

napędy i sterowanie

**miesięcznik
naukowo-
-techniczny**

Nr 11 (271)

Rok XXIII
Listopad 2021

ISSN 1507-7764
Indeks 36018X

Cena: 10,80 zł
(w tym 8% VAT)

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



Nowe serwonapędy DX4



AUTOMATYKA | ROBOTYKA | MECHANIKA | OBRÓBKA CNC | SYSTEMY IT | SZKOLENIA

MultiProjekt - oficjalny dystrybutor firmy **Trio Motion** w Polsce

www.multiprojekt.pl | info@multiprojekt.pl

KOMPUTERY PRZEMYSŁOWE VERSAVIEW® 6300

Szeroka gama produktów
i konfiguracji dla Twojej
aplikacji 4.0



Umów się na bezpłatną prezentację urządzenia !

- Szeroki zakres zastosowań
(wybór procesorów od Intel Celeron do Intel i7)
- Do 4 slotów PCI, do 4 portów Ethernet
- Matryce rezystancyjne i pojemnościowe do 24"
- Nowoczesne wzornictwo

Dowiedz się więcej



WWW.RACONTROLS.PL

RA Controls



**Authorised
Distributor**

A ROCKWELL AUTOMATION PARTNER

RAControls Sp. z o.o.
40-519 Katowice
ul. Kościuszki 112
tel. +48 32 788 77 00
e-mail: biuro@racontrols.pl

Śledź nas w mediach
społecznościowych:



Adres redakcji:

47-400 Racibórz
 ul. Śródkowa 5
 tel. 32 755 19 17

e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; www.nis.com.pl

Redaktor naczelna: Katarzyna Zajac

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

Redaguje Zespół: Katarzyna Zajac, Ludmiła Urbińska, Ryszard Klencz

Redaktor statystyczny: Ludmiła Urbińska

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

Redakcja techniczna: Grzegorz Drobny

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

Marketing:

• Aleksandra Misiewicz

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

• Estera Krauze

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

• Patrycja Hoszycka

tel. 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

Dział prenumerat: Norbert Klencz

tel. 502 132 515 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

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

• prof. zw. dr hab. inż. Waclaw Kolek - przewodniczący

• prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender

• prof. Marek Bergander

• prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski

• dr inż. Rafał Hein

• prof. inż. Jaroslav Homišin

• dr inż. Ryszard Jasiński

• prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk

• prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz

• dr hab. inż. Grzegorz Karoń

• prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski

• prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich

• dr hab. inż. Roman Krok

• prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik

• dr inż. Jacek Paraszczyk

• prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski

• dr hab. inż. Krzysztof Pietrusewicz

• prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pirog

• prof. Jacek S. Stecki

• dr hab. inż. Michał Stosiak

• dr inż. Zbigniew Szulc

• prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz

• prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak

• dr inż. Grzegorz Wiciak

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

47-400 Racibórz, ul. Śródkowa 5

Patronat honorowy:

Instytut Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
i Inżynierii Biomedycznej
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Łódzkiej

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

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

Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika „Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa). „Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

Szanowni Państwo!

Dobrze przemyślana strategia rozwoju i konsekwencja w jej realizacji, umiejętność szybkiego reagowania na wydarzenia mające miejsce na rynku, a przy tym zdolność dostrzegania perspektyw oraz ich właściwej oceny – to z jednej strony całkiem oczywiste, a z drugiej niezwykle trudne w urzeczywistnianiu reguły gry rynkowej, decydujące o sukcesie wielu firm. Tych w naszym kraju – na szczęście – coraz więcej, co z pewnością nie pozostaje bez wpływu na kondycję polskiej gospodarki. Ta zaś ma się całkiem dobrze, o czym świadczą niezłe wyniki trzeciego kwartału, lepsze – biorąc pod uwagę tempo rozwoju w przemyśle, budownictwie i usługach – od dwóch poprzednich kwartałów tego roku.

Szeroki wachlarz informacji technicznych, stanowiących sedno pisma, wzbogacony o kolejne nowości w branży nie może pozostać bez wpływu na nasze poczucie trwania w nieustannym technicznym ruchu. Na zamieszczane na łamach publikacje składają się nie tylko wprowadzane do przemysłu nowoczesne urządzenia, ale również interesujące pomysły doskonalenia już istniejących rozwiązań inżynierskich. Ten nieprzerwany napływ wiedzy, dla której inspiracją jest ludzka wyobraźnia, skłania do refleksji, że nawet „koronakryzys” nie jest w stanie zatrzymać działań napędzających nasz techniczny świat.

Transformacja cyfrowa zachodzi w bezprecedensowym tempie, a organizacje, które chcą się digitalizować, zapewniają sobie większą elastyczność w obliczu nadchodzących zmian. Pandemia pokazała, że firmy, które stawiały na digitalizację jeszcze przed wybuchem kryzysu zdrowotnego, lepiej poradziły sobie z dynamiką przemian spowodowanych światowym lockdownem. Przyszłość pracy jest cyfrowa, dlatego firmy już dziś powinny zadbać o wzmocnienie w zespołach tych umiejętności, których nie będą w stanie zapewnić technologie. Jak wynika z raportu ManpowerGroup, w wyniku pandemii 27% firm w Polsce oraz 35% w ujęciu globalnym zdecydowało się na przyspieszenie decyzji o wdrożeniu automatyzacji i cyfryzacji.

Dodatkowo nowe coroczne opracowanie „World Robotics”, publikowane przez IFR, optymistycznie mówi o transformacji cyfrowej oraz automatyzacji produkcji. Padł kolejny rekord liczby robotów

przemysłowych na świecie. Po kryzysowym 2019 roku nastąpiło dynamiczne odbicie w automatyzacji produkcji przemysłowej. Blisko 3,02 mln robotów przemysłowych pracowało w fabrykach na całym świecie w 2020 r. Ich liczba zwiększyła się o około 384 tys. w ciągu roku – to jeden z trzech najwyższych wyników w ostatniej dekadzie. Około 76 proc. robotów przemysłowych znajduje się w pięciu krajach: Chinach, Japonii, USA, Korei Południowej oraz Niemczech. Jeszcze pod koniec zeszłego roku w dorocznym raporcie IFR zakładała na podstawie informacji z rynku, że w 2020 r. „koronakryzys” mógł zdusić liczbę nowych instalacji robotów do 200 tys., a 2021 r. przyniesie tylko niewielką poprawę. Rzeczywistość okazała się dużo lepsza od prognoz.

Automatyzacja procesów produkcyjnych jest więc dziś absolutną koniecznością. Przy czym należy pamiętać, że z automatyzacją produkcji mamy do czynienia wtedy, gdy pewne zadania, przedtem wykonywane przez człowieka lub przynajmniej z jego udziałem, zaczynają być realizowane w pełni przez maszynę. Maszyna taka musi dysponować gotowym kodem działania i być w stanie funkcjonować bez nadzoru. Prosta reguła jednak bardzo często jest mylona z mechanizacją produkcji, która ma miejsce, gdy ludzie zaczynają wykonywać swoją dawną pracę z użyciem mechanicznych maszyn i urządzeń. Przy automatyzacji produkcji zastępowana jest głównie praca umysłowa człowieka. Tę prawidłowość z pewnością należy uwzględnić, podejmując strategiczne decyzje nie tylko na koniec bieżącego, ale również na przyszły rok.

Wracając zaś do roli pisma, którego zadaniem jest przedstawienie Państwu ciekawych zagadnień z dziedziny automatyki, zachęcam m.in. do lektury artykułów w obecnym wydaniu naszego miesięcznika – z pewnością znajdą w nich Państwo dużo interesujących nowości i rozwiązań technicznych.

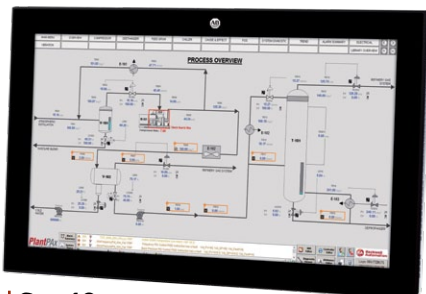
Katarzyna Zajac
Redaktor naczelna





Str. 8

Efektywniejsze maszyny pakujące dzięki Trio Motion Technology



Str. 10

Edge Computing i komputery przemysłowe – wszystko, co potrzebujesz wiedzieć



Str. 12

Wpływ kondycji łożysk na utrzymanie procesów produkcyjnych



Str. 14

Projektowanie i wdrażanie rozwiązań pod klucz

CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 85 Biblioteka
- 86 Zestawienie firm

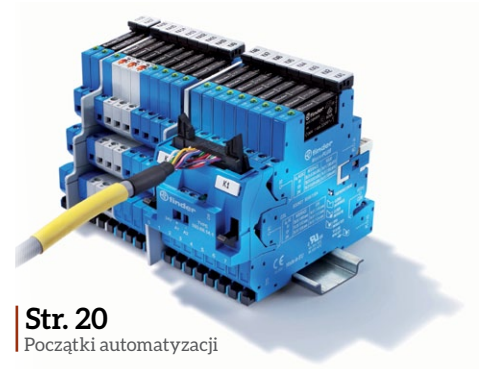
Nauka

- 44 **Systemy nadzoru: prerekwizyty wymagane na rzecz różnych strategii UR**
R. Nowicki
- 57 **Dyskretna optymalizacja dla strukturalnej klasyfikacji informacji za pomocą nakładkowych drzew logicznych**
M.A. Partyka, M. Natarska
- 70 **Analiza możliwości wykorzystania sensorów zabudowanych w smartfonach w systemach diagnostycznych**
J. Zielonka, M. Sułowicz, M. Czechowski
- 76 **Możliwości wykorzystania pojazdów autonomicznych w codziennym funkcjonowaniu osób niewidomych oraz niedowidzących**
D. Czyszczoń, J. Mikulik
- 79 **Następna generacja baterii trakcyjnych o zwiększonej gęstości energii**
M. Kwiatkowski, B. Kras

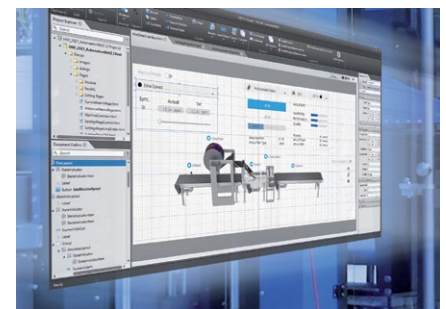
Technologie i produkty

- 8 **FIRMA Z OKŁADKI: Efektywniejsze maszyny pakujące dzięki Trio Motion Technology**
Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
- 10 **FIRMA Z OKŁADKI: Edge Computing i komputery przemysłowe – wszystko, co potrzebujesz wiedzieć**
RAControls Sp. z o.o.
- 12 **FIRMA Z OKŁADKI: Wpływ kondycji łożysk na utrzymanie procesów produkcyjnych**
A. Pollak, D. Gąsiorek – APA Group
- 13 **FIRMA Z OKŁADKI: Pierwszy taki przewodnik po świecie Przemysłu 4.0 w Polsce**
APA Group
- 14 **Projektowanie i wdrażanie rozwiązań pod klucz**
Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 17 **Enkoder absolutny FSI 900 firmy LeineLinde z interfejsem EnDat**
TERM Tomasz Sobczak
- 18 **Innowacyjne produkty wspierają oszczędność wody w przemyśle**
ifm electronic Sp. z o.o.
- 20 **Początki automatyzacji**
M. Szuper – FINDER Polska Sp. z o.o.
- 23 **Wyświetlacze wielkogabarytowe LDN-N2**
SEM

- 24 **Nowe internetowe rozwiązanie firmy Lenze do wizualizacji maszyn łączy wymagania użytkowników i producentów maszyn. Intuicyjne interfejsy użytkownika dla płynnej interakcji człowiek - maszyna**
Lenze Polska Sp. z o.o.
- 26 **Pakowanie termozgrzewalne. Nowe granice szybkości i skalowalności**
B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.
- 28 **Rozwiązania napędowe dla przemysłu napojów**
NORD Napędy Sp. z o.o.
- 30 **Techniki przemieszczeń liniowych. Elektryczne napędy od IAI**
K. Jaskulski – SAP-Weld Sp. z o.o.
- 33 **Oferta firmy Linteli – od projektu poprzez montaż do rozruchu**
LINTELI Sp. z o.o.
- 35 **Robotyzacja procesów produkcyjnych**
Grupa RENEX
- 36 **Stulecie Zakładu Maszyn Elektrycznych EMIT S.A. należącego do Grupy Cantoni**
Cantoni Group



Str. 20
Początki automatyzacji



Str. 24
Intuicyjne interfejsy użytkownika dla płynnej interakcji człowiek - maszyna

Informacje branżowe

- 39 **Nowe cele klimatyczne i wyzwania dotyczące energetyki i górnictwa**
R. Klencz
- 40 **TECHNIKI URABIANIA „TUR 2022”**
R. Klencz
- 42 **Innowacyjne techniki i technologie w dobie Zielonej Transformacji**
R. Klencz
- 82 **Taropak wyznacza trendy w branży opakowań!**
- 84 **„Przemysłowa Jesień” z pełnym sukcesem!**



Str. 28
Rozwiązania napędowe dla przemysłu napojów

Indeks reklam

▷ APA Group.....	7, 92	▷ Łukasiewicz-KOMEL.....	43
▷ B&R Automatyka Przemysłowa.....	26	▷ Multiprojekt Automatyka.....	1, 6
▷ BOPLAST.....	41	▷ NORD Napędy.....	29
▷ Bosch Rexroth.....	15	▷ NOWIMEX.....	51
▷ Cantoni Group.....	37	▷ RAControls.....	2, 7
▷ FINDER Polska.....	21	▷ Robotyka.pl.....	69
▷ Grupa RENEX.....	35	▷ SAP-Weld.....	31
▷ ifm electronic.....	6, 19	▷ SEM.....	6, 23
▷ Lenze Polska.....	25	▷ STAUFF Polska.....	55
▷ LINTELI.....	33	▷ STEINLEN Polska.....	53
		▷ TERM Tomasz Sobczak.....	17
		▷ Zrobotyzowany.pl.....	81

NOWOŚCI TECHNICZNE

Nowe standardowe modele paneli HMI serii cMT X

Weintek wprowadza na rynek trzy nowe standardowe panele operatorskie z serii cMT X:

- cMT2078X;
- cMT2108X;
- cMT2158X.

Panele te posiadają czterordzeniowy procesor o wysokiej wydajności, który zapewnia szybkie i płynne działanie oraz z łatwością upora się z najtrudniejszymi obliczeniami. Nowe modele serii cMT X dostępne są w 3 rozmiarach: 7", 10" i 15".



Łatwa wymiana wcześniej zamontowanych paneli na nowy model

Nowe panele operatorskie wykorzystują te same otwory montażowe co poprzednie modele, dzięki czemu nie ma konieczności wprowadzania modyfikacji w budowie maszyny. W kwestii oprogramowania konwersja dotychczasowego projektu jest tak prosta, jak jego otwarcie. Nie ma potrzeby przeprojektowania projektu, dzięki czemu możemy zaoszczędzić mnóstwo czasu. W przypadku funkcji, których nie można bezpośrednio przekonwertować, możemy skorzystać z aktualizowanych dokumentów i wskazówek.

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
www.multiprojekt.pl

Innowacyjny procesowy czujnik ciśnienia od ifm electronic

Na rynku rozwiązań *smart manufacturing* w ostatnim czasie pojawiło się mnóstwo nowości w ofercie ifm electronic. Wśród innowacyjnych sensorów i zastosowań znalazły się czujniki procesowe, do pozycjonowania, kontroli ruchu, przetwarzania obrazu czy bezpieczeństwa. Pierwsze z tych ultranowoczesnych narzędzi to absolutny hit w zakresie wykorzystania urządzeń Przemysłu 4.0. przy pomiarach ciśnienia w automatyce.

To pierwszy tego typu czujnik ciśnienia G 1/2 z aprobatą higieniczną do rur o małej średnicy, zatwierdzony jako zgodny z przemysłowymi normami higieny. Zdaniem ekspertów jest doskonałym rozwiązaniem do instalacji produkcyjnych wymagających najwyższych standardów czystości. Dzięki IO-Link urządzenie posiada zwiększone możliwości, wytrzymałe i sprawdzone ogniwo pomiarowe bez cieczy do przetworników ciśnienia oraz bezobsługowe uszczelnienie PEEK do łączników G 1/2. Czujnik ma wbudowany pomiar temperatury, który wyklucza konieczność stosowania wielu przyrządów, a dzięki komunikacji cyfrowej może przy zamianie sygnałów z analogowych na cyfrowe lub zakłóceniach



elektromagnetycznych działań bez strat. Brak zastosowania uszczelnienia elastomerowego oznacza, że po stronie procesowej czujnik jest bezobsługowy. Dodatkowo wytrzymałość ceramicznej celki pomiarowej i montaż w zabudowie dają odporność na uderzenia ciśnienia i podciśnienia oraz na uderzenia substancji ściernych. Czujnik, w którym zastosowano wyjątkowe uszczelnienie płaskopowierzchniowe, jest odporny na średnie temperatury, oscylujące przez godzinę nawet w granicach 150 stopni Celsjusza. Technologia i kształt sensora umożliwiają montaż niewielkich ceramicznych, pojemnościowych cel pomiarowych w rurach o małej średnicy, np. w układach dozowania i napełniania, co przy użyciu dotychczas dostępnych na rynku rozwiązań było niewykonalne. Dzięki gwintowi G 1/2 montaż czujnika nie wymaga kosztownych adapterów i umożliwia działanie w lepkich mediach oraz zapewnia optymalne wyniki w procesach CIP. Producent gwarantuje też bezpłatne pobranie świadectwa każdego czujnika.

ifm electronic Sp. z o.o.
www.ifm.com.pl

Wyświetlacze przemysłowe LDN – seria „A”

Popularne wyświetlacze LDN serii „A” zapewniają odczyt danych liczbowych z dużej odległości. Ta seria, wykonana w trwałych obudowach o stopniu ochrony IP54, dzięki wariantowemu sterowaniu znajduje zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu do wyświetlania ważnych parametrów procesu technologicznego. Liczba cyfr może się wahać od 1 do 8, przy wysokości znaków 57 lub 100 mm, które są czytelne z odległości do 100 metrów. LDN są dostarczane w wersjach z wejściami analogowymi, wejściami licznikowymi lub interfejsami szeregowymi, a także ze złączem Ethernet. Użytkownik ma możliwość przy pomocy przycisków konfigurować wyświetlacz odpowiednio do zastosowania. Programowane są parametry wyświetlania: jasność i wygaszanie zer wiodących, a także nastawy właściwe dla danego wykonania. W przypadku wejść analogowych możliwe jest skalowanie odczytu, nastawa stałej czasowej filtracji i progów alarmowych. Z progami alarmowymi wiąże się sygnalizacja przez zmianę koloru cyfr, miganie odczytu lub załączenie wewnętrznego przekaźnika. Wersja licznikowa ma następujące opcje i nastawy: zliczanie w górę i w dół, zliczanie do wartości nastawionej, sumowanie i odejmowanie liczby impulsów oraz tachometr. Przy wersjach z interfejsami cyfrowymi nastawy obejmują parametry portu i opcje protokołu. Do wyboru są protokoły ASCII, Modbus | RTU i Modbus TCP.

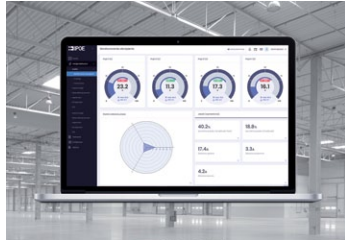


Producent: SEM
www.sem.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Inteligentna Platforma Optymalizacji Energii (IPOE)

Inteligentna Platforma Optymalizacji Energii (IPOE) stanowi rozwiązanie wspierające procesy analityczne oraz decyzyjne mające na celu poprawę efektywności energetycznej przedsiębiorstwa. Platforma wizualizuje elementy systemu energetycznego, takie jak charakterystyki prądowe, zużycie energii elektrycznej czy generacja energii biernej, oraz związane z nimi statystyki ponoszonych kosztów. IPOE, stworzony przez inżynierów APA Group, działa w oparciu o schemat znany w zarządzaniu jakością jako cykl Deminga (PDCA): zaplanuj (plan) – wykonaj (do) – sprawdź (check) – popraw (act). Punktem wyjścia jest przygotowanie analizy technicznej wybranej fabryki czy budynku, a następnie podpięcie do systemu elektrycznego inteligentnych urządzeń do pomiaru. Po stosownej analizie generowane są szczegółowe wykresy, na podstawie których można wskazać słabe punkty w zarządzaniu prądem i zoptymalizować koszty. Praktycznie już po pierwszej analizie oszczędności na fakturach za prąd mogą sięgnąć nawet 40%. IPOE jest rozwiązaniem chmurowym, dostępnym 24 godziny na dobę z poziomu przeglądarki. A to oznacza, że możesz z platformy korzystać z dowolnego miejsca na świecie i sprawdzać w każdej chwili wszystkie swoje faktury za prąd, a nawet bieżące zużycie. Stanowi mocne wsparcie nie tylko dla menedżerów, ale i bezpośrednio dla energetyków poprzez liczne funkcjonalności, takie jak: prezentacja przebiegów poszczególnych parametrów, monitoring obciążenia faz w czasie rzeczywistym, planowanie czynności serwisowych, predykcja wykorzystania mocy zamówionej, alarmy w przypadku przekroczeń zadanych wartości.



APA Group
www.apagroup.pl

NOWOŚĆ w ofercie RAControls: komputery przemysłowe i wyświetlacze DYNICS

Z przyjemnością informujemy o wzbogaceniu naszej oferty o rozwiązania firmy DYNICS. Założona w 1988 roku w stanie Michigan firma DYNICS od początku swojego istnienia skupiała się na dostarczaniu standaryzowanych rozwiązań w obszarze komputerów przemysłowych oraz wyświetlaczy.



Produkty DYNICS to przede wszystkim jakość wynikająca z zachowania najwyższych standardów produkcyjnych i bezpieczeństwa dzięki dostępowi do części zamiennych urządzeń. Komputery oferowane są standardowo z 24-miesięczną gwarancją z możliwością jej przedłużenia.

Zintegrowane stacje robocze DYNICS są odporne na wysokie wibracje, ekstremalne temperatury i trudne warunki przemysłowe. Monitory posiadają wyświetlacze o wysokiej jasności, są dostępne z opcjami ekranu dotykowego, w ultrawysokiej rozdzielczości i modułowej konstrukcji umożliwiającej szybką instalację i demontaż.

W ofercie firmy DYNICS dostępne są także komputery przemysłowe w obudowie do montażu w szafie rack. Szeroka gama dostępnych rozmiarów, opcji wykończenia oraz konfiguracji pozwala na dobranie produktu najlepiej dopasowanego do potrzeb.

DYNICS może pochwalić się również całą gamą produktów przeznaczonych do stref zagrożonych wybuchem (HAZ-LOC). W ofercie znaleźć można odpowiednio przystosowane do stref o podwyższonym ryzyku monitory, komputery przemysłowe oraz przemysłowe stacje robocze.

Zapraszamy do kontaktu: dok@racontrols.pl

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

reklama

Które wydanie miesięcznika jest dla Ciebie?

12/2021

Automatyzacja transportu szynowego

1/2021

Automatyka i robotyka

2/2021

Efektywność w energetyce

Efektywniejsze maszyny pakujące dzięki Trio Motion Technology

Zmieniające się potrzeby konsumentów i presja środowiskowa zmuszają przemysł opakowań do adaptacji. Szybkie reagowanie i tworzenie nowych innowacyjnych rozwiązań wymaga kreatywnego podejścia do projektowania maszyn oraz polegania na sprawdzonych rozwiązaniach problemów kontroli ruchu. Firma Trio Motion Technology opracowuje takowe rozwiązania dla maszyn pakujących już od ponad 30 lat, dostarczając na rynek takie urządzenia automatyki przemysłowej, jak:

- sterowniki ruchu;
- systemy rozproszonych wejść/wyjść;
- serwonapędy (serwowzmacniacze i serwośilniki).

Jednym z głównych celów każdego konstruktora jest tworzenie maszyn o większych możliwościach z jednoczesnym skróceniem czasu ich produkcji i modernizacji, co w konsekwencji pomaga podnieść wydajność całej produkcji. Trio Motion wyciąga pomocną dłoń do konstruktorów i wraz ze swoimi globalnymi partnerami proponuje tzw. rozwiązania szyte na miarę, które są odpowiednie dla każdego rodzaju maszyny pakującej. Na szczególną uwagę zasługują tutaj jednak takie maszyny pakujące, jak:

- maszyny do napełniania;
- maszyny do zakręcania;
- pionowe maszyny pakujące;
- kartoniarki.

Poniżej prezentujemy kilka przykładów tego, jak komponenty od Trio pomogły zwiększyć wydajność produkcji i przyspieszyły proces projektowania.

Poprawa produktywności dzięki podejściu „zorientowanemu na ruch”

Cykl ruchu ma znaczący wpływ na wydajność Twojej maszyny pakującej. Aby osiągnąć wysoką produktywność procesu produkcji, kluczowe jest właściwe sterowanie ruchem.

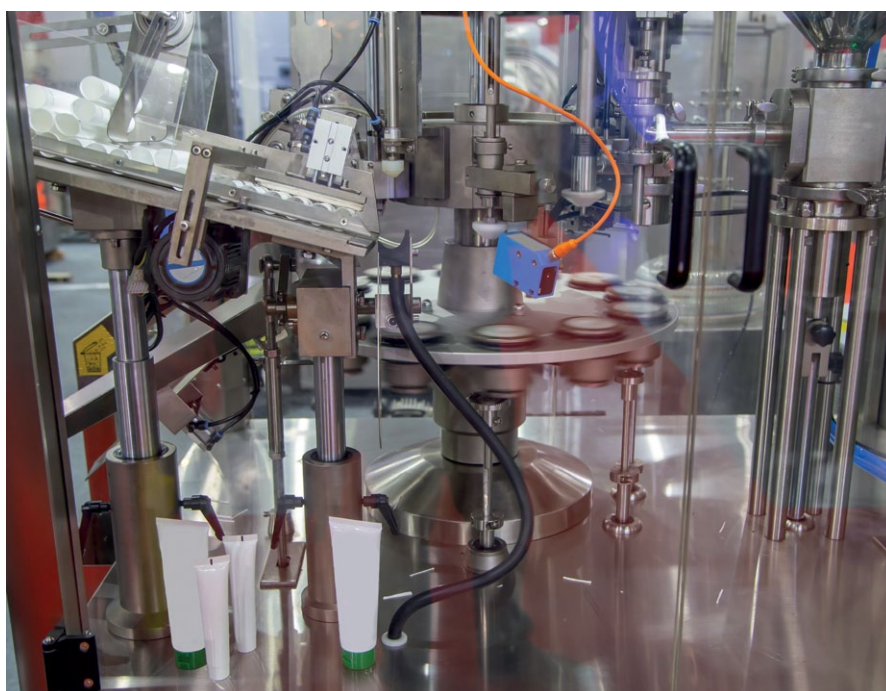
- 64-bitowa precyzja obliczeń trajektorii ruchu oraz rdzeń kontroli ruchu obejmujący kinematykę, w tym kinematykę robotów.
- Precyzyjna kontrola dzięki skróceniu cyklu EtherCAT do 125 us.
- Potencjał obliczania trajektorii ruchu do 128 kontrolowanych osi zapewnia skalowalność układu sterowania od prostych do złożonych maszyn.

Większa niezawodność dla skrócenia czasu przestoju

- Aby ograniczyć czas rozruchu maszyn oraz minimalizować czas ich przezbrajania, zastosowano enkodery absolutne zapewniające wysoką precyzję pomiaru pozycji oraz eliminujące konieczność wykonywania procedur bazowania.
- Kompleksowe wsparcie w obszarze projektowania aplikacji i w serwisie u klienta.

Szybkość oraz dokładność synchronizacji ruchów i sterowania





Rozwiązania dla maszyn pakujących

Skrócenie czasu i zmniejszenie kosztów projektowania maszyn

Szybsza i prostsza konfiguracja

- Jedno środowisko do konfiguracji i programowania, które obejmuje programowanie IEC61131 i PLCopen.
- Krótszy czas projektowania dzięki opartemu na szablonach podejściu do tworzenia aplikacji kontroli maszyn.
- Eliminacja ryzyka i szybsze projektowanie dzięki symulacji 3D przemieszczeń mechanicznych.

- Sterowanie ruchem, które koordynuje ruch osi robota, traktowane jako jedno z osi maszyny, dla zapewnienia zaawansowanej interakcji.

Niższe koszty maszyn

- Skalowalne kontrolery ruchu, z obszernym potencjałem realizacji logiki programowej, pozwalają na redukcję kosztów w porównaniu do rozwiązań bazujących na sterownikach PLC, a to dzięki optymalizacji wydajności rdzenia kontroli ruchu.

- Możliwość wyboru sterowników kontrolujących osie w EtherCAT, sterowników z bezpośrednim sterowaniem silników krokowych lub serwo. Pozwala to na wybranie rozwiązania najlepiej odpowiadającego pod względem kosztów i wydajności.

Technologie Motion-ix zapewniają zestaw zaawansowanych oraz intuicyjnych narzędzi programistycznych w jednym interfejsie użytkownika. Narzędzia te idealnie sprawdzą się do wizualizacji, symulacji, tworzenia, testowania i wdrażania rozwiązań w maszynach pakujących.

Trio zapewnia wszystko, czego potrzebujesz do sterowania ruchem. Od prostych, ekonomicznych maszyn pakujących, kontrolowanych sygnałami analogowymi lub kroku i kierunku, po aplikacje dedykowane dla linii produkcyjnych, kontrolowanych w protokole szybkiej wymiany danych (EtherCAT).

MultiProjekt

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.

ul. Cystersów 20 A, I piętro

31-553 Kraków

tel. 12 413 90 58

fax 12 376 48 94

e-mail: info@multiprojekt.pl

www.multiprojekt.pl

Edge Computing i komputery przemysłowe – wszystko, co potrzebujesz wiedzieć

Edge Computing to nieodzowny element postępującej transformacji cyfrowej. Współczesne firmy wdrażają innowacyjne rozwiązania już nie tylko w obszarze IT, ale także OT, w celu zwiększenia wydajności i efektywności. Czym jest Edge Computing? Jaką rolę odgrywają komputery przemysłowe? Jakie znaczenie mają one w transformacji przemysłowej?



Znaczenie Edge Computingu dla czwartej rewolucji przemysłowej

Procesy związane z transformacją gospodarki wywierają coraz większy wpływ na życie całego społeczeństwa. Rosnąca liczba przedsiębiorstw wykorzystuje **nowoczesne narzędzia IT i OT**, które przyczyniają się do wzrostu wydajności produkcyjnej, zapewniają elastyczność zarządzania biznesem, a także umożliwiają automatyzację operacji technologicznych. Szybki dostęp do informacji, a co za tym idzie – do

danych, staje się kluczowy do podejmowania decyzji „tu i teraz”. Odczyt, analiza i archiwizacja dużej ilości danych z produkcji wymaga implementacji nowych rozwiązań, takich jak na przykład **Edge Computing**.

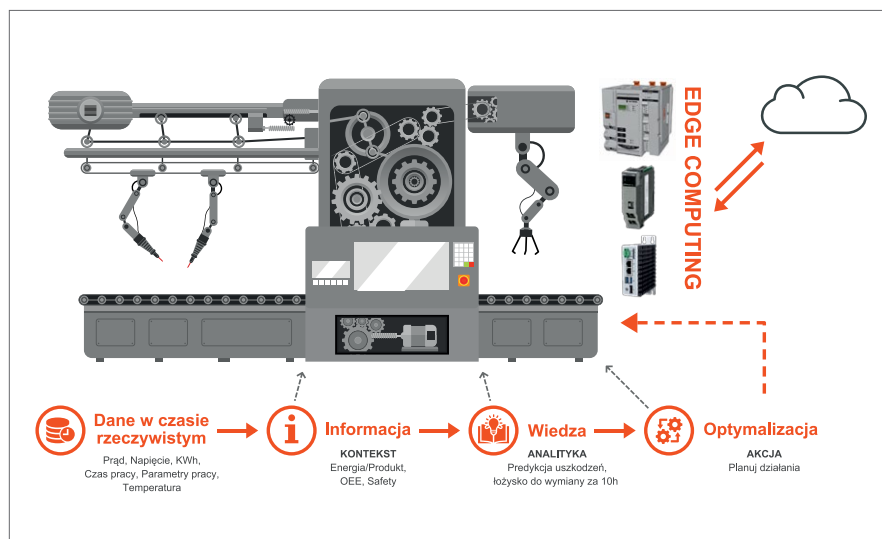
Pojęcie Edge Computingu, czyli przetwarzania brzegowego, zakłada decentra-

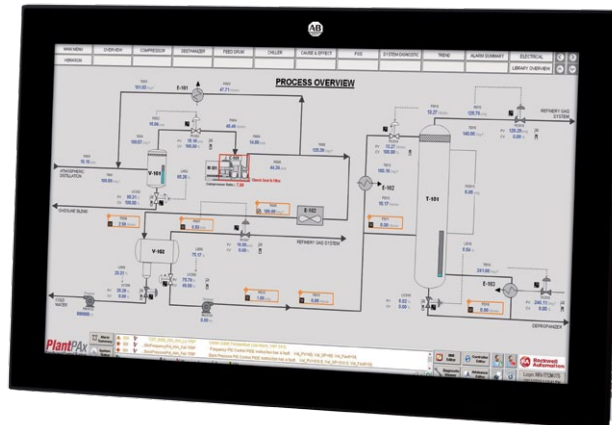
lizację mocy obliczeniowej w kierunku źródeł danych w celu zwiększenia wydajności przetwarzania informacji. Jest to także innowacyjny sposób łączenia maszyn, linii i procesów produkcyjnych z usługami umieszczonymi w chmurze.

Wydajne zarządzanie produkcją za pomocą Edge Computingu

Infrastruktura lokalna, na której opiera się Edge Computing, ma co najmniej kilka zalet. Poprzez decentralizację urządzeń odpowiedzialnych za obróbkę danych można między innymi:

- ograniczać opóźnienia i analizować trwające procesy w czasie rzeczywistym;
- filtrować i zmieniać dane w informację;
- zwiększać granulację i dokładność danych;
- obniżać koszty obsługi wewnętrznej aparatury sieciowej;
- zwiększać bezpieczeństwo cyfrowe.





Komputery przemysłowe z serii VersaView® 6300

Fot.: ©Rockwell Automation

Wszechronność **przetwarzania brzegowego** otwiera możliwości kompleksowej poprawy jakości funkcjonowania firmy. Ponadto elastyczność Edge Computingu pozwala dopasowywać parametry pracy systemu do specyficznych wymagań danej branży. Właśnie dlatego rozproszona architektura IT znajduje zastosowanie w wielu różnych gałęziach przemysłu. Dzięki niej każdy zakład produkcyjny może jeszcze skuteczniej radzić sobie z presją optymalizacji, koniecznością zapewnienia ciągłości działania linii produkcyjnych lub integrowaniem stanowisk roboczych i biurowych pod kątem wymiany danych.

Komputery przemysłowe i rozwój Internetu Rzeczy

Rozwój innowacyjnych koncepcji, takich jak Edge Computing, prowadzi do stopniowego wdrażania idei Internetu Rzeczy (IoT). To termin, który oznacza jednoznaczne identyfikowanie określonych urządzeń (rzeczy) w sieci oraz gromadzenie za ich pomocą dużych ilości informacji cyfrowych. Sztuczna inteligencja wspiera te operacje poprzez koordynację funkcjonowania jednostek lokalnych i globalnej infrastruktury chmurowej.

Efektywną obsługę przetwarzania brzegowego i wykorzystanie zalet Internetu Rzeczy w firmie zapewniają zaawansowane technologicznie urządzenia, takie jak **komputery przemysłowe**. Specjalnie zaprojektowany sprzęt przeznaczony do skutecznego zarządzania

rozproszonym systemem zasobów jest dziś nieodłącznym elementem wyposażenia każdego zakładu produkcyjnego. Wydajne układy CPU gwarantują szybką obróbkę i transmisję danych, co pozwala kontrolować poszczególne procesy bez większych opóźnień.

Co charakteryzuje komputery przemysłowe?

Nowoczesne komputery przemysłowe, w porównaniu do typowych układów PC, odznaczają się podwyższoną odpornością na warunki środowiskowe i wykazują niezawodność podczas długotrwałej pracy. Cechuje je wysoka wytrzymałość, dzięki czemu nawet silne wstrząsy lub uderzenia mechaniczne nie powodują poważnych uszkodzeń. Nowoczesne komputery przemysłowe współpracują z oprogramowaniem wspierającym zarządzanie zakładem produkcyjnym. Ciekawym tego typu rozwiązaniem są na przykład kompatybilne z oprogramowaniem FactoryTalk® View SE komputery panelowe VersaView® 6300P. Komputery VersaView zapewniają interfejs HMI w zakresie koncepcji połączonego przedsiębiorstwa (ang. *Connected Enterprise*) firmy Rockwell Automation. Urządzenia te występują jako samodzielne jednostki typu *all-in-one* z ekranami dotykowymi oraz umożliwiają szybkie i wygodne zarządzanie danymi czy sterowanie sprzętem na hali produkcyjnej. Z tego powodu znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba kontrolowania procesów wytwórczych

w czasie rzeczywistym. **Komputery przemysłowe VersaView 6300P** zapewniają komfortowe użytkowanie zaawansowanych platform wizualizacyjnych i są polecane jako rozwiązanie do aplikacji szytych na miarę Industry 4.0.

Edge Computing i komputery przemysłowe w Twojej firmie

Ograniczanie opóźnień podczas obsługi infrastruktury IT i OT odgrywa coraz większą rolę nie tylko w dużych, ale także w małych i średnich przedsiębiorstwach. Szeroko pojęta innowacyjność wdrażanych rozwiązań decyduje o konkurencyjności, dlatego też coraz większa ilość firm na rynku decyduje się na wykorzystanie elementów Edge Computing, takich jak profesjonalne komputery przemysłowe.

Już dziś serdecznie zachęcamy do kontaktu z ekspertami RAControls. Z przyjemnością pomożemy Ci zidentyfikować korzyści, jakie może przynieść wdrożenie rozwiązań Edge Computing w Twojej firmie. ■



RAControls Sp. z o.o.

Kościuszki 112

40-519 Katowice

tel. 32 788 77 00

fax 32 788 77 10

e-mail: dok@racontrols.pl

www.racontrols.pl

Wpływ kondycji łożysk na utrzymanie procesów produkcyjnych

Artur Pollak, Damian Gąsiorek

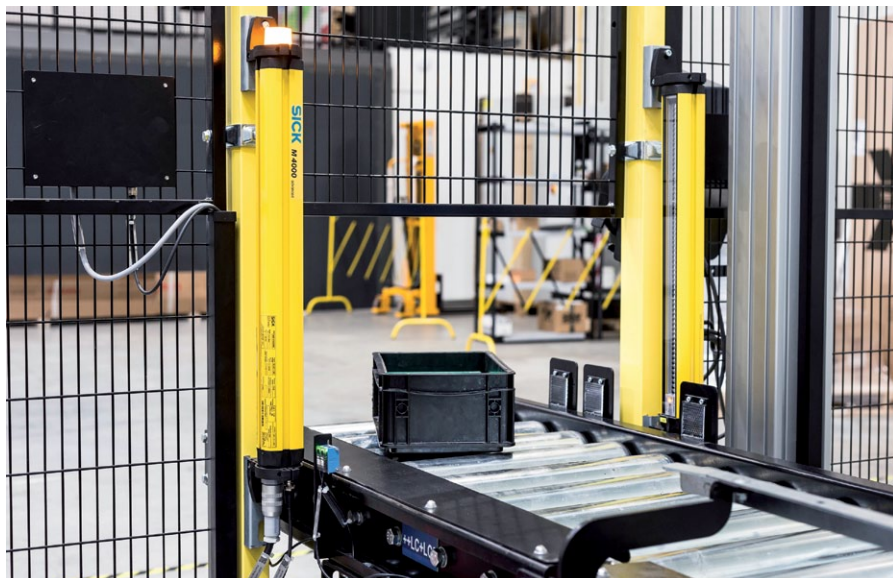
Współczesne aspekty Przemysłu 4.0 ukierunkowane są na analizę danych, ale również na podejmowanie odpowiednich decyzji dotyczących produkcji biznesowej oraz na obszary związane z predykcją uszkodzeń elementów maszyn, które decydują o zachowaniu ciągłości procesów produkcyjnych. Z punktu widzenia zarządzania produkcją jest to zjawisko oczekiwane w nowoczesnym przedsiębiorstwie. Przeprowadzone badania literaturowe wykazują, że do najczęściej występujących uszkodzeń w maszynach przemysłowych oraz na liniach produkcyjnych należą uszkodzenia łożysk, które skutkują pogorszeniem działania maszyny (częściowe uszkodzenia wywołują dodatkowe tarcie) lub jej całkowitym zatrzymaniem. Co więcej, niepoprawnie działająca maszyna może również prowadzić do uszkodzenia, w wyniku czego mogą ucierpieć osoby znajdujące się w pobliżu, a zapewnienie bezpieczeństwa stanowiska pracy jest obligatoryjnym elementem każdego poprawnie funkcjonującego przedsiębiorstwa. Celem badań było określenie



możliwości klasyfikacji anomalii dla poszczególnych uszkodzeń łożysk z wykorzystaniem sieci neuronowych. W prezentowanym artykule przeprowadzono testy mające na celu wykrywanie anomalii w pracy łożysk kulowych z wykorzystaniem dwóch rodzajów sygnałów, tj. dźwięku i wibracji. Na

podstawie danych pomiarowych opracowano algorytm bazujący na sztucznej inteligencji, który pozwala na klasyfikację stanu łożysk kulowych. Istotnym aspektem opracowanego podejścia jest charakter adaptacyjny, który rozwiązuje problem dostępności danych z awarii urządzenia, dlatego taki system można wykorzystać do adaptacji pracy dowolnej maszyny. Opisane podejście pozwala na zmniejszenie kosztów utrzymania firmy poprzez zmniejszenie stanów awaryjnych oraz możliwość planowania prac serwisowych na liniach produkcyjnych, a zaproponowany w artykule algorytm może dotyczyć szeregu aspektów uszkodzenia maszyn działających na liniach produkcyjnych.

Zapewnienie informacji serwisowej na temat zbliżającej się naprawy danego urządzenia, określonej na podstawie analityki danych, usprawnia proces planowania i zmniejsza koszty akcji serwisowych, które dokonywane były okresowo – serwisowanie urządzenia w momencie, gdy faktycznie jest to wymagane. Zastosowanie systemu



do wykrywania anomalii w *case study* badań APA Group i Politechniki Śląskiej zostało przetestowane na przykładzie analizy drganiowej łożysk kulkowych. Niemniej jednak ten sam algorytm może zostać wykorzystany do różnego typu danych, bez względu na częstotliwość próbkowania. W przypadku danych z akcelerometru czy też mikrofonu wstępne przetwarzanie danych (zanim zostaną przesłane do sieci neuronowych) będzie się różniło od przetwarzania np. zmiennych procesowych lub pomiarów temperatury. Badania przeprowadzone na stanowisku diagnostycznym łożysk kulkowych pozwoliły na zaimplementowanie algorytmu, który może

być wykorzystany do dowolnego typu danych. W celu weryfikacji algorytmu porównano dźwięk zarejestrowany przez mikrofon z drganiami pobranymi przez akcelerometr. Charakter adaptacyjny podejścia pozwala na wytrenowanie modelu zarówno do pracy fabrycznie nowego urządzenia, jak i takiego, które od dłuższego czasu jest w produkcji, i po akcji serwisowej określono jego stan jako zgodny z normą.

Zaletą zaproponowanego rozwiązania jest łatwość monitorowania parametrów maszyny zarówno w trybie online, jak i wsadowo. Prezentowane podejście umożliwia wskazanie odstępstw od poprawnej pracy, które zarejestrowano

na łożysku kulkowym, co stanowi ważną informację dla sekcji serwisowej, mówiącą o potencjalnym wystąpieniu uszkodzenia lub postępującym procesie degradacji elementu. Wczesne wykrycie anomalii może zapobiec nieplanowanym przestojom linii produkcyjnej, do których może dojść przez ignorowanie występujących odstępstw w pracy danego urządzenia. Podejście przedstawione w *case study*, a także inne, które prowadzone są w APA Group, pozwalają na wdrażanie narzędzi, które mają za zadanie wspierać proces wnioskowania, poprzez wyciąganie informacji z danych, które są cenne z punktu widzenia zarządzania i jakości produkcji. ■

Pierwszy taki przewodnik po świecie Przemysłu 4.0 w Polsce

W październiku podczas konferencji INDUSTRIE 4.0 – TRENDY – WYZWANIA – PERSPEKTYWY odbyła się premiera książki „Przedsiębiorstwo 4.0, 360° – rekomendacja dobrych praktyk” pod redakcją merytoryczną Artura Pollaka, prezesa zarządu APA Group. Jest to kompleksowy przewodnik po cyfryzacji przedsiębiorstwa i obowiązkowa lektura każdego nowoczesnego menedżera.

Publikacja zawiera:

- praktyczną wiedzę niezbędną do prowadzenia nowoczesnej firmy;
- rzeczywiste przykłady zastosowań;
- symulacje wdrożeń;
- interaktywne strony z narzędziami i multimediami;
- opinie oraz rekomendacje ekspertów z wielu dziedzin.

Słowo od wydawcy

– Aby zmaterializować możliwości biznesowe, konieczna jest transformacja technologii, organizacji, zasobów i komunikacji, tak aby firma stała się elastyczna, zdolna do ciągłej adaptacji do zmieniającego się otoczenia, mogła reagować na indywidualne



potrzeby klientów i szybciej wprowadzać produkty na rynek. Chcąc nie chcąc, przedsiębiorcy musieli wyruszyć w technologiczną podróż – dr Lars Björn Gutheil, dyrektor generalny AHK Polska, wydawca.

Słowo od redaktora merytorycznego

– Wszystko zostało podłączone do globalnej sieci – internetu. Za pomocą kilku kliknięć sprawdzamy kursy walut, pogodę panującą w innych częściach świata, nastroje społeczne i polityczne panujące w odległych krajach.

Komunikujemy się w różnych językach, nawiązując relacje biznesowe dzięki elektronicznym tłumaczom. Geografia i nawigacja stały się niewyobrażalnie wręcz proste. Wiemy, ile czasu zajmie nam dojazd z Warszawy do Barcelony, jaki będzie koszt podróży, gdzie natrafimy na utrudnienia w ruchu. Świat się skurczył, mamy dostęp do praktycznie każdej potrzebnej informacji, ale to również powoduje powstanie informacji niepotrzebnych, które znacznie utrudniają podejmowanie decyzji. Ważne zatem, aby poznać zasady funkcjonowania cyfrowego świata i skutecznie poddawać analizie docierające do nas dane – Artur Pollak, prezes zarządu APA Group, członek zarządu AHK Polska.

Zobacz materiał o książce:



Pobierz bezpłatny e-book pod adresem www.ahk.pl/pl/przedsiębiorstwo-40 lub odbierz wydanie drukowane po kontakcie z APA Group www.apagroup.pl. ■

Projektowanie i wdrażanie rozwiązań pod klucz

Rozwiązania dla branży FMCG zapewniają wszystkie elementy wymagane do kompletnych rozwiązań automatyzacji. Pozwalają tworzyć kompaktowe i modułowe maszyny z szybszą instalacją oraz zredukowaną ilością hardware'u i software'u. Oferują wydajną automatyzację dzięki elastycznej architekturze oprogramowania opartej na aplikacjach. Ponadto umożliwiają łatwą integrację z istniejącymi środowiskami IT i IoT dzięki najlepszej łączności. Zapewniają bezpieczny dostęp i aktualizacje maszyn dzięki portalowi ctrlX Device Portal oraz są gwarantem długoterminowej obsługi serwisowej.

Technika przemieszczeń liniowych dla rozwiązań FMCG

Dysponujemy ponad 1000 standardowych komponentów i zestawów modułowych przeznaczonych do indywidualnych rozwiązań. Podstawowe kompetencje w zakresie prowadzenia, napędzania i manipulowania zapewniają doskonałe wsparcie przez cały cykl życia produktu.

Technologia montażu dla rozwiązań FMCG. Połącz produkcję i logistykę

Wysoce kompatybilne, sprawdzone rozwiązania nastawione są na ciągłe zwiększanie wydajności. Zoptymalizowane procesy i przepływ materiałów dzięki oszczędnym, inteligentnym i połączonym sieciowo produktom skracają czas cyklu i konfiguracji. Innowacyjne rozwiązania autonomiczne i asystujące.

Nie martw się o czas. Tworzymy rozwiązania dla Ciebie

Transportuj zapakowane towary bezpośrednio, wydajnie i szybko. Przechowuj je bezpiecznie, czekając na wyschnięcie lub przygotowanie do następnego etapu produkcji. Podnoś i przenoś je precyzyjnie w celu obróbki lub załadunku na ciężarówkę. Dzięki platformie ctrlX AUTOMATION możesz sterować swoimi maszynami efektywnie. Wizualizuj strumienie produktów i śledź wskaźniki KPI w czasie rzeczywistym. Połącz swoje urządzenia wedle swoich potrzeb, projektowanie



odbywa się „w mgnieniu oka”. Rozwiązania *Plug & Produce* są stworzone dla szybkiego i prostego uruchamiania.

