

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 12 (224)

Rok XIX

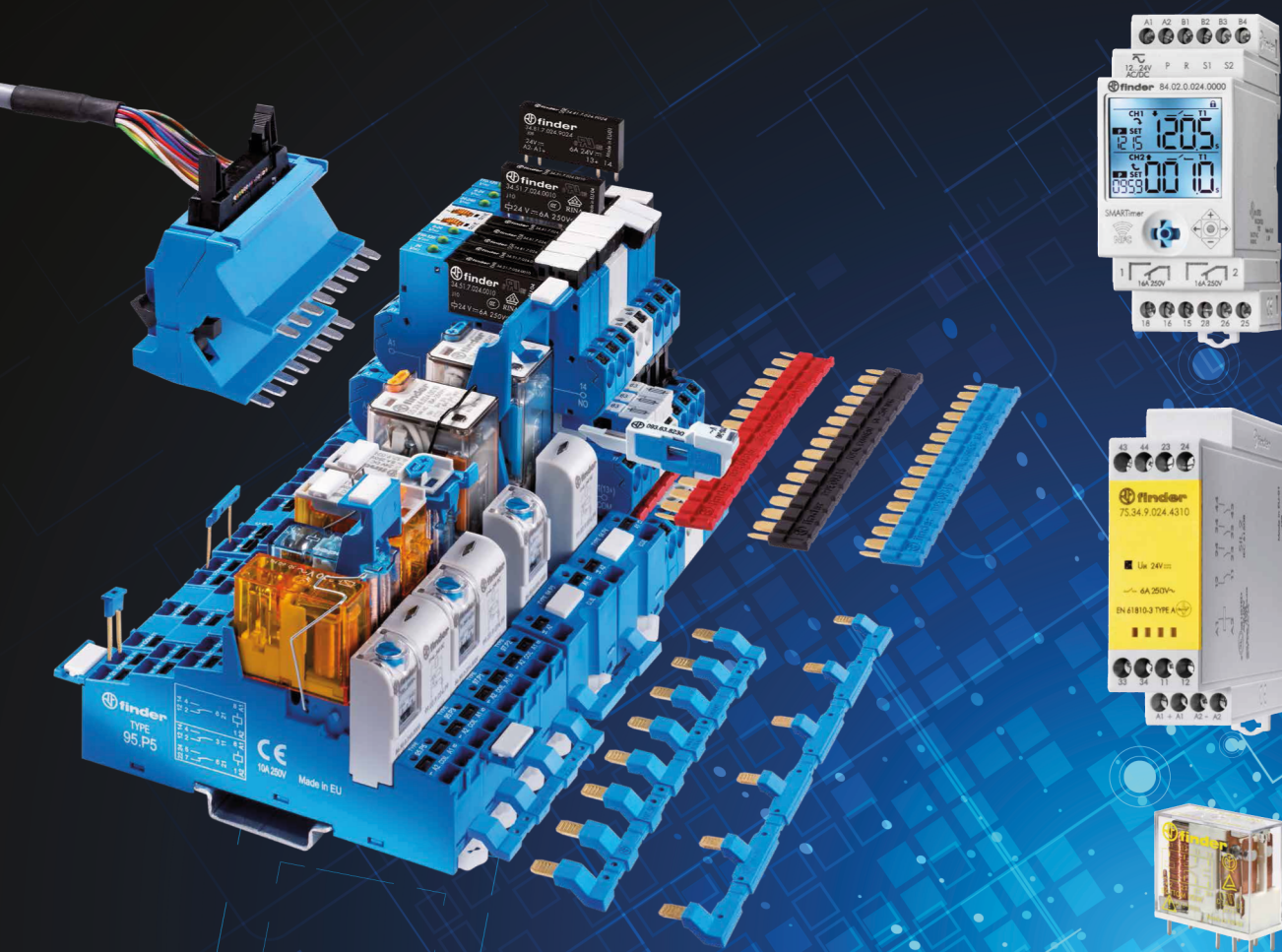
Grudzień 2017

ISSN 1507-7764
Indeks 36018X

Cena: 10,80 zł
(w tym 8% VAT)

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

Produkty do aplikacji przemysłowych



FINDER Polska Sp. z o.o.

ul. Malwowa 126, 60 - 175 Poznań

Tel. 61 865 94 07 Fax 61 865 94 26 finder.pl@findernet.com

findernet.com



finder[®]
SWITCH TO THE FUTURE

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (225) Styczeń	PRZEMYSŁ 4.0 EFEKTYWNOŚĆ W GÓRNICTWIE	<ul style="list-style-type: none"> • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • Systemy mechatroniczne • Monitoring i systemy sterowania • Utrzymanie ruchu • Automatyzacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne
2 (226) Luty	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (227) Marzec	AUTOMATYKA I ROBOTYKA	<ul style="list-style-type: none"> • Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne
4 (228) Kwiecień	BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (229) Maj	TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT - Industrial Internet of Things)
6 (230) Czerwiec	PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
7/8 (231/232) Lipiec/Sierpień	SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (233) Wrzesień	AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w energetyce • Automatyka w przemyśle maszynowym • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu
10 (234) Październik	HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna
11 (235) Listopad	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Roboty przemysłowe • Sterowniki PLC i systemy sterowania • Systemy transportowe • Innowacje wod.-kan.
12 (236) Grudzień	INTELIAGENTNY BUDYNEK	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Technologie próżniowe i sprężonego powietrza • Cyberbezpieczeństwo

Adres redakcji:

47-400 Racibórz
 ul. Śródkowa 5
 skr. poczt. 10
 tel./fax 32-755 19 17, 32-755 23 23
 e-mail: redakcja.nis@drukart.pl
 Internet: www.nis.com.pl

Wydawca: Wydawnictwo „Druk-Art” SC**Skład:** Wydawnictwo „Druk-Art” SC

Redaguje Zespół: Katarzyna Zajac,
 Monika Gomółka, Ryszard Klencz, Joanna Jara

Redaktor naczelna: Katarzyna Zajac

Redaktor wydania: Ludmiła Urbińska
 tel./fax 32-755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

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

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

Marketing: Estera Krauze
 tel./fax 32-755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl

Redaktor statystyczny: Joanna Jara**Rada Programowa:**

- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender,
- prof. Marek Bergander (University of Hartford USA),
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski,
- prof. Ing. Jaroslav Homišin (Technical University of Košice),
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk,
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski,
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich,
- prof. zw. dr hab. inż. Waclaw Kollek (Przewodniczący),
- Ph. D., Ing. Jacek Paraszczak (Université LAVAL),
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski,
- dr hab. inż. Krzysztof Pietruszewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Piróg,
- prof. Jacek S. Stecki (Department of Mechanical Engineering, Monash University, Australia),
- dr hab. inż. Michał Stosiak - prof. nadzw. Politechniki Wrocławskiej,
- dr inż. Zbigniew Szulc,
- prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz,
- prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak,
- dr inż. Grzegorz Wiciak

Redaktor tematyczny: prof. zw. dr hab. inż. Waclaw Kollek**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. 1027). Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy bezpłatnie wszystkie artykuły naukowe publikowane w miesięczniku naukowo-technicznym „Napędy i Sterowanie”.

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

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

Szanowni Państwo!

Koniec roku i początek nowego to dla przedsiębiorców gorący okres. Tegoroczny dynamiczny wzrost na głównych światowych rynkach motoryzacyjnych i wyznaczanie coraz wyższego poziomu procesu technologicznego wymagały od producentów znacznych oraz ciągłych nakładów inwestycyjnych i zmian organizacyjnych. Przedsiębiorcy realizowali te cele m.in. poprzez odnowę parku maszynowego, budowę nowej infrastruktury B+R, a także wzmocnienie kompetencji kadr realizujących innowacyjne projekty.

Mówiąc o zaawansowanych procesach technologicznych, warto również zauważyć, że w 2017 roku roboty z ulepszonymi funkcjami łączności i zdolnościami detekcyjnymi napędzały postęp w zakresie inteligentnej produkcji. Wraz z dalszym rozwojem sztucznej inteligencji roboty przemysłowe staną się bardziej zdolne do postrzegania otoczenia, uczenia się, a także do podejmowania decyzji na własną rękę.

Obecnie, w erze Przemysłu 4.0 najistotniejszą sprawą przemysłu, do której każda firma przykłada dużą wagę jest bezpieczeństwo. Pracownicy muszą wykonywać obowiązki w niezagrażających ich zdrowiu warunkach, dlatego też tworzy się wiele nowych projektów w celu zlikwidowania zagrożenia w razie awarii.

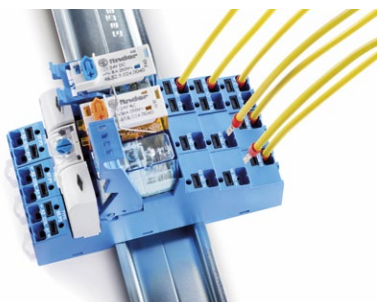
Tematyka bezpieczeństwa przeszła długą drogę rozwoju - od zupełnego braku zabezpieczeń do sytuacji dzisiejszej, gdy zapewnianie pracownikom bezpieczeństwa jest wymagane, a wprowadzane na rynek maszyny muszą spełniać wymogi szeregu przepisów.

Automatyka budynkowa to nie tylko aktualny, ale też bardzo pożądany temat, który umożliwi zarówno komfort, bezpieczeństwo, jak i oszczędności. Obecnie coraz głośniej nie tylko o budynkach z automatycznie sterowanymi systemami, ale też o domach samowystarczalnych - wyposażonych w pompy ciepła, które do ponownego ogrzania domu odzyskują energię z powietrza zewnętrznego, czy też w kolektory i baterie słoneczne, dostarczające energię elektryczną. Dlatego też polecam Państwu artykuł na temat zaawansowanych funkcji automatycznego sterowania oświetleniem, mających na celu maksymalizację jego efektywności energetycznej, autorstwa K. Grzywocza oraz M. Dechnika, pt. „Efektywność energetyczna sterowania oświetleniem wnętrz”. Jestem jednak przekonana, że inteligentny budynek to nie tylko zastosowane w nim najnowocześniejsze rozwiązania, ale przede wszystkim ludzie - pracownicy, bez których nawet najbardziej fascynujące zdobycze techniki nie miałyby miejsca. Z informacji Eurostatu wynika, że Polska staje się fabryką Europy, z danych przedstawionych przez Unijne Biuro Statystyczne widać, że poziom zatrudnienia rośnie. Trzeba podkreślić, że pomimo trzeciego miejsca na liście państw z największym wynikiem zatrudnienia w przekroju całej gospodarki, dwa na trzy nowe miejsca pracy w branży przemysłowej przy produkcji powstawały właśnie w Polsce. W drugim kwartale zatrudnienie znalazło aż 92 tys. osób, a w całej Unii (28 krajów) 134 tys. Od początku 2017 roku przybyło u nas 223 tys. miejsc pracy w przemyśle, a w całej Unii 354 tys.

Optymistycznym akcentem zachęcam do lektury oraz pozwalam sobie w tym niezwykłym przedświątecznym momencie życzyć Państwu wspólnych chwil spędzonych w rodzinnej atmosferze Świąt Bożego Narodzenia oraz wielu sukcesów w Nowym 2018 Roku!

Ludmiła Urbińska
 redaktor wydania





Str. 10

Przełącz się na przyszłość!



Str. 14

HF Inverter Polska - technika napędowa



Str. 18

Styczniki i przekaźniki przeciążeniowe firmy NOARK Electric



Str. 28

Modernizacje obiektów a ograniczniki przepięć SEC typu 1, typu 2, kombinowane, typu 3 firmy Phoenix Contact



Str. 30

Anybus® Wireless Bridge™ II

CO W NUMERZE

- 6 Nowości
- 112 Biblioteka

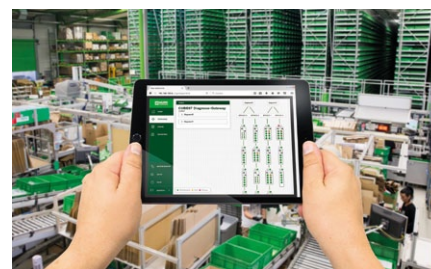
Nauka

- 52 **Bezpieczna i pewna synchronizacja czasu w ważnej infrastrukturze państwowej - ENERGETYKA. Wady synchronizacji opartej o odbiorniki GNSS i sieć Ethernet NTP/PTP**
T. Widomski, K. Borgulski, J. Użycki, P. Olbrysz, J. Kowalski
- 64 **Efektywność energetyczna sterowania oświetleniem wewnątrz**
M. Dechnik, K. Grzywocz
- 70 **Współpraca centrali wentylacyjnej z regulatorami zmiennego przepływu powietrza VAV**
M. Dechnik, K. Grzywocz, A. Romańska-Zapała
- 76 **Przetwornik LDC 1000 m w zastosowaniu do defektoskopii i badań parametrów materiału**
Z. H. Żurek, D. Kukla
- 84 **Wybrane metody redukcji pulsacji ciśnienia w układach hydraulicznych**
M. Stosiak, P. Szmolke
- 90 **Metodyka badań i model matematyczny strat ciśnieniowych w silniku hydraulicznym obrotowym**
A. Maczyszyn
- 96 **Oporzy ruchu pojazdu oraz minimalizacja oporów toczenia**
M. Domek
- 101 **Metoda wyznaczania komutacyjnych tętnień momentu silnika PM BLDC**
R. Piwowarczyk, K. Krykowski, J. Hetmańczyk
- 109 **Bezpieczeństwo fundamentem sukcesu czwartej rewolucji przemysłowej**
J. Świątkowska

Technologie i produkty

- 9 **Przewody hydrauliczne rurowe**
Tubes International Sp. z o.o.
- 10 **TEMAT Z OKŁADKI: Przełącz się na przyszłość!**
Finder Polska Sp. z o.o.
- 14 **TEMAT Z OKŁADKI: HF Inverter Polska - technika napędowa**
M. Snowacki - HF Inverter Polska
- 17 **Ethernet Ring Protection Switching**
Antaira Technologies Sp. z o.o.
- 18 **Styczniki i przekaźniki przeciążeniowe firmy NOARK Electric**
G. Waligórski - NOARK Electric Sp. z o.o.
- 22 **Wybrane aspekty bezpieczeństwa układów i zasilaczy hydraulicznych Parkera w świetle normy EN ISO 13849-1. Część II**
M. Oleksiuk - Parker Hannifin Sales Poland Sp. z o.o.
- 27 **Enkodery inkrementalne z systemem diagnostycznym ADS firmy Leine & Linde w papierni**
TERM Tomasz Sobczak
- 28 **Modernizacje obiektów a ograniczniki przepięć SEC typu 1, typu 2, kombinowane, typu 3 firmy Phoenix Contact**
Phoenix Contact Sp. z o.o.
- 30 **Anybus® Wireless Bridge™ II**
Elmark Automatyka Sp. z o.o.
- 32 **Cube67 Diagnostic Gateway. Ułatwiona diagnostyka**
Murrelektronik Sp. z o.o.

- 34 **Nowinki ze świata napędów NORD**
NORD Napędy Sp. z o.o.
- 37 **Transformatory NORATEL**
Noratel Sp. z o.o.
- 39 **LINTELI Charge One. Stacja ładowania samochodów elektrycznych**
LINTELI Sp. z o.o.
- 41 **Galli Erio S.R.L. – oferta produktowa**
Galli Erio S.R.L.
- 42 **Zrobotyzowana obsługa maszyn**
Fragment książki: *Robotyzacja procesów produkcyjnych*,
W. Kaczmarek, P. Jarosław, Wydawnictwo Naukowe PWN
- 43 **RADIOLEX – szafy sterownicze**
RADIOLEX
- 43 **Centrala AFG-ZSP**
4 TI Sp. z o.o.
- 44 **Sterowanie momentem obrotowym silnika jako podstawa działania
zautomatyzowanego napędu elektrycznego**
Fragment książki: *Automatyka. Napęd elektryczny*,
A. Dębowski, Wydawnictwo Naukowe PWN
- 45 **Siłomierze firmy AXIS**
AXIS Sp. z o.o.
- 47 **Kompletne systemy do sterowania procesami przemysłowymi z wykorzystaniem
napędu hydraulicznego i pneumatycznego**
KOLARZOWSKI, HYDRAULIKA SIŁOWA, PNEUMATYKA, STEROWANIE



Str. 32
Cube67 Diagnostic Gateway. Ułatwiona diagnostyka



Str. 34
Nowinki ze świata napędów NORD



Str. 39
LINTELI Charge One. Stacja ładowania samochodów elektrycznych

Informacje branżowe

- 36 **Technologie klejenia po raz pierwszy na dedykowanych targach w Polsce**
- 40 **Inteligentny budynek, dom, mieszkanie – Targi BUDMA z przekrojem nowoczesnego budownictwa**
- 48 **Targi RENEXPO® Poland 2017 zakończone sukcesem**
- 50 **Co nowego w 2018 roku w dotacjach?**
A. Szymczak – MS-CONSULTING

Indeks reklam

▷ 4 TI 6, 43	▷ Galli Erio S.R.L. 41	▷ Noratel 37
▷ Antaira Technologies 6, 17	▷ HF Inverter 116	▷ NORD Napędy 35
▷ Automaticon 83	▷ Impol-1 7, 79	▷ Nowimex 69
▷ AXIS 45	▷ INDUSTRYmeeting 95	▷ Parker Hannifin Sales Poland 22
▷ Beckhoff Polska 65	▷ KOLARZOWSKI, HYDRAULIKA SIŁOWA, PNEUMATYKA, STEROWANIE 47	▷ Phoenix Contact 6, 29
▷ Befared 67	▷ LINTELI 39	▷ RADIOLEX 7, 43
▷ BUDMA 40	▷ MS-CONSULTING 50	▷ Robotyka.com 89
▷ Elmark Automatyka 8, 31	▷ Murrelektronik 8, 33	▷ SANYU Sobczak 27
▷ Energoelektronika.com.pl 95	▷ NaviNet 71	▷ SMART PROTECTIONS 49
▷ Finder 1	▷ Netmed 77	▷ STAUFF Polska 73
	▷ NOARK Electric 19	▷ Tubes International 7, 9
		▷ Turck 6

NOWOŚCI TECHNICZNE

LNP-1604G-SFP-T – przemysłowy switch z portami P.S.E.

Firma Antaira Technologies wprowadziła do oferty nowy switch z portami P.S.E. o symbolu LNP-1604G-SFP-T. Przełącznik wyposażony jest w 12 portów 10/100/1000BaseT + 4 porty 100/1000SFP. Wszystkie porty Ethernet są zgodne z IEEE 802.3at i są w stanie zapewnić do 30 W przy 55 V na każdym porcie. Słoty 100/1000 SFP pozwalają na zastosowanie dowolnego modułu SFP, a tym samym typu światłowodu, z którym ma współpracować switch. LNP-1604G-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. Ponadto switch ma zabezpieczenie EFT 2000 V DC oraz ESD 6000 V DC. Switch ma redundantne zasilanie 48-55 V DC oraz diody sygnalizujące poprawną pracę urządzenia. Wbudowany przekaźnik alarmowy może być aktywowany przy odłączeniu portu lub utracie zasilania. LNP-1604G-SFP-T ma certyfikaty CE, FCC oraz UL-508. Switche firmy Antaira objęte są 5-letnią gwarancją.

Szczegółowe informacje na www.antaira.pl.

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



Elastyczny kontroler dla infrastruktury budynkowej

Nowy sterownik serii Inline ILC 2050 BI firmy Phoenix Contact jest idealnym rozwiązaniem do automatyzacji w zakresie infrastruktury energetyki i wyposażenia budynków. Modułowa budowa urządzenia w połączeniu z platformą do programowania Niagara zapewnia praktycznie nieograniczoną możliwość dla różnych zastosowań – na przykład w budownictwie i automatyzacji przemysłowej, kontrolowania właściwości w sieci lub w centrach danych. Sterownik obsługuje wszystkie najważniejsze protokoły komunikacyjne wykorzystywane w automatyce.

Program Niagara 4, opracowany specjalnie dla Internetu Rzeczy, pozwala użytkownikowi na maksymalne zoptymalizowanie czasu inżynieringu. Dodatkowo Java, na bazie której zbudowany jest program, oferuje elastyczne opcje planowania, programowania i wizualizacji. Można też łatwo dodać własne wersje (funkcje) i tym samym rozszerzyć program Niagara.

PHOENIX CONTACT Sp. z o.o.
www.phoenixcontact.pl



Laserowy czujnik odległości serii LTF

Firma Turck rozszerza portfolio czujników laserowych o nową serię LTF. Urządzenie wykonane jest na bazie technologii *time-of-flight*, dzięki czemu zapewnia zasięg pomiarowy zależnie od typu do 12 m lub 24 m. Seria LTF oferuje najlepsze w swojej klasie parametry pracy (dokładność, powtarzalność i zasięg). Dzięki zastosowaniu nadajnika laserowego klasy 2 urządzenie cechuje się wysokim wzmocnieniem oraz małą jasną plamką, ułatwiającą wyrównanie w aplikacji. Czujnik zapewnia powtarzalność mniejszą niż 3 mm oraz dokładność wynoszącą nawet plus/minus 10 mm. Może on niezawodnie wykrywać elementy czarne do odległości 11 m oraz białe do 24 m. Ponadto urządzenie mierzy odległość niezależnie od nachylenia obiektu i warunków środowiskowych, jest też niewrażliwe na oświetlenie z otoczenia.



Turck Sp. z o.o.
www.turck.com

RPO-02 – ręczny przycisk oddymiania

Przycisk RPO-02 (zastępuje RPO-01) przeznaczony jest do ręcznego załączania alarmu. Zbicie szybki oraz wciśnięcie przycisku „URUCHOMIENIE” powoduje otwarcie przez centralę wyciągów dymu. Wewnątrz wyłącznika oddymiania znajdują się trzy diody, które wskazują następujące stany systemu oddymiania: uszkodzenie, dozór, uruchomienie. Przycisk wyposażono dodatkowo w sygnalizację akustyczną alarmu i uszkodzenia. Przycisk dedykowany jest do Central AFG.

Dane techniczne:

- napięcie robocze, prąd, moc: 24 V DC $\pm 20\%$, 20 mA, 0,5 W;
- wymiary: 120 x 120 x 50 mm;
- typ przycisku: B, rodzaj: I, klasa klimatyczna: I;
- obudowa: natynkowa, kolor pomarańczowy RAL 2011;
- stopień ochrony obudowy: IP 55;
- sygnalizacja: optyczno-akustyczna;
- masa przycisku: 0,245 kg;
- aproba techniczna, certyfikat zgodności i świadectwo dopuszczenia CNBO.



4TI Sp. z o.o.
www.4ti.com.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Montaż kompensatorów

Tubes International oferuje montaż kompensatorów gumowych, elastomerowych, stalowych, tkaninowych oraz teflonowych. Usługa obejmuje zakup, przygotowanie instalacji oraz



podłączenie. Specjaliści dobierają kompensatory do indywidualnych potrzeb klienta z uwzględnieniem warunków pracy, dzięki czemu klient zyskuje pewność, że dostarczony kompensator się sprawdzi, a instalacja będzie prawidłowa.

Po wyborze odpowiedniego kompensatora pora na przygotowanie instalacji. Jest to warunek prawidłowego montażu. Cięcie i modyfikacja przebiegu rurociągu, montaż odpowiednich przeciwkołnierzy, podpór stałych oraz przesuwnych. Montaż może również obejmować demontaż starego kompensatora, spawanie kołnierzy, montaż nowego kompensatora oraz niezbędnych akcesoriów. Odpowiednie przygotowanie instalacji daje gwarancję, że instalacja będzie prawidłowo funkcjonowała.

Na bezpieczeństwo wpływają między innymi odpowiednie akcesoria, na przykład opaski, płaskowniki mocujące oraz specjalistyczne osłony kompensatorów (termiczne, przeciwogniowe czy przeciwbryzgowie). Dlatego firma Tubes International dostarcza także te dodatkowe elementy usprawniające pracę.

Warto zaznaczyć, że usługa może być wykonana na terenie całego kraju przez przeszkolonych i doświadczonych serwisantów, którzy dysponują specjalistycznym samochodem serwisowym.

Tubes International Sp. z o.o.
www.tubes-international.com

System komunikacyjny SIRIUS ACT z PROFINET IO

System komunikacyjny SIRIUS ACT z PROFINET IO został zaprojektowany, aby ułatwić



podłączenie urządzeń sterujących i sygnalizacyjnych do systemu sterowania. Ten system zmniejsza ilość wymaganych prac związanych z okablowaniem, co pozwala zaoszczędzić czas i zasoby.

System ten może być używany do dowolnej aplikacji z programowalnymi sterownikami logicznymi (PLC), które mają połączenie PROFINET. Może być również używany w połączeniu z procesorami *fail-safe*, które obsługują protokół PROFI-safe.

System SIRIUS ACT z systemem PROFINET IO jest zintegrowany w STEP 7. Wizualizacja poszczególnych modułów przyspiesza i upraszcza proces konfiguracji. Jeśli nie masz STEP 7, możesz użyć pliku GSDML do skonfigurowania systemu (możliwe tylko wtedy, gdy moduł interfejsu nie jest bezpieczny w razie awarii).

Zintegrowana technologia bezpieczeństwa

Dzięki komunikacji PROFI-safe zintegrowanej w bezpiecznym interfejsie możesz włączyć urządzenie poprzez np. STOP AWARYJNY.

Można zatem utworzyć system zgodny z kategorią bezpieczeństwa do poziomu SIL 3 (PL e).

Urządzenia SIRIUS ACT z PROFINET IO są zabezpieczone przed manipulacją przez następujące elementy:

- wykorzystanie oryginalnego oprogramowania;
- tryby pracy z predefiniowanymi funkcjami.

Systemy automatyki *fail-safe* są stosowane w zakładach o zwiększonych wymaganiach bezpieczeństwa.

Systemy F kontrolują procesy, które mogą natychmiast osiągnąć bezpieczny stan poprzez zamknięcie. Innymi słowy, systemy F sterują procesami, które nie stanowią żadnego zagrożenia dla personelu lub środowiska, gdy są bezpośrednio wyłączane.

Safety Integrated to całościowa koncepcja bezpieczeństwa dla automatyki i technologii napędowej dostarczanej przez firmę Siemens.

Impol -1
www.impol-1.pl

Obudowy Hygienic Design

Obudowy Hygienic Design – dla przemysłu przetwórstwa spożywczego, chemicznego oraz wszędzie tam, gdzie wymagana jest najwyższa dbałość o czystość. Obudowy Hygienic Design oferowane przez RADIOLEX produkowane są ze stali nierdzewnej oraz kwasoodpornej, seria ta wyróżnia się niezwykle dbałością o szczegóły. Obudowy zostały zaprojektowane tak, aby zapewnić maksymalne bezpieczeństwo i higienę. Obudowy Hygienic Design spełniają wszelkie wymagania prawa europejskiego oraz wytycznych EHEDG w zakresie użytkowania urządzeń w kontakcie z żywnością. Dla gwarancji bezpieczeństwa seria została zaprojektowana tak, aby zmniejszyć ryzyko zanieczyszczeń oraz maksymalnie ułatwić czyszczenie:



- konstrukcja jest łatwa i szybka w czyszczeniu, ponieważ nie posiada szczelin, w których mógłby gromadzić się brud i bakterie;
 - niechlönny i nietoksyczny materiał w całej konstrukcji;
 - gładka powierzchnia wraz z odpowiednimi, pochylonymi ścianami.
- Poza obudowami w ofercie znajduje się również szeroka gama akcesoriów Hygienic Design.

Zapraszamy do sprawdzenia pełnej oferty na www.radiolex.pl.

Radiolex Sp. z o.o.
www.radiolex.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Bezpieczeństwo w aplikacjach automotive. Optymalna ochrona ludzi i maszyn

Wraz z modułami MVK Metal oraz MVP12 Metal Murrelektronik oferuje atrakcyjne rozwiązanie dla przemysłu motoryzacyjnego. Dzięki niemu w przypadku awarii można bezpiecznie odłączyć zasilanie urządzeń IO-Link za pomocą przekaźnika bezpieczeństwa.



Do kompaktowego i wytrzymałego modułu MVK IO-Link master można bez problemu podłączyć czujniki cyfrowe, elementy wykonawcze i urządzenia IO-Link (Class B) i zintegrować je z systemem sieciowym opartym o PROFINET IRT oraz RT.

Dzięki separacji galwanicznej pomiędzy zasilaniem czujników i elementów wykonawczych w module wyjścia mogą być bezpiecznie odłączane. To samo dotyczy wyjść modułu MVK Metal IO-Link podłączonego do portu IO-Link master modułu MVK. Wyjścia te mogą być bezpiecznie odłączane dzięki separacji galwanicznej pomiędzy zasilaniem wejść i wyjść w porcie IO-Link.

W ten sposób można stworzyć rozwiązania bezpieczeństwa aż do poziomu PL d. Można więc tworzyć optymalne instalacje dla wielu aplikacji w przemyśle motoryzacyjnym.

Zastosowanie PROFINET IRT gwarantuje uzyskanie czasów cyklu nawet do 31,25 µs. Poza cyfrowymi elementami wykonawczymi i urządzeniami IO-Link można zintegrować również napędy izochroniczne.

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

Kompaktowy model komputera pokładowego

Całkowicie wytrzymały, kompaktowy i posiadający wiele funkcjonalnych technologii Advantech-DLoG XMT 5 (dostępny w 7" i 10") to idealny terminal pokładowy do pojazdów, w których przestrzeń jest ograniczona.



W wózku widłowym jako terminal podnośnika, w pojeździe budowlanym jako jednostka sterująca lub w samochodzie ciężarowym jako komputer logistyczny: niezależnie od tego, jak jest używany, DLoG XMT 5 to idealny towarzysz, ponieważ komunikuje się, używając wyłącznie nowoczesnych interfejsów, a wersja 7" jest tak kompaktowa, że może być zainstalowana w pojazdach o najbardziej ograniczonej przestrzeni.

Opis:

- stabilny i bezpieczny system oparty o architekturę RISC;
- dopasowywanie WLAN, WWAN i GPS do trudnych warunków transmisji i odbioru;
- zabezpieczająca ochrona 360° IP;
- bardzo wytrzymały na mechaniczne uszkodzenia;
- korzyści na poziomie przestrzeni (mały terminal VMT);
- indywidualne dopasowania ustawień;
- wyprodukowano w Niemczech.

Elmark Automatyka Sp. z o.o.
www.elmark.com.pl

reklama

Które wydanie jest dla Ciebie?

1/2018

**PRZEMYSŁ 4.0
EFEKTYWNOŚĆ W GÓRNICTWIE**

2/2018

**AUTOMATYZACJA PRODUKCJI
EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE**

3/2018

AUTOMATYKA I ROBOTYKA

Przewody hydrauliczne rurowe

Tubes International wykonuje usługę profesjonalnego gięcia rur hydraulicznych bezszwowych ze stali czarnej, ocynkowanej i nierdzewnej. Oferuje również możliwość wykonania rur z przyłączami jako gotowe do montażu przewody rurowe.

Przewody rurowe przeznaczone do zastosowań hydraulicznych siłowej są wykonywane według specyfikacji klienta w postaci prostych lub giętych przewodów, również z gotowymi przyłączami oraz elementami montażowymi. Przewody oferowane są w długościach do 6 m oraz maksymalnej średnicy zewnętrznej do 42 mm. Produkcja odbywa się na podstawie dokładnej kopii istniejących rur, wzoru lub bezpośrednio z projektu 3D. Gięcie rur oparte jest na danych w formacie XYZ, co zapewnia stuprocentową powtarzalność produkcji. Istnieje możliwość wyboru wykonania przewodów ze stali węglowej lub ocynkowanej, a także ze stali kwasoodpornej.

Precyzyjne gięcie rur 3D

Produkcja giętych przewodów rurowych na podstawie wzoru klienta poprzedzona jest precyzyjnym pomiarem współrzędnościowym przy pomocy ramienia pomiarowego Romer®. Pomiar umożliwia tworzenie trójwymiarowej kopii przewodu i zapisanie go w pamięci komputera. Otrzymane dane mogą być dalej wykorzystane przez urządzenie do gięcia rur, a także do tworzenia dokumentacji konstrukcyjnej całej instalacji. Kompletnie



przewody hydrauliczne rurowe mogą być dostarczane razem z popularnymi przyłączami hydrauliki siłowej typu: DIN 2353, JIC, ORFS, SAE oraz elementami montażowymi (obejmy do rur: DIN 3015).

W celu ochrony instalacji hydrauliki siłowej i wydłużenia jej żywotności każdy z oferowanych przez Tubes International przewodów rurowych jest czyszczony i zabezpieczony przez zabrudzeniami metodą Ultra Clean®, która zapewnia czystość przepływającego medium na poziomie klasy 13/10 wg normy ISO:4406-99. Chroni to elementy hydrauliki siłowej przed uszkodzeniami spowodowanymi zanieczyszczeniem oleju hydraulicznego, a urządzenia nie są narażone na usterki, co niweluje straty spowodowane przestojem podczas napraw.

Tubes International zapewnia profesjonalne doradztwo w doborze odpowiednich komponentów instalacji rurowych i prawidłowym ich montażu również w przypadku zapotrzebowania na nietypowe rozwiązania. Na portalu YouTube na swoim kanale firma opublikowała film dotyczący profesjonalnego gięcia rur 3D.



reklama

TUBES
International

WĘŻE I ZŁĄCZA DLA PRZEMYSŁU

- Węże przemysłowe
- Armatura przemysłowa
- Pneumatyka przemysłowa
- Urządzenia i akcesoria
- Kompensatory
- Hydraulika siłowa
- Armatura precyzyjna
- Systemy pomiarowe

23 ODDZIAŁY W POLSCE

Tubes International Sp. z o.o.
61-366 Poznań, ul. Bystra 15A
tel. 61 653 02 22, fax 61 653 02 20
tubes@tubes-international.com

Sklep internetowy: sklep.tubes-international.pl



Przełącz się na przyszłość!

Finder jest wiodącym w Europie producentem przekaźników z czterema zakładami produkcyjnymi oraz globalną siecią sprzedaży i dystrybucji. Gama asortymentu firmy obejmuje ponad 12 000 produktów z grup przekaźników dedykowanych dla przemysłu, modułów interfejsowych, nadzorczych, czasowych przekaźników do zastosowań w instalacjach komercyjnych i mieszkaniowych oraz całą gamę gniazd i akcesoriów. Założona w 1954 roku we Włoszech, firma dostarcza przekaźniki na polski rynek od początku lat 90. ub.w. Jego spółka zależna, Finder Polska Sp. z o.o., powstała w 2016 roku, z siedzibą w Poznaniu.

Finder Polska to kolejny „kamień milowy” w historii firmy i działanie w celu ugruntowania pozycji, jak i marki na lokalnym rynku.

Finder Polska Sp. z o.o. zapewnia profesjonalną, szybką obsługę w kraju swoim klientom poprzez: wsparcie techniczne w zakresie zastosowań produktów, realizację procesów wdrożeniowych, badania i analizy, szkolenia oraz łańcuch dostaw.

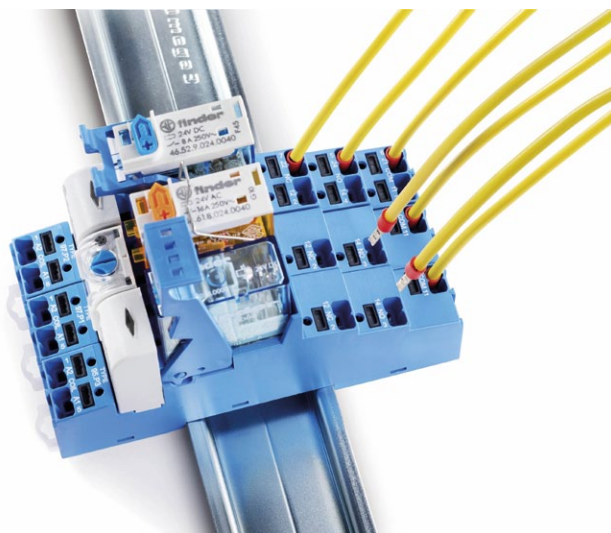
Finder: Switch to the future!

Kiedy założyciel Findera, inżynier Piero Giordanino, opracował przekaźnik impulsowy do kontroli oświetlenia na początku lat 50. ubiegłego wieku, nie przewidywał, gdzie jego inwencja doprowadzi. W kraju ojczystym Giordanino, we Włoszech, firma i jej produkty zakorzeniły się tak głęboko, że słowo 'Finder' weszło do języka powszechnego i jest często używane jako synonim 'przekaźnika impulsowego'.

Firma Finder istnieje na rynku od ponad 60 lat, korzystając z bogatego doświadczenia zebranego w ciągu ostatnich sześciu dekad, śmiało patrzy w przyszłość. Firma wykorzystuje okazję do zaznaczenia początku nowej ery – gdzie Finder znany jest nie tylko z przekaźników, lecz także jest rozpoznawalnym graczem w szeroko rozumianej branży komponentów elektrycznych do obiektów mieszkalnych i handlowych, która rozciąga się na sterowanie oświetleniem, ściemniacze, zegary sterujące, termostaty i inne.

Inwestycja w przyszłość

Jak można było oczekiwać, inwestycje Findera we własne zakłady produkcyjne są czymś więcej niż uzupełnieniem portfolio. Z biegiem lat firma wyprodukowała ponad 12 000 różnych produktów i nadal jest liderem innowacji w swojej branży, wychodząc naprzeciw potrzebom klientów. Głębokość i szerokość rozwoju produktów demonstruje strategię rozszerzania sukcesu. Od przekaźników nadzorczych, ograniczników przepięć i termostatów do zasilaczy i liczników energii – produkty Findera można znaleźć niemal wszędzie.



Rozwój produktów

W poniższym opracowaniu pokrótce omówimy nowości produktowe wprowadzane dla różnych segmentów rynku. Zróżnicowanie produktowe, z uwagi na obszerność materiałów, nie pozwala jednak przybliżyć całości oferty. Dlatego też postaramy się przedstawić najciekawsze produkty z 2017 roku.

Krok w stronę automatyki budynkowej technologii NFC, Bluetooth, KNX

KNX w rozwiązaniach FINDER

Standard magistrali KNX pozwala na realizację elastycznych systemów kontroli w celu osiągnięcia efektywności energetycznej i komfortu w domach lub budynkach komercyjnych.

Szeroki rozwój oferty automatyki budynkowej skłonił nas do realizacji projektów urządzeń dedykowanych dla aplikacji KNX. Z uwagi na ilość dostępnego asortymentu, jak i możliwość dowolnej konfiguracji urządzeń przez inwestora uznaliśmy ten system za najbardziej optymalny.

Mając na uwadze naszą specjalizację, jak i wysoką jakość oferowanych produktów, zaprezentowaliśmy w 2017 r. moduł aktuatora 6-kanałowego serii 19.6K (6 x NO 16 A / 120 A 5 ms) oraz czujnik ruchu i obecności 18.5K.

19.6K to kompaktowy 6-stykowy aktuator do dużych obciążeń. Zasilany poprzez magistralę KNX, na wyjściach posiada 6 x przekaźnik bistabilny zatwierdzony przez ENEC (maksymalny prąd szczytowy do 120 A). Przekazniki w aktuatorach Finder pobierają jedynie prąd w momencie zmiany stanu zestyku, co daje nam oszczędność energii w całej aplikacji (ENERGY saving) bez konieczności zasilania przekaźników z osobnego źródła. Nominalne obciążenie lampami:

- 230 V halogen: 2000 W;
- 230 V LED lub CFL: 400 W;
- świetlówki: 750 W;
- obciążenie silnikiem 1-fazowym: 0,5 kW.

Wyjścia przekaźnika możemy indywidualnie konfigurować Z i R, realizując funkcje: czasowe (ON, OFF, Miganie, Scho-dowy), niezależne funkcje logiczne i analogowe dla każdego z wyjść (AND, OR, XOR, PRÓG, PRZEDZIAŁ), zarządzanie scenami.

18.5K to czujnik ruchu i obecności zasilany poprzez magistralę KNX. Pole detekcji to aż 64 m²: ruch 8 x 8 m, obecność 4 x 4 m. Dzięki adapterom mamy możliwość montażu powierzchniowego lub jako wpuszczany w sufit.

Podstawowe funkcje czujnika:

- 2 sygnały (telegramy) dla sterowania aktuatorami (oświetlenie, HVAC etc.);
- 1 sygnał (telegram) – informacja o wykryciu ruchu/obecności (np. do nadrzędnego czujnika);
- nastawa progu jasności i stopnia czułości PIR;
- tryb Master/Slave dla zwiększenia powierzchni wykrywania;
- wybieralna funkcja wyłączenia monitorowania progu jasności;
- sygnalizacja poziomu oświetlenia i wykrycia ruchu (dla celów bezpieczeństwa itp.)

Seria 19, jak i 18 to krok do kolejnych produktów z technologią KNX, które będą pojawiać się w naszej ofercie.

Inteligentne rozwiązania z technologią NFC i Bluetooth

Duży krok naprzód w prostym, elastycznym i szybkim programowaniu, jak i konfiguracji urządzeń w automatyce budynkowej ma aplikacja **Finder Toolbox** – dostępna bezpłatnie w GooglePlay.

Technologia NFC umożliwia nam proste i szybkie programowanie urządzeń poprzez smartfon. Bardzo prosta i intuicyjna aplikacja pozwala w kilku krokach wybrać program, którego oczekujemy.

Technologia NFC umożliwia obecnie programowanie dwóch grup urządzeń serii 12 – zegary sterujące, serii 84 – programowalny przekaźnik czasowy.

Seria 84.02 – SMARTimer posiada duży podświetlany wyświetlacz LCD dla łatwego wglądu w parametry użytkowe, takie jak: nastawiony czas, aktualny czas i odliczanie czasu; równocześnie wyświetlane są stany sygnału sterującego i wyjść przekaźnika. Programowanie jest elastyczne, pozwala stworzyć specyficzne

kombinacje spośród 25 dostępnych funkcji dla każdego z kanałów. Wszystkie programy mogą być zabezpieczone kodem PIN.

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

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

Seria 12 – zegary sterujące to szereg produktów dedykowanych do sterowania w aplikacjach budynkowych. Obecnie możemy stwierdzić, iż nie ma *stricte* dedykowanych aplikacji, ponieważ zegary stosowane są zarówno w sterowaniu oświetleniem, systemem ogrzewania, zmiany taryf rozliczeniowych, nawadniania etc.

Dzięki łatwym nastawom, jak i szerokiej funkcjonalności mamy możliwość realizacji wielu funkcji astronomicznych, dobowych, tygodniowych, impulsowych.

Zegary stanowią dość powszechnie stosowany element w automatyce budynkowej o niewielkim poziomie skomplikowania, dzięki czemu przyjazne są dla każdego użytkownika.

Technologia Bluetooth dla czujnika ruchu i obecności

18.5B

Dzięki zastosowaniu technologii Bluetooth LE (*Low Energy*) w czujnikach 18.5B charakterystyka pracy czujnika może być prosto i wygodnie zaprogramowana za pomocą smartfonu z Androidem lub iOS.

Czujnik dzięki wykorzystaniu technologii Bluetooth nie wymaga demontażu podczas programowania ani dodatkowych narzędzi (wkrętaków, drabin). Dzięki czemu trudno dostępne miejsca, jak i duże skupienie czujników przy danej inwestycji skraca czas pracy i nastaw. Dzięki szerokiemu zakresowi detekcji 64 m²: ruch 8 x 8 m, obecność 4 x 4 m możemy zredukować ilość czujników w pomieszczeniach, budynkach. Aplikacja umożliwia pełną regulację nastaw czasu pracy wyjścia przekaźnikowego, jak i natężenia oświetlenia, przy którym czujnik ma zadziałać.

Bezpieczeństwo w przemyśle stawiamy na wysokim poziomie

Przemysłowe zasilacze impulsowe, Seria 78

Finder rozszerza gamę produktów w serii 78 wraz z wprowadzeniem nowych przemysłowych zasilaczy impulsowych o wysokiej wydajności. Nowe typy 78.1C, 78.1D i 78.2E, wszystkie z napięciem wyjściowym 24 V, teraz osiągają moc wyjściową 240 W.

Unikalnym dla tego zakresu rozwiązaniem jest ochrona obwodu wejściowego w postaci wymiennego bezpiecznika dostępnego na przednim panelu – co znosi potrzebę instalacji

zewnętrznego bezpiecznika koło zasilacza, a zatem oszczędzamy czas, miejsce i pieniądze.

Typ 78.1C dostarcza znamionowo prąd wyjściowy i moc odpowiednio 5 A i 120 W; Typ 78.1D znamionowo 5,4 A i 130 W; i największy Typ 78.2E, znamionowo 10 A i 240 W.

Typy 78.1D i 78.2E są wyposażone w dwustopniowy aktywny PFC, który redukuje harmoniczne i optymalizuje Współczynnik Mocy.

Szeroki zakres obsługiwanego napięcia zasilania i nastawiane napięcie wyjściowe – od 24 do 28 V DC – pozwala wszystkie trzy spośród nowych przemysłowych zasilaczy impulsowych dopasować do wielu aplikacji, wliczając w to szafy sterownicze dla automatyki przemysłowej; systemy kontrolne i pomiarowe oraz również oświetlenie LED.

Zasilacze są wyposażone w ochronę termiczną (pre-alarm i alarm) i ochronę przeciw przeciążeniom i zwarciom, każdy stan łatwo identyfikowalny dzięki wskaźnikom LED na przednim panelu. Status błędu, alarm lub pre-alarm mogą być zdalnie sygnalizowane i procesowane poprzez styk pomocniczy.

Nowe produkty rozszerzają dotychczasową gamę niewielkich modułowych zasilaczy impulsowych Findera (ze znamionowym napięciem 12 V i 24 V DC i zakresem mocy od 12 W do 60 W), które dzięki swoim kompaktowym wymiarom szczególnie dobrze sprawdzają się w płytce obudowy. Zastosowania obejmują między innymi: **Automatykę Budynków** (otwieranie/zamykanie drzwi, okien, automatycznych rolet i kontrolę oświetlenia również LED); **Automatykę Przemysłową** (systemy bezpieczeństwa, niskonapięciowe czujniki, przekaźniki); **Sektor usługowy** (oświetlenie LED dla zamrażarek, urządzenia telewizji przemysłowej CCTV).



Front panel
replacable fuse for
input protection



Thermal protection
with LED status
indication



Auxiliary
contact
indication

Przełączniki elektromagnetyczne FINDER z ATEX



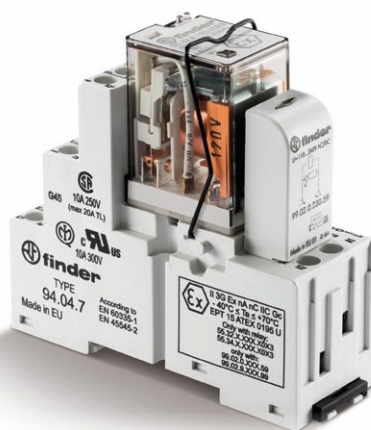
Zabezpieczenie przed wybuchem jest jednym z najważniejszych aspektów w zmieniających się realiach automatyki przemysłowej. Wychodząc naprzeciw temu, FINDER opracował przełączniki do stref zagrożonych wybuchem zgodnie z normą ATEX. Trzy typy nowoczesnych rozwiązań przełącznikowych, pozwalające na wszechstronne zastosowanie w miejscach takich, jak zakłady chemiczne, petrochemiczne, farmaceutyczne, rozlewnie gazu oraz wiele innych.

Dzięki poniższym produktom możemy w prosty sposób zwiększyć bezpieczeństwo w układach automatyki, które mogą być narażone na kontakt z wybuchowymi parami, gazami lub mgłami. Oferowane przez nas przekaźniki przeznaczone są do pracy w grupie wybuchowości IIC – pozwalają na bezpieczną pracę w otoczeniu substancji takich, jak metan, wodór, etanol, hydrazyna, dwusiarczek węgla i wiele innych.



Seria 39 Ex pozwoli w prosty i szybki sposób separować sygnały, zwiększyć żywotność styku sterownika PLC oraz ochronić jego wejścia. Pracę z naszymi produktami ułatwi pełna gama akcesoriów, takich jak: szyny grzebieniowe oraz moduł do szybkiego łączenia ze sterownikiem PLC. W serii 39 dostępne są dwa rozwiązania w wykonaniu śrubowym oraz w wykonaniu Push-In.

Kod oznaczenia kategorii EX typu to: ATEX, II 3G Ex nA nC IIC Gc.



Seria 58 Ex jest oparta na konstrukcji przełączników 55. Wbudowany wskaźnik zadziałania ułatwia kontrolę i serwis urządzenia. Przełącznik pozwala na zastosowanie styków złożonych, dzięki czemu możemy przesyłać bardzo niskie prądy i napięcia. Ze względu na zastosowanie specjalnych uszczelnień obudowy mamy pewność, że obudowa naszego produktu zachowa wymagane bezpieczeństwo.

Kod oznaczenia kategorii EX typu to: ATEX, II 3G Ex nA nC IIC Gc.



Seria 66 Ex to jedno z najciekawszych rozwiązań w naszej ofercie. Silnoprądowy przekaźnik, pozwalający łączyć na 2 stykach nawet 25 A przy 24 V DC lub 230 V AC, zapewnia niejednokrotnie możliwość zdecydowanego uproszczenia układu. Szczelna obudowa zapewnia poziom bezpieczeństwa Ex nC. Konstrukcja umożliwia montaż przewlekany do elektroniki lub podłączenie za pomocą konektorów Faston 250, dzięki czemu są uniwersalnym narzędziem do budowy układów automatyki i elektroniki.

Kod oznaczenia kategorii EX typu to: ATEX, II 3G Ex nC IIC Gc.

Kontrola sieci 3-fazowych za pomocą przekaźników serii 70

Seria 70.31 / 70.4x / 70.6x stanowi grupę przekaźników nadzorczych do kontroli właściwych parametrów sieci 3-fazowych. Układ analizuje parametry sieci poprzez próbkowanie względem 2 faz. Układ analizuje średnią z 500 pomiarów w ciągu 100 ms i w ten sposób otrzymuje materiał porównawczy badania. Częsty proces próbkowania precyzyjnie zabezpiecza urządzenia przed negatywnym wpływem sieci trójfazowych. W szczególności przed zjawiskami zagrażającymi bezpieczeństwu i poprawnej pracy maszyn i urządzeń sieci 3-fazowej. Zjawiska takie, jak rotacja faz, zanik lub asymetria faz, przyczyniają się do uszkodzenia maszyn lub urządzeń, mogą narażać życie i zdrowie ludzkie.

Przekaźniki serii 70 idealnie zabezpieczają sieci 3-fazowe, co zapewnia możliwość utrzymania ciągłości produkcji wynikającej z zabezpieczenia taśm produkcyjnych, pomp, siłowników, silników, turbin itp.

o ponad 80 procent szybsze niż ręczne dokręcanie zacisków i 25 procent szybsze niż dokręcanie wkrętarką.

System MasterIn również wykazuje lepsze trzymanie przewodów podczas wibracji i przeciążeń niż jego śrubowi rywale.

Mostki łączeniowe zapewniają szybkie połączenia i oddzielają punkty testowe, zwiększając elastyczność systemu, a to kolejne powody, aby wybrać ofertę przekaźników interfejsowych Findera.

