trójfazowymi silnikami klatkowymi umieszczonymi wewnątrz obudowy zwalniaka na napięcia znamionowe do 690 VAC (dla typu ZE) i do 1000 VAC (dla typu ExZE) oraz częstotliwości 50 Hz.

Zwalniaki mogą być stosowane zarówno do pracy ciągłej S1, jak i okresowej przerywanej S3 ze względnym czasem obciążenia do 100% i liczbą łącznych do 2000 c/h.

Typy zwalniaków elektrohydraulicznych w ofercie Grupy Cantoni

Zwalniaki elektrohydrauliczne typu ZE

Zwalniaki elektrohydrauliczne typu ZE przeznaczone są do pracy w strefie o klimacie umiarkowanym na lądzie, na otwartym powietrzu N/1 wg PN-68/H-04650 w zakresie temperatur otoczenia od -25°C do +40°C.

Wykonywane są one w kilku wielkościach w zależności od udźwigu znamionowego (od 120 do 3200 N) oraz skoku (od 50 do 160 mm).

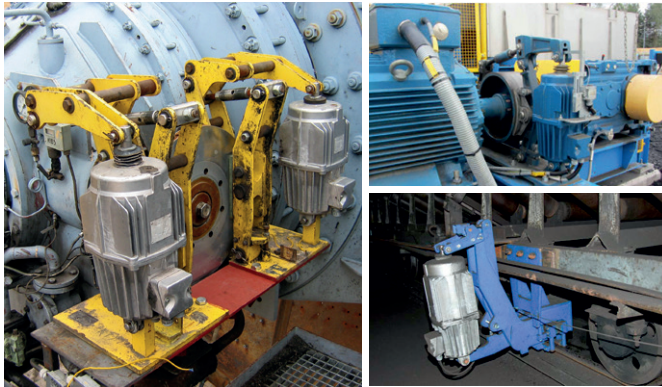
Zasilane są prądem trójfazowym o napięciu do 500 V. Na specjalne życzenie istnieje możliwość zabudowania wewnątrz zwalniaka elektromagnesu podtrzymującego tłoczek w górnym położeniu o napięciu znamionowym 38 V DC lub innym, zgodnym z wymaganiami klienta.

Zwalniaki przeznaczone są zarówno do pracy pionowej (ZE), jak i poziomej (ZE-Lv). Posiadają one obudowę olejoszczelną ze skrzynką przyłączeniową o stopniu ochrony IP65.

Zwalniaki elektrohydrauliczne przeciwwybuchowe typu ExZE

Zwalniaki ExZE (ExZEM, ExZE-X) wykonane są jako urządzenia przeciwwybuchowe w osłonie ognioszczelnej z obwodami sygnalizacyjnymi w wykonaniu iskrobezpiecznym.





Ten typ zwalniaków o wysokim stopniu ochrony jest przeznaczony do instalacji w kopalniach węgla (poziom zabezpieczenia EPL Mb, grupa I, kat. M2), w atmosferze gazowej zagrożonej wybuchem (poziom zabezpieczenia EPL Gb, grupa II, kat. 2G) oraz w atmosferze pyłowej zagrożonej wybuchem (poziom zabezpieczenia EPL Db, grupa II, kat. 2D) zgodnie z wymaganiami dyrektywy ATEX 2014/34/UE.

- **Ex I M2 Ex db[ia Ma] I Mb**
- **Ex II 2G Ex db[ia Ga] IIB T4 Gb**
- **Ex II 2D Ex tb[ia Da] IIIC T125°C Db**

Zwalniaki mają ochronę termiczną w postaci umiejscowionego wewnątrz wyłącznika bimetalowego lub czujnika pozystorowego chroniącego zwalniak w przypadkach awaryjnych przed nadmiernym nagrzewaniem się oleju. Temperatura zadziałania ww. czujników temperatury wynosi $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Zwalniak posiada obudowę olejuszczelną ze skrzynką przyłączeniową o stopniu ochrony IP 65 wg PN-EN 60529:2003/A2:2014-07.

* * *

Zwalniaki elektrohydrauliczne produkowane przez Grupę Cantoni zostały zaprojektowane, zbudowane i przetestowane zgodnie z międzynarodowymi normami (ISO 9001, ISO 14001) oraz są zgodne z dyrektywami Unii Europejskiej (posiadają oznaczenie CE). Ponadto seria zwalniaków typu ExZE (ExwZE) spełnia zasadnicze wymagania dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem gazów i pyłów (Dyrektywa ATEX 2014/34/EU). ■

Artykuł powstał na podstawie materiałów i zdjęć firmy Cantoni.

et INFO

Specyfikacja techniczna zwalniaków elektrohydraulicznych Ema-Elfa

ZWALNIKI ELEKTROHYDRAULICZNE TYPU ZE

Wykonanie standardowe:

- Znamionowa siła wysuwu tłoczyska: 120–3200 N;
- Skok tłoczyska: 50–160 mm;
- Napięcie zasilania: 230, 400, 500 VAC;
- Częstotliwość: 50 Hz;
- Znamionowa moc silnika: 180–550 W;
- Rodzaj pracy: S1, S3 do 100% do 2000 c/h;
- Stopień ochrony: IP 65.

Dostępne opcje:

- Napięcie zasilania: dowolne do 690 VAC;
- Częstotliwość: 60 Hz;
- Stopień ochrony: IP 56, IP 66;
- Zwalniaki do pracy poziomej.

Zwalniaki z sygnalizacją położenia tłoczyska:

- Wykonanie z wewnętrznym czujnikiem magneto-indukcyjnym Ckl;
 - Wykonanie z zewnętrznym wyłącznikiem mechanicznym Cm;
 - Wykonanie z zewnętrznym czujnikiem indukcyjnym Ci.
- Inne opcje są dostępne po uzgodnieniu.

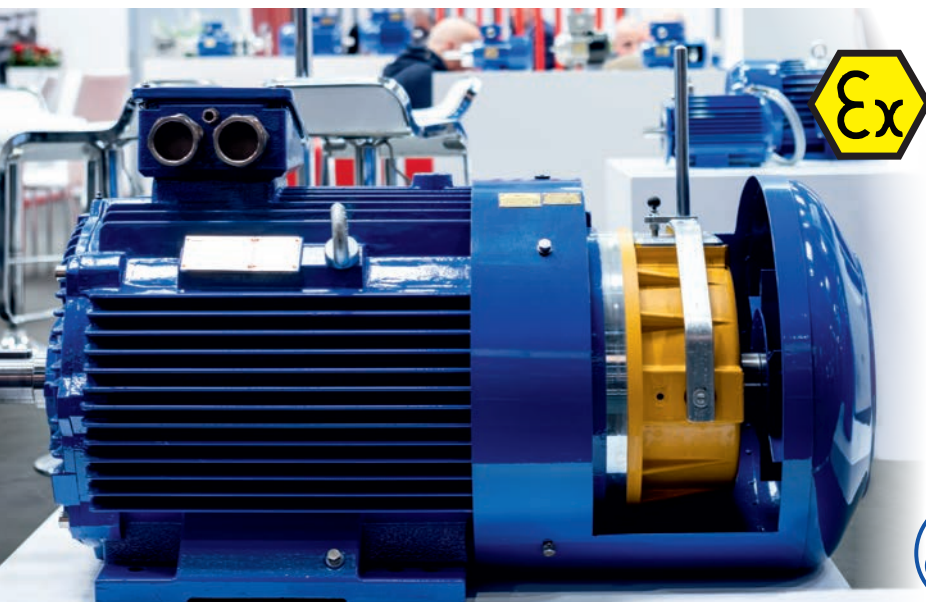
ZWALNIKI ELEKTROHYDRAULICZNE PRZECIWWYBUCHOWE TYPU ExZE

Wykonanie standardowe:

- Znamionowa siła wysuwu tłoczyska: 800–3200 N;
- Skok tłoczyska: 60–160 mm;
- Napięcie zasilania: 127–1000 VAC;
- Częstotliwość: 50 Hz;
- Znamionowa moc silnika: 450–550 W;
- Rodzaj pracy: S1, S3 do 100% do 2000 c/h;
- Stopień ochrony: IP 65.

Dostępne opcje:

Inne opcje poprzedzone analizą bezpieczeństwa (Dyrektywa ATEX) są dostępne po uzgodnieniu.



Cantoni®
GROUP

SILNIKI ELEKTRYCZNE
0,04 kW - 7000 kW
produkowane w Polsce
w tym hamulce i zwalniaki



Silnik nieiskrzący w klasie sprawności IE4 w podwójnym wykonaniu przeciwwybuchowym, do pracy w strefie gazowej 2 (3G) i pyłowej 22 (3D), z hamulcem elektromagnetycznym typu NEX100

www.cantonigroup.com

Napędy

Kiedy silniki liniowe mają sens? Wady i zalety

Precyzja pozycjonowania rzędu mikrometrów, wysokie przyspieszenia i brak luzów charakterystycznych dla mechanicznego układu przeniesienia napędu – silniki liniowe od lat kuszą konstruktorów maszyn obietnicą napędu „idealnego”. W praktyce ich zastosowanie wcale nie jest oczywistym wyborem. Sprawdzamy, na czym polega ich działanie i jakie realne korzyści dają w automatyce, a kiedy tradycyjny napęd obrotowy wciąż pozostaje rozwiązaniem bardziej racjonalnym, zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

Bogdan Kruk



źródło: Adobe Stock – Sumon

Silnik liniowy to w uproszczeniu klasyczny silnik elektryczny, w którym stojan i rotor „rozwinięto” z formy cylindrycznej do postaci liniowej. Zamiast momentu wywołującego obrót uzyskuje się bezpośrednio siłę powodującą ruch postępowy – bez pośrednictwa śruby kulowej, przekładni zębatkowej czy pasa zębatego. Istotny wkład w rozwój tej technologii wniósł brytyjski inżynier i profesor Eric Laithwaite, który od końca lat 40. XX wieku prowadził badania nad liniowymi silnikami indukcyjnymi, a później rozwijał ich zastosowanie m.in. w systemach transportu szynowego.