Ciche i szybkie rozwiązania dzięki przenośnikom łańcuchowym VarioFlow plus

- Mała potrzeba części zamiennych.
- Elastyczność dzięki licznym kombinacjom.
- Materiały zgodne z FDA, np. łożysko kulkowe ze stali nierdzewnej ze smarem dopuszczonym do kontaktu z żywnością. Proste planowanie, konfiguracja i zamawianie za

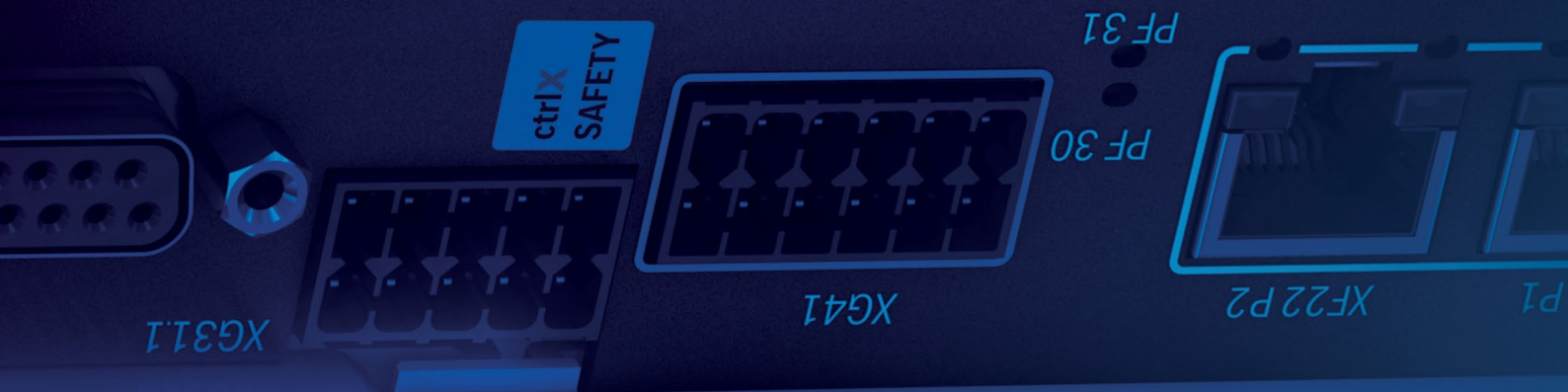
pomocą narzędzia do planowania rozmieszczenia.

VarioFlow plus oferuje: prosty montaż, ciche działanie, wysoką elastyczność i swobodę planowania

Szybka, bezawaryjna konfiguracja dzięki inteligentnej technice łączenia i bocznemu montażowi na szynie ślizgowej zoptymalizowane. Właściwości ślizgowe wymagają tylko kilku napędów i gwarantują energooszczędną pracę, wysoką moc napędu i pozwalają na dużą swobodę planowania.

ctrlX AUTOMATION

TWO STEPS AHEAD



O firmie Bosch Rexroth

Jako jeden z największych na świecie dostawców technologii napędów i sterowania, Bosch Rexroth gwarantuje sprawny, mocny i bezpieczny ruch w maszynach i systemach dowolnej wielkości. Firma łączy globalne doświadczenia praktyczne w segmentach zastosowań mobilnych, zastosowań maszyn i inżynierii oraz automatyki przemysłowej. Dzięki inteligentnym podzespołom oraz zindywidualizowanym systemom i usługom firma Bosch Rexroth tworzy środowisko umożliwiające pełną komunikację między poszczególnymi zastosowaniami. Bosch Rexroth oferuje klientom technologię napędów hydraulicznych i elektrycznych oraz ich sterowania, technologię przekładni oraz technologię przemieszczeń liniowych i montażu, w tym oprogramowanie i interfejsy Internetu Rzeczy. Firma prowadzi działalność w ponad 80 krajach, zatrudnia ponad 29 600 osób i odnotowała w 2020 r. przychody ze sprzedaży w wysokości ok. 5,2 mld EUR.

Grupa Bosch jest czołowym globalnym dostawcą technologii i usług. Zatrudnia około 394 500 pracowników na całym świecie (wg danych z 31 grudnia 2020 r.). Według wstępnych szacunków wygenerowała w 2020 roku obrót w wysokości 71,6 mld euro. Firma prowadzi działalność w czterech sektorach: rozwiązania mobilne, technologia przemysłowa, artykuły konsumpcyjne oraz energetyka i budownictwo. Będąc wiodącą firmą w świecie Internetu Rzeczy (IoT), Grupa Bosch oferuje innowacyjne rozwiązania dla inteligentnych domów, Przemysłu 4.0 oraz mobilności usieciowanej. Wizją grupy Bosch jest mobilność, która jest rozwijana w sposób zrównoważony, bezpieczny i ciekawy. Bazując na swoim doświadczeniu w dziedzinie technologii czujników, oprogramowania oraz usług, a także wykorzystując własną chmurę IoT Cloud, Bosch oferuje klientom zintegrowane i wszechstronne rozwiązania pochodzące od jednego dostawcy. Strategicznym celem Grupy Bosch jest ułatwianie łączności za pomocą produktów i rozwiązań wykorzystujących sztuczną inteligencję (AI) albo stworzonych lub wyprodukowanych przy jej pomocy. Innowacyjne produkty



i usługi Grupy Bosch poprawiają jakość życia, jednocześnie budząc entuzjazm użytkowników. W skrócie: Bosch tworzy technologię, która jest „stworzona do życia”. Grupę Bosch reprezentuje spółka Robert Bosch GmbH oraz około 440 spółek zależnych i regionalnych w 60 krajach świata. Z uwzględnieniem dystrybutorów i partnerów serwisowych globalna sieć produkcyjna, inżynierska i handlowa Grupy Bosch jest obecna niemal we wszystkich krajach na świecie. Innowacyjna moc stanowi podstawę dalszego wzrostu przedsiębiorstwa. Grupa Bosch zatrudnia 73 000 współpracowników zajmujących się pracami

badawczo-rozwojowymi w 126 miejscach na całym świecie, a także około 30 000 twórców oprogramowania. ■

rexroth
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

tel. 22 738 18 00

fax 22 758 87 35

e-mail: info@boschrexroth.pl

www.boschrexroth.pl

Enkoder absolutny FSI 900 firmy LeineLinde z interfejsem EnDat

Mamy przyjemność poinformować Państwa, że enkoder absolutny typ FSI 900 firmy LeineLinde jest oferowany z interfejsem EnDat, który pozwala na łatwą i niezawodną komunikację z różnymi urządzeniami, czyniąc integrację z systemem sterowania łatwiejszą niż kiedykolwiek. Urządzenie może współpracować z bramką CRG, która umożliwia współpracę z poniższymi interfejsami:

- CANOpen®;
- EtherCat®;
- EtherNet/IP™;
- PROFIBUS®;
- PROFINET®.

Wraz z enkoderem FSI 900 firmy LeineLinde użytkownik otrzymuje niezależny system bezpieczeństwa, który spełnia wszystkie niezbędne wymagania bezpieczeństwa funkcjonalnego. Ponieważ system bezpieczeństwa działa niezależnie od systemu sterowania, centralny system sterowania nie będzie wymagał certyfikatu bezpieczeństwa. Prezentowane urządzenie pozwala na osiągnięcie bezpieczeństwa funkcjonalnego oraz właściwych wymagań dyrektywy maszynowej bez konieczności wymiany

istniejącego systemu sterowania. Dzięki rozproszonej i niezależnej funkcjonalności bezpieczeństwa system bezpieczeństwa funkcjonalnego staje się mniej podatny na błędy projektowe, zmniejsza się ryzyko błędów operacyjnych, a stan *failsafe* – uszkodzenia w kierunku bezpiecznym – może być wykonywany bezpośrednio, bez przechodzenia przez system scentralizowany.

Enkoder absolutny serii FSI 900 pozwala na utrzymywanie prędkości, przyspieszenia i położenia w bezpiecznych granicach w sposób funkcjonalnie bezpieczny, certyfikowany zgodnie z kategorią 3 SIL2/PLd. oraz z warunkami pracy i wymaganiami użytkownika. Urządzenie oznacza zintegrowane bezpieczeństwo funkcjonalne. Enkoder monitoruje ruch obrotowy i działa natychmiast, aby upewnić się, że żaden z limitów skonfigurowanych przez użytkownika nie zostanie przekroczony. Wraz ze zintegrowanymi wyjściami przekątnikowymi odpornymi na uszkodzenia prezentowane urządzenie jest czymś więcej niż tylko enkoderem. To system bezpieczeństwa – wszystko w jednym pakiecie.



Serdecznie zapraszamy Państwa do zapoznania się ze szczegółową ofertą firmy TERM, która znajduje się pod adresem www.term.pl.



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

reklama

BaumerHübner
BaumerThalheim

pauyl

LEINE LINDE

Samagawa

schleicher
control systems

ENKODERY
RESOLWERY
STEROWNIKI
BEZPIECZNIKI
TACHOPRĄDNICY

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

Innowacyjne produkty wspierają oszczędność wody w przemyśle

Im bardziej precyzyjne dane z instalacji, tym skuteczniejszy proces uzdatniania wody. Taki prosty wniosek płynie z analiz ekspertów zajmujących się wsparciem przemysłu i branży wodociągowo-kanalizacyjnej w zakresie oszczędności wody. Nawet najmniejszy błąd w uzdatnianiu powoduje stratę tego najcenniejszego na naszej planecie zasobu, dlatego warto zainwestować w nowoczesne technologie. Te pozwolą na oszczędności, zwiększenie jakości oczyszczania i uzdatniania wody oraz niezawodne zabezpieczenie funkcjonowania, sterowania czy monitorowania danej instalacji w przedsiębiorstwie w perspektywie wielu lat.

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika, że aż 72% zużycia wody w naszym kraju przypada na przemysł, z czego około ¼ to pobór na potrzeby funkcjonowania polskich kopalni i elektrociepłowni. 10% krajowych zasobów wody jest przeznaczanych na potrzeby rolnictwa, natomiast 18% to zużycie wynikające z eksploatacji sieci wodociągowo-kanalizacyjnej, w tym funkcjonowania gospodarstw domowych. Profesjonaliści wskazują, że dzięki innowacyjnym rozwiązaniom cyfrowej czwartej rewolucji przemysłowej, współczesna technologia pozwala na generowanie oszczędności wody na wielu polach.

Efektywne zastosowania

Z powodu wzrastającej niedostępności i wartości zasobów świeżej wody ważne jest, aby działanie zakładów z branży wod.-kan. było maksymalnie efektywne w całym cyklu przetwórczym. Dostępne na rynku nowoczesne rozwiązania, obejmujące zarówno sprzęt, jak i oprogramowanie, coraz częściej umożliwiają zapewnienie funkcjonowania instalacji w fabrykach oraz przedsiębiorstwach wodociągowych i kanalizacyjnych w najlepszy dostępny sposób, biorąc pod uwagę wskaźniki zarządzania produkcją, jakością i dostępnością.

Rynkowym liderem w tej dziedzinie jest spółka ifm electronic, mająca swoją polską siedzibę w Katowicach. Aby sprostać surowym dla branży wymogom i wyzwaniom, oferuje ona niezawodne i innowacyjne narzędzia najwyższej klasy. Inżynierowie przedsiębiorstwa zawsze biorą pod uwagę bieżące trendy i wymagania, dlatego poszukują dla odbiorców najlepszych z możliwych rozwiązań do implementacji na najbliższą przyszłość i jednocześnie wykorzystywania w długotrwałej perspektywie. Ponieważ woda staje się zasobem deficytowym, specjaliści kontynuują wspieranie firm w ograniczaniu zużycia tej życiodajnej substancji, podnosząc efektywność wszystkich procesów produkcyjnych.

– Przy stałym wzroście globalnej populacji i wpływie światowych zmian klimatu wzrasta również zapotrzebowanie na podstawowy zasób naturalny, jakim jest woda. W odpowiedzi na te krytyczne potrzeby niezbędne jest natychmiastowe uzdatnianie wody po jej użyciu tak, żeby była ponownie dostępna do bezpiecznego wykorzystania. Powoduje to konieczność stosowania skutecznych i kompleksowych procesów, które jednocześnie muszą być tak tanie, jak tylko to możliwe – mówi Aleksandra Banaś, prezes zarządu spółki ifm electronic, lidera w dziedzinie dostarczania systemów i rozwiązań Industry 4.0. dla automatyki przemysłowej, w tym branży wodno-kanalizacyjnej.

Mobilne instalacje

Innowacyjnym wsparciem w procesach oczyszczania ścieków komunalnych czy przemysłowych oraz uzdatniania wody mogą być mobilne instalacje do odwadniania biomasy. Eksperti są zgodni, że aby osiągnąć najlepsze rezultaty, musi istnieć możliwość adaptacji procesu w różnych miejscach i lokalizacjach, dlatego stworzono instalację, która może działać w kompaktowych warunkach. To istotne zwłaszcza w przypadku szlamu ściekowego przygotowywanego do obróbki termicznej przez odwirowanie. Jednak zanim użycie szlamu ściekowego jako paliwa staje się możliwe, w pierwszym rzędzie faza stała musi być oddzielona od silnie uwodnionej, obejmującej około 97% tej masy.

W tym aspekcie wzorem dla polskich przedsiębiorstw może być niemiecka firma ISV-Umwelt z Langelsheim w Dolnej Saksonii, która od lat z powodzeniem, dzięki wykorzystywaniu nowoczesnych zastosowań z gamy czwartej rewolucji przemysłowej, pomaga spółkom wodociągowym i kanalizacyjnym w tym procesie. Jednym z użytkowników jest gminna oczyszczalnia ścieków Diepholz, gdzie ISV-Umwelt cztery razy do roku przez tydzień ustawia jedną ze swoich mobilnych instalacji.

– Przykładowo, z około 2400 metrów sześciennych osadów ściekowych, jakie gromadzą się w dużych zbiornikach przez okres trzech miesięcy, wydziela się około 72 ton substancji suchej, która następnie nadaje się do recyklingu termicznego. Dlatego budujemy mobilne instalacje do odwadniania biomasy i wynajmujemy je klientom czasowo lub na stałe – wyjaśnia Sven Penkwitt, założyciel i dyrektor zarządzający ISV-Umwelt.

Precyzyjna redukcja

Aby osiągnąć optymalny efekt odwodnienia, musi istnieć możliwość adaptacji procesu w wielu punktach.

– Pod tym względem, jako specjaliści w dziedzinie automatyzacji, oferujemy szerokie portfolio czujników i rozwiązań automatyki, które można wykorzystać do precyzyjnej regulacji i przejrzystej wizualizacji działania skomplikowanych procesów

związanych z wodą i jej uzdatnianiem, aż do najdrobniejszych szczegółów – tłumaczy Piotr Szopiński, kierownik działu technicznego ifm electronic.

Taka strategia pozwala np. na zminimalizowanie występowania przestoju i możliwości zaplanowania konserwacji zbiorników. Wzrastają wskaźniki dostępności i wydajności, ponieważ instalacje zbudowane w oparciu o nowoczesne technologie gwarantują nie tylko bezstratne przesyłanie danych, ale także szybki oraz sprawny dialog z operatorami.

Zalety i korzyści cyfryzacji także w automatyce przemysłowej są niezwykle szerokie. To m.in. wykrywanie konieczności konserwacji na wczesnym etapie dzięki ciągłemu przetwarzaniu danych. IO-Link redukuje pracochłonność okablowania o dwa i pół dnia, czas instalacji jest zmniejszony nawet o 60%. Możliwa jest zdalna optymalizacja procesu i lokalizacja usterki. Nowoczesna technologia to też gwarancja maksymalnej przejrzystości systemu aż do poziomu pojedynczego czujnika oraz konfiguracja i odczyt danych czujników prowadzone na miejscu lub zdalnie.

Systemy filtracyjne

Kolejnym procesem, w którym można skutecznie zaimplementować innowacje *smart manufacturing*, jest uzdatnianie wody. Okazuje się, że inteligentna automatyka może być dostosowana do szybkiego i właściwego odzyskiwania czystej wody. Praktycznym przykładem takiego zastosowania jest francuska firma Nereus SAS, która konstruuje systemy filtracyjne do uzdatniania wody. Firma ta nie tylko łączy odnawianie zasobów wody z najwyższej jakości procesami, ale również zapewnia maksymalną efektywność energetyczną. Aby sprostać obu wymaganiom, Nereus również polega na technologii czujników i oprogramowaniu firmy ifm electronic.

Nereus integruje czujniki ifm w swoich systemach filtracyjnych, żeby zapewnić ich bezawaryjną pracę i niezawodne działanie. Dzięki IO-Link firma ma dostęp do precyzyjnych danych bez strat konwersji. Przedsiębiorstwo dodatkowo oszczędza mnóstwo czasu w procesie produkcji, mogąc na przykład szybciej zainstalować bezawaryjne okablowanie, a parametryzacja czujników jest mniej czasochłonna. Dzięki bezproblemowemu przesyłaniu wszystkich plików na poziom IT Nereus może monitorować zdalnie wszystkie instalacje i w przypadku nagłych zmian parametrów natychmiast reagować. To znacząco redukuje przestoje w funkcjonowaniu całej instalacji.

Potwierdzają to dostawcy wody, którzy podkreślają, że tylko dzięki samemu monitoringowi dużych pomp można przeprowadzać regularną konserwację odpowiednio dostosowaną do własnych potrzeb. Zamiast co 5 lat, po zainstalowaniu nowych technologii może ona być teraz przeprowadzana co 6 lat. Oszczędności tylko na tym pojedynczym rozwiązaniu sięgają kilku tysięcy euro. Te fundusze można z kolei przeznaczyć na kolejne unowocześnienia instalacji. Innowacje są więc samonapędzającym się wsparciem dla wszelkich instytucji, których działalność związana jest ze zużyciem zasobów wodnych. ■

ifm electronic Sp. z o.o.
e-mail: info@ifm.com.pl
www.ifm.com.pl

reklama



Pierwszy czujnik ciśnienia G 1/2 z aprobatą higieniczną do rur o małej średnicy

- Bezobsługowe uszczelnienie PEEK do łączników G 1/2
- Wytężalne i sprawdzone ogniwo pomiarowe bez cieczy do przetworników ciśnienia
- Zatwierdzony jako zgodny z przemysłowymi normami higieny

Zwiększone możliwości dzięki IO-Link

- Wbudowany pomiar temperatury wyklucza konieczność stosowania wielu przyrządów
- Komunikacja cyfrowa bez strat przy zamianie sygnałów z analogowych na cyfrowe lub zakłóceniach elektromagnetycznych



ifm electronic sp. z o.o., Węglowa 7, 40-105 Katowice
Globalny producent aparatury automatyki przemysłowej

ifm.com.pl
info.pl@ifm.com
+48 32 70 56 400

Początki automatyzacji

Marcin Szuper

Automatyzacja produkcji to kierunek rozwoju firm produkcyjnych, który – jak głosi definicja – polega na znacznym ograniczeniu lub całkowitym zastąpieniu ludzkiej pracy fizycznej i umysłowej przez pracę maszyn. Automatyzację w swojej fabryce zapoczątkował Henry Ford, który postanowił zoptymalizować produkcję i obniżyć koszty wytwarzania samochodu. Przeszkolił i ustawił osoby pracujące w jego fabryce tak, aby wykonywały poszczególne i powtarzalne elementy składowe np. silnika czy skrzyni biegów, a nie całe elementy, jak miało to miejsce wcześniej. Założeniem takiej pracy było zwiększenie skali produkcji oraz obniżenie kosztu samochodu tak, by każdego było stać na ten rewolucyjny jak na owe czasy wynalazek. Pozwoliło to Fordowi sprzedawać więcej aut, gdyż wcześniej na taki luksus mogło pozwolić sobie niewielu. Tak zapoczątkowana automatyzacja rozwija się od przełomu lat 30/40 XX w.

Analiza danych – 5 poziom automatyzacji

Jest to bardzo szerokie pojęcie opisujące zarówno procesy produkcyjne ręczne, jak i w pełni zautomatyzowane z automatycznym przekazywaniem materiału, a także pośrednie. Dla przykładu automatyzacja w zakładach Forda odbywała się na poziomie pierwszym, gdzie sposób wykonywanej przez osoby pracy jest zautomatyzowany bez wykorzystania maszyn. Obecnie w procesach automatyzacji wyróżnia się 5 poziomów podzielonych dodatkowo na trzy grupy procesu, które opisują ich charakter. Drugi i trzeci poziom to operacje ręczno-maszynowe, czyli takie, w których to maszyna wykonuje operacje, a operator ją uruchamia i załadowuje (poziom drugi) lub maszyna wykonuje pracę i sama się uruchamia i zatrzymuje, a operator odpowiada za dopilnowanie, aby była załadowana. Czwarty i piąty poziom to procesy zautomatyzowane, w których przy bezpośrednim wytwarzaniu wyrobu finalnego występuje wyłącznie praca maszynowa. W piątym poziomie automatyzacji gromadzi się szereg informacji spływających z czujników, proces ten jednak, jak wielu błędnie pojmuje, nie polega na wyłącznym zbieraniu danych, lecz nadawaniu im sensu. Największe znaczenie na tym etapie ma analiza zbieranych danych oraz połączenie zależności pomiędzy nimi. Z poszczególnych parametrów, takich jak wzrost pobieranego prądu czy nasilająca się wibracja, algorytmy są w stanie przewidzieć zbliżającą się awarię. Tak zwana predykcja awarii jest coraz powszechniejszym zjawiskiem w wielu zakładach produkcyjnych. Firmy rozwijające się próbują przewidywać awarie,

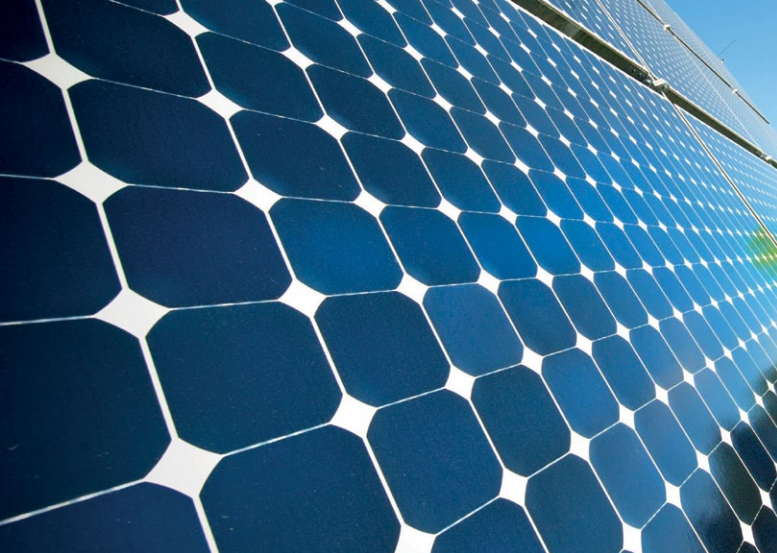


aby zabezpieczyć się przed ewentualnymi brakami w dostawie części zamiennych i zniwelować *lead time*. Jedna z zaprzyżnionych firm postanowiła przetestować nowość z oferty Finder, licznik energii 7M, w dość nietypowej sytuacji – do analizy dnia roboczego w kuchni. Na podstawie parametrów, które wzięli pod lupę, tj. częstotliwość, napięcie, pobór mocy, pobór mocy czynnej, pobór mocy biernej i pobór mocy pozornej, kąta przesunięcia fazowego oraz zniekształcenia sieci (THD), byli w stanie odczytać, jakie urządzenia pracowały, a nawet w jakim trybie (dla przykładu czy ekspres robił café latté czy espresso), ponieważ wykresy powstające z każdego trybu pracy dowolnego z tych urządzeń kuchennych różniły się od siebie. Odpowiednio dobrane parametry fizyczne poddane umiejętnej analizie mogą opisać dość dokładnie rzeczywistość i to nawet tę, której nie dostrzegamy gołym okiem. Film z tych testów dostępny jest pod linkiem.

Rozwiązania przekaźnikowe jako etapy

Na pośrednich etapach automatyzacji mieszczą się rozwiązania półautomatyczne. Czyli takie, które wymagają np. załączenia i wyłączenia urządzeń czy strojenia maszyny przez człowieka lub np. etap pakowania nie jest automatyczny. Do tej grupy automatyzacji można zaliczyć również przekaźniki, które wykonują swoją pracę automatycznie, ale muszą być co określona ilość cykli wymienione dla sprawnego działania maszyny. Okres pracy przekaźnika jesteśmy w stanie wyliczyć na podstawie jego karty katalogowej oraz charakteru aplikacji, w której będzie umieszczony. Dla jednej aplikacji 150 000 cykli przekaźnika będzie wiecznością, z kolei inna aplikacja wykorzysta tę żywotność w 3,5 dnia, ponieważ będzie pracowała w cyklach 1 s załącz i 1 s wyłącz. W takich aplikacjach przewidujemy wykorzystanie przekaźników półprzewodnikowych nazywanych potocznie SSR. Ważna jest tutaj przede wszystkim ergonomia urządzenia dopuszczająca szybkość i bezproblemową wymianę zużytego przekaźnika na nowy. Za wyspecjalizowane do procesów automatyzacji zaliczamy zwłaszcza te z serii master, które zostały przemyślane i przygotowane tak, aby od etapu montażu w rozdzielnicach po eksploatację czy wymianę przekaźnika ułatwiały pracę operatorowi. Przekaźniki z serii MasterIN zawierają zarówno grupę przekaźników wąskich, Seria 39 – MasterINTERFACE, jak i interfejsy 16 A po 4-polowe przekaźniki interfejsowe 7 A. Zostały one przygotowane i przebadane do pracy tak, aby zachowywały parametry zapisane w karcie katalogowej nawet w 85°C, czyli ich obciążalność ani trwałość łączeniowa nie wzrośnie powyżej temperatury pokojowej.

Istotny jest również odpowiedni dobór gniazda. Technologia *push-in* pozwala ograniczyć czas podłączenia gniazda nawet



Wizualizuj Twoją Energię

Nowe inteligentne liczniki energii Seria 7M

Odczyt parametrów licznika po zaniku zasilania
Łatwe i szybkie programowanie za pomocą aplikacji



Programowanie za pomocą technologii NFC



Certyfikat MID



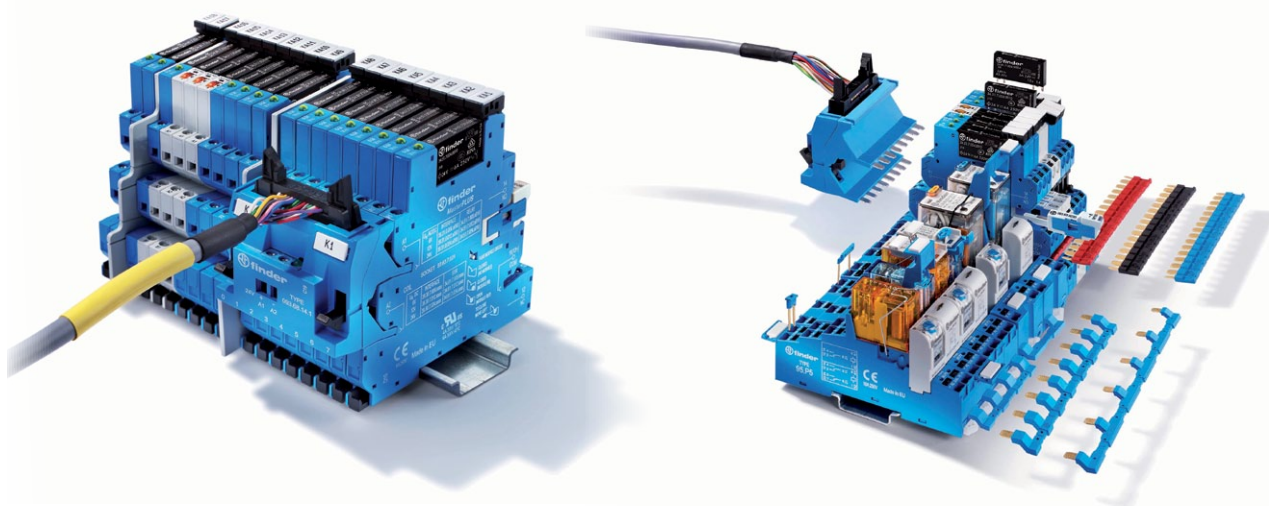
Protokół Mbus



Protokół Modbus RS485



Zakres temperatur: max 70°C



o 60%, ponadto zapewnia stałe zachowanie momentu docięcia zacisków, co zwiększa odporność na wibracje czy drgania. Automatyzacja, o której mowa, zapewnia też możliwość wymiany przekaźnika poprzez wypięcie go z gniazda bez potrzeby odłączania przewodów. Ta prosta i wygodna funkcjonalność od lat ułatwia użytkownikom życie, a w czasach szalejącej pandemii była dodatkowo doceniona ze względu na krótki i bezproblemowy czas naprawy.

Drobnostki, które automatyzują


Mostkowanie potencjału na cewkach przekaźnika to już niemal standard. MasterIN System dopuszcza także mostkowanie potencjału na styku wspólnym COM, co pozwala nie tylko zaoszczędzić dodatkowy czas, ale też wygląda dużo estetyczniej. W przypadku serii 39 mostkowania potencjału na cewce można dokonać dwojako: za pomocą mostków dostępnych w trzech kolorach (niebieskim, czarnym i czerwonym) lub za pomocą masterADAPTER do sterowników PLC. Grupuje on 8 przekaźników interfejsowych, spinając zaciski A1 i A2 ze źródłem zasilania przez przewód i 14-żyłową płaską taśmę, która może zostać połączona z wyjściem PLC. Te wąskie, bo mierzące raptem 6,2 mm szerokości, przekaźniki najczęściej wykorzystywane są do zabezpieczania wejść i wyjść sterowników PLC, odseparowując je od zasilania sieciowego. Są też rozwiązaniem z najbardziej bogatą gamą akcesoriów do tego stopnia, że w swoim specjalnym wykonaniu MasterPLUS posiadają nawet wejście na wkładkę z bezpiecznikiem topikowym 5 × 20, który w momencie przepalenia zapala lampkę informującą o przepaleniu bezpiecznika. Jest to rozwiązanie wygodne, ponieważ nie tylko nie zabiera tyle miejsca, co listwy złączek bezpiecznikowych, ale również informuje operatora o lokalizacji wadliwego elementu, ułatwiając wymianę. Przekaźniki te są przez to niezwykle popularne w takich miejscach, jak panele kontrolne, maszyny pakujące, rozlewnie wody czy urządzenia do etykietowania. Z kolei 2-polowe przekaźniki serii MasterIN najczęściej wykorzystywane są w aplikacjach takich, jak ruchome schody, podnośniki i dźwigi. Inną ciekawą aplikacją, w której klienci wykorzystują konstrukcję 40.61 o styku wzmocnionym, wchodzącą w skład serii 48, jest załączanie oświetlenia dróg i tuneli. Wszystko za sprawą odporności na sklepanie się styku tego przekaźnika podczas piku powstającego przy załączaniu oświetlenia LED oraz zasilaczy impulsowych. Specjalna konstrukcja oraz

styk AgSnO₂ pozwalają temu przekaźnikowi załączyć nawet 400 W LED, zwiększając jego wytrzymałość w 5 pierwszych ms od załączenia na 120 A.

Seria przekaźników MasterIN dopuszcza także przerobienie każdego przekaźnika na przekaźnik czasowy. Nieważne, czy jest to wąski 6 mm przekaźnik serii 34 czy 1 i 2 polowe przekaźniki z serii 48 i 4C, a nawet 4-polowy przekaźnik serii 58. Rozwiązanie to polega na zastosowaniu specjalnego gniazda w przypadku ultracienkich przekaźników interfejsowych lub specjalnego modułu z funkcją czasową. Wpinając moduł czasowy w miejsce standardowego modułu zabezpieczającego, możemy otrzymać nawet 4-polowy przekaźnik czasowy. Dostępne są również wykonania bezpieczne ATEX. Rozwiązanie to zostało stworzone m.in. do szaf już istniejących, w których jakiś element np. startuje zbyt szybko. Dzięki zastosowaniu modułu czasowego jesteśmy w stanie opóźnić start przekaźnika bez potrzeby ponownego kablowania w szafie.

Nurt automatyzacji produkcji wciąż się rozwija – można zacząć jak Henry Ford od przygotowania sobie pracy w sposób powtarzalny na tyle, by wykonywanie jej oszczędzało nasz czas, lub wejść na wyższy poziom tego kierunku i dodawać kolejne kroki, łącząc pracę ludzi z maszynami. Dzięki nowym rozwiązaniom dziś możliwa jest również analiza danych spływających z czujników i pisanie algorytmów, które będą wskazywały maszynie jej słabe punkty, roboty mogą same się kontrolować, a nawet uczyć inne maszyny, jak się kontrolować. Być może kiedyś będzie tak, że to maszyny same sobie będą wymieniały przekaźniki.

Więcej informacji na temat naszych rozwiązań znajdziesz na stronie www.findernet.com. ■

 Marcin Szuper



FINDER Polska Sp. z o.o.

ul. Logistyczna 27

62-080 Sady

tel. 61 865 94 07

fax 61 865 94 26

e-mail: finder.pl@findernet.com

www.facebook.com/finderpolska/

Wyświetlacze wielkogabarytowe LDN-N2

Rodzina N2 wyświetlaczy wielkogabarytowych LDN zapewnia odczyt danych liczbowych z odległości nawet do 200 metrów. LDN znajdują zastosowanie w dużych obiektach przemysłowych do wyświetlania ważnych parametrów procesu technologicznego. Zastosowano w nich cyfry złożone z diod LED-RGB o dużej jasności, wyposażone w automatyczną regulację jasności. Kolor cyfr może być programowany przez użytkownika. Liczba cyfr może się wahać od 1 do 8, przy wysokości znaków 150, 227 lub 450 mm. LDN są dostarczane w wersjach z wejściami analogowymi, wejściami licznikowymi lub interfejsami szeregowymi, a także ze złączem Ethernet. Użytkownik ma możliwość, przy pomocy przycisków, konfigurować wyświetlacz odpowiednio do zastosowania. Programowane są parametry wyświetlania: kolor, jasność i wygaszanie zer wiodących, a także nastawy właściwe dla danego wykonania. W przypadku wejść analogowych możliwe jest skalowanie odczytu, nastawa stałej czasowej filtracji i progów alarmowych. Z progami alarmowymi wiąże się sygnalizacja przez zmianę koloru cyfr lub załączenie wewnętrznego przekaźnika. Wersja licznikowa ma następujące opcje i nastawy: zliczanie w górę i w dół, zliczanie do wartości nastawionej, sumowanie i odejmowanie liczby impulsów oraz tachometr. Przy wersjach z interfejsami cyfrowymi nastawy obejmują parametry portu



i opcje protokołu. Do wyboru są protokoły ASCII, Modbus | RTU i Modbus TCP. Na zamówienie wyświetlacze LDN mogą mieć niestandardowe proporcje obudowy, opisy i grafikę. Mogą być też wykonane w wersji z kilkoma odczytami w jednej obudowie. ■

Producent: SEM
www.sem.pl

reklama

2017-03-06 12:14:25
OEE: 65.1% PLN: 69
CEL: 6500 WYN: 55
ZATRZYMANIE EFF: 0.0%

Monitoring produkcji
Wyświetlacze
Mierniki
Liczniki
www.sem.pl

SEM

reklama

Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny

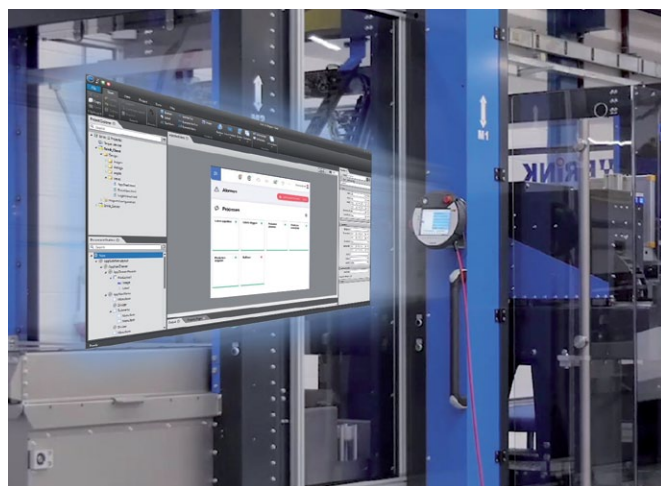
Nowe internetowe rozwiązanie firmy Lenze do wizualizacji maszyn łączy wymagania użytkowników i producentów maszyn

Intuicyjne interfejsy użytkownika dla płynnej interakcji człowiek – maszyna

Różnorodność funkcjonalna maszyny ma dziś duże znaczenie dla sukcesu na rynku i jej dobrej sprzedaży. Ważniejsze jest jednak pytanie, czy użytkownik jest w stanie opanować rosnącą złożoność i skomplikowaną obsługę maszyn. Dlatego przyjazna dla użytkownika wizualizacja jest kluczowa dla zadowolenia klienta. Jednak aby ją stworzyć, konstruktor maszyny potrzebuje odpowiedniego narzędzia.

Wymagania stawiane nowoczesnemu interfejsowi użytkownika znacznie się zmieniły w ostatnich latach. Eksperti mówią o „konsumeryzacji” i mają na myśli to, że użytkownicy w kontekście biznesowym coraz częściej oczekują podobnej funkcjonalności, jak w sferze prywatnej. Decydujące znaczenie ma tu codzienne doświadczenie w korzystaniu ze smartfonów lub tabletów. Obecnie użytkownicy oczekują mobilnego dostępu do aplikacji, intuicyjnego prowadzenia użytkownika oraz funkcji takich, jak sterowanie gestami, funkcjonalność *multi-touch* i wielojęzyczność. Dla operatorów instalacji szczególnie ważne jest również przyszłe bezpieczeństwo ich inwestycji.

Rozwiązanie tego wyzwania brzmi prosto: wykorzystanie technologii internetowych umożliwia tworzenie wizualizacji spełniających wszystkie te wymagania. HTML5, CSS i JavaScript we frontendzie, jak również struktury klient – serwer do dystrybucji treści sprawdziły się w całej rozciągłości. Ale który producent maszyn może sobie pozwolić na to, aby oprócz programistów PLC zatrudnić także programistów stron internetowych i projektantów interfejsów użytkownika, aby wyposażyć swoje maszyny w profesjonalną wizualizację internetową? Dla tych klientów firma Lenze oferuje rozwiązanie, które jest łatwe w obsłudze i stanowi podstawę do spełnienia wymagań użytkownika w zakresie przyjaznej dla niego wizualizacji.

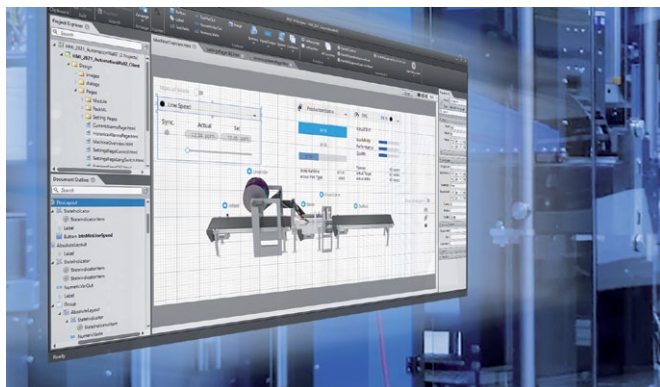


Nie potrzeba programować

Rozwiązanie zawiera EASY UI Designer, aplikację dla komputerów z systemem Windows, która zawiera gotowe elementy obsługi („kontrolki”) oraz szablony kompletnych stron. Elementy sterujące mogą być wykorzystywane w różnych projektach, mogą być wstawiane do wizualizacji metodą „przeciągnij i upuść” i łączone ze zmiennymi PLC. Tak więc producent maszyn nie potrzebuje specjalnie przeszkolonych programistów internetowych do opracowania interfejsu.

Dodatkowo w przypadku sterownika Lenze wymagany jest runtime FAST UI. Obecnie do tego celu można wykorzystać modele c520 i c550. Zapewniają one niezbędną moc roboczą do łatwego opanowania komunikacji danych wizualizacji do klienta w uzupełnieniu do sterowania PLC. Zakres odpowiednich sterowników będzie w przyszłości rozszerzany.

Producent maszyny ma całkowitą swobodę w zakresie wielkości, rozdzielczości i orientacji wyświetlacza. Wizualizacja internetowa może być wyświetlana w responsywnym projekcie, który dostosowuje się do dostępnego ekranu. W przeszłości mogło się zdarzyć, że podczas modernizacji interfejsu użytkownika był wyświetlany tylko na ułamku powierzchni ekranu, np. w przypadku zainstalowania większych przekątnych ekranu



i paneli o wysokiej rozdzielczości. Ten problem nie występuje już w przypadku wizualizacji internetowej. Dodatkowo wizualizacja w wersji responsywnej umożliwia elastyczne wykorzystanie mobilnych urządzeń końcowych, takich jak tablety czy smartfony, które są coraz częściej używane w budowie maszyn.

Produkt przyjazny dla producenta maszyn

EASY UI Designer posiada już wiele szablonów, np. do zarządzania użytkownikami, systemem alarmowym lub nawet zarządzania recepturami. Przy rozwijaniu tego produktu Lenze postawił na fachowe wsparcie specjalisty od projektowania UX. Dr Julia Jürgens, ekspert w dziedzinie użyteczności, zwraca uwagę na nowoczesne, łatwe w użyciu elementy i szablony stron. Jednocześnie szablony zostały zaprojektowane w taki sposób, aby OEM mógł je szybko dostosować do swojej identyfikacji wizualnej (CI) i swoich potrzeb. Dzięki własnemu logo producenta maszyny, odpowiedniej kolorystyce i specyficznym elementom w nagłówku i stopce interfejsu wizualizacja maszyny może zostać łatwo zindywidualizowana.

Lenze oferuje obecnie całą gamę narzędzi, które wspierają inżynierię cyfrową. Należą do nich EASY System Designer (ESD) do tworzenia podstawowej topologii maszyny, PLC Designer do automatycznego tworzenia oprogramowania sterującego lub EASY Product Finder (EPF), który upraszcza wybór komponentów i uzupełnia koszyk zakupów. Długofalową strategią producenta automatyki Lenze jest połączenie tych aplikacji w łańcuch narzędziowy, tak aby proces konstrukcyjny maszyny stał się jeszcze bardziej efektywny. Na podstawie Asset Administration Shell (AAS) niezbędne informacje dotyczące danego projektu wizualizacji można automatycznie przenieść z ESD do EASY UI Designer.

Podsumowanie

Interfejs użytkownika jest twarzą maszyny dla klienta. Nowoczesna i intuicyjna wizualizacja z wysokim poziomem komfortu użytkownika zapewnia płynną interakcję człowiek – maszyna. Wspiera ona użytkownika w opanowaniu szerokiego zakresu funkcji i w możliwości podjęcia szybkich działań naprawczych w przypadku wystąpienia błędu. Producenci maszyn spełniają te wymagania, przechodząc na technologie internetowe. Jednak konstruktorzy maszyn nie powinni zadowalać się tylko tym. Profesjonalne projektowanie UX i postępująca integracja z inżynierią cyfrową, która umożliwi większą efektywność rozwoju, stanowią decydującą wartość dodaną.

Firma Lenze wspiera wdrażanie rozwiązań wizualizacyjnych zorientowanych na użytkownika. Podstawowymi elementami są webowe architektury klient – serwer, możliwość parametryzacji wyświetlanych interfejsów oraz biblioteka wstępnie przygotowanych elementów wizualizacyjnych, zaprojektowanych zgodnie z zasadami użyteczności. ■

Lenze Polska Sp. z o.o.
e-mail: biuro.pl@lenze.com
www.lenze.com

Wsparcie techniczne

Teraz jeden numer telefonu!

721 205 500

www.Lenze.com

Lenze

Pakowanie termozgrzewalne

Nowe granice szybkości i skalowalności

Opakowania zgrzewane na szybkich liniach pakujących, zanim ostygną, są często transportowane z dużą prędkością. Aby przetrwać związane z tym obciążenia, potrzebują wysokiej wytrzymałości zgrzewu, którą zapewnia tzw. przyczepność na gorąco (ang. *hot tack*) – właściwość, jaką wykazuje spoina bezpośrednio po zgrzewaniu. W maszynach testujących RDM nowej generacji zastosowano sprzęt i oprogramowanie B&R, dzięki którym proces testowania przyczepności na gorąco jest równie szybki i prosty, jak obsługa aplikacji do odtwarzania muzyki w telefonie.

Bez doskonale szczelnego zamknięcia pakowana żywność i farmaceutyki w najlepszym razie nie nadają się do sprzedaży, a w najgorszym przypadku stanowią zagrożenie dla zdrowia konsumenta. Integralność zamknięcia jest zatem istotnym czynnikiem minimalizacji odpadów oraz zapobiegania kosztownym zwrotom i wycofywaniu produktów z rynku. W przypadku opakowań zgrzewanych kluczowe znaczenie ma kilka pierwszych sekund. Opakowania zamykane na szybkich liniach poddawane są działaniu znacznych sił, zanim jeszcze materiał zdąży całkiem ostygnąć. Odporność na działanie tych sił, pozwalająca utrzymać szczelność zamknięcia, to tzw. przyczepność na gorąco.

Przyczepność na gorąco jest testowana w laboratoriach – wraz z innymi podstawowymi właściwościami, takimi jak tarcie, grubość i wytrzymałość na rozciąganie – przy użyciu takich maszyn, jak HT-2PC firmy RDM Test Equipment. W najnowszej generacji swoich maszyn do testowania przyczepności na gorąco firma RDM wykorzystwała technologię automatyzacji B&R, co pozwoliło przyspieszyć i ułatwić proces oraz zwiększyć jego niezawodność.

Automatyzacja i znaczne przyspieszenie procesu

Badanie wytrzymałości zgrzewu było dotąd procesem powolnym, wymagającym ręcznego załadowania każdej próbki folii do maszyny. Choć każdy test trwał tylko kilka sekund, wykwalifikowanemu operatorowi zajmowało kilka minut wycięcie próbki, załadowanie jej do maszyny, a następnie wyjęcie jej w celu załadowania kolejnej próbki.

W nowej maszynie proces ładowania i podawania jest teraz automatycznie kontrolowany i indeksowany przez sterownik PLC firmy B&R. Oprócz zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia błędów podczas ładowania, umożliwia to przeprowadzenie w krótkim czasie wielu testów na tej samej długości folii. Obsługa interfejsu użytkownika na ekranie dotykowym przypomina wybieranie muzyki do odtworzenia w smartfonie lub tablecie. Użytkownik może zestawić wiele testów, które maszyna potem kolejno wykonuje. Ekran dotykowy ostrzega operatora w przypadku pęknięcia próbki testowej albo błędów



Przyczepność na gorąco jest testowana w laboratoriach – wraz z innymi podstawowymi właściwościami, takimi jak tarcie, grubość i wytrzymałość na rozciąganie – przy użyciu takich maszyn, jak HT-2PC firmy RDM Test Equipment. Najnowsza generacja maszyn do testowania przyczepności na gorąco sprawia, że proces jest szybszy, łatwiejszy i bardziej niezawodny

ładowania lub podawania. Sekwencje testów można zaprogramować i zapisać w systemie zgodnie z indywidualnymi wymaganiami klienta.

Przyjazne dla środowiska produkty alternatywne

Maszyna obsługuje wiele różnych typów folii – od tradycyjnych tworzyw węglowodorowych po nowe, przyjazne dla środowiska produkty alternatywne. Można wykonać do 40 testów na tym samym kawałku materiału – w ułamku czasu, jaki zajęłoby ręczne wycięcie i załadowanie takiej samej liczby próbek.

Zautomatyzowane ładowanie i indeksowanie sekwencji zmniejszają ilość interakcji człowieka w procesie testowania. Eliminuje to ryzyko błędów operatora, takich jak nieumyślne



W nowej maszynie proces ładowania i podawania jest teraz automatycznie kontrolowany i indeksowany przez sterownik PLC firmy B&R. Oprócz zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia błędów podczas ładowania, umożliwia to przeprowadzenie w krótkim czasie wielu testów na tej samej długości folii

załadowanie próbki w niewłaściwy sposób. Zapobiega również manipulowaniu wynikami – czyste dane są mierzone i raportowane automatycznie.

Czytelność danych i łączność



Interfejs 15-calowego Panelu PC na wysięgniku obrotowym, z procesorem Intel Atom, przypomina okna systemu Windows, co ułatwia korzystanie z niego i obsługę urządzenia.

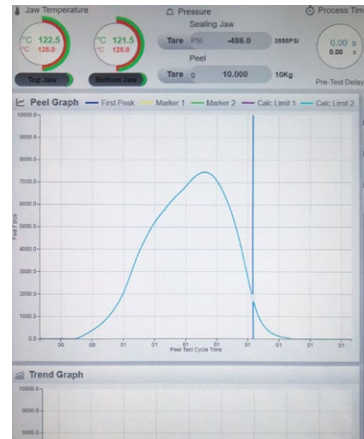


Oprogramowanie Automation Studio firmy B&R bez problemu zarządza złożonymi algorytmami wymaganymi w procesie testowania.

Z kolei oprogramowanie Hypervisor umożliwia równoległą pracę systemu Windows lub Linux i własnego systemu operacyjnego czasu rzeczywistego B&R, co pozwala połączyć sterownik i komputer HMI w jednym urządzeniu. System korzysta z przemysłowego standardu komunikacji OPC UA, umożliwiającego łączność pomiędzy maszyną a dowolnymi urządzeniami zewnętrznymi lub systemami rejestracji i analizy danych.

