

napędy i sterowanie

**miesięcznik
naukowo-
-techniczny**

Nr 2 (298)

Rok XXVI

Luty 2024

ISSN 1507-7764
Indeks 36018X

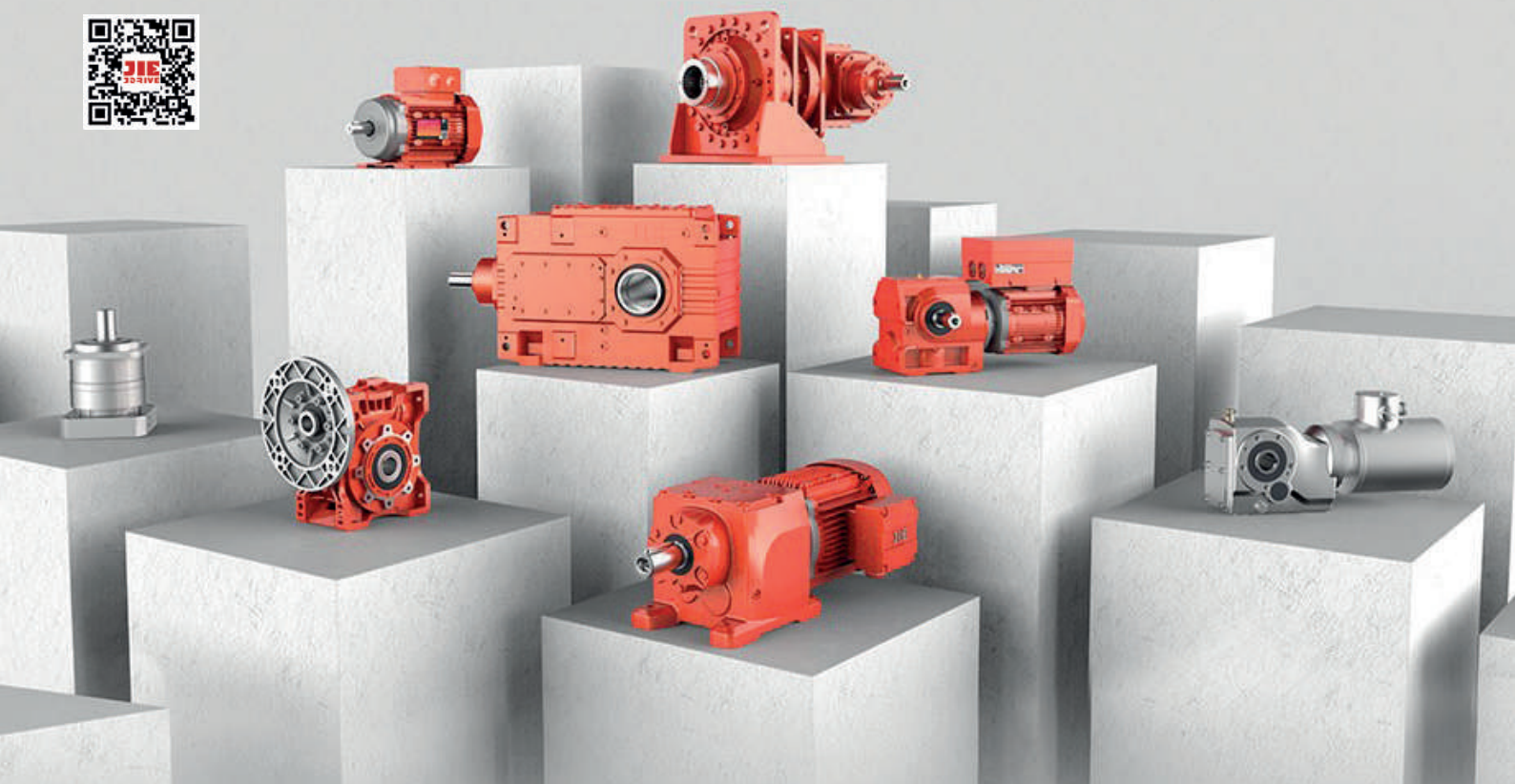
Cena: 28,08 zł
(w tym 8% VAT)

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

**NOWY
PRODUCENT
NA RYNKU**

**NOWE
MOŻLIWOŚCI**

**JIE
JDRIVE**



**JIE DRIVE TECHNOLOGY CO., LTD.
JIE EURONORM BV**

Kontakt: Michał Piśniak
☎ +48 692 476 519
✉ mpisniak@jie-drives.com

🌐 www.jie-drives.com
🌐 www.euronormdrives.com

Numer, miesiąc wydania	TEMAT PRZEWODNI NUMERU	UZUPEŁNIENIE TEMATYKI
1 (297) Styczeń	NOWE TECHNOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne • Oleje, środki smarne • Odnawialne źródła energii • Maszyny budowlane, pojazdy i sprzęt specjalistyczny • Fotowoltaika/Pompy ciepła
2 (298) Luty	AUTOMATYKA I ROBOTYKA EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE OPROGRAMOWANIE, SIECI PRZEMYSŁOWE	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Efektywność w górnictwie • Elektromobilność • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (299) Marzec	PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D SZTUCZNA INTELIGENCJA W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące • Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle • Siłowniki • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • AKPiA • Napędy • Oleje, środki smarne • Energetyka odnawialna
4 (300) Kwiecień	AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE ELEKTROMOBILNOŚĆ	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Hydraulika w technice mobilnej • Systemy transportowe • Energetyka w przemyśle • Cyberbezpieczeństwo
5 (301) Maj	PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • AKPiA • Pompy • Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
6 (302) Czerwiec	COBOTY TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY SZTUCZNA INTELIGENCJA W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Technologie przyrostowe 3D • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy
7/8 (303/304) Lipiec/ sierpień	SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (305) Wrzesień	AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM ELEKTROMOBILNOŚĆ	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w energetyce • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Utrzymanie ruchu w przemyśle
10 (306) Październik	INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA PRZEMYSŁOWE PRZEMYSŁ 4.0 SZTUCZNA INTELIGENCJA W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika, pneumatyka i sterowanie • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna • Fotowoltaika/Pompy ciepła
11 (307) Listopad	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI AUTOMATYKA W ENERGETYCE	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu
12 (308) Grudzień	CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentny budynek • Bezpieczeństwo w przemyśle • Cyberbezpieczeństwo • Napędy elektryczne i hydrauliczne

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

Redaguje zespół: Katarzyna Zając, Ludmiła Urbińska,
Ryszard Klencz

Redaktor statystyczny: Ludmiła Urbińska
tel. 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

Redakcja techniczna: Agnieszka Subocz

Marketing:

- Aleksandra Misiewicz
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: Ewa Halewska-Karaśkiewicz

Rada Programowa:

- prof. zw. dr hab. inż. Wacław 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. Mykola Karpenko
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- dr inż. Jacek Paraszczak
- 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. Wacław Kolek

Wydawca: Wydawnictwo Druk-Art SC
47-400 Racibórz, ul. Śródkowa 5

Konto: VeloBank SA O/Racibórz
57 1560 1140 0000 9090 0004 0921

Patronat honorowy:



Instytut Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
i Inżynierii Biomedycznej
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Łódzkiej

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

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów
niezamówionych.
Zastrzegamy sobie prawo skracania i 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!

Gospodarka polska jest w lepszym stanie – ubiegły rok był dla niej pełen wyzwań, dlatego na nieco bardziej pomyślną wiadomość z pewnością czekaliśmy już od wielu miesięcy i zadowolający jest fakt, że wyniki dotyczące wzrostu gospodarczego opublikowane przez GUS wskazują, że polska gospodarka w tym roku ma się rozwijać wyraźnie szybciej niż w poprzednim. Obawy dotyczą inflacji i sposobów wyjścia z tarcz antyinflacyjnych. Część problemów takich jak utrzymująca się inflacja jest z nami już od dłuższego czasu, ale w tym roku pojawiła się niepewność związana z wydarzeniami na Bliskim Wschodzie. Jaki jest dziś stan polskiej gospodarki? Jakie są perspektywy na 2024 rok?

Jedną z wiodących organizacji audytorsko-doradczych na świecie Grant Thornton określa, że 2024 rok przyniesie przyspieszenie wzrostu gospodarki, napędzanej przede wszystkim konsumpcją prywatną, zaś w drugiej połowie roku jest szansa na wzrost inwestycji.

Według prognozy dla polskiej gospodarki na 2024 rok przygotowanej przez Grant Thornton istotne znaczenie w pierwszym półroczu będą miały aspekty regulacyjne: zamrożenie cen nośników energii dla gospodarstw domowych oraz utrzymanie zerowej stawki VAT na podstawowe artykuły żywnościowe. Powrót 5% VAT w drugiej połowie roku wraz z częściowym zbliżeniem cen energii dla gospodarstw domowych do cen rynkowych, odbywający się w środowisku wzrostu płac i świadczeń socjalnych – oraz przyspieszającej gospodarki – oznaczać będą przyspieszenie inflacyjne, tym wyraźniejsze, im mocniej do tego czasu „ruszy naprzód” gospodarka światowa.

Bezspornie, wartość ekonomiczną upatruje się w tworzeniu nowych wartości intelektualnych. Jedną z dróg wyjścia z kryzysu są nowe technologie, opracowania oraz produkty wdrażane w gospodarce. Dlatego tym bardziej pragnę zachęcić do lektury naszego pisma, w którym znajdą Państwo spory potencjał wiedzy zainwestowany w produkty, rozwiązania techniczne, a te z kolei w istniejące już nowoczesne aplikacje.

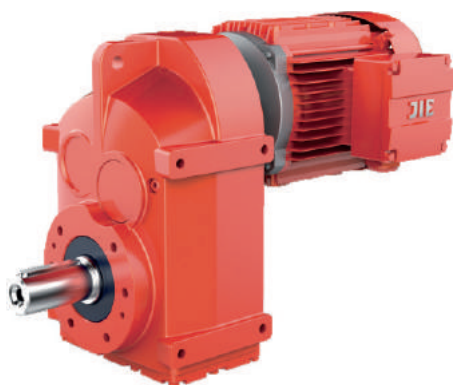
W bieżącym numerze zapraszając do lektury polecam m.in. artykuły: „Techniki bezprzewodowe w utrzymaniu ruchu” – Ryszarda Nowickiego oraz „Pomiar częstotliwości prądu wirnika i obliczenie parametrów pracy silnika indukcyjnego klatkowego” – Tadeusza Glinki i Adama Decnera.



Życzę owocnej lektury
Katarzyna Zając
Redaktor naczelna

— Sprostowanie —

Redakcja przeprasza za podanie błędnej
ceny miesięcznika „Napędy i Sterowanie”
na pierwszej okładce numeru 01/2024



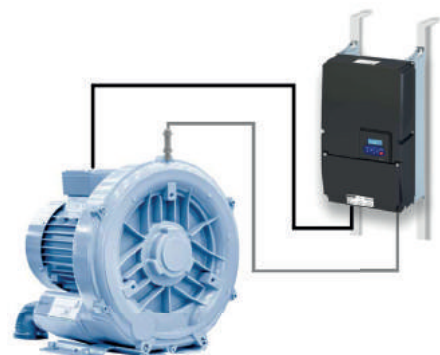
Str. 8

JIE DRIVE. Nowy producent na rynku. Nowe możliwości



Str. 12

SHARKBITE I JOHN GUEST AIR & PNEUMATICS. Dwa światowej klasy, niezawodne rozwiązania typu push-fit, które pasują do wszystkich zastosowań sprężonego powietrza i pneumatyki



Str. 16

Optymalne rozwiązania z przemiennikami Lenze dla aplikacji w branży klimatyzacyjnej

CO W NUMERZE

6 Nowości techniczne

94 Zestawienie firm

96 Biblioteka

Nauka

40 Pozyskiwanie i przetwarzanie energii odnawialnej

J. Górzyński

50 Automotive. Lider pod presją

Raport „Produkcja 4.0. Praktyki firm w Polsce

55 Opracowanie i wdrożenie systemów do wytwarzania energii elektrycznej z małych elektrowni wodnych

P. Bogatyrev, J. Golec, S. Gawron

62 Pomiar częstotliwości prądu wirnika i obliczenie parametrów pracy silnika indukcyjnego klatkowego

T. Glinka, A. Decner

66 Techniki bezprzewodowe w utrzymaniu ruchu

R. Nowicki

80 Metody syntezy chodu maszyn kroczących i robotów humanoidalnych

T. Zielińska

92 Najwyżej położona na świecie górską kolejka linowa w Wenezueli i jej napęd

S. Gierlotka

Technologie i produkty

8 JIE DRIVE. Nowy producent na rynku. Nowe możliwości

JIE Drive

12 SHARKBITE I JOHN GUEST AIR & PNEUMATICS. Dwa światowej klasy, niezawodne rozwiązania typu push-fit, które pasują do wszystkich zastosowań sprężonego powietrza i pneumatyki

Reliance Worldwide Corporation

16 Optymalne rozwiązania z przemiennikami Lenze dla aplikacji w branży klimatyzacyjnej

Lenze Polska Sp. z o.o.

20 Sterowniki układów SZR serii ATL

LOVATO Electric Sp. z o.o.

24 Elektromobilność 7M, 6M, 68

L. Radziun – FINDER Polska Sp. z o.o.

27 Zmiany w zarządzie w RS Components Eastern Europe

RS Components Eastern Europe

28 Czym kierować się przy wyborze przemysłowego switcha PoE

Antaira Technologies Sp. z o.o.

30 Niezawodne napędy pomp do produkcji włókien zrównoważonych

NORD Napędy Sp. z o.o.

32 Zwycięzca jest tylko jeden. Hydraulika siłowa – zawory nabojoye, bloki, mini-power-packi marki Winner Hydraulics

Hydropress Hydraulika Siłowa

34 Wdrożenie stacji redukcyjnozapobiegającej PREREST-01 wraz z układem sterowania i monitorowania parametrów jej pracy

D. Szurgacz, S. Węgrzyn – DOH Sp. z o.o.

38 trifix® R: doskonale rozwiązanie dla robotów przemysłowych

igus Sp. z o.o.



Str. 20

Sterowniki układów SZR serii ATL



Str. 24

Elektromobilność 7M, 6M, 68

Informacje branżowe

37 Trendy w cyfryzacji przemysłu na żywo

Targi Hanowerskie s.c.

61 O narzędziach i recyklingu na Targach INNOFORM® w Bydgoszczy

INNOFORM®

65 Optymistyczne dane w przemyśle dobrą prognozą dla targów

ITM

79 Liderzy rynku na regionalnych targach branży drzewno-meblarskiej Dremasilesia 2024

Dremasilesia



Str. 32

Zwycięzca jest tylko jeden. Hydraulika siłowa – zawory nabojoye, bloki, mini-power-packi marki Winner Hydraulics

Indeks reklam

▷ Abus..... 47,95	▷ Finder 6, 25	▷ Nord..... 31
▷ Antaira 6, 29	▷ Hannover Messe 37	▷ Nowimex..... 91
▷ Cantoni Group 87	▷ Hydropress..... 7, 33	▷ Robotyka.pl..... 78
▷ DOH 35	▷ igus..... 7, 39	▷ RS Components 27
▷ Dremasilesia..... 79	▷ INNOFORM® 61	▷ RWC 15
▷ Ever..... 49	▷ ITM..... 65	▷ Spirol..... 57
▷ Expopower 43	▷ JIE DRIVE 1, 6	▷ Stauff 45
▷ Famur 83	▷ Lenze..... 19	▷ Steinlen 77
	▷ Lovato..... 23	▷ Wigmors..... 7, 100

NOWOŚCI TECHNICZNE

JIE DRIVE

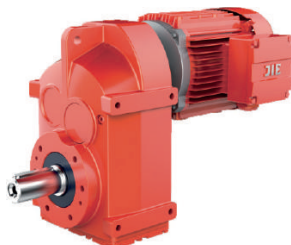
Nowy producent na rynku Nowe możliwości

Firma JIE posiada bardzo szeroki zakres oferty – od niewielkich motoreduktorów ślimakowych, po kilkunastonowe przekładnie przemysłowe walcowe i planetarne. Zakres mocy jaki obsługują nasze przekładnie wynosi od 0,06 kW do prawie 13000 kW z momentami obrotowymi od 1 Nm do 2600000 Nm. Napędy oparte są na najbardziej rozpowszechnionych standardach techniki napędowej, tzn. wszystkie przekładnie i motoreduktory odpowiadają i są zamienne pod względem siatki przełożeń, gabarytów i przyłączy mechanicznych do wytwarzanych przez najpopularniejszych producentów zachodnich. Podstawowymi produktami marki JIE są motoreduktory walcowe serii JRT-RFKS, motoreduktory ślimakowe JRST, przekładnie przemysłowe JRH, przekładnie planetarne JRP oraz silniki elektryczne JD. W naszej ofercie znajdują się również napędy nierdzewne do przemysłu spożywczego, przekładnie planetarne precyzyjne, przekładnie hipoidalne i wiele innych. Przekładnie i silniki produkowane są z najlepszych materiałów (przekładowo koła zębate wykonane w klasie 6 ze stali 20CrMnTi) i komponentów czołowych światowych producentów takich jak Freudenberg (uszczelniacze), NSK, SKF (łożyska).

Zapraszamy do kontaktu, na nasze strony internetowe oraz do konfiguratora: <https://configurator.euronormportal.com/>

Michał Piśniak – manager sprzedaży Polska
mpisniak@jie-drives.com
tel. +48 692 476 519

JIE Euronorm Drive Systems BV
www.euronormdrives.com
JIE DRIVE TECHNOLOGY CO., LTD.
www.jie-drives.com



Typ 78.12.1.230.2482 doskonale nadaje się do zasilania Przekazników Serii 8A – OPTA oraz innych aplikacji przemysłowych, w tym modułów rozszerzeń OPTA, oczekiwanych na rynku w najbliższych miesiącach.

Planowane są 3 moduły:

- Typ: 8A.58.9.024.1600 – moduł EMR
- Typ: 8A.26.9.024.0600 – moduł Analogowy
- Typ: 8A.88.9.024.1600 – moduł SSR

Wszystkie z powyższych modułów w prosty sposób można łączyć za pomocą AUX i montować na szynie DIN, tworząc wraz z zasilaczem i przekaznikiem serii 8A – prawdziwe centrum zarządzania w aplikacjach przemysłowych i budynkowych.

FINDER Polska Sp. z o.o.
www.findernet.com

LMX-2004G-SFP-T zarządzalny switch IEC 61850-3

W ofercie firmy Antaira Technologies pojawiła się nowa seria przemysłowych przełączników Ethernet z certyfikatem IEC 61850-3. Zaimplementowanie standardu IEC 61850 w przełącznikach Ethernet pozwala na standaryzację połączeń pomiędzy urządzeniami automatyki elektroenergetycznej różnych dostawców. Przykładem nowej linii przełączników jest LMX-2004G-SFP-T wyposażony w 4 porty SFP 100/1000T oraz 16 portów 10/100/1000Tx. Switch ma bardzo rozbudowaną funkcjonalność m.in. IEEE802.1Q VLAN, DHCP Option 66/67/82, QoS, IGMP Snooping, STP/RSTP. Jak wszystkie zarządzalne switche firmy Antaira umożliwia tworzenie topologii redundantnego pierścienia G.8032 ERPS z czasem rekonfiguracji łącza poniżej 50 ms. Przełącznik wspiera Modbus TCP do zdalnego zarządzania i monitoringu urządzeń zgodnych z tym protokołem. Konsola www umożliwia bardzo łatwe i intuicyjne zarządzanie siecią Ethernet, a komunikacja jest zabezpieczona protokołami 802.1X/HTTPS/SSH/SSL. Switch sprawdzi się nie tylko w sieciach elektroenergetycznych, ponieważ ma cały szereg funkcji przydatnych w szeroko pojętej automatyce przemysłowej, m.in. SNMP v1/v2c/v3, LLDP, LLDP-MED, DNS client/proxy, IP based Access Filter, ICMPv6, NTP, itd. LMX-2004G-SFP-T jest przystosowany do pracy w trudnych warunkach przemysłowych. Posiada wzmocnioną, metalową obudowę zgodną z IP30 i może pracować w temperaturze od -40 do 75°C.

Szczegółowe informacje na www.antaira.pl

Antaira Technologies Sp. z o.o.
www.antaira.pl

Zasilacz Typ 78.12.1.230.2482

Wśród nowości produktowych firmy Finder, które zostały zapowiedziane na ten rok znaleźć można zasilacz Typ 78.12.1.230.2482. Przeznaczony jest do pracy z Przekaznikiem Programowalnym Logicznie – OPTA. Jego parametry pozwalają nie tylko na stabilne zasilanie przekaznika Serii 8A. Zaprojektowany został z myślą o modułach rozszerzeń, które również znajdują się w gamie nowości.

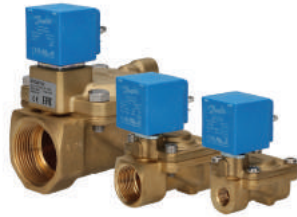
Parametry pracy zasilacza to 24 V DC i 15 W. Zasilacz przeznaczony jest do aplikacji SELV. Jego wielkość to jeden moduł, co ułatwia montaż na szynie DIN.



NOWOŚCI TECHNICZNE

Zawory elektromagnetyczne Danfoss EV220S

EV220S to nowa seria elektrozaworów Danfoss, zastępująca wycofywane zawory EV220A i EV220W. Przeznaczone do pracy z wodą, wodnymi roztworami glikolu, olejami, powietrzem oraz gazami obojętnymi. Seria EV220S to zawory o niewielkich rozmiarach, 2/2-drożne, z serwosterowaniem. Zaprojektowane do użytku w urządzeniach i maszynach, gdzie ilość miejsca jest ograniczona.



Dostępne z cewkami i wtykami lub bez nich (zależnie od modelu), w wersji NO oraz NC, z uszczelnieniami EPDM lub FKM. Łatwość montażu zapewniają nowe cewki zatrzaskowe „clip-on”.

Przykładowe zastosowania:

Odcinanie wody (wersja EPDM)

- Budynki komercyjne i przemysłowe
- Systemy przeciwzalaniowe, obiegi chłodzące i grzewcze
- Woda do zastosowań przemysłowych
- Pralnie oraz zmywarki przemysłowe
- Myjnie samochodowe

Olej, powietrze, gazy obojętne (wersja FKM)

- Sprężarki powietrza
- Procesy technologiczne
- Chłodzenie układów pompowych

Charakterystyka:

- Materiał korpusu: mosiądz
- Przyłącze robocze: od G1/4" do G2"
- DN: 10 – 50 mm
- Dopuszczalne ciśnienie różnicowe: 0,2 – 10 barów
- Temp. medium: -30 – 100°C
- Współczynnik Kv: 1,6 – 32 m³/h
- Lepkość: do 50°C
- Stopień ochrony: IP65 lub IP67
- Certyfikat WRAS dla zaworów z uszczelnieniem EPDM
- Zgodność z dyrektywą niskonapięciową 2014/68/EU, normami EN60730-1 i EN60730-2-8, dyrektywą ciśnieniową 2014/68/EU, dyrektywą RoHS 2011/65/EU, certyfikat cURus

Elektrozawory EV220S są produkowane w Polsce. Wyróżniają się bardzo atrakcyjną ceną.

Wigmors
www.wigmors.pl

Nowy przewód hybrydowy do technologii MOVILINK® DDI firmy SEW EURODRIVE

Dzięki aramidowemu elementowi nośnemu o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie, nowy przewód CFSPECIAL.192.H207.15.04 z SEW-EURODRIVE



MOVILINK DDI od igus zapewnia długą żywotność w zastosowaniach podwieszanych o długich przesuwach. Pozwala osiągnąć nawet do 500% większą długość w pionie.

Zastosowanie jednego przewodu hybrydowego zamiast kilku różnych, nie tylko pozwala zredukować koszty i wyeliminować drogie usztywnianie kabla w e-prowadniku, ale również zmniejszyć przestrzeń montażową. Potrzebujesz tylko jednego przewodu!

Igus Sp. z o.o.
www.igus.pl

Technologie przyrostowe druku 3D w hydraulice siłowej

W czwartym kwartale 2023 r. firma Hydropress Wojciech Górzny uruchomiła Centrum Badawczo – Rozwojowe CBR Hydropress.



Prowadzone są w nim działania w obszarze badania i implementacji innowacyjnych technologii i materiałów w branży hydrauliki siłowej.

Główne obszary badawcze:

- Technologie przyrostowe druku 3D (np. DMLS, FDM)
- Skanowanie, Reverse engineering i modelowanie 3D-CAD
- Budowa i montaż kastomizowanych elementów hydraulicznych
- Nowe materiały i kompozyty w hydraulice siłowej oraz powłoki zabezpieczające
- Inne technologie addytywne

Druk 3D z metalu w technologii DMLS (direct metal laser sintering) to serce naszego projektu CBR HYDROPPRESS.

Nasza drukarka EOSM400, to jedna z największych maszyn do spiekania laserem proszków metalowych.

Objętość komory roboczej 40 cm × 40 cm × 40 cm umożliwia wydruk dużych modeli lub całych serii produkcyjnych w jednym cyklu druku. Wydrukowane części są w pełni funkcjonalne, odpowiadają właściwościami odlewom pod względem gęstości i parametrów mechanicznych. Odpowiedni projekt i optymalizacja pozwala zachować kluczowe dla funkcjonalności elementy i parametry wytrzymałościowe, przy redukcji masy do 80% w porównaniu z konwencjonalnymi metodami wytworzenia, takimi jak odlew czy obróbka skrawaniem.

Elementy wydrukowane z metalu mogą funkcjonować w różnych gałęziach przemysłu, np. maszynowym, lotniczym, kosmicznym, wzornictwie przemysłowym czy medycynie.

Zapraszamy do współpracy.
Zespół CBR HYDROPPRESS.

Hydropress Hydraulika Siłowa
cbr@hydropress.pl

JIE DRIVE

Nowy producent na rynku

Nowe możliwości



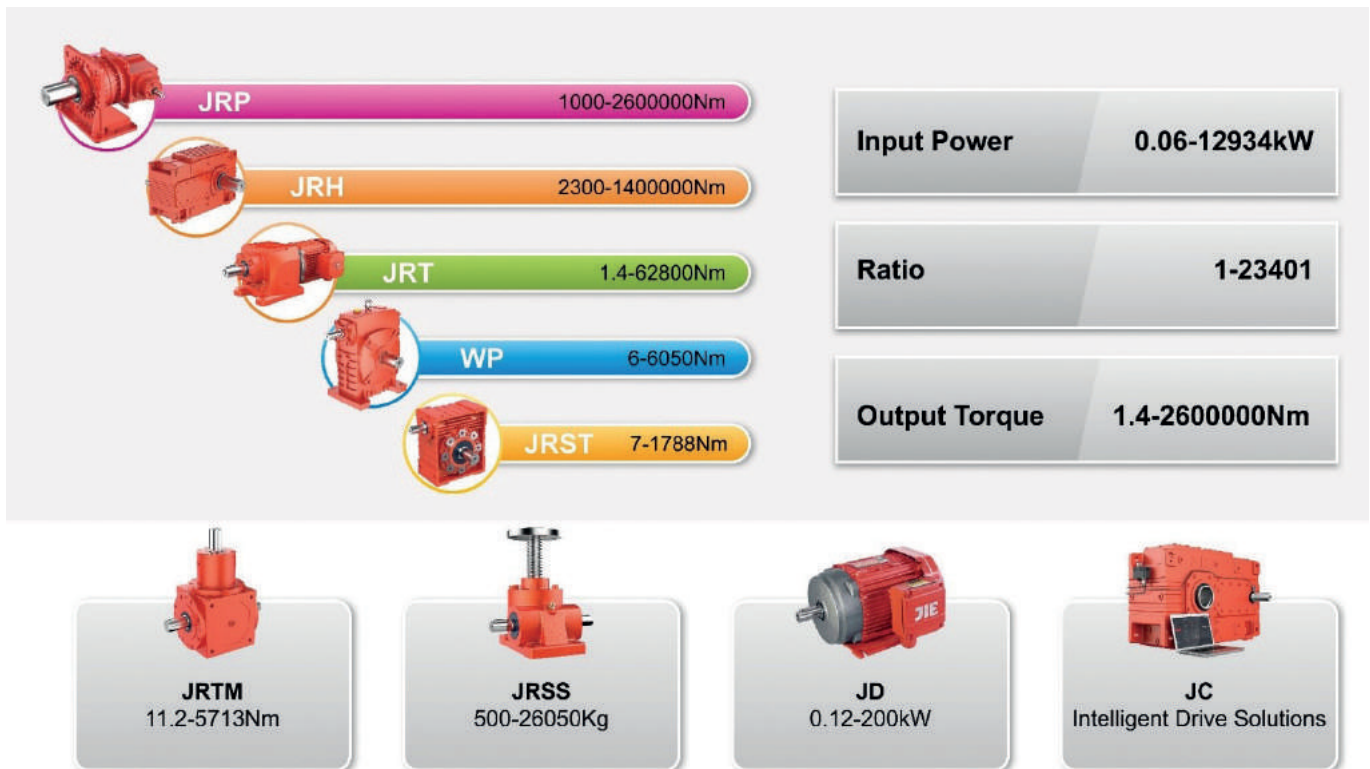
O FIRMIE

Początki istnienia JIE DRIVE przypadają na rok 1988, kiedy to Demu Chen założyciel i nieprzerwanie do dziś właściciel firmy, zainwestował całe swoje oszczędności w uruchomienie fabryki przekładni ślimakowych. Fabryka powstała i znajduje się do dzisiaj w mieście Xiaoshan, które jest już częścią ponad 10 mln metropolii Hangzhou, zlokalizowanej we wschodnich Chinach. W roku 1996 uruchomiono produkcję motoreduktorów walcowych serii JRT-RFKS. Przełom wieku okazał się dla firmy rewolucyjny, jako że od tego czasu przedsiębiorstwo stało się jednym z liderów w branży na rodzimym rynku, co skutkowało rozwojem nowych, bardziej wyspecjalizowanych grup produktowych. W roku 2002 uruchomiono wydzieloną fabrykę żurawi wieżowych, która w 2006 roku przekształciła się w przedsiębiorstwo joint-venture utworzone wspólnie ze światowym liderem w produkcji żurawi – firmą COMANSA. W latach 2004 – 2005 firma przekształciła się w holding i przyjęła dotychczasową nazwę JIE DRIVE TECHNOLOGY CO.,LTD. Owocem doświadczeń z branży żurawi budowlanych było uruchomienie produkcji własnych przekładni przemysłowych serii JRH (od 2005 roku) oraz przekładni planetarnych serii JRP (od 2011 roku). W roku 2008 fabryka rozrosła się o nowy wydział produkcyjny, który zaczął produkować od podstaw silniki elektryczne. Jako lider w branży od roku 2010 holding JIE przystąpił do rządowych programów i strategii rozwojowych mających na celu zerwanie z dotychczasowym powielaniem tylko zachodnich produktów, na rzecz rozwoju własnej myśli technologicznej i własnych produktów opartych na najlepszych światowych rozwiązaniach. Skutkiem tego JIE zostało certyfikowanym krajowym przedsiębiorstwem high-tech i utworzyło w swoich szeregach centrum badawczo-rozwojowe CMIF. W kolejnym roku w strukturach JIE utworzono laboratorium przekładni mechanicznych CNAS. Kolejno w latach 2013 – 2016 wraz z Uniwersytetem Zhejiang utworzono krajowy instytut naukowo-badawczy napędów przemysłowych. Od roku 2016 dzięki pracom badawczo-rozwojowym JIE wprowadziło do swojej oferty inteligentne rozwiązania napędowe, takie jak falowniki, silniki serwo, systemy monitoringu i diagnostyki napędów. Właśnie w oparciu o te rozwiązania w roku 2021 zakończono modernizację i rozbudowę całej fabryki, która stała się w pełni zautomatyzowaną fabryką 4.0 opartą na najnowocześniejszych technologiach, takich jak autonomiczne wózki AGV, zrobotyzowane stanowiska produkcyjno-montażowe, magazyn wysokiego składowania, automatyka wszystkich stanowisk i urządzeń w oparciu o IoT. W dalszym ciągu firma stawia na rozwój, tworząc w 2024 roku nowy instytut naukowo-badawczy w strukturach swojej

fabryki. Cały swój rozwój firma opiera na ogólnościatowych zasadach zrównoważonego rozwoju, kładąc nacisk na ekologię i odpowiedzialność społeczną. Fabryka 4.0 oparta jest na nowych zielonych technologiach, tj.: instalacji do oczyszczania spalin RC+RTO; instalacji do utylizacji – prasowania odpadów po obróbce metalu, oczyszczalniach ścieków, inteligentnym magazynie chemikaliów, instalacjach fotowoltaicznych. JIE jest certyfikowaną fabryką pod kątem ISO9001, ISO14001 oraz ISO45001. Obecnie fabryka mieści się na terenie 200000 m² posiadając kilka wydziałów produkcyjnych w budynkach o powierzchni ponad 150000 m². Od prawie dwudziestu lat firma jest otwarta na świat eksportując już swoje produkty na 6 kontynentów, mając tam swoje przedstawicielstwa i dystrybutorów. Od roku 2018 JIE posiada swoją spółkę – córkę JIE USA Inc. w Chicago w Stanach Zjednoczonych, gdzie mieści się magazyn oraz centrum montażowe. Przedstawicielem na Europę Zachodnią od kilkunastu lat jest firma JIE EURONORM z Holandii. Rok 2024 jest przełomowy dla rynku polskiego, jako że JIE wspólnie z JIE EURONORM otwiera tu swoje przedstawicielstwo z magazynem i w niedalekiej przyszłości centrum montażowym. Tym samym firma JIE będzie pierwszym producentem spoza UE, wchodzącym bezpośrednio na nasz rynek, przełamując tym samym wyłączność producentów niemieckich i włoskich.

PRODUKTY

Firma JIE posiada bardzo szeroki zakres oferty – od niewielkich motoreduktorów ślimakowych, po kilkutonowe przekładnie przemysłowe walcowe i planetarne. Zakres mocy jakie obsługują nasze przekładnie to od 0,06 kW do prawie 13000 kW z momentami obrotowymi od 1 Nm do 2600000 Nm. Napędy oparte są na najbardziej rozpowszechnionych standardach techniki napędowej, tzn. wszystkie przekładnie i motoreduktory odpowiadają i są zamienne pod względem siatki przełożeń, gabarytów i przyłączy mechanicznych do wytwarzanych przez najpopularniejszych producentów zachodnich. Podstawowymi produktami marki JIE są motoreduktory walcowe serii JRT-RFKS, motoreduktory ślimakowe JRST, przekładnie przemysłowe JRH, przekładnie planetarne JRP oraz silniki elektryczne JD. W naszej ofercie znajdują się również napędy nierdzewne do przemysłu spożywczego, przekładnie planetarne precyzyjne, przekładnie hipoidalne i wiele innych. Przekładnie i silniki produkowane są z najlepszych materiałów (przykładowo koła zębate wykonane w klasie 6 ze stali 20CrMnTi) i komponentów czołowych światowych producentów takich jak Freudenberg (uszczelniacze), NSK, SKF (łożyska).



JRP 1000-2600000Nm

JRH 2300-1400000Nm

JRT 1.4-62800Nm

WP 6-6050Nm

JRST 7-1788Nm

Input Power 0.06-12934kW

Ratio 1-23401

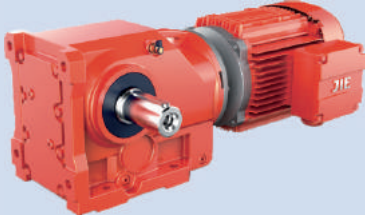
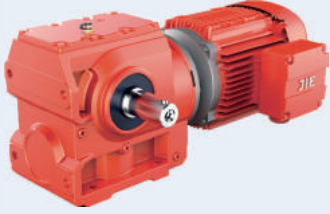
Output Torque 1.4-2600000Nm



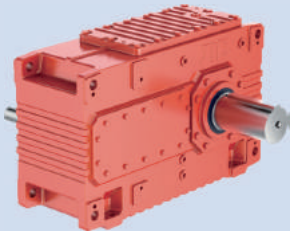
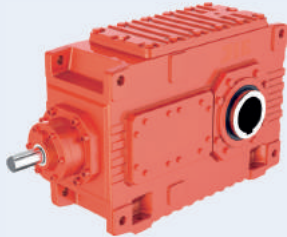
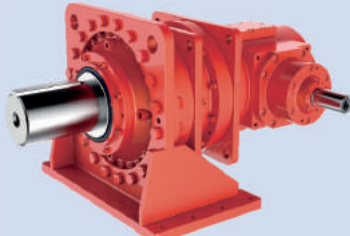


JRTM 11.2-5713Nm

JRSS 500-26050Kg

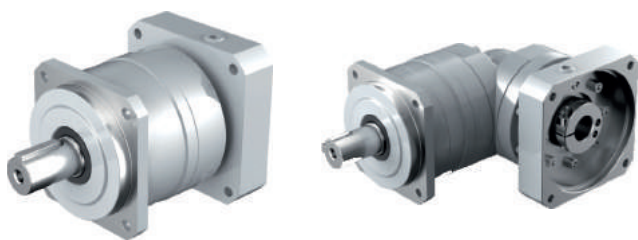
JD 0.12-200kW

JC Intelligent Drive Solutions

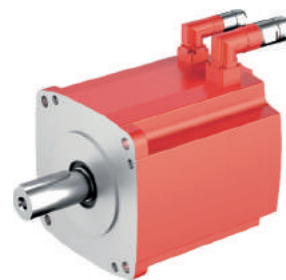
NAJWAŻNIEJSZE PRODUKTY	OPIS
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRTR • Motoreduktory walcowe proste • Modele od 19 do 189 • Przełożenia od 3.37 do 289.74 • Moce wejściowe od 0,12 do 250 kW • Momenty wyjściowe od 2,4 do 56494 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRTF • Motoreduktory walcowe płaskie • Modele od 39 do 169 • Przełożenia od 3.77 do 281.71 • Moce wejściowe od 0,12 do 250 kW • Momenty wyjściowe od 3,5 do 37125 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRTK • Motoreduktory walcowo-stożkowe • Modele od 39 do 189 • Przełożenia od 3.98 do 197.37 • Moce wejściowe od 0,12 do 200 kW • Momenty wyjściowe od 10 do 62800 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRST • Motoreduktory walcowo-ślimakowe • Modele od 39 do 99 • Przełożenia od 6.8 do 288 • Moce wejściowe od 0,12 do 22 kW • Momenty wyjściowe od 10 do 4900 Nm

NAJWAŻNIEJSZE PRODUKTY	OPIS
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRTRX • Motoreduktory walcowe proste I-stopniowe • Modele od 59 do 109 • Przełożenia od 1.3 do 8.65 • Moce wejściowe od 0,12 do 45 kW • Momenty wyjściowe od 1,4 do 990 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRST • Przekładnie ślimakowe • Modele od 25 do 150 • Przełożenia od 7.5 do 100 • Moce wejściowe od 0,06 do 15 kW • Momenty wyjściowe od 2,6 do 1760 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRHH • Przekładnie przemysłowe równoległe • Modele od 3 do 28 • Przełożenia od 1.25 do 450 • Moce wejściowe od 4,3 do 10515 kW • Momenty wyjściowe od 2300 do 1400000 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRHB • Przekładnie przemysłowe kątowe • Modele od 4 do 28 • Przełożenia od 5 do 400 • Moce wejściowe od 2,8 do 4908 kW • Momenty wyjściowe od 5500 do 1400000 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRP • Przekładnie planetarne • Modele od 9 do 36 • Przełożenia od 25 do 4000 • Moce wejściowe od 0,4 do 12934 kW • Momenty wyjściowe od 22000 do 2600000 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JRPE • Przekładnie planetarne • Modele od 01 do 08 • Przełożenia od 3,08 do 3460 • Moce wejściowe od 0,02 do 192 kW • Momenty wyjściowe od 1000 do 13000 Nm
	<ul style="list-style-type: none"> • Seria JD • Silniki elektryczne • Modele od 63 do 315 • Moce : od 0,12 do 200 kW • Klasy sprawności: IE2, IE3, IE4

Oprócz tego:



Przekładnie planetarne precyzyjne



Serwomotory



Inteligentne systemy monitoringu i sterowania jak sensory i jednostki zbierające dane (IoT), falowniki



Siłowniki śrubowe



Przekładnie kątowe



Napędy nierdzewne IP69K

Podsumowanie

Od początku istnienia firma JIE wzorowała się na najlepszych sprawdzonych rozwiązaniach, jednocześnie kładąc nacisk na rozwój własnej myśli technologicznej, co przełożyło się na satysfakcję coraz szerszego grona klientów na całym świecie. Obecny rok przynosi nowe otwarcie dla firmy i nowe możliwości dla klientów w tej części Europy. Zapraszamy Państwa do podjęcia współpracy i do kontaktu z naszym przedstawicielem na Polskę. Gwarantujemy obsługę i produkty na najwyższym poziomie przy zachowaniu bardzo konkurencyjnych terminów dostaw i cen. ■



Michał Piśniak - manager sprzedaży Polska

mpisniak@jie-drives.com

tel.: +48 692 476 519



JIE Euronorm Drive Systems BV www.euronormdrives.com

JIE DRIVE TECHNOLOGY CO., LTD. www.jie-drives.com

Więcej informacji można uzyskać kontaktując się z naszym przedstawicielem. Zapraszamy również na nasze strony internetowe oraz do konfiguratora: <https://konfigurator.euronormportal.com/>

SHARKBITE I JOHN GUEST AIR & PNEUMATICS

Dwa światowej klasy, niezawodne rozwiązania typu push-fit, które pasują do wszystkich zastosowań sprężonego powietrza i pneumatyki

Sprężone powietrze jest to powietrze utrzymywane pod pewnym ciśnieniem, które zwykle jest wyższe od ciśnienia atmosferycznego. W krajach europejskich od 8% do 10% energii elektrycznej jest wykorzystywane do wytwarzania sprężonego powietrza. W przemyśle (po sprężeniu do odpowiedniego ciśnienia) powietrze wykorzystywane jest jako nośnik energii do zasilania maszyn i urządzeń o napędzie pneumatycznym. Może być również stosowane jako nośnik informacji w pneumatycznych układach sterowania. Przygotowanie sprężonego powietrza realizowane jest w specjalnych urządzeniach sprężarkowych, składowane jest w zbiornikach, a jego transport odbywa się z wykorzystaniem rur i elementów instalacji pneumatycznych.

W 2018 roku nastąpiło połączenie firm John Guest i RWC. Jednym z pierwszych efektów wspólnej pracy było stworzenie nowego systemu instalacji pneumatycznej SharkBite Air – systemu mosiężnych złączy wtykowych i anodowanej rury aluminiowej, aby uprościć małe i duże komercyjne i przemysłowe instalacje sprężonego powietrza. Wysoce niezawodne mosiężne i plastikowe systemy wciskane marek RWC SharkBite i JG Speedfit uzupełniają się wzajemnie, aby ułatwić życie instalatorom,



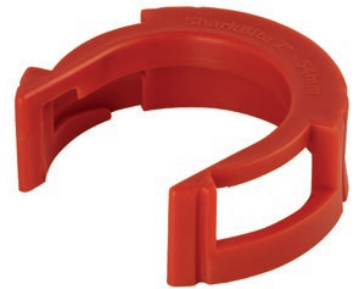
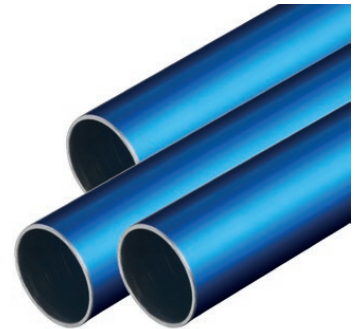
poprawić wydajność i wydajność pierścieni powietrznych oraz skrócić czas konfiguracji nawet o 50% w porównaniu z konwencjonalnymi metodami.

Specjalnie zaprojektowany do małych i dużych zastosowań komercyjnych i przemysłowych, SharkBite wprowadził wytrzymały system rur powietrznych typu push-fit, który może pracować pod ciśnieniem do 20 barów i przekracza standardy branżowe, zapewniając dodatkowy spokój ducha. System ten jest mile widzianym rozwiązaniem tradycyjnych wyzwań w branży, takich jak długi czas instalacji, korozja rurociągów, spadki ciśnienia i wycieki, które prowadzą do wyższych kosztów energii.

Mosiężny system sprężonego powietrza wciskany jest dostępny w rozmiarach od 10 mm do 54 mm i zawiera konstrukcję zabezpieczającą przed manipulacją, która zapewnia bezpieczny demontaż. Gama obejmuje również kolanko 45° dla lepszego przepływu powietrza i zmniejszenia spadków ciśnienia w przewodzie

powietrzny. SharkBite Air to także nowa gama zaworów wtykowych w zakresie średnic ϕ 15 mm do ϕ 54 mm – od tak dawna oczekiwanych przez instalatorów.

Nasi klienci borykają się z wieloma problemami związanymi z wydajnością miedzianych i stalowych instalacji sprężonego powietrza. Systemy te są podatne na korozję i z czasem ulegają degradacji, co powoduje wycieki i spadki ciśnienia, a także wpływa na zużycie energii, cykl życia sprzętu i wydajność użytkownika. Konserwacja i serwisowanie konwencjonalnych instalacji jest również wyzwaniem i wiąże się z długimi przestojami, ponieważ rury i złącza muszą być gwintowane, zaciskane, lutowane lub sklejjane. Dzięki naszej gamie SharkBite Air & Pneumatics montaż instalacji jest znacznie szybszy, a połączenia można wykonać bez użycia narzędzi za pomocą prostego działania na wcisk. Mosiężne złączki i rury z anodyzowanego aluminium są wysoce odporne na korozję, zapewniając optymalny przepływ i jakość powietrza,





oferuje szybki montaż za pomocą prostego mechanizmu push-fit, który eliminuje konieczność stosowania narzędzi, rur gwintowanych, rozpuszczalników i kleju. Nasza unikalna konstrukcja pierścienia zacinającego mocno i bezpiecznie blokuje i utrzymuje rurę na miejscu, nie deformując jej i nie ograniczając przepływu. Systemy powietrzne John Guest są łatwe w rozbudowie lub modyfikacji, ponieważ są w pełni demontowalne, bez użycia narzędzi, co skraca czas konserwacji i przestojów produkcyjnych. Złącza są dostępne w wersji z tworzywa sztucznego lub mosiądzu, w tym unikalny separator wody, który usuwa wilgoć z przewodu powietrznego, poprawiając wydajność i trwałość systemu.

Zarówno plastikowe, jak i mosiężne systemy wciskane doskonale nadają się do obecnego trendu elastycznych fabryk, w których układy fabryk muszą dostosowywać się i zmieniać szybciej niż kiedykolwiek wcześniej przy minimalnych przestojach. Wszystkie złączki i rury można łatwo zdemontować, a następnie zmienić, przedłużyć lub zmodyfikować w ciągu kilku sekund. Rozwiązania te są również z natury zrównoważone – rury i złączki są wielokrotnego użytku i wymienne, posiadają akredytacje UKAS i BCAS.

jednocześnie wydłużając cykl życia i wydajność systemu i sprzętu.

Nowe rozwiązania SharkBite Air & Pneumatics uzupełniają istniejącą gamę lekkich plastikowych złączek wtykowych

John Guest firmy RWC i rur przeznaczonych do małych i średnich obiektów, do 10 barów, takich jak warsztaty czy serwisy motoryzacyjne. Dostępne w rozmiarach od 3 do 28 mm. John Guest

RWC

Reliance Worldwide Corporation
Reliance Worldwide Distribution (Europe) Ltd.

Oddział Polska

ul. Starołęcka 7, 61-361 Poznań

tel. +48 61 87 80 408

e-mail: info.pl@rwc.com

www.rwc.com

www.johnguest.com

Aby uzyskać więcej informacji o naszej rodzinie marek RWC oraz jak nasze rozwiązania mogą pomóc w codziennym życiu zapraszamy do odwiedzania nas na stronie www.rwc.com www.johnguest.com

Zawór kulowy do instalacji pneumatycznych i sprężonego powietrza

- Połączenie na wcisk
- Specjalnie zaprojektowany korpus z mosiądzu
- O-ring z nitrilu i pierścień chwytający ze stali nierdzewnej
- Ciśnienie robocze 18-20 bar
- Bezpieczne narzędzie do demontażu
- Zabezpieczony, zamykany uchwyt



Optymalne rozwiązania z przemiennikami Lenze dla aplikacji w branży klimatyzacyjnej

Lenze oferuje odpowiednie rozwiązania dla wszystkich aplikacji w branży HVAC, zarówno dla szafy sterowniczej, jak i zdecentralizowanego miejsca instalacji, np. na ścianie lub na silniku. Projektanci wzięli pod uwagę wyzwania związane z rosnącymi wymaganiami w zakresie efektywności energetycznej, ograniczeniami przestrzennymi, brakiem wykwalifikowanego personelu i zmieniającymi się wymaganiami klientów.

Równie ważny jest zintegrowany filtr EMC C2 zazwyczaj do 20 m (dla wyższych wymagań dostępne są opcjonalne filtry typu footprint) oraz wyłącznik 30 mA RCD do 45 kW (60 KM) do użytku w pierwszym typie obiektów (małe firmy, obszary mieszkalne).

Inżynieria chłodnicza i pompy ciepła

Sprężarki sterowane przemiennikiem odgrywają atrakcyjną rolę na rynku, wraz ze wzrostem zapotrzebowania na wysoką wydajność, efektywność energetyczną i specyfikacje przyjazne dla środowiska. Dotyczy to wszystkich typów sprężarek, takich jak sprężarki rotacyjne, sprężarki spiralne, sprężarki tłokowe. Wykorzystanie pomp i wentylatorów z regulacją prędkości również stale rośnie w celu oszczędzania zasobów.

W tym przypadku sprawdza się przemiennik i550 w wersji szafowej, charakteryzujący się kompaktowym rozmiarem, zintegrowanym filtrem EMC, efektywnością energetyczną i łatwym programowaniem przez USB, bez zasilania

Wśród przemienników łatwo skalowalnej serii i500 można wybierać pomiędzy optymalizacją ceny i funkcji, z opcjonalną technologią bezpieczeństwa i wszystkimi istotnymi na rynku magistralami. Przemienne Lenze spełniają wymogi europejskiej dyrektywy w sprawie Ekoprojektu i osiągają najniższe straty energii w porównaniu branżowym. Kompaktowy rozmiar zapewnia oszczędność kosztów, a proste programowanie i uruchamianie znacznie skracają czas instalacji.

Wentylatory, odpylacze, dmuchawy i dmuchawy bocznokanałowe

Jednymi z istotnych urządzeń w branży są systemy zapewniające bezpyłowe powierzchnie, chłodne, ciepłe lub wolne od cząstek powietrze, a także mogące wytwarzać podciśnienie lub transportować lekkie materiały sypkie. Wybór odpowiedniego przemiennika zależy od warunków pracy i preferencji klienta. Ważnymi czynnikami wpływającymi są miejsce instalacji (w szafie sterowniczej lub zamontowane w terenie), rodzaj pożądanego sterowania i środowisko, ponieważ ustawienia komercyjne i przemysłowe wymagają innej kompatybilności elektromagnetycznej i warunków dotyczących prądu upływu.

Przemienne Lenze są niezwykle łatwe w obsłudze, co pomaga zoptymalizować

koszty w biznesie seryjnym. Pracę ułatwia elastyczne sterowanie za pomocą klawiatury, IO z wbudowanym regulatorem PID, potencjometrem lub magistralami fieldbus.

Dobrym przykładem jest i550 protoc. Posiada on opcjonalną skrzynkę rozszerzającą do elastycznego montażu komponentów, np. elementów sterujących, zasilania 24 V, obwodu wyłącznika awaryjnego. Solidne sterowanie silnikiem pozwala na użycie standardowych i szybkich silników o prędkościach znamionowych od 50 do 87,5 Hz lub do 300 Hz i więcej, dzięki czemu wentylator jest zarówno kompaktowy, jak i ekonomiczny.

Wentylator jest sterowany za pomocą i550 protoc z opcjonalną skrzynką rozszerzającą z wyłącznikiem serwisowo-rozłączającym w IP66/NEMA 4X. Dzięki przełącznikowi wentylator można łatwo i bezpiecznie czyścić i serwisować





sieciowego. i550 cabinet obsługuje silniki bezszczotkowe prądu stałego. Posiada zintegrowany, łatwy w użyciu i wydajny regulator PID dla regulacji podciśnienia. Opcjonalny zintegrowany moduł STO w i550 jest świetną ochroną przed

nadciśnieniem gorącego gazu. Wyższa częstotliwość silnika (50...80 Hz) prowadzi do zwiększenia mocy wyjściowej w przypadku sprężarek tej samej wielkości w porównaniu do pracy w trybie direct-on-line. Ponadto, przemiennik ten

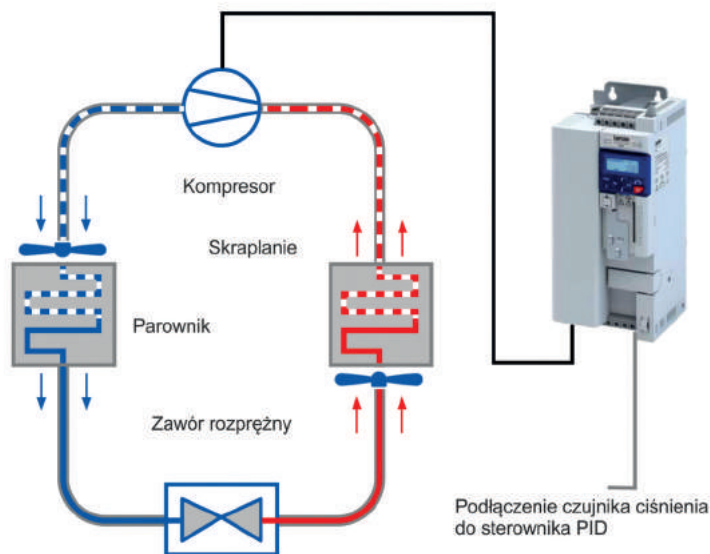
działa jako inteligentny czujnik i przesyła cenne dane dotyczące bieżących wartości, cykli roboczych itp. za pośrednictwem interfejsu fieldbus do systemu sterowania (PLC).

Pompy ciepłej i zimnej wody, pompy olejowe

Zapotrzebowanie na pompy z regulacją prędkości w przemyśle i handlu rośnie. Pompami można łatwo sterować za pomocą klawiatury, sygnałów analogowych lub opcjonalnie wszystkich protokołów komunikacyjnych fieldbus.

Dzięki swojej elastyczności, seria falowników i500 oferuje doskonałą przestrzeń projektową dla inżynierów mechaników stojących w obliczu dynamicznych wymagań. Różne parametryzowane funkcje oraz możliwości zbierania i przesyłania wielu danych to oszczędności na komponentach zewnętrznych.

Przemiennik i550 motec jest w stanie przejąć różne zadania sterowania i monitorowania, a tym samym zaoszczędzić wydajność PLC. Zintegrowany regulator PID może kontrolować przepływ, temperaturę lub ciśnienie poprzez wejście analogowe odpowiedniego czujnika. Przemiennik oferuje funkcję uśpienia



Kompaktowy przemiennik i550 (tutaj 11 kW (15 KM)) umożliwia podłączenie wszystkich niezbędnych magistrali fieldbus z materiałami pomocniczymi do integracji PLC. Opcjonalna zintegrowana funkcja STO zapewnia ochronę przed nadciśnieniem w obiegu chłodniczym. Inne zastosowania w technologii chłodniczej dla pomp i wentylatorów można rozwiązać w ten sam sposób za pomocą zoptymalizowanego pod względem kosztów falownika szafowego i510

i płukania lub kaskadowe sterowanie pompą. Solidne sterowanie silnikiem jest kompatybilne z ekonomicznymi silnikami asynchronicznymi lub wydajnymi i компактowymi silnikami synchronicznymi z magnesami trwałymi.

Przełącznik Lenze zapewnia stabilność procesu nawet w sytuacji zanieczyszczenia cząsteczkami na pompie/rurce. Daje również możliwość zmniejszenia liczby wariantów, np. jeden falownik dla 400 V (50 Hz) lub 480 V (60 Hz). Przekłada się to na mniejszy wysiłek inżynierski: potrzebny jest tylko jeden projekt hydro-mechaniczny, niezależnie od lokalnego napięcia sieciowego. i550 motec to także bezstopniowa regulacja prędkości.

Pompy próżniowe

Pompy próżniowe wytwarzają podciśnienie, odsysają powietrze z powierzchni i transportują lekkie materiały sypkie. Rosnące wymagania dotyczące inteligentnej interakcji z systemami sterowania, precyzyjnych i łatwych w obsłudze sterowników oraz wydajności systemu prowadzą do coraz częstszego stosowania pomp próżniowych z regulacją prędkości. Pompy próżniowe są często wyposażone w przetwornicę częstotliwości tylko podczas ich ostatecznej instalacji. Aby uprościć sprawę i osiągnąć lepszą wydajność, coraz więcej producentów pomp próżniowych oferuje własne moduły ze zintegrowanymi falownikami.