Jak działa silnik liniowy?

Podstawę konstrukcji stanowią dwa współpracujące ze sobą elementy: część pierwotna, która zawiera uzwojenia, oraz część wtórna, której budowa zależy od rodzaju napędu. Może zawierać m.in. magnesy trwałe albo element przewodzący, w którym indukowane są prądy. W często stosowanej konfiguracji część z uzwojeniami przemieszcza się wzdłuż nieruchomego toru, przy zachowaniu szczeliny powietrznej między elementami silnika. Możliwy jest jednak również układ odwrotny – wtedy to tor z magnesami się

porusza, a uzwojenia pozostają nieruchome. Siła napędowa powstaje bezpośrednio wskutek oddziaływań elektromagnetycznych, bez mechanicznej transmisji między silnikiem a przemieszczanym zespołem. Ogranicza to zużycie elementów przeniesienia napędu i eliminuje jedno z istotnych źródeł luzu w osi.

Pod względem budowy silniki liniowe mogą mieć m.in. konstrukcję płaską lub rurową, a także konstrukcję w kształcie litery U (nazywaną też kanałową). Inny podział wynika z zasady wytwarzania siły. W liniowych silnikach indukcyjnych pole magnetyczne wytwarzane przez uzwojenia części pierwotnej indukuje prądy w części wtórnej, a ich wzajemne oddziaływanie generuje siłę napędową. W synchronicznych silnikach liniowych z magnesami trwałymi pole uzwojeń współdziała natomiast z polem magnesów części wtórnej. Rozwiązania te są szeroko stosowane w aplikacjach, które wymagają dużej dynamiki i wysokiej precyzji pozycjonowania.

Najważniejsze zalety silników liniowych

Podstawową zaletą silnika liniowego jest wyeliminowanie mechanicznego układu przeniesienia napędu mię-



Bogdan Kruk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

dzy silnikiem a przemieszczanym elementem. Przekłada się to na kilka istotnych korzyści konstrukcyjnych i eksploatacyjnych:

- **Wysoka precyzja i powtarzalność pozycjonowania** – brak luzów charakterystycznych dla przekładni, śrub kulowych czy pasów zębatych eliminuje jedno z istotnych źródeł błędów pozycjonowania. W połączeniu z odpowiednim układem pomiarowym i sterowaniem umożliwia uzyskanie dokładności wymaganej m.in. w obrabiarkach precyzyjnych i systemach montażu komponentów elektronicznych.
- **Duża dynamika ruchu** – bezpośrednie wytwarzanie siły eliminuje ograniczenia wynikające z bezwładności i właściwości mechanicznej transmisji, umożliwiając uzyskanie dużych przyspieszeń i prędkości.
- **Mniejsze zużycie elementów mechanicznych** – brak śruby kulowej, nakrętki, przekładni czy pasa zębatego ogranicza liczbę elementów podlegających zużyciu i wymagających okresowej obsługi. Kontroli i konserwacji nadal wymagają jednak m.in. przewodnice.
- **Cicha i płynna praca** – brak mechanicznej transmisji ogranicza hałas i drgania związane z pracą przekładni, śruby czy pasa. Ma to znaczenie m.in. w aparaturze pomiarowej i laboratoryjnej oraz innych aplikacjach wymagających płynnego ruchu.
- **Duże pasmo układu regulacji** – brak podatnych elementów mechanicznej transmisji i związanych z nimi luzów ułatwia uzyskanie szybkiej odpowiedzi układu sterowania. Ma to znaczenie w aplikacjach wymagających dynamicznej synchronizacji ruchu, np. podczas cięcia w locie.
- **Elastyczna integracja z maszyną** – brak przekładni i śruby napędowej pozwala bezpośrednio włączyć elementy silnika w konstrukcję osi, co daje projektantowi większą swobodę jej zabudowy.

Ograniczenia napędu bezpośredniego

Przy doborze napędu bezpośredniego trzeba jednak uwzględnić jego koszt oraz wymagania cieplne, konstrukcyjne i związane ze sterowaniem. Koszt inwestycyjny może być wyższy niż w przypadku klasycznej osi, ponieważ oprócz silnika potrzebny jest liniowy układ pomiarowy o odpowiedniej rozdzielczości i dokładności oraz właściwie dobrany serwonapęd. W konstrukcjach z magnesami trwałymi koszt rośnie również wraz z długością toru magnetycznego.

Istotnym ograniczeniem jest również odprowadzanie ciepła. Ponieważ siła napędowa jest wytwarzana bezpośrednio elektromagnetycznie, utrzymywanie dużej siły ciągłej wymaga odpowiedniego prądu, a straty w uzwojeniach powodują ich nagrzewanie. W aplikacjach o dużym obciążeniu ciągłym konieczne może być aktywne chłodzenie. Silnik liniowy nie zapewnia też mechanicznego utrzymania pozycji po zaniku zasilania. Ma to szczególne znaczenie w osiach pionowych, w których działanie grawitacji może spowodować niekontrolowane przemieszczenie obciążenia. W takich zastosowaniach konieczne jest odpowiednie zabezpieczenie, np. hamulec lub mechanizm blokujący.

Nie można też pominąć dodatkowych wymagań po stronie konstrukcji i sterowania. Wióry i pyły ferromagnetyczne mogą być przyciągane przez tor magnetyczny, dlatego w środowisku obróbkowym potrzebne są odpowiednie osłony lub inne rozwiązania zabezpieczające tor i szczelinę roboczą. Pełne wykorzystanie możliwości napędu wymaga ponadto odpowiednio dokładnego i szybkiego układu pomiaru położenia oraz właściwie dostrojonego układu regulacji. W silnikach rdzeniowych (z rdzeniem

ferromagnetycznym) pomiędzy częścią z uzwojeniami a torem magnetycznym występuje dodatkowo znaczna siła przyciągania. Nie uczestniczy ona w wytwarzaniu użytecznej siły w kierunku ruchu, natomiast obciąża przewodnice, co trzeba uwzględnić już na etapie projektowania osi.

Gdzie sprawdzają się silniki liniowe?

Silniki liniowe znajdują zastosowanie przede wszystkim tam, gdzie wymagania dotyczące dynamiki, dokładności i powtarzalności ruchu uzasadniają wyższy koszt napędu bezpośredniego. Typowymi przykładami są obrabiarki CNC i szlifierki precyzyjne, w których znaczenie mają dokładność pozycjonowania oraz szybki posuw, jak również systemy montażu elektroniki i urządzenia pick-and-place wykonujące dużą liczbę krótkich, powtarzalnych ruchów. Napędy te stosuje się również w szybkich maszynach pakujących, urządzeniach do cięcia w locie, precyzyjnej aparaturze laboratoryjnej i pomiarowej oraz systemach pozycjonowania wykorzystywanych w produkcji półprzewodników, a także w napędach pomocniczych.

Innym, choć znacznie mniej typowym dla automatyki przemysłowej przykładem zastosowania napędu liniowego są systemy kolei magnetycznej. Napęd liniowy wytwarza w takim rozwiązaniu siłę pociągową bez klasycznego kontaktu koła z szyną, dlatego przenoszenie tej siły nie zależy od przyczepności charakterystycznej dla tradycyjnej kolei.

Kiedy silnik liniowy nie ma uzasadnienia?

Nie każda aplikacja wymagająca ruchu liniowego uzasadnia inwestycję w napęd bezpośredni. Tam, gdzie prędkości i przyspieszenia są umiarkowane, wymagania dotyczące pozycjonowania nie są wysokie, a koszt inwestycji ma kluczowe znaczenie, oś z silnikiem obrotowym i śrubą kulową lub pasem zębatym może być rozwiązaniem prostszym i bardziej ekonomicznym. Śruba kulowa sprawdza się szczególnie tam, gdzie potrzebna jest duża siła osiowa przy umiarkowanej dynamice ruchu. W prostych aplikacjach realizujących ruch między określonymi położeniami alternatywą pozostają również siłowniki pneumatyczne.

Porównanie nie powinno jednak kończyć się na samej cenie zakupu. Napęd z mechanicznym układem przeniesienia ruchu zawiera więcej elementów, które podlegają zużyciu, takich jak śruba z nakrętką, sprężyno czy pas zębaty, co może zwiększać zakres okresowej obsługi i koszty serwisowe. Napęd liniowy wymaga też zazwyczaj większych nakładów początkowych, natomiast ograniczenie liczby elementów mechanicznej transmisji powinno zmniejszyć zakres późniejszej obsługi. Dlatego właściwym kryterium porównania powinien być całkowity koszt posiadania (TCO), obejmujący nie tylko zakup komponentów, lecz także przewidywany czas eksploatacji, intensywność pracy, konserwację oraz koszty ewentualnych przestojów.