System MasterIN jest kompatybilny z obecnymi przekaźnikowymi modułami interfejsowymi serii 39, 48, 4C i 58, a przeznaczony jest do szerokiego zakresu aplikacji, wliczając w to automatykę przemysłową, systemy sterowania budynków, szafy sterownicze i aplikacje kolejowe.

Kontrola temperatury w szafach sterowniczych Seria 7T, 7H i 7F

Zwiększ niezawodność i wydajność systemu. Zapewnianie stałej temperatury w szafach i obudowach należy do termostatów 7T, które spełniają wymagania zarówno prostych, jak i złożonych systemów ogrzewania i wentylacji (wersje dedykowane do grzałek i wentylatorów). Zwiększając niezawodność komponentów i zachowując dokładność wskazań instrumentów poprzez precyzyjne nastawienie i kontrolę temperatury, 7T zmniejsza stres o wartościowy sprzęt.

Dzięki kompaktowej obudowie, mieszczącej się na jednym polu 17,5 mm, oszczędzamy miejsce w rozdzielnicach. Do wyboru są dwa zakresy temperatur – od 0 do +60°C oraz od -20 do +40°C dla wersji do kontroli wentylatorów i ogrzewania.

Gamę produktów do kontroli temperatury w obudowach uzupełniają grzejniki i wentylatory.

Grzejnik serii 7H zapobiega powstawaniu kondensacji i zapewnia optymalną temperaturę obudów elektrycznych. Do dyspozycji są cztery urządzenia o mocach od 25 do 150 W z zabezpieczeniem przed przegrzaniem i montażem na szynie DIN 35 mm.

Ostatnim, ale nie najmniej ważnym elementem są wentylatory z filtrem, seria 7F. Występują w wersjach o przepływie powietrza od 24 m³ do 630 m³/h, co zaspokoi wymagania co do wentylacji w większości aplikacji. Niski poziom hałasu, minimalna głębokość w szafie oraz możliwość zamówienia wersji EMC będą dodatkowymi atutami. ■

Nowości w automatyce przemysłowej i sterowaniu

Przekaźnikowe moduły sprzęgające z zaciskami PUSH-IN

Zapewnij dobre łączenie w rozdzielnicach za pomocą nowych przekaźników interfejsowych w systemie MasterIN z zaciskami PushIN. Najnowsze udoskonalenie Findera zapewnia wysoką wydajność, system samozaciskowy, który pozwala projektantom szaf sterowniczych i instalatorom zaoszczędzić czas i pieniądze.

Przy bezpośredniej konfrontacji technologia zacisków wtykowych przewyższyła konwencjonalne metody instalacji – jest



Finder Polska Sp. z o.o.

Małwowa 126

60-175 Poznań

tel. 572 661 851

572 661 852

572 661 853

HF Inverter Polska – technika napędowa

Mariusz Snowacki

HF Inverter Polska od początku swojego istnienia (od 2006 roku) jest rozwijana w oparciu o trzy wartości: współpraca, pasja i profesjonalizm. W biznesie cenimy przejrzyste zasady współpracy oraz partnerskie kontakty, które zapewniają najwyższy poziom zadowolenia i lojalności naszych Klientów. Każdą potrzebę naszych Klientów traktujemy jako niepowtarzalne wyzwanie, któremu sprostamy dzięki naszej kreatywności, sprawności w działaniu i szerokiej ofercie. Jesteśmy technicznie autentyczni, gdy zaczynamy zajmować się powierzonym zadaniem, wykonujemy je z pełnym zaangażowaniem i pasją. Klient może liczyć na nasze pełne wsparcie techniczne. Klienci cenią naszą obecność w całym procesie tworzenia maszyn – od prac projektowych do serwisu posprzedażowego, od koncepcji sterowania do elementów wykonawczych. Stale poszukujemy nowych rozwiązań, inwestujemy w rozwój naszych produktów i naszą firmę. Wprowadzone systemy obsługi Klientów i przyjęta polityka jakości są gwarancją rzetelnej realizacji umów oraz ciągłego wzbogacania oferty w innowacyjne produkty. Z pewnością to ludzie są kluczem naszego sukcesu, dlatego tak ważny jest szacunek dla Klientów, Dostawców i Pracowników. Dzięki takiemu podejściu HF Inverter Polska cieszy się opinią Firmy Godnej Zaufania. Możemy pochwalić się wypracowanym przez lata modelem sprzedaży, który umożliwia generowanie coraz lepszych wyników. Wykorzystujemy zalety bezpośredniej pracy zarówno z Klientami (rzetelna obsługa i serwis), jak i Dostawcami (staranny wybór). Przyjęty ponad dekadę temu nasz model biznesowy sprawdza się doskonale. Na naszą działalność można spojrzeć jak na rozmowę z rynkiem: czasem to my proponujemy nowe rozwiązania, a czasami to rynek stawia swoje wymagania. Zapraszamy do zapoznania się z naszą ofertą produktową.

Głównymi produktami są napędy ogólnego przeznaczenia – przemienniki częstotliwości, softstartery, napędy małych mocy oraz motoreduktory.

Przemienniki częstotliwości EURA Drives

W naszej ofercie znajdują się przemienniki częstotliwości marki EURA Drives Electric znanych serii E-800 i E-2000. Oferujemy także przetwornice częstotliwości w zakresie mocy od 0,25 kW do 315 kW zarówno ze sterowaniem U/f, jak i wektorowym bezczujnikowym i w pętli zamkniętej. Nasza oferta zawiera również napędy dla techniki zdecentralizowanej



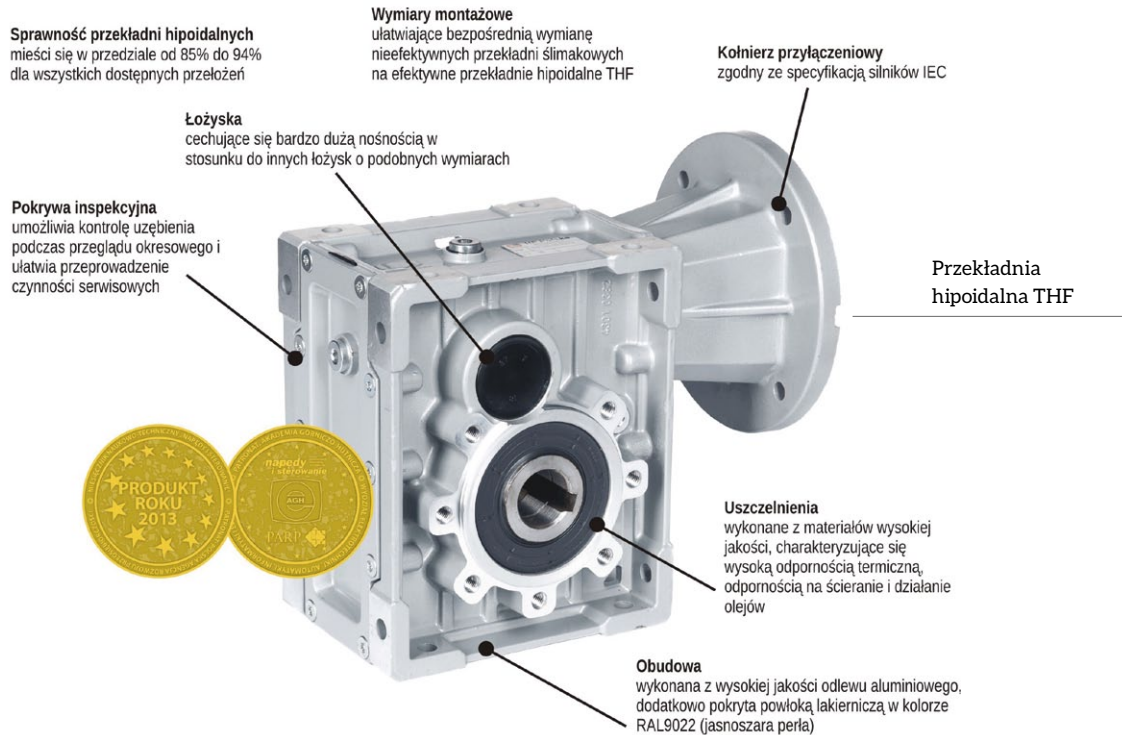
Przemienniki częstotliwości E-800 oraz E-2000



Przemienniki częstotliwości EM-30



Przemienniki częstotliwości EP-66



w obudowie IP66. Są to przetwornice częstotliwości EP-66 oraz EM-30, które można zabudować bezpośrednio na silniku elektrycznym.

Softstartery

Ofertę napędów uzupełniają softstartery ogólnego zastosowania serii HFR-1000. Zwarta obudowa, komunikacja RS485 protokołem Modbus, kontrola napięcia i prądu w trzech fazach pozwalają na zastosowanie softstarterów w zaawansowanych aplikacjach w przemyśle maszynowym. Zakres mocy od 15 kW do 315 kW, rozruch zboczem napięcia, zboczem prądu oraz

rozruch udarowy pozwalają na użycie tej serii softstarterów w większości aplikacji, gdzie konieczny jest łagodny start i zatrzymanie silnika elektrycznego.

Reduktory i motoreduktory

Naszym głównym produktem w ofercie przekładni są przekładnie hipoidalne THF. Pojawiły się w ofercie HF Inverter Polska w czerwcu 2012 roku. Stanowiło to odpowiedź na potrzeby rynku maszynowego, który poszukiwał alternatywy dla przekładni ślimakowej, która pomimo szeregu korzystnych cech technicznych posiada jedną istotną wadę – niską sprawność. Dodatkowo producenci maszyn oczekiwali produktu, który będzie posiadał wszystkie korzystne cechy techniczne przekładni ślimakowej, zachowując istotne wymiary montażowe przekładni ślimakowych (wznos wału, średnica wału, rozstawy śrub montażowych) i dodatkowo musi wykazać się korzystnym stosunkiem ceny do przenoszonej mocy z wału czynnego na bierny.

Najważniejsze cechy techniczne przekładni hipoidalnych THF:

- **Większa obciążalność** niż przekładni stożkowej o takich samych wymiarach dzięki wydłużeniu czynnej długości zęba (przesunięcie hipoidalne).
- **Większy moment wyjściowy** niż w przekładniach ślimakowych o takich samych wymiarach gabarytowych.
- **Wysoka cichobieżność** w porównaniu do innych przekładni o tych samych przełożeniach (dzięki zębom łukowo-skośnym).
- **Równomierność przekazywania momentu obrotowego** (wydłużenie czynnej długości zębów).



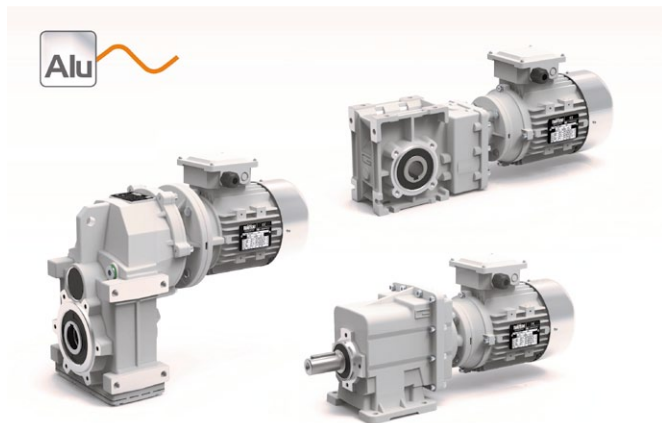
Softstarter HFR-1000

- Wysoka sprawność w stosunku do innych przekładni o tych samych przełożeniach (sprawność 94% dla przekładni dwustopniowych i 92% dla przekładni trójstopniowych).
- Szeroki zakres dostępnych przełożeń dla jednej wielkości mechanicznej przekładni (od $i = 7,5$ do $i = 300$).
- Korzystne warunki smarowania łożysk, zębniaka, dzięki przesunięciu hipoidalnemu.
- Moment wyjściowy do 500 Nm.
- Korzystny stosunek gabarytów przekładni do przenoszonej mocy.

W 2016 roku nawiązaliśmy współpracę z włoskim producentem przekładni i motoreduktorów – firmą Transtecno. Już w marcu 2016 roku uruchomiliśmy linię montażową przekładni i motoreduktorów Transtecno. Na naszej linii montażowej możemy złożyć ponad 500 sztuk przekładni walcowych i walcowo-stożkowych zarówno w obudowach aluminiowych serii ALU, jak i żeliwnych serii IRON.

Przekładnie serii ALU obejmują przekładnie walcowe CMG i ATS oraz walcowo-stożkowe CMB. Korpusy przekładni tej serii wykonane są z wysokiej jakości odlewu aluminiowego. Dostępne są w zakresie mocy od 0,06 kW do 4,0 kW i o momencie obrotowym wyjściowym od 2 Nm do 650 Nm oraz w szerokim zakresie przełożeń.

Przekładnie serii IRON obejmują przekładnie walcowe ITH i ITS oraz walcowo-stożkowe ITB. Korpusy przekładni tej serii wykonane są z wysokiej jakości odlewu żeliwa szarego G200.



Przekładnie Transtecno serii ALU



Przekładnie Transtecno serii IRON



Rodzina napędów ZD Motor

Dostępne są w zakresie mocy od 0,25 kW do 30 kW i momencie obrotowym wyjściowym od 20 Nm do 3600 Nm oraz w szerokim zakresie przełożeń.

Napędy małych mocy ZD Motor

Pod tą marką dostępna jest technika napędowa z segmentu małych napędów AC/DC, monobloków napędowych, precyzyjnych przekładni planetarnych oraz napędów dedykowanych – wykonanych precyzyjnie pod potrzeby Klienta bądź branży. Pod marką ZD Motor Polska montowane są w Polsce małe napędy AC i DC, które w 2012 roku zostały certyfikowane przez Polski Rejestr Statków i uzyskały certyfikat EMC i LVD. W Polsce produkowane są również prototypy konstrukcji dedykowanych pod potrzeby Klienta, które po przejściu stosownych testów i badań przekazywane są do produkcji w zakładach w Ningbo w Chinach pod stałym nadzorem ZD Motor Polska.

Napędy dedykowane dostępne są już w produkcji małoseryjnej (od 1000 szt. rocznie). Produkcja takich napędów realizowana jest zarówno na podstawie dokumentacji technicznej dostarczonej przez Klienta, jak i stworzonej przez ZD Motor Polska na podstawie danych technicznych dostarczonych przez Klienta.

HF Inverter Polska jest oficjalnym dystrybutorem firm:

- EURA Drives Electric CO., Ltd. – lidera w zakresie projektowania i produkcji nowoczesnych przemienników częstotliwości, softstarterów i serwonapędów elektrycznych;
- ZD Motor CO., Ltd. – jednej z największych firm produkujących napędy małych mocy AC i DC;
- Transtecno SRL – lidera w zakresie projektowania i produkcji przekładni mechanicznych serii ALU oraz IRON.

Specjaliści pracujący w firmie HF Inverter Polska dzięki swojemu długoletniemu doświadczeniu są w stanie optymalnie dobrać układ napędowy bezawaryjnie pracujący w warunkach procesu technologicznego w dowolnej branży. Zapraszamy. ■

Ethernet Ring Protection Switching

W automatyce przemysłowej stosuje się kilka mechanizmów tworzenia redundantnych połączeń pomiędzy krytycznymi węzłami sieci Ethernet. Najbardziej popularne są protokoły RSTP (802.1w) i MSTP (802.1s), stosowane powszechnie od 2001 roku. Niestety protokoły STP potrzebują od kilku sekund do kilku minut na przywrócenie komunikacji. W wielu aplikacjach przemysłowych tak długi czas rekonfiguracji sieci jest niedopuszczalny, ponieważ utrata połączenia ze sterownikiem PLC może spowodować niewłaściwie wystrojenie wyjść I/O. Aby zastosowanie sieci Ethernet było możliwe w takich przypadkach, kilku producentów przemysłowych przełączników do sieci Ethernet opracowało własne protokoły redundancji, w większości oparte o tworzenie redundantnego pierścienia. Od kilku lat z powodzeniem stosowane są wszelkie odmiany pierścieni. Protokoły te są bardzo niezawodne i jeśli chodzi o funkcjonalność, trudno im coś zarzucić, jednak wszystkie mają jedną poważną wadę: brak kompatybilności pomiędzy poszczególnymi odmianami pierścienia. Ethernet cieszy się tak dużą popularnością głównie dlatego, że jest to standard otwarty. Budując sieć, teoretycznie możemy dowolnie łączyć ze sobą komponenty od różnych dostawców. Niestety coraz częściej producenci sprzętu wprowadzają własne modyfikacje, które uniemożliwiają łączenie różnych przełączników, wypaczając w ten sposób ideę, która wywindowała sieć Ethernet na szczyt popularności.

Aby temu zaradzić, International Telecommunication Unit opracował standard G.8032 – Ethernet Ring Protection Switching (ERPS), który umożliwi rekonfigurację sieci w czasie poniżej 50 ms. Zasada działania jest bardzo podobna do istniejących już rozwiązań, więc nie jest to rozwiązanie szczególnie innowacyjne. Jego podstawową zaletą jest to, że jest to otwarty standard. Każdy dostawca zarządzalnych przełączników może go zaimplementować w swoich produktach. Pomimo że standard jest bardzo młody, rozwiązanie to wprowadziło już do swej oferty kilku producentów zarówno komponentów do sieci przemysłowych, jak i telekomunikacyjnych. Użytkownicy nie są już ograniczeni ofertą jednego dostawcy przy rozbudowie lub modyfikacji sieci. Można iść nawet o krok dalej i zintegrować sieć przemysłową z siecią informacyjną przedsiębiorstwa, ponieważ część czołowych dostawców sprzętu IT już zaimplementowała ERPS w swoich urządzeniach.

Konfiguracja protokołu G.8032 jest trywialna. Wystarczy aktywować ERPS na portach, które mają tworzyć pierścień, i połączyć je ze sobą. Dla użytkowników, którzy chcą mieć większą kontrolę nad tym, co się dzieje w sieci, przewidziane są dodatkowe opcje. Można samodzielnie zdecydować który segment sieci jest blokowany (*Ring Protection Link*). W tym celu jeden switch w pierścieniu oznaczamy jako RPL Owner (właściciel), a sąsiedni switch jako RPL Neighbor (sąsiad). Od tej pory blokowany będzie segment pomiędzy tymi dwoma switchami. Dodatkowo można zdefiniować parametr Ring ID w celu utworzenia bardziej rozbudowanej struktury, np. przy

połączeniu kilku różnych pierścieni. Zmieniając wartość parametru Revertive, określamy, czy po usunięciu awarii pierścieni ma powrócić do swej pierwotnej topologii. Konfiguracja jest zatem znacznie prostsza niż w przypadku protokołów STP. Dla użytkowników, którzy chcą utworzyć jeden redundantny pierścień, wystarczy aktywować ERPS na portach, które mają go tworzyć. Należy jedynie pamiętać, aby najpierw skonfigurować switche, a dopiero potem je połączyć. Jeśli zapętlimy sieć, w której nie ma aktywnego protokołu STP/ERPS, szybko stracimy łączność ze wszystkimi przełącznikami.

ERPS spotkał się z bardzo dużym zainteresowaniem szczególnie nowych producentów, ponieważ nie muszą opracowywać własnego protokołu, a jednocześnie implementując go w swoich produktach, zyskują przewagę nad firmami, które trwają przy swoich mechanizmach utrzymania sieci w ruchu. Prawdopodobnie w ciągu kilku lat wszelkie protokoły firmowe zostaną zmarginalizowane lub znikną z rynku, tak jak to miało miejsce z dotychczasowymi sieciami przemysłowymi, gdy Ethernet wkroczył do świata automatyki przemysłowej. ■

www.antaira.pl

reklama

Komunikacja przemysłowa

www.antaira.pl
info@antaira.pl
tel. +48 22 862 88 81

making connectivity simple...

Styczniki i przekaźniki przeciążeniowe firmy NOARK Electric

Grzegorz Waligórski

Firma NOARK Electric oferuje styczniki do różnorodnych systemów przemysłowych i sterujących, dla maksymalnego prądu znamionowego 500 A, w kategorii użytkowania AC-3 dla 400 V. Zostały również przygotowane specjalne wykonania styczników: do baterii kondensatorów Ex9CC oraz do układów nawrotnych z wbudowaną blokadą mechaniczną Ex9CSR i Ex9CR. Wszystkie styczniki mogą być rozbudowane o szeroką gamę akcesoriów w celu spełnienia wymagań w najbardziej rygorystycznych aplikacjach.

Styczniki miniaturowe Ex9CS i przemysłowe Ex9C do 500 A

Miniaturowe styczniki Ex9CS (rys. 1) charakteryzują się zwartą, kompaktową obudową, jednocześnie zachowując doskonale parametry elektryczne. Wykonanie to zostało zaprojektowane na prądy znamionowe: 6, 9 i 12 A, w kategorii użytkowania AC-3 dla 400 V. Umożliwiają one sterowanie silnikami do maksymalnej mocy 5,5 kW w tej kategorii użytkowania. Klient może wybierać styczniki w tej wersji spośród wykonań 3-biegunowych z trzema torami zwiernymi oraz 4-biegunowych z czterema torami zwiernymi albo dwoma zwiernymi i dwoma rozwierzanymi. Styczniki te standardowo wyposażone są w jeden styk pomocniczy zwierny albo rozwierny, przy czym można dołożyć



Rys. 2

dodatkowy blok ze stykami pomocniczymi, w różnych konfiguracjach na froncie aparatu. Rozwinięciem tej serii są styczniki Ex9C do 100 A (rys. 2), w AC-3 dla 400 V. Maksymalna moc znamionowa dla obciążenia trójfazowego wynosi wówczas 45 kW w tej kategorii użytkowania. Każdy produkt z tej serii standardowo posiada wbudowane styki pomocnicze 1NC+1NO albo 2NC+2NO. Dodatkowo do każdego stycznika można dobudować styki pomocnicze przednie (w różnych konfiguracjach) oraz styki pomocnicze boczne 1NO+1NC. Montaż tych akcesoriów nie ogranicza możliwości

dołączenia przekaźników przeciążeniowych. Styczniki Ex9C do 100 A można montować na szynie TH-35 lub TH-75 oraz bezpośrednio na płycie montażowej. Napięcia cewki można dobrać z zakresu 24–415 V AC, zarówno dla styczników miniaturowych, jak i standardowych do 100 A.

Nowością w ofercie są wprowadzone na rynek styczniki mocy do 500 A (rys. 3) i dedykowane do nich akcesoria. Zostały one zaprojektowane i wykonane zgodnie z normą IEC/EN 60947-4-1. Posiadają wiele różnych zastosowań, w tym do aplikacji przeznaczonych dla przemysłu ciężkiego. W takim przypadku użytkownik również może dobrać stycznik na napięcie sterujące cewki w zakresie od 24 do 415 V AC/DC. Styczniki dostępne są w wykonaniu 3-biegunowym, a dostarczane są w standardzie z wbudowanymi stykami pomocniczymi w konfiguracji



Rys. 1



Rys. 3

NOARK

Doskonały produkt. Wyjątkowa wartość.

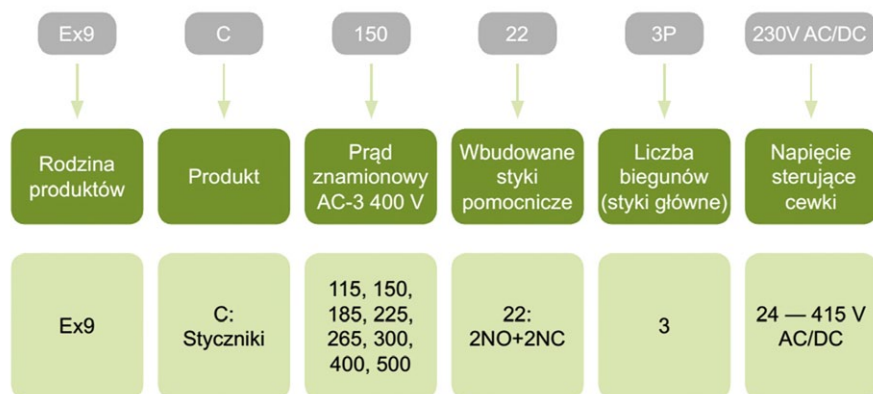
W NOARK Electric wierzymy, że Ziemia jest naszą matką, że Ziemia daje nam wszystkim energię do życia. Dlatego w NOARK tworzymy urządzenia i aparaty, które są dla Ziemi dobre - są jej przyjazne. NOARK wymyślił 123 patenty oraz innowacje technologiczne, na bazie których produkuje aparaty o wydłużonej trwałości, a w konsekwencji oferuje 5-letnią, standardową gwarancję na wszystkie urządzenia!



NOARK znaczy brak łuku. Dzięki licznym patentom opanowaliśmy sposoby rozchodzenia się łuku elektrycznego w komorach gaszeniowych i na stykach łączeniowych. Ta sztuka sprawia, że produkujemy doskonałe produkty, które wytrzymują więcej cykli załączeniowych, więc działają dłużej.

Sprawdź, popraw swoją konkurencyjność w tworzeniu zaawansowanych aplikacji przemysłowych, w modernizacjach układów sterujących, oszczędzaj i chroń środowisko z NOARK Electric.

Wypróbuj wyjątkowej jakości styczniki, przekaźniki i wyłączniki - skorzystaj z promocji „20za20”



Rys. 4

2NO+2NC. Podział na kolejne trzy wielkości mechaniczne zapewnia optymalizację parametrów elektrycznych, jak i wymiarów mechanicznych, pokrywając szeroki zakres prądów znamionowych. Klucz doboru stycznika pokazano na rys. 4. Dla wszystkich wielkości mechanicznych dedykowana jest szeroka gama akcesoriów, w tym przekaźniki termiczne (rys. 5), styki pomocnicze frontowe, boczne i pneumatyczne moduły czasowe.



Rys. 5

Styczniki nawrotne Ex9CSR i Ex9CR

W ofercie dostępne są styczniki nawrotne stosowane głównie do sterowania zmianą kierunku obrotów silników asynchronicznych. Mogą być również używane w dwóch obwodach, gdzie konieczne jest, aby tylko jeden z nich był załączony. Zestaw styczników wyposażony jest w standardzie w mechaniczną blokadę. Dodatkowa blokada elektryczna napięć sterujących może być zrealizowana za pomocą styków pomocniczych AX42 lub dzięki

wbudowanym stykom pomocniczym. Seria styczników miniaturowych nawrotnych Ex9CSR wykonana jest dla maksymalnego prądu znamionowego 12 A do sterowania silnikami o mocy do 5,5 kW, w wykonaniu 3- i 4-biegunowym, z wbudowanym stykiem pomocniczym. Rozwinięciem są styczniki do prądu 100 A typu Ex9CR (rys. 6) w wykonaniu 3-biegunowym, dostarczane wraz ze stykami pomocniczymi 1NO+1NC albo 2NO+2NC. Napięcie cewki może być dobrane z zakresu 24–415 V AC. Do wszystkich serii styczników nawrotnych pasują takie same akcesoria, jak do styczników Ex9CS i Ex9C.



Rys. 6

Styczniki do baterii kondensatorów Ex9CC

Kolejnym rodzajem styczników dostępnych w ofercie NOARK Electric są styczniki przeznaczone do załączania obwodów pojemnościowych, przede wszystkim baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej. Wykorzystanie zaawansowanej technologii umożliwiło wyposażenie styczników w zestaw specjalnie zaprojektowanych rezystorów załączanych przez wyprzedzające styki

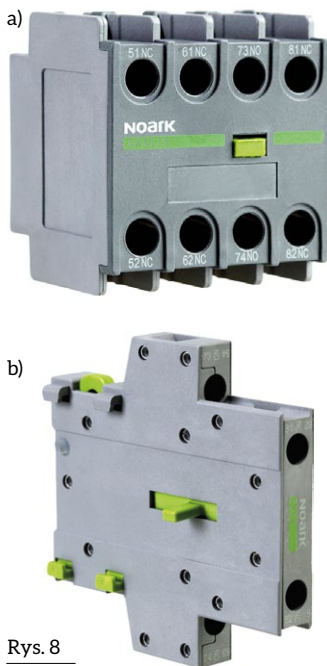


Rys. 7

pomocnicze (rys. 7). Ma to na celu efektywne ograniczenie prądów o wysokich wartościach, które pojawiają się przy załączaniu obwodów o charakterze pojemnościowym. Istotny jest fakt, że układ z rezystorami dostępny jest w standardzie i nie ma konieczności zamawiania ich osobno. Kategoria użytkowania styczników to AC-6b (włączanie baterii kondensatorów). Dla tej kategorii użytkowania dostępne są styczniki o prądzie znamionowym do 100 A, umożliwiającym kompensację mocy biernej aż do 60 kvar (380–415 V). Istnieje możliwość doboru stycznika na napięcie cewki od 24 V do 415 V AC, a montaż styczników jest możliwy na standardowej szynie TH-35 lub na płycie montażowej. Pomimo że styczniki wyposażone są we wbudowane styki pomocnicze o różnych konfiguracjach, możliwe jest dodatkowe dobudowanie styków pomocniczych bocznych. Styczniki można wyposażyć w specjalne układy tłumiące, które redukują skoki napięcia w obwodzie sterowniczym.

Akcesoria dodatkowe

Dla wszystkich przedstawionych serii styczników w celu zrealizowania bardziej skomplikowanych układów sterowania dostępne są styki pomocnicze w różnych konfiguracjach: normalnie otwartych i normalnie zamkniętych. Styki pomocnicze dostępne są w wykonaniu frontowym (rys. 8 a) lub bocznym (rys. 8 b). Odpowiednia konstrukcja i różnicowana głębokość podłączenia przewodów sterowniczych oraz przewodów silnopiędowych ułatwia oprzewodowanie stycznika. Każdy silnik powinien



Rys. 8



Rys. 9



Rys. 10



Rys. 11




Rys. 12

być chroniony przed przegrzaniem i zniszczeniem. Do tego celu należy stosować przełączniki przeciążeniowe, które dodatkowo chronią silnik przed pracą niepełnofazową. Każdy przełącznik posiada regulowaną nastawę prądu przeciążeniowego w celu dokładnego dopasowania do prądu znamionowego silnika. Charakterystyka ta różni się od charakterystyki termicznej zainstalowanej w standardowych wyłącznikach instalacyjnych i jest dokładnie dopasowana do pracy silnika. Przełączniki mogą być bezpośrednio montowane pod odpowiednim stycznikiem lub zamontowane jako osobne urządzenia, wykorzystując do tego celu dedykowany adapter na szynę TH-35 (rys. 9). Uzupełnieniem asortymentu do styczników są: pneumatyczne moduły czasowe opóźniające załączenie albo otwarcie styków pomocniczych (rys. 10), montowane z przodu stycznika, oraz układy tłumiące (rys. 11) w wykonaniu warystorowym albo RC (rezystor + kondensator) do obniżenia skoków napięcia w układzie sterującym.

Podsumowanie

Wszystkie przedstawione serie styczników (rys. 12) wykonane są z wykorzystaniem najnowszej technologii, co potwierdza dobre parametry techniczne. Styczniki zostały przebadane w Instytucie Testów Elektrotechnicznych

w Pradze, potwierdzając wysoką trwałość mechaniczną oraz elektryczną. Pozwala to na realizowanie milionowych cykli łączeniowych z dużą częstotliwością, zapewniając trwałe działanie przez długie lata nawet w najbardziej eksploatowanych układach sterowniczych. Duża wrażliwość styczników na impuls sterujący pozwala na otwieranie i zamykanie torów głównych w czasie wynoszącym tysięczne części sekundy. Co istotne, każdy stycznik jest objęty 5-letnią gwarancją producenta, tak samo jak pozostałe produkty firmy NOARK Electric. Dokumentacja techniczna, instrukcje obsługi oraz deklaracje zgodności dostępne są w całości w języku polskim na stronie internetowej www.noark-electric.pl.

 Grzegorz Waligórski



NOARK Electric Sp. z o.o.

ul. Romana Maya 1

61-371 Poznań

e-mail: infoPL@noark-electric.com

www.noark-electric.pl

Wybrane aspekty bezpieczeństwa układów i zasilaczy hydraulicznych Parkera w świetle normy EN ISO 13849-1. Część II

Maciej Oleksiuk

Wstęp

W pierwszej części publikacji [4] omówiłem kilka przykładowych elementów hydraulicznych pełniących kluczowe zadania bezpieczeństwa układów hydraulicznych. W tej części publikacji zamierzam przedstawić wybrane przykłady układów hydraulicznych, stanowiących fragment systemów bezpieczeństwa, w świetle normy EN ISO 13849-1 [2].

Przedmiotem tej normy jest analiza bezpieczeństwa układów sterowania i nie daje ona możliwości analizy całej maszyny, między innymi elementów wykonawczych, a także oprogramowania. Dlatego prawidłowo wykonana analiza bezpieczeństwa układu hydraulicznego wymaga odwołania się do wielu dokumentów. Jedną z możliwych opcji jest poniżej opisana sekwencja.

- A. **Określenie przedmiotu badania.** Na podstawie Dyrektywy Maszynowej [1] musimy zdecydować, czy przedmiotem analizy bezpieczeństwa jest układ hydrauliczny jako maszyna nieukończona, stanowiący funkcjonalny fragment maszyny lub zespołu maszyn, podobnie jak inne fragmenty
- B. **Zdefiniowanie funkcji bezpieczeństwa.** Norma [2] proponuje 18 funkcji bezpieczeństwa. Znaczna część z nich musi być rozważana w przypadku analizy bezpieczeństwa maszyny wyposażonej w układ hydrauliczny. Dotyczy to między innymi takich funkcji, jak:

składające się na całość, czy przedmiotem analizy jest cała maszyna, a analiza bezpieczeństwa układu hydraulicznego dokonywana jest z punktu widzenia jego roli i skutków dla całej maszyny. Istotę alternatywy pokazano na rys. 1.

Układ/napęd hydrauliczny może oddziaływać z otoczeniem poprzez mechanizmy maszyny (czarne strzałki) i wtedy funkcje bezpieczeństwa obejmują maszynę wraz z układem hydraulicznym jako jej funkcjonalną część. Układ/napęd hydrauliczny może też oddziaływać z otoczeniem bezpośrednio (kolorowa strzałka) i wtedy funkcje bezpieczeństwa nie obejmują maszyny. Mamy wówczas do czynienia z układem hydraulicznym jako maszyną nieukończoną.



Rys. 1

2. Restart ręczny, mający związek z odseparowaniem od źródła zasilania energią, np. energią zgromadzoną w akumulatorze hydraulicznym.
6. Sterowanie podtrzymaniem ruchu.
8. Zapobieganie niezamierzonemu uruchomieniu w przypadku zastosowania akumulatora hydraulicznego w obwodzie zasilania.
10. Izolacja od zasilania i rozpraszania energii.
16. Parametry związane z bezpieczeństwem, takie jak prędkość, temperatura, ciśnienie.
17. Zmiany parametrów związane z funkcją 8 w przypadku utraty lub powrotu zasilania.

W przypadku ograniczenia rozważania bezpieczeństwa do samego układu hydraulicznego jako maszyny nieukończonej przedmiotem analizy będą przeważnie funkcje bezpieczeństwa opisane w p. 16.

Typowy układ bezpieczeństwa analizowany dla każdej funkcji bezpieczeństwa przedstawia rys. 2. Jako wyjście w układzie hydraulicznym wystąpi przeważnie zawór lub rozdzielacz.



Rys. 2

Punktem wyjścia dla opracowania układu hydraulicznego spełniającego wymagania bezpieczeństwa jest analiza wybranych aspektów bezpieczeństwa [4] dla każdej z funkcji bezpieczeństwa:

- poziom bezpieczeństwa;
- kategoria bezpieczeństwa.

2. Kategoria B

Dla układów hydraulicznych osiągnięcie kategorii B oznacza zbudowanie układu bezpieczeństwa z elementów wykonanych zgodnie z odpowiednimi normami. Szczegółowo opisano to w Tabeli C1 Załącznika C do normy PN-EN ISO 13849-2:2013 [3].

Na schemacie na rys. 3 przedstawiono prosty układ hydrauliczny. W przypadku rozpatrywania go jako maszyny nieukończonej należałoby zanalizować co najmniej funkcje bezpieczeństwa zgodnie z p. 16 Tab. 8 i 9 normy [2] punkty a) i b):

- a. Zagrożenie spowodowane wzrostem ciśnienia podczas ruchu spowodowanego napędem pompy. Funkcja ta, pokazana na rys. 2, skompresuje się do jednego członu, którego realizacją fizyczną jest zawór przelewowy „9”. Stanowi on jednocześnie czujnik, element logiczny i wykonawczy. Biorąc pod uwagę jego średni czas do niebezpiecznego uszkodzenia $MTTF_d$, można określić osiągnięty poziom bezpieczeństwa dla tej funkcji (nie dla całego układu).

- b. Zagrożenie spowodowane wzrostem temperatury oleju. Jeśli założymy najprostszy układ (bez chłodnicy wodnej „10”, zaworów odcinających wodę chłodzącą „11” i „12” oraz bez przełącznika temperatury oleju „7”), to temperatura oleju zależy od energii dostarczonej do układu hydraulicznego przez silnik elektryczny „3”, pracy wykonanej przez cylinder

„17” oraz ilości ciepła odebranego przez otoczenie, będącej funkcją wielu zmiennych, w tym temperatury otoczenia. Zwykle parametry układu hydraulicznego dobiera się tak, aby w zależności od temperatury otoczenia temperatura medium wahała się pomiędzy 40–60°C, co przyjmuje się za temperaturę bezpieczną. Jednak awaria któregoś z elementów układu może prowadzić do zaburzenia równowagi termodynamicznej i ustanowienia jej na wyższym poziomie temperatury, np. 70 lub nawet 80°C. Jeśli taka sytuacja jest dostatecznie prawdopodobna, to układ nie może zostać zakwalifikowany do kategorii B ze względu na prawdopodobieństwo oparzenia obsługi.

W przypadku, gdybyśmy chcieli kontrolować temperaturę oleju, funkcja bezpieczeństwa przyjąłaby postać taką, że przełącznik temperatury „7” stałby się czujnikiem wejściowym, elementem logicznym byłby niepokazany na schemacie stycznik, a elementem wyjściowym zawór wodny „11”.

- c. Odprowadzenie zmagazynowanej energii. Zastosowanie akumulatora hydraulicznego „20” powoduje, że po wyłączeniu maszyny w obwodach zasilania pozostaje olej pod ciśnieniem. W obwodzie funkcji bezpieczeństwa znajduje się zawór kulowy „22”, pokazany na schemacie jako zamknięty. Dla obwodów kategorii B istnieje powszechna praktyka stosowania bloku bezpieczeństwa „21” wyposażonego w zawór kulowy „22”, jak na schemacie. Niemniej każdorazowo należy rozważyć potrzeby i konsekwencje takiego stanu układu.

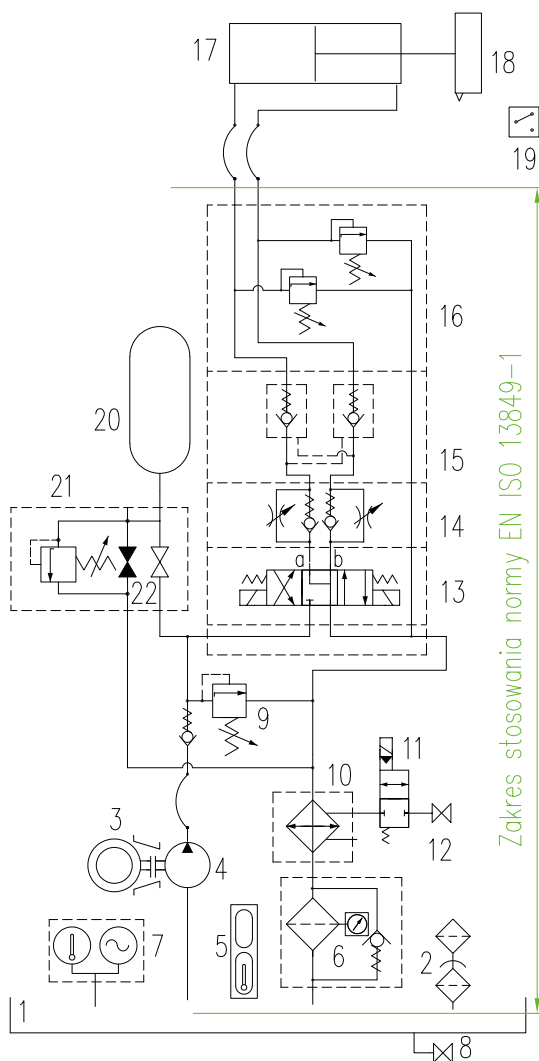
- d. Zapobieganie niezamierzonemu użyciu. Przy nierozładowanym akumulatorze i wyłączonym zasilaniu układu hydraulicznego przesterowanie suwaka rozdzielcza „13” za pomocą przycisku ręcznego spowodować może niezamierzony ruch tłoczyska skutkujący zdarzeniem potencjalnie niebezpiecznym. Opis postępowania powinien w tym przypadku znaleźć odzwierciedlenie w instrukcji włączenia maszyny nieukończonej bądź w dtr maszyny. Jeśli niebezpieczeństwo grozić może poważniejszymi skutkami, taki układ powinien być przeniesiony do kategorii wyższej.

W przypadku analizy całej maszyny wyposażonej w układ hydrauliczny pokazany na tym schemacie należałoby rozpatrzyć znacznie więcej funkcji bezpieczeństwa:

- e. Odprowadzenie zmagazynowanej energii. Pozycja tłoka cylindra po jego zatrzymaniu utrzymywana jest za pomocą zamka hydraulicznego. Ponieważ cylinder jest w pozycji poziomej, to obwody robocze są nieobciążone. W przypadku ustawienia pionowego z tłoczyskiem w dół obwód „b” zostanie obciążony.

- f. Ograniczenia generowania i przenoszenia siły. Jeśli otoczenie maszyny jest takie, że istnieje możliwość pojawienia się zewnętrznego obciążenia tłoczyska w czasie postoju, to siły te mogą prowadzić do powstania znacznych ciśnień w obwodach roboczych. Wówczas może pojawić się zagrożenie spowodowane wzrostem ciśnienia, przed czym chroni zawór „16”. Funkcja bezpieczeństwa zbudowana byłaby więc podobnie, jak funkcja opisana w p. a) dla zaworu „9”.

- g. Ograniczenie prędkości. W razie zmiany masy „18” w przypadku realizacji różnych zadań może pojawić się konieczność ograniczenia prędkości ruchu, co realizuje zawór „14”. Może być tak, że jest to zadanie technologiczne i niezawodność



Rys. 3

jego realizacji nie jest elementem bezpieczeństwa. Może być jednak tak, że ograniczenie prędkości następuje z powodów bezpieczeństwa i wtedy zawór ten ma być analizowany w ramach tej funkcji bezpieczeństwa, podobnie jak zawory przelewowe.

- h. Wejście w strefę niebezpieczną. Cylinder w maszynie jest tak wykorzystywany, że jego organ roboczy może znaleźć się w strefie niebezpiecznej. Jeśli to zdarzenie jest mało prawdopodobne i jego skutek nie powoduje ciężkich uszkodzeń, to układ może pozostać wciąż klasyfikowany w kategorii B i architektura funkcji bezpieczeństwa przyjmie klasyczną postać, jak na rys. 2, gdzie czujnik pozycji „19” będzie pełnił funkcję wejścia, niepokazany na schemacie przełącznik sterujący rozdzielaczem „13” będzie pełnił funkcję elementu logicznego, a sam rozdzielacz „13” będzie pełnił rolę wykonawczą.

3. Kategoria 1

Kategoria 1 różni się od kategorii B jedynie wymaganiami stosowania wypróbowanych elementów i zasad bezpieczeństwa, dlatego wszystkie uwagi przedstawione powyżej dla układów kategorii B są aktualne dla kategorii 1.

4. Kategoria 2

Urządzenia zaliczane do tej kategorii muszą być dodatkowo wyposażone w system okresowej kontroli funkcji bezpieczeństwa. Architektura systemu kontroli bezpieczeństwa pokazana jest na rys. 4. Fizyczna realizacja tego układu pokazana jest na schemacie z rys. 5.

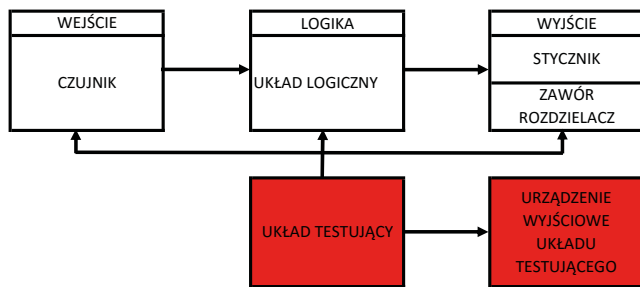
W celu realizacji funkcji bezpieczeństwa związanej z elementem wirującym „18” zastosowano rozdzielacz „13” wyposażony w czujniki kontroli położenia suwaka [4]. Rozdzielacz posiada histerezę wynoszącą w zależności od wersji ok. 20%. Jeśli za pozycję bezpieczną suwaka uznamy pozycję centralną (rozdzielacz bez napięcia, wszystkie porty odcięte), to ta pozycja jest monitorowana. Zejście suwaka z pozycji centralnej o więcej niż ok. 15% w każdym kierunku sygnalizowane jest przez czujniki zamocowane na rozdzielaczu (po jednym dla każdego z kierunków). Informacja o tym zdarzeniu przekazywana jest do układu monitorującego. Jeśli jest to stan oczekiwany (silnik powinien obracać się), układ bezpieczeństwa nie podejmuje żadnych akcji. Jeśli fakt ten następuje w momencie, w którym nie powinien mieć miejsca (obie cewki rozdzielacza są bez napięcia), to jest to identyfikowane jako stan awaryjny (suwak nie powrócił w pozycję neutralną).

Na schemacie na rys. 5 oprócz obwodów hydraulicznych zaznaczono na czerwono obwody sterujące (linią ciągłą) i obwody monitorujące stan obiektu (linią przerywaną). Wprawdzie przedmiotem publikacji jest układ hydrauliczny, ale nie można analizować funkcji bezpieczeństwa w oderwaniu od układu elektrycznego. Układ hydrauliczny powinien być tak zbudowany i wyposażony w takie elementy, aby możliwe było zbudowanie układu bezpieczeństwa spełniającego wymagania danej kategorii.

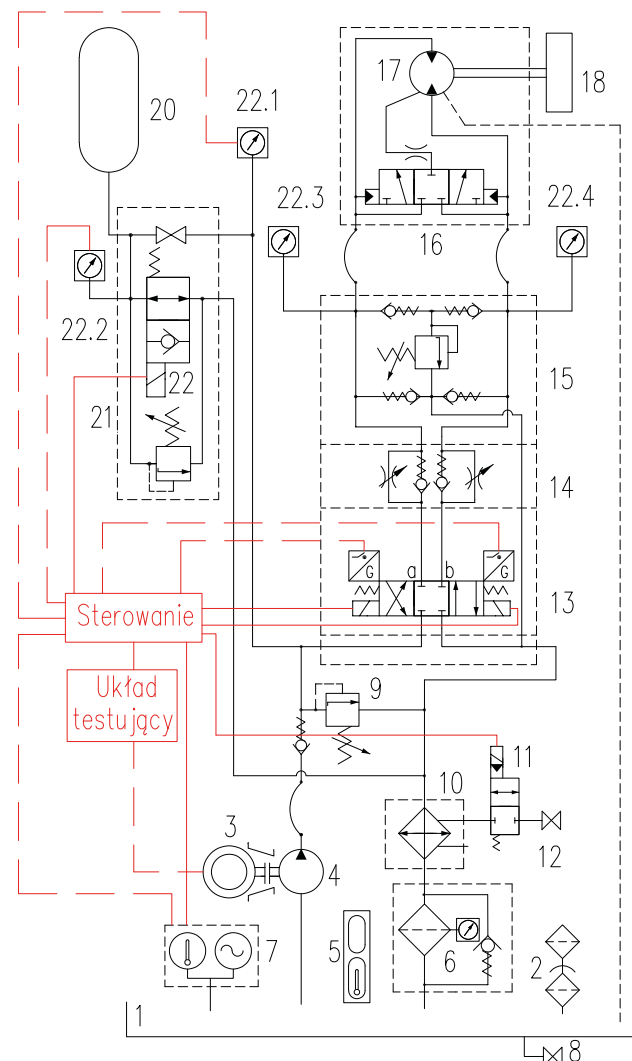
Natomiast funkcja bezpieczeństwa związana z temperaturą może być monitorowana przez drugie wyjście przełącznikowe, lub wyjście analogowe przełącznika temperatury. Pierwsze wyjście wykorzystywane jest do sterowania zaworem dopływu wody. Drugie kontroluje rzeczywistą temperaturę, co oznacza, że identyfikowany jest stan awaryjny każdego z elementów obwodu chłodzenia niezależnie od miejsca występowania (brak dostatecznej ilości wody, jej za wysoka temperatura, awaria zaworu, awaria chłodnicy).

Bardzo ważna funkcja odprowadzenia zmagazynowanej energii realizowana jest za pomocą rozdzielacza „22” zainstalowanego w bloku bezpieczeństwa „20” i monitorowana za pomocą przełącznika ciśnienia „22.2”. W stanie beznapięciowym rozdzielacz jest otwarty i przestrzeń pod akumulatorem połączona jest ze zlewem. Podczas pracy cewka rozdzielacza musi być cały czas zasilana napięciem, co umożliwi wykorzystanie akumulatora w pracy układu. Po wyłączeniu zasilania cewki rozdzielacz automatycznie łączy obwód zasilania ze zlewem. Fakt ten monitorowany jest czujnikiem ciśnienia, którego sygnał może być wykorzystany w obwodzie układu testującego.

Podobne funkcje kontrolne prawidłowości działania zaworów ciśnieniowych, a mianowicie zaworu przelewowego „9” i zaworu krzyżowego „15” pełnią odpowiednio przełączniki ciśnienia „22.1”, „22.3” i „22.4”, które w określonych fazach cyklu powinny być pod ciśnieniem, a w innych nie.



Rys. 4



Rys. 5

Przy doborze elementów systemu należy zwrócić uwagę na ich rodzaj. Przekazniki mogą być bowiem w wersji standardowej lub w wersji „bezpieczeństwa”, tzn. z obwodami kontrolnymi [4]. Te pierwsze charakteryzują się niższym stopniem pokrycia diagnostycznego i mogą być stosowane tylko w układach z poziomem bezpieczeństwa PL_c . Te drugie przewidziane są dla układów z poziomem PL_d .

5. Kategoria 3

Urządzenia zaliczane do tej kategorii oprócz spełnienia wymagań podstawowych i wypróbowanych zasad bezpieczeństwa muszą dodatkowo być tak zaprojektowane, aby pojedynczy błąd nie doprowadził do utraty funkcji bezpieczeństwa. Oznacza to, że bezpieczeństwo tego układu zapewnione jest dzięki jego redundancji. Architektura systemu bezpieczeństwa pokazana jest na rys. 6. Na czerwono zaznaczono sygnalizację wykrycia awarii.