Oprogramowanie zapewnia również możliwości bardziej efektywnej interakcji z wynikami testów. Na przykład po wykonaniu wielu testów przyczepności na gorąco oprogramowanie udostępnia wykres analizy trendu. Operator zyskuje w ten sposób szczegółowy obraz właściwości zgrzewania folii w przedziale między dwiema skrajnymi temperaturami. Precyzyjna kontrola zmiennych procesu, takich jak temperatura, ciśnienie i czas trwania, zapewnia optymalną równowagę między specyfikacją materiału, prędkością maszyny pakującej i integralnością zgrzewu.

Rozwiązanie automatyzacji firmy B&R sprawia, że badanie przyczepności na gorąco jest bardzo proste, a przy tym stwarzające wiele możliwości. Wyniki można przeglądać lokalnie jako pliki CSV lub PDF, albo jako drukowane raporty z testów, a surowe dane można automatycznie eksportować do zewnętrznych aplikacji za pośrednictwem protokołu OPC UA. Większa automatyzacja przetwarzania i raportowania oznacza, że więcej danych można przetworzyć w krótszym czasie i z większą



Oprogramowanie zapewnia również możliwości bardziej efektywnej interakcji z wynikami testów. Na przykład po wykonaniu wielu testów przyczepności na gorąco oprogramowanie udostępnia wykres analizy trendu. Operator zyskuje w ten sposób szczegółowy obraz właściwości zgrzewania folii w przedziale między dwiema skrajnymi temperaturami

powtarzalnością. Otwiera to możliwości zaawansowanej analizy trendów, dając operatorom lepszy wgląd w dane dotyczące wydajności.

Usprawnione programowanie

Skalowalny sprzęt i oprogramowanie firmy B&R pozwalają każdemu klientowi zastosować ekran dotykowy w rozmiarze odpowiadającym jego wymaganiom. Wyjątkową skalowalność ekranów HMI zapewnia technologia mapp View firmy B&R. Można łatwo zmienić rozmiar wyświetlacza lub przejść z formatu pionowego na poziomy bez konieczności przeprogramowania.

– Zamiast pisać całe linie kodu, aby zbudować od podstaw system zarządzania użytkownikami, system alarmowy lub sekwencję sterowania ruchem, mogliśmy po prostu skonfigurować gotowe moduły mapp – wyjaśnia Phil Neal, dyrektor handlowy RDM. – Moduły znakomicie ułatwiają zarządzanie złożonymi algorytmami, dzięki czemu nasi programiści mogą całkowicie skupić się na procesie maszyny.

Dzięki udoskonaleniom B&R w zakresie stabilności, bezpieczeństwa i powtarzalności, nowa maszyna firmy RDM pozwala klientom przeprowadzać więcej testów w krótszym czasie, co daje lepszą jakość produktów i skraca czas potrzebny na wprowadzenie ich na rynek.



Phil Neal – Dyrektor handlowy RDM Test Equipment

W ciągu ostatnich 35 lat firma RDM Test Equipment ugruntowała swoją pozycję lidera w technologii testowania przyczepności na gorąco. Firma oferuje rozwiązanie dla zakładów produkujących i przetwarzających folię, które zaopatrują wytwórców produktów i zakłady pakujące.

PERFECTION IN AUTOMATION
A MEMBER OF THE ABB GROUP



B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.

office.pl@br-automation.com

www.br-automation.com

Rozwiązania napędowe dla przemysłu napojów

Firma NORD DRIVESYSTEMS oferuje dedykowane innowacyjne rozwiązania napędowe dla przemysłu napojów, które obejmują szerokie spektrum zastosowań. Lata doświadczenia pozwoliły na dokładne poznanie branży i zrozumienie jej wymagań. NORD DRIVESYSTEMS opracowuje i produkuje skalowalne rozwiązania napędowe do wszystkich obszarów przemysłu napojów, które znajdują zastosowanie na całym świecie. Przyjrzyjmy się poszczególnym etapom produkcji napojów i temu, jak pomagają w nich odpowiednio dobrane napędy.

Rozpakowanie i pakowanie

Za pomocą paletyzatorów z dynamicznymi napędami można w pełni automatycznie rozpakować kartony i palety, aby szybko dostarczyć puste butelki do dalszych etapów procesu. Paletyzatory i maszyny pakujące wymagają dynamicznych rozwiązań napędowych i precyzyjnego symultanicznego pozycjonowania w wielu osiach. NORD dostarcza silniki asynchroniczne i synchroniczne z przetwornicami częstotliwości w systemie pętli zamkniętej, montowanymi na ścianie lub na silniku. W nowych paletyzatorach motoreduktory z przetwornicami częstotliwości serii SK 200E, montowanymi bezpośrednio na silniku, wykonują złożone sekwencje ruchowe manipulatora i urządzenia centrującego. Zgodnie z zaleceniem specjalistów NORD zdecydowano się użyć dynamicznych asynchronicznych silników indukcyjnych zamiast technologii Serwo. Zalety tego rozwiązania to nie tylko mniejsze koszty zakupu, ale także większe możliwości wyboru dla konstruktorów maszyn, jako że asynchroniczne silniki indukcyjne są powszechnie dostępne, łatwe do konserwacji i mogą być łatwo łączone z różnymi rodzajami przekładni. Ponadto wersje z kołnierzem i montowane na wale



są łatwe do wymiany. W sumie oznacza to, że dzięki tym zaletom „paletyzatory asynchroniczne” generują ogólnie niższe koszty operacyjne niż paletyzatory wyposażone w serwonapędy. Te same paletyzatory pozwolą na końcu procesu produkcji napojów szybko łączyć jednostki opakowania w większe opakowania zbiorcze.

Transport

NORD DRIVESYSTEMS oferuje obszerną paletę produktów, które są dostosowane do specyfiki wielu systemów transportowych w przemyśle napojów. Napędami NORD każdej z sekcji linii przemieszczającej można sterować indywidualnie, inteligentnie dostosowując prędkość danego odcinka do potrzeb w celu uniknięcia blokad. Dzięki najnowszemu produktowi o nazwie DuoDrive NORD DRIVESYSTEMS zapewnia idealne rozwiązanie napędowe do systemów przemieszczających w przemyśle spożywczym. Zgłoszony do opatentowania motoreduktor składa się z wysokosprawnego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi IE5+ oraz jednostopniowej przekładni walcowej. Ponieważ oba komponenty są w pełni zintegrowane w jednej obudowie, DuoDrive ma znacznie smuklejszą konstrukcję niż produkty konkurencji, co umożliwia montaż w wąskich miejscach.

Czyszczenie

Czyszczenie i płukanie to jedne z najważniejszych procesów w przemyśle napojów. Napędy stosowane w maszynach do mycia butelek i pojemników muszą być niewrażliwe na wilgoć i środki



czyszczące. Ponadto same napędy muszą być łatwe w czyszczeniu. Z myślą o zastosowaniu w takich właśnie warunkach NORD opracował całą linię produktów charakteryzujących się odpowiednią konstrukcją i parametrami. Praca w wilgotnym środowisku naraża wszelkie elementy na działanie korozji, a użycie stali nierdzewnej w napędzie to wysoki koszt, duży ciężar i problem z nagrzewaniem się urządzenia. Mając to na uwadze, NORD od lat promuje linię napędów z aluminiowymi korpusami, które są lżejsze i łatwiejsze do chłodzenia (mają 8 razy wyższą przewodność cieplną od stali nierdzewnej). Dodatkowo NORD opracował wyjątkowy system zabezpieczenia powierzchni aluminiowych przed korozją o nazwie Nsd tUpH. Jest to elektrolityczny proces głębokiej obróbki aluminium, w którym powierzchnia jest głęboko uszczelniona i nierozdzielnie związana z materiałem podłoża. Jednostki napędowe nsd tUpH to solidna i trwała alternatywa dla malowanych motoreduktorów lub wersji ze stali nierdzewnej. W napędach lakierowanych korozja może wchodzić pod warstwę farby i powodować złuszczenia i odpryski. Nsd tUpH jest odporne na korozję nawet po uszkodzeniu mechanicznym,

nie zawiera chromianów i jest certyfikowane do produkcji żywności, a także w pełni odporne na powszechnie stosowane środki czyszczące. Oprócz gładkiej powierzchni aluminium, osobną zaletą jest odpowiednio zaprojektowana konstrukcja obudowy, pozbawiona zagłębień i ostrych kątów, tym samym ułatwiający mycie i utrzymanie higieny.

Napełnianie i zamykanie

Etykieciarki dla każdego rodzaju pojemnika, niezależnie od rodzaju stosowanych etykiet – na zimny lub na gorący klej – wymagają dokładnego i równomiernego prowadzenia pojemnika podawanego etykietowaniu. Automatyczne urządzenia napełniające i zamykające wymagają bardzo dokładnego pozycjonowania, aby szybko i higienicznie napełnić produkty i bezpiecznie je zamykać. Zastosowane reduktory o małym luzie, technologia synchronizacji w systemie zamkniętej pętli i enkodery zapewniają precyzyjne pozycjonowanie. NORD

opracował również najnowszej generacji silnik o klasie sprawności przekraczającej IE5, którego zmywalna, pozbawiona wentylatora i żeber chłodzących konstrukcja zapobiega gromadzeniu się osadów oraz skutecznie przeciwdziała rozprzestrzenianiu się zarazków przez strumienie powietrza chłodzącego.

Etykietowanie i pakowanie

Maszyny pakujące wymagają wielu kierunków ruchu, aby ostrożnie pakować produkty w kartony lub skrzynki na napoje, tworząc jednostkę opakowaniową.

NORD DRIVESYSTEMS dostarcza systemy o bardzo małym zużyciu energii do pracy przerywanej i ciągłej. Kompaktowa wielkość, złącza *Plug-and-Play*, eksploatacja ze zdecentralizowaną lub zamontowaną na ścianie przetwornicą, uszlachetnienie powierzchni nsd tpuH zapewniające łatwe czyszczenie (zmywanie) – to cechy wyróżniające nasze systemy

Rozwiązania napędowe NORD są przyjazne dla środowiska i spełniają wszystkie obowiązujące krajowe i międzynarodowe normy w zakresie oszczędzania energii. Wszystkie komponenty urządzeń mechatronicznych NORD – od zębatek do płytek drukowanych – są wytwarzane w zakładach należących do przedsiębiorstwa, co oznacza bezkonkurencyjną pewność działania, długie czasy eksploatacji, dużą trwałość i niewielkie całkowite koszty eksploatacyjne. Niezliczone opcje spełniają wszelkie wymagania przemysłu spożywczego i przemysłu napojów. Wymagające środowiska są typowe dla produkcji napojów. Obejmują one ekstremalne temperatury, stosowanie mycia wysokociśnieniowego, różne strefy zagrożeń, np. w przypadku napojów alkoholowych oraz chemicznie agresywne środowiska w przypadku procesów czyszczenia. Dedykowane rozwiązania tych problemów opracowane przez firmę NORD sprawdzają się od lat na całym świecie. ■

reklama

TAKICH DWÓCH, JAK NAS TRZECH TO NIE MA ANI JEDNEGO

Innowacyjne, kompatybilne, przyszłościowe:
DuoDrive, IE5+ i NORDAC ON.



- ▶ Niezwykle wysoka wydajność systemu
- ▶ Zaprojektowane z myślą o przemyśle spożywczym i intralogistyce
- ▶ Kompaktowa, higieniczna konstrukcja zapewnia maksymalną wszechstronność
- ▶ Zoptymalizowana przestrzeń montażowa



NORD Napędy | +48 12 288 99 00 | biuro@nord.com | www.nord.com

Techniki przemieszczeń liniowych

Elektryczne napędy od IAI

Krzysztof Jaskulski

Wstęp

Jeszcze niedawno głównymi elementami wykonawczymi realizującymi ruch posuwisto-zwrotny były podzespoły pneumatyczne i hydrauliczne. Nadal w wielu przypadkach rozwiązania te stosuje się tam, gdzie wymaga tego ciężar przemieszczanego elementu i potrzebna siła, a względy ekonomiczne nie uzasadniają potrzeby stosowania nowych rozwiązań. Obecnie projektowane systemy przemieszczeń liniowych zakładają coraz powszechniejsze wykorzystanie elektrycznych napędów liniowych. Decydującego znaczenie nabiera tu precyzja wymaganego ruchu oraz konieczność jego pełnej kontroli i sterowania w całym zakresie przemieszczenia liniowego, począwszy od startu (np. z różnymi przyspieszeniami), poprzez sam ruch, aż do jego zatrzymania (kontrolowanego czy też np. awaryjnego). Różne poziomy automatyzacji wymagają stosowania szybkich i sprawnych elementów wykonawczych, a takimi zdają się być elektryczne napędy liniowe [3].

Oferta firmy IAI

IAI to japoński koncern, który od 1976 roku realizuje potrzeby przemysłu na doskonalsze od pneumatycznych napędy realizujące ruch liniowy. Obok precyzji działania, podstawowym założeniem nowych elementów było opracowanie układów generujących ruch postępowy, w pełni kontrolowany od startu aż do zatrzymania. Elektryczne cylindry IAI mogą pełnić funkcje najwykleszych siłowników dociskających. Napędy liniowe IAI charakteryzują się dużymi dokładnościami (rzędu 0,02 mm) i mogą być stosowane jako elementy pozycjonujące. W automatyzacjach procesów przemysłowych mogą być tylko oddzielnymi elementami wykonawczymi realizującymi potrzebne przemieszczenia liniowe. Także jako dokładne podzespoły mogą stanowić bazę do budowy wysoko zaawansowanych

technicznie produktów IAI (typu roboty kartezjańskie czy SCARA) używanych powszechnie w mechanizacji i automatyzacji dowolnych procesów produkcyjnych.

Cały katalog produktów IAI obejmuje ponad 1000 pozycji. Trudno więc szczegółowo przedstawić wszystkie. Ze względu jednak na coraz większe zainteresowanie tematem realizacji precyzyjnego ruchu liniowego przedstawiamy w skrócie charakterystykę tych najwyższej jakości produktów firmy IAI.

Cały asortyment produktów IAI podzielić można na 3 zasadnicze grupy. Największą z nich stanowią napędy o nazwie **RoboCylinder®**.

Tutaj najliczniejszą podgrupę stanowią tzw. cylindry elektryczne serii:

- **ERC** z silnikiem krokowym o napięciu znamionowym 24 V DC; mogą być wykonane w wersjach:
 - SLIDER TYPE (z suwakiem) – rys. 1,
 - ROD TYPE (z tłoczyskiem) – rys. 2.
 Seria ERC charakteryzuje się tym, że ma wewnętrzny kontroler zintegrowany z napędem.
- **RCP** to cylindry z silnikami jak w serii ERC (krokowe 24 V DC), stanowiącymi jednak oddzielną jednostkę napędową. Wykonywane są w podobnych wersjach: SLIDER TYPE, ROD TYPE oraz jako chwytaki (GRIPPER) – rys. 3 – i obrotniki (ROTARY AXIS) – rys. 4.
- **RCS** – ta seria posiada serwomotory o napięciu znamionowym 230 V AC i jest wykonywana we wszystkich ww. wersjach oraz dodatkowo może być zaproponowana jako ARM TYPE (z ramieniem) – rys. 5.
- **RCA** – w tej serii cylindry oferowane są we wszystkich wersjach, ze zintegrowanym serwomotorem 24 V DC lub jako oddzielna jednostka napędowa. Dodatkowo w odróżnieniu od ww. serii w RCA możemy mieć wersję ze stołem (TABLE TYPE) – rys. 6.



Rys. 1.
SLIDER TYPE - cylinder IAI z suwakiem (wózkiem)



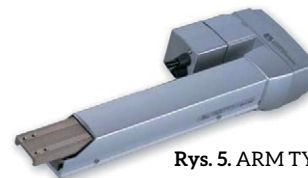
Rys. 2.
ROD TYPE - cylinder IAI z tłoczyskiem



Rys. 3.
GRIPPER - chwytak IAI



Rys. 4.
ROTARY AXIS - pozycjoner IAI



Rys. 5. ARM TYPE - napęd z wysuwającym ramieniem



Rys. 6. TABLE TYPE - napęd ze stołem



reklama

Tabela 1. Grupa ROBOCYLINDER – aplikacja, cechy i charakterystyki


	Zastosowanie	Cechy	Charakterystyka
Siłownik elektryczny, który wykorzystuje kule lub śrubę ślizgową, liniową prowadnicę i silnik krokowy, serwo lub liniowy.	Przeniesienie, pozycjonowanie, mocowanie, docisk.	Wysoka precyzja, długa żywotność, prosta budowa ekologiczna, niska cena.	<ul style="list-style-type: none"> Najlepszy do wymiany za siłowniki pneumatyczne. Wysoka sztywność ze zintegrowaną prowadnicą liniową. Stoła kontrola prędkości przy maksymalnej ładowności. Prosta obsługa do 768 pozycji. Ekologiczny (bez zanieczyszczenia powietrza). Kontroler komunikuje się z Profibus, DeviceNet, CC-Link, Profinet pozycjonowanie, Ethernet/IP, EtherCAT – opcja. Tylko 1/10 zużycia energii w porównaniu do sprężarki potrzebnej do siłowników pneumatycznych.

Tabela 2. Podsumowanie dla wyrobów IAI grupy INTELLIGENT ACTUATOR



	Zastosowanie	Cechy	Charakterystyka
Inteligentny robot z siłownikami elektrycznymi i programowalnym sterownikiem.	Transfer liniowy, 2D lub 3D, przeniesienie i pozycjonowanie w 2 lub więcej osiach.	Wysoko zaawansowane technicznie rozwiązania. Precyzyjny, inteligentny system. Mogą być wykonywane w wersji Clean Room.	<ul style="list-style-type: none"> Powtarzalność do -0,005 mm (ISPB). Maksymalnie 3000 mm skoku ze śruby kulkowej z mechanizmem wsparcia w połowie lub 3000 mm z napędem przez pasek rozrządu różne możliwości kombinacji ze zjeżdżalnią, ramiona i siłowniki obrotowe. Możliwość wielozadaniowości do 16 programów. obsługa komunikacji z Profibus, DeviceNet, CC-Link, Profinet, Ethernet/IP, opcja EtherCAT. Dostępny w wykonaniu Clean Room – rodzaj pokoju zgodny z klasą ISO 4 zgodny).

Tabela 3. Robot SCARA – podstawowe dane

	Zastosowanie	Cechy	Charakterystyka
SCARA robot zdolny do wszechstronnej kontroli z wykorzystaniem przyjaznego dla użytkownika języka SEL.	Przenoszenie, paletyzacja, inspekcja, pakowanie, montaż, kontrola jakości, możliwość współpracy z systemami wizyjnymi czy identyfikacyjnymi (kody paskowe).	Mniej pracy ręcznej. Wyższa jakość produktu finalnego. Redukcja kosztów. Możliwość pracy w pomieszczeniach sterylnych.	<ul style="list-style-type: none"> Uniwersalne sterowanie możliwe z obszernej listy poleceń I/O. Łatwe programowanie według języka SEL, multizadaniowości. Ultrawysoka precyzja pozycjonowania multiosiowego przy użyciu 32-bitowego procesora RISC. Sterowanie robotem, I/O obsługi (funkcja PLC) oraz HMI poprzez port szeregowy można obsługiwać jednocześnie. Dostępny w wersji Clean Room. Rodzaj pomieszczenia: klasa 4 zgodn z IS. Wysoka prędkość i wysoka ładowność i wysoka precyzja.

W grupie RoboCylinder® znajdują się cylindry kartezyjskie – seria IK z silnikami krokowymi 24 V DC lub serwo motorami 230 V AC. Podgrupa **Mikro Cylinder** serii RCL i RCD zawiera napędy z silnikami liniowymi 24 V DC i bezszczotkowymi.

W tabeli 1 zebrano podstawowe dane dla produktów IAI grupy ROBOCYLINDER.

Drugą grupę wyrobów IAI stanowią tzw. **INTELLIGENT ACTUATOR (IA), czyli napędy inteligentne** przeznaczone do realizacji zaawansowanych projektów automatyzacji procesów produkcyjnych. Możemy tu wyróżnić następujące podgrupy:

- jednoosiowe roboty;
- roboty kartezyjskie – rys. 7;
- roboty stołowe – rys. 8.

W tabeli 3 przedstawiono dane dotyczące grupy wyrobów IAI oznaczonej **(IX) INTELLIGENT ACTUATOR**. Są to szybkie roboty SCARA (*Selective*

Compliant Assembly Robot Arm). Ten produkt (rys. 9) został opracowany w Japonii w roku 1981 i celem tego rozwiązania było uzyskanie maksymalnej szybkości w czynnościach, które wymagają poruszania się tylko w jednej płaszczyźnie. Często automatyzacja danej czynności może wymagać budowania nowej maszyny, a co za tym idzie – dużej inwestycji [2]. Kosztowność takiego przedsięwzięcia można obniżyć, stosując właśnie roboty SCARA, które przy stosunkowo małych gabarytach dysponują sporym udźwigniem (nawet do 50 kg), mają elastyczne sterowanie i niskie koszty uruchomienia. W tabeli 3 zestawiono dane dla tego produktu IAI.

Wykonania specjalne, sterowanie i komunikacja z zakładową siecią automatyki

IAI oferuje swoje produkty także z silnikami liniowymi. Należą one do elementów wykonawczych z tzw. napędem



www.sapweld.pl

elektryczne napędy liniowe i... nie tylko





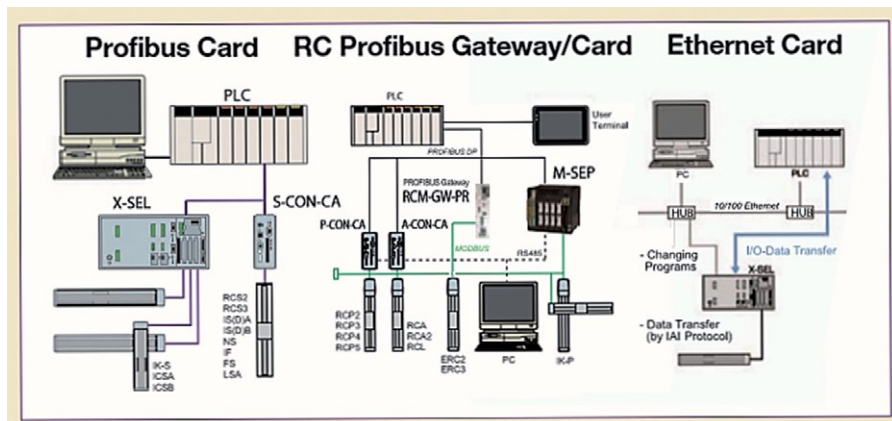
Rys. 7. Robot kartezyjski



Rys. 8. Robot stołowy



Rys. 9. Robot SCARA



Rys. 10. Możliwości współpracy elementów IAI z sieciami automatyki

bezpośrednim, w których nie ma bezpośredni ruchu obrotowego na ruch posuwisto-zwrotny. Zastosowanie silnika liniowego umożliwia generowanie w takich napędach przyspieszeń w ruchu liniowym o wartościach powyżej 1G, niemożliwych do osiągnięcia w innych napędach.

Warto też zaznaczyć, że niektóre wybrane z przedstawionych grup napędy na życzenie Klienta dostępne są w wykonaniach specjalnych (*Dust-Waterproof Typ*). Chodzi tu o zwiększone stopnie ochrony (nawet do IP65) zapewniające szczelność i wodoodporność napędu. Ponadto mamy z ww. grup dostępne modele

przeznaczone do pracy w miejscach sterylnych (*Cleanroom Typ*). Takie systemy nie mogą „emitować” do pomieszczeń, w których pracują, jakichkolwiek zanieczyszczeń, także tych mogących pochodzić od tarc w ich układach mechanicznych (smary, opiłki itp.).

Jeżeli chodzi o sterowanie napędów, to IAI zapewnia w swojej ofercie całą gamę kontrolerów, kompatybilnych z oprogramowaniem WINDOWS. Mogą być one skonfigurowane do współpracy z dowolnymi sieciami automatyki (rys. 10).

Omówione tu produkty firmy IAI podporządkowane są nowemu trendowi w automatyzacji produkcji, tzw. *green*

automation. Chodzi o działania podejmowane w ochronie środowiska, polegające na zmniejszeniu emisji CO₂. Jak dowodzi praktyka, w przemyśle można to zrobić, stosując rozwiązania znacznie mniej energochłonne od obecnie używanych. W automatyzacji procesów produkcyjnych jednym z podstawowych podejmowanych obecnie kroków jest rezygnacja ze stosowania siłowników pneumatycznych jako elementów wykonawczych na rzecz elektrycznych napędów liniowych. Takie tendencje obserwowane są już od dawna we wszystkich fabrykach budowanych na całym świecie.

Literatura

- [1] IAI Quality and Innovation; Japonia – materiały dydaktyczne i reklamowe.
- [2] GRACEL J., HAJKUŚ J.: *Roboty SCARA*. „MM – Magazyn przemysłowy” 4(126)/2013.
- [3] JASKULSKI K.: *Co to jest silnik liniowy*. „Napędy i Sterowanie” 3/2020.



www.sapweld.pl

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

Oferta firmy Linteli - od projektu poprzez montaż do rozruchu

Marka Linteli istnieje na rynku od 2001 roku, świadcząc usługi w zakresie sprzedaży urządzeń rozdzielczych i transformujących nN/SN/WN, zabezpieczeń sieciowych, transformatorów, silników elektrycznych i przemienników częstotliwości.

Naszą domeną są kompleksowe realizacje budowy i remontów stacji elektroenergetycznych WN, SN i nN – od projektu, poprzez montaż, do rozruchu. Oferujemy profesjonalne usługi związane z rozdzielnicami, a więc prefabrykację, montaż, przeróbki, wykonywanie połączeń obwodów wtórnych i pierwotnych, programowanie i testowanie zabezpieczeń polowych, pomiary i uruchomienia urządzeń rozdzielczych różnych producentów.

Drugim filarem, na którym opieramy działalność, są przemysłowe układy napędowe. Oferujemy doradztwo i sprzedaż silników elektrycznych AC i DC w zakresie mocy (0,25–500) kW różnorodnych przeznaczeń i konfiguracji. Ponadto do silników proponujemy przemienniki częstotliwości koncernu ABB, dopasowane do potrzeb i możliwości klienta. W pakiecie usług zajmujemy się remontami, przeglądami i pomiarami silników elektrycznych.



reklama



napędzani
energiją

STACJE ROZDZIELCZE WN/SN/nN

AUTOMATYKA ELEKTROENERGETYCZNA

UKŁADY NAPĘDOWE

PROFESJONALNY SERWIS

ELEKTROMOBILNOŚĆ

Dla kogo działamy?

Dla inwestorów i generalnych wykonawców:

Grupy energetyczne: ENEA, ENERGA, PGE, RWE, Tauron

Grupy paliwowe: Lotos i PGNiG

Grupy wydobywcze: PGE i KGHM

Grupy hutnicze: AccelorMittal i HMG

Firmy produkcyjne: Beiersdorf, Kronospan, Mondelez, Mondi, Nestle, Gillette, Samsung

Firmy wykonawcze krajowe i zagraniczne branży elektrycznej

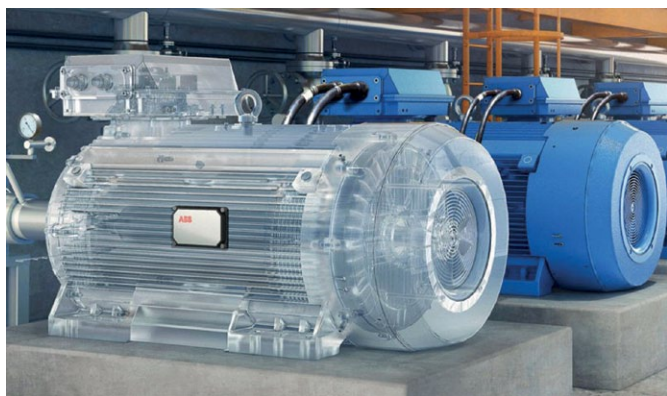
Jesteśmy autoryzowanym partnerem:



Linteli Sp. z o.o.
Zakrzewo, ul. Poziomkowa 10
62-070 Dopiewo
tel. +48 61 624 76 77
linteli.com.pl

Skontaktuj się
z nami!





W związku z rozwijającym się rynkiem elektromobilności wychodzimy naprzeciw oczekiwaniom przyszłych i obecnych właścicieli pojazdów z napędem elektrycznym i hybrydowym, proponując własnej produkcji wolno stojącą stację ładowania

prądem przemiennym o normalnej mocy. Oznacza to, że nasza stacja jest w stanie ładować pojazd z mocą do 22 kW, co przekłada się na 100 km zasięgu w ciągu 1 godziny ładowania. Zaletą stacji są niewielkie gabaryty, elastyczność i personalizacja wykonania. Począwszy od wersji podstawowej, wyposażonej w jeden punkt ładowania (wtyczka lub gniazdo) i aparaturę sterującą procesem ładowania bez autoryzacji dostępu, po wersję rozszerzoną z czytnikiem kart RFID, zdalnym dostępem i konfiguracją. W pakiecie usług zapewniamy profesjonalny montaż, serwisowanie i nadzór nad stacją. ■



LINTELI Sp. z o.o.

ul. Poziomkowa 10, Zakrzewo k. Poznania
tel. 61 624 76 77, www.linteli.com.pl

WYDARZENIA

● Bezpieczeństwo transformacji cyfrowej na skalę przemysłową

Przemysł należał do najbardziej dotkniętych branż w pierwszych miesiącach pandemii Covid-19. W wielu zakładach przemysłowych zmniejszenie zatrudnienia i obniżony popyt na produkty spowodowały spowolnienie produkcji lub nawet jej zatrzymanie. Pomimo szumu wokół Przemysłu 4.0 i inteligentnych fabryk w ostatniej dekadzie, pandemia ujawniła brak odporności organizacji, które nie dokonały dotąd transformacji cyfrowej. W miarę wychodzenia z pandemii firmy starają się zwiększyć produkcję, ale wciąż stoją przed nimi wyzwania nie do przeskoczenia. Należą do nich globalny niedobór mikroprocesorów i układów scalonych, który zahamował rozwój produkcji, zakłócenia w łańcuchu dostaw oraz zwiększone natężenie ataków *ransomware*, które zagrażają transformacji cyfrowej (DX) w branży produkcyjnej.

Jak wynika z raportu Veeam Data Protection Report 2021, firmy produkcyjne (w skali globalnej) niemal dwukrotnie częściej niż przedsiębiorstwa z innych branż wstrzymywały swoje inicjatywy w zakresie technologii cyfrowych DX – aż 1 na 10 w porównaniu do średniej wynoszącej 5%. Jednak dla większości producentów wyzwania związane z pandemią sprawiły, że potrzeba transformacji cyfrowej stała się bardziej widoczna. Ci, którzy wcześniej nie inwestowali w przemysłowy Internet Rzeczy (IoT), sztuczną inteligencję (AI) i/lub automatyzację, dostrzegli potrzebę wdrożenia takich technologii, aby utrzymać produkcję w trybie online, a jednocześnie sprawić, aby miejsca pracy były w pełni bezpieczne pod względem sanitarnym i epidemiologicznym.

Salesforce w swoim raporcie „State of Manufacturing”¹ podaje, że technologie chmurowe w dużym stopniu wiążą się z gotowością na przyszłość. Producenci „dobrze przygotowani” są 2,2 razy bardziej skłonni przenieść swoje systemy operacyjne i sprzedaż do chmury i 2,5 razy bardziej przychylni pełnej migracji określonych systemów o krytycznym znaczeniu

dla biznesu, takich jak systemy planowania finansowego lub popytu. Zdolność do szybkiej adaptacji do nowych możliwości, optymalizacja zasobów i skrócenie czasu uzyskania przychodów to tylko niektóre z korzyści.

Ten ogólny trend jest widoczny również w Polsce, ponieważ branża produkcyjna jest jedną z głównych branż w naszym kraju, która odczuła skutki cyfrowej transformacji już w czasach przed pandemią. Z raportu Ernst & Young² (EY) na temat cyfrowej transformacji w Polsce wynika, że 57% lokalnych firm przyspieszyło transformację w czasie pandemii, a co piąta z nich uważa, że transformacja jest już zaawansowana w ich organizacjach. Jednak dla 27% respondentów DX to przede wszystkim inwestycja w technologię, a nieco mniejszy odsetek (25%) deklaruje, że jest to proces transformacji firmy wykraczający poza rozwiązania technologiczne. Jeśli DX jest napędzany lokalnie, to najbardziej dynamiczna transformacja ma miejsce w działach księgowości, sprzedaży i obsługi klienta – obszarach charakteryzujących się najniższym poziomem automatyzacji, ale generujących wzrost biznesu. Wpływ ten widać w rankingu przeprowadzonym dla Europy Wschodniej: największą wartość dodaną generowaną przez sektor ICT w Europie wschodzącej ma Polska – ponad 20 mld euro w 2019 roku, znacznie wyprzedzając Rumunię (12,3 mld euro) i Czechy (11,9 mld euro), które zajmują drugie i trzecie miejsce, przy czym szacuje się, że Polska nadal pozostaje liderem w dziedzinie ICT w regionie³.

1. <https://www.salesforce.com/resources/research-reports/executive-summary-trends-in-manufacturing/>
2. https://www.ey.com/pl_pl/news/2021/03/badanie-ey-transformacja-cyfrowa
3. <https://emerging-europe.com/business/poland-leads-and-will-continue-to-lead-emerging-europes-ict-markets/>

Andrzej Niziołek, Sr. Regional Director Eastern Europe Veeam

Robotyzacja procesów produkcyjnych

W tym opracowaniu przyjrzymy się możliwościom automatyzacji z użyciem gotowych rozwiązań REECO.

Seria Robotów REECO to gotowe do użycia rozwiązania, jakie mogą być szybko i bez zawansowanego procesu implementacji zainstalowane w zakładach przemysłowych.

Urządzenia mogą pracować zarówno w linii – tworząc zespoły współpracujące ze sobą – jak i poza nią. Pozwala to użytkownikom na elastyczne i skalowalne wprowadzanie technologii zrobotyzowanej do swoich fabryk.



Robot Dozujący REECO

Robot Dozujący REECO jest gotowym do wdrożenia urządzeniem pozwalającym na automatyczne i precyzyjne nałożenie wzdłuż ustalonej ścieżki substancji (mediów) o różnych gęstościach, takich jak kleje, uszczelki, farby, smary i inne o zbliżonej konsystencji. Przedmiot, na jaki ma zostać nałożona substancja jest wprowadzany w pole robocze, gdzie wyposażona w odpowiednio dobraną dyszę głowica rozprowadza substancję zgodnie z zaprogramowanym schematem i w precyzyjnie odmierzonych ilościach.



Robot Lakierujący REECO

Robot Lakierujący jest nowym urządzeniem w ofercie REECO, odpowiadającym na zapotrzebowanie rynkowe w sferze automatyzacji procesu *conformal coating*. Urządzenie pozwala jednak na zautomatyzowanie etapów produkcyjnych obejmujących rozprowadzanie natryskowe różnych płynów.

Automat został wyposażony w zawór natryskowy zapewniający równomier-



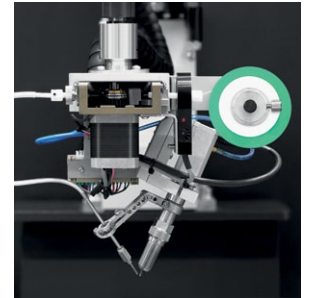
ne nanoszenie powłok płynnych o lepkości od niskiej do średniej oraz w innowacyjny, zintegrowany układ czyszczenia dyszy eliminujący problem ręcznego czyszczenia zaworu.

Cechą wyróżniającą urządzenie jest możliwość dowolnej konfiguracji systemów dozowania i zaworów dozujących na głowicy robota. Pozwala to na dopasowanie go do konkretnej aplikacji i materiałów (mediów), jakie mają być rozprowadzane. Na głowicy urządzenia można zamontować

nawet trzy różne zawory. Daje to możliwość jednoczesnego dozowania nawet trzech mediów, podnosząc wydajność i skracając czas pojedynczego cyklu.

Robot Lutowniczy

Robot Lutowniczy REECO pozwala na automatyzację montażu komponentów przewlekanych na płytkach PCB. W stosunku do alternatywnych rozwiązań robot charakteryzuje się niewielkim poborem energii elektrycznej, nie wymaga zastosowania carrierów z drogich materiałów, osłony azotu ani zmywania topnika użytego w procesie lutowania. Sprawia to, że z jego użyciem opłacalna staje się już produkcja mało- i średnioseryjna.



Robot Skręcający

Robot Skręcający REECO pozwala na automatyzację etapów produkcji wymagających skręcania elementów za pomocą śrub i wkrętów. Procesy te znajdują często zastosowanie w montażu elementów gotowych produktów, jak np. obudowy. Robot stanowi alternatywę dla powszechnej wciąż na tym etapie produkcji pracy człowieka.



Co dalej?

Urządzenia i roboty YAMAHA oraz REECO można zobaczyć i sprawdzić w działaniu w CENTRUM TECHNOLOGICZNO-SZKOLENIOWYM RENEX. W ramach tego ośrodka Grupa RENEX – będąca jedną z największych polskich firm z branży elektronicznej, a zarazem dystrybutorem YAMAHA Robotics na Polskę i kraje bałkańskie – realizuje swoją misję świadczenia kompleksowych usług dla branży elektronicznej.

Grupa RENEX nie tylko dostarcza same urządzenia, ale oferuje również szeroki zakres usług doradczych, serwisowych i szkoleniowych. Specjaliści CENTRUM TECHNOLOGICZNO-SZKOLENIOWEGO RENEX pomagają w identyfikacji problemów produkcyjnych i doborze odpowiednich rozwiązań technologicznych.

W Centrum prowadzone są również szkolenia z zakresu wprowadzanych rozwiązań zrobotyzowanych. W ośrodku działa AUTORYZOWANE CENTRUM SZKOLENIOWE YAMAHA dostarczające wiedzę specjalistyczną dotyczącą obsługi i programowania urządzeń i robotów przemysłowych, co pozwala użytkownikom w pełni korzystać z ich możliwości. ■



Więcej na www.renex.pl



Stulecie Zakładu Maszyn Elektrycznych EMIT S.A. należącego do Grupy Cantoni

Historia dzisiejszego Zakładu Maszyn Elektrycznych EMIT S.A., należącego do Grupy Cantoni, rozpoczęła się w 1921 roku. Wtedy to inż. Zygmunt Okoniewski, po 12 latach prowadzenia przedstawicielstwa firmy Brown-Boveri Co. najpierw w Kijowie, a następnie w Warszawie, przekształcił je w Polskie Zakłady Elektryczne Brown-Boveri S.A., jednocześnie zostając ich naczelnym dyrektorem.

Spółka miała nie tylko promować na rynku polskim wyroby fabryki z Baden, ale także rozpocząć produkcję w polskich zakładach. Zatem równocześnie z tworzeniem spółki akcyjnej Okoniewski nabył teren po dawnej cukrowni Walentyńów w Żychlinie i założył tam fabrykę maszyn elektrycznych. Produkcję uruchomiono w 1922 roku. Początkowo fabryka produkowała jedynie silniki indukcyjne, jednak zakres produkcji szybko się rozszerzał. Już w 1928 r. budowano silniki o mocy do kilkuset kilowatów, maszyny prądu stałego o mocy do kilkudziesięciu kilowatów, transformatory olejowe o mocy do około 1600 kVA oraz trójfazowe prądnice wolnobieżne 125–250 obr./min do sprzężenia z silnikami parowymi i spalinowymi. Po raz pierwszy w Polsce produkowano silniki tramwajowe budowy zamkniętej, stosowane w tramwajach łódzkich, lwowskich i warszawskich. Realizowano również dostawy specjalnych prądnic do oświetlenia wagonów kolejowych.

Pod koniec lat 20. ub.w. dynamiczny rozwój spółki wyhamował i zaczęła ona przynosić straty. Przyczynił się do tego wielki kryzys gospodarczy, który skutkował brakiem zamówień i spadkiem obrotów. Pomimo podejmowanych wysiłków w sierpniu 1931 roku spółkę zamknięto, a w efekcie w 1932 roku rozwiązano. Dzięki inicjatywie Okoniewskiego fabryka w Żychlinie została zakupiona przez firmę Rohn-Zieliński i przekształcona w Zakłady Elektromechaniczne Rohn-Zieliński S.A. licencja Brown Boveri. Produkcję udało się wznowić w marcu 1933 roku. Nastąpił ponowny rozwój fabryki. Szczególnie istotne było podnoszenie poziomu technicznego



przedsiębiorstwa, które stopniowo rozszerzało swój program produkcyjny. Pojawiły się silniki elektryczne i transformatory z Żychlina powstałe w znacznej mierze według rodzimej myśli technicznej. Wytwarzano głównie silniki prądu stałego i przemiennego, silniki tramwajowe, stacje rozdzielcze, transformatory, ale również silniki do lokomotyw trakcji dołowej w górnictwie, prądnice do oświetlania wagonów oraz pompy wodne. Charakterystyczną część produkcji maszyn prądu stałego stanowiły ponadto maszyny morskie. Początkowo z uwagi na wysokie wymagania ograniczano się do prostych maszyn, jednak w miarę wzrostu zapotrzebowania (zwłaszcza ze strony marynarki wojennej) zaczęto wykonywać nawet bardzo skomplikowane konstrukcje. Szczytowym osiągnięciem były dwie maszyny główne typu GCUB 75/8 o łącznej mocy 1100 kW przeznaczone do napędu ORP SĘP. W Żychlinie wyprodukowano również transformatory dużych mocy (do 20 MVA) dla górnictwa oraz po raz pierwszy w Polsce transformatory na najwyższe wówczas napięcie 150 kV o mocy do 25 MVA dla odcinka Mościce – Starachowice pierwszej linii wysokiego napięcia Rożnów – Warszawa oraz dla Zjednoczenia Elektrowni Okręgu Radomsko-Kieleckiego.

Rozwój nie byłby jednak możliwy, gdyby nie wysoko wyspecjalizowana kadra naukowo-techniczna, która pracowała w fabryce. Wystarczy wspomnieć o Zygmuncie Okoniewskim, uznawanym za jednego z pionierów polskiego przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych. Był on jednym z wielu wybitnych przedstawicieli świata nauki i przemysłu mających silne związki z Polskimi Zakładami Elektrycznymi Brown-Boveri czy Zakładami Elektromechanicznymi Rohn-Zieliński. O poziomie naukowym tutejszej kadry niech świadczy fakt, że żychlińska



fabryka stała się bazą do wychowania licznej rzeszy elektrotechników zwanych w literaturze fachowej „szkołą Brown-Boveri”. Wielu spośród pracujących w Żychlinie inżynierów pracowało później w Instytucie Elektrotechniki (m.in. Jerzy Lando, Szczepan Bachan, Ryszard Zdrojewski) czy w innych instytucjach stanowiących po II wojnie światowej bazę naukową bądź organizacyjną dla polskiego przemysłu, jak Centralny Zarząd Przemysłu Elektrotechnicznego (m.in. Wilhelm Smoluchowski, Edward Turowski) czy Centralne Biuro Konstrukcyjne Maszyn Elektrycznych (m.in. Jerzy Szmidt). Piastowali tam nierzadko stanowiska kierownicze, a z pewnością odgrywali znaczącą rolę jako znakomici fachowcy, mający nie tylko wybitne podstawy teoretyczne, ale również praktykę wyrobioną przez lata pracy w Żychlinie. Spośród byłych pracowników fabryki wielu otrzymało tytuły profesorskie, jak chociażby Zygmunt Gogolewski czy Eugeniusz Jezierski. Prof. Gogolewski, który był dyrektorem żychlińskiej fabryki w latach 1932–1938, obronił na Politechnice Warszawskiej pierwszą w Polsce pracę dyplomową z dziedziny maszyn elektrycznych, a po wojnie był głównym organizatorem Katedry Maszyn i Urządzeń Elektrycznych na Politechnice Śląskiej. Prof. Jezierski z kolei zarządzał fabryką w pierwszych latach powojennych (1945–1946), po czym również poświęcił się nauce, organizując Katedrę Maszyn Elektrycznych i Transformatorów na Politechnice Łódzkiej.

Z uwagi na fakt, że w czasie okupacji fabryka nie uległa zniszczeniu, dokumentacja ocalała, a prawie cała załoga pozostała na miejscu, już w lutym 1945 roku udało się wznowić produkcję. Zakład rozpoczął produkcję z 500-osobową załogą. Żychlińska fabryka do chwili uruchomienia produkcji w Dolnośląskich Zakładach Elektrycznych Dolmel we Wrocławiu była jedynym producentem większych maszyn elektrycznych w Polsce. W pierwszym okresie powojennym wytwarzane były właściwie wszystkie rodzaje maszyn wirujących, w tym prądu stałego. Wiązało się to z koniecznością zaspokojenia potrzeb rozwijającego się przemysłu, w szczególności hutnictwa i przemysłu wydobywczego. O znaczeniu Żychlina dla rozwoju rodzimej myśli technicznej może świadczyć fakt, że już w latach 1946–1947 podjęte zostały pierwsze próby opracowania nowych własnych rozwiązań konstrukcyjnych, jak np. skonstruowana w Żychlinie seria silników indukcyjnych wysokiego napięcia 6 kV do napędu walcarek o mocy do 3500 kW. Poza tym dokumentacja na pierwszy opracowany w Polsce turbogenerator o mocy 2,5 MW została wykonana przez konstruktorów z Żychlina. Wspólnie z biurami konstrukcyjnymi z Cieszyna i Bielska wykonana została pierwsza poważna praca mająca na celu ograniczenie typów produkowanych maszyn, a z utworzonym w 1949 roku w Katowicach Centralnym Biurem Konstrukcyjnym Maszyn Elektrycznych opracowana została seria silników indukcyjnych o mocy od 100 do 1000 kW klatkowych i pierścieniowych budowy przewietrzanej (tzw. seri Sd).

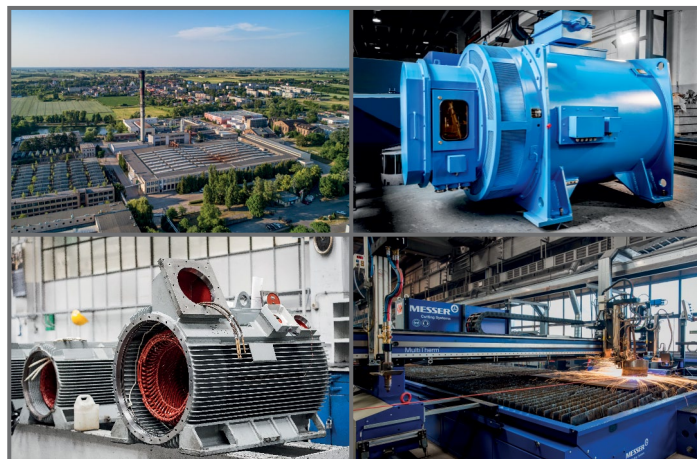
Zarządzeniem Ministra Przemysłu Ciężkiego z dnia 24 kwietnia 1967 roku wprowadzono nazwę „EMIT” Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów im. Wilhelma Piecka. Wprowadzono jednocześnie symbol graficzny, którym wyroby zakładu oznaczane są do dnia dzisiejszego.

W kolejnych latach następowało uruchamianie produkcji nowych serii silników i transformatorów, czemu towarzyszyło

Cantoni[®]

GROUP

DRIVING YOUR BUSINESS



DRIVING YOUR BUSINESS PROFESSIONAL SERVICE IDEA TURNED INTO ENERGY GLOBAL PRESENCE CONTINUOUS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT GLOBAL PRESENCE

100 lat tradycji

EMIT

BESEL[®] since 1920

CELMA indukta[®] since 1878

ELFA[®]

CHALLENGING PROJECTS CONTINUOUS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
POWER OF EXPERIENCE MORE ENERGY EFFICIENT
IDEA TURNED INTO ENERGY
PROFESSIONAL SERVICE CHALLENGING PROJECTS
MOST DEMANDING APPLICATIONS CHALLENGING PROJECTS
CONTINUOUS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
IDEA TURNED INTO ENERGY
PROFESSIONAL SERVICE CHALLENGING PROJECTS
GLOBAL PRESENCE
POWER OF EXPERIENCE MORE ENERGY EFFICIENT
IDEA TURNED INTO ENERGY
PROFESSIONAL SERVICE CHALLENGING PROJECTS
CONTINUOUS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

www.cantoni.com

reklama

oddawanie do eksploatacji kolejnych hal produkcyjnych wyposażonych w nowoczesne maszyny i urządzenia.

W latach 80. XX w. EMIT wciąż notuje wzrost sprzedaży. W 1985 roku łączna moc wyprodukowanych maszyn wirujących przekroczyła 1000 MW, a transformatorów 1100 MVA.