Wybór między silnikiem liniowym a klasycznym układem napędowym powinien więc wynikać z wymagań konkretnej aplikacji, a nie z samej dostępności bardziej zaawansowanej technologii. Napęd bezpośredni warto rozważyć przede wszystkim wtedy, gdy o wydajności maszyny decydują wysoka dynamika, dokładne i powtarzalne pozycjonowanie oraz ograniczenie mechanicznego układu przeniesienia ruchu. Jeżeli natomiast wymagania dotyczące dynamiki i pozycjonowania są umiarkowane, a priorytetem pozostają prostota konstrukcji i niski koszt inwestycji, dobrze dobrany napęd klasyczny nadal będzie w pełni racjonalnym wyborem inżynierskim. ■



źródło: West Virginia University

Ta robotyczna dłoń może zrewolucjonizować zbiór delikatnych owoców

Naukowcy z West Virginia University opracowali miękki, pięciopalczasty chwytak robotyczny, który może precyzyjnie zbierać delikatne owoce, takie jak truskawki, awokado czy papaje. Rozwiązanie ma pomóc w ograniczeniu strat, do jakich dochodzi podczas zbiorów, poprawić jakość produktów trafiających do sklepów i zmniejszyć problemy związane z niedoborem pracowników w rolnictwie.

Chwytak wykonano z miękkich materiałów, takich jak silikon i poliuretan, dzięki czemu może delikatnie obejmować owoce bez

ich uszkodzenia. Wbudowane czujniki pozwalają natomiast ocenić rozmiar, krzywiznę, kolor i dojrzałość owocu, a więc określić najlepszy moment zbioru.

W przeprowadzonych testach nowy chwytak wykazał bardzo wysoką precyzję, niemal 100% skuteczność przewidywania kształtu oraz możliwość podnoszenia ciężaru znacznie przekraczającego jego własną masę.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

BMW tworzy oprogramowanie dla robotów przyszłości

BMW Group rozwija w swoim zakładzie w Landslut oprogramowanie dla humanoidalnych robotów, które w przyszłości mają wspierać produkcję podzespołów. Projekt koncentruje się na integracji danych, symulacji, planowaniu ruchu i szkoleniu systemów robotycznych, a jego celem jest przygotowanie technologii do realnych zastosowań przemysłowych.



źródło: BMW Group

Niemiecki koncern rozwija architekturę, która ma połączyć tradycyjne programowanie deterministyczne z nowoczesnymi modelami AI typu Vision-Language-Action. Takie podejście ma umożliwić robotom nie tylko wykonywanie zaprogramowanych sekwencji, ale też analizowanie obrazu, rozumienie kontekstu i podejmowanie decyzji o działaniu. Celem jest stworzenie modułowego ekosystemu, w którym różne systemy robotyczne mogą współpracować i być wykorzystywane w wielu scenariuszach produkcyjnych.

Równolegle roboty uczą się także na podstawie demonstracji. Członkowie zespołu pokazują im wzorce ruchu i sekwencje pracy, a systemy kamer, kombinezony monitorujące ruch i rękawice sensoryczne zamieniają te działania w dane treningowe.

więcej: press.bmwgroup.com/poland

Nowy master IO-Link upraszcza okablowanie i zwiększa elastyczność automatyki

Rosnąca złożoność maszyn i instalacji przemysłowych sprawia, że projektanci coraz częściej szukają sposobów na ograniczenie okablowania, uproszczenie integracji i obniżenie kosztów infrastruktury. Odpowiedzią na te potrzeby jest nowy master IO-Link AL1602 z serii AutomationLine firmy ifm. Łączy on decentralizację, komunikację cyfrową i wysoką odporność na warunki przemysłowe.



źródło: ifm electronic

Do największych atutów AL1602 należy multiprotokołowy interfejs Ethernet, który obsługuje zarówno PROFINET, jak i EtherNet/IP. Dzięki temu ten sam master IO-Link może pracować w różnych środowiskach automatyki bez konieczności wymiany sprzętu przy zmianach po stronie sterowania.

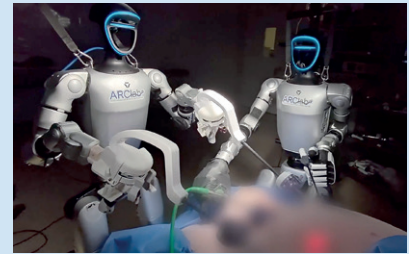
Dzięki takiemu rozwiązaniu łatwiejsza jest standaryzacja wyposażenia maszyn, można ograniczyć liczbę wariantów urządzeń magazynowanych przez producentów i uprościć integrację systemów wykorzystujących różne standardy komunikacji przemysłowej.

AL1602 oferuje osiem portów IO-Link klasy A/B, które można dowolnie konfigurować. W przeciwieństwie do wielu urządzeń dostępnych na rynku, w których funkcje poszczególnych portów są częściowo z góry określone, nowy master daje dużą swobodę dopasowania konfiguracji do potrzeb konkretnej aplikacji.

więcej: ifm.com/pl/pl

Humanoidy operowały pacjenta – pierwszy raz na świecie

Naukowcy z University of California San Diego przeprowadzili dwie operacje chirurgiczne z użyciem teleoperowanych robotów humanoidalnych.



źródło: UC San Diego

W pierwszym zabiegu zespół złożony z robota humanoidalnego i chirurga-asystenta usunął pacjentowi pęcherzyk żółciowy. W drugim dwa roboty humanoidalne pracowały samodzielnie, bez człowieka przy stole operacyjnym. Obie procedury wykonano na dużych ssakach w ramach badania przedklinicznego, a robotami sterowano zdalnie z konsoli teleoperacyjnej.

Stosowane systemy chirurgii robotycznej mają zwykle trzy lub cztery ramiona, ważą około 800 kg i wymagają dużego zespołu oraz przystosowanej sali operacyjnej. Surgie – robot użyty w obu operacjach, ma 1,5 m wzrostu i waży 27 kg. Do chwytaków zaprojektowano adaptory pod standardowe narzędzia laparoskopowe. Sterowanie humanoidem jest bardziej intuicyjne niż systemami specjalistycznymi, a precyzja zabiegu jest porównywalna.

Roboty trzeba było kilkakrotnie rekalkulować, co wydłużyło czas operacji względem systemów specjalistycznych. Zespół pracuje obecnie nad redukcją opóźnień między ruchem chirurga a reakcją robota – co jest kluczowe przy operacjach na duże odległości.

więcej: ucsd.edu

Kolejny japoński producent samochodów będzie stawiał na humanoidy

Mitsubishi Motors i Highlanders, start-up wywodzący się z Uniwersytetu Tokijskiego, podpisał memorandum o współpracy, którego celem jest rozwój środowiska przemysłowego opartego na wspólnej pracy ludzi i robotów.



źródło: Mitsubishi Motors

Porozumienie obejmuje zarówno wspólne prace nad robotami humanoidalnymi, jak i przygotowanie ich seryjnej produkcji w zakładzie Mitsubishi Motors w Kioto.

Pierwszym etapem współpracy będzie wykorzystanie robotów humanoidalnych Highlanders w zakładach produkcyjnych Mitsubishi Motors. Ich rzeczywiste wdrożenie ma dostarczyć danych operacyjnych i praktycznych doświadczeń potrzebnych do dalszego rozwoju technologii oraz oceny potencjału produkcyjnego takich urządzeń.

Równolegle Mitsubishi wnieśli do projektu swoje doświadczenie w zakresie produkcji seryjnej, zapewnienia jakości, projektowania z myślą o trwałości i bezpieczeństwie, mechatroniki oraz organizacji procesów wytwórczych. Firmy sprawdzą także możliwość rozpoczęcia produkcji już na początku 2027 r. z wykorzystaniem niewykorzystywanych obecnie obiektów Mitsubishi Motors w Kioto.

więcej: press.mitsubishi.pl

Robotyka + AI

Sztuczna inteligencja w robotyce przemysłowej: jak roboty uczą się myśleć

Roboty przemysłowe przestają być kojarzone z maszynami, które wykonują w kółko ten sam, precyzyjnie zaprojektowany ruch. Dziś coraz częściej odznaczają się „inicjatywą”. Potrafią rozpoznawać różnorodne przedmioty, których wcześniej nie widziały, przewidywać własną awarię i jej zapobiegać, a także uczyć się nowych czynności, obserwując pracę człowieka. Za tą zmianą stoi jeden czynnik: sztuczna inteligencja, która z laboratoriów badawczych coraz śmielej wchodzi na hale produkcyjne.

Wojciech Traczyk



źródło: Adobe Stock – metamorworks



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Połączenie robotyki i sztucznej inteligencji (AI) jest nieuniknione. Bardzo łatwo można bowiem sobie wyobrazić wiele różnych korzyści, jakie może przynieść taka integracja. Jednak skala tego zjawiska robi wrażenie. Jak przewidują analitycy z Międzynarodowej Federacji Robotyki (International Federation of Robotics – IFR), w perspektywie najbliższych lat wartość rynku robotów wykorzystujących AI osiągnie poziom kilku bilionów dolarów. Przedstawiciele producentów robotów przemysłowych podkreślają natomiast wyraźnie, że AI zmienia sposób myślenia o robotyzacji, czyniąc procesy bardziej elastycznymi i odpornymi na dynamiczne warunki.