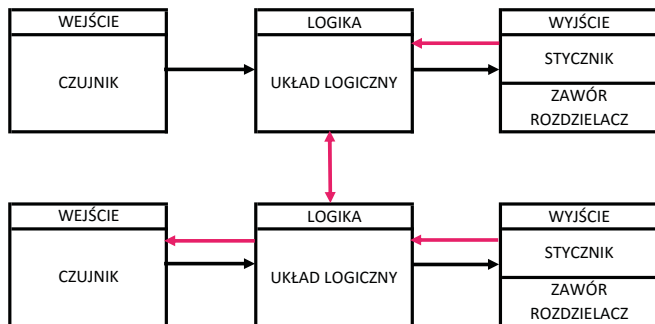
Obwód bezpieczeństwa każdej z funkcji bezpieczeństwa jest podwojony, czyli awaria jakiegokolwiek elementu systemu nie spowoduje utraty bezpieczeństwa. Należy pamiętać, że redundanтный obwód bezpieczeństwa nie oznacza redundantnego sterowania. Oczywiście nie wszystkie funkcje bezpieczeństwa maszyny muszą spełniać wymagania tej samej kategorii. Zależy to od charakteru ryzyka związanego z daną funkcją bezpieczeństwa. Utrata jednej z nich może prowadzić z dużym prawdopodobieństwem do ciężkiego i trwałego uszczerbku na zdrowiu i wtedy kategoria 3 jest jak najbardziej wskazana, gdy tymczasem utrata innej funkcji bezpieczeństwa na tej samej maszynie doprowadzi z niewielkim prawdopodobieństwem tylko do lekkich urazów, których skutki mogą po pewnym czasie zaniknąć, i dla tej funkcji wystarczy kategoria 1 lub nawet B.

Część hydrauliczna tego układu pokazana jest na rys. 7. Część logiczna znajduje się poza układem hydraulicznym. Funkcja bezpieczeństwa związana z ruchem tłocznika realizowana jest przez dwa czujniki „19.1” i „19.2”. Część hydrauliczną stanowią dwa rozdzielacze „13” i „23” z czujnikami kontroli położenia suwaka, połączone szeregowo. Szeregowe połączenie funkcjonalne oznacza, że w obwodzie bezpieczeństwa będziemy mieli połączenie równoległe, czyli elementy te są redundantne w zakresie tej funkcji bezpieczeństwa.

Funkcja bezpieczeństwa związana z ciśnieniem też będzie miała redundantne czujniki ciśnienia („22.3” i „22.1”), („22.3” i „22.2”). Rozdzielenie czujników eliminuje ryzyko awarii o wspólnej przyczynie. W niektórych przypadkach stosuje się czujniki ciśnienia z redundantnym wyjściem, co zapewnia kontrolę poprawności działania czujnika [9]. W obwodach roboczych kluczową rolę pełnią zawory przelewowe „16” bezpośredniego działania. Zgodnie z załącznikiem C do normy PN-EN ISO 13849-2:2012 [3] można wykluczyć ich awarię. Jeśli zastosowane zostaną zawory z nastawą fabryczną, dodatkowo potwierdzoną certyfikatem, nie ma możliwości jej zmiany w trakcie eksploatacji, dzięki czemu mamy pewność, że ciśnienie w obwodach roboczych nie wzrośnie powyżej nastawionego poziomu.

Osobnym problemem jest bezpieczeństwo pras hydraulicznych. Ze względu na popularność tych maszyn oraz znaczny poziom ryzyka opracowana została dla nich norma typu C PN-EN 693+A2:2012 oraz norma EN ISO 16092-3. Oczywiście wypełnienie wymagań dedykowanej do pras normy typu C nie zwalnia projektanta od rozważenia innych aspektów bezpieczeństwa, nieuwjętych w normie PN-EN 693.

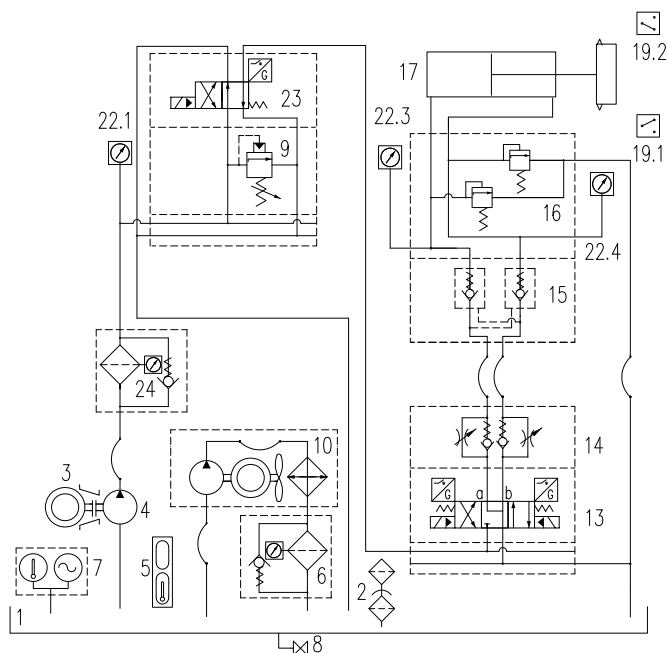
Mając na uwadze wygodę użytkownika, firma Parker Hannifin opracowała zintegrowany blok sterowania prasą serii PPCC o trzech wielkościach nominalnych: 10, 16 i 25 mm,



Rys. 6



Fot.1



Rys. 7

przeznaczonych do maksymalnego przepływu przez gniazda robocze odpowiednio 240, 540 i 940 l/min. Blok (fot. 1) ma architekturę otwartą, umożliwiającą zestawienie modułowego systemu hydraulicznego złożonego z różnego typu elementów sterowania ciśnieniem, przepływem oraz kierunkiem przepływu, w tym również elementów proporcjonalnych, w celu realizacji cyklu roboczego odpowiadającego wymaganiom danej maszyny. Stworzony w ten sposób system może spełnić najwyższy poziom bezpieczeństwa PL_e zgodnie z normą PN-EN ISO 13419.

Norma PN-EN ISO 13849-1 [2] nie zajmuje się wprost stanem medium roboczego. Niemniej ma on kluczowe znaczenie dla niezawodności większości elementów hydraulicznych, czyli ma bezpośredni wpływ na parametr CCF – potencjalne usterki o wspólnej przyczynie. Ponieważ parametr ten zmienia się podczas eksploatacji układu hydraulicznego, a dynamika tych zmian zależy od wielu zmiennych, w tym zewnętrznych, nie wystarczy wyposażyć układ hydrauliczny w filtry z odpowiednimi wkładkami [4], ale należy stosować też czujniki kontrolujące stan medium.

6. Kategoria 4

Urządzenia zaliczane do tej kategorii mają taką samą architekturę jak urządzenia w kategorii 3, z tym, że zaznaczone na czerwono połączenia pokazane na rys. 6 oznaczają monitorowanie, a nie wykrywanie awarii, jak w przypadku kategorii 3. Tak więc wymagania w stosunku do części hydraulicznej dla kategorii 3 i 4 są przeważnie takie same.

7. Posumowanie

Obniżenie zagrożeń jest podstawowym zadaniem procesu projektowego. Dyrektywy Europejskie, a zwłaszcza Dyrektywa Maszynowa, stawiają producentom konkretne wymagania. Celem tej publikacji jest przedyskutowanie wybranych aspektów bezpieczeństwa.

Literatura

- [1] Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 17 maja 2006 w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 9.6.2006.
- [2] Norma PN-EN ISO 13419-1:2015 Bezpieczeństwo maszyn. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część: 1. Ogólne zasady projektowania.
- [3] Norma PN-EN ISO 13849-2:2012 Bezpieczeństwo maszyn. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część: 2. Walidacja.
- [4] OLEKSIUK M.: Wybrane aspekty bezpieczeństwa układów i zasilaczy hydraulicznych Parkera w świetle normy EN ISO 13849-1, „Napędy i Sterowanie” 10/2017.
- [5] Katalog HY11-3359 Parker Hannifin.

Maciej Oleksiuk – Specjalista Techniczny
Parker Hannifin Sales Poland



Parker Hannifin Sales Poland Sp. z o.o.
ul. Równoległa 8
02-235 Warszawa
tel. 22-573 24 00
e-mail: warszawa@parker.com
www.parker.com

Enkodery inkrementalne z systemem diagnostycznym ADS firmy Leine & Linde w papierni

Zakłady Papiernicze Ahlstrom-Munksjö Paper GmbH w niemieckim Aalen istnieją od niemal 400 lat. Wykonują wysokiej jakości papier dekoracyjny, przeznaczony m.in. do drukowania kolorowych obrazów i grafiki. Pomimo bardzo trudnych warunków, w jakich pracują maszyny, produkt końcowy ma bardzo wysoką jakość, co ma swoje odzwierciedlenie w wielu nagrodach, przyznanych producentowi przez branżę papierniczą.

Jednym z istotnych elementów wyposażenia maszyn do produkcji papieru są enkodery serii 800 firmy Leine & Linde, które wyposażone są w nowoczesny system diagnostyczny ADS. Enkodery firmy Leine & Linde pracują od ponad 25 lat i wielokrotnie udowodniły swoją niezawodność. Seria 800 doskonale współpracuje z napędami firmy Siemens, nawet w ekstremalnie trudnych warunkach – wysoka temperatura, wirujące w powietrzu pigmenty barwiące oraz duże obciążenia mechaniczne. Zamontowane



na silnikach enkodery muszą poradzić sobie z pyłem oraz ze środkami chemicznymi używanymi do jego usuwania – proces produkcji papieru dekoracyjnego wymaga dokładnego oczyszczenia maszyny przed zmianą koloru umieszczonego na papierze.

System diagnostyczny ADS umożliwia bieżące odczytywanie najważniejszych parametrów każdego enkodera, takich jak temperatura i wibracje. Mając bezpośredni podgląd powyższych parametrów,

służby techniczne na bieżąco mogą reagować na ich zmiany, minimalizując w ten sposób możliwość uszkodzenia maszyny.

W imieniu naszej firmy chcielibyśmy życzyć Czytelnikom miesięcznika „Napędy i Sterowanie” Świąt pełnych radości, ciepła i niepowtarzalnej, rodzinnej atmosfery, a także pomyślności i samych sukcesów w Nowym 2018 Roku.



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

reklama

SANYU.eu
falowniki • softstarty

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

Modernizacje obiektów a ograniczniki przepięć SEC typu 1, typu 2, kombinowane, typu 3 firmy Phoenix Contact

Zmieniające się stale wymagania nie tylko w świecie elektryki są motorem rozwoju produktów. W grę wchodzi zmiany w wymaganiach firm ubezpieczających, które chronią swoje interesy, zaostrzają kryteria dopuszczające wypłaty odszkodowań. Normy techniczne mają bardzo istotny wpływ, jednak jest to pole bitew sprzecznych interesów.

Często jednak niedocenianym kryterium jest spełnianie prostych wymagań pojawiających się przy modernizacjach działających instalacji czy linii technologicznych. Tu bolesnym kryterium jest zawsze brak miejsca.

Nowa rodzina ograniczników przepięć z rodziny Safe Energy Control łączy w sobie najostrzejsze wymagania norm z wyszukanymi wymaganiami firm ubezpieczeniowych, ale – co jest najważniejsze – także z wymaganiem tych, którzy na co dzień borykają się z kryterium objętości.

Modernizacje to proces permanentny w wielu gałęziach przemysłu. Są jednak niektóre branże szczególnie wrażliwe na koszt godziny przestoju. Wszystkie praktycznie procesy technologiczne wymagają włączania i wyłączania urządzeń i aparatów, które generują przepięcia. Rozwiązaniem jest ogranicznik przepięć typu 2: VAL-SEC-T2-... dobrany do stosowanego układu sieci w modernizowanej instalacji. Wersja dla sieci pięcioprzewodowych to VAL-SEC-T2-3S-350-FM, produkowana w układzie 3+1.

Niezwykły mechanizm odłączający zapewnia jego pracę przy zabezpieczeniach od strony źródła nieprzekraczających 315 A!

Szerokość zajmowana na euroszynie jest mniejsza o dwa-dzieścia milimetrów.

W konsekwencji to czyni go idealnym do wszelkich małych aplikacji, zwłaszcza tam, gdzie zabezpieczenia szaf automatyki są rzędu 63, 125 A czy nawet 315 A.

Ogranicznik przepięć typu ucinającego napięcie (PN-EN61643-11) jest niczym „kosiarka do żywopłotów” – przycina wszelkie wąskie piki do poziomu bezpiecznego dla urządzeń za nim zainstalowanych.

Współczesne szafy automatyki to kilka falowników, zasilacze, styczniki czy klasyka w przekaźnikach. Raczej trudno jest wtedy znaleźć szafę bez sterownika zasilanego zasilaczem 24 V DC. Warto czasem pochylić się też nad obwodem 24 V DC, zwłaszcza gdy wychodzi on poza szafę czy też wręcz poza kubaturę obiektu.



Bywają takie sytuacje, w których te obwody mogą zagrozić pracy sterowników. Warto rozważyć kolejnego przedstawiciela rodziny SEC, ogranicznik typu 3, przedstawiciela dla obwodów 24 V DC to PLT-SEC-T3-24DC-FM. Jest to minimum tam, gdzie to napięcie jest wyprowadzane na zewnątrz.

Wersja dla 230 V AC: PLT-SEC-T3-230-FM jest również niezwykła, może pracować w instalacjach, gdzie od źródła są zabezpieczenia nadprądowe do 315 A! Dla prądów odbiorników większych niż 26 A należy jedynie przyłączać go z jednej strony, tak aby prąd obciążenia nie przepływał przez podstawkę.

I choć znaczna część instalacji zasilających realizowana jest wg spójnej koncepcji, wiele jednak przypomina spontaniczną twórczość artystyczną. Zdarza się, że te same obwody, które odpowiadają za ciągłość kosztownego procesu technologicznego, są przyłączone do zewnętrznych odpływów, które stanowią śmiertelne zagrożenie dla procesu. Przykładem mogą być zasilane bramy, lampy oświetlające teren, maszyny. Wyjściem jest instalacja w takich szafach pełnych automatyki ogranicznika kombinowanego, który zawiera dwa różne elementy na jedną fazę połączone RÓWNOLEGLE. Iskiernik i warystor.



Dzięki temu zapewniona jest permanentna ochrona przed przecięciami, szybka ochrona realizowana warystorem. I ochrona incydentalna dużym iskiernikiem, który jako jedyny jest w stanie przy prądach piorunowych utrzymać Ures poniżej odporności aparatów w szafie.

Przykładem ogranicznika kombinowanego (PN-EN 61643-11) dla układu sieci jest FLT-SEC-T1+T2-3S-350/25-FM.

Oczywiście tam, gdzie instalacje są wykonywane wg ścisłej koncepcji ochrony, takie aparaty powinny znajdować się na granicy stref 0/I, jak np. złącza kablowe, rozdzielnice główne, nie tylko w szafach automatyki zasilających jakieś niebezpieczne odpiły. Wszędzie tam, gdzie niekoniecznie jest wymagana szybkość, mogą spełnić rolę klasyczne ograniczniki przepięć badane klasą testu T1. Dostępnych jest kilka różnych produktów, lecz w kontekście tytułu jedyną wersją jest HYBRYDA.

HYBRYDA, odgromnik o konstrukcji iskiernikowej, zawiera nowy iskiernik SEC, gdzie razem z nim w szeregu jest bezpiecznik. Wszystko razem mieści się we wkładce. Przykładem może być FLT-SEC-H-T1-1C-264/25-FM, którego możliwości, podobnie jak dla wspomnianego typu 2, mogą być cenne przy modernizacjach: brak kosztów związanych z zabezpieczeniem!

Na koniec rzecz najważniejsza: przy dochodzeniu odszkodowań ważne są dowody.

Norma PN-EN 62305-3 mówi o okresowym sprawdzaniu ograniczników przepięć oraz o sporządzaniu pisemnych raportów z kontroli.

Najwyższą formą sprawdzania jest pomiar. Wszystkie wspomniane aparaty mogą być elektrycznie sprawdzane przy pomocy mobilnego laboratorium o nazwie CHECK-MASTER 2.

Może on wygenerować dane do raportu, gdzie zawarte są dane, jak nazwa obiektu, symbol ogranicznika, dzień, godzina i wynik.

To, że mechaniczny wskaźnik statusu ogranicznika pozostaje zielony, nie świadczy o tym, że nie mogą to być jego ostatnie godziny sprawności. Ten przyrząd wskazuje trzeci stan, taki, gdzie parametry ogranicznika dobiegają kresu możliwości.

Tam, gdzie musi być zachowana ciągłość procesu, swoisty system wczesnego ostrzegania może mieć swoją policzalną wartość.

Jednak żadne odszkodowania nie zastąpią spokojnego snu, stąd okresowa kontrola ograniczników nie rzadziej niż raz na 4 lata, a dla ważnych obiektów znacznie częściej (w strefach zagrożonych wybuchem bywa, że nawet co pół roku), może istotnie na to wpłynąć.

Phoenix Contact Sp. z o.o.
www.phoenixcontact.pl

reklama



Wystarczy rozpakować, połączyć i gotowe

Bloki rozdzielcze PTFIX

Gotowe do podłączenia bloki rozdzielcze z zaciskami Push-in zapewniają szybką i oszczędną dystrybucję potencjałów. Bloki dostępne są w różnych kolorach, z różną liczbą połączeń i różnymi sposobami montowania. Mogą być używane od razu po wyciągnięciu z opakowania i rozbudowywane w razie potrzeby.



Więcej informacji www.phoenixcontact.pl

Anybus[®] Wireless Bridge[™] II

Technologie bezprzewodowe, takie jak Bluetooth i WLAN, są coraz częściej stosowane również w aplikacjach przemysłowych. Korzyści są oczywiste: mniejsze koszty i kłopoty z okablowaniem, a także łatwiejsza instalacja, szczególnie w trudno dostępnych miejscach. Dzięki wydajności, bezpieczeństwu i niezawodności, które są teraz na równi z przewodową komunikacją, produkty bezprzewodowe Anybus pozwalają sprostać wymaganiom nowoczesnej fabryki i Przemysłowemu Internet of Things.

Wymień kabel szeregowy lub Ethernet na połączenie bezprzewodowe. Anybus Wireless Bridge jest idealny dla integratorów systemów, którzy muszą ustanowić niezawodne połączenie bezprzewodowe do użytku przemysłowego. Rozwiązanie to jest często używane w parach, ale może być również używane jako punkt dostępowy łączący do 7 klientów.



HMS Industrial Networks, wprowadzając teraz nową, ulepszoną wersję swojego popularnego mostu Anybus Wireless Bridge, otwiera nowe możliwości przemysłowym rozwiązaniom bezprzewodowym. AWB II obsługuje do 400 metrów niezawodnej komunikacji bezprzewodowej i może komunikować się zarówno przez Bluetooth, jak i WLAN. Jest idealny do zastąpienia okablowania Ethernet w trudno dostępnych lub niebezpiecznych miejscach. Korzystając z tego rozwiązania, inżynierowie automatyki mogą uzyskać nową i inteligentniejszą infrastrukturę sieciową. Używany często jako kabel Ethernet do wymiany danych (komunikacja *point to point*), AWB II może być również używany jako punkt dostępowy dla kilku węzłów WLAN/Bluetooth, takich jak smartfony lub tablety. W ten sposób oszczędności są osiągnięte dzięki zmniejszeniu okablowania Ethernet.

Nowy Anybus Wireless Bridge II obsługuje dłuższy zasięg bezprzewodowy (400 metrów, 437 jardów) i jeszcze bardziej wydajną zintegrowaną antenę bezprzewodową. Można go łatwo skonfigurować za pomocą przycisku lub za pomocą



nowego zintegrowanego interfejsu internetowego. Anybus Wireless Bridge II jest zbudowany w oparciu o tę samą technologię bezprzewodową, co inne urządzenie z rodziny Anybus[®] – Wireless Bolt[™], punkt podłączenia do montażu na komputerze, który został wydany w 2016 r. przez firmę HMS. Również dzięki temu rozwiązaniu są w stanie komunikować się płynnie, otwierając się na jeszcze bardziej innowacyjny system bezprzewodowy rozwiązania. Łącząc urządzenia przemysłowe i sieci za pośrednictwem łączy bezprzewodowego, Anybus Wireless Bridge II ułatwia życie integratorom systemów i inżynierom automatyki, którzy muszą tworzyć połączenia przez np. niebezpieczne obszary, trudno dostępne miejsca lub ruchome instalacje, w których kable nie są pożądane.



Anybus Wireless Bridge II to sprawdzone rozwiązanie, które pozwala bezprzewodowo połączyć popularne przemysłowe standardy Ethernet, takie jak PROFINET, EtherNet/IP, BACnet/IP i Modbus TCP, oraz zapewnia użytkownikom niezawodne i bezobsługowe połączenie bezprzewodowe. Produkt jest dostarczany z dwoma złączami M12 do zasilania i łączności sieciowej i ma stopień ochrony IP65.

Więcej znajdą Państwo na naszej stronie: <https://www.elmark.com.pl/produccenci/sklep/hms-bramy-anybus-wireless>.



Elmark Automatyka Sp. z o.o.
ul. Niemcewicza 76
05-075 Warszawa-Wesoła
tel. 22-773 79 37
22-778 99 25
fax 22-773 79 36
e-mail: elmark@elmark.com.pl

WYDARZENIA

● **Polacy pracują nad biohybrydową elektrodą grafenową. Nowa technologia pozwoli na produkcję paliwa wodorowego**

Energetyka na świecie opiera się przede wszystkim na paliwach kopalnych. Ich złoża powoli się wyczerpują, a do 2035 roku zapotrzebowanie na energię wzrośnie o 40 proc. Rozwiązaniem może być energia słoneczna. Wykorzystać ją na szeroką skalę mogłyby urządzenia zdolne do przeprowadzenia sztucznej fotosyntezy. Takie prace trwają w warszawskim Centrum Nowych Technologii. Celem projektu jest stworzenie biohybrydowych fotoelektrod grafenowych do produkcji paliw słonecznych.

W Laboratorium Fotosyntezy i Paliw Słonecznych w CeNT UW trwają prace nad sztucznym liściem z grafenu (zwiększa wydajność fotoelektrod), czyli biohybrydową elektrodą, która pod wpływem światła wytwarza prąd.

Raport „Ciemna Chmura Europy: jak kraje spalające węgiel zanieczyszczają swoich sąsiadów” ocenia, że emisje z energetyki węglowej są odpowiedzialne w Europie za 23 tys. przedwczesnych śmierci oraz dziesiątki tysięcy schorzeń. Skutki oddychania zanieczyszczonym powietrzem kosztują nawet 62,3 mld euro.

– Zajmujemy się odwróceniem tej reakcji poprzez opracowanie zielonej technologii konwersji energii słonecznej w proste tzw. paliwa słoneczne, które nie niosłyby za sobą śladu węglowego. Projekt ma na celu wytworzenie biohybrydowych elektrod, które konwertowałyby energię słoneczną z zastosowaniem jednego z kompleksów fotosyntetycznych – mówi prof. Joanna Kargul, kierownik Laboratorium Fotosyntezy i Paliw Słonecznych w CeNT UW.

Źródło: Newseria

X-gateway™ dla magistrali Fieldbus i sieci Ethernet

ControlNet DeviceNet EtherNet/IP



Ponad **300** możliwych połączeń sieciowych

- Łatwe łączenie różnych magistrali i przemysłowych sieci Ethernet
- Wiele wariantów Slave / Slave oraz Master / Slave
- Sprawdza się przy łączeniu dwóch systemów PLC
- Szybka i łatwa konfiguracja, nie wymaga programowania!

Dostępny również, jako wersja OEM lub, jako urządzenie niestandardowe o szczególnym kształcie i zakresie funkcjonalnym.

HMS Industrial Networks GmbH
www.anybus.com · www.hms-networks.com



Twój lokalny dostawca

Elmark Automatyka Sp. z o.o.
ul. Niemcewicza 76,
05-075 Warszawa-Wesoła
Tel. +48 22 773 79 37, Mail: elmark@elmark.com.pl



Cube67 Diagnostic Gateway

Ułatwiona diagnostyka

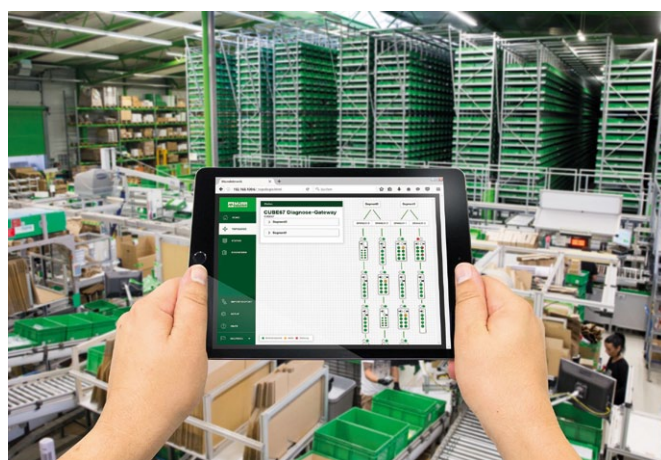
System Cube Murrelektronik oferuje szerokie możliwości diagnostyczne. Nowy Cube67 Diagnostic Gateway znacznie je ułatwia. To rozwiązanie dostarcza informacje w przypadku awarii i przyspiesza rozwiązywanie problemów, dzięki czemu zwiększa niezawodność maszyn i systemów.

Wysoko wydajny, zdecentralizowany system sieciowy Cube stosowany jest w wielu aplikacjach. Jego modułowa struktura i zróżnicowane możliwości instalacyjne sprawiają, że może być stosowany z licznymi modułami wejściowymi, wyjściowymi, mieszanymi oraz modułami funkcyjnymi (np. IO-Link, RS485 itp.). Za pośrednictwem jednego przewodu przekazuje dane komunikacyjne oraz napięcie zasilania, więc do czterech gałęzi każdego węzła można podłączyć aż do 32 modułów. Głównymi zaletami Cube są: system jedнопроводowy, całkowicie szczelne moduły, wielofunkcyjne I/O oraz wszechstronne opcje diagnostyczne.

Opracowanie i wykorzystanie danych diagnostycznych wymagało dotąd czasochłonnego programowania. Często konieczne było powtarzanie tych samych kroków w każdym nowym systemie, ponieważ sterowniki wymagały różnych koncepcji diagnostycznych. Maksymalne wykorzystanie opcji diagnostycznych sterowników nie było więc możliwe. W efekcie nie można było wystarczająco szybko identyfikować błędów, co prowadziło nawet do czasochłonnych i kosztownych przestojów.

Koniec z tym!

Nowy Cube67 Diagnostic Gateway to praktyczny moduł, dzięki któremu można w łatwy i szybki sposób odczytywać dane diagnostyczne z systemu Cube i udostępniać je użytkownikowi. Jego szczelna i przetestowana obudowa sprawia, że może być stosowany w trudnych warunkach przemysłowych. Jest zintegrowany z węzłem Cube i (maksymalnie) czterema gałęziami. Diagnostic Gateway można połączyć z poziomem komunikacji za pomocą standardowego interfejsu Ethernet.



Kompletny przegląd topologii

Przy starcie systemu Cube67 Diagnostic Gateway dokonuje pełnego przeglądu topologii, procesu komunikacji oraz wiadomości diagnostycznych. Moduł opracowuje dane i wyświetla je w ten sam sposób niezależnie od sterownika, bez potrzeby wykorzystania dodatkowego oprogramowania, w każdej przeglądarce i na każdej platformie. Każdy uprawniony użytkownik ma do nich dostęp na przykład za pośrednictwem HMI, tabletu lub komputera zainstalowanego w stacji kontroli.

Rozmieszczenie modułów jest automatycznie prezentowane w postaci przejrzystej topologii oraz w formie tabeli. Stąd wysyłane są kompletne dane procesowe, na przykład statusy przełączania poszczególnych wejść i wyjść. Wiadomości diagnostyczne systemu również wyświetlane są w postaci topologii oraz tabeli.

Dużą zaletą tego narzędzia jest pamięć diagnostyczna (*logbook*). Przechowywane są w niej błędy chwilowe, czyli takie, które występują powtarzalnie w określonych momentach, na przykład przy uszkodzeniu przewodu w przewodniku łańcuchowym lub przegrzaniu czujnika w wyniku jego ekspozycji na światło słoneczne. Tego typu chwilowe błędy nie są wyświetlane w sterowniku, jeśli nie stanowią już przeszkody (traktowane są jako naprawione). To nie jest korzystne, ponieważ często stanowią ostrzeżenie przed poważniejszym problemem.

Oznaczenia modułu i komunikaty błędów w formie tekstowej

Dane w formie tabeli można pobrać w formacie CSV. Zawarty jest w nich przegląd modułów i elementów systemu, jak również jego wszystkich wejść i wyjść. W tabeli można przypisać nazwy każdego z nich i oznaczeń wszelkich błędów w formie tekstowej, a następnie ponownie zaimportować. Dzięki temu użytkownik nie otrzymuje już zagadkowych komunikatów błędów, ale jasne informacje, na przykład: „zwarcie na jednostce hydraulicznej” lub „uszkodzenie przewodu czujnika analogowego drugiego otworu jednostki transportowej”. To usprawnia lokalizowanie błędów!

Dla usprawnienia eliminacji błędów można również w pliku CSV zaimportować precyzyjne instrukcje rozwiązań, na przykład: „zamknąć zawór” lub „wymienić przewód”. W sytuacji idealnej możliwe jest zdefiniowanie odpowiedniego numeru katalogowego wymienianego elementu.

Logi Cube67 Diagnostic Gateway mogą być przechowywane, na przykład w celach statystycznych. Można więc na przykład policzyć cykle przełączania wejść i wyjść i wykorzystać te informacje do zaplanowania cyklicznych przeglądów. Format eksportu umożliwia ponadto wykorzystanie danych również w innych systemach i ich bezpośrednie zintegrowanie z różnymi aplikacjami, na przykład ERP lub w chmurze.

Różne zastosowania

Cube67 Diagnostic Gateway przynosi korzyści na różnych etapach funkcjonowania maszyny i systemu:

- Osoba uruchamiająca wykorzystuje go do sprawdzenia topologii i wykrycia na wczesnym etapie słabych punktów, takich jak zwarcia czy błędy topologii (np. różnice pomiędzy konfiguracją nominalną i faktyczną).
- Personel serwisowy stosuje go do szybkiej identyfikacji i eliminacji błędów, zapewniając maksymalną sprawność aplikacji. Stała integracja umożliwia ponadto zdalny dostęp do maszyny i systemu oraz udostępnienia go elektrykowi.
- Operator włącza go, aby umożliwić sobie szybką reakcję na potencjalne problemy. W najlepszym razie instrukcje do rozwiązania problemu są już zaimplementowane, więc instalator może dostarczyć części zamienne dokładnie wtedy, kiedy są potrzebne. ■



Murrelektronik Sp. z o.o.

ul. Jordana 11

40-056 Katowice

tel. 32-730 00 20

fax 32-730 00 23

e-mail: info@murrelektronik.pl

www.murrelektronik.pl

shop.murrelektronik.pl

reklama

DOSKONAŁA OCHRONA LUDZI I MASZYN

Technologia safety to kluczowe zagadnienie w automatyce przemysłowej.

Instalacje zdecentralizowane Murrelektronik umożliwiają osiągnięcie najwyższych kategorii bezpieczeństwa całego systemu. Murrelektronik oferuje szeroki zakres rozwiązań przeznaczonych do wielu zastosowań, spełniających różnorodne wymagania – wszystko to w rozsądnej relacji ceny do wydajności.



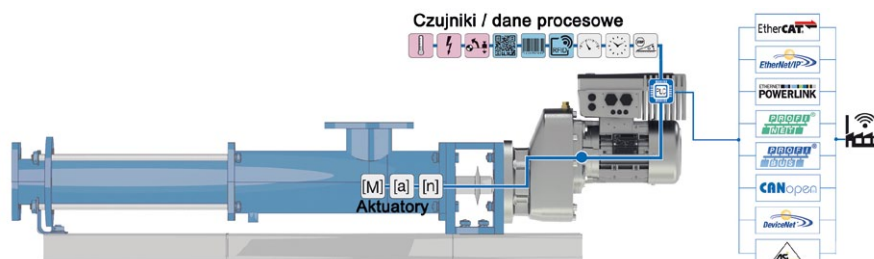
SZEROKA GAMA OFEROWANYCH PRZEZ NAS ROZWIĄZAŃ SAFETY



Nowinki ze świata napędów NORD

Przewidywalne okresy konserwacji z optymalnym wykorzystaniem zasobów

NORD DRIVESYSTEMS opracowuje oszczędne i niezawodne funkcje wirtualnych czujników monitorujących stan. Znaczenie wirtualnych czujników zostało wyjaśnione na przykładzie żywotności oleju. Ma to na celu wspomaganie systemów napędowych, aby zaplanować terminy konserwacji wyłącznie na podstawie obliczeń, bez ponoszenia kosztów związanych z czujnikami sprzętu. Wbudowany sterownik PLC ocenia szerokie operacyjne zestawy danych dotyczące prądu, napięcia i prędkości. Na podstawie danych zgromadzonych w falowniku może on pośrednio wyliczyć aktualną temperaturę oleju. Uwzględniając specyficzne dla danego produktu cechy oleju, można określić proces jego starzenia się, co pozwala na optymalne wykorzystanie środka smarnego. NORD poprzez testy potwierdził, że obliczona krzywa temperatury oleju jest zbliżona do rzeczywistego przebiegu. W trakcie pracy nad uruchomieniem w pełni sprawnego rozwiązania NORD obecnie określa krzywe temperaturowe



W aplikacjach ze stałymi długoterminowymi przebiegami obciążenia, sterownik PLC określa najbardziej optymalne okresy wymiany oleju bez wyposażenia w kosztowne czujniki

w różnych warunkach obciążenia. Przewiduje się, że wirtualne funkcje dotyczące konserwacji będą dostępne komercyjnie we wszystkich układach elektronicznych NORD wyposażonych w sterownik PLC od końca 2018 r.

Ruszyła budowa nowej siedziby NORD Napędy

Rozpoczęła się budowa nowego biura NORD z halą warsztatową w Zakrzowie koło Wieliczki. Zgodnie z planem budynek zostanie oddany do użytku w sierpniu 2018 roku. Wstępne prace

przygotowawcze rozpoczęły się w połowie września. Nowa siedziba firmy NORD Napędy Sp. z o.o., będącej oficjalną filią NORD Drivesystems na terenie Polski, zlokalizowana będzie przy drodze 964 w miejscowości Zakrzów, pomiędzy Wieliczką a Niepołomicami. Nowoczesny budynek zapewni 1500 m² pomieszczeń biurowych rozlokowanych na 2 poziomach oraz 700 m² powierzchni warsztatowo-magazynowej. Inwestycja zapewni również 400 m² przeznaczonych na sale szkoleniowe i konferencyjne, a także kilkadziesiąt miejsc parkingowych dla pracowników i klientów NORD. Budynek umożliwi dalszy rozwój oddziału, wpływając pozytywnie zarówno na komfort pracy osób zatrudnionych, jak i możliwości szkoleniowo-serwisowe. O postępie prac będziemy informowali na bieżąco. ■



NORD Napędy Sp. z o.o.
 ul. Krakowska 58
 32-020 Wieliczka
 tel. 12-288 99 00
 fax 12-288 99 11
 e-mail: biuro@nord.com
 www.nord.com

WYDARZENIA

● **Specjalna dostawka opracowana w Białymstoku zmienia wózek inwalidzki w trójkołowy, hybrydowy rower napędzany ręcznie**

Twórcy projektu Hermes pracują już nad nowym, udoskonalonym prototypem urządzenia, które chcą skomercjalizować.

- Dzięki dostawce osoba poruszająca się na wózku może z wykorzystaniem siły rąk pokonywać wózkiem dystans ok. 40 km. Ma to m.in. zapewnić mobilność, zachęcać osoby z niepełnosprawnością do aktywnego spędzania czasu - tłumaczy współtwórca projektu Hermes, student Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej Hubert Gudalewski.

- Hermes jest dostawką, która po podpięciu do wózka inwalidzkiego zamienia go w hybrydowy rower ręczny, trójkołowy. Hybrydowy, ponieważ łączy ze sobą napęd korbowy mechaniczny i silnik elektryczny. Takie rozwiązanie, oprócz funkcji rehabilitacyjnej, pełni

funkcję aktywizującą do wysiłku fizycznego i pozwala na pokonywanie znacznych odległości w krótkim czasie, nie zważając na bariery architektoniczne - poinformował Gudalewski.

Pierwszy prototyp dostawki przetestowało dotychczas ponad 20 osób poruszających się na wózkach inwalidzkich, m.in. niepełnosprawni koszykarze czy sportowcy, którzy na wózkach startują w maratonach.

- W nowym prototypie chcemy przede wszystkim przenieść napęd elektryczny z koła do korby, czyli do tego elementu, w którym napędzamy mechanicznie przystawkę. Pozwoli to zastosować bezobsługową przekładnię zamiast przerzutki, co w znacznym stopniu poprawi jakość użytkowania. Nie będzie też sprawa problemu, takiego jak w obecnym rozwiązaniu, jak np. spadający łańcuch - powiedział Hubert Gudalewski.

W pierwszym rozwiązaniu konieczne były też - jak dodał - częste serwisy czy regulacja mechanizmu.

Twórcy Hermes chcą także w nowym prototypie zastosować akumulatory litowo-polimerowe, co ma pozwolić przenieść środek ciężkości niżej w przystawce, a to ma skutkować większą stabilnością. Jazda będzie możliwa wtedy na jeszcze dłuższym dystansie - nawet ok. 100 km.

- I do tego jeszcze coś - czego nie ma na rynku - czyli bieg wsteczny, jak i odzysk energii. Bo wszystkie dostawki tylko wykorzystują energię, nasza już teraz tę energię odzyskuje, ale tylko podczas hamowania. Chcemy to rozszerzyć o prądnice. Czyli w momencie, gdy osoba jadąca używa mięśni, to wtedy ładuje dodatkowo akumulator - tłumaczy Gudalewski.

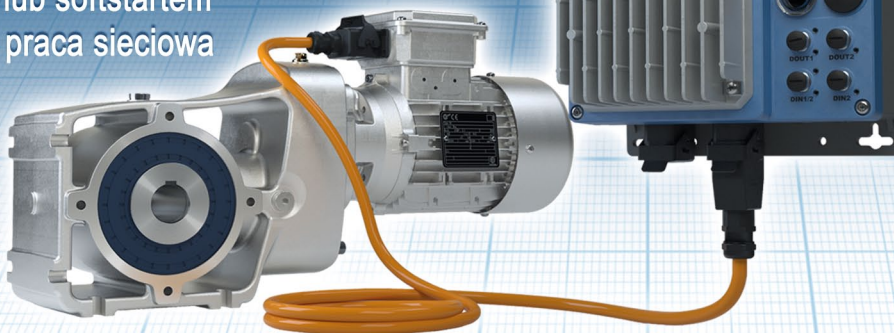
Twórcy Hermes potrzebują na nowy prototyp ok. 41 tys. zł. Połowa tych pieniędzy jest potrzebna na konieczne do prac legalne oprogramowanie. Projekt wspiera merytorycznie Wydział Mechaniczny Politechniki Białostockiej.

Źródło: Nauka w Polsce

reklama

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

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



Dowolna konfiguracja elementów na panelu

Wbudowany PLC

Lokalny wyłącznik serwisowy



NORD Napędy
Inteligentne systemy napędowe
tel: 12 288 99 00, biuro@nord.com, www.nord.com



Technologie klejenia po raz pierwszy na dedykowanych targach w Polsce

W dniach 21-22 listopada 2017 roku w Centrum Targowo-Konferencyjnym Expo Silesia w Sosnowcu odbyły się Targi Technologii Klejenia ExpoBONDING, Targi Zabezpieczeń Powierzchni SURFPROTECT oraz Targi Stali, Metali Nieżelaznych, Technologii i Produktów SteelMET.

Podczas gdy SURFPROTECT (targi dedykowane branży zabezpieczeń powierzchni i wykonawcom prac związanych z technologiami ich przygotowania i obróbki) oraz SteelMET (targi koncentrujące się wokół hutnictwa stali i metali nieżelaznych oraz produkcji, obróbki i dystrybucji wyrobów hutniczych) to już doskonale znane i sprawdzone marki Expo Silesia, na szczególną uwagę zasługuje zupełnie nowe wydarzenie – premierowa edycja Targów ExpoBONDING. Podczas tych Targów po raz pierwszy w Polsce firmy z zakresu klejenia przemysłowego miały okazję w jednym miejscu i na dedykowanej tylko dla nich imprezie zaprezentować własne oferty i rozwiązania. Nadrzędnym celem organizatorów tego wydarzenia było stworzenie miejsca cyklicznych spotkań, prezentacji i dyskusji producentów oraz dystrybutorów

materialów i urządzeń z zakresu klejenia z ich potencjalnymi odbiorcami – przedstawicielami wybranych gałęzi przemysłu. Po Targach, w których wzięło udział ponad 100 wystawców i odwiedziło je 1850 gości, wszystko wskazuje na to, że cel ten został osiągnięty i firmy związane z technologiami klejenia po raz kolejny spotkają się w Expo Silesia jesienią 2018 roku. Do sukcesu Targów ExpoBONDING niewątpliwie przyczyniło się odbywające się w ramach tej imprezy 1. Międzynarodowe Seminarium pt. „Klejenie w aplikacjach przemysłowych”. Organizacja tego niezwykle ciekawego wydarzenia możliwa była dzięki zaangażowaniu Instytutu Spawalnictwa i współpracy Instytutu Fraunhofera w Bremen.

Podczas Targów zorganizowany został konkurs o MEDAL Expo Silesia, do którego wystawcy mogli zgłaszać prezentowane na stoiskach produkty i usługi. Komisja Konkursowa Złotym Medalem uhonorowała za Innowacyjną Grę Klejów Hybrydowych LOCTITE firmę Henkel Polska Sp. z o.o., natomiast wyróżnienie za Taśmę dwustronną akrylową VHB GPH powędrowało do firmy 3M Poland. Wyróżniono również sposób prezentacji na Targach. Zauważone i nagrodzone zostały firmy: AMB Technic oraz 3M Poland.

Kolejnym sukcesem organizatorów okazała się Konferencja „Druk 3D w branży automotive”. Frekwencja na tym wydarzeniu przerosła najsmielsze oczekiwania. Wszystko wskazuje na to, że zainteresowanie tematyką druku 3D jest tak duże, że na planowaną kolejną edycję Konferencji w roku 2018 trzeba będzie przygotować dużo większą ilość miejsc. W ramach spotkania profesjonalści reprezentujący branżę automotive mogli zapoznać się z zaletami



zastosowania skanowania, prototypowania i druku 3D w codziennych pracach produkcyjnych. Podczas Konferencji o swoich doświadczeniach i rozwiązaniach opowiedzieli liderzy branży druku 3D, a nadzór nad wysokim poziomem merytorycznym wydarzenia zapewnił Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Śląskiej, jak również Centrum Druku 3D.

Transformatory NORATEL

reklama

Firma Noratel od 90 lat zajmuje się produkcją transformatorów, dławików i zasilaczy, a od niedawna, wraz z przejściem duńskiej fabryki Garre, przekładników. Wciąż rozszerzamy nasze możliwości produkcyjne, jak i zatrudniamy coraz więcej pracowników do działów technicznego i R&D, by lepiej odpowiadać na zmieniające się oczekiwania klientów. W zakładzie produkcyjnym w Dobrej k. Szczecina 300-osobowa załoga z pasją tworzy dla Państwa wyroby najwyższej jakości, które – prawidłowo użytkowane – służą przez długie lata.

W standardowej ofercie Noratel znajdują się rozwiązania z zakresu transformatorów separacyjnych, bezpieczeństwa, toroidalnych, oświetleniowych, trójfazowych, autotransformatorów odczepowych i z płynną regulacją. Ponadto oferujemy transformatory i inne urządzenia indukcyjne do zastosowań specjalnych, jak transformatory medyczne, górnicze, morskie, zasilacze impulsowe, dławiki filtracyjne, silnikowe i ochronne, stosowane w układach kompensacji mocy biernej.

Wśród transformatorów separacyjnych i bezpieczeństwa największym uznaniem cieszy się model SU i SUL o stopniu ochrony IP00, typ FR IP20 oraz modele o wyższym stopniu ochrony, IP44.

Transformatory SU to otwarta konstrukcja z montażem tablicowym za pomocą stóp kątownika. Moce standardowych typów to od 35 do 3600 VA.

Transformatory SUL zbudowane są podobnie do SU. Różnią się montażem, gdyż do 250 VA mogą być montowane zarówno tablicowo, jak i na szynę T-35. Dodatkowo wykonane są zgodnie ze standardami UL506. Charakteryzują się również większą uniwersalnością napięć PRI i SEC. Zarówno do typu SU, jak i SUL możemy zaoferować metalową obudowę typu SUK, zapewniającą stopień ochrony IP20 lub IP23 w zależności od tego, czy zamontujemy ją na podłodze czy na ścianie.

Typ FR, w obudowie o stopniu szczelności IP20 do 130 VA, ma możliwość

montażu na szynę. Pozostałe moce, do 400 VA, przystosowane są do montażu tablicowego.

Typ LF to transformator w obudowie o klasie szczelności IP44, wykonanej z wysokiej jakości materiału. Wyprzewadzenia na przewody, po stronie PRI z wtyczką lub na kostki, do których dostęp zapewniają przepusty gumowe. Moce do 1000 VA.

Większe transformatory jednofazowe, o mocy powyżej 3600 VA, wykonujemy w konstrukcji 2-kolumnowej. Typ 2LT o mocy do 125 kVA posiada najczęściej napięcia w zakresie 115–1000 V po stronie PRI i SEC. Modele te stosowane są jako wolno stojące, w obudowie IP23 lub do zabudowy w szafach.

Spośród transformatorów bezpieczeństwa polecamy również model RDS, w modułowej obudowie o stopniu ochrony IP20, przeznaczony do montażu na szynę T-35. Ma separowane, izolowane uzwojenia, zabezpieczenie przed zwarcie i przeciążeniem. Najbardziej popularne modele mają wyjście 12 i 24 V.

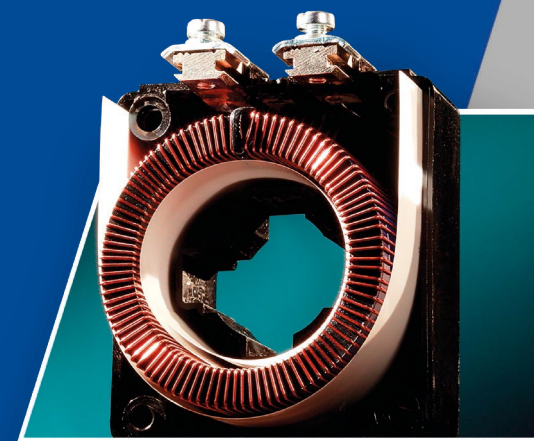
Transformatory toroidalne i przekładniki produkowane w firmie Noratel wykonywane są z dbałością o każdy etap procesu produkcji. Fabryka pod Szczecinem produkuje rdzenie na własne potrzeby, z różnych rodzajów blach transformatorowych, w zależności od wymagań konstrukcji.

Przekładniki produkujemy w polskim oddziale od około 5 lat. Zainwestowaliśmy w maszyny i sprzęt kontrolno-pomiarowy, pozwalające na ich produkcję. W naszej ofercie standardowej znajdują się przekładniki prądowe i napięciowe, w klasach dokładności od 0,2 s do 3 s, o zakresach prądowych od 15 A do 8000 A i współczynnika bezpieczeństwa FS5 lub FS10 w zależności od wartości prądów, wykonane zgodnie z normą EN 60044-1 i EN 60044-2. Bogaty wybór wykonań, zarówno na szynę, jak i na kabel, oraz akcesoriów zadowolą najbardziej wymagających klientów.

W programie standardowym posiadamy także transformatory oraz dławiki 3-fazowe. Wykonujemy je w przeważającej mierze z uzwojeniami miedzianymi,

ELEKTRYZUJĄCA JAKOŚĆ TRANSFORMACJI

- **Transformatory trójfazowe i jednofazowe w szerokim zakresie mocy**
- **Autotransformatory (także z płynną regulacją)**
- **Dławiki**
- **Przekładniki prądowe i napięciowe**
- **Szeroki asortyment zasilaczy**
- **Urządzenia specjalne**



NORATEL Sp. z o.o.
ul. Szczecińska 1k
72-003 Dobra Szczecińska

Dział Sprzedaży
sprzedaz@noratel.pl
tel. 91 425 06 74/75

na życzenie klienta stosujemy drut lub folię aluminiową. W zakładzie w Dobrej posiadamy zespoły cięcia blach, umożliwiające przygotowanie blach do rdzeni 3-fazowych.

Na rynku polskim najczęściej sprzedajemy dławiki ochronne do układów kompensacji mocy biernej z 7- lub 14-procentowym współczynnikiem tłumienia. Wykonywane są one w konstrukcji otwartej, do montażu w szafach za pomocą stóp kątownika. Ponadto najczęściej spotykanymi dławikami są dławiki kompensacyjne stosowane w układach kompensacji mocy biernej pojemnościowej.

Spośród modeli o szczególnym przeznaczeniu Noratel w ofercie standardowej posiada transformatory medyczne

2LTM i urządzenia medyczne typu IMED. Oba rodzaje wyrobów spełniają wymagania normy medycznej EN60601-1. Wykonane są z najwyższej jakości materiałów. Typ 2LTM występuje jako model do zabudowy w szafach medycznych lub jako osobne urządzenie w obudowie IP23. IMED jest osobnym urządzeniem do zasilania wymagającego sprzętu w pomieszczeniach medycznych.

Noratel posiada bogaty wybór autotransformatorów odczepowych, w obudowie lub w wersji IP00, jak również autotransformatorów z płynną regulacją 1- i 3-fazowych oraz zasilaczy. W ofercie posiadamy zasilacze indukcyjne oraz impulsowe, z montażem tablicowym i na szynę T-35, o napięciu stabilizowanym lub nie. Produkujemy również zasilacze

3-fazowe, do 960 VA, a większe moce lub inne parametry zasilaczy uzyskujemy w oparciu o indywidualne ustalenia z klientem.

Program standardowy stanowi około 30% naszej produkcji, a w pozostałych 70% spełniamy najśmielsze oczekiwania klientów poszukujących doświadczenia, kompetencji i elastyczności. Nasze produkty tworzymy z najwyższej jakości materiałów uznanych producentów. W Polsce zaopatrujemy przede wszystkim branżę automatyki, medyczną, energii odnawialnej, kompensacji mocy biernej, oświetleniową, produkcji maszyn i fabrykacji szaf. Zapraszamy do współpracy. ■

Noratel Sp. z o.o.

WYDARZENIA

● **Rośnie zagrożenie cyberatakami. Dużym firmom łatwiej jest się przed nimi obronić**

Ataki hakerskie są obecnie jednym z najpoważniejszych zagrożeń zarówno dla firm, jak i indywidualnych użytkowników. Eksperti od cyberbezpieczeństwa przestrzegają przed kolejną falą złośliwego oprogramowania *ransomware*, które blokuje dostęp do danych w celu szantażu lub wymuszenia okupu. O ile dużym firmom łatwiej zabezpieczyć się przed takimi zdarzeniami, o tyle mali przedsiębiorcy i indywidualni użytkownicy muszą polegać na własnej czujności i zdrowym rozsądku.