Lenze oferuje zoptymalizowane rozwiązanie dla każdej aplikacji i wymagań kosztowych z identycznym interfejsem użytkownika i zachowaniem napędu: i550 motec, IP66/NEMA 4X do montażu na silniku lub na ścianie; i550 protec, IP66/NEMA 4X do montażu na ścianie lub ramie montażowej; i550 wersja szafowa do szczególnie wrażliwych zastosowań – z zakresami napięcia od 1 ph/110 V do 3 ph/600 V i mocy znamionowej od 0,25 do 132 kW (od 0,33 do 180 KM).

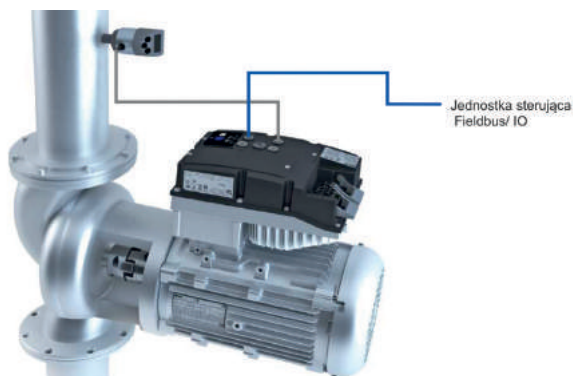
Przełączniki te zapewniają niższe koszty dzięki pierwszorzędnym funkcjom i usługom seryjnego uruchamiania oraz najwyższej wydajności energetycznej na rynku. Zaletą jest elastyczny

wyбір wartości zadanej; niezależne sterowanie PID, różne magistrale fieldbus lub lokalna obsługa ręczna za pomocą klawiatury lub potencjometru.

Dzięki solidnemu sterownikowi silnika dla silników asynchronicznych i z magnesami trwałymi ASM i PM o wyższej częstotliwości silnika (50...300 Hz) możliwa jest ekonomiczna konstrukcja urządzenia.

Sprężarki powietrza

Większość sprężarek powietrza jest obsługiwana za pomocą przełącznika on-off bez kontroli prędkości. Zapotrzebowanie na bardziej precyzyjne procesy w produkcji, wraz z chęcią większego zrównoważenia, doprowadziły do tego,



Pompa ta jest sterowana za pomocą sterownika i550 motec, który oferuje szereg potencjalnych oszczędności dla naszych klientów: maksymalna wydajność, szybki czas instalacji dzięki technologii wtykowej, brak konieczności stosowania drogich kabli silnikowych i łatwe uruchamianie za pośrednictwem RFID lub USB. Pakiet napędowy składający się z silnika Lenze i przełącznika dodatkowo ułatwia obsługę, zwłaszcza w przypadku kompaktowego silnika MF 120 Hz



Pompa próżniowa z i550 protec o mocy 22 kW (30 KM) i stopniu ochrony IP66/NEMA 4X. Dzięki kompaktowym rozmiarom i niewielkiej masie 10,1 kg (22,2 funta), protec można łatwo zainstalować na ramie montażowej lub zdecentralizować na ścianie. Pompa z i550 protec jest bardzo atrakcyjnym rozwiązaniem w tym segmencie rynku, który jest wrażliwy na koszty

Wspólne DNA w całej serii przeмиenników i500

że coraz więcej systemów jest sterowanych przez przeмиenniki, zarówno z asynchronicznymi, jak i synchronicznymi silnikami.

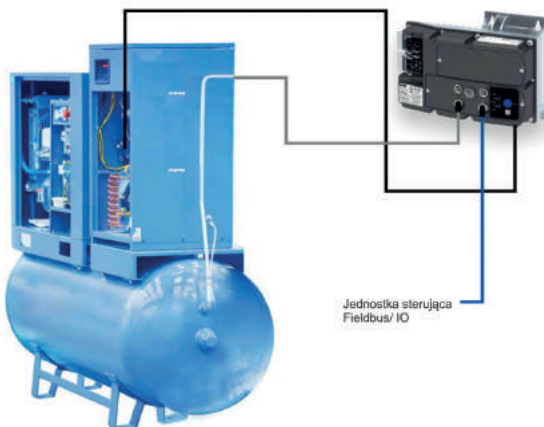
Przy wyborze odpowiedniego napędu decydujące znaczenie mają całkowite koszty systemu. Koszty są niższe, jeśli funkcje te są już zintegrowane z kosztami inwestycyjnymi urządzenia, a koszty obsługi można utrzymać na niskim poziomie.

Propozycją Lenze jest i550 motec – zdecentralizowana konstrukcja IP66/NEMA 4X o wysokiej odporności na wibracje i wstrząsy. Ważną innowacją jest tutaj wbudowany moduł zwrotu energii do sieci, co zwiększa jego energooszczędność. Posiada on pierwsze na świecie rozwiązanie IO-Link do integracji falowników za pośrednictwem Master IO-Link. Jest to wydajne, proste i ekonomiczne rozwiązanie, jeśli master IO-Link jest już dostępny. Bardzo ważnymi zaletami są zintegrowany filtr EMC i niski prąd upływu dla 30 mA-FI dla każdej konfiguracji do maks. 45 kW. Przeмиennik ten został także istotnie zoptymalizowany w zakresie EMC, harmonicznych i prądu upływu.

I550 motec steruje silnikami asynchronicznymi i z magnesami trwałymi przy wyższej częstotliwości silnika (50...300 Hz), co prowadzi do bardziej ekonomicznej konstrukcji urządzenia. Działa on również jak czujnik i przesyła dane do systemu sterowania (PLC). Opcjonalne interfejsy magistrali Fieldbus od Modbus RTU do PROFINET z predefiniowanymi blokami konstrukcyjnymi ułatwiają integrację z systemem sterowania.

Lenze

Lenze Polska Sp. z o.o.
ul. Roździeńskiego 188 B
40-203 Katowice
www.lenze.com



Regulacja prędkości obrotowej sprężarki odbywa się za pomocą montowanego na ścianie sterownika i550 motec lub alternatywnie zamontowanego na silniku. Zintegrowany interfejs IO-Link (czujniki IO-Link mogą być odczytywane bezpośrednio), możliwość podłączenia i łatwa interakcja za pośrednictwem smartfona (RFID/WLAN) lub USB znacznie ułatwiają obsługę

reklama

cabinet
protec
motec



Proste w obsłudze:
dla scentralizowanych
i zdecentralizowanych
aplikacji

- identyczna obsługa
- modułowa i kompaktowa konstrukcja
- skalowalna funkcjonalność
- innowacyjne interfejsy
- najwyższa energooszczędność



Sterowniki układów SZR serii ATL

LOVATO Electric posiada w swojej ofercie siedem typów nowoczesnych sterowników układów SZR, które łączą historyczne doświadczenie firmy w sektorze przełączania źródeł zasilania z wymaganiami rynku i nowymi rozwiązaniami technologicznymi.

Nowe wymagania

Pomimo niewątpliwego sukcesu rynkowego poprzednich modeli sterowników do automatycznego przełączania źródeł zasilania typu ATL10, ATL20 i ATL30, wymagania rynku skłoniły Lovato Electric do zdefiniowania na nowo oferty produktów, które będą w stanie dostosować się do coraz bardziej wymagających aplikacji jak i dialogu z obecnym poziomem technologii.

Zaprojektowana z tej perspektywy i z różnym poziomem wydajności, seria ATL składa się z siedmiu modeli:

1. Wykonanie modułowe: ATL100;
2. Wykonanie tablicowe w obudowie 144 × 144 mm: ATL500, ATL600, ATL601 i ATL610;
3. Wykonanie tablicowe w obudowie 180 × 240 mm: ATL800 i ATL900.

Uzupełnieniem oferty jest moduł podwójnego zasilania ATLDPS1 do automatycznego wyboru zasilania AC do sterowania napędami rozłącznikowych układów przełącznych.

ATL500

ATL500 jest wersją bazową i gotową do użycia automatycznych sterowników układów SZR do automatycznego lub ręcznego przełączania obciążenia z linii głównej na linię pomocniczą lub odwrotnie. Kontroluje dwa trójfazowe napięcia zasilania pochodzące z dwóch źródeł i podaje na wyjściu zasilanie, które jest aktualnie w zakresie ustawionych limitów. Sterownik znajduje zastosowanie w układach trójfazowych z przewodem neutralnym, dwufazowych lub jednofazowych. Do przełączania zasilania można wykorzystać jako elementy wykonawcze styczniki lub rozłączniki w układzie przełącznym z napędem. Synoptyka na panelu przednim, dzięki wskaźnikom LED, zapewnia prostą i czytelną wizualizację statusu układu SZR. Przy użyciu przycisków na panelu przednim możliwy jest wybór trybu pracy (automatyczny lub

Rodzina sterowników ATL



ATL500

ręczny) i sterowanie urządzeniami wykonawczymi (pozycja I – linia 1, pozycja neutralna 0 – obciążenie nie jest zasilone oraz pozycja II – linia 2) bez konieczności programowania jakichkolwiek ustawień sterownika. Komunikacja NFC umożliwia konfigurację parametrów sterownika w prosty oraz intuicyjny sposób przy użyciu smartfonu oraz zainstalowanej aplikacji LOVATO NFC. W tylnej części ATL500 znajdują się 2 potencjometry do ręcznego ustawiania opóźnień obecności linii oraz opóźnień zadziałania progów zabezpieczeń.

Funkcja samoczynnego zasilania pozwala na automatyczny wybór najlepszego źródła zasilania pomocniczego pobieranego z obu wejść pomiarowych (napięcie znamionowe: 110...240 VAC L-N), bez konieczności tworzenia zewnętrznego obwodu przełączającego czy też stosowania modułu

podwójnego zasilania. Dla każdej linii ATL500 monitoruje stan napięcia i częstotliwości, aby sprawdzić, czy linia jest dostępna i czy wszystkie parametry mieszczą się w prawidłowych granicach. ATL500 posiada wbudowane zabezpieczenia dla: kolejności i zaniku faz, napięcia minimalnego i maksymalnego, asymetrii napięć, częstotliwości minimalnej i maksymalnej.

ATL6...

Dzięki nowej konstrukcji, a przede wszystkim zmienionemu interfejsowi użytkownika, seria ATL6... posiada podświetlany wyświetlacz graficzny, który znacznie upraszcza programowanie i odczyt statusu oraz pomiarów.

Jednak główną zaletą tej serii jest przedni port optyczny – który stał się standardem komunikacji w najnowszej generacji produktów LOVATO Electric – umożliwiający połączenie sterowników przez interfejs USB lub Wi-Fi z komputerami, tabletami i smartfonami (z użyciem akcesoriów o kodzie: CX01 lub CX02), który gwarantuje pełne bezpieczeństwo elektryczne podczas programowania, dzięki izolacji optycznej i w związku z brakiem konieczności otwierania drzwi szafy sterowniczej. Urządzenia ATL600 i ATL601 różnią się między sobą tylko napięciem zasilania pomocniczego. ATL600 pracuje przy napięciu 110-240 VAC, natomiast ATL601 przy napięciu 12/24 VDC.

Natomiast ATL610 posiada dodatkowo dwa gniazda modułów rozszerzeń (seria EXP), pracuje przy zasilaniu AC oraz DC i posiada wbudowany zegar czasu rzeczywistego i zapisuje listę zdarzeń, którą można łatwo pobrać z użyciem aplikacji SAM1 lub oprogramowania Xpress. Aplikacja SAM1 dostępna na urządzeniach typu iOS i Android umożliwia wyświetlanie pomiarów i programowanie urządzenia bezpośrednio z poziomu urządzenia mobilnego. Możliwość rozbudowy i podwójne zasilanie sprawiają, że ATL610 jest wysoce elastycznym sterownikiem układu SZR, który można wykorzystywać w różnych konfiguracjach źródeł zasilania, jakie można znaleźć w aplikacjach układów samoczynnego załączania rezerwy. Co więcej, właśnie dzięki rozbudowie funkcjonalności istnieje możliwość dodania wejść, wyjść i portów komunikacji przeznaczonych do monitorowania urządzenia poprzez oprogramowanie do zarządzania energią typu Synergy.

Seria ATL6... może być używana w dowolnej konfiguracji linii zasilających (sieć/sieć; sieć/agregat; agregat/agregat). Duży ekran graficzny LCD umożliwia podgląd pomiarów i ustawionych progów dla obu linii zasilających. Sterownik rejestruje wszystkie dane statystyczne dotyczące systemu, liczbę operacji przełączenia, czas pracy poszczególnych linii z obciążeniem lub bez i wiele innych danych.

W związku z dostępnością tych danych wprowadzono nową funkcjonalność ułatwiającą serwis układu łączeniowego oraz aktywację dwóch alarmów generowanych w przypadku



ATL601

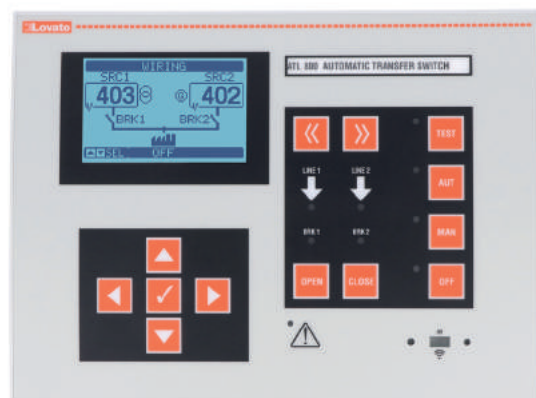
przekroczenia liczby operacji łączeniowych lub czasu pracy.

Domyślna konfiguracja wejść i wyjść oparta została na najczęściej spotykanych aplikacjach, niemniej użytkownik może dostosować urządzenie do swoich potrzeb. Na przykład możliwe jest zaprogramowanie szesnastu zmiennych zdalnych przesyłanych przez protokół komunikacyjny Modbus, cztery limity z progami, które można dowolnie zastosować do wybranych pomiarów, cztery alarmy użytkownika z konfigurowalnym źródłem alarmów i tekstem oraz cztery liczniki z dowolnym wyborem źródła licznika. Wszystkie alarmy posiadają konfigurowalne właściwości, a ich sygnalizacja odbywa się z wykorzystaniem czerwonego wskaźnika LED umieszczonego na panelu przednim oraz wyskakujących okienek na wyświetlaczu graficznym.

W swojej ofercie LOVATO Electric posiada również złożone i zmontowane w metalowej obudowie układy SZR serii ATP w zakresie od 45A do 160A. Układy wyposażone są w sterownik typu ATL600, zabezpieczenia nadprądowe serii P1MB, moduł podwójnego zasilania typu ATLDPS1 oraz styczniki serii BF jako urządzenia wykonawcze.

ATL800 i ATL900

ATL800 i ATL900 mogą być używane w aplikacjach wymagających wyższej wydajności. Przykładowo: komunikacja RS485 jest dostępna w urządzeniach bez dodatkowych modułów rozszerzeń, część logiki sterującej może być realizowana poprzez wbudowany sterownik PLC, a liczba cyfrowych wejść i wyjść może być zwiększona dzięki trzem dostępnym gniazdom modułów rozszerzeń serii EXP. Urządzenia te można również wyposażyć w analogowe wejścia i wyjścia, które można w pełni



ATL800



ATL900



Złożone układy SZR typu ATP

konfigurować, a także wykorzystać do generowania niestandardowych alarmów.

Zasadniczą różnicą pomiędzy ATL800 i ATL900 jest liczba kontrolowanych źródeł i zastosowanych urządzeń wykonawczych, którymi można sterować. ATL800 kontroluje dwie linie zasilające oraz trzy urządzenia wykonawcze (w tym jedno sprzęgło). ATL900 może być używany do monitorowania i zarządzania przełączaniem pomiędzy trzema różnymi źródłami i sterowania pięcioma urządzeniami wykonawczymi (w tym dwa sprzęgła). Dodatkowo ATL900 posiada cztery wejścia pomiaru prądu, które umożliwiają kontrolę progów mocy i wykorzystanie ich w logice przełączania.

ATLDPS1: rozwiązanie LOVATO Electric gwarantujące podwójne zasilanie podczas fazy przełączania

Jednym z problemów związanych z przełączaniem jest zapewnienie zasilania sterownika i urządzeń wykonawczych podczas i po transferze między źródłami. Funkcja ta jest często realizowana przy użyciu dwóch lub więcej przekaźników, odpowiednio podłączonych w celu odbioru zasilania z pierwszego dostępnego źródła. Rozwiązanie to ma znaczne wady, do których zalicza się wykorzystanie dedykowanego okablowania i przestrzeni wewnątrz szafy na umieszczenie dodatkowych przekaźników, a także niewystarczające bezpieczeństwo i niską precyzję przełączania pomiędzy dostępnymi źródłami. Aby temu zaradzić, LOVATO Electric ma w ofercie moduł podwójnego zasilania: teraz możliwe jest realizowanie tej funkcji za pomocą jednego urządzenia. Dzięki bardzo ograniczonym wymiarom (wersja modułowa o szerokości 3 modułów DIN) stale monitoruje napięcia jednofazowe z obu źródeł podłączone do dwóch niezależnych wejść napięciowych. Wewnątrz dwa niezależne obwody pomiarowe sterowane mikroprocesorem sprawdzają, czy napięcia mieszczą się w granicach limitów i potrafią wybrać najbardziej niezawodne z nich, które można podłączyć na wyjściu

zasilania układu sterowania przełączaniem. Wykorzystanie tego urządzenia niesie ze sobą wiele korzyści: drastycznie zmniejsza się ilość okablowania i możliwość wystąpienia błędów, zwiększa się niezawodność i bezpieczeństwo systemu, a progi kontrolne są stałe i zdefiniowane cyfrowo. Co więcej, wewnątrz urządzenia realizowane są funkcje autodiagnostyki: potrafi ono rozpoznawać usterki wewnętrzne i sygnalizować je poprzez wskaźnik LED umieszczony z przodu urządzenia oraz styk do zdalnej sygnalizacji.

Podsumowanie

Dziś LOVATO Electric dostarcza kompleksową i konkurencyjną gamę urządzeń dedykowanych do stosowania w aplikacjach automatycznego przełączania zasilania. Duży wybór funkcji sterowników, z których większość można dostosować do własnych potrzeb, port optyczny i nowy interfejs użytkownika zwiększają elastyczność automatycznego systemu przełączania zasilania i sprawiają, że monitorowanie, kontrolowanie i serwis systemu będą jeszcze bardziej wydajne i precyzyjne.



LOVATO Electric Sp. z o.o.
ul. Zachodnia 3
55-330 Błonie k. Wrocławia
e-mail: info@LovatoElectric.pl
tel. +48 71 7979 010



STYCZNIKI 160 A...400 A (AC3/400 V)

- Prąd znamionowy w AC3 (400 V): 160 A, 195 A, 230 A, 265 A, 330 A, 400 A
- Prąd termiczny (Ith): 250 A, 275 A, 350 A, 450 A, 500 A, 600 A
- Szerokość obudowy wersji 3 połowej:
 - 105 mm: 160 A, 195 A, 230 A
 - 140 mm: 265 A, 330 A, 400 A
- Cewki AC/DC o szerokim zakresie napięcia pracy
- Niski pobór mocy przy trzymaniu
- Zestyki pomocnicze montowane z przodu lub z boku
- Blokady mechaniczne do montażu styczników jeden obok drugiego lub jeden nad drugim
- Osłony zacisków i separatory faz
- Tworzywa sztuczne zgodne z normą IEC/EN 45545
- Certyfikat cULus

Lovato
electric

ENERGY AND AUTOMATION

www.LovatoElectric.pl



Elektromobilność 7M, 6M, 68

Lucyna Radziun

W erze nieustannego postępu technologicznego elektromobilność staje się jednym z najbardziej fascynujących obszarów transformacji. To nie tylko sposób na redukcję emisji i troskę o środowisko, lecz prawdziwa rewolucja w sposobie myślenia o przyszłości mobilności. Elektromobilność nie oznacza wyłącznie zmiany źródła napędu pojazdów, to przejście na nowy etap transportu, oparty na zrównoważonym rozwoju, efektywności energetycznej i innowacyjności, eliminując tradycyjne paliwa kopalne. Obserwujemy jej znaczny wzrost w liczbie samochodów elektrycznych zarówno na polskich drogach, jak i na całym świecie, co potwierdza dynamiczny rozwój tego sektora. Coraz więcej osób decyduje się także na elektryczne rowery.

Wdobie intensywnego rozwoju elektromobilności, rośnie potrzeba zaawansowanych rozwiązań w obszarze automatyki oraz efektywności energetycznej. W tym kontekście ważne jest zrozumienie, jak nowoczesne technologie wpływają na rozwój transportu. W tym artykule skoncentrujemy się na roli, jaką pełnią produkty Finder serii 7M, 6M i 68 w kontekście elektromobilności, ze szczególnym uwzględnieniem efektywnego zarządzania energią elektryczną.

Elektromobilność, opierająca się na pojazdach napędzanych energią elektryczną, niesie ze sobą szereg korzyści zarówno dla środowiska, jak i jej użytkowników. Kluczowym atutem jest znacząca redukcja emisji szkodliwych gazów do atmosfery, co stanowi ważny krok w kierunku ograniczenia wpływu transportu na zmiany klimatyczne i globalne ocieplenie. Pojazdy elektryczne nie tylko eliminują emisję spalin w miejscach użytkowania, ale także pozwalają na dalszą redukcję, gdy są ładowane z odnawialnych źródeł energii.

Dodatkowo, elektromobilność charakteryzuje się większą sprawnością energetyczną w porównaniu do tradycyjnych pojazdów spalinowych. Silniki elektryczne są znacznie bardziej wydajne, co przekłada się na oszczędność energii oraz zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych. Warto też podkreślić, że rozwój technologii związanych z elektromobilnością przyspiesza innowacje w całej branży motoryzacyjnej, wpływając korzystnie na rozwój nowoczesnych rozwiązań zarówno w samych pojazdach, jak i w infrastrukturze ładowania. Te zalety sprawiają, że elektromobilność staje się nie tylko ekologicznym wyborem, lecz także kierunkiem, który kształtuje przyszłość mobilności.

Jednym z najczęściej używanych sprzętów w elektromobilności są ładowarki elektryczne, służące do zasilania pojazdów elektrycznych. Aby efektywnie zarządzać energią ładowania pojazdu, warto sięgnąć po produkty serii 7M oraz 6M.

Liczniki energii jednofazowe, jak i trójfazowe serii 7M firmy Finder umożliwiają precyzyjne rejestrowanie zużycia energii podczas procesu ładowania. Są niezastąpione dla użytkowników pojazdów elektrycznych, którzy chcą śledzić koszty ładowania oraz efektywność energetyczną swoich pojazdów. Wyświetlają zużycie energii czynnej w jednostkach kWh na podświetlanym wyświetlaczu LCD, posiadają port komunikacyjny



POMIARY I ZARZĄDZANIE ENERGIĄ

Download on the
App Store

GET IT ON
Google Play



Finder Toolbox



Seria 68 Przełącznik dużej mocy

MOC w przełącznikach

Możliwość montażu w obwodzie drukowanym czyni je idealnym rozwiązaniem do wszystkich aplikacji, w których wymagane jest zarządzanie przełączaniem wysokiego prądu. Szczególnie polecane do zastosowania wewnątrz elektrycznych stacji ładowania do 22kW.

Seria 6M Analizator mocy

Typ 6M.Tx

Inteligentny, jednofazowy analizator mocy.

Typ 6M.BU.0.024.2200

Konwerter protokołu Modbus TCP/IP na Modbus RTU (RS485 master) z web serwerem.

Seria 7M Inteligentne liczniki energii

Idealne rozwiązanie do monitorowania zużycia energii.

Łatwe i szybkie programowanie za pomocą aplikacji Finder Toolbox.

Odczyt parametrów licznika nawet po zaniku zasilania, dzięki technologii NFC.

FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Logistyczna 27
62-080 Sady
finder.pl@findernet.com

findernet.com

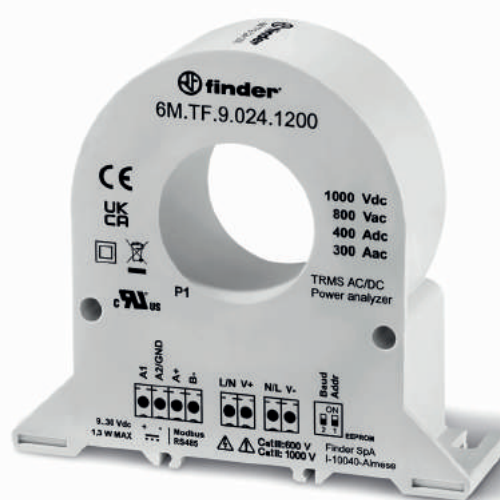


IR oraz interfejs Modbus/Mbus. Dokładność pomiaru mocy czynnej jest zgodna z normą EN 50470-3. Seria 7M obejmuje także dwukierunkowe liczniki energii, które posiadają 2 liczniki energii czynnej z certyfikatem MID oraz 2 liczniki energii biernej z certyfikatem krajowym. Należy tutaj dodać także, że mierzą one zarówno energię importowaną, jak i eksportowaną, która jest oddawana do sieci. Tradycyjne liczniki energii mierzą jedynie zużycie energii przez użytkownika, natomiast dwukierunkowe dodatkowo pozwalają na pomiar i zapis energii wyprodukowanej, na przykład przez instalację fotowoltaiczną. To oznacza, że w okresach, gdy produkcja energii przewyższa jej zużycie, nadmiar ten może być przekazywany z powrotem do sieci, umożliwiając pełne monitorowanie bilansu energetycznego. Dodatkowo, liczniki serii 7M obsługują technologię NFC, co pozwala na programowanie i personalizowanie liczników za pomocą smartfona, a także na odczytywanie zmierzonej energii nawet przy braku napięcia sieciowego.

Analizator mocy serii 6M firmy Finder to również kluczowe narzędzie w elektromobilności, oferujące możliwość dwukierunkowej pracy. Działa podobnie do tradycyjnego licznika energii, jednak jego funkcjonalność jest znacznie szersza i umożliwia pełniejszą analizę parametrów. Urządzenie precyzyjnie mierzy i analizuje takie dane jak napięcie i prąd True-RMS, pobór mocy czy $\cos\phi$. Pomiar True-RMS (Root Mean Square) prądu zmiennego (AC) i stałego (DC) odnosi się do metody obliczania efektywnej wartości sygnału elektrycznego. Seria 6M cechuje się także kompaktową obudową w kształcie przekładnika prądowego oraz pełną konfigurowalnością poprzez interfejs Modbus RS485. Ponadto, analizator mocy wyróżnia się możliwością identyfikacji i pomiaru ewentualnych skoków napięcia oraz prądu szczytowego, co przekłada się na zwiększone bezpieczeństwo podczas procesu ładowania pojazdu.

W ładowarce samochodowej przekaźnik dużych mocy serii 68 wyróżnia się jako istotne urządzenie zapewniając nie tylko efektywną pracę, lecz także niezbędne zabezpieczenia przed potencjalnymi awariami i zagrożeniami. Jego głównym zadaniem jest kontrola zasilania ładowarki, umożliwiając dynamiczne przełączanie zasilania w zależności od warunków pracy oraz optymalne wykorzystanie dostępnych źródeł energii. Dzięki temu może działać bezproblemowo nawet w ultraszybkich ładowarkach o mocy do 55 kW. Przekątnik ten spełnia normę EN 60335-1 dotyczącą odporności na wysokie temperatury i ogień (GWIT 775°C i GWFI 850°C), a także posiada styk lustrzany (typ 68.55) zgodny z normą EN 61810-3. Dostępne są różne konfiguracje styków oraz cewki na napięcie 12-24 V DC. Cewka DC, z mocą podtrzymania zaledwie 700 mW, pozwala na redukcję zasilania do 0.5 Un, co przyczynia się do oszczędności energii. Dodatkowo, przekaźnik ten posiada tryb energooszczędny oraz może być łatwo montowany na PCB.

Podsumowując, połączenie serii 6M, 7M i 68 firmy Finder stwarza innowacyjne narzędzie do inteligentnego zarządzania energią w dziedzinie elektromobilności. Wybierając precyzyjny



analizator mocy (6M), niezawodny licznik energii (7M) oraz przekaźnik dużych mocy (68), tworzymy kompleksowe rozwiązanie, które nie tylko umożliwia pełną kontrolę nad procesem ładowania pojazdów elektrycznych, ale także gwarantuje optymalną efektywność i bezpieczeństwo. Elektromobilność nie tylko stanowi ekologiczny wybór, ale również otwiera nowe perspektywy dla inteligentnego i zrównoważonego rozwoju transportu, przynosząc korzyści dla środowiska naturalnego oraz użytkowników. To więcej niż tylko zmiana napędu – to rewolucyjny krok w przyszłość mobilności, ukierunkowany na efektywność, innowacje i dbałość o środowisko.

Lucyna Radziun

 **finder**[®]
SWITCH TO THE FUTURE

FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Logistyczna 27
62-080 Sady

Zmiany w zarządzie w RS Components Eastern Europe

RS Components Eastern Europe ma zaszczyt ogłosić, że od 5 czerwca 2023 roku Grzegorz Borowiecki objął stanowisko Customer Operations Managera. Jego doświadczenie w skutecznym kierowaniu zespołami oraz pasja do doskonalenia obsługi klienta stwarzają nowe perspektywy w dynamicznym rozwoju firmy.

Grzegorz Borowiecki w trakcie swojej kariery zdobył umiejętności w prowadzeniu międzynarodowych zespołów profesjonalistów, a także w analizie danych i kreowaniu innowacyjnych rozwiązań. Jego innowacyjne podejście do budowania doświadczenia klienta, szeroka wiedza z zakresu zarządzania projektami, a także elastyczne podejście do zmieniających się sytuacji sprawiają, że Grzegorz Borowiecki będzie znakomitym liderem Customer Service w RS Components Eastern Europe.

Zapytany o nową rolę, Grzegorz Borowiecki powiedział: „Jestem podekscytowany możliwością współpracy z zespołem RS Components Eastern Europe. Chcę skoncentrować się na doskonaleniu obsługi klienta i wprowadzeniu innowacyjnych rozwiązań, które przyczynią się do długofalowego sukcesu firmy”.

Przed dołączeniem do RS Components Eastern Europe, Grzegorz Borowiecki pełnił kluczowe role, w tym jako Transition Manager w Philips Domestic Appliances oraz Sales Manager, Commercial Operations HT&P, Project & Product Delivery Manager, Service Center Manager w T.D. Williamson.

Kolejna zmiana w managementie RS Components nastąpiła 1 września 2023 roku, kiedy to Leszek Kołdys objął stanowisko Dyrektora Sprzedaży EE w RS Components Sp. z o.o.



Grzegorz Borowiecki



Leszek Kołdys

Leszek Kołdys jest związany z branżą automatyki przemysłowej i elektroniki od 2006 roku. Jego doświadczenie obejmuje wprowadzanie produktów automatyki przemysłowej zachodnich marek na rynek polski. Zakładał również oraz kierował działem wsparcia sprzedaży głównie na rynki skandynawskie, UK & I, niemiecki w duńskiej firmie produkcyjnej Velfac. Od 10 lat jest związany z międzynarodowymi dystrybutorami produktów z zakresu automatyki przemysłowej, elektroniki, sterowania, techniki pomiarowej, elektryki i mechaniki. Na każdym stanowisku, które piastował, ściśle współpracował z klientami. Bezpośrednio po studiach na Politechnice Gdańskiej jako inżynier aplikacyjny oraz wsparcia technicznego, następnie jako Produkt Manager, Sales Support & Estimating Manager, Key Account Manager, Sales Manager EE.

RS Components Eastern Europe serdecznie witają Grzegorza Borowieckiego na stanowisku Customer Service Managera oraz Leszka Kołdysa na stanowisku dyrektora sprzedaży i są pewni, że ich doświadczenie przyczyni się do podniesienia standardów obsługi klienta oraz wzrostu firmy na rynku.



Czym kierować się przy wyborze przemysłowego switcha PoE

PoE czyli Power over Ethernet to znana od niemal dwóch dekad technologia, która pozwala na przesyłanie danych i zasilania tym samym kablem Ethernet. Rozwój sieci komputerowych i urządzeń IoT spowodował, że standard PoE a tym samym switche PoE rozwijają się bardzo dynamicznie. Na rynku funkcjonują równoległe aż trzy standardy: PoE, PoE+ i PoE++, dlatego warto wiedzieć czym się różnią i co oferują.

Najstarsza wersja IEEE 802.3af zaprojektowana była do zasilania urządzeń o małym poborze mocy do 15,4 W przy napięciu z zakresu 44–57 V np. telefonów IP i prostych kamer. Szybko okazało się, że oferowana moc nie jest wystarczająca np. dla kamer PTZ, dlatego już rok po opublikowaniu 802.3af rozpoczęły się prace nad nowym standardem. W 2009 roku opublikowany został standard IEEE 802.3at, zwany PoE typu 2, który oferował do 30 W na porcie PoE, przy napięciu 50–57 V. Dzięki zwiększeniu dolnej granicy napięcia zasilania i obniżeniu rezystancji kabli poprzez zastosowanie kabli kategorii 5e udało się podnieść prąd maksymalny do 600 mA. Dodatkowo wprowadzono specjalne rozwiązania na poziomie łącza danych. W 802.3at switch dwukrotnie powtarza próbę napięciową znaną z 802.3af. Jeśli urządzenie PD wykryje napięcie z zakresu od 15,5 do 20,5 V, wtedy podłącza odpowiednie obciążenie i na tej podstawie jest kwalifikowane do jednej z czterech klas. Podwójny impuls napięciowy wysyłany przez switch jest informacją dla urządzenia PD, że zasilacz jest zgodny z nowym standardem i może dostarczyć więcej mocy. Pomimo istotnych zmian w warstwie fizycznej i łącza danych przejście z PoE na PoE+ jest bezproblemowe, ponieważ w obu przypadkach mamy do czynienia z trybem 2-parowym. Wraz z nadejściem idei IoT, czyli Internet of Things, pojawiły się pomysły zastosowania PoE w kolejnych urządzeniach, np. w komputerach przenośnych lub telewizji hotelowej. W takich zastosowaniach 30W to zdecydowanie za mało, dlatego w 2018 roku nastąpiła kolejna iteracja w rozwoju PoE i powstało PoE++, czyli IEEE 802.3bt.

PoE++ występuje w dwóch odmianach: Typ 3 do 60W na port i Typ 4 do 100W na port. 802.3bt typ 3, podobnie jak 802.3at, oferuje prąd maksymalny do 600 mA na parę. Podstawowa różnica to użycie wszystkich 4 par skrętki w celu uzyskania 60W. 802.3bt typ 3 nadal obsługuje tryby A i B. W przypadku standardu IEEE 802.3bt Typ 4 maksymalny prąd został zwiększony do 960 mA na parę, a konwerter musi pracować w trybie 4 parowym, aby wystawić 100W na porcie Ethernet.

W przypadku PoE++ wyraźnie widać, że parametry portu nie są jednoznaczne jak dla PoE i PoE+. IEEE 802.3bt może

	PoE	PoE+	PoE++	
Standard IEEE	802.3af	802.3at	802.3bt	
Typ PoE	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Maksymalny poziom mocy na wejściu odbiornika PD				
Moc dostępna na urządzeniu zasilanym (PD)	12,95 W	25,50 W	51 W	71 W
Zakres napięcia na urządzeniu zasilanym (PD)	37,0–57,0 V	42,5–57,0 V	42,5–57,0 V	41,1–57,0 V
Maksymalny poziom mocy na wyjściu zasilacza PSE				
Maksymalna moc dostarczana przez urządzenie zasilające (PSE)	15,40 W	30,0 W	60 W	100 W
Zakres napięcia na urządzeniu zasilającym (PSE)	44,0–57,0 V	50,0–57,0 V	50,0–57,0 V	52,0–57,0 V
Zarządzanie mocą				
Zarządzanie mocą	Trzy poziomy klasy mocy negocjowane przez sygnaturę	Cztery poziomy klasy mocy negocjowane przez sygnaturę lub w krokach po 0,1 W przez LLDP	Trzy poziomy klasy mocy negocjowane przez sygnaturę lub w krokach po 0,1 W przez LLDP	moc w krokach po 0,1 W negocjowana przez LLDP
Prąd maksymalny	350 mA	600 mA	600 mA na parę	960 mA na parę
Okablowanie				
Obsługiwane okablowanie	kategoria 3	kategoria 5	kategoria 5	kategoria 5
Obsługiwane tryby	A, B	A, B	A, B, 4-parowy	4-parowy

oznaczać tryb 2-parowy lub 4-parowy, inne poziomy napięć oraz różne sposoby zarządzania mocą. Dlatego przy wyborze switcha 802.3bt trzeba poświęcić więcej uwagi na parametry techniczne poszczególnych portów. Switche oznaczone etykietą PoE++ zwykle mają tylko część portów PoE++, ale to nie jedyny problem. Część producentów oznacza porty 802.3bt jako typ 3 lub typ 4, ale nie brakuje rozwiązań, gdzie podawana jest tylko dostępna moc. Aby ustalić czy PoE typu 3 używa trybu 2-parowego czy 4-parowego, trzeba często zajrzeć do instrukcji obsługi.

Przy wyborze switcha PoE, trzeba zwrócić uwagę nie tylko na parametry portów, ale również na dostępny budżet mocy.

Dla PoE+ zwykle można było maksymalnie obciążyć wszystkie porty PoE. W przypadku PoE++ mogłoby to stanowić bardzo poważne wyzwanie, dlatego producenci zakładają, że nikt nie użyje maksymalnego obciążenia na wszystkich portach PoE. Może się zatem okazać, że switch z 8 portami PoE obsłuży tylko 4 urządzenia typu 4. Dobierając switch pod konkretne zastosowanie należy uwzględnić całościowe zapotrzebowanie na moc podłączonych urządzeń PoE PD.

Aby zapewnić stabilność i bezpieczeństwo sieci PoE dużej mocy, Antaira Technologies zaimplementowała w swoich przełącznikach i media konwerterach szereg opatentowanych rozwiązań, które zapewniają bezawaryjną pracę i znacząco podnoszą komfort użytkownika całej infrastruktury. Przykładem jest funkcja *Safe PoE Disable*, czyli bezpieczne wyłączenie PoE, która przy pomocy przełącznika DIP pozwala na odłączenie zasilania dla wybranego portu przed fizycznym odpięciem kabla. Odłączanie i podłączanie kabli Ethernet przy obciążeniu bliskiemu 100 W może doprowadzić do degradacji złącza, a w konsekwencji uszkodzenia urządzeń PoE. Safe PoE zapewnia w pełni bezpieczne i łatwe sterowanie zasilaniem w przełącznikach niezarządzalnych.

Kolejną innowacją w przełącznikach Antaira jest PRRT (ang. *Power Remote Reset Technology*). Funkcja ta jest dostępna w niezarządzalnych przełącznikach i konwerterach PoE++ i aktywowana jest przełącznikiem DIP na panelu frontowym urządzenia. Konwertery PoE++ na światłowód zwykle znajdują się w odległych i trudno dostępnych lokalizacjach, dlatego PRRT pozwala na zdalny reset urządzenia PoE PD podłączonego do konwertera poprzez odpięcie światłowodu na 3 sekundy. Po ponownym podłączeniu portu optycznego konwerter automatycznie przywraca zasilanie na porcie PoE.

Przeciwieństwem Safe PoE i PRRT jest funkcja Persistent PoE, która dostępna jest w zarządzalnych przełącznikach PoE++ Antaira. Umożliwia ona ponowne uruchomienie przełącznika przy jednoczesnym dostarczaniu zasilania do podłączonego urządzenia PoE PD. W sytuacji, gdy np. oprogramowanie układowe przełącznika wymaga aktualizacji, a tym samym ponownego uruchomienia, zapobiega ponownemu uruchomieniu podłączonych urządzeń PoE PD. Ma to duże znaczenie np. w przypadku kamer IP, których ponownych rozruch zajmuje kilka minut, tworząc martwy punkt w nagraniu z kamery. Technologia Persistent PoE firmy Antaira może pomóc w rozwiązaniu tych problemów, zapewniając nieprzerwane zasilanie PoE. Dzięki temu sieć Ethernet pozostaje stabilna, a ew. przestoje są zredukowane do minimum.

Standard 802.3bt sprawia, że zarządzanie energią staje się bardzo ważnym czynnikiem podczas projektowania sieci Ethernet. Coraz ważniejsze staje się budowanie sieci z myślą o ewentualnym rozwoju, np. gdy pojawi się potrzeba dodania energochłonnych aplikacji lub monitorowania zużycia energii. Na szczęście technologia Power over Ethernet zapewnia zdumiewającą poziom elastyczności zarówno w trakcie projektowania jak i przy utrzymaniu sieci Ethernet. ■

Antaira Technologies Sp. z o.o.
www.antaira.pl

reklama



PLAY
WITH
SECURE
NETWORK

Bezpiecznie systemy
komunikacji przemysłowej
ethernet do stref
zagrożonych
wybuchem



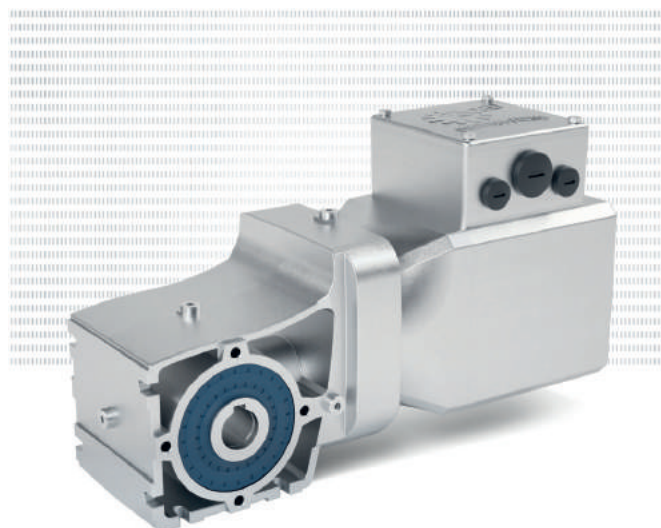
antaira®
making connectivity simple...

WWW.ANTAIRA.EU

Niezawodne napędy pomp do produkcji włókien zrównoważonych

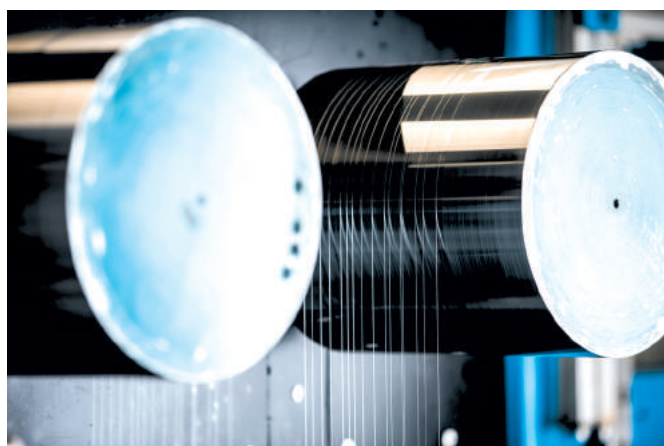
Włókna na bazie celulozy są wszędzie, zarówno w dzinsach jak i kurtkach outdoorowych. Lenzing AG to firma specjalizująca się w produkcji tych włókien, które są wykonane z surowca drzewnego. W ich produkcji ważną rolę odgrywają specjalnie zaprojektowane pompy przędzalnicze. Aby urządzenia te pracowały niezawodnie i wydajnie, Lenzing AG polega na napędach NORD DRIVESYSTEMS.

W ciągu 85 lat istnienia, austriacka firma Lenzing AG zyskała reputację światowego lidera rynku, technologii i zrównoważonego rozwoju w dziedzinie produkcji włókien. Będąc pionierem ruchu ekologicznego, firma utworzyła już w 1975 roku swój pierwszy dział ochrony środowiska i rozpoczęła restrukturyzację w kierunku produkcji oszczędzającej zasoby. Wykorzystywane do wielu zastosowań tekstylnych i włókninowych włókna marek Lenzing TENCEL™, VEOCEL™ itp. są surowcem nie tylko najwyższej jakości, ale są również produkowane w sposób zrównoważony. Włókna Lenzing są wykorzystywane do produkcji odzieży ochronnej i roboczej oraz do szerokiego zakresu zastosowań przemysłowych. Proces ich produkcji zaczyna się od przekształcenia surowca drzewnego w płynną masę. Za pomocą specjalnie skonstruowanych pomp przędzalniczych materiał jest przeciskany przez drobne dysze w celu utworzenia nici. Dokładna procedura jest tajemnicą handlową pilnie strzeżoną przez firmę. Ponieważ nitki te są nieograniczone i powinny mieć stałą wytrzymałość, oczywiste jest, że napędy pomp muszą zapewniać niezawodną, stałą wydajność. Inne wymagania Lenzing AG dotyczące napędów



pomp to stała prędkość obrotowa bez sprzężenia zwrotnego enkodera, odporność na temperaturę do 60°C, duża bezobsługowość i – co jest szczególnie ważne dla firmy zaangażowanej ekologicznie – wyjątkowa efektywność energetyczna.

W celu zapewnienia precyzyjnej pracy swoich pomp przędzalniczych producent zwrócił się do specjalisty napędowego, jakim jest firma NORD. Specjaliści obu firm wspólnie opracowali rozwiązanie napędowe składające się z silników synchronicznych IE5+ i idealnie dopasowanych dwustopniowych przekładni walcowych prostych NORDBLOC.1°. Silniki IE5+ zapewniają stały moment obrotowy w bardzo szerokim zakresie





temperatury do 60°C i jest także odporny na chemikalia stosowane podczas produkcji. Wtyczka silnika została specjalnie zaprojektowana dla Lenzing. W indywidualnym rozwiązaniu klienta kabel przyłączeniowy nie jest doprowadzany do listwy zaciskowej silnika za pomocą złącza śrubowego PG, ale jest podłączony bezpośrednio do skrzynki zaciskowej. W przypadku wymiany pozwala to na szybkie podłączenie i odłączenie elektryczne silnika. Potencjalne przestoje zostaną skrócone, co jest ważnym czynnikiem dla klienta.



prędkości, dzięki czemu osiągają sprawność do 95 procent, przewyższającą najwyższą zdefiniowaną klasę sprawności IE5. Silniki IE5+ firmy NORD oferują wyjątkowo wysoką niezawodność działania. Silniki zaprojektowano z wewnętrznymi magnesami trwałymi (IPM), wbudowanymi w wirnik, co znacznie zwiększa niezawodność i bezpieczeństwo. Co więcej, magnesy trwałe w IPM są lepiej chronione przed szczytami prądu, które mogą wystąpić przy dużych prądach, generując przeciwne pole. Silnik IE5+ w wersji gładkiej i bez wentylatora wytrzyma

NORD Napędy Sp. z o.o.

Zakrzów 414

32-003 Podłęże

tel. 12 288 99 00

fax 12 288 99 11

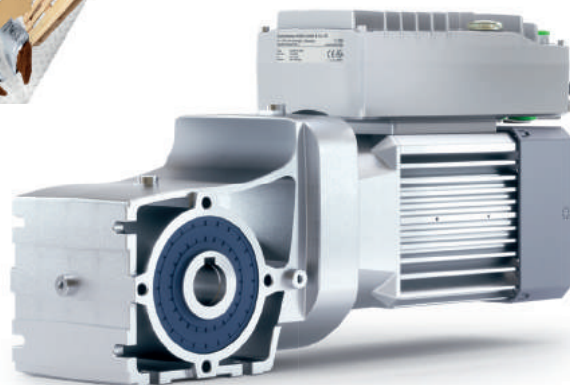
biuro@nord.com

www.nord.com

reklama



Nasze systemy napędowe do maszyn pakujących



Our Solution. Your Success.

Zdecentralizowane rozwiązania napędowe do branży opakowań

- ▶ System modułowy ułatwia wybór produktów i rozbudowę systemu
- ▶ Kompaktowa konstrukcja pozwala na małe przestrzenie montażowe
- ▶ Zdecentralizowane sterowanie zmniejsza nakłady na okablowanie

ZWYCIĘZCA JEST TYLKO JEDEN

Hydraulika siłowa – zawory nabojoye, bloki, mini-power-packi marki Winner Hydraulics

Winner Hydraulics jest jednym z wiodących na świecie producentów hydraulicznych zaworów nabojoych oraz ich akcesoriów. Od ponad 30 lat specjalizuje się w projektowaniu, produkcji i dostarczaniu wysokiej klasy rozwiązań dla hydrauliki siłowej, kierując się wartościami: „Uczciwość, profesjonalizm, innowacja i ciągłe doskonalenie”.

Winner & Hydropress

Od 10 lat wyłącznym i autoryzowanym dystrybutorem w tej części Europy jest firma Hydropress Hydraulika Siłowa.

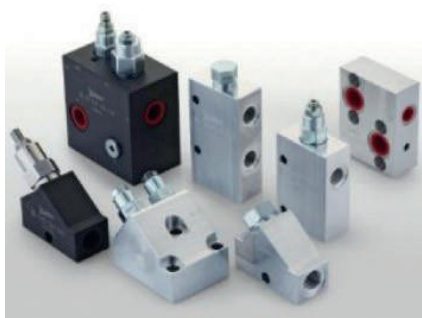
Produkty te znajdują zastosowanie w układach hydrauliki mobilnej i stacjonarnej. Używając szerokiego zakresu wielkości gniazd (cavity) jesteśmy w stanie dobrać zakres przepływu nawet do 480 l/min. Obecnie producent oferuje setki typów zaworów do układów sterowania i zabezpieczeń hydrauliki siłowej, które są również kompatybilne z innymi markami na rynku, tj. Sun Hydraulics, Hydraforce, Parker, Eaton, ArgoHytos itp.

Ofertę dostępnych zaworów możemy podzielić wg grup funkcji na:

- Zawory hamujące-przeciążeniowe (counterbalance)
- Zawory ciśnieniowe: przelewowe, redukcyjne i sekwencyjne
- Regulatory przepływu, dławiki
- Zaworowe dzielniki strumienia
- Zawory zwrotne, zwrotne sterowane
- Zawory sterowane elektrycznie ON-OFF i proporcjonalne
- Zawory logiczne
- Pompy ręczne nabojoye

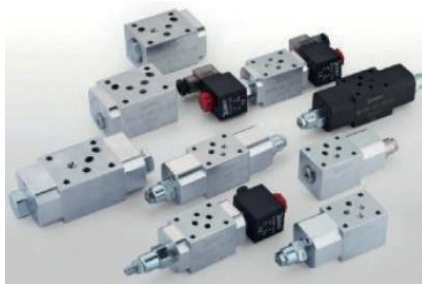


- Zawory sterowane pneumatycznie, zaślepki zaworów nabojoych
- cewki i akcesoria elektryczne do nich



Na specjalne zamówienie mogą być wykonane w wersji nierdzewnej i ATEX.

Użycie zaworów nabojoych wraz z korpusami serii ML pozwala budować kompaktowe zawory liniowe w różnych konfiguracjach. Serie płyt przyłączeniowych MH umożliwiają natomiast zabudowę zaworów nabojoych w stosach warstwowych CETOP (N06,10,16).



Zawory idealnie nadają się do stosowania w kastomizowanych blokach

hydraulicznych, które są projektowane i wykonywane wg indywidualnych wymagań.

Powłoka cynk – nikiel naszym standardem

Wszystkie procesy produkcyjne są prowadzone w jednym zakładzie Winner Hydraulics, co daje 100% kontroli jakości produktu.

Zautomatyzowany i nowoczesny park maszynowy oraz pełna kontrola jakości wyrobów wsadowych daje produkt najwyższej klasy.

Gwarancją skutecznego zabezpieczenia antykorozyjnego produktów Winner jest nowoczesna linia do powlekania elektrolitycznego niklocynkiem, nakładana w fabryce bezpośrednio w cyklu produkcyjnym zaworów.

Komponenty hydrauliki nabojoyej Winner Hydraulics to nie tylko najwyższa jakość wykonania, ale od teraz bardzo długa żywotność. Rozwiązania zalecane do maszyn mobilnych (m.in. rolniczych, komunalnych, leśnych, budowlanych) oraz dla przemysłu offshore, morskiego, górniczego, chemicznego, spożywczego i wielu innych.



ul. Sulimy 2, 82-300 Elbląg
tel. +48 55 625 51 00
marketing@hydropress.pl
www.hydropress.pl



HYDROPRESS[®]
hydraulika siłowa

27 LAT
BEZ PRZESTOJÓW



3 lata gwarancji na zawory Winner Hydraulics

*zgodnie z zapisami gwarancyjnymi producenta

- magazyn centralny 7 000 m²
- ponad 50 000 pozycji magazynowych
- wysyłka 24 h
- Centrum R&D druk 3D w metalu
- ERP, WMS, B2B
- 10 oddziałów w Polsce i w Ukrainie

Elbląg Gdańsk Rumia Wrocław Warszawa Olsztyn Tychy Białystok Łódź Kijów



www.hydropress.pl

Wdrożenie stacji redukcyjno-zabezpieczającej PREREST-01 wraz z układem sterowania i monitorowania parametrów jej pracy

Dawid Szurgacz, Szymon Węgrzyn

1. Wprowadzenie

Wzrost wydobywania węgla z roku na rok w podziemnej kopalni ściśle wiąże się ze schodzeniem pokładami coraz niżej, a to z kolei wpływa na pogłębianie szybów. Taka tendencja determinuje producentów do rozwoju nowej technologii wspierającej eksploatację węgla w podziemnej kopalni [1, 2, 3], a tym samym użytkowników do wprowadzenia jej do swoich zakładów. Aby zapewnić bezpieczeństwo ludzi oraz prowadzonej eksploatacji w podziemnym zakładzie wydobywającym węgiel, przedsiębiorca musi zapewnić dostarczenie potrzebnych mediów do funkcjonowania zakładu. Należą do nich energia elektryczna, sprężone powietrze, wytworzenie wysokiego ciśnienia dla zasilania obudowy zmechanizowanej oraz dostarczenie wody do sieci rurociągów ppoż. Sieć rurociągów ppoż. zlokalizowana w podziemnej kopalni dostarcza wodę również do maszyn i urządzeń zlokalizowanych na frontach wydobywczych w celach ich chłodzenia.

Woda do zabezpieczenia sieci rurociągów ppoż. dostarczana jest z powierzchni za pomocą rurociągu znajdującego się w szybie. Głębokość szybów górniczych w Polsce dochodzi do 1200 m. Taka głębokość powoduje wzrost ciśnienia w rurociągu szybowym i w jego najniższym miejscu, to jest w strefie pod szybem może dochodzić nawet do 120 barów, w zależności od głębokości szybu. Zarządzanie procesem technologicznym jakim jest dostarczanie odpowiedniej ilości wody dla zabezpieczenia sieci ppoż. jak i dla celów technologicznych, wiąże się z zastosowaniem odpowiedniej techniki redukującej ciśnienie do wartości wymaganej.

Redukowanie ciśnienia wody z rurociągu znajdującego się w szybie odbywa się zazwyczaj w rejonie szybu. Ciśnienie podlegające redukcji pochodzące z rurociągu szybowego jest ciśnieniem wejściowym do stacji redukcyjnej. Ciśnienie wyjściowe ze stacji redukcyjnej oraz w sieci rurociągów ppoż. powinno mieścić się w granicach $4 \div 16$ barów. Redukcja tak wysokiego ciśnienia powinna odbywać się bez jakichkolwiek zakłóceń dla funkcjonowania kopalni.

Zastępowanie przestarzałej technologii dla górnictwa, której koszty remontu i modernizacji na obecną chwilę przekraczają koszt zakupu nowej innowacyjnej technologii wchodzącej w osiągnięcia Przemysłu 4.0, jest jak najbardziej zasadne. Badania nad polepszeniem własności użytkowych oraz rozwój technologii układów zabezpieczająco-redukcyjnych w wodę dla podziemnej kopalni są dziś efektem prac rozwojowych i wdrożeniowych prowadzonych przez Centrum Hydrauliki DOH [4, 5]. Opisane w artykule stacje redukcyjno-zasilające

Streszczenie: Publikacja opisuje doświadczenia nad rozwojem i wdrożeniem nowej technologii dotyczącej redukcji ciśnienia wody w strefie pod szybem głębokiej kopalni. Jej głównym zadaniem jest zapewnienie odpowiedniego ciśnienia dla sieci rurociągów ppoż. Stacja redukcyjno-zabezpieczająca typu PREREST-01 przeznaczona jest do zabezpieczania, monitorowania oraz kontroli regulacji parametrów ciśnienia i przepływu medium hydraulicznego. Jest to nowoczesna i zautomatyzowana technologia służąca do pracy w podziemnych zakładach górniczych.

Słowa kluczowe: monitoring, regulacja parametrów ciśnienia, przepływ medium hydraulicznego.