Od sztywnego programu do uczącego się systemu

Klasyczny robot przemysłowy działał w oparciu o ściśle zdefiniowaną trajektorię ruchu. Każdy punkt trasy, każda prędkość i każdy moment chwytu musiały zostać zaprogramowane. Sprawdzało się to doskonale w środowiskach w pełni przewidywalnych, ale zawodziło tam, gdzie pojawiała się choćby niewielka zmienność w stosunku do zakładanych warunków (np. inny kształt detalu, przesunięcie palety o kilka centymetrów czy nieoczekiwana przeszkoda).

Uczenie maszynowe zmienia tę logikę u podstaw. Zamiast otrzymywać gotowy algorytm na każdą możliwą sytuację, robot analizuje dane z własnych czujników

i stopniowo optymalizuje sposób działania. Dzięki temu może samodzielnie dobierać prędkość pracy w zależności od rodzaju obrabianego materiału albo dostosowywać siłę chwytu do kruchości elementu. Ta rewolucyjna niemalże zmiana modelu pracy robota jest chyba najważniejszą przemianą jakościową we współczesnej automatyce.

Coraz popularniejszą metodą wdrażania nowych zadań jest tzw. uczenie przez demonstrację. Zamiast złożonego kodowania kolejnych linii sterujących, operator prowadzi ramię robota przez pożądaną sekwencję ruchów albo pokazuje zadanie na przykładzie. Algorytmy AI analizują demonstrację, wyciągają z niej wzorce i samodzielnie go doskonalą, eliminując zbędne ruchy i skracając czas cyklu. To radykalnie obniża próg wejścia do robotyki dla mniejszych zakładów, które wcześniej nie mogły sobie pozwolić na kosztowną integrację robotów.

Robot, który widzi i rozumie

Drugim filarem inteligentnej robotyki jest wizja komputerowa, określana skrótem vision AI. To połączenie kamery (w tym systemów 3D) z oprogramowaniem zdolnym do interpretacji obrazu w czasie rzeczywistym. Dzięki temu robot „widzi” obiekt, rozpoznaje jego kształt, ocenia położenie w przestrzeni, sprawdza jakość wykonania, a nawet odróżnia elementy wadliwe od poprawnych.

Ma to ogromne znaczenie praktyczne. Systemy wizyjne pozwalają robotom pracować z komponentami ułożonymi w sposób nieuporządkowany. Jeszcze do niedawna zadania typu pick and place wymagały albo precyzyjnego pozycjonowania detali przez człowieka, albo drogich, dedykowanych systemów. Dziś algorytmy analizy obrazu potrafią samodzielnie zidentyfikować najlepszy punkt chwytu, niezależnie od orientacji przedmiotu.

Wizja komputerowa odgrywa też kluczową rolę w kontroli jakości. Sieci neuronowe trenowane na tysiącach zdjęć produktów wykrywają mikroskopijne odchylenia i rysy szybciej i skuteczniej niż ludzkie oko, a przy tym nie tracą czujności po ośmiu godzinach pracy.

Fabryka, która sama o siebie dba

Inteligencja robotów przemysłowych nie kończy się na wykonywaniu ruchu. Coraz istotniejsza staje się kompleksowa integracja robotów z innymi maszynami i z systemami zarządzania produkcją. Nowoczesne roboty nie pracują już w izolacji – wymieniają dane z innymi urządzeniami, raportują odchylenia od normy i uczestniczą w planowaniu własnej konserwacji.

Do tego trzeba dodać jedno z najbardziej praktycznych zastosowań AI w przemyśle, czyli konserwację predykcyjną. Systemy analizujące dane z czujników drgań, temperatury czy poboru prądu potrafią wychwycić sygnały świadczące o zbliżającej się awarii, zanim dojdzie do przestoju. Zamiast harmonogramu przeglądów oparteo na sztywnych interwałach, zakład otrzymuje prognozę opartą na rzeczywistym stanie technicznym maszyny. Efekt to mniej nieplanowanych przestojów, niższe koszty serwisowe i dłuższa żywotność podzespołów.

Bezpieczna współpraca człowieka z maszyną

AI zmienia też relację między robotem a operatorem. Klasyczne roboty musiały być odgródzone barierami ochronnymi, a do tego nie potrafiły odróżnić człowieka od przeszkody na trasie ruchu. Systemy wizyjne wsparte uczeniem maszynowym pozwalają dziś na znacznie bliższą współpracę.

Coboty, czyli roboty współpracujące, wykorzystują AI do interpretacji ludzkich gestów, a nawet mowy, co umożliwia bardziej naturalną interakcję. Algorytmy, które

analizują wzorce ruchu, potrafią rozpoznać sytuacje niebezpieczne, zanim dojdzie do wypadku, i automatycznie zredukować prędkość ramienia albo je zatrzymać. Dzięki temu granica między strefą pracy człowieka a robota zaciera się, dzięki czemu możliwa staje się praca ramię w ramię z robotem.

Gdzie AI w robotyce sprawdza się najlepiej

Nie wszystkie branże wdrażają inteligentną robotykę w tym samym tempie. Jednym z liderów jest logistyka i magazynowanie – sektor o stosunkowo kontrolowanym środowisku pracy i ogromnej presji na automatyzację łańcuchów dostaw. Roboty mobilne wspierane przez AI samodzielnie planują trasy, optymalizują rozmieszczenie towaru i reagują na zmiany w czasie rzeczywistym.

Drugim istotnym obszarem jest produkcja przemysłowa – motoryzacja, elektronika i farmacja – gdzie AI wspiera precyzyjny montaż, kontrolę jakości i automatyzację linii produkcyjnych. Coraz większe znaczenie zyskuje też sektor usługowy, w którym po pandemicznym niedoborze pracowników rośnie zainteresowanie modelami hybrydowymi: zadania powtarzalne przejmują roboty, a ludzie skupiają się na kontakcie z klientem i decyzjach.

Kierunek: embodied AI

Producenci robotów coraz odważniej rozwijają koncepcję tzw. ucieleśnionej sztucznej inteligencji (embodied AI). Zgodnie z tym podejściem systemy uczą się w symulowanych, wirtualnych środowiskach, zanim trafią do fizycznej maszyny. Robot może przejść tysiące wariantów zadania w symulacji, zanim wykona pierwszy realny ruch, co skraca czas wdrożenia i ogranicza ryzyko kosztownych błędów na hali produkcyjnej.

To podejście zapowiada kolejny skok jakościowy. Roboty, które rozumieją ogólne zasady fizyki i manipulacji przedmiotami na tyle dobrze, że będą potrafić przenosić zdobytą wiedzę między różnymi zadaniami i konfiguracjami stanowiska pracy.