– Cyberataki prowokowane są obecną sytuacją na świecie. Wszyscy chcemy ułatwiać sobie życie, wprowadzamy urządzenia elektroniczne do naszego życia prywatnego, służbowego i do przedsiębiorstw, wiele rzeczy robimy poprzez sieć. To prowokuje przestępców do tego, żeby wykorzystać naszą nieuwagę, pośpiech bądź niefrasobliwość. Krótko mówiąc, technologia spowodowała to, że wychowaliśmy sobie grono ludzi, którzy próbują nas oszukać w cyberprzestrzeni – mówi Włodzimierz Nowak, członek zarządu T-Mobile Polska.

Ze „Światowego badania bezpieczeństwa informacji” firmy doradczej EY wynika, że 57 proc. firm doświadczyło w ostatnim czasie znaczącego incydentu naruszenia bezpieczeństwa. Ponad

połowa spośród 1735 ankietowanych przedsiębiorstw jako największe cyberzagrożenie wskazała złośliwe oprogramowanie i *phishing*, czyli popularną metodę oszustwa i wyłudzenia danych, polegającą na podszywaniu się pod inną osobę lub organizację.

Oprogramowanie, które blokuje dostęp do danych i żąda okupu w zamian za przywrócenie dostępu, czyli właśnie *ransomware*, było w ubiegłym roku jednym z głównych cyberzagrożeń. Eksperti z Kaspersky Lab poinformowali, że w ciągu roku częstotliwość takich ataków na firmy wzrosła trzykrotnie. Z kolei ataki na użytkowników indywidualnych przeprowadzane były średnio co 10 sekund. Na coraz większe zagrożenie cyberatakami wskazuje również raport „Cyber Risks 2017”, opracowany przez FireEye i Marsh & McLennan Companies.

Jedną z najczęstszych przyczyn cyberataków jest tzw. czynnik ludzki. Potwierdza to również badanie EY, z którego wynika, że dla 55 proc. firm najpoważniejszą luką systemów bezpieczeństwa jest beztroska lub nieświadomość pracowników. Niefrasobliwość i pośpiech mogą się okazać zgubne także dla indywidualnych użytkowników.

– Żyjemy w ciągłym pośpiechu. Czasami komunikaty, które docierają do nas poprzez internet, staramy się załatwić zbyt szybko i klikamy w otrzymane linki. To błąd. Musimy uważać, żeby nie

ulegać prostym zagraniom socjotechnicznym. Linki z promocjami i bardzo atrakcyjnymi ofertami zakupów zwykle zawierają szkodliwe oprogramowanie. Po ściągnięciu na komputer czy urządzenie mobilne mogą przechwycić nasze dane osobowe – przestrzega Włodzimierz Nowak.

Podstawą bezpieczeństwa w sieci jest czujność, uważne czytanie komunikatów oraz unikanie podejrzanych odnośników lub stron internetowych. Kolejnym wymogiem jest aktualna wersja oprogramowania antywirusowego i przeglądarki. To podstawy, które pozwolą się zabezpieczyć przez utratą danych osobowych, informacji, haseł, a w konsekwencji także pieniędzy.

– Jest kilka podstawowych zasad bezpieczeństwa. Jeżeli otrzymujemy link z instytucji, urzędu czy banku, nie klikamy w niego automatycznie. Najlepiej wpisujemy ręcznie przesłany adres, ponieważ link może być fałszywy i nasze dane pójdą prosto do hakera. Ludzie nie zdają sobie też sprawy z tego, że żaden poważny bank ani instytucja nigdy nie wyślą do nas e-maila z prośbą o potwierdzenie hasła czy podanie danych osobowych. Natomiast przestępcy próbują wykorzystać to, że żyjemy w pośpiechu i coś szybko klikniemy. Tym sposobem można łatwo utracić swoje dane – przestrzega Włodzimierz Nowak.

Źródło: *Newseria Biznes*

LINTELI Charge One. Stacja ładowania samochodów elektrycznych

Powstanie marki Linteli miało miejsce w 2001 roku na bazie osobistych doświadczeń w branży elektroenergetycznej. Linteli Sp. z o.o. specjalizuje się w sprzedaży urządzeń rozdzielczych i transformujących średniego napięcia, zabezpieczeń sieciowych, silników i napędów elektrycznych. Bogate doświadczenia z zakresu budowy stacji WN (zwłaszcza w obszarze energetyki odnawialnej), pomiarów i rozruchu pól WN/SN/nn oraz nieustanna strategia rozwoju zapewniają nam bardzo solidne fundamenty do wkroczenia na rynek infrastruktury e-mobility.

Rynek elektromobilności jest segmentem zdobywającym popularność w zaskakującym tempie, w wyniku czego w najbliższym czasie należy oczekiwać regulacji rządowych, które będą promować pojazdy z napędami elektrycznymi i hybrydowymi kosztem silników spalinowych. Obecnie problemem jest stosunkowo wysoka cena i niewielki zasięg pojazdów wynikający z ograniczeń pojemności baterii, których parametry są systematycznie doskonałe [1]. Jednakże jedną z głównych barier rozwoju w Polsce jest brak ogólnodostępnej sieci ładowania samochodów elektrycznych [2]. Tutaj



wychodzimy naprzeciw oczekiwaniom klientów i zapotrzebowaniu rynku i proponujemy własny produkt wolno stojącej stacji ładowania pojazdów prądem przemiennym.

Opracowana stacja jest urządzeniem łatwym w obsłudze, które może obsługiwać jednocześnie dwa pojazdy z mocą ładowania do 11 kW (ładowanie trójfazowe). Słupek wyposażony jest m.in. w gniazdo oraz kabel z wtyczką standardu type 2 (Mennekes). Stacja wykonana jest ze stali, dzięki czemu spełnia stawiane wymagania wytrzymałościowe, a jednocześnie nie oddziałuje negatywnie na środowisko. Konstrukcja przytwierdzana jest do podłoża za pomocą śrub, które znajdują się wewnątrz słupka, rozwiązanie to jest skutecznym środkiem antykradzieżowym. Zaletą prezentowanej stacji jest elastyczność i personalizacja wykonania: możliwy jest montaż ekranu dotykowego, czytnika kart systemu płatności mobilnych i RFID czy też modemu 3G. Stosunkowo niewielkie gabaryty i innowacyjny wygląd bardzo dobrze trafią wkomponować „słupek elektryczny” w otoczenie miejskie. Stacja przeznaczona jest do posadowienia m.in. w:



- garażach naziemnych i podziemnych;
- parkingach (restauracje, hotele, centra handlowe itp.);
- parkingach firmowych i biurowcach;
- osiedlach mieszkaniowych.

W pakiecie usług zapewniamy profesjonalny montaż i serwisowanie stacji, a w niedalekiej przyszłości system płatności i monitoring działania stacji.

Prognozy rynku nie pozostawiają złudzeń – przyszłość to pojazdy elektryczne i jest ona bliżej, niż nam się wydaje.

Literatura

- [1] <http://bip.me.gov.pl/files/upload/26453/Plan%20Rozwoju%20Elektromobilno%C5%9Bci.pdf>
- [2] www.orpa.pl

LINTELI CHARGE ONE

LINTELI Sp. z o.o.
ul. Poziomkowa 10
Zakrzewo k. Poznań
tel. 61-624 76 77
www.linteli.com.pl

reklama

LINTELI

SILNIKI • TRANSFORMATORY SN • PRZEMIENNIKI CZĘSTOTLIWOŚCI
motors / MV transformers / inverters



- Montaż rozdzielnicy w stacjach kontenerowych
- Montaż obwodów wtórnych rozdzielnic
- Montaż stacji kontenerowych
- Przeglądy i pomiary rozdzielnic
- Przeglądy transformatorów
- Konfiguracje i badanie EAZ
- Wymiany wyłączników Sn i nn
- Wymiany wyłączników SN
- Badania termowizyjne
- Systemy ładowania pojazdów
- Silniki elektryczne
- Przemienne częstotliwości

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

AUTORYZOWANY
PARTNER

ABB



Inteligentny budynek, dom, mieszkanie – Targi BUDMA z przekrojem nowoczesnego budownictwa

Targi budowlane BUDMA od wielu lat wskazują kierunki rozwoju branży, prezentując najnowsze rozwiązania w branży budowlanej. Nie inaczej będzie także na początku przyszłego roku (30.01 – 02.02), kiedy w Poznaniu ponownie będziemy mieli możliwość zobaczyć ofertę blisko 800 firm! W tym także tych, które proponują systemy zarządzania budynkiem.

Sterowanie całym budynkiem za pomocą jednej aplikacji, z każdego zakątka globu, to już od dawna nie jest scenariusz z działy fantastyki. Rozwiązania, które pozwalają nam jednym kliknięciem zdalnie zamknąć okna z obawy przed deszczem, przygotować kawę, nie ruszając się z fotela, sprawdzić, czy wszystkie systemy w budynku działają bez zarzutu na ekranie np. tabletu, są już ogólnie dostępne i wciąż aktualizowane.

Zostaną zaprezentowane przykłady kompleksowego sterowania budynkiem, domem lub mieszkaniem. Np. mały, niepozornie wyglądający pilot przenosi nas do świata zautomatyzowanego mieszkania, a mimo niewielkich rozmiarów jego możliwości są ogromne! 6 przycisków daje aż 30 możliwości sterowania urządzeniami – od podnoszenia

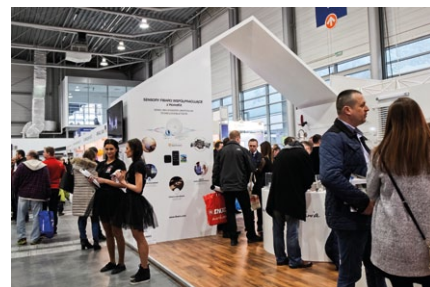
i opuszczania rolet, przez otwieranie bramy lub drzwi, włączanie spryskiwaczy, aż do wspomnianego wcześniej, automatycznego przygotowania świeżo parzonej kawy!

To oczywiście tylko wybrane przykłady spośród ofert firm, które zapropnują rozwiązania z zakresu systemów dla inteligentnego domu. Podczas Targów BUDMA znajdziemy również wielu producentów i dystrybutorów automatyki do bram, okien czy drzwi, a mówiąc bardzo ogólnie – z każdego zakresu budownictwa. I w każdym z nich znajdziemy inspirujące, niestandardowe rozwiązania i nowoczesne technologie. **Warto zatem sprawdzić aktualną listę Wystawców Targów BUDMA, dostępną na stronie www.budma.pl, i zaplanować przyjazd do Poznania. Już na tym etapie lista jest aż o 40% obszerniejsza w porównaniu do tego samego okresu poprzedniej edycji wydarzenia.**

BUDMA zaprasza na salony!

Wśród bogatej oferty produktowej materiałów, technologii i narzędzi na szczególną uwagę zasługują najmocniejsze strony BUDMY 2018:

- Największy Salon Dachów w Polsce – największa w Polsce ekspozycja producentów pokryć i akcesoriów dachowych;
- Największy Salon Stolarki w Polsce – okna, drzwi, bramy i ogrodzenia – prezentacja najnowszej oferty zarówno uznanych marek, jak i zupełnie nowych na Targach producentów;
- Salon Podłóg i Parkietów – najnowsze trendy i designerskie rozwiązania;



- Salon Rusztowań i Szalunków – systemy montażu rusztowań i nowe rozwiązania technologiczne.

Ciekawie zapowiada się także strefa Design4Senses, której założeniem jest nietypowa prezentacja oferty Wystawców. Strefa ma przenieść klientów w niecodzienny świat, pełen zmysłowych doznań. Mają za to odpowiadać aż 4 dedykowane przestrzenie: VisualStudio, TouchPoint, AudioZone oraz AromaSpot.

Międzynarodowe Targi Budownictwa i Architektury BUDMA rozpoczną się 30 stycznia i potrwać do 2 lutego. Ceny biletów zaczynają się już od 29 PLN, a dla grup zorganizowanych przygotowano specjalną ofertę. Wystarczy zebrać 10 osób, a organizatorzy Targów BUDMA zwrócą koszt przejazdu w jedną stronę.



Galli Erio S.R.L. – oferta produktowa

Spółka Galli Erio S.R.L. rozpoczęła działalność w 1962 r. jako indywidualne przedsiębiorstwo Officina Meccanica Galli Erio działające na rzecz osób trzecich, głównie w sektorze urządzeń oleodynamicznych (produkcja zaworów oraz innych komponentów ogólnego przeznaczenia).

Począwszy od lat 80. XX w. spółka zajmowała się produkcją i projektowaniem określonych rodzajów zaworów sprzedawanych w całej Europie (zawory do sterowania obsługą, ustawieniami, ciśnieniem, redukcją itp.) oraz projektowała i produkowała złącza obrotowe różnego typu. W 1992 r. spółka zmieniła nazwę na Galli Erio & C., S.N.C. i od tamtej pory prowadziła działalność w obszarze projektowania, produkcji oraz sprzedaży zwijarek do węży z napędem hydraulicznym i elektrohydraulicznym, które stały się jej sztandarowym produktem. W styczniu 2002 r. spółka zmieniła nazwę na Galli Erio S.R.L.

Produkty

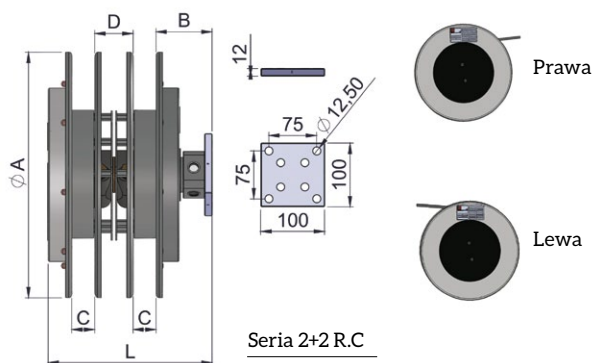
Zwijarki do węży z napędem hydraulicznym są przeznaczone do zastosowań wymagających doprowadzenia oleju pod ciśnieniem przy użyciu giętkich węży z maszyny nieruchomej do maszyny będącej w ruchu. Zwijarki do węży z napędem hydraulicznym są produkowane zgodnie z wdrożonym przez spółkę Systemem Zarządzania Jakością, certyfikowanym przez DNV – UNI EN ISO 9001:2000.

Nasza oferta: zwijarki do węży z mocowaniem frontальnym, zwijarki do węży z mocowaniem radialnym, zwijarki do węży z napędem elektrohydraulicznym i frontальnym mocowaniem

węży, zwijarki do węży z napędem elektrohydraulicznym i radialnym mocowaniem węży, zwijarki do węży z niezależnym korpusem, zwijarki do węży Inox z radialnym mocowaniem węży, zwijarki do węży Inox z frontальnym mocowaniem węży, radialne zwijarki do węży Inox z systemem blokującym, zwijarki do węży Inox z niezależnym korpusem, frontalne zwijarki do węży Inox z systemem blokującym, zwijarki do węży z systemem blokującym i mocowaniem radialnym, zwijarki do węży z systemem blokującym i mocowaniem frontальnym, zwijarki kablone z urządzeniem regenerująco-kompensacyjnym, zwijarki kablone do złączy elektrycznych i obrotowych.

4-rolkowe zwijarki do węży z napędem hydraulicznym i mocowaniem radialnym (niezależne obudowy)

Podstawową cechą tych zwijarek do węży są dwie obudowy oraz dwie niezależne sprężyny na jednym wałku. Taka konstrukcja ma na celu kompensować deformacje węży spowodowane różnymi wartościami ciśnień, na które wystawione są węże. Zwijarka do węży może służyć do zwijania dwóch węży o różnych średnicach i długościach. Zalecamy zakup zwijarek w komplecie z wężami. ■



Model	A	B	Max. reel length (mm) and connections						
	Ø mm	Ø mm	Ø 3/16"	Ø 1/4"	Ø 5/16"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 5/8"	Ø 3/4"
4.082.001	325	90		4000	3500	3000			
4.082.002	385	90		6000	5500	5000			
4.082.003	400	90		7200	6000	5500			
4.082.004	420	90		8500	7500	6500			
4.082.005	470	90		11000	9500	8000			

	Ø 3/16"	Ø 1/4"	Ø 5/16"	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 5/8"	Ø 3/4"
C		27	31	36			
D		78	70	60			
L		260	260	260			

reklama

GALLI ERIO SRL
THE REEL FACTORY

Via S. Pellico 5
41019 Sozzigalli di Soliera (MO) ITALY
Tel. +39 059 567682 | Fax +39 059 567440
info@gallieriosrl.it | www.gallierio.it

Zrobotyzowana obsługa maszyn

Analizując różne aplikacje robotów, można zauważyć dość specyficzną grupę zastosowań robotów, w sposób znaczący odróżniającą się od pozostałych, a mianowicie – zrobotyzowaną obsługę maszyn. W porównaniu do innych procesów zrobotyzowanych, obsługa maszyn obejmuje bardzo szeroką grupę procesów i, co ciekawe, najszerszy zakres parametrów wykorzystywanych robotów. W żadnych innych zastosowaniach nie używa się robotów o tak różnej konstrukcji i szerokim zakresie udźwigu (od kilku do setek kilogramów). Specyfika procesu może się wydawać bardzo prosta. W rzeczywistości jednak prawidłowa realizacja obsługi maszyn wymaga często zastosowania zarówno zaawansowanych opcji programowych, jak i złożonego algorytmu realizacji [1].

Jednym z najważniejszych warunków prawidłowej robotyzacji obsługi maszyn jest odpowiednia konfiguracja stanowiska oraz opracowanie interfejsu wymiany danych między robotem a maszyną, aby współpraca przebiegała w sposób szybki i niezawodny. Pierwszy wymóg wiąże się z posiadaniem takiego urządzenia – maszyny, dla której możliwe będzie zapewnienie poprawnej komunikacji z robotem. Może to być zrealizowane przez sygnały binarne (jeśli mamy do czynienia ze starszymi urządzeniami) lub przez standardowy lub dedykowany protokół wymiany danych, co jest coraz powszechniejsze, szczególnie w przypadku gotowych produktów w postaci centrów obróbkowych. Mówiąc o zrobotyzowanej obsłudze maszyn, myślimy najczęściej o procesach obróbki skrawaniem, realizowanych w centrach obróbkowych, oraz o procesach obsługi pras, gilotyn lub wtryskarek.

Zrobotyzowana obsługa centrów obróbkowych

Integracja zrobotyzowanych centrów obróbki jest możliwa w przypadku spełnienia kilku zasadniczych warunków. Obrabiarki, które mają być obsługiwane przez roboty, muszą spełniać kilka wymagań. Przede wszystkim muszą mieć zautomatyzowaną obsługę otwierania

i zamykania osłon, sygnalizację stanu zamocowania elementu w uchwycie oraz system odprowadzania wiórów zabezpieczający przez zanieczyszczeniami szczęk mocujących (np. realizowany przez przedmuch lub załączenie wysokich obrotów). Dodatkowo, jeśli obróbce są poddawane elementy o nieregularnym kształcie, celowe jest sterowanie pozycyjne wrzecionem lub inna kontrola położenia detalu po obróbce, aby możliwy był jego odbiór przez robota.

Ze względu na położenie robota względem obrabiarki konstrukcję stanowisk można przedstawić w trzech zasadniczych wariantach. W pierwszym stacjonarny robot obsługuje od jednej do czterech maszyn. W drugim wariantcie robot zainstalowany na dodatkowej osi obsługuje kilka maszyn lub pobiera i odkłada detale z określonego miejsca. Rozwiązanie to szczególnie często stosowane jest wtedy, kiedy cykl obróbki skrawaniem jest stosunkowo długi i robot – w celu wyeliminowania przestoju – realizuje obsługę innych maszyn, wykonuje inne dodatkowe operacje lub pobiera i odkłada wyroby w pewnej odległości od maszyny. W trzecim wariantcie robot jest zintegrowany z maszyną i może się znajdować na niej lub w jej wnętrzu.

Obecnie coraz więcej firm produkujących roboty przemysłowe stara się oferować gotowe stanowiska realizujące określone operacje.

Zabudowa robota wewnątrz stanowiska może być zrealizowana w specjalnym module. Przenośnik taśmowy transportuje detale obrabiane do modułu robota, a następnie robot odbiera je i magazynuje tymczasowo w specjalnym przyrządzie w obrębie modułu. Potem detale są ładowane do frezarki VF-2SS, która wykonuje prace związane z wierceniem i frezowaniem. Po zakończeniu obróbki robot odbiera obrobione detale i upuszcza je na zsuwnię, która transportuje je do zbiornika wychwytowego znajdującego się na zewnątrz modułu.

Systemy wizyjne, pozwalające na użycie większej samodzielności przez roboty, już na stałe zagościły w procesach

obsługi maszyn. Obecnie niemal wszyscy światowi liderzy rynku robotyki oferują wbudowane systemy wizyjne 2D, a nawet 3D, co umożliwia pobieranie detali bezpośrednio ze skrzyń.

Gdy robot znajduje się na zewnątrz maszyny, możliwa jest obsługa więcej niż jednej obrabiarki. Przykładem tego typu rozwiązania jest stanowisko, w którym kilka maszyn jest obsługiwanych przez kilka robotów. Rozwiązanie to ma tę zaletę, że detal po obróbce w jednej maszynie może być odbierany przez kolejnego robota przy wykorzystaniu chwytaka przeznaczonego do obrobionego detalu, co w znacznym stopniu ułatwia proces obsługi maszyny i eliminuje konieczność stosowania zaawansowanych chwytaków lub układów wymiany chwytaków.

Roboty przemysłowe idealnie sprawdzają się w obsłudze maszyn produkcyjnych, takich jak na przykład centra obróbkowe CNC. Szczególnie niezastąpione są tam, gdzie detale są produkowane w długich seriach albo ich przenoszenie jest uciążliwe ze względu na gabaryty lub masę. Robot przemysłowy potrafi załadować i rozładować maszynę zawsze w taki sam, perfekcyjnie powtarzalny sposób, realizując często dodatkowe operacje, takie jak kontrola jakości (np. przy wykorzystaniu zintegrowanego systemu wizyjnego).

Literatura

- [1] PANASIUK J., KACZMAREK W.: *Zrobotyzowana obsługa maszyn*. „Control Engineering Polska” 6(110)/2014.



Fragment pochodzi z książki:
Robotyzacja procesów produkcyjnych.
pplk dr inż. Wojciech Kaczmarek,
dr inż. Panasiuk Jarosław
Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

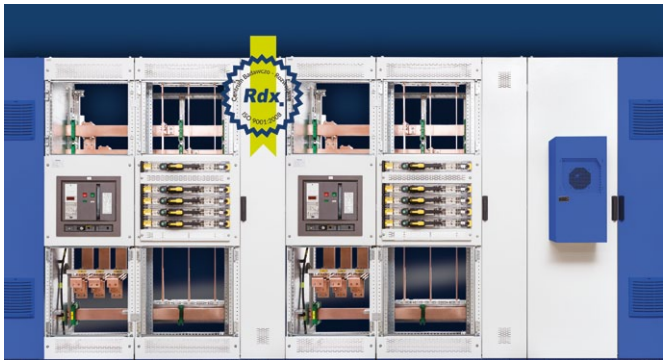
RADIOLEX – szafy sterownicze

Polski producent szaf sterowniczych RADIOLEX oferuje innowacyjne rozwiązania w zakresie nowoczesnych aplikacji elektrycznych i energetycznych. Szeroka oferta obudów metalowych do rozdzielnic elektrycznych obejmuje takie produkty, jak szafy sterownicze do stref zagrożonych wybuchem (ATEX), obudowy ze stali nierdzewnej w specjalnym wykonaniu Hygienic Design czy obudowy metalowe spełniające wymogi stawiane obudowom izolacyjnym. W propozycji RADIOLEX znajduje się również wiele innych standardowych szaf dostępnych z każdego rodzaju stali, w każdej klasie korozyjności oraz każdej klasie szczelności. Poza ofertą katalogową dostępne są rozwiązania niestandardowe, polegające na zamówieniu szaf o nietypowych gabarytach, otworowanych fabrycznie czy malowanych we wskazanym kolorze. Do wszystkich produktów dostępna jest dokumentacja CAD w wersji 2D oraz 3D, co pozwala na zaimportowanie potrzebnych części do tworzonych projektów. RADIOLEX specjalizuje się również w produkcji kompletnie wyposażonych rozdzielnic elektrycznych niskiego i średniego napięcia, pulpitów i paneli sterowniczych. Przykładem kompleksowej obsługi może być realizacja projektu o nazwie „Mina de Cobre” – prefabrykacja oraz wykonanie

kompletu testów w laboratorium Instytutu Elektrotechniki w Warszawie rozdzielnic NN i SN dla jednej z największych na świecie kopalni miedzi Antamina w Peru.

www.radiolex.pl

reklama



We offer:

- SOLUTION DESIGN
- THERMAL CONTROL
- ENCLOSURES AND SWITCHGEARS
- ATEX ZONE
- ELECTRIC POWER EQUIPMENT

Centrala AFG-ZSP

Zasilacz do systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła oraz urządzeń przeciwpożarowych i automatyki pożarowej typu: AFG-ZSP jest urządzeniem modułowym, specjalizowanym, o sterowaniu opartym na sterowniku Siemens, falownikach LG oraz certyfikowanych zasilaczach 24 V DC. Każdy zasilacz AFG-ZSP wykonywany jest indywidualnie, pod zamówienie klienta, zgodnie z normą PN-EN12101-10 oraz normą PN-EN54-4. Zasilacz dedykowany jest do sterowania i zasilania dowolnych systemów wentylacji naciśnieniowej i oddymiającej.



Znajduje zastosowanie w: garażach podziemnych, parkingach wielokondygnacyjnych, tunelach drogowych, poziomych drogach ewakuacyjnych, obiektach przemysłowych, produkcyjnych i wielkokubaturowych centrach handlowych.

Dane techniczne: napięcie zasilania 3 × 400 V AC, 230 V AC –15 +10% 50 Hz; moc znamionowa i funkcjonalność indywidualnie przygotowana pod projekt; napięcie sterowania 24 V DC; temperatura pracy –5°C–75°C; klasa środowiskowa

Klasa II; obudowa metalowa natynkowa lub wolno stojąca, modułowa IP54; warianty rozruchu wentylatorów (bezpośrednio, gwiazda/trójkąt, układ Dahlandera softstat, przetwornica częstotliwości); podejście przewodów od dołu lub od góry; certyfikat stałości właściwości użytkowych i świadectwo dopuszczenia CNBOP.

Zasilacz współpracuje z urządzeniami wykonawczymi: wentylatory oddymiające i napowietrzające; kurtyny dymowe; klapy i okna oddymiające; elektrozapory i przepustnice; bramy i drzwi ppoż; sygnalizatory optyczno-akustyczne; detektory CO/LPG; centrale oddymiania AFG-2004; centrale sygnalizacji pożaru SSP.

4Ti Sp. z o.o.

reklama



ODDYMianie

NOWOŚĆ

RPO-02

4Ti Sp. z o.o.
Grabieżyńska 52/30
53-503 Wrocław

Biuro handlowe:
Ukraińska 8
54-401 Wrocław
e-mail: 4ti@4ti.com.pl

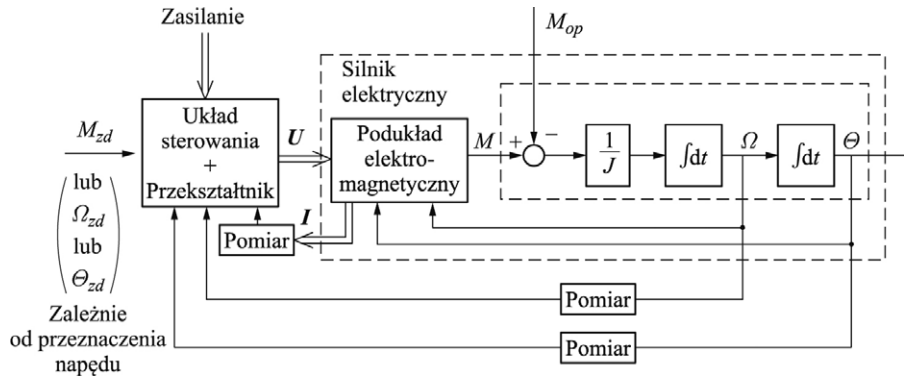
www.4ti.com.pl

Sterowanie momentem obrotowym silnika jako podstawa działania zautomatyzowanego napędu elektrycznego

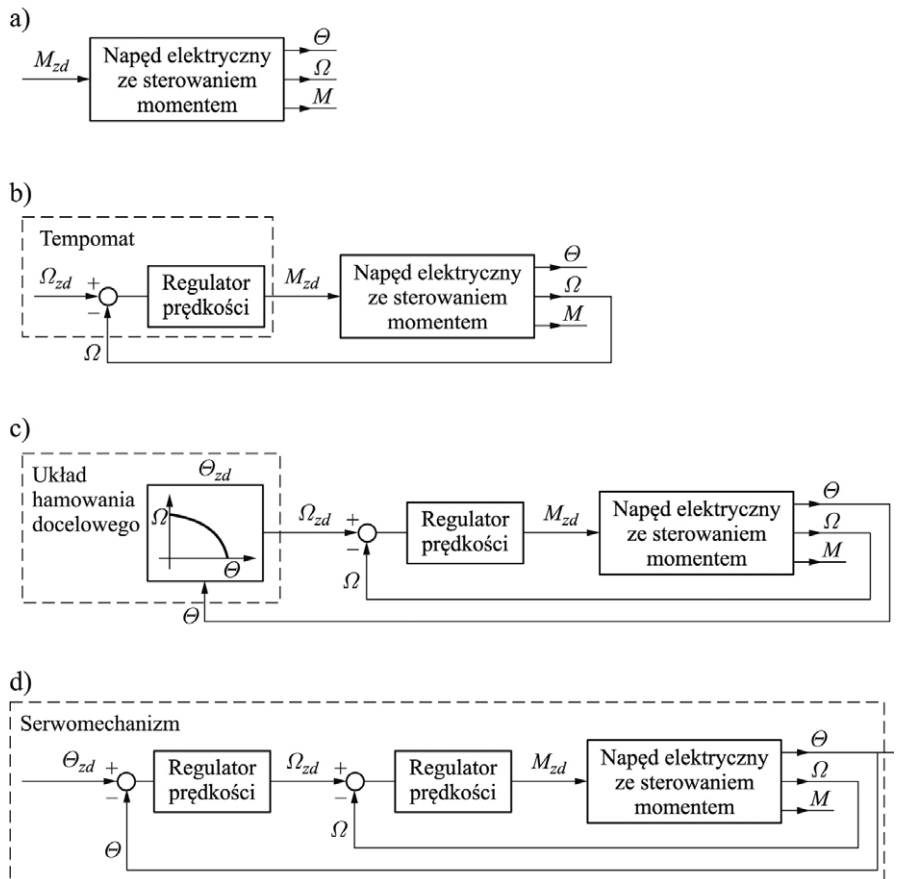
Ogólnie pod pojęciem napędu elektrycznego rozumie się wykorzystanie silników elektrycznych, działających na różnych zasadach, do mechanicznego poruszania urządzeń napędzanych (lub ich części). Typowe zadanie regulacyjne w napędach w praktyce polega na uzyskaniu kontroli prędkości obrotowej wału wyjściowego silnika lub/i jego położenia kąowego. Często w takich układach wystarczy bezpośrednie zadawanie odpowiednio kształtowanych w czasie wartości napięcia zasilającego uzwojenia silnika – z punktu widzenia automatyki są to wtedy proste, tzw. otwarte układy sterowania, czyli napędy niezautomatyzowane. Od dawna wiadomo jednak, że

gdy wymagana jest duża szybkość działania takiego napędu, a zarazem jego jak największa dokładność i odporność na zmienne obciążenia, wówczas przy projektowaniu układu regulacyjnego należy w pierwszym rzędzie oprzeć się na podukładzie sterowania obrotowym momentem wewnętrznym (elektromagnetycznym) silnika. Kontrola wielkości stanowiącej bezpośrednią przyczynę ruchu obrotowego lub postępowego ciał materialnych będzie bowiem, zgodnie z drugą zasadą dynamiki Newtona i prawami automatyki, zawsze bardziej skuteczna niż oparcie się na wykorzystaniu w sterowaniu wyników obserwacji jej skutków w postaci prędkości obrotowej wału czy jego kąowego przemieszczenia.

Takie spostrzeżenie dotyczy szczególnie napędów trakcyjnych, w których podstawowym celem jest możliwie wierne odtwarzanie w silniku momentu obrotowego na jego wale (napędowego – przy rozruchu i rozpędzaniu pojazdu – lub hamującego – w czasie jego zatrzymywania) zadawanego przez kierowcę, motorniczego lub maszynistę, niezależnie od rodzaju używanego silnika.



Rys. 1. Schemat blokowy silnika elektrycznego jako obiektu sterowania momentem z podporządkowanym układem regulacji prądu w uzwojeniach roboczych



Rys. 2. Przykłady wykorzystania układu sterowania momentem silnika w różnych zastosowaniach

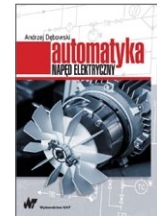
Ze względu na poważne problemy techniczno-ekonomiczne związane z praktyczną realizacją pomiarów chwilowych wartości momentu przenoszonego przez wał napędowy nie jest wskazane realizowanie układu regulacji momentu w sensie dosłownym, tak jak się to rozumie w automatyce. Łatwiej jest to zrobić pośrednio, poprzez regulację prądów płynących w uzwojeniach roboczych danego silnika (twornika – w silnikach DC, bądź stojana – w silnikach AC). Regulacja ta jest dokonywana w odpowiednim podukładzie podporządkowanym, realizującym cel sterowania momentem poprzez zadawanie wartości tych prądów na wejściach regulatorów wypracowujących wymagane chwilowe wartości napięć przykładanych do tych uzwojeń (rys. 1).

Najczęstsze zastosowania układów napędowych z podsystemami regulacji momentu elektromagnetycznego silnika znaleźć można w elektrycznych napędach trakcyjnych oraz w serwonapędach obrabiarek czy robotów (rys. 2).

W pewnych sytuacjach zautomatyzowany napędowy układ trakcyjny ma gwarantować utrzymywanie stałej prędkości pojazdu, niezależnie od profilu (nachylenia) drogi lub toru. Innym zadaniem jest realizacja tzw. hamowania docelowego, gdy należy pojazd poruszający się z dowolną prędkością zatrzymać dokładnie w miejscu z góry wskazanym (np. pociąg przy peronie czy tramwaj lub trolejbus przy platformie przystanku).

W takim przypadku człowieka wyręcza układ automatycznie dopasowujący

wartość zadawaną momentu hamującego do odległości aktualnie pozostającej do miejsca zatrzymania wyznaczonej przez odpowiedni system pomiaru odległości. ■



Fragment pochodzi z książki:
Automatyka. Napęd elektryczny

Andrzej Dębowski

Wydanie: I, Warszawa 2017

Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN

Siłomierze firmy AXIS

Siłomierze produkowane przez firmę AXIS z Gdańska powstały w wyniku zastosowania do pomiaru siły wieloletnich doświadczeń zebranych podczas produkcji wag elektronicznych. W efekcie cechują się wyjątkową dokładnością uzyskaną poprzez zastosowanie rozwiniętej technologii elektronicznej i rozbudowanego oprogramowania.

W podstawowej grupie typów siłomierzy osiągnięto dokładność na poziomie 0,1% zakresu pomiarowego. Wartość ta umożliwia stosowanie siłomierza do najbardziej wymagających pomiarów dokonywanych w badaniach technicznych i przemysłowych systemach jakości.

Bogate oprogramowanie siłomierzy AXIS otwiera szeroką gamę konfiguracji pomiarowych: standardowy pomiar siły w wybranych jednostkach pomiarowych, rejestrację wartości maksymalnej i minimalnej, rejestrację sił zmiennych w czasie. Miniaturowa karta pamięci microSD umożliwia wygodny i mobilny zapis wyników pomiarów.

Siłomierze AXIS wyposażone są w graficzny wyświetlacz LCD, umożliwiający wygodną nawigację w menu przyrządu oraz prezentację wyników w postaci liczbowej lub w postaci podręcznych wykresów. Zasilanie z akumulatorów umożliwia pracę mobilną.

Opcjonalne wyposażenie stanowią:

- wyjścia progowe – do selekcji min/ok/ max lub sterowania w układzie automatyki;
- wejście wyzwajające – do rejestracji sił zmiennych w krótkim przedziale czasowym.

Do komunikacji z komputerem lub drukarką każdy miernik siły wyposażony jest w interfejs szeregowy RS232C i USB. Przewidziano także opcję z bluetooth. Darmowe

oprogramowanie komputerowe umożliwia w sposób przejrzysty wizualizować wykresy siły i eksportować dane, np. do arkusza Excel.

Oprócz mierników siły AXIS Sp. z o.o. produkuje także mierniki momentu siły przeznaczone do pomiaru siły skrętnej, przydatne do pomiaru siły odkręcania rozmaitych nakrętek opakowań, a także sił skrętnych wytwarzanych przez elektro-narzędzia i klucze dynamometryczne.

Rozszerzenie oferty stanowią różnego rodzaju drobne akcesoria oraz statywy służące do budowy stanowisk pomiarowych, w tym także statywy z programowanym napędem elektrycznym.

Statywy z napędem połączone z siłomierzem umożliwiają programowanie ruchu poprzez ustawianie przesunięcia, siły działającej na badany przedmiot i ilości cykli pomiarowych. ■

reklama

siłomierze (5N ÷ 200kN)
momentomierze (2 ÷ 500Nm)
statywy z napędem (do 500N)
akcesoria

Producent:
AXIS Sp. z o.o.
80-125 Gdańsk, ul. Kartuska 375B
tel. (+48) 58 320 63 01 ... 03

www.axis.pl



- Aparatura kontrolno-pomiarowa
- Automatyka przemysłowa
- CAD/CAM/CAE
- Elementy i systemy hydrauliczne
- Elementy i systemy pneumatyczne
- Energoelektronika
- Napędy
- Oleje przemysłowe
- Oprogramowanie
- Robotyka
- Systemy zasilające
- Utrzymanie ruchu

Płacisz raz,
promujesz się
cały rok

NAPĘDY I STEROWANIE – KATALOG BRANŻOWY 2018

WYDANIE CZTERNASTE



druk

+



internet

Więcej informacji: tel. 32-755 18 47
e-mail: katalog.nis@drukart.pl · www.nis.com.pl

napędy
i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
techniczny

Kompletne systemy do sterowania procesami przemysłowymi z wykorzystaniem napędu hydraulicznego i pneumatycznego

Systemy do sterowania procesami przemysłowymi oferowane przez firmę budowane są z elementów najnowszej generacji podzespołów hydrauliki siłowej, pneumatyki oraz automatyki przemysłowej. Pozwala to na oferowanie nowoczesnych konstrukcji, spełniających oczekiwania najbardziej wymagających odbiorców.

Wykorzystując elementy uznanych i renomowanych firm, przekazujemy do eksploatacji maszyny i urządzenia z co najmniej 24-miesięczną gwarancją i pełnym serwisem pogwarancyjnym.

Standardem jest nieodpłatna pomoc w określeniu parametrów systemu niezbędnego do rozwiązania problemu technicznego. Na każdym etapie powstawania konkretnego rozwiązania jesteśmy z naszym klientem w stałym kontakcie, co pozwala nam na bieżąco dopasować naszą wizję urządzenia do oczekiwań i potrzeb użytkownika.

Nasze rozwiązania funkcjonują z powodzeniem w instytucjach badawczych, zakładach naprawczych i produkcyjnych. Kontrolują i testują wyroby finalne oraz sterują procesami wytwórczymi.

Zapraszam serdecznie do zapoznania się ze zrealizowanymi dotychczas systemami, aby w pełni poznać się z możliwościami firmy.

reklama

kolarzowski
systemy do sterowania procesami przemysłowymi

KOLARZOWSKI, HYDRAULIKA SIŁOWA, PNEUMATYKA, STEROWANIE
biuro, warsztat: ul. Wagonowa 34 • 53-609 Wrocław
tel. 602 241 511 • e-mail: biuro@kolarzowski.pl • www.kolarzowski.pl



Profil działalności: • kompletne systemy do sterowania procesami przemysłowymi z wykorzystaniem napędu hydraulicznego i pneumatycznego • projektowanie i wykonawstwo
• kompleatacja, dostawa elementów i podzespołów • modernizacja napędów i sterowań
• konsultacje i doradztwo techniczne

Nasi klienci: • Wabco Polska Sp. z o.o. • Robert Bosch Sp. z o.o. • SFB Polska Sp. z o.o.
• Steelpress Sp. z o.o. • Nifco Poland Sp. z o.o. • Ekoceramika Sp. z o.o.
• SteriPack Medical Poland Sp. z o.o. • Politechnika Białostocka Katedra Konstrukcji Stalowych
• KGHM Cuprum Sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe

Nasze urządzenia: • stanowiska montażowe • testery • prasy specjalistyczne

WYDARZENIA

• Tytuł w kategorii „IT dla Przemysłu”. Zakład Bosch w Mirkowie Fabryką Roku 2017. Konkurs pod patronatem Ministerstwa Rozwoju

Jury doceniło rozwiązania z obszaru Przemysłu 4.0, które zostały już wdrożone w fabryce w Mirkowie.

– Jesteśmy wewnętrznym liderem w zakresie rozwiązań Przemysłu 4.0 (Industry 4.0) w ramach Grupy Bosch. Nasze projekty skupiają się głównie na nowoczesnym zarządzaniu procesami produkcyjnymi oraz na zarządzaniu przepływem materiałów – powiedział Piotr Pyzio, dyrektor fabryki układów hamulcowych Robert Bosch w Mirkowie.

Tytuł stanowi wyraz uznania dla zakładów przemysłowych, które osiągnęły bardzo dobre wyniki operacyjne dzięki doskonałej organizacji działań w obszarze utrzymania ruchu, automatyzacji produkcji, wdrożonych systemów IT wspomagających produkcję, Przemysłu 4.0 oraz w działalności proekologicznej. Konkurs Fabryka Roku ma na celu wyłonienie zakładów, które osiągnęły

najwyższy poziom doskonałości operacyjnej, ukazanie efektywności zakładu produkcyjnego oraz określenie najlepszych praktyk w zarządzaniu.

Bosch jest jednym z niewielu przedsiębiorstw tak dobrze przygotowanych do wdrożenia Przemysłu 4.0. Bosch występuje w podwójnej roli: jako wiodący użytkownik i wiodący dostawca tego typu rozwiązań.

– Wszystkie linie produkcyjne w naszej fabryce generują setki istotnych danych, które w ramach systemu MES (*Manufacturing Execution System*) są analizowane i stanowią podstawę do planowania działań prewencyjnych w celu zapewnienia ciągłości, jakości i wysokiej wydajności procesu produkcyjnego – wyjaśnił Piotr Pyzio.

W fabryce Bosch w Mirkowie są m.in. wykorzystywane tzw. ActiveCocpity, które w cyfrowy sposób prezentują niezbędne dane, jakie dostarczane są automatycznie przez MES. Rozwiązania Przemysłu 4.0 są wykorzystywane także w zakresie logistyki, np. kontrola nad

przepływem komponentów realizowana jest z wykorzystaniem technologii RFID.

Fabryka układów hamulcowych firmy Robert Bosch Sp. z o.o., zlokalizowana w Mirkowie niedaleko Wrocławia, produkuje zespoły mocy oraz podzespoły do układów hamulcowych dla przemysłu motoryzacyjnego. Wskaźniki produkcji fabryki układów hamulcowych Bosch od kilku lat nieustannie rosną. W 2017 roku zakład przewiduje kolejny znaczący wzrost produkcji do 3,8 miliona sztuk. Wraz ze wzrostem produkcji rośnie liczba pracowników. W 2016 roku zatrudnienie w zakładzie wzrosło o 30% r/r. W bieżącym roku zatrudnienie ma wzrosnąć o kolejne 10%.

Od 2012 roku prężnie rozwija się dział Badań i Rozwoju. Początkowo dział ten składał się tylko z 5 osób i zajmował się głównie wsparciem produkcji. Obecnie, po kilku latach rozbudowy, kilkudziesięciu inżynierów odpowiada za konstrukcję, rozwój i walidację zbiorników płynu hamulcowego dla zespołów mocy.

Źródło: Forum Prasowe Bosch

Targi RENEXPO® Poland 2017 zakończone sukcesem

Duże zainteresowanie, jakim cieszyła się miniona edycja Targów RENEXPO® Poland, potwierdziło, że tego typu wydarzenia są polskiej branży OZE zdecydowanie potrzebne. VII Międzynarodowe Targi Energii Odnawialnej i Efektywności Energetycznej odbyły się w dniach 25–27 października 2017 roku w Warszawskim Centrum EXPO XXI. Patronat Honorowy nad wydarzeniem organizowanym przez REECO Poland objęli: Ministerstwo Energii, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Marszałek Województwa Mazowieckiego.

Bez przesady możemy powiedzieć, że Targi RENEXPO® Poland stały się jednym z najważniejszych wydarzeń dla branży energii odnawialnej i efektywności energetycznej w Polsce. W tym roku w ciągu trzech dni targowych z ekspozycją wystawców zapoznało się 4154 zwiedzających – mówi Małgorzata Bartkowska, Project Manager Targów RENEXPO® Poland.

W istocie założenie, które postawił sobie organizator Targów przed kilkoma laty, stało się faktem – stworzenie międzynarodowej platformy spotkań dla przedstawicieli branży OZE. Targi z jednej strony prezentują potencjał energii odnawialnej i jej możliwości rozwoju w Polsce, z drugiej – ułatwiają firmom z zagranicy nawiązanie cennych kontaktów biznesowych na polskim rynku. Dodatkowo, dzięki bogatemu programowi wydarzeń towarzyszących, są cennym źródłem specjalistycznej wiedzy i umożliwiają podejmowanie dyskusji na istotne dla branży tematy. Tak było również w tym roku.

Z Polski i nie tylko

W Targach RENEXPO® Poland 2017 wzięło udział ponad 90 wystawców,



którzy prezentowali swoją ofertę w ośmiu sektorach: bioenergia (energia z drewna, biomasa, biogaz, biopaliwa), energia wiatrowa, CHP – kogeneracja, energooszczędne budownictwo i renowacja budynków, energia wodna, pompy ciepła, energia geotermiczna oraz energia słoneczna. Zdecydowanie dominowały ogniwa fotowoltaiczne, pompy ciepła i biogaz. Nie zabrakło również stoisk, na których przedstawiane były rozwiązania z zakresu m.in. energetyki wiatrowej i geotermalnej czy związanej z branżą energetyki wodnej. Wśród wystawców znalazły się nie tylko firmy z Polski, ale – jak przystało na targi międzynarodowe – również między innymi z Niemiec, Czech, Chin, Wielkiej Brytanii, Ukrainy.

Wielu wystawców podkreślało sprawną organizację Targów oraz wysoką frekwencję zwiedzających, co dla wydarzeń tego typu jest wartością kluczową.

Nowości i atrakcje targowe

Na gości RENEXPO® Poland 2017 czekały ciekawe stoiska i ekspozyty oraz wiele innowacji z branży OZE. Dużym zainteresowaniem zwiedzających cieszyły się jazdy testowe samochodami elektrycznymi takich marek, jak: NISSAN, BMW, Tesla, Mercedes, które były niewątpliwie dużą atrakcją tegorocznych Targów.

Nowością tegorocznej edycji był konkurs na Instalatora Roku 2017, którego



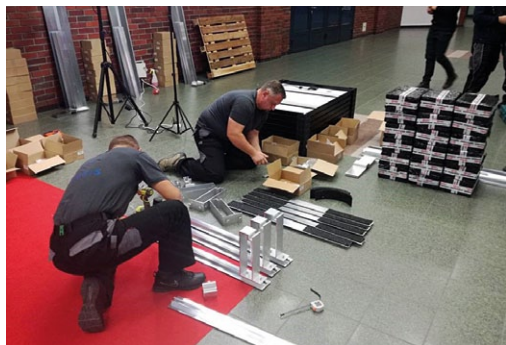
organizatorami były Corab, SolarEdge Technologies Inc. oraz Sharp.

Zmagania firm instalatorskich cieszyły się dużym zainteresowaniem publiczności. Instalatorem Roku 2017 została firma Ekosun. Drugie miejsce zajęła drużyna Bison Energy, a trzecie SunSol. Należy również docenić firmę Ozeris – Fotowoltaika/OZE, która w obu etapach miała najmniej błędów. Gratulujemy wszystkim drużynom ogromnej wiedzy, doświadczenia i zaangażowania. Walka była bardzo wyrównana.

Trzy dni wydarzeń branżowych

Każdego dnia Targom RENEXPO® Poland towarzyszyły specjalistyczne

Wężę pneumatyczne i akcesoria do ochrony i grupowania przewodów hydraulicznych



konferencje, kongresy i fora branżowe, umożliwiające wymianę wiedzy, a także zachęcające do dyskusji na aktualne tematy dla sektora OZE. W sumie w wydarzeniach branżowych towarzyszącym Targom wzięło udział ponad 1100 uczestników!

Pierwszego dnia Targów przy pełnej sali odbyła się Międzynarodowa Konferencja Fotowoltaiki w Polsce, podczas której eksperci z towarzystw fotowoltaicznych, przedstawiciele przemysłu PV oraz władz państwowych i lokalnych dyskutowali m.in. na temat szans oraz barier na drodze rozwoju fotowoltaiki w naszym kraju.

– Mechanizm wsparcia powinien być nieskomplikowany, stabilny i opłacalny dla inwestora – podkreślał dr Stanisław Pietruszko, Prezes Polskiego Towarzystwa Fotowoltaiki.

Pierwszego dnia Targów odbyło się również Forum Biogazu.

– Szóste Forum Biogazu było sukcesem, omówione zostały najważniejsze problemy branży. Podkreślono rolę biogazowni jako stabilnego fundamentu rozproszonych rynków energii. Cieszy nas liczny udział właścicieli biogazowni i potencjalnych inwestorów, ponieważ oznacza to duże perspektywy przed branżą biogazową w Polsce – tak Forum Biogazu podsumowała Sylwia

Koch-Kopyszko, Prezes UPBI (Unia Producentów i Pracodawców Przemysłu Biogazowego).

Wielu uczestników wzięło również udział w konferencji zamykającej projekt Geothermal4Pl. Strefa Kariery organizowana we współpracy z portalem Teraz Środowisko była miejscem, gdzie osoby zainteresowane pracą i rozwojem kariery w OZE mogły zaczerpnąć informacji od fachowców.

Drugiego dnia odbył się VI Kongres Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła, który zgromadził ponad 300 uczestników. Miejscem spotkania branży energetyki wodnej była dwudniowa Polska Konferencja Hydroenergetyczna, która zgromadziła wielu gości z Polski i nie tylko. Forum PV było w tym roku nie tylko miejscem, w którym

można było zapoznać się z innowacjami wystawców. Organizatorzy zaprosili również przedstawicieli Ochotniczej i Zawodowej Straży Pożarnej, aby naświetlić im problemy związane z bezpieczeństwem pracy systemów fotowoltaicznych. Ta sesja była zorganizowana we współpracy ze Szkołą Główną Służby Pożarniczej w Warszawie.

Trzeci dzień przebiegał pod znakiem Konferencji Biopaliwowej i II Kongresu Magazynowania Energii w Polsce. Wydarzenia te zgromadziły nie tylko najważniejszych przedstawicieli branży, ale również najważniejszych decydentów oraz przedstawicieli świata polityki.