Począwszy od lat 90. XX wieku „EMIT” zaczął funkcjonować w zupełnie odmiennej od dotychczasowej rzeczywistości gospodarczej. Skutkiem tego lata 90. były dla „EMIT-u” – podobnie zresztą jak dla większości polskich przedsiębiorstw – trudnym okresem, który upłynął w dużej mierze na staraniach o przetrwanie na odradzającym się polskim rynku. W 1991 roku państwowe dotąd przedsiębiorstwo przekształcono w jednoosobową spółkę skarbu państwa, a 30 grudnia 1996 roku właścicielem większościowego pakietu akcji został Elektrim S.A. W 2001 roku sfinalizowano proces przekształcenia własnościowego

spółki. Głównym akcjonariuszem została Interelektra Holding S.A. (obecnie Cantoni Group S.R.L.). Dzięki temu obecnie EMIT, w ramach Grupy Cantoni, jest liczącym się w Unii Europejskiej producentem silników elektrycznych niskiego i średniego napięcia o mocy do 6 MW. Program produkcji obejmuje ponad 2500 typów maszyn przeznaczonych dla licznych gałęzi przemysłu, a wyroby z logo EMIT – Cantoni Group obecne są na wielu rynkach, począwszy od odległego Peru, poprzez całą Europę, kraje Afryki, Bliski i Daleki Wschód, aż po krańce Syberii. ■



www.cantonigroup.com

WYDARZENIA

● Czujnik potu na bazie kaktusa

Czujniki analizujące pot stanowią mniej bolesną alternatywę dla pobierania próbek krwi w kontekście pozyskiwania biomarkerów chemicznych. Nowy ubieralny sensor wykorzystuje unikalne podejście do jego zbierania, naśladując igły kaktusa.

Istnieje wiele czujników przylegających do skóry, które analizują pot użytkownika, wykrywając biomarkery związane z poziomem glukozy we krwi, stresu, a nawet z występowaniem niektórych chorób. Jednak zebranie jego wystarczającej ilości jest często wyzwaniem w przypadku, gdy badana osoba nie jest odpowiednio rozgrzana bądź aktywna fizycznie w momencie pomiaru.

Mając nadzieję na rozwiązanie tego problemu, naukowcy z południowokoreańskiego Pohang University of Science and Technology (POSTECH) zwrócili swój wzrok w stronę kaktusów. W suchym środowisku rośliny te muszą pobierać wodę wszędzie tam, gdzie mogą ją znaleźć. Istotne są nawet krople pary wodnej, które kondensują się na czubkach ich igieł. Dzięki zjawisku znanemu jako ciśnienie Laplace'a są one wciążane wzdłuż kolców, aż dotrą do powierzchni rośliny, gdzie są wchłaniane.

Ciśnienie Laplace'a to różnica ciśnień pomiędzy wewnętrzną i zewnętrzną stroną zakrzywionej powierzchni, która stanowi granicę pomiędzy obszarem gazowym a obszarem ciekłym. Na kolcu kaktusa, który jest wąski na czubku i rozszerza się w kierunku podstawy, rosnąca powierzchnia styku tworzy ten efekt w kroplach wody, zasadniczo zmieniając ich kształt.

Płaski czujnik na bazie dysku opracowany przez POSTECH posiada wiele kanałów zbierających pot, które promieniują na zewnątrz od centralnego zbiornika. Każdy z kanałów jest wykonany z materiału hydrofobowego z trójkątnym klinem hydrofilowym osadzonym wewnątrz niego. Ponieważ wąski koniec tego klina znajduje się na zewnętrznym końcu kanału, a szeroki koniec jest tuż przy zbiorniku, możliwe jest wykorzystanie ciśnienia Laplace'a do zassania nawet śladowych

ilości potu. W testach laboratoryjnych okazało się, że sensor jest znacznie bardziej efektywny niż istniejące mikrofluidyczne systemy zbierania potu – i to niezależnie od nachylenia urządzenia.

– Trudności w pobieraniu potu uniemożliwiały jego efektywne wykorzystanie w urządzeniach do noszenia – powiedział profesor Kilwon Cho. – Nasz nowo opracowany czujnik rozwiązuje ten problem, szybko zbierając tę wydzielinę i ułatwiając jej stosowanie w różnych urządzeniach medycznych.

Źródło: newatlas

● Niezwykle zwinnie chwytak

Chociaż istnieje obecnie wiele robotycznych dłoni, które mogą chwycić przedmioty, zwykle nie są one w stanie zmienić orientacji detalu bez zwolnienia uchwytu. Nowa konstrukcja efektora jest jednak w stanie to osiągnąć dzięki synchronizacji palców.

Został on opracowany przez naukowców z hiszpańskiego Uniwersytetu w Maladze i brytyjskiego University College London i nazwany Rolling Fingers. Składa się z trzech przegubowych palców, które podczas chwytu zginają się, dopasowując do kształtu obiektu.

Każdy segment pojedynczego palca zawiera gumową powierzchnię chwytaną, która może obracać się w lewo lub w prawo względem podstawowej struktury. Dzięki temu, obracając jednocześnie wszystkimi w tym samym kierunku, można obrócić przedmiot w dłoni, nie przerywając uchwytu.

Obecnie trwają prace nad czteropalcową wersją wynalazku. Oczekuje się, że technologia ta może znaleźć zastosowanie w aplikacjach takich, jak przemieszczanie i kontrola świeżych produktów.

– Dzięki co najmniej trzem palcom zapewniającym dwa aktywne stopnie swobody (chwyt i obrót osiowy) możemy stworzyć roboty, które są w stanie poruszać obiektami podczas manipulacji w kontrolowany sposób – powiedział profesor Jesús M. Gómez z Uniwersytetu w Maladze.

Źródło: newatlas

Nowe cele klimatyczne i wyzwania dotyczące energetyki i górnictwa

Ryszard Klencz

XXX Szkoła Eksploatacji Podziemnej była rekordowa pod każdym względem. Największą liczbę referatów, których łącznie z International Mining Forum było ponad 200, wygłoszono w trakcie kilkunastu sesji tematycznych.

Zaangażowanie spółek: JSW SA, KGHM Polska Miedź, LW Bogdanka SA, PGG, ZGH Bolesław SA, udział dyrektorów kopalń, wraz ze wsparciem Uczelni i Instytutów – stanowiło merytoryczną podstawę do dyskusji.

Trzydzieści lat funkcjonowania Szkoły i jej działanie, gdy dochodziło do różnych zmian w górnictwie, świadczy o determinacji i zaangażowaniu uczestników. To pasjonaci, którzy kochają górnictwo i są przekonani, że to służy społeczeństwu.

Myśl przewodnia sesji plenarnej brzmiała: „Nowe cele klimatyczne – skutki dla górnictwa”. Komisja Europejska zainicjowała reformę klimatyczno-energetyczną, której celem jest zredukowanie do 2030 r. emisji CO₂ w co najmniej 55 proc. Z tym musi się zmierzyć nasze górnictwo i energetyka oraz my osobiście.

Prezisi największych spółek górniczych przedstawili działania swoich firm wpisujące się w produkcję zielonej energii w związku z ograniczeniami wynikającymi ze zmian klimatu. Potrzeba skoordynowanych działań związanych z reformą energetyki i górnictwa, które powinny zachodzić równolegle.

Gospodarka światowa nieustannie potrzebuje energii i surowców. Sprostanie tym wymaganiom w obliczu coraz bardziej ambitnych celów klimatycznych nie jest i nie będzie zadaniem łatwym. 60 lat działalności KGHM pokazuje jednak, że w tych dziedzinach przemysłu postęp jest możliwy i to z zachowaniem najsurowszych norm ochrony środowiska.

KGHM zużywa w skali roku 3 TWh energii. Obecnie w ok. 82 proc. jest to energia pochodząca ze źródeł obcych, a pozostała część produkowana jest ze źródeł własnych.

– Są to głównie bloki gazowo-parowe. Wyzwaniem strategicznym do 2030 r. jest, aby połowa energii pochodziła z własnych źródeł wytwórczych KGHM, a jedna czwarta ze źródeł odnawialnych. Dzisiaj KGHM dysponuje jedną farmą fotowoltaiczną o mocy ponad 3 MW. Rozpoczęte zostały dwa projekty na terenie po byłej piaskowni Obora. Tam spodziewamy się uzyskać ok. 8 MW mocy. Kolejny projekt realizowany jest na hucie w Głogowie, gdzie będzie to ok. 6,5 MW mocy. Jest też projekt dotyczący budowy małego reaktora jądrowego o mocy ok. 1 GW.

– Zdajemy sobie sprawę, że procesy związane z dekarbonizacją są nieuniknione. My staramy się zobaczyć w tym swoją szansę. Na przestrzeni kolejnych lat, jeśli pojawią się nowe technolo-



gie, będzie wysokie zapotrzebowanie na metal. Będzie to dla nas kolejna szansa. W nowych technologiach widzimy swoją przyszłość – podsumował wiceprezes zarządu KGHM Dariusz Świdorski.

Luty 2022 roku to wyznaczony termin kolejnej edycji Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Takie jest oczekiwanie uczestników. Organizatorzy dostrzegli potrzebę wyjścia naprzeciw tym oczekiwaniom. W projekcie programowym najbliższej konferencji znajdują się interesujące przedsięwzięcia w górnictwie europejskim i światowym. Górnictwo jest branżą, która wprowadza najnowsze techniki i technologie. Towarzyszy temu proces cyfryzacji.

TECHNIKI URABIANIA „TUR 2022”

Ryszard Klencz

| Wywiad z dr. hab. inż. Krzysztofem Kotwicą, prof. AGH.

Ryszard Klencz: – „TUR” zapisał się jako konferencja, która przyciąga liderów i producentów maszyn oraz innowacyjnych technologii dla górnictwa. Organizatorem „TUR” jest Katedra Inżynierii Maszyn i Transportu AGH.

Krzysztof Kotwica: – Misją Wydziału jest tworzenie i komercjalizacja innowacyjnych rozwiązań w zakresie systemów mechanicznych, mechatronicznych, innowacyjnych technik urabiania, zwalczania zagrożeń, ochrony środowiska, zwiększania bezpieczeństwa pracy. Zakres działania Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu obejmuje prace naukowe oraz badawcze w zakresie technologii eksploatacji, transportu i przeróbki m.in. surowców strategicznych dla gospodarki. Prowadzone prace obejmują opracowanie założeń do projektów, jak również badania i prace wdrożeniowe połączone z opracowaniem dokumentacji innowacyjnych maszyn i urządzeń. Wdrożone rozwiązania mają duży wpływ na zwiększenie efektywności procesów wydobywczych w górnictwie.

R.K.: – Jak Krynica-Zdrój zapisała się w historii Konferencji „TUR”? Proszę podać termin kolejnej Konferencji TUR.

K.K.: – Krynica-Zdrój była od roku 2001, od pierwszej edycji Konferencji Techniki Urabiania TUR 2001, miejscem międzynarodowych spotkań przedstawicieli z branży górniczej z Polski, Republiki Czeskiej, Niemiec, Chin, Indii, Kolumbii, Słowacji, Rosji, Rumunii, Węgier, USA, Ukrainy. Hotel Mercure Resort & SPA, w którym odbywa się obecnie Konferencja, stał się miejscem debaty dotyczącej nowych technologii w górnictwie. Konferencja Techniki Urabiania „TUR” odbywa się tradycyjnie pod Patronatem J.M. REKTORA AGH Kraków – prof. dr. hab. inż. Jerzego Lisa oraz PREZESA Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach – dr. inż. Adama Mirka i jest organizowana przez Katedrę Inżynierii Maszyn i Transportu AGH Kraków, przy współpracy z Fundacją Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki. Kolejna, już XII edycja odbędzie się w dniach 20–23 września 2022 roku, jak zwykle w Hotelu Mercure.

XII Międzynarodowa Konferencja TECHNIKI URABIANIA „TUR 2022” (20–23 września 2022, Hotel Mercure Resort & SPA) www.tur.agh.edu.pl

R.K.: – Cele klimatyczne Unii Europejskiej i transformacja w gospodarce wyznaczają nowe kierunki, które są wyzwaniem



dla terenów górniczych – wykorzystanie zielonej energii w ramach transformacji energetyki i górnictwa.

K.K.: – Zielona Transformacja jest szansą na rozwój w regionach górniczych i w energetyce. Podejmuje się działania związane z inwestycjami w odnawialne źródła energii, które zastąpią tradycyjną energetykę. Tematyka naszej Konferencji obejmuje też te zagadnienia.

R.K.: – Nowe technologie urabiania to temat przewodni „TUR 2022”. Czego możemy oczekiwać?

K.K.: – Nowe technologie urabiania, monitoringu i zdalnego sterowania oraz bezemisyjne napędy podziemnych maszyn górniczych, systemy transportowe powiązane z e-mobilnością oraz nowoczesne urządzenia dla zaplecza górniczego, będące

tematami referatów zaplanowanych do prezentacji na Konferencji „TUR 2022”, pozwolą się przyjrzeć zmianom, które następują lub będą następować w polskim górnictwie. Również rzadko stosowana w polskich kopalniach węglowych obudowa kotwiąca otwiera perspektywy wzrostu efektywności w drążeniu wyrobisk korytarzowych. Będzie okazją do dyskusji, jakie zmiany wymuszają takie rozwiązania oraz jakie przyniosą korzyści. Udział w konferencji wstępnie zapowiedzieli przedstawiciele wiodących firm na polskim rynku górnictwa, takich jak Mine Master Sp. z o.o., FAMUR SA, Komatsu Mining Corp. Group, THIELE GmbH&Co.KG, ELSTA Elektronika Sp. z o.o. S.K.A., Sandvik Polska Sp.z o.o., DFME DAMEL SA, SAG SA, Wostal Sp. z o.o., Bergerat Monnoyeur Sp. z o.o. Oddział Górniczy, GLIMARPOL Sp. z o.o., FTT WOLBROM SA, KAZ Serwis Sp. z o.o., GRUPA MARAT, LM Technic Sp. k.

R.K.: – Jakie może przynieść korzyści innowacyjna myśl techniczna w połączeniu z zapotrzebowaniem w zmieniającej się gospodarce?

K.K.: – Konferencja „TUR 2022” to innowacyjne technologie urabiania, maszyny i urządzenia oraz połączenie ośrodków naukowych z przedstawicielami przemysłu, co przekłada się na konkretne wspólne plany w realizacji ustalonych działań.

Chodzi o realizację konkretnych projektów. Mamy duży potencjał i możemy służyć pomocą w opracowaniu i wykonaniu rozwiązań, które będą miały konkretny wymiar i przyniosą określone korzyści dla firm. By sprostać stawianym wyzwaniom związanym z transformacją w energetyce i górnictwie oraz ochroną środowiska, wymagane są nowoczesne technologie, maszyny bezpieczne, ergonomiczne i efektywne, bo to rzutuje na końcowy efekt nie tylko ekonomiczny, ale także na proekologiczne rozwiązania dla terenów i środowisk górniczych oraz ich mieszkańców. Projekty, które są realizowane w KGHM „Polska Miedź” SA, Jastrzębskiej Spółce Węglowej i Lubelskim Węglu „Bogdanka”, są tego przykładem.

R.K.: – Dziękuję za rozmowę. ■



Dr hab. inż. Krzysztof Kotwica, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych
i Transportowych,
Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego
Konferencji TUR 2022

reklama

BOPLAST Producent izolatorów



Zapraszamy do współpracy • www.boplast.pl

Innowacyjne techniki i technologie w dobie Zielonej Transformacji

Ryszard Klencz

Produkcja zielonej energii w wybranych szybach kopalń Śląska to temat głównych paneli dyskusyjnych podczas konferencji naukowo-technicznej KOMTECH-IMTech, która miała miejsce 11–13 października w Szczyrku. Kolejne panele obejmowały systemy wydobywcze z wykorzystaniem Bolter Minera, systemy zasilania maszyn i urządzeń oraz zagadnienia bezpieczeństwa w transporcie.

Patronami honorowymi wydarzenia były Ministerstwo Aktywów Państwowych, Województwo Śląskie, Marszałek Województwa Śląskiego Jakub Chelstowski oraz Wyższy Urząd Górniczy. Patronat medialny objęły portal netTG.pl, „Trybuna Górnicza”, miesięcznik „Napędy i Sterowanie”.

Podczas otwarcia konferencji poinformowano, iż temat przewodni to Śląski System Magazynowania Energii. Porozumienie podpisano 29 lipca w Ministerstwie Aktywów Państwowych. Inicjatorem był Instytut Techniki Górniczej KOMAG wspólnie ze Spółką Restrukturyzacji Kopalń oraz Katowicką Specjalną Strefą Ekonomiczną. Projekt dotyczy wykorzystania nieczynnych szybów kopalnianych jako magazynów energii. W dyskusji wzięli udział: dyrektor KOMAG-u Dariusz Prostański, prezes SRK Janusz Gałkowski, prezes KSSE Janusz Michałek oraz szef katowickiego oddziału Agencji Rozwoju Przemysłu Mirosław Skibski. Moderatorem była red. Anna Zych z „Trybuny Górniczej” i portalu netTG.pl.

Zaproszenie skierowano do udziałowców, którzy wezmą udział w realizacji projektu w perspektywie 2–3 lat. Magazyn energii zostanie zabudowany w kopalni, która zostanie wybrana spośród czterech lokalizacji, o czym zawiadomił Dyrektor Dariusz Prostański.

SRK reprezentował prezes Janusz Gałkowski, który zwrócił uwagę na zasoby ponad 3 tys. ha gruntów, które można wykorzystać do produkcji magazyno-



Inauguracja Konferencji wiązała się z Panelami: Śląski System Magazynowania Energii – to temat przewodni Konferencji





wania energii. Przypomni, że głębokość szybów zakwalifikowanych do projektu sięga od 500 do ponad 900 m.

Szef ARP Mirosław Skibski zwrócił natomiast uwagę, że w umowie społecznej dotyczącej transformacji górnictwa znajduje się zapis dotyczący transformacji Śląska, co pozwala na uruchomienie środków, którymi dysponuje Rząd.

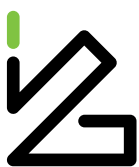
Tereny pokopalniane można wykorzystać, aby wytwarzać zieloną energię z paneli fotowoltaicznych. Są one zlokalizowane

w centrach miast albo w ich pobliżu, co jest ich wielkim atutem. KOMAG ma bardzo duże kompetencje w projektowaniu magazynów energii, jako że zajmuje się tym już od ponad 10 lat.

W kwestii magazynów energii z wykorzystaniem kopalnianych szybów pierwszym krokiem będzie stworzenie razem z Katowicką Specjalną Strefą Ekonomiczną demonstratora wielko-wymiarowego. Produkcja zielonej energii jest celem dla Śląska. Udziałowcy widzą w tym dobry biznes oraz partnerstwo w transformacji energetycznej.

Teraz czas na rozmowy z prezesami spółek, które w produkcji zielonej energii widzą szansę dla Śląska. Wdrożenie ścieżki legislacyjnej dla tego projektu będzie wymagać szerokiego poparcia. Jest to świetny pomysł KOMAG-u, podjęty w odpowiednim czasie. ■

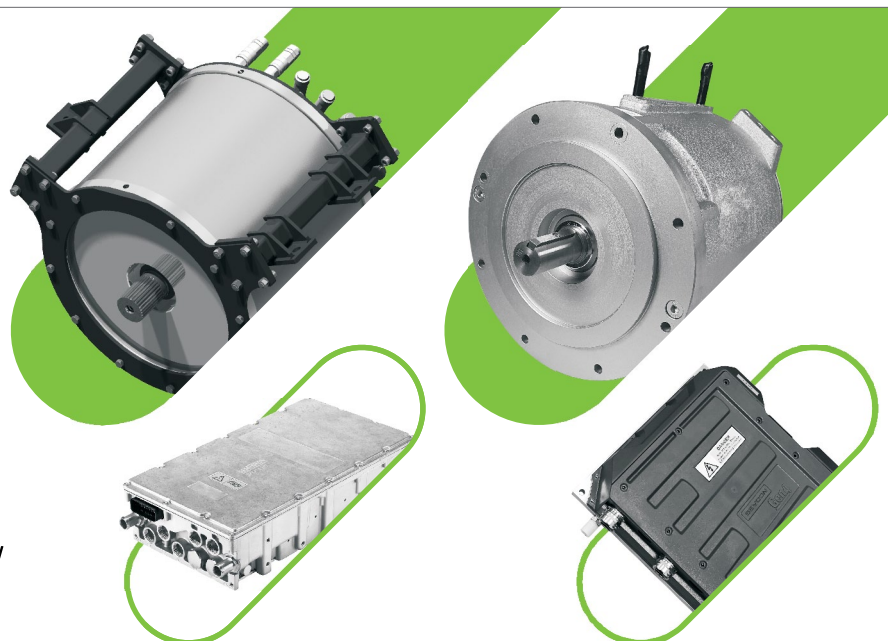
reklama



Łukasiewicz
Instytut Napędów
i Maszyn
Elektrycznych
KOMEL

Łukasiewicz – KOMEL specjalizuje się m.in. w:

- / parametryzacji i doborze napędów elektrycznych oraz akumulatorów,
- / projektowaniu i wykonywaniu napędów elektrycznych.



Systemy nadzoru: prerekwizyty wymagane na rzecz różnych strategii UR¹

Ryszard Nowicki

1. Wprowadzenie

Człowiek przedstawia różne znaczenie dla społeczeństwa. W sposób oczywisty oczekiwanie tego ostatniego jest inne w stosunku do dzieci, abiturientów, absolwentów, a także osób, które opuściły już rynek pracy. Nieco podobnie jest z systemami nadzoru. Kierowane w stosunku do nich oczekiwania były różne w kolejnych ćwierćwieczach minionego wieku. Szeroko rozumiany postęp powoduje, że także te systemy ciągle się rozwijają, a możliwości prezentowane przez nie ćwierć wieku temu różnią się zdecydowanie od dostępnych współcześnie.

Przystępując do budowy (lub także do oceny aktualnie używanego) systemu nadzoru, niewątpliwie trzeba znać szkielet jego klasycznej konstrukcji oraz posiadać dobrą świadomość dzisiejszych możliwości, bowiem świadomość ta warunkuje optymalne zaprojektowanie systemu dla użytkowanego w przedsiębiorstwie majątku produkcyjnego. Stąd też temat prezentowany jest w dwóch częściach. W związku z faktem, że wiele przedsiębiorstw (z perspektywy systemów nadzoru wspomagających utrzymanie ruchu [UR]) wciąż tkwi głęboko w epoce Przemysłu 3.0, Przemysłu 2.0, a nawet wcześniej, to w części pierwszej scharakteryzowane zostaną klasyczne prerekwizyty wykorzystywane na wymienioną okoliczność. Natomiast w części drugiej zostaną omówione te, które wynikają z możliwości stosowania technik towarzyszących pojawieniu się Przemysłu 4.0.

2. Wprowadzenie do systemów nadzoru

UR to działania i procesy realizowane w ramach ogólnie pojętej produkcji, mające na celu: (I) zapewnienie dostępności infrastruktury technicznej zakładu (maszyny, urządzenia, instalacje itp.) oraz (II) zagwarantowanie jej prawidłowej eksploatacji. Współcześnie UR obejmuje także inne, znacznie szersze aspekty niż tylko środki produkcji i ich pracę.

Każde przedsiębiorstwo winno posiadać jakąś strategię UR, która typowo jest tym bardziej złożona, im przedsiębiorstwo jest większe. Stosowana strategia wpływa na całość działań prowadzonych w obszarze UR infrastruktury technicznej, które są podporządkowane osiągnięciu założonych celów przedsiębiorstwa. Cele mogą podlegać zróżnicowanej priorytetyzacji, jak np. wzrost niezawodności, obniżenie kosztów zużycia energii, poprawa dostępności itp. W ujęciu długofalowym: strategia UR infrastruktury technicznej jest planem definiującym cele, które winny zostać osiągnięte z pomocą służących temu zasobów.

Majątek produkcyjny każdego przedsiębiorstwa winien być sklasyfikowany ze względu na jego krytyczność dla realizacji misji przedsiębiorstwa i w konsekwencji wykorzystywane



Rys. 1. Zróżnicowanie konstrukcyjne majątku produkcyjnego i jego wpływ na tempo zmiany stanu technicznego

winny być zróżnicowane typy UR na okoliczność poszczególnych elementów infrastruktury technicznej.

W konsekwencji każde większe przedsiębiorstwo winno posiadać listy klasyfikacji majątku produkcyjnego z punktu widzenia jego krytyczności dla procesu produkcyjnego, mieć przyporządkowany typ UR dla każdej pozycji listy majątku, a także winno dysponować dokumentacją określającą wymagane metody i techniki nadzoru stanu dla poszczególnych klas krytyczności majątku². Brak dokumentów charakteryzujących wymagania rozwiązań powoduje, że w szeregu przypadków dochodzi do posługiwania się dokumentami generowanymi spontanicznie, które często znacznie odbiegają od najlepszych praktyk inżynierskich, nawet w przypadkach, kiedy są zlecone do przygotowania i opracowane przez biuro projektowe [1].

W zależności od prędkości rozwoju stanu awaryjnego grożącego naruszeniem integralności mechanicznej majątku produkcyjnego wymagana jest odpowiednia szybkość działania systemu nadzoru. Na rys. 1 wymieniono jedną z cech konstrukcyjnych maszyn wirnikowych, czyli rodzaj wykorzystywanych łożysk, która istotnie przyczynia się do prędkości rozwoju awarii. W konsekwencji wymagane są inne właściwości systemów nadzorujących maszyny łożyskowane tocznie, a inne dla tych, które są łożyskowane ślizgowo, co bezpośrednio przekłada się na koszt systemu nadzorującego. W wielu przypadkach dla maszyn pomocniczych mogą być zastosowane systemy skaningowe (czy to klasyczne przewodowe, czy też współcześnie promowane bezprzewodowe), których implementacja jest tańsza niż systemów online'owych obligatoryjnie wymaganych dla maszyn krytycznych łożyskowanych ślizgowo.

W szeregu przypadków wystarczająca jest klasyfikacja w trzech klasach krytyczności: (i) majątek krytyczny, majątek semi-krytyczny (charakteryzowany czasami w piśmiennictwie skrótem BOP³) oraz niekrytyczny.

Strategia UR jest typowo opracowywana z horyzontem czasowym 2–5 lat. Winna ona zawsze bazować na założeniach

biznesowych związanych ze świadczeniem usług przez infrastrukturę krytyczną, na wpływie warunków otoczenia na działanie różnych przedsiębiorstw, właściwych dla branży, no i w sposób oczywisty winna uwzględniać nowo pojawiające się możliwości techniczne i systemowe.

W latach 70. minionego wieku jako narzędzia wspomagające organizację działów UR pojawiły się rozwiązania informatyczne. Współcześnie ich zastosowanie jest bardzo popularne. Mniejsze firmy wykorzystują w tym celu arkusze kalkulacyjne Excel albo proste darmowe programy komputerowe. Większe przedsiębiorstwa, które posiadają lepiej wydzieloną i zorganizowaną jednostkę służb UR (=SUR), decydują się na narzędzia w pełni profesjonalne, czyli jakiś system klasy CMMS⁴, będący rozwiązaniem dedykowanym dla większych wydziałów UR.

Na efektywność strategii UR wpływają różne czynniki. Na rys. 2 pokazano trzy z nich, które wydają się być dominującymi. Są to:

- zaawansowanie samej strategii, o którym najczęściej decyduje krytyczność środków produkcji; może ono być mierzone w różnicowaniu technik wykorzystywanych w ocenie stanu technicznego (np. pomiary drgań, analizy oleju, termografia, emisja akustyczna, analizy sygnałów elektrycznych z układów zasilania), a także w stopniu zaawansowania ich wdrożenia (np. metody obchodowe, systemy on-line'owe skaningowe, systemy on-line'owe pracujące w reżimie współfazowego gromadzenia danych, systemy umożliwiające gromadzenie danych w warunkach pracy ustalonej maszyny lub także dodatkowo w tzw. warunkach transjentowych);
- zaawansowanie wykorzystywanych środków technicznych, które pozostaje w dodatnim skorelowaniu z wymaganiami do ich nabycia nakładami;
- poziom wiedzy oraz posiadane umiejętności specjalistów SUR, bowiem na nic zaawansowane systemy, jeśli wykorzystywane są przez niewystarczająco do tego przygotowaną kadrę; kadra SUR winna w każdym przypadku posiadać wiedzę szerszą niż potrzebna do efektywnego wykorzystania posiadanych narzędzi, bowiem tylko wtedy możliwe jest stymulowanie przez nią postępu; tak więc wdrażaniu nowych narzędzi winien towarzyszyć proces wystarczająco intensywnego szkolenia, który w możliwie krótkim czasie doprowadzi do osiągnięcia poziomu umiejętności wymaganego do ich efektywnego wykorzystywania.

Wszystkie elementy są ważne, natomiast pewnie najczęściej zależy od ostatniego z wymienionych czynników, który jest także warunkowany dbałością przedsiębiorstwa o rozwój



Rys. 2. Czynniki wpływające na efektywność strategii UR

merytoryczny kadry. Bowiem dobrze jest pamiętać stare przysłowie: „Daj chłopu zegarek, to go kłonicą nakręci albo wskazówkami będzie w zębach dłubał”.

Systemy nadzoru nie są stosowane wyłącznie z myślą o integralności majątku produkcyjnego. W szeregu sytuacji monitorowanie stanu technicznego jest niezbędne również dla bezpieczeństwa procesowego, a w niektórych sytuacjach także ze względu na bezpieczeństwo ludzi i środowiska. Najlepiej świadczą o tym awarie, do których doszło w różnych branżach (kopalnie, energetyka, O&G, ...) w przeszłości i które pociągnęły za sobą tragiczne skutki [2].

3. Klasyczne prerekwizyty systemu UR

W każdym przedsiębiorstwie produkcyjnym możemy wyróżnić różne komponenty systemu kontroli i sterowania procesu produkcyjnego. Poza pomiarami ukierunkowanymi na proces, system ten w wielu przypadkach jest także odpowiedzialny za prowadzenie pomiarów zorientowanych na środowisko, bowiem od tych pomiarów może także zależeć wynik finansowy działania przedsiębiorstwa. I tak np. od temperatury otoczenia może zależeć sprawność (termodynamiczna) procesu produkcyjnego, a stopień emisji może wpływać na poziom płaconych przez przedsiębiorstwo kar.

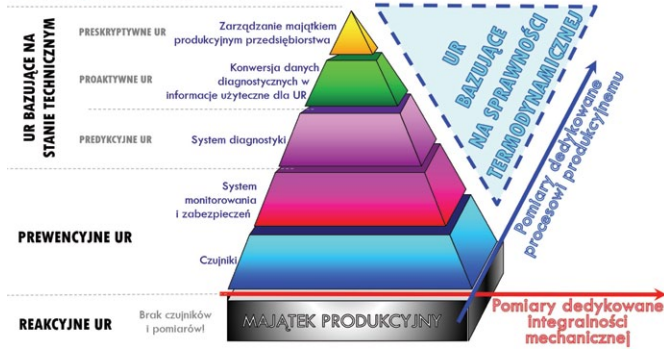
W przypadku pomiarów procesowych i środowiskowych prawie w każdym przypadku mamy do czynienia z sensorami, które generują sygnały quasi-statyczne (tzn. wolnozmiennie). W związku z tym ich gromadzenie odbywa się współcześnie typowo z krokiem czasowym od 100 ms do kilku – kilkunastu sekund.

Nieco inaczej sytuacja przedstawia się z pomiarami realizowanymi na rzecz monitorowania integralności mechanicznej. W tym przypadku również krok czasowy pomiarów może być podobny do ww. (a ponadto w najbardziej zaawansowanych systemach wymagana jest dodatkowo akwizycja sygnałów ze stałym krokiem ΔRPM w stanach zmiennych prędkości obrotowych wirnika), ale ze względu na fakt, że w celu oceny integralności wykorzystywane są zarówno czujniki generujące sygnały quasi-statyczne, jak i dynamiczne (o zróżnicowanej, w tym także wysokiej częstotliwości pracy), obowiązują inne reguły akwizycji sygnałów. Inne, tzn. takie, które również pozwalają generować, bezpośrednio lub po prowadzonym postprocesingu, symptomy funkcyjne (np. widma 2- i 3-wymiarowe, analizy orbity płaskie lub przestrzenne, analizy prezentujące kształt wirnika oraz stojana i wiele innych).

Na rys. 3 pokazano komponenty systemu, który jest pomocny w nadzorze stanu technicznego. Są to pomiary dedykowane bezpośrednio monitorowaniu integralności mechanicznej środków produkcji oraz dodatkowo mogą być też pomiary realizowane przez system sterowania produkcją. W zależności od zaawansowania wdrożonego systemu możliwe jest realizowanie różnej formy UR.

W tabelach scharakteryzowano kierunki rozwoju na przestrzeni minionych kilkudziesięciu lat komponentów systemu nadzoru integralności mechanicznej wyróżnionych na rys. 3. Wyprecyzowane w ramach grupy produktów stanowią klasyczne prerekwizyty systemów nadzoru. Tak więc w tabeli 1 wymieniono czujniki, które współcześnie bywają

DOSTĘPNE FORMY UR:



Rys. 3. Systemy współuczestniczące w nadzorze stanu technicznego i warunkujące realizację różnych form UR



Rys. 4. Miejsca pozyskiwania danych i wspomaganie UR z pomocą systemów rozpoznawania anomalii

wykorzystywane w systemach nadzoru, w tabeli 2 podstawowe cechy systemów monitorowania i zabezpieczeń, w tabeli 3 zróznicowanie systemów diagnostyki realizujących pierwszoplanowo akwizycję danych diagnostycznych i w końcu w tabeli 4 systemy diagnostyczne wspomagające inteligentną konwersję danych w informacje użyteczne dla SUR oraz służb nadzorujących proces produkcji.

Kilkanaście lat temu, a więc wciąż jeszcze w dobie Przemysłu 3.0, do wspomaganie systemów nadzoru zaczęto wprowadzać systemy detekcji anomalii. Systemy te wykorzystują wszelkiego typu pomiary realizowane zarówno na kierunku

kontroli procesu (tzn. pozyskiwane z systemów DCS i PLC), jak i realizowane przez mniej lub bardziej kompletnie wdrożone systemy nadzoru integralności. Na rys. 4 pokazano pozycjonowanie tych systemów na tle elementów systemu typowo przeznaczonego do nadzoru stanu technicznego jaki pokazano na rys. 3.

W tej klasie systemów wyróżnia się rozwiązania programowe [3] i sprzętowe [4, 5], które mogą wykorzystywać jako dane wejściowe m.in. wszelkie pomiary realizowane przez systemy pokazane na rys. 3. Detekcja anomalii może być ukierunkowana zarówno na proces, jak i na stan techniczny majątku

Tabela 1. Czujniki

Rozwój zaawansowania systemów nadzoru wiąże się ze zwiększeniem zróznicowania czujników łączących majątek produkcyjny z systemami monitorowania. Współcześnie wykorzystuje się:

- czujniki drgań mechanicznych różnej natury oraz różnego przeznaczenia:
 - czujniki sejsmiczne:
 - czujniki piezoelektryczne (wykorzystywane w celu generowania sygnału przyspieszeń lub prędkości drgań)
 - czujniki indukcyjne
 - czujniki optyczne
 - czasami czujniki tensometryczne,
 - bezkontaktowe czujniki drgań względnych (najczęściej wiroprowadowe, a czasami także indukcyjne i pojemnościowe),
 - czujniki drgań skrętnych wirnika;
- czujniki temperatury:
 - termopory,
 - termopary,
 - termistory,
 - optyczne,
 - radarowe;
- czujniki sygnałów elektrycznych (monitorujących sygnały AC w szerokim paśmie częstotliwości):
 - napięcia,
 - prądu;
- czujniki ciśnienia pulsacji medium (pracujące w szerokim paśmie częstotliwości i umożliwiające na ogół także pomiar ciśnienia średniego);
- czujniki położenia i kształtu (wykorzystywane do takich pomiarów, jak m.in.: szczelina powietrzna w wirnikowych maszynach elektrycznych, szczelina między wirnikiem turbiny wodnej a komorą, w której wirnik

pracuje, wydłużenia korpusów turbin ciepłych zarówno poosiowe, jak i poprzeczne, wydłużenia względne między wirnikiem a korpusem, położenia wirnika w łożysku oporowym oraz w łożyskach poprzecznych, deformacji statycznej wirników turbin, czyli tzw. ekscentryczności, odległości końcówek łopatek od korpusu):

- kontaktowe (np. LVDT),
- bezkontaktowe (np. wiroprowadowe);
- układy umożliwiające pomiar wyładowań niezupełnych (wykorzystywane w wirnikowych maszynach elektrycznych do oceny stanu izolacji);
- czujniki sygnałów akustycznych:
 - mikrofony,
 - ultradźwiękowe,
 - emisji akustycznej;
- czujniki strumienia elektromagnetycznego (instalowane między stojanem a wirnikiem, umożliwiające m.in. ocenę zwarć międzyzwojowych wirników generatorów);
- czujniki mierzące jakość oleju oraz zawartych w nim produktów zużycia;
- czujniki prędkości obrotów wirnika:
 - magnetyczne (pasywne i aktywne);
 - wiroprowadowe.

O ile w dalekiej przeszłości wszystkie czujniki były podłączane do systemu monitorowania w sposób przewodowy, o tyle w minionej dekadzie coraz więcej czujników pracuje bezprzewodowo. W tym ostatnim przypadku, o ile pierwsze czujniki bezprzewodowe wspomagały ocenę w oparciu o punktowe estymaty sygnałów, o tyle współcześnie coraz częściej czujniki bezprzewodowe wspomagają transmisję sygnałów dynamicznych, umożliwiając wykonywanie analiz widmowych i innych.

Tabela 2. Systemy monitorowania i zabezpieczeń

W każdym przypadku czujniki jak opisane w tabeli 1 muszą być podłączone do jakiegoś systemu (lepiej: do systemu umożliwiającego monitorowanie stanu technicznego). Może to być system dedykowany nadzorowi integralności mechanicznej*). W przypadku pomiarów procesowych będzie to oczywiście DSC/PLC. Realizowany przez oba systemy monitoring może służyć celowi zabezpieczenia stanu technicznego. Jeśli ta funkcjonalność jest wykorzystywana, to wypracowywane są sygnały binarne, które są przekazywane do systemu klasy ESD**).

O ile w przypadku sygnałów podłączonych do DCS-u są one zawsze realizowane zgodnie z zasadą „jeden czujnik – jeden pomiar”, o tyle w przypadku pomiarów dedykowanych integralności mechanicznej, w szczególności wtedy, kiedy czujnik generuje jakiś sygnał dynamiczny, najczęściej dla każdego takiego sygnału wykonywanych jest wiele pomiarów i mogą w tym celu być wykorzystywane różne estymaty sygnału. Typowym przykładem są tutaj pomiary drgań względnych realizowanych z pomocą czujników wiropędowych, które w minimalnym przypadku prowadzą do pomiaru jakiejś estymacji sygnału dynamicznego dla składowej Vac (najczęściej jest to estymata: *peak-to-peak*) oraz odległości, w jakiej się znajduje drgające ciało od czujnika (jest to pomiar składowej Vdc, zwany w żargonie diagnostyki GAP-em). Zauważmy, że w wielu przypadkach systemy monitorowania generują szereg pomiarów wektorowych. Powoduje to, że liczba pomiarów dla pojedynczego sygnału jest zbliżona do dziesięciu, a w niektórych przekracza nawet dwadzieścia.

Obserwowany na przestrzeni minionych lat rozwój systemów monitorowania i zabezpieczeń przede wszystkim skupiał się na polepszeniu metod ich interfejsowania z DCS (współcześnie jest to możliwe nie tylko jednokierunkowo od systemu monitorowania do DCS, ale dwukierunkowo

analogowo, cyfrowo, a także binarnie celem sygnalizowania różnych stanów oraz realizowana różnych funkcjonalności, z pomocą sygnałów analogowych) oraz na umożliwieniu podłączenia czujników, które wcześniej w systemach monitorowania nie były wykorzystywane.

Systemy monitorowania umożliwiają realizację zróżnicowanej filtracji sygnałów. Jest to nie tylko filtracja mająca na celu wyselekcjonowanie określonych składowych częstotliwościowych (także w celach zaporowych), ale także filtracja mająca na celu wyselekcjonowanie dla oceny określonych fragmentów sygnału czasowego (tzn. oceniane są sygnały dynamiczne gromadzone dla określonej konfiguracji wzajemnej elementów maszyny).

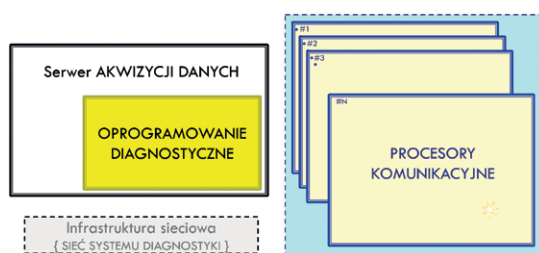
Inne elementy konstrukcyjne systemu monitorowania, które winny być rozpatrywane w procesie doboru systemu do jakiejś aplikacji, to: (I) możliwość wyjść przekaźnikowych i ich liczba, dostępna logika wyjść przekaźnikowych, (II) możliwość prowadzenia autodiagnostyki, (III) potrzeba redundancji sygnałów z czujników, możliwość interfejsowania z DCS i jego standard, rodzaj zasilania systemu, możliwość interfejsowania z systemem diagnostyki, rodzaj procesorów komunikacyjnych wykorzystywanych przez system diagnostyki (zewnętrzne względem systemu monitorowania, zintegrowane z tym systemem, poprzez połączenie sieciowe online).

* Użyte w tym zwrocie słowo „mechanika” nie powinno być mylące, bowiem tak samo jak odnosi się do takich elementów mechanicznych, jak np. łożyska, sprzęgła czy rurociągi, to również pokrywa swoim znaczeniem elementy układów elektrycznych, np. w zakresie: poprawność izolacji obwodów elektrycznych, stan końcówek uzwojeń stojana generatora etc.

** ESD – Emergency Shutdown Device.

Tabela 3. Systemy akwizycji danych diagnostycznych

Na rysunku pokazano typowe komponenty systemu diagnostyki. Są to (I) serwer systemu diagnostyki, na którym zaimplementowane jest (II) oprogramowanie diagnostyczne, (III) procesory komunikacyjne, które umożliwiają powiązanie kaset systemu monitorowania z serwerem, (IV) infrastruktura sieciowa, która umożliwia powiązanie poszczególnych komponentów systemu między sobą, ale także powiązanie serwera z innymi systemami (w tym m.in. z DCS).



Komponenty współczesnego systemu diagnostyki

Zróżnicowanie systemów diagnostyki sprowadza się do:

- stopnia uniwersalności systemu ze względu na rodzaj majątku produkcyjnego, który może być do niego podłączony: są systemy, które umożliwiają podłączenie jedynie ograniczonych klas maszyn [np. tylko sprężarki tłokowej] oraz bardziej uniwersalne, które są przygotowane do wypracowywania analiz diagnostycznych dedykowanych bardzo zróżnicowanym maszynom;

- sposobu pozyskiwania danych; mogą być one pozyskiwane z:
 - z przenośnych zbieraczy danych,
 - z przewodowych i/lub bezprzewodowych systemów skanujących,
 - z tzw. systemów online'owych w sposób symultaniczny lub quasi-symultaniczny; w tym ostatnim przypadku wyróżnia się systemy słabsze, które umożliwiają akwizycję jedynie w warunkach stanów ustalonych, bądź także w tzw. warunkach transjentowych, tzn. w fazie rozruchu i wybiegu;
- DCS-u co jest bardzo ważne z następujących względów:
 - pierwszy z nich jest merytoryczny: szereg symptomów stanu technicznego jest uzależnionych od tzw. zmiennych procesowych, a w niektórych przypadkach także środowiskowych; zmienne te są gromadzone przez DCS i winny być udostępnione dla systemu diagnostyki;
 - drugi jest formalny: system diagnostyki winien pracować w tym samym czasie, jaki ma miejsce w systemie sterowania produkcją, a więc DCS musi synchronizować czas w systemie nadzoru;
 - czasami zdarza się, że z jakichś względów (najczęściej jest to błąd projektowy) bezpośrednio do DCS-u zostały podłączone czujniki, które nie służą kontroli procesu, a są bezpośrednio odpowiedzialne za nadzór stanu technicznego; tak więc pomiary sygnałów z tych czujników winny być przekazane do systemu nadzoru stanu technicznego;
- sposób zorganizowania bazy danych;
- zaawansowanie post-processingu gromadzonych danych, co jest szczególnie ważne dla sygnałów dynamicznych.

Tabela 4. Konwersja danych diagnostycznych w informacje użyteczne dla służb UR

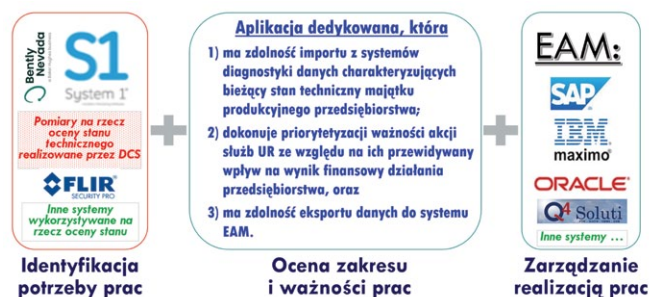
<p>Najstarsze rozwiązania systemów wspomagających UR, opracowane w latach 80., nie posiadały tych wszystkich elementów, które pokazano na rys. 3. Składały się one jedynie z trzech elementów opisanych w poprzednich tabelach. W tych pierwotnych systemach za konwersję danych w informacje użyteczne dla SUR odpowiadali specjaliści, którzy w różnych przedsiębiorstwach dysponowali bardzo zróżnicowaną wiedzą. Z tego względu producenci systemów diagnostyki zaczęli wykorzystywać narzędzia sztucznej inteligencji i wprowadzać wszędzie tam, gdzie to było możliwe, elementy oprogramowania o charakterze ekspertowym, które miały na celu automatyzację ww. konwersji.</p> <p>Takie systemy ekspertowe były zorientowane na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznawanie i informowanie o typowych uszkodzeniach, takich jak np.: <ul style="list-style-type: none"> • węzły łożyskowe toczne, • nieprawidłowości pracy łożysk ślizgowych, • nieosiowości, • ... • ocenę stanu technicznego określonego majątku produkcyjnego, takiego jak np.: 	<ul style="list-style-type: none"> • turbiny, • generatory, • silniki elektryczne, • pompy, • sprężarki, • dmuchawy, • wentylatory, • transformatory, • ... <p>Niektóre produkty cechowały się funkcjonalnością szkieletowych systemów ekspertowych, a więc umożliwiały generowanie reguł ekspertowych przez użytkownika, a także modyfikowanie reguł już istniejących w systemie.</p> <p>W niektórych korporacjach wykorzystywane są także inteligentne aplikacje dedykowane (tzn. takie, które wykorzystują sztuczną inteligencję) w formie jak przedstawiona na rys. 5, co oznacza, że ich celem jest nie tylko konwersja danych w informacje, ale także dodatkowo określanie priorytetyzacji ważności zadań SUR.</p>
--	---

produkcyjnego. Może ona także brać pod uwagę inne problemy ruchowe, jak np. poprawność zasilania napędów elektrycznych.

Systemy detekcji anomalii wspomagają zasadniczo prewencyjne UR, choć w szeregu przypadków polepszają również możliwości jego bardziej zaawansowanych form. To, co je zasadniczo różni od systemów monitorowania i zabezpieczenia – to brak ostatniej z wymienionych funkcjonalności: anomalia nie jest przyczyną, która może doprowadzić do automatycznego odstawienia jakiegoś agregatu, a tym bardziej zatrzymania linii produkcyjnej.

Ciągłość pracy przedsiębiorstwa jest współcześnie wspomagana przez jakąś mniej lub bardziej zaawansowaną formę systemu ERP⁵, którego podsystemem jest system EAM⁶, czyli system bezpośrednio wykorzystywany w celu zarządzania stanem majątku produkcyjnego. W związku z tym celowe jest interfejsowanie systemów odpowiedzialnych za oceny stanu technicznego majątku z systemem EAM/ERP. Ze względu jednak na fakt, że z jednej strony na rynku ma miejsce nie tylko duże zróżnicowanie systemów klasy EAM (z prawej strony rys. 5 wymieniono często wykorzystywane na tę okoliczność systemy), ale także ich jakościowo zróżnicowane wdrożenie, a z drugiej strony również jest wykorzystywanych dużo różnych systemów wspomagających ocenę stanu technicznego (pokazane z lewej strony rys. 5) i także w tym przypadku nie bez znaczenia jest poprawność i zaawansowanie ich wdrożenia, trudno jest wykorzystywać jakieś standardowe narzędzia w celu interfejsowania. Interfejsowanie jest zatem realizowane z pomocą aplikacji dedykowanych. Te aplikacje, wychodząc w kierunku potrzeb preskryptywnego UR, mają za zadanie ocenę ważności zadań podejmowanych przez SUR [6], w związku z tym proponują ich kolejki, biorąc także pod uwagę dostępne zasoby personalne i środki przedsiębiorstwa.