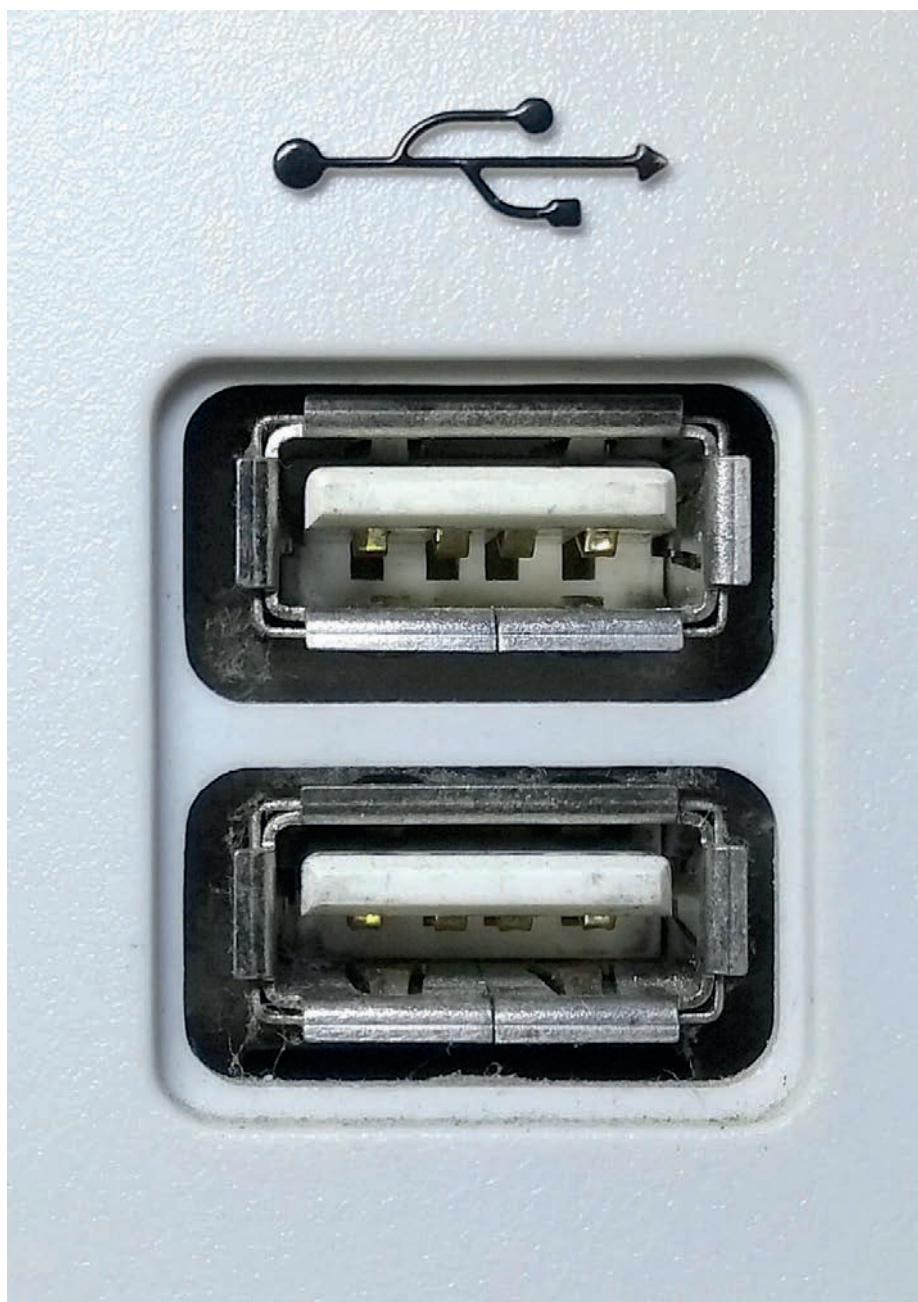
Nowe możliwości, nowe wyzwania

Korzyści płynące z połączenia AI i robotyki są trudne do przecenienia – wyższa wydajność, większa elastyczność produkcji, lepsza jakość i realna redukcja kosztów operacyjnych. Ta transformacja niesie jednak ze sobą nowe wymagania: konieczność podnoszenia kompetencji zespołów utrzymania ruchu, integrację danych z wielu źródeł oraz dbałość o cyberbezpieczeństwo. Trzeba bowiem mieć, świadomość, że roboty połączone w sieć stają się też potencjalnym celem ataków.

Nie bez znaczenia jest też kwestia zaufania. Wdrożenie systemu, który podejmuje decyzje samodzielnie (choćby dotyczących kolejności realizacji zadań na podstawie bieżących warunków produkcyjnych) wymaga od inżynierów i menedżerów zmiany sposobu myślenia o nadzorze nad procesem.

Co dalej?

Eksperti branżowi są zgodni: już w ciągu najbliższych dekad sztuczna inteligencja przestanie być dodatkiem do robotyki przemysłowej, a stanie się jej standardowym wyposażeniem – tak jak dziś np. napędy serwo czy czujniki bezpieczeństwa. Granica między robotem a inteligentnym systemem decyzyjnym zaciera się z każdym rokiem, a hala produkcyjna w fabryce przyszłości będzie miejscem, w którym maszyny nie tylko wykonują polecenia, ale aktywnie uczestniczą w optymalizacji procesu, którego są częścią. ■



źródło: Pixabay – Eugene Brennan

30 lat USB 1.0

Universal Serial Bus, czyli popularne złącze USB, obchodzi w tym roku swoje 30. urodziny. W 1996 r. konsorcjum pod przewodnictwem firm Intel i Microsoft podjęło się zadania stworzenia uniwersalnego interfejsu do przesyłania danych i położenia tym samym kresu chaosowi związanemu z interfejsami RS-232 i PS/2.

Złącze USB 1.0 było dostępne w dwóch wariantach. Wersja Low Speed oferowała prędkość transferu danych na poziomie 1,5 Mbit/s, co wystarczało dla urządzeń wejściowych, natomiast opcja Full Speed (o prędkości 12 Mbit/s) była przeznaczona dla drukarek lub dysków twardych.

Na poziomie fizycznym złącze USB 1.0 wykorzystywało czteroprzewodowy kabel z różnicową transmisją sygnału (D+, D-) oraz zasilanie 5 V o natężeniu 100 mA. Dostępne były dwa typy wtyczek (A i B).

Złącze USB 1.0 nie zdobyło wprawdzie wielkiej popularności, ale wprowadzony dwa lata później ulepszony standard USB 1.1 zmienił już diametralnie świat sprzętu komputerowego.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

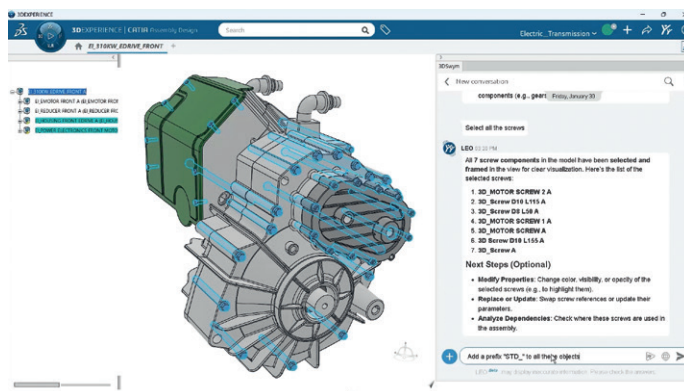
Platforma 3DEXPERIENCE z wirtualnymi towarzyszami

Dassault Systèmes udostępnił na platformie 3DEXPERIENCE trzech wirtualnych towarzyszy: AURA do zarządzania programami, LEO do złożonych zadań inżynierskich oraz MARIE, wspierającej pracę z wykorzystaniem zaawansowanej wiedzy naukowej.

Wyposażeni w sumie 19 nowych umiejętności, AURA, LEO i MARIE umożliwiają nowy sposób współtworzenia i współpracy z użytkownikami. Pozwalają na wspólne opracowywanie produktów, zasobów i usług oraz szybsze i bardziej efektywne rozwiązywanie złożonych wyzwań przemysłowych.

Każda z umiejętności, definiowana jako zestaw kompetencji, wspiera użytkowników w realizacji zadań, dostarcza informacji, które wcześniej były trudne do dostrzeżenia, pozwala analizować niewykorzystane dotąd możliwości oraz wykonywać konkretne zadania w ramach procesów przemysłowych obejmujących działalność biznesową, projektowanie produktów, inżynierię, symulacje, produkcję i operacje.

Wirtualni towarzysze realizują określone zadania, wykorzystując uporządkowaną wiedzę i know-how z danej branży. Interpretują intencje użytkownika, rozumują w kontekście przemysłowym i podejmują decyzje zapewniając rezultaty oparte na wiedzy naukowej i odzwierciedlające rzeczywiste warunki przemysłowe.



źródło: Dassault Systèmes

Nowa platforma przemysłowa AI

Firma Emerson zaprezentowała platformę sztucznej inteligencji AspenTech AVA, stworzoną z myślą o przedsiębiorstwach przemysłowych. Wykorzystując agentowe, świadome kontekstu branżowego możliwości sztucznej inteligencji, platforma AVA pomaga przedsiębiorstwom szybciej reagować na zmieniające się warunki operacyjne, stale doskonalić procesy i podejmować trafniejsze decyzje dzięki rekomendacjom AI dostępnym bezpośrednio w środowisku operacyjnym.

AVA łączy wieloletnie doświadczenie Emersona w zakresie procesów przemysłowych, modele oparte na podstawowych zasadach inżynierii (first-principles models) oraz możliwości dużych modeli językowych (LLM). Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą w praktyce wykorzystywać potencjał generatywnej sztucznej inteligencji oraz budować platformę operacyjną, która integruje dane, kontekst oraz procesy decyzyjne w całej organizacji.

Zaprojektowana jako rozwiązanie niezależne od źródła danych i oparte na istniejącej infrastrukturze automatyzacji, platforma AVA wykorzystuje platformę AspenTech Information Data Platform, która porządkuje i nadaje kontekst rozproszonym danym OT w środowiskach chmurowych, brzegowych i lokalnych.

więcej: emerson.com/en/

więcej: 3ds.com

Zintegrowany, pięciowarstwowy ekosystem Edge AI

Podczas tegorocznych targów COMPUTEX 2026 firma Innodisk zaprezentowała zintegrowany ekosystem Edge AI, którego celem jest przyspieszenie i ułatwienie bezpiecznego wdrażania sztucznej inteligencji w środowiskach korporacyjnych i przemysłowych. Rozwiązanie zostało zbudowane wokół pięciu warstw: obliczeniowej, pamięci operacyjnej, pamięci masowej, czujników i komunikacji oraz oprogramowania.

W centrum ekspozycji znalazły się lokalne rozwiązania AI, przeznaczone do pracy bezpośrednio w infrastrukturze klienta. System AccelBrain, oparty na module APEX-X200, umożliwia uruchamianie otwartoźródłowych modeli LLM lokalnie, bez konieczności korzystania z chmury publicznej. Z kolei AccelTune, pracujący na platformie APEX-S100, pozwala na precyzyjne dostrajanie modeli bez programowania. Podczas targów firma Innodisk zaprezentowała również zastosowania Edge AI w trudnych warunkach przemysłowych.

Jak podkreśla producent, takie podejście będzie zwiększać kontrolę nad danymi oraz wspierać budowę zamkniętych i bezpiecznych środowisk pracy.

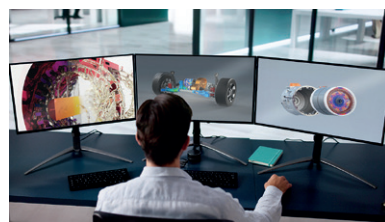
więcej: innodisk.com/en

Szybsze symulacje inżynierskie dzięki oprogramowaniu Simcenter z AI

Firma Siemens wprowadziła najnowszą wersję oprogramowania Simcenter, która zawiera znaczące ulepszenia w całym portfolio. Nowe możliwości oprogramowania pomogą inżynierom przyspieszyć procesy symulacyjne, szybciej analizować więcej opcji czy też podejmować pewniejsze decyzje na wcześniejszych etapach procesu projektowania.