Spotkania kooperacyjne

Dobłą okazją do tworzenia sieci kontaktów biznesowych była możliwość wzięcia udziału w „Spotkaniach kooperacyjnych”, zaplanowanych pierwszego i drugiego dnia Targów. W spotkaniach wzięli udział przedsiębiorcy poszukujący fachowych partnerów i dostawców z szeroko pojętego sektora energetycznego, w szczególności działających w obszarze odnawialnych źródeł energii oraz budynków energooszczędnych. „Spotkania kooperacyjne” w szybki i łatwy sposób połączyły strony, które siebie szukały, umożliwiając nawiązanie cennych kontaktów. ■

reklama



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



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



TERMOPLASTYCZNE SPIRALNE ODPORNE NA ABRAZJE, TEMPERATURĘ I WARUNKI ATMOSFERYCZNE



WĘŻE PNEUMATYCZNE I SPIRALNE



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

Co nowego w 2018 roku w dotacjach?

Anna Szymczak

Sukcesyjnie różne instytucje publikują nowe harmonogramy naborów na 2018 rok. Dla przedsiębiorców najważniejszym programem jest Program Inteligentny Rozwój, w ramach którego dystrybuowane są znaczne środki na badania oraz wdrożenia nowych technologii. Rok 2018 to prawdopodobnie ostatni rok w tej perspektywie budżetowej z tak dużymi środkami do rozdysponowania.

Zgodnie z danymi Ministerstwa Rozwoju w Programie planowanych jest co najmniej 25 nowych konkursów, na kwotę minimum 6,1 mld PLN.

Planowane są konkursy w podziale na cztery osie priorytetowe Programu. W ramach I Priorytetu „wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa” planowanych do ogłoszenia jest łącznie 9 konkursów na kwotę 3,5 mld PLN. Główną instytucją, która udziela środków, jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Nabory będą prowadzone w poddziałaniu 1.1.1 Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa – program określany jest także jako Szybka ścieżka – oraz w działaniu 1.2 Sektorowe programy B+R. Są to środki na prowadzenie badań,

które mają na celu powstanie nowych lub znacząco udoskonalonych produktów/procesów. Nabory prowadzone będą w ramach odrębnych formuł dla sektora małych i średnich firm (MSP) oraz dużych. Zazwyczaj minimalna kwota projektu w tym programie to 1 mln zł. Poniżej zestawienie terminów.

Druga grupa programów to programy sektorowe, które służą realizacji dużych przedsięwzięć B+R, istotnych dla rozwoju poszczególnych branż/sektorów gospodarki. Mogą służyć wyłanianiu inteligentnych specjalizacji, zgodnie z koncepcją przedsiębiorczego odkrywania.

W ramach II osi Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I przeprowa-

dzonych zostanie 5 nowych konkursów na łączną kwotę 230 mln PLN. Szczegółowe informacje odnośnie do terminu oraz kwoty alokacji kolejnego naboru w ramach działania 2.1 „Wsparcie inwestycji w infrastrukturę B+R przedsiębiorstw” zostaną określone w późniejszym terminie. To środki na zakup i tworzenie infrastruktury do prowadzenia badań.

W tej osi prowadzone są także nabory wniosków Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw (działanie 2.3) przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, w tym Bony na innowację, czyli dotacja na zakup usługi badawczej w zewnętrznej jednostce.

W ramach III osi „Wsparcie innowacji w przedsiębiorstwach” zaplanowano

Tabela 1. Projekty B+R przedsiębiorstw w 2018 roku (Działanie 1.1)

Nabór	Ogłoszenie konkursu	Rozpoczęcie naboru	Zakończenie naboru	Budżet zł	Uwagi
Konkurs przeznaczony dla MŚP (regiony słabiej rozwinięte, czyli poza woj. mazowieckim)	1 lutego 2018 r.	1 marca 2018 r.	30 maja 2018 r.	700 mln	Konkurs podzielony będzie na rundy
Konkurs przeznaczony dla dużych przedsiębiorców i konsorcjów przedsiębiorstw (regiony słabiej rozwinięte)	1 lutego 2018 r.	1 marca 2018 r.	29 czerwca 2018 r.	700 mln	Konkurs podzielony będzie na rundy
Konkurs przeznaczony dla MŚP posiadających certyfikat Seal of Excellence (regiony słabiej rozwinięte)	22 lutego 2018 r.	3 kwietnia 2018 r.	28 grudnia 2018 r.	50 mln	Konkurs podzielony będzie na rundy
Konkurs przeznaczony dla MŚP (regiony słabiej rozwinięte)	16 lipca 2018 r.	16 sierpnia 2018 r.	14 grudnia 2018 r.	700 mln	Konkurs podzielony będzie na rundy
Konkurs przeznaczony dla dużych przedsiębiorców i konsorcjów przedsiębiorstw (regiony słabiej rozwinięte)	1 sierpnia 2018 r.	3 września 2018 r.	30 listopada 2018 r.	700 mln	Konkurs podzielony będzie na rundy

Tabela 2. Sektorowe programy B+R w 2018 roku (Działanie 1.2)

Nabór	Ogłoszenie konkursu	Rozpoczęcie naboru	Zakończenie naboru	Budżet
Innowacyjny recykling (regiony słabiej rozwinięte)	23 lipca 2018 r.	24 września 2018 r.	20 listopada 2018 r.	50 mln
InnoNeuroPharm (regiony słabiej rozwinięte)	4 czerwca 2018 r.	3 sierpnia 2018 r.	2 października 2018 r.	230 mln
INNOMOTO (regiony słabiej rozwinięte)	12 marca 2018 r.	11 maja 2018 r.	10 lipca 2018 r.	300 mln
INNOship (regiony słabiej rozwinięte)	5 marca 2018 r.	30 kwietnia 2018 r.	29 czerwca 2018 r.	120 mln

Tabela 3. Wsparcie inwestycji w infrastrukturę B+R przedsiębiorstw w 2018 roku (Działanie 2.1)

Ogłoszenie konkursu	Rozpoczęcie naboru	Zakończenie naboru	Budżet
19 października 2017 r.	20 listopada 2017 r.	19 stycznia 2018 r.	460 mln
II kwartał 2018 r.	II kwartał 2018 r.	II/III kwartał 2018 r.	Wartość alokacji uzależniona od dostępności środków

Tabela 4. Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw w 2018 roku (Działanie 2.3)

	Ogłoszenie konkursu	Rozpoczęcie naboru	Zakończenie naboru	Budżet
Poddziałanie 2.3.1 Proinnowacyjne usługi IOB dla MŚP	4 lipca 2017 r.	10 sierpnia 2017 r.	28 lutego 2018 r.	45 mln
	7 marca 2018 r.	10 kwietnia 2018 r.	25 października 2018 r.	70 mln
Poddziałanie 2.3.2 Bony na innowacje dla MŚP	8 maja 2017 r.	8 czerwca 2017 r.	8 lutego 2018 r.	65 mln
	19 lutego 2018 r.	2 marca 2018 r.	22 listopada 2018 r.	70 mln
Poddziałanie 2.3.4 Ochrona własności przemysłowej	1 lutego 2018 r.	6 marca 2018 r.	29 listopada 2018 r.	50 mln

Tabela 5. Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw w 2018 roku (Działanie 2.3)

	Ogłoszenie konkursu	Rozpoczęcie naboru	Zakończenie naboru
Poddziałanie 3.2.1 Badania na rynek	2 sierpnia 2017 r.	5 września 2017 r.	28 lutego 2018 r.
	14 lutego 2018 r.	20 marca 2018 r.	5 grudnia 2018 r.
Wsparcie projektów, obejmujących wdrożenie wyników prac B+R	15 stycznia 2018 r.	15 lutego 2018 r.	24 maja 2018 r.
Poddziałanie 3.2.2 Kredyt na innowacje technologiczne	1 marca 2018 r.	4 kwietnia 2018 r.	8 maja 2018 r.
Poddziałanie 3.3.3 Wsparcie MŚP w promocji marek produktowych – Go to Brand			

Tabela 6. Badania naukowe i prace rozwojowe w 2018 roku (Działanie 4.1)

	Uwagi	Ogłoszenie konkursu	Rozpoczęcie naboru	Zakończenie naboru
Poddziałanie 4.1.1 Strategiczne programy badawcze dla gospodarki	Wspólne Przedsięwzięcie z woj. lubelskim technologie fotoniczne	29 listopada 2017 r.	29 grudnia 2017 r.	1 marca 2018 r.
	Wspólne Przedsięwzięcie INGA NCBR z PGNiG SA oraz GAZ-SYSTEM SA	19 stycznia 2018 r.	19 lutego 2018 r.	20 kwietnia 2018 r.
	Wspólne Przedsięwzięcie NCBR z woj. łódzkim	II/III kwartał 2018 r.	III/IV kwartał 2018 r.	III/IV kwartał 2018 r.
	Wspólne Przedsięwzięcie NCBR z woj. śląskim	III/IV kwartał 2018 r.	III/IV kwartał 2018 r.	IV kwartał 2018 r.
Poddziałanie 4.1.2 Regionalne agendy naukowo-badawcze	-	15 lutego 2018 r.	15 marca 2018 r.	15 maja 2018 r.

5 konkursów na łączną kwotę 1,9 mld PLN. Tutaj kryją się środki na projekty inwestycyjne i wdrożeniowe tak bardzo poszukiwane przez przedsiębiorstwa. Ciekawostką jest zapis, że nabory podzielone są na rundy, które jednak mogą być anulowane.

W ramach IV osi „Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego” planowanych jest 6 nowych konkursów na łączną kwotę wsparcia w wysokości minimum 400 mln PLN. Informacja o alokacji dla konkursów zaplanowanych

do realizacji w II połowie roku 2018 r. zostanie uzupełniona w kolejnej wersji harmonogramu konkursów Programu Inteligentny Rozwój.

Źródłem informacji do powyższego zestawienia jest Harmonogram opublikowany w listopadzie. Ten harmonogram może jeszcze ulec zmianie w trakcie roku, ale raczej nie będą to rewolucyjne zmiany. Oprócz programu Inteligentny Rozwój warto także zwrócić uwagę na harmonogramy regionalnych programów, które kryją czasami

porównywalne programy do tych krajowych, ale o niższych kwotach minimalnych projektów. ■

Anna Szymczak



MS-CONSULTING
ul. Warszawska 43
61-028 Poznań
tel. 61-826 61 30
fax 61-624 77 76
www.ms-consulting.pl

Bezpieczna i pewna synchronizacja czasu w ważnej infrastrukturze państwowej – ENERGETYKA

Wady synchronizacji opartej o odbiorniki GNSS i sieć Ethernet NTP/PTP

T. Widomski, K. Borgulski, J. Użycki, P. Olbrysz, J. Kowalski

Wstęp

W latach 2015–2017 firma Elproma uczestniczyła w międzynarodowym projekcie DEMETRA¹ Horizon 2020. Projekt dostarczył 9 nowych usług synchronizacji², wspierających wdrażany przez UE system GALILEO. Aby dobrze wykonać powierzone zadania, DEMETRA² poprzedzona była licznymi badaniami rynku określającymi zapotrzebowanie przemysłu na usługi synchronizacji. Przeprowadzono na terenie UE liczne audyty techniczne wybranych systemów synchronizacji opartych o satelitarny system GPS i sieć Ethernet TCP/IP, a ich wyniki odsłoniły liczne niedoskonałości obecnych rozwiązań (rys. 1).

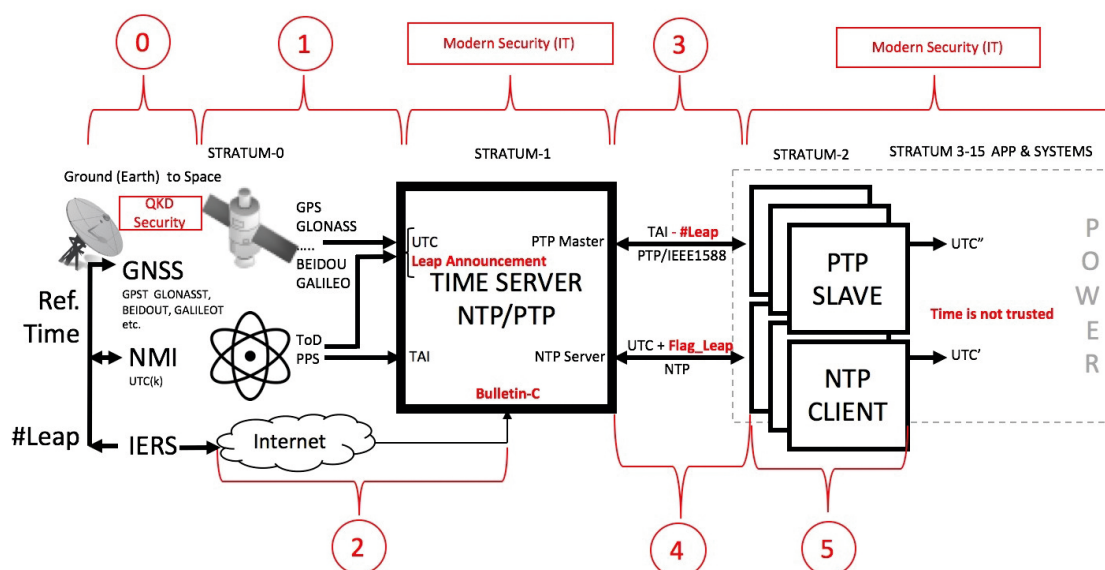
Elpromę zaproszono do projektu w charakterze eksperta protokołów dystrybucji czasu: NTP (*Network Time Protocol*) i PTP/IEEE1588 (*Precision Time Protocol*). Polskiej firmie powierzono też zadanie zaprojektowania nowej metody dystrybucji czasu, jaka mogłaby np. służyć bezpiecznej dystrybucji czasu do zastosowań prawnych. Czas taki określany jest też nazwą czasu urzędowego, którego źródła opisuje Dz.U 56/2004 (poz. 548)³. Wnioski z DEMETRY stały się

podstawą do kontynuacji prac B+R w innych projektach UE, takich jak Robust Time. Obecnie firma ELPROMA pracuje nad stworzeniem chmury znakującej czasem – projekt Safe Time (2017–2018).

WORKSHOP BRUKSELA DG-ENERGY 2017

Wnioski DEMETRY zostały zaprezentowane podczas spotkania w dniu 6 lutego 2017 r. w DG-ENERGY⁴ w Brukseli. Sformułowano tam też możliwe scenariusze cyberataku na infrastrukturę synchronizacji w sektorze energetyki (ang. *Time Synchronization Attack*), której skutkiem mogłoby być np. *blackout*. Mimo że prawdopodobieństwo skuteczności takiego ataku wydaje się nadal niewielkie, to ekspertów niepokoją sprzyjające takiemu zagrożeniu, nakładające się na siebie wzajemnie okoliczności:

- obserwowane zmiany geopolityczne tej dekady;
- zagrożenia terroryzmem i cyberterroryzmem;
- niski stopień świadomości roli synchronizacji w strategicznych sektorach gospodarek państw UE;



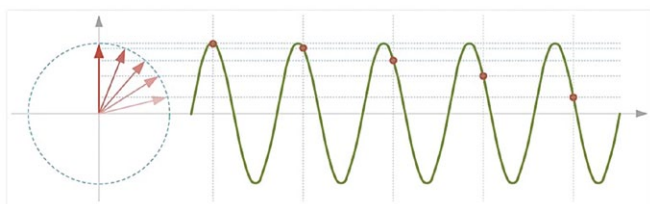
Rys. 1. Pięć etapów dystrybucji czasu UTC w energetyce obciążonej zagrożeniem błędów i utraty synchronizacji (ang. *time gaps*)

- numeryczna reprezentacja czasu w IT stawia obok siebie tak samo prawdopodobnym błąd wielkości nanosekundy, sekund, godzin, miesięcy i lat; zwiększa to ryzyko dotkliwszych konsekwencji skutecznego cyberataku w energetyce;
- rosnąca złożoność i współzależność systemów IT, mogąca wywołać efekt domina o dużej skali;
- niszowa natura synchronizacji powoduje, że segment ten liczy niewielkie grono ekspertów; ogranicza to możliwości wymiany informacji na dużą skalę z gronem ekspertów bezpieczeństwa;
- brak rozwiązań alternatywnych, w tym procedur postępowania w przypadku wystąpienia cyberataku na infrastrukturę synchronizacji energetyki.

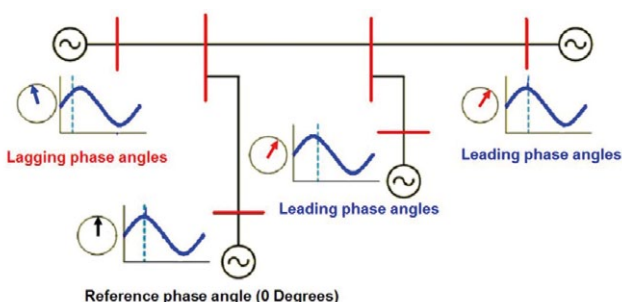
Zgodnie z wymaganiami opisanymi w dokumentach IEEE [29, 30], synchronizacja powinna zapewniać:

1. Zgodny czas, tzn. pracę we wspólnej domenie czasowej (ang. *Time Domain*) skali UTC.
2. Zapewnienie dokładności 1 mikrosekundy [μs] przy założeniu maksymalnej liczby 16 przejść (ang. *hop*) przez przełączniki i routery sieci Ethernet. Każde przejście wnosi średnio 50 ns opóźnienia, co definiuje konieczność zapewnienia przez serwer czasu co najmniej precyzji lepszej niż 200 ns (200×10^{-9} sekundy). Wymóg ten spełniają nieliczne serwery czasu z tzw. sprzętowym (PDV) znakowaniem czasu w warstwie fizycznej Ethernet (np. ELPROMA model NTS-5000 PTPv2 IEEE1588:2008 z profilem „ENERGY”).
3. Dokładność 500 ns do nadzoru stanu linii i precyzyjnej lokalizacji uszkodzeń techniką fali bieżącej (ang. *travelling wave*).

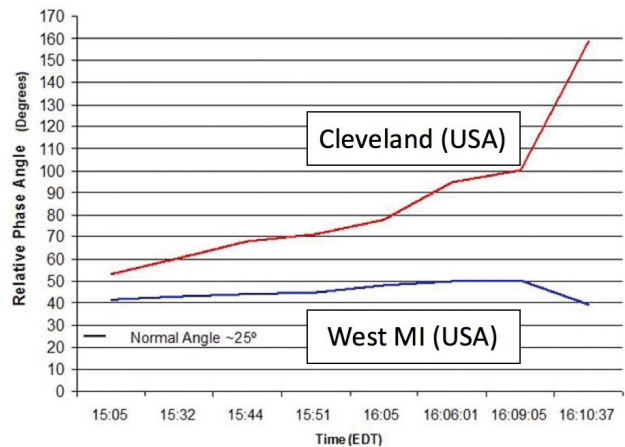
Dokładność 1 μs jest niezbędna do zarządzania dystrybucją energii. Kontrola odbywa się poprzez pomiar kąta fazowego (rys. 2) i jest realizowana przy pomocy urządzeń PMU (ang. *Phasor Measurement Unit*) określonych w standardzie IEEE C37.118 (rys. 3).



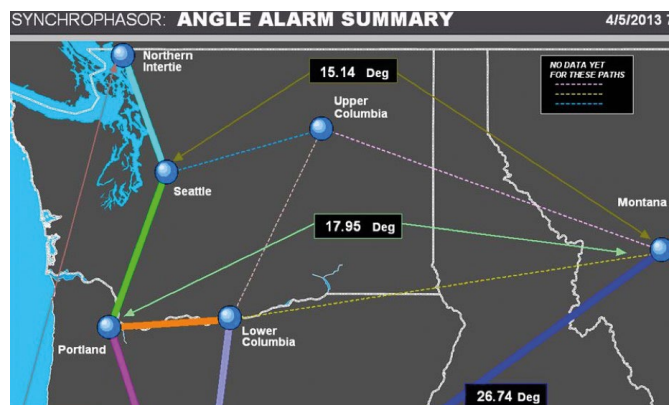
Rys. 2. Reprezentacja kąta fazowego w PMU /Synchrophasors IEEE C37.118/



Rys. 3. Rozproszony system monitorujący kąt fazowy dystrybuowanej energii



Rys. 4. Rejestrowany blackout na wschodnim wybrzeżu USA (sierpień 2003)

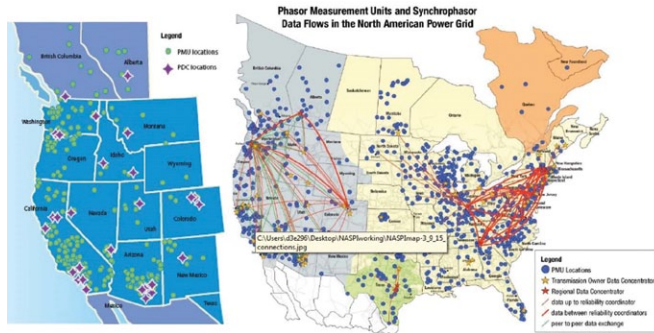


Rys. 5. SCADA monitorująca kąty fazowe w systemie firmy Boneville (USA)

Tak precyzyjna synchronizacja w energetyce formuje krytyczne parametry przesyłu energii, tutaj fazę, ale i częstotliwość wytwarzanego napięcia. Aktualny stan sieci energetycznej opiera się na estymacji, opartej o bieżący odczyt danych z układów pomiarowych. Dlatego dane muszą być przekazywane do systemów sterowania z możliwie jak najmniejszym opóźnieniem (*delay*).

Nieskorelowane w czasie informacje mogą dostarczyć nieprawdziwych lub nieaktualnych danych. Może to spowodować podjęcie błędnej decyzji przekierowania sterowania mocą i przepływem dystrybuowanej energii. W szczególności odchylenie kąta fazowego o wartość ponad 25° stwarza ryzyko poważnej awarii energetycznej, a nawet *blackoutu*. Rozsynchronizowanie PMU było najprawdopodobniej przyczyną *blackoutu* na wschodnim wybrzeżu USA w sierpniu 2003 roku (rys. 4).

Monitorowanie dystrybucji energii odbywa się przy pomocy systemów SCADA (rys. 5), generujących stosowne alarmy, w tym zwłaszcza informujące o zbyt dużych zmianach kątów fazowych. Nie mniej ważne jest przekazywanie tych danych ze znanym opóźnieniem, tak aby reakcja operatora możliwa była bez ryzyka awarii mogącej wywołać efekt domina (*blackout*).



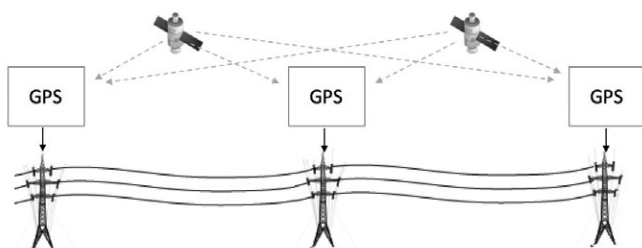
Rys. 6. WISP (lewa strona) – obszar zachodniego wybrzeża objęty programem połączenia PMU. Na prawo widok całej infrastruktury energii w USA

Rygor utrzymania parametrów synchronizacji w energetyce w Europie reguluje standard IEC61850-9-2 Bus & Station.

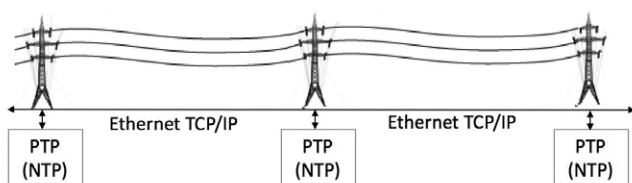
Zdaniem profesora Vaccarro [42] (projekt DEMETRA), to właśnie obawy przed skutecznym cyberatakiem na infrastrukturę synchronizacji opartą o GPS sprawiają, że do dnia dzisiejszego największy amerykański system zarządzania Smart Grid WAMPAC (*Wide Area Monitoring, Protection, and Control Systems*) pozostaje w trybie nadzoru danych, tzn. bez aktywnej automatyki sterowania przekierowaniem mocy dystrybuowanej energii. Sterowanie to pozostaje nadal pod kontrolą operatora i opiera się o dane z równoległych systemów.

Dlatego tak ważne jest stworzenie niezawodnego, pewnego mechanizmu dystrybucji czasu, gwarantującego utrzymanie rygoru 1 μs precyzji synchronizacji względem skali UTC. Wymóg ten opisuje standard IEEE C37.238. Dystrybucja czasu UTC zapewniającego wspólną domenę czasową może odbywać się na dwa sposoby, przedstawione na rysunku rys. 7 i rys. 8.

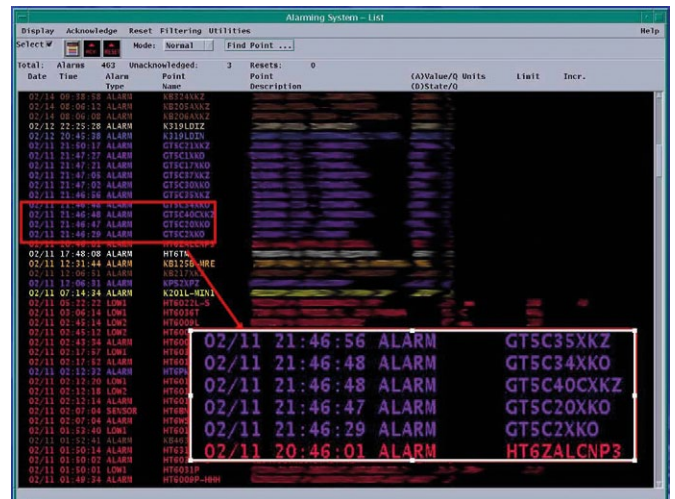
Do dystrybucji UTC można też wykorzystać mieszany model hybrydowy, będący dowolną kombinacją schematów z rys. 7 i rys. 8.



Rys. 7. Zdecentralizowany system odbiorników GPS



Rys. 8. Scentralizowany system dystrybucji czasu siecią Ethernet TCP/IP, wykorzystujący PTP/IEEE1588 (wcześniej protokół NTP)



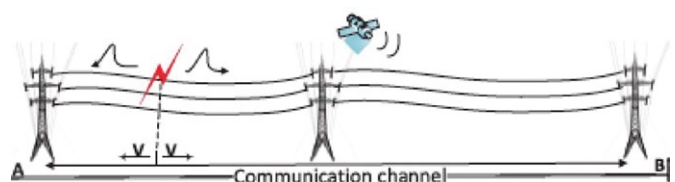
Rys. 9. Chronologia zdarzeń w LOG odzwierciedla relacje zdarzeń i zapewnia ciąg przyczynowo-skutkowy niezbędny do identyfikacji awarii

Każde wydarzenie w sieci generujące alarm jest rejestrowane w systemowych dziennikach zdarzeń LOG wraz z datą i godziną wystąpienia. Zachowanie chronologii tych zdarzeń wymaga synchronizacji wszystkich elementów systemu, włączając główne serwery, kontrolery (czujniki, w tym PMU), a nawet systemy baz danych (DB).

W przypadku wystąpienia awarii uporządkowane zapisy LOG dostarczają informacji niezbędnych do identyfikacji problemu. Jest to możliwe wyłącznie wtedy, gdy system IT pozostaje zsynchronizowany. Zachowanie relacji przyczynowo-skutkowych pozwala odtworzyć dokładny przebieg wydarzeń i ustalić przyczynę awarii. Nieautoryzowane zmiany zawartości dzienników LOG lub niewystarczająca synchronizacja uniemożliwiają identyfikację przyczyny wystąpienia awarii. Obecnie dzienniki LOG chronione są uprawnieniami administratora i włamanie do systemu z takimi prawami pozwala zmienić zapisy (rys. 9).

Synchronizacja jest też wykorzystywana w rozliczeniach energii (ang. *metering*), w wirtualnym handlu energią, bilingu i fakturowaniu. Błędy synchronizacji nie wnoszą tu wprawdzie bezpośredniego ryzyka paraliżu, ale mogą być powodem strat finansowych w różnej skali.

Warto jeszcze wspomnieć o pewnej poddziedzinie synchronizacji w energetyce, wymagającej dużych precyzji rzędu co najmniej 500 ns. Tak precyzyjny czas używany jest do pomiaru fali bieżącej (ang. *travelling wave*) – reakcji na wzorzec, używanej do diagnozowania stanu linii przesyłowych i wskazywania miejsca uszkodzeń. Im większa precyzja, tym dokładniej można ustalić miejsce uszkodzenia linii przesyłowej. Ma to zastosowanie zarówno dla linii napowietrznych, jak i podziemnych (rys. 10).



Rys. 10. Fala bieżąca lokalizuje uszkodzenia w linii przesyłowej

Awarie w sektorze energetyki mają wpływ na inne gałęzie przemysłu, a w szczególności na: bieżącą produkcję, telekomunikację (TV/radio/Internet), sektor finansowy, administrację publiczną, a w miastach na wodociągi i kanalizację, kierowanie ruchem ulicznym, ruch kolei, kontrolę lotów itp. Każda większa awaria w energetyce niesie ryzyko okresowej destabilizacji jakiegoś regionu. Odwoływane są planowe zabiegi operacyjne w szpitalach, licznym utrudnieniom ulega praca służb publicznych. Niepokój społeczny stymuluje dezinformacja spowodowana brakiem łączności i wzmacniana panującą po zachodzie słońca ciemnością. Brak perspektywy dostępu do posiadanych środków pieniężnych zdeponowanych w bankach wzmacnia jedynie i tak panującą niepewność.

Z tych powodów sektor energetyki pozostaje w zasięgu zainteresowania grup hakerów i jest narażony na ataki. Nowym wyzwaniem staje się ochrona infrastruktury energetycznej wrażliwej na skutki rozszynchronizowania.

PIĘĆ GRUP RYZYKA POWSTAWANIA BŁĘDÓW

W procesie transferu czasu ryzyko powstawania błędów synchronizacji występuje w następujących 5 etapach, wskazanych na rysunku rys. 1:

- etap 0 – transfer Ziemia – kosmos:
 - błędy wewnętrzne GNSS (GPS, GLONASS, BEIDOU),
 - wojskowa natura systemów GPS, GLONASS, BEIDOU;
- etap 1 – transfer kosmos – odbiornik GNSS na Ziemi:
 - zagłuszanie sygnałów GPS (ang. *GPS Jamming*),
 - symulacja naziemna sygnałów GPS (ang. *GPS Spoofing*),
 - brak obsługi sekundy przestępnej (ang. *Leap Second*),
 - błędy wewnętrzne odbiorników satelitarnych GNSS,
 - wielosekundowe różnice skal czasu GPST, GLONASS, BEIDOUT, GALILEOT;
- etap 2 – transfer publiczną siecią Internet:
 - brak kryptograficznej ochrony pliku (EIRS biuletyn-C) (możliwość manipulacji czasem oparta o podmianę pliku);
- etap 3 – transfer siecią Ethernet (protokół NTP):
 - brak zapowiedzi sekundy przestępnej (*Leap Second*),
 - wpływ asymetrii łącz na dokładność synchronizacji,
 - celowe wprowadzanie opóźnień (np. *Time Delay Attack*);
- etap 4 – transfer siecią Ethernet (protokół PTP/IEEE1588):
 - brak autentykacji przesyłanych protokołem danych,
 - reprezentacja UTC w postaci składowych (TAI, #Leap),
 - celowe wprowadzanie opóźnień (np. *Time Delay Attack*);
- etap 5 – transfer wewnętrzny na poziomie sprzętu:
 - zróżnicowanie systemowe OS/firmware (obsługa czasu UTC, różnice w sposobie obsługi sekund przestępnych),
 - błędy i opóźnienia asymetrii OS API (*firmware*),
 - błędy ludzkie (ustawień konfiguracji, profili PTP itp.),
 - błędy niezgodności (kompatybilności) PTP/IEEE1588,
 - błędy skal czasu (reprezentacja: UTC, POSIX, TAI).

Sama wielkość błędu synchronizacji może się wahać w przedziale od nanosekund aż po całe sekundy, a nawet dni i lata. Wiąże się to z numeryczną reprezentacją czasu (różne wagi poszczególnych bitów reprezentujących czas), podczas gdy powszechnie znane czynniki, takie jak temperatura czy propagacja informacji dają z reguły niewielkie błędy.

ŹRÓDŁA BŁĘDÓW SYNCHRONIZACJI

1. Jamming & Spoofing GNSS⁵

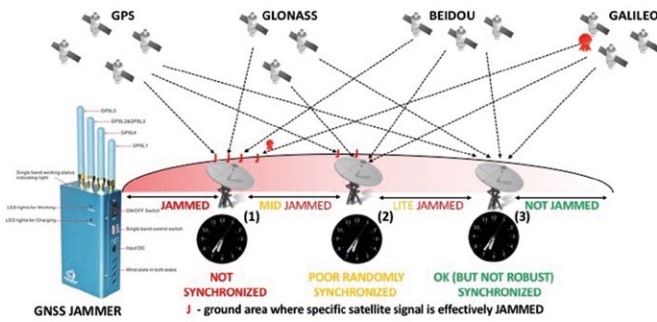
Jamming to możliwość lokalnego zagłuszania sygnałów GNSS przy pomocy niedrogich, ale bardzo skutecznych urządzeń, dostępnych np. w sprzedaży internetowej. Skuteczność działania systemów zagłuszających i symulatorów GPS zależy od mocy użytego nadajnika. Współczesne urządzenia zagłuszające są perfekcyjnie dopasowane do częstotliwości wiązki satelitarnej i emitowany przez nie sygnał zagłuszający coraz częściej uwzględnia zaawansowane właściwości kodowania wiązki GPS L1-L5 (rys. 11). Skuteczność zagłuszania zależy od ukształtowania terenu, urbanistyki, lokalizacji anten serwerów czasu itp.



Rys. 11. Urządzenia do zagłuszania sygnałów GNSS są obecnie precyzyjnie dopasowane częstotliwością i pasmem do typu wiązki, a nawet sposobu jej kodowania

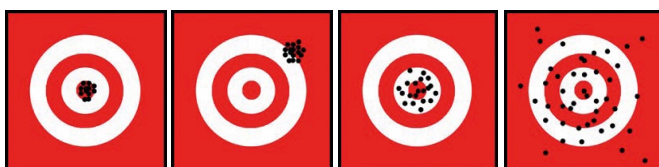
Jeszcze nie tak dawno, niecałą dekadę temu, ich użycie w segmencie synchronizacji było sporadyczne. Nieliczne przypadki użycia były na tyle słabo udokumentowane, że trudno było odróżnić celowe zagłuszanie od wpływu zakłóceń elektromagnetycznych. Obecnie używanie urządzeń zagłuszających rozpowszechnia się. Londyńska giełda co kilka dni odnotowuje incydenty z ich użyciem, a niektóre przypadki wymuszają okresowe przerwy w notowaniach. Podobne próby mogą mieć miejsce również w sektorze energetyki w strukturze z rys. 7.

O ile zegar #1 (rys. 12) nie posiada alternatywnych dla GNSS dróg pozyskiwania wzorcowego czasu UTC (np. z NMI i zdalnie dostępnych serwerów NTP/PTP), jego czas w zależności od stabilności wbudowanych oscylatorów będzie sukcesywnie degradował się, podając coraz bardziej nieprawidłowe wskazanie względem UTC. Jeżeli zegar posiada wbudowane wysokiej jakości oscylatory, to proces degradacji (tempo wzrostu błędu UTC) może zostać spowolniony lub zatrzymany do czasu przywrócenia odbioru sygnału satelitarnego GNSS. Aby mogło tak być, oscylatory muszą uprzednio zsynchronizować się do GNSS lub zdalnie do NMI. Taki autonomiczny tryb pracy



Rys. 12. Skuteczność zasięgu zagłuszaczy GNSS zależy od siły nadajnika. W polu oznaczonym kolorem czerwonym (lewa część) odbiór GPS jest niemożliwy. W środkowej części odbiór jest losowy i sporadyczny, a w części z prawej strony mogą wystąpić problemy z odbiorem GPS i synchronizacją

zegara nazywa się trybem *holdover*. W zależności od stabilności oscylatorów i żądanej precyzji synchronizacji czas UTC w trybie *holdover* może być autonomicznie utrzymywany: godziny (TCXO), dni (OCXO), a nawet tygodnie i miesiące (Rubid). Ważnym, niezbędnym do spełnienia warunkiem jest podtrzymanie zasilania oraz nieresetowanie serwera NTP/PTP. Niezsynchronizowany z GNSS oscylator pracuje w trybie FreeRun, zapewniając stabilną częstotliwość sygnału, ale nie gwarantując dokładnego czasu UTC. Synchronizację oraz jej błąd można zilustrować przy pomocy tarcz strzelniczych, których środek symbolizuje wzorcowy czas UTC (rys. 13).



a)	b)	c)	d)
Synchronizacja GNSS Holdover (OSC)	Brak synchronizacji FreeRun (OSC)	Słaba synchronizacja GNSS, brak OSC	Brak synchronizacji GNSS, brak OSC

Rys. 13

Zegary i serwery NTP/PTP bez wbudowanych oscylatorów *holdover* reagują natychmiast na zagłuszanie GNSS i wprowadzają duży narastający błąd synchronizacji UTC.

Rozwiązaniem problemu zagłuszania należy szukać w prostej dywersyfikacji polegającej na jednoczesnym użyciu większej niż 3 ilości niezależnych od siebie źródeł i metod dostawy UTC. Sygnały czasu można uzyskać z:

- wielu rozproszonych odbiorników GNSS (rys. 14);
- sieci Ethernet i zdalnych serwerów NMI;
- lokalnie z oscylatorów *holdover*.

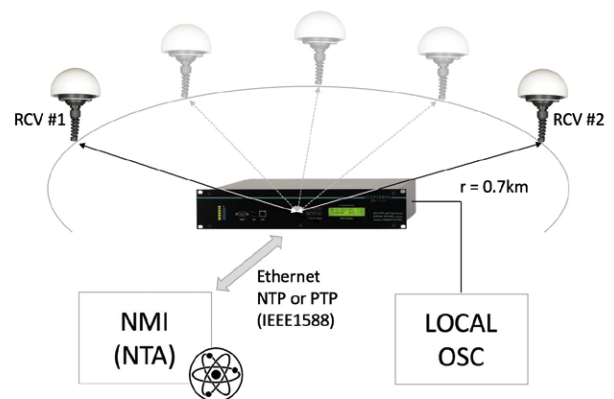
Spoofing GNSS polega na fałszowaniu wiązki sygnału satelitarne go w celu wprowadzenia odbiornika w błąd pozycji i czasu. Wybrane systemy GNSS (np. GALILEO) przewidują wprowadzenie płatnej usługi zabezpieczającej przed takim



Rys. 14. Rozmieszczone w promieniu 0,7 km od serwera ELPROMA NTS-5000 dwa niezależne odbiorniki GNSS minimalizują skuteczność zagłuszania GNSS

zagrożeniem. Obecnie urządzenia spoofingowe pozostają na tyle drogie, że prawdopodobieństwo ich użycia jest zdecydowanie mniejsze niż użycie urządzeń zagłuszających. Celowe wprowadzenie odbiornika w błąd wiąże się z konkretnym celem działania. Takie przypadki odnotowuje się w sektorze finansowym w pobliżu dużych giełd finansowych w USA i w Wielkiej Brytanii. Kary za takie praktyki wyrażają się w liczbach 9-cyfrowych. Karane są banki inwestycyjne, np. z segmentu HFT, które próbują w ten sposób wykorzystywać chwilowo wywołane perturbacje na rynku finansowym.

W przypadku *spoofingu*, podobnie jak przy zagłuszaniu ważna jest dywersyfikacja ryzyka i używanie wielu źródeł UTC jednocześnie. Nie mniej ważna jest dywersyfikacja metod dostarczania czasu. Pomocą może być alternatywna dla GNSS droga dostrajania serwera do zdalnych wzorców NMI oraz dbanie o prawidłowy czas lokalnych oscylatorów *holdover* (rys. 15). Zarówno zagłuszanie, jak i *spoofing* GNSS mogą być też rozpoznane przy pomocy specjalnych urządzeń. Niektóre z nich (rys. 16) mogą wskazać nawet kierunek, z którego pochodzi emisja sygnału zakłócającego. Stosowanie takich urządzeń wymaga stworzenia stosownych regulacji prawnych oraz ustanowienia procedur postępowania przez służby ochrony mienia.



Rys. 15. Fałszywe sygnały GNSS mogą być rozpoznane i odrzucone, jeżeli serwer korzysta jednocześnie z alternatywnych źródeł i metod dostawy czasu

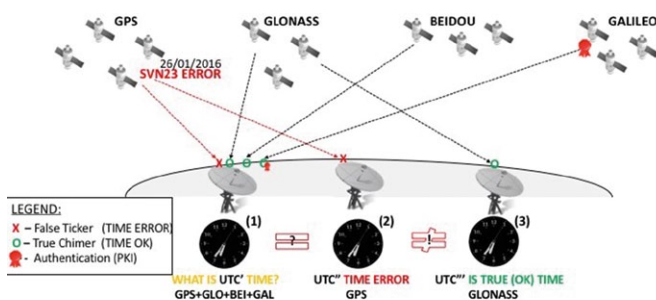


Rys. 16. Urządzenie rozpoznające zagłuszanie i wskazujące kierunek źródła

2. Nieodporność komercyjnych odbiorników GNSS na wewnętrzne błędy systemowe GPS, GLONASS itp.

Przypadek błędu UTC, znanego jako SVN23⁶, wydarzył się w dniu 26 stycznia 2016 r. Wewnętrzny błąd systemu GPS wprowadził do odbiorników komercyjnych na Ziemi błąd 13,5 μ s względem czasu UTC, utrzymywanego prawidłowo przez pozostałe systemy GNSS (GLONASS, BEIDOU, GALILEO) oraz instytuty metrologii NMI, dysponujące zegarami atomowymi. Błąd wykazały nawet odbiorniki multisatelitarne GNSS, ponieważ najczęściej wiodącym systemem bazowym nadal pozostaje GPS. Część odbiorników na Ziemi mogła wskazać inny błąd, np. mniejszy niż 13,5 μ s. Mogło by tak być w przypadku, gdy średnia ważona wytwarzanego w odbiorniku UTC sygnału czasu uwzględniała większą rolę pozostałych prawidłowo pracujących systemów GNSS. Możliwe, że część odbiorników (np. takie, które nie używały GPS, a były skonfigurowane do pracy wyłącznie z systemami GLONASS i BEIDOU, bez GPS) nie wskazały błędu 13,5 μ s. Błąd zarejestrowały, ale nie powieliły go narodowe instytuty metrologii (NMI) dysponujące własnymi zegarami atomowymi i wytwarzające własne skale UTC(k).

W przypadku błędu GPS 13,5 μ s (SVN23) (rys. 17) zdestabilizował on na wiele godzin pracę systemów informatycznych, co opisano w mediach (np. BBC⁷). Wielkość błędu, choć pozornie niewielka, zagroziła stabilności sektora energetycznego, przekraczając 13,5 razy żadaną dokładność UTC (max.



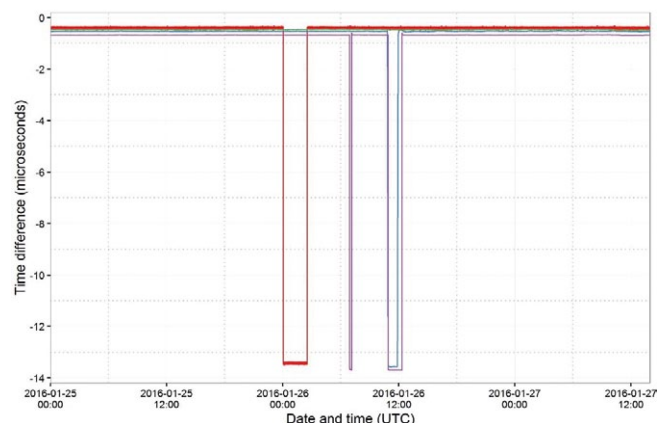
Rys. 17. Wewnętrzne błędy poszczególnych systemów GPS, GLONASS, BEIDOU, GALILEO mogą wprowadzić błąd jak SVN23 z 26/01/2016

dopuszczalny błąd czasu). Błąd stanowił też zagrożenie dla sektora finansowego. Przypadek SVN23 pokazał, że systemy grupy GNSS nie są wolne od błędów. Wielkość offsetu 13,5 μ s mogłaby być większa, gdyby błąd dotyczył bardziej znaczących bitów rejestru danych, reprezentujących numerycznie czas w systemie satelitarnym GPS. Znałe są też inne przypadki podobnych błędów w systemach GPS, GLONASS itp.

Skutki błędów SVN23 nie różnią się od symptomów *spoofingu* GPS i stanowią ten sam problem do rozwiązania. Aby wykryć taki błąd, należy dysponować dostępem do innego źródła UTC nieobciążonego błędem.

Takimi niezależnymi od GPS źródłami dysponują narodowe instytuty metrologii (NMI).

Pokazane na (rys. 18) wyniki odchyleń 13,5 μ s testowanych laboratoryjnie w NMI różnych urządzeń odbiorczych GPS (kolor przyporządkowany jest konkretnemu urządzeniu) pokazują, że testowane odbiorniki i serwery GPS reagują z różnym opóźnieniem i bezwładnością na ten sam błąd SVN23. Wytwarza to nieoczekiwane dodatkowe różnice czasu między odbiornikami, które nie wystąpiłyby, gdyby odbiorniki były identyczne chociaż nadal podatne na błąd SVN23. Powyższe raz jeszcze skłania do przemyśleń nad budową rozwiązań, które mogłyby uzyskiwać wzorcowy czas UTC z niezależnych źródeł i niezależnymi od siebie metodami: GNSS, NMI (Ethernet), OSC.

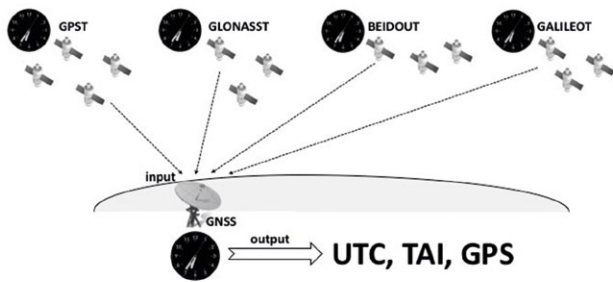


Rys. 18. Błąd 13,5 μ s obserwowany w warunkach laboratoryjnych NMI

3. Wielosekundowa rozbieżność czasu między skalami GPST, GLONASST, BEIDOUT, GALILEOT

Potocznie mówi się o „czasie z GPS”, ale w praktyce prawie zawsze chodzi o skalę czasu UTC. Nieścisłe terminy i żargon mogą jednak prowadzić do błędów skutkujących wielosekundowymi rozbieżnościami w przedziale od 18 do 37 sekund, różniącymi od siebie skale czasu GPST, TAI od skali UTC.

Mało znanym faktem jest, że poszczególne systemy satelitarne grupy GNSS używają wewnętrznie różniących się od siebie o wiele sekund skal czasu⁸: GPST, GLONASST, BEIDOUT, GALILEOT (rozszerzenie T oznacza czas). Skale te bywają udostępniane jako opcja konfiguracji odbiorników komercyjnych. Źle skonfigurowane mogą udostępniać na wyjściu np. serwera PTP/NTP czas z wielosekundowym błędem względem UTC (rys. 19).



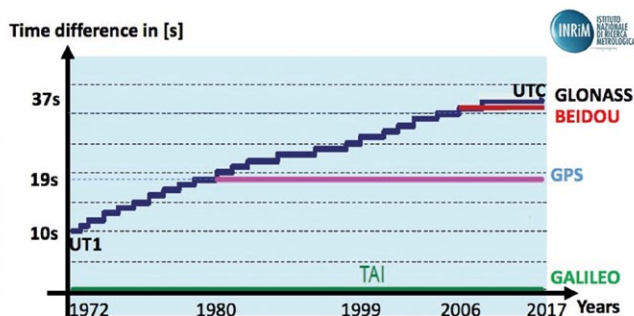
Rys. 19. Wyjściowy czas OUTPUT odbiornika i serwera GNSS może być wyrażony w skali UTC, TAI lub GPST

Wynikowy czas UTC, otrzymywany na wyjściu odbiornika satelitarnego, wyliczany jest w tym konkretnie odbiorniku. Odbiorniki (np. GPS) często traktowane są w sposób podobny do karty sieciowej LAN/WiFi, tzn. tak, jakby odbierały czas z satelity i przekazywały go dalej do systemu IT. Jest to duże uproszczenie.

Aby wyznaczyć prawidłowy czas UTC, odbiornik musi nie tylko odebrać i zdekodować informacje z satelity, ale też musi on uwzględnić szereg matematycznych poprawek, związanych z ruchem satelitów (np. dylatację czasu wynikającą ze szczególnej teorii względności, propagację mikrofal w atmosferze itp.).

Ostateczna jakość (dokładność i precyzja) produkowanego przez odbiornik GNSS czasu UTC zależy od wbudowanego w firmware algorytmu, wydajności sprzętu (układów w.cz, procesora itp.), z jakiego zbudowano odbiornik, oraz od stabilności i precyzji wewnętrznego oscylatora. Odbierany cyklicznie, prawidłowo dekodowany sygnał satelitarny jest przetwarzany i dostarcza on wewnętrzny oscylator, który jest podstawą wyjściowego czasu w wybranej skali czasu (np. UTC). Odbiornik może zarówno faworyzować (np. GPS), jak i umniejszać rolę poszczególnych systemów grupy GNSS, zwiększając lub zmniejszając ich wagi podczas uśrednień wyznaczania UTC. Algorytm i wartości wag pozostają zawsze informacją poufną producenta i nie są podawane w specyfikacji technicznej komercyjnego odbiornika GNSS.

Nie należy mniemać, że układ odbiorczy amerykańskiej firmy będzie używał jako wiodącego amerykańskiego systemu



Rys. 20. Historyczna ewolucja zmian w różnicach czasu między poszczególnymi skalami GNSS (GPST, GLONASS, BEIDOUT, GALILEOT)

GPS, chociaż wydaje się z naturalnych powodów, że właśnie tak powinno być. W dobie globalizacji i międzynarodowych przejęć korporacyjnych związki miejsca wytwarzania odbiornika i miejsca rejestracji firmy (właściciela) mogą wprowadzać w błąd i powodować niewłaściwe opinie. Błędy wynikające z różnic skal czasu GPST, GLONASS, BEIDOUT, GALILEOT (rys. 20) to kolejna możliwość prowadząca do wielosekundowych rozbieżności w synchronizowanej infrastrukturze.

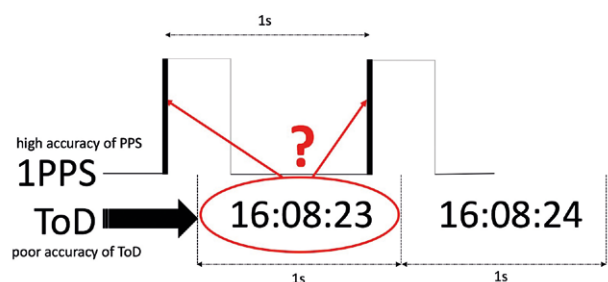
4. Odbiorniki GNSS – błąd PPS

Wydawać by się mogło, że niemożliwe jest, by zabiegając o duże precyzje wyrażane w nanosekundach, mikrosekundach, milisekundach nie wpaść łatwo w pułapkę dużego błędu nawet jednej sekundy (stąd nazwa).