IMPLEMENTATION OF THE PREREST-01 REDUCTION AND PROTECTION STATION ALONG WITH A CONTROL SYSTEM AND MONITORING OF ITS OPERATION PARAMETERS

Abstract: The publication describes experiences in the development and implementation of new technology for reducing water pressure in the area under the shaft of a deep mine. Its main task is to ensure adequate pressure for the fire protection pipelines. The PREREST-01 pressure reducing and protection station is designed to protect, monitor and control the regulation of pressure parameters and flow of the hydraulic medium. It is a modern and automated technology used for work in underground mining plants.

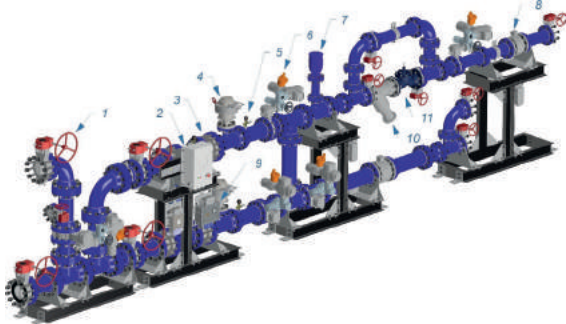
Keywords: monitoring, regulation of pressure parameters, flow of hydraulic medium.

typu PREREST-01 zostały wdrożone i pracują w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA KWK Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka na poziomie 705 m pod ziemią przy szybie (rys. 3) oraz w Polskiej Grupie Górniczej S.A. KWK ROW Ruch Chwałowice na poziomie 700 m pod ziemią przy szybie (rys. 4).

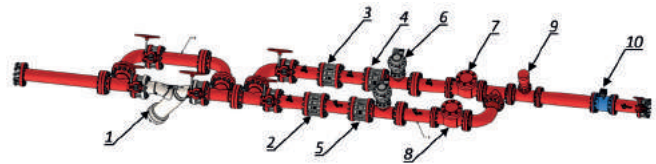
2. Budowa stacji redukcyjno-zabezpieczającej typu PREREST-01 i jej przeznaczenie

Przedmiotowa stacja typu PREREST-01 (rys. 1 i rys. 2) przeznaczona jest do redukcji, a następnie do regulacji przepływu w celu zapewnienia prawidłowego ciśnienia wody w sieci ppoż. oraz uzupełnienia ubytków wody w zbiorniku pojemnościowym. Jej główną funkcją jest redukcja ciśnienia wody, a dodatkowo układ zostaje zabezpieczony przed kawitacją i zerwaniem strugi w rurociągu szybowym. Stacja stabilizuje ciśnienie w sieci ppoż.

pomimo wahań ciśnienia wejściowego. Stabilizacja przepływu strugi odbywa się przy określonej wartości ciśnienia medium roboczego. Przy określonej wartości przepływu stacja stabilizuje strugę napełniając chodnik pojemnościowy. Stacja umożliwia ścisłą kontrolę i monitorowanie parametrów roboczych, diagnostykę poszczególnych elementów i punktów składowych. Może komunikować się z systemami nadzorczymi stosowanymi przez kopalnię poprzez protokół transmisji. Widok omawianej stacji przedstawiono na rysunku 3 oraz rysunku 4.



Rys. 1. Widok podstawowych elementów składowych stacji PREREST-01/1 dla JSW SA KWK Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka, gdzie: 1 - przepustnica międzykołnierzowa z napędem ślimakowym; 2 - sterownik elektroniczny; 3 - zawór redukcyjny proporcjonalny; 4 - zawór przelewowy; 5 - przetwornik ciśnienia; 6 - przepustnica międzykołnierzowa z napędem elektrycznym; 7 - zawór napowietrzająco-odpowietrzający; 8 - przepływomierz elektromagnetyczny; 9 - zasilacz iskrobezpieczny buforowy; 10 - filtr kołnierzowy 100 oczek/cm²; 11 - zawór regulacji ciśnienia 4 ÷ 16 barów



Rys. 2. Widok podstawowych elementów składowych stacji PRE-REST-01/2 dla PGG S.A. KWK ROW Ruch Chwałowice, gdzie: 1 - filtr wysokociśnieniowy kołnierzowy; 2, 3, 4, 5 - zawór redukcyjny; 6 - zawór przelewowy; 7, 8 - zawór zwrotny klapowy; 9 - zawór napowietrzająco-odpowietrzający; 10 - przepływomierz elektromagnetyczny

3. Zasada działania stacji redukcyjno-zabezpieczającej typu PREREST-01/1

Jej przeznaczeniem jest zabezpieczenie układu ppoż. na danym poziomie w podziemnej kopalni przed zbyt dużym ciśnieniem wody w rurociągach. Odbywa się to poprzez redukcję ciśnienia wody dostarczanej ze zbiornika usytuowanego na powierzchni. Redukcja ciśnienia realizowana jest od wartości ciśnienia 70 barów do wartości w zakresie od 4 do 16 barów. Jej drugą funkcją jest napełnianie chodnika pojemnościowego. Układ wejściowy stacji został wyposażony w wysokociśnieniowe przepustnice w celu odpowiedniego rozprowadzenia wody. Są one sterowane elektrycznie. Woda z rurociągu szybowego o ciśnieniu 70 barów kierowana jest do reduktora ciśnienia, gdzie wartość ciśnienia dostarczonej wody zostaje obniżona do około 31 barów. Następnie woda kierowana jest do kolejnego

reklama

Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o.

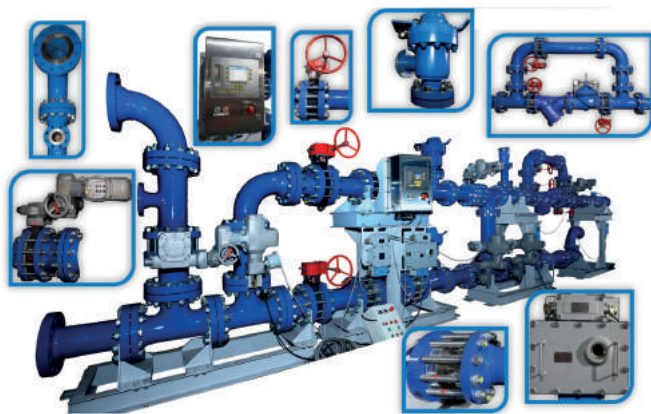
Systemy sterowania hydraulicznego

Bezprzewodowe systemy pomiarowe

Stacje redukcyjno - zabezpieczające

www.doh.com.pl

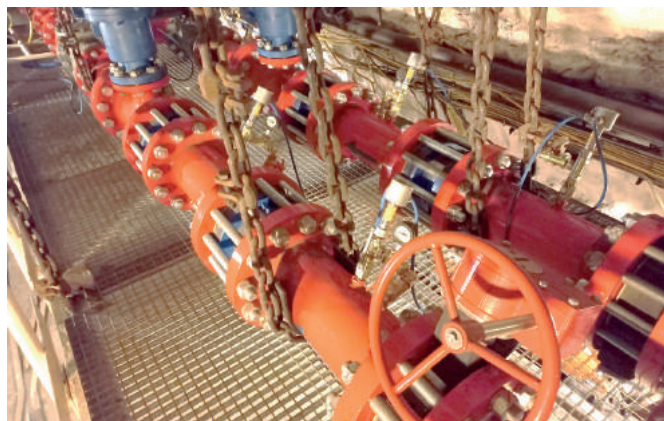
reduktora ciśnienia, gdzie jej ciśnienie zostaje obniżone do wartości około 16 barów. Zastosowany układ rezerwowy zapewnia możliwość pracy stacji w przypadku awarii podzespołów w układzie podstawowym lub w czasie przeprowadzenia koniecznych prac konserwacyjnych. Po przejściu przez układ reduktorów woda kierowana jest na układ zasilający ppoż. oraz układ napełniania chodnika pojemnościowego.



Rys. 3. Widok stacji PREREST-01/1 pracującej w JSW SA KWK Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka na poziomie 705 m pod ziemią przy szybie

Tabela 1. Podstawowe dane techniczne stacji PREREST-01/1

Medium robocze:	Woda
Ciśnienie wejściowe:	Nominalne 70 barów Dopuszczalne 100 barów
Redukcja ciśnienia:	2 tory redukcyjne (podstawowy plus rezerwowy), 2 stopnie redukcji o wartości 2,3:1 każdy
Regulacja ciśnienia dla wyjścia ppoż.:	4 ÷ 16 barów
Regulacja przepływu:	Płynna w zależności od zmian ciśnienia na wyjściu ppoż.
Pomiar ciśnienia:	7-punktowy
Pomiar przepływu:	Elektromagnetyczny, 2-punktowy
Wymiary (dł. × szer. × wys.):	11 × 1 × 2,9 m



Rys. 4. Widok stacji PREREST-01/2 pracującej w PGG SA KWK ROW Ruch Chwałowice na poziomie 700 m pod ziemią przy szybie

Tabela 2. Podstawowe dane techniczne stacji PREREST-01/2

Medium robocze:	Woda
Ciśnienie wejściowe:	Nominalne 70 barów Dopuszczalne 100 barów
Filtracja wejściowa:	1200 µm, DN200, PN100
Redukcja ciśnienia:	2 tory redukcyjne (podstawowy plus rezerwowy), 2 stopnie redukcji o wartości 2,2:1 każdy
Ciśnienie dla wyjścia ppoż.:	16 barów
Pomiar ciśnienia:	7-punktowy
Pomiar przepływu:	Elektromagnetyczny, 1-punktowy
Wymiary (dł. × szer. × wys.):	12 × 2 × 1,9 m

4. Podsumowanie

Obecnie eksploatowane układy zasilające kopalnię podziemną w wodę powinny być odpowiednio zabezpieczone przed niekorzystnym ciśnieniem, które może spowodować wzrost zagrożenia w sieci ppoż. Zmiany ciśnienia i prędkości przepływu wody w sieci ppoż. są znaczącym powodem występowania niekorzystnych zjawisk typu kawitacja. Nowym podejściem w tym zakresie jest wykorzystanie nowo opracowanej technologii. Zaprojektowana i wdrożona do eksploatacji stacja redukcyjno-zasilająca typu PREREST-01 charakteryzuje się tym, że jest sterowana w trybie automatycznym za pomocą specjalnie opracowanego algorytmu. Przeprowadzone analizy i symulacje dotyczące przepływu cieczy dla projektowanej stacji pozwoliły określić ostateczną koncepcję dla powstania prototypu. Wykonane testy stacji oraz jej systemu sterowania w warunkach powierzchniowych pozwoliły określić jej gotowość do wdrożenia w warunkach podziemnej kopalni. Po niezbędnych przygotowaniach oraz spełnieniu wymagań zostały one wdrożone w JSW SA KWK Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka na poziomie 705 m oraz w PGG SA KWK ROW Ruch Chwałowice na poziomie 700 m.

Literatura

- [1] Szurgacz D., Borska B., Diederichs R.: *Wstępne badania stanowiskowe nad rozwojem podwójnego bloku z funkcją doładowania dla układu hydraulicznego zmechanizowanej obudowy ścianowej*. „Napędy i Sterowanie” 7/8-2022, s. 52÷54.
- [2] Trzop K., Rozmus A., Szurgacz D., Maślanka J., Bazan Ł., Wojnar N., Rosół M.: *Monitorowanie położenia zmechanizowanej obudowy w warunkach ściany wydobywczej*. „Napędy i Sterowanie” 7-8/2023, s. 22÷25.
- [3] Borska B., Szurgacz D.: *Badania nad rozwojem układu hydraulicznego zapewniającego doładowanie podporności stojaka zmechanizowanej obudowy ścianowej*. „Napędy i Sterowanie” 10/2023, s. 16÷18.
- [4] Szurgacz D., Rojek D., Węgrzyn S.: *Stacja redukcyjno-zabezpieczająca typu PREREST-01/1*. „Napędy i Sterowanie” 3/2022, s. 44÷46.
- [5] Szurgacz D., Rojek D., Węgrzyn S.: *Stacja redukcyjno-zabezpieczająca typu PREREST-01/1 – monitorowanie parametrów i sterowanie układem ppoż. dla górnictwa podziemnego*. „Napędy i Sterowanie” 2/2023, s. 48÷50.

dr hab. inż. Dawid Szurgacz, mgr inż. Szymon Węgrzyn
- Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o.

Trendy w cyfryzacji przemysłu na żywo



Międzynarodowe Targi Innowacyjnych Technologii Przemysłowych Hannover Messe odbędą się w dniach 22 – 26 kwietnia 2024 roku w Hanowerze. Targi organizowane są przez Deutsche Messe AG i odbywają się na terenie targów w Hanowerze w Niemczech. Zazwyczaj jest około 6500 wystawców i 250 000 odwiedzających.

Targi HANNOVER MESSE to najważniejsze na świecie forum wszystkich technologii, które mają znaczenie dla zmian w przemyśle. Podczas targów HANNOVER MESSE 2024, których tematem przewodnim jest „Transformacja przemysłowa”, w centrum uwagi znajdują się aktualne priorytety w zakresie ochrony klimatu, cyfryzacji i zrównoważonego rozwoju.

HANNOVER MESSE to zdecydowanie wiodące na świecie targi technologii przemysłowej, koncentrujące się na automatyzacji, cyfryzacji i zrównoważonym rozwoju. HANNOVER MESSE jest miejscem spotkań pionierów innowacji przemysłowych, którzy prezentują nowe technologie międzynarodowej publiczności.

Co roku Hannover Messe tradycyjnie wybiera państwo partnerskie. W poprzedniej edycji tę funkcję pełniła Indonezja, która miała okazję zaprezentować swoje najnowsze osiągnięcia technologiczne, perspektywy inwestycyjne, innowacyjne strategie rozwoju oraz projekty badawcze. W 2024 r. partnerem Hannover Messe będzie Norwegia.



Hannover Messe to kluczowe obszary przemysłu oraz różnorodne technologie i innowacje z całego świata zaprezentowane w formie sześciu salonów branżowych:

- Automation, Motion & Drives
- Digital Ecosystems
- Compressed Air & Vacuum
- Energy Solutions
- Engineered parts & Solutions
- Future Hub

MESSEGELÄNDE

30521 Hannover, Niemcy
www.hannovermesse.de/en

TARGI HANOWERSKIE s.c.

Przedstawicielstwo Deutsche Messe AG w Polsce

e-mail: info@targihanowerskie.com.pl

tel. +48 22 465 6622

www.messe.de/en/

22 – 26 APRIL 2024

**ENERGIZING A
SUSTAINABLE INDUSTRY.**



triflex® R: doskonałe rozwiązanie dla robotów przemysłowych

Roboty przemysłowe odgrywają kluczową rolę w automatyzacji procesów produkcyjnych, zwiększając efektywność i precyzję w różnorodnych branżach. Jednakże, aby zapewnić długą żywotność niezbędne jest zastosowanie odpowiednich systemów prowadzenia przewodów. W tym kontekście, produkt triflex® R firmy igus wyróżnia się jako doskonałe rozwiązanie.

triflex® R to innowacyjny system prowadzenia przewodów zaprojektowany specjalnie dla robotów przemysłowych. Dzięki swojej elastyczności i wytrzymałości, triflex® R umożliwia płynne i niezakłócone prowadzenie przewodów elektrycznych, pneumatycznych oraz hydraulicznych przez cały zakres ruchu robota. To nie tylko minimalizuje ryzyko uszkodzeń przewodów, ale również poprawia bezpieczeństwo pracy oraz wydajność systemu. Firma igus posiada w swojej ofercie szeroką gamę przewodów, które znajdują zastosowanie w różnych warunkach.



Jedną z kluczowych korzyści z zastosowania triflex® R jest jego elastyczność. Dzięki zastosowaniu innowacyjnych materiałów firmy igus, system ten jest wyjątkowo giętki i odporny na powtarzalne ruchy, co pozwala na swobodną pracę robota w różnych kierunkach

i płaszczyznach. Ponadto, triflex® R zapewnia optymalną ochronę przewodów nawet podczas skomplikowanych manipulacji, co eliminuje ryzyko ich uszkodzenia i przestojów w produkcji.

Kolejną zaletą triflex® R jest łatwość montażu i konserwacji. Dzięki

inteligentnemu projektowi, system ten może być łatwo dostosowany do różnych modeli i typów robotów, co znacząco skraca czas instalacji i zmniejsza

koszty związane z konserwacją. Dodatkowo, triflex® R jest odporny na warunki środowiskowe, takie jak wilgoć, kurz czy zmienne temperatury, co

sprawia, że jest idealnym rozwiązaniem do zastosowań w różnorodnych branżach przemysłowych.

System triflex® R firmy igus to niezawodne rozwiązanie dla robotów przemysłowych, które zapewnia nie tylko bezpieczeństwo i efektywność, ale również oszczędność czasu i kosztów. Dzięki elastyczności, wytrzymałości i łatwości montażu, triflex® R jest pierwszym wyborem dla firm poszukujących najlepszych rozwiązań w dziedzinie prowadzenia przewodów w robotach przemysłowych.



igus®

igus Sp. z o.o.

ul. Działkowa 121C

02-234 Warszawa

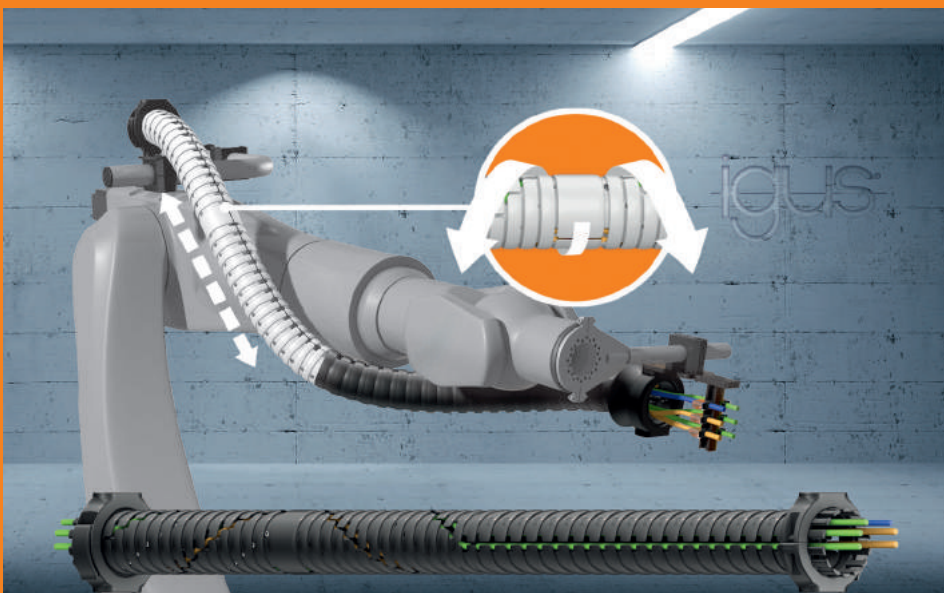
tel. +48 22 863 57 70

e-mail: info-pl@igus.net

reklama

Przełom w dostarczaniu energii do robotów!

Teleskopowy triflex® TRX - oszczędność miejsca i kompensacja do 40% długości przewodnika.



igus.pl/robotyka

igus®.pl

Pozyskiwanie i przetwarzanie energii odnawialnej

Jan Górzyński

4.1. Wprowadzenie

Wyczerpywanie paliw kopalnych i degradacja środowiska prowadzą do zwiększenia udziału źródeł odnawialnych w pokryciu zużycia energii, przynajmniej do czasu opanowania innych możliwości zaspokojenia potrzeb energetycznych. Istnieje bowiem powszechne przekonanie, że wykorzystanie odnawialnych źródeł energii nie narusza ekosystemu planety, a wielkość zasobów wydaje się uzasadniać nadzieję na zaspokojenie większości potrzeb energetycznych. Według [97] znane są jednak liczne ograniczenia tych możliwości, ponieważ wykorzystanie energii odnawialnych wiąże się również z wieloma problemami ekologicznymi, innymi niż występujące przy zagospodarowaniu tradycyjnych paliw kopalnych, powodujące jednak istotne ograniczenia możliwości ich wykorzystania.

Wykorzystanie energii odnawialnej jest zawsze związane z pewnym zużyciem zasobów nieodnawialnych, ponieważ materiały niezbędne do zbudowania odpowiednich instalacji są zwykle wytwarzane z surowców i przy użyciu energii pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych. Odnawialne zasoby zastosowane do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła jednak w istotny sposób mogą wpłynąć na spowolnienie wyczerpywania nieodnawialnych zasobów energetycznych.

Obecne techniki wykorzystania odnawialnych źródeł energii również powodują obciążenia środowiska naturalnego, co może znacznie ograniczyć ich wykorzystanie na większą skalę. Rozległe obszary niezbędne do pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych (szczególnie z biomasy) stanowią podstawowe ograniczenie w ich stosowaniu. Na przykład budowa dużych scentralizowanych systemów energetycznych do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, przy zastosowaniu źródeł odnawialnych o największych możliwościach ilościowych (biomasa, energia promieniowania słonecznego, wiatr), wymagałaby zagospodarowania znacznych obszarów powierzchni Ziemi, ograniczając tym samym tereny do produkcji rolniczej i leśnej. W przypadku wykorzystania energii słonecznej i wiatru istnieją ograniczenia natury technicznej i ekonomicznej, związane z dużymi kosztami ich budowy. Z kolei elektrownie wodne wiążą się z koniecznością istnienia odpowiednich uwarunkowań geograficznych i również wymagają dużych nakładów na budowę. Budowane przy zaporach lub bezpośrednio na rzekach niekiedy okazują się przedsięwzięciami bardzo ryzykownymi ze względu na ochronę środowiska i straty społeczne.

Należy mieć na uwadze, że odnawialne źródła energii mają często charakter lokalny i największe korzyści ekonomiczne i ekologiczne w wyniku ich zagospodarowania można uzyskać wykorzystując je w pobliżu miejsc występowania, na przykład w lokalnych systemach ciepłowniczych. W systemach ogrzewania obiektów budowlanych najczęściej jest wykorzystywana

energia promieniowania słonecznego (produkcja ciepła i energii elektrycznej), biomasa, energia geotermiczna.

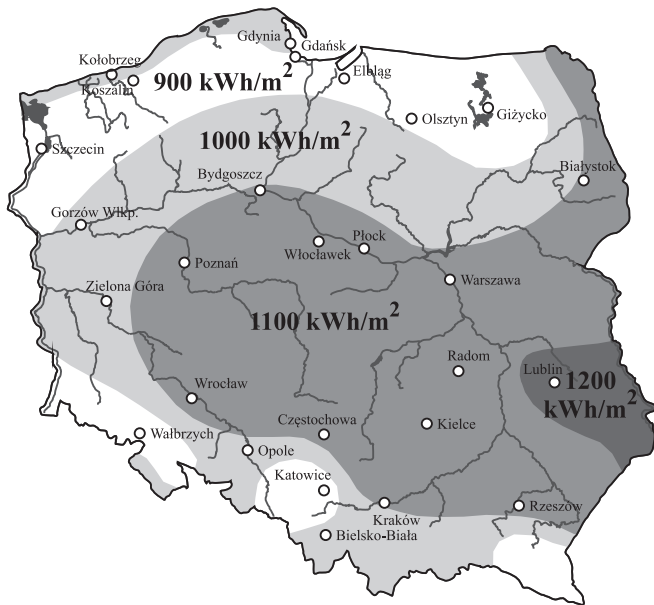
Odnawialne źródła energii wykorzystywane w Polsce to głównie: biomasa, energia wodna i energia wiatru oraz w znacznie mniejszym stopniu energia geotermalna. Natomiast udział energii promieniowania słonecznego jest jak dotychczas niewielki. Wydaje się, że taka struktura wykorzystania odnawialnych źródeł energii w najbliższych latach może się zmienić, notuje się bowiem znaczący rozwój wykorzystania biomasy, energii słonecznej i w szczególności energii wiatru, mimo nakładów inwestycyjnych znacznie większych na jednostkę zainstalowanej mocy niż w przypadku paliw kopalnych.

Zgodnie z założeniami zawartymi w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.” największe możliwości pozyskania energii ze źródeł odnawialnych mogą zapewnić biomasa (uprawy energetyczne, drewno opałowe, odpady rolnicze, przemysłowe i leśne, biogaz) i energia wiatru. W dalszej kolejności są zasoby energii wodnej i geotermicznej. Natomiast technologie słoneczne z powodu wysokich kosztów w produkcji energii elektrycznej mogą odgrywać istotną rolę praktycznie wyłącznie do produkcji ciepła. Można mieć uzasadnione wątpliwości co do wykorzystania energii wiatru w Polsce ze względu na występowanie wiatru o niewystarczającym potencjale na przeważającej powierzchni kraju.

Już w 1997 r. Komisja Europejska przyjęła dokument określający strategię bezpieczeństwa energetycznego. Celem strategicznym Unii Europejskiej jest uzyskanie w 2020 r. 20-procentowego udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w bilansie energii pierwotnej. Obecne plany UE to dążenie do uzyskania tego udziału w dalszych latach na poziomie 50%. Istotnym argumentem za rozwojem tej formy energii jest konieczność realizacji zobowiązań międzynarodowych, wynikających z Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu uzupełnionej Protokołem z Kioto oraz z paryskiego porozumienia klimatycznego przewidującego zobowiązania w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych. Porozumienie z Konferencji Stron Ramowej Konwencji ONZ w sprawie zmian klimatu, która odbyła się w Paryżu w dniach 30.11 – 12.12.2015 r., zostało podpisane 22 kwietnia 2016 r. W porozumieniu tym przewiduje się, że każdy kraj zapewni udział w redukcji odpowiednio do swoich możliwości. W celu wspierania wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych KE wydała dyrektywę [U2] w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.

W raporcie przygotowanym na potrzeby Banku Światowego oceniono, że ze źródeł odnawialnych można w Polsce pokryć nawet do 30% zapotrzebowania na energię pierwotną.

Największym odbiorcą energii ze źródeł odnawialnych stanie



Rys. 4.1. Rozkład nasłonecznienia na obszarze Polski [w6]

się prawdopodobnie rolnictwo i mieszkalnictwo. Szczególnie dla regionów dotkniętych bezrobociem odnawialne źródła energii stwarzają możliwości w zakresie powstawania nowych miejsc pracy. Ponadto tereny rolnicze, które ze względu na silne zanieczyszczenie gleb nie nadają się do uprawy roślin jadalnych, mogą być wykorzystane do uprawy roślin energetycznych przeznaczonych do produkcji biopaliw.

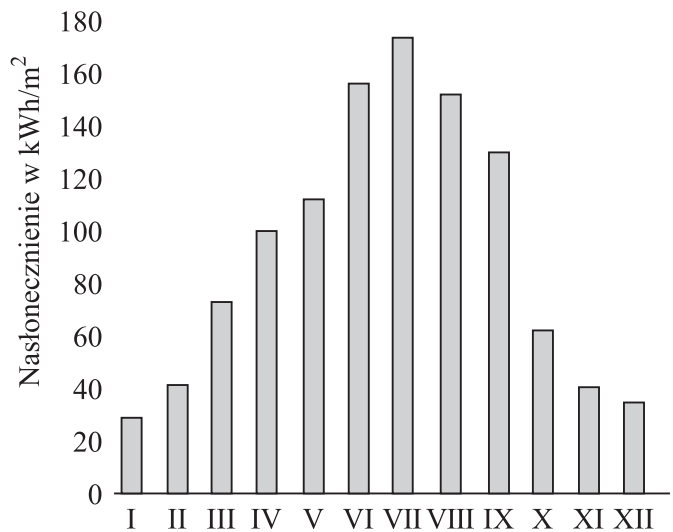
4.2. Wykorzystanie energii słonecznej

4.2.1. Sposoby wykorzystania energii słonecznej

Energia słoneczna jest w coraz większym stopniu wykorzystywana do zaopatrzenia budynków w ciepło i energię elektryczną. Jest stosunkowo łatwo dostępna, ale gęstość strumienia energii promieniowania słonecznego jest niewielka i w dużym stopniu zależna od miejsca położenia na Ziemi, pory dnia i roku. Stwarza to określone problemy w praktyce zagospodarowania tej formy energii.

Nasłonecznienie różnych regionów Polski jest zbliżone, przy czym na powierzchnię horyzontalną pada strumień promieniowania słonecznego w zakresie 930 – 1163 W/(m²·rok). Gęstość energii docierającej do powierzchni Ziemi na obszarze Polski wynosi 950 – 1090 kWh/(m²·rok) (średnio 1000 kWh/(m²·rok)). Czas nasłonecznienia (uśłonecznienie) w ciągu roku wynosi od 1460 – 1620 godzin, przy tym udział energii promieniowania bezpośredniego do całkowitego wynosi około 50% [16]. Na rys. 4.1 przedstawiono rozkład nasłonecznienia na obszarze Polski, a na rys. 4.2 rozkład nasłonecznienia w poszczególnych miesiącach.

Około 80% energii słonecznej w Polsce dociera do powierzchni Ziemi w okresie wiosenno-letnim (rys. 4.1), czyli głównie w okresie, kiedy ogrzewanie budynków nie jest wykorzystywane lub jest wykorzystywane przy niewielkim obciążeniu. Natomiast



Rys. 4.2. Nasłonecznienie w poszczególnych miesiącach na obszarze Polski [w6]

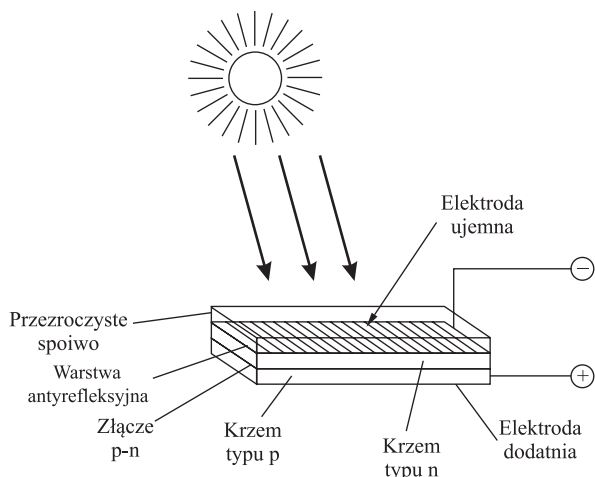
ponad 55% rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków musi być dostarczone w trzech miesiącach zimowych (grudzień, styczeń, luty). Wynika stąd, że w warunkach klimatycznych Polski instalacje słoneczne w zastosowaniu do ogrzewania budynków mogą jedynie wspomagać tradycyjne systemy ogrzewania. Większe możliwości istnieją w zastosowaniu do przygotowania ciepłej wody użytkowej, na którą zapotrzebowanie występuje praktycznie równomiernie w ciągu całego roku.

Obecne techniki umożliwiają efektywne pozyskiwanie i przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na ciepło i energię elektryczną. W Polsce podstawowymi sposobami przetwarzania energii promieniowania słonecznego na energię użyteczną są:

- konwersja fototermiczna,
- konwersja fotowoltaiczna.

Konwersja fototermiczna polega na bezpośredniej przemianie energii promieniowania słonecznego w ciepło. Do tego celu wykorzystuje się kolektory słoneczne stanowiące podstawowy element tzw. aktywnych systemów słonecznych, lub w elementach obudowy budynku, tworzących tzw. bierne systemy słoneczne. W obu przypadkach przemiana energii słonecznej w ciepło zachodzi w elementach stanowiących absorber energii. Systemy pasywne nie wymagają dostarczania dodatkowej energii zewnętrznej, natomiast systemy aktywne wymagają dodatkowego zasilania w energię z zewnątrz.

W budynkach zawsze w pewnym stopniu ma zastosowanie bierne (pasywne) wykorzystanie energii słonecznej, którego efektywność można zwiększyć, wprowadzając odpowiednie rozwiązania, bierne systemy słoneczne. Pasywny system ogrzewania słonecznego polega na wykorzystaniu naturalnego dopływu energii słonecznej i przetwarzaniu jej na ciepło w elementach konstrukcji budynku. Elementy te spełniają rolę kolektorów i akumulatorów ciepła, które ułatwiają użyteczne wykorzystanie zmagazynowanego ciepła w budynku bez potrzeby stosowania



Rys. 4.3. Schemat powstawania efektu fotowoltaicznego

pośredniego czynnika grzejjego.

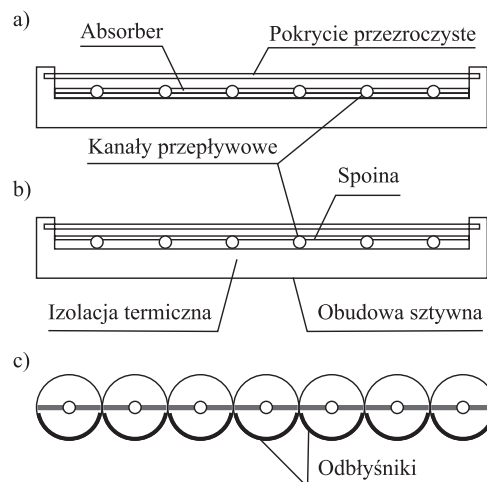
Konwersja fotowoltaiczna polega na bezpośredniej przemianie energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną w ogniach fotowoltaicznych, których działanie opiera się na wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzącego w złączach półprzewodnikowych. Przy oddziaływaniu promieniowania słonecznego na elementy półprzewodnikowe (rys. 4.3) fotony promieniowania o energii większej niż progowa dla danego materiału uwalniają część elektronów, generując siłę elektromotoryczną.

Najczęściej stosowanym materiałem półprzewodnikowym jest krzem (monokrystaliczny, polikrystaliczny lub amorficzny), a ponadto: german, arsenek galu, tellurek i siarczki kadmu, selen. Sprawność energetyczna wytwarzania energii elektrycznej w doświadczalnych ogniach fotowoltaicznych dochodzi do 23%, a w praktycznych zastosowaniach jest szacowana na 10 – 11%. Podstawowym elementem stosowanym do budowy systemów konwersji fotowoltaicznej są tzw. moduły fotowoltaiczne o określonych wymiarach i parametrach, które mogą być montowane bezpośrednio w miejscu wykorzystania. Koszt produkcji modułów fotowoltaicznych wykazuje tendencję spadkową.

4.2.2. Aktywne systemy wykorzystania energii słonecznej

4.2.2.1. Kolektory słoneczne

Do przemiany energii promieniowania słonecznego w przyrost entalpii fizycznej czynnika roboczego służą aktywne systemy słoneczne, których podstawowym elementem są kolektory. Wykorzystuje się kolektory słoneczne płaskie lub koncentrujące (skupiające), w których energia słoneczna podgrzewa czynnik roboczy (woda, ciecz niezamarzająca, powietrze) wprowadzany następnie do zasobników ciepła. W kolektorach koncentrujących można osiągnąć wyższą temperaturę podgrzania czynnika, z kolei kolektory płaskie wykorzystują rozproszone promieniowanie słoneczne i charakteryzują się bardziej stabilnym



Rys. 4.4. Przekroje poprzeczne spotykanych konstrukcji cieczowych kolektorów słonecznych [99]

strumieniem dostarczanego ciepła. Osiągana sprawność energetyczna kolektorów płaskich jest w zakresie 35–50% [16]. Na zachodzącą w kolektorze przemianę energii mają wpływ parametry charakteryzujące stan środowiska zewnętrznego: temperatura powietrza, opady, wiatr. Istotne jest, aby docierająca do kolektora energia promieniowania słonecznego powodowała przyrost entalpii czynnika z jak najwyższą sprawnością. W praktyce w większości przypadków układy ogrzewania z wykorzystaniem energii słonecznej są instalowane z tradycyjnymi systemami ogrzewania.

Według Chwieduk [16] na obszarze Polski ze względu na duży udział promieniowania rozproszonego w stosunku do całkowitego (ok. 50%) uzasadnione jest stosowanie płaskich kolektorów (pochłaniających zarówno promieniowanie bezpośrednie, jak i rozproszone) nad kolektorami koncentrującymi (wykorzystującymi przede wszystkim promieniowanie bezpośrednie).

Schematy typowych cieczowych płaskich kolektorów słonecznych z rurami roboczymi przedstawiono na rys. 4.4 [98]. Kolektor składa się z obudowy wyłożonej wewnątrz materiałem izolacyjnym, zakrytej płytą przezroczystą (szkło lub tworzywo). We wnętrzu jest umieszczony absorber wykonany z płaskiej płyty z kanałami, przez które przepływa czynnik roboczy. Kanały najczęściej stanowią integralną część płyty absorbera (rys. 4.4a), przylutowane do płyty absorbera (rys. 4.4b). Obecnie najczęściej stosowane są kolektory próżniowe (rys. 4.4c), w których elementy absorbera z kanałami przepływowymi umieszczone są wewnątrz szklanych rur z wysoką próżnią.

Zasada działania kolektora słonecznego polega na wykorzystaniu efektu cieplarnianego (rys. 4.5). Podstawowym elementem kolektora jest absorber pochłaniający energię promieniowania słonecznego. Szklane przekrycie absorbera jest w dużym stopniu przepuszczalne dla krótkofalowego promieniowania słonecznego, natomiast w znacznie mniejszym dla promieniowania długofalowego emitowanego przez absorber. W wyniku złożonych zjawisk wymiany ciepła zachodzących w przestrzeni między szklaną płytą a absorberem wzrasta temperatura powierzchni absorbującej. Zależnie od gęstości promieniowania, strat ciepła

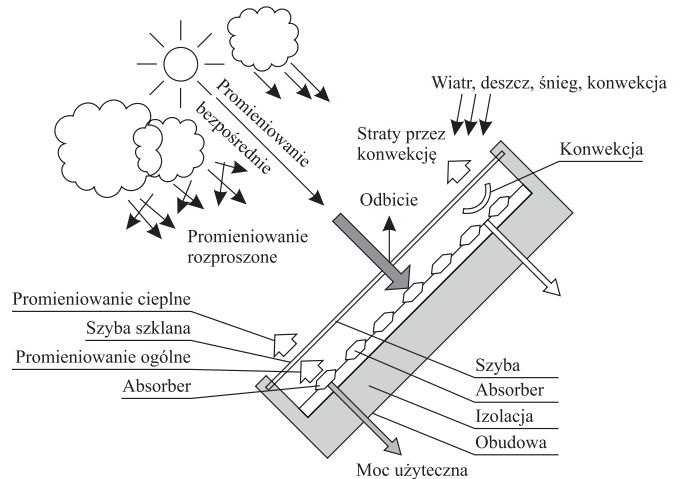
i aktualnych warunków odbioru ciepła przez czynnik roboczy ustala się temperatura równowagi, przy której strumienie dopływającej do absorbera energii równoważą strumienie energii odpływającej.

Istnieje wiele różnych schematów układu rur dla przepływu czynnika w absorberach kolektorów słonecznych, których dwa przykłady ilustruje rys. 4.6.

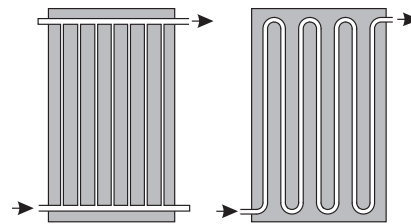
Kolektory słoneczne są instalowane na dachu skierowanym w kierunku południowym lub z niewielkim odchyleniem od tego kierunku. Istotny jest także kąt nachylenia kolektora, który bardzo często jest uwarunkowany istniejącym już nachyleniem połaci dachu. Na powierzchni gruntu lub na dachu poziomym kolektory umieszcza się na konstrukcji stalowej o odpowiednim nachyleniu. Przy projektowaniu nowego budynku można nachylenie dachu odpowiednio dostosować do ustawienia kolektora słonecznego.

Kolektor rurowy próżniowy z rurami ciepła ma budowę podobną do typowego próżniowego rurowego kolektora, przy czym płyta absorbera jest połączona z rurami cieplnymi, wypełnionymi cieczą chłodniczą o temperaturze parowania (30 – 60°C). Kolektory z rurami ciepła efektywnie funkcjonują nawet przy niewielkim nasłonecznieniu i przy niskiej temperaturze powietrza atmosferycznego, dlatego też są szczególnie zalecane w układach ogrzewania w warunkach klimatycznych Polski [16].

W strefie klimatycznej Polski celowe jest stosowanie przede wszystkim płaskich kolektorów energii słonecznej do podgrzewania wody użytkowej, wody w basenach kąpielowych



Rys. 4.5. Płaski rurowy cieczowy kolektor energii promieniowania słonecznego – przekrój poprzeczny



Rys. 4.6. Przykłady układów rur w absorberach płaskich kolektorów słonecznych [99]

reklama



Międzynarodowe Targi Energetyki
EXPOPOWER

23-25.04.2024



Międzynarodowe
Targi Poznańskie

ZAPRASZA

W TYM SAMYM CZASIE:



mtp
GRUPA



oraz powietrza, wykorzystywanych następnie do ogrzewania pomieszczeń.

4.2.2.2. Wykorzystanie aktywnych systemów słonecznych

Według [99] kolektory słoneczne w polskich warunkach klimatycznych są lub mogą być stosowane w następujących dziedzinach:

- suszarnictwo: dosuszanie siana, dosuszanie ziarna zbóż i roślin nieborowych, suszenie owoców i warzyw, suszenie ziół, suszenie wierzby, trocin,
- produkcja zwierzęca: podgrzewanie wody użytkowej do celów sanitarnych, przygotowania pasz, pojenia zwierząt, ogrzewanie budynków inwentarskich,
- hodowla ryb: podgrzewanie wody w stawach rybnych,
- budynki mieszkalne i produkcyjne: ogrzewanie pomieszczeń, podgrzewanie wody użytkowej, podgrzewanie wody w basenach, a także szklarnie, hale, magazyny.

Wykorzystanie aktywnych systemów energetyki słonecznej, mimo ciągłego wzrostu efektywności energetycznej, jest stosunkowo niewielkie. Najczęściej są stosowane w budownictwie jednorodzinym pokrywając ok. 30% zapotrzebowania na ciepło (cwu i co) w budynkach. Coraz więcej słonecznych systemów ogrzewania instaluje się także w dużych budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Instaluje się również wielkogabarytowe systemy słoneczne współpracujące z osiedlowymi i miejskimi sieciami ciepłowniczymi. Ze względu na działania administracyjne na rzecz wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych ocenia się, że w najbliższych latach w budownictwie nastąpi znaczący rozwój zastosowania techniki słonecznej.

Kolektory słoneczne są wykorzystywane głównie do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. W Polsce jest to 98% zastosowanych instalacji w budynkach. W Europie stanowią one 90% instalacji, a pozostałe 10% stanowią małogabarytowe instalacje do podgrzewania ciepłej wody użytkowej i ogrzewania w budownictwie jednorodzinym (6%) oraz instalacje wielkogabarytowe cwu i co w zabudowie wielorodzinnej skojarzone z osiedlowymi i centralnymi sieciami ciepłowniczymi (4%) [16]. Charakterystyczną wielkością kolektorowych systemów słonecznych stosowanych w budynkach jest wskaźnik pozyskania energii na jednostkę zainstalowanej mocy, który w klimacie środkowoeuropejskim zawiera się w granicach 500–1000 kWh/kW.

Występuje wiele odmian aktywnych systemów słonecznych, zależnie od warunków nasłonecznienia występujących w miejscu lokalizacji budynku oraz spełnianej przez nie funkcji i sposobu wykorzystania energii. Dlatego rodzaj systemu, poziom techniczny rozwiązania instalacji i jej wyposażenie powinny być dostosowane do potrzeb odbiorców i funkcji spełnianej w systemie ogrzewania.

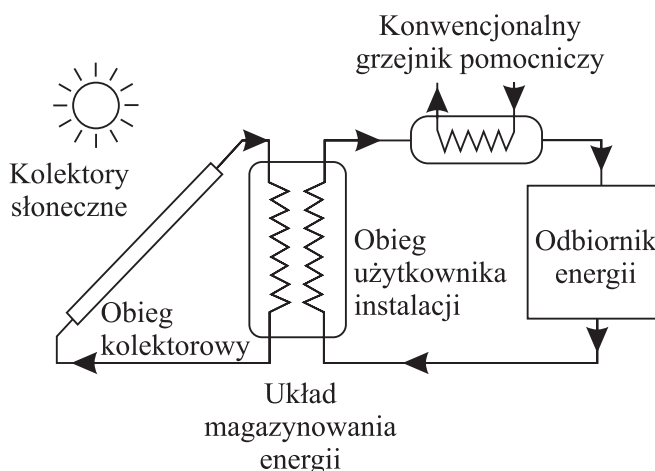
Średnia w sezonie grzewczym efektywność pozyskiwania ciepła z energii promieniowania słonecznego zależy od temperatury czynnika stosowanego w systemie ogrzewania. Im niższa jest temperatura tego czynnika, tym wyższa jest efektywność energetyczna całego systemu. Nowe rozwiązania techniczne w budownictwie i energetyce słonecznej (ogrzewanie płaszczyznowe)

umożliwiają bardzo efektywne ogrzewanie pomieszczeń przy wykorzystaniu niskotemperaturowych systemów grzewczych.

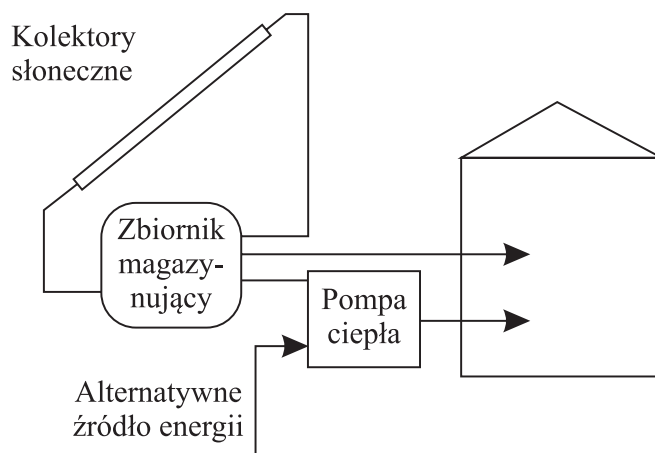
Przy realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku niezbędne jest dostosowanie istniejącej instalacji ogrzewania do współpracy z nowym systemem przez odpowiednie zwiększenie powierzchni wymiany ciepła istniejących grzejników lub konieczna jest całkowita przebudowa instalacji istniejącej na system wykorzystujący niskotemperaturowy czynnik grzewczy.

4.2.2.3. Przykłady aktywnych systemów słonecznych

Promieniowanie słoneczne jest źródłem energii dostępnym okresowo, natomiast zapotrzebowanie na energię występuje również w czasie braku promieniowania słonecznego. Stąd potrzeba magazynowania energii i budowy odpowiednich instalacji. Typową słoneczną instalację energetyczną, wyposażoną w układ magazynowania ciepła, ilustruje schemat przedstawiony



Rys. 4.7. Schemat typowej energetycznej instalacji słonecznej [99]



Rys. 4.8. Słoneczna instalacja grzewcza z pompą ciepła w układzie szeregowym [99]

Oto STAUFF Polska

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

Systemy Mocowania



Systemy Pomiarowe



Technika Filtracji



Diagtronics



Akcesoria Hydrauliczne



Zawory Kulowe



Złącza Hydrauliczne



NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złączy Rurowych
od STAUFF



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

na rys. 4.7 [99]. Ciepło pozyskiwane z kolektorów słonecznych może być magazynowane w formie przyrostu entalpii cieczy lub ciał stałych.

Najprostsza instalacja grzewcza z obiegiem wodnym nie różni się w sposób zasadniczy od instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zapotrzebowanie na ciepło grzewcze jest zwykle kilkakrotnie większe niż do przygotowania cwu, dlatego w instalacjach ogrzewania z jednoczesnym przygotowaniem ciepłej wody dogodniejsze jest wydzielenie do tego celu odrębnego układu. Przedstawiona konstrukcja może być rozbudowana do współpracy na przykład z kotłem do podgrzewania wody.

Rozwiązaniem alternatywnym do systemu tradycyjnego może być wykorzystanie innego odnawialnego źródła energii (gruntu, ciekłego wodnego, powietrza atmosferycznego) w układzie z pompą ciepła (rys. 4.8). Zastosowanie znajdują sprężarkowe pompy ciepła, które dzięki energii elektrycznej pobieranej na napęd sprężarki zapewniają możliwość przekazania ciepła ze źródła o temperaturze niższej od czynnika o temperaturze wyższej. Układy czerpiące energię z różnych źródeł odnawialnych są nazywane układami hybrydowymi.

Układ szeregowy (rys. 4.8) jest typowym rozwiązaniem stosowanym w ciekowych instalacjach grzewczych, w których pompa ciepła jest elementem pośredniczącym między zbiornikiem magazynującym a instalacją ogrzewania w budynku. W takim układzie w sprzyjających warunkach nasłonecznienia energia do ogrzewania budynku może być pobierana z pominięciem pompy ciepła. W układach szeregowych alternatywnym źródłem energii jest najczęściej energia gruntu, wówczas parownik pompy ciepła może być ogrzewany za pośrednictwem takich czynników jak solanka lub wodny roztwór glikolu, przepływających przez gruntowy wymiennik ciepła.

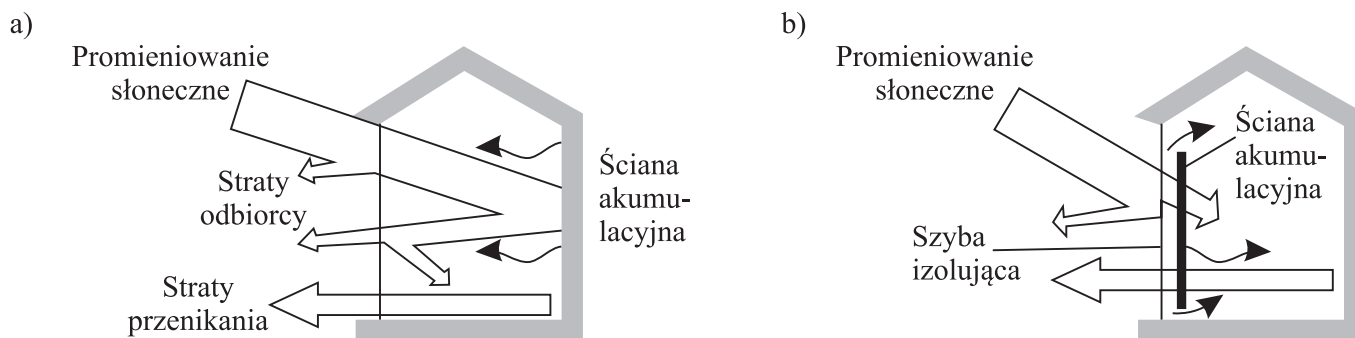
Budowa indywidualnych słonecznych instalacji ogrzewania nie wymaga wydzielenia dodatkowych terenów na instalację kolektorów. Podobnie jak w przypadku systemów fotowoltaicznych oddziaływanie na środowisko systemów fototermicznych jest niewielkie jedynie w instalacjach małej mocy instalowanych

na potrzeby małych odbiorców. W przypadku dużych instalacji słonecznych (elektrownie) podczas budowy i eksploatacji występuje wiele problemów wymagających rozwiązania.

4.2.3. Bierno wykorzystanie energii słonecznej

Warunki cieplne kształtujące się wewnątrz budynku są wypadkową „odpowiedzi” konstrukcji budynku i jego systemu grzewczo-wentylacyjnego na zmieniające się warunki zewnętrzne zależne od temperatury powietrza, promieniowania słonecznego, opadów, przepływu wilgoci w przegrodach, prędkości i kierunku wiatru. Poszczególne elementy budynku w zależności od ich orientacji w przestrzeni i parametrów cieplnych reagują odmiennie na zmianę warunków zewnętrznych. Dlatego każdy projekt pasywnej instalacji słonecznej powinien być poprzedzony analizą lokalnych warunków klimatycznych (temperatura, prędkość i kierunek wiatrów, rozkład czasowy promieniowania słonecznego i jego charakter, stopień zachmurzenia, miejscowe zanieczyszczenia atmosfery). Niezbędna jest również analiza potrzeb energetycznych budynku i możliwości pozyskania energii, a w szczególności – zależność między chwilowymi stratami i zyskami przy założonej konstrukcji budynku.

System zysków bezpośrednich jest najprostszym pasywnym systemem ogrzewania. Przeszkłona całkowicie lub w większej części południowa ściana pomieszczenia umożliwia bezpośredni dopływ promieniowania słonecznego do wnętrza, gdzie podlega przemianie w ciepło i w postaci energii wewnętrznej jest magazynowana w przeciwległych ścianach i podłodze, a także w znajdujących się w pomieszczeniu przedmiotach. Zmagazynowana w ten sposób energia jest częściowo przekazywana do powietrza w pomieszczeniach. Elementem integralnym takiej instalacji (rys. 4.9a) jest okap utrudniający przegrzewanie pomieszczenia w okresie letnim, a nie stanowiący przeszkody dla promieniowania zimą. Stosuje się zabezpieczenia pomieszczeń (np. rolety) przed utratą energii w godzinach nocnych.



Rys. 4.9. Zasada działania systemu zysków [99]: a) bezpośrednich, b) pośrednich ze ścianą kolektorowo-akumulacyjną

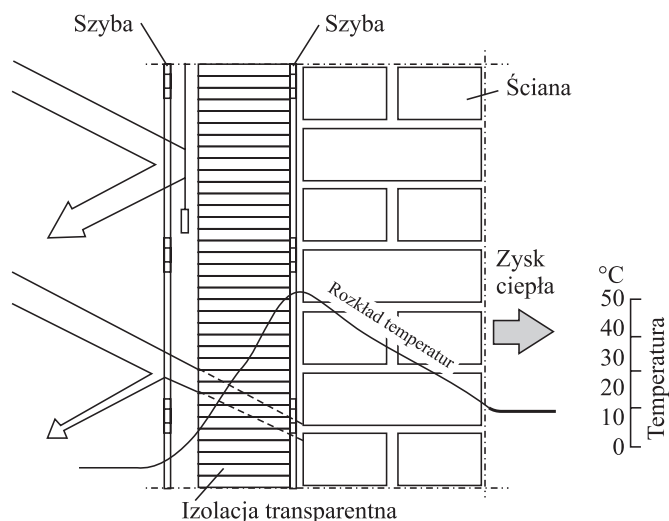
W systemach zysków pośrednich wzrost temperatury w pomieszczeniach jest w dużym stopniu zgodny w fazie z okresem występowania promieniowania słonecznego i wzrostem temperatury otoczenia (rys. 4.9b). Efektem są bardzo duże wahania temperatury w ciągu doby, mimo stosowania dodatkowych przesłon izolacyjnych na przeszklonej ścianie w godzinach nocnych i dniach bezsłonecznych. Dlatego w budownictwie systemy zysków bezpośrednich zwykle uzupełniają inne słoneczne lub tradycyjne systemy grzewcze.

Efektywnym sposobem złagodzenia dużych zmian temperatury występujących w systemie zysków bezpośrednich jest odizolowanie wnętrza budynku od bezpośredniego promieniowania słonecznego za pomocą układu magazynującego w postaci masywnej ściany i przesunięcie czasowe okresu dostarczania energii do pomieszczenia na późniejsze godziny doby. Konstrukcja, w której wykorzystuje się powyższy efekt, charakteryzująca się istnieniem szczeliny wentylacyjnej między nasłonecznioną powierzchnią ściany a szybami osłaniającymi, znana jest jako *ściana kolektorowo-akumulacyjna* (*ściana Trombe'a*) (rys. 4.10) [99].

W ścianie Trombe'a promieniowanie słoneczne przechodzi przez pokrycia szklane i jest absorbowane przez ciemną powierzchnię ściany akumulacyjnej, powodując wzrost jej temperatury. W przypadku otwarcia kanałów łączących ogrzewane pomieszczenie ze szczeliną między szybą a ścianą, przy sprzyjających warunkach nasłonecznienia wystąpi przepływ powietrza przez szczelinę. Odpowiednio dobrane do lokalnych warunków klimatycznych grubość i pojemność cieplna ściany umożliwiają przekazywanie zakumulowanej w niej energii drogą przewodzenia w kierunku pomieszczenia z odpowiednim przesunięciem fazowym względem godzin operacji słonecznej, a przez dławienie przepływów w kanałach wentylacyjnych można regulować temperaturę pomieszczenia w godzinach dziennych. Do wnętrza pomieszczenia zasysane jest wówczas chłodniejsze powietrze z północnej zacienionej strony budynku lub pobierane z gruntowego wymiennika ciepła.

Stosuje się również system zysków bezpośrednich z przeszkloną werandą, zabezpieczających przed utratą zmagazynowanej energii w godzinach nocnych.

Pasywne instalacje ogrzewania budynków wprowadzają ryzyko pogorszenia jakości powietrza wewnątrz pomieszczeń. W ogrzewaniu biernym na ogół wymaga się szczelności obiegu powietrza będącego nośnikiem energii, czyli w czasie pracy



Rys. 4.10. Budowa panelu ogrzewania pasywnego wykorzystującego izolację komórkową [99]

instalacji budynek wymaga systemu wentylacji z odpowiednim układem automatyki.