Osiągnięcie zaawansowania i wykorzystania, jak pokazano na rys. 3 i rys. 4, było możliwe dzięki zachodzącemu równolegle

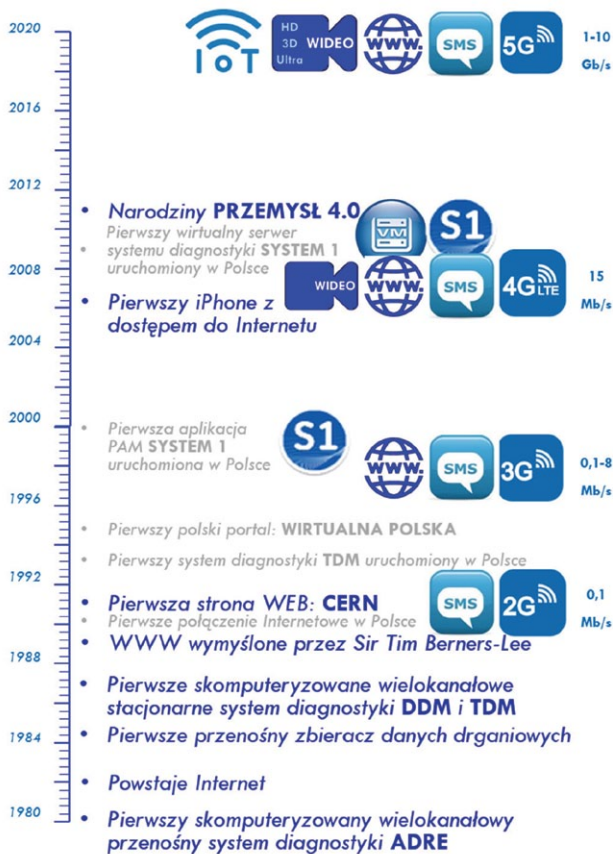


Rys. 5. Powiązanie systemów wspomagających ocenę stanu technicznego z systemami EAM

rozwojowi technik pomiarowych, systemów komputerowych, systemów łączności. Na rys. 6 pokazano wybrane fakty historyczne z minionych 40 lat, które prezentują ważne elementy tego rozwoju oraz informują, kiedy wybrane systemy zostały zastosowane po raz pierwszy w kraju, a także charakteryzują wybrane osiągnięcia na kierunku rozwoju techniki, które już wpłynęły i co do których przewiduje się, że będą znacząco wpływać na kształt i rozwój systemów nadzoru w ciągu najbliższej dekady.

Podstawowe znaczenie ma tutaj upowszechnienie się i zwiększenie technicznych możliwości łączności bezprzewodowej.

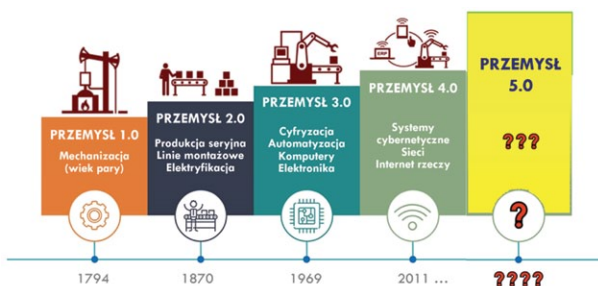
Z prawej strony rys. 6 pokazuje etapy rozwoju telefonii komórkowej. Jest to ważny element także w zakresie pojawiania się nowych możliwości doskonalenia systemów wspomagania UR. Pojawienie się technologii 5G umożliwia bowiem wdrażanie prywatnych sieci komórkowych, które na okoliczność pojedynczego przedsiębiorstwa nie tylko zapewniają łączność między pracownikami, ale także współuczestniczą w gromadzeniu danych o procesie i stanie technicznym oraz mogą być wykorzystywane do sterowania produkcją.



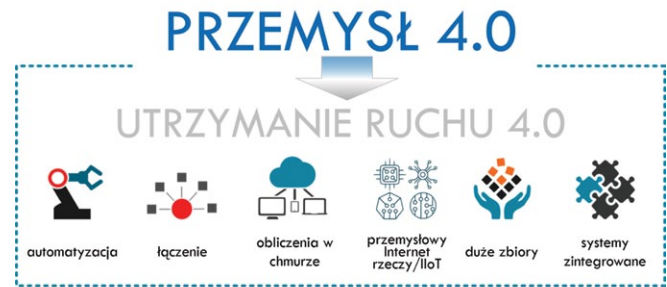
Rys. 6. Wybrane fakty historyczne dotyczące systemów nadzoru oraz wpływające na kierunki jego rozwoju

4. Nowe prerekwizyty systemu UR

Na rys. 7 pokazano historię rewolucji przemysłowych. Z punktu widzenia systemów nadzoru stanu można dodać, że to w latach 30. minionego wieku zaczęto wykorzystywać czujniki wybranych wielkości fizycznych (temperatura, drgania [7]) do wspomagania oceny stanu technicznego, oraz zauważyć, że na przełomie lat 50/60 zaczęto masowo wdrażać systemy monitorowania i zabezpieczeń wykorzystujące pomiary symptomatyczne dla stanu technicznego środków produkcji. Przełom lat 80/90 zapoczątkował rozszerzanie nadzorowanego majątku produkcyjnego (i procesów) o kolejne czujniki (jak wymienione w tabeli 1), co doprowadziło do polepszenia procesu identyfikacji szeregu uszkodzeń i anomalii, których jednoznaczne rozpoznanie nie było możliwe przy ograniczeniu się li tylko do pomiarów drgań i temperatury.



Rys. 7. Rewolucje przemysłowe



Rys. 8. Obszary wpływu Przemysłu 4.0 na UR 4.0

Od dekady żyjemy w dobie Przemysłu 4.0 [8] i obserwujemy wdrażanie nowych narzędzi, które przyczyniają się do bardziej efektywnego działania SUR. Na rys. 8 pokazano najważniejsze elementy Przemysłu 4.0, a w kolejnych punktach omówiono ich znaczenie dla UR 4.0.

5. Big Data (wielkie zbiory)

Wielkie zbiory charakteryzują się:

- 1) objętością: gdy jakiś pomiar realizujemy systematycznie z krokiem 1 MINUTA i zapisujemy w bazie danych, to w ciągu roku zgromadzimy ponad pół miliona odczytów; jeśli w przedsiębiorstwie podobne pomiary realizowane będą dla 1000 czujników, to w rocznej bazie danych będziemy posiadać ponad pół miliarda danych; w przypadku sygnałów dynamicznych systemy pomiarowe dokonują typowo kilku estymacji liczbowych; w konsekwencji budując taką bazę z krokiem czasowym, jak ww., rozrasta się ona do kilku miliardów pomiarów w ciągu jednego roku; a przecież estymatory liczbowe to tylko część danych, bowiem równolegle generowane mogą być estymaty funkcyjne, jak np. różnego typu widma, analizy orbity i wiele innych;
- 2) prędkością, z jaką są gromadzone: różne systemy cechują się różną prędkością akwizycji danych; i tak np. wykorzystywane w sterowaniu produkcji systemy automatyki gromadzą dane typowo z jakimś krokiem uzależnionym od ważności pomiaru, mieszczącym się typowo w przedziale 100 ms – 10 s; ale już w przypadku systemów diagnostyki stanu technicznego przebiegi czasowe sygnałów dynamicznych (drgania mechaniczne, pulsacje ciśnienia medium, sygnały elektryczne, ...) są próbkowane typowo z częstotliwością 2–50 kHz; takie próbkowanie prowadzi do konieczności organizowania baz danych o pojemności zdecydowanie większej niż by to wynikało z przykładu podanego w punkcie 1;
- 3) ilością informacji, która się w nich (potencjalnie) zawiera: w przeszłości nie było możliwości (zarówno technicznych, jak i personalnych), aby realizować zaawansowaną ekstrakcję informacji z takich baz; w konsekwencji wiele systemów przechowywało zgromadzone dane przez jakiś ograniczony czas (np. 2 tygodnie), a potem były one nadpisywane (czyli sukcesywnie „gubione”) lub w najlepszej sytuacji prowadzona była ich kompresja, co i tak prowadziło do utraty pewnych informacji.

Oprócz takich rutynowo gromadzonych i narastających baz danych, jak opisane powyżej, w przemyśle prowadzi się badania okazjonalne, które także owocują gromadzeniem dużych zbiorów. Na rys. 9 pokazano wielkości baz danych uzyskiwane w przypadku wybranych jednostkowych działań rutynowych w obszarze O&G. Zawierają się one w przedziale od 1 GB do 10 TB.

Wielkie zbiory mogą dotyczyć jakiegoś jednego tematu (np. pomiarów na kierunku integralności mechanicznej) lub specyficznej grupy tematycznej (dane świadczące o stanie technicznym maszyn wyprodukowanych przez jednego producenta). Ich wzrost następuje z potęgującą się prędkością. Ma to miejsce z jednej strony ze względu na postęp techniki umożliwiający wzrost częstotliwości akwizycji oraz wzrost dopuszczalnej maksymalnej objętości pojedynczej bazy danych, z drugiej natomiast wynika ze wzrastających potrzeb i wymagań służb produkcji i SUR. Systematycznie podlegają również zmianie proporcje zróżnicowania gromadzonych baz danych, o czym w następnym punkcie.

6. Zróżnicowanie danych

Wraz z postępem czasu wzrasta nie tylko liczba danych gromadzonych w wielkich zbiorach, ale także ich zróżnicowanie. Na rys. 10 pokazano zróżnicowanie typów gromadzonych w przemyśle danych, czyli także tych danych, które są wykorzystywane na rzecz wspomagania UR.

Poniżej przeprowadzono krótką charakterystykę wyróżnionych na rysunku kategorii danych.

Dane strukturalne (ustrukturyzowane)

Są zgodne z jakimś predefiniowanym modelem danych i dlatego są łatwe do analizy. Na ogół posiadają format tabelaryczny z określonymi relacjami między różnymi wierszami i kolumnami. Można wyróżnić różne modele danych, jak np.: sposób ich przechowywania, metody przetwarzania, sposób uzyskiwania dostępu etc.

Takie ustrukturyzowane dane są bardzo wdzięczne w przypadku tworzenia koncernowych baz danych, bowiem bardzo łatwej agregacji mogą podlegać dane pochodzące z różnych lokalizacji.

Dane nieustrukturyzowane

W tym przypadku nie można mówić o jakimś określonym modelu danych. W konsekwencji nie są one zorganizowane we wstępnie zdefiniowany sposób. Często zawierają dużo tekstu, czasem także: daty, liczby i fakty. Typowe dane to pliki audio, graficzne, wideo, a także bazy danych niewykorzystujące języka SQL⁷. Dla tej klasy danych wykorzystywane jest dedykowane oprogramowanie narzędziowe (np. do przechowywania dokumentów MongoDB, do określania relacji między węzłami Apache Giraph).

Między ww. klasami danych znajduje się kolejna kategoria danych, którą są

Dane częściowo ustrukturyzowane

Jest to taka forma danych ustrukturyzowanych, która nie jest zgodna z formalną strukturą modeli danych związanych



Rys. 9. Przykłady rozmiarów baz danych z obszaru O&G



Rys. 10. Zróżnicowanie danych wykorzystywanych w systemach nadzoru

z relacyjnymi bazami danych lub innymi formami tabel danych. Zawiera ona znaczniki oddzielające elementy semantyczne oraz wymuszające hierarchie rekordów i pól w ramach danych. W konsekwencji możemy mówić o samoopisującej się strukturze danych.

Typowe dane przynależące do tej kategorii to pliki w formacie:

- XML⁸ ← język znaczników, który definiuje zestaw reguł kodowania dokumentów w formacie czytelnym zarówno dla człowieka, jak i dla komputera,
- JSON⁹ ← liczby dziesiętne (ułamki, e,..) ciągi (zera lub więcej znaków typu UNICODE), BOOLEAN (prawda/fałsz), macierze, ...
- dane z czujników
-

Metadane (czyli dane o danych)

Czwartą i ostatnią kategorią danych są metadane. Z technicznego punktu widzenia nie jest to odrębna struktura danych. Mimo tego jest to jeden z najważniejszych elementów analizy Big Data i rozwiązań Big Data. Metadane zawierają dodatkowe informacje o określonym zestawie danych. Te dodatkowe informacje mogą podlegać różnej kodyfikacji, np. w odniesieniu do danych fotograficznych może to być informacja, gdzie i kiedy zdjęcia zostały zrobione.

Zróżnicowane bazy danych mogą być współcześnie przechowywane w chmurze, co pokazano na rys. 11. Natomiast w tabeli 5 pokazano przykładowe zestawienie różnych danych, które mogą być wykorzystywane na rzecz lepszego UR jakiegoś majątku produkcyjnego. W przykładzie tym wymieniono dane, które mogą być gromadzone dla sprężarki.

7. „Wymiary” baz danych

Pojęcia „wymiar” użyto tu w charakterze opisowo-jakościowym, a nie w liczbowym. Duże bazy danych mogą być gromadzone:



Rys. 11. Zróżnicowane funkcjonalności systemu diagnostyki, które mogą być realizowane na poziomie chmury

- na poziomie pojedynczego przedsiębiorstwa (np. w celu PAM¹⁰);
- na poziomie grupy przedsiębiorstw wchodzących w skład jednej struktury organizacyjnej – tzn. na poziomie koncernu (np. w celu EAM¹¹);
- dla celów leżących poza (ponad) przedsiębiorstwem – np. producent maszyn gromadzi dane dla wyprodukowanych przez siebie maszyn, które pracują w różnych krajach świata.

Zróżnicowanie grupowania danych w bazie będzie wynikiem oczekiwań korzyści z analizy, jak np.:

- polepszenie procesu produkcyjnego (wydajność, jakość, ...);
- polepszenie UR majątku produkcyjnego (minimalizacja kosztów, skrócenie przestoju, ...);
- minimalizacja emisji.

8. Drogi prowadzące do Przemysłu 4.0

Wszystkie wyspecyfikowane na rys. 6 fakty zaistniałe w czasie poprzedzającym pojawienie się Przemysłu 4.0 są związane

Tabela 5. Przykład dużego zbioru wspomagającego utrzymanie ruchu sprężarki

Celem zapewnienia lepszego UR sprężarki mogą być gromadzone następujące dane:

- DANE USTRUKTURYZOWANE:
 - parametry procesowe: ciśnienie, wydatek, temperatura, ...
 - parametry środowiskowe: temperatura, ciśnienie, wilgotność, ...
 - pomiary stanu technicznego: drgania, temperatury węzłów łożyskowych, ...
- TEKSTY: instrukcja obsługi, uruchamiania, demontażu, ...
- OBRAZY: dokumentacja mechaniczna, podłączenie pomiarów, ...
- WIDEO: wizualizacja drgań, instrukcje obsługowe, ...
- AUDIO: generowane przez maszynę dźwięki
 - w różnych stanach pracy,
 - w różnych stanach technicznych, ...
- XML: program zautomatyzowanego uruchamiania do ..., ...
- JSON: ciąg 0-1 informujący o pracy układu chłodzenia, ...
- z CZUJNIKÓW: sygnał zza przetwornika analogowo-cyfrowego (przetwornik A/D) ..., ...
- METADANE: przedsiębiorstwo / wydział / PIN, CZAS, ...

z cyfryzacją. Na rys. 8 pokazano, że konsekwencją pojawienia się pojęcia PRZEMYSŁ 4.0 jest pojawienie się pojęcia UR 4.0. Szereg elementów systemu nadzoru stanu technicznego wykorzystywanych na poziomie systemu diagnostyki, które w przeszłości były zawsze instalowane w przedsiębiorstwie, aktualnie coraz częściej i w coraz szerszym zakresie bywają uruchamiane poza jego fizycznymi granicami – docelowo w tzw. chmurze. Na rys. 11 pokazano elementy systemu diagnostyki, które mogą być przeniesione do chmury, a poniżej dokonano omówienia wybranych elementów rozwiązania systemowego, które mogą być i coraz częściej są realizowane w chmurze.

reklama

NOWIMEX®

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

- VAHLE** – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.
- SCHLEGEL** – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.
- LEAB** – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.
- TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.
- HUGRO** – Dławice do kabli.
- BREVETTI** – Tworzywowe i stalowe przewodniki kabli.
- CATTRON** – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
- MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.
- MARECHAL** – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktry (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



Intensyfikacja gromadzenia danych

Od wielu lat nadzór majątku produkcyjnego jest realizowany z pomocą technik obchodowych oraz z pomocą systemów klasy online. Obniżające się koszty środków technicznych w porównaniu z systematycznie wzrastającymi kosztami osobowymi powodują wzrost udziału systemów nadzoru online w nadzorze stanu. Nie bez znaczenia dla tej tendencji są dwie przyczyny:

- częstotliwość gromadzenia danych o stanie z pomocą technik online jest wielokrotnie wyższa od częstotliwości danych gromadzonych z pomocą metod obchodowych;
- w przypadku metod online'owych zdecydowanie łatwiej jest prowadzić analizy korelacyjne z danymi procesowymi oraz środowiskowymi, które mogą wpływać na realizowane pomiary symptomatyczne dla stanu technicznego, bowiem w przypadku wykorzystywania technik obchodowych rejestracja wartości wybranych zmiennych procesowych w chwili wykonywania pomiarów symptomatycznych często bywa problematyczna; w konsekwencji w wielu sytuacjach odnotowaniu zmiany wartości pomiaru symptomatycznego towarzyszy niepewność przyczyny, bowiem zmiana ta może być konsekwencją uzależnienia symptomu np. od którejś ze zmiennych procesowych.

Intensyfikacja stosowania technik bezprzewodowych

Techniki bezprzewodowe są wykorzystywane zarówno dla gromadzenia danych o procesie, jak również o symptomach stanu technicznego. W tym celu można stosować rozwiązania techniczne, które wykorzystują dla obu obszarów te same techniki transmisji bezprzewodowej, aby w końcu dostarczyć dane do serwerów akwizycji, wykorzystując w końcowej fazie już przewodową sieć sterowania procesem (Ethernet przewodowy). Część wspólna to punkty dostępu i repeatery w standardzie IEEE 802.11. oraz ISA 100.11a. W tym celu mogą być również wykorzystywane środki techniczne bazujące na sieci Wi-Fi (np. dla stacji mobilnych, kamer ochrony, wybranych przyrządów podręcznych). Wymieniony standard ISA 100.11a oraz Wi-Fi są wykorzystywane na kierunku bezprzewodowej oceny integralności mechanicznej przez systemy online. Także w przypadku niektórych zbieraczy danych nowej generacji jest wykorzystywana łączność Wi-Fi oraz dodatkowo BLUETOOTH USB.

Polepszenie transmisji danych przez zastosowanie nowych technik

Na rys. 6 pokazano, że pierwsze wielokanałowe, pracujące w reżimie online skomputeryzowane systemy diagnostyki (DDM/TDM) stworzono w USA w latach 80., a w Polsce pojawiły się ich pierwsze aplikacje już na początku lat 90. Systemy nadzoru dla transmisji danych wykorzystywały w minionym wieku kablowe połączenia sieciowe. Współcześnie w tym celu wykorzystywane są coraz częściej sieci bezprzewodowe, który to proces wydatnie się zdynamizuje po wprowadzeniu prywatnych przemysłowych sieci 5G. Umożliwiają one podłączenie i szybką transmisję danych dla bardzo dużej liczby urządzeń. Szacuje się, że na powierzchni 1 km² sieć taka może nawiązać łączność nawet z milionem urządzeń¹².

Intensyfikacja rozwoju sieci 5G prowadzić winna również do poprawy prędkości transmisji danych. Przewiduje się, że w niedługim czasie prędkość ta winna kształtować się realnie na poziomie 1 Gb/s, co jednak jest warunkowane możliwością korzystania z częstotliwości transmisji w paśmie 3,4–3,8 GHz. W przyszłości zastosowanie pasma w częstotliwości 26 GHz spowoduje kolejny jakościowy krok do przodu i prędkość transmisji może osiągnąć nawet 1 Tb/s¹³.

Dane pozyskiwane z pomocą technologii 5G mogą być przesyłane bezpośrednio do chmury, co pokazano na rys. 11.

W [9] omówiono raport opracowany przez firmę ERICSON. Porusza on m.in. kwestię monitorowania stanu zasobów dla maszyn samokontrolujących się: „ERICSON rozpoznał, że producenci posiadający majątek produkcyjny podłączony do prywatnych sieci 5G zmniejszyli zapotrzebowanie na części zamienne o 10%. Łatwo zrozumieć, dlaczego tak się stało: maszyny mogą się samokontrolować i zgłaszać rozpoznawane odstępstwa od stanu normalnego we wczesnym stadium zaawansowania problemu, tzn. wtedy, gdy jeszcze nie jest on poważny. Badanie ERICSONA wykazało bardzo duży zwrot nakładów inwestycyjnych na samomonitorowanie się środków produkcji, a także na znaczne skrócenie czasu przestoju, obniżenie kosztów materiałowych i bardziej efektywne wykorzystanie zasobów ludzkich”.

Stosowanie lepszych serwerów diagnostyki

W tabeli 3 wśród pokazanych elementów systemu diagnostyki znalazł się m.in. serwer systemu diagnostyki. Na tę okoliczność wykorzystywane są coraz to silniejsze maszyny. O ile w przeszłości rozwiązaniem preferowanym było wykorzystywanie indywidualnego serwera systemu diagnostyki w każdym przedsiębiorstwie, a nawet dla każdej jego instalacji – o tyle współcześnie, w konsekwencji postępującego usieciowienia oraz dzięki wzrostowi jego niezawodności, należy bezwzględnie dążyć do stosowania serwerów wirtualnych. Takie rozwiązanie prowadzi przede wszystkim do zdecydowanego zwiększenia niezawodności działania systemu diagnostyki po stronie sprzętowej, skraca zdecydowanie przerwy w akwizycji danych spowodowane przyczynami sprzętowymi, ułatwia realizację wdrażania nowszych wersji oprogramowania tak merytorycznego (system diagnostyki), jak i operacyjnego (system komputerowy), zwiększa bezpieczeństwo cybernetyczne, zwiększa bezpieczeństwo ochrony danych (porządkuje archiwizację i buforowanie danych).

W dalszej przyszłości można się spodziewać, że serwery wirtualne aktualnie wykorzystywane na poziomie przedsiębiorstwa¹⁴ zostaną zastąpione przez serwery wirtualne pracujące na poziomie chmury, co pokazano na rys. 11. Na serwerach tych jest instalowane podstawowe oprogramowanie diagnostyczne, które jest odpowiedzialne za gromadzenie danych stosownie do wykorzystywanych procesorów komunikacyjnych i reżimu działania majątku produkcyjnego, a także odpowiadające skonfigurowaniu systemu. Oprogramowanie to jest także odpowiedzialne za postprocessing (na rys. 11 ten element systemu symbolizuje chmura opisana jako „S/W diag. D/A”). Mimo tego, że w [10] podano, iż „27% ankietowanych

przedsiębiorstw za pomocą chmury poszerza swoje zasoby IT, a także wykorzystuje chmurę do *backupu* i realizacji polityki *disaster recovery*”, to nie mają jeszcze miejsca w Polsce przypadki rutynowego wykorzystania chmury mającej na celu wsparcie SUR w zakresie polepszenia nadzoru majątku produkcyjnego przedsiębiorstwa poprzez wykorzystanie na tym poziomie systemów diagnostyki.

Wykorzystywanie metod sztucznej inteligencji (AI¹⁵)

Tak jak pokazano to na rys. 3, na system nadzoru składają się między innymi systemy diagnostyki, które są odpowiedzialne za gromadzenie i postprocessing diagnostyczny danych oraz oprogramowanie (czasami w tym celu stosowane są również rozwiązania sprzętowe) odpowiedzialne za konwersję danych w informacje użyteczne dla SUR.

Drugie z wymienionych zadań jest realizowane najczęściej przez oprogramowanie posiadające charakter ekspercki. Może ono być dedykowane dla określonego typu majątku produkcyjnego lub zorientowane na wstępnie zdefiniowany zbiór uszkodzeń tego majątku. Może także być wdrażane jako tzw. oprogramowanie szkieletowe, które następnie zostanie przez użytkownika wypełnione wiedzą czy to na bazie zgromadzonych danych czy też dzięki inteligencji posiadanej przez pracowników przedsiębiorstwa dokonującego wdrożenia.

Oprogramowanie, charakteryzujące się sztuczną inteligencją i umożliwiające konwersję danych w informacje użyteczne dla SUR, może być również zaimplementowane na poziomie chmury, co zostało pokazane na rys. 11 w chmurce reprezentującej oprogramowanie diagnostyczne i opisanej „S/W Diag. AI”. Na poziomie chmury może także pracować oprogramowanie umożliwiające realizację „uczenia maszynowego”, co także pokazano na tym rysunku w chmurce opisanej „NAUCZANIE MASZYNOWE”. Oprogramowanie takie jest bardzo użyteczne do prowadzenia analiz dla ustrukturalizowanych baz danych. Natomiast należy się spodziewać, że wcześniej czy później zostanie opracowane także efektywnie działające oprogramowanie, które umożliwi ekstrakcję

informacji użytecznych dla SUR z baz nieustrukturalizowanych.

Inne korzyści z wykorzystywania chmury

Wykorzystywanie chmury pozwala uzyskać również szereg innych korzyści, jak np. unikania problemów z unowocześnianiem systemu operacyjnego oraz z zachowaniem na właściwym poziomie bezpieczeństwa cybernetycznego, pozwala wykorzystywać *outsourcing* na okoliczność prowadzenia wspomaganie diagnostycznego przedsiębiorstwa w zakresie konwersji danych w informacje w przypadku problemów, które nie mogą być rozwiązane w sposób automatyczny z pomocą wykorzystania oprogramowania sztucznej inteligencji.

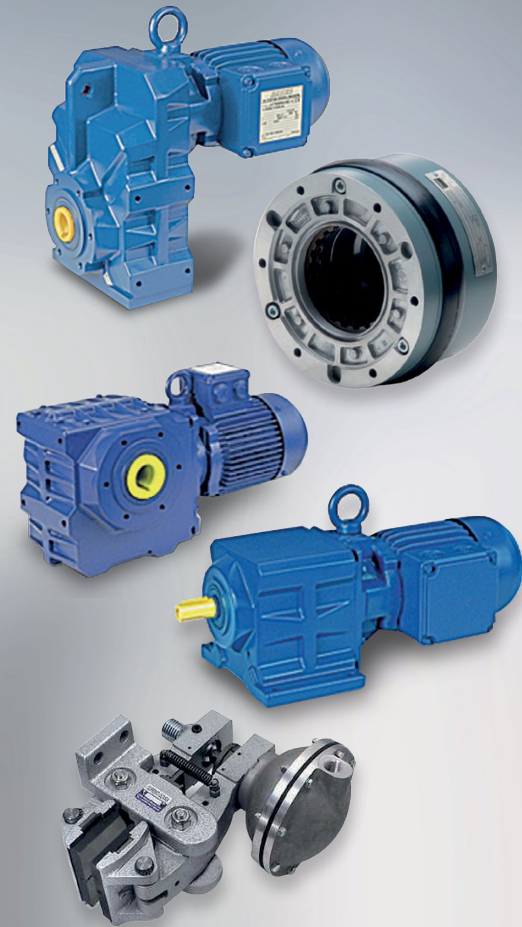
9. Korzyści

Wykorzystywanie nowych możliwości stwarzanych przez techniki i metody, które pojawiły się wraz z wkroczeniem w epokę Przemysłu 4.0, prowadzi do możliwości zoptymalizowania systemu wykorzystywanego w przedsiębiorstwie do wspomaganie nadzoru stanu technicznego. Współcześnie jest to możliwe przez wejście w alians *outsourcingowy* na poziomie: *IaaS*¹⁶, *PaaS*¹⁷ lub *SaaS*¹⁸. Przy podejmowaniu decyzji o wykorzystaniu któregoś z wymienionych serwisów dobrze jest mieć wypracowany pogląd odnośnie jego jakości. Potencjalni partnerzy mogą oferować serwis różny jakościowo, a także różne z usługą związane zagrożenia. W [11] wyspecyfikowano światowych graczy w obszarze dostarczania *IaaS* i dokonano oceny. Brak pewności, czy liderzy tej listy są faktycznie najlepszymi partnerami w zakresie *IaaS* dla PAM/EAM. Podobne wątpliwości można mieć co do efektywności współpracy z nimi w ramach *PaaS* dla EAM.

Rozważając możliwości z serii „as a Service” i podane zakresy odpowiedzialności, nie należy ograniczać się tylko do trzech wymienionych przykładów oraz należy przyrzeć się dokładnie, co te serwisy tak naprawdę oferują. W obszarze działania IoT można się bowiem spotkać z popularyzowaniem się innych serwisów, jak np. *NSaaS*¹⁹.

Podstawowa korzyść z wykorzystywania bardziej zaawansowanych form UR

Razem możemy osiągnąć więcej!



Oferujemy sprzedaż oraz serwis dla:

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

Nowość w ofercie

- POMIARY WIBROAKUSTYCZNE
- POMIARY TERMOWIZYJNE
- POMIARY OCHRONNE



STEINLEN Polska Sp. z o.o.

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

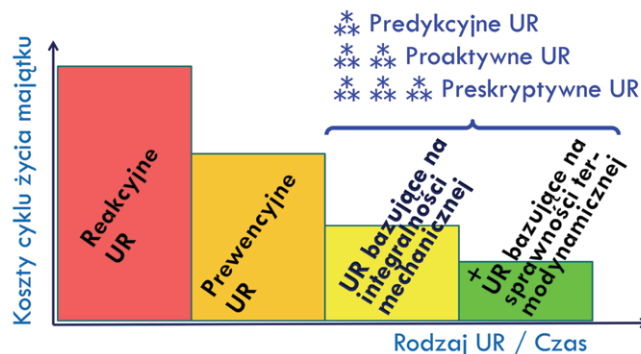
sprowadza się do obniżenia kosztów cyklu używania majątku produkcyjnego, co zostało zilustrowane na rys. 12. W szeregu publikacji można znaleźć oszacowania ilościowe oszczędności i zysków na różnych kierunkach działania przedsiębiorstwa. Zauważmy jednak, że oszacowania ilościowe są bardzo uzależnione od użytkowanego parku maszynowego oraz jakości wdrożenia, a więc od umiejętności, jakimi dysponują specjaliści firmy wdrażającej w zakresie wykorzystywania systemu dla maszyn o zróżnicowanej krytyczności oraz ich osobistego zaangażowania się w ten proces.

Optymalna forma serwisu outsourcingowego jest uzależniona od obiektywnej krytyczności²⁰ majątku produkcyjnego, jego liczby oraz wielkości przedsiębiorstwa. Także w przypadku korzystania z jakiejś formy współcześnie dostępnych serwisów na jej jakość wpływają nie tylko walory programowo-techniczne wykorzystywanego rozwiązania, ale także wiedza specjalistów wykorzystujących to rozwiązanie oraz ich rzeczywiste doświadczenie i faktyczne umiejętności na okoliczność prowadzenia diagnostyki majątku produkcyjnego. Doświadczenie pokazuje, że o ile w przypadku niewielkich przedsiębiorstw *outsourcing* na tę okoliczność może być efektywny z pomocą stosowania dowolnego z wymienionych serwisów, o tyle rozwiązanie typu SaaS jest wykorzystywane tym rzadziej, im przedsiębiorstwo jest większe.

10. Inne prerekwizyty

Jako prerekwizyty mogą być również postrzegane standardy. Dobrze jest być świadomym ich ewolucji. Przykładem bycia na czasie może być ewolucja standardów ISO dedykowanych drganiowym technikom nadzoru stanu technicznego. W przeszłości prezentowały one niezależne podejście dla nadzoru drganiowego wykorzystującego sejsmiczne czujniki drgań oraz te, w których były wykorzystywane drgania wirnika. W tym drugim przypadku pomiary bezkontaktowe są bezwzględnie preferowane dla niewielkich maszyn, które mają ślizgowe węzły łożyskowe zintegrowane z korpusem. Natomiast nowy standard ISO formułuje również wytyczne w zakresie sposobu instalacji czujników dla maszyn dużych mocy, w których są także wykorzystywane niezależne stojaki łożyskowe. Dla nich winny być realizowane równoległe oba rodzaje wymienionych pomiarów drgań. Jak dotąd w żadnej krajowej inwestycji nie zostało uwzględnione żądanie wdrożenia systemu nadzoru zgodnie z obowiązującymi już od dobrych kilku lat tymi najnowszymi standardami ISO. Przykład takiej inwestycji, zrealizowanej z nieaktualnym już podejściem, opisano w [12], natomiast po jej zakończeniu zostało wybudowanych kilka kolejnych bloków energetycznych oraz kilka kolejnych jest w trakcie budowy, dla których autorzy SIWZ-ów nawet nie zająknęli się na okoliczność zaleceń wynikających z najnowszych standardów ISO.

Wymienione standardy ISO nie są jedynymi nieprzeznaczanymi w krajowej rzeczywistości. Równie często dochodzi do ignorowania

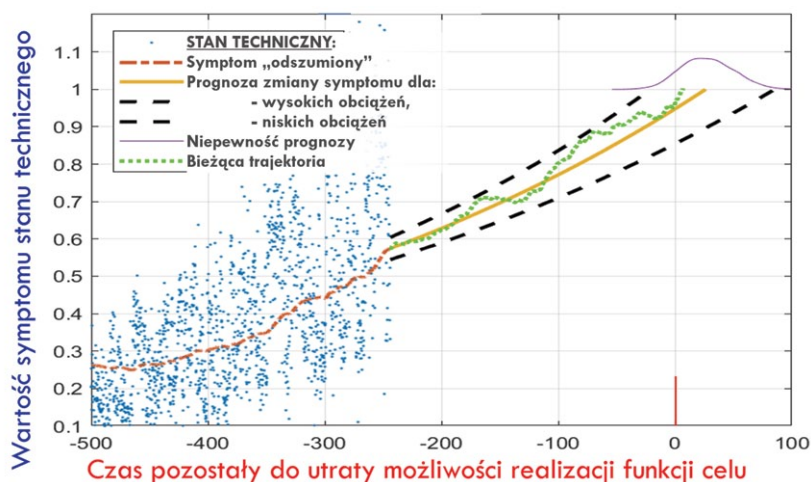


Rys. 12. Wpływ wykorzystywanego rodzaju UR na koszt cyklu życia majątku

standardu API 670 nie tylko w zakresie nadzoru drganiowego, ale również w zakresie formułowania wymagań na okoliczność nadzoru temperaturowego łożysk.

11. Zakończenie

Przejsie od UTRZYMANIA RUCHU 3.0 do UR 4.0 pociąga też za sobą zmianę znaczenia pewnych słów. I tak np. w internecie można znaleźć sporą liczbę publikacji, w których pojęcia „predycyjne UR”, „CBM” czy „prognostyczne UR” są traktowane jako synonimy. Natomiast prezentując nieco bardziej zaawansowaną wiedzę, świadomość ewolucji narzędzi wspomagających UR oraz wrażliwość techniczną, niekoniecznie należy się z takim podejściem zgadzać. Wszyscy czytelnicy pierwszy raz w życiu zetknęli się ze słowem „prognoza” w odniesieniu do pogody. Była to informacja mówiąca, jak będzie się ona następnego dnia zmieniać „rano – w południe – wieczorem” lub też jak się będzie zmieniać w kolejnych dniach tygodnia. Tak więc na „prognostyczne UR” należy patrzeć jak na ocenę bieżącego stanu technicznego środka produkcji oraz na przewidywaną zmianę tego stanu wraz z przyporządkowaniem przyszłych zmian do osi czasu (eksploatacyjnego), co zostało przykładowo pokazane na rys. 13. Pokazany na rysunku wykres prognozy na osi pionowej prezentuje zmianę symptomu stanu technicznego – wzrost wartości tegoż symptomu do wartości „1”



Rys. 13. Prognoza zmiany stanu technicznego środka produkcji

jest równoznaczny z utratą możliwości realizacji funkcji celu przez maszynę. Natomiast oś pozioma estymuje czas (mierzony np. w godzinach), co do którego spodziewamy się, że środek produkcji będzie w stanie jeszcze realizować zadaną mu funkcję celu.

W odróżnieniu od prognostycznego UR, na predykcyjne UR należy patrzeć współcześnie jak na ocenę i przewidywanie kierunku zmiany stanu technicznego bez wiązania tej zmiany z osią czasu. I tak np. możliwe jest następujące wnioskowanie: duże drgania czopa w łożysku ślizgowym powodują osłabienie przylegania stopu łożyskowego, to doprowadzi do jego wykruszeń, materiał z wykruszeń chwilowo przyciera o czop i łożysko, co skutkuje rozkalibrowaniem połączenia tej pary i prowadzi do nieosiowości połączenia wirników. Progresa wymienionych zdarzeń powoduje przyspieszenie pogarszania stanu dynamicznego i koniec końców doprowadzi do odstawienia maszyny.

12. Postscriptum

Różne rodzaje UR, wynikające także ze zróżnicowanych kryteriów podejścia do UR, zostały opisane w standardzie terminologicznym [13], a dla niektórych z nich pokazano w tym standardzie również relacje w uzależnieniach wzajemnych tych różnych rodzajów. Polska wersja tego standardu nosi tytuł „Obsługiwanie – terminologia dotycząca obsługiwania, PN-EN 13306:2018-01”. W słownikach angielsko-polskich łatwo znaleźć tłumaczenie słowa *maintenance* jako utrzymanie. Trochę trudniej natomiast w słownikach polsko-angielskich znaleźć tłumaczenie obsługiwania jako *maintenance*.

Przypisy

1. KOMISJA CYFROWEGO MODELOWANIA EKSPLOATACJI (CME) wystąpiła z inicjatywą przygotowania wykładu pod takim właśnie tytułem. Wykład miał miejsce w dniu 18 grudnia 2020 roku, a niniejszy artykuł prezentuje przedstawione tam treści.
2. Mimo tego, że wiele przedsiębiorstw wykorzystuje zaawansowane systemy monitorowania i zabezpieczeń, a także diagnostyki, to niestety w tej kwestii








sytuacja w kraju przedstawia się dramatycznie. Na palcach jednej ręki można policzyć przedsiębiorstwa, które wygenerowały dokumenty definiujące wymogi dla systemów nadzoru maszyn różnej krytyczności, a już przynajmniej od przedsiębiorstw o strukturze koncernowej można by było oczekiwać nie tylko posiadania takich dokumentów, ale także dbałości o przestrzeganie jakichś preferencji w zakresie standaryzacji wykorzystywanej w tym celu infrastruktury technicznej. Na tak negatywną ocenę rzeczywistości wpływa również fakt, że dość często publikowane są dokumenty przetargowe, w których wymagania adresowane na okoliczność systemu nadzoru pozostają w dysonansie nie tylko z najlepszą praktyką inżynierską, ale także z przestrzeganymi na świecie standardami.

3. BOP – *Balance of Plant*.
4. CMMS – *Computerized Maintenance Management System*.
5. ERP – *Enterprise Resource Planning*, czyli Zintegrowany System Planowania Zasobów Przedsiębiorstwa/Koncernu.
6. EAM – *Enterprise Asset Management*, czyli System Zarządzania Majątkiem Przedsiębiorstwa/Koncernu, którego zadaniem jest wspomaganie obsługi technicznej.
7. SQL – *Structured Query Language*; SQL jest najbardziej znanym i rozpowszechnionym strukturalnym językiem zapytań, służącym do tworzenia, modyfikacji oraz zarządzania bazami danych.
8. XML – *Extensible Markup Language*.
9. JSON – *JavaScript Object Notation*.
10. PAM – *Plant Asset Management*, czyli Zarządzanie Majątkiem Przedsiębiorstwa.
11. EAM – *Enterprise Asset Management*, czyli Zarządzanie Majątkiem Koncernu/Grupy.
12. Dla przykładu: jednym z największych krajowych przedsiębiorstw, posiadającym ponad 30-letnią tradycję w intensywnym i zaawansowanym wykorzystywaniu systemów monitorowania stanu technicznego, jest ORLEN w Płocku. Powierzchnia tego przedsiębiorstwa rozpościera się na obszarze blisko 12 km², co stwarza hipotetyczną możliwość podłączenia do 12 000 000 urządzeń w ramach sieci 5G, które mogłyby być wykorzystywane w celu usprawnienia sterowania produkcją,



Oto STAUFF Polska

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

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



NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złącz Rurowych
od STAUFF



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

www.stauff.pl

poprawy systemu nadzoru stanu technicznego itd. O ogromie tych hipotetycznych możliwości niech świadczy fakt, że w ORLEN-ie do systemów monitorowania i zabezpieczeń integralności mechanicznej jest aktualnie podłączonych w trybie online ponad 3000 czujników sygnałów dynamicznych.


13. Podane z prawej strony rys. 6 dane mówiące o prędkościach transmisji dla różnych systemów 2G...5G są prędkościami hipotetycznymi. Na aktualnym, tzn. wciąż początkowym etapie rozwoju sieci 5G w Polsce praktycznie uzyskiwane prędkości są znacznie niższe. Z danych zebranych przez Speedtest w trzecim kwartale roku 2020 wynika, że Polska ma najwolniejszą sieć 5G w grupie 11 krajów Unii Europejskiej, które poddano analizie. I tak np. mediana prędkości pobierania danych z wykorzystaniem technologii 5G najlepsza była w Hiszpanii, gdzie przekraczała 400 Mb/s i najniższa w Polsce, gdzie nie osiągała nawet 80 Mb/s. Krajowi operatorzy robią, co mogą, wykorzystując aktualnie dostępne częstotliwości 2100 MHz i 2600 MHz – natomiast za dużo na nich zrobić nie można.
14. Tak jak zaznaczono to na rys. 6, pierwszy serwer wirtualny wykorzystywany do pracy systemu diagnostyki został uruchomiony w Polsce w połowie pierwszej dekady tego wieku. Aktualnie serwery wirtualne są w kraju wykorzystywane przez kilka przedsiębiorstw z obszaru energetyka oraz O&G.
15. AI – *Artificial Intelligence*.
16. IaaS – *Infrastructure as a Service*, co tłumaczy się jako infrastruktura dostarczana jako usługa. W ramach tej usługi zasoby obliczeniowe, takie jak sprzęt komputerowy, sieciowy, urządzenia pamięci masowej oraz oprogramowanie, są hostowane w chmurze. Dostawca usługi jest właścicielem oraz operatorem zarówno sprzętu, jak i oprogramowania, a także właścicielem (lub dzierżawcą) centrum danych.
17. PaaS – *Platform as a Service*, co tłumaczy się jako platforma dostarczana jako usługa. W ramach usługi, która umożliwia użytkownikom końcowym tworzenie, integrację, migrację, wdrażanie, zabezpieczenie i zarządzanie aplikacjami mobilnymi i internetowymi. Usługi te obejmują rozwiązania dla analityków, użytkowników końcowych i administratorów IT.
18. SaaS – *Software as a Service*, co tłumaczy się jako oprogramowanie dostarczane w formie usługi. Proces dystrybucji i sprzedaży oprogramowania jest realizowany wirtualnie, tzn. bez udziału fizycznego nośnika w postaci np. płyty z programem i bez konieczności instalowania programu na własnym serwerze. W przypadku SaaS, czasami wykorzystuje się współcześnie także coraz bardziej popularne pojęcie XaaS – *Everything as a Service*.
19. NSaaS – *Network Security as a Service*, co tłumaczy się jako zapewnienie bezpieczeństwa sieciowego dostarczanego jako usługa. Zgodnie z najważniejszymi strategicznymi trendami technologicznymi widzianymi przez firmę Gartner w roku 2021, cyberbezpieczeństwo winno zapewniać elastyczność potrzebną do reagowania na przyspieszenie biznesu cyfrowego. Sieci w praktyce nie mają granic fizycznych. W związku z tym cyberbezpieczeństwo winno być rozpatrywane od poziomu konkretnej osoby, takiej jak indywidualny pracownik w organizacji, lub od poziomu urządzenia wykorzystywanego przez IoT; w przypadku takiego podejścia infrastruktura bezpieczeństwa może budować granice wokół

punktów dostępu składających się na większy system. W podejściu alternatywnym definiuje się granicę cyberbezpieczeństwa wokół centralnego punktu systemu, a następnie rozszerza się ją w taki sposób, aby obejmowała wszystkich ludzi pracujących na rzecz tego systemu i wszystkie wykorzystywane przez niego urządzenia; podejście takie pozwala na zarządzanie siecią na kierunku utrzymania bezpieczeństwa na zróżnicowanym poziomie dostępu do różnych części sieci.

20. Nie w każdym przypadku majątek produkcyjny uważany przez przedsiębiorstwo za krytyczny jest faktycznie majątkiem krytycznym z punktu widzenia jego wpływu na uzyskiwany wynik finansowy.

Literatura

- [1] NOWICKI R.: *Czarny humor UR – Odcinek 16: PSEUDOPROJEKTY SA. Cz. 1 – O&G*. „Służby Utrzymania Ruchu” 1/2021.
- [2] NOWICKI R.: *Czarny humor UR – Odcinek 8: Kraj jeden, ale światy dwa*. „Służby Utrzymania Ruchu” 2/2019.
- [3] NOWICKI R., BATE M.: *Programowe rozpoznawanie anomalii pracy agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi*. „Napędy i Sterowanie” 12/2013.
- [4] NOWICKI R., DUYAR A.: *Zróżnicowanie systemów online monitorowania stanu technicznego agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi AC*. „Napędy i Sterowanie” 5/2020.
- [5] SONG J., NOWICKI R., DUYAR A.: *Sprzętowe rozpoznawanie anomalii pracy agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi*. „Napędy i Sterowanie” 1/2014.
- [6] NOWICKI R.: *Preskryptywne utrzymanie ruchu*. „Chemia Przemysłowa” 4/2020.
- [7] RATHBONE T.C.: *Vibration Tolerances*, Power Plant Engineering, November 1939.
- [8] NOWICKI R.: *Utrzymanie ruchu, a Przemysł 4.0*. „Napędy i Sterowanie” 9/2020.
- [9] VIGLIAROLO R.: *Industry 4.0: 5 ways in which private 5G will drive the next manufacturing revolution*, Internet of Things 19-11-2020.
- [10] STECH G.: *Chmura obliczeniowa w Polsce – badanie „Computerworlda”*. www.Computerworld.pl, 2020-04-06.
- [11] *Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service*, Worldwide, Gartner, May 2018.
- [12] NOWICKI R.: *Czarny humor UR – Odcinek 4: PRAWIE – czyni znaczącą różnicę... także w nadzorze maszyn wirnikowych*. „Służby Utrzymania Ruchu” 1/2018.
- [13] Maintenance – Maintenance terminology, EN 13306.

 dr inż. Ryszard Nowicki, e-mail: Ryszard.Nowicki@vp.pl
niezależny ekspert, NOVITECH+;

Dyskretna optymalizacja dla strukturalnej klasyfikacji informacji za pomocą nakładkowych drzew logicznych

Marian A. Partyka, Maria Natowska

Wstęp

Optymalizacja oznacza otrzymanie najlepszego rozwiązania problemu w sensie określonego kryterium przy jednoczesnym uwzględnieniu zadanych ograniczeń i założeń. Wśród metod wyznaczających rangę ważności parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych i zmiennych decyzyjnych można wymienić np.: metodę wielowartościowych drzew logicznych, zmodyfikowany algorytm Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji wielowartościowych funkcji logicznych, graf zależności itd. Podejmowane działania wynikają z faktu istnienia wielu skomplikowanych procesów i urządzeń, których prawidłowa lub/i wydajniejsza praca zależy od wielu czynników [1–4].

W opracowaniu przedstawiono metodę zmodyfikowanego algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji wielowartościowych nakładkowych drzew logicznych z uwzględnieniem kompromisu. Koncepcja drzewa nakładkowego polega na nałożeniu na siebie drzew decyzyjnych jako zbiorów rozwiązań spełniających ustalone kryterium z zachowaniem warunku, że musi być ten sam układ pięter dla nakładkowych drzew. Po tej operacji powstają drzewa z gałązkami wielokolorowymi.

Drzewo optymalne jest drzewem decyzyjnym, które posiada najmniejszą liczbę gałązek prawdziwych. Takie drzewa decyzyjne służą do wyznaczenia optymalnych układów parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych obiektów technicznych.

Przedstawione powyżej własności drzew decyzyjnych przydają się do znalezienia rangi ważności parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych od najważniejszego na dole do najmniej ważnego na górze [5, 6, 7]. Tego typu obliczenia, własności, modele rysunkowe można zastosować do drzew nakładkowych.

W opracowaniu jako przykład rzeczywisty wykorzystano wyniki pomiarów dla pompy zębatej z podciętą stopą zęba i uznano, że funkcją kryterialną celu jest sprawność całkowita pompy, natomiast za zmienne decyzyjne przyjęto następujące parametry: p_t (ciśnienie tłoczenia), n (prędkość obrotowa), Q_{rz} (wyporność rzeczywista), M (moment strat hydrauliczno-mechanicznych).

Aby zoptymalizować pracę pompy zębatej, dokonano obliczeń następujących sprawności: objętościowej (η_v), hydrauliczno-mechanicznej (η_{hm}) oraz całkowitej (η_c). Optymalizacja sprawności pompy może przebiegać jako metoda monokryterialna lub wielokryterialna. Szczegółowe wzory obliczeniowe dla tych sprawności można znaleźć w [5].

W ujęciu decyzyjnym drzewa logiczne na każdym poziomie/piętrze zawierają daną zmienną decyzyjną przypisaną do danego parametru konstrukcyjnego i/lub eksploatacyjnego.

Streszczenie: Arytmetyczne i logiczne wartości decyzyjnych parametrów. Optymalne decyzyjne drzewa z minimalną liczbą prawdziwych gałązek. Algorytm Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji wielowartościowych funkcji logicznych. Modelowy konflikt w zbiorze kryterialnym i kompromis dla rozwiązania optymalnego.

DISCRETE OPTIMIZATION FOR STRUCTURAL CLASSIFICATION OF INFORMATIONS BY MEANS OF MULTIPLE - DIMENSIONAL LOGIC TREES

Abstract: Arithmetic and logical values of decision parameters. Optimal decision trees with a minimum number of true branches. The Quine-Mc Cluskey minimization algorithm of multiple - valued logic functions. The model conflict in a set of criteria and compromise for optimal solution.

Gałązki drzew są kodowane ustalonymi wartościami logicznymi zmian wartości arytmetycznych parametrów konstrukcyjnych i/lub eksploatacyjnych odpowiednio od lewej do prawej strony i dla poszczególnych zmiennych przyjmują odpowiednio wartości: $p_t = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$; $n, Q_{rz} = 0, 1, 2, 3, 4$; $M = 0, 1, 2, 3$ [5].