Błąd jednej sekundy wiąże się z trudnością prawidłowego powiązania dwóch wytwarzanych w odbiorniku GNSS sygnałów wyjściowych: 1PPS-out (częstotliwość) i informacji ToD-out (faza) referencyjnego wzorca czasu UTC (rys. 21).

Sygnał 1PPS (puls *per second*) jest bardzo precyzyjnym wzorcem wyznaczającym początek sekundy. Jest to odpowiednik wahadła w zegarze grawitacyjnym. Nie zawiera informacji o godzinie, minutach ani o liczbie sekund. Informację tę wskazuje drugi z wzorców – ToD (*time of a day*) i uzupełnia je informacją z kalendarza (rok, miesiąc, dzień).

Wzorzec 1PPS jest co najmniej o trzy rzędy wielkości precyzyjniejszy od informacji ToD, ale wyznacza jedynie początek sekundy, a ta musi być przypisana do prawidłowego znacznika ToD. Powodem możliwości powstawania błędu sekundy jest trudność przyporządkowania prawidłowego zbocza 1PPS właściwemu znacznikowi ToD (rys. 21). Związane z nim niepowodzenia synchronizacji i błędy rozbieżności czasu należy tłumaczyć słabą współpracą pomiędzy grupami IT i specjalistami ds. synchronizacji. Podczas gdy jedni zakładają bezbłądność zakupionych odbiorników GNSS, to drudzy uważają, że omawiany problem jest oczywisty i jasny dla każdego. Problem ten niestety nie omija najbardziej renomowanych firm i urzędzeń.



Rys. 21. Który z sygnałów 1PPS (lewy czy prawy) prawidłowo określa początek znacznika ToD godziny 16:08:23

5. Sekunda przestępna (leap second)

Powodem wprowadzania dodatkowej sekundy przestępnej (*leap second*) jest obserwowane od lat spowalnianie ruchu obrotowego Ziemi. Korekta pozwala utrzymać relację między skalą UTC (opartą o atomową skalę czasu TAI) a obserwowanym czasem astronomicznym. Ostatnia 37 sekunda przestępna dodana

Scenariusz 1
30 czerwca godz.
23:59:60 UTC

Scenariusz 2
31 grudnia godz.
23:59:60 UTC

Formuła zależności skal TAI-UTC

$$\text{TAI} - \text{UTC} = \#\text{Leap-Seconds}$$

Rys. 22. Scenariusze zmian sekundy przestępnej oraz zależność TAI-UTC

była o północy UTC 31 grudnia 2016 roku. W Polsce był już Nowy Rok 2017.

O decyzji dodania lub odjęcia sekundy przestępnej decyduje (i oznajmia o tym) z wielomiesięcznym wyprzedzeniem IERS (*International Earth Rotation Service*). Informacje publikowane są w formie piku biuletynu C⁹. Istnieją dwa dozwolone scenariusze dodania lub odjęcia sekundy przestępnej (rys. 22).

Istnieją też dwa zapasowe (3, 4) nieużywane dotychczas scenariusze zmian z datami: 31 marca i 30 września.

Protokół dystrybucji PTP/IEEE1588 przekazuje siecią jedynie składniki skali UTC w postaci: czasu TAI oraz liczby sekund (*#Leap-Seconds*), które należy odjąć od TAI, aby otrzymać czas UTC po stronie klienta (*slave PTP*). Synchronizowany klient PTP sam scala otrzymane protokołem PTP/IEEE1588 dane wg formuły pokazanej na rys. 22, i tym samym przekazuje na stronę PTP-Slave pełną odpowiedzialność za prawidłowe obliczenie ostatecznego czasu UTC w systemie klienckim. Może się to odbywać na poziomie interfejsu sieciowego, aplikacji (APP) lub we wnętrzu jądra systemu operacyjnego.

W każdym przypadku podejście takie wydaje się niebezpieczne i może prowadzić do powstawania sekundowych różnic czasu, wynikających ze zróżnicowanych metod wytracania sekundy przestępnej. Protokół PTP/IEEE1588 nie zapewnia też ochrony kryptograficznej przekazywanej siecią Ethernet

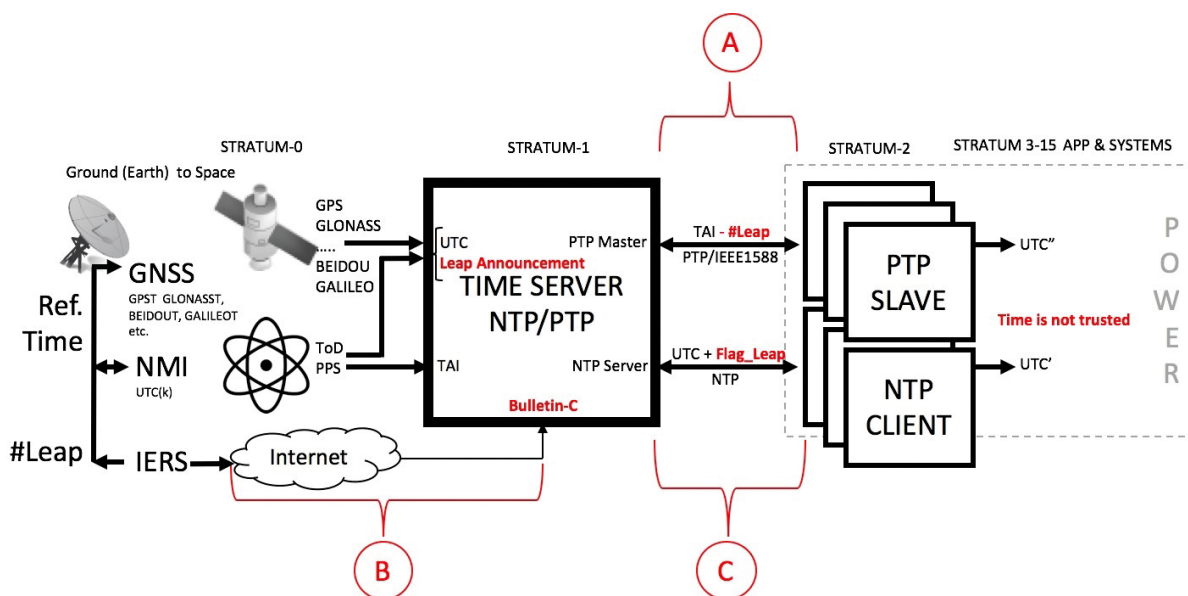
informacji, co tworzy lukę bezpieczeństwa, pozwalającą na zmianę danych protokołu (np. parametru *#Leap_Second*). Prawdopodobnie odporność na takie sytuacje nie jest brana pod uwagę w energetyce.

Protokół NTP przekazuje gotowy do użycia czas UTC bez wyszczególniania składowych TAI i *#Leap_Seconds*, tak jak to robi PTP/IEEE1588. Protokół NTP anonuje jedynie zmianę sekundy przestępnej, która ma nastąpić, po to, aby przygotować system kliencki NTP do usunięcia lub wytracenia kolejnej nadmiarowej sekundy przestępnej.

Zapowiedzi sekund przestępnych mogą być dostarczone zarówno za pośrednictwem systemów satelitarnych GNSS i poprzez sieć Ethernet TCP/IP (Biuletyn-C), jak i pośrednio przez flagę zapowiedzi w protokołach NTP i PTP/IEEE1588. Jednak w każdym przypadku za obsługę sekundy przestępnej odpowiedzialna jest strona klienta i jego system operacyjny lub firmware urządzenia. Możliwe są następujące sposoby obsługi sekundy przestępnej:

1. Cofnięcie czasu systemu klienckiego o 1 sekundę na koniec sekundy przestępnej, a więc w nowej dobie UTC dwukrotnie wystąpi ta sama sekunda 00, zanim pojawi się sekunda 01.
2. Cofnięcie o 1 sekundę na początku sekundy przestępnej (podobnie jak w p. 1 wyżej), ale powtórzona zostanie sekunda 59, zanim pojawi się nowa sekunda 00.
3. Zatrzymanie na 1 sekundę zegara klienckiego.
4. Zatrzymanie zegara UTC przy jednoczesnym minimalnym zwiększaniu zawartości liczników i stempli czasu. To płynne wytracanie jednej sekundy nie wywołuje skoków czasu.

Systemy IT w energetyce pochodzące z różnych dekad różnią się metodami obsługi sekundy przestępnej (punkty 1–4). Może to spowodować powstanie błędu 2 sekundy w przedziałach od 12 godzin przed do 12 godzin po północy UTC podczas obsługi sekundy przestępnej.



Rys. 23. Dystrybucja czasu UTC w sieci Ethernet. Słabe punkty w systemie dystrybucji czasu z wykorzystaniem protokołów NTP i PTP (punkt A i C). Brak autentykacji plików Biuletynu-C (punkt B) pozwala na manipulację ilością sekund przestępnych. Strona kliencka może produkować różniące się od siebie czasy UTC' i UTC''.

Brak kryptograficznego zabezpieczenia PKI pliku biuletynu C¹⁰ wnosi ryzyko zamiany całego pliku wraz z danymi dotyczącymi liczby i harmonogramu zmian. Pozostawia to zasadniczą lukę w systemie bezpieczeństwa systemów IT wykorzystujących taki plik i może posłużyć do rozsynchronizowania całego systemu. Zawartość pliku jest wprawdzie zabezpieczona funkcją skrótu SHA, ale brak autentykacji PKI, np. w postaci cyfrowego podpisu kluczem prywatnym IERS, osłabia znacząco bezpieczeństwo synchronizacji. Z kolei brak uwierzytelnienia (*authentication*) protokołu PTP (IEEE1588) i fakt przekazywania protokołem informacji rozbitej na składowe TAI i #Leap-Sec wywoła ten sam skutek: zmianę liczby sekund przestępnych.

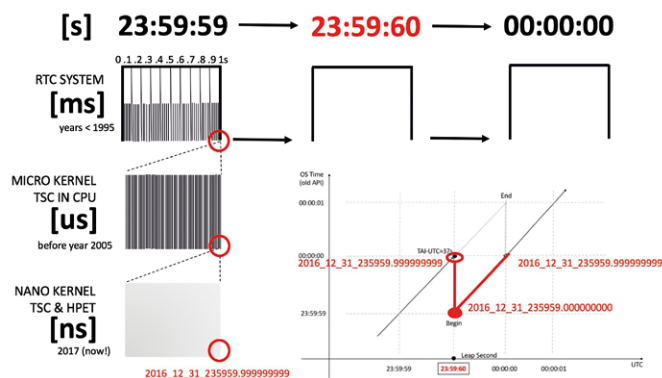
Z wymienionych wyżej powodów prawidłowa i bezkolizyjna dla cyberbezpieczeństwa obsługa sekundy przestępnej (*leap second*) pozostaje jednym z najtrudniejszych wyzwań informatyki, w tej i prawdopodobnie następnej dekadzie. Dlatego ważne jest wprowadzenie niezbędnych regulacji prawnych normujących zasady obsługi tej sekundy w systemach IT. Obsłudze sekundy przestępnej towarzyszyć może też szereg efektów ubocznych. Niektóre prowadzić mogą do niedeterministycznego zachowania się kontrolerów, a nawet całych systemów IT. Ilustruje to przypadek opisany jako: <https://access.redhat.com/solutions/154793>.

6. Destabilizacja systemu operacyjnego (firmwaru) z przetwarzania UTC na poziomie jądra OS

Czytelny format reprezentacji czasu i daty, znany z wyświetlaczy (rys. 24, górna część) formatowany jest w wyższych warstwach systemu operacyjnego.

Im bardziej zagłębiamy się w stronę jądra systemu (*OS kernel*), tym bardziej reprezentacja czasu przybiera kanoniczną postać unikalnego znacznika czasu reprezentowanego za pomocą liczby. Zmiana liczby odzwierciedla upływ czasu i za zmianę tę odpowiadają specjalne liczniki, które ściśle powiązane są z konkretną architekturą i sprzętem (systemów, kontrolerów PMU itp.).

Czas w postaci znaczników ma mniej czytelną postać, ale za to pozwala na reprezentację czasu z bardzo dużą rozdzielczością i precyzją (rys. 24, lewa kolumna).



Rys. 24. Obsługa czasu we wnętrzu systemu operacyjnego. Cofnięcie zegara klienta wstecz (np. wstawienie sekundy przestępnej, replikuje zdarzenia, które nie powinny być wykonane dwukrotnie)

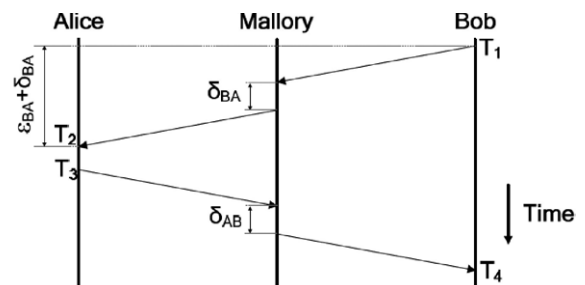
Zarządzanie procesami (współbieżność) i zadaniami (wielowłokowość) powiązane są ze znacznikami czasu. Podczas obsługi sekundy przestępnej wskazanie obserwowane na wyświetlaczu jako 61 sekunda (rys. 24, górna środkowa kolumna na czerwono) we wnętrzu systemu operacyjnego OS obsługiwane jest inaczej.

System po przeskalowaniu cofa się w czasie, powoduje powtórne wykonanie pewnej ilości znaczników (rys. 24, prawa dolna część – wykres). Może to spowodować niepożądane powtórne wykonanie czynności. W pewnych przypadkach, jak np. w przypadku systemu Linux Redhat¹², może to zdestabilizować pracę całego systemu.

Problem jest znacznie szerszy niż obsługa sekundy przestępnej. Dotyczy wszelkich przestawień zegara poza wywołaniem API. Szczególnie niebezpieczne jest cofanie czasu systemowego. Zwracamy na to uwagę, ponieważ wydaje się, że taka czynność jest naturalna w procesie synchronizacji.

7. Atak wprowadzający opóźnienia (Time Delay Attack)

Firma Marvell¹¹ przedstawiła teoretyczny model ataku w sieci, polegającego na wprowadzeniu celowych opóźnień (rys. 25) pakietów synchronizacyjnych NTP i PTP na poziomie wędrówki *round trip*. Taki atak nie może być powstrzymany współczesnymi metodami ochrony bezpieczeństwa, ponieważ opóźnieniu podlegają nawet pakiety szyfrowane, a ich zawartość nie podlega żadnej modyfikacji. Prawdopodobnie jedyną skuteczną metodą przeciwdziałania może być w przyszłości kryptografia kwantowa całej infrastruktury sieci światłowodowej.



Rys. 25. Mallory opóźnia przekazywanie pakietów synchronizacyjnych NTP/PTP pomiędzy Bobem (slave) a Alice (master)

UKRYTE SŁABE STRONY SYNCHRONIZACJI

Wizje lokalne istniejących instalacji GPS odsłoniły wiele niedoskonałości. Instalowane na dachach blisko urządzeń elektrycznych, bez pełnego widoku nieba, często blisko siebie, zmontowane na liniach instalacji odgromowych, zbyt liczne grupy anten GNSS nie tylko zakłócają wzajemnie swoją pracę, ale stanowią łatwy cel zagłuszczy sygnałów satelitarnych GNSS. Przeprowadzone audyty systemowe pokazały obraz instalacji nieodpornych na zaniki sygnałów GPS (brak *holdover*). Problem stanowi też brak stałego jednoczesnego nadzoru operatorskiego wielu odbiorników satelitarnych. Niedoświadczony w zakresie dozoru i obsługi odbiorników personel wymaga okresowych szkoleń, ale przede wszystkim brakuje wdrożonych procedur postępowania w przypadkach braku synchronizacji



Rys. 26. Przykład wadliwej instalacji: odbiornniki zamontowane zbyt blisko siebie zakłócają się wzajemnie i dołączone są do instalacji odgromowych

i utraty synchronizacji. Niezbędne jest natychmiastowe sprawdzenie aktualnie posiadanej instalacji.

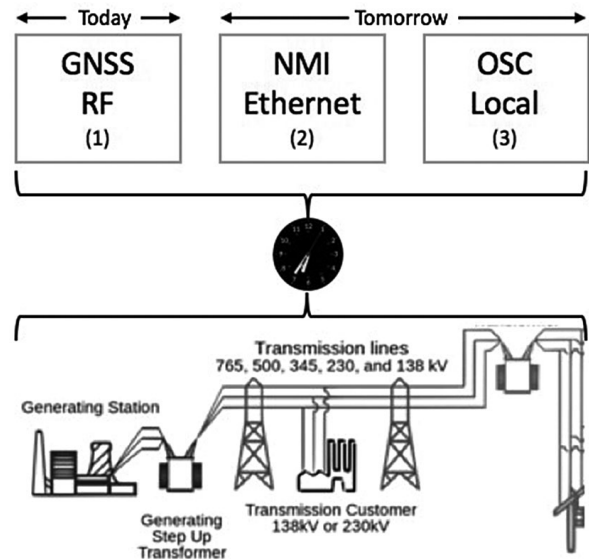
POPRAWA SYNCHRONIZACJI

Aby zapewnić pewną synchronizację, potrzebne jest solidne, zaufane źródło czasu UTC i audytorski nadzór skuteczności synchronizacji po stronie aplikacji klienckich. Takie podejście będzie nabierało znaczenia w przyszłości w miarę zwiększania dokładności synchronizacji.

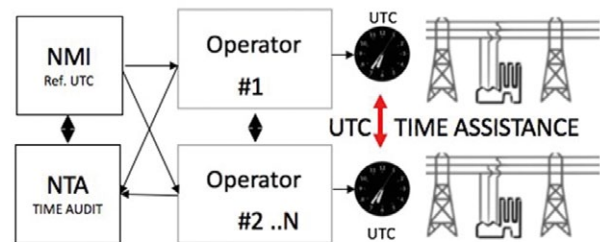
Bardzo ważne jest zapewnienie większej liczby niezależnych od siebie źródeł wzorcowego UTC, z których system może sam wybrać najlepsze i odrzucić błędne źródła. Dlatego trzeba stworzyć odporne na zakłócenia systemy, oceniające jakość otrzymywanego wzorca czasu, pochodzącego jednocześnie z: GNSS, NMI i lokalnych oscylatorów (rys. 27). Dla nowego europejskiego systemu satelitarnego GALILEO pojawia się ważna misja wzmocnienia roli GNSS, którą dziś współtworzą wojskowe systemy satelitarne GPS, GLONASS, BEIDOU.

Skutecznym, uzupełniającym dla GNSS i GALILEO źródłem UTC są narodowe instytuty metrologii (NMI). W Polsce rolę tę pełni Główny Urząd Miar RP. Opublikowane w Dz.U. 56/2004 (poz. 548) rozporządzenie Ministra Gospodarki określa sposoby dystrybucji wzorcowego czasu urzędowego UTC(PL), np. z użyciem serwerów NTP.

W przyszłości dystrybutorzy energii sami będą zapewne organizować się i tworzyć własne centra zapasowe dystrybucji czasu UTC. Centra takie powinny powstawać we współpracy z NMI i pozostawać pod ich merytorycznym nadzorem. Centra będą wyposażone w wysokiej jakości zegary atomowe i serwery NTP/PTP, zapewniające zgodność synchronizacji z krajowymi wzorcami UTC(PL). Centra będą mogły jednocześnie pobierać czas z GNSS i NMI (rys. 27, rys. 28) oraz udzielać sobie wsparcia, zapewniając wzajemnie zapas wzorcowego czasu UTC wysokiej jakości. Rozwiązania takie powinny być zdolne do rozpoznawania dostawców fałszywego czasu (ang. *Falsetickers*) i wyłączenia ich z grup dostawców UTC (podobnie do kwarantanny wirusów). Pierwsze takie systemy już powstają na świecie.



Rys. 27. Model synchronizacji oparty o 3 grupy niezależnych dostawców czasu. Każda grupa posiada inną metodę dostawy czasu



Rys. 28. Model dystrybucji i audytu czasu w systemie dystrybucji energii, którym poszczególni operatorzy wzajemnie dają sobie zapas czasu UTC

Zaproponowany przez Elpromę serwis DEMETRA TSI#2 jest początkiem nowej ery rozwiązań synchronizacji, jakie wzmocniają bezpieczeństwo systemów w energetyce.

Retrospektywna analiza *East Coast Blackout* (2003) wskazała jako jedną z ważnych przyczyn błąd systemu zarządzającego firmy General Electric SCADA XA/21. Niewystarczająca synchronizacja elementów systemu wprowadziła zjawisko hazardu danych, co zaburzyło ciąg przyczynowo-skutkowy. W konsekwencji wydano błędną decyzję, która zamiast zrównoważyć poziom mocy doprowadziła do przeciążenia i efektu kaskady awarii.

Synchronizacja powinna też stać się składowym elementem strategii bezpieczeństwa energetycznego, mimo że awarie *blackout* wydarzają się rzadko. Świadomość ryzyka skutecznego cyberataku na infrastrukturę synchronizacji, która i tak z natury nie jest wolna od błędów (opisuje to niniejszy artykuł), daje nowe spojrzenie na bezpieczeństwo energetyczne. Ryzyko destabilizacji synchronizacji w energetyce rośnie wraz z ewolucją współczesnych systemów energetycznych do postaci *Smart*



Rys. 29. Infrastruktura Smart Grid może wywołać efekt domina innych awarii



Rys. 30. ELPROMA serwer NTS-5000 NTP/PTP. Serwer posiada specjalny profil „Energy” IEEE1588 (PTP v2) przeznaczony do synchronizacji obecnych, jak i przyszłych rozwiązań w energetyce i Smart Grid

Grid – inteligentnej sieci elektroenergetycznej, w której istnieje dwukierunkowa komunikacja między wszystkimi uczestnikami rynku energii. Ma ona na celu dostarczanie nowych usług energetycznych i telekomunikacyjnych, zapewniając obniżenie kosztu utrzymania infrastruktury. Ma też sprzyjać rozwojowi szeroko rozumianej energii przyjaznej środowisku. Smart Grid pozwala jednocześnie dołączać do sieci odnawialne źródła energii nowej generacji. Może ona jednak uruchomić efekt domina, jeżeli nie zapewni się jej solidnej synchronizacji (Robust Synchronization).

Przypisy

- 1 DEMETRA <https://www.gsa.europa.eu/demonstrator-egnss-services-based-time-reference-architecture>
- 2 Oficjalna strona: www.demetratime.eu, INRIM: <http://rime.inrim.it/H2020-Demetra/>
- 3 Dz.U. poz. 548 z 2004 r.: <http://isap.sejm.gov.pl/Details-Servlet?id=WDU20040560548>
- 4 DG ENERGY: <http://ec.europa.eu/energy/> (patrz również bibliografia [42]).
- 5 <http://www.gps.pl/artukul-jamming.html>
- 6 GNSS Inside (SVN23): <http://www.insidegnss.com/node/4829>
- 7 BBC: <http://www.bbc.com/news/technology-35491962>
- 8 NAVIPEDIA: http://www.navipedia.net/index.php/Time_References_in_GNSS#GPS_Time_28GPST.29
- 9 IERS Biuletyn-C: <ftp://hpiers.obspm.fr/iers/bul/bulc/>
- 10 <https://hpiers.obspm.fr/iers/bul/bulc/ntp/leap-seconds.list>
- 11 Tal Mizrahi Marvel: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.720.6334&rep=rep1&type=pdf>

Literatura

- [1] TAVELLA P. and DEMETRA Consortium, *The Horizon 2020 DEMETRA project: DEMonstrator of EGNSS services based on Time Reference Architecture*, Metrology for Aerospace (Metro-AeroSpace), 2015 IEEE Benevento 2015, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7180634>.
- [2] DANILUK G., WLOSTOWSKI T.: *White Rabbit: The subnanosecond synchronization for embedded systems*. Precise Time and Time Interval Systems and Applications (PTTI), Long Beach, CA, USA, 14–17 November 2011. http://www.clepsydratime.com/file_upl/PDF/Seminaria/Elproma%20CERN%20%28White_Rabbit%29.pdf.
- [3] WALLIN A.E., FORDELL T., MYYRY J., KOPONEN P., MERIMAA M.: *Time Transfer in a Wide Area White Rabbit Network*, 28th European Frequency and Time Forum, 23–26 June 2014, Neuchâtel, Switzerland.
- [4] LIPINSKI M.: *White Rabbit: a PTP application for robust sub-nanosecond synchronization*, IEEE ISPCS, 35–30, 2011.
- [5] DEFRAIGNE P., ROOSBEEK F., SOMERHOUSEN A.: *Sertting Up a NTP Server at Royall Observatory of Belgium*, PTTI 2004.
- [6] AERTS W., CERRETTO G., CANTONI E., SLEEWAEGEN J.-M.: *Calibration of Galileo signals for time metrology*, IEEE transactions on UFFC, 12/2014 61(12):1967–75.
- [7] DEFRAIGNE P. ET AL: *Advances on the use of Galileo signals in time metrology: calibrated time transfer and estimation of UTC and GGTO using a combined commercial GPS-Galileo receiver*, in Proc. of the Precise Time and Time Interval Systems and Applications (PTTI), Bellevue, WA, USA, 3–5 December 2013.
- [8] DEFRAIGNE P., AERTS W., POTTIAUX E., Monitoring of UTC(k)’s using PPP and IGS real-time products, accepted in GPS solutions, 19(1), p. 165–172, 2015. doi: 10.1007/s10291-014-0377-5.
- [9] WALLER P., GONZALEZ F., BINDA S., SESIA I., HIDALGO I., TOBIAS G., TAVELLA P.: *The In-orbit Performances of GIOVE Clocks*, IEEE Transaction on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Volume 57, issue 3, March 2010, pp. 738–745.
- [10] GALLEANI L., TAVELLA P.: *Detection and identification of atomic clock anomalies*, „Metrologia”, Vol. 45 Issue 6, 2008.
- [11] SESIA I., GALLEANI L., TAVELLA P.: *Application of the Dynamic Allan Variance for the Characterization of Space Clock Behavior*, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Volume 47, issue 2, April 2011, pp. 884–895.
- [12] Network Time Foundation, <http://www.networktimefoundation.org/>
- [13] Network Time Protocol (NTP) site: <http://www.ntp.org>
- [14] Precision Time Protocol sites: PTPd, <https://github.com/ptpd/ptpd> Linux PTP Project, <http://linuxptp.sourceforge.net/>
- [15] SyncLab RADclock, <http://www.synclab.org/radclock/>
- [16] TAVELLA P., SESIA I., CERRETTO G., SIGNORILE G., CALONICO D., COSTA R., CLIVATI C., CANTONI E., DE STEFANO C., FRITTELLI M., FORMICHELLA V., ABADESSA A., CERNIGLIARO A., FIASCA F., PERUCCA A., MANTERO S., WIDOMSKI T., KACZMAREK J., UZYCKI J., BORGULSKI K., OLBRYZ P., KOWALSKI J., CERABOLINI P., ROTIROTI L., BISERNI E., ZARROLI E., LEONE V., VEIGA M.T., SUÁREZ T., DIAZ J., DEFRAIGNE P., OZDEMIR N., BLAIRE Q., GANDARA M., HAMONIAUX V., VARRIALE E., MORANTE Q., DHIRI V., GIULIANINI E., MANGIANTINI M., WALLIN A.E.,

- GALLEANI L., HINDLEY D.: European Project DEMETRA: Demonstrating Time Dissemination Services, PTTI 2016.
- [17] Elproma (CLEPSYDRA) Time Server site: <http://www.clepsydratime.com>
- [18] European Securities and Markets Authority (ESMA), MiFID II regulations, <https://www.esma.europa.eu/policy-rules/mifid-ii-and-mifir>
- [19] Spanner: Google's Globally-Distributed Database <http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en/archive/spanner-osdi2012.pdf>
- [20] MILLS D.: *Computer Network Time Synchronization: The Network Time Protocol on Earth and in Space, Second Edition, 2nd Edition*, (CRC Press).
- [21] FERRANT J.-L., GILSON M., JOBERT S., MAYER M., MONTINI L., OUELLETTE M., RODRIGUES S., RUFFINI S.: *Synchronous Ethernet and IEEE 1588 in Telecoms: Next Generation Synchronization Networks*, Wiley.
- [22] RYBARCZYK P.: *Expert Network Time Protocol*, APRESS.
- [23] DEETHS D., BRUNETTE G.: *Using NTP to Control and Synchronize System Clocks*, SUM Press.
- [24] MILLS D.L.: *Public key cryptography for the Network Time Protocol*. Electrical Engineering Report 00-5-1, University of Delaware, May 2000.
- [25] MILLS D.L.: *Clock discipline algorithms for the Network Time Protocol Version 4*. Electrical Engineering Report 97-3-3, University of Delaware, March 1997.
- [26] MILLS D.L., KAMP P.-H.: *The nanokernel. Proc. Precision Time and Time Interval (PTTI) Applications and Planning Meeting*, Reston, VA, November 2000.
- [27] MILLS D.L., LEVINE J., SCHMIDT R., PLONKA D.: *Coping with overload on the Network Time Protocol public servers. Proc. Precision Time and Time Interval (PTTI) Applications and Planning Meeting*, Washington, DC, December 2004.
- [28] MILLS D.L.: *Improved algorithms for synchronizing computer network clocks*. IEEE/ ACM Trans. on Networks 3, 3 (June 1995), 245-254. D.L. MILLS Precision synchronization of computer network clocks. ACM Computer Communication Review 24, 2 (April 1994), IEEE STANDARDS (Power System Applications).
- [29] IEEE C37.238 (2011) page 18
- [30] IEEE C37.118.1 (2011)
IEEE C37.118.1a (2014)
- [31] TAVELLA P., SESIA I., CERRETTO G., SIGNORILE G., CALONICO D., CANTONI E., DE STEFANO C., FORMICHELLA V., COSTA R., CERNIGLIARO A., FIASCA F., PERUCCA A., SAMPERI A., DEFRAIGNE P., OZDEMIR N., GANDARA M., PUECH P.L., HAMONIAUX V., VARRIALE E., MORANTE Q., WIDOMSKI T., UZYCKI J., BORGULSKI K., OLBRYSZ P., KOWALSKI J., CERABOLINI P., ROTIROTI L., SIMONETTI A., COLOMBO A., DHIRI V., GIULIANINI E., VEIGA M.T., SUÁREZ T., MANGIANTINI M., WALLIN A.E., GALLEANI L., HINDLEY D.: *The Horizon 2020 DEMETRA project: DEMonstrator of EGNSS services based on Time Reference Architecture*, presented at IEEE International Workshop on Metrology for Aerospace, June 2015, Benevento, Italy and available on IEEEExplore.
- [32] TAVELLA P. at ALL DEMETRA Consortium formed by Aizoon, ANTARES, CNES, Deimos, ELPROMA, INRIM, Metec, NPL, ORB, Politecnico of Torino, Thales Alenia Space , UFE, Vega UK, and VTT, *The European project DEMETRA: demonstrating time dissemination services*, presented at ION Precise Time and Time Interval Meeting, Jan 2016.
- [33] WIDOMSKI T., UZYCKI J., BORGULSKI K., KOWALSKI J., BENDER R., OLBRYSZ P.: *Trusted Time Distribution with Auditing and Verification facilities Project TSI#2*, submitted to Precise Time And Time Interval Systems And Applications Meeting January 2016, Monterey, California.
- [34] TAVELLA P. at ALL DEMETRA Consortium formed by Aizoon, ANTARES, Deimos, ELPROMA, INRIM, Metec, NPL, ORB, Politecnico of Torino, Thales Alenia Space , UFE, Vega UK, and VTT, *Experimental Time Dissemination Services Based on European GNSS Signals: the H2020 DEMETRA Project*, paper presented at The 30th European Frequency and Time Forum, April 2016.
- [35] SESIA I., TAVELLA P., SIGNORILE G., CERNIGLIARO A., FIASCA F., DEFRAIGNE P., GALLEANI L.: *First steps towards a Time Integrity Service for EGNSS systems, in the DEMETRA project*, poster presented at the 30th European Frequency and Time Forum, April 2016.
- [36] TAVELLA P. at All DEMETRA Consortium formed by Aizoon, ANTARES, Deimos, ELPROMA, INRIM, Metec, NPL, ORB, Politecnico of Torino, Thales Alenia Space , UFE, Vega UK, and VTT, *Time Dissemination Services: The Experimental Results of the European H2020 DEMETRA Project*, paper presented at the IEEE International Frequency Control Symposium, May 2016, New Orleans (Louisiana).
- [37] DELPORTE J., VALAT D., JUNIQUE T., FX MARMET, *Progress on absolute calibrations of GNSS reception chains at CNES*, paper presented at the IEEE International Frequency Control Symposium, May 2016, New Orleans (Louisiana).
- [38] DEMETRA Consortium, *The European Project DEMETRA, Timing services based on European GNSS: First experimental results*, presented at IEEE International Workshop on Metrology for Aerospace, June 2016, Florence, Italy.
- [39] DEMETRA Consortium, *DEMETRA a time service demonstrator*, presentation presented at International Timing & Sync Forum, Prague, 1-3 November 2016.
- [40] Pascale Defraigne, ORB On behalf of the DEMETRA consortium, *Demonstrator of Time Services based on European GNSS Signals: The H2020 DEMETRA Project*, paper presented at ION PTTI 2017 Conference, January 31 - February 2, 2017, Monterey, California.
- [41] VARRIALE E., MORANTE Q., Thales Alenia Space Italia S.p.A, *Synchronet service demonstration results in demetra h2020 project: a scalable high performances synchronisation solution*, paper presented at ION PTTI 2017 Conference, January 31 - February 2, 2017, at the Hyatt Regency Monterey, Monterey, California.
- [42] TAVELLA P., VOCCARO, WIDOMSKI T.: *Security Aspects Related To Synchronization At Power Grid*, DG-Energy, EC Brussel Security.
- [43] WIDOMSKI T.: *Robust Synchronization, Trusted Time Distribution With Audit And Verification Facilities*, ESMA MiFID London/UK 28th of Feb 2017.

Efektywność energetyczna sterowania oświetleniem wewnątrz

Mirosław Dechnik, Karina Grzywocz

Wstęp

Człowiek dysponuje pięcioma zmysłami, lecz ponad 80% informacji o otoczeniu zdobywa za pośrednictwem wzroku. Zmysł ten umożliwia odbieranie bodźców, wywołanych przez światło widzialne – wąski zakres widma promieniowania elektromagnetycznego ograniczony długością fal około 430–690 nm [1, 2].

Światło w życiu człowieka

Światło naturalne (dienne) wytwarzane przez Słońce towarzyszy człowiekowi od wieków, tworząc środowisko, w którym żyjemy. Jest niezwykle ważne dla ludzkiego zdrowia i samopoczucia. Oddziałuje na nastrój, emocje i pobudzenie umysłowe, podtrzymuje i reguluje rytmy dobowe, a także wpływa na stan fizjologiczny i psychiczny człowieka [3, 4]. Od nieco ponad 100 lat próbuje się uzupełnić jego niedobór lub brak, za pomocą sztucznego oświetlenia elektrycznego. Przez ten czas, wraz z rozwojem techniki świetlnej, opracowano metodykę wykorzystywania oświetlenia sztucznego w celu poprawy warunków widzenia podczas wykonywania zadań wzrokowych oraz kształtowania otoczenia świetlnego, dla uzyskania wysokiego komfortu pracy lub wypoczynku. Ponadto dysponujemy coraz większą wiedzą na temat wpływu światła na psychikę i regulację procesów biologicznych zachodzących w organizmie człowieka. Rolę światła w życiu człowieka można określić poprzez realizację [4, 5, 6]:


- funkcji oświetlania – światło umożliwia postrzeganie otoczenia poprzez rozróżnianie jego szczegółów, stopnia jasności i barw oraz rozpoznawanie ruchu, a także wpływa na psychikę człowieka;
- efektu biologicznego niewzrokowego – światło oddziałuje na procesy biologiczne zachodzące w ciele człowieka, takie jak: gospodarka hormonalna, metabolizm i krążenie krwi, synchronizuje zegar biologiczny, nadając funkcjonowaniu człowieka rytm okołodobowy.

Elektryczne oświetlenie wewnątrz

Obecnie ludzie spędzają większość czasu w budynkach. Stawiają one bezpośrednie otoczenie współczesnego człowieka, dlatego też jedną z podstawowych funkcjonalności, którą powinny realizować, jest wytworzenie komfortowych warunków wykonywania czynności wzrokowych. Odpowiedzialne za ich wykonywanie są instalacje oświetleniowe wchodzące w skład instalacji elektrycznej budynku. Za emisję światła odpowiadają oprawy oświetleniowe, składające się ze źródła światła wraz z układem

Streszczenie: Budynki zużywają 30–40% światowej produkcji energii, z czego znacząca część jest konsumowana na cele oświetleniowe. W artykule przedstawiono zaawansowane funkcje automatycznego sterowania oświetleniem, mające na celu maksymalizację jego efektywności energetycznej. Zaprezentowano także możliwe do uzyskania oszczędności energii, przy zastosowaniu różnych metod sterowania oświetleniem.

Słowa kluczowe: instalacja elektryczna, oświetlenie, sterowanie, efektywność energetyczna, inteligentny budynek, Smart Building

 **Abstract:** Buildings consume 30–40% of the world's energy production and a significant part is consumed by lighting. The article presents advanced automatic lighting control functions maximizing energy efficiency. The impact of different lighting control methods on energy savings was also presented.

Keywords: electrical installation, lighting, control, energy efficiency, intelligent building, Smart Building

zasilającym, układu optycznego kształtującego wiązkę światła oraz obudowy, fizycznie zespalającej elementy składowe oprawy. Emitują one promieniowanie świetlne z zakresu interpretowanego przez człowieka jako światło białe – o wyglądzie barwy od żółtobiałej (cieplej) do niebieskobiałej (zimnej). Wyjątkiem są specyficzne zastosowania np. w oświetleniu dekoracyjnym, gdzie wykorzystuje się światło kolorowe [4, 7].

Projektowanie oświetlenia jest twórczym procesem przebiegającym wieloetapowo. Projektant powinien uwzględnić kwestie elektryczne, ergonomiczne oraz architektoniczne. Pierwszym etapem pracy jest faza planowania, kiedy to określa się potrzeby i oczekiwania użytkowników, istniejące ograniczenia, a także wyznacza główne cele projektowe. Następnie, na tej podstawie, z uwzględnieniem obowiązujących przepisów i norm, formułowane są wymagania projektowe. W kolejnym, trzecim etapie, tworzona jest koncepcja oświetlenia. Bazując na zebranych informacjach, wiedzy i doświadczeniu projektant określa oczekiwany efekt oświetleniowy i przyjmuje ogólne wytyczne prowadzące do jego uzyskania. W tym celu określa rodzaj i klasę oświetlenia, typy opraw oświetleniowych i rodzaje

źródła światła, sposób ich rozmieszczenia, a także możliwość sterowania oświetleniem i wykorzystanie światła dziennego. Następnym etapem jest realizacja wypracowanej koncepcji oświetlenia, polegająca na wielowariantowym rozpatrzeniu rozmieszczenia konkretnych typów opraw oświetleniowych. Czynności te wykonuje się obecnie praktycznie wyłącznie z wykorzystaniem metod komputerowego wspomaganie projektowania. Ostatnim, piątym etapem jest zestawienie wyników projektowania, będące jego swoistym podsumowaniem, w którym szczegółowo określa się optymalne rozwiązanie lub warianty rozwiązań wypracowane w trakcie całego procesu. Od projektowanego oświetlenia wymaga się spełnienia wielu kryteriów, które można sklasyfikować w kilku kategoriach [8, 9, 10]:

- oświetleniowe;
- psychologiczne;
- estetyczne;
- energetyczne;
- środowiskowe;
- ekonomiczne.

Wymagania oświetleniowe wynikają z konieczności uwzględnienia podstawowych potrzeb człowieka: komfortu widzenia, wydolności wzrokowej oraz bezpieczeństwa, dlatego też mają nadrzędny charakter. Spełnienie wymaganych kryteriów oświetleniowych prowadzi do wytworzenia we wnętrzu przyjaznego otoczenia świetlnego. Jest ono charakteryzowane przez takie parametry, jak [3, 8]:

- natężenie oświetlenia;
- rozkład luminancji;
- kierunkowość oświetlenia;
- wygląd barwy światła i oddawanie barw;
- zmienność światła w zakresie poziomu i barwy;
- olśnienie;
- migotanie;
- wykorzystanie światła dziennego.

Prawidłowe oświetlenie ma wpływ na sprawność psychofizyczną i samopoczucie człowieka. Od natężenia oświetlenia i jego rozkładu w miejscu wykonywania zadania wzrokowego w dużym stopniu zależy szybkość, bezpieczeństwo i komfort dostrzegania oraz podejmowanych przez człowieka działań [3].

Oświetlenie wnętrz a efektywność energetyczna

Szacuje się, że obecnie na całym świecie 30–40% energii ogółem oraz aż 60% energii elektrycznej jest zużywanej w budynkach. W Stanach Zjednoczonych wartości te wynoszą odpowiednio 41% i aż 72%. W Unii Europejskiej udział budynków w ogólnym zużyciu energii wynosi 40%, z czego 63% energii jest konsumowanej w obiektach o charakterze mieszkalnym. Dla porównania transport pochłania 32%, a przemysł 25% (rys. 1). W budynkach użyteczności publicznej aż 77% zużywanej energii stanowi energia elektryczna [7].

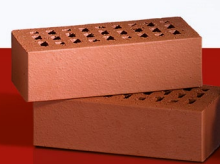
W ostatnich latach coraz większą wagę przywiązuje się do problematyki zużycia energii. Poszukuje się nowych źródeł energii, a także rozwiązań mających na celu efektywniejsze gospodarowanie dostępnymi jej zasobami. W 2012 r. opublikowano normę PN-EN 15232 „Energetyczne właściwości budynków – wpływ automatyzacji, sterowania i technicznego zarządzania budynkami”, w której określono instalacje technologiczne budynków

Tak się dzisiaj buduje.

Automatyka budynkowa firmy Beckhoff.



Jak budować elastycznie?
Stosując beton.



Jak budować tradycyjnie?
Stosując cegły.



Jak budować bezpiecznie?
Stosując stal.



Jak budować inteligentnie?
Stosując rozwiązania automatyki budynków firmy Beckhoff.

www.beckhoff.pl/building

Rozwiązania automatyki budynkowej firmy Beckhoff umożliwiają stworzenie jednej, uniwersalnej platformy komputerowej sterującej infrastrukturą budynku za pośrednictwem sieci Ethernet. Efektem jest obniżenie nakładów inwestycyjnych, łatwiejsza obsługa i serwis, niższe koszty eksploatacji i wyższa efektywność energetyczna spełniająca wymagania klasy A. Modułowy system zarządzania budynkiem firmy Beckhoff pozwala na prostą integrację istniejących w budynku instalacji oraz podsystemów za pomocą systemu wejść/wyjść Bus Terminal a także na zastosowanie do sterowania i monitoringu nowoczesnych urządzeń elektronicznych, np. smartfonów i paneli dotykowych.

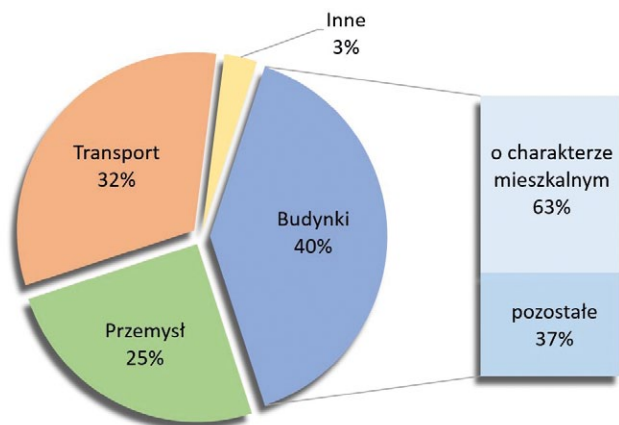
IPC

I/O

Automation



New Automation Technology **BECKHOFF**



Rys. 1. Zużycie energii w Unii Europejskiej [7]

decydujące o jego efektywności energetycznej [11]:

- instalacja grzewcza;
- instalacja ciepłej wody użytkowej;
- instalacja chłodnicza;
- instalacja wentylacji i klimatyzacji;
- oświetlenie;
- łamacze światła (przesłony przeciwsłoneczne).

Ocenia się, że oświetlenie odpowiada za zużycie aż 23–30% energii ogółem w budynkach [12, 13, 14]. W budynkach biurowych wartości te sięgają nawet 25–35% [15]. Rozpatrując zużycie samej energii elektrycznej, okazuje się, że oświetlenie w typowym budynku pochłania jej od 20–40% [16] do 30–40% [17]. W budynkach biurowych 20–45% energii elektrycznej [15, 18, 19], a w szkołach bez wentylacji mechanicznej nawet 70% jest zużywanych na cele oświetleniowe [19]. Oświetlenie jest więc obszarem, o znaczącym wpływie na efektywność energetyczną całego budynku. Oszczędności energii nie mogą być jednak realizowane kosztem wzrokowych funkcji instalacji oświetleniowej, ponieważ oświetlenie ma przede wszystkim służyć człowiekowi. Powinny być natomiast wdrażane poprzez [3, 20]:

- doskonalenie sprawności instalacji oświetleniowej;
- wzrost świadomości użytkowników;
- pełne wykorzystanie światła naturalnego;
- dostosowywanie warunków oświetlenia do zachowania lub obecności użytkowników;
- wykorzystanie systemu sterowania światłem;
- doskonalenie charakterystyk utrzymania instalacji oświetleniowej.

Sposoby sterowania oświetleniem

Spotykane obecnie sposoby sterowania oświetleniem sztucznym, mające na celu zwiększenie jego efektywności energetycznej, można sklasyfikować [5, 11, 17, 21, 22, 23]:

- sterowanie od zajętości pomieszczenia (obecności użytkownika):
 - ręczne włączanie/ściemnianie/wyłączenie,
 - ręczne włączanie/ściemnianie/wyłączenie + dodatkowe automatyczne centralne wyłączenie ogólne wykorzystujące harmonogram czasowy,

- automatyczne wykrywanie – mogą być realizowane warianty: automatyczne włączanie/ściemnianie strefowe/wyłączenie, automatyczne włączanie/wyłączenie, ręczne włączanie/automatyczne ściemnianie strefowe/wyłączenie, ręczne włączanie/automatyczne wyłączenie;
- sterowanie od oświetlenia dziennego:
 - ręczne włączanie/ściemnianie/wyłączenie;
 - automatyczne włączanie/wyłączenie;
 - automatyczne rozjaśnianie/ściemnianie – dostosowywanie strumienia świetlnego oświetlenia sztucznego.

Po przyjściu do pracy większość osób włącza oświetlenie elektryczne. Jednak w ciągu dnia, pomimo odpowiedniej ilości światła naturalnego, część osób nie wyłącza oświetlenia sztucznego, ponieważ zapomina, że jest włączone. Prowadzi to do marnotrawstwa energii i niepotrzebnego zużycia źródeł światła [22, 24]. W przypadku ręcznego zarządzania oświetleniem, zarówno w zależności od zajętości pomieszczenia lub od oświetlenia dziennego, możliwe do uzyskania oszczędności energetyczne zależne są tylko i wyłącznie od zachowań użytkownika. W przypadku sterowania automatycznego to układ cyfrowy przejmuje od użytkownika konieczność „pamiętania” o włączonym oświetleniu oraz realizuje za niego czynności włączania/wyłączania i kontroli jego natężenia.

W sterowaniu oświetleniem, w zależności od zajętości pomieszczenia z automatycznym wykrywaniem, w celu detekcji użytkownika w danej strefie wykorzystywane są metody bazujące na różnych zjawiskach fizycznych. Wykrywanie może następować poprzez czujniki ruchu wykorzystujące podczerwień (PIR), sensory ultradźwiękowe, czujniki ciśnienia, dźwięków słyszalnych, mikrofalowe lub bariery świetlne. Ocena zajętości pomieszczenia może być także realizowana poprzez integrację z systemami bezpieczeństwa. Włączenie oświetlenia może następować automatycznie po wykryciu obecności lub ręcznie przez użytkownika. Metoda wykorzystująca ręczne włączenie oświetlenia charakteryzuje się wyższą energooszczędnością niż automatyczne jego uruchamianie, ponieważ w tym drugim przypadku obserwuje się nieprawidłowe, zbyt częste wyzwolenia, np. na skutek wykrycia ruchu na zewnątrz pomieszczenia. Automatyczne wyłączenie oświetlenia, na skutek braku obecności użytkownika przez określony czas, może następować na dwa sposoby: wyłączenie oświetlenia w nieużytkowanej strefie lub obniżenie natężenia oświetlenia w nieużytkowanych strefach, a następnie wyłączenie oświetlenia w całym pomieszczeniu po jego opuszczeniu przez wszystkich użytkowników. Drugi ze sposobów pochłania więcej energii niż wyłączenie oświetlenia bez wcześniejszego ściemniania, jednak prowadzi do zwiększenia komfortu świetlnego zwłaszcza w dużych otwartych pomieszczeniach [7, 17]. Zgodnie z normą [11] zalecany czas od wykrycia ostatniej obecności, w którym powinna nastąpić reakcja oświetlenia na brak użytkownika strefy lub pomieszczenia, wynosi maksymalnie 5 minut, natomiast stan zredukowanego naświetlania definiowany jest jako nie więcej niż 20% stanu normalnego. Należy zwrócić również uwagę, że czas odpowiedzi nie może być zbyt krótki, ze względu na możliwość nieuzasadnionych wyłączeń oświetlenia na skutek chwilowego bezruchu użytkownika.

Światło słoneczne jest bardzo ważne dla odpowiedniego samopoczucia i zdrowia człowieka. Naturalne światło dzienne charakteryzuje się doskonałym oddawaniem barw, korzystną dla człowieka zmiennością kierunku, poziomu oraz składu widmowego w ciągu dnia. Jego obecność zwiększa komfort oraz wydajność pracy. Dlatego też powinno być w możliwie wysokim stopniu wykorzystywane w budynkach, a oświetlenie elektryczne powinno adaptować się do jego zmienności i uzupełniać niedobory światłem sztucznym, w celu zapewnienia odpowiedniego rozkładu natężenia oświetlenia w obszarze zadania i jego otoczeniu. W przypadku sterowania oświetleniem w zależności od światła naturalnego kluczowe znaczenie dla możliwych oszczędności energii ma ilość potencjalnie dostępnego światła dziennego i głębokość penetracji pomieszczenia, zależna od położenia geograficznego budynku, zacienienia przez sąsiadujące obiekty, orientacji względem stron świata, zastosowania przesłon słonecznych, rozmiaru okien oraz przepuszczalności świetlnej szklenia [25]. Niezwykle istotna jest również barwa przeszkła okiennych, które stanowią filtr światła słonecznego. Niewłaściwie dobrana np. ze względów estetycznych, może wręcz uniemożliwić korzystanie ze światła dziennego ze względu na jego zabarwienie, powodując konieczność korzystania ze światła sztucznego przez cały dzień.