Ściana kolektorowo-akumulacyjna wykorzystywana w budynkach najczęściej jest budowana z zastosowaniem izolacji transparentnej komórkowej typu plaster miodu (rys. 4.10). Pokazany na rysunku rozkład temperatury w przegrodzie (bez izolacji komórkowej i z jej zastosowaniem) wskazuje na znaczne podwyższenie temperatury przegrody, co dowodzi zasadności zastosowania izolacji komórkowej. Roleta z opuszczaną w godzinach nocnych kotarą dodatkowo zabezpiecza przed utratą zmagazynowanej w ścianie w ciągu dnia energii, natomiast przy dużym nasłonecznieniu nie dopuszcza do przegrzania budynku.

W środkowoeuropejskich warunkach klimatycznych układ przedstawiony na rys. 4.10 w najprostszym wykonaniu może dostarczyć do ogrzewanego budynku ok. 40 kWh/(m²·rok) energii. Przykładem obiektu, w którym wykorzystuje się izolację transparentną, jest eksperymentalny samowystarczalny energetycznie budynek mieszkalny we Freiburgu (Niemcy) [99].

Wszystkie potrzeby energetyczne tego budynku pokrywa energia ze źródeł odnawialnych, która pochodzi z czterech niezależnych układów:

- systemu zysków bezpośrednich (przez okna po stronie południowej),

- ścian kolektorowo-akumulacyjnych z izolacją transparentną (70 m²),
- gruntowego wymiennika ciepła (podgrzewanie wstępne),
- pomocniczego podgrzewacza zasilanego wodorem uzyskanym z elektrolizy wody energią elektryczną z ogniw fotowoltaicznych (w okresie letnim),
- odzysku do 85% ciepła z powietrza wentylacyjnego usuwanego na zewnątrz ($n = 0,5$ 1/h).

Budynek ma układ umożliwiający sezonowe magazynowanie energii. W okresie letnim, przy braku zapotrzebowania na energię i przy dużym nasłonecznieniu, energia elektryczna z ogniw fotowoltaicznych jest częściowo gromadzona w akumulatorach, a jej nadmiar służy do elektrolizy wody. Wodór i tlen uzyskiwane z elektrolizy są gromadzone w zbiornikach. Sieć elektryczna budynku jest zasadniczo zasilana z ogniw fotowoltaicznych i akumulatorów. Może być też pozyskiwana z ogniw paliwowych wodorowych. Ciepło odzyskiwane z układu chłodzenia ogniw paliwowych wspomaga przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

Układ cwu składa się z kolektorów słonecznych dwustronnie opromieniowanych z izolacją transparentną oraz zbiornika magazynującego o pojemności 1000 litrów. Kolektory słoneczne oraz panele fotowoltaiczne są umieszczone na nachylonej pości dachowej.

Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania kształtuje się na poziomie od 12 do 15 kWh/(m²·rok) oraz ok. 45 kWh/(m²·rok) na pozostałe potrzeby. Jednak niektóre rozwiązania techniczne zastosowane w instalacjach byłyby jeszcze obecnie bardzo kosztowne i zapewne w najbliższych latach nie zostaną rozpowszechnione.

Obiektami, które zapewniają szczególnie efektywne wykorzystanie energii słonecznej są budynki pasywne.

4.2.4. Wykorzystanie systemów fotowoltaicznych

W Polsce rozwój zastosowania ogniw fotowoltaicznych do 2014 r. był stosunkowo niewielki. Od września 2013 r. obowiązuje nowelizacja ustawy Prawo energetyczne, która umożliwia

Tabela 4.1. Produkcja energii elektrycznej przez system PV o mocy 1 kW w okolicach Katowic w kWh

	kWh	%
Styczeń	31,0	3,4
Luty	44,2	4,8
Marzec	84,0	9,1
Kwiecień	108,0	11,7
Maj	115,6	12,5
Czerwiec	111,3	12,1
Lipiec	111,3	12,1
Sierpień	110,1	11,9
Wrzesień	85,8	9,3
Październik	59,5	6,5
Listopad	35,1	3,8
Grudzień	26,0	2,8

podłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci elektroenergetycznej bez potrzeby uzyskiwania zezwoleń. Dało to impuls do zwiększenia zastosowania systemów fotowoltaicznych. Systemy fotowoltaiczne są stosowane przede wszystkim jako trwałe, o dużej niezawodności źródła energii elektrycznej w elektrowniach słonecznych, obiektach budowlanych, kalkulatorach, zegarkach, satelitach, samochodach z napędem hybrydowym, w automatyce, jako czujniki fotoelektryczne i fotodetektory w fotometrii. Wśród znanych innych zastosowań można wymienić:

- elektronika użytkowa, kalkulatory, lampy ogrodowe, oświetlenie znaków drogowych, wspomaganie sygnalizacji świetlnej,
- zasilanie elektroniki sond i promów kosmicznych, stacji orbitalnych, sztucznych satelitów Ziemi,
- doładowanie akumulatorów w dzień i wykorzystywanie w nocy, na przykład na kempingach, jachtach,
- zasilanie układów telemetrycznych w stacjach pomiarowo-rozliczeniowych energii elektrycznej, gazu ziemnego,

reklama

ABUPowerline

Łączuch energetyczny w lekkich dźwignicach podwieszanych HB



BEZ WISZĄCYCH PRZEWODÓW
POD DŹWIGAREM,
BEZ KOMPROMISÓW.

Innowacja, która robi różnicę!

www.abuscranes.pl





Rys. 4.11. Ambasada USA w Genewie po renowacji z wykorzystaniem modułów fotowoltaicznych [96]



Rys. 4.12. Systemy fotowoltaiczne na fasadzie budynku Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej [96]

- zasilanie układów automatyki przemysłowej i układów pomiarowych.

Układy fotowoltaiczne mogą pracować wyłącznie z udziałem światła słonecznego, a więc tylko w ciągu dnia. Dlatego ich zastosowanie jako samodzielnie funkcjonujących rozwiązań w wielu przypadkach w przemyśle i budownictwie nie jest wystarczające. Niezbędne jest uzupełnianie energii z innych źródeł, na przykład energią elektryczną z sieci energetycznej czy gazu ziemnego lub płynnego.

Sprawność ogniw fotowoltaicznych dochodzi do 21%, co w przypadku klasycznych ogniw jest wynikiem zbliżonym do teoretycznego maksimum tej technologii. Jednak w praktycznych zastosowaniach ich sprawność wynosi 15 – 18%, aczkolwiek ciągle dąży się do jej zwiększenia.

W celu scharakteryzowania ilości energii elektrycznej uzyskiwanej z systemów fotowoltaicznych w poszczególnych miesiącach w tabeli 4.1 podano odpowiednie dane liczbowe ilustrujące możliwości systemu PV o mocy 1 kW dla okolic Katowic (dane pobrane w dniu 4.11.2016 ze strony internetowej [w5]).

Z powyższych danych wynika, że roczny uzysk energii elektrycznej z systemu PV o mocy 1 kW wynosi 922 kWh, przy czym 60% tej energii uzyskuje się ciągu pięciu miesięcy w okresie wiosenno-letnim (od kwietnia do sierpnia). W miesiącach grudzień i styczeń produkcja jest najniższa (wynosi ok. 3%), co świadczy o dużej nierównomierności w ciągu roku (2,8 – 12,5%) uzysku energii z systemów PV.

W Polsce najczęściej zastosowanie znalazły układy z instalacją zamontowaną na dachu budynków lub na gruncie niezacienionym wraz z regulatorami ładowania, akumulatorami oraz inwertorem napięcia stałego na napięcie sieciowe 230 V. Obecnie po wprowadzeniu nowelizacji prawa energetycznego układy z kosztownym akumulatorem nie będą musiały być wszędzie stosowane. Jedynie wtedy, gdy miejsce zainstalowania układu fotowoltaicznego jest w znacznej odległości od sieci elektroenergetycznej. Dlatego systemy sieciowe stają się obecnie bardzo popularne.

Ze względu na możliwość znacznych wahań cen odsprzedaży energii do sieci elektroenergetycznej instalacje fotowoltaiczne najkorzystniej jest budować, gdy istnieje możliwość jak największego wykorzystania energii wytworzonej w instalacji na potrzeby obiektu, w którym ją zainstalowano.

4.2.5. Systemy fotowoltaiczne zintegrowane z budynkiem

Obecnie systemy fotowoltaiczne (PV) znajdują coraz większe zastosowanie. Obserwowany rozwój techniki produkcji ogniw i modułów fotowoltaicznych, szczególnie wzrost ich wydajności, trwałości, odporności na warunki klimatyczne oraz możliwości zmiany barwy i kształtu sprawił, że systemy te stają się atrakcyjnymi elementami architektonicznymi w budynkach. Doprowadziło to do powstania fotowoltaiki zintegrowanej z architekturą (Building Integrated Photovoltaics, BIPV) [96]. Powstały możliwości rozwoju niekonwencjonalnych rozwiązań budowlanych w powiązaniu z zaopatrzeniem w energię elektryczną, co zapewne w przyszłości doprowadzi do modyfikacji struktury sieci zasilających. Budynki i elementy miejskiej zabudowy mogą być wykorzystane jako konstrukcja nośna dla ogniw słonecznych bez potrzeby przewidywania dodatkowego miejsca na instalację. Przy tym zdecydowanie skraca się odległość między wytwórcą energii elektrycznej a jej odbiorcą. Zasoby budowlane zapewniają przestrzeń na dachach budynków niezbędną do instalowania paneli fotowoltaicznych w celu produkcji energii elektrycznej.

Korzyści wynikające z zasilania w energię elektryczną za pomocą systemów PV zamiast zasilania tradycyjnego są następujące [96]:

- system może być zaprojektowany z dostosowaniem do potrzeb lokalnych odbiorców,
- moduły fotowoltaiczne zintegrowane z dachami lub fasadami budynków nowych mogą zastąpić tradycyjne materiały budowlane, szczególnie wykończeniowe, zmniejszając koszt instalacji fotowoltaicznych,
- w projektach nowoczesnej architektury moduły słoneczne mogą być wykorzystane w celu uzyskania ciekawych efektów wizualnych.

Rozwój techniki, zmniejszające się koszty elementów modułów fotowoltaicznych oraz łatwo dostępne zasoby energii promieniowania słonecznego prowadzą do powstania coraz tańszych rozwiązań i możliwości ich zastosowania. Zrealizowane systemy dowodzą, że możliwa jest uzasadniona ekonomicznie integracja modułów fotowoltaicznych z budynkami, do czego przyczynia się wciąż poszerzana oferta rynkowa.

W wielu budynkach mieszkalnych i budynkach użyteczności publicznej na świecie korzysta się obecnie z systemów fotowoltaicznych do pokrycia częściowego lub całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną. Systemy te instaluje się na dachach domów jednorodzinnych lub na fasadach budynków, gdyż właśnie te miejsca, ze względu na dostępną powierzchnię i stopień nasłonecznienia, są odpowiednie do zainstalowania modułów PV.

Moduły PV zastępują konwencjonalne materiały pokryć dachowych i przejmują ich funkcje. Mogą być projektowane jako izolacja szklana ze współczynnikiem przenikania ciepła $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ tak, aby zachować odpowiednią izolacyjność cieplną w każdych warunkach. Poszczególne ogniwa pochłaniają ok. 50% promieniowania, a ich sprawność dochodzi do ok. 23%.

Elementy fotowoltaiczne mogą całkowicie zastąpić tradycyjne materiały budowlane, w szczególności przy wymianie starych pokryć. Przykładem może tu być renowacja ambasady USA w Genewie (2005 r.) – 20-letni budynek wyposażono w nowoczesny system fotowoltaiczny (rys. 4.11). Zarówno dach, jak i fasadę budynku przekształcono w małą elektrownię słoneczną z zastosowaniem różnych rozwiązań fotowoltaiki w architekturze.

Stosowane panele fotowoltaiczne wzajemnie dopełniają się z wieloma materiałami i techniką budowlaną. Zwłaszcza fasady budynków, tarasy, skośne powierzchnie i dachy przepuszczające światło są istotne przy projektowaniu architektonicznym w powiązaniu z zaopatrzeniem w energię elektryczną. Pełna integracja systemu fotowoltaicznego z budynkiem, w sensie nie tylko

techniczno-architektonicznym, ale również w produkcji energii elektrycznej i efektywnego jej wykorzystania, wymaga uwzględnienia aspektów konstrukcyjnych w powiązaniu z budową systemów elektronicznych i elektroenergetycznych.

W Polsce jednym z pierwszych systemów fotowoltaicznych zintegrowanych z architekturą budynku są systemy o mocy 56,0 kW i powierzchni ok. 550 m² zainstalowane na fasadzie i dachu budynku Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej (2007 r.) [96]. Zainstalowane moduły są wykonane w dwóch technologiach: krzemu amorficznego i multikrystalicznego (dwóch różnych producentów). Przedsięwzięcie zostało zaprojektowane i zrealizowane przez Centrum Fotowoltaiki Politechniki Warszawskiej (rys. 4.12).

Moduły fotowoltaiczne zintegrowane z budynkami charakteryzują się możliwością różnych zastosowań, pozwalających na uzyskiwanie rozwiązań architektoniczno-budowlanych interesujących zarówno z punktu widzenia estetycznego, jak i użytkowego.

Produkcja ogniw fotowoltaicznych charakteryzuje się dużą energochłonnością [96, 99], przy obecnie osiąganym sprawności 8% i żywotności 20 lat. Ze względu na małą dyspozycyjność systemów fotowoltaicznych (15 – 25%) ich przyłączenie do sieci elektroenergetycznej wiąże się z poważnymi problemami. ■

Jan Górzyński

Fragment pochodzi z książki pt. „Efektywność energetyczna w działalności gospodarce”. Wydawnictwo Naukowe PWN

reklama

Zamień UPS na... zasilacz do bram

UZS-230 V-1 kW-1F

- Produkt z certyfikatem ppoż.
- Współpracuje z tysiącami napędów do bram
- Kompatybilność sprawdzisz na www.ever.eu/zasilanie-ppoz
- Dostępny w magazynie od ręki
- Wsparcie serwisowe producenta



www.ever.eu/uzs

EVER
POWER SYSTEMS



Automotive. Lider pod presją

Motoryzacja jest jedną z branż, w których technologie Przemysłu 4.0 rozwijają się najszybciej i w największym wymiarze. Dlatego postanowiliśmy – na podstawie przeprowadzanych przed sporządzeniem naszego raportu rozmów – pokusić się o horyzontalną analizę przemian z kręgu Industry 4.0 w tym sektorze, ze szczególnym jednak uwzględnieniem wpływu na to (i na działania zakładu zarazem) skutków pandemicznego szoku w gospodarce.

Produkcja w skomplikowanym wariacie

Samochód to bodaj najbardziej skomplikowany i zaawansowany technicznie, produkowany masowo sprzęt dostępny powszechnie, dla każdego – nie tylko dla firm, ale także indywidualnych użytkowników (istnieją jeszcze prywatne odrzutowce, ale ich powszechność i dostępność jest jednak zdecydowanie mniejsza).

W XXI wieku motoryzacja, utrzymując swój masowy status, powędrowała mocno w stronę customizacji produktu; zamawiając samochód, mamy do dyspozycji wiele opcji do wyboru: kolory nadwozia czy tapicerki, elementy wyposażenia, mechanizmy bezpieczeństwa czy komfortu jazdy. A zatem samochody produkowane jeden po drugim na tej samej taśmie często bardzo się od siebie różnią.

Wraz z autem przez linię produkcyjną, a także fazy podmontażu poszczególnych elementów (przykładowo deski rozdzielcze instaluje się w innym rejonie zakładu i jako gotowy moduł dostarcza na linię montażu auta; drzwi także na pewnym etapie są oddzielane od nadwozia, wyposażane w stosowne elementy wyposażenia na innej linii, a potem z powrotem montowane do tego samego nadwozia) – musi więc docierać także dokładna informacja na temat specyfikacji danego samochodu. Tu elementy Przemysłu 4.0 są wprost znakomitym wsparciem, wręcz błogosławieństwem.

Samochody – co oczywiste – ze względów bezpieczeństwa muszą być w pełni sprawne i niezawodne. Dlatego też w tym akuracie przemysłu szczególnie ważna jest tzw. traceability, czyli identyfikowalność, możliwość prześledzenia drogi poszczególnego elementu i sposobu montowania go w konkretnych zakładach i na poszczególnych stanowiskach.

Połączone z siecią elektryczne klucze przekazują na przykład do systemu informacje o tym, kto, kiedy i z jaką mocą dokręcał konkretną śrubę w samochodzie... Bez technologii Przemysłu 4.0 traceability byłaby w zasadzie niemożliwa w zakładach wytwarzających setki tysięcy pojazdów rocznie. Pamiętajmy przy tym, że samochód spalinowy składa się przeciętnie z około 12 000 części.

Przyspieszenie w pandemicznym szoku

Ze względu na długość i złożoność swoich łańcuchów dostaw motoryzacja była też jednym z przemysłów, które najmocniej ucierpiały wskutek wywołanych pandemią przerw w dostawach wyrobów z Azji, głównie Chin – nie wspominając już o kryzysie

półprzewodnikowym, choć w nim motoryzacja jest poszkodowana trochę „na własne życzenie” (ale to już temat na inne rozważania).

Grzegorz Stępień, dyrektor fabryki Varroc Lighting Systems w Niemcach (Lubelskie), wskazuje jednak, że niespodziewane zdarzenia, owe czarne łabędzie, która przysiadły na poletku „motoryzacja”, paradoksalnie okazały się twórcze, przyspieszyły zachodzące w tej branży przemiany.

„W ostatnich latach w motoryzacji staliśmy się specjalistami od rozwiązywania kryzysów. Pandemia drastycznie ograniczyła np. dostępność półprzewodników, a wojna w Ukrainie przerwała dostawy niektórych komponentów lub ich transport” – ocenił. W przypadku motoryzacji najwięcej zmian zaszło – i nadal zachodzi – „w procesach zwiększających elastyczność produkcji oraz poprawiających zarządzanie łańcuchem dostaw”.

Przyspieszenie procesów digitalizacji zauważyła także Stefanie Hegels, dyrektor zakładu Volkswagen Poznań we Wrzesznie: „Posiadamy w pełni zautomatyzowany monitoring stanów magazynowych, co umożliwi nam reagowanie na bieżące potrzeby fabryki i rynku poprzez angażowanie się w rozmowy z naszymi dostawcami”. Pracownicy działu logistyki i zakupów pozostają z nimi w stałym kontakcie.

Tomasz Gębka, dyrektor fabryki Stellantis w Tychach (przypomnijmy: Stellantis to francusko-włosko-amerykański koncern motoryzacyjny, powstały w 2021 roku wskutek fuzji włosko-amerykańskiej spółki Fiat Chrysler Automobiles z francuską spółką Grupą PSA), przyznaje, że systemy wspomaganie logistyki, zarządzania zapasami, które są bardzo ważne w czasie „normalnej” produkcji, w momencie, gdy dochodzi do ryzyka zatrzymania pracy zakładu, nabrały szczególnego znaczenia.

W przypadku produkcji naczeł i przyczep proces ten jest bardzo skomplikowany i wieloetapowy. „Posiadamy także szeroką ofertę z wieloma możliwościami konfiguracji, które sprawiają, że często nasze produkty są unikatowe. Kluczowe jest zatem właściwe planowanie i zarządzanie procesem produkcji oraz jego kontrola na poszczególnych etapach. Niezbędny jest także ciągły kontakt z wieloma dostawcami surowców i komponentów” – przypomina Piotr Kuś, wiceprezes, dyrektor generalny Wieltonu.

Według Tomasza Gębki „precyzyjna świadomość tego, ile poszczególnych komponentów i w jakich wersjach posiadamy – zarówno w naszych magazynach, jak i w magazynach naszych dostawców, którzy pracują w systemie just-in-sequence

(rozwiniecie systemu just-in-time: wykorzystuje kolejną zmienną – dostawę w odpowiedniej kolejności – przyp. red.) – ma ogromne znaczenie. Na podstawie tych informacji podejmujemy decyzje, czy i kiedy będziemy musieli zatrzymać produkcję i kiedy możemy ją ponownie uruchomić”.

Logistyka – na pierwszy plan

Jak wspomnieliśmy wcześniej, w fabrykach motoryzacyjnych na jednej linii spotykają się samochody z różnymi elementami wyposażenia, zależnymi m.in. od wersji silnikowej.

Tomasz Gębka jako przykład wskazał kolumny kierownicy, których wersja musi się zgadzać z wersją samochodu. Teoretycznie, mając w magazynie 400 kolumn kierownicy, zakład mógłby przepracować kolejną zmianę, bo wytwarza wówczas 300 aut. Tylko czy te kolumny będą pasować do znajdujących się już w fazie produkcji nadwozi? „Dzięki precyzyjnym danym, gdzie są te części i w jakich wersjach, możemy się dowiedzieć, czy wspomniane elementy pasują do tych akurat nadwozi i wersji napędu, które już mamy na spawalni, lakierni i montażu. Nie jest bowiem powiedziane, że te 400 kolumn da się w pełni „sparować” z 300 nadwoziami, jakie pozostają w toku produkcji.

„Po prostu: wersja kolumny kierownicy musi się zgadzać z wersją samochodu” – wyjaśnia Tomasz Gębka.

Z tego punktu widzenia wszystkie systemy wsparcia logistyki i magazynów nabierają szczególnego znaczenia.

Stefanie Hegels (Volkswagen) także podkreśla, że w przypadku problemów z płynnością dostaw rozwiązania takie jak możliwość symulacji produkcji na podstawie danych cyfrowych bardzo się przydały – „w szczególności w określaniu potrzeb i możliwości produkcyjnych (z uwzględnieniem dostępnych u nas czy u naszych dostawców komponentów)”.

Planowanie zapotrzebowania materiałowego i świadomość tego, co mają w swojej dyspozycji różne zakłady tej samej firmy, okazały się także bardzo ważne dla częstochowskich zakładów grupy ZF.

Krzysztof Gablankowski, dyrektor Zakładu Elektroniki w ZF Automotive Systems Poland Częstochowa, podkreśla, że firma wykorzystuje wiele komponentów stosowanych w urządzeniach powszechnego użytku. „Czasem musieliśmy o nie walczyć... Walczyć, bo w motoryzacji nie sposób iść na kompromisy jakościowe w postaci zgody na wykorzystywanie komponentów niższego rzędu” – jest przekonany.

W tym wypadku pomocne okazały się także MRP (ang. Material Requirements Planning; planowanie zapotrzebowania materiałowego), opracowane wspólnie z innymi zakładami z grupy ZF, które umożliwiały wymienianie się komponentami między zakładami po to, by optymalnie nimi zarządzać. „Zdarzało się bowiem, że w jednym miejscu były zapasy na kilka tygodni, a w innym – raptem na kilka dni. W takich sytuacjach dochodziło do wymiany komponentów. Nadal robimy to w bardzo efektywny sposób” – zapewnia Krzysztof Gablankowski.

Nieco inaczej mogą radzić sobie firmy wytwarzające swoje produkty w mniejszych ilościach, np. produkujący autobusy Solaris. Dariusz Michalak, wiceprezes Solaris Bus & Coach, zauważa, że mniejsze liczby potrzebnych komponentów ułatwiły „łatanie” niedoborów. „Gdybyśmy potrzebowali danych

elementów w tysiącach sztuk w miesiącu czy tygodniu, to nie byłoby ratunku. Kiedy jednak są to dziesiątki, może jedna setka komponentów, to możemy szukać zaopatrzenia gdzie indziej. Czasami nawet na rynku wtórnym, np. w naszych magazynach serwisowych czy u innych dystrybutorów – objaśnia menedżer.

Z drugiej strony: pandemiczne braki wymuszały nierzadko tworzenie i stosowanie niestandardowych rozwiązań. Często słyszeliśmy, że na placach fabryk samochodów stoją niemal gotowe auta, które czekają na zamontowanie w nich pojedynczego elektronicznego elementu. A co w sytuacji, kiedy ten jeden brakujący element jest podstawą w całym procesie montażu?

W przypadku autobusów Solarisa jednym z brakujących elementów okazały się osie. Problem był tym większy, że proces produkcyjny zaczyna się w tej fabryce od zmontowania podwozia, a potem autobus na całej linii produkcyjnej przesuwają się na kołach. Tu nie było zatem prostej możliwości złożenia pojazdu i czekania na brakujący element – bez niego cały proces montażu nie mógł się nawet rozpocząć. „Zaprojektowaliśmy specjalne wózki do transportu i wdrożyliśmy to w tydzień, ten, na który mieliśmy zapas. W sumie 100 – 120 autobusów złożyliśmy, wykorzystując te wózki. Bez tego trzeba by było zatrzymać fabrykę” – mówi Dariusz Michalak.

Wskazuje przy tym na kolejną specyfikę produkcji autobusów: „Jeżeli w sklepie nie było na czas lodówki, pralki czy samochodu, to ich potencjalny nabywca szedł gdzieś indziej. Naszymi odbiorcami są przedsiębiorstwa i kontrakty często przewidują kary za każdy dzień zwłoki”.

Mimo rozmaitych starań i elastyczności zarządzania niejednokrotnie przerw w pracy wielu zakładów nie udało się uniknąć.

Tomasz Gębka, dyrektor fabryki Stellantis w Tychach, zwraca też uwagę, że w przypadku tak dużych i różnorodnych zakładów, jak fabryka samochodów, „wyłączenie linii nie oznacza użycia jednego przycisku, który wyłączy wszystko. Działa bardzo wiele zróżnicowanych systemów i instalacji, zużywających energię elektryczną, gaz itd.”.

W przypadku starszych rozwiązań okres pomiędzy decyzją o zatrzymaniu a przejściem do pożądanego stanu wygaszenia systemów byłby bardzo długi, a co za tym idzie – mało efektywny energetycznie. „Automatyka tych wyłączeń, możliwość ustawiania ich kalendarzy, a potem monitoring ich poprawnego wykonania pozwalają lepiej zarządzać stanem urządzeń zużywających ‘czynniki energetyczne’ i zmniejszać koszty stałe związane z postojem” – mówi menedżer Stellantis.

Poza tym kilkudniowa przerwa w pracy to zdaniem Tomasa Gębki także wybiecie pracowników z rytmu, a do tego dochodzi jeszcze wymuszana nieobecnościami (choroby lub kwarantanna) rotacja ludzi. Obie te sytuacje zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia błędów w procesie produkcji. Rozwiązania Przemysłu 4.0 pomagają w takich sytuacjach w utrzymaniu odpowiedniego poziomu.

Zamiast ludzi. Przesłanki zmian

Pandemia zwiększyła także atrakcyjność idei zrobotyzowania tych linii produkcyjnych, na których obecnie przeważa praca manualna, bo to zmniejszyłoby zależność produkcji od takich

zjawisk (i ich skutków), jak lockdown czy kwarantanna. Sprawa braku pracowników pojawia się zresztą nie tylko w związku ze światową epidemią. W niektórych obszarach i bez kwarantanny brakuje ludzi do pracy. Jednym z nich jest spawanie.

„Spawacz to bardzo wymagający zawód i trudno pozyskać dobrze wykwalifikowanych kandydatów. Niewiele osób obecnie szkoli się w tym zawodzie, a część starszych, doświadczonych spawaczy wyjechała do pracy za granicę” – mówi Dariusz Michalak, wiceprezes Solaris Bus & Coach.

Solaris zatem już od 2010 roku wprowadza automatyzację w dziedzinie spawania, gdzie wykonuje się moduły powtarzalne, wykorzystywane w wielu różnych wersjach pojazdów. „Jednym z powodów jest wyższa wydajność stanowisk zrobotyzowanych. Z drugiej strony: jakość i powtarzalność są łatwiejsze do utrzymania w przypadku zautomatyzowanych procesów. W tym roku budujemy duże zrobotyzowane stanowisko dla obszarów dużych gabarytów, na którym będzie spawana cała grupa podłogowa” – deklaruje.

I podkreśla, że produkcja autobusów jest dosyć specyficzna, bo są one produkowane w ramach zamówień, obejmujących zwykle od 1 do 200 sztuk. Przy czym duże zamówienia na kilkadziesiąt czy kilkaset autobusów zdarzają się rzadko, częściej to kilka czy kilkanaście sztuk. „Oznacza to, że powtarzalność jest ograniczona, co jest dużym wyzwaniem, a w niektórych obszarach przeszkodą w automatyzacji i robotyzacji” – mówi Dariusz Michalak.

Tomasz Gębka (Stellantis) zaznacza jednak, że zwiększona w pandemii atrakcyjność robotyzowania stanowisk nie oznacza ustawienia z dnia na dzień wszędzie robotów. „Powiedziałbym raczej, że może trochę przyspieszyliśmy pewne kroki, jesteśmy bardziej zdeterminowani, by je wykonać, ale to trend, za którym podążamy od lat. W tym wypadku podstawą stała się optymalizacja procesów produkcyjnych, która zwiększa konkurencyjność kosztową. Sięgamy po automatyzację i robotyzację rzecz jasna tam, gdzie rzeczywiście zapewnia to poprawę konkurencyjności” – wyjaśnia Tomasz Gębka.

W przypadku zakładów motoryzacyjnych część wydziałów od dawna jest w znacznej mierze zrobotyzowana i wykorzystuje techniki Przemysłu 4.0. Tłocznia, spawalnia i lakiernia to zwykle wydziały w pełni zautomatyzowane, co nie znaczy, że nie wdraża się tam nowości. Przykładem może być wprowadzenie spawania laserowego w dziale Budowy Karoserii fabryki Volkswagena we Wrześni – między innymi w przypadku podwozia. To bardzo nowoczesny proces, pozwalający na zastąpienie wielu konwencjonalnych zgrzewów rezystancyjnych poprzez tzw. szew laserowy.

„Liczne są systemy nadzorowania i ewentualnej korekty zrobotyzowanego spawania MIG/MAG live – czyli w przypadku odchylenia wymiarowego części, system wykrywa zmiany i dokonuje natychmiastowych korekt podczas procesu, nie dopuszczając do błędów jakościowych (niedolania spawu, porów etc.)” – mówi Stefanie Hegels, dyrektor zakładu Volkswagen Poznań we Wrześni.

Także firmy, w których produkcja jest znacznie mniej masowa niż w zakładach koncernów Stellantis czy Volkswagen, wprowadzają automatyzację we wspomnianych obszarach.



Na automatyzacji i robotyzacji procesów koncentruje się obecnie Wielton. Firma dokonała już standaryzacji procesów w celu oceny, które powinny zostać oddane „w ręce robotów” (ze względu na powtarzalność ich pracy), utrzymanie wysokiej jakości i redukcję kosztów. Zakład korzysta już ze zrobotyzowanych linii spawalniczych i lakierniczych, zautomatyzowanych systemów magazynowania i zatowarowywania linii.

Podobnie jak Volkswagen także Wielton podkreśla, że robotyzacja procesów spawalniczych, ale także malowania i lakierowania, pozwala zagwarantować wysoką jakość produktów. Firma wskazuje jednak jeszcze jeden powód do zwiększenia wykorzystania robotów – koszty. „Biorąc pod uwagę duży wzrost kosztów pracy, rozważamy podwojenie albo nawet wielokrotne zwiększenie liczby robotów w naszym zakładzie w ciągu dwóch lat – tak, aby proces produkcyjny był tańszy, bardziej powtarzalny i jakościowo lepszy” – planuje Piotr Kuś, wiceprezes, dyrektor generalny Wieltonu.

Wskazuje on, że koszty pracy wykonywanej przez człowieka i robota zaczynają plasować się na podobnym poziomie. „Aktualnie obserwujemy wzrost wynagrodzeń przy jednoczesnym spadku cen technologii. Spora część firm skutecznie integruje pracę maszyn z ludzką” – wskazuje Piotr Kuś i podkreśla zarazem, że czas zwrotu z tego typu inwestycji jest coraz krótszy. „Biorąc pod uwagę, że pracujemy już na trzy zmiany, to dobry moment na rozbudowę naszego parku maszynowego o nowe roboty” – uważa.

Nie chodzi przy tym tylko o automatyzację samej linii produkcyjnej. Firma analizuje także możliwość digitalizacji zakładu. „Zaczeliliśmy podróż w kierunku szeroko pojętego Przemysłu 4.0... Modernizujemy i rozbudowujemy naszą infrastrukturę IT, by w perspektywie kolejnych miesięcy wprowadzić automatyzację przepływu informacji” – informuje menedżer Wieltonu.

Zakłady motoryzacyjne obecnie starają się automatyzować elementy procesu montażu, dotychczas w większości wykorzystujące pracę ręczną. Zespół Stellantis w Tychach pracuje np. nad przynajmniej częściową automatyzacją stanowiska, na którym łączy się podwozie z karoserią, gdzie obecnie pracownicy „pozycjonują” określone elementy i później je dokręcają.

W ramach projektów automatyzacyjnych zakład Volkswagena we Wrześni automatyzuje np. „stanowiska nieergonomiczne” (jak stanowisko nakładania mas uszczelniających na karoserię w lakierni), czynności powtarzalne, a także takie, które – ze względu na wielkość elementów czy ich wagę – łatwiej wykonać przy wsparciu urządzeń i robotów.

Automatyzowane są także działania w strefach podmontażu, w których pracownicy (często zatrudniani przez dostawców) przygotowują gotowe podzespoły do zamontowania w samochodach. „Jakiś czas temu nasz wewnętrzny team zrealizował proces tworzenia sekwencji szyb do montażu. Mamy sporo różnego rodzaju szyb, które w sekwencji dla procesu just-in-sequence układał pracownik. Nasz zespół stworzył tu proces automatyczny” – mówi Tomasz Gębka.

W tych obszarach ważna staje się także współpraca człowieka z robotem, ułatwiająca montaż elementów ciężkich czy nieporęcznych. Zakład Volkswagena we Wrześni prowadzi wiele projektów z kręgu kooperacji człowiek-robot, w ramach której roboty mogą pracować obok ludzi – bez konieczności zachowania strefy bezpiecznej. „Te rozwiązania mocno rozwinęły się w ostatnich latach. Są tak niezawodne i bezpieczne, że w tej chwili możemy je sukcesywnie wprowadzać w produkcji” – mówi Stefanie Hegels.

Ze względu na zaawansowanie techniczne wyrobów, wysokie wymagania w dziedzinie bezpieczeństwa i jakości firmy związane z motoryzacją od dawna wykorzystują techniki Przemysłu 4.0. Dla wielu firm to gwarancja sprostania wyzwaniom przemysłu motoryzacyjnego, przede wszystkim identyfikowalności produktu i komponentów, zapewnieniu utrzymania powtarzalności procesu oraz wysokiej jakości produktu.

Przemysł 4.0 góra!

Firma Varroc postawiła na technologie Przemysłu 4.0, ponieważ pozwalają one na komunikację cyfrową między maszynami, zmniejszając ryzyko błędów. „Do budowy lamp wykorzystujemy bardzo dużo komponentów, które często są bardzo podobne do siebie. Gdyby użyć nieprawidłowego zestawu, źle dokręcić jedną z wielu śrub w lampie lub z niewłaściwym momentem obrotowym, to powstałby problem z jakością. Lampa nie zostałaby sprzedana lub cofnięta przez zamawiającego” – mówi Grzegorz Stępień, dyrektor fabryki Varroc Lighting Systems w Niemczech.

Rozwiązania Przemysłu 4.0 znakomicie nadzorują proces produkcji. Grzegorz Stępień wskazuje, że „skanery, czujniki, zaawansowane sterowniki PLC i wymiana informacji między maszynami na różnych poziomach zapobiegają powstawaniu błędów, ponieważ systemy zapewniają pełną identyfikowalność komponentów. Oczywiście obniża to koszty wytwarzania, a ponadto podnosi prestiż niezawodności marki”.

Pamiętajmy, że automatyzacja i robotyzacja to procesy wymagające inwestycji. Tu warto zwrócić uwagę, że niekoniecznie zawsze chodzi o nabywanie nowego sprzętu. „Mój zespół w znacznej mierze ‘odzyskuje’ narzędzia, roboty pochodzące ze starych procesów produkcyjnych i instaluje je na nowych stanowiskach. Tak się dzieje od lat i będzie się działo nadal” – mówi Tomasz Gębka.

Według niego intensywne stosowanie tzw. asset reuse pozwala

inwestycje uczynić najbardziej celowymi i opłacalnymi – aby mieć pewność, że firma inwestuje w przedsięwzięcia naprawę potrzebne – „po to, by nasze nowe produkty od samego początku były rentowne, niezależnie od wolumenu. Mamy fachowców potrafiących zderzyć to, co mamy i to, czego potrzebujemy, aby zoptymalizować zakupy nowego sprzętu”.

Optymalizacja wydatków i zwiększanie oszczędności to jedna strona; drugą jest konieczność uniknięcia niedoborów na rynku półprzewodników – brakuje ich nie tylko motoryzacji... W związku z tym problemem kilkakrotnie wydłużyły się czasy oczekiwania na wiele nowych maszyn i robotów. Ponowne wykorzystanie posiadanych już urządzeń często pozwala uniknąć opóźnień w założonym planie inwestycji.

Tomasz Gębka (Stellantis) wskazuje, że nowy proces produkcyjny – czy z punktu widzenia Przemysłu 4.0, czy nawet samej automatyzacji i robotyzacji – to mnóstwo elektroniki, którą należy zamontować na nowych liniach. „W przypadku półprzewodników występują problemy nie tylko z elementami wyrobów, samochodów, ale także częściami linii produkcyjnej, gdzie również wykorzystywanych jest wiele komponentów elektronicznych. Zdolność do wykorzystania posiadanego już sprzętu pozwoliła nam na czas dokonać instalacji w zakładzie nowej linii – bez konieczności czekania na potrzebną elektronikę” – informuje Tomasz Gębka.

Zdalnie w zakładzie

Na razie wiele miejsca poświęciliśmy stricte problemom procesów produkcyjnych, ale pandemia wprowadziła także, a przynajmniej przyspieszyła wykorzystanie technologii związanych z Przemysłem 4.0 w innych, niezwiązanych tak ściśle z produkcją. Nagle cała część biurowa musiała „wyjść” poza biuro, a wówczas multimedialne techniki kontaktu czy zdalny dostęp do zdigitalizowanych baz danych okazały się nieodzowne. W wielu przypadkach nie było to związane z wymyśleniem nowych narzędzi, ale wymagało kosztownej zmiany wykorzystywanego sprzętu.

Stefanie Hegels (Volkswagen) przekonuje, że wymuszona przez pandemię potrzeba szybkiego przestawienia się znacznej części pracowników administracji na pracę zdalną była dużą i niełatwą zmianą w sposobie funkcjonowania zakładu, a także ważną próbą dla wszystkich zespołów, menedżerów, ale i globalnej i lokalnej sieci IT. Technicznie zakład Volkswagena we Wrześni okazał się jednak przygotowany do takiej zmiany lepiej niż wiele innych fabryk koncernu na świecie...

Powód był banalny: od początku pracowników wyposażano w laptopy, co przypadkiem okazało się kluczowe po nadejściu pandemicznych ograniczeń. „Do pracy zdalnej potrzebne są przenośne urządzenia, tymczasem w niektórych zakładach w innych częściach świata w znacznej mierze korzystano z komputerów stacjonarnych” – wyjaśnia Stefanie Hegels.

Pandemia przeminie, ale wywołane przez nią zmiany w wielu wypadkach na stałe pozostaną wplecione w standardy nowoczesnych zakładów. „Nasza ‘nowa normalność’ stanowi połączenie dobrych doświadczeń i wypracowanych rozwiązań z okresu kryzysu z wcześniejszymi, pozytywnymi praktykami. Praca hybrydowa jest takim rozwiązaniem” – mówi Stefanie Hegels.

Kolejnym będą spotkania online. To jedno z tych rozwiązań, które przed pandemią było niedoceniane, w pandemii okazało się wybawieniem, a teraz pozostanie ułatwieniem w pracy i jednym ze sposobów na utrzymanie w ryzach kosztów działalności firmy. Dariusz Michalak, wiceprezes Solaris Bus & Coach, przypomina, że wideokonferencje istniały przed COVID-19, ale nie były lubiane i wydawało się, że są mało efektywne. Dziś są powszechne i akceptowane: „Bez dwóch zdań stały się bardzo ważnym narzędziem pracy”. I zarządzania, rzecz jasna.

Oczywiście nie zastąpią nagle wszystkich podróży służbowych, bo często spotkanie w realnym świecie jest jednak bardziej efektywne, a stworzone podczas takich spotkań więzi między pracownikami ułatwiają późniejszą pracę. Można będzie jednak ograniczyć liczbę spotkań i część bieżących kontaktów sprowadzić do spotkań online. To duża oszczędność, biorąc pod uwagę koszty przejazdów czy zakwaterowania uczestników spotkań.

Według Dariusza Michalaka spotkania i konferencje online „są w stanie efektywnie załatwić bardzo dużo, ale nie wszystko”. Ryzykiem jest na przykład łatwość tworzenia spotkań w grupach, które okazują się zbyt duże. W takich wypadkach efektywność spotkania może okazać się znacznie niższa, niż mogłoby się wydawać, patrząc na „stan obecności”. „Czasami ludzie robią coś jeszcze ‘na boku’, są mało aktywni w dyskusji” – wyjaśnia wiceprezes Solaris Bus & Coach.

Spotkania online to powszechność, o której wie już każdy. Pandemia pozwoliła jednak przenieść do wirtualnej rzeczywistości także procedury czy czynności, których dokonywanie w taki sposób jeszcze niedawno wydawało się całkowicie niemożliwe. W przypadku ZF Automotive Systems Poland Częstochowa takim procesem są dokonywane przez odbiorców audyty produktów.

„To, co wcześniej było nie do pomyślenia, że audyt kliencki można prowadzić zdalnie, zaczęło się dziać: wchodziliśmy na linię z kamerą, pokazując proces i go omawiając. Zaczęliśmy od wykorzystywania kamery wbudowanej w telefonie komórkowym; teraz mamy do dyspozycji profesjonalną kamerę z niezbędnym osprzętem” – wyjaśnia Artur Kluba, dyrektor Działu Spraw Pracowniczych ZF Automotive Systems Poland Częstochowa.

Krzysztof Gablankowski dodaje, że pierwsze audyty były bardzo trudne, bo audytorzy na początku byli bardzo nieufni wobec nowych technologii. Z czasem, w którym wypracowano odpowiednie procedury i rozpoczęto stosowanie sprzętu wyższej jakości, audytorzy przekonali się, że taki audyt także może być skuteczny. ■

Raport „Produkcja 4.0. Praktyki firm w Polsce” przygotowali dziennikarze Grupy PTWP. Październik 2022 r.

Wydarzenia

NOWY SPOSÓB NA TELEOBECNOŚĆ

Większość robotów do teleobecności to w zasadzie zdalnie sterowane tablety, którymi można poruszać w pomieszczeniu. System VRoxy wyróżnia się tym, że jego robot naśladuje ruchy użytkownika, a także sam nawiguje się w różne miejsca w przestrzeni, w której pozostaje. System jest rozwijany przez zespół naukowców z Uniwersytetu Cornella i Uniwersytetu Browna.

W swojej obecnej formie funkcjonalnej prototyp robota VRoxy składa się z rurowej kratownicy z tworzywa sztucznego z napędzanymi silnikami kołami umieszczonymi na spodzie konstrukcji oraz ekranem wideo na jej szczycie. Na górze znajduje się również automatyczny wskaźnik i dookólna kamera Ricoh Theta V.

Podczas użytkowania zdalny operator nosi gogle Quest Pro VR. To odróżnia VRoxy od wielu innych systemów teleobecności

odtworzących gesty, w których wymagane są stosunkowo duże i złożone konfiguracje sprzętowe zarówno w lokalizacji użytkownika, jak i obserwatora.

Za pomocą zestawu do wizualizacji użytkownik może przełączać się pomiędzy wciągającym podglądem na żywo lub wstępnie zeskanowanym widokiem mapy 3D całej przestrzeni, w której znajduje się robot. Po wybraniu miejsca docelowego na mapie maszyna autonomicznie pokonuje trasę. Po przybyciu gogle automatycznie przełączają się na widok pierwszoosobowy z kamery VRoxy.

Ta funkcjonalność nie tylko oszczędza użytkownikowi kłopoty związane z ręcznym prowadzeniem robota z miejsca na miejsce, ale także zapobiega zawrotom głowy, które mogą wystąpić podczas oglądania transmisji wideo na żywo z robota, gdy ten pozostaje w ruchu.

Gogle VR monitorują mimikę oraz ruchy oczu użytkownika i odtwarzają je w czasie rzeczywistym na awatarze w miejscu teleobecności. Zestaw rejestruje również ruchy głowy, które robot naśladuje, odpowiednio przesuując lub przechylając ekran za pomocą przegubowego mocowania. Kiedy natomiast użytkownik fizycznie wskaże palcem coś w zasięgu wzroku swojego zestawu VR, wskaźnik robota przesunie się, aby pokazać ten sam kierunek w świecie rzeczywistym. W przyszłości badacze mają nadzieję wyposażyć robota w dwa ramiona sterowane przez użytkownika.

Podczas testów istniejącego systemu VRoxy zespół naukowców wykorzystał go do poruszania się tam i z powrotem korytarzem między laboratorium a biurem, gdzie operator współpracował z wieloma osobami przy różnych zadaniach.

Źródło *drivesncontrols*

Opracowanie i wdrożenie systemów do wytwarzania energii elektrycznej z małych elektrowni wodnych

Petr Bogatyrev, Jan Golec, Stanisław Gawron

1. Wstęp

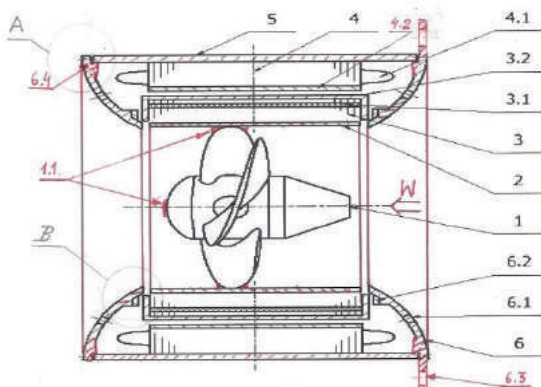
W odpowiedzi na istniejącą, niezapełnioną niszę maszyn i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej z małych elektrowni wodnych, pojawiła się możliwość wykonania prototypowego agregatu prądotwórczego o kompaktowej budowie opartej na patencie PL228937 B1 – rys. 1.

Ze względu na charakter realizacji projektu generator musi mieć parametry pracy: moc 20 kW, napięcie międzyfazowe 400 V i być dopasowany wymiarowo do osiowej turbiny wodnej o średnicy 300 mm i prędkości obrotowej 1000 obr./min.

W artykule przedstawiono dwa warianty rozwiązania generatora, a w podsumowaniu wskazano jeszcze wariant trzeci.

2. Wariant 1

Założono generator o zewnętrznej średnicy stojana wynoszącej 540 mm (wznios osi wału 315 mm). Taka średnica stojana odpowiada średnicy rury wirnika równej 300 mm. Wykonano optymalizację średnicy stojana, znaleziono minimalną grubość jarzma wirnika przy mocy znamionowej 20 kW i napięciu międzyfazowym na zaciskach generatora 400 V. W tabeli 1 przedstawiono wyniki obliczeń elektromagnetycznych siedmiu modeli o różnych grubościach jarzma wirnika, które zmniejszają się od modelu nr 1 do modelu nr 6. Najlepszym wariantem z 6 modeli jest model generatora nr 3. Wariant nr 7 to model generatora nr 3, tylko zewnętrzna średnica stojana jest zmniejszona do 520 mm (rys. 2), ponieważ maksymalna wartość indukcji pola magnetycznego (rys. 3) w jarzmie stojana pozwala zmniejszyć rozmiar blachy.



Rys. 1. Wodny agregat prądotwórczy; 1 - turbina, 2 - rura, 3 - wirnik z magnesami trwałymi, 4 - stojan, 5 - stojan, 6 - tarcze [1]

Streszczenie: W artykule opisano wybór konstrukcji generatora dla małej elektrowni wodnej, koncepcję tę opracowano na podstawie patentu PL 228 937 B1. Wirnik składa się z obwodu magnetycznego z magnesami trwałymi przyklejonymi do jego powierzchni (typ ang. skrót SPM). Obwód magnetyczny jest przymocowany do rury, wewnątrz której zainstalowano śmigło. W uzwojeniach stojana indukowane jest napięcie trójfazowe o częstotliwości 133.3 Hz.

Słowa kluczowe: generator, mała elektrownia wodna, łopatki turbiny osiowej.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SYSTEMS FOR GENERATION OF ELECTRICITY FROM SMALL HYDRO PLANTS

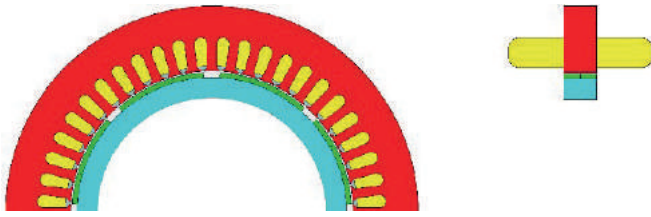
Summary: The article describes the choice of the generator concept for a small hydropower plant, the construction of which was developed on the basis of the patent PL 228 937 B1. The rotor consists of a magnetic circuit with magnets glued to its surface (SPM type). The magnetic circuit is attached to the tube inside which the propeller is installed. A three-phase electric current with a frequency of 133.3 Hz is induced in the stator windings.

Keywords: generator, small hydroelectric power station, axial turbine blades.

Ze względu na dużą średnicę stojana otrzymano niewielką długość generatora. W związku z tym czoła uzwojenia są większe niż część czynna. W ostatecznym modelu nr 7 nie uwzględniono układu chłodzenia generatora, a temperatury uzwojenia i magnesów przyjęto odpowiednio 120°C i 100°C. Wirnik jest umieszczony na rurze, która ma temperaturę wody. Obliczenia cieplne twornika generatora wykazały, że samo chłodzenie wirnika nie wystarczy, konieczne jest również odprowadzanie ciepła z uzwojenia stojana.

2.1. Wybór uzwojenia generatora

Długość części czołowych uzwojenia można zmniejszyć stosując uzwojenie z cewkami skupionymi. Kalkulator uzwojeń EMETOR pozwala w szybki i wygodny sposób znaleźć optymalny układ uzwojeń dla maszyn elektrycznych (rys. 4). Dla uzwojenia z liczbą żłobków $Q_s=48$ i liczbą biegunów $2p=8$ otrzymano współczynnik uzwojenia 0.966 (ang. Integer-Slot Winding). Możliwość zastosowania uzwojenia z cewkami skupionymi przy $2p=8$ występuje tylko dla $Q_s=21$, a przy $2p=16$ – tylko przy $Q_s=45$. Natomiast dla $2p=8$ i $Q_s=48$ współczynnik



Rys. 2. Wstępny model generatora do obliczenia elektromagnetycznego.
 $n=1000$ obr./min, $U_{LL}=400$ V, $P_{el}=20$ kW, $D_{sz}=520$ mm

z cewkami skupionymi uzwojenia ma wartość: 0.506. Z uwagi na małą wartość współczynnika uzwojenia zastosowanie cewek skupionych w generatorze: $2p=8$, $Q_s=48$ i $D_{sz}=540$ mm lub 520 mm nie jest możliwe. Można zastosować uzwojenie normalne jednowarstwowe lub dwuwarstwowe o rozpiętości zezwojów $\gamma \approx \tau=6$ żłobków i współczynnika uzwojenia 0.96. W tym rozwiązaniu $D_{sz}=520$ mm (wariant 7) wysięg czoł wynosi 70 mm. Obliczona sprawność generatora $\eta=88.1\%$.

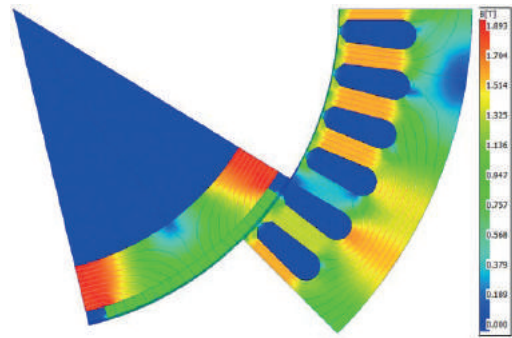
Do rozwiązania jest chłodzenie uzwojenia.



Rys. 4. Kalkulator uzwojeń EMETOR. Podane wartości: wiersze 2p, kolumny Q_s

Jedną z opcji chłodzenia stojana jest żebrowany kadłub. W obliczeniach cieplnych generatora z uzębionym kadłubem stwierdzono, że konieczne będzie zastosowanie wentylatora wymuszającego dodatkowy przepływ powietrza, które odbierze ciepło poprzez konwekcję wymuszoną. W takim przypadku temperatura uzwojenia generatora, w zależności od konstrukcji kadłuba, można osiągnąć wartość 120°C. W rzeczywistości warunki pracy generatora uniemożliwiają taki sposób chłodzenia, a także niepotrzebnie komplikują konstrukcję urządzenia.

Drugą z rozważanych opcji chłodzenia uzwojenia było bezpośrednie chłodzenie przewodów uzwojenia wodą, czyli przepływ



Rys. 3. Rozkład indukcji pola magnetycznego wstępnego modelu generatora w znamionowym trybie pracy

wody przez żłobki stojana. Przeanalizowano zastosowanie drutu z grubą izolacją marki NSW HT4, ze względu na to, że uzwojenie jest całkowicie zanurzone w wodzie. Gruba izolacja (~0.5 mm) ma wpływ na wypełnienie żłobka stojana. Dla liczby żłobków $Q_s=48$ drut z grubą izolacją nie pasuje z powodu bardzo dużego wypełnienia żłobka. Rozwiązanie bezpośredniego chłodzenia wodą zostało odrzucone.

3. Wariant 2 – stojan chłodzony wodą

Wykroj blachy stojana, uzwojenie i chłodzenie w generatorze są współzależne. Projektując układ magnetyczny i uzwojenia należy uwzględnić sposób chłodzenia.

Trzecim sposobem chłodzenia stojana, stosowanym w maszynach elektrycznych, jest chłodzenie wodą poprzez dodatkowy kanał chłodzący. Kanały chłodzące wymagają miejsca. Aby nie zwiększać średnicy kadłuba należy zmniejszyć średnicę zewnętrzną jarzm, jest to drugi wariant projektu generatora.

3.1. Zwiększenie liczby biegunów

Średnicę zewnętrzną jarzma można zmniejszyć zwiększając liczbę biegunów do $2p=16$. Wówczas jarzmo będzie mieć mniejszą grubość, lecz częstotliwość napięcia wzrośnie do 133.3 Hz.

Obliczenia indukcji magnetycznej w obwodzie magnetycznym generatora pozwoliły określić minimalną wartość średnicy zewnętrznej blachy na około 470 mm (tab. 2). W projekcie została wykorzystana blacha z innego projektu Łukasiewicza GIT, o średnicy zewnętrznej 476 mm, opracowana dla liczby biegunów $2p=16$ i liczby żłobków $Q_s=96$. Liczba żłobków na biegun i fazę $q=2$.

Do takiej blachy pasuje drut ze zwykłą izolacją, na przykład DN2E180. Uzwojenie musi być impregnowane żywicą epoksydową ze względu na duże prawdopodobieństwo przedostania się wody. Z tego samego powodu magnesy muszą być również pokryte żywicą.

Wykonane obliczenia generatora z kanałem chłodzącym w kadłubie, przez który przepływa woda, umożliwi osiągnięcie temperatury w uzwojeniu generatora równej ~70°C. Zdecydowano, że wybór chłodzenia wodnego poprzez osobny kanał chłodzący będzie najlepszym rozwiązaniem i zaimplementowano go do rozwiązania konstrukcyjnego.

3.2. Obliczenia elektromagnetyczne wybranej konstrukcji generatora

Według projektu optymalna konstrukcja generatora obejmuje (rys. 5):

- Stojan; średnica zewnętrzna $D_{sz}=476$ mm (wielkość mechaniczna 280 mm), liczba żłobków $Q_s=96$ i liczba biegunów $2p=16$;
- uzwojenie rozłożone;
- uzwojenie i magnesy, w celu zabezpieczenia przed wnikaniem wody, są impregnowane żywicą w technologii próżniowo-ciśnieniowej (VPI);
- układ chłodzenia generatora jest wodny, część wody wchodzącej do turbiny chłodzi stojan, wysięg czół wynosi 45 mm.

Optymalny kąt magnesu dobrano według kryterium współczynnika THD (ang. Total Harmonic Distortion). W stojanie generatora jest skos o jednej podziałce żłobkowej. Obliczenia elektromagnetyczne wykonano dla stanu obciążenia generatora, poprzez połączenie faz uzwojenia z rezystorami $R_{LOAD}=7.9$ Ohm. Rozkład indukcji przedstawiono na rys. 5. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono przebiegi czasowe prądów i napięć fazowych na zaciskach generatora przy pracy znamionowej.

Wartość współczynnika THD napięcia wynosi 2.3% i spełnia założone wymagania. Tętnienie momentu obrotowego wynosi 6%. Obliczona sprawność generatora $\eta=94.3\%$ jest większa niż sprawność modelu 1.