W podpunktach 1.1, 2.1 tego opracowania zastosowano „ręczne” wyznaczenie optymalnego drzewa dla przedstawionego przykładu teoretycznego metodą drzewiastą. Metoda ta polega na rozrysowaniu wszystkich możliwych kombinacji pięterowych drzew (po sześć dla każdego kryterium oraz drzewa nakładkowego) z zaznaczeniem ścieżek prawdziwych (czerwone gałązki – kryterium I, niebieskie gałązki – kryterium II) i uproszczeniu, czyli redukcji pełnych wiązek gałązkowych, a następnie znalezieniu drzewa najlepszego (optymalnego) dla każdego kryterium w danym przykładzie, czyli drzewa z najmniejszą liczbą gałązek prawdziwych.

Jednak dla każdego kryterium trzeba rozrysować $n!$ drzew, czyli dla trzech zmiennych $3! = 6$.

W paragrafach 1.2, 2.2 przedstawiono obliczenia dla tych samych danych co w podpunktach 1.1, 1.2 według algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya.

Algorytm Quine'a-Mc Cluskeya jest metodą algorytmiczną minimalizacji wielowartościowych systemów logicznych i jest

Kryterium I																	
x_1	x_2	x_3	x_1	x_3	x_2	x_2	x_1	x_3	x_2	x_3	x_1	x_3	x_1	x_2	x_3	x_2	x_1
0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1	0	
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	2	0	
0	2	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	
0	2	1	0	1	2	0	1	2	0	2	1	0	1	1	0	1	
0	2	2	0	2	2	1	0	0	1	0	0	1	0	2	1	2	0
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	2	1	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
1	1	0	1	0	1	2	0	1	2	1	0	2	0	2	2	2	0
1	1	1	1	1	1	2	0	2	2	2	0	2	1	0	2	0	1

Kryterium II																	
x_1	x_2	x_3	x_1	x_3	x_2	x_2	x_1	x_3	x_2	x_3	x_1	x_3	x_1	x_2	x_3	x_2	x_1
1	1	2	1	2	1	0	2	1	0	1	2	0	1	2	0	2	1
1	2	0	1	0	2	1	1	2	1	2	1	0	2	1	0	1	2
1	2	1	1	1	2	1	2	0	1	0	2	2	2	1	2	1	2
1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1
2	0	1	2	1	0	1	2	2	1	2	2	1	2	0	1	0	2
2	1	0	2	0	1	2	1	0	2	0	1	1	2	1	1	1	2
2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2
2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1
2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1

Tabela 1. Kombinacje prawdziwych (realizowalnych) ścieżek dla ustalonych dwóch kryteriów dla przykładu 1

używany w procesie wyznaczania rangi ważności ustalonych zmiennych (parametrów) [1].

W rozpatrywanym opracowaniu algorytm Quine’a-Mc Cluskeya minimalizacji indywidualnych cząstkowych wielowartościowych funkcji logicznych wyznacza liczbę gałązek na danym etapie z uwzględnieniem: krotności upraszczania ustalonej zmiennej logicznej, liczby gałązek, które nie upraszczają gałązek na wyższym piętrze i liczby gałązek dla upraszczających się wiązek gałązkowych na wyższym piętrze [1].

Opis zasady działania algorytmu w ujęciu decyzyjnym można sformułować następująco:

$$C_k - k_i * m_i + k_i + K_i \quad (1)$$

gdzie:

- C_k – liczba literalów na k -tym piętrze hierarchicznym;
- k_i – liczba wiązek upraszczających się i -tej zmiennej (na danym piętrze);
- m_i – wielowartościowość i -tej zmiennej;
- K_i – liczba gałązek niższego piętra, które nie upraszczają gałązek na wyższym piętrze i -tej zmiennej.

Opisane wyżej równanie (1) jest powtarzane etapowo dla kolejnych pięter z góry na dół drzewa decyzyjnego, tzn. od zmiennej najmniej ważnej do najważniejszej. Po drodze zmienne niegwarantujące minimum liczby gałązek na danym etapie obliczeniowym są eliminowane z dalszych obliczeń. W związku z tym nie trzeba rozpatrywać/obliczać wszystkich drzew decyzyjnych, gdyż po kolejnych etapach drzewa niezapewniające otrzymania drzewa optymalnego z najmniejszą

liczbą gałązek odpadają zgodnie z teorią permutacji. Gdyby tak nie było, to należałoby rozpatrzyć $n!$ wszystkich układów pięterowych logicznych drzew decyzyjnych zgodnie z liczbą permutacji, co jest problemem NP zupełnym, czyli nie do zrealizowania w czasie realnym. Dlatego wzór (1) gwarantuje znalezienie drzew optymalnych bez generowania wszystkich możliwych permutacji, a nawet bez przeszukiwania gotowego wygenerowanego zbioru [1].

W podpunktach 1.3, 2.3 zostały nałożone dwa kryteria na jedno drzewo, czyli wykonano drzewa nakładkowe bez rozróżnienia kolorów gałązek (jednokolorowe).

1. Przykład teoretyczny drzew nakładkowych

Dane są dwa kryteria i występuje układ trzech zmiennych x_1, x_2, x_3 , które przyjmują wartości 0, 1, 2. Występuje tutaj sytuacja bezkonfliktowa, ponieważ optymalne drzewo dla kryterium I, kryterium II oraz dla drzewa nakładkowego posiada identyczny układ pięter czyli $x_1x_2x_3$ (od dołu do góry). Wszystkie kombinacje pięterowe logicznych drzew decyzyjnych zostały przedstawione w [5].

Przykład 1

Tabela 1 przedstawia kombinację prawdziwych (realizowalnych) ścieżek dla ustalonych dwóch kryteriów dla przykładu 1.

1.1. Wyznaczanie optymalnego drzewa metodą drzewiastą

Dla analizowanego przykładu wyznaczono poszczególne układy pięterowe z liczbami gałązek prawdziwych po uproszczeniu (tabela 2).

	Kryterium I	Kryterium II	Nakładkowe
$x_1x_2x_3$	11	10	2
$x_1x_3x_2$	18	14	4
$x_2x_1x_3$	12	11	4
$x_2x_3x_1$	21	19	9
$x_3x_1x_2$	19	15	6
$x_3x_2x_1$	21	19	9

Tabela 2. Liczba gałęzi prawdziwych dla analizowanego przykładu 1

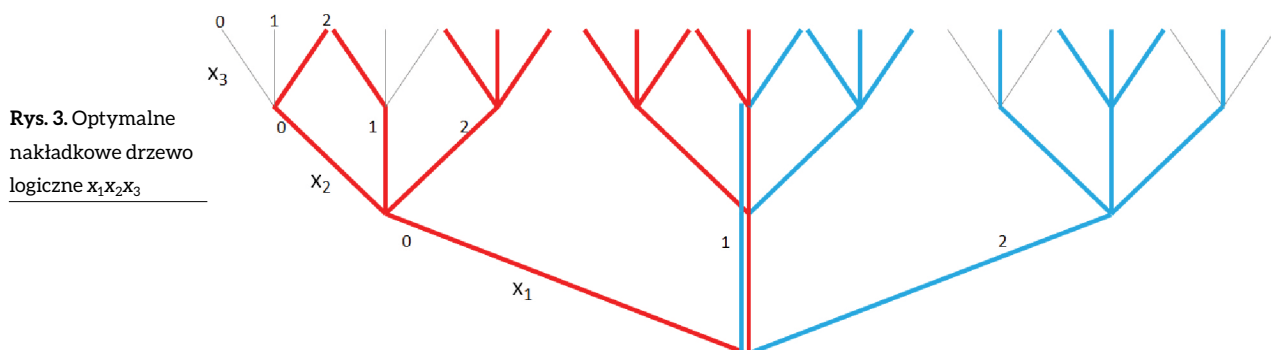
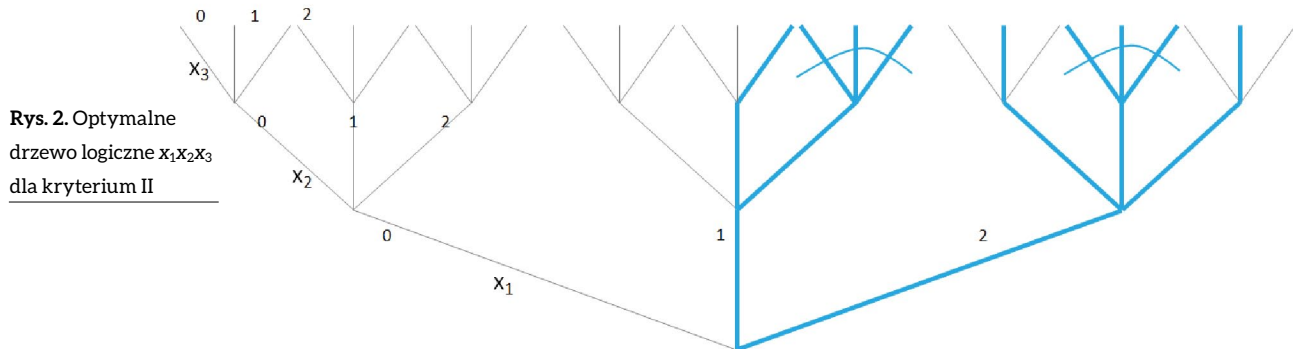
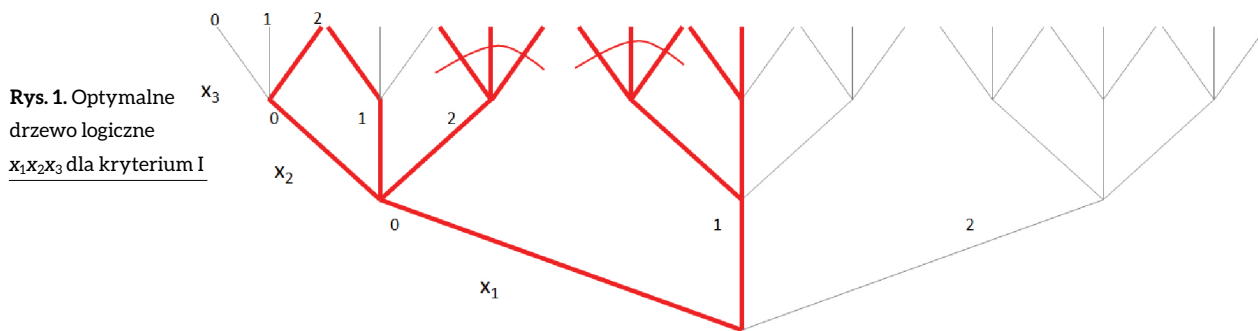
W tabeli 2 zostały zestawione wyniki dla wszystkich układów pięter. Optymalne układy drzew dla każdej grupy: kryterium I, kryterium II, nakładkowe zostały wyróżnione kolorem żółtym.

1.2. Wyznaczanie rangi ważności parametrów według algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya [5]

Zaprezentowane poniżej obliczenia zostały dokonane na podstawie rozrysowanych drzew decyzyjnych. Podano obliczenia dla kryterium I dla znalezienia drzewa optymalnego. Na najwyższym piętrze, czyli najmniej ważną zmienną, jest zmienna x_3 , ponieważ w wyniku obliczeń ma najmniejszy wskaźnik gałązkowy:

$$x_3: 10 - 2 * 3 + 2 + 3 = 9$$

Po pierwszym etapie obliczeń widać, że na niższym piętrze może znaleźć się jedna z dwóch zmiennych x_1, x_2 , ale obowiązuje ta sama zasada co na pierwszym etapie, czyli na niższym



piętrze będzie zmienna z mniejszym wskaźnikiem gałązkowym, tzn. x_2 :

$$x_2: 5 - 0 * 3 + 0 + 2 = 7$$

Z dokonanych dwuetapowych obliczeń widać, że dla kryterium I zmienna x_1 jest najważniejsza, x_2 mniej ważna, a x_3 najmniej ważna.

Podobnie dla kryterium II dokonano obliczeń dwuetapowych. Pierwszy etap wyznacza na najwyższym piętrze zmienną najmniej ważną

$$x_3: 9 - (2 * 3) + 2 + 3 = 8$$

a drugi etap zmienną ważniejszą

$$x_2: 5 - (0 * 3) + 0 + 2 = 7$$

na niższym piętrze, czyli ostatecznie x_1 musi być najważniejsza. Ostatecznie otrzymano optymalny układ pięter $x_1x_2x_3$ dla kryterium II.

Dla optymalnego nakładkowego drzewa decyzyjnego otrzymano kolejno dwuetapowe wyniki

$$x_3: 1 + (0 * 3) + 1 = 2$$

$$x_2: 3 - (0 * 3) + 0 + 3 = 6$$

i dlatego zmienną najmniej ważną jest x_3 , a najważniejszą zmienną x_1 . Optymalny układ pięter dla wielowartościowego nakładkowego drzewa decyzyjnego jest $x_1x_2x_3$.

1.3. Wyznaczanie rangi ważności parametrów drzewa nakładkowego bez kryterium kompromisu

Obliczenia dla drzewa nakładkowego przeprowadza się analogicznie według wzoru piętrowego dla gałęzi prawdziwych, ale bez rozróżniania kolorów.

Poniżej przedstawiono wszystkie możliwe kombinacje piętrowe dla nakładkowego jednokolorowego drzewa logicznego oraz liczbę gałęzi prawdziwych (realizowalnych) dla analizowanego przykładu:

- $x_1x_2x_3 - 13$;
- $x_1x_3x_2 - 16$;
- $x_2x_1x_3 - 16$;

- $x_2x_3x_1 - 25$;
- $x_3x_1x_2 - 19$;
- $x_3x_2x_1 - 25$.

W celu znalezienia najlepszego drzewa nakładkowego jednokolorowego przeprowadzono kolejne obliczenia etapowe

$$x_3: 19 - (5 * 3) + 5 + 4 = 13$$

$$x_2: 9 - (1 * 3) + 1 + 2 = 9$$

z których otrzymano optymalny układ pięter $x_1x_2x_3$, idąc od korzenia do wierzchołka drzewa, tzn. zmienna x_3 jest najmniej ważna, a najważniejszą zmienną jest x_1 .

W przykładzie pierwszym, jak już wcześniej wspomniano, nie występuje konflikt, ponieważ dla kryterium I, kryterium II i dla drzewa nakładkowego optymalne wielowartościowe logiczne drzewo decyzyjne ma ten sam układ pięter, czyli $x_1x_2x_3$, a tym samym najmniej ważną zmienną jest x_3 , a najważniejszą x_1 .

2. Przykład teoretyczny drzew nakładkowych z istniejącym konfliktem i kompromisem

Dane są dwa kryteria i występuje układ trzech zmiennych x_1, x_2, x_3 , które przyjmują wartości 0, 1, 2. Występuje tutaj sytuacja konfliktowa, ponieważ liczba optymalnych drzew jest inna: dla kryterium I oraz drzewa nakładkowego – jedno drzewo optymalne o układzie pięter $x_1x_2x_3$, dla kryterium II – dwa drzewa optymalne o układzie $x_1x_2x_3$ i $x_1x_3x_2$.

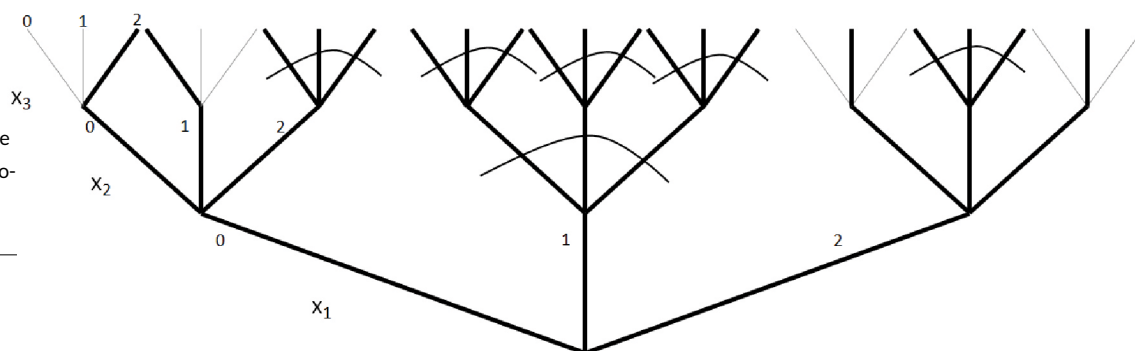
Przykład 2

Tabela 3 przedstawia kombinacje prawdziwych ścieżek dla ustalonych dwóch kryteriów dla przykładu 2.

2.1. Wyznaczanie optymalnego drzewa dla przykładu 2 metodą drzewiastą

Dla analizowanego przykładu obliczono, że poszczególne układy posiadają następującą liczbę gałęzi prawdziwych po uproszczeniu (tabela 4).

W tabeli 4 zostały zestawione wyniki dla wszystkich układów pięter. Optymalne układy drzew dla każdej grupy: kryterium I, kryterium II, nakładkowe zostały wyróżnione kolorem żółtym. Można zauważyć, że istnieje różnica w liczbie drzew optymalnych między kryteriami: dla kryterium I istnieje jeden układ optymalny, natomiast dla kryterium II istnieją dwa optymalne układy pięter.



Rys. 4. Optymalne nakładkowe jednokolorowe drzewo logiczne $x_1x_2x_3$

Kryterium I																	
x_1	x_2	x_3	x_1	x_3	x_2	x_2	x_1	x_3	x_2	x_3	x_1	x_3	x_1	x_2	x_3	x_2	x_1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0
0	2	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0
0	2	1	0	1	2	2	0	1	2	1	0	1	0	2	1	2	0
0	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	2	2	2	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	2	1	2	0	0	1	2	0	2	1	2	1	0	2	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	0	1	0	2	2	1	0	2	0	1	0	1	2	0	2	1
1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1
2	1	0	2	0	1	1	2	0	1	0	2	0	2	1	0	1	2
2	0	1	2	1	0	0	2	1	0	1	2	1	2	0	1	0	2
2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2
2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2
2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2

Kryterium II																	
x_1	x_2	x_3	x_1	x_3	x_2	x_2	x_1	x_3	x_2	x_3	x_1	x_3	x_1	x_2	x_3	x_2	x_1
0	2	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0
0	1	2	0	2	1	1	0	2	1	2	0	2	0	1	2	1	0
0	2	1	0	1	2	2	0	1	2	1	0	1	0	2	1	2	0
0	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	2	2	2	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
1	0	2	1	2	0	0	1	2	0	2	1	2	1	0	2	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
1	2	0	1	0	2	2	1	0	2	0	1	0	1	2	0	2	1
1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1
2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2
0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0

Tabela 3. Kombinacje prawdziwych ścieżek dla ustalonych dwóch kryteriów dla przykładu 2

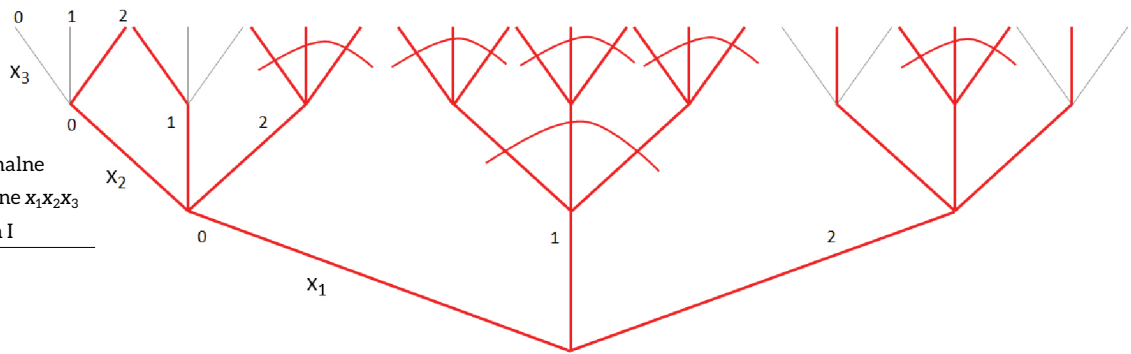
	Kryterium I	Kryterium II	Nakładkowe
$x_1x_2x_3$	13	10	8
$x_1x_3x_2$	16	10	11
$x_2x_1x_3$	16	13	11
$x_2x_3x_1$	25	27	25
$x_3x_1x_2$	19	13	14
$x_3x_2x_1$	25	27	25

Tabela 4. Liczba gałęzi prawdziwych dla analizowanego przykładu 2

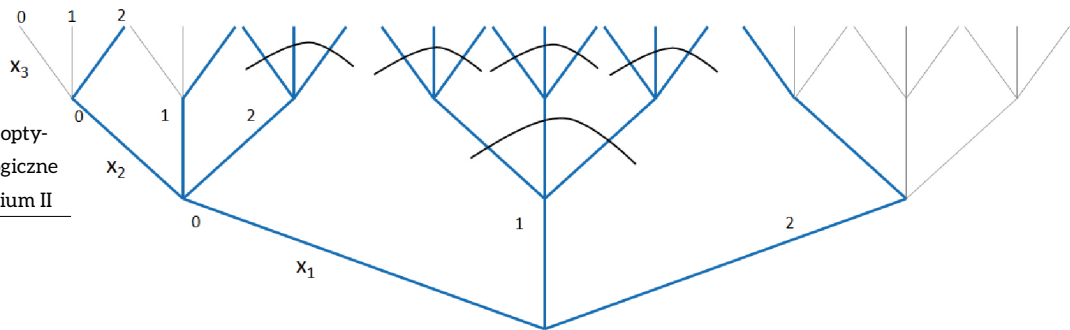
2.2. Wyznaczanie rangi ważności parametrów według algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya

Zaprezentowane poniżej obliczenia zostały dokonane na podstawie rozrysowanych drzew decyzyjnych. Podano obliczenia dla kryterium I dla znalezienia drzewa optymalnego. Na najwyższym piętrze, czyli najmniej ważną zmienną, jest zmienna x_3 , ponieważ w wyniku obliczeń ma najmniejszy wskaźnik gałązkowy:

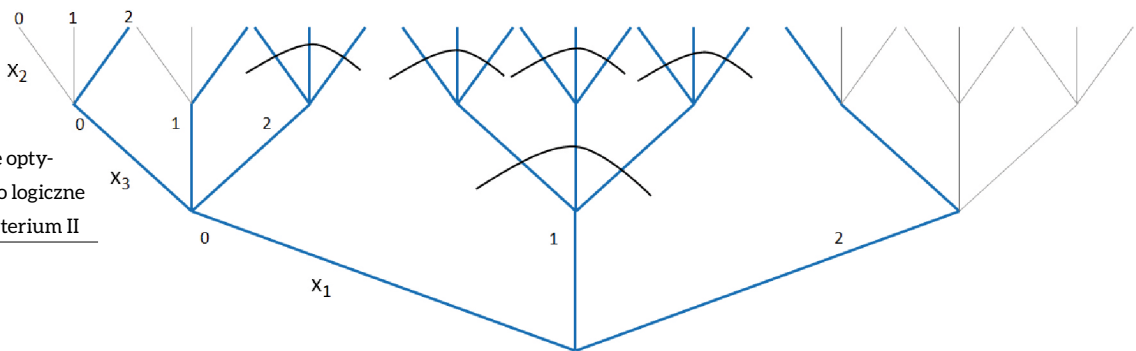
$$x_3: 19 - 5 + 3 + 5 + 4 = 13$$



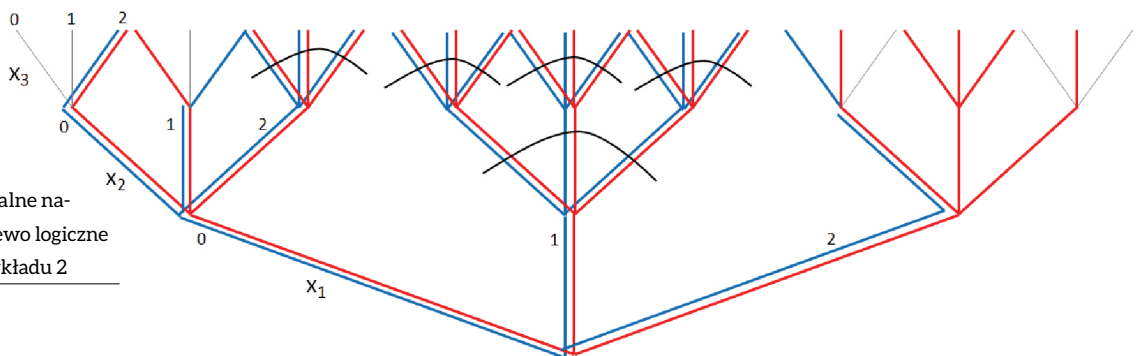
Rys. 5. Optymalne drzewo logiczne $x_1x_2x_3$ dla kryterium I



Rys. 6. Pierwsze optymalne drzewo logiczne $x_1x_2x_3$ dla kryterium II



Rys. 7. Drugie optymalne drzewo logiczne $x_1x_3x_2$ dla kryterium II



Rys. 8. Optymalne nakładkowe drzewo logiczne $x_1x_2x_3$ dla przykładu 2

Po pierwszym etapie obliczeń widać, że na niższym piętrze może znaleźć się jedna z dwóch zmiennych x_1 , x_2 , ale obowiązuje ta sama zasada co na pierwszym etapie, czyli na niższym piętrze będzie zmienna z mniejszym wskaźnikiem gałązkowym, tzn. x_2 :

$$x_2: 9 - 1 \cdot 3 + 1 + 2 = 9$$

Z dokonanych dwuetapowych obliczeń widać, że dla kryterium I zmienna x_1 jest najważniejsza, x_2 mniej ważna, a x_3 najmniej ważna.

Podobnie dla kryterium II dokonano obliczeń dwuetapowych. Pierwszy etap wyznacza na najwyższym piętrze dwie zmienne x_2 i x_3 z najniższym wskaźnikiem gałązkowym:

$$x_2: 15 - (4 \cdot 3) + 4 + 3 = 10$$

$$x_3: 15 - (4 \cdot 3) + 4 + 3 = 10$$

Wyniki etapu I wyłoniły dwa minima dla dwóch zmiennych x_2 i $x_3 = 10$, dlatego w etapie II dokonano obliczeń w dwóch podetapach: etap IIa: redukcja dla układu x_1x_3 , etap IIb: redukcja dla układu x_1x_2 :

• Etap IIa

$$x_3: 7 - (1 \cdot 3) + 1 + 2 = 7$$

• Etap IIb

$$x_2: 7 - (1 \cdot 3) + 1 + 2 = 7$$

Etap drugi wyznacza dwa minima dla x_2 i x_3 . Dla kryterium II przykładu 2 najważniejszą zmienną jest x_1 , natomiast zmienne x_2 i x_3 są mniej ważne, ale konkurencyjne względem siebie. Ostatecznie otrzymano dwa optymalne układy pięter: $x_1x_2x_3$ oraz $x_1x_3x_2$.

Dla optymalnego nakładkowego drzewa decyzyjnego otrzymano kolejno dwuetapowe wyniki:

$$x_3: 13 - 4 \cdot 3 + 4 + 1 = 6$$

$$x_2: 7 - 1 \cdot 3 + 1 + 2 = 7$$

i dlatego zmienną najmniej ważną jest x_3 , a najważniejszą zmienną x_1 . Optymalny układ pięter dla wielowartościowego nakładkowego drzewa decyzyjnego jest $x_1x_2x_3$.

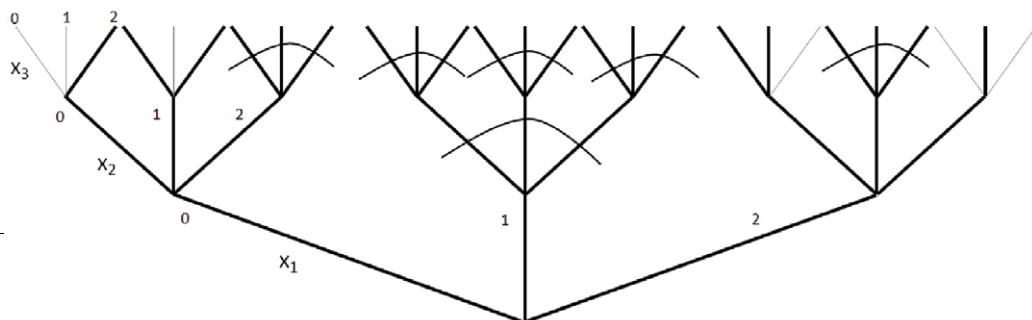
2.3. Wyznaczanie rangi ważności parametrów drzewa nakładkowego z kryterium kompromisu

Obliczenia dla drzewa nakładkowego przeprowadza się analogicznie według wzoru piętrowego dla gałęzek prawdziwych, ale bez rozróżniania kolorów.

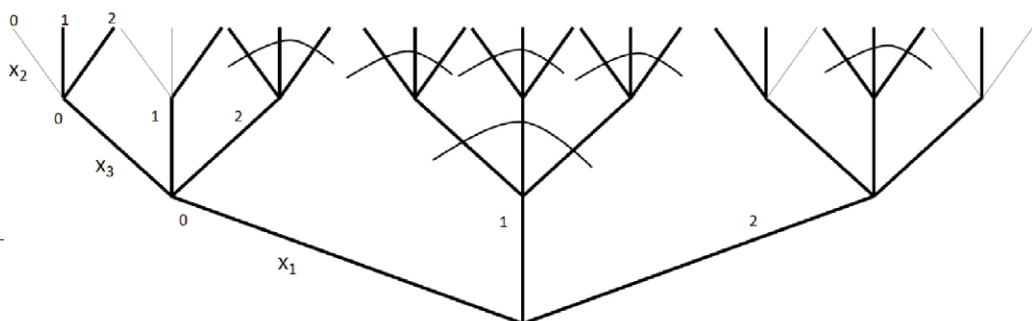
Poniżej przedstawiono wszystkie możliwe kombinacje piętrowe dla nakładkowego jednokolorowego drzewa logicznego oraz liczbę gałęzi prawdziwych (realizowalnych) dla analizowanego przykładu:

- $x_1x_2x_3 - 15$;
- $x_1x_3x_2 - 15$;
- $x_2x_1x_3 - 18$;
- $x_2x_3x_1 - 24$;
- $x_3x_1x_2 - 18$;
- $x_3x_2x_1 - 24$.

Rys. 9. Pierwsze optymalne nakładkowe drzewo logiczne jednokolorowe $x_1x_2x_3$



Rys. 10. Drugie optymalne nakładkowe drzewo logiczne jednokolorowe $x_1x_3x_2$



W celu znalezienia najlepszego drzewa nakładkowego jednokolorowego przeprowadzono kolejne obliczenia etapowe:

- Etap I

$$x_3: 21 - (5 * 3) + 5 + 4 = 13$$

$$x_2: 21 - (5 * 3) + 5 + 4 = 13$$

Wyniki etapu I wyłoniły dwa minima dla dwóch zmiennych x_2 i x_3 , dlatego w etapie II dokonano obliczeń w dwóch pod-etapach: etap IIa: redukcja dla układu x_2x_3 , etap IIb: redukcja dla układu x_1x_2 :

- Etap IIa:

$$x_3: 9 - (1 * 3) + 1 + 2 = 9$$

- Etap IIb:

$$x_2: 9 - (1 * 3) + 1 + 2 = 9$$

W wyniku obliczeń dwóch podetapów etapu II otrzymano dwa minima dla zmiennych: x_2 i x_3 . Najważniejszą zmienną jest zmienna x_1 , natomiast zmienne x_2 i x_3 są mniej ważne, ale konkurencyjne względem siebie. Ostatecznie otrzymano dwa optymalne układy pięter: $x_1x_2x_3$ oraz $x_1x_3x_2$.

W przykładzie drugim, jak już wcześniej wspomniano, występuje konflikt, ponieważ kryterium I ma jedno drzewo optymalne ($x_1x_2x_3$), natomiast kryterium II ma dwa optymalne układy pięter ($x_1x_2x_3$ oraz $x_1x_3x_2$).

3. Przykład liczenia gałązek z rysunku (układu), a następnie liczenie gałązek drzewa ze wzoru dla nieoptymalnych drzew

Po rozrysowaniu wszystkich kombinacji pięterowych dla przykładu 1 i po uproszczeniu drzew (skreślenie wszystkich pełnych wiązek gałązkowych bez powstania gałązek izolowanych), wyliczono liczbę pozostałych gałązek prawdziwych, idąc od góry drzewa.

Na rys. 11 dokonano liczenia gałązek dla wybranego logicznego drzewa decyzyjnego przykładu 1 kryterium II. Po

uproszczeniu na najwyższym piętrze drzewa pozostało 6 gałązek prawdziwych. Po zejściu na niższe piętro sprawdzono, czy można uprościć pełne wiązki gałązkowe. W rozpatrywanym drzewie nie istnieje możliwość skreślenia na drugim piętrze drzewa pełnych wiązek gałązkowych, dlatego liczba gałązek prawdziwych na tym piętrze to 6. Schodzimy na niższy poziom drzewa i powtarzamy całą procedurę, jak opisano wyżej. Na najniższym poziomie drzewa są 3 gałązki prawdziwe. Łączna liczba gałązek dla analizowanego logicznego drzewa decyzyjnego wynosi: $6 + 6 + 3 = 15$.

Poniżej przedstawione zostały obliczenia dla pięter na rys. 11. Obliczenia dla zmiennej na najwyższym piętrze:

$$x_2: 9 - (1 * 3) + 1 + 5 = 12$$

gdzie:

- 9 – 9 gałązek (ścieżek) prawdziwych od dołu (korzenia) drzewa do góry (wierzchołka) drzewa;
- 1 – jedna pełna wiązka gałązkowa uprościła się na najwyższym piętrze drzewa;
- 3 – zmienna x_2 jest trójwartościowa;
- 5 – z 5 gałązek piętra niższego wyrosły gałązki nieupraszczone się.

Obliczenia dla zmiennej znajdującej się na piętrze niżej, czyli x_1 .

$$x_1: 6 - (0 * 3) + 0 + 3 = 9$$

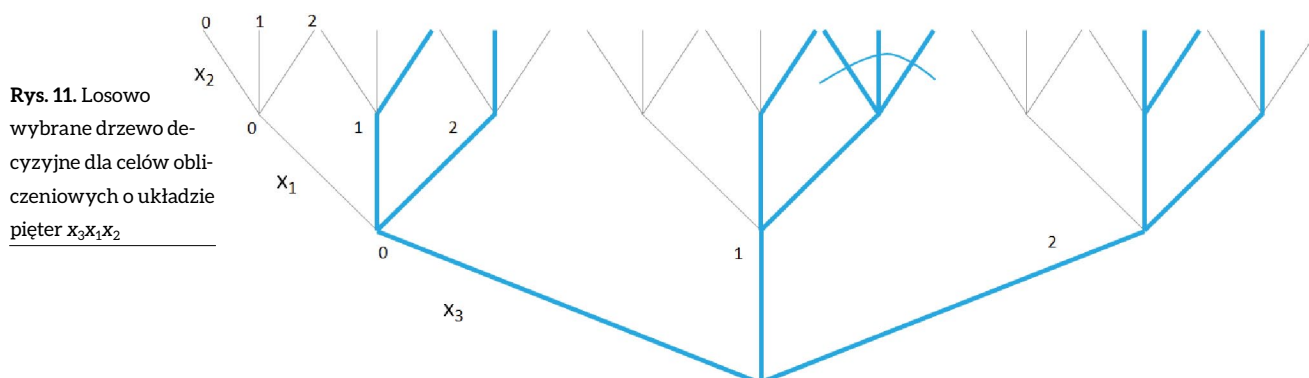
Na rys. 12 przedstawiono wybrane drzewo decyzyjne dla kryterium I z przykładu 1. Obliczenia dokonano analogicznie jak wyżej dla kryterium II.

- Etap I – najwyższe piętro:

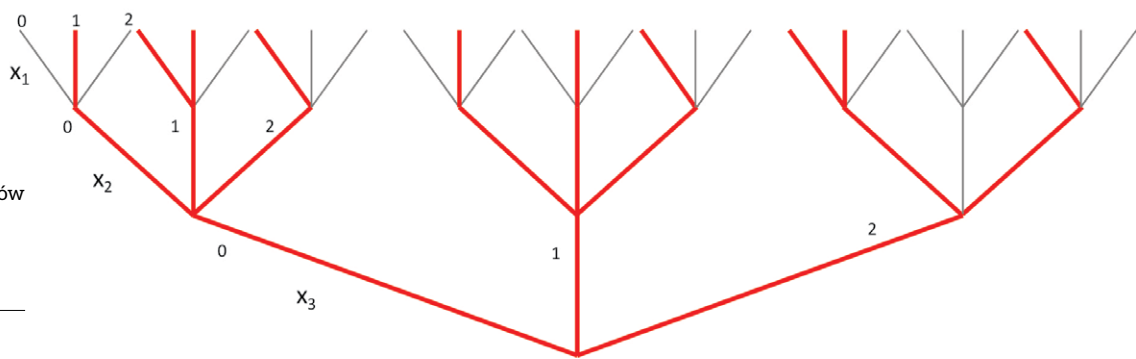
$$x_1: 10 - (0 * 3) + 0 + 8 = 12$$

- Etap II – niższe piętro (drugie) przedstawionego wyżej logicznego drzewa decyzyjnego:

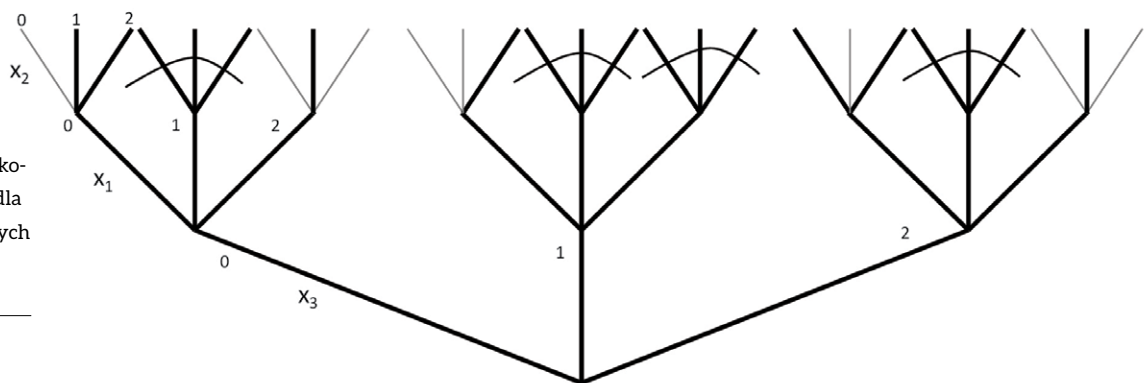
$$x_2: 8 - (0 * 3) + 0 + 3 = 11$$



Rys. 11. Losowo wybrane drzewo decyzyjne dla celów obliczeniowych o układzie pięter $x_3x_1x_2$



Rys. 12. Losowo wybrane drzewo decyzyjne dla celów obliczeniowych o układzie pięter $x_3x_2x_1$



Rys. 13. Losowo wybrane drzewo nakładkowe jednokolorowe decyzyjne dla celów obliczeniowych o układzie pięter $x_3x_1x_2$

Rysunek 13 przedstawia wybrane przypadkowo jedno z gorszych nakładkowych wielowartościowych drzew decyzyjnych (jednokolorowe) przykładu 1 oraz obliczenia zgodnie z etapami podanymi wyżej.

- Etap I – najwyższe piętro:

$$x_2: 19 - (4 * 3) + 4 + 5 = 16$$

- Etap II – niższe piętro (drugie) przedstawionego wyżej logicznego drzewa decyzyjnego:

$$x_1: 9 - (0 * 3) + 0 + 3 = 12$$

Powyższe obliczenia są nieistotne, chociaż poprawnie wykonane, ponieważ nie gwarantują optymalności drzewa decyzyjnego.

4. Obliczenia kodowe jednokrotne według algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji indywidualnych wielowartościowych funkcji logicznych

Obecnie dla danych z przykładu 1 przedstawiono obliczenia kodowe, które nie wymagają rozrysowywania wszystkich kombinacji pięterowych układu, a jedynie na podstawie uszeregowanych danych logicznych realizowanych ścieżek umożliwiają znalezienie optymalnego drzewa, a tym samym rangę ważności zmiennych decyzyjnych.

Zastosowane oznaczenie V oznacza, że dany cząstkowy iloczyn elementarny zapisany za pomocą cyfr układu bierze udział w sklejaniu z tymi iloczynami, które mają znak V w danej kolumnie. Układy bez możliwości sklejenia zostały oznaczone \bar{V} . Znak „-” z lewej strony oznacza dotychczasowe „zasługi” danego wiersza, tzn. wcześniejszą przydatność do sklejenia, które w szczególności pozwolą na dalsze sklejenie w kolejnym etapie.

Obliczenia kodowe nie zawierają tradycyjnego podziału danych na podgrupy o jednakowej sumie cyfr, co oczywiście także może być uwzględnione.

Poniżej przedstawiono obliczenia etapu I dla kryterium I. Należało wykonać obliczenia trzy razy, osobno dla każdej zmiennej.

- Etap I

V	x_1	x_2	x_3					
0	0	2	\bar{V}					
0	1	0	\bar{V}	\bar{V}				
0	2	0	\bar{V}	\bar{V}	\bar{V}			
0	2	1	\bar{V}	\bar{V}	\bar{V}	\bar{V}		
0	2	2	\bar{V}	\bar{V}	\bar{V}	\bar{V}	\bar{V}	
1	0	0						
1	0	1						\bar{V}
1	0	2	\bar{V}	\bar{V}				\bar{V}
1	1	0	\bar{V}					\bar{V}
1	1	1						\bar{V}

$$x_1: 10 - (0 * 3) + 0 + 8 = 18$$

	V		
x ₁	x ₂	x ₃	
0	0	2	V
0	1	0	V
0	2	0	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V

$$x_2: 10 - (0 * 3) + 0 + 6 = 16$$

	V		
x ₁	x ₂	x ₃	
0	0	2	V
0	1	0	V
0	2	0	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V

$$x_3: 10 - (2 * 3) + 2 + 3 = 9$$

Wyliczenia dla etapu I wyłoniły jedno minimum, tzn. dla zmiennej x_3 . Zatem etap II wyliczony został po wcześniejszej redukcji przeprowadzonej po x_3 , a otrzymane wyniki to:

• Etap II

	V				V		
x ₁	x ₂	x ₃		x ₁	x ₂	x ₃	
0	0	2	V	0	0	2	V
0	1	0	V	0	1	0	V
0	2	0	V	0	2	0	V
0	2	1	V	0	2	1	V
1	0	0	V	1	0	0	V
1	0	1	V	1	0	1	V
1	0	2	V	1	0	2	V
1	1	0	V	1	1	0	V
1	1	1	V	1	1	1	V
1	1	1	V	1	1	2	V
1	2	0	V	1	2	0	V
1	2	1	V	1	2	1	V
1	2	2	V	1	2	2	V
2	0	0	V	2	0	0	V
0	0	2	V	0	0	2	V

$$x_1: 5 - (0 * 3) + 0 + 3 = 8$$

$$x_2: 5 - (0 * 3) + 0 + 2 = 7$$

Wynik etapu II wyłonił jedno minimum. Dlatego otrzymano jeden układ optymalny dla kryterium I, tzn. $x_1x_2x_3$.

5. Obliczenia kodowe wielokrotne według algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji indywidualnych wielowartościowych funkcji logicznych

Podstawy logiczne przeprowadzonych obliczeń są identyczne jak w paragrafie 4.

Poniżej zostały przedstawione obliczenia dla kryterium II wybranego przykładu 2 według danych z tabeli 3.

• Etap I

Redukcja po x_3 :

	V		
x ₁	x ₂	x ₃	
0	2	0	V
0	1	2	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V
1	1	2	V
1	2	0	V
1	2	1	V
1	2	2	V
2	0	0	V
0	0	2	V

$$x_3: 15 - (4 * 3) + 4 + 3 = 10$$

Redukcja po x_2 :

	V		
x ₁	x ₂	x ₃	
0	2	0	V
0	1	2	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V
1	1	2	V
1	2	0	V
1	2	1	V
1	2	2	V
2	0	0	V
0	0	2	V

$$x_2: 15 - (4 * 3) + 4 + 3 = 10$$

Redukcja po x_1 :

	V		
x ₁	x ₂	x ₃	
0	2	0	V
0	1	2	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V
1	1	2	V
1	2	0	V
1	2	1	V
1	2	2	V
2	0	0	V
0	0	2	V

$$x_1: 15 - (0 * 3) + 0 + 9 = 24$$

Wyniki etapu I wyłoniły dwa minima x_2, x_3 , zatem etap II należy wyliczyć oddzielnie po redukcji dla takich parametrów.

• Etap II

Etap IIa (redukcja po x_3) pozwolił uzyskać następujące wyniki:

		V	
-	0	2	V
0	1		V
-	1	0	V
-	1	1	V
-	1	2	V
2	0		V
0	0		V

		V	
-	0	2	V
-	1	0	V
-	1	1	V
-	1	2	V
2	0		V
0	0		V

$x_1: 7 - (0 * 3) + 0 + 3 = 10$

$x_2: 7 - (1 * 3) + 1 + 2 = 7$

Natomiast alternatywnie wyliczony etap IIb (redukcja po x_2) pozwolił uzyskać wyniki:

• Etap IIb:

		V	
-	0	2	V
0	1		V
-	1	0	V
-	1	1	V
-	1	2	V
2	0		V

		V	
-	0	2	V
-	0	1	V
-	1	0	V
-	1	1	V
-	1	2	V
2	0		V

$x_1: 7 - (0 * 3) + 0 + 3 = 10$

$x_3: 7 - (1 * 3) + 1 + 2 = 7$

Zatem ostatecznie badany przykład posiada dwa optymalne układy: $x_1x_2x_3$ oraz $x_1x_3x_2$.

6. Wyznaczanie rangi ważności parametrów drzewa nakładkowego z uwzględnieniem kryterium kompromisu

Obliczenia sumacyjne dla nakładkowych logicznych drzew decyzyjnych polegają na liczeniu gałązek jednego kryterium i liczeniu gałązek drugiego kryterium, a ostatecznie na sumacyjnym uwzględnieniu kryterium kompromisu.

Obliczenia zostały wykonane według wzoru sumacyjnego dla dwóch kryteriów algorytmu Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji indywidualnych cząstkowych wielowartościowych funkcji logicznych:

$$\underbrace{(C_k - k_i * m_i + k_i + K_i)}_{\text{Kryterium I}} + \underbrace{(C_k - k_i * m_i + k_i + K_i)}_{\text{Kryterium II}} \quad (2)$$

• Etap I

KRYTERIUM I

		V	
0	0	2	V
0	1	0	V
0	2	0	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V

		V	
0	0	2	V
0	1	0	V
0	2	0	V
0	2	1	V
0	2	2	V
1	0	0	V
1	0	1	V
1	0	2	V
1	1	0	V
1	1	1	V

KRYTERIUM II

		V	
1	1	2	V
1	2	0	V
1	2	1	V
1	2	2	V
2	0	1	V
2	1	0	V
2	1	1	V
2	1	2	V
2	2	1	V

		V	
1	1	2	V
1	2	0	V
1	2	1	V
1	2	2	V
2	0	1	V
2	1	0	V
2	1	1	V
2	1	2	V
2	2	1	V

		V	
1	1	2	V
1	2	0	V
1	2	1	V
1	2	2	V
2	0	1	V
2	1	0	V
2	1	1	V
2	1	2	V
2	2	1	V

W pierwszym etapie otrzymano następujące wyniki:

$x_1: [10 - (0 * 3) + 0 + 8] + [9 - (0 * 3) + 0 + 7] = 34$

$x_2: [10 - (0 * 3) + 0 + 6] + [9 - (1 * 3) + 1 + 5] = 28$

$x_3: [10 - (2 * 3) + 2 + 3] + [9 - (2 * 3) + 2 + 3] = 17$

Obliczenia wskazały jedno minimum dla zmiennej x_3 , która jest najmniej ważna.

• Etap II

KRYTERIUM I

		V	
-	0	2	V
0	1		V
-	0	2	V
-	1	0	V
-	1	1	V

		V	
-	0	2	V
0	1		V
-	0	2	V
-	1	0	V
-	1	1	V

KRYTERIUM II

		V	
-	1	1	V
-	1	2	V
-	2	0	V
-	2	1	V
-	2	2	V

		V	
-	1	1	V
-	1	2	V
-	2	0	V
-	2	1	V
-	2	2	V

$$x_1: [5 - (0 * 3) + 0 + 3] + [5 - (0 * 3) + 0 + 3] = 16$$

$$x_2: [5 - (0 * 3) + 0 + 2] + [5 - (0 * 3) + 0 + 2] = 14$$

Na podstawie powyższych obliczeń wyznaczono optymalne nakładkowe wielowartościowe drzewo logiczne z uwzględnieniem kompromisu o układzie pięter x_1, x_2, x_3 .

7. Wybrane obliczenia decyzyjne dla wyznaczenia rangi ważności parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych na przykładzie pompy zębatej z podciętą stopą zęba

Obliczenia graficzne i kodowe logicznych wielowartościowych drzew mogą być zastosowane do wyznaczania rangi ważności parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych, gdyż poszczególne zakresy zmian wartości arytmetycznych odpowiadają logicznemu kodowaniu.

W rozpatrywanym przykładzie dla ustalania optymalnego układu pięter na sprawność hydrauliczno-mechaniczną mają wpływ cztery zakodowane parametry konstrukcyjno-eksploatacyjne: $p_t = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$; $n, Q_{rz} = 0, 1, 2, 3, 4$; $M = 0, 1, 2, 3$ (drzewa czteropiętrowe) i minimalizacja będzie odbywać się w trzech etapach [5, 6, 7].