Poza sterowaniem światłem sztucznym możliwe jest także sterowanie ilością penetrującego do pomieszczenia światła dziennego (ruchome lamele łamaczy światła). Jego celem jest stworzenie komfortowych warunków oświetlenia światłem dziennym poprzez unikanie oślepienia oraz zmniejszenie nagrzewania pomieszczenia przez słońce (ograniczenie zysków cieplnych). Stosowane obecnie sposoby pozycjonowania przesłon można podzielić na [11, 17]:

- ręczne;
- ręczne wspomagane napędem elektrycznym;
- automatyczne;
- automatyczne, zintegrowane ze sterowaniem oświetleniem oraz systemem HVAC.

Ponieważ sterowanie kątem położenia lameli łamaczy światła ma silny wpływ na warunki termiczne w pomieszczeniu, najwyższy wpływ na efektywność energetyczną budynku można uzyskać poprzez zintegrowane sterowanie w celu ograniczenia przegrzewania pomieszczeń w lecie oraz dogrzewania pomieszczeń w zimie, przy jednoczesnym zachowaniu komfortu świetlnego w przypadku obecności użytkownika. Całkowite zamknięcie przesłon po zmierzchu umożliwia ograniczenie przenikania ciepła przez przeszklone powierzchnie przy jednoczesnym zwiększeniu prywatności [7, 11, 26, 27].

reklama



BEFARED
Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów

Reduktory Motoreduktory Zespoły napędowe
Wyroby specjalne na dokumentacji Klienta
Elementy zębate
Usługi technologiczne
Serwis

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.
ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała
tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63
http://www.befared.pl; email: befared@befared.pl

www.befared.pl

Skuteczność sterowania oświetleniem

Jak podają producenci [12], wykorzystanie metody automatycznego sterowania oświetleniem w zależności od obecności (w zakresie włączania/ściemniania/wyłączania) powinno prowadzić do oszczędności energii rzędu 15–75% w stosunku do sterowania ręcznego. W [5, 12] przytoczono publikacje, w których oszczędności energii wynikające z zastosowania sterowania od zajętości pomieszczenia określono na 3–50% w pomieszczeniach użytkowanych regularnie oraz 17–86% w pomieszczeniach użytkowanych nieregularnie. Z kolei podsumowując przywołane w [15] źródła, można określić uzyskane oszczędności na poziomie 3–84% w pomieszczeniach biurowych, 11–60% w pomieszczeniach edukacyjnych, 17–78% w pomieszczeniach użytkowanych sporadycznie i aż 73–86% w sanitariatach.

Przy automatycznym sterowaniu w zależności od dostępności światła naturalnego, w przytoczonych w [5] publikacjach badaczy z różnych regionów świata, osiągnięte oszczędności energii określono na 40–92% w przypadku badań symulacyjnych oraz 20–70% w środowiskach rzeczywistych. Z kolei w opisywanych w [15] opracowaniach w pomieszczeniach biurowych uzyskiwano oszczędności na poziomie 9–31% z wykorzystaniem sterowania strumieniem świetlnym. W pomieszczeniach edukacyjnych osiągnęto ok. 20–65% oszczędności energii, a w otwartych wnętrzach 11–17% z wykorzystaniem sterowania włącz/wyłącz i 46% z zmiennym strumieniem świetlnym. W źródłach opisywanych w [25] uzyskiwano oszczędności energii w zakresie 16–76%, a w [28] wskazano na możliwość uzyskania do 77% oszczędności energii elektrycznej na oświetlenie sztuczne. W [29] przywołano badania wskazujące, że w biurach sterowanie wykorzystujące światło dzienne może zapewnić 45–61% oszczędności, a dodatkowe sterowanie od obecności może jeszcze je zwiększyć.

Harmonogramy czasowe mogą znaleźć zastosowanie zwłaszcza w przypadku pomieszczeń użytkowanych regularnie, np. sal lekcyjnych lub pomieszczeń biurowych. Możliwe do osiągnięcia za ich pomocą oszczędności energii w pomieszczeniach biurowych szacuje się na 10–40% [15].

Zastosowanie kombinacji rozważanych metod sterowania oświetleniem w pomieszczeniach o charakterze biurowym, zgodnie z przytaczanymi w [5] źródłami, może przynieść od ok. 13–73% w przypadku sterowania w zależności od obecności i światła dziennego, 42–47% w przypadku tej samej metody poszerzonej o możliwość wprowadzania ręcznych korekt, 38–61% w przypadku zastosowania harmonogramu czasowego i sterowania w zależności od dostępności światła naturalnego oraz 44% w przypadku wykorzystywania tej samej metody poszerzonej o sterowanie uzależnione od zajętości pomieszczenia. W salach lekcyjnych uzyskiwano 55–62% oszczędności energii, korzystając z metody sterowania w zależności od obecności i światła dziennego oraz 35–42% przy wykorzystaniu tej samej metody poszerzonej o zastosowanie harmonogramów czasowych.

Podsumowując, skuteczność automatycznych metod sterowania w porównaniu do klasycznej instalacji oświetleniowej sterowanej manualnie szacuje się na 3–86% oszczędności energii w przypadku uzależnienia oświetlenia od obecności, 11–70%

w przypadku sterowania natężeniem oświetlenia w zależności od ilości światła naturalnego, 10–40% w przypadku harmonogramów czasowych, a w przypadku metod łączonych od 13 do 73%. Wartości te ukazują skalę możliwości systemów automatycznego sterowania oświetleniem w zakresie ograniczenia zużycia energii elektrycznej, natomiast przywołane dane dotyczące skuteczności poszczególnych metod sterowania nie mogą być bezpośrednio porównywane, ponieważ zostały uzyskane w obiektach o różnej specyfice przy zróżnicowanej metodyce badań. Należy podkreślić, że oszczędności te wynikają tylko i wyłącznie z działania automatycznego sterowania i są niezależne od innych metod poprawy efektywności energetycznej instalacji oświetleniowej. W zależności od stosowanej metody sterowania wymagane jest natomiast użycie źródeł światła umożliwiających częste włączanie i wyłączanie oraz/lub regulację strumienia świetlnego w szerokim zakresie.

Podsumowanie


Instalacje oświetleniowe tworzone są przede wszystkim dla ludzi, dlatego też priorytetowym ich zadaniem jest zapewnienie optymalnych warunków wykonywania czynności wzrokowych, a dopiero w dalszej kolejności wysoka efektywność energetyczna.

Pełne wykorzystanie światła naturalnego, dzięki uzupełnianiu jego niedoborów światłem sztucznym wytwarzanym przez źródła elektryczne, a także poprzez integrację z łamaczami światła o ruchomych lamelach, umożliwia wytworzenie komfortowych i ergonomicznych warunków pracy wzrokowej, a także stymulowanie ludzi i pozytywny wpływ na procesy biologiczne, przy jednoczesnej minimalizacji zapotrzebowania na energię. Po opuszczeniu miejsca wykonywania czynności wzrokowych przez ludzi niewykorzystywane oświetlenie powinno być ściemniane lub wyłączane, co będzie prowadziło do dalszych oszczędności energii. Zastosowanie systemu sterowania oświetleniem podnosi nakłady inwestycyjne w fazie budowy, przez co jest niechętnie stosowane przez inwestorów. Systemy te, ze względu na skuteczność oraz znaczący udział oświetlenia w bilansie energetycznym budynku, mogą jednak zapewnić wzrost jego efektywności energetycznej, obniżając tym samym koszty eksploatacyjne. Poza niewątpliwymi korzyściami ekonomicznymi dla zarządcy nieruchomości, zmniejszenie zapotrzebowania na energię na cele oświetleniowe, z uwagi na skalę oddziaływania budynków na światowe zużycie energii, będzie miało także pozytywny wpływ na środowisko naturalne.

Literatura

- [1] ADASZYŃSKA E., KUNCEWICZ M.: *Osoby z dysfunkcją wzroku a cyfrowa przestrzeń informacyjna*. „Biuletyn EBIB” 1/2012.
- [2] HALLIDAY D., RESNICK R., WALKER J.: *Podstawy fizyki. Tom 4*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- [3] PN-EN 12464-1:2012 *Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach*.
- [4] ES-SYSTEM Katalog główny 2016.
- [5] CHEW I., KARUNATILAKA D., PIN TAN C., KALAVALLY V.: *Smart lighting: The way forward? Reviewing the past to shape the future*. „Energy and Buildings” vol. 149, 2017.

- [6] WOLSKA A.: *Intelligent lighting systems and users' visual fatigue*. „Przegląd Elektrotechniczny” 5/2007.
- [7] DECHNIK M., MOSKWA S.: *Smart House – inteligentny budynek – idea przyszłości*. „Przegląd Elektrotechniczny” 9/2017.
- [8] PRACKI P.: *Projektowanie oświetlenia wewnątrz*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
- [9] CIERZNIĘWSKI W., KUDŁA J., PAPLICKI P., WARDACH M.: *Wybrane aspekty efektywnego projektowania instalacji oświetleniowych w obiektach użyteczności publicznej*. „Przegląd Elektrotechniczny” 12a/2012.
- [10] GORDON G.: *Interior Lighting for Designers, 5th Edition*. John Wiley & Sons, 2015.
- [11] PN-EN 15232:2012 *Energetyczne właściwości budynków – Wpływ automatyzacji, sterowania i technicznego zarządzania budynkami*.
- [12] GUO X., TILLER D.K., HENZE G.P., WATERS C.E.: *The performance of occupancy-based lighting control systems: A review*. „Lighting Research & Technology” 42/2010.
- [13] YUN G., CHUN YOON K., SOO KIM K.: *The influence of shading control strategies on the visual comfort and energy demand of office buildings*. „Energy and Buildings” vol. 84, 2014.
- [14] BANİYA R., MAKSIMAINEN M., SIERLA S., PANG C., YANG C.W., VYATKIN V.: *Smart indoor lighting control: Power, illuminance, and colour quality*. IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), 2014.
- [15] HAQ M.A., HASSAN M.Y., ABDULLAH H., RAHMAN H.A., ABDULLAH M.P., HUSSIN F., SAID D.M.: *A review on lighting control technologies in commercial buildings, their performance and affecting factors*. „Renewable and Sustainable Energy Reviews” vol. 33, 2014.
- [16] LIU J., ZHANG W., CHU X., LIU Y.: *Fuzzy logic controller for energy savings in a smart LED lighting system considering lighting comfort and daylight*. „Energy and Buildings” vol. 127, 2016.
- [17] GRELA J.: *Analiza wpływu systemów automatyzacji na efektywność energetyczną instalacji i obiektów budowlanych*. Rozprawa doktorska, promotor: Marian Noga, promotor pomocniczy Andrzej Ożadowicz; AGH, Kraków 2017.
- [18] DE BAKKER C., ARIES M., KORT H., ROSEMAN A.: *Occupancy-based lighting control in open-plan office spaces: A state-of-the-art review*. „Building and Environment” vol. 112, 2017.
- [19] DELVAEYE R., RYCKAERT W., STROOBANT L., HANSELAER P., KLEIN R., BREESCH H.: *Analysis of energy savings of three daylight control systems in a school building by means of monitoring*. „Energy and Buildings” vol. 127, 2016.
- [20] WANTUCH A., JANOWSKI M.: *Elektryczne źródła światła – wpływ na zdrowie człowieka*. „Przegląd Elektrotechniczny” 3/2016.
- [21] ROSSI M., PANDHARIPANDE A., CAICEDO D., SCHENATO L., CENEDESE A.: *Personal lighting control with occupancy and daylight adaptation*. „Energy and Buildings” vol. 105, 2015.
- [22] GALASIU A.D., VEITCH J.A.: *Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review*. „Energy and Buildings” vol. 38, iss. 7, 2006.
- [23] KAMIŃSKA A., RADAJEWSKI R.: *Instalacja do badania algorytmów sterowania oświetleniem*. „Przegląd Elektrotechniczny” 10/2010.
- [24] CHENGA Z., ZHAO Q., WANG F., JIANG B. Y., XIAO L., DING J.: *Satisfaction based Q-learning for integrated lighting and blind control*. „Energy and Buildings” vol. 127, 2016.
- [25] ROISIN B., BODART M., DENEYER A., D'HERDT P.: *Lighting energy savings in offices using different control systems and their real consumption*. „Energy and Buildings” vol. 40, iss. 4, 2008.
- [26] ZARĘBSKI T.: *Możliwości zastosowania inteligentnych instalacji elektrycznych w nowoczesnym budownictwie*. „Wiadomości Elektrotechniczne” 8/2012.
- [27] KAMIŃSKA A., RADAJEWSKI R.: *Obiekt i układy do badania wpływu sterowania instalacją grzewczą na zużycie energii*. „Przegląd Elektrotechniczny” 11a/2010.
- [28] Wang Y., Dasgupta P.: *Designing an Adaptive Lighting Control System for Smart Buildings and Homes*. IEEE 12th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2015.
- [29] XU L., PAN Y., YAO Y., CAI D., HUANG Z., LINDE N.: *Lighting energy efficiency in offices under different control strategies*. „Energy and Buildings” vol. 138, 2017.

 mgr inż. Mirosław Dechnik – Politechnika Krakowska, Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

mgr inż. Karina Grzywocz – Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej

artykuł recenzowany

reklama

Trwałość to jeden z warunków który rozumiemy naprawdę dobrze

Prowadniki Nylonowe

Zaprojektowane na lata



Prowadniki Robot

Odwijanie długi czas



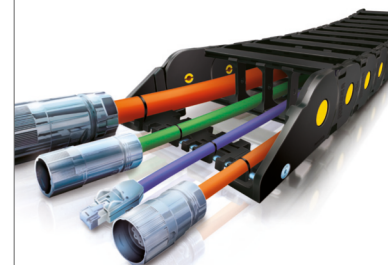
Prowadniki Stalowe

Lekkie ale bardzo bardzo mocne



TotalChain

Kompletacja dla każdej aplikacji



NOWIMEX

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

Współpraca centrali wentylacyjnej z regulatorami zmiennego przepływu powietrza VAV

Mirosław Dechnik, Karina Grzywocz, Anna Romańska-Zapała

Wstęp

Ludzie spędzają większą część życia w budynkach, które chronią ich przed wpływem czynników atmosferycznych. Zamknięte pomieszczenia z jednej strony zapewniają pewien poziom komfortu użytkownika, a z drugiej sprzyjają niekorzystnym zmianom fizykochemicznym powietrza zużywanego przez użytkowników. Dodatkowym źródłem zanieczyszczeń i nadmiaru ciepła są urządzenia, których obecnie używa się coraz więcej. „Celem wentylacji jest poprawa stanu i składu powietrza, z punktu widzenia wymagań organizmu ludzkiego lub procesów produkcyjnych, co osiąga się przez wymianę powietrza wewnątrz pomieszczeń. Wymiana powietrza w pomieszczeniu powoduje usunięcie zanieczyszczeń gazowych, parowych i pyłowych, względnie ich rozcieńczenie do stanu dopuszczalnego ze względów zdrowotnych” [1].


Polska norma PN-83/B-03430 [2] mówi, że w każdym nowo wznoszonym budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego oraz użyteczności publicznej powinien być zaprojektowany system wentylacji.

Wentylacja pomieszczeń ma na celu zapewnienie odpowiednich warunków użytkownika, czyli dostarczenie świeżego powietrza (w przypadku wentylacji mechanicznej można zmieniać jego parametry na pożądane) i odprowadzenie powietrza zanieczyszczonego. Skuteczność wentylacji można oceniać na podstawie jej możliwości usuwania zanieczyszczeń. W trakcie użytkownika w pomieszczeniu wzrasta koncentracja dwutlenku węgla i wilgoci, możliwe jest pojawienie się bakterii chorobotwórczych wraz ze wzrostem poziomu substancji organicznych. Czynniki te wpływają nie tylko na samopoczucie

Streszczenie: Budynki coraz częściej wyposażane są w wentylację mechaniczną. W wybranych przypadkach jest to wymóg określony w obowiązujących aktach prawnych. Zwiększa się również liczba obiektów, gdzie inwestor świadomy korzyści wynikających z zastosowania tego typu wentylacji decyduje się na jej wykorzystanie bez konieczności spełnienia jakichkolwiek wymogów. Ważny jest aspekt zapewnienia komfortu użytkownika, ale też efektywne zużycie energii poprzez optymalne sterowanie pracy centrali wen-

tylacyjnej, współpracującej z regulatorami zmiennego przepływu powietrza VAV. Podczas prezentowanych badań *in situ* wyznaczone zostały zależności wynikające ze współpracy elementów badanego układu. Stanowią one podstawę do optymalizacji algorytmów sterowania współpracą: centrala wentylacyjna – VAV.

Słowa kluczowe: wentylacja mechaniczna, regulatory zmiennego przepływu powietrza VAV, sterowanie, efektywność energetyczna, inteligentny budynek

 **Abstract:** Increasing number of buildings is equipped with mechanical ventilation. In selected cases it is required by the applicable legislation. Nevertheless, in many cases, the investor is aware of the benefits of using this type of ventilation and therefore decides to use it without having to meet any requirements. The aspect of user comfort is very important, but the efficient use of energy through the optimal control of the operation of the air handling unit, which works with VAV

airflow regulators should be taken into account. In the presented „in situ” studies the dependences between the cooperation of the elements of the studied system were determined. They are the basis for the optimization of control algorithms of the cooperation of the air handling unit with VAV airflow regulators.

Keywords: mechanical ventilation, VAV, control, energy efficiency, intelligent building

(ból głowy, trudność w oddychaniu), ale mogą poważnie zaszkodzić zdrowiu ludzi. W skrajnych przypadkach, gdy wydzielają się substancje toksyczne, przebywanie w źle wentylowanym pomieszczeniu może zagrażać życiu.

W budynkach powinien być zapewniony komfort użytkownika. Składają się na niego komfort termiczny, odpowiednio niski poziom hałasu oraz właściwa jakość powietrza. „Komfort cieplny (termiczny) wyraża satysfakcję danej osoby

(grupy osób) z warunków termicznych środowiska w pomieszczeniach, w którym osoba (osoby) ta przebywa” [3]. Stan ten jest związany z równowagą pomiędzy stratą ciepła do otoczenia oraz jego zyskami spowodowanymi przemianami metabolicznymi oraz wynikającymi z warunków środowiskowych. Z powodu różnic biologicznych komfort termiczny dla każdej osoby charakteryzuje się innymi parametrami, ale możliwe jest dobranie ich w taki sposób, aby były



CAN

Wszystko czego potrzebujesz

IXXAT®

CAN FD

**Nowość: Produkty
ze wsparciem dla CAN FD**

Więcej niż się spodziewasz!

Od ponad 25 lat IXXAT zapewnia jedną z największych na rynku ofert produktów CAN.

- Interfejsy PC-CAN
- Bramki, repeatery i mostki
- Moduły we/wy
- Analityka i diagnostyka
- Oprogramowanie protokołowe
- Rozszerzenia PLC



Dowiedz się więcej na:

www.all4CAN.com

Lokalny dystrybutor HMS



HMS Industrial Networks GmbH

www.ixxat.com

www.hms-networks.com

NaviNet

ul. Góralska 46

53-610 Wrocław

Tel: +48 71 723 49 35 · E-mail: biuro@navi-net.pl

www.navi-net.pl



odpowiednie dla większości użytkowników. Systemy wentylacji i klimatyzacji mają wpływ na każdy z czynników decydujących o komforcie użytkownika, dlatego tak ważne jest odpowiednie ich zaprojektowanie.

Brak przetworzenia powietrza powoduje znaczne straty ciepła, niekontrolowany napływ zanieczyszczeń oraz brak możliwości wpływania na mikroklimat pomieszczeń. Z wyżej wymienionych powodów w coraz większej liczbie budynków montowany jest system wentylacji bądź klimatyzacji mechanicznej. Przykładowo w obiektach biurowych, gdzie występują duże zyski ciepła (duża ilość osób i urządzeń emitujących ciepło, duże powierzchnie przeszklone), najważniejszym wymogiem wentylacji staje się nie zapewnienie odpowiedniej ilości krotności wymian powietrza, ale odbieranie nadmiaru ciepła i wilgoci.

Wraz z kolejnymi sposobami realizacji wentylacji i klimatyzacji mechanicznej rośnie ilość badań przeprowadzanych w tym zakresie. Przykładowo naukowcy z Danii [4] przeprowadzili badania symulacyjne wentylacji mechanicznej opierającej się na kontroli ilościowej powietrza nawiewanego, w celu sprawdzenia możliwości obniżenia zużycia energii, zmieniając ciśnienie w głównym przewodzie wentylacyjnym w zależności od potrzeb. Z ich pracy wynika, że możliwe jest zmniejszenie o 14% zużycia energii potrzebnej na pracę wentylatorów.

Rahnama et. al. [5] przeprowadzili podobne badania, ale z wykorzystaniem modelu. Zgodnie z ich obliczeniami możliwe jest nawet 20% zmniejszenie zużycia energii potrzebnej na pracę wentylatorów.

Hesaraki et. al. [6] wykonali badania dotyczące jakości powietrza w nowo wybudowanych budynkach. W swej pracy dowodzą, iż zmniejszenie poziomu wentylacji w czasie, kiedy nie ma w nim użytkowników, do $0,1 \text{ l/sm}^2$, powoduje znaczne przekroczenie norm stężenia lotnych związków organicznych, pomimo dozwolenia takiego działania przez szwedzką normę.

Yu wraz z zespołem [7] skupili się na wpływie zewnętrznych stężeń dwutlenku węgla i organicznych związków lotnych na jakość powietrza wewnętrznego. W swej pracy wskazują, że zarówno

wentylacja mechaniczna pracująca na stałym poziomie, jak i regulowana na podstawie stężenia dwutlenku węgla może powodować znaczne zwiększenie koncentracji organicznych związków lotnych wewnątrz budynku, jeżeli zewnętrzna koncentracja tych zanieczyszczeń jest wysoka.

Dutka et. al. [8] przeprowadzili badania optymalnego sterowania systemem wentylacyjnym wyposażonym w regulatory przepływu w części mieszkalnej hotelu. W swych badaniach skupili się przede wszystkim na możliwości zmniejszenia zużycia energii.

W związku z brakiem badań *in situ* dotyczących zarówno poprawy efektywności energetycznej, jak i monitorowania poziomu komfortu użytkownika w polskich warunkach klimatycznych, postanowiono zbadać współpracę centrali wentylacyjnej z regulatorami zmiennego przepływu na drodze ilościowej VAV (ang. *Variable Air Volume* – VAV) dla zapewnienia zadanych parametrów powietrza w obsługiwanych pomieszczeniach przy wykorzystaniu zintegrowanego systemu sterowania procesami.

Badania zostały przeprowadzone w budynku Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego (MLBE), którego infrastruktura pozwala na szeroko zakrojone badania działania poszczególnych instalacji, ich współpracy, a także, dzięki zaimplementowanemu systemowi BMS (ang. *Building Management System*), na optymalizację algorytmów ich działania.

Opis badań

W miesiącach letnich 2017 roku przeprowadzono serię badań o zmiennych parametrach wejściowych. Harmonogram badań został zaimplementowany za pomocą systemu BMS. W trakcie badań zweryfikowano, czy implementacja regulatorów przepływu VAV korzystnie wpłynie na komfort użytkownika oraz zmniejszy zużycie energii.

W artykule przedstawiono wyniki badań dla jednego z pomieszczeń laboratorium. Znajduje się ono na czwartym piętrze laboratorium od strony północnej. Przeszklenia nie dopuszczają znaczącej ilości promieniowania słonecznego z powodu kierunku, w jakim są skierowane oraz bliskości sąsiedniej zabudowy.

W pomieszczeniu sporadycznie przebywają ludzie, co głównie można zaobserwować poprzez ciągły monitoring zmian stężenia dwutlenku węgla.

Centrala wentylacyjna

Pomieszczenie badane było zaopatrywane w świeże powietrze poprzez centralę wentylacyjną nawiewno-wywiewną CWK, wyposażoną w rekuperator oraz chłodnicę i nagrzewnicę. Centrala stabilizowała na zadanym poziomie temperaturę powietrza usuwanego z grupy 4 pomieszczeń na III i IV piętrze budynku oraz ciśnienia w przewodach wentylacyjnych w zależności od położenia regulatorów VAV obsługiwanych pomieszczeń.

Regulatory VAV

Powietrze przetworzone przez centralę wentylacyjną było następnie dostarczane do pomieszczenia w ilości kontrolowanej przez regulatory przepływu VAV. Podczas badania testowany był wielostopniowy algorytm nadrzędny sterujący zaopatrzeniem w powietrze pomieszczeń w zależności od liczby przebywających w nich osób (zmiany stężenia dwutlenku węgla) oraz uchybu regulacji temperatury. W zależności od parametrów regulatory VAV reagują w odmienny sposób, do czego dostosowuje się centrala wentylacyjna CWK, zapewniając odpowiednie ciśnienie w układzie oraz temperaturę powietrza dostarczanego do pomieszczeń.

Ilość powietrza nawiewanego i wywiewanego sterowana była za pomocą dwóch regulatorów przepływu VAV. Jeden był odpowiedzialny za nawiew, drugi za wywiew. Procentowa ilość nawiewanego i wywiewanego powietrza zależała od stężenia dwutlenku węgla i temperatury wewnątrz pomieszczenia oraz temperatury zadanej. Poszczególne progi przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Jak wynika z tabeli, regulatory VAV pozwalały na cztery różne poziomy przepływu powietrza. Regulacja na poziomie VAV przebiegała płynnie, a wartości stężenia dwutlenku węgla i temperatury były odczytywane przez sensory zamontowane w pomieszczeniu.

Regulatory przepływu VAV odpowiedzialne za ilość powietrza nawiewanego i wywiewanego z pomieszczenia działały, biorąc pod uwagę inne parametry.

Tabela 1. Kryteria przełączeniowe dotyczące stężenia dwutlenku węgla

Regulacja ze względu na CO ₂	
Stężenie CO ₂ [ppm]	Przepływ [%]
Zadane + 100	100
Zadane - 100	25

Tabela 2. Kryteria przełączeniowe dotyczące temperatury wewnątrz pomieszczenia

Regulacja ze względu na temperaturę	
Temperatura w pomieszczeniu [°C]	Przepływ [%]
Zadana + 0,5	40
Zadana + 1	60
Zadana + 2	100

Spodziewano się, iż temperatura zadana 20°C przy temperaturach zewnętrznych sięgających 35°C, przy ograniczonym możliwym do uzyskania przepływie oraz niemożności wprowadzania do pomieszczenia powietrza o zbyt niskiej temperaturze (ze względu na komfort ludzi), prawdopodobnie nie zostanie osiągnięta jedynie dzięki pracy rekupeatora i chłodnicy zlokalizowanej w centrali wentylacyjnej.

W ramach eksperymentu przeprowadzono dwa cykle badawcze, każdy trwający dwa tygodnie. Cykle różniły się między sobą temperaturą zadaną w pomieszczeniu. W pierwszym cyklu temperatura zadana wynosiła 20°C, natomiast w drugim 22°C. Warunki pracy poszczególnych urządzeń zależały od zmierzonych parametrów wewnętrznych.

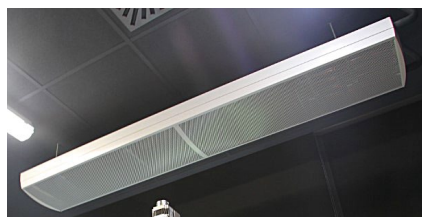
Wentylacja płaszczyznowa

Powietrze do pomieszczenia było dostarczane poprzez aktywną belkę chłodzącą. Jest to rozwiązanie, które należy umieścić w kategorii klimatyzacji, i jest ono korzystne ze względów ekonomicznych i komfortowych. Belki chłodzące dzięki krążącemu w nich zimnemu medium chłodzą powietrze w pomieszczeniu. Ich działanie opiera się głównie na zjawisku konwekcji: ciepłe powietrze unosi się i przepływa przez belkę, gdzie jest chłodzone zimnym medium, co powoduje zmianę jego gęstości i opadanie. W pewnym stopniu belki chłodzące działają również poprzez promieniowanie. Gdy zyski ciepła są bardzo duże, a zanieczyszczenie

powietrza stosunkowo małe, możliwe jest dostarczanie do pomieszczenia minimum powietrza świeżego niezbędne ze względów higienicznych, przy zachowaniu komfortowych warunków użytkowania.

Dodatkowym atutem zastosowania aktywnych belek chłodzących jest nawiew powietrza nie przez pojedyncze anemostaty czy kratki wentylacyjne, ale poprzez dużo większą powierzchnię belki. W ten sposób zapewniony jest bardziej równomierny rozptył powietrza. Skutkuje to nie tylko lepszym odbiorem przez użytkowników, ale również zmniejszeniem prawdopodobieństwa wystąpienia stref zastoju czy szczególnie burzliwego przepływu powietrza. Dodatkowo belki chłodzące generują znacznie mniejszy poziom hałasu niż anemostaty.

W trakcie eksperymentu aktywna belka chłodząca została wykorzystana jedynie w celu dostarczenia powietrza do pomieszczenia, bez dodatkowego jego chłodzenia.



Rys. 1. Pasywna belka chłodząca

Wyniki badań

Z obu cykli badań wybrano dwa trzydniowe okresy. Na rys. 2, 3, 4, 5 zaprezentowano pomiary dla temperatury zadanej 20°C. Natomiast otrzymane wyniki dla drugiego cyklu pomiarowego, gdy temperatura zadana wynosiła 22°C, zawarto na rys. 6, 7, 8 i 9.

Temperatura zadana 20°C w badanym pomieszczeniu nie została osiągnięta w całym okresie badań (rys. 2). Przepływ na regulatorze zmiennego przepływu powietrza VAV zwiększył się zgodnie z warunkiem zastosowanym w algorytmie sterowania (rys. 3). Temperatura nawiewu była utrzymywana na stałym poziomie (rys. 4). W trakcie badań w pomieszczeniu sporadycznie przebywali ludzie. Monitoring zmian dwutlenku węgla nie wykazał jego istotnych



Oto STAUFF Polska

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

Systemy Mocowania



Systemy Pomiarowe



Technika Filtracji



Diagtronics



Akcesoria Hydrauliczne



Zawory Kulowe



Złącza Hydrauliczne



NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złącz Rurowych od STAUFF



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

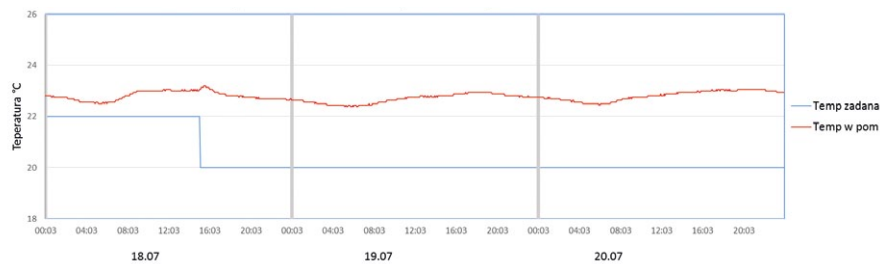
www.stauff.pl

zmian. Temperatura zewnętrzna w badanym okresie dochodziła w ciągu dnia do 35°C (rys. 5), co mogło wpłynąć na nieosiągnięcie przez badany system temperatury zadanej 20°C.

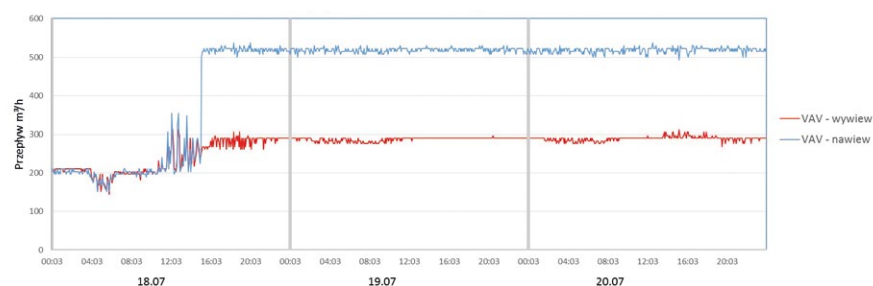
W przypadku cyklu badań, gdzie temperatura zadana w pomieszczeniu wynosiła 22°C, wartość ta została osiągnięta (rys. 6). Współpraca centrali wentylacyjnej z regulatorami zmiennego przepływu powietrza VAV była skuteczna – w przypadku wzrostu temperatury mierzonej w pomieszczeniu przepływ VAV się zwiększał (rys. 6 i 7). Zmiany temperatury nawiewu w tym okresie (rys. 8) wynikały z działania regulatora centrali wentylacyjnej. Temperatura zewnętrzna (rys. 9) osiągała wartości około 25–27°C, co również mogło wpłynąć korzystnie na utrzymanie zadanej temperatury.

Podsumowanie

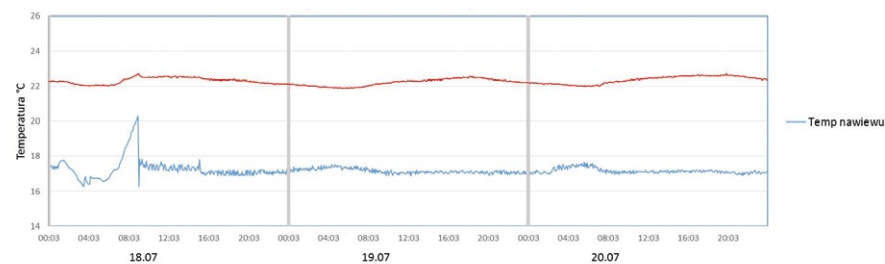
Badanie *in situ* współpracy centrali wentylacyjnej z regulatorami zmiennego przepływu powietrza VAV celem zapewnienia zadanych parametrów powietrza w obsługiwanych pomieszczeniach ma istotne znaczenie praktyczne. Prawidłowe zorganizowanie pracy tych dwóch elementów wentylacji mechanicznej poprzez optymalizację algorytmów ich sterowania pozwoli na poprawę efektywności energetycznej systemu wentylacji jako całości. Badanie wykazało, że chłodzenie przy wykorzystaniu jedynie wentylacji mechanicznej nie jest wystarczające, z powodu znaczącego wpływu czynników zewnętrznych (przede wszystkim temperatury) oraz wewnętrznych (temperatury w sąsiadujących pomieszczeniach). Obserwacja pracy regulatorów zmiennego przepływu powietrza VAV pozwala stwierdzić, że możliwe jest lepsze dopasowanie ich algorytmu pracy do dynamiki zmian parametrów powietrza w budynku. Istotne znaczenie może mieć także uwzględnienie w algorytmie sterowania większej liczby uwzględnianych parametrów, takich jak zmienna liczba użytkowników (dwutlenek węgla), zyski ciepła z zewnątrz, wilgotność itp. Pozwoli to na poprawę efektywności energetycznej budynku jako całości – powtarzalność układu, przy zachowaniu założonego komfortu użytkowego.



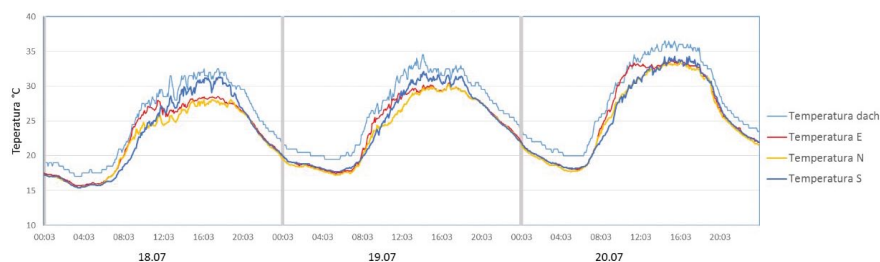
Rys. 2. Temperatura zadana i mierzona dla przełączenia z 22°C na 20°C



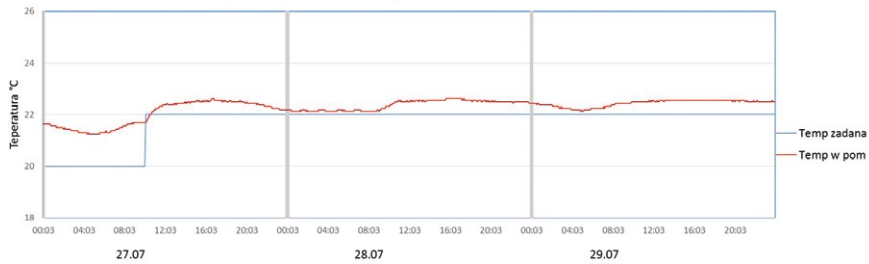
Rys. 3. Zarejestrowane przepływy na VAV - nawiew i wywiew dla przełączenia z 22°C na 20°C temperatury zadanej



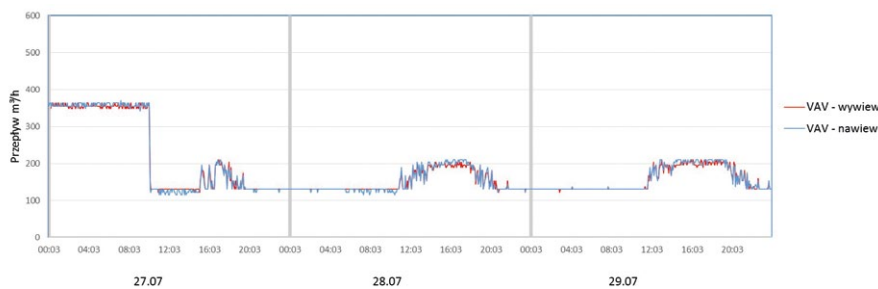
Rys. 4. Temperatury nawiewu i wywiewu dla przełączenia z 22°C na 20°C temperatury zadanej



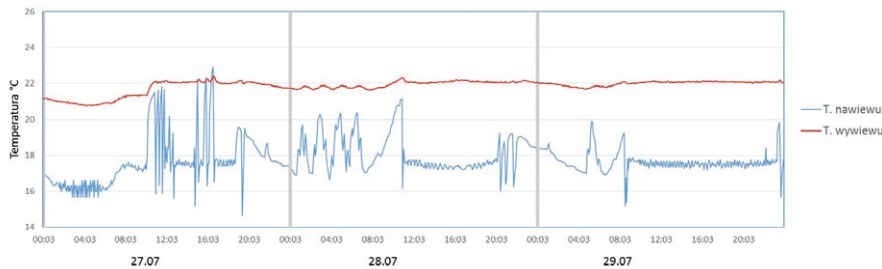
Rys. 5. Temperatura zewnętrzna w okresie 18-20 lipca



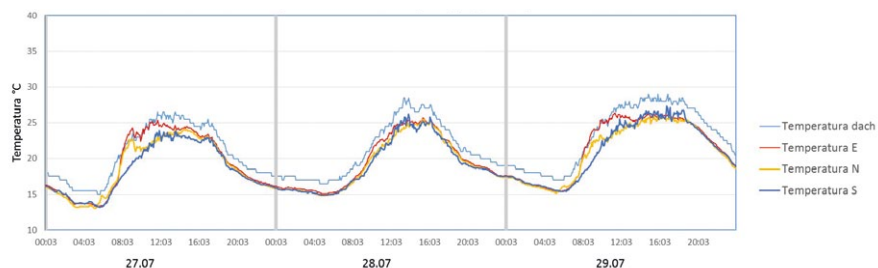
Rys. 6. Temperatura zadana i mierzona dla przełączenia z 20°C na 22°C



Rys. 7. Zarejestrowane przepływy na VAV – nawiew i wywiew dla przełączenia z 20°C na 22°C temperatury zadanej



Rys. 8. Temperatury nawiewu i wywiewu dla przełączenia z 20°C na 22°C temperatury zadanej



Rys. 9. Temperatura zewnętrzna w okresie 27-29 lipca

Literatura

- [1] MALICKI M.: *Wentylacja i klimatyzacja*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.
- [2] PN-83/B-03430 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej*.
- [3] SUDOŁ-SZOPIŃSKA I., CHOJNACKA A.: *Określanie warunków komfortu termicznego w pomieszczeniach za pomocą wskaźników PMV i PPD*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka”, 5/2007, s. 19–23.
- [4] KOULANI CH.S., HVIID CH.A., TERKILDSEN S.: *Optimized damper control of pressure and airflow in ventilation systems*. Proceedings of the 10th Nordic Symposium on Building Physics, Lund University, s. 822–829.
- [5] RAHNAMA S., AFSHARI A., BERGSOE N., SADRIZADEH S.: *Experimental study of the pressure reset control strategy for energy-efficient fan operation: Part 1: Variable air volume ventilation system with dampers*. Energy and Buildings, 139/2017, s. 72–77.
- [6] HESARAKI A., HOLMBERG S.: *Demand-controlled ventilation in new residential buildings: Consequences on indoor air quality and energy savings*. Indoor and Built Environment, 24/2013, s. 162–173.
- [7] YU C., LI M., CHAN V., LAI A.: *Influence of mechanical ventilation system on indoor carbon dioxide and particulate matter concentration*. Building and Environment, 76/2014, s. 73–80.
- [8] DUTKA A., MRÓZ T.M.: *The Influence of IAQ on the Energy Performance of VAV System – a Case Study*. „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo i Wentylacja”, 12/2016, s. 511–516.
- [9] Dyrektywa 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.

mgr inż. Mirosław Dechnik – Politechnika Krakowska, Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

mgr inż. Karina Grzywocz – Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej

dr inż. Anna Romańska-Zapała – Politechnika Krakowska, Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

artykuł recenzowany

Przetwornik LDC 1000 m w zastosowaniu do defektoskopii i badań parametrów materiału

Zbigniew Hilary Żurek, Dominik Kukla

1. Wprowadzenie

Praca jest kontynuacją badań [4, 7] nad zastosowaniem spektroskopii impedancji oraz unormowanych składowych w wykrywaniu zmian ciągłości struktury lub geometrii oraz procesów zmian parametrów materiału w procesie eksploatacji [5, 6]. Za pomocą przetwornika LDC wyznaczamy parametry elektryczne i magnetyczne w rezonansie utworzonym przez parametry cewki obejmującej materiał lub będącej w jego bezpośredniej bliskości [1]. Współczynnik odma-gnesowania w pomiarach indukcyjnych jest zależny od lokalizacji przetwornika testującego kształtu i wielkości elementu. Niezwykle istotna jest przestrzeń pomiędzy cewką a badaną próbką, definiowana wartością współczynnika wypełnienia [11, 12]. Przeprowadzenie badań na próbkach znormalizowanych pozwoli nam wyeliminować dodatkowe badania parametrów materiału.



Napięcie uzwojenia cewki (sondy) przed włożeniem próbki wynosi ϵ_0 , a po włożeniu próbki ϵ zmienia się proporcjonalnie do impedancji Z . W rozważaniu analitycznym zaproponowanym przez Förstera i zastosowaniach opisanych w pracach [11, 12] wprowadzono pojęcie przenikalności skutecznej – μ_{sk} oraz założenie, że część rzeczywista R_0 dla pustej cewki pomiarowej jest pomijana. Pozostaje jedynie składowa urojona ωL_0 i składowa rzeczywista przyrostowa R :

Streszczenie: Moduł LDC 1000 [1, 2] jest przetwornikiem pomiarowym indukcyjnym produkcji Texas Instruments. W podstawowej wersji został zaprojektowany do pomiaru odległości od powierzchni materiałów przewodzących. Jego konstrukcja i oprogramowanie umożliwiają wiele innowacyjnych zastosowań. Zastosowania można przenieść na diagnostykę maszyn (pomiar skręcenia wałów napędowych, wykrywanie i pomiar nierównoważenia mas wirujących), a także w obszar badań nieniszczących defektów ciągłości kształtu i struktury. W artykule opisano przykłady zastosowania w defektoskopii pęknięć, w pomiarze parametrów elektrycznych i magnetycznych oraz w pomiarze odległości od powierzchni materiałów przewodzących.

Układ LDC 1000 jest dostępny od kilku lat na rynku. Obszar podstawowy jego zastosowania

jest ciągle poszerzany [4, 5]. Jest też tematem prac doktorskich [7]. Przedstawione na wstępie zasady pomiaru unormowanych składowych impedancji są wstępem do opisu działania przetwornika LDC. Przetwornik LDC 1000 pracuje w obszarze rezonansu prądu: cewka indukcyjna – materiał badany.

Spośród możliwości diagnostycznych układu zaprezentowano jego zastosowanie w wykrywaniu defektów. Przeprowadzono pomiar pęknięć, pomiar przewodności oraz pomiar odległości. Wartościami rejestrowanymi była lokalna indukcja obwodu. Pomiar prowadzono na wzorcach stosowanych w defektoskopii magneto-indukcyjnej. Wykonano badania na powtarzalność czasową pomiaru.

Słowa kluczowe: NDT, NDE, diagnostyka parametrów i struktury materiału

🇬🇧 LDC 1000 CONVERTER FOR NDT AND MATERIAL CHARACTERIZATION

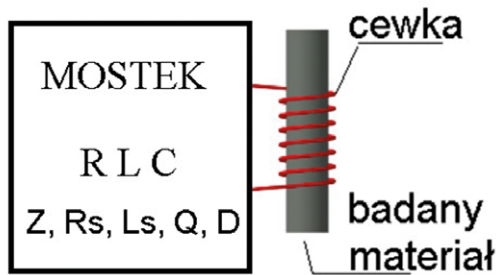
Abstract: LDC 1000 module [1, 2] measurement tool is an inductive converter made by TI. It has been designed to measure distance from the surface of conducting materials. Its design and software make it possible to use the device in many innovative applications. The possible applications may be found in machine diagnostics (measurement of shaft torsions, detection and measurement of rotating masses' unbalance) as well as in non-destructive testing (NDT) of continuity, shape and structure flaws. Examples of applying this converter to flaw crack detection, measurement of electrical and magnetic parameters and distance from the surface of conducting materials as a thickness of nonconductive layer, are described in the paper.

LDC 1000 has been available commercially for a few years. Its basic scope of applications expands all the time [4, 5]. It has been the sub-

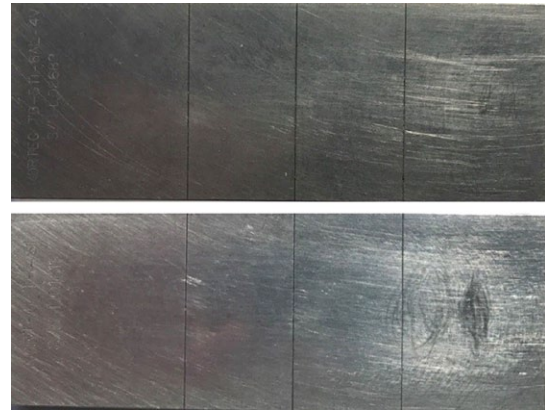
ject matter for some Ph.D. theses [7]. The principles for measuring normalized impedance components explained in the initial part of the paper are necessary for full description of converter's operation. LDC 1000 converter operates in the current resonance region (resonance takes place between inductive coil and tested material). From among many diagnostic possibilities of the converter, we have chosen to present its application in flaw detection. Crack, conductivity and distance measurements have been carried out.

Local circuit inductance has been recorded. Measurements have been conducted with standards flaw detection probe used. We have also investigated the time repeatability of measurements.

Keywords: NDT, NDE, parameters and structure of the material



Rys. 1. Ogólny schemat układu pomiarowego



Rys. 2. Przykłady wzorców kalibracyjnych z tytanu i aluminium

$$\frac{\underline{\varepsilon}}{\underline{\varepsilon}_0} = \frac{\underline{Z}}{\omega L_0} = j(1 - \eta + \eta \mu_r \underline{\mu}_{sk}) \quad (1)$$

z czego wynikają następujące zależności dla unormowanych składowych impedancji [10]:

$$\frac{\operatorname{Re} \underline{\varepsilon}}{\underline{\varepsilon}_0} = \frac{R}{\omega L_0} = \eta \mu_r (-\operatorname{Im} \underline{\mu}_{sk}) \quad (2)$$

$$\frac{\operatorname{Im} \underline{\varepsilon}}{\underline{\varepsilon}_0} = \frac{\omega L}{\omega L_0} = 1 - \eta + \eta \mu_r (\operatorname{Re} \underline{\mu}_{sk}) \quad (3)$$

gdzie:

μ_r – przenikalność magnetyczna względna;

η – współczynnik wypełnienia cewki, definiowany jako stosunek średnic próbki D_p i cewki D_s .

$$\eta = (D_p / D_s)^2 \quad (4)$$

Dla przekroju prostokątnego otworu cewki i złożonego kształtu współczynnik wypełnienia zależy od ilorazu powierzchni:

$$\eta' = (s_p / s_s) \quad (5)$$

2. Szczegóły eksperymentu

Badania eksperymentalne przeprowadzono przy użyciu certyfikowanych materiałów i próbek do badań wiroprowadowych, dobrano cewkę testującą TI [2] oraz podano zasady pracy modułu LDC1000EVM [1].

2.1. Materiał badań

Testowi poddano wzorce stosowane do kalibrowania defektoskopów wiroprowadowych. Badane wzorce są wykonane ze stali węglowej, tytanu i aluminium. Na powierzchni każdego wzorca wykonane są trzy nacięcia o stałej szerokości, lecz zmiennej głębokości 0,2 mm, 0,5 mm i 1 mm, jak pokazano na rysunku 2.

Parametry magnetyczne i elektryczne materiału przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Materiał wzorców próbek i i normy

Materiał próbek	Norma
Stal niskowęglowa	S/N X00030, SRSM - 2503
Tytan	P/N 191961,021
Aluminium	P/N1902510,01

reklama

INNOWACYJNY DIAGNOSKOP MAGNETYCZNY



- Diagnostyka materiałów i defektów
- Różnorodność zastosowań dla indywidualnych potrzeb
- Szerokie zastosowanie badawcze
- Udokumentowane badania i pomiary
- Bardzo niskie koszty
- Duża dostępność

Urządzenie posiada szerokie zastosowanie dla badania szeregu procesów zachodzących w materiałach przewodzących, oraz m.in. do dokonywania pośrednich pomiarów:

- elektrycznych • magnetycznych materiałów ferro • para magnetycznych • szerokiej grupy materiałów przewodzących
- określania obecności stanów naprężenia mechanicznego I i II stopnia oraz jego kierunku
- selekcjonowania stratności magnetycznej blach transformatorowych • ogólnopojętej defektoskopii

Jesteśmy jedynym producentem prototypowego urządzenia Diagnostyki Magnetycznej

Cewkę wzbudzającą pole magnetyczne w materiale wzorców testowych wybrano z zestawu cewek oferowanych przez Texas Instruments do wszystkich modułów ewolucyjnych LDC *evaluation module* LDC EVM [2].

2.2. Cewka pomiarowa

Zastosowano moduł LDC 1000 EVM oraz cewkę *E* z zestawu [2]. Cewka jest strukturą czterowarstwową o 48 zwojach. Na rysunku 3 zamieszczono układ zwojów jednej warstwy i fotografię cewki z zestawu.

Charakterystyka częstotliwościowa cewki, jej wartość szeregową R_s (obejmująca zmiany przewodności drutu cewki oraz zmiany przewodności materiału) i indukcyjność L pokazane są na wykresie fabrycznym, zamieszczonym na rysunku 4.

Przewidywana częstotliwość graniczna rezonansu równoległego dla materiałów poddanych testowaniu zmienia się w przedziale od 3 do 6 MHz.