Analiza harmoniczna napięcia biegu jałowego wykazała, że maksymalna wartość trzeciej harmonicznej w stosunku do pierwszej wynosi 7.5% – (rys. 8).

Wyniki obliczeń elektromagnetycznych (tab. 3) wykazały, że finalna wersja konstrukcji generatora spełnia wszystkie wymagania klienta.

4. Koncepcyjny model 3D generatora

Na podstawie ostatecznych wyników obliczeń elektromagnetycznych opartych na wcześniej ustalonych założeniach dotyczących pracy generatora: średnicy zewnętrznej wirnika turbiny wodnej, sposobu chłodzenia, utworzono koncepcyjny model 3D konstrukcji generatora. Dodatkowo podczas tworzenia modelu 3D kierowano się dodatkowymi wytycznymi takimi jak: praca generatora na łożyskach ślizgowych przystosowanych do pracy w wodzie lub w warunkach suchych; możliwość zastosowania uszczelnień obrotowych wnętrza korpusu generatora;

reklama

SPIROL®

Sprężyste Kołki Zwijane

JEDYNY zaprojektowany kołek o jednolitej wytrzymałości i elastyczności dla optymalnej wydajności

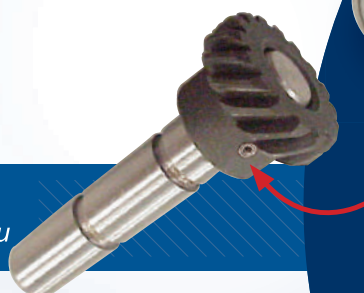
Zaprojektowany by:

- Zmaksymalizować retencję
- Pochłaniać wstrząsy i wibracje
- Ułatwić instalację
- Zmniejszyć koszty produkcji
- Wydłużyć żywotność montażu
- Dostępne w wersji wysokowęglowej, nierdzewnej oraz stali stopowej



Dostępne w wykonaniu lekkim, standardowym oraz heavy duty

Przykład zastosowania: Sprężysty Kołek Zwijany w podzespole przekładni wału



Inżynierowie aplikacji firmy SPIROL pomogą w opracowaniu wysokiej jakości mocowań i rozwiązań montażowych. **Skontaktuj się z nami już dziś!**



Odwiedź SPIROL.com!

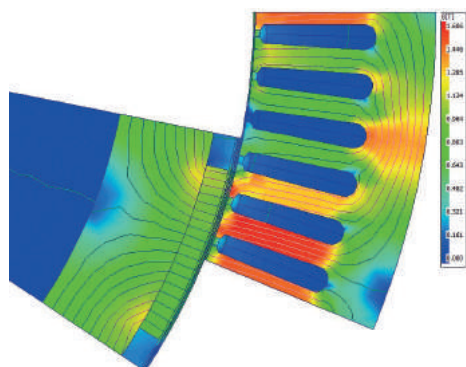
info-pl@spirol.com 0 510 039 345

Tab. 1. Wyniki obliczeń elektromagnetycznych 7 modeli

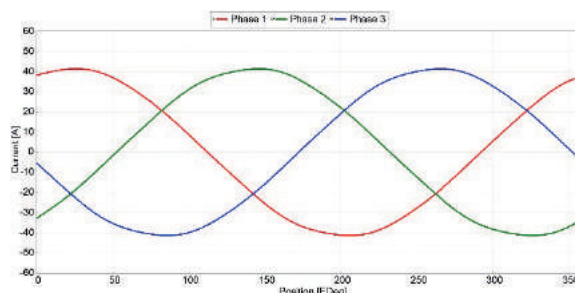
Wstępne obliczenia parametrów generatora	nr 1	nr 2	nr 3	nr 4	nr 5	nr 6	nr 7
Temperatura uzwojenia stojana, T_{uzw} [°C]	120	120	120	120	120	120	120
Temperatura magnesów, T_{mag} [°C]	100	100	100	100	100	100	100
Prędkość, n [obr./min]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Częstotliwość, f [Hz]	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67
Liczba biegunów, $2p$ [-]	8	8	8	8	8	8	8
Średnica wewnętrzna stojana, D_{sw} [mm]	380	375	370	360	358	355	370
Średnica zewnętrzna stojana, D_{sz} [mm]	540	540	540	540	540	540	520
Długość stojana, L_{fe} [mm]	40	41	42	46	49	57	42
Średnica zewnętrzna wirnika, D_{RZ} [mm]	363	358	353	343	341	338	353
Średnica wewnętrzna wirnika, D_{RW} [mm]	300	300	300	300	300	300	300
Grubość jarzma wirnika, H_{RJ} [mm]	31.5	29	26.5	21.5	20.5	19	26.5
Liczba żłobków stojana, Q_s [-]	48	48	48	48	48	48	48
Skos stojana, β [°]	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Szczelina powietrzna, δ [mm]	2	2	2	2	2	2	2
Moment mechaniczny, M_{mech} [Nm]	226.1	227.4	225.3	216.7	217.8	219.2	226.5
Moc elektryczna, P_{el} [W]	20820	20949	20784	20036	20067	20003	20892
Moc mechaniczna, P_{mech} [W]	23679	23814	23589	22694	22804	22950	23718
Napięcie międzyfazowe, U_{LL} [V]	400.2	400.2	400.4	400.8	400.2	400.8	400.5
Prąd fazowy, I_f [A]	30.19	30.38	30.18	29.51	29.92	30.84	30.43
Sprawność, η [%]	87.9	88.0	88.1	88.3	88.0	87.2	88.1
Współczynnik mocy, $\cos\phi$ [-]	1	1	1	1	1	1	1
Gęstość prądu, J [A/mm ²]	5.054	5.086	5.053	4.941	5.009	5.163	5.094

Tab. 2. Wyniki obliczeń elektromagnetycznych dla uzwojenia $Q_s=96$ i $2p=16$

Średnica zewnętrzna stojana, D_{sz} [mm]	Średnica wewnętrzna stojana, D_{sw} [mm]	Maksymalna wartość indukcji w zębie, B_z [T]	Maksymalna wartość indukcji w jarzmie stojana, B_{DJ} [T]	Maksymalna wartość indukcji w jarzmie wirnika, B_{RJ} [T]
520	370	1.7	1.08	1.2
500	370	1.7	1	1.2
500	360	1.7	1	1.2
500	350	1.7	1.1	1.4
480	350	1.7	1.2	1.3
470	350	1.7	1.4	1.3
460	350	1.7	2	1.37
460	340	1.7	1.3	1.8



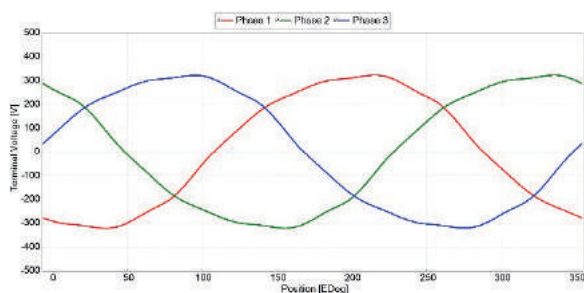
Rys. 5. Rozkład indukcji pola magnetycznego generatora w znamionowym trybie pracy, $P_{el}=20$ kW, $U_{LL}=400$ V, $n=1000$ obr./min, $D_{sz}=476$ mm



Rys. 6. Przebiegi czasowe prądów fazowych I_f na zaciskach generatora przy pracy znamionowej

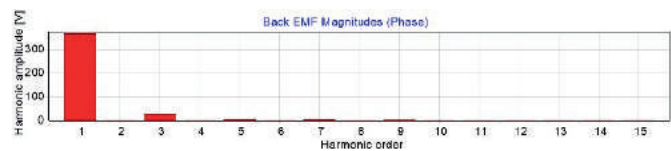
Tab. 3. Wyniki obliczeń generatora

Obliczenia parametrów generatora	Wartość
Temperatura uzwojenia stojana, T_{uzw} [°C]	74
Temperatura magnesów, T_{mag} [°C]	43
Prędkość, n [obr./min]	1000
Częstotliwość, f [Hz]	133.3
Liczba biegunów, $2p$ [-]	16
Średnica wewnętrzna stojana, D_{sw} [mm]	372
Średnica zewnętrzna stojana, D_{sz} [mm]	476
Długość stojana, L_{fe} [mm]	35
Średnica zewnętrzna wirnika, D_{RZ} [mm]	355
Średnica wewnętrzna wirnika, D_{RW} [mm]	300
Liczba żłobków stojana, Q_s [-]	96
Skos stojana, β [°]	3.75
Szczelina powietrzna, δ [mm]	2
THD napięcia międzyfazowego, [%]	2.3
Tętnienie momentu, M_T [%]	6
Moc elektryczna, P_{el} [W]	20545
Napięcie międzyfazowe, U_{LL} [V]	403.7
Prąd fazowy, I_f [A]	29.37
Sprawność, η [%]	94.3
Współczynnik mocy, $\cos\phi$ [-]	1
Gęstość prądu, J [A/mm ²]	5.8

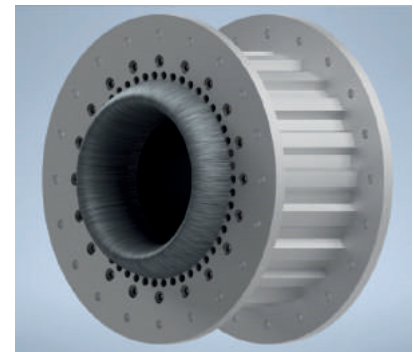
Rys. 7. Przebiegi czasowe napięć fazowych U_1 na zaciskach generatora przy pracy znamionowej

łatwy montaż do instalacji klienta; minimalna liczba elementów składowych.

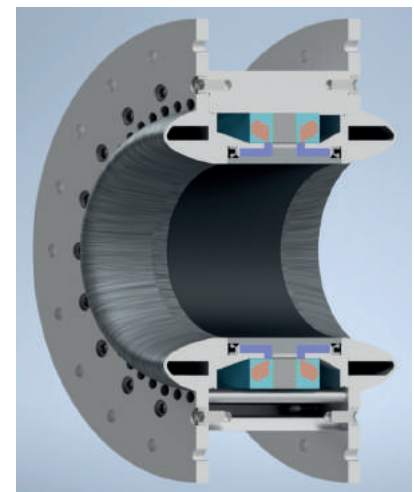
Zaproponowany model koncepcyjny składa się z aluminiowego korpusu, w którym został umieszczony stojan zalany żywicą – rys. 9. Korpus posiada osiowe otwory przelotowe stanowiące układ chłodzenia, wykorzystujący część wody turbiny. Korpus zamykany jest z obu stron poprzez aluminiowe tarcze łożyskowe wlotowe i wylotowe (każda tarcza łożyskowa posiada demontowaną osłonę, która pełni funkcję ochronną obrotowych uszczelnień wałowych oraz kierownicy regulującej przepływ wody na łopatki wirnika i kanały chłodzące) za pomocą śrub gniazdowych. Tarcze łożyskowe pełnią wiele funkcji: są oprawami dla łożysk ślizgowych, gniazdami obrotowych

Rys. 8. Składowe harmoniczne SEM fazy E_1 przy temperaturze otoczenia 20°C na biegu jałowym

Rys. 9. Wizualizacja zewnętrznego koncepcyjnego modelu korpusu generatora



Rys. 10. Przekrój koncepcyjnego modelu generatora - brak łopatek wirnika



uszczelnień wałowych oraz umożliwia połączenie całego generatora do instalacji klienta. Kolejnym elementem generatora jest wirnik w postaci wałka drążonego osadzonego na łożyskach ślizgowych. W wewnętrznej części wału umocowano łopatki turbiny, natomiast na zewnętrznej części umieszczono magnesy, które zalano w żywicę epoksydową. Specyficzna budowa wału generatora powoduje, że jest on jednocześnie wirnikiem turbiny i wirnikiem generatora.

Na rysunku 10 przedstawiono wizualizację modelu 3D generatora.

W dalszych pracach nad rozwiązaniami konstrukcyjnymi generatora przewidziano obliczenia numeryczne przepływowe oraz cieplne.

6. Podsumowanie

W artykule opracowano koncepcję kompaktowego hydrogeneratora dla elektrowni wodnej o mocy 20 kW [1]. Generator został obliczony na podstawie wymaganych danych wejściowych klienta: średnica wewnętrzna wirnika, napięcie międzyfazowe, moc elektryczna, średnica i prędkość obrotowa turbiny. Określono optymalną średnicę zewnętrzną stojana. Rozważano różne konstrukcje generatora. Wybrano: wykrój blachy stojana $Q=96$, uzwojenie ($q=2$) i układ chłodzenia. Obliczenia elektromagnetyczne wykonano z wykorzystaniem analizy metodą elementów skończonych (MES), a model 3D zamodelowano w oprogramowaniu CAD.

W celu dalszej optymalizacji konstrukcji generatora należy zwrócić uwagę na uzwojenie stojana o liczbie ułamkowej $q=2.4$. Instytut Łukasiewicz GIT ma doświadczenie w projektowaniu generatora z uzwojeniem: $Q=72$ $2p=10$, którego współczynnik uzwojenia wynosi 0.954. Częstotliwość napięcia przy $n=1000$ obr./min jest równa $f=83.3$ Hz. Analiza porównawcza parametrów dwóch generatorów o $q=2.4$ i $q=2$ pod względem mechanicznym i elektrycznym pozwoli wybrać korzystniejszy wariant.

Literatura

- [1] Gawron S., Glinka T.: Wodny agregat prądotwórczy. Patent PL 228937 z dnia 06.12.2017.
- [2] Glinka T.: Maszyny elektryczne wzbudzone magnesami trwałymi, Wydawnictwo Naukowe PWN 2018.
- [3] Gawron S.: Innowacyjne projekty maszyn elektrycznych z magnesami trwałymi i ich praktyczne zastosowania, Maszyny

- Elektryczne – Zeszyty Problemowe, Nr 1/2016 (109), str. 1 – 10.
- [4] Rossa R., Król E.: Prądnice synchroniczne z magnesami trwałymi umieszczonymi wewnątrz wirnika, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne, Nr 80/2008.
- [5] Абрамов А.И., Иванов-Смоленский А.В.: Проектирование гидрогенераторов и синхронных компенсаторов, Издательство: Высшая школа, 389 стр. 2001 г.
- [6] Dobzhanskiy O., Grebenikov V., Gouws R., Gamalilia R., Hossain E., Comparative thermal and demagnetization analysis of the PM Machines with neodymium and ferrite magnets, Energies 2022, 15, 4484.
- [7] Krzyżanowski W. A.: Turbiny wodne – Konstrukcja i zasady regulacji, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1971.
- [8] Łaski A.: Elektrownie wodne – rozwiązania i dobór parametrów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1971.
- [9] Praca zbiorowa: Mały Poradnik Mechanika, Tom 1 – Nauki Matematyczno-Fizyczne; Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1985.
- [10] Materiały informacyjne <https://www.emetor.com/windings/>

mgr inż. Petr Bogatyrev

dr inż. Stanisław Gawron

mgr inż. Jan Golec

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny

Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych

ul. K. Miarki 12-14; 44-100 Gliwice

artykuł recenzowany

Wydarzenia

SKOK NA NOWĄ TECHNOLOGIĘ

Na początku tego roku naukowcy z Uniwersytetu Illinois stworzyli kilka miniaturowych robotów, które wykorzystywały bioniczny mechanizm do wykonywania imponujących skoków.

Twórcy zmodyfikowali swoje projekty, tworząc roboty skaczące na bardzo duże odległości, potencjalnie umożliwiając im pokonywanie nierównego terenu. Podobnie jak wcześniejsze konstrukcje zostały stworzone przez zespół kierowany przez profesora Sameha Tawficka.

Poprzednie wynalazki posiadały konfiguracje inspirowane chrząszczami sprężykowatymi, w ramach których miniaturowy

siłownik w kształcie cewki napinał bellowy mechanizm. W miarę jak był coraz mocniej dokręcany, mechanizm stopniowo się wyginał magazynując energię sprężystą. Gdy osiągał pewien próg, cała zgromadzona energia była nagle uwalniana i wzmacniana, co powodowało wyrzut robota w górę.

W nowych robotach zastosowano podobny system, choć inspirowany był sprężystymi nogami szarańczy. Sercem układu jest wydrukowany w 3D czteropiętowy łącznik z elastomeru, który jest wstępnie naprężony poprzez obrót zwiniętego siłownika wykonanego z nylonowej żyłki wędkarskiej poddanej obróbce cieplnej. Po uwolnieniu

zmagazynowanej energii sprężystej robot wykonuje skok pokonując znacznie większą odległość w poziomie niż jego poprzednicy inspirowani chrząszczami.

Tawfick i jego współpracownicy zbudowali i przetestowali 108 takich robotów, z których najmniejszy ważył zaledwie 0,216 grama i był w stanie skoczyć na odległość 60 razy większą niż długość jego ciała. Istnieje nadzieja, że zasilane bateryjnie i wyposażone w czujniki następne generacje robotów mogą pewnego dnia znaleźć zastosowanie w aplikacjach, takich jak monitorowanie upraw lub wykonywanie wewnętrznych inspekcji maszyn.

Źródło: newatlas

O narzędziach i recyklingu na Targach INNOFORM® w Bydgoszczy

Gospodarka Obiegu Zamkniętego (GOZ) to temat, który nie schodzi z ust osób zawodowo związanych z przemysłem oraz jest jednym z głównych kierunków strategicznego myślenia o rozwoju gospodarki Unii Europejskiej. Ponieważ rozwój branży formierskiej jest bezpośrednio związany z przetwórstwem tworzyw i ich recyklingiem, organizatorzy postanowili poszerzyć tegoroczne Targi INNOFORM® o Salon Recyklingu Tworzyw Sztucznych. O narzędziach specjalnych, przetwórstwie tworzyw i recyklingu porozmawiają w dniach 16 – 18 kwietnia 2024 r. w Bydgoszczy najlepsi specjaliści.

Bydgoskie Centrum Targowo-Wystawiennicze ponownie będzie gościć narzędziowców i przetwórców tworzyw sztucznych. To ważne branżowe wydarzenie odbywa się w regionie, w którym działa prawie 1000 przedsiębiorstw z tej branży. Wszyscy zgodnie potwierdzają, że na Targach INNOFORM® nie brakuje dobrze zorientowanych i zainteresowanych ofertą

klientów. Targi to także arena promocji branżowych nowości. W tym roku zwiedzający będą mogli zobaczyć m.in. magnetyczny system mocowania form wtryskowych QMC 123, czy FASTCOOL®-10 – nowy gatunek stali narzędziowej o wysokiej przewodności cieplnej.

Targi INNOFORM® słyną z bogatego programu merytorycznego. Pierwszego dnia targów odbędzie się konferencja branżowa pt. „Recykling tworzyw w gąszczu regulacji. Jeszcze szczytna idea czy już utopia?”. Dotyczyć będzie tematu recyklingu, wymagań związanych z ochroną środowiska i tego, jak te wszystkie regulacje wpływają na działalności i dalszy rozwój branży tworzyw polimerowych. Drugiego dnia targów organizatorzy zapraszają na Giełdę Kooperacyjną. Formuła kilkunastominutowych spotkań B2B pomiędzy przedsiębiorcami to doskonała okazja do zapoczątkowania owocnej relacji biznesowej.

Szczegółowe informacje, w tym lista wystawców oraz bezpłatna rejestracja gości dostępne są na stronie www.innoform.pl



reklama



Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny



Pomiar częstotliwości prądu wirnika i obliczenie parametrów pracy silnika indukcyjnego klatkowego

Tadeusz Glinka, Adam Decner

1. Wstęp

Silniki indukcyjne klatkowe zasilane bezpośrednio z sieci elektroenergetycznej, zainstalowane w różnych układach napędowych, pracują przy stałej prędkości obrotowej i nie mają pomiaru prędkości obrotowej, gdyż pomiar ten jest zbędny. Natomiast w różnych pomiarach testowych, np. maszyny roboczej zainstalowanej na stanowisku pracy napędzanej silnikiem, zachodzi potrzeba określenia: prędkości obrotowej n , momentu T i mocy P maszyny roboczej. Największy problem stwarza bezpośredni pomiar momentu. Jeśli jest dostęp do wału, wówczas na wale nakleja się tensometry i instaluje układ pomiaru i transmisji sygnału z wału do aparatury pomiarowej. Pozostaje do rozwiązania cechowanie układu pomiarowego.

W artykule [1] autorzy proponują bezkontaktowe wyznaczenie momentu obciążenia silnika indukcyjnego na stanowisku pracy w oparciu o pomiar strumienia poosiowego. Na tarczy łożyskowej zamocowali cewkę pomiarową i na stacji prób zmierzili charakterystykę wartości skutecznej napięcia indukowanego w cewce pomiarowej w funkcji moment obciążenia silnika. Charakterystyka ta jest zbliżona do linii prostej. Tym samym wykazali, że metoda bezkontaktowa pomiaru momentu obciążenia silników może być aplikowana w pomiarach na stanowiskach pracy silników, w tym także w pomiarach realizowanych on-line. Niedogodnością tej metody pomiaru momentu jest to, że cewka musi być wcześniej na stałe zamocowana na tarczy łożyskowej, a charakterystykę wzorcową, napięcia w funkcji momentu, należy wcześniej wyznaczyć na stacji prób.

W tym artykule proponujemy bezkontaktowy pomiar częstotliwości prądu wirnika. Pomiar taki można wykonywać na stanowiskach pracy silników indukcyjnych klatkowych. Znacząc częstotliwość prądu w uzwojeniu wirnika i dane znamionowe silnika, można określić bieżące parametry obciążenia silnika: prędkość obrotową, moment i moc. Do pomiaru częstotliwości prądu wirnika wykorzystamy cewkę pomiarową strumienia poosiowego przykładaną na czas pomiaru do zewnętrznej strony tarczy łożyskowej. Cewka nie musi być zamontowana na stałe i nie wymaga cechowania.

2. Pomiar częstotliwości prądu wirnika

Wirnik silnika indukcyjnego klatkowego, po obydwóch stronach jarzma, ma pierścienie zawierające pręty uzwojenia. Oś pierścieni pokrywa się z osią wału silnika. W czasie pracy silnika w pierścieniach płynie prąd I_{p2} , którego wartość na obwodzie zmienia się schodkowo, od pręta do pręta, według

Streszczenie: Silniki indukcyjne klatkowe, zasilane wprost z sieci elektroenergetycznej, nie mają pomiaru prędkości obrotowej. Istnieje możliwość pomiaru częstotliwości f_2 prądu wirnika. Pomiar bazuje na strumieniu osiowym czół uzwojeń wirnika $\Phi_{\sigma 2}$ i stojana $\Phi_{\sigma 1}$. Strumień $\Phi_{\sigma 1}$ ma podstawową harmoniczną $f_1 = 50$ Hz, a strumień $\Phi_{\sigma 2}$ częstotliwość f_2 . Cewkę, o dużej liczbie zwojów, przykładana się do tarczy łożyskowej koncentrycznie z osią wału silnika. Za pomocą cewki mierzone jest napięcie e indukowane przez strumień ($\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1}$). Składową napięcia $e_{\sigma 2}$ proporcjonalną do strumienia $\Phi_{\sigma 2}$ wirnika uzyskuje się z filtru dolnoprzepustowego. Z przebiegu $e_{\sigma 2}$ odczytywany jest okres τ_2 i obliczana jest częstotliwość f_2 . Bazując na parametrach znamionowych silnika i częstotliwości f_2 obliczane są parametry na wale silnika: prędkość obrotowa n , moment T i moc P .

Słowa kluczowe: silnik indukcyjny klatkowy, pomiar napięcia indukowanego przez strumień osiowy, częstotliwość prądu wirnika, parametry na wale silnika.

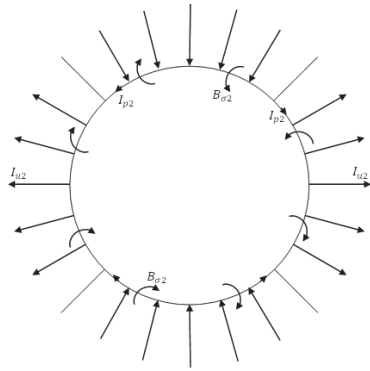
Summary: Squirrel-cage induction motors, powered directly from the power grid, do not measure the rotational speed. It is possible to measure the frequency f_2 of the rotor current. The measurement is based on the axial flux of the winding fronts of the rotor $\Phi_{\sigma 2}$ and the stator $\Phi_{\sigma 1}$. The flux $\Phi_{\sigma 1}$ has the fundamental harmonic $f_1 = 50$ Hz, and the flux $\Phi_{\sigma 2}$ has the frequency f_2 . A coil with a large number of turns is applied to the bearing shield concentrically with the axis of the motor shaft. The coil measures the voltage e induced by the flux ($\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1}$). The voltage component $e_{\sigma 2}$ proportional to the rotor flux $\Phi_{\sigma 2}$ is obtained from the low-pass filter. The period τ_2 is read from the waveform $e_{\sigma 2}$ and the frequency f_2 is calculated. Based on the nominal parameters of the motor and the frequency f_2 , the parameters on the motor shaft are calculated: rotational speed n , torque T and power P .

Keywords: squirrel-cage induction motor, measurement of the voltage induced by axial flux, rotor current frequency, parameters on the motor shaft.

sinusoidy. Kierunek przepływu prądu pod sąsiednimi biegunami jest przeciwny – rysunek 1. Prąd I_{p2} w pierścieniu wiruje, względem jarzma wirnika, z prędkością kątową $\omega_2 = 2\pi f_2$.

Jak widać z rysunku 1, prąd w pierścieniu tylko na $1/2p = 1/4$ obwodu pierścienia płynie w jednym kierunku, a pod sąsiednimi biegunami ma kierunek przeciwny. Prąd I_{p2} wzbudza wokół łuku pręta $1/2p$ indukację $B_{\sigma 2}$. Kierunek indukcji $B_{\sigma 2}$

Rys. 1. Uzwojenie wirnika o liczbie par biegunów $p = 2$, prądy I_{u2} w prętach uzwojenia wirnika powodują, że prąd I_{p2} na obwodzie pierścienia zmienia się schodkowo



pod sąsiednimi biegunami jest przeciwny. Rozkład indukcji $B_{\sigma 2}$ w przestrzeni tarczy łożyskowej tworzy strumień rozproszenia pierścienia $\Phi_{\sigma 2}$. Sumaryczny prąd pierścienia jest równy zero i nie wzbudza strumienia. Prąd pierścienia I_{p2} i strumień rozproszenia $\Phi_{\sigma 2}$ zmieniają się z częstotliwością f_2 . Strumień rozproszenia $\Phi_{\sigma 2}$ oprócz podstawowej częstotliwości f_2 ma składową o częstotliwości żłobkowej f_{z2} , wynika to ze schodkowej zmiany prądu pod biegunami.

W przestrzeni między jazmem wirnika i tarczami łożyskowymi jest także strumień rozproszenia $\Phi_{\sigma 1}$ czoł uzwojenia stojana, jest to strumień wirujący z prędkością kątową $\omega_1 = 2\pi f_1$. Strumień rozproszenia $\Phi_{\sigma 1}$ oprócz podstawowej częstotliwości f_1 ma składową o częstotliwości żłobkowej stojana f_{z1} . Ponadto strumienie $\Phi_{\sigma 2}$, $\Phi_{\sigma 1}$ zawierają składowe determinowane asymetrią uzwojenia wirnika (np. przy uszkodzonych połączeniach prętów z pierścieniami) i składowe reluktancyjne wynikające z tolerancji technologicznych wykonania obwodu magnetycznego maszyny. Strumienie $\Phi_{\sigma 2}$, $\Phi_{\sigma 1}$ mają zatem swoje harmoniczne. Z rozważań wynika, że strumień $\Phi_{\sigma 2} \ll \Phi_{\sigma 1}$, a częstotliwość jego zmiany $f_2 < 1$ Hz, gdyż jest to częstotliwość poślizgowa $f_2 = s f_1$ wirnika względem strumienia wirującego stojana. Strumień sumaryczny ($\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1}$) wychodzi częściowo na zewnątrz tarcz łożyskowych i względem cewki pomiarowej, przyłożonej do tarczy łożyskowej, jest strumieniem zmiennym i indukuje w cewce napięcie e . Sam strumień $\Phi_{\sigma 2}$, z uwagi na małą wartość i bardzo małą częstotliwość, jest praktycznie niemierzalny. W znamionowych warunkach pracy silnika poślizg $s_N \approx (0,005 \div 0,010)$, a częstotliwość $f_2 \approx (0,025 \div 0,5)$ Hz. Dzięki temu, że strumień $\Phi_{\sigma 2}$ moduluje strumień $\Phi_{\sigma 1}$, który ma większą wartość i częstotliwość $f_1 = 50$ Hz można mierzyć strumień $\Phi_{\sigma 2}$. W cewce pomiarowej o liczbie zwojów $N > 1000$ strumień ($\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1}$) indukuje napięcie:

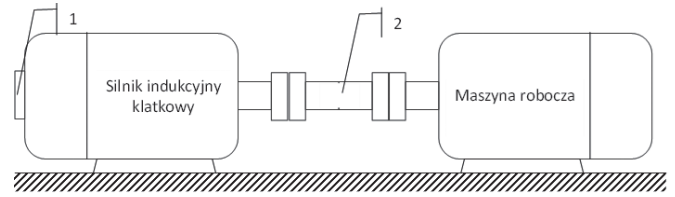
$$e = N \frac{d(\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1})}{dt} \quad (5)$$

W przebiegu e zawarta jest składowa napięcia:

$$e_{\sigma 2} = N \frac{d\Phi_{\sigma 2}}{dt}, \quad (5)$$

z której określamy częstotliwości f_2 .

Napięcie e indukowane w cewce pomiarowej jest zmodulowane napięciem $e_{\sigma 2}$ i dzięki temu można zmierzyć częstotliwość modulacji f_2 . Najprostszą metodą pomiaru jest przyłączyć do



Rys. 2. Bezdotykowy pomiar napięcia e indukowanego w cewce 1 przez strumień osiowy i pomiar momentu na wale 2

cewki pomiarowej magnetoelektryczny woltomierz prądu stałego z zerem w środku skali. Wskazówka woltomierza będzie się wahać z częstotliwością f_2 . Mierząc stoperem np. czas k okresów τ_2 określimy stosunkowo dokładnie częstotliwość:

$$f_2 = \frac{k}{(k\tau_2)} \quad (5)$$

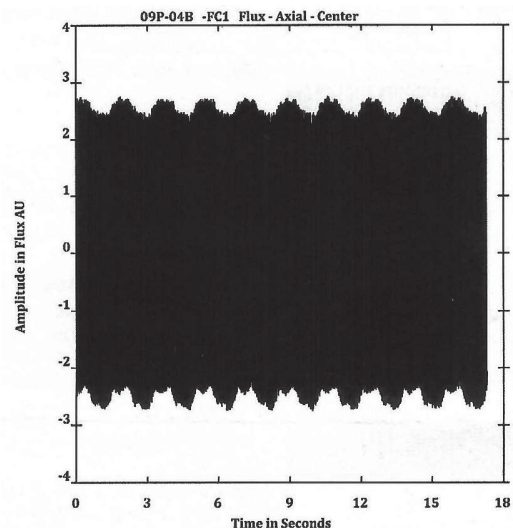
Można także wykorzystać filtr dolnoprzepustowy napięcia e i w ten sposób uzyskać przebieg napięcia $e_{\sigma 2}$.

Częstotliwość f_2 umożliwia, bazując na parametrach znamionowych silnika, obliczyć parametry na wale: prędkość obrotową n , moment T i moc P silnika.

Na rysunku 2 przedstawiono stanowisko pomiarowe napięcia e indukowanego przez strumień osiowy ($\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1}$) w cewce pomiarowej przyłożonej do tarczy przeciwnapędowej silnika indukcyjnego klatkowego. Na wale silnika lub maszyny roboczej, jeśli jest to możliwe, można zainstalować tensometryczny układ pomiaru momentu T i wykorzystując częstotliwość f_2 wyskalować go:

$$T = \frac{f_2}{f_{2N}} T_N \quad (5)$$

Przykładowy przebieg napięcia e zarejestrowany na cewce pomiarowej przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Przebieg napięcia e indukowanego przez strumień osiowy ($\Phi_{\sigma 2} + \Phi_{\sigma 1}$) silnika klatkowego [3]

W widmie napięcia e widoczna jest częstotliwość f_2 prądu wirnika. Częstotliwość f_2 obliczamy z przebiegu e przedstawionego na rysunku 3 z $k = 9$ okresów modulacji, $9\tau_2 = 15,8$ s.

$$f_2 = \frac{9}{(9\tau_2)} = \frac{9}{(15,8)} = 0,57 \text{ Hz} \quad (5)$$

Na rysunku 4 przedstawiono cewkę pomiarową i dwie możliwości pomiaru okresu τ_2 zmiany napięcia $e_{\sigma 2}$.

3. Określenie parametrów pracy silnika

Zmierzoną częstotliwość f_2 prądu wirnika, z rysunku 3, wykorzystamy do obliczenia parametrów pracy silnika.

Prędkość obrotowa n jest liniową funkcją częstotliwości f_2 :

$$n = \left(1 - \frac{f_2}{f_1}\right) n_1 = (1 - s)n_1 \quad (5)$$

Charakterystyka mechaniczna silnika $T = f(s)$ w zakresie poślizgów $0 < s < 1,5s_N$ jest liniowa:

$$T = \frac{f_2}{f_{2N}} T_N = \frac{s}{s_N} T_N \quad (5)$$

i na płaszczyźnie (n, T) przechodzi przez punkty: $[n_1, 0]$ i $[n_N, T_N]$.

Moc mechaniczna P_2 na wale silnika:

$$P_2 = \omega_m T = \pi \frac{n}{30} T = \frac{(1-s)s}{s_N} P_N \quad (5)$$

Poszczególne symbole oznaczają:

$n_1 = (60f_1)/p$ – prędkość synchroniczną,

p – liczbę par biegunów,

T – moment obciążenia,

s – poślizg wirnika względem strumienia wirującego.

3.1 Przykład

Silnik indukcyjny klatkowy Sf 450 Y6 ma parametry znamionowe: $P_N = 800$ kW; $U_N = 6$ kV; $f_1 = 50$ Hz; $n_N = 991$ obr./min; $T_N = 7713$ N·m; $\eta_N = 95,3\%$; $\cos\varphi_N = 0,89$; $I_N = 90,8$ A; $T_f/T_N = 1,0$; $I_f/I_N = 5,6$; $T_{\max}/T_N = 2,3$; $J = 6,7$ kgm²; $m = 4310$ kg; opisane z katalogu [2]. Z prędkości znamionowej silnika wynika, że silnik ma liczbę par biegunów $p = 3$, a prędkość synchroniczna wynosi $n_1 = 1000$ obr./min.

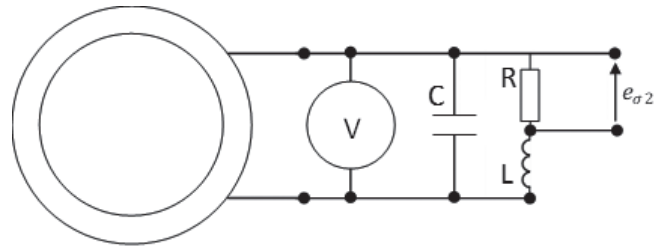
Poślizg znamionowy:

$$s_N = \frac{n_1 - n_N}{n_1} = \frac{1000 - 991}{1000} = 0,009 \quad (5)$$

Silnik napędza maszynę roboczą. Częstotliwość prądu wirnika $f_2 = 0,57$ Hz.

Poślizg:

$$s = \frac{f_2}{f_1} = \frac{0,57}{50} = 0,0114 \quad (5)$$



Rys. 4. Cewka pomiarowa i układ do pomiaru okresu τ_2 : woltmierzem V napięcia stałego bądź filtrem dolnoprzepustowym CLR

Punkt pracy na charakterystyce mechanicznej: prędkość obrotowa wirnika

$$n = \left(1 - \frac{0,57}{50}\right) 1000 \approx 989$$

moment obciążenia

$$T = \frac{0,0114}{0,009} 7713 = 9770 \text{ Nm}$$

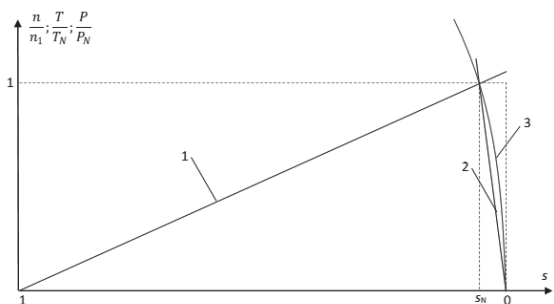
moc na wale silnika

$$P_2 = \pi \frac{989}{30} 9770 \cdot 10^{-3} = 1011 \text{ kW}$$

$$\frac{P_2}{P_N} = \frac{1011}{800} = 1,26 \quad (5)$$

Silnik jest przeciążony o około 26%.

Charakterystyka mechaniczna $T = f(n)$ silnika jest przedstawiona na rysunku 5.



Rys. 5. Charakterystyki mechaniczne silnika, w jednostkach względnych, w funkcji poślizg: 1 – prędkość obrotowa n/n_1 , 2 – moment T/T_N , 3 – moc P/P_N

4. Podsumowanie


Silniki indukcyjne klatkowe, zasilane wprost z sieci elektroenergetycznej, nie są wyposażane w przetworniki pomiaru prędkości obrotowej, a warunki w których silnik jest zabudowany (np. kombajn górniczy) uniemożliwiają wykonanie bezpośredniego pomiaru prędkości obrotowej. Bezdotkowy pomiar częstotliwości f_2 prądu wirnika rozwiązuje ten problem. Częstotliwość f_2 jest źródłem informacji o prędkości obrotowej n , momencie obciążenia T i mocy mechanicznej P silnika. Pomiar częstotliwości f_2 prądu wirnika bazuje na strumieniu rozproszenia czoł uzwojeń wirnika $\Phi_{\sigma 2}$ i stojana $\Phi_{\sigma 1}$ wychodzącego poza tarczę łożyskową. Strumień $\Phi_{\sigma 1}$ ma podstawową częstotliwość $f_1 = 50$ Hz, a strumień $\Phi_{\sigma 2}$ ma częstotliwość f_2 prądu wirnika. Pomiar

napięcia e indukowanego przez strumień ($\Phi_{o2} + \Phi_{o1}$) wykonuje się cewką o dużej liczbie zwojów, korzystnie $N > 1000$. Cewkę przykładamy do tarczy łożyskowej koncentrycznie z osią wału silnika. Składową napięcia e_{o2} proporcjonalną do prądu I_2 wirnika uzyskuje się poprzez filtr dolnoprzepustowy. Z przebiegu e_{o2} odczytuje się okres τ_2 i oblicza częstotliwość f_2 . Bazując na parametrach znamionowych silnika i częstotliwości f_2 oblicza się parametry na wale silnika: prędkość obrotową n , moment T i moc P .

Literatura

- [1] Petryna J., Sułowicz M., Duda A., Ławrowski Z., Guziec K.: Bezkontaktowe wyznaczenie momentu obciążenia silnika indukcyjnego na stanowisku pracy w energetyce w oparciu o pomiar strumienia poosiowego. *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe* ISSN 0239-3646, nr 2/2019, ss. 87 – 90.
- [2] Katalog silników Cantoni Grup, Zakład Emit
- [3] Biernat A., Góralski P.: Zastosowanie pomiaru strumienia osiowego do

okresowej diagnostyki silników indukcyjnych w zakładach przemysłowych. *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe* ISSN 0239-3646, nr 4/2014, ss. 247 – 252.

 Tadeusz Glinka, Adam Decner.
Łukaszewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny, Gliwice

artykuł recenzowany

Optymistyczne dane w przemyśle dobrą prognozą dla targów

Gorące tematy branży przemysłowej, pokazy w specjalnie wydzielonych strefach, największa w tej części Europy ekspozycja pracujących maszyn i robotów, a także powrót do sprawdzonych punktów programu targów – to tylko część atrakcji najbliższej edycji targów ITM INDUSTRY EUROPE. Coraz bardziej optymistyczne dane dla sektora przemysłowego i analizy ekspertów mają znaczący wpływ na duże zainteresowanie wystawców udziałem w czerwcowym wydarzeniu.

– Indeks PMI (ang. Purchasing Managers Indeks) podskoczył nieoczekiwanie do poziomów widzianych ostatnio w kwietniu 2022 r. Sektor osiągnął punkt zwrotny – wskazali eksperci S&P Global, która publikuje dane o PMI. Wskaźnik ten, który mierzy opinie menedżerów do spraw zakupów w dwustu polskich firmach przemysłowych, wzrósł w listopadzie do 48,7 pkt w porównaniu do 44,5 pkt zanotowanych miesiąc wcześniej – podał S&P Global. Wskaźnik liczby nowych zamówień odnotował największy wzrost w historii badania. Nie bez przyczyny znacznej poprawie uległy nastroje dotyczące przyszłej produkcji.

– To ożywienie bardzo nas cieszy, rozmowy z naszymi wystawcami także napawają nas optymizmem i dają dużo energii do pracy nad najbliższą edycją. Plany mamy ambitne, musimy sprostać potrzebom rynku. Dlatego rozwijamy mocno tę część ekspozycji, której potencjał – w naszej opinii – nie był jeszcze

wystarczająco wykorzystany. Stąd m.in. nasze zaawansowane rozmowy z liderami automatyki. Zadbamy także o rozbudowaną ofertę maszyn do obróbki metalu – zapowiada Anna Lemańska-Kramer, dyrektor targów ITM INDUSTRY EUROPE.

Konieczność rozwoju automatyki w polskich firmach wynika z dążenia do zwiększenia konkurencyjności, poprawy warunków pracy, zrównoważonego rozwoju oraz adaptacji do dynamicznie zmieniającego się otoczenia biznesowego. Badania i innowacje w tym obszarze są kluczowe dla osiągnięcia sukcesu gospodarczego i utrzymania wysokiej jakości produkcji. Stąd plany organizatorów targów ITM INDUSTRY EUROPE do poszerzenia oferty tego sektora w strefie wystawienniczej.

Testowanie na żywo

Nowością w najbliższej edycji będą także specjalne strefy testów konkretnych rozwiązań z zakresu automatyki dla Przemysłu 4.0. To tam będzie można na żywo sprawdzić produkty i technologie wspomagające procesy produkcyjne w fabrykach.

Dzięki temu uczestnicy targów nauczą się nowych umiejętności, a także skorzystają z okazji do przetestowania rozwiązań, które mogą istotnie wspomóc wydajność ich przedsiębiorstw.

– Naszą ideą jest umożliwienie wstępnego „uszycia” produktu dopasowanego do konkretnego odbiorcy. Targi są dobrym miejscem do łączenia producentów takich

rozwiązań z ich potencjalnymi klientami, którzy właśnie w naszych przestrzeniach będą mogli je sprawdzić i przekonać się, czy takie innowacje będą odpowiednim wsparciem w ich firmach – dodaje Anna Lemańska-Kramer.

W przestrzeni wystawienniczej nie zabraknie bogatej ekspozycji z zakresu robotyki, odlewnictwa, spawania, obróbki powierzchni czy oprogramowania dla branży przemysłowej.

Na targi ITM INDUSTRY EUROPE powróci także sprawdzona formuła spotkań z ekspertami. Na specjalnie przygotowanej scenie w strefie SPEAKERS CORNER będą toczyć się rozmowy z menadżerami największych firm przemysłowych w Polsce o kondycji poszczególnych branż przemysłowych w naszym kraju, najnowszych trendach w produkcji przemysłowej, automatyzacji i kooperacji przedsiębiorstw. W przestrzeniach konferencyjnych usytuowanych na terenie targów uczestnicy wezmą udział w gorących debatach i panelach dyskusyjnych.

Najbliższa edycja ITM INDUSTRY EUROPE odbędzie się 4 – 7 czerwca 2024 r. W tym samym czasie na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich będzie można zwiedzić ekspozycję: Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu Modernlog oraz Targów Kooperacji Przemysłowej Subcontracting.

Więcej informacji o programie oraz targach:
www.itm-europe.pl

Techniki bezprzewodowe w utrzymaniu ruchu

Ryszard Nowicki

1. Wprowadzenie

Technologie bezprzewodowe upowszechniają się jako standard komunikacyjny we wciąż zwiększającej się liczbie aspektów ludzkiej działalności i w szeregu przypadków wypierają aplikacje swoich dotychczasowych przewodowych poprzedników. Ten proces transformacji jest możliwy dzięki znaczącemu spadkowi kosztów ich implementacji, w połączeniu za znacznie prostszą instalacją, wzrostem szeroko rozumianego bezpieczeństwa oraz wzrostem atrakcyjności procedur użytkowania. Konsekwencją przybywających aplikacji jest zwiększanie się „gęstości” transmisji bezprzewodowej w przedsiębiorstwie, co prowadzi do potencjalnego zagrożenia wzajemnego zakłócania się urządzeń znajdujących się w obszarze współpracy.

Problematyka utrzymania ruchu (UR), w szczególności dla maszyn krytycznych, ale także tych wszystkich innych, które mają istotne znaczenie dla realizowanego procesu produkcyjnego, jest nierozdzielnie związana z potrzebą oceny stanu technicznego środków produkcji. Ich remonty realizowane są coraz rzadziej przez służby przedsiębiorstwa, w którym maszyny pracują, a coraz częściej na warunkach outsourcingu, co powoduje zmniejszenie kontroli nad niektórymi szczegółami realizacji.

Czujniki bezprzewodowe są stosowane w celu monitorowania pracy i diagnostyki stanu maszyn, urządzeń i systemów w miejscach, w których doprowadzenie przewodów jest trudne lub kosztowne. W związku z tym coraz częściej są one wykorzystywane tam, gdzie z powodów ograniczeń fizycznych lub ekonomicznych wdrożenie jakichś pomiarów uważane było wcześniej za niemożliwe. Z drugiej strony techniki bezprzewodowe umożliwiają transmisję danych z wielu lokalizacji, w których pomiary odbywają się, czy to w oparciu o czujniki przewodowe czy być może także bezprzewodowe (np. kilka pompowni wody na dużym osiedlu mieszkaniowym) do centrum zainteresowanego ich stanem technicznym. Na rys. 1 pokazano zbiór czujników bezprzewodowych pracujących na rzecz kontroli procesu produkcyjnego i/lub stanu technicznego majątku produkcyjnego podłączonych do Przemysłowego Internetu Rzeczy.



Rys. 1. Grupa czujników bezprzewodowych podłączona do Przemysłowego Internetu Rzeczy

Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT¹ – utożsamiany jest współcześnie szerzej z PRZEMYSŁEM 4.0) to wykorzystanie inteligentnych technologii do usprawnienia procesów produkcyjnych i przemysłowych. Wykorzystuje on dane, gromadzone od dłuższego czasu dla majątku produkcyjnego (w chmurze lub na serwerach przedsiębiorstwa) wykorzystując przy tym moc inteligentnych maszyn i analitykę prowadzoną w czasie rzeczywistym. Jeśli koncentrujemy się na danych będących zbiorem pomiarów symptomatycznych dla stanu technicznego, to w ramach PRZEMYSŁU 4.0 ograniczamy się do UTRZYMANIA RUCHU 4.0.

Równolegle z terminem „czujnik bezprzewodowy” używane jest pojęcie „sieć bezprzewodowa”. Jest to grupa połączonych ze sobą urządzeń, które komunikują się ze sobą bezprzewodowo, a niekoniecznie muszą być czujnikami.

Próby aplikacji czujników bezprzewodowych wiążą się bądź to z nadmiernym optymizmem (i np. zawartymi w SIWZ’ach absurdalnymi wymaganiami), bądź też z mniej czy bardziej uzasadnioną niechęcią aplikacyjną. Znanе są bowiem przypadki, że w atrakcyjnie prezentowanych rozwiązaniach sieciowych zdarzają się nie tylko od czasu do czasu opóźnienia w przekazaniu gromadzonych danych (lub sygnałów), ale bywa także, że wysłane dane nie dochodzą do adresata.

Trzy najważniejsze powody niechęci (rozpoznane w wyniku ankietowania) do wykorzystywania czujników bezprzewodowych to:

I. obawy co do prawdziwości podawanej w dokumentacji technicznej informacji o zasięgu oraz faktycznej odporności na zakłócenia (ponad 60% respondentów);

II. obawy o efektywność pracy baterii i w konsekwencji potrzebę dodatkowej pracochłonności związanej z koniecznością kontroli ich stanu oraz z koniecznością wymieniaania (prawie 60% respondentów);

III. świadomość kosztów inwestycyjnych, bowiem ze względów oczywistych czujnik z dodatkowym podzespołem umożliwiającym transmisję radiową musi być droższy od czujnika bez tego dodatkowego podzespołu (ponad 40%); czasami ten wyższy koszt jest spowodowany także przez inne podzespoły zlokalizowane w czujniku, jak np. pamięci umożliwiające gromadzenie danych w „dłuższym” czasie, filtry, które w określony sposób wstępnie przetwarzają sygnał dynamiczny, detektor przekroczenia programowanej na etapie konfiguracji wartości granicznej pomiaru; ta ostatnia funkcjonalność jest wdrażana w systemach, które minimalizują transmisję pomiarów (tym samym przyczyniając się do wydłużenia żywotności baterii), a więc nie informują użytkownika o ich bieżących wartościach, a początek komunikacji, tzn. alarm, ma miejsce po wystąpieniu przekroczenia.

W przypadku sieci przemysłowych (niezależnie od tego, czy przewodowych, czy bezprzewodowych) wymaga się, aby były one tak zaprojektowane, żeby zapewnić w miarę możliwości działanie w czasie rzeczywistym, także w zakresie potrzeb transmisji dużej liczby danych. Z tego względu już wdrażane na początku lat 90-tych systemy diagnostyki (wtedy przede wszystkim dla maszyn krytycznych) były na tyle rozbudowane, na ile umożliwiały kompletne gromadzenie danych diagnostycznych w przypadku najbardziej krytycznej sytuacji awaryjnej.

Współcześnie projektowanie sieciowych aplikacji bezprzewodowych wciąż winno uwzględniać wymienione kryterium, tzn. wykorzystywane czujniki i techniki transmisji winny być dostosowane do krytycznych wymagań aplikacji lub ukierunkowane na rozpoznawanie określonego typu uszkodzeń.

2. Postęp w upowszechnieniu sieci

Pół wieku temu czujniki bezprzewodowe pracowały przede wszystkim na częstotliwościach nie przekraczających 1 GHz. W latach 80. doszło do uwolnienia kilku pasm częstotliwości (w tym 2,4 GHz i 5 GHz) z przeznaczeniem do ich wykorzystywania w przemyśle, nauce, życiu prywatnym, etc. Krok ten dał możliwość myślenia jak transmisja bezprzewodowa, możliwie najlepiej, może być wykorzystana w wymienionych obszarach i zaczęto realizować pierwsze wdrożenia. Już w kolejnej dekadzie sieci bezprzewodowe były wykorzystywane dość powszechnie w przemyśle. Natomiast wadą wykorzystywanych wtedy rozwiązań była wciąż mała szybkość transmisji oraz całkowity brak bezpieczeństwa transmisji.

Do naruszenia cyberbezpieczeństwa może dochodzić różnymi metodami. Jedną z furtek ku temu mogą stanowić sieci bezprzewodowe wykorzystywane w UR. W [1], [2] opisano kilka przykładów naruszeń – w tym także poprzez ingerencję w transmisję bezprzewodową. Tak więc w ciągu minionego ćwierćwiecza opracowano kilka standardów najpierw zdecydowanie zwiększających niezawodność transmisji radiowej, a następnie także jej cyber-bezpieczeństwo. W konsekwencji, w przypadku uwzględniania wymogów najnowszych standardów możliwe jest zapewnienie bezpieczeństwa transmisji bezprzewodowej w aplikacjach zarówno wspomagających UR, jak i monitorujących proces.

Standaryzowane łącze radiowe jest obecnie tanim i bezpiecznym sposobem monitorowania i sterowania urządzeń w różnych obszarach aplikacji – w tym w przemyśle. Biorąc pod uwagę liczbę dostępnych standardów bezprzewodowej transmisji danych należy zadać sobie dwa pytania: (i) jak dalece sieć bezprzewodowa może być atrakcyjna dla wspomagania pracy UR oraz (ii) jeśli tak, to który z dostępnych standardów jest najlepszy dla potencjalnie rozważanego zastosowania.

3. Zróżnicowanie strategii UR

Wiadomo, że dla maszyn różnej ważności mogą być wykorzystywane różne podejścia w ich UR. Tu ograniczymy się do wymienienia podstawowych:

- praca do awarii,
- prewencyjne UR, w którym prowadzi się remonty po pracowaniu określonego czasu lub przekroczeniu kryterialnej liczby stanów przejściowych, tzn. uruchomień i odstawień,
- UR bazujące na bieżącym stanie technicznym; w tym

przypadku jego ocena może być prowadzona pod kątem:

- zagrożenia integralności mechanicznej,
- stwierdzenia, że nastąpiło obniżenie sprawności termodynamicznej poniżej przyjętego progu granicznego,
- preskryptywne UR [3].

W [4] pokazano jakie komponenty systemu nadzoru stanu technicznego winny być wdrożone, tak aby mogły być realizowane w/w formy UR.

Takie charakterystyki agregatów jak moc ich napędów lub liczba węzłów łożyskowych pozostają na ogół w skorelowaniu z ich krytycznością: tzn. wyższa moc i większa liczba łożysk oznacza na ogół wyższą ważność dla realizowanego procesu produkcyjnego.

W przypadku wielu maszyn krytycznych dla ich zabezpieczenia niezbędne jest stosowanie systemów On-Line. Dla dobrego i wiarygodnego rozpoznania przyczyny degradacji stanu technicznego wymagane jest prowadzenie analiz fazowych. Wymóg ten pociąga za sobą konieczność stosowania systemów umożliwiających współfazową akwizycję sygnałów dla wybranych grup czujników podłączonych do systemu monitorowania – co nie jest rozwiązaniem tanim.

W przypadku agregatów o niewielkiej krytyczności na ogół nie jest konieczne identyfikowanie przyczyny odpowiedzialnej za pogorszenie stanu technicznego. W pełni satysfakcjonujące dla UR może być rozpoznanie pojawienia się anomalii w funkcjonowaniu, a w szeregu przypadków (tzn. takich, w których pogarszanie stanu technicznego następuje powoli, a więc jest procesem długotrwałym) dla uzyskanie takiego celu całkowicie wystarczające jest zastosowanie systemu skaningowego. W przypadku agregatów łożyskowych tocznie i napędzanych silnikami elektrycznymi rozpoznawanie anomalii w działaniu jest możliwe zarówno z pomocą metod sprzętowych [5] jak i czysto programowych [6]. Metody sprzętowe najczęściej opierają się na monitorowaniu sygnałów drgań mechanicznych lub drgań elektrycznych ekstrahowanych z zasilania silników. Sygnały są generowane przez czujniki, które kiedyś były łączone z systemem monitorującym (dokonującym pomiarów symptomów stanu technicznego) przewodowo, a współcześnie ma miejsce możliwość wyboru między transmisją przewodową lub bezprzewodową.

W ramce #1 opisano działanie klasycznego skaningowego systemu monitorowania stanu technicznego, w którym symptomatyczne sygnały są pozyskiwane przez system diagnostyki drogą przewodową. W wersji alternatywnej wykonywanie podobnych pomiarów jest możliwe przez zrezygnowanie z kabla systemowego i zastąpienie tradycyjnych czujników przewodowych wraz z ich TIM'ami przez czujniki bezprzewodowe.

4. Zróżnicowanie systemów pomiarów bezprzewodowych

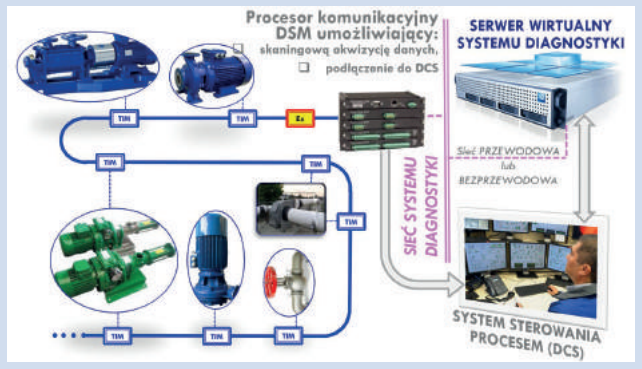
Zastosować można szereg kryteriów do scharakteryzowania zróżnicowania sieci bezprzewodowych wykorzystywanych do transmisji danych z czujników. Do najważniejszych z nich należą pasmo częstotliwości i wykorzystywany protokół transmisji danych.