Wraz ze wzrostem złożoności wyzwań inżynierskich firmy produkcyjne znajdują się pod coraz większą presją, żeby oceniać więcej opcji projektowych, jednocześnie zarządzając coraz bardziej złożonymi systemami. Najnowsze aktualizacje Simcenter odpowiadają na tę potrzebę, umożliwiając szybszą symulację, wcześniejsze uzyskanie wglądu w proces i bardziej zintegrowane procesy robocze między różnymi dyscyplinami.

Ta wersja jest również pierwszą, która łączy technologie symulacyjne firm Siemens i Altair w ujednoliconym portfolio rozwiązań symulacyjnych. Dzięki zintegrowaniu tych technologii w ramach spójnych procesów roboczych firma Siemens pomaga zespołom inżynierów w szerszym stosowaniu symulacji, zmniejszaniu złożoności i usprawnianiu procesu podejmowania decyzji.



źródło: Siemens

więcej: siemens.com/pl-pl/

Sztuczna inteligencja

Lokalna infrastruktura AI jako podstawa nowoczesnej automatyki przemysłowej

Jeszcze do niedawna chmura publiczna uchodziła za naturalny kierunek rozwoju dla firm wdrażających sztuczną inteligencję. Dziś, gdy modele AI zaczynają sterować procesami krytycznymi, kontrolą jakości czy predykcyjnym utrzymaniem ruchu, coraz wyraźniej widać granice tego podejścia. Zakłady produkcyjne wracają do myślenia o infrastrukturze lokalnej – nie z sentymentu, lecz z konieczności zapewnienia niskich opóźnień, kontroli nad danymi i zgodności z wymogami branżowymi.

Wojciech Traczyk

Infrastruktura pod sztuczną inteligencję to więcej niż serwer z procesorem graficznym. To zestaw wzajemnie powiązanych warstw, które muszą działać spójnie, żeby modele mogły być skutecznie trenowane i uruchamiane z odpowiednią wydajnością. Rdzeniem pozostają układy GPU, odpowiadające za równoległe obliczenia niezbędne w uczeniu głębokim. Obok nich niezwykle ważną rolę odgrywa pamięć masowa o wysokiej przepustowości, która umożliwia szybki dostęp do dużych, rozproszonych zbiorów danych. Trzecim filarem infrastruktury AI jest warstwa sieciowa, łącząca węzły obliczeniowe, urządzenia brzegowe i zasoby chmurowe w spójny, skalowalny system.

Kiedy chmura przestaje wystarczać

Podejście scentralizowane sprawdza się tam, gdzie liczy się skalowalność i dostęp do ogromnej mocy obliczeniowej (np. przy trenowaniu dużych modeli). Problem pojawia się, gdy AI ma sterować procesem w czasie rzeczywistym: robotem spawalniczym, kontrolą wizyjną na linii produkcyjnej czy systemem bezpieczeństwa funkcjonalnego. Każde opóźnienie transmisji do zdalnego centrum danych

(nawet rzędu milisekund) może oznaczać błędną decyzję, przestój, a nawet zagrożenie dla bezpieczeństwa ludzi i maszyn.

Do tego dochodzi przepustowość łączy. Nowoczesna hala produkcyjna generuje olbrzymie strumienie danych z kamer wizyjnych, czujników, sterowników PLC i innych urządzeń, których ciągle przesyłanie do chmury bywa



źródło: Magnific – DC Studio



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

kosztowne i ryzykowne przy awarii łącza. Coraz więcej firm wybiera więc model, w którym surowe dane pozostają w zakładzie, a na zewnątrz trafiają wyłącznie zagregowane wyniki potrzebne do dalszej analizy lub douczania modeli.

Edge computing jako warstwa pośrednia

Istotnym elementem lokalnych architektur AI staje się więc technologia edge computing. To warstwa obliczeniowa, która znajduje się pomiędzy maszyną a centralnym systemem IT. To w tym miejscu, bezpośrednio przy sterownikach, kamerach i czujnikach, następuje wstępna filtracja, analiza i reakcja na dane. Dopiero zagregowane wyniki, potrzebne np. do porównywania wydajności zakładów czy trenowania kolejnych wersji modeli, trafiają do chmury.

Korzyści takiego rozwiązania są wymierne. Nie ma potrzeby przesyłania każdego pakietu danych przez sieć zewnętrzną, co pozwala skrócić czas reakcji systemu nawet o rząd wielkości w porównaniu z rozwiązaniami opartymi na chmurze. To może przełożyć się na precyzję sterowania ruchem robotów czy szybkość wykrywania anomalii. Nie oznacza to jednak, że chmura znika z ekosystemu. Będzie pełnić rolę centralnego repozytorium danych oraz miejsca zaawansowanej analityki i trenowania modeli, które później wdraża się z powrotem na brzegu sieci.

Warto również pamiętać, że infrastruktura brzegowa nie jest automatycznie bezpieczniejsza niż scentralizowana. Każdy lokalny serwer czy komputer przemysłowy wymaga własnej ewidencji, aktualizacji, segmentacji sieci i kontroli dostępu – inaczej zamiast ograniczać powierzchnię ataku, może ją zwiększyć. Agencja UE ds. Cyberbezpieczeństwa (ENISA) od lat wskazuje ransomware jako najdotkliwsze zagrożenie dla firm z terenu Unii Europejskiej, a phishing jako jeden z głównych wektorów włamań. Dotyczy to w takim samym stopniu środowisk edge, co klasycznych centrów danych.

Cyfrowe bliźniaki potrzebują mocy obliczeniowej na miejscu

Rosnące znaczenie lokalnej infrastruktury AI to również następstwo dynamicznego rozwoju cyfrowych bliźniaków (wirtualnych replik maszyn, linii produkcyjnych czy całych zakładów). Pozwalają one symulować procesy, szybciej wykrywać awarie i optymalizować konserwację bez ingerencji w rzeczywistą produkcję. Według szacunków firmy GlobalData globalny rynek rozwiązań opartych na cyfrowych bliźniakach wzrośnie z około 5 mld dolarów w 2019 r. do 154 mld dolarów w 2030 r.

Żeby jednak cyfrowe bliźniaki realnie wspierały przedsiębiorstwa w podejmowaniu decyzji, a nie tylko pozostawały narzędziem prezentacyjnym, dane z maszyny powinny trafiać do jego modelu niemal bez opóźnień. Wymaga to mocy obliczeniowej umiejscowionej blisko źródła danych – na brzegu sieci lub we własnej serwerowni zakładu. Przesyłanie strumienia danych z czujników do odległego centrum danych i z powrotem wprowadza opóźnienia, które przy symulacji pracy robota w czasie rzeczywistym często dyskwalifikują rozwiązanie czysto chmurowe.

Suwerenność danych i wymogi regulacyjne

Obok argumentów typowo technicznych coraz większą rolę odgrywają też kwestie prawne. Firmy z sektorów o podwyższonym ryzyku (np. energetyki, ochrony zdrowia, obronności czy infrastruktury krytycznej) muszą mieć pełną kontrolę nad tym, gdzie fizycznie znajdują się ich dane i kto ma do nich dostęp. Powierzenie przetwarzania

wrażliwych informacji operatorowi podlegającemu obcej jurysdykcji bywa trudne do pogodzenia z compliance, RODO czy sektorowymi regulacjami bezpieczeństwa.

Lokalna infrastruktura pozwala utrzymać wszystkie ważne dane produkcyjne w granicach zakładu, pod kontrolą działu IT/OT. Takie podejście oznacza świadome rozdzielenie ról: dane wrażliwe zostają w miejscu, a trenowanie modeli czy analityka długoterminowa mogą korzystać z zasobów zewnętrznych.

Architektury hybrydowe w praktyce

Coraz więcej wdrożeń przemysłowych AI opiera się na architekturze hybrydowej, która łączy lokalne centrum danych, warstwę edge i zasoby chmurowe w jeden, elastyczny system. Taka architektura pozwala dopasować sposób przetwarzania do charakteru danych. To, co wymaga natychmiastowej reakcji – zostaje przy maszynie, a to, co służy długoterminowej optymalizacji – trafia do chmury.

Budowa takiego systemu wymaga odpowiedniego planowania, narzędzi do centralnego zarządzania konfiguracją, aktualizacjami i bezpieczeństwem rozproszonych węzłów, pełnej widoczności środowiska edge-cloud oraz przeszkolenia zespołów IT i OT w zarządzaniu infrastrukturą wykraczającą poza tradycyjny podział na serwerownię i chmurę.

Dobrym punktem wyjścia bywają programy pilotażowe realizowane na ograniczonej liczbie linii produkcyjnych, zanim rozwiązanie zostanie przeskalowane na cały zakład. Umożliwia to zweryfikowanie korzyści biznesowych i faktycznego wymagania sprzętowego.

Infrastruktura decyduje o tym, czy AI zostanie teorią

Wdrożenie sztucznej inteligencji w środowisku przemysłowym nie jest wyłącznie projektem informatycznym. To kompleksowa inwestycja w infrastrukturę, która musi wytrzymać rygorzy produkcji ciągłej i zróżnicowane warunki, jakie mogą panować na hali produkcyjnej (np. duże zapylenie, wibracje, wahania temperatury). Bez odpowiedniego sprzętu i sieci dostosowanych do tych warunków nawet najlepiej wytrenowany model pozostanie jedynie demonstracją możliwości. Z całą pewnością nie zostanie narzędziem, które będzie efektywnie wspierać działy utrzymania ruchu czy kontroli jakości.