W etapie pierwszym (czyli na ostatnim piętrze drzewa logicznego) powinno być p_t , a niżej (czyli w drugim etapie) M .

Obliczenia dla sprawności hydrauliczno-mechanicznej (η_{hm}):

V			
n	p_t	Q_{rz}	M
0	1	0	0
0	2	0	1
0	3	0	1
0	4	0	2
0	6	0	3
0	7	0	3
1	1	1	0
1	2	1	1
1	3	1	1
2	1	2	0

$$n: 10 - (0 * 5) + 0 + 10 = 20$$

V			
n	p_t	Q_{rz}	M
0	1	0	0
0	2	0	1
0	3	0	1
0	4	0	2
0	6	0	3
0	7	0	3
1	1	1	0
1	2	1	1
1	3	1	1
2	1	2	0

$$p_t: 10 - (0 * 8) + 0 + 7 = 17$$

V			
n	p_t	Q_{rz}	M
0	1	0	0
0	2	0	1
0	3	0	1
0	4	0	2
0	6	0	3
0	7	0	3
1	1	1	0
1	2	1	1
1	3	1	1
2	1	2	0

$$Q_{rz}: 10 - (0 * 5) + 0 + 10 = 20$$

V			
n	p_t	Q_{rz}	M
0	1	0	0
0	2	0	1
0	3	0	1
0	4	0	2
0	6	0	3
0	7	0	3
1	1	1	0
1	2	1	1
1	3	1	1
2	1	2	0

$$M: 10 - (0 * 4) + 0 + 10 = 20$$

• Etap II

V		
n	Q_{rz}	M
0	0	0
0	0	1
0	0	2
0	0	3
1	1	0
1	1	1
2	2	0

$$n: 7 - (0 * 5) + 0 + 7 = 14$$

			V
n	Q _{rz}	M	
0	0	0	<u>V</u>
0	0	1	<u>V</u>
0	0	2	<u>V</u>
0	0	3	<u>V</u>
1	1	0	<u>V</u>
1	1	1	<u>V</u>
2	2	0	<u>V</u>

$Q_{rz}: 7 - (0 * 5) + 0 + 7 = 14$

			V
n	Q _{rz}	M	
0	0	0	<u>V</u>
0	0	1	<u>V</u>
0	0	2	<u>V</u>
0	0	3	<u>V</u>
1	1	0	<u>V</u>
1	1	1	<u>V</u>
2	2	0	<u>V</u>

$M: 7 - (0 * 4) + 0 + 3 = 10$

Etap trzeci wyznacza dwa jednakowo ważne parametry n , Q_{rz} . Dlatego dla sprawności hydrauliczno-mechanicznej, dla danych zakresów zmian wartości arytmetycznych n , p_t , Q_{rz} , M [6], istnieją dwa układy optymalne rangi ważności $Q_{rz}nMp_t$ oraz $nQ_{rz}Mp_t$.

		V			V
n	Q _{rz}		n	Q _{rz}	
0	0	<u>V</u>	0	0	<u>V</u>
1	1	<u>V</u>	1	1	<u>V</u>
2	2	<u>V</u>	2	2	<u>V</u>

$n: 3 - (0 * 5) + 0 + 3 = 6$
 $Q_{rz}: 3 - (0 * 5) + 0 + 3 = 6$

8. Wnioski


W przykładzie pierwszym, jak już wcześniej wspomniano, nie występuje konflikt, ponieważ dla kryterium I, kryterium II i drzewa nakładkowego optymalne wielowartościowe logiczne drzewo decyzyjne ma ten sam układ pięter, czyli $x_1x_2x_3$, a tym samym najmniej ważną zmienną jest x_3 , a najważniejszą x_1 .

Bardziej skomplikowane przykłady wielowartościowych logicznych drzew nakładkowych występują w sytuacjach, gdzie nie zawsze liczba drzew optymalnych jest taka sama (przykład 2), a tym bardziej w sytuacjach różnego optymalnego układu pięterowego dla różnych kryteriów i dlatego występujące konflikty wymagają wprowadzenia kryterium kompromisu.

Istniejący konflikt η_v i η_{hm} można rozwiązać kompromisowo poprzez dwa wielowartościowe drzewa logiczne w ujęciu nakładkowym, co odpowiada wyznaczeniu sprawności η_c jako $\eta_v * \eta_{hm}$, dla której istnieje także wielowartościowe drzewo logiczne o identycznej konfiguracji pięterowej.

Literatura

- [1] PARTYKA M.A.: *Algorytm Quine'a-Mc Cluskeya minimalizacji indywidualnych cząstkowych wielowartościowych funkcji logicznych*. St. i Monogr. Nr 109, Politechnika Opolska, Opole 1999.
- [2] PARTYKA M.A.: *Optymalizacja dyskretna pompy wirowo-śmigłowej w ruchu turbinowym – zastosowanie wielowartościowych drzew logicznych*. „Napędy i Sterowanie” 1/2004.
- [3] DEPTUŁA A., PARTYKA M.A.: *Discrete optimization of a gear pump after root undercutting by means of complex multi-valued logic trees*. XVI Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Zakopane 2013, Pol. Towarz. Zarz. Prod. PTZP 2013.
- [4] OSIŃSKI P., DEPTUŁA A., PARTYKA M.A.: *Discrete optimization of a gear pump after tooth root undercutting by means of multi-valued logic trees*. Archives of Civil and Mechanical Engineering, Volume 13, Issue 4, December 2013.
- [5] PARTYKA M.A., NATORSKA M.: *Dyskretna optymalizacja pompy zębatej z podciętą stopą zęba za pomocą nakładkowych drzew logicznych*. „Napędy i Sterowanie” 1/2021.
- [6] PARTYKA M.A., NATORSKA M.: *Discrete Optimization of a Gear Pump after Tooth Root Undercutting by Means of Multi-Dimensional Logic Functions*. Wyd: Applied Sciences, 2020, 10, 4682. DOI: 10.3390/app10134682
- [7] PARTYKA M.A., NATORSKA M.: *Dyskretna optymalizacja pompy zębatej z podciętą stopą zęba za pomocą nakładkowych drzew logicznych*. „Napędy i Sterowanie” 7–8/2017.

 prof. dr hab. Marian A. Partyka jest profesorem na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej; mgr inż. Maria Natorska jest asystentką na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej; e-mail: m.natorska@po.edu.pl

artykuł recenzowany

reklama



ROBOTYKA.PL

centrum polskiej robotyki

Analiza możliwości wykorzystania sensorów zabudowanych w smartfonach w systemach diagnostycznych

Jakub Zielonka, Maciej Sułowicz, Mirosław Czechowski

1. Wstęp

Obecnie używane smartfony różnią się między sobą parametrami poszczególnych układów scalonych, między innymi tym, jakie czujniki znajdują się w danym modelu smartfonu. Większość wbudowanych czujników stosowana jest na potrzeby własne telefonu, jak chociażby najpopularniejszy GPS informujący o aktualnej lokalizacji lub czujnik położenia służący do rozpoznawania, w jakiej orientacji znajduje się smartfon.

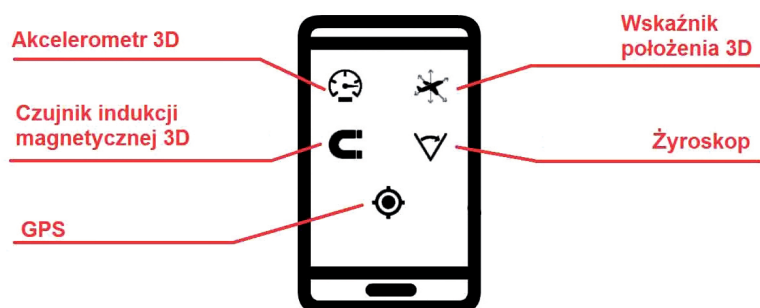
Kluczowe zatem staje się odpowiednie wyselekcjonowanie z szerokiej grupy sensorów tych, które mogą okazać się szczególnie korzystne dla danego zagadnienia. Do zagadnień monitoringu i diagnostyki najbardziej korzystne okazują się takie sensory, jak: akcelerometr (czujnik drgań), czujnik indukcji pola magnetycznego oraz GPS.

Następnym krokiem jest wybranie odpowiednich narzędzi i aplikacji, dzięki którym możliwa będzie akwizycja wielkości fizycznych wybranymi czujnikami, jak również zapisanie tak zebranych danych do plików, które później posłużą do głębszej obróbki i analizy. Istnieje wiele aplikacji mobilnych, które spełniają wymienione założenia, jednak ze względu na duże możliwości

obliczeniowe, transmisje danych za pomocą chmury oraz kompatybilność pomiędzy platformami zdecydowano się wykorzystać oprogramowanie MATLAB dostępne w wersji PC, jak również w wersji mobilnej. Rysunek 1 przedstawia 5 sensorów, które mogą być wykorzystane i sterowane za pomocą wspomnianej aplikacji.

Fizyczny brak któregoś z wymienionych sensorów w danym modelu smartfonu nie powoduje zakłócenia w pracy aplikacji mobilnej.

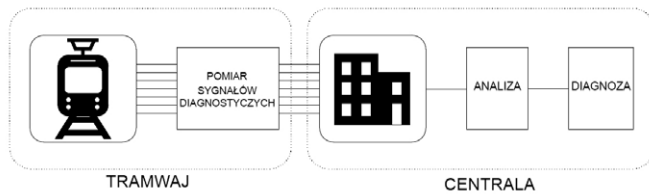
Wraz z postępującym rozwojem technologii dotychczasowe metody akwizycji i monitoringu obiektów przemysłowych muszą być ciągle modernizowane i rozwijane. Ostatnie lata to dominacja układów scalonych: komputerów, kart pomiarowych i różnorodnych czujników. Niewykluczone jest, że w przyszłości do tego grona dołączą smartfony. Wszystko to ma uzasadnienie w dążeniu do jak najefektywniejszych metod poprawienia wydajności układów elektromechanicznych. Konieczna zatem staje się właściwa eksploatacja oraz diagnostyka tych obiektów [1] przy wykorzystaniu wszelkich możliwych metod i środków.



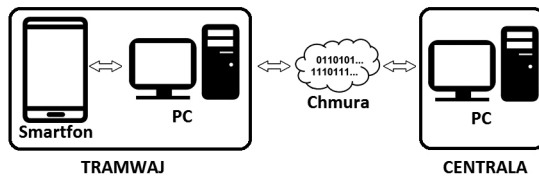
Rys. 1. Obsługiwane sensory smartfonu

Streszczenie: Rozwój techniki wprowadza nowe możliwości w zagadnieniach diagnostyki i monitoringu parametrów pojazdów elektrycznych. Do takich nowości zaliczamy telefony komórkowe, które w ostatnich latach znacznie rozwinęły swoje możliwości. Obecne smartfony posiadają w swych podzespołach zestaw czujników, których wykorzystanie w odpowiedni sposób może dostarczyć informacji dla zagadnień diagnostycznych. Artykuł przedstawia system monitorujący wybrane sygnały diagnostyczne za pomocą karty pomiarowej oraz sensorów smartfonu. Badania przeprowadzono na pokładzie tramwaju, gdzie monitorowano pracę silników indukcyjnych klatkowych. Zebrane w ten sposób dane poddano analizie pod kątem użyteczności w aspektach diagnostyki i innych.

Abstract: The development of technology introduces new possibilities in the issues of diagnostics and monitoring of electric vehicle parameters. Such novelties include mobile phones, which have significantly expanded their capabilities in recent years. Current smartphones have a set of sensors in their components, the use of which in an appropriate way can provide information for diagnostic issues. The article presents a system that monitors selected diagnostic signals using a measurement card and smartphone sensors. The tests were carried out on board a tram, where the condition of squirrel cage induction motors was monitored. The data collected in this way was analyzed for usefulness in aspects such as diagnostic and other.



Rys. 2. Konceptcja diagnostyki zdalnej



Rys. 3. Schemat blokowy transmisji danych

2. Charakterystyka układu pomiarowego

Opracowany przez autorów tego artykułu układ monitorujący parametry pojazdów z napędem elektrycznym składa się z komputera wraz z podłączoną do niego kartą pomiarową, umożliwiającą akwizycję sygnałów diagnostycznych, takich jak prądy i napięcia fazowe oraz sygnał prędkości, wykorzystywanych w układach sterowania silnikami napędowymi. Dodatkowym, a zarazem nietypowym elementem jest smartfon będący częścią opracowanego systemu monitorującego parametry pojazdów elektrycznych. Wykorzystany system wpisuje się w zasady związane z diagnostyką zdalną (rys. 2) [2, 6].

Głównym założeniem było to, aby dostęp do zamontowanego na pojeździe elektrycznym systemu był zdalny. Kontrola komputera odpowiedzialnego za wykonywanie skryptów do akwizycji sygnałów diagnostycznych odbywa się z pośrednictwem bezprzewodowego łącza internetowego – gdzie funkcję routera pełni wspomniany wcześniej smartfon.

Układ dokonuje pomiarów wielkości fizycznych, a następnie przesyła je na komputer, który za pomocą odpowiednich narzędzi dokonuje przetworzenia i analizy zebranych danych. Do tych informacji operator ma dostęp praktycznie cały czas i na bieżąco może obserwować aktualne parametry elektryczne obiektu.

Taka metoda pomiaru jest możliwa dzięki nowoczesnym narzędziom, które pozwalają na wymianę danych między urządzeniami za pośrednictwem chmury – przestrzeni dyskowej na serwerze. MATLAB Mobile jest jednym z tych narzędzi dostępnych na smartfonach, pozwalających na akwizycję sygnałów mierzonych jego sensorami. Dane te są przesyłane do komputera centralnego poprzez wspomnianą wcześniej chmurę (rys. 3).

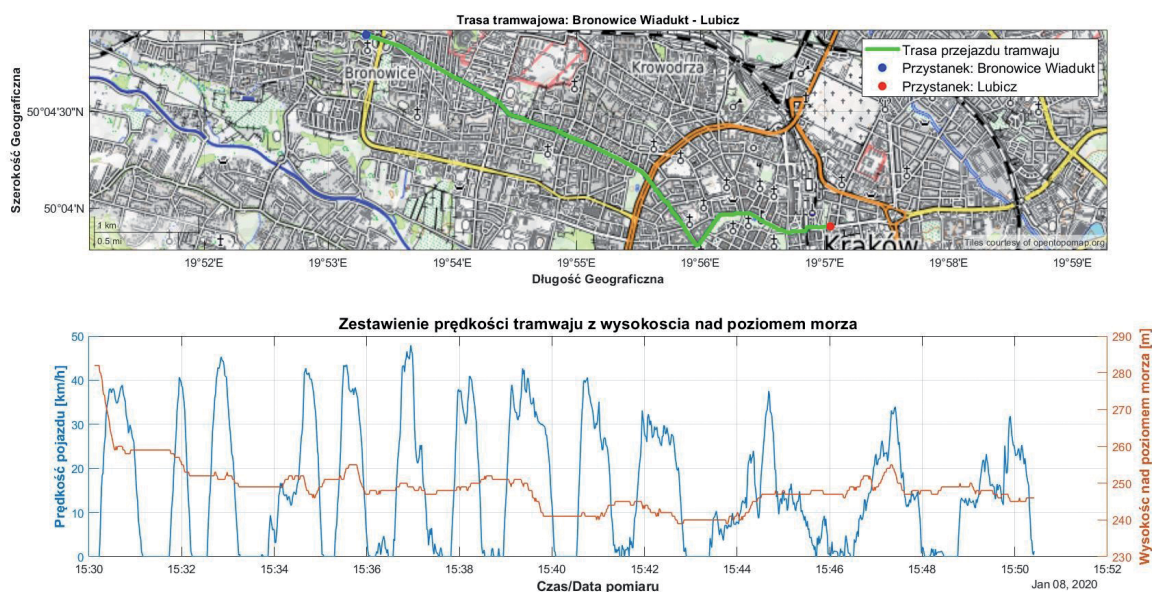
Dzięki wykorzystaniu kompletu narzędzi od jednego producenta uzyskuje się w pełni kompatybilny i synchroniczny system wymiany danych oraz ich analizy.

3. Badania z wykorzystaniem smartfona

Badania przeprowadzono na pokładzie wagonu tramwajowego typu NGT6 wyprodukowanego przez firmę Bombardier, wchodzącego w skład floty przewoźniczej komunikacji miejskiej w Krakowie.

Pierwsze próby miały na celu testowanie możliwości pomiarowych samego smartfona. Pomiarów wykonano wewnątrz wagonu, gdzie mierzono drgania, wartość indukcji pola oraz dane GPS.

Powyższe dane GPS (rys. 4) można wykorzystać do zagadnień logistycznych, gdzie istotne jest ustalenie optymalnej trasy przejazdu pod względem ekonomicznym oraz mechanicznym dla danego typu tramwaju.



Rys. 4. Dane GPS

Pomiar akcelerometrem (rys. 5) i czujnikiem pola (rys. 6) odbywał się w trzech osiach. Zaobserwowane poziomy drgań nie osiągnęły wartości krytycznych, które wymusiłyby podjęcie jakichkolwiek działań względem elementów tocznych pojazdu czy samego torowiska. Również wartości zarejestrowanej indukcji pola magnetycznego, nieprzekraczającego $100 \mu\text{T}$, nie wskazują na szczególne zagrożenie lub wykrycie ewentualnej usterki układów elektrycznych.

4. Badania za pomocą systemu pomiarowego

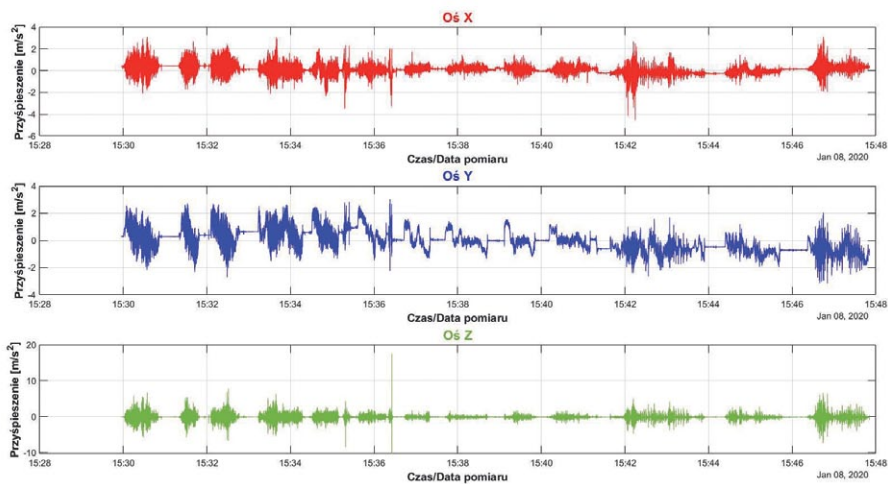
Kolejnym etapem było zaimplementowanie smartfonu do systemu składającego się z karty pomiarowej, komputera PC oraz zestawu czujników LEM – prądowych i napięciowych.

Wspomniany model tramwaju posiada dwa wózki napędowe, z których każdy zawiera po dwa silniki indukcyjne klatkowe. Sygnały diagnostyczne, jakie podane zostały kontroli, to: napięcia i prądy fazowe zasilające silniki, prąd w obwodzie rezystora hamowania, sygnały prędkości wału silnika oraz sygnał referencyjny pochodzący od kół tocznych pojazdu. Sumarycznie z jednego wózka napędowego pozyskuje się 18 sygnałów [7]. Dodatkowo wykorzystuje się te same sensory smartfonu co w rozdziale 3 z tą różnicą, że smartfon tym razem znajduje się na dachu wagonu tramwajowego.

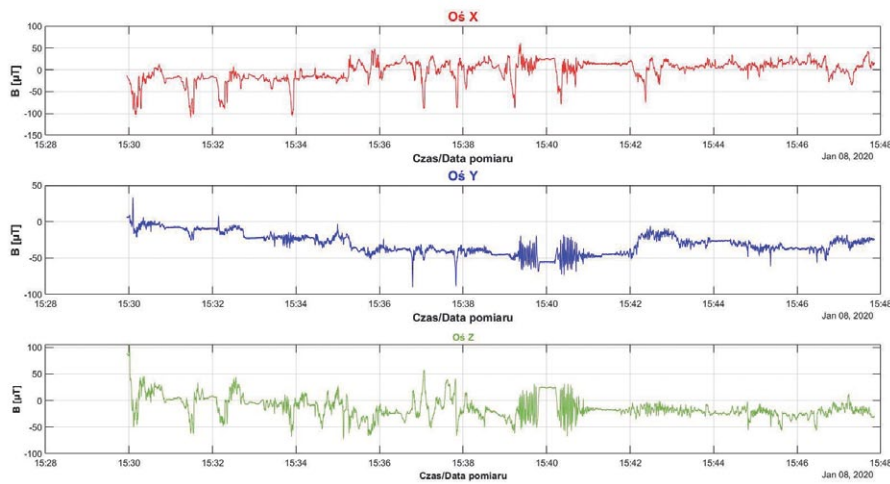
Najwięcej uwagi poświęcono zmierzonym sygnałom prądów fazowych. Jak wskazuje wiele pozycji literatury, w sygnale prądu fazowego silnika indukcyjnego zawarta jest znaczna część informacji, mogących pomóc w ocenie aktualnego stanu badanego silnika [3, 4, 5].

Poniżej przedstawiono wykresy wybranych sygnałów z dwóch różnych tras przejazdowych oznaczonych jako trasa A i B. Rysunki 7, 8 przedstawiają przebieg prądu fazowego fazy L1 zasilającej jeden z silników napędowych tramwaju, zaś rysunki 9, 10 obrazują analizę widmową FFT tych sygnałów.

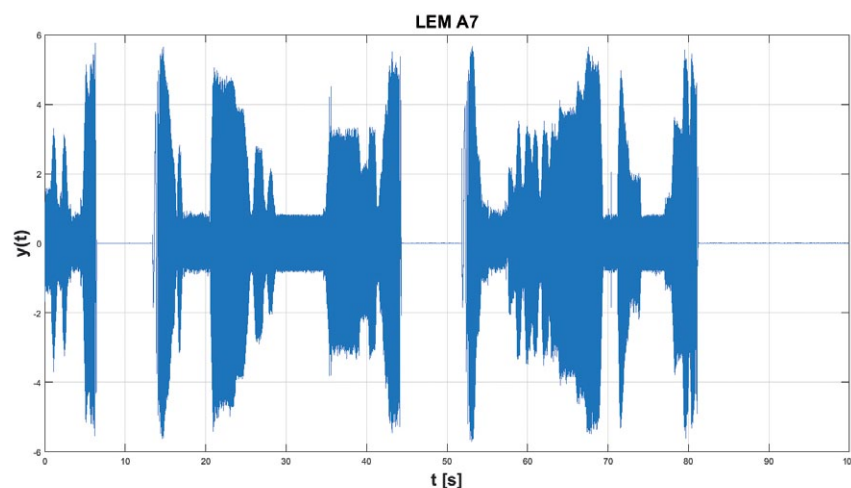
Na podstawie uzyskanych widm prądów fazowych z przedziałów ustalonej pracy napędu, zaobserwowano pojawienie się charakterystycznych wyższych harmonicznnych, podczas pomiarów przejazdu tramwaju na trasie A.



Rys. 5. Przebiegi drgań w trzech osiach



Rys. 6. Przebiegi indukcji pola w trzech osiach



Rys. 7. Prąd fazy L1 - trasa A

Monitorowanie tego samego prądu fazowego na trasie B nie wykazało innych znacznych amplitud częstotliwości widma niż zerowa i podstawowa [7].

Linie zielone naniesione na mapy (rys. 11, 12) obrazują przebytą trasę tramwaju, na której wykonany został pomiar parametrów pojazdu. Ponieważ sensory smartfonu umożliwiają pomiar drgań i indukcji pola magnetycznego w trzech osiach, zastosowano wzór 1, aby przedstawić wypadkowe wartości tych wielkości fizycznych [7].

$$P = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (1)$$

gdzie:

P – wypadkowa wartość sygnału;

X – wartość sygnału w osi x ;

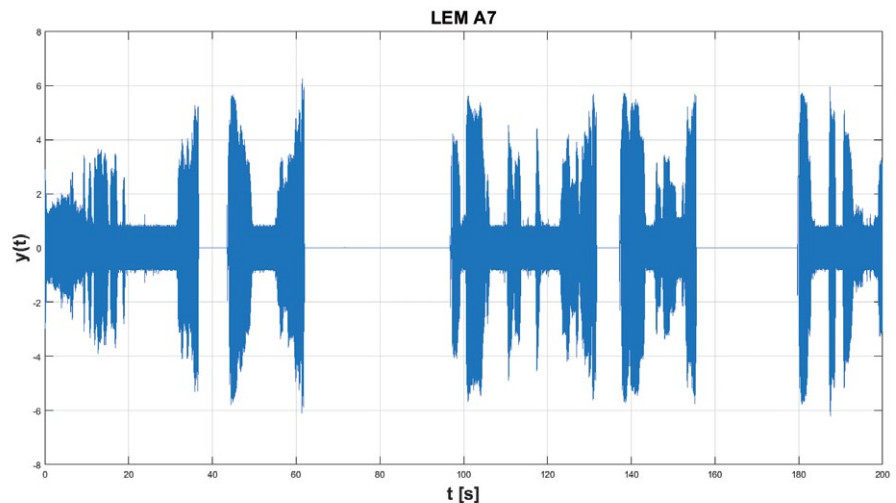
Y – wartość sygnału w osi y ;

Z – wartość sygnału w osi z .

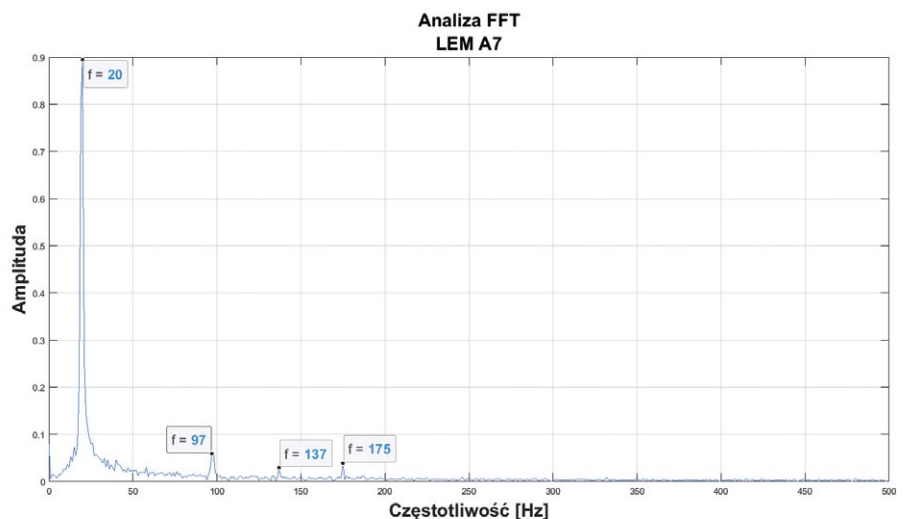
Na rysunkach 13 oraz 14 sygnał oznaczony kolorem niebieskim przedstawia pomiar drgań, zaś sygnał koloru czerwonego odpowiada zmierzonej indukcji pola magnetycznego.

Obserwacje przedstawionych parametrów pozwoliły stwierdzić, że wraz z większym poborem prądu przez układ napędowy, co tożsame jest z przyspieszaniem pojazdu, poziomy drgań oraz indukcji pola osiągają większe wartości. Nie jest to nic dziwnego, gdyż większy pobór energii powoduje zwiększenie wartości prądu płynącego przez linie przesyłowe, a tym samym wzrasta indukcja pola magnetycznego wokół przewodów przesyłowych. Zmierzone poziomy drgań całego pojazdu w tym przypadku nie wykraczają poza dopuszczalne normy. Oscylacyjny charakter wynika z faktu, że zarówno torowisko, po jakim porusza się tramwaj, jak i elementy napędowe pojazdów jakimi są silniki trakcyjne, przekładnie oraz zestawy kołowe podlegają drganiom. Na podstawie pomiarów akcelerometrem smartfonu możliwe jest wyciągnięcie wstępnych wniosków diagnostycznych co do stanu niektórych elementów [7, 8].

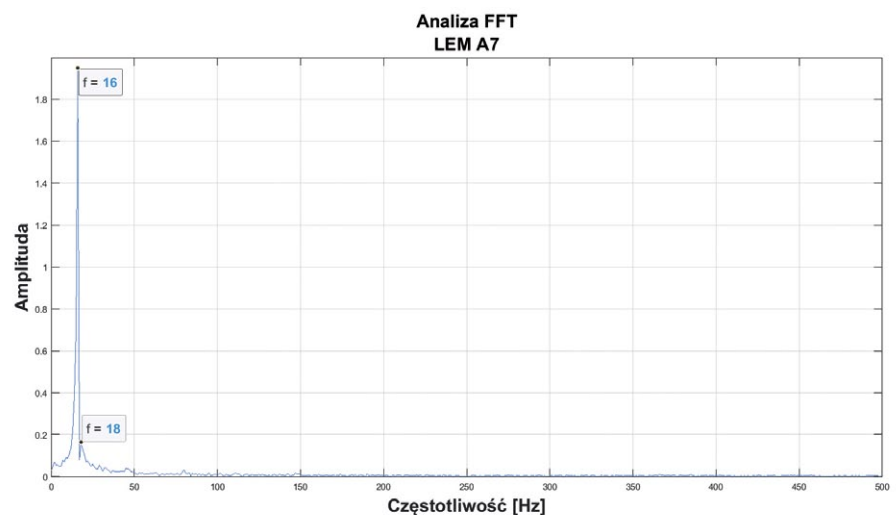
Odpowiedź na pytanie o pojawienie się wyższych harmonicznych w widmie prądu (rys. 9, 10) można uzyskać, analizując trasy przejazdu tramwaju (rys. 11, 12). Na trasie A tramwaj musiał wykonać manewr ostrego skrętu, zaś na odcinku B trasa przebiegała niemal



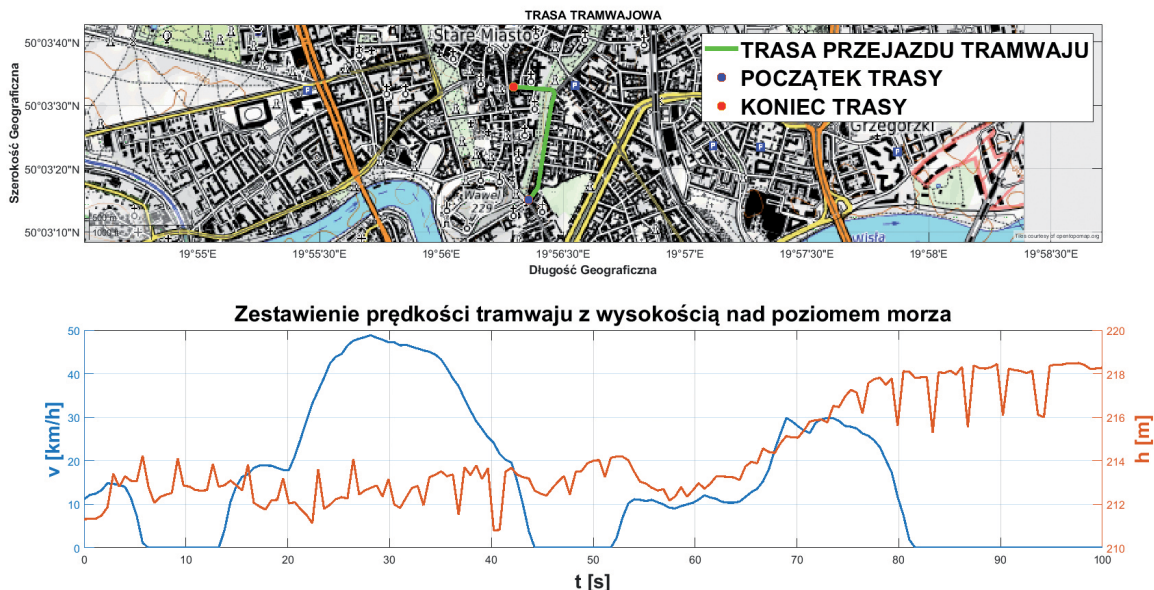
Rys. 8. Prąd fazy L1 - trasa B



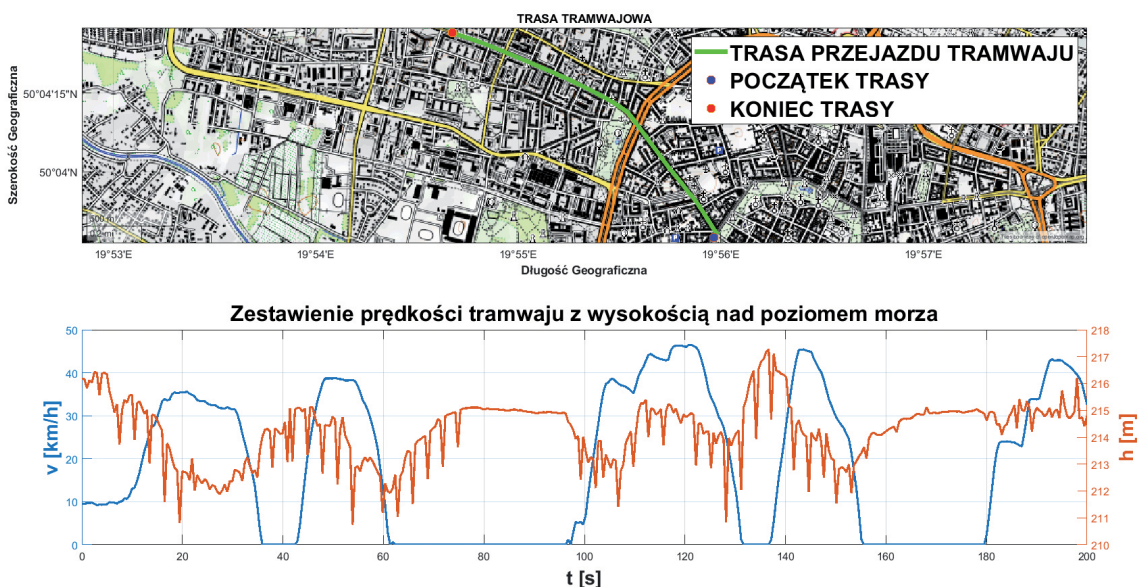
Rys. 9. Analiza widmowa prądu fazowego - trasa A



Rys. 10. Analiza widmowa prądu fazowego - trasa B



Rys. 11. Dane pomiarowe GPS - trasa A



Rys. 12. Dane pomiarowe GPS - trasa B

w linii prostej. Na tej podstawie można wnioskować o prawdopodobnym zużyciu elementów przeniesienia napędu [7].

5. Podsumowanie

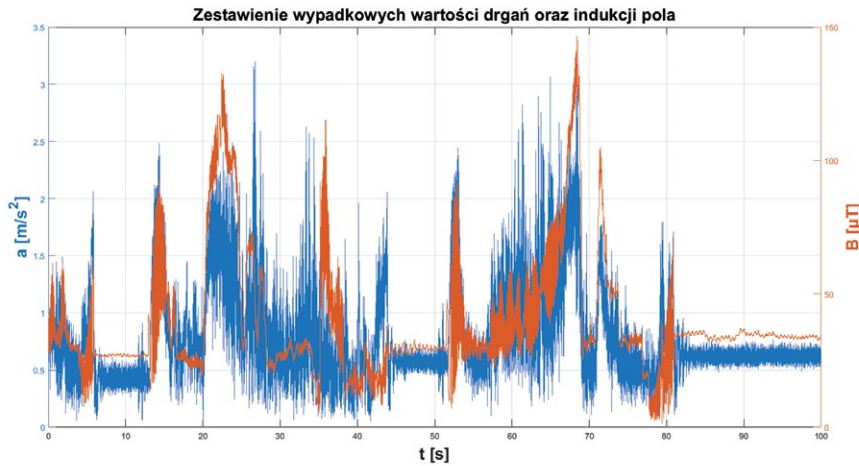
W artykule zaprezentowano wykorzystanie smartfonu jako urządzenia do akwizycji sygnałów fizycznych służących późniejszej analizie pod kątem diagnostycznym.

Badania wykazały duży potencjał smartfonu, jednakże należy pamiętać o niedoskonałości tego urządzenia, gdyż

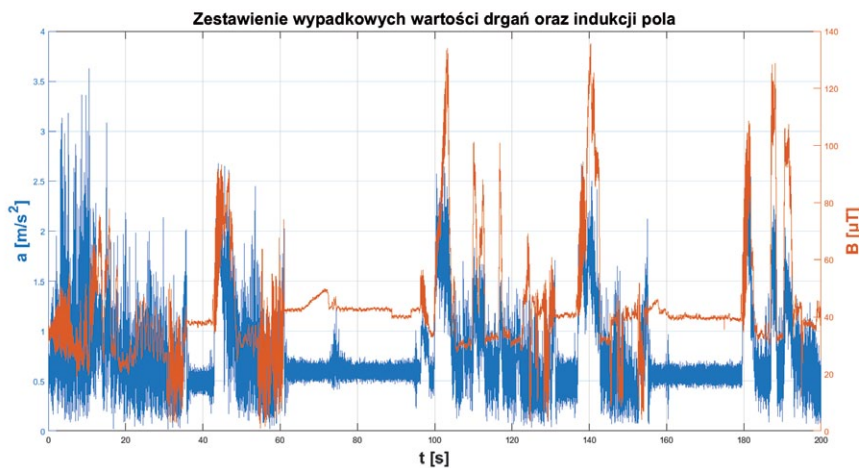
nie zostało ono dotychczas przewidziane do celów „przemysłowych”, a wyłącznie do użytku osobistego, jak wykonywanie rozmów telefonicznych czy przeglądanie internetu. Pojawia się jednak spostrzeżenie, że w przypadku dopasowania się smartfonu do potrzeb przemysłu, jego sposób produkcji, materiału czy rodzaju i dokładności czujników ulegną dostosowaniu do konkretnych problemów, a wówczas można będzie stosować smartfon jako indywidualne narzędzie diagnostyczne.

Literatura

- [1] GLINKA T., SZYMANIEC S.: *Diagnostyka maszyn i urządzeń – uwagi ogólne.* „Napędy i Sterowanie” 5/2020.
- [2] GARRAMIOLA F., POZA J., MADINA P., DEL OLMO J., ALMANDOZ G.A.: *A review in fault diagnosis and health assessment for railway traction drives.* „Applied Sciences”, vol. 8, no. 2475, 2018.
- [3] RAMS W., RUSEK J.: *Praktyczna diagnostyka maszyn indukcyjnych klatkowych.* „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problematyczne” 68/2004.



Rys. 13. Pomiar sensorami smartfonu – trasa A



Rys. 14. Pomiar sensorami smartfonu – trasa B

[4] KOWALSKI C.T., KANIOR W.: *Ocena skuteczności analiz FFT, STFT i falkowej w wykrywaniu uszkodzeń wirnika silnika indukcyjnego*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów

i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, nr 60, 2007.

[5] SUŁOWICZ M., PETRYNA J., WEINREB K., GUZIEC K.: *Porównawcze pomiary defektów klatek rozruchowych silników*

indukcyjnych pod kątem wykorzystania w diagnostyce. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 99/2013.

[6] ZIELONKA J.: *Opracowanie metody i systemu do ciągłej rejestracji sygnałów diagnostycznych na potrzebę oceny stanu silników pracujących w napędach wagonów tramwajowych*. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Krakowska, 2021.

[7] CZECHOWSKI M., SUŁOWICZ M.: *Diagnostyka układów napędowych wagonów tramwajowych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2(114)/2017.

[8] ZIELONKA J., SUŁOWICZ M., CZECHOWSKI M.: *System zbierania danych z czujników zabudowanych w smartfonach na potrzebę monitorowania wybranych parametrów pojazdów z napędem elektrycznym*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2021.

mgr inż. Jakub Zielonka,
jakub.zielonka@doktorant.pk.edu.pl
Politechnika Krakowska, Wydział
Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej,
Katedra Inżynierii Elektrycznej;
dr hab. inż. Maciej Sułowicz, prof. PK,
msulowicz@pk.edu.pl
Politechnika Krakowska, Wydział
Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej,
Katedra Inżynierii Elektrycznej;
mgr inż. Mirosław Czechowski,
mczechow@mpk.krakow.pl
Miejskie Przedsiębiorstwo
Komunikacyjne SA

artykuł recenzowany

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na www.nis.com.pl

Możliwości wykorzystania pojazdów autonomicznych w codziennym funkcjonowaniu osób niewidomych oraz niedowidzących

Daniel Czyszczon, Jerzy Mikulik

1. Pojazdy autonomiczne – kolejny krok milowy w funkcjonowaniu w przestrzeni miejskiej

Nie ulega wątpliwości, że pojazdy autonomiczne zmieniają zachowania użytkowników oraz sposób, w jaki przemieszczają się będą oni po infrastrukturze drogowej. Inteligentna komunikacja na poziomie pojazd – pojazd oraz pojazd – otaczająca infrastruktura może modelować zachowanie kierowców i ich bezpieczeństwo [2]. Jednym z kluczowych aspektów, który – jak się spodziewa – w znaczącym stopniu wpłynie na bezpieczeństwo użytkowników dróg, jest ograniczenie błędów i pomyłek kierowcy poprzez całkowitą autonomizację podejmowanych przez pojazd decyzji. Pojazdy autonomiczne i mobilność rozumiana w formie usługi mogą zapewnić bardziej efektywną logistykę i metodykę przewozu pasażerów. Dodatkowo system inteligentnych czujników wraz z obliczeniami kognitywnymi oraz Internetem Rzeczy IoT przedstawiają technologię pojazdów autonomicznych jako system, w którym informacje z wszystkich powiązanych obszarów są ściśle monitorowane i synchronizowane [3].

2. Istota komunikacji z wykorzystaniem interfejsu głosowego

Interfejs komunikacyjny to obszar lub platforma działań, w których dochodzi do komunikacji pomiędzy dwiema lub więcej jednostkami. Tymi jednostkami najczęściej są użytkownik oraz system informatyczny. Słownikowa definicja interfejsu opisuje go jako „układ lub urządzenie umożliwiające wzajemną komunikację (przesyłanie informacji) pomiędzy dwoma różnymi urządzeniami” – *Encyklopedia zarządzania* [4]. Komunikacja głosowa pomiędzy użytkownikiem a systemem jest zdecydowanie bardziej wymagająca niż z wykorzystaniem obrazu. W przypadku komunikacji dźwiękowej mamy do czynienia ze znacznie mniejszą ilością informacji, którą możemy przekazać w danej chwili. Wyzwanie stanowi również ograniczona zdolność do zapamiętywania przez użytkowników odtworzonych informacji (rozpiętość pamięci) [5], co diametralnie odróżnia interfejs głosowy od wizualnego, gdzie w dowolnym momencie użytkownik może przekierować swoją uwagę między wyświetlane treści.

Rozwiązania te równie mocno pojawiają się w obszarze rynku motoryzacyjnego.

Streszczenie: Pojazdy autonomiczne to jeden z wiodących trendów technologicznych początku XXI wieku. Zmiana w sposobie myślenia o przemieszczaniu się w przestrzeni miejskiej otwiera nowe możliwości użytkowe. Jedną z grup, dla których wykorzystanie pojazdów autonomicznych może mieć szczególne znaczenie, są osoby niewidome oraz niedowidzące. Dysfunkcja narządu wzroku, która dotychczas całkowicie wykluczała ich z grupy użytkowników samochodów, może okazać się nieistotna w przypadku korzystania z pojazdu autonomicznego. Kluczem do udanego procesu użytkowego pomiędzy niewidomym użytkownikiem a autonomicznym pojazdem staje się sposób kontroli oraz wymiany informacji pomiędzy nimi.

Technologia pojazdów autonomicznych będzie znacząco zmieniać branżę motoryzacyjną. Wdrażanie coraz większego poziomu automatyzacji funkcji doprowadzi do całkowitej autonomizacji pojazdów, w których pasażerowie nie będą musieli obsługiwać manualnie pojazdu [1]. Szczególną grupą użytkowników, których może dotyczyć ta transformacja technologiczna, są osoby niewidome lub osoby z dysfunkcją narządu wzroku.

🇬🇧 THE OPPORTUNITIES FOR USING AUTONOMOUS VEHICLES IN THE DAILY LIVES OF BLIND AND PARTIALLY SIGHTED PEOPLE

Abstract: Autonomous vehicles are one of the leading technological trends of the early 21st century. A change in the way we think about moving around in urban spaces is opening up new usability opportunities. One of the groups for which the use of autonomous vehicles may be of particular importance are blind and partially sighted people. Visual impairment, which has so far completely excluded them from the group of car users, may turn out to be irrelevant when using an autonomous vehicle. The key to a successful user experience between a blind user and an autonomous vehicle is how they control and exchange information.

Autonomous vehicle technology will significantly change the automotive industry. The implementation of increasing levels of automation of functions will lead to fully autonomous vehicles where passengers will not have to manually operate the vehicle [1]. A particular group of users likely to be affected by this technological transformation are blind or visually impaired people.

Z upływem czasu wiele funkcji samochodowych zostało zautomatyzowanych. Najnowsze osiągnięcia i rozwój systemów komunikacyjnych doprowadziły do możliwości automatyzacji głównego zadania, jakim jest prowadzenie pojazdu.

Współczesna interakcja w systemach głosowych ma charakter konwersacji. Użytkownik zadaje pytanie lub wydaje komendę, a w następstwie system udziela informacji zwrotnej w postaci odpowiedzi, potwierdzenia lub zaprzeczenia. Systemy samochodowe mogą działać zarówno autonomicznie, na bazie wewnętrznego oprogramowania, lub przy połączeniu z urządzeniem mobilnym użytkownika.

3. Dla kogo dedykowane jest to rozwiązanie?

Grupę docelową dla projektu interfejsu komunikacyjnego stanowią osoby niewidome oraz niedowidzące, bez dodatkowego rozróżnienia na wiek, płeć czy występowanie dodatkowych chorób, zaburzeń czy dysfunkcji. Poniżej przytoczone zostały definicje ślepoty w ujęciu prawnym oraz psychologicznym. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) osoba niewidoma to taka, której ostrość widzenia jest mniejsza niż 3/60 (w lepszym oku z najwyższą korektą) lub posiadająca pole widzenia ograniczone w obu oczach do 10 stopni do punktu fiksacji [6].

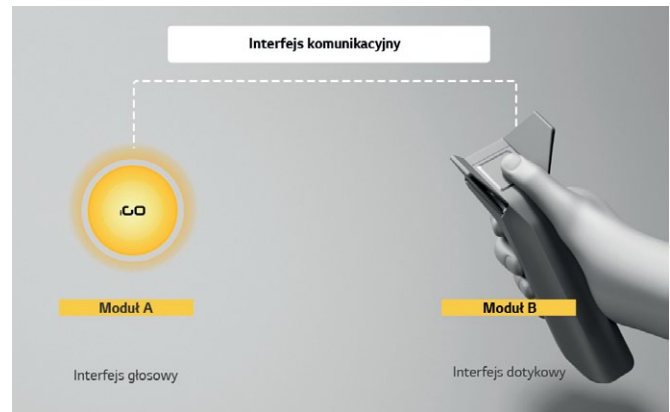
W ujęciu psychologicznym osoba niewidoma wykazuje brak reakcji na bodźce wzrokowe. Wyjątkiem są osoby, które zachowały poczucie odczuwania światła i są w stanie zlokalizować źródło światła oraz odróżnić dzień od nocy.

Dysfunkcja narządu wzroku ogranicza możliwości komunikacyjne osób niewidomych do komunikacji poprzez dźwięk oraz dotyk. Główne struktury poznawcze u osób niewidomych mają charakter dotykowo-słuchowy.

W codziennym przemieszczaniu się osoby te często wykorzystują pomoc asystentów, psów asystujących oraz specjalistycznych lasek dla osób niewidomych, które dostarczają informacji na temat ukształtowania terenu oraz zbliżających się potencjalnych przeszkód.

4. Myślenie koncepcyjne w projektowaniu usług z obszaru mobilności

Omawiany projekt koncepcyjny systemu obsługi pojazdu autonomicznego przez osobę niewidomą składa się z dwóch głównych modułów: Moduł „A” – to głosowy system rozpoznawania mowy, zaś moduł „B” – fizyczny, dotykowy kontroler (*joystick*). Podział ten wynika z charakteru zebranych oraz wydzielonych informacji zaplanowanych do obsługi pojazdu. Część z nich może zostać z łatwością obsłużona za pomocą tylko i wyłącznie komend głosowych. Pewna część komend wymaga na tyle dużej precyzji, że wprowadzenie ich za pomocą głosu mogłoby okazać się kłopotliwe oraz nieefektywne, w związku z czym zaproponowano ich pełną lub częściową obsługę za pomocą dotykowych (fizycznych) przycisków. Dodatkowo istnieje również prawdopodobieństwo, że w pewnych sytuacjach, np. sytuacjach stresowych, awaryjnych lub podczas losowych zdarzeń, do skutecznej komunikacji z pojazdem potrzebny będzie dodatkowy sensor, pozwalający na szybszą reakcję niż za pomocą aparatu mowy. W całości te dwa moduły stanowią



Rys. 1. Budowa interfejsu komunikacyjnego

Źródło własne



Rys. 2. Wizualizacja manipulatora do wprowadzania komend dotykowych

Źródło własne

koncepcję kompleksowej obsługi pojazdu autonomicznego przez operatora.