W Europie do transmisji danych, w zdecydowanej większości przypadków, są wykorzystywane następujące pasma częstotliwości:

Ramka #1 - Przewodowy system monitorowania anomalii

W przypadku maszyn łożyskowych tocznie postępujący proces uszkodzenia rozwija się na ogół tygodniami, a nawet miesiącami. Współcześnie nie ma większych problemów natury technicznej związanych z takim poprawnym oprzyrządowaniem maszyn łożyskowych tocznie, aby skutecznie wychwycić pogarszanie stanu technicznego na długo przed wystąpieniem większości awarii. W tym celu od lat są wykorzystywane przewodowe systemy skanujące. Przykładem takiego systemu jest system TRENDMASTER, wykorzystywany m.in. przez kilka przedsiębiorstw w Polsce. Wymaga on zastosowania specyficznego czteroprzewodowego kabla systemowego, w którym jedna para przewodów służy indywidualnemu zasilaniu czujników, a druga jest wykorzystywana do transmisji sygnału z czujnika do procesora komunikacyjnego (Dynamic Scanning Module), który zarządza skanowaniem i próbkowaniem. System umożliwia połączenie

do pojedynczego kabla systemowego nawet kilkuset różnego typu czujników. DSM daje możliwość podłączenia do 8 kabli systemowych. Czujniki są podłączane do kabla systemowego poprzez moduły interfejsowe zwane TIM-ami (Transducer Interface Module), które oprócz zadania zasilania czujnika oraz transmisji sygnału umożliwiają także identyfikację czujnika w systemie. Pierwszą interesującą cechą tego systemu jest fakt, że czujnik wraz z jego TIM'em jest zasilany z DSM'a tylko w chwilach, w których są one wykorzystywane do akwizycji sygnału. Drugą interesującą cechą systemu jest możliwość jego aplikacji w strefach Ex, bowiem dzięki zastosowaniu jedynie dwóch barier (zlokalizowanych między DSM a strefą Ex) dla pojedynczego kabla systemowego (co na rysunku pokazano z pomocą prostokąta opisanego „Ex”) można bezpiecznie realizować pomiary z kilkudziesięciu czujników znajdujących się już w strefie niebezpiecznej.



- a. 868 MHz (865 ... 870 MHz),
- b. 2,4 GHz (2400 ... 2483 MHz)²,
- c. 5 GHz (tu mamy dwa nie zachodzące na siebie pasma: 5150 ... 5350 oraz 5470 ... 5725 MHz)³.

Pasma te są z reguły podzielone na pewną liczbę podpasm, dla których mogą obowiązywać różne ograniczenia dotyczące czy to dopuszczalnej mocy sygnału⁴ (co będzie wpływać na maksymalny zasięg hipotetycznie możliwej transmisji), czy też czasu zajętości wykorzystywanego pasma przez system (co będzie wpływać na ograniczenia dotyczące liczby danych diagnostycznych transmitowanych w ciągu doby).

Każde z wymienionych pasm posiada swoje wady i zalety, które winny być rozważone przez inwestora w kontekście

planowanej do wdrożenia aplikacji mającej wspomagać UR. Jedną z ważniejszych jest zasięg bezproblemowej transmisji danych w warunkach przemysłowych⁵.

Rozwiązania bezprzewodowe krótkiego zasięgu obejmują następujące technologie:

- **Wi-Fi⁶**: bazuje na standardach z grupy IEEE 802.11 dedykowanych komunikacji sieciowej wykorzystującej protokół TCP/IP. Standard został sformułowany w końcu miniego wieku i wciąż podlega rozwojowi. Skrót Wi-Fi jest stosowany do identyfikacji urządzeń Wireless Local Area Network (WLAN). Standard wykorzystuje różne częstotliwości, w tym między innymi pasma 2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz i 60 GHz, a kolejne jego rewizje prowadzą do coraz to wyższych prędkości transmisji danych (vide tabela 1) oraz do zwiększenia zasięgu – na początku był on na poziomie dekametrów, a współcześnie dochodzi nawet do kilkudziesięciu kilometrów.
- **Bluetooth**: bazuje na międzynarodowym standardzie IEEE 802.15.1 i pracuje w dostępnym na całym świecie bez koncesji i pozwoleń paśmie 2,4 GHz. Umożliwia zasięg od 1 do 100 m w zależności od mocy⁷; od początku tego wieku rozpoczęto trwające prawie dekadę prace w kierunku wdrożenia Bluetooth'a niskoenergetycznego, co zaowocowało pierwszymi wdrożeniami od początku drugiej dekady wieku Bluetooth Low Energy (BLE). BLE to rodzaj Bluetooth, który zużywa znacznie mniej energii – około 10% w porównaniu do klasycznego Bluetooth. Dzieje się tak dlatego, że ten ostatni został stworzony jedynie z myślą o transmisji danych. W tabeli 2 scharakteryzowano wybrane parametry

Tabela 1. Zalety i wady różnych standardów

Standard	Zalety	Wady
Wi-Fi	Największa szybkość transmisji sięgająca 600 Mb/s w przypadku 802.11n. Stałe kanały 25 MHz lub szersze. Obsługa pasm 2,4 i 5 GHz. Rozbudowane funkcje zabezpieczające. Najbardziej rozbudowany stos protokołu	Krótszy zasięg przy większych szybkościach transmisji dla pasma 5 GHz. Nieadekwatne rozwiązania dla czujników zasilanych bateryjnie
Bluetooth / BLE	Bardzo mały pobór mocy. Szeroki zakres zastosowań. Bardzo dobre parametry w środowiskach o dużym zagęszczeniu nadajników i dużym poziomie zakłóceń. Łatwość użytkowania, brak konieczności planowania zakresów częstotliwości i pokrycia terenu	Szybkość transmisji do 2 Mb/s
ZigBee	Bardzo mały pobór mocy. Ustalone kanały pomiędzy kanałami Wi-Fi w paśmie 2,4 GHz. Obsługa pasm poniżej 1 GHz	Skomplikowana sieć kratowa. Maksymalna szybkość transmisji 250 kb/s

najnowszych wersji BLE, co pokazuje jaki uzyskano postęp przy przejściu z generacji #4 do generacji #5. Technologia BLE podlega ciągłemu rozwojowi. W 2021 opublikowana została wersja 5.3 tego standardu.

Standard Bluetooth nadaje się doskonale do przesyłania danych via Ethernet i Profinet lub sygnałów I/O do i od ruchomych (np. wirujących) elementów maszyn⁸.

- **ZigBee:** sieć ta rozwijana jest w oparciu o standard IEEE 802.15.4. Jest to uniwersalny standard radiowy dla urządzeń małej mocy. Standard ten zapewnia obsługę wielu protokołów, między innymi ISA100, WirelessHART i 6LoWPAN. Na różnych kontynentach ZigBee wykorzystuje różne pasma częstotliwości. Umożliwia transmisję na dystansie do 10...30 (...100) m. Prędkość transmisji nie jest wysoka i dochodzi do 250 kb/s. Jest wykorzystywany m.in. w sieciach kratowych (z angielska zwanych sieciami mesh) czujników bezprzewodowych małej mocy, pracujących w systemach monitorowania pokrywających duży obszar.
- **NFC (Near Field Communication)** jest siecią wykorzystującą komunikację bliskiego zasięgu. NFC działa w ogólnodostępnym i nielicencjonowanym paśmie częstotliwości radiowej ISM (13,56 MHz) i oferuje prędkość transmisji danych do 424 kb/s. NFC jest typowo wykorzystywane do łączności na odległości centymetrowe (różne źródła różnie określają maksymalną odległość komunikowania się; na ogół jest to wartość z przedziału 4...20 cm) oraz metrowe (w przedziale 1...50 m).

Tabela 2. Wybrane cechy różnych standardów Bluetooth

Parametr	BLE ver. 4.2	BLE ver. 4.2	miara
Zasięg w przestrzeni zamkniętej	10	40	[m]
Zasięg w przestrzeni otwartej	40	200	[m]
Prędkość transmisji	1	2	[Mb/s]
Ramka danych	~32	255	[bajty]

W tym drugim przypadku do komunikowania wykorzystywana jest technologia ultraszerokopasmowa (UWB = Ultra-wideband) w paśmie częstotliwości 3,1...10,6 GHz oferująca prędkość transmisji danych 4...675 Mb/s. Obie wymienione sieci nie doczekały się dotychczas jakichś spektakularnych aplikacji dedykowanych nadzorowi stanu technicznego, natomiast mogą go wspomagać. Wykorzystując NFC mogą być np. oznaczone i w konsekwencji identyfikowane punkty pomiarowe, w których gromadzi się dane z pomocą przyrządów przenośnych.

- **GSM:** Do transmisji bezprzewodowej mogą być również wykorzystywane sieci GSM. Sieć komórkowa może być szczególnie przydatna w środowiskach, których infrastruktura nie stwarza możliwości wykorzystania do transmisji danych z czujników do jakiegoś centralnego systemu

Ramka #2 - Z historii technik bezprzewodowych

Wi-Fi. Prekursorem tego rozwiązania jest firma ALOHAnet, która w 1971 roku połączyła Wyspy Hawajskie bezprzewodową siecią pakietową UHF. ALOHAnet i protokół ALOHA są wczesnymi prekursorami Ethernetu, które później doprowadziło do sformułowania protokołów IEEE 802.11. Pierwsza wersja tego protokołu została opublikowana w 1997 roku i zapewniała prędkość łącza do 2 Mb/s i podlegała gwałtownemu unowocześnianiu. Z tego samego roku pochodzi rewizja 5.3 Standardu IEEE 802.11.

GSM. W 1979 roku japońska firma Nippon Telegraph and Telephone po raz pierwszy zaprezentowała mieszkańcom Tokio możliwość komunikowania się z pomocą sieci w standardzie 1G. Do 1984 roku sieć pierwszej generacji obejmowała już całą Japonię, co uczyniło ją pierwszym na świecie krajem z takim poziomem wdrożenia. Na początku tego wieku (rok 2001) weszła do użytku technologia GPRS (=General Packet Radio Service) umożliwiająca pakietowe przesyłanie danych w sieciach komórkowych 2G. Umożliwiła ona transfer danych teoretycznie z prędkością do 114 kb/s, natomiast praktycznie osiągnięto 30...80 kb/s. W końcu tej dekady uzyskano

poprawienie dzięki wprowadzeniu EDGE (=Enhanced Data Rates for GSM Evolution), w ramach którego prędkość transmisji wzrosła hipotetycznie do 384 kb/s, a w EDGE Evolution dochodziła nawet do 1,3 Mb/s. Następnie obie wymienione technologie zostały w większości wyparte przez sieci 3G i 4G LTE. Sieć 3G charakteryzowała się przepływnością danych na poziomie trochę ponad 200 kb/s i także powoli przechodzi do historii - w Polsce została wyłączona w roku 2023.

ITU-R (International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector) definiuje „prawdziwą” sieć 4G jako taką, która umożliwia uzyskanie przepływności 1 Gb/s. W praktyce w sieci GSM 4G osiąga się przepływność 100 Mb/s dla pobierania i 25 Mb/s dla wysyłania pakietów.

Znaczący postęp w zakresie przepływności stwarza współcześnie coraz bardziej upowszechniająca się sieć GSM 5G. Wynosi dla pobierania pakietów 20 Gb/s i dla ich wysyłania 10 Gb/s. Przewiduje się, że do 2025 roku jedno na pięć połączeń mobilnych będzie działać w sieci 5G. Upowszechnienie sieci 5G ma miejsce nie tylko na poziomie komunikacji interludzkiej, bowiem także przedsiębiorstwa

zaczynają korzystać z segmentowania sieci z obsługą 5G dla zadań takich jak obliczenia brzegowe i usługi o niskim opóźnieniu (np. pomiary procesowe oraz pomiary wspomagające nadzór stanu technicznego).

Bluetooth. Idea Bluetooth narodziła się w roku 1994. Ale dopiero w roku 1999 została opublikowana pierwsza specyfikacja Bluetooth, nazwana Bluetooth 1.0. W ślad za nią, w roku 2001, pojawił się na rynku pierwszy telefon z tą funkcjonalnością. Pierwsza specyfikacja standardu niskoenergetycznego została opublikowana w roku 2006 i doczekała się implementacji w standardzie Bluetooth 4.0 w grudniu 2009 pod nazwą Bluetooth Low Energy. Na rynku funkcjonuje także marketingowa nazwa BLE: Bluetooth Smart.

ZigBee. Samoorganizujące się cyfrowe sieci radiowe w stylu ZigBee powstały w latach 90-tych. Specyfikacja IEEE 802.15.4-2003 ZigBee została ratyfikowana 14 grudnia 2004, a pół roku później, tzn. 13 czerwca 2005 roku sojusznicy ZigBee ogłosili dostępność specyfikacji 1.0, zwanej żargonowo „ZigBee 2004”.

NFC. Forum NFC powstało w 2004 r. Natomiast w 2006 r. forum opracowało pierwszy zestaw specyfikacji tagów NFC.

tradycyjnych środków łączności, takich jak przewody i Wi-Fi. Współcześnie stosowanie technologii G4 i G5 dominuje na świecie i pokrywa ponad 70% zapotrzebowania indywidualnych abonentów, a znaczenie technologii G2 i G3 systematycznie maleje. Technologie takie jak 5G i LTE zapewniają elastyczność i mobilność niezbędną przy wzroście zaawansowania w wykorzystywaniu technik charakterystycznych dla PRZEMYSŁU 4.0 także w obszarze UR 4.0. 5G (także w wydaniu prywatnym) doskonale może wspomagać gromadzenie danych dotyczących majątku produkcyjnego na rzecz UR bazującego na stanie technicznym. Rozwiązanie takie pozwala na monitorowanie w czasie rzeczywistym mierzonych parametrów stanu z dowolnego miejsca dzięki możliwości efektywnego przesyłania danych (co stało się możliwe poczynając już od modemów w standardzie G3).

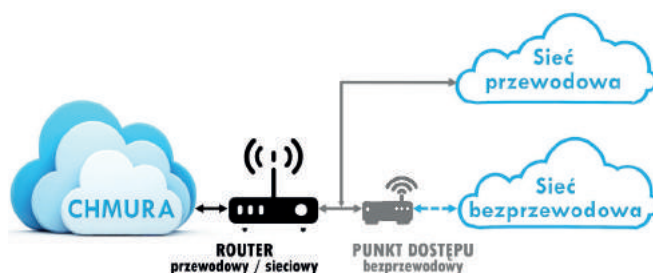
W ramce #2 opisano historię rozwoju omawianych powyżej rodzajów transmisji bezprzewodowej i zamieszczono wybrane informacje o postępie w zakresie przepływności danych.

Docelowo służby UR będą wykorzystywały dane – także te pozyskiwane z pomocą technik bezprzewodowych – zgromadzone w chmurze (lub na serwerach przedsiębiorstwa, jeśli wykorzystywanie chmury ogólnodostępnej nie jest w nim akceptowane, wtedy może być wykorzystywana jej wersja prywatna). Analiza danych będzie podstawą do formułowania decyzji co do optymalnego działania UR z punktu widzenia priorytetów oraz dostępnych zasobów. Tak więc w chmurze będzie znajdować się centralna baza danych, która winna być zasilana coraz to nowymi pomiarami symptomów stanu technicznego. Dane te mogą być pozyskiwane z pomocą lokalnie tworzonych w skali przedsiębiorstwa aplikacji sieciowych. W tym celu wykorzystywane są routery i punkty dostępowe.

Router to urządzenie, które jest używane do łączenia różnych sieci, zarówno lokalnych (LAN) jak i szeroko dostępnych (WAN) oraz zarządzania ruchem danych między tymi sieciami. Router jest odpowiedzialny za ustanowienie połączenia internetowego i dystrybucję ruchu danych pomiędzy różnymi urządzeniami w sieci. Wiele routerów realizuje także funkcjonalność zabezpieczeń, tzn. pracuje jako zaporę sieciową, chroniąc sieć przed zagrożeniami zewnętrznymi.

Punkt dostępu (AP = Access Point) to urządzenie służące do zwiększania zasięgu sieci bezprzewodowej. Umożliwia on urządzeniom łączenie się z siecią bez konieczności stosowania kabli. Do połączeń wykorzystywane są różne technologie, które zostaną omówione dalej. Punkty dostępowe mogą tworzyć sieć szkieletową i dzięki temu mogą być wykorzystywane do organizowania podsieci.

Na rys. 2 pokazano dwie aplikacje. Ta zobrazowana wyżej bazuje na połączeniach przewodowych i może być podłączona do chmury (może to być także chmura prywatna) poprzez router. Ta pokazana poniżej bazuje na połączeniach bezprzewodowych, które łączą się z punktem dostępu, a ten z kolei przewodowo lub bezprzewodowo z routerem dostępu sieciowego, który umożliwia także dostęp do bazy danych zorganizowanej w ww. chmurze.



Rys. 2. Router umożliwiający gromadzenie w chmurze danych z aplikacji przewodowych i bezprzewodowych

Oprócz ww. czynników (rodzaj sieci i rodzaj protokołu) jest wiele innych kwestii, które winny być wzięte pod uwagę przy formułowaniu wymagań dla koncepcji wdrożenia wykorzystującego pomiary bezprzewodowe. Są to m.in.:

- obszar (czasami przestrzeń), który winien być pokryty przez aplikację bezprzewodową; jego wielkość oraz odległości między czujnikami mogą wpływać na dobór rodzaju rozwiązania sieciowego;
- posiadane doświadczenie przedsiębiorstwa w zakresie wykorzystywania technik łączności bezprzewodowej; jeśli miały już miejsce wdrożenia na tę okoliczność w innych obszarach działania przedsiębiorstwa, to być może jest możliwe i celowe zachowanie dotychczas wykorzystywanego standardu przy tworzeniu sieci bezprzewodowej mającej wspomagać UR; jeśli natomiast przedsiębiorstwo nie posiada doświadczeń własnych, to dobrze jest skorzystać z niezależnego specjalistycznego wsparcia outsourcingowego;
- wymagania środowiskowe: być może winien być wykorzystywany sprzęt spełniający potrzeby aplikacji ze względu na spełnienie jakichś wymagań fizycznych, np. pole temperatur, zawilgocenie etc.;
- środowiskowe wymagania formalne: czasami winien być wykorzystywany sprzęt posiadający jakąś odpowiednio silną certyfikację, np. na okoliczność zastosowania w strefie Ex lub w strefie promieniowania radioaktywnego (czujniki bezprzewodowe bywają na świecie również stosowane w energetyce jądrowej);
- sprzętowe wymagania aplikacyjne: podobnie jak w przypadku czujników wykorzystywanych w technikach pomiarów przewodowych również czujniki bezprzewodowe charakteryzują się pewnymi ograniczeniami, które wymagają ich sprawdzenia w kontekście potrzeb aplikacyjnych; np. dla czujników drgań celowe jest sprawdzenie takich cech jak: masa i gabaryty czujnika z punktu widzenia możliwości jego podłączenia do maszyny, dopuszczalna dynamika sygnału z punktu widzenia zmienności poziomu drgań generowanych przez maszynę, częstotliwościowe pasmo pomiarowe z punktu widzenia możliwości rozpoznania pewnych ważnych dla maszyny uszkodzeń etc.;
- programowe wymagania aplikacyjne: system czujników bezprzewodowych wymaga zastosowania jakiegoś oprogramowania systemowego; może być ono dedykowane wyłącznie tej aplikacji bezprzewodowej lub alternatywnie oprogramowanie może posiadać właściwości umożliwiające także współpracę z aplikacjami On-Line'owymi dedykowanymi maszynom

krytycznym, a może także z Off-Lineowymi wymaganiami dla przenośnego zbieracza danych;

- bezpieczeństwo cybernetyczne: na rynku dostępne są systemy posiadające jakąś certyfikację na okoliczność bezpieczeństwa cybernetycznego lub takiej certyfikacji nie posiadające; tak więc dobrze jest być świadomym jakiego dokonuje się wyboru;
- świadomość zróżnicowania czujników i pomiarów dostarczanych przez pojedynczego producenta.

5. Szczególna przewaga czujników bezprzewodowych

Ocena stanu technicznego maszyn wirnikowych typowo bazuje na czujnikach, które są przytwierdzone do korpusu maszyny. W tym celu mogą być oczywiście wykorzystywane zarówno czujniki przewodowe jak i bezprzewodowe. Natomiast czujniki bezprzewodowe równie dobrze mogą być utwierdzone na elementach ruchomych, który to rodzaj aplikacji nie jest możliwy z pomocą czujników przewodowych. Znane są aplikacje bezprzewodowych czujników drgań instalowanych np. na wirnikach maszyny. Oczywiście w takim przypadku muszą być wzięte pod uwagę różne ograniczenia, jak np. masa czujnika dołączanego do wirnika.

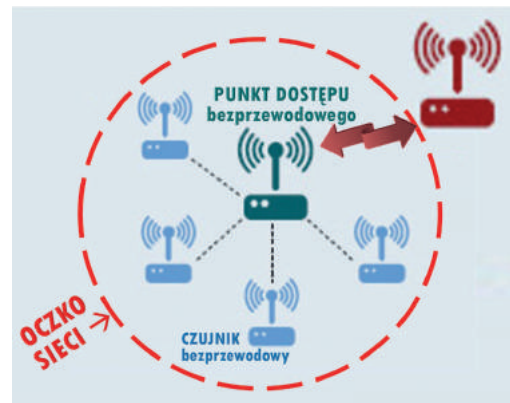
6. Zróżnicowanie funkcjonalne czujników

Czujniki bezprzewodowe wykorzystywane w UR, ze względu na transmisję radiową, możemy kategoryzować w dwóch grupach: (i) realizujące transmisję bezpośrednio do punktu dostępu (tak jak to zostało pokazane na rys. 3) oraz (ii) takie, które w transmisji do punktu dostępu wykorzystują pośrednictwo innych czujników (tak jak to zostało pokazane na rys. 4).

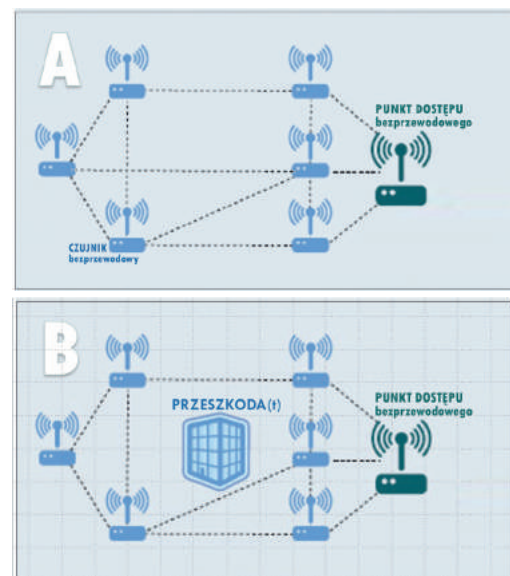
Zróżnicowanie przestrzeni, w której występuje potrzeba gromadzenia danych jest uzależnione od możliwości wzajemnego komunikowania się punktu dostępu z czujnikami bezprzewodowymi.

Jeśli jest możliwe takie usytuowanie punktu dostępu bezprzewodowego (WAP = Wireless Access Point), aby mogły z nim kontaktować się bezpośrednio wszystkie czujniki bezprzewodowe, to wykorzystywana jest topologia gwiazdowej sieci bezprzewodowej. Została ona pokazana na rys. 3, na którym czerwonym kołem zaznaczono granicę zasięgu pracy WAP. Czujniki wykorzystywane w takim rozwiązaniu realizują jedynie nadawanie sygnału. Dalsza transmisja danych (np. do chmury) może być realizowana bądź to drogą bezprzewodową bądź przewodową.

Na rys. 4 pokazano zorganizowanie sieci kratowej. Z pomocą takiej sieci uzyskuje się zwiększenie dystrybucji sieci bezprzewodowej Wi-Fi na dużych obszarach (na dużych w rozumieniu: większych od pokrytego przez możliwy do uzyskania zasięg punktu dostępu pokazanego na rys. 3). O ile w przypadku sieci typu gwiazda wystarczające jest wykorzystywanie czujników bezprzewodowych, które posiadają jedynie zdolność emisji sygnału, o tyle w sieci typu mesh czujniki muszą dodatkowo posiadać zdolność przyjmowania transmisji danych z innych czujników i przekazywania tych danych w kierunku punktu dostępu. Tak więc w sieci kratowej przekazywanie danych odbywa się z wykorzystaniem kolejnych (pośrednich) skoków. W praktyce zaleca się jednak taką topologię sieci mesh, aby liczba skoków była ograniczona – uruchamianie



Rys. 3. Wszystkie czujniki komunikują się bezpośrednio z bezprzewodowym punktem dostępowym



Rys. 4. Samoorganizacja sieci kratowej (A) bez struktury zakłócającej (B) i po jej pojawieniu się

funkcjonalności czujników bezprzewodowych na okoliczność retransmisji danych pozyskanych przez inne czujniki wymaga energii, a zatem skraca żywotność baterii wykorzystywanych w czujnikach bezprzewodowych tym bardziej, im są one zlokalizowane bliżej punktu dostępu. Sieć kratowa zapewnia kilka korzyści, takich jak:

- zwiększony zasięg: sieć mesh zapewnia zasięg na dużych obszarach, co jest szczególnie przydatne w przypadku instalacji przemysłowych, dla których zasięg zwykłej sieci Wi-Fi jest ograniczony;
- większa nadmiarowość: w przypadku awarii któregoś z wykorzystywanych czujników, sieć mesh może automatycznie przekierować transmisję na inne czujniki zapewniając ciągłość działania;
- stabilność połączenia: sieć mesh zapewnia stabilne połączenie, ponieważ urządzenia mobilne łączą się z najbliższym punktem dostępowym, co zwiększa pewność ciągłości działania poprawnie zaprojektowanej sieci; dla przykładu: pojawienie się w przestrzeni transmisji sieci mesh (pierwotnie

zaprojektowanej jak na rys. 4A) jakiejś przeszkody (jak pokazana na Rys. 4B) pozwala na jej samo przeorganizowanie prowadzące do zachowania ciągłości w przekazywaniu danych;

- możliwość rozbudowy: sieć mesh można łatwo rozbudować, dodając kolejne czujniki bezprzewodowe, co zapewnia zasięg na jeszcze większych obszarach.

7. Protokół transmisji

W rozwiązaniach tradycyjnych sygnał generowany przez czujnik transmitowany jest do monitora drogą przewodową (typowo z pomocą kabli dwu- lub trójprzewodowych). Najczęściej jest to sygnał napięciowy lub prądowy. Bywa jednak również, że jest to sygnał przetworzony do postaci cyfrowej. W tym przypadku wymagany jest standard komunikacji zrozumiały dla odbiornika (monitora). Niezbędne jest zatem zdecydowanie się na wykorzystywanie jakiegoś protokołu parowania. Protokół ten organizuje ramkę danych, która jest przesyłana od czujnika do modułu odbiorczego. Na ramkę mogą się składać różne dane, jak np. numer/nazwa czujnika, stan czujnika (oczekiwanie na pomiar/pomiar/inne) oraz dane zebrane z czujnika. Czujnik może być jednofunkcyjny (pomiar temperatury, pomiar drgań np. w estymacji RMS etc.) lub wielofunkcyjny (np. pomiar temperatury i drgań na określonym kierunku lub pomiar drgań w trzech kierunkach). Coraz częściej czujniki dokonują cyfryzacji sygnału dynamicznego, który następnie jako „waveform cyfrowy” jest transmitowany do systemu monitorowania bezprzewodowo celem dalszego przetwarzania.

W celu parowania wykorzystywane mogą być różne standardowe interfejsy komunikacyjne, jak np. Wireless LAN, Bluetooth, WirelessHART, RFID, Profibus PA, Profibus DP, Foundation Fieldbus. Może się także zdarzyć, że producent bezprzewodowego systemu monitorowania wykorzystuje w tym celu swój własny (tzn. niestandardowy) interfejs. Przykładem może być firma Phoenix Contact, która specjalnie do zastosowań przemysłowych opracowała technologię bezprzewodową Trusted Wireless 2.0. Technologia ta umożliwia przesyłanie małych i średnich sekwencji danych na stosunkowo duże odległości (od kilkuset metrów do kilku kilometrów). Różne protokoły różnią się swoimi właściwościami, takimi jak m.in. zawartość i długość ramki, szybkość transmisji, bezpieczeństwo transmisji.

8. Uniezależnienie od zasilania

Podstawową wadą układów pomiarowych wykorzystujących transmisję bezprzewodową jest uzależnienie ich pracy od zasilania i w konsekwencji możliwe naruszenie ciągłości pracy w przypadku wyczerpania się baterii lub akumulatora. Kontrola stanu tych ostatnich wiąże się również z pewną trudnością – w szczególności wtedy, gdy czujniki bezprzewodowe są zainstalowane w miejscach trudno dostępnych. Do rozwiązania tego problemu dąży się poprzez rozwój technologii pozyskiwania energii (TPE), co w przypadku czujników bezprzewodowych umożliwia np. skrócenie kroku czasowego w przekazie danych, zwiększenia ciągu jednorazowo przekazywanych danych co umożliwia odejście od transmisji pomiarów do transmisji sygnałów dynamicznych etc.

Od wielu lat maszynami wymagającymi zastosowania licznych i różnicowanych czujników są hydroespoły. W tym

przypadku czujniki instaluje się nie tylko na elementach stacjonarnych konstrukcji, ale niektórzy użytkownicy są zainteresowani instalacją pewnych pomiarów także na wirnikach generatorów. Dla pozyskania energii dla pracy tych pomiarów oraz dla bezprzewodowej ich transmisji wykorzystywana bywa „kradzież energii” transmitowanej do wirnika celem jego wzbudzenia. Kradzież jest niewielka, tak więc nie zakłóca pracy generatora.

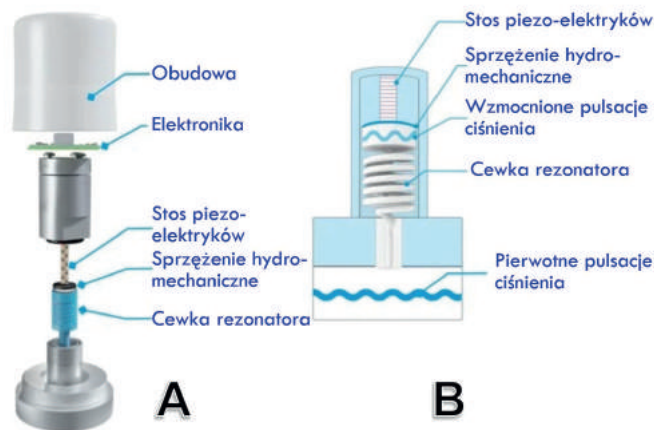
Od wielu lat wykorzystywana jest TPE bliskiego zasięgu dla pomiarów temperatury łożysk ślizgowych pozostających w ruchu (bezprzewodowy system monitorowania temperatury SENTRY jest oferowany przez firmę KONGSBERG), tzn. takich z jakimi mamy do czynienia przy połączeniu np. korbowodu z wałem korbowym w przypadku silników czy sprzężarek [8]. Rozwiązanie to jest aplikowane również w przypadku niektórych innych bezprzewodowych pomiarów temperatury, jak np. na przekładniach hydraulicznych.

Dla czujników bezprzewodowych zamiast baterii bywają również wykorzystywane układy pozyskiwania energii z tzw. procesów resztkowych. Już wiele lat temu dla czujników drgań mechanicznych były realizowane próby generowania energii niezbędnej do realizowania funkcji celu (pomiar, transmisja, ...) poprzez zastosowanie generatorów energii elektrycznej wykorzystujących energię drgań mechanicznych obiektu, do którego czujnik bezprzewodowy jest zamocowany. W ostatnich latach ta sama idea została wykorzystana dla bezprzewodowych czujników ciśnienia medium.

Na rys. 5A pokazano główne komponenty takiego czujnika, natomiast na rys. 5B ideę działania układu generującego energię elektryczną niezbędną do zasilania czujnika: pulsacje medium ulegają wzmocnieniu w układzie rezonansowym, a znajdująca się na jego wyjściu fala ciśnienia oddziałuje na element piezoelektryczny, który jest źródłem energii elektrycznej.

9. Zaszłości – pomiary procesowe

Wykorzystanie czujników bezprzewodowych do wspomagania nadzoru stanu technicznego może być realizowane jako całkowicie niezależne zadanie lub też może w tym celu wykorzystywać środowisko aplikowane już wcześniej w celach prowadzenia różnych pomiarów procesowych i środowiskowych – także z pomocą czujników bezprzewodowych. Aby było to możliwe potrzebna jest kompatybilność techniczno-programowa.



Rys. 5. Bezprzewodowy czujnik ciśnienia z własnym zasilaniem (A) elementy składowe (B) ogólna zasada działania generatora energii

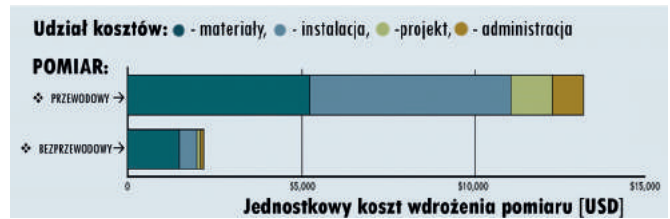
Przykłady wybranych zadań realizowanych w przedsiębiorstwie z pomocą sieci bezprzewodowej wraz z jej podłączeniem do sieci przewodowej pokazano na rys. 6.

Pokazany na rysunku system wielozadaniowy wykorzystuje zróżnicowane media i protokoły transmisji dostępne w ramach sieci bezprzewodowej przedsiębiorstwa. Sieć ta jest przyłączona do sieci przewodowej (co pokazano w górnej części rysunku), w której następuje przekazywanie pomiarów:

- procesowych do komputerów współuczestniczących w sterowaniu procesem;
- informujących o stanie technicznym (najczęściej są to drgania i temperatury) do sieci LAN, w której pomiary te udostępniane są w pierwszej kolejności specjalistom ze służb UR; mogą nimi być także zainteresowani operatorzy maszyn, bowiem mogą one ostrzegać ich o zbliżającej się awarii stanowiącej zagrożenie dla ciągłości procesu produkcyjnego;
- z innych systemów, jak np. z systemów bezpieczeństwa.

10. Koszty

Zastosowanie w projekcie systemu kontroli procesu technologii bezprzewodowej eliminuje wiele typowych aktywności związanych z projektowaniem, testowaniem i wdrażaniem tradycyjnych rozwiązań przewodowych (np. wymagane sprawdzenie pętli przewodowych). Na rys. 7 pokazano takie porównawcze oszacowanie kosztów (właściwych dla rynku amerykańskiego) implementacji czujników przewodowych i bezprzewodowych instalowanych celem kontroli realizacji procesu produkcyjnego.

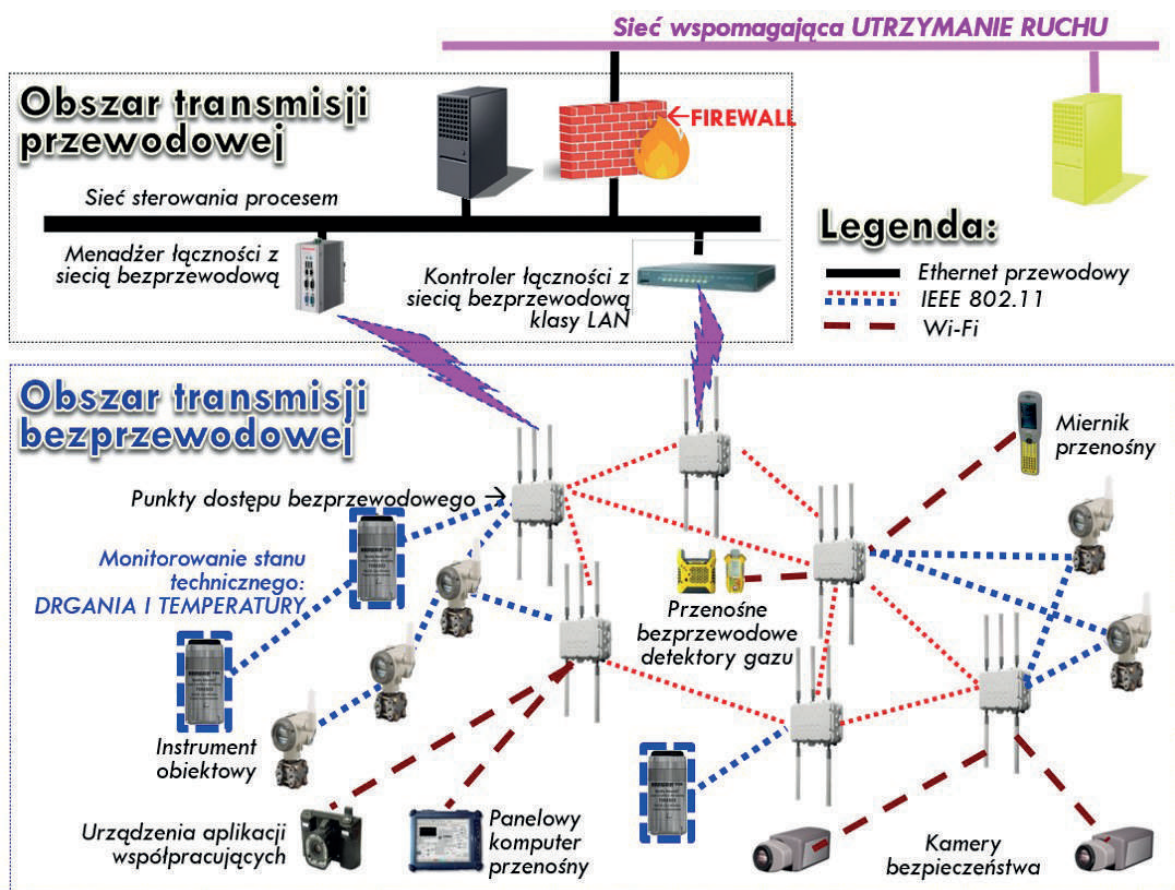


Rys. 7. Koszty jednostkowego wdrożenia pomiaru procesowego z pomocą czujnika przewodowego (u góry) i bezprzewodowego (na dole)

W analizie uwzględniono koszty materiałowe, prac projektowych, prac instalacyjnych oraz administrowania projektem. Oczywiście koszty jednostkowe są nieadekwatne dla Europy Centralnej, w której jedynie koszty materiałowe pozostają na podobnym poziomie, natomiast pozostałe (projekt, instalacja, administrowania) są niższe niż w USA. Mimo tego, z tej statystycznej analizy płyną dwa najważniejsze wnioski:

- w przypadku czujników przewodowych koszty materiałowe stanowią co najmniej 40% całkowitych kosztów związanych z ich wdrożeniem;
- całkowity koszt wdrożenia czujnika bezprzewodowego kształtuje się na poziomie co najmniej 20% kosztów dotyczących czujnika przewodowego.

Współcześnie w różnych krajach szacuje się, że koszt wdrożenia samoorganizującej się sieci bezprzewodowej (czyli sieci typu mesh) o topologii zapewniającej niezawodność odpowiadającą niezawodności systemu przewodowego, kształtuje się na poziomie ~40% kosztów wdrożenia systemu tradycyjnego.



Rys. 6. Bezprzewodowa sieć wielozadaniowa

Przytoczone powyżej szacunkowe koszty dotyczą sieci bezprzewodowych dedykowanych kontroli realizacji procesu produkcyjnego. Natomiast można z dużym prawdopodobieństwem założyć, że są one również reprezentatywne dla nakładów związanych z implementacją przewodowych i bezprzewodowych systemów monitorowania stanu technicznego.

11. Zróźnicowanie maszyn

Na zróźnicowanie maszyn można patrzeć z punktu widzenia różnych kryteriów. W przypadku poruszanej tematyki pierwotnie najbardziej interesująca winna być klasyfikacja krytyczności środków produkcji dla realizowanego procesu produkcyjnego i w konsekwencji przypisanych im form UR w zależności od zróźnicowania zaszerogowania.

Krytyczność jest oceniana z perspektywy:

- zagrożenia bezpieczeństwa ludzi,
- znacznego obniżenia możliwości realizacji założonych celów biznesowych,
- niekorzystnego wpływu na poziom jakości realizowanej produkcji,
- naruszenia norm środowiskowych obowiązujących dla organizacji biznesowej.

W wielu przypadkach wyróżnić można grupy maszyn, które charakteryzują się niską krytycznością, ale dla których wciąż jest pożądane śledzenie za zmianą ich stanu technicznego. Przykładem mogą być grupy pomp pracujących w bezobsługowych pompowniach, czy grupy wentylatorów – w obu przypadkach maszyny robocze mogą być napędzane silnikami o stosunkowo niewielkiej mocy. Maszyny takie są łożyskowane tocznie i to najczęściej właśnie ich uszkodzenie stanowi dominujący udział w zachodzących awariach. Typowo, uszkodzenie łożyska tocznego (jeśli się zainicjuje) rozwija się w ciągu kilku tygodni, a nawet miesięcy. Tak więc wdrożenie systemu monitorowania stanu dynamicznego takich maszyn równoległe do już istniejącego systemu nadzoru procesowego i sterowania, systemu, który będzie dokonywał pomiarów drgań „raz na jakiś czas” – np. raz na dobę, może stanowić znaczącą wartość dodaną wspomagającą działanie służb UR.

12. Wielozadaniowe sieci komunikacyjne klasy LAN w UR

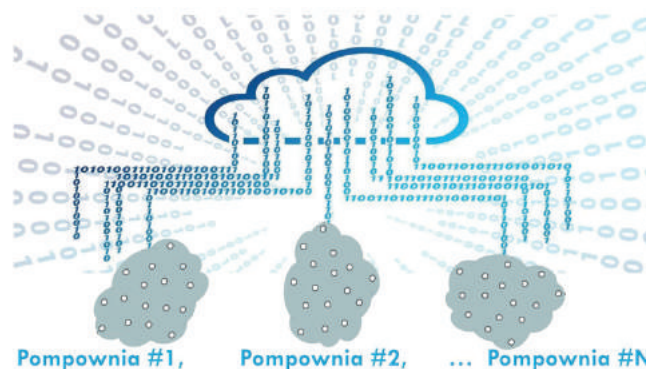
Poniżej zostaną opisane dwa przykładowe scenariusze wykorzystywania sieci wielozadaniowych, tzn. takich, które są stosowane zarówno do kontroli procesu jak i do nadzoru stanu technicznego.

- **SCENARIUSZ #1:** Są przedsiębiorstwa, które nie wykorzystują maszyn krytycznych, a więc takich, które w sposób istotny współdecydują o ich wyniku finansowym. W przedsiębiorstwach tych wykorzystywane są maszyny nie wymagające tak silnych systemów monitorowania stanu technicznego jak stosowane dla maszyn krytycznych. Na rysunku w RAMCE #1 pokazano przewodowy system skaningowy, dedykowany nadzorowi majątku niekrytycznego (czyli tzw. maszynom pomocniczym). W tym przypadku bezprzewodowość mogła się sprowadzać do komunikacji między systemem pomiarowym a serwerem akwizycji danych. Rozwiązanie takie może być wykorzystywane np. w pompowniach pozostających w zainteresowaniu jednego

administratora. W przeszłości w każdej pompowni był zainstalowany lokalny przewodowy system monitorowania (lub ocena stanu była realizowana z pomocą sprzętu przenośnego), z którego dane były przekazywane do jednego serwera diagnostyki zlokalizowanego u tegoż administratora. Natomiast współcześnie, w takich niewielkich systemach skaningowych, coraz częściej wykorzystywane są czujniki bezprzewodowe, a gromadzenie danych odbywa się najczęściej w sposób pokazany na rys. 3.

W przypadku większych pompowni oczywiście może być wykorzystywana sieć kratowa jak pokazana na rys. 4.

W tychże pompowniach mogły być również realizowane pomiary procesowe i w takiej sytuacji ich wyniki były transmitowane do administratora z pomocą tego samego punktu dostępowego, tzn. wykorzystywanego dla obu opisanych zadań. Rolą administratora jest w tym przypadku dokonanie wyboru takiego rozwiązania sieciowego, które w możliwie najlepszy sposób będzie wspomagać działanie służb UR oraz w sposób wysoce niezawodny i bezpieczny realizować funkcjonalność transmisji danych. Współcześnie administrator może gromadzić wszystkie pozyskane tą drogą dane w chmurze – tak jak pokazano na rys. 8.



Rys. 8. Gromadzenie danych procesowych oraz charakteryzujących stan techniczny z wielu pompowni w chmurze

- **SCENARIUSZ #2:** Są przedsiębiorstwa, które wykorzystują w procesie produkcyjnym maszyny krytyczne, które zgodnie z zasadami sztuki są nie tylko wyposażone w systemy monitorowania i zabezpieczenia On-Line stanu technicznego, ale także w odpowiednio silne systemy diagnostyki umożliwiające realizację UR bazującego na stanie technicznym (predykcyjne UR / prognostyczne UR). Schemat takiego systemu jest zaprezentowany po lewej stronie rys. 9. Na rysunku jako system diagnostyki wymieniono system firmy BENTLY NEVADA SYSTEM 1 Evo, który jest wykorzystywany na wielu blokach w krajowej energetyce, a także w wielu krajowych przedsiębiorstwach z obszaru O&G. W prawej dolnej części rysunku pokazano wiele czujników bezprzewodowych RANGER PRO. Czujniki te pracują w sieci mesh (dopuszczającej do trzech skoków do punktu dostępowego), a sieć ta może być zorganizowana bazując wyłącznie bądź to na punktach dostępowych dedykowanych SYSTEMOWI 1 Evo, bądź też może wykorzystywać istniejącą już bezprzewodową strukturę sieci pomiarów procesowych (na rysunku pokazano wykorzystywane

urządzenia sieciowe firm HONEYWELL i YOKOGAWA¹⁰ pracujące w standardzie ISA100a, natomiast czujnik ten może być również wykorzystywany w sieciach pracujących w standardzie WirelessHART obsługiwanych przez bramy sieciowe firmy EMERSON, jak np. 1410S, 1410A/B/D, 1420).

W przypadku scenariusza #2 wielozadaniowość ma dwa wymiary. Po pierwsze wykorzystywana jest wspólna infrastruktura dla pomiarów procesowych oraz dedykowanych nadzorowi stanu technicznego, a po drugie ten sam system diagnostyki posiada funkcjonalność umożliwiającą pracę zarówno na rzecz monitorowania On-Line dla maszyn krytycznych jak i monitorowania skaningowego (jak przewodowy pokazany na rysunku w RAMCE #1 oraz bezprzewodowy jak zilustrowany na rys. 6)¹¹.

Natomiast realizacja takich różnych funkcjonalności może być realizowana w sposób pokazany na rys. 6 – tzn. z pomocą sieci wielozadaniowej. W przypadku niewielkich aplikacji (jak np. rzeźzone pompownie), częścią wspólną takiej sieci wielozadaniowej jest jedynie punkt dostępu.

13. Bezpieczeństwo cybernetyczne

Bezpieczeństwo jest ważnym kryterium, ponieważ komunikacja między dwoma urządzeniami musi być bezpieczna. Jeśli komunikacja jest podsłuchiwana, może dojść do celowego zmanipulowania danych.

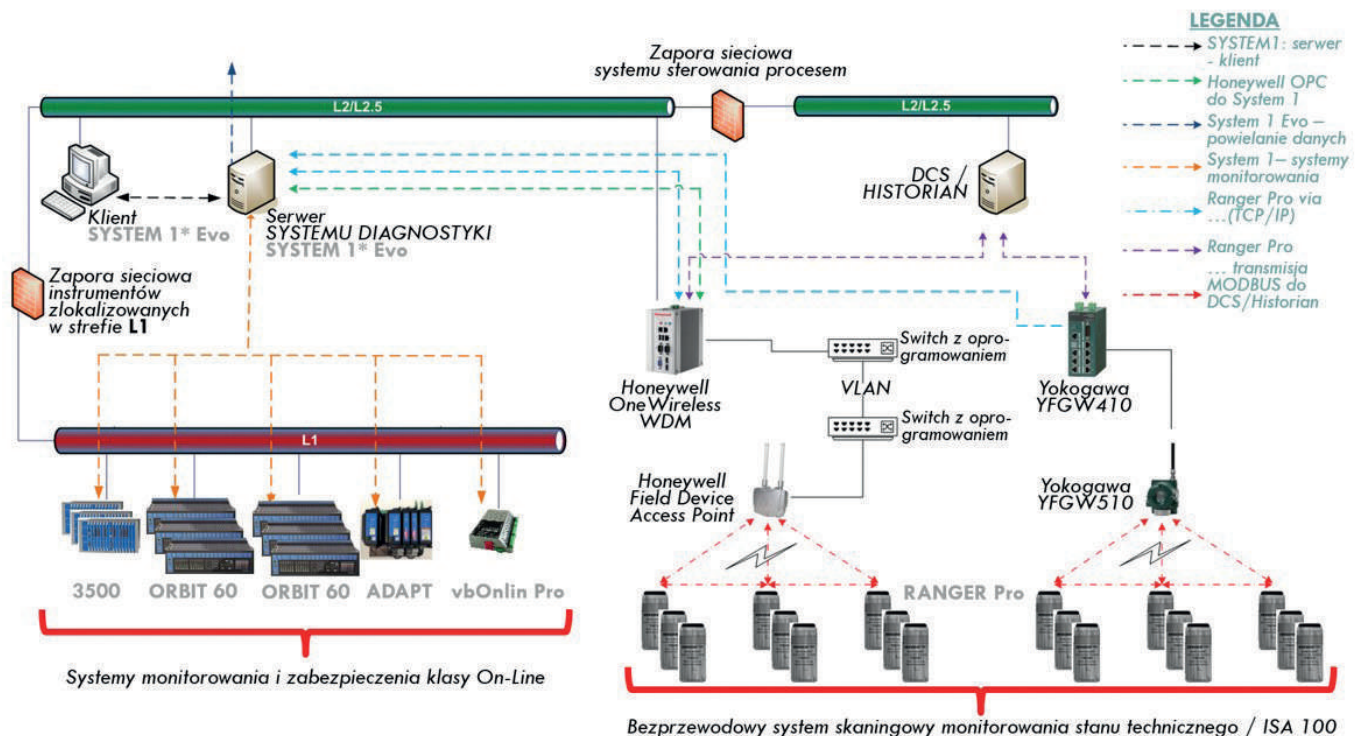
W przeszłości miały już miejsce takie przypadki, kiedy z pomocą wirusów zmanipulowano systemy nadzoru stanu technicznego. Także miał miejsce poważny przypadek naruszenia bezpieczeństwa poprzez włamanie do systemu bezprzewodowego. Tą drogą doprowadzono do poważnego uszkodzenia rurociągu Baku/Azerbejdżan-Tbilisi/Gruzja-Ceyhan/Turcja. Bezpośrednią przyczyną było przeciążenie ciśnieniowe rurociągu. Doszło do niego w wyniku przejścia kontroli nad

sterowanymi bezprzewodowo zaworami stacji przesyłowej gazu w pobliżu miejscowości Erzincan (wschodnia Turcja) przez osoby znajdujące się poza terytorium stacji, w którym to celu został wykorzystany komputer przenośny. Na zdarzenie to można spojrzeć przez pryzmat koincydencji w czasie z początkiem wojny w Osetii Południowej (zaczęła się kilkadziesiąt godzin po eksplozji rurociągu).

Podobnie jak w przypadku transmisji przewodowej, również w przypadku transmisji bezprzewodowej możliwe jest wykorzystywanie różnych protokołów. Poczynając od WTP i WAP, kończąc na ISA 100.11a i Wireless HART. Stosowane protokoły transmisji bezprzewodowej winny zapewniać nie tylko integralność transmitowanych danych, ale także cyberbezpieczeństwo transmisji.

Protokół ISA 100.11a jest pierwszym protokołem transmisji bezprzewodowej, który został stworzony z myślą o zapewnieniu cyberbezpieczeństwa na odpowiednio wysokim poziomie. Inne, stosowane wcześniej protokoły, nie posiadały pierwotnie takiej właściwości. I tak WirelessHART dopiero od wersji 4 uzyskał certyfikat Achillesa [7] dla strefy 1.

Na bezpieczeństwo cybernetyczne należy spojrzeć również przez pryzmat zaawansowania technologii pozasieciowych wykorzystywanych dla nadzoru stanu technicznego. Przedsiębiorstwo rozważające wdrożenie takiego systemu winno rozważyć nie tylko jakie są jego cechy, ale także jaki jest do niego stosunek producenta. Znane są przypadki, w których systemy monitorowania najpierw otrzymywały w/w certyfikat Achillesa, po czym, w konsekwencji postępu metod prowadzenia cyberataków go utraciły i dopiero unowocześnienie ich konstrukcji umożliwiło ponowne uzyskanie certyfikacji. Na przypadki takie należy spojrzeć przez pryzmat dojrzałości i konsekwencji w dążeniu do doskonałości produktu przez producenta systemu monitorowania. Na rynku jest bowiem bardzo dużo firm,



Rys. 9. Systemy nadzoru stanu technicznego dedykowane maszynom o różnej krytyczności

które rozpoczynają sprzedaż jakiegoś produktu i starają się go sprzedawać możliwie długo bez wprowadzania unowocześnień.

Wracając do przykładu systemu diagnostyki wymienionego na rys. 9. SYSTEM 1 został wprowadzony do sprzedaży na przełomie wieków i podlegał w przeszłości wielokrotnie unowocześnieniu nie tylko ze względu na funkcjonalności diagnostyczne, ale także ze względu na bezpieczeństwo cybernetyczne. Przy okazji jednego z bardziej znaczących unowocześnień zmienił nazwę na SYSTEM 1 Evo. System ten w dalszym ciągu podlega ewolucji, a firma publikuje, co około pół roku, kolejne wersje oprogramowania. Software zapewnia całkowity poziom cyberbezpieczeństwa pracy serwera akwizycji danych mimo tego, że możliwy jest dostęp odległy do danych gromadzonych przez system.

14. Wymagania Ex

W przypadku niektórych aplikacji może wystąpić potrzeba zastosowania czujników bezprzewodowych w strefach zagrożenia wybuchowego czy to z atmosferą zagrożenia wybuchem gazu, czy też pyłu. W takich przypadkach wymagane jest nie tylko stosowanie czujników z wymaganą certyfikacją, ale także niezbędne jest wykorzystywanie infrastruktury Wi-Fi (anten i punkty dostępowe) z certyfikacją ATEX stosowaną dla wymagań strefy.

I tak np. wymienione na rys. 9 czujniki bezprzewodowe RANGER PRO posiadają certyfikację ATEX dla stref: (i) I M1 Ex ia I Ma, (ii) II 1G Ex ia IIC T4 Ga oraz (iii) II 1D Ex ia IIIB T135 °C Da.

15. Zalety systemów czujników bezprzewodowych

Wyróżnia się następujące zalety sieci WSN (Wireless Sensor Network, czyli Sieci Czujników Bezprzewodowych):

- A. Komunikacja bezprzewodowa:** sieci WSN eliminują potrzebę połączeń przewodowych, które mogą być kosztowne i trudne w instalacji. Sieci przewodowe wymagają zaprojektowania, a to wiąże się ze znacznie wyższymi kosztami niż projekt dla sieci bezprzewodowej. Komunikacja bezprzewodowa umożliwia elastyczne wdrażanie i rekonfigurację sieci – np. związaną z dodaniem kolejnych czujników do istniejącej już sieci.
- B. Łatwość instalacji:** bezprzewodowe systemy monitorowania i transmisji danych eliminują potrzebę stosowania rozległego okablowania, dzięki czemu proces instalacji jest prostszy, szybszy i w konsekwencji tańszy.
- C. Skalowalność:** sieci WSN można łatwo skalować w górę lub w dół; można szybko przeprowadzić rozbudowę systemu poprzez dodawanie nowych czujników lub też łatwo zdemontować czujniki zainstalowane czasowo celem lepszego nadzoru pracy maszyny zagrożonej awarią; czujniki te mogą być łatwo skonfigurowane dla innego obiektu znajdującego się w zasięgu punktu dostępu. Ta elastyczność sprawia, że systemy bezprzewodowe mogą być bezproblemowo wykorzystywane zarówno dla małych, małych rozproszonych oraz rozległych aplikacji.
- D. Efektywność energetyczna:** sieci WSN mogą wykorzystywać urządzenia i protokoły o niskim poborze mocy mając na celu oszczędzanie energii; w konsekwencji będą

umożliwiać długoterminową pracę bez konieczności częstej wymiany baterii.