Dlatego przy planowaniu strategii AI warto od początku myśleć w kategoriach architektury docelowej – uwzględniającej obecne potrzeby oraz przewidywany wzrost liczby modeli, czujników i punktów brzegowych w najbliższej i dającej się przewidzieć przyszłości. Obecnie najważniejszym wyzwaniem dla przemysłu jest zbudowanie elastycznej, wydajnej i suwerennej infrastruktury, która będzie w stanie w pełni wykorzystać potencjał AI, gwarantując jednocześnie kontrolę nad danymi i procesami.

* * *

Przyszłość przemysłowej sztucznej inteligencji z całą pewnością nie będzie się opierać wyłącznie na chmurze ani w pełni lokalnie. Najbardziej prawdopodobny jest scenariusz architektur hybrydowych, w których edge computing zapewni natychmiastową reakcję i kontrolę nad danymi, a chmura pozostaje zapleczem do trenowania modeli i analiz długoterminowych. Dla inżynierów i integratorów automatyki oznacza to konieczność poszerzenia swoich kompetencji o zagadnienia typowo informatyczne, związane np. z sieciami, cyberbezpieczeństwem czy zarządzaniem rozproszonymi zasobami obliczeniowymi. Tylko wówczas można oczekiwać, że wdrożenie AI na hali produkcyjnej zakończy się pełnym sukcesem. ■

Od inżyniera, poprzez operatora maszyn AM i projektanta CAD, po specjalistę z zakresu medycyny oraz wzornictwa



Designed by Magnific

Druk 3D przestał być technologią kojarzoną wyłącznie z prototypowaniem lub z kreatywnym hobby. Dziś jest częścią przemysłu lotniczego i kosmicznego, motoryzacji, medycyny, energetyki, wzornictwa oraz produkcji dóbr konsumenckich. Wraz z rozwojem technologii rośnie zapotrzebowanie na osoby, które nie tylko obsługują specjalistyczne drukarki, ale przede wszystkim rozumieją cały proces: od cyfrowego modelu, przez dobór materiału i parametrów, po kontrolę jakości gotowego elementu.

Anna Wasilewska-Stawiak

Rynek pracy związany z wytwarzaniem przyrostowym (*additive manufacturing* – AM) jest wyjątkowo interdyscyplinarny. Potrzebni są zarówno inżynierowie i projektanci, jak i operatorzy maszyn, technicy, specjaliści od materiałów, automatyzacji czy kontroli jakości. Swoje miejsce znajdują tu też lekarze, stomatolodzy oraz projektanci wzornictwa przemysłowego. Co ważne: ścieżka wejścia do branży nie zawsze prowadzi przez wieloletnie studia. W zależności od stanowiska liczą się różne kompetencje.

Inżynier AM czuwa nad całym procesem

Jednym z najbardziej wszechstronnych stanowisk w sektorze druku 3D jest inżynier technologii przyrostowych (*Additive Manufacturing Engineer*). Jego zadanie to przełożenie potrzeb biznesowych lub konstrukcyjnych na proces, który pozwoli wytworzyć konkretny element. Inżynier AM musi rozumieć ograniczenia konkretnej metody druku, właściwości materiału, możliwości maszyny czy wymagania dotyczące gotowego produktu. Może zajmować się przygotowaniem procesu, doбором parametrów, optymalizacją orientacji części, projektowaniem podpór, analizą jakości, a także wdrażaniem nowych materiałów.

To stanowisko wymaga solidnego zaplecza technicznego. Potrzebna jest wiedza z mechaniki, materiałoznawstwa, technologii produkcji i podstaw automatyki. Coraz ważniejsza staje się też umiejętność pracy z danymi i oprogramowaniem. W praktyce inżynier AM powinien rozumieć przebieg procesów kształtujących cyfrowy model oraz wpływ parametrów na fizyczny wyrób.

Druk 3D jest technologią złożoną, inne więc kompetencje będą potrzebne przy FDM/FFF, inne przy SLA czy DLP, a jeszcze inne przy przemysłowym druku metali,

np. w technologii *laser powder bed fusion*. Im bardziej zaawansowany proces, tym większe znaczenie mają wiedza materiałowa, analiza parametrów i kontrola jakości.

Operator maszyn nie tylko drukuje

Wraz z rozwojem przemysłowego druku 3D rośnie znaczenie operatorów maszyn AM i techników druku 3D. Zakres ich obowiązków może obejmować zebranie plików do produkcji, konfigurację urządzenia, dobór parametrów, przygotowanie materiału, uruchomienie procesu, a także monitoring pracy maszyny. Operator często zajmuje się obróbką końcową, np. usuwaniem podpór, czyszczeniem, utwardzaniem bądź przygotowaniem części do dalszej obróbki.

W przypadku technologii proszkowych dochodzą do dodatkowych wymagania dotyczące bezpieczeństwa pracy. Operator powinien znać procedury BHP, reagować na nieprawidłowości i rozumieć, dlaczego wydruk nie zawsze wychodzi zgodnie z założeniami. Polska kwalifikacja „Programowanie i obsługiwanie procesu druku 3D” obejmuje m.in. przygotowanie i prowadzenie procesu na podstawie dokumentacji CAD 3D, monitorowanie procesu, jak również ocenę zgodności obiektu z dokumentacją.

Projektant CAD i ekspert od designu

W technologii 3D rola projektanta CAD łączy się z zadaniami, które wykonuje specjalista od projektowania z myślą o konkretnym procesie przyrostowym (*Design for Additive Manufacturing* – DfAM). Technologia przyrostowa pozwala projektować geometrie, których wykonanie tradycyjnymi metodami byłoby bardzo trudne lub niemożliwe. Liczy się nie tylko umiejętność obsługi SolidWorks, Fusion 360, NX, CATIA czy innego systemu CAD.



Anna Wasilewska-Stawiak
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Potrzebne są też: wyobraźnia przestrzenna i rozumienie ograniczeń technologicznych. Projektant dokonuje analizy, gdzie potrzebne będą podpory, jak orientacja modelu wpłynie na jakość oraz wytrzymałość części, a także jak zaprojektować element, by ograniczyć zużycie materiału i czas produkcji. W zaawansowanych zastosowaniach DfAM może prowadzić do wykorzystania struktur kratowych, topologicznej optymalizacji geometrii czy tzw. generative design. To właśnie tutaj spotykają się kompetencje konstruktora, inżyniera materiałowego i specjalisty od produkcji. CAD pozostaje jednym z fundamentów AM, ale jego skuteczne wykorzystanie wymaga znajomości design thinking, myślenia analitycznego i wiedzy inżynierskiej.



Designed by Magnific

Specjalista ds. materiałów AM zna się na filamentach

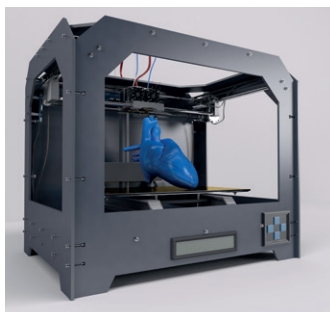
W zależności od technologii specjalista ds. materiałów AM może pracować z filamentami, żywicami, proszkami metali, materiałami ceramicznymi i kompozytowymi. Jego zadaniem jest m.in. analiza właściwości materiału, opracowywanie parametrów procesu i ocena wpływu warunków produkcji na właściwości gotowego elementu. W druku metali szczególnie istotne są zagadnienia związane z metalurgią, temperaturą, szybkością chłodzenia czy ze strukturą materiału.

W przypadku polimerów znaczenie mają m.in. temperatura, wilgotność materiału oraz warunki przechowywania. Specjalista musi rozumieć zależności, jakie zachodzą na linii materiał – maszyna – parametry procesu. To obszar zawodowych działań dla absolwentów inżynierii materiałowej, chemii, metalurgii i kierunków pokrewnych. W zaawansowanych zastosowaniach coraz częściej potrzebne są też kompetencje badawcze i analityczne.

Inżynier ds. medycznych zastosowań druku 3D: zawód na styku dwóch światów

Jednym z interesujących kierunków rozwoju jest medyczny druk 3D dotyczący m.in. modeli anatomicznych stosowanych przy planowaniu operacji. Za pomocą tej technologii tworzone są indywidualne protezy, implanty, aparaty ortodontyczne czy rozwiązania protetyczne. Rozwój tej dziedziny doprowadził do powstania stanowisk związanych bezpośrednio z produkcją urządzeń medycznych. Łączą one dwa światy: nowe technologie z zastosowaniem klinicznym.

Rozwój kadr w obszarze medycznego AM wymaga zatem zarówno kompetencji medycznych, jak i inżynierskich. W efekcie powstają stanowiska łączące umiejętności specjalisty ds. medycznego druku 3D z wiedzą z zakresu projektowania i wytwarzania urządzeń medycznych. Szczególne znaczenie mają tu precyzja działania, rzetelne potwierdzenie dokumentacji oraz znajomość wymagań regulacyjnych. Inżynier medycznego druku 3D będzie współpracował z lekarzami i technikami, ale musi wyróżniać się także bardzo dobrą znajomością potrzeb pacjentów.