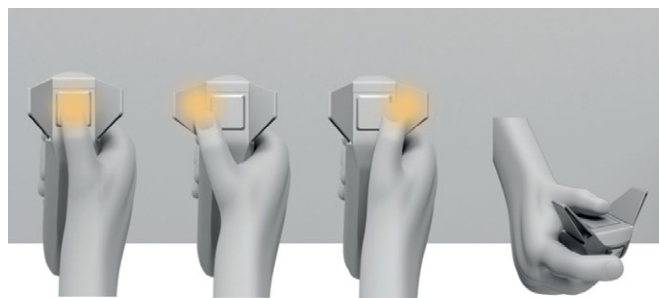
W ramach projektu interfejsu komunikacyjnego dla osoby niewidomej obsługującej pojazd autonomiczny opracowano koncepcję kontrolera pozwalającego na drugi poziom (poza słowną) interakcji użytkownika z pojazdem. Głównym celem wprowadzenia fizycznego kontrolera sterowanego za pomocą dłoni jest rozłożenie poziomu sterowania pojazdem na dwa systemy w celu uniknięcia awarii lub błędów przy korzystaniu wyłącznie z jednego systemu.

Jako że zmysł dotyku jest w przypadku osób z niepełnosprawnością wzroku jednym z kluczowych aspektów poznawczych, zdecydowano się na wykorzystanie układu dotykowych przycisków celem wspomagania kontrolowania pojazdu za pomocą głosu. Interakcje wykonane za pomocą kontrolera to szybkie informacje zwrotne, pozwalające głównie na potwierdzanie lub zaprzeczanie wprowadzonych głosowo komend. Do głównych funkcjonalności kontrolera należy również informowanie systemów bezpieczeństwa o sytuacjach alarmowych oraz kryzysowych.



Rys. 3. Wizualizacja obsługi manipulatora w samochodzie autonomicznym

Źródło własne



Rys. 4. Wizualizacja operacji wykonywanych na manipulatorze

Źródło własne

Interfejs głosowy bazuje na formie konwersacji pomiędzy operatorem pojazdu a systemem. Ze względu na zainicjowanie interakcji wyróżnić można dwa przypadki. W pierwszym to użytkownik wprowadza komendę słowną po uprzedniej aktywacji rozpoznawania mowy. Aktywacja rozpoznawania mowy sygnalizowana jest przez odpowiedni sygnał dźwiękowy. Sygnał dźwiękowy stanowi informację zwrotną dla użytkownika i informuje o możliwości rozpoczęcia wprowadzania komendy głosowej. Po wprowadzeniu komendy słownej przez użytkownika dochodzi do głosowego potwierdzenia przez system przetworzenia tej informacji, tak aby użytkownik w kolejnym kroku mógł potwierdzić operację z wykorzystaniem kontrolera. W drugim scenariuszu system głosowy podaje informacje automatycznie, bez ingerencji użytkownika. Dzieje się tak w przypadkach, kiedy to system cyklicznie informuje o parametrach samochodu, przejazdu czy o warunkach atmosferycznych. Celem cyklicznych komunikatów jest zapewnienie użytkownikom odpowiedniego dostępu do informacji, które bezpośrednio przekładają się na poziom poczucia bezpieczeństwa w pojeździe [7].

Rys. 4 przedstawia poszczególne interakcje z wykorzystaniem manipulatora – interfejsu dotykowego. Odpowiednio od lewej strony przedstawia; 1) rozpoznawanie mowy; 2) potwierdzenie wprowadzenia komendy; 3) zaprzeczenie; 4) przycisk awaryjny.

5. Podsumowanie

W niniejszym artykule zaprezentowano koncepcyjny projekt interfejsu komunikacyjnego dla osoby niedowidzącej, pozwalający na obsługę w pełni autonomicznego pojazdu. W niedalekiej przyszłości pojazdy autonomiczne stanowiąc będą jedną z kluczowych gałęzi komunikacji miejskich. Technologia pojazdów autonomicznych to szczególnie interesująca perspektywa przemieszczania się z punktu widzenia grupy docelowej, jaką są osoby niewidome oraz niedowidzące. Jednym z kluczowych aspektów stanowiących o efektywności pojazdów autonomicznych dla osób z niepełnosprawnością wzroku jest sposób komunikacji pomiędzy użytkownikiem a pojazdem, tzw. interfejs.

W przypadku osób niewidomych oraz niedowidzących przemieszczanie się w przestrzeni miejskiej to jedno z większych wyzwań, z jakimi przychodzi im się mierzyć. Wizja

wykorzystania pojazdu autonomicznego jako narzędzia dla osób niedowidzących pozwala zmierzyć się z zagadnieniem niezależnego i indywidualnego transportu dedykowanego osobom z dysfunkcją narządu wzroku.

Literatura

- [1] BUNGHEZ C.L.: *The future of transportation-autonomous vehicles*. „International Journal of Economic Practices and Theories”, 5(5)/2015.
- [2] LĂZĂROIU, G., MACHOVÁ, V., KUCERA, J.: *Connected and Autonomous Vehicle Mobility: Socially Disruptive Technologies, Networked Transport Systems, and Big Data Algorithmic Analytics*. „Contemporary Readings in Law and Social Justice”, 12(2)/2020.
- [3] SELL R., RASSÓLKIN A., WANG R., OTTO T.: *Integration of autonomous vehicles and Industry 4.0*. „Proceedings of the Estonian Academy of Sciences”, 68(4)/2019.
- [4] *Encyklopedia zarządzania*. Link : <https://mfiles.pl/pl/index.php/Interfejs>. Dostęp: 01.11.2021.
- [5] KIM H.N., OUMAROU B.: *User Requirement Analysis for Smart Voice Technology for Older Adults with Visual Impairments*. „International Journal of Human – Computer Interaction”, 36(16)/2020.
- [6] Portal internetowy: Poradnia Psychologiczno-Pedagogiczna w Rawiczy. Słownik pojęć tyflopedagogicznych. Link: <http://www.poradniarawicz.pl/sloownik-pojec-tyflopedagogicznych/>, dostęp: 01.11.2021.
- [7] CZYSZCZOŃ D.: *Projekt interfejsu komunikacyjnego dla osoby niedowidzącej w pojeździe autonomicznym*. Praca magisterska, Wydział Zarządzania Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, 2021.



Daniel Czyszczoń, Jerzy Mikulik

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Następna generacja baterii trakcyjnych o zwiększonej gęstości energii

Maciej Kwiatkowski, Bartłomiej Kras

1. Wstęp

Akumulatory trakcyjne oparte o ogniwa litowo-jonowe dla pojazdów autobusowych w klasie homologacyjnej M3 to stosunkowo młoda gałąź przemysłu motoryzacyjnego. Pierwsze pojazdy zaprezentowano w drugiej dekadzie XXI wieku, tymczasem w 2020 roku w Europie zarejestrowano 1,714 autobusów ładowanych energią elektryczną [1], co stanowi 6,1% rynku nowych pojazdów autobusowych oraz stanowi wzrost o 18,4% w stosunku do roku 2019. Co ważne, na Polskę przypada 200 rejestracji, co daje trzeci wynik – po Holandii (446 sztuk) oraz Niemczech (288 sztuk). Tak dynamiczny wzrost nie byłby możliwy bez ciągłego rozwoju akumulatorów litowo-jonowych. Rozwój ten odbywa się na wielu płaszczyznach, takich jak obniżenie kosztów wyprodukowania ogniw oraz różnicowanie konstrukcji wewnętrznej ogniw w zależności od aplikacji. W drugim przypadku można wyróżnić akumulatory przeznaczone do szybkiego i wielokrotnego ładowania w ciągu dnia (strategia *opportunity charge*) oraz akumulatory przewidziane do ładowania całonocnego i całodziennej służby na zgromadzonej w ten sposób energii (strategia *overnight charge*). Nocne ładowanie nie wyklucza uzupełniania energii w ciągu służby, najczęściej poprzez ładowanie w dolinie między porannym i popołudniowym szczytem komunikacyjnym. W niniejszym artykule autorzy opisują moduł o bardzo dużej gęstości energii, opracowany w celu spełnienia wymagań strategii ładowania nocnego.

2. Ogniwa litowo-jonowe w transporcie

Systemy bateryjne dedykowane do pracy w trybie ładowania nocnego budowane są przy użyciu ogniw litowo-jonowych opartych o katodę żelazowo-fosforanową (umownie nazywaną LFP) lub katodę nikielowo-manganowo-kobaltową (umownie nazywaną NMC). Obydwa typy materiału katodowego są łączone z anodą wykonaną z węgla w postaci grafitu lub amorficznej. Pierwsze autobusy elektryczne wprowadzane do komercyjnej służby były najczęściej wyposażone w zasobniki energii bazowane na ogniwach LFP. Wynikało to z podobnych parametrów gęstości energii wczesnych ogniw LFP oraz NMC, jak i wyraźnie niższej ceny ogniw LFP. W miarę rozwoju technologii ogniw NMC można było zaobserwować spadek średniej ceny kilowatogodziny zgromadzonej w ogniwie, przy jednoczesnym wzroście gęstości energii. Poniższy wykres przedstawia skalę zwiększenia gęstości energii w kolejnych generacjach ogniw stosowanych w akumulatorach trakcyjnych [2].

Zwiększenie gęstości energii zgromadzonej w ogniwach NMC osiągnięto początkowo poprzez optymalizację procesu formowania materiału katodowego. Aby przekroczyć barierę

Streszczenie: Autorzy przedstawiają projekt, którego celem jest opracowanie, wykonanie i wdrożenie nowej generacji modułu baterijnego o bardzo wysokiej gęstości energii. Nowa generacja akumulatorów trakcyjnych, opartą na nowym module pozwoli na wprowadzenie do służby pojazdów autobusowych o zwiększonym zasięgu operacyjnym oraz ilości zabieranych pasażerów.

Słowa kluczowe: LEO 300, silicon rich anode, ICPT, anoda krzemowa



Rys. 1. Gęstość energii w ogniwach litowo-jonowych

150 watogodzin na kilogram, konieczne było wprowadzenie zmian w strukturze materiału katodowego. Dotychczasowe równe proporcje niklu, manganu oraz kobaltu zastąpiono mieszaninami o proporcjach początkowo 622 (6 części niklu, 2 części manganu, 2 części kobaltu), a następnie również 532 oraz 811. Taki zabieg spowodował wzrost gęstości energii do poziomu 215 watogodzin na kilogram. Magazyny energii budowane z tego typu ogniw osiągają gęstość energii 180 watogodzin na kilogram, co przekłada się na około 350 kilometrów zasięgu w normalnych warunkach pracy autobusu miejskiego.

3. Ogniwa nowej generacji

Dalsze zmiany w materiale katodowym prowadzą do istotnego zmniejszenia dostępnych ilości cykli. Dlatego też zwiększenie gęstości energii zgromadzonej w ogniwie, a w konsekwencji zwiększenie zasięgu operacyjnego pojazdu autobusowego, wymaga zastosowania ogniw o zmodyfikowanym materiale anodowym. Klasyczne materiały anodowe zbudowane z węgla są dobrze przebadane i szeroko stosowane w przemyśle, w związku z czym rozpoczęto poszukiwania nowego

materiału, zapewniającego większą gęstość energii. Wśród potencjalnych kandydatów na materiał anodowy należy wymienić: nanorurki węglowe, nanowłókna węglowe, grafen, porowaty węgiel, tlenek krzemu, krzem, german, ołów, oraz tlenki metali grupy przejściowej [3]. Rys. 3 przedstawia zależność teoretycznej pojemności materiału anodowego oraz potencjału elektrycznego od jonu litu Li/Li^+ .

Poszukiwany materiał anodowy powinien zapewniać bardzo duży stosunek powierzchni do objętości, co spowoduje wzrost pojemności, oraz dużą powierzchnię kontaktu anody z elektrolitem, co z kolei pozwoli na zwiększenie transferu jonów litu poprzez barierę między anodą a elektrolitem. Z drugiej strony, materiał anodowy powinien charakteryzować się niską zmianą objętości w cyklu ładowania, co przekłada się na

trwałość anody, a więc możliwą do uzyskania ilość cykli.

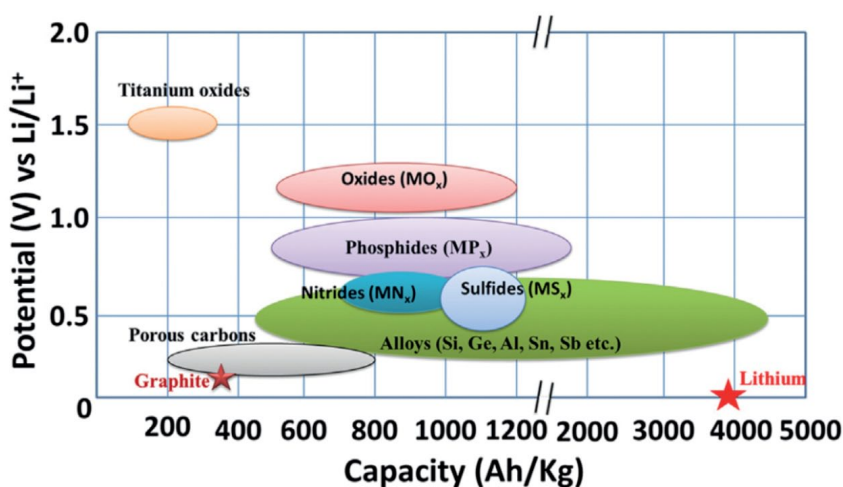
Wśród wymienionych wszystkich materiałów uwagę zwraca krzem. Krzem jest drugim najczęściej występującym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej, charakteryzuje się pojemnością grawimetryczną wynoszącą 4200 mAh/g, co w porównaniu z powszechnie stosowanym grafitem (372 mAh/g) jest wartością doskonałą. Jednocześnie wartość potencjału elektrycznego do Li/Li^+ jest zbliżona do wartości grafitu. Dotychczasowe próby skonstruowania ogniwa z anodą krzemową napotykały na duże trudności ze względu na zmienność objętości krzemu w cyklu ładowania wynoszącą nawet 300%. Tak duże zmiany wpływały bardzo negatywnie na trwałość budowanych ogniw. Badania wdrożeniowe koncentrowały się na takim ukształtowaniu powierzchni materiału anodowego, by zmiany objętości nie naruszały struktury anody. Problem udało się rozwiązać, stosując anodę wykonaną z nanowłókien krzemowych. Taka unikatowa struktura pozwala wykorzystać zalety krzemu jako materiału anodowego, jednocześnie zapewniając miejsce dla zmian objętości w cyklu pracy ogniwa.

Ogniwo litowo-jonowe wykonane przy użyciu opisanej anody krzemowej (*Silicon Rich Anode*) charakteryzuje się znacznie zwiększoną pojemnością w stosunku do obecnie stosowanych ogniw, przy zachowaniu dobrej ilości cykli pracy.

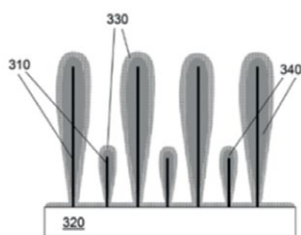
4. Moduł LEO300

Impact Clean Power Technology SA, bazując na ogniwach *Silicon Rich Anode*, zaprojektował i zbudował innowacyjny moduł baterijny, posiadający największą gęstość energii na rynku wynoszącą 300 Wh/kg. Moduł o nazwie handlowej LEO300 został wykonany w popularnym formacie VDA PHEV2.

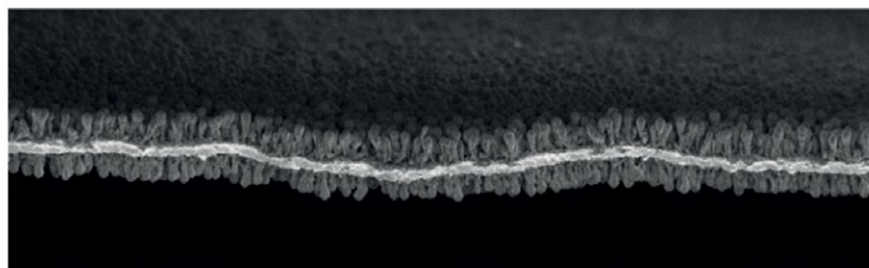
Format modułu LEO300 umożliwia łatwy montaż w istniejących konstrukcjach magazynów energii. Upraszcza to integrację modułu LEO300 z pojazdami autobusowymi, dzięki czemu możliwy jest skokowy wzrost gęstości energii zgromadzonej w zasobnikach instalowanych na pojeździe, co przekłada się na zwiększenie konkurencyjności



Rys. 2. Porównanie materiałów anodowych [3]



Cross Sectional Illustration



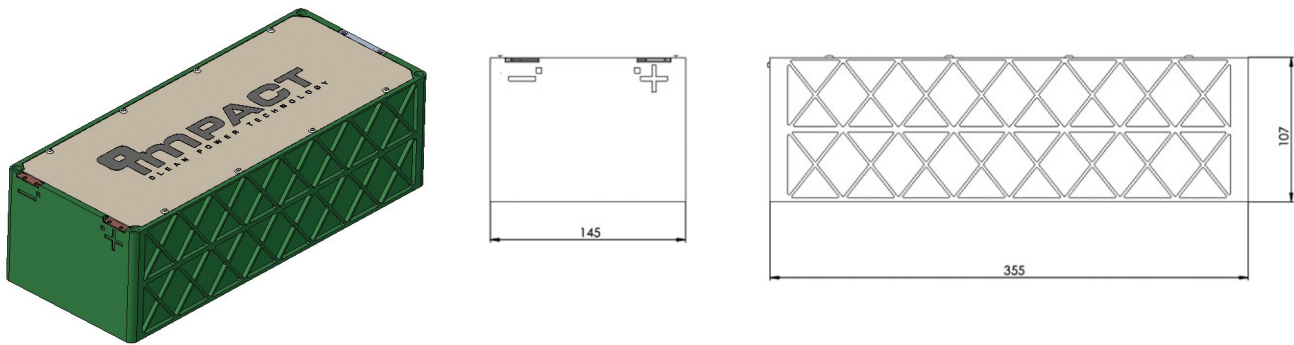
100 μm

Sample ID = CVD15260_S164742_XS_
Mag = 100 X
WD = 3.7 mm

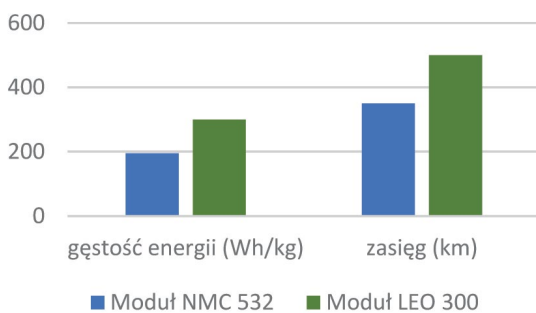
EHT = 5.00 kV
Aperture Size = 30.00 μm



Rys. 3. Anoda wykonana z nanowłókien [4]



Rys. 4. Moduł LEO300



Rys. 5. Porównanie parametrów modułów

oferowanych pojazdów. Osiągana gęstość energii na poziomie zasobnika wynosi powyżej 260 Wh/kg. Przykładowe porównanie parametrów obecnej i przyszłej generacji pojazdów przedstawia poniższy wykres.

Możliwy do uzyskania zasięg przekraczający 500 kilometrów pozwala na wprowadzanie zasilanych elektrycznie pojazdów autobusowych w miejsca dotychczas zarezerwowane dla pojazdów z silnikami wewnętrznego spalania, takie jak linie podmiejskie czy obszary ze słabo rozwiniętą infrastrukturą energetyczną, uniemożliwiającą organizację sieci punktów szybkiego ładowania.

5. Wnioski i podsumowanie

Moduł LEO300 to skok technologiczny, który pozwala na budowę systemów bateryjnych dla autobusów znacząco zwiększających ich zasięg, okres życia baterii oraz skrócenie czasu ładowania. LEO300 to kolejny element w łańcuchu wartości ICPT SA opartego o zasady zrównoważonego rozwoju, gospodarki w obiegu zamkniętym i ochrony klimatu. Dzięki akumulatorom trakcyjnym opartym o moduły LEO300 *Silicon Rich Anode* nasi klienci zyskują ogromną przewagę konkurencyjną w kluczowych elementach przetargowych, takich jak zasięg, czas ładowania, okres życia baterii czy ilość pasażerów.


Literatura

- [1] ACEA, <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-buses-electric-6-1-hybrids-9-5-diesel-72-9-market-share-in-2020/>.
- [2] Opracowanie własne ICPT.


- [3] GORIPARTI S. ET AL.: *Review on recent progress of nanostructured anode materials for Li-ion batteries*. „Journal of Power Sources” volume 257, 1 July 2014.
- [4] Amprius Technologies, <https://amprius.com/technology>.

mgr inż. Maciej Kwiatkowski, e-mail: mk@icpt.pl
 dr Bartłomiej Kras, e-mail: bk@icpt.pl
 Impact Clean Power Technology SA

reklama



zrobotyzowany.pl



Przemysł
ZROBOTYZOWANY
www.zrobotyzowany.pl

Taropak wyznacza trendy w branży opakowań!

Taropak to targi opakowań o najdłuższej tradycji w Polsce. W tym roku odbyła się już 33 edycja tego wydarzenia. Targom Taropak towarzyszyły Targi Polagra, których ekspozycja wystawiennicza składała się z trzech salonów: FOOD, FOODTECH oraz HORECA. Jakie nowości czekały na odwiedzających podczas tegorocznych Targów?

Tegoroczne Targi Taropak i Polagra, odbywające się w dniach 4–6 października, zgromadziły na terenie MTP blisko 200 wystawców z 13 krajów, którzy byli zlokalizowani w dwóch największych pawilonach wystawienniczych w Polsce o łącznej powierzchni ponad 22 tys. m² brutto.

Targi Taropak mogły pochwalić się dużą ilością wystawców z innowacyjnymi na rynku maszynami i urządzeniami pakującymi. Nie zabrakło również firm oferujących produkty i półprodukty dla branży. Przedstawiciele firm produkcyjnych z branży spożywczej, meblowej, motoryzacyjnej, kosmetycznej czy farmaceutycznej po raz kolejny mogli się przekonać o tym, że Taropak opakuje każdą branżę!

Nowości na stoiskach

Tegoroczni wystawcy na swoich stoiskach targowych zaprezentowali wiele premier produktowych. Swoje nowości pokazały m.in. firmy oferujące rozwiązania maszynowe z dziedziny automatyki czy magazynowania. Firma Mech-Masz Szczeciński zaprezentowała elektryczne wózki do podnoszenia i obracania pojemników HUB. Te mobilne wózki usprawniają pracę wszędzie tam, gdzie trzeba przetransportować oraz unieść pojemniki na stosunkowo dużą wysokość. Jest to świetne rozwiązanie, znacznie ułatwiające i przyspieszające pracę obsługi przy konieczności podniesienia i opróżnienia pojemników.

Natomiast firma Comaco pokazała DOUBLESTICK – maszynę pakującą do higienicznego pakowania dwóch różnych rodzajów towarów jednocześnie, do dwóch osobnych komór worka. Dwie komory woreczków oddzielają produkty, np. kawę i cukier, i zabezpieczają je przed

zmieszaniem. DOUBLESTICK oferuje pakowanie różnych kombinacji produktów w różne rozmiary worków.

Firma Polpak zaprezentowała na swoim stoisku wyjątkową, bo jedyną w swoim rodzaju na rynku polskim i zagranicznym, maszynę – poziomy automat pakujący D2100K DOYPACK. Urządzenie cechuje innowacyjność, wysoka wydajność i efektywność. Automat przeznaczony jest do formowania, napełniania i zamykania opakowań typu *doypack* z korkiem. Pakuje różnorodne produkty – płyny rzadkie i gęste, piące się, pasty – w jedno z najbardziej uniwersalnych i praktycznych opakowań na rynku.

Firma Piab pokazała przyssawki MX, które są idealne do przenoszenia różnych przedmiotów z różnych materiałów. To wielofunkcyjne przyssawki o niezwykle wysokich zdolnościach chwytania wielu różnych powierzchni. Są bardzo zaawansowane technicznie, stworzone, aby wspierać przenoszenie wielu rodzajów przedmiotów. Ta nowa rodzina przyssawek jest kompatybilna ze wszystkimi mocowaniami piGRIP® i ich cechami. Dodatkowo Piab przedstawił również piSOFTGRIP® – lekki chwytak próżniowy do delikatnych produktów posiadający palce chwytające i komorę próżniową. Jest to urządzenie napędzane podciśnieniem, dzięki czemu siłę zacisku można łatwo regulować poprzez proste ustawienie poziomu podciśnienia. Zastosowanie chwytak może znaleźć w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i MedTech.

Złote Medale Grupy MTP

Sześć produktów zostało nagrodzonych przez niezależny sąd konkursowy w tegorocznej edycji konkursu o Złoty



Medal Grupy MTP podczas Targów Taropak. Nagrody zostały wręczone 4 października podczas uroczystości otwarcia Targów.

Wśród wyróżnionych firm znalazła się Purells Innovative – producent opakowania Bee Inspired by Nature. Jest to ekskluzywne, innowacyjne i ekologiczne opakowanie na słójki z miodem. Za swój produkt, który również dba o czyste środowisko, została nagrodzona firma Smurfit Kappa Polska. Ich produkt – opakowanie TopClip – jest ekologiczną alternatywą dla wielopaków napojów w puszkach. Wyróżniono również poziomy automat pakujący D2100K Doypack zgłoszony przez POLPAK Sp. z o.o. Jest to urządzenie, które potrafi uformować, napełnić i zamknąć opakowanie typu *doypack*. Firma FILMAT otrzymała nagrodę za swoją innowacyjną Linie Pakowania Automatycznego LPA15X, dzięki której cały proces pakowania folią termokurczliwą odbywa się

w pełni automatycznie. Złoty Medal został również przyznany firmie Radpak za poziomą kartoniarke kontynuacyjną RKH-15C, która zapewnia maksymalną wydajność, powtarzalność, ekonomię produkcji oraz wysoki poziom bezpieczeństwa przy jednoczesnym zachowaniu konkurencyjnej ceny. Zeus Pacaging otrzymał nagrodę za swój System Monitorowania Owijania Palet APOLLO, który umożliwia codzienną weryfikację pracy urządzeń do owijania palet, dzięki czemu znane i kontrolowane jest zużycie folii stretch.

Złoty Medal – Wybór Konsumentów 2021

Po ogłoszeniu produktów, które otrzymały Złoty Medal Grupy MTP, konsumenci mogli wziąć udział w internetowym głosowaniu na Złoty Medal – Wybór Konsumentów 2021. Podczas gali otwarcia Targów Taropak 2021 przedstawiono laureata głosowania. Tegoroczny Złoty Medal – Wybór Konsumentów trafił do firmy FILMAT Grzegorz Siewiera za Linie Pakowania Automatycznego LPA15X. FILMAT to uznany na rynku producent sprzętu służącego do pakowania. Produkowane przez firmę maszyny przeznaczone są do pakowania tworzywami takimi, jak folie termokurczliwe czy stretch.

Nagrody Acantus Aureus

Jak co roku przyznano również nagrody Acantus Aureus tym wystawcom, którzy najlepiej potrafili zobrazować swoją wizję stoiska w połączeniu ze strategią marketingową firmy. Podczas Targów Taropak 2021 statuetką za najbardziej wyróżniające się stoisko uhonorowano trzy firmy: VP Polska, bekuplast oraz Camozzi Automation.

Spotkania profesjonalistów

Po raz kolejny poruszono w Poznaniu najistotniejsze kwestie, jakimi obecnie żyje branża opakowań. Jak wynika z prezentowanych podczas konferencji danych – sektor opakowań w Polsce, pomimo wzrostu cen surowców, w 2021 r. urósł o 8%. Ważnym impulsem rozwoju branży jest *e-commerce*, ale firmy produkujące opakowania muszą uwzględnić zmieniające się trendy rynkowe, w tym najsilniejszy z nich: ekologiczny.

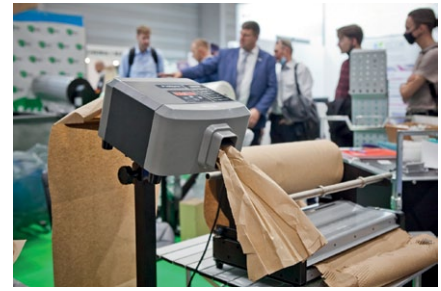
Konferencje Polskiej Izby Opakowań

W dniach 4 i 5 października odbyły się dwie konferencje branżowe dla sektora opakowaniowego organizowane przez Polską Izbę Opakowań i Grupę MTP. Pierwsza konferencja, która odbyła się 4 października na scenie głównej, dotyczyła potencjału eksportowego polskiego rynku opakowaniowego. Natomiast 5 października podczas konferencji w Salonie Promocji Polskiej Izby Opakowań prelegenci przedstawili trendy i kierunki rozwoju branży opakowań. Wystąpili przedstawiciele znanych firm: Santander Bank Polska, Instytut Logistyki i Magazynowania, Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych, Polska Izba Odzysku i Recyklingu Opakowań, FUTAMURA oraz REKOPOL.

Taropak Design – Kolorowa ekologia

Kolejną nowością podczas tegorocznych Targów Taropak była konferencja Taropak Design skierowana nie tylko do projektantów i producentów opakowań, ale również do firm oferujących surowce i półprodukty dla branży. Podczas pierwszej edycji wydarzenia, w dniu 5 października, organizatorzy i prelegenci skupili się na papierowych opakowaniach i obalili mit dotyczący tego, że eopakowania muszą być szare, udowadniając, że dzięki zastosowaniu odpowiednio dobranych surowców i półproduktów eko może być kolorowe i piękne. Partnerami konferencji Taropak Design, którzy zadbali o piękną i ekologiczną oprawę sceny głównej, były firmy: Zing, Burgopak Poland oraz Intrograf – eksperci w dziedzinie ekologicznych rozwiązań w opakowaniach.

W ramach konferencji przy scenie głównej można było oglądać wyeksponowaną wystawę wyjątkowych kolorowych papierowych opakowań od Burgopak Poland. Na wystawie znajdował się również wyróżniony Złotym Medalem produkt firmy Purells Innovate – opakowanie Bee Inspired by Nature przeznaczone na miód. Na wystawie znajdowały się także książki *O produkcji opakowań farmaceutycznych i nie tylko...* autorstwa Ryszarda Wielgosa z firmy Intrograf Lublin SA, jednego z prelegentów konferencji Taropak Design.



Konferencja E-commerce

Druga edycja wydarzenia, która odbyła się 6 października, stanowiła idealną okazję do spotkania z ekspertami z dziedziny e-handlu, opakowań w *e-commerce*, logistyki i magazynowania, a także zagadnień z zakresu marketingu i sprzedaży. W tym roku prelegenci opowiedzieli o tym, co dzieje się z rosnącymi tonami opakowań, które składają się na miliony przesyłek w Polsce. Zdradzili również, jak wyglądają działania związane z opakowaniami zwrotnymi oraz skąd się biorą problemy z opakowaniami w magazynach. Partnerami konferencji byli: Silny&Salamon, Semcore, Astra SA, Santander Bank Polska, Instytut Logistyki i Magazynowania oraz Lean-Tech.

Internetowa Platforma Spotkań

Targi Taropak odbyły się w tym roku w formie hybrydowej, co oznacza, że można było wziąć w nich udział stacjonarnie oraz online – z wykorzystaniem dedykowanej Internetowej Platformy Spotkań. Platforma oferowała wiele udogodnień zarówno dla odwiedzających, jak i wystawców: za jej pośrednictwem można było zaplanować wirtualne spotkania z partnerami z całego świata, dodać umówione spotkania do swojego prywatnego internetowego kalendarza czy wypromować siebie i swoją firmę na międzynarodowym forum. Platforma umożliwiała również uczestnictwo online w konferencjach odbywających się na scenie głównej Targów Taropak.

A już za rok...

Kolejne święto branży opakowań w Poznaniu odbędzie się podczas Targów Taropak jesienią w 2022 r. Organizatorzy nie zwalniają tempa i już planują kolejne wyjątkowe wydarzenia dla profesjonalistów z branży opakowaniowej. ■

„Przemysłowa Jesień” z pełnym sukcesem!

Ponad 10 tysięcy branżowych zwiedzających odwiedziło przemysłowe wystawy spod znaku STOM i METAL. Taka frekwencja pozwoliła wrócić myślami do czasów przed pandemią oraz pokazała, jak bardzo przemysł potrzebuje spotkań bezpośrednich.

Niemal 500 wystawców prezentowało w 7 halach to, czego poszukiwali branżowi zwiedzający – obrabiarki, wycinarki, giętarki, całe linie zrobotyzowane, specjalistyczne maszyny dla odlewnictwa, spawarki, mikroskopy. Tak szeroki zakres branżowy pozwolił zdobyć przedsiębiorcom naprawdę szeroki wachlarz nowych kontaktów. Wyjątkową okazją było z pewnością połączenie oferty Międzynarodowych Targów Technologii dla Odlewnictwa METAL oraz Salonu Technologii Obróbki Metali STOM wraz z wszystkimi wydarzeniami uzupełniającymi ofertę tych dwóch kolosów. O ogromnym zainteresowaniu mówili wystawcy Dni Druku 3D:

– Jakie są moje odczucia? Mogę jedynie powiedzieć – fantastyczne. Od pierwszego dnia jest ogromne zainteresowanie naszym stoiskiem. Mnóstwo klientów i bardzo dobrych rozmów. Pojawiły się też bardzo ciekawe propozycje współpracy. Wyjedziemy stąd nie tylko bogatsi o nowych klientów, czyli z konkretnym zarobkiem, ale też z zawiązanymi wieloma współpracami, które będą owocowały w przyszłości – podsumował udział w wydarzeniu Andrzej Burgs, prezes zarządu firmy Sygnis.

Równie zadowoleni byli wystawcy Międzynarodowych Targów Technologii dla Odlewnictwa METAL.

– Wystawiamy się od samego początku istnienia naszej firmy. Stało się to poniekąd naszą tradycją i kultywujemy ją, ponieważ wielokrotnie przekonaliśmy się, że nie ma lepszej okazji, aby zaprezentować swoją ofertę, niż Targi. To najlepsze miejsce, żeby pokazać, że istniejemy, mamy się dobrze i obieramy nowe kierunki. Były podjęte próby przeniesienia Targów Odlewniczych do Poznania. Próba okazała się nieudana. Sam



uczestniczyłem w tych Targach. Bardzo szybko zweryfikowaliśmy nasz pogląd, że targowe odlewnictwo i metalurgia znajdują się w Kielcach. Proszę zauważyć, że obecnie kielecka impreza rozrosła się i nie są to tylko i wyłącznie targi odlewnicze. Spotyka się tu wiele różnych branż, które wspólne od siebie zależą, co jest siłą Targów Kielce – mówił Wojciech Plaza, prezes zarządu Kratos Polska.

Przemysłowa Wiosna z nagrodami

Podczas uroczystej gali, która odbyła się pierwszego dnia Targów, nagrodzono najlepsze produkty prezentowane podczas wyjątkowej „Przemysłowej Jesieni”. O przyznaniu nagród decydowały komisje konkursowe. W czasie uroczystości wręczono także nagrody TOP DESIGN Targów Kielce za oryginalny i nowoczesny styl prezentacji targowej.



Aleksander Nicał, Kostiantyn Protchenko,
Krzysztof Kaczorek, Elżbieta Szmigiera
**BIM w prefabrykacji. Nowoczesne metody
wspomagania i automatyzacji**
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Wydanie: 2021

W okresie intensywnego rozwoju prefabrykacji wdrożenie nowej technologii BIM w wytwórniach jest bardzo istotnym narzędziem służącym do optymalizacji procesów produkcyjnych. Dlatego narzędzia wspomagania inżynierskiego powinny umożliwiać i ułatwiać projektowanie technologiczne i organizacyjne procesów produkcji prefabrykatów, a także usprawniać proces kompletacji i ekspedycji prefabrykatów do montażu na budowie.

W publikacji *BIM w prefabrykacji. Nowoczesne metody wspomagania i automatyzacji* autorzy nie tylko opisują część technologiczną, ale przede wszystkim prezentują nowy kierunek podejścia do inwestycji. Opisują nowe oblicze prefabrykacji przez pryzmat BIM, dostosowując ją do nowego poziomu cyfrowego zarządzania procesem produkcji, weryfikacji jakości wykonania, logistyki dostaw aż do zatwierdzania elementów wbudowanych w przestrzennym, zwizualizowanym harmonogramie.



Elżbieta Jarzębowska
Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Wydanie: 2021

Wydawnictwo PWN przedstawia wyjątkową na polskim rynku pozycję akademicką dotyczącą technik podstawowych i zaawansowanych modelowania i sterowania obiektami mechanicznymi.

Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi obejmuje zagadnienia sterowania i modelowania ruchem m.in.:

- pojazdów kołowych i podwodnych;
- bezzałogowych obiektów latających;
- satelitów i manipulatorów kosmicznych.

Podręcznik wychodzi poza tradycyjnie rozumiane modelowanie i sterowanie związane z metodami liniowymi (automatyka), które jest najczęściej wykładanym zakresem metod sterowania w wyższych uczelniach technicznych.

Podręcznik *Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi* omawia współcześnie stosowane metody modelowania, zakresy ich zastosowań oraz dobór metod sterowania dla różnych obiektów zależnie od celu sterowania.

Podręcznik powstał na bazie zajęć – wykładów, ćwiczeń, zadań projektowych – prowadzonych przez Autorkę na PW w Instytucie Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej. Powstał też z potrzeby wsparcia studentów i doktorantów jedną pozycją, w której są współczesne metody modelowania i sterowania – obecnie w rozproszonych publ. naukowych.

Podręcznik *Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi* został tak skonstruowany, aby dostarczyć zbioru narzędzi do wykształcenia umiejętności zbudowania dynamiki złożonego układu, np. satelity, i zaprojektowania dla niego algorytmu reorientacji na orbicie.

Publikacja jest kierowana:

- do studentów studiów inżynierskich różnych kierunków, np. mechatnika, mechatronika, automatyka i robotyka oraz pokrewnych;
- do inżynierów mechaników, automatyków czy projektantów układów mechanicznych.



Dominik Héjj, Anna Mikulska, Tomasz Chyła,
Jakub Bartoszewski, Piotr Turowski, Viktor Varjú,
Attila Farkas, Peter Rada
Redakcja naukowa: Mariusz Ruszel, Anna Witkowska
**Polsko-węgierska współpraca na rzecz
bezpieczeństwa energetycznego w kontekście
transformacji energetycznej i konkurencyjności
gospodarki**
Wydawca: Instytut Polityki Energetycznej
Wydanie: 2021

To zbiór kilku artykułów naukowych i eksperckich, napisanych przez uznanych analityków polityki energetycznej i stosunków międzynarodowych z różnych ośrodków naukowych z Polski, Węgier czy Stanów Zjednoczonych.

Tematy poszczególnych rozdziałów to polityka energetyczna Polski i Węgier, transformacja energetyczna obydwu krajów (odchodzenie od węgla, energetyka jądrowa, zwiększanie udziału gazu w miksie energetycznym), wykorzystanie surowców energetycznych, dywersyfikacja dostaw tychże surowców, działania na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Analizowane kwestie ujmowane są też w kontekście relacji między państwami Europy Środkowo-Wschodniej, a także w kontekście polityki energetycznej i klimatycznej Unii Europejskiej.

Autorzy pokazują także możliwości współpracy energetycznej Polski i Węgier, a szczególnie możliwości osiągnięcia konkurencyjności ekonomicznej.

Najważniejszą różnicą w miksie energetycznym obydwu państw jest rola energetyki jądrowej. W Polsce jest ona nieobecna, natomiast na Węgrzech elektrownia w Paks zapewnia połowę energii elektrycznej. Szczegółowo analizuje tę sprawę dr Dominik Héjj. Plany rządu węgierskiego zakładają zwiększenie mocy i modernizację, ale rozbudowa opóźnia się. Przy okazji analityk podkreśla współpracę węgiersko-rosyjską przy rozbudowie mocy energetyki atomowej.

Obydwa kraje mają też plany stania się regionalnym hubem gazowym. Polska liczy na odsprzedawanie nadwyżek gazu amerykańskiego, norweskiego czy katarskiego, zaś Węgry już odsprzedają gaz rosyjski. Dr hab. Mariusz Ruszel, profesor Politechniki Rzeszowskiej i prezes Instytutu Polityki Energetycznej, porównuje potencjał obydwu państw w tej dziedzinie. Jak wynika z analizy, i Warszawa, i Budapeszt mają podstawy do tego, by stać się gazowymi hurtownikami.

Zestawienie firm – automatyka przemysłowa

Dane firmy	Profil działalności
Napędy	
CANTONI GROUP ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn	tel. 33 813 87 00 fax 33 813 87 01 e-mail: motor@cantonigroup.com www.cantonigroup.com Grupa Cantoni to największy w Polsce producent silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 6000 kW oraz hamulców. Silniki elektryczne są produkowane przez firmy: Besel SA w Brzegu, Celma Indukta SA w Cieszynie i Bielsku-Białej, Emit SA w Żychlinie. Hamulce produkuje firma Ema-Elfa Sp. z o.o. w Ostrzeszowie.
MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
Steinlen Polska Sp. z o.o. ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów	tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 marketing@steinlenpolska.pl Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgieł.
Automatyka przemysłowa	
ASTAT ul. Dąbrowskiego 441 60-451 Poznań	tel. 61 848 88 71 e-mail: info@astat.pl www.astat.pl Kompleksowa oferta komponentów automatyki przemysłowej, szaf sterowniczych, obudów, osprzętu kablowego, rozwiązań dla energetyki i miernictwa. Wybrany asortyment dostępny z magazynu.
COMPARTA Zajdel Sp. z o.o. ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła	e-mail: comparta@comparta.pl www.comparta.pl Oferuje: <ul style="list-style-type: none"> • switche przemysłowe COMPARTA; • IDEC – PLC, HMI, bezpieczeństwo; • komputery przemysłowe ASEM; • konwertery protokołów HILSCHER; • zdalny dostęp SECOMEA – najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych. Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL
ELMAST Zakład Elektroniki Przemysłowej ul. Bema 11 lok. 62 15-369 Białystok	tel. 506 745 439 e-mail: biuro@elmast.pl www.elmast.pl <ul style="list-style-type: none"> • Bezczujnikowe inteligentne sterowniki z mikroprocesorowym zabezpieczeniem silnika do zanurzeniowych pomp ściekowych. • Mikroprocesorowe niedomiarowoprądowe zabezpieczenia agregatów pompowych głębinowych. • Zestawy rozruchowo-sterująco-zabezpieczające ze zdalnym sterowaniem i powiadomieniem przez GSM.

Automatyka przemysłowa (cd.)		
Endress+Hauser Polska sp. z o.o. Wołowska 11 51-116 Wrocław	tel. 71 773 00 00 e-mail: info.pl@endress.com	Endress+Hauser to światowy lider w obszarze aparatury pomiarowej, usług i rozwiązań automatyki przemysłowej. Produkujemy układy do pomiaru przepływu, poziomu, ciśnienia, temperatury, analizy cieczy i gazów oraz rejestracji danych. Optymalizujemy procesy produkcyjne pod kątem wzrostu wydajności, bezpieczeństwa i redukcji wpływu na środowisko.
Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolaska.pl www.fatek.pl	Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.
FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych.
INVERTEK DRIVES POLSKA Sp. z o.o. ul. Spalska 26/28 97-200 Tomaszów Mazowiecki	tel. 44 723 40 05 sprzedaz@invertekdrives.com.pl invertekdrives.com.pl	Invertek Drives Polska Sp. z o.o. jest oficjalnym przedstawicielem angielskiej firmy Invertek Drives, gdzie od 25 lat produkujemy przemienniki częstotliwości do wielu aplikacji. Unikalne rozwiązanie sterowania silnikami indukcyjnymi, BLDC, PM i SynRM czyni naszą firmę rozpoznawalną w świecie napędów.
MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
N.B.C. Polska Sp. z o.o. ul. Zamoyskiego 45 A/9 03-801 Warszawa	tel. 22 855 18 30 fax 22 855 18 32 e-mail: nbc@nbc-el.pl www.nbc-el.pl	Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwigów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.
SKAMER-ACM Sp. z o.o. ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl	SKAMER-ACM to firma z ponad 30-letnim doświadczeniem w zakresie szeroko pojętej automatyki przemysłowej, od prostych urządzeń pomiaru, regulacji, sterowania i rejestracji, po zaawansowane układy sterowania i robotykę. Działalność firmy obejmuje: projektowanie, programowanie, montaż, rozruch i serwis; prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA; systemy wizualizacji procesów przemysłowych; systemy monitoringu efektywności produkcji i energii; pomiary wilgotności i tlenu w gazach; instalacje elektryczne, teletechniczne i HVAC; kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne.

Automatyka przemysłowa (cd.)		
<p>TWT AUTOMATYKA ul. Waflowa 1 02-971 Warszawa</p>	<p>tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@twt.com.pl www.twt.com.pl</p>	<p>TWT to polski producent indukcyjnych czujników zbliżeniowych i czujników optycznych, obecny na rynku od 1999 r. Nasze wyroby charakteryzują się wysokim stopniem zaawansowania technicznego, dużą niezawodnością i wytrzymałością. Zapraszamy na naszą stronę www.twt.com.pl i do sklepu internetowego.</p>
Energoelektronika		
<p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych.
Aparatura kontrolno-pomiarowa		
<p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych.
<p>TRONIA Sp. z o.o. ul. Sycowska 11 02-266 Warszawa</p>	<p>tel. 781 991 168 e-mail: tronia@poczta.onet.pl tronia.pl</p>	<p>Tronia jest znanym producentem rejestratorów zakłóceń elektrycznych. Nasze produkty są w Elektrowni Bełchatów, Hucie Miedzi „Głogów” i wielu innych obiektach. Wyróżnia je modułowa konstrukcja, ułatwiająca dostosowanie parametrów urządzenia do bieżących potrzeb użytkownika.</p>
Systemy zasilające		
<p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych.

Układy zabezpieczeń		
<p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych.
Hydraulika		
<p>WROPOL Engineering Sp. z o.o. Lutynia ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia</p>	<p>tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl www.wropol.pl</p>	<p>Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do Ø500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory ZO, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AL oraz maszyny i urządzenia technologiczne.</p>
Utrzymanie ruchu		
<p>ASTAT ul. Dąbrowskiego 441 60-451 Poznań</p>	<p>tel. 61 848 88 71 e-mail: info@astat.pl www.astat.pl</p>	<p>Komponenty dla utrzymania ruchu, m.in.: wyłączniki, rozłączniki, przekaźniki, styczniki, czujniki, enkodery, liczniki, pierścienie ślizgowe, sygnalizatory, wentylatory, klimatyzatory, szafy sterownicze, zasilacze, przepusty i dławnice kablowe, korytka siatkowe i grzebieniowe, przekładniki nn i SN.</p>
<p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych.
<p>MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków</p>	<p>tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl</p>	<p>Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.</p>
<p>Wytwórnia Sprzętu Elektroenergetycznego AKTYWIZACJA ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków</p>	<p>tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl</p>	<p>WSE AKTYWIZACJA produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • drążki izolacyjne: uniwersalne UDI, teleskopowe TDI; • uziemiacze: przenośne, uszyniacze; • wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze faz; • przyrządy, mierniki i detektory pola elektrycznego; • wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP.

TEMATYKA

<p>napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny</p> <p>Nr 1 (273) Rok XXIV Styczeń 2022</p> <ul style="list-style-type: none">• Automatyka i robotyka• Nowe technologie• Roboty przemysłowe• Termowizja• Aparatura kontrolno-pomiarowa• Systemy mechatroniczne  <p>Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32 755 19 17</p>	1/2022 (273)
	2/2022 (274)
	3/2022 (275)
	4/2022 (276)
	5/2022 (277)
	6/2022 (278)
	7-8/2022 (279-280)
	9/2022 (281)
	10/2022 (282)
	11/2022 (283)
	12/2022 (284)

PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Osoby, które dokonają przedpłaty za prenumeratę roczną do końca grudnia 2021 roku, mają zapewnioną cenę 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Od stycznia 2022 roku cena prenumeraty rocznej wynosi 237,60 zł (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel. 502 132 515.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

– druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, www.nis.com.pl/nis/prenumerata;

– pocztę elektroniczną, e-mail: prenumerata@drukart.pl lub za pośrednictwem:

– RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7⁰⁰–17⁰⁰) www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;

– GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;

– Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., www.kolporter.com.pl, tel. 41 367 88 88.

napędy i sterowanie

**miesięcznik
naukowo-
-techniczny**

Nr 1 (273)

Rok XXIV
Styczeń 2022

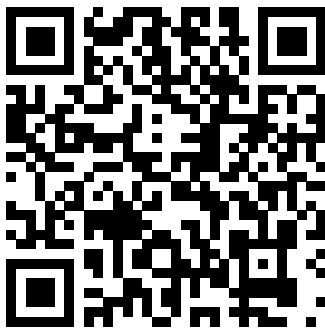
ISSN 1507-7764
Indeks 36018X

Cena: 21,60 zł
(w tym 8% VAT)

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

ZAPRASZAMY DO PROMOCJI
W NUMERZE **1/2022**
WYDANIU DEDYKOWANYM
TARGOM **AUTOMATICON**

Przenieś swoją produkcję na wyższy poziom



Zeskanuj i połóż tu smartfon

NAZCA 4.0 polska odpowiedź na Industry 4.0