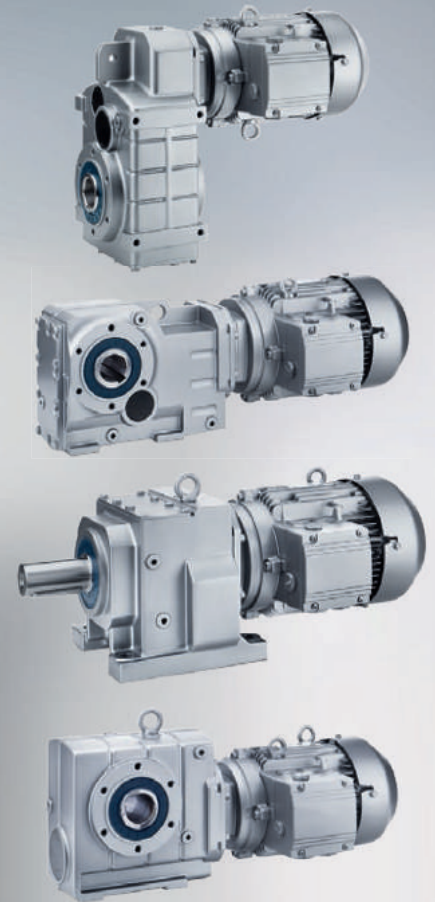
- E. Monitorowanie w czasie rzeczywistym:** sieci WSN umożliwiają monitorowanie w czasie quasi-rzeczywistym zjawisk fizycznych w środowisku – w tym także zmian stanu technicznego; dostarczanie z pożądanym krokiem czasowym aktualnych danych umożliwia podejmowanie przez służby UR decyzji właściwych dla bieżącego stanu technicznego majątku produkcyjnego.
- F. Niski koszt:** całkowity koszt sieci WSN jest niższy od kosztu sieciowych rozwiązań przewodowych, co czyni je atrakcyjnym rozwiązaniem dla wielu aplikacji wymagających pomiarów różnych wielkości fizycznych.
- G. Mobilność:** bezprzewodowe czujniki są bardziej mobilne niż przewodowe, co pozwala na ich stosowanie w miejscach, gdzie doprowadzenie przewodów jest trudne lub kosztowne.
- H. Niezawodna komunikacja:** dzięki postępowi w technologii bezprzewodowej nowoczesne systemy zapewniają solidną i wysoce niezawodną komunikację między komponentami. Sygnały są przesyłane bezpiecznie, minimalizując ryzyko zakłóceń.
- I. Zdalny dostęp i monitorowanie:** bywają bezprzewodowe systemy monitorowania umożliwiające zdalny dostęp do czujników i ich rekonfigurację.
- J. Ulepszone funkcje bezpieczeństwa:** współczesne systemy monitorowania bezprzewodowego prezentują zaawansowane funkcje bezpieczeństwa dzięki szyfrowaniu komunikacji.

16. Wady systemów czujników bezprzewodowych

Wyróżnia się następujące wady sieci WSN:

- A. Ograniczony zasięg:** zasięg komunikacji bezprzewodowej jest ograniczony, co może stanowić wyzwanie w przypadku wdrożeń na dużą skalę lub w środowisku, w którym znajdują się przeszkody powodujące zakłócanie propagacji fal radiowych.
- B. Zależność od baterii:** czujniki oraz niektóre panele sterujące czy poszczególne moduły bezprzewodowego systemu monitorowania zasilane są bateriami, co oznacza, że konieczne jest regularne sprawdzanie poziomu naładowania baterii i ich wymiana. Jeśli o obsłudze zapomnimy, może to doprowadzić do spadku wydajności systemu lub nawet zaprzestania jego działania w przypadku wyczerpania baterii.
- C. Ograniczona moc obliczeniowa:** sieci korzystają z czujników o niskim poborze mocy; w konsekwencji czujniki mają ograniczoną moc obliczeniową i niewielką pamięć; taki stan rzeczy utrudnia wykonywanie złożonych obliczeń i obsługę niektórych bardziej wymagających aplikacji.
- D. Bezpieczeństwo danych:** nie wszystkie sieci charakteryzują się wysokim poziomem bezpieczeństwa cybernetycznego i w konsekwencji mogą być podatne na jego zagrożenie; w związku z tym może dochodzić do manipulowania danymi i stanowić zagrożenie pierwotnie dla monitorowanego majątku produkcyjnego, a wtórnie także dla środowiska.

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

E. Ograniczony zasięg: bezprzewodowe systemy monitorowania mają ograniczony zasięg działania w porównaniu z systemami przewodowymi.

F. Podatność na zakłócenia: mimo postępów w technologii bezprzewodowej, istnieje nadal ryzyko zakłóceń sygnału. Czynniki takie jak zakłócenia elektromagnetyczne (zakłócenia pochodzące od innych urządzeń bezprzewodowych lub sygnałów radiowych), metalowe przeszkody, grube ściany lub odległość mogą wpływać na jakość transmisji między poszczególnymi komponentami systemu. W warunkach przemysłowych zakłócenia mogą posiadać charakter czasowy (pojawienie się dużych pojazdów, kontenerów, dźwigów, etc.). Zakłócenia nie tylko przyczyniają się do obniżenia jakości transmisji danych, ale w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do całkowitej utraty sygnału.

17. Bezprzewodowość w analizatorach przenośnych

Techniki bezprzewodowe wkraczają również do systemów przenośnych wspomagających UR. Cztery lata temu firma BENTLY NEVADA wprowadziła na rynek pierwszy z przyrządów przenośnych serii SCOUT 200. Oferują one specjalistyczną aplikację do analizy drgań, a także zapewniają takie standardowe funkcjonalności urządzenia przenośnego jak kamera, wideo i możliwość współpracy bezprzewodowej z przemysłowym smartfonem lub tabletem. Przyrządy te działają w sieci jak pokazano na Rys. 6 mogą przesyłać dane do serwera SYSTEM 1 Evo takimi drogami jak: Wi-Fi, USB, sieć GSM pracująca w standardzie 4G lub 5G. Dodatkowo, korzystając z systemu komunikacji zdalnej firmy BN, możliwe jest zapewnienie bezpiecznej transmisji danych z dowolnego miejsca na świecie za pomocą sieci WAN lub połączenia internetowego.

To nie koniec. Rok później inną nowinkę bezprzewodową w ofercie podobnej klasy instrumentów zaoferowała firma ACOEM wprowadzając do sprzedaży przyrząd FALCON, który wykorzystuje bezprzewodowy 3-kierunkowy czujnik przyspieszeń drgań.

18. Zakończenie

Świadomość specjalistów służb UR w zakresie możliwości i poprawności wykorzystania technik bezprzewodowych do nadzoru stanu technicznego w wielu przypadkach nie jest wystarczająca. Autorowi zdarzyło się otrzymać opublikowany SIWZ dedykowany wstrząsarce, dla której użytkownik był zainteresowany nadzorem stanu technicznego jej wybranych węzłów z pomocą techniki bezprzewodowej. Zastosowanie tej techniki jest atrakcyjną alternatywą w stosunku do monitorowania wykorzystującego czujniki z przewodami. Technika bezprzewodowa eliminuje bowiem problem z ruchliwością kabla biegnącego od czujnika zlokalizowanego na poruszającej się maszynie do stacjonarnych elementów systemu monitorowania znajdującego się już poza maszyną. Natomiast w SIWZ'ie tym wskazywano także (!!!) na określony typ bezprzewodowego czujnika drgań, którego dynamika pracy ... nie pokrywała potrzeb aplikacji na wstrząsarce: jej drgania w dobrym stanie technicznym znacznie przekraczały określone w dokumentacji pole (częstotliwość – poziom drgań) dopuszczalnej aplikacji.

Jeśli stroną generującą SIWZ był wyłącznie inwestor, to potwierdza to wyżej postawioną tezę o słabym przygotowaniu specjalistów UR do wdrażania technik bezprzewodowych. Natomiast jeśli stało się to przy współdziałaniu dostawcy systemu, to wskazuje na brak jego profesjonalizmu, bowiem gdyby był profesjonalnym dostawcą, to winien był sprawdzić jak dalece jego produkt może być poprawnie zaaplikowany.

Tak więc doprowadzenie do wdrożenia scharakteryzowanego w SIWZ'ie rozwiązania skutkowałoby poniesieniem kosztów przez inwestora, z których nie miałby on żadnego zysku. Jedynym wygranym (?) byłby sprzedawca systemu.

W wielu przypadkach bezprzewodowe czujniki drgań realizują dodatkowo pomiar temperatury. W przypadku ich stosowania dobrze jest zastanowić się przez chwilę jak dalece pomiary realizowane z pomocą sensora temperatury zainstalowanego w węźle łożyskowym są skorelowane z pomiarami temperatury powierzchni obudowy łożyskowej

w punkcie, w którym umieszczony jest bezprzewodowy czujnik mający mierzyć pierwszoplanowo drgania. Warto także sprawdzić jak dalece zmienność pola temperatury w otoczeniu monitorowanej maszyny może mieć wpływ na zmianę temperatury tej powierzchni.

Przystępując do realizacji jakiegos projektu mającego wspomagać UR dobrze jest skorzystać ze wspomaganie kogoś, kto ma nie tylko wiedzę o produkcie, ale także doświadczenie aplikacyjne.

Przypisy

- [1] IIoT = Industrial Internet of Things. Historia IIoT rozpoczęła się wraz z wynalezieniem programowalnego sterownika logicznego (PLC) przez Richarda E. Morleya w 1968 r., który zastosowała firma General Motors w dziale produkcji automatycznych skrzyń biegów. Milowym krokiem w rozwoju IIoT było wprowadzenie sieci Ethernet (1980), co umożliwiło realizację koncepcji sieci tzw. inteligentnych urządzeń.
- [2] W Polsce pasmo to jest podzielone na 13 kanałów.
- [3] Pierwsze z pasm jest w Europie (zgodnie z regulacjami ESTI) dedykowane aplikacjom w przestrzeniach zamkniętych i jest podzielone na 8 kanałów, drugie natomiast aplikacjom w środowisku zewnętrznym i oferuje 11 kanałów. W tym drugim przypadku dopuszczalna moc promieniowania wynosi 1W.
- [4] Dla przykładu w paśmie 868 MHz w czterech podpasmach ograniczenie mocy wynosi 25 mW, a w dwóch pozostałych jest to tylko 10 mW i aż 500 mW.
- [5] Można przyjąć jako pewnik, że podawane w dokumentacji systemowej zasięgi dotyczą warunków idealnych i w praktyce przemysłowej, przy podejmowaniu decyzji co do architektury docelowego systemu oraz jego topologii, nie popełni się dużego błędu zakładając, że skuteczna transmisja jest na poziomie ~30% odległości podawanej w materiałach marketingowych producenta systemu.
- [6] Nazwa jest skrótem od „Wireless Fidelity”.
- [7] Są trzy główne klasy Bluetooth:
 - Klasa 1: nadaje z mocą 100 mW i umożliwia zasięg do 100 metrów.
 - Klasa 2: nadaje z mocą 2,5 mW / zasięg 10 metrów.
 - Klasa 3: nadaje z mocą 1 mW / zasięg poniżej 10 metrów (nominalnie: 1 m)
- [8] Swoją odporność na zakłócenia Bluetooth zawdzięcza transmisji danych odbywającej się z wykorzystaniem metody rozpraszania widma w systemach szerokopasmowych FHSS (Frequency-Hopping Spread Spectrum). W tłumaczeniu wprost jest to „skakanie” sygnału po częstotliwościach w kolejnych odstępach czasu, w dostępnym paśmie, polegającej na zmianie kanału transmisji po każdym przesłaniu danych. Przeskok ten odbywa się nawet 1600 razy na sekundę. Dzięki takiej redundancji obejmującej

nawet 79 kanałów transmisji Bluetooth wyróżnia się doskonałą odpornością na zakłócenia w zatłoczonym paśmie częstotliwości 2,4 GHz. Standard Bluetooth obejmuje też skuteczny mechanizm koegzystencji. Kiedy dwa urządzenia są połączone realizowana jest specyficzna technika zwana adaptacyjnym przeskakiwaniem częstotliwości (AFH = Adaptive Frequency Hopping), która niezawodnie wykrywa kanały wykorzystywane przez WLAN o zajętości od 10% do 15% i w konsekwencji automatycznie pomija pasma zajęte przez inne urządzenia.

- [9] Np. ISA 100Wireless dopuszcza ich 3, gdy tymczasem WirelessHART tylko 1 [7]
- [10] Rodzaj wykorzystywanej struktury sieciowej, a dokładniej bramy sieciowej, może współdecydować o liczbie czujników bezprzewodowych pracujących w takiej sieci. I tak np. bazując na Yokogawa® YGFW można gromadzić dane poprzez 4 punkty dostępowe, natomiast bazując na Honeywell OneWireless® z 8 punktów dostępowych. W obu przypadkach każdy punkt dostępowy może obsługiwać do 40 czujników.
- [11] Dodajmy, że SYSTEM 1 Evo umożliwia również obsługę danych gromadzonych z pomocą wybranych wielokanałowych przenośnych zbieraczy danych diagnostycznych jak np. SCOUT.

Literatura

- [1] Nowicki R., *Problemy bezpieczeństwa cybernetycznego w zakresie stosowania systemów nadzoru stanu technicznego majątku produkcyjnego*, „Napędy i Sterowanie” Nr 7/8 Lipiec – Sierpień 2016, str. 106 – 116
- [2] Nowicki R., *Na celowniku cyberprzestępców*, Kierunek Wod-Kan, Nr 1/2022, 30...36
- [3] Nowicki R., *Preskryptywne utrzymanie ruchu*, Chemia Przemysłowa, 4/2020 (756), str. 6 – 10
- [4] Nowicki R., *Utrzymanie ruchu a Przemysł 4.0*, „Napędy i Sterowanie” Nr 9 (257), Wrzesień 2020, str. 52 – 77
- [5] SONG J., Nowicki R., Duyar A.: *Sprzętowe rozpoznawanie anomalii pracy agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi*, „Napędy i Sterowanie” Nr 1, Styczeń 2014, str. 96 – 106
- [6] Nowicki R., Bate M.: *Programowe rozpoznawanie anomalii pracy agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi*, „Napędy i Sterowanie” Nr 12, Grudzień 2013, str. 24 – 31
- [7] Costa M.S., Amaral J.L.M., *Analysis of Wireless Industrial Automation Standards: ISA-100.11a and WirelessHART*, <https://blog.isa.org/analysis-wireless-industrial-automation-standards-isa-100-11a-wirelesshart>
- [8] Nowicki R., *Pomiary temperatury łożysk (cz. II): Szczegóły dotyczące poprawności instalacji czujników*, „Inżynieria i Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych”, Nr 4, 07 – 08 2016, str. 64 – 75

 Ryszard Nowicki

reklama



ROBOTYKA.PL

centrum polskiej robotyki

Liderzy rynku na regionalnych targach branży drzewno-meblarskiej Dremasilesia 2024

Nadchodzące targi maszyn i narzędzi do obróbki drewna Dremasilesia to wydarzenie, którego siłą jest budowanie relacji między małymi przedsiębiorcami a liderami branży. Wśród licznych atrakcji odbędą się pokazy zrobotyzowanej fabryki produkcji mebli na żywo, zorganizowanej we współpracy z firmą Lazzoni Group.

Dremasilesia miejscem spotkań

W ramach tegorocznych targów przedstawiciele zakładów produkcji i obróbki drewna będą mogli skorzystać z niepowtarzalnej okazji do spotkania czołowych przedstawicieli branży w Polsce. Od początku targów Dremasilesia współorganizatorem wydarzenia jest Stowarzyszenie Producentów Maszyn i Narzędzi do Obróbki Drewna Droma, którego członkowie wezmą aktywny udział w części konferencyjnej, pokazowej i targowej.

Obecność na targach Dremasilesia to gwarancja uczestnictwa w konferencjach, prowadzonych przez praktyków i ekspertów z branży drzewno-meblarskiej, a także doradców finansowych, którzy pomogą w reagowaniu na sytuacje kryzysowe na rynku. Ponadto przedsiębiorcy, którzy chcą rozwijać i unowocześniać swoje zakłady produkcyjne będą mogli zdobyć praktyczną wiedzę związaną z wdrażaniem nowych technologii i zrobotyzowanych elementów warsztatu.

Dyrektor Targów Dremasilesia i Drema Andrzej Półroliczak: – *Tegoroczna edycja targów Dremasilesia inauguruje największy i najważniejszy cykl wydarzeń targowych w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej dla branży drzewno-meblarskiej DREMA TOUR, odbywających się w 2024 r. w trzech miastach: w Katowicach (19 – 21 kwietnia 2024, targi DREMASILESIA), Lublinie*

(21 – 22 czerwca 2024, targi LUBDREW) oraz w Poznaniu (10 – 13 września 2024, targi DREMA).

Każda z trzech imprez składać się będzie z trzech podstawowych modułów:

1. **AKADEMIA DREMA** – konferencje, wykłady, prezentacje partnerów dotyczące sytuacji w branży, wyzwań, trendów i przykładowych rozwiązań w zakresie robotyzacji i automatyzacji,
2. **FABRYKA DREMA** – przestrzeń specjalna pokazów maszyn do drewna z ukierunkowaniem produkcji na potrzeby organizacji pomocowych,
3. **TARGI** – prezentacja naszych wystawców ze specjalnymi rabatami dla uczestników naszych targów.

Akademia Drema

W ramach modułu AKADEMIA uczestnicy wydarzenia będą mogli skorzystać ze strefy konferencyjnej, w której odbędą się prelekcje, warsztaty i debaty ze specjalistami. Zaproszeni eksperci poruszą tematy związane z zapobieganiem negatywnym skutkom kryzysu m.in. poprzez robotyzację oraz automatyzację zakładów produkcyjnych, czy promocję polskich firm na arenie międzynarodowej.

Zautomatyzowana fabryka na żywo

W strefie pokazowej targów Dremasilesia zostanie stworzona Fabryka Mebli na Żywo. Dzięki współpracy z firmą Lazzoni Group, na powierzchni 500 m² przez wszystkie dni wydarzenia działać będą maszyny, które kompleksowo obsłużą proces produkcji mebli. O swoich nadchodzących pokazach właściciel Lazzoni Group – Michał Żądło mówi: – *Jako współorganizator wydarzenia mamy pełną świadomość, jakie są wyzwania branżowe, z którymi mierzą się uczestnicy i po co przyjeżdżają na targi – pokażemy więc to i jeszcze więcej. Zorganizujemy*



prawdziwe show z udziałem najnowszych technologii, w duchu Industry 4.0. Zwiedzający będą mieli okazję zobaczyć działającą na żywo fabrykę dedykowaną krótkim seriom. Będzie to zautomatyzowany proces produkcji elementów – od rozkroju, przez oklejanie i wiercenie aż do pakowania i odbierania paczek – z implementacją robotów do poszczególnych procesów i digitalizacją zarządzania tymi procesami. Ciekawostką będzie także prezentacja rozwiązań do tzw. produkcji potokowej, czyli łączenia maszyn używanych za pomocą przenośników rolkowych i transporterów. Bądźcie świadkami, jak innowacyjność może zmieniać oblicze branży meblarskiej, nadając jej nowy wymiar efektywności, precyzji i zrównoważonego rozwoju.

Targi

Strefa TARGOWA to prezentacja przez liderów branży maszyn i narzędzi do obróbki drewna oferty najnowocześniejszych technologii i maszyn dla przemysłu drzewno-meblarskiego. To szansa zapoznania się z najnowszymi rozwiązaniami oraz możliwość odbycia licznych rozmów i spotkań, które sprzyjają jednoczeniu i współpracy polskich oraz zagranicznych przedstawicieli branży.

Bilety i szczegółowe informacje dostępne na stronie: www.dremasilesia.pl

Metody syntezy chodu maszyn kroczących i robotów humanoidalnych

Teresa Zielińska*

16.1. Wstęp

Obecnie zauważa się rosnące zainteresowanie robotami usługowymi i robotami osobistymi. Roboty te muszą działać w środowisku naturalnym, typowym dla człowieka, gdzie znajduje się wiele różnorodnych obiektów, a sytuacje zmieniają się dynamicznie. Największe wyzwania badawcze dotyczą więc tej grupy robotów, a otrzymywane wyniki są spektakularne. Roboty osobiste będą wkrótce pomagać w zajęciach domowych, w opiece nad dziećmi i ludźmi starszymi, czy też osobami niepełnosprawnymi.

Takie roboty często mają postać antropomorficzną, co ułatwia ich powszechną akceptację. Antropomorfizm ułatwia też funkcjonowanie w środowisku zaprojektowanym dla człowieka, łącznie z posługiwaniem się przedmiotami codziennego użytku. Pomimo przykładów sprawnie poruszających się robotów człokształtnych, problem syntezy ich ruchu pozostaje otwarty.

Brakuje metod pozwalających na bieżące planowanie i generowanie ruchów podobnych od wzorców ruchowych człowieka. Problem ten nie dotyczy wyłącznie chodu, lecz o wiele bardziej skomplikowanych czynności takich jak przenoszenie czy podnoszenie obiektów, ale też odzyskiwanie równowagi utraconej w wyniku popchnięcia czy poślizgu. Powracając do pozornie najprostszego przykładu, czyli do chodu, należy podkreślić, iż nie tylko nogi, lecz i pozostałe części ciała wspierają proces lokomocji [25]. W czasie chodu tułów człowieka wykonuje rytmiczne przechyły do przodu i do tyłu oraz na boki, miednica podlega rotacjom, stawy biodrowe przemieszczają się naprzemiennie do przodu i do tyłu względem osi ciała, a ręce wykonują wymachy. Wszystkie te ruchy skutkują powstaniem odpowiednich sił inercjalnych oraz momentów sił, które wspomagają dynamiczną stabilizację postury. Podobną synergię ruchów staramy się uzyskać w robotach humanoidalnych, zadanie to utrudnia jednak inna niż ludzka specyfika budowy ciała i inne właściwości napędów.

Pierwsze roboty humanoidalne poruszały się na ugiętych nogach, utrzymując korpus w stałej pionowej pozycji i nie poruszając rękoma. Ugięte nogi ułatwiały w tym przypadku stabilizację postury, unikano potrzeby ruchów stabilizacyjnych wykonywanych przez inne części ciała. Współczesne roboty

Streszczenie

Na podstawie własnych badań pokazano, jak pewne wzorce biologiczne są wykorzystywane w pracach nad wielonożnymi maszynami kroczącymi i robotami humanoidalnymi. W szczególności, skupiając się na robotach humanoidalnych (antropomorficznych), omówiono, w jaki sposób odpowiednia konstrukcja stóp pozwala uzyskać synergię przechyłów korpusu i ruchu nóg wspomagającą dynamiczną stabilność chodu. W pierwszej części pracy podsumowano metody syntezy chodu wielonożnych maszyn kroczących oraz robotów humanoidalnych. Omówiono kryterium dynamicznej stabilności chodu (kryterium ZMP) powszechnie wykorzystywane do syntezy chodu dwunożnego. Kryterium to stanowiło punkt wyjściowy do wyznaczenia sił działających na stopę robota humanoidalnego. Mając na uwadze stopę podatną, opracowano metodę wyznaczania składowych sił działających na krawędzie stopy. W celu potwierdzenia przydatności metody podano przykład obliczeniowy dla chodu człowieka. Wyznaczano składowe siły wywieranych przez stopę na podłoże, uwzględniając różne wymiary stopy, oraz pokazano, jak podatność stopy wspomaga stabilność dynamiczną chodu.

coraz bardziej oddalają się od tych niezdarnych prekursorów. Niezręczne chodzące roboty dwunożne o niewielu stopniach swobody przekształciły się w skomplikowane, sprawnie poruszające się roboty humanoidalne. Roboty te wymachują rękoma i balansują górną częścią ciała podobnie jak człowiek. Istnieją też próby zbudowania robota humanoidalnego posiadającego kręgosłup [14]. Uwaga badaczy skupia się też na stopach, bowiem w uzyskaniu synerгии ruchu człowieka istotną rolę odgrywają podatne stopy.

W niniejszym rozdziale pokazujemy jak są przenoszone pewne wzorce biologiczne do obszaru wielonożnych maszyn kroczących i robotów humanoidalnych. Skupiając się na robotach antropomorficznych, pokazujemy, jak odpowiednia konstrukcja stóp wspiera proces chodu.

Chód to sposób przemieszczania się (zmiany lokalizacji) istoty żywej lub robota posiadającego kończyny dolne (nogi).

*Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Politechnika Warszawska, Warszawa, teresaz@meil.pw.edu.pl; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0475-0875>

Klasyfikacja i opisy typów chodu (chodów) powstały na podstawie obserwacji świata zwierzęcego. Podstawowym wyróżnikiem rodzaju chodu jest kolejność przestawień nóg, a nie, jak mogłoby się to wydawać, prędkość ruchu. Określone sekwencje przestawień nóg są jednak dla danej grupy zwierząt typowe w określonych przedziałach prędkości.

Cechy chodu owadów zostały zidentyfikowane ponad czterdzieści lat temu na podstawie prac Hughesa i Wendlera, a następnie podsumowane przez Wilsona [24]. Zamykają się one w pięciu prostych prawidłowościach:

- nogi po jednej stronie ciała są przenoszone jedna za drugą, taka fala przenoszenia nóg przesuwa się od tyłu do przodu ciała, żadna następna noga nie będzie podniesiona, zanim noga znajdująca się za nią nie zostanie postawiona;
- czas przenoszenia jest stały dla wszystkich nóg i jest niezależny od prędkości ruchu;
- fazy ruchu naprzeciwległych nóg znajdujących się w tym samym segmencie ciała są przesunięte, czyli nogi nie są przemieszczane równocześnie;
- czas podparcia (styku nogi z podłożem) maleje w miarę wzrostu prędkości ruchu, czyli ze wzrostem prędkości rośnie częstość kroczenia, czyli częstość przestawień nóg;
- odstępy czasu między podniesieniami nóg sąsiednich z tej samej strony ciała (pomiędzy nogą znajdującą się bezpośrednio z tyłu a daną nogą oraz daną nogą i nogą ją poprzedzającą) są porównywalne, ale ta różnica czasu pomiędzy nogą tylną a przednią zmienia się proporcjonalnie do częstości kroczenia.

W 1981 roku Delcomyn [3] zaobserwował kolejną prawidłowość:

- dana noga jest podnoszona tylko wtedy, gdy noga poprzedzająca ją w sekwencji fali przemieszczeń zostanie postawiona na podłoże.

Jak łatwo zauważyć, ta reguła jest naturalną konsekwencją pierwszej i ostatniej zasady sformułowanej przez Wilsona.

Powyższe cechy są wykorzystywane do syntezy ruchu maszyn sześcionożnych. Maszyny te poruszają się przeważnie tak, jak owady. Ich chód jest statycznie stabilny. Oznacza to, iż w każdej chwili ruchu jest zachowana statyczna stabilność postury, czyli rzut środka ciężkości całej maszyny znajduje się we wnętrzu wielokąta podparcia rozpiętego na punktach śladowych podpierających nóg. Metody syntezy takich chodów nie są trudne, łatwo jest zaplanować długość zakroku i wykroku, aby był spełniony warunek statycznej stabilności dla chodów rytmicznych.

Trudniejszym problemem jest natomiast zaplanowanie regularnej sekwencji przestawień nóg wymaganej przy omijaniu przeszkód oraz dobór kształtu trajektorii końców nóg. Jest to ciągle obszerne pole do prowadzenia badań i poszukiwania efektywnych rozwiązań łączących metody percepcji otoczenia i planowania ruchu. W pracach [30, 33, 37, 44] są opisane metody generowania statycznie stabilnego ruchu maszyn sześcionożnych i systemy ich sterowania pozwalające na autonomiczną nawigację z dostosowywaniem rodzaju chodu do ukształtowania podłoża. Na rysunku 16.1 są pokazane zbudowane przez zespół prototypy maszyn sześcionożnych, na

których przetestowaliśmy wzmiankowane rozwiązania. Przedmiotem prac były również zagadnienia specyfikacji wymagań projektowych, dobór napędów z uwzględnieniem wydatków energetycznych ruchu [32] oraz metoda określania wymiarów geometrycznych nóg zapewniająca minimalizację kosztów energetycznych ruchu [34].

Wiele zwierząt, w tym człowiek, porusza się, zachowując dynamiczną, a nie statyczną stabilność chodu. Stabilność dynamiczna chodu ma miejsce wówczas, gdy skutkiem równowagi momentów sił i momentów obrotowych działających na poruszające się zwierzę lub robota, realizuje on pożądaną wypadkową trajektorię ruchu, zachowując przy tym pożądaną konfigurację ciała. Przy większych prędkościach ruchu i przy omijaniu przeszkód owady zachowują również dynamiczną, a nie statyczną stabilność ruchu. Brakuje niestety syntetycznych opisów, które, podobnie jak w przypadku stabilności statycznej, pozwoliłyby na przeniesienie wzorców dynamiki ruchu świata ożywionego do świata robotyki.

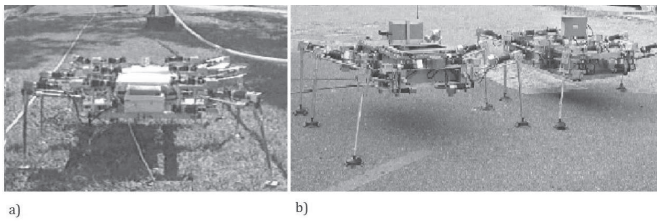
Warto tu dodać, iż najwolniejsze chody zwierząt czworonożnych są stabilne statycznie, ale niestety ich chodów nie daje się opisać tak prosto jak chodu owadów, występują tu bowiem różne kolejności przestawień nóg, różne czasy podparcia nóg oraz różne odstępy czasu pomiędzy ich przeniesieniami.

Nasze prace poświęcone lokomocji czworonogów obejmują syntezę chodu statycznie stabilnego [19, 20, 28, 33], projektowanie [42, 43], sterowanie [41] oraz generowanie chodu quasi-stabilnego dynamicznie, gdzie stabilizująca funkcję pełnią stopy z wbudowaną podatnością [45, 46]. Na rysunku 16.2 jest pokazana maszyna czteronożna konstrukcji naszego zespołu [19], którą wykorzystywano do testowania opracowanych rozwiązań. Jak widać na fotografiach, duże przestrzenie robocze nóg umożliwiają szerokie zmiany konfiguracji. Po prawej stronie jest przedstawiona sekwencja postur realizowanych przy obrocie o 180°. Taki obrót jest przydatny w maszynach kroczących realizujących zadania eksploracji w trudnych, nietypowych warunkach [36], pozwala bowiem na powrót do normalnej pozycji po przekościłkowaniu.

Można podać przykłady maszyn czteronożnych, które poruszają się szybko, zachowując dynamiczną stabilność chodu. Prekursorem w tego typu badaniach był i jest Raibert, który zbudował jednożadne, potem dwunożne, a następnie czteronożne maszyny skaczące [18]. Teraz pod jego kierunkiem powstają najbardziej imponujące maszyny czteronożne takie jak Big Dog, Spot Mini i inne. Zespół kierowany przez tego naukowca opracował też bardzo sprawne roboty humanoidalne PETMAN, ASTROMAN i ATLAS [5].

Pomimo tych spektakularnych prototypów o dużych możliwościach ruchowych nie można się jednak odwołać do uniwersalnej metody generowania skoordynowanych ruchów części ciała robota humanoidalnego. Liczni badacze poszukują wzorców ruchu człowieka, nawiązując do modelu podwójnego lub pojedynczego odwróconego wahadła [8, 9, 16]. W naszych pracach z tego obszaru uwzględniamy rekonfigurowalne wahadło o przemieszczającej się masie punktowej [48].

Inną możliwością jest nawiązanie do biologicznego generatora. We wcześniejszych badaniach odnosiliśmy się do



Rys. 16.1. Nawigacja maszyn sześcionożnych: a) maszyna poruszająca się autonomicznie po ścieżce zadanej poprzez współrzędne geograficzne, b) dwie autonomiczne maszyny wykonujące zadanie eksploracji otoczenia

neuronowego centralnego generatora wzorców generującego rytmy życiowe człowieka (ogólnie rzecz biorąc – wielu zwierząt), w tym też i rytm lokomocji [7]. Stworzyliśmy model funkcjonalny generatora rytmu chodu, wykorzystując oscylatory sprzężone van der Pola. Wykazaliśmy, iż po właściwym dobraniu wartości parametrów tych oscylatorów rozwiązania równań różniczkowych dostarczają trajektorii kątowych stawów nóg, które dobrze odwzorowują trajektorie typowe dla chodu człowieka [31, 38].

Trajektorie kątowe stawów biodrowych i kolanowych są opisane równaniami czterech oscylatorów sprzężonych:

$$\begin{aligned} \ddot{\alpha}_1 - \mu_1 \cdot (p_1^2 - x_a^2) \cdot \dot{\alpha}_1 + g_1^2 \cdot x_a &= q_1, \\ \ddot{\alpha}_2 - \mu_2 \cdot (p_2^2 - x_b^2) \cdot \dot{\alpha}_2 + g_2^2 \cdot x_b &= q_2, \\ \ddot{\alpha}_3 - \mu_3 \cdot (p_3^2 - x_c^2) \cdot \dot{\alpha}_3 + g_3^2 \cdot x_c &= q_3, \\ \ddot{\alpha}_4 - \mu_4 \cdot (p_4^2 - x_d^2) \cdot \dot{\alpha}_4 + g_4^2 \cdot x_d &= q_4, \end{aligned} \quad (16.1)$$

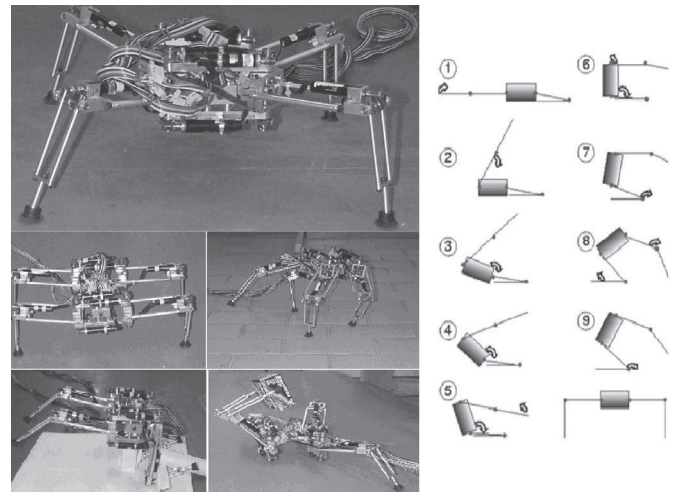
gdzie $x_a = \alpha_1 - \lambda_{21} \cdot \alpha_2 - \lambda_{31} \cdot \alpha_3$, $x_b = \alpha_2 - \lambda_{12} \cdot \alpha_1 - \lambda_{42} \cdot \alpha_4$, $x_c = \alpha_3 - \lambda_{13} \cdot \alpha_1 - \lambda_{43} \cdot \alpha_4$, $x_d = \alpha_4 - \lambda_{24} \cdot \alpha_2 - \lambda_{34} \cdot \alpha_3$.

Wyrażenia te mają 24 nieznanne parametry: $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, p_1^2, p_2^2, p_3^2, p_4^2, g_1^2, g_2^2, g_3^2, g_4^2, q_1, q_2, q_3, q_4, \lambda_{13}, \lambda_{31}, \lambda_{12}, \lambda_{21}, \lambda_{24}, \lambda_{42}, \lambda_{43}, \lambda_{34}$.

Parametry sprzężeń λ_{ij} określają rodzaj chodu, determinując zakres przesunięć fazowych pomiędzy poszczególnymi trajektoriami. Zmienne $\alpha_1^s, \alpha_2^s, \alpha_3^s, \alpha_4^s$ odpowiadają odpowiednio przeskalowanym kątom α_1 (wyrażonym w stopniach) stawów kończyn dolnych. W zastosowanej notacji przyjęto, iż kąty te są dodatnie wtedy, gdy linie uda lub podudzia są wysunięte do przodu w stosunku do linii pionowej, a ujemne w sytuacji przeciwnej (rys. 16.3).

Podstawowym problemem jest znalezienie wartości nieznanych 24 parametrów, tak aby zapewnić cykl stabilny oraz aby rozwiązania imitowały trajektorie chodu. Do tego celu wykorzystano algorytm genetyczny, a rozwiązania były porównywane ze wzorcem chodu człowieka (rys. 16.4)¹. Ostatecznie wybrane wartości parametrów były następujące [39]: $\mu_1 = \mu_3 = 3,59375$, $\mu_2 = \mu_4 = 2$, $p_1^2 = p_3^2 = 2$, $p_2^2 = p_4^2 = 1$, $g_1^2 = g_3^2 = 28,0039$, $g_2^2 = g_4^2 = 17,7031$, $q_1 = q_3 = 15,8516$, $q_2 = q_4 = -7,04492$, $\lambda_{12} = \lambda_{21} = \lambda_{34} = \lambda_{43} = -0,451172$, $\lambda_{24} = \lambda_{42} = \lambda_{31} = \lambda_{13} = 0,417969$.

Wykazaliśmy, iż odpowiednie zmiany parametrów równań



Rys. 16.2. Ilustracja rekonfiguracji czteroноżnej maszyny kroczącej

oscylatorów prowadzą do prawidłowych zmian wzorca chodu, na przykład dających trajektorie pozwalające na omijanie przez nogi przeszkód, czy zmiany prędkości ruchu. Pokazaliśmy, jak równania oscylatorów można zaimplementować w czasie rzeczywistym, uzyskując płynne korekty chodu zakłóconego czynnikami zewnętrznymi.

Metoda została zastosowana w rzeczywistym robocie dwunożnym; wyniki badań są opisane m.in. w pracach [29, 39]. Na rysunku 16.6 zamieszczono szereg zdjęć pokazujących robota w trakcie chodu.

16.2. Metody syntezy chodu robotów humanoidalnych

Skupimy się teraz na warunku stabilności dynamicznej oraz na roli stopy we wspieraniu stabilności dynamicznej ruchu.

Najprostszym sposobem zadawania przemieszczeń członów robota antropomorficznego jest nagranie, a potem odtworzenie ruchu człowieka. Tak właśnie uzyskiwano ruch pierwszych humanoidów firmy Honda. Inną metodą jest wykorzystanie trajektorii ruchu wybranego stopnia swobody, np. stawu kolanowego człowieka, i odpowiednie dobranie trajektorii ruchu pozostałych członów. Winnym podejściu zadawane są trajektorie ruchu poszczególnych stopni swobody jako wielomiany o nieznanach parametrach. Dobór parametrów następuje tu z uwzględnieniem stabilności posturalnej.

Zaproponowaliśmy metodę, która uwzględnia model dynamiki ruchu robota oraz modele sterowników poszczególnych stopni swobody. Dokonaliśmy syntezy sterowania z wykorzystaniem modelu dynamiki całego robota, żądając przy tym odtwarzania zadanych trajektorii sił wywieranych przez końce nóg [17]. Metoda ta prowadzi do uzyskania stabilizujących ruchów górnej części ciała podobnych do ruchów człowieka.

Ogólnie rzecz biorąc, synteza ruchów jest zadaniem trudnym, czekającym na uniwersalne rozwiązanie pozwalające na generowanie postury całego ciała nie tylko w trakcie chodu, ale też w innych sytuacjach, jak np. podnoszenie czy przenoszenie obiektów.

Zanim nastąpi implementacja, należy sprawdzić, czy opracowany wzorzec ruchu zapewni stabilność dynamiczną, tzn. czy poruszający się robot nie będzie się przewracał. Do tego celu najczęściej wykorzystywane jest kryterium punktu zerowego momentu (ang. Zero Moment Point, ZMP), które zostało sformułowane w 1968 r. przez Vucobratovica [22, 23]. Kryterium to w wersji zmodyfikowanej jest również wykorzystywane do wyznaczenia stabilizujących korekt postury w czasie ruchu rzeczywistych robotów.

Kryterium ZMP uwzględnia warunek równowagi momentów sił w fazie podporowej. Uwzględnia się tu uproszczony model kinematyczny ciała człowieka lub robota, w którym masy rozłożone głównych części ciała są zastąpione masami skupionymi. Masy te podlegają przyspieszeniom w trakcie chodu, a więc powstają siły inercjalne. W wyniku istnienia tych sił oraz oddziaływania sił grawitacji powstają momenty sił powodujące obroty, w szczególności obroty wokół osi układu odniesienia o początku O . Punkt ten jest umiejscowiony w stawie skokowym podpierającej stopy w fazie jednopodporowej. W fazie dwupodporowej uwzględnia się momenty obrotowe wokół osi układu odniesienia o początku w wirtualnym punkcie podparcia. Punkt ten pokrywa się z rzutem pionowym wypadkowej masy robota na płaszczyznę podparcia. Człowiek lub robot nie przewraca się, gdy momenty sił są kompensowane przez moment pochodzący od wypadkowego wektora siły reakcji podłoża w fazie jednopodporowej, lub od dwu wektorów sił reakcji w fazie dwupodporowej.

Dla uproszczenia rozważań, przedstawimy formułę ZMP dla fazy jednopodporowej. Niech F_r oznacza wektor siły reakcji (rys. 16.5b). Warunek równowagi momentów opisany jest następująco:

$$\sum_i (\mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i) + \mathbf{I}_i \dot{\boldsymbol{\omega}}_i + \boldsymbol{\omega}_i \times \mathbf{I}_i \boldsymbol{\omega}_i = -\mathbf{r}_P \times \mathbf{F}_r, \quad (16.2)$$

gdzie \mathbf{r}_i jest wektorem poprowadzonym od punktu O do punktu oznaczającego położenie i -tej masy punktowej (masy m_i), \mathbf{F}_i

jest wektorem sił bezwładności oraz sił grawitacji działających na i -tą masę, $\boldsymbol{\omega}_i$ jest wektorem prędkości obrotowych, \mathbf{I}_i jest tensorem bezwładności, \mathbf{r}_P jest wektorem poprowadzonym od punktu O do punktu P przyłożenia siły F_r . Punkt P jest właśnie punktem zerowego momentu (ZMP). Biorąc pod uwagę warunek równowagi (16.2), widzimy, iż P jest takim punktem na podłożu, w którym powinna być przyłożona siła reakcji F_r , aby moment pochodzący od niej równoważył moment obrotowy wynikający z ruchu ciała. Ponieważ siła reakcji podłoża dotyczy podpierającej stopy, naturalnym wnioskiem jest, iż położenie punktu P we wnętrzu śladu stopy [23] stanowi warunek stabilności postury.

Wyznaczając położenie punktu P z uwzględnieniem zależności (16.2), uwzględnia się tylko moment M_x powodujący przechylenie (na boki) i moment M_y powodujący pochylenie (przód – tył). Niewielki moment wokół osi pionowej M_z nie jest uwzględniany w ocenie stabilności postury, jest on bowiem równoważony przez moment pochodzący od sił tarcia.

Momenty M_x, M_y wyznaczamy z następujących zależności:

$$M_x = \sum_i [y_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] - \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{y}_i) + \sum_i (I_{xx}^i \cdot \dot{\omega}_x^i + I_{xy}^i \cdot \dot{\omega}_y^i + I_{xz}^i \cdot \dot{\omega}_z^i) + \sum_i [\omega_y^i (I_{xx}^i \omega_x^i + I_{xy}^i \omega_y^i + I_{xz}^i \omega_z^i) - \omega_x^i (I_{yx}^i \omega_x^i + I_{yy}^i \omega_y^i + I_{yz}^i \omega_z^i)] + p_y F_z^r + h F_R^y, \quad (16.3)$$

$$M_y = - \sum_i [x_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] + \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{x}_i) + \sum_i (I_{yx}^i \cdot \dot{\omega}_x^i + I_{yy}^i \cdot \dot{\omega}_y^i + I_{yz}^i \cdot \dot{\omega}_z^i) + \sum_i [-\omega_x^i (I_{xx}^i \omega_x^i + I_{xy}^i \omega_y^i + I_{xz}^i \omega_z^i) + \omega_y^i (I_{yx}^i \omega_x^i + I_{yy}^i \omega_y^i + I_{yz}^i \omega_z^i)] - p_x F_z^r + h F_R^x, \quad (16.4)$$

x_i, y_i, z_i to współrzędne mas punktowych m_i w układzie odniesienia $OXYZ$, p_x, p_y to współrzędne punktu P , h jest odległością punktu O od podłoża. Pomija się stosunkowo niewielką odległość h kostki od podłoża i przyjmuje jako punkt obrotu O rzut środka stawu skokowego na podłożo (rys. 16.5), czyli we wzorach (16.3) i (16.4) ZMP znika jeden, niewielki co do wartości, składnik. Składowa F_z^r siły reakcji F_r jest równa $F_z^r = - \sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)$. Tak więc:

Future Ready Industry



Urządzenia dla górnictwa podziemnego

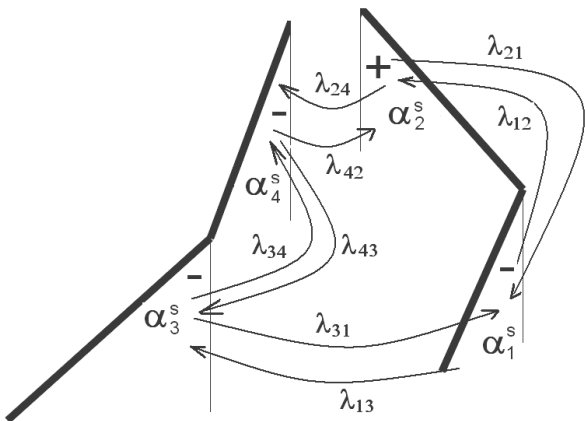


Energetyka wiatrowa

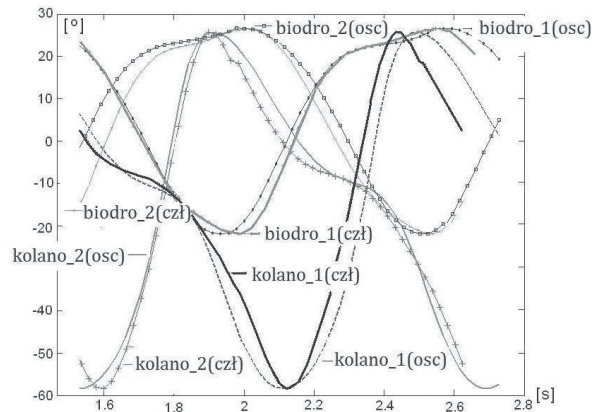
FAMUR

Poznaj nasze innowacyjne rozwiązania na www.famur.com





Rys. 16.3. Definicja kątów oraz ilustracja sprzężeń pomiędzy stawami



Rys. 16.4. Trajektorie zarejestrowane w chodzie człowieka oraz trajektorie wygenerowane przez oscylatory po odpowiednim dobraniu parametrów

$$M_x = \sum_i [y_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] - \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{y}_i) + \sum_i (I_{xx}^i \cdot \dot{\omega}_x^i + I_{yy}^i \cdot \dot{\omega}_y^i + I_{zz}^i \cdot \dot{\omega}_z^i) + \sum_i [\omega_x^i (I_{xx}^i \omega_x^i + I_{yy}^i \omega_y^i + I_{zz}^i \omega_z^i) - \omega_y^i (I_{yy}^i \omega_x^i + I_{xx}^i \omega_y^i + I_{zz}^i \omega_z^i) - \omega_z^i (I_{zz}^i \omega_x^i + I_{xx}^i \omega_y^i + I_{yy}^i \omega_z^i)] - p_y \sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g), \quad (16.5)$$

$$M_y = - \sum_i [x_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] + \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{x}_i) + \sum_i (I_{yy}^i \cdot \dot{\omega}_x^i + I_{xx}^i \cdot \dot{\omega}_y^i + I_{zz}^i \cdot \dot{\omega}_z^i) + \sum_i [-\omega_x^i (I_{xx}^i \omega_x^i + I_{yy}^i \omega_y^i + I_{zz}^i \omega_z^i) + \omega_y^i (I_{yy}^i \omega_x^i + I_{xx}^i \omega_y^i + I_{zz}^i \omega_z^i)] + p_x \sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g). \quad (16.6)$$

Wartości elementów tensora bezwładności I oraz prędkości i przyspieszenia kątowe są stosunkowo niewielkie, stąd też w obliczeniach często pomija się trudniejsze do obliczenia dwa przedostatnie składniki wzorów (16.5) i (16.6):

$$M_x = \sum_i [y_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] - \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{y}_i) - p_y \sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g) = 0, \quad (16.7)$$

$$M_y = - \sum_i [x_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] + \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{x}_i) + p_x \sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g) = 0. \quad (16.8)$$

Przekształcając (16.7) i (16.8), wyznacza się współrzędne p_y , p_x punktu P :

$$p_y = \frac{\sum_i [y_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] - \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{y}_i)}{\sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)}, \quad (16.9)$$

$$p_x = \frac{\sum_i [x_i(m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)] - \sum_i (z_i \cdot m_i \ddot{x}_i)}{\sum_i (m_i \ddot{z}_i + m_i \cdot g)}. \quad (16.10)$$

Niewielki błąd popełniony skutkiem pominięcia składników związanych z tensorem bezwładności jest kompensowany przez wymaganie, aby punkt P leżał w pewnej odległości od krawędzi stopy (oczywiście w jej wnętrzu).

W procesie syntezy ruchu robota dwunożnego, a w szczególności robota humanoidalnego, posługujemy się wiedzą o cechach ruchu człowieka. Przechyliły górnej części ciała wspomagają dynamiczną stabilność postury, co można łatwo uzasadnić. Przyjmijmy, iż m_1 oznacza dominującą masę tułowia. We wzorach (16.7) i (16.8) występują iloczyny, odpowiednio, $y_1 \cdot m_1 \cdot g$ oraz $x_1 \cdot m_1 \cdot g$. Ze względu na duży mnożnik m_1 nawet niewielka zmiana y_1 (przechyły boczne) oraz x_1 (pochylenie przód-tył) wpływa istotnie na współrzędne p_y i p_x . Tak więc, poprzez odpowiednie zmiany położenia masy górnej części tułowia można manipulować położeniem punktu P bez konieczności zmian wzorca ruchu kończyn dolnych.

16.3. Wspomaganie dynamicznej stabilności chodu

Człowiek, podobnie jak niektóre ssaki czteronożne, jest istotą stopochodną. To oznacza, iż w trakcie chodu są fazy, gdy cała spódna powierzchnia stopy styka się z podłożem. Stopochodna konfiguracja stopy powoduje, iż nie tylko stawy biodrowe i kolanowe, lecz też stawy skokowe odgrywają istotną rolę w lokomocji [10, 11]. Odpowiednie zmiany kąta w stawie skokowym wspomagają wybicie się stopy przy rozpoczynaniu fazy przenoszenia oraz redukują uderzenie przy stawianiu stopy na podłoże. W niektórych pracach sterowane stawem skokowym zmiany orientacji stopy porównuje się do toczenia koła [1], gdyż w momencie postawienia stopa dotyka podłoża piętą, a w fazie podparcia podszwa stopy zmienia orientację ze styku pięty z podłożem poprzez pełny kontakt do wybicia się końcami palców, co widać na rys. 16.7.

Dla utrzymania właściwej postury robota, poza zmianami orientacji stopy, istotna jest podatność. W przeszłości stopy robotów składały się wyłącznie ze sztywnych elementów, obecnie stosuje się w nich elementy podatne, oczekując, iż stopy robotów będą pracowały podobnie jak stopy człowieka [12, 13, 15, 27]. Podatność stopy może być typu aktywnego, jeśli wymusza ją odpowiedni napęd lub napędy, lub może być pasywna dzięki zastosowaniu elastycznych materiałów lub mechanicznych elementów podatnych, takich jak sprężyny i tłumiki. Pasywna podatność to prostsza konstrukcja i mniejsza masa stopy, ale też trudność w prawidłowym doborze parametrów konstrukcji.

We wcześniejszych pracach zaproponowaliśmy stopę z elementem podatnym (sprężyną) umiejscowionym w pobliżu stawu skokowego [6, 40, 49]. Studia teoretyczne oraz eksperymenty potwierdziły, iż taki element wspomaga stabilność posturalną robota. Na rysunku 16.8 jest pokazany robot, którego chód generowany jest przez oscylatory sprzężone, a każda stopa jest wyposażona w element podatny. Podobne jak na przedstawionych zdjęciach przechylenia obserwujemy w chodzie człowieka. W szczególności są one widoczne w czasie chodu małych dzieci uczących się dynamiki swego ciała.

Na rysunku 16.9 jest widoczny robot dwunożny i jego podatna stopa. Interesujące jest, iż podobną konstrukcją stosuje się również w obuwiu.

Omówimy teraz obszerniej rozszerzenie tej koncepcji, określając podatność stopy wspomagającą stabilność dynamiczną. Koncepcja jest inspirowana budową stopy człowieka, której łuk pracuje jak trójwymiarowa sprężyna [4], wprowadzając podatność boczną oraz frontowo-tylną. Na rysunku 16.10 jest pokazana struktura kostna stopy człowieka oraz jej model mechaniczny [26]. Uwzględniając główne podatności tej struktury (podatności boczne i frontowo-tylne), zaproponowaliśmy model wirtualny przedstawiony na rys. 16.11. Model ten obejmuje dwie sztywne warstwy połączone pionowymi, wirtualnymi sprężynami linowymi, co zapewnia podatność stopy w przestrzeni trójwymiarowej. Sprężyny są określone jako wirtualne, ponieważ w obliczeniach zakładamy, iż całkowita siła wywierana przez stopę rozkłada się na sprężyny boczne. Ta sama siła rozkłada się też na sprężyny przednio-tylne. Taka sytuacja jest możliwa np. przy zastosowaniu systemu sprężyn przestrzennych [2].

Pokażemy dalej, jak podatność pomaga w utrzymaniu dynamicznej stabilności chodu. Podobne zagadnienie było rozważane w pracy [50], jednak koncepcja podatności i zastosowana tam metoda obliczeniowa były uproszczone w stosunku do tu przedstawionych.

16.4. Analiza sił działających na stopę

Zakładamy, iż współczynniki sprężystości sprężyn są stałe, to znaczy, że sprężyny ulegają ścisnaniu proporcjonalnie do działających na nie sił. Rozważamy tylko składowe pionowe siły, gdyż składowe poziome są o wiele mniejsze i ich wkład w odkształcenie stopy wzdłuż osi poziomej jest pomijalny.

Na rysunku 16.12 jest przedstawiony poglądowy schemat stopy oraz wektory sił i układ odniesienia. Warunek równowagi momentów sił formułujemy, stosując analogiczne rozumowanie jak w kryterium ZMP, uwzględniając dodatkowo elementy podatne.

Warunek równowagi sił w układzie OXYZ jest następujący:

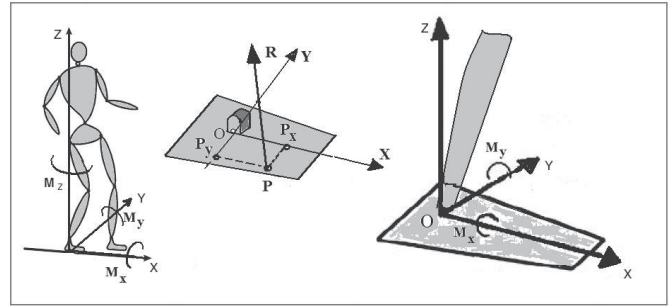
$$\sum_i m_i ({}^O\ddot{\mathbf{r}}_i + {}^O\mathbf{g}) = {}^O\mathbf{F} = [{}^OF_x, {}^OF_y, {}^OF_z]^T, \quad (16.11)$$

gdzie m_i jest masą i -tego segmentu ciała robota, ${}^O\mathbf{r}_i = [{}^Ox_i, {}^Oy_i, {}^Oz_i]^T$ jest wektorem pomiędzy punktem O a masą punktową m_i , ${}^O\mathbf{g} = {}^O[0, 0, -g]^T$ to stała grawitacji, składnik $m_i({}^O\ddot{\mathbf{r}}_i + {}^O\mathbf{g}) = {}^O\mathbf{F}_i$ reprezentuje siłę grawitacji działającą na masę m_i wraz z siłą bezwładności, ${}^O\mathbf{F}$ to wektor siły wypadkowej działającej na punkt O :

$${}^O\mathbf{F} = \sum_j {}^O\mathbf{F}_j, \quad j = \{fr, ba\} \text{ albo } j = \{le, ri\}, \quad (16.12)$$

${}^O\mathbf{F}_{fr}$, ${}^O\mathbf{F}_{ba}$ oraz ${}^O\mathbf{F}_{le}$, ${}^O\mathbf{F}_{ri}$ to odpowiednio siły wypadkowe działające na przednią, tylną, lewą i prawą krawędź stopy. Całkowita siła reakcji jest równa $(-{}^O\mathbf{F})$. W posturze dynamicznie stabilnej momenty obrotowe od tej siły względem osi układu $OXYZ$ równoważą momenty wynikające z dynamiki ruchu całego ciała (inaczej mówiąc, równoważą wszystkie momenty składowe $(\sum_i {}^O\mathbf{r}_i \times {}^O\mathbf{F}_i)$ pochodzące od sił ${}^O\mathbf{F}_i$):

$$\sum_i {}^O\mathbf{r}_i \times {}^O\mathbf{F}_i = \sum_j {}^O\mathbf{r}_j \times {}^O\mathbf{F}_j. \quad (16.13)$$



Rys. 16.5. Prawo punktu zerowego momentu - rysunek poglądowy

Na podstawie lewej strony równania (16.13) wyznacza się momenty M_x^B oraz M_y^B pochodzące od poruszającego się układu (ciała człowieka lub robota):

$$M_x^B = \sum_i ({}^Oy_i {}^OF_{zi} - {}^Oz_i {}^OF_{yi}), \quad (16.14)$$

$$M_y^B = \sum_i (-{}^Ox_i {}^OF_{zi} + {}^Oz_i {}^OF_{xi}).$$

Tak jak w kryterium ZMP pomija się składniki wynikające z obrotów brył oraz rozważa jedynie momenty M_x i M_y , pomijając M_z . Na podstawie wzorów (16.13) oraz (16.14) jest:

$$\begin{aligned} \sum_i ({}^Oy_i {}^OF_{zi} - {}^Oz_i {}^OF_{yi}) &= \sum_j ({}^Oy_j {}^OF_{zj} - {}^Oz_j {}^OF_{yj}), \quad \text{dla } j = \{ri, le\}, \\ \sum_i (-{}^Ox_i {}^OF_{zi} + {}^Oz_i {}^OF_{xi}) &= \sum_j (-{}^Ox_j {}^OF_{zj} + {}^Oz_j {}^OF_{xj}), \quad \text{dla } j = \{fr, ba\}. \end{aligned} \quad (16.15)$$

Przyjmując teraz, iż wysokość kostki nad podłożem Oz_j jest stała i wynosi h (${}^Oz_j = h$) oraz odpowiednio grupując składniki wzorów (16.15), otrzymujemy:

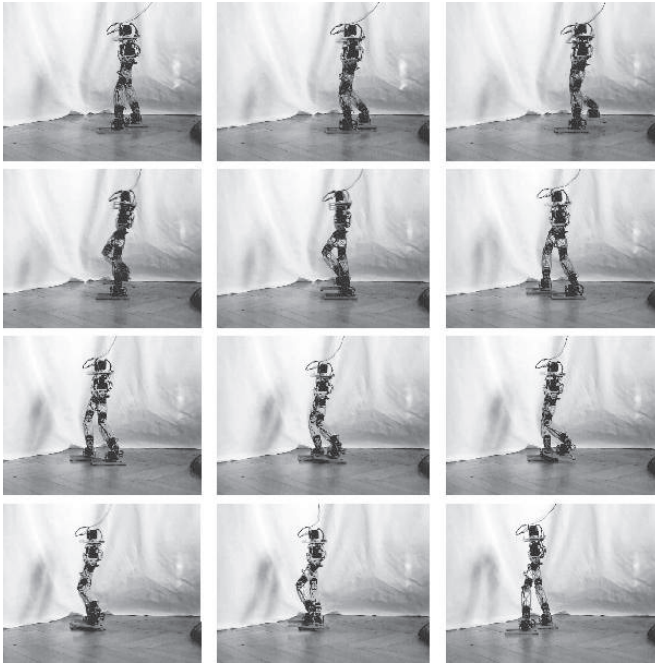
$$\begin{aligned} {}^OF_{zri} &= \frac{{}^Oy_{le} {}^OF_z - h {}^OF_y - M_x^B}{{}^Oy_{le} - {}^Oy_{ri}}, \\ {}^OF_{zle} &= {}^OF_z - {}^OF_{zri}, \\ {}^OF_{zfr} &= \frac{{}^Ox_{ba} {}^OF_z - h {}^OF_x + M_y^B}{{}^Ox_{ba} - {}^Ox_{fr}}, \\ {}^OF_{zba} &= {}^OF_z - {}^OF_{zfr}. \end{aligned} \quad (16.16)$$

Siłę OF_z wyznaczamy, wykorzystując (16.12), gdzie M_x^B , M_y^B są wyrażone wzorami (16.14).