źródło: Magnific – kjpgarter

Projektant wzornictwa, gdy technologia spotyka się z estetyką

Druk 3D stworzył nowe możliwości przed projektantami wzornictwa przemysłowego. Pozwala tworzyć krótkie serie, personalizować produkty i skomplikowane formy bez konieczności

inwestowania w kosztowne formy produkcyjne. Projektant musi jednak wiedzieć, jak jego projekt będzie produkowany, jaki materiał zostanie zastosowany i jak technologia wpłynie na wygląd powierzchni. Dlatego coraz częściej potrzebna jest umiejętność łączenia designu z DfAM. To interesująca ścieżka dla osób kreatywnych, które chcą połączyć projektowanie z szeroko rozumianym biznesem, bo druk 3D w tym zastosowaniu pokazuje jedną ze swoich przewag: możliwość szybkiego przejścia od pomysłu do fizycznego prototypu, a następnie do krótkoseryjnej produkcji.

Specjalista ds. jakości oraz kontroli procesu

Im bardziej druk 3D wchodzi do produkcji seryjnej, tym większe znaczenie zyskuje kontrola jakości. W przypadku części krytycznych, w takich branżach jak lotnictwo, medycyna czy motoryzacja, konieczne jest przeprowadzenie pomiarów geometrycznych, analiza tolerancji, kontrola właściwości materiałowych i dokumentowanie procesu. Specjaliści mogą korzystać ze skanerów 3D, tomografii komputerowej, systemów pomiarowych czy z narzędzi do analizy danych procesowych.

Stanowisko wymaga połączenia wiedzy o technologii AM z metrologią i z systemami jakości. Wraz ze wzrostem zastosowań przemysłowych rośnie też znaczenie standaryzacji i wiarygodnych metod pomiarowych – przybywa więc osób, które chcą szkolić się w tych zakresach.

Application Engineer i specjalista wdrożeniowy jako łącznicy między technologią a klientem

Ciekawą ścieżką zawodową dla osób, które potrafią komunikować się z klientem w zakresie technicznych ustaleń, jest Application Engineer. Taki specjalista pomaga dobrać technologię do konkretnego zastosowania, testuje materiały, przygotowuje demonstratory i wspiera wdrażanie produkcji. W praktyce może odpowiadać na pytanie: czy ten element rzeczywiście warto drukować 3D, a jeśli tak – jak wykonać to najlepiej? Trzeba więc znać możliwości maszyn, materiały, projektowanie, koszty i wszelkie ograniczenia produkcyjne. W wielu przypadkach taki specjalista wdrożeniowy pełni funkcję łącznika między działem technicznym producenta a klientem.

Jak wejść do branży druku 3D?

Nie istnieje jedna uniwersalna metoda. Osoba zainteresowana AM może rozpocząć od nauki CAD i podstaw druku 3D, następnie zdobywać doświadczenie jako operator lub technik, a z czasem rozwijać się w kierunku inżynierii procesu. Inna droga prowadzi przez studia techniczne (mechanikę, automatykę, materiałoznawstwo czy inżynierię produkcji). Dobrym sposobem na wystartowanie jest praktyczna nauka: wykonanie własnych projektów, poznanie kilku technologii druku i zrozumienie całego procesu – od modelu CAD do gotowego elementu. Warto również rozwijać kompetencje związane z DfAM, metrologią i z analizą danych.

Rynek pokazuje, że coraz ważniejsza jest interdyscyplinarność. Przykładowo, oferta pracy na stanowisko technika cyfrowej produkcji AM wymaga znajomości procesów i materiałów, orientacji modelu, generowania podprór, ustawień druku i DfAM, a dodatkowym atutem jest znajomość CAD oraz programowania. Niektóre firmy produkcyjne, decydując się na zakup przemysłowej drukarki, organizują szkolenia dla pracowników nie tylko z obsługi urządzenia, ale też z projektowania pod AM.

Wspólnym mianownikiem stanowisk związanych z drukiem 3D jest cyfrowy charakter tworzonej produkcji. Model 3D staje się punktem wyjścia dla procesu, ale wartość powstaje dopiero wtedy, gdy pracownik potrafi połączyć dane, materiał, maszynę i wymagania konkretnego zastosowania. Przyszłość zawodów związanych z drukiem 3D nie będzie należeć do osób znających tylko jedną maszynę. Cenni staną się specjaliści, którzy rozumieją łańcuch AM i łączą kompetencje z różnych dziedzin. ■

źródło: Universal Robots



Tematyka kolejnego numeru:

- Raport: Robotyzacja przemysłu
- Rynek: automatyka branży spożywczej
- Technika pomiarowa i testowa
- Sterowanie ruchem
- Inteligentne zasilanie
- Automatyka i komunikacja przemysłowa
- Zautomatyzowane pojazdy

Polecamy

W ostatnim w tym roku numerze polecamy raport poświęcony robotyzacji przemysłu. Omówimy aktualne trendy i kierunki rozwoju robotyki przemysłowej, zastosowanie robotów współpracujących oraz autonomicznych systemów w różnych gałęziach produkcji, a także pokażemy, jak inwestycje w robotyzację przekładają się na wzrost wydajności, jakości i konkurencyjności zakładów przemysłowych.

Najbliższe wydarzenia dla branży elektrotechniki i automatyki przemysłowej

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
Warsaw Industry Week	Ptak Warsaw Expo	3–5.11.2026
Decarbonisation Expo Poland	Ptak Warsaw Expo	3–5.11.2026
electronica	Messe München	10–13.11.2026
Targi Energetyczne ENERGETICS	Targi Lublin	17–19.11.2026
SPS – Smart Production Solutions	Mesago Messe Frankfurt	24–26.11.2026
Light-Tech Expo	Ptak Warsaw Expo	1–3.12.2026
Electroinstal Expo	Ptak Warsaw Expo	1–3.12.2026

PRZEGLĄD RYNKU

W numerze 4/2026 czasopisma elektrotechnik AUTOMATYK przyjrzymy się rozwiązaniom automatyki i elektrotechniki dedykowanym branży spożywczej. Przedstawimy systemy sterowania i wizyjne wspierające kontrolę jakości, technologie zapewniające zgodność z normami higienicznymi oraz rozwiązania zwiększające efektywność i elastyczność linii produkcyjnych, a także pokażemy, jak automatyzacja pomaga sprostać rosnącym wymaganiom rynku żywnościowego.

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 odośnych 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

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

Fotookładka:

Adobe Stock – ipopba

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 AUTOMATISIERUNG” 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 AUTOMATISIERUNG” by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany

VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

elektrotechnik
AUTOMATISIERUNG

BEST OF INDUSTRY 2026

Konkurs marki medialnej



INNOWACJE, KTÓRE ZMIENIAJĄ PRZEMYSŁ!
KIERUJEMY REFLEKTORY NA PRZYSZŁOŚĆ PRZEMYSŁU!



Zagłosuj jeszcze tylko do końca września!

Na portalu **MagazynPrzemyslowy.pl**
przedstawiamy **nominacje** w kategoriach:

Automatyzacja przemysłu • Produkcja & Utrzymanie ruchu

THE BEST – wybierz spośród najlepszych!

PRODUKCJA NIE MA TRYBU AWARYJNEGO.

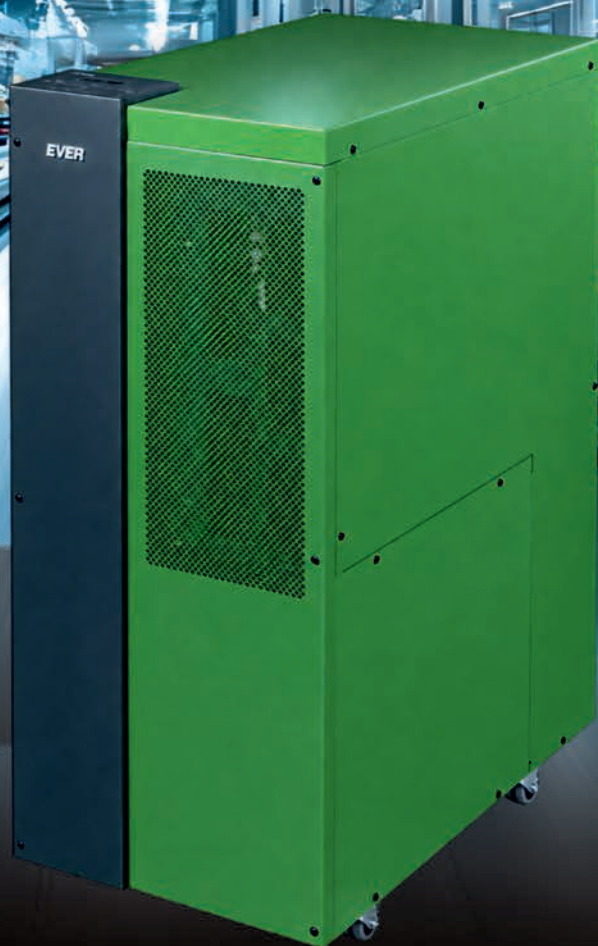
Zabezpiecz ciągłość procesu z UPS EVER

POWERLINE GREEN 33 PRO

Zasilanie gwarantowane dla
wymagających procesów przemysłowych

EVER[®]
POWER SYSTEMS

Polski producent systemów
zasilania gwarantowanego



Zabezpiecz ciągłość produkcji
Sprawdź rozwiązania EVER