16.5. Wykorzystanie podatności do stabilizacji postury

16.5.1. Rozkłady sił na przykładzie chodu człowieka

Przeanalizujemy działanie podatnej stopy w trakcie chodu. Aby dobrać sztywność wirtualnych sprężyn, uwzględnimy chód człowieka oraz parametry kinematycznie jego ciała. Do obliczeń wartości sił i momentów M_x^B , M_y^B według zależności (16.16) został wykorzystany uproszczony model ciała człowieka [40] pokazany na rys. 16.13. Model dotyczy 50-centylowego mężczyzny o wzroście 1,75 m i masie ciała 75 kg. Stosujemy zarejestrowany dla tej osoby wzorzec chodu i wyznaczamy przemieszczenia poszczególnych mas punktowych modelu oraz



Rys. 16.6. Robot poruszający się zgodnie ze wzorcem wygenerowanym przez oscylatory sprzężone



Rys. 16.7. Sekwencja konfiguracji stopy w fazie podparcia

ich przyspieszenia, co pozwala na obliczenie sił bezwładności, a w rezultacie też momentów sił. Zarejestrowany chód spacewowy był realizowany z typową prędkością 3,5 km/h. Dla tych danych na podstawie wzoru (16.16) wyznaczamy siły działające na stopę, badając jak zmiany szerokości ${}^0y_{le}$, ${}^0y_{ri}$ i długości ${}^0x_{ba}$, ${}^0x_{fr}$ stopy wpływają na rozkład sił krawędziowych w fazie podporowej.

Pokazane na rys. 16.14 wyniki dotyczą prawej stopy (wyniki dla lewej stopy będą analogiczne). Jak widać, przy szerszej stopie mniejsze jest zróżnicowanie składowych sił działających na krawędzie boczne, podobnie przy dłuższej stopie różnica pomiędzy przednią a tylną składową siły jest mniejsza.

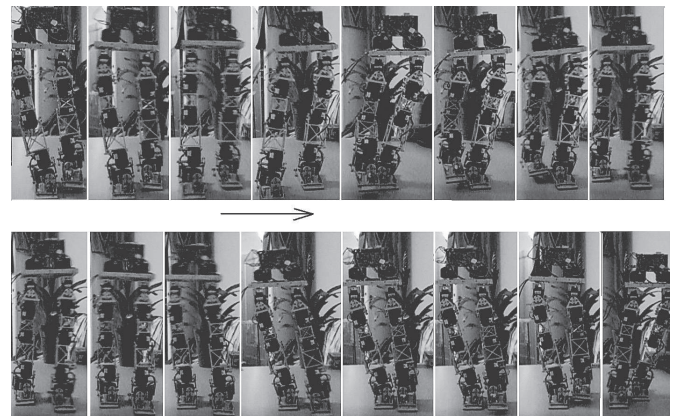
Na rysunku 16.14c jest pokazane, jak brak symetrii w budowie stopy wzdłuż osi Y wpływa na rozkłady sił. Przy szerszej zewnętrznej partii stopy (od kostki do prawej krawędzi) różnica pomiędzy siłami działającymi na lewą i prawą krawędź rośnie w miarę upływu fazy podparcia. Sytuacja jest odwrotna, gdy zewnętrzna część stopy jest węższa. Przedstawione wykresy potwierdzają, iż zmiany wymiarów stopy wpływają odpowiednio na rozkłady sił oddziałujących na jej krawędzie.

16.5.2. Wpływ podatności na dynamiczną stabilność chodu

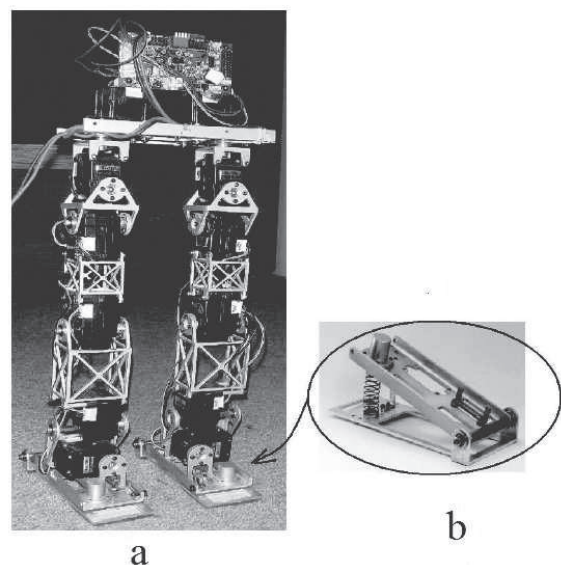
Właściwie dobrana podatność stopy wspomaga stabilność dynamiczną chodu. Przyjmujemy, iż konstrukcja stopy

zapewnia inne linowe sztywności dla sił bocznych oraz inne dla sił przednio-tylnych. Dobierzemy teraz podatności stopy tak, aby wspomagała ona dynamiczną stabilność chodu. Ugięcie liniowe wirtualnej sprężyny jest proporcjonalne do działającej siły: $\Delta h_j = \frac{{}^0F_{zj}}{k_j}$ ($j = \{ri, le\}$ oraz $j = \{fr, ba\}$), gdzie k_j jest współczynnikiem sztywności j -tej sprężyny. Uwzględniamy typowe wymiary stopy dorosłego mężczyzny. Odległość od kostki (od punktu obrotu w stawie skokowym) do przedniego końca stopy wynosi 20 cm, odległość od kostki do tylnej krawędzi – 8 cm, środek stawu skokowego znajduje się pośrodku szerokości stopy równej 6 cm.

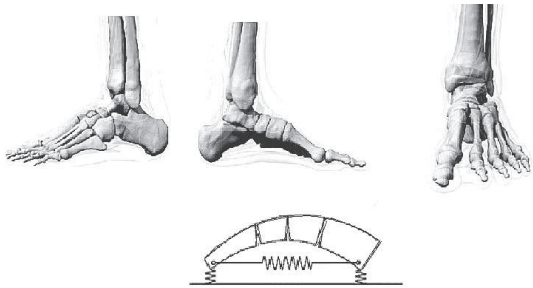
Pod wpływem działających sił górna warstwa zaproponowanego modelu stopy przechyla się proporcjonalnie do wartości współczynników sztywności. Dobieramy iteracyjnie takie sztywności sprężyn, aby przechylenia górnej warstwy modelu stopy nie były większe niż typowe przechylenia tułowia człowieka. Przykładowo, dla uwzględnionego modelu współczynnik sztywności przedniej jest równy 0,05 MN/m, – tylnej 2 MN/m, oraz identyczny dla lewej i prawej strony – wynoszący 0,9 MN/m. Uzyskane dla tych danych wyniki są pokazane na



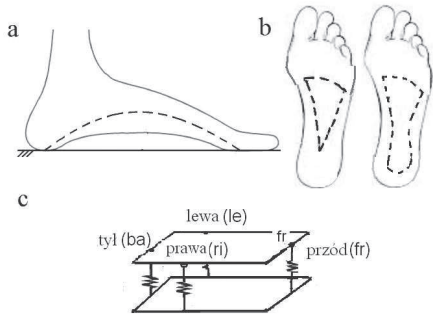
Rys. 16.8. Chód robota ze stopami podatnymi (z naszych prac)



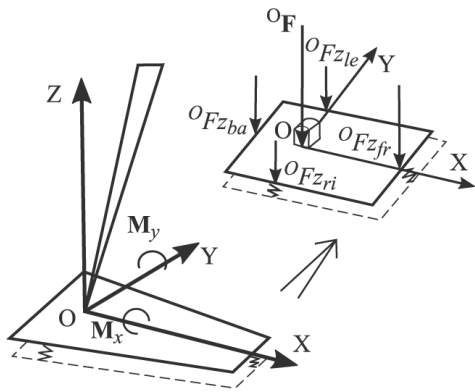
Rys. 16.9. Robot własnej konstrukcji wykorzystywany w badaniach: a) widok robota, b) widok jego stopy z wbudowanym elementem podatnym



Rys. 16.10. Stopa człowieka i jej uproszczona reprezentacja [26]



Rys. 16.11. Podatność stopy: a) widok boczny z zaznaczonym łukiem stopy, b) widok z góry pokazujący łuk poprzeczny oraz obrys całkowitego łuku stopy, c) model podatnej stopy



Rys. 16.12. Siły działające na stopę, początek układu odniesienia OXYZ znajduje się w stawie skokowym (w obrotowym mocowaniu stopy)

rys. 16.15. Przechylenie boczne górnej warstwy stopy ilustruje rys. 16.15a, a przechylenie przód – tył – rys. 16.15b.

Na rysunku 16.16 porównano położenie ZMP wyznaczone dla tych sztywności w fazie jednopodporowej stopy podatnej z położeniem ZMP dla stopy bez podatności. W celu wykazania zalety stopy podatnej założono, iż dla stopy bez podatności górna część ciała jest mniej pochylana niż ma to miejsce w przypadku człowieka. Przyjęto przednio-tylne pochylenie tułowia mieszczące się w zakresie $[0^\circ, 1^\circ]$, a boczne przechylenie $[-0,2^\circ, 0,2^\circ]$. Dla porównania w chodzie człowieka przechylenie przód-tył wynosi przeciętnie $[-8^\circ, 8^\circ]$, a przechylenie boczne jest nie mniejsze niż $[-4^\circ, 4^\circ]$. Przechylenia te ilustruje rys. 16.17.

reklama

DEMANDING APPLICATIONS
OUR MOTORS – YOUR SUCCESS
POWER OF EXPERIENCE
DEMANDING APPLICATIONS
CHALLENGING PROJECTS

Cantoni®
GROUP

TARGI HANNOVER
22-26.04.2024

ZAPRASZAMY
HALA 6, STOISKO C22



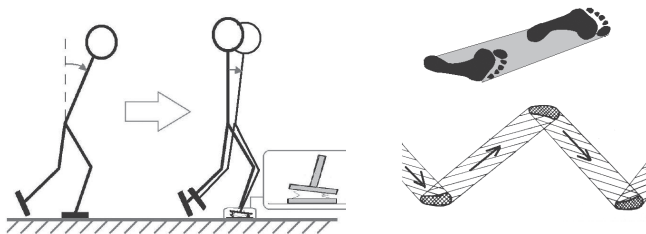
SILNIKI ELEKTRYCZNE
0,04 kW - 7000 kW



OUR MOTORS – YOUR SUCCESS
DRIVING MOST DEMANDING
INTO YOUR ENERGY GLOBAL
ENERGY BUSINESS POWER
WWW.CANTONIGROUP.COM

W przedstawionym przykładzie dla stopy bez podatności w końcu fazy podporowej nie jest zachowana stabilność dynamiczna, gdyż współrzędna p_x ZMP przekracza graniczną wartość 20 cm.

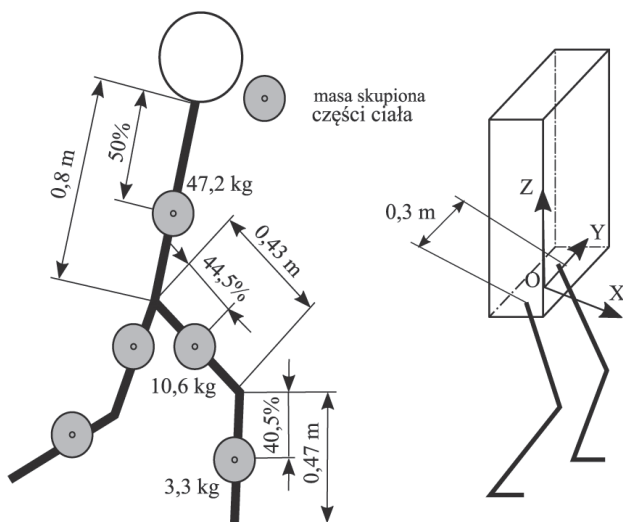
Oznacza to, iż robot będzie przewracał się do przodu. Natomiast dodatkowe pochylenie ciała uzyskane dzięki ugięciom stopy (rys. 16.15) wprowadza ZMP do wnętrza śladu stopy, ponieważ p_x w całym okresie podparcia mieści się z powdzeniem w granicy 20 cm. Uzyskane dzięki sprężynom przechyły boczne powodują, iż współrzędna p_y ZMP zmienia się w większym niż uprzednio zakresie, pozostając jednak w granicach ± 3 cm. Należy dodać, iż większe niż bez podatności przesunięcie p_y w kierunku dodatnim w końcu fazy jednopodporowej stwarza właściwe warunki początkowe dla rozpoczęcia fazy dwupodporowej, w której to punkt ZMP przenosi się z punktu śladowego prawej nogi do nogi lewej (patrz dolna część rys. 16.18). Zamieszczone wykresy ilustrują, jak stabilność posturalna jest wspomagana przez stopy o odpowiednich podatnościach.



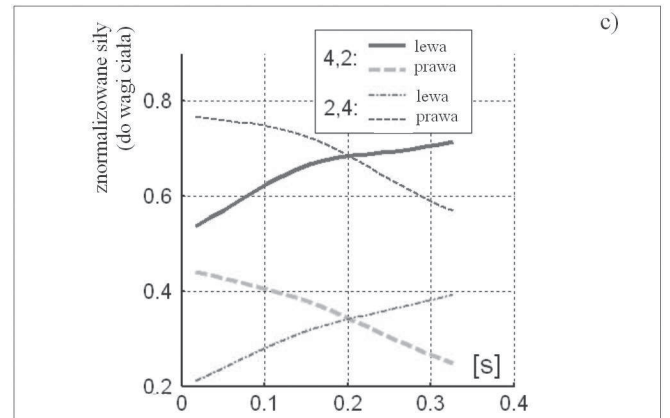
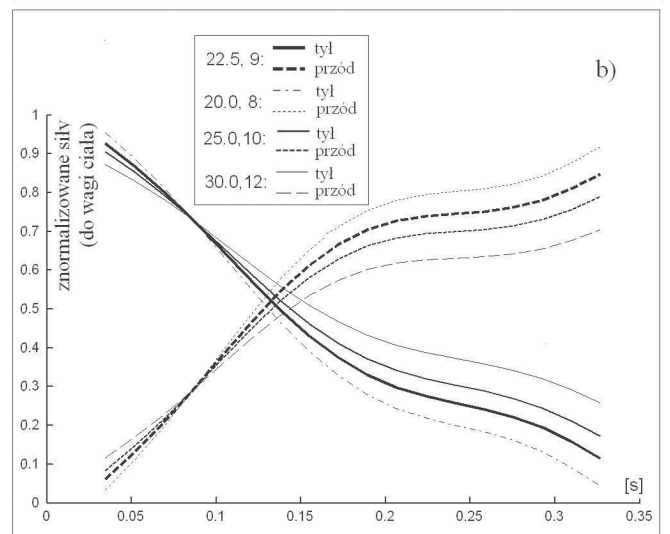
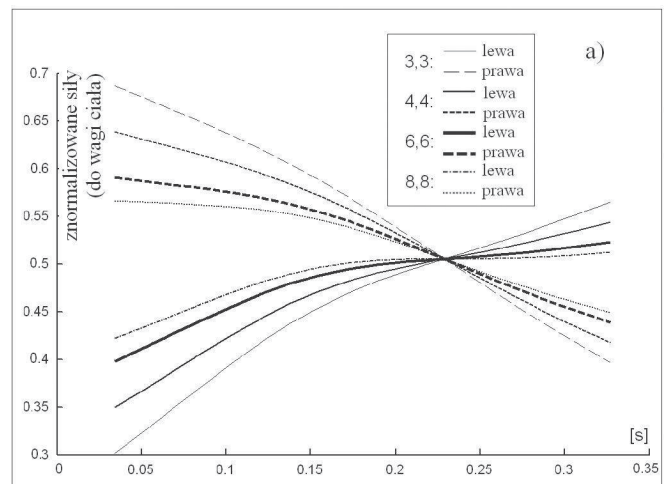
Rys. 16.18. a) Zmiana postury uzyskana dzięki podatnej stopie, b) szkic trajektorii ZMP w fazie dwupodporowej [22]

16.6. Podsumowanie i wnioski

Niniejszy rozdział przedstawia syntetyczne spojrzenie na zagadnienie generowania chodu maszyn kroczących i robotów humanoidalnych. Szczególną uwagę poświęcono roli



Rys. 16.13. Uwzględniony w obliczeniach model ciała



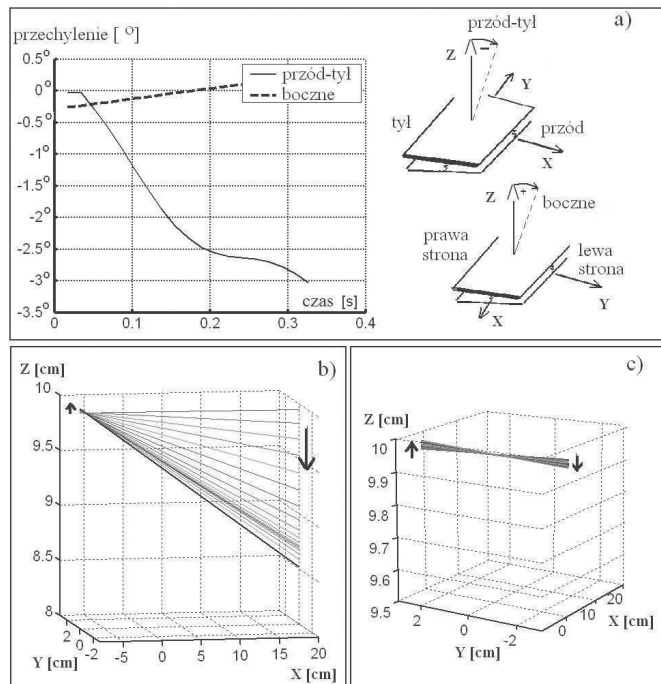
Rys. 16.14. Siły znormalizowane (w stosunku do wagi ciała) w fazie jednopodporowej: a) siły boczne w zależności od wymiarów stopy (w legendzie pierwsza podana wartość to odległość od kostki do prawej krawędzi, druga - do lewej krawędzi), b) siły przednie i tylne (w legendzie pierwsza podana wartość to odległość od kostki do przedniej krawędzi, druga - do tylnej krawędzi), c) siły boczne dla stopy niesymetrycznej (legenda jest analogiczna jak w a). Terminy *lewa*, *prawa*, *przód*, *tył* oznaczają odpowiednio siły działające na lewą, prawą, tylną i przednią sprężynę wirtualną.

podatności w chodzie dwunożnym. Jest to zagadnienie bardzo istotne, gdyż uzyskanie podatnych stóp i odpowiednio podatnego całego ciała, to ostatni konstrukcyjny krok na drodze do zbudowania sprawnie poruszającego się robota asystenta.

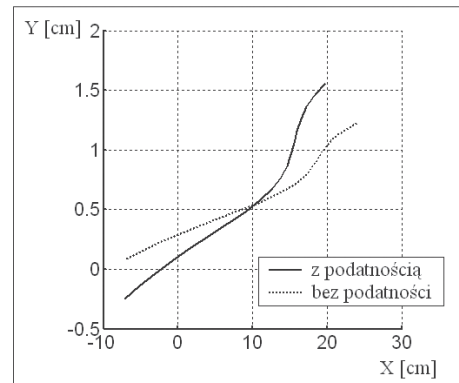
Pasywna podatność stóp może być stosowana jako wyłączny element wspierający dynamiczną stabilność chodu. W tym rozwiązaniu zaletą jest uproszczenie, gdyż zarówno w projekcie, jak i w syntezie ruchu robota można pominąć stopnie swobody odpowiedzialne za przechyły korpusu. Drugim rozwiązaniem jest połączenie przechyłów korpusu i pracy stóp, czyli zbudowanie robota pełniej imitującego cechy ciała człowieka.

Współczesne konstrukcje stóp robotów coraz bardziej przypominają stopy człowieka, brakuje jednak metody wyznaczania podatności. Stopy są przeważnie budowane z komponentów sztywnych, wspomaganych przez wbudowane elementy podatne. Nie stosuje się rozwiązań zapewniających przestrzenną podatność podobną do podatności stopy człowieka. Połączenie prac nad sprężynami przestrzennymi z przedstawioną koncepcją podatnej stopy jest obiecującą alternatywą.

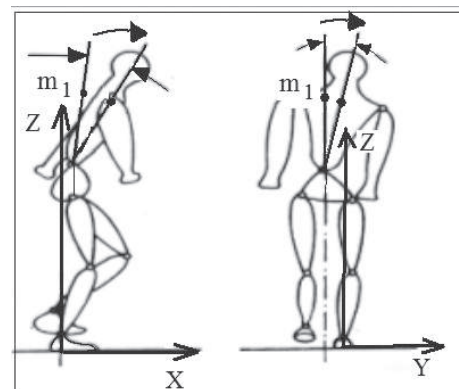
Jak wynika z treści niniejszego rozdziału, wykorzystanie wzorców biologicznych jest istotne dla współczesnej robotyki. Znajomość cech lokomocji zwierząt i budowy ich ciała jest wykorzystywana przy budowaniu robotów wspomagających człowieka – robotów humanoidalnych i maszyn kroczących. Omówione zagadnienia dotyczą wyłącznie przemieszczania się, jednak wykorzystanie wzorców biologicznych w robotyce sięga znacznie dalej i dotyczy np. rozpoznawania emocji człowieka przez robota, wyrażania emocji, przewidywania działań



Rys. 16.15. Przechylenia górnej warstwy stopy: a) kąty przechylenia – ujemna wartość oznacza przechylenie do przodu albo odpowiednio, w prawą stronę, b) graficzna ilustracja zmiany przechylenia przód-tył (strzałki wskazują upływ czasu), c) graficzna ilustracja zmiany przechylenia na boki (strzałki wskazują upływ czasu)



Rys. 16.16. Trajektorie ZMP przy zastosowaniu stopy sztywnej i rozważanej stopy podatnej



Rys. 16.17. Przechylenia górnej części ciała zmieniające położenie masy m_1 . Największe pochycenie korpusu człowieka do przodu jest w połowie fazy przenoszenia nogi (po lewej), przechylenie boczne w kierunku nogi podpierającej jest największe w połowie fazy przenoszenia przeciwległej nogi (po prawej).

człowieka [21] oraz ich wspomaganie, czy też inteligentnej współpracy z człowiekiem [35, 47].

Przypisy

- [1] Na rysunku przyjęto następujące oznaczenia: biodro_*i*(osc) ($i = 1, 2$) oznacza trajektorię kątową stawu biodrowego i -tej nogi wygenerowaną przez oscylator, biodro_*i*(czł) ($i = 1, 2$) oznacza trajektorię kątową stawu biodrowego i -tej nogi człowieka, analogiczną notację zastosowano dla stawu kolanowego. Widoczne niewielkie różnice pomiędzy trajektoriami człowieka oraz wygenerowanymi przez oscylatory są w pełni akceptowalne, gdyż wygenerowany chód jest stabilny dynamicznie. Chód ludzki też nie jest idealnie powtarzalny, z kroku na krok różnice mogą wynosić kilka stopni, co również uzasadnia dopuszczalność niedokładności.

Literatura

- [1] Adamczyk P.G., Collins S.H., Kuo A.D.: The advantages of a rolling foot in human walking, *Journal of Experimental Biology*, 209(20): 3953 – 3963, 2006.
- [2] Choi K., Jiang S., Li Z.: Spatial stiffness realization with parallel springs using geometric parameters, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 18(3): 274 – 284, 2002.
- [3] Delcomyn F.: Insect locomotion on land. *Locomotion and exercise in antropods*, Herreid C.F., Fournier C.R. (red.), Plenum, Nowy Jork 1981, str. 103 – 125.
- [4] Elftman H.: Dynamic structure of the human foot, *Artificial Limbs*, 13(1): 49 – 58, 1969.
- [5] Feng S., Whitman E., Xinjilefu X., Atkeson Ch.G.: Optimization based full body control for the atlas robot, *IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, 2014, str. 120 – 127.
- [6] Gonz´alez de Alba A., Zielińska T.: Postural equilibrium criteria concerning feet properties for biped robots, *J. of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 6(1): 22 – 27, 2012.
- [7] Grillner S.: Control of locomotion in bipeds, tetrapods and fish. *Handbook of Physiology. The Nervous System, Motor Control*, tom 2, Brooks V.B. (red.), American Physiological Society, Bethesda 1986, str. 1179 – 1236.
- [8] Hwang J., Suh I.H., Park G., Kwon T.: Human character balancing motion generation based on a double inverted pendulum model, *10-th International Conference on Motion in Games (ACM)*, str. 1 – 11, 2017.
- [9] Kajita S., Kanehiro F., Kaneko K., Yokoi K., Hirukawa H.: The 3d linear inverted pendulum model: a simple modeling for a biped walking pattern generation, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 1: 239 – 246, 2001.
- [10] Lark S.D., Buckley J.G., Bennett S., Jones D., Sargeant A.J.: Joint torques and dynamic joint stiffness in elderly and young men during stepping down, *Clinical Biomechanics*, 18(9): 848 – 855, 2003, doi: 10.1016/S0268-0033(03)00150-5.
- [11] Ludvig D., Pfeifer S., Hu X., Perreault E.J.: Time-varying system identification for understanding the control of human knee impedance, *IFAC Proceedings Volumes*, 45(16): 1306 – 1310, 2012.
- [12] Manoonpong P., Kulvicius T., Wörgötter F., Kunze L., Renjewski D., Seyfarth A.: Compliant ankles and flat feet for improved self-stabilization and passive dynamics of the biped robot „runbot”, *11th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, str. 276 – 281, 2011, doi: 10.1109/Humanoids.2011.6100804.
- [13] Meyer F., Sprowitz A., Lungarella M., Berthouze L. Simple and low-cost compliant leg-foot system, *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*(IEEE Cat. No.04CH37566, tom 1, str. 515 – 520, 2004, doi: 10.1109/IROS.2004.1389404.
- [14] Nakanishi Y., Namiki Y., Hongo K., Urata J., Mizuuchi I., Inaba M.: Design of the musculoskeletal trunk and realization of powerful motions using spines, *7th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, str. 9 – 101, 2001, doi: 10.1109/ICHR.2007.4813854.
- [15] Omer A., Ghorbani R., Hashimoto K., Hun-ok Lim, Takanishi A.: A novel design for adjustable stiffness artificial tendon for the ankle joint of a bipedal robot: modeling and simulation, *Machines*, 4(2): 1 – 22, 2015.
- [16] Omran S., Sakka S., Aoustin Y.: Using the generalized inverted pendulum to generate less energy-consuming trajectories for humanoid walking, *Archive of Mechanical Engineering*, 63(2): 245 – 262, 2016.
- [17] Ramamoorthy L., Zielińska T.: Robot motion synthesis using ground reaction forces pattern, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 14(4): 1 – 12, 2017.
- [18] Raibert M.H.: *Legged robots that balance*, MIT Press, Cambridge, MA, 1986).
- [19] Shaoping B., Low K.H., Zielinska T.: Quadruped free gait generation based on the primary/secondary gait, *Robotica*, Int17: 405 – 412, 1999.
- [20] Shaoping B., Low K.H., Zielinska T.: Quadruped Free Gait Generation for Straight-line and Circular Motion, *Advanced Robotics Journal*, 13(5): 513 – 538, 1999.
- [21] Vibekananda D., Zielińska T.: Predicting human actions taking into account object affordances, *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 90: 1 – 17, 2018.
- [22] Vukobratovic M.: *Szagajuszczyje maszyny i antropomorficzkeskij mechanism*, MIR, Moskwa 1978.
- [23] Vukobratovic M., Borovac B.: Zero-moment point – thirty five years of its life, *International Journal of Humanoid Robotics*, 1(1): 157 – 173, 2004.
- [24] Wilson D.M.: Insect walking, *Annual Review of Entomology*, 11: 103 – 122, 1966, doi: 10.1146/annurev.en.11.010166.000535.
- [25] Winter D.A.: Human balance and posture control during standing

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na www.nis.com.pl

Prenumerata
drukowana



Prenumerata
elektroniczna



Pakiet

- and walking, *Gait and Posture*, 3(4): 193 – 214, 1995.
- [26] Wright W.G., Ivanenko Y.P., Gurfinkel V.S.: Foot anatomy specialization for postural sensation and control, *Journal of Neurophysiology*, 107(5): 1513–1521, 2012.
- [27] Zhang P., Zhou C., Zhang L., Tian Y., Liu Z.: Adaptive compliant control of humanoid biped foot with elastic energy storage, *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics*, str. 928 – 933, 2009.
- [28] Zhou D., Low K.H., Zielinska T.: An efficient foot-force distribution algorithm for quadruped walking robots, *Robotica*, 18: 403 – 413, 2000.
- [29] Zielinska T.: Biological inspiration used for robots motion synthesis, *Journal of Physiology-Paris*, 103(3 – 5): 133–140, 2009.
- [30] Zielinska T.: Control and navigation aspects of a group of walking robots, *Robotica*, textbf 24: 23 – 29, 2006.
- [31] Zielinska T.: Coupled oscillators utilised as gait rhythm generators of two legged walking machine, *International Journal of Biological Cybernetics*, 4(3): 263 – 273, 1996.
- [32] Zielinska T.: Design issues and robots autonomy, [w:] *New Trends in Mechanisms and Machine Science. Theory and Applications in Engineering*, Viadero F., Ceccarelli M. (red.), Springer, 2013, str. 691 – 699.
- [33] Zielinska T.: *Maszyny kroczące*, wyd. 2, WN PWN, Warszawa 2014.
- [34] Zielińska T.: Minimizing energy cost in multi-legged walking machines, *Journal of Intelligent Robotic Systems*, 85: 431 – 447, 2017.
- [35] Zielińska T.: Professional and personal service robots, *International Journal of Robotics Applications and Technologies*, 4(1): 63 – 82, 2016.
- [36] Zielinska T.: Robots for space exploration: barriers, perspectives and implementations, [w:] *Aerospace Robotics II*, J. Sasiadek (red.), Springer, 2015, str. 1 – 11.
- [37] Zielinska T.: Self-navigation principles for a team of walking robots, *Electro-mechanical Review*, 82(1): 53 – 57, 2006.
- [38] Zielinska T.: Utilisation of biological patterns in biped gait generation, *Journal of Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 18(102): 79 – 88, 1998.
- [39] Zielinska T., Chew C-M., Kryczka P., Jargiło T.: Robot gait synthesis using the scheme of human motion skills development, *Mechanism and Machine Theory*, 44(3): 541 – 558, 2009.
- [40] Zielinska T., Chmielniak A.: Biologically inspired motion synthesis method of two-legged robot with compliant feet, *Robotica*, 29: 1049 – 1057, 2011.
- [41] Zielińska T., Heng J.: Development of walking machine: mechanical design and control problems, *Mechatronics*, 12(5): 737 – 754, 2002, doi: 10.1016/S0957-4158(01)00017-4.
- [42] Zielińska T., Heng J.: Mechanical design of multifunctional quadruped, *Mechanism and Machine Theory*, 38(5): 463 – 478, 2003, doi: 10.1016/S0094-114X(03)00004-1.
- [43] Zielińska T., Heng J.: Multifunctional quadruped, *Robotica*, 20: 585 – 593, 2002.
- [44] Zielińska T., Heng J.: Real-time control system for a group of autonomous walking robots, *Advanced Robotics*, 20(5): 543 – 561, 2006.
- [45] Zielińska T., Trojnecki M.: Dynamical approach to the diagonal gait synthesis: theory and experiments, *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 3(2): 3 – 7, 2009.
- [46] Zielińska T., Trojnecki M.: Analiza rozkładu sił reakcji podłoża podczas dynamicznie stabilnego chodu robota dwunożnego, *Pomiary Automatyka Robotyka*, 13(7 – 8): 6 – 10, 2009.
- [47] Zieliński C., Zielińska T.: *Cyfrowa opieka*, *Niezbędnik inteligenta*, nr 2/2017: 43–45, 2017.
- [48] Żurawska M., Szumowski M., Zielińska T.: Reconfigurable double inverted pendulum applied to the modelling of humanoid robot motion, *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 11(2): 12 – 20, 2017.
- [49] Żurawska M., Zielinska T.: Feet compliance in two legged locomotion, [w:] *New Trends in Mechanism and Machine Science. From Fundamentals to Industrial Applications*, Flores P., Viadero F. (red.), Springer, 2015, str. 595 – 602.
- [50] Żurawska M., Zielińska T., Szumowski M.: The role of compliant elements in two legged robot foot's model, *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 9(1): 68 – 76, 2015.

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.

MARECHAL – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktory (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



Najwyżej położona na świecie górską kolejka linowa w Wenezueli i jej napęd

Stefan Gierlotka

Wenezuela ma wiele fascynujących miejsc do odkrycia, z których jednym jest położona najwyżej na świecie kolejka linowa El Teleferico de Merida, w Parku Narodowym Sierra Nevada, w wenezuelskich Andach. Stacja dolna kolejki znajduje się w mieście Mérida i wyciąga pasażerów do szczytu Pico Espejo na wysokość 4765 m n.p.m. Kolejka jest unikatowym dziełem inżynierskim wybudowanym na takiej wysokości i w tak trudnym terenie.

W zachodniej Wenezueli, w Andach Północnych znajduje się pasmo górskie Cordillera de Mérida stanowiące przedłużenie w kierunku północno-wschodnim pasma Kordyliery Wschodniej. Pasma zbudowane jest granitów, gnejsów, piaskowców i łupków. Są to góry wysokie, z trwałą pokrywą śnieżno-lodową, w których znajduje się najwyższy szczyt Wenezueli Pico Bolívar (5002 m n.p.m.).

W 1952 roku wenezuelscy alpiniści zaproponowali rządowi Wenezueli wybudowanie kolejki linowej w pasmie górskim Sierra Nevada de Mérida, aby ułatwić zdobycie najwyższego szczytu Pico Bolívar. Zaprojektowano kolejkę linową wyciągającą turystów z miejscowości Merida do górnej części góry Pico Espejo na wysokość 4765 m n.p.m. Stamtąd już można było kontynuować wspinaczkę na najwyższy szczyt Wenezueli Pico Bolívar o wysokość 5002 m n.p.m. Projekt ten zaakceptował ówczesny prezydent Wenezueli generał Marcos Pérez Jiménez.

Prace topograficzne, badania terenowe oraz koncepcję kolejki opracowano w 1955 roku. W 1956 roku rozpoczęto budowę towarowej linowej kolejki na stację La Aguada, która służyła do transportu materiałów potrzebnych do budowy pierwszej stacji. Projekt wykonawczy kolejki oraz kierowanie pracami terenowymi zlecono specjalistom z Francji, Szwajcarii i Niemiec. Projekt linowego układu wyciągowego oparto o technologie stosowane w kolejkach alpejskich.

Do 1958 roku ukończono dwa odcinki wyciągów linowych do stacji La Aguada na wysokości 3452 m n.p.m. Dwa pozostałe odcinki kolejek linowych do stacji Pico Espejo na wysokości 4765 m n.p.m. ukończono dwa lata później. Prace budowlane wykonywali wenezuelscy pracownicy, a montażowe urządzeń linowych i napędowych francuscy specjaliści. Koszt budowy wyniósł około 16 milionów dolarów. System czterech kolejek linowych wynoszący pasażerów z miasta Merida na wysokość

4765 m n.p.m. do stacji Pico Espejo został oddany do użytkowania w 1960 roku.

Kolejka linowa El Teleferico de Merida to system czterech odcinków kolejek linowych o łącznej długości 12,5 km, kursujących ze stacji Barinitas w mieście Mérida z wysokości 1640 m n.p.m. do stacji Pico Espejo na wysokości 4765 m n.p.m. Pierwszy odcinek wiedzie z miasta Mérida do stacji La Montaña na wysokości 2436 m n.p.m. Drugi odcinek do stacji La Aguada (3452 m n.p.m.). Trzeci odcinek do stacji Loma Redonda (4045 m n.p.m.). Czwarty odcinek do stacji



kolejowej Pico Espejo (4765 m n.p.m.). Ze stacji tej można dojść do wierzchołka Pico Espejo na wysokość 4880 m n.p.m.

W 2008 roku, po 50 latach użytkowania, zlecono austriackiej firmie zajmującej się wyciągami linowymi sprawdzenie stanu technicznego wszystkich czterech kolejek. Stwierdzono znaczne zużycie lin nośnych i napędowych oraz przewodnic linowych. W niektórych słupach z podpór trasowych stwierdzono pęknięcia. W wyniku kontroli, ze względu bezpieczeństwa, w 2008 roku kolejka została zamknięta i wyłączona z ruchu.

W 2010 roku Wenezuela zleciła austriackiej firmie Doppelmayr/Garaventa-Gruppe przeprowadzenie całkowitej modernizacji systemu kolejek linowych na Pico Espejo. Prace remontowe i modernizacja trwała 6 lat i kosztowała ponad 106 milionów euro. W 2016 roku po modernizacji system kolejek linowych wynoszący turystów na wysokość 4765 m n.p.m. został ponownie otwarty.

Na każdym odcinku kolejki linowej zawieszono dwa wagoniki, w których mieści się 60 pasażerów. Każda kolejka linowa porusza się z prędkością 5 m/s. Dla czterech odcinków wyciągów linowych są dwie stacje napędowe La Montaña oraz Loma Redonda. Na każdej z tych stacji zbudowano układy napędowe dla dwóch kolejek. Pierwsza stacja napędowa La Montaña obsługuje odcinki pomiędzy stacjami La Montaña i Barinitas oraz drugi odcinek pomiędzy stacjami La Montaña i La Aguada. Druga stacja napędowa na stacji Loma Redonda obsługuje odcinki z La Aguada do Loma Redonda oraz z Loma Redonda do Pico Espejo.

Dwa wagoniki pasażerskie dla 60 osób przemieszczają się po dwóch linach nośnych o średnicy 38 mm. Na każdym przęśle pomiędzy słupami z podpór trasowych są zbudowane zabezpieczenia przed biczowaniem lin. Trzecia linę też o średnicy 38 mm stanowi zamkniętą w pętlę linę pociągową. Na pętli liny pociągowej są doczepione dwa wagoniki pasażerskie w układzie tradycyjnym; gdy na jednej stacji pasażerowie wsiadają, na drugiej stacji wysiadają. Całość systemu napędowego i linowego została zaprojektowana przy wytrzymałościowym współczynniku bezpieczeństwa 7. Każda z kolejek ma podobny układ napędowy, napędzany asynchronicznym silnikiem elektrycznym o mocy 860 kW. Układ rozruchu i regulacji prędkości realizuje przekształtnik tyrystorowy. ■



Zestawienie firm

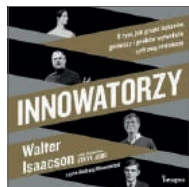
automatyka przemysłowa

Dane firmy		Profil działalności
Aparatura kontrolno-pomiarowa		
AXIS Sp. z o.o. ul. Kartuska 375 b7 80-125 Gdańsk	tel. 58 32063 80 e-mail: handel@axis.pl www.axis.pl	Szeroki wybór wag elektronicznych własnej produkcji. Nasze produkty wykorzystywane są tam, gdzie stawiane są najwyższe wymagania co do dokładności, niezawodności i odporności na czynniki środowiskowe. Oferujemy także dynamometry (siłomierze), urządzenia do pomiaru momentu siły i nowoczesne akcesoria do nich.
Automatyka przemysłowa		
COMPARTA Zajdel Sp. z o.o. ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła	e-mail: comparta@comparta.pl www.comparta.pl	Oferuje: • 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.
Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolka.pl www.fatek.pl	Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn, wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, pomoc w doborze komponentów oraz pełne wsparcie dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek.
Festo Sp. z o.o. Janki k. Warszawy ul. Mszczonowska 7 05-090 Raszyn	Customer Interaction Center tel. 22 711 41 00 fax 22 711 41 02 festo_poland@festo.com www.festo.pl	Festo – lider innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie automatyki przemysłowej i automatyzacji procesów. Oferta Festo obejmuje m.in.: siłowniki i napędy pneumatyczne oraz elektryczne, chwytaki, manipulatory i roboty przemysłowe, zawory, wyspy zaworowe, przygotowanie sprężonego powietrza, technikę podciśnieniową, czujniki, sterowniki elektroniczne, systemy magistral, technikę przyłączeniową.
MULTIPROJEKT ul. Pilotów 2 E 31-462 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybuujemy panele operatorskie WEINTEK, serwonapędy i kontrolery ruchu TRIO, technikę liniową HIWIN, siłowniki liniowe LinMot, falowniki MICNO, coboty Neura Robotics, sterowniki PLC FATEK oraz silniki krokowe. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
N.B.C. Polska Sp. z o.o. ul. Złoty Potok 10/16 02-699 Warszawa	tel. 22 855 18 30 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 dźwignów 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 sprawdzony partner w pomiarach, automatyce przemysłowej i robotyce. Działalność firmy obejmuje: projektowanie systemów automatyki przemysłowej; programowanie przemysłowych systemów sterownikowych; tworzenie systemów monitoringu i wizualizacji mediów energetycznych, procesów przemysłowych i efektywności produkcji; prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; montaż, rozruch i serwis instalacji AKPiA; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA.
TWT AUTOMATYKA ul. Waflowa 1 02-971 Warszawa	tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@twt.com.pl www.twt.com.pl	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.

Mechatronika		
WROPOL ENGINEERING Lutynia, ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia	tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl	Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do O500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory ZO, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AI oraz maszyny i urządzenia technologiczne.
Napędy		
BTT AUTOMATYKA Sp. z o.o. ul. Generała Józefa Fiszerza 14 80-231 Gdańsk	tel. 58 345 49 99 tel. 58 345 44 41 e-mail: btt@bttautomatyka.pl	Naszym klientom dostarczamy kompletne napędy elektryczne maszyn i urządzeń, falowniki, zasilacze i silniki DC oraz serwonapędy napędzające maszyny i urządzenia przez nich produkowane czy używane, m.in. wentylatory, systemy stałego ciśnienia wody, suwnice, dźwigi, obrabiarki, maszyny masarskie, cukiernicze, urządzenia w przemyśle gumowym, produkcji kabli, folii, opakowań, napędy dużej mocy w kopalniach kruszywa.
Cantoni Group ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn	tel. 33 813 87 00 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 7000 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.
ELEKTRONAPĘDY Grzegorz Zajac ul. Kościelna 5 56-504 Dziadowa Kłoda	tel. 506 750 427 e-mail: info@elektronapedy.pl www.elektronapedy.pl	Współpracujemy od lat z kilkoma niemieckimi producentami elektrownic standardowych i specjalnych do 24.000 rpm (sprzedaż, dobór, serwis: m.in. Emod, Perske). Oferujemy silniki IE5 Dyneo+ do 500 kW marki Leroy Somer (zamienniki AC i DC) wraz z montażem, serwisem oraz analizą zwrotu kosztów z inwestycji. Silniki Motive z przekładniami i sterowaniem AC IP67, nierdzewne, zanurzeniowe, DC komutatorowe. Obecnie wprowadzamy przemiennik, Sterownik PLC, konektory automatyki.
Festo Sp. z o.o. Janki k. Warszawy ul. Mszczonowska 7 05-090 Raszyn	Customer Interaction Center tel. 22 711 41 00 fax 22 711 41 02 festo_poland@festo.com www.festo.pl	Festo – lider innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie automatyki przemysłowej i automatyzacji procesów. Oferta Festo obejmuje m.in.: siłowniki i napędy pneumatyczne oraz elektryczne, chwytaki, manipulatory i roboty przemysłowe, zawory, wyspy zaworowe, przygotowanie sprężonego powietrza, technikę podciśnieniową, czujniki, sterowniki elektroniczne, systemy magistral, technikę przyłączeniową.
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.
Systemy transportowe		
ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice	tel. 32 334 70 00 e-mail: info@abuscranes.pl www.abuscranes.pl	ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.
Utrzymanie ruchu		
ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice	tel. 32 334 70 00 e-mail: info@abuscranes.pl www.abuscranes.pl	ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.



BIBLIOTEKA



Walter Isaacson
Innowatorzy
Wydawnictwo: Insignis Media
Rok wydania: 2023

W roku 2011 znakomita biografia założyciela firmy Apple, Steve'a Jobsa, stała się międzynarodowym bestsellerem i zarazem jedną z najlepiej sprzedających się biografii wszech czasów. Jej autor, Walter Isaacson, w swojej najnowszej książce pisze o ludziach, którym zawdzięczamy nadejście i rozkwit ery informacji i cyfrowego świata. „Innowatorzy” to fascynująca, obejmująca ponad półtora wieku opowieść o tym, jak dochodzi do innowacji oraz jak współpraca i współdziałanie wyzwalają pokłady kreatywności, prowadząc do rewolucyjnych zmian w naszym codziennym życiu.

Po bestsellerowej biografii Steve'a Jobsa Walter Isaacson prezentuje swoją kolejną książkę. „Innowatorzy” to opowieść o ludziach, którzy wymyślili komputery i internet. Dzieło Isaacsona jest nie tylko historią cyfrowej rewolucji, ale jedyną w swoim rodzaju lekcją, jak w rzeczywistości dochodzi do innowacji.

Jakie talenty i zdolności sprawiły, że niektórzy wynalazcy i przedsiębiorcy swoimi wizjami tak silnie wpłynęli na świat? Co wyzwoliło w nich pokłady kreatywności? Dlaczego udało się właśnie im?

Pełną rozmachu opowieść Isaacson rozpoczyna od Ady Lovelace, córki George'a Byrona, która była pionierką programowania już w połowie XIX wieku. Następnie przechodzi do równie fascynujących postaci, którym zawdzięczamy życie w erze cyfrowej, takich jak: Vannevar Bush, Alan Turing, John von Neuman, J.R.C. Licklider, Doug Engelbart, Robert Noyce, Bill Gates, Steve Wozniak, Steve Jobs, Tim Berners-Lee oraz Larry Page.

„Innowatorzy” to opowieść o życiu tych indywidualistów i o ich inspiracjach, a także o duchu pracy w zespole, który czyni genialnych wynalazców jeszcze bardziej kreatywnymi.

W czasach sprzyjających innowacyjności, kreatywności i współpracy, „Innowatorzy” to lektura obowiązkowa – ukazuje bowiem, jak kombinacja tych trzech czynników zmienia na naszych oczach świat.



Seth Enoka
Cyberbezpieczeństwo w małych sieciach
Wydawca: Helion
Rok wydania: 2024

Małe sieci, stosowane przez rodziny lub niewielkie firmy, są łakomym kąskiem dla różnego rodzaju przestępców. Polują oni na dane osobowe, wrażliwe dane medyczne i identyfikacyjne, a także na własność intelektualną. Wielu właścicieli małych sieci nie zabezpiecza ich wystarczająco,

tymczasem konsekwencje kradzieży poufnych czy wrażliwych informacji mogą być śmiertelnie poważne.

Rozwiązanie problemu znajdziesz w tej książce. Została ona napisana specjalnie z myślą o osobach, które administrują małymi sieciami, dysponując niewielkim budżetem i ograniczonym wsparciem profesjonalistów. Dzięki niej zrozumiesz podstawy zabezpieczania łączności sieciowej i poznasz sposoby zabezpieczania sieci przy niewielkim nakładzie pieniędzy i czasu. Opanujesz uznane techniki hartowania systemów, takie jak mapowanie sieci, śledzenie stanu urządzeń i rozpoznawanie nietypowej aktywności, która może sygnalizować atak. Zagłębisz się w sposoby eliminowania luk w zabezpieczeniach i zapobiegania dostępowi do urządzeń mobilnych i stacjonarnych, a nawet punktów końcowych IoT. Dowiesz się też, jak wdrażać własne strategie backupu, a także wykrywać i blokować złośliwe oprogramowanie i ransomware. Nauczysz się:

- używać zapór do filtrowania ruchu sieciowego
- tworzyć plan segmentacji sieci i zarządzać dostępem użytkowników
- szyfrować i chronić komunikację sieciową
- ukrywać wrażliwe dane
- przechwytywać i analizować ruch sieciowy
- korzystać z Security Onion i otrzymywać alarmy o podejrzanej aktywności

Zahartowana mała sieć? Zrobisz to samodzielnie!



Zygmunt Katolik
Wykorzystanie energii wiatru. Wiatraki, Farmy wiatrowe + e-book wyciąg z ustawy OZE
Wydawnictwo: Polcen
Rok wydania: 2023

Książka, będąca kontynuacją cyklu o odnawialnych źródłach energii (poprzednia pozycja to „Wykorzystanie energii słonecznej”) jest adresowana do projektantów i przyszłych użytkowników elektrowni wiatrowych. Składa się z sześciu rozdziałów poświęconych osobnym zagadnieniom. Jej specyfika polega na skupieniu się na niewielkich obiektach wykorzystujących energię wiatru do zasilania własnych instalacji energetycznych. Zagadnienia budowy dużych obiektów energetyki wiatrowej są domeną energetyki zawodowej i zasługują na odrębne potraktowanie.



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

TEMATYKA

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny

Nr 3 (299)
Rok XXVI
Marzec 2024

- PRZEMYSŁ 4.0
- TECHNOLOGIE 3D
- SZTUCZNA INTELIGENCJA W PRZEMYŚLE
- Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące
- Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle
- Siłowniki
- Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne
- AKPiA
- Napędy
- Oleje, środki smarne
- Energetyka odnawialna

Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl
Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32 755 19 17



1/2024 (297)

2/2024 (298)

3/2024 (299)

4/2024 (300)

5/2024 (301)

6/2024 (302)

7-8/2024 (303-304)

9/2024 (305)

10/2024 (306)

11/2024 (307)

12/2024 (308)

PRENUMERATA

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

Cena prenumeraty rocznej wynosi 308,88 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:

- 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.

XVIII edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
techniczny

PRODUKT ROKU 2023

KATEGORIE:

- Nowe maszyny i technologie
- Poprawa bezpieczeństwa
- Napędy i silniki
- Systemy sterowania procesami i układami
- Urządzenia pomiarowe i czujniki



Więcej na www.nis.com.pl



URZĄDZENIA CHŁODNICZE I KLIMATYZACYJNE

Autoryzowane Centrum Dystrybucji
komponentów automatyki przemysłowej Danfoss

NOWOŚĆ

Zawory elektromagnetyczne

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

EV220S

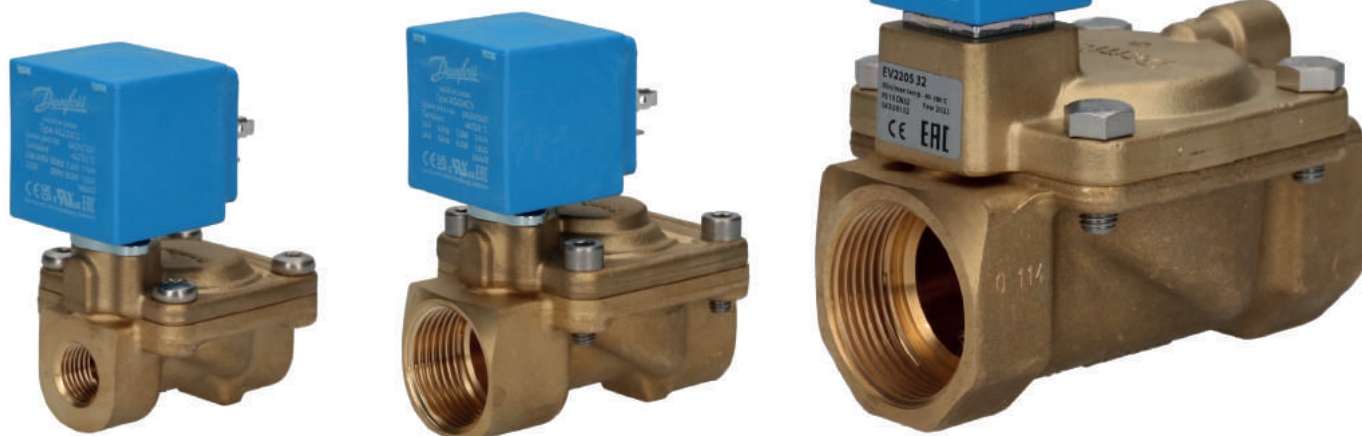
Zawory elektromagnetyczne typu EV220S to seria 2/2-drożnych zaworów elektromagnetycznych z serwosterowaniem, o niewielkich rozmiarach i przyłączach od 1/4" do 2". Zostały zaprojektowane do użytku w urządzeniach oraz maszynach, gdzie ilość miejsca jest ograniczona.

- Zawory do wody, olejów, powietrza i gazów obojętnych
- Normalnie otwarte lub normalnie zamknięte
- Nowe zatrzaskowe cewki „clip-on”, na różne napięcia
- Długi czas eksploatacji
- Uszczelnienia EPDM lub FKM
- Certyfikat WRAS (dla zaworów z uszczelnieniem EPDM)
- Produkowane w Polsce
- **Atrakcyjna cena!**

Więcej informacji:



Zobacz w sklepie:



WIGMORS - Centrala:

51-117 Wrocław, ul. Irysowa 5, tel. 71 326 5000, biuro@wigmors.pl

Oddziały:

39-200 Dębica, ul. Parkowa 10, tel. 14 670 00 21, debica@wigmors.pl; 66-400 Gorzów Wlkp., ul. Podmiejska 32, tel. 95 725 75 04, gorzow@wigmors.pl; 40-106 Katowice ul. Węglowa 7, tel. 32 356 11 60, katowice@wigmors.pl; 75-736 Koszalin, ul. Gnieźnieńska 76, tel. 94 346 06 06, koszalin@wigmors.pl; 31-416 Kraków ul. Dobrego Pasterza 122/1 tel. 12 446 45 45, krakow@wigmors.pl; 71-178 Szczecin, ul. Derdowskiego 8, tel. 91 489 84 20, szczecin@wigmors.pl; 33-110 Tarnów ul. Kochanowskiego 47, tel. 14 629 63 63, tarnow@wigmors.pl; 53-662 Wrocław, ul. Środkowa 3a, tel. 71 359 34 77, wroclaw.srodkowa@wigmors.pl

www.wigmors.pl
www.chlodnictwo-sklep.pl