2.3. Moduł pomiarowy LDC 1000 EVM

Zasada pomiaru modułem LDC 1000 jest podobna do pomiaru odległości za pomocą defektoskopu wiropiędowego. Metodę pomiaru za pomocą prądów wirowych przedstawiono na rysunku 5. Prądy wirowe, generowane w materiale o przenikalności μ i przewodności γ , wpływają na impedancję cewki, zmieniając wartości jej składowej czynnej i biernej. Indukcyjność szeregową cewki L_s pozostaje indukcyjnością L , a rezystancja cewki R_s jest powiększona o szeregową rezystancję pasożytniczą $R_{(d)}$. Szeregową rezystancję $R_{(d)}$ jest zależna od odległości d , czyli jest funkcją materiału i odległości d od jego powierzchni, jak pokazano na rysunku 6.

Dodany, zewnętrzny kondensator C ogranicza pobór prądu w zakresie częstotliwości poza przedziałem pracy sondy w rezonansie. Główne zmiany parametrów obwodu widoczne są w pomiarach rezystancji $R_{s(d)}$ i są funkcją prądów wirowych. Układ szeregowy podłączony do oscylatora przedstawiono na rysunku 6.

Na rysunku 7 przedstawiono sposób pomiaru realizowany przez LDC 1000. Rezystancja szeregową jest mierzona przez ekwiwalentną rezystancję równoległą $R_{p(d)}$ (6):

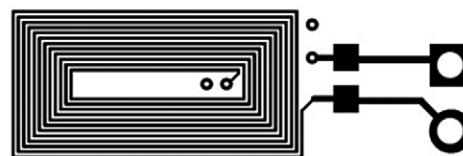
$$R_{p(d)} = \frac{L_s + L_{(d)}}{[R_s + R_{p(d)}] \times C} \quad (6)$$

3. Pomiary

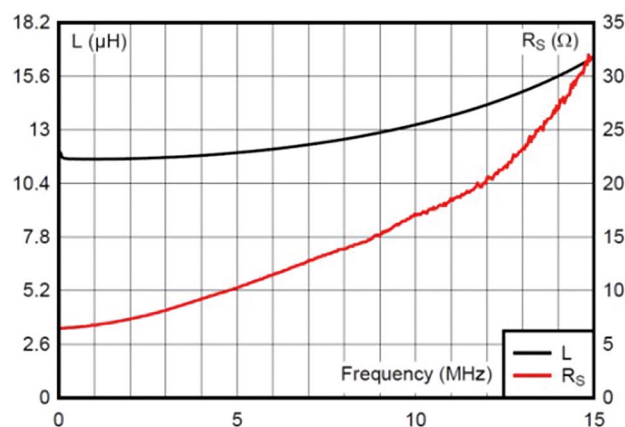
Element badań to głównie wzorce służące do kalibrowania profesjonalnych defektoskopów wiropiędowych, a także testowe wzorce konduktywności.

3.1. Pomiar defektów

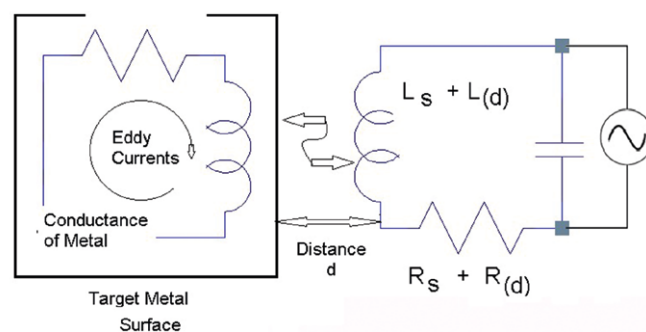
Badane wzorce kalibracyjne wykonane są z aluminium, tytanu i stali. Metale te charakteryzują się różnymi wartościami przenikalności magnetycznej, zbliżonej do powietrza dla aluminium i tytanu oraz znacznie większej dla stali. Przewodność tych materiałów jest różna. Dlatego odpowiedzi składowych cewki pomiarowej, jej indukcyjności i rezystancji równoległej



Rys. 3. Schemat uzwojeń i zdjęcie płytki wielowarstwowej obwodu drukowanego [3]

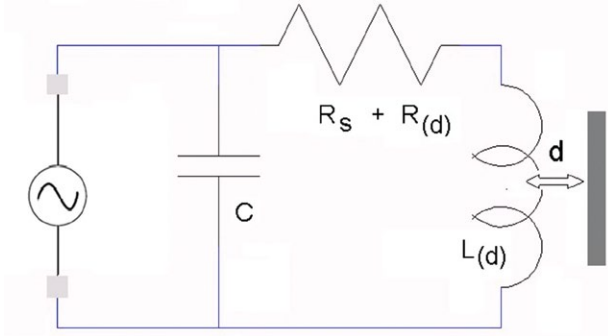


Rys. 4. Charakterystyka częstotliwościowa cewki *E* zestawu i przebiegi zmian indukcyjności oraz rezystancji szeregową [3]

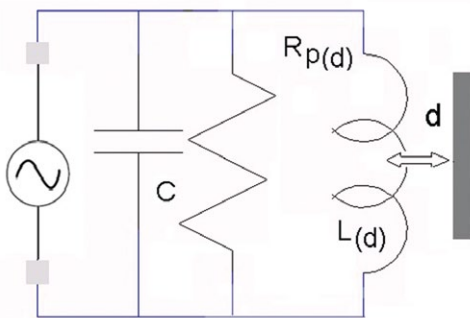


Rys. 5. Schemat sprzężenia indukcyjnego materiału i cewki oddalonej o dystans d

muszą być także różne. Rejestracja zmian parametrów cewki pomiarowej odzwierciedla zmianę kształtu defektu. Na kolejnym rysunku (rys. 8) przedstawiono zarejestrowane zmiany indukcji cewki pomiarowej nad powierzchnią próbki i kolejnymi nacięciami (defektami).

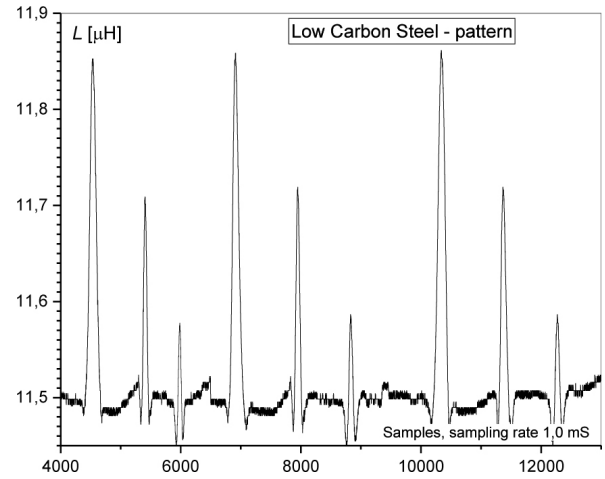


Rys. 6. Układ szeregowy cewki podłączony do oscylatora (fizyczny)

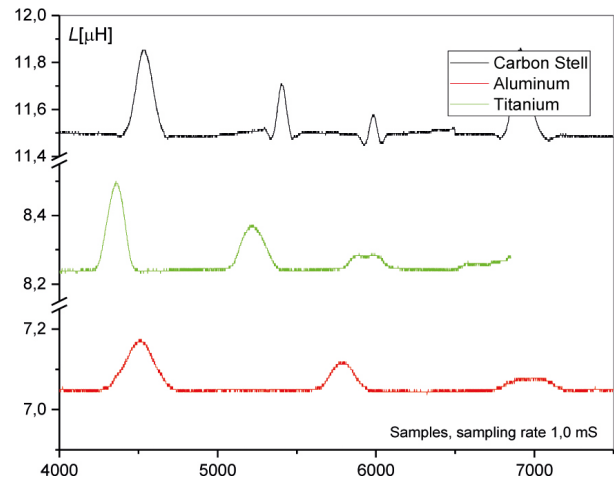


Rys. 7. Ekwiwalent cewki pomiarowej modułu LDC 1000 w obwodzie równoległym

Geometria defektu, jej szerokość i głębokość wpływa na różnicowanie amplitudy sygnału sondy LDC. Odległość powierzchni sondy od powierzchni materiału podyktowana była grubością folii teflonowej, ograniczającą tarcie. Wyniki pomiaru trzech kolejnych próbek wzorcowych zamieszczono na rysunku 9.



Rys. 8. Porównanie trzech kolejnych pomiarów dla próbki wykonanej ze stali węglowej

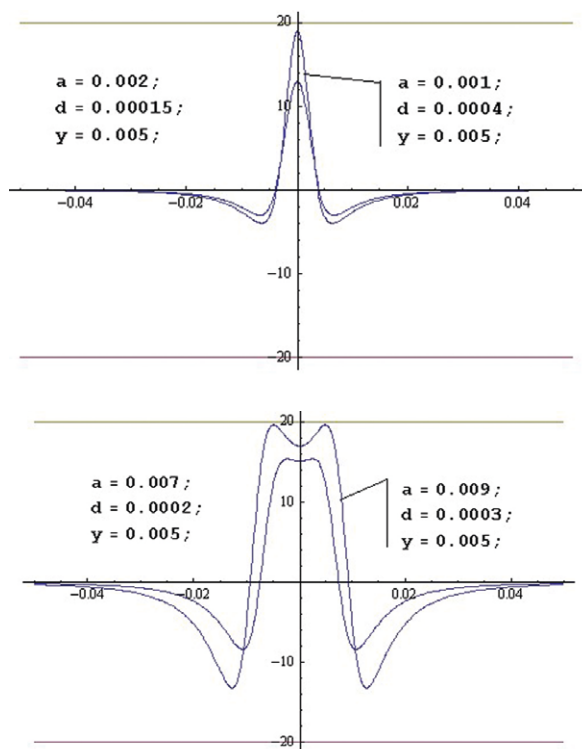


Rys. 9. Zestawienie trzech kolejnych pomiarów dla trzech próbek

reklama

REALIZACJA UKŁADÓW STEROWANIA Z WYKORZYSTANIEM ZINTEGROWANYCH FUNKCJI BEZPIECZEŃSTWA

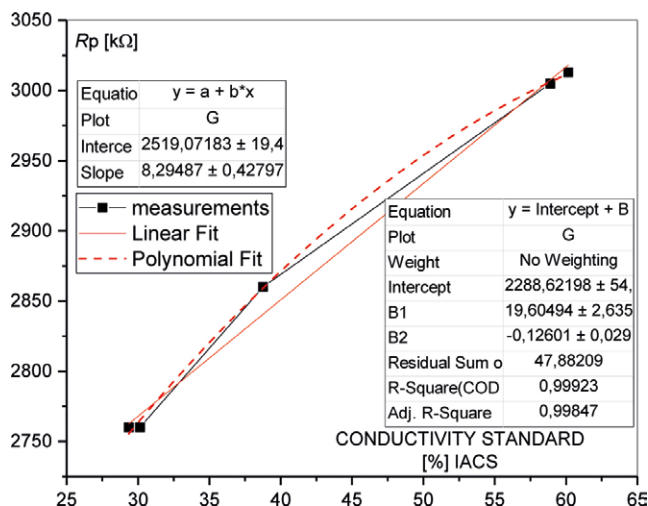




Rys. 10. Teoretyczny rozkład pola magnetycznego zależny od głębokości i szerokości defektu



Rys. 11. Zestawy standardów przewodności elektrycznej



Rys. 12. Wykres zmian rezystancji R_p w funkcji przewodności wzorców z rys. 11

Teoretyczny rozkład magnesującego pola magnetycznego stałego, jak i przemiennego podczas pomiaru dowolnym typem przetwornika jest zawsze uśredniany. Wynik pomiaru jest zależny od czynnej powierzchni przetwornika lub jego geometrii w stosunku do głębokości d i szerokości, a defektu wyrażonego w metrach (rys. 10).

Wielkość wartości mierzonej jest zależna co do wartości amplitudy od kształtu wzajemnych relacji wymiarów: defekt – przetwornik. Teoretyczny rozkład pola magnetycznego wyznaczony [14] w programie MATHEMATICA przedstawia rys. 10. Teoretyczne przebiegi indukcji są zbliżone dla pola magnetycznego stałego, jak i przemiennego [8, 9, 10, 13].

Wymiar przetwornika wpływa na wynik pomiaru pola magnetycznego nad defektem. Najniższe błędy można uzyskać, stosując miniaturowe przetworniki GMR, MR, lub super miniaturowe sondy indukcyjne Förstera czy sondy półprzewodnikowe. Użyta do badań cewka ma wymiar 6×11 mm (rys. 3) i w pomiarze defektu wzorcowego i powoduje błąd co do amplitudy i kształtu, jednak dokładnie wykrywa lokalizację.

3.2. Pomiar przewodności elektrycznej

Do pomiaru przewodności elektrycznej sondą LDC 1000 zastosowano profesjonalne standardy konduktywności, pokazane na rysunku 11. Wartość $R_{p(d)}$ zmienia się łącznie ze zmianą odległości d , jak przewodność elektryczna.

Wyniki pomiaru zmian składowej $R_s + R_{p(d)}$ są związane ze zmianą przewodności i dystansu d . W przeprowadzonej serii dystans ustalono grubością folii teflonowej, którą zabezpieczono powierzchnię cewki. Wyeliminowano w ten sposób wpływ odległości d . Zmiana $R_{p(d)} = \text{const.}$ jest zależna od przewodności materiału i przenikalności magnetycznej (F. Förster). Pomierzone wartości rezystancji równoległej w stosunku do zmiany przewodności elektrycznej wzorców wskazują statystycznie istotną korelację, jak pokazano na rysunku 12.

Zależność pomiędzy standardem konduktywności dla kolejnych badanych materiałów (rys. 13) a rezystancją R_p potwierdza zastosowanie sondy LDC do pomiaru przewodności materiału.

Wpływ dystansu d na pomiar jest zawarty w pomiarze kolejnego wzorca przedstawionego na rysunku 14. Wzorec ten zawiera grupę sześciu materiałów przeznaczonych do identyfikacji przewodności elektrycznej. Wymiar wzorców i sposób ich montażu uniemożliwił pomiar dla dystansu minimalnego (grubość folii teflonowej). Pomiarzy wykonano w odległości 0,9 mm.

Wyniki pomiaru rezystancji równoległej $R_{p(d)}$ zamieszczono na wykresie (rys. 17).

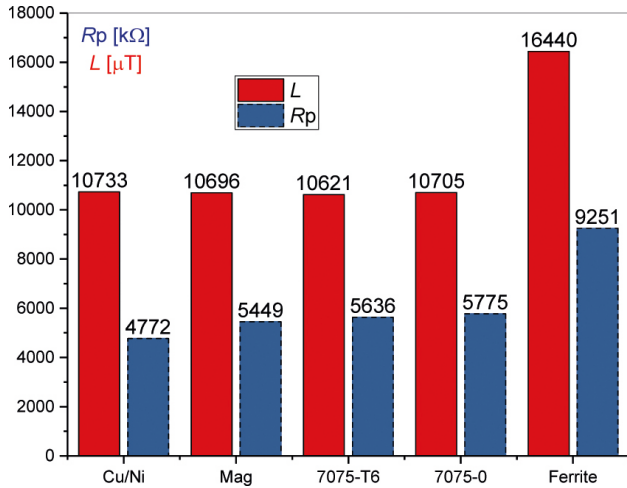
Parametry przewodności ferrytu znacznie odbiegają od pozostałych materiałów. W celu wykazania wpływu odległości d przeprowadzono pomiar konduktywności na płycie stalowej ze stali węglowej w zmiennej odległości d .

4. Pomiar dystansu

Pomiar dystansu d jest założonym przez twórców zadaniem pomiarowym dla przetwornika LDC 1000. Uzyskana linowość świadczy o czułości przetwornika. Zmiany rezystancji R_p w funkcji odległości badano dla płytki stalowej o wymiarach 50×50 mm i grubości 7,65 mm.



Rys. 13. Zestaw sześciu wzorców dla testów konduktywności



Rys. 14. Wyniki pomiaru wartości rezystancji $R_{p(d)}$

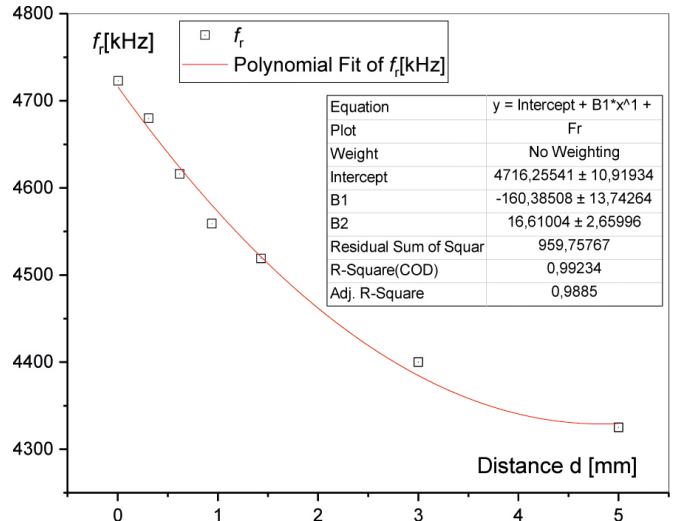
Wyniki pomiaru zamieszczono na rysunku 15. Na rysunku 16 podano odpowiadające kolejnym pomiarom zmiany częstotliwości rezonansowej przetwornika LDC.

Przebieg zmian rezystancji R_p , uzyskany z pomiarów testowych odległości d od materiału, jest charakterystyczny dla podstawowej cechy konstrukcji sondy przetwornika [1, 3], jaką jest pomiar odległości.

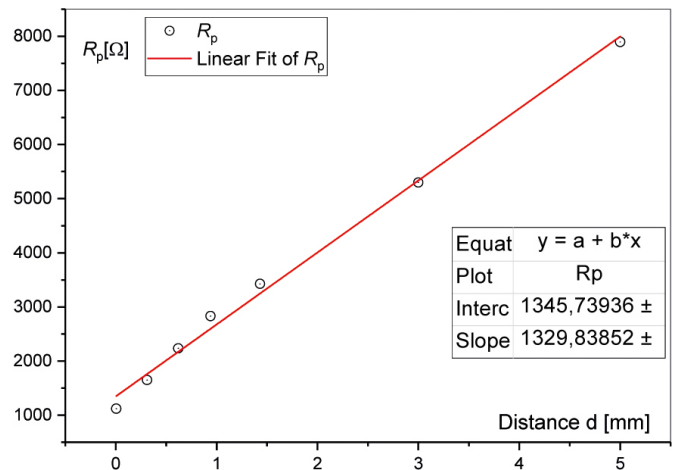
5. Pomiar strat blach transformatorowych

Pomiar strat blach transformatorowych w zakładach produkujących urządzenia przetwarzania i przemiany energii elektrycznej jest niezwykle istotny ze względu na unijny wymóg podwyższania sprawności maszyn elektrycznych. Pomiar na aparaturze znanej z historii elektrotechniki czy współczesne rozwiązania przyrządów pomiarowych są pracochłonne i kosztowne. Możliwość przybliżonego pomiaru – jednak bardzo dokładnego – jest znacznym udogodnieniem dla pracowników linii produkcyjnych czy projektowych. Z wykonanych znormalizowanych pomiarów przeprowadzonych w zakładzie producenta transformatorów [17] wykazano, że błąd pomiędzy pomiarem znormalizowanym a pomiarem wykonanym zmodyfikowaną (z produkcji prototypowej) sondą LDC jest zadowalająco dokładny, jak przedstawia rysunek 17.

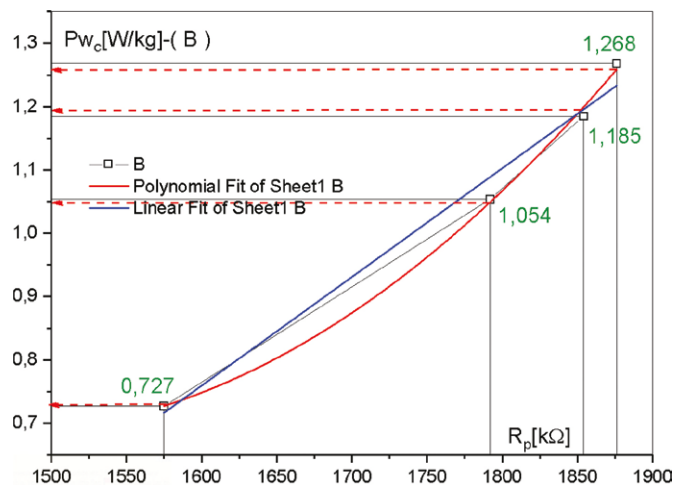
Zakłady produkcyjne otrzymują nowe możliwości szybkiego testowania materiałów [15].



Rys. 15. Zmiany częstotliwości rezonansowej w funkcji d



Rys. 16. Zmiany rezystancji R_p w funkcji d



Rys. 17. Pomiar trzech blach transformatorowych w przedziale wartości strat od 0,7 do 1,3 W/kg i przeprowadzone aproksymacje liniowe i wielomianowe

6. Weryfikacja zastosowań przetwornika LDC 1000

Weryfikacja polegała na porównaniu wyników z zastosowaniem standardowych wzorców częstotliwości oraz sposobu obsługi przetwornika. Dla uzyskania powtarzalności w przebiegu czasu i wartości urządzenie musi pracować jałowo przez okres minimum 30 min. Po tym czasie powtarzalność czasowa pomiędzy wynikami jest znacząca, jak pokazano na serii trzech pomiarów wzorca stalowego (tabela 1) wykonanych w odstępach kilkunastu minut. Wyniki pokazano na rysunku 8. Wielkość błędu i możliwość rozróżniania konduktywności, jak i odległości d , została wykazana na wzorcach i uwzględniona na rysunku (12, 15, 16). Jednoczesny pomiar częstotliwości rezonansowej i indukcyjności umożliwia wyznaczenie przenikalności magnetycznej materiału w niskich polach magnetycznych. Aproksymacja liniowa i wielomianowa wykazuje błąd umożliwiający zastosowanie w szybkiej ocenie poligonowej parametrów materiału.


7. Podsumowanie

Założony cel sformułowany w zadaniu badawczym został zrealizowany, wykazując możliwość zastosowania przetwornika w bardzo szerokim zakresie diagnostyki materiału i defektów. Jego dostępność (NETMED.PL, Katowice), niskie koszty oraz różnorodność zastosowań zostały potwierdzone i udokumentowane wieloma pomiarami zaprezentowanymi na Światowym Kongresie NDT – WCNDT Monachium 2016. Innowacyjność zastosowań przetwornika LDC 1000 omawiano w wielu artykułach <http://www.ndt.net/search/docs.php3?edit=1&MainSource=-1&AuthorID=7187>, referatach oraz prezentacjach konferencyjnych.

Literatura

- [1] <http://www.ti.com/tool/ldc1000evm>
- [2] <http://www.ti.com/general/docs/litabsmultiplefilelist.tsp?literatureNumber=snou136>
- [3] <https://www.wolfram.com/mathematica>
- [4] <http://www.ndt.net/search/docs.php3?edit=1&MainSource=-1&AuthorID=7187>
- [5] https://www.researchgate.net/profile/Zbigniew_Zurek3
- [6] <http://pe.org.pl/articles/2016/3/46.pdf>
- [7] SCHILDER P.: *Eddy current measurements with the LDC1000EVM digital inductance sensor*, Universiteit van Amsterdam, Faculty of Science, van der Waals-Zeeman Institute, Report Bachelor Project Physics and Astronomy 2015. <https://esc.fnwi.uva.nl/thesis/centraal/files/f1250956148.pdf>

- [8] HARZALLAH S., CHABAAT M.: *Eddy Current Sensor Modeling For the Nondestructive Evaluation of Stress intensity Factor*, 2014 AASRI Conference on Circuit and Signal Processing (CSP 2014), AASRI Procedia 9(2014)57-632014 AASRI.
- [9] SAKA M., SATO I., ABÉ H.: NDE of a 3-D surface crack using magnetic field induced by DC current flow, Original Research Article, Vol. 31, No. 5, pp. 325–328, 1998.
- [10] MINKOV D., SHOJI T.: *Method for sizing of 3-D surface breaking flaws by leakage flux*, NDT&E International, Vol. 31, No. 5, pp. 317–324, 1998.
- [11] ŻUREK Z.H., WITOS M.: *Diagnostics of degradative changes in paramagnetic alloys with the use of low frequency impedance spectroscopy*, 7th International Symposium on NDT in Aerospace – We.5.A.7 <http://www.ndt.net/search/docs.php3?edit=1&MainSource=-1&AuthorID=7187> http://www.ndt.net/article/aero2015/papers/We_5_A_7_Zurek1.pdf
- [12] ŻUREK Z.H., DOBMANN G., ROCKSTROH B., KUKLA D.: *Examination of service life of power system components made of p91 steel (x10crmovnb9-1) using impedance spectroscopy and magnetic resonance technique* WCNDT 2016, 2016-07, ISBN 978-3-940283-78-8 <http://www.ndt.net/search/docs.php3?edit=1&MainSource=-1&AuthorID=7187> <http://www.ndt.net/article/wcndt2016/papers/tu2f1.pdf>
- [13] MAZLUMI F., SADEGHI S.H.H., MOINI R.: *Using open-ended rectangular waveguide probe for detection and sizing of fatigue cracks in metals*, Electronics Letters ieeexplore.ieee.org/iel5/2220/30709/01421182.pdf
- [14] DUKA P., ŻUREK Z.H.: *Badania własne*, Politechnika Śląska,
- [15] ŻUREK Z.H., JASIŃSKI T., GLINKA T., SOBOTA J.: *Pole magnetyczne wokół transformatorów energetycznych*, „Przegląd Elektrotechniczny” 11/2017.

 Zbigniew Hilary Żurek – Politechnika Śląska,
e-mail: zbigniew.zurek@polsl.pl;
Dominik Kukla – IPPT PAN, e-mail: dkukla@gov.pl

artykuł recenzowany

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

WYDARZENIA

● **Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe rewolucjonizują informatykę śledczą. Nowy system automatycznie wysledzi źródło cyberataku**

Coraz większa ilość danych cyfrowych powoduje większą potrzebę ich śledzenia, odzyskiwania lub analizowania. Wraz z liczbą danych przechowywanych w cyberprzestrzeni rośnie także liczba cyberataków. To wyzwanie dla tych, którzy zajmują się śledzeniem poczynań cyberprzestępców. Informatyka śledczą wkracza w nową fazę. Stworzony przez amerykańskich naukowców system pozwoli cofnąć się w czasie, by dokładnie prześledzić, w jaki sposób cyberprzestępca złamał zabezpieczenie systemu.

Naukowcy z Georgia Institute of Technology we współpracy z amerykańskim departamentem obrony stworzyli system RAIN (*Refinable Attack Investigation*), określany jako pierwsze

zautomatyzowane narzędzie informatyki śledczej. Oprogramowanie pozwala dokładnie prześledzić, w jaki sposób cyberprzestępca złamał zabezpieczenia, nawet jeśli zatarł on wszystkie ślady. RAIN w pełni automatycznie przeszukuje sieć w poszukiwaniu potencjalnych zagrożeń.

Naukowcy ułożyli zbierane przez narzędzie informacje w hierarchiczny sposób i zastosowali zróżnicowane metody automatycznej analizy danych, dzięki czemu nie wystąpią problemy z ograniczonym miejscem na przechowywanie logów – informacji, dotyczących niepożądanych zdarzeń czy błędów w systemie. W najgłębszej warstwie system potrafi wydobyć informacje na poziomie jednego bajta.

– Bez technologii niewiele moglibyśmy zrobić. Przy tej liczbie danych możemy sobie wyobrazić, że gdybyśmy chcieli wydrukować wszystkie informacje

zawarte na standardowym dysku, to mielibyśmy stos kartek A4 na kilkanaście kilometrów w górę. W związku z tym żaden człowiek nie jest w stanie przetworzyć takiej ilości informacji, dlatego niezbędna jest dzisiaj ta technologia – tłumaczy Sebastian Małycha, prezes zarządu firmy Mediarecovery.

Kolejnym przykładem zautomatyzowanych działań śledczych w cyberprzestrzeni są zaawansowane algorytmy portalu społecznościowego Facebook, który wykorzystuje systemy rozpoznawania i dopasowywania obrazów oraz uczenia maszynowego do wychwytywania postów związanych z terroryzmem. Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji pozwala na zablokowanie nawet 99 proc. niepożądanych treści, zanim ktokolwiek je zobaczy lub oznaczy.

Źródło: Newseria

reklama



XXIV Międzynarodowe Targi Automatyki i Pomiarów

BIURO TARGÓW

Al. Jerozolimskie 202,
02-486 Warszawa
tel. 22 874 01 50, 874 02 30,
fax 22 874 01 49
e-mail: targi@automaticon.pl

ORGANIZATORZY



www.automaticon.pl

Wybrane metody redukcji pulsacji ciśnienia w układach hydraulicznych

Michał Stosiak, Piotr Szmolke

1. Wprowadzenie


Napęd hydrostatyczny stosuje się powszechnie w rozległych gałęziach przemysłu i gospodarki, co wynika z licznych zalet tego typu rozwiązań, m.in. możliwość uzyskiwania dużej gęstości strumienia przekazywanej mocy [1]. Wprowadzenie elementów elektronicznych do układów hydraulicznych pozwala na ich łatwą automatyzację, dotyczy to zwłaszcza układów hydraulicznych sterowanych proporcjonalnie [2]. Istotnym i silnie zauważalnym trendem w rozwoju dotychczasowych elementów i układów hydrostatycznych jest obszar mikrohydrauliki. Obejmuje on z jednej strony zmniejszenie wymiarów elementów hydraulicznych oraz cechuje się natężeniem przepływu czynnika roboczego do $50 \text{ cm}^3/\text{s}$ [3], a z drugiej strony pracuje przy ciśnieniach roboczych przekraczających 20 MPa. Mikroukłady hydrostatyczne znajdują zastosowanie w mechanice precyzyjnej, w której wymagane są duże siły, bądź wszędzie tam, gdzie wymagana jest miniaturyzacja urządzeń i maszyn. Od układów mikrohydraulicznych wymaga się – prócz pewności działania i precyzji – wysokiej sprawności i niskiego poziomu hałaśliwości. Kryterium hałaśliwości układów hydraulicznych i mikrohydraulicznych zyskuje na znaczeniu, ponieważ jest wymieniane w oficjalnych dokumentach i dyrektywach Unii Europejskiej, np. 98/37/WE [4], 2000/14/WE [5] oraz 2003/10/WE [6], gdzie istnieją zapisy dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu generowanego przez maszynę albo urządzenie z układem hydraulicznym. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że dopuszczalne wartości hałasu określane przez korygowany poziom ciśnienia akustycznego lub mocy akustycznej systematycznie się obniżają. Przyczyny hałaśliwości układów hydraulicznych można ogólnie sklasyfikować następująco:

- przyczyny bezpośrednie, gdy źródło hałasu wywołuje zmiany ciśnienia w otaczającym je powietrzu, np. wirnik wentylatora w silniku napędzającym pompę [7, 8];
- przyczyny pośrednie, gdy czasowo zmienne siły pobudzają do drgań elementy układu hydraulicznego i na skutek drgań powierzchni tych elementów [9, 10].

W układzie hydraulicznym o poziomie hałaśliwości decyduje hałas powstający pośrednio. Przyczynami hałaśliwości eksploatacyjnej układów hydraulicznych są zjawiska kawitacji [11, 12], pulsacji ciśnienia [13, 14] oraz uderzeniowe zmiany ciśnienia cieczy roboczej [15].

Wskazane przyczyny hałaśliwości odnoszą się również do elementów i układów mikrohydraulicznych. Istotną przyczyną wzmożonej niekiedy hałaśliwości pracy układów

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane problemy w eksploatacji układów hydraulicznych i mikrohydraulicznych. Szerzej omówiono zjawisko pulsacji ciśnienia, w szczególności skupiając się na oddziaływaniu zewnętrznych drgań mechanicznych na układ mikrohydrauliczny. Przedstawiono wyniki, które świadczą o powstawaniu składowych widma amplitudowo-częstotliwościowego pulsacji ciśnienia, powodowanych wzbudzeniem się drgań grzybka mikrozaworu przelewowego, którego korpus poddawany był drganiom mechanicznym. Zaproponowano na drodze symulacyjnej możliwości redukcji drgań korpusu mikrozaworu w oparciu o metody wibroizolacji biernej.

 **Abstract:** The article presents elected problems with exploitation hydraulic and microhydraulic systems. There discussed in more detail about phenomenon of pulsation, especially about influence of external effects of mechanical vibration on microhydraulic system. Presented results indicate on forming components of the amplitude-frequency spectrum of pressure pulsation caused by exciting bypass valve poppet's vibration, which body was subjected to mechanical vibration. It was suggested, due to computer simulations based on passive vibroisolation, new possibilities of reducing microvalve's body vibrations.

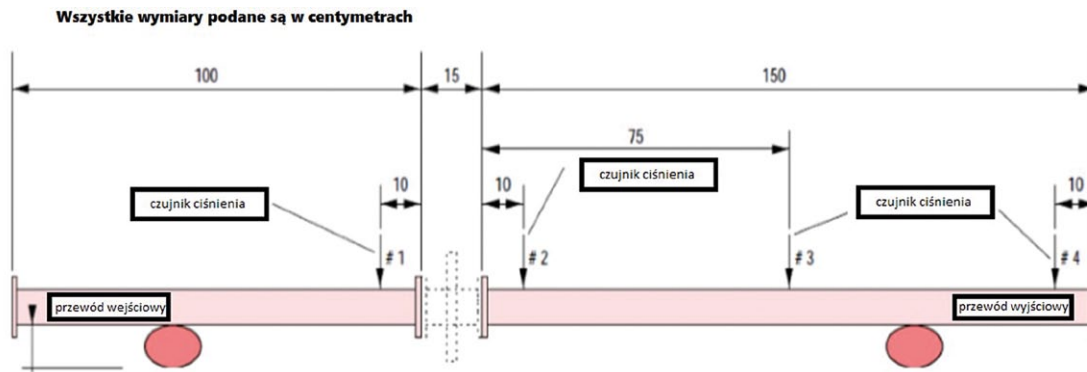
mikrohydraulicznych jest pulsacja ciśnienia, której przyczynami są:

- pulsacja wydajności pompy wyporowej;
- stany przejściowe;
- oddziaływanie zewnętrznych drgań mechanicznych na elementy układu hydraulicznego.

2. Przykłady wybranych metod redukcji drgań mechanicznych mikrozaworu i pulsacji ciśnienia

A. Bierne metody redukcji drgań i powstałej pulsacji ciśnienia

W metodach tych dążyć można do ograniczenia drgań mechanicznych korpusu bądź elementu sterującego mikrozaworu. Stosuje się tu wibroizolator, czyli element mający zdolności absorpcji energii. Poprzez redukcję drgań przekazywanych



Rys. 1. Umieszczenie elementu kompensującego pulsację ciśnienia [17]

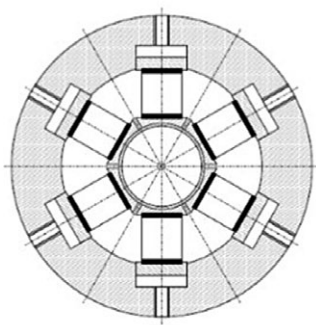
z podłoża na korpus mikrozaworu, a następnie na jego element sterujący doprowadzić można do redukcji pulsacji ciśnienia spowodowanych ruchem drgającym elementu sterującego mikrozaworu. Inne podejście reprezentują metody biernie oparte o wykorzystanie biernych tłumików pulsacji ciśnienia typu refleksyjnego. Ich zasada działania polega na interferencji fali ciśnienia, która pochodzi od pompy, z falą ciśnienia, która zostaje odbita od tłumika oraz biegnącą w przeciwnym kierunku. Badanie skuteczności takich tłumików omówiono szerzej w pracy [11], gdzie stwierdzono ich dużą skuteczność dla wybranej częstotliwości wymuszeń.

B. Metody aktywne redukcji pulsacji ciśnienia

Aktywne metody redukcji pulsacji ciśnienia cieczy polegają na generowaniu drugiej pulsacji ciśnienia cieczy (przeciwfazy). Prawidłowe dostosowanie amplitudy oraz częstotliwości drugiej pulsacji przyczynia się do skutecznej redukcji pulsacji generowanej przez źródło, co skutkuje również redukcją drgań oraz hałasu układu. Najczęściej układ do aktywnej redukcji pulsacji ciśnienia jest wyposażony w aktuator wytwarzający przeciwfazę, kontroler przeznaczony do sterowania aktuatorem oraz czujnik ciśnienia [16].

• Aktuatory piezoelektryczne

System (rysunek 1) oparty jest na szczytywaniu wartości ciśnienia wejściowego oraz wyjściowego. Na tej podstawie wysłany zostaje sygnał błędny do specjalnego kontrolera [17].

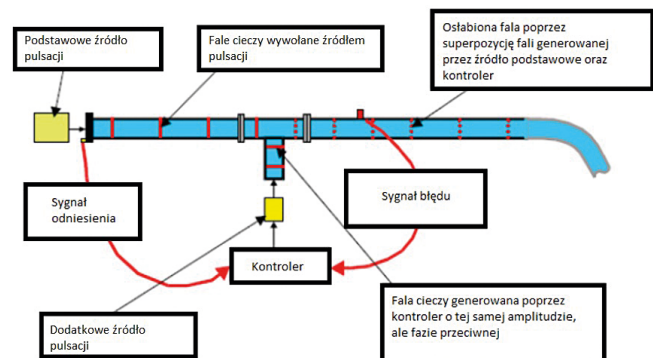


Rys. 2. Przekrój kanału kompensującego pulsację ciśnienia [17]

Kanał znajdujący się w systemie ma zdolność do zmiany swojej średnicy, dzięki czemu zmieniają się również parametry przepływu cieczy. Tym sposobem wytwarzana jest przeciwfaza, która zmniejsza pulsację ciśnienia generowaną przez pompę. Przekrój kanału widoczny jest na rysunku 2 [17].

• Elektromagnetyczne źródło przeciwfali

W systemie tym wykorzystuje się trójnik oraz wzbudnik elektromagnetyczny, który pełni funkcję wytwarzania przeciwfazy. System przedstawiony został na rysunku 3.



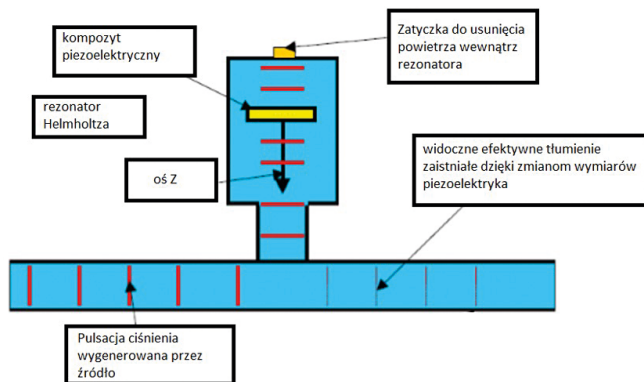
Rys. 3. Schemat wykorzystujący elektromagnetyczne źródło fali [18]

Źródłem pulsacji ciśnienia w układach hydraulicznych jest m.in. pompa wporowa. Przy niej instalowany jest akcelerometr, który pozwala na ustalenie sygnału odniesienia, porównywanego z sygnałem wejściowym. Na tej podstawie oparte jest sterowanie wzbudnikiem elektromagnetycznym [18].

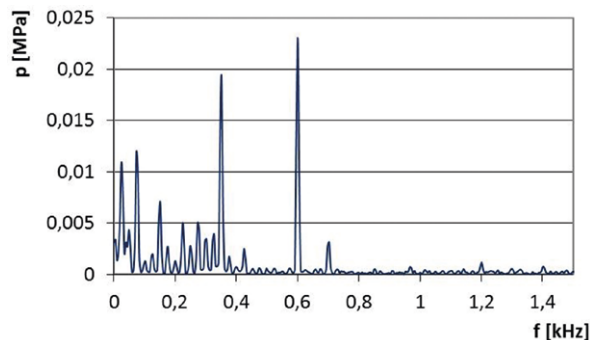
• Rezonator Helmholtza

Metoda ta swoje działanie opiera na piezoelektryku o kształcie prostopadłościanu, który zmienia swoje wymiary w zależności od przyłożonego napięcia. System przedstawiony jest na rysunku 4 [18].

Fala utworzona w rezonatorze jest wzmacniana przez piezoelektryk, a następnie interferuje z falą ciśnienia utworzoną przez źródło, np. pompę [18].



Rys. 4. Schemat wibroizolacji aktywnej wykorzystującej rezonator Helmholtza [18]



Rys. 5. Widmo amplitudowo-częstotliwościowe pulsacji ciśnienia w układzie mikrohydraulicznym, w którym na mikroawór przelewowy działały drgania mechaniczne o częstotliwości 600 Hz

3. Wpływ drgań na mikroawór przelewowy i układ mikrohydrauliczny

Oddziaływanie zewnętrznych drgań mechanicznych na mikroawór przelewowy uzależnione jest m.in. od stosunku ich częstotliwości i częstotliwości drgań własnych grzybka mikroaworu oraz od ich kierunku. Najbardziej niekorzystny ich wpływ oczekiwany jest w pobliżu częstotliwości rezonansowej f_0 grzybka mikroaworu przelewowego. Autorzy pracy [19] podają zależność pozwalającą oszacować wartość częstotliwości rezonansowej drgań nietłumionych na podstawie cech geometrycznych mikroaworu i parametrów układu mikrohydraulicznego (z uwzględnieniem efektu ściśliwości medium roboczego i przewodów):

$$f_{0z} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{W_z \cdot \mu_z \cdot \pi^2 \cdot d_z^3 \cdot \sin \alpha \sqrt{\frac{2p_1}{\rho_0}}}{4m_{gxr}} + \frac{S_{0g}^2 \cdot \beta_z}{V_u \cdot m_{gxr}}} \quad (1)$$

gdzie:

- W_z – współczynnik wzmocnienia zaworu, którego miarą jest tangens nachylenia zlinearyzowanej charakterystyki statycznej $p_1 = f(Q_z)$;
- μ_z – współczynnik przepływu zaworu;
- d_z – średnica gniazda zaworu;
- α – kąt między poboczną grzybka a osią symetrii;
- ρ_0 – gęstość czynnika roboczego;
- p_1 – wartość ciśnienia pracy;
- m_{gxr} – masa zredukowana równa masie grzybka powiększonej o 1/3 masy sprężyny;
- S_{0g} – powierzchnia czynna grzybka;
- β_z – zastępczy moduł sprężystości objętościowej (cieczy i przewodów elastycznych);
- V_u – objętość cieczy zajmowanej w układzie.

Po parametryzacji współczynników równania (1) oszacowano wartość częstotliwości drgań własnych nietłumionych grzybka mikroaworu przelewowego, która wynosi $f_{0z} = 635$ Hz.

Wartości ważniejszych parametrów są następujące:

$$W_z = 2,2 \cdot 10^{10} \left(\frac{Ns}{m^5} \right), \mu_z = 0,67, \alpha_g = 45^\circ, p_1 = 15 \text{ (MPa)},$$

$$\rho_0 = 885 \left(\frac{kg}{m^3} \right), \beta_z = 0,4 \cdot 10^3 \text{ (MPa) przewody elastyczne},$$

$$m_{gxr} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ (kg)}, S_{0g} = \pi \cdot 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}, d_z = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (m)},$$

$$V_u = 9,5 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$$

Sposób ich wyznaczenia szczegółowo podany został w pracy [19].

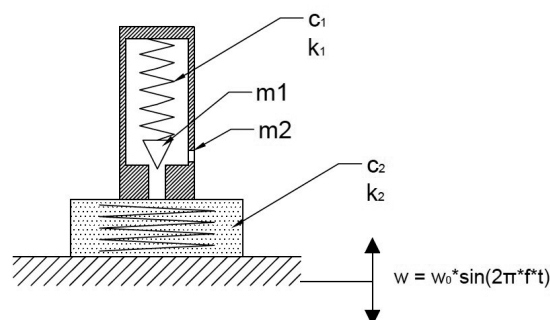
Wpływ zewnętrznych drgań mechanicznych na układ mikrohydrauliczny przedstawia widmo na rysunku 5.

Widmo prezentowane na rys. 5 wskazuje na koincydencję zewnętrznych drgań mechanicznych i pulsacji ciśnienia w układzie, w którym drganiom poddano mikroawór przelewowy.

4. Symulacje komputerowe biernej wibroizolacji na przykładzie mikroaworu przelewowego

Jednym ze sposobów redukcji drgań mikroaworu przelewowego, a co za tym idzie – i pulsacji ciśnienia, jest jego podatne mocowanie do drgającego podłoża. Przeprowadzono symulacje skuteczności takiego mocowania dla różnych postaci podatnego mocowania mikroaworu.

Schematycznie ideę podatnego mocowania mikroaworu przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Schemat przyjętego układu

Układ traktowany jest jako układ dwumasowy, złożony z grzybka o masie m_1 oraz korpusu zaworu o masie m_2 . Model matematyczny przyjętego układu przedstawia się następująco:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 x_1''(t) + k_1 [x_1'(t) - x_2'(t)] + c_1 [x_{st} + x_1(t) - x_2(t)] - \\ - p_1(t) * \frac{\pi d^2}{4} - \frac{\rho [\mu \pi (d - x_1(t) * \sin \alpha * \cos \alpha) x_1(t) \sin \alpha * \sqrt{\frac{2}{\rho} * p_1(t)}]^2}{\pi} * \\ * \left(\frac{\cos \beta}{d x_1(t) \sin \alpha} - \frac{4}{d^2} \right) = 0 \\ \\ m_2 x_2''(t) + k_1 [x_1'(t) - x_2'(t)] + \\ + c_1 [x_2'(t) - x_1'(t) - x_{st}] + F(v^a, x^b) = 0 \\ \\ Q_p - \mu \pi [d - x_1(t) * \sin \alpha * \cos \alpha] x_1(t) \sin \alpha * \sqrt{\frac{2}{\rho} * p_1(t)} - \\ - c p_1'(t) - a_1 p_1(t) - \frac{\pi d^2}{4} [x_1'(t) - w'] = 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

Na podstawie parametryzacji współczynników równań modelu (2) przyjęto następujące wartości:

- $m_1 = 0,0025$ [kg] – masa zredukowana równa masie grzybka powiększona o 1/3 masy sprężyny;
- $m_2 = 1$ [kg] – masa korpusu zaworu;
- $x_{st} = 0,0002$ [m] – ugięcie wstępne sprężyny w zaworze;
- $x_{os} = 0,0001$ [m] – ugięcie wstępne wibroizolatora;
- $w_0 = 1,45 \cdot 10^{-7}$ [m] – amplituda wymuszenia;
- $w = w_0 \cdot \sin(2\pi ft)$ – postać wymuszenia;
- $\mu = 0,82$ – współczynnik przepływu zaworu;
- $d = 0,0025$ [m] – średnica gniazda;
- $c = 10^{-15}$ [m⁵/N] – pojemność;
- $\alpha = 45^\circ$ – połowa kąta wierzchołkowego stożka tworzącego grzybek;
- $\beta = 45^\circ$ – kąt wypływu strugi cieczy ze szczeliny;
- $Q_p = 3,4 \cdot 10^{-7}$ [m³/s] – teoretyczna wydajność pompy wyporowej;
- $a_1 = 10^{-17}$ [m⁴ · s/kg] – współczynnik przecieku;
- $k_1 = 80$ N/s – współczynnik tłumienia ruchu grzybka;
- $c_1 = 24000$ N/m – sztywność sprężyn w zaworze;
- $\rho = 880$ kg/m³ – gęstość czynnika roboczego;
- $F(v^a, x^b) = k_2 [x_2'(t)]^a + c_2 [x_{os} + x_2(t)]^b$ – model przyjętego wibroizolatora;
- k_2 oraz c_2 to odpowiednio współczynnik tłumienia oraz sztywność elementu tłumiącego drgania.

Między innymi w zależności od wartości tych parametrów sprawdzano zdolności do redukcji amplitudy przyspieszenia drgań korpusu zaworu.

Przyjęcie warunków początkowych pozwoliło na otrzymanie rozwiązania modelu (2) w postaci przebiegów czasowych: x_1 – przemieszczenie elementu sterującego zaworu

(grzybka), x_2 – przemieszczenie korpusu zaworu, p_1 – ciśnienie pracy.

Pierwsze i drugie równanie w wyznaczonym modelu matematycznym dotyczą bilansu sił działających odpowiednio na element sterujący zaworu (grzybek) oraz korpus zaworu.

Trzecie równanie opisuje bilans natężenia przepływu w pracującym układzie hydraulicznym, wykluczając udział zaworu maksymalnego.

Z powodu ograniczonej ilości miejsca przedstawia się przykładowe wyniki symulacji dla przedziału częstotliwości wymuszeń od 630 Hz do 905 Hz, z krokiem co 25 Hz dla wybranych postaci i wartości parametrów wibroizolatora.

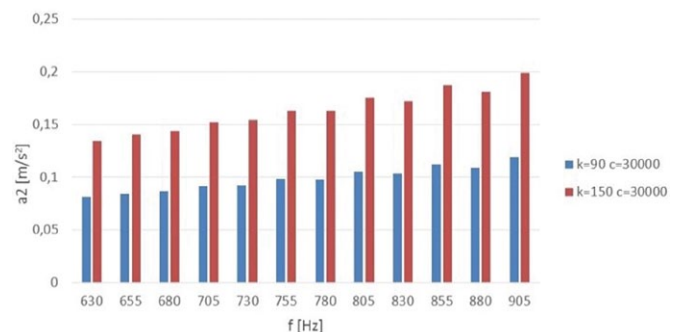
Postać wibroizolatora została wyrażona poprzez następujące równania:

- równanie bez uwzględnienia wymuszenia:
 $F(v^a, x^b) = k_2 [x_2'(t)]^a + c_2 [x_{os} + x_2(t)]^b$
- równanie uwzględniające wymuszenie kinematyczne:
 $F([v - w'(t)]^a, [x - w(t)]^b) =$
 $= k_2 [x_2'(t) - w']^a + c_2 [x_{os} + x_2(t) - w]^b$

Postać wibroizolatora 1:

$$F(v - w'(t), [x - w(t)]^2)$$

Badanie symulacyjne polegało na zmianie wartości stałej tłumienia oraz obserwowaniu zmian amplitudy a_2 . Przyjęto wartości $k = 90$ Ns/m oraz $k = 150$ Ns/m przy sztywności wibroizolatora równej 30000 N/m². W obu największą wartość a_2 odnotowano dla częstotliwości 905 Hz, co jest widoczne na rysunku 7.



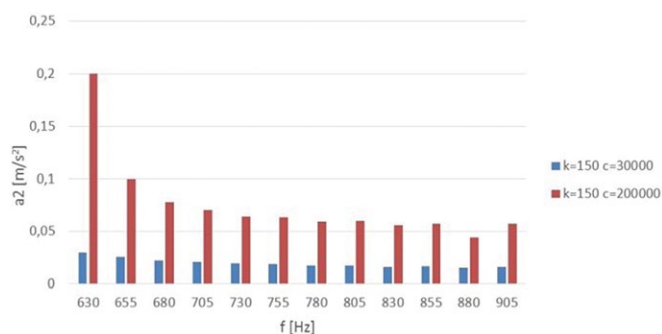
Rys. 7. Amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu w zależności od przyjętej wartości stałej tłumienia

Lepszą zdolność izolacji drgań wykazał wibroizolator o mniejszej wartości stałej tłumienia. Amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu wahała się w przedziale wartości od 0,08 m/s² do 0,12 m/s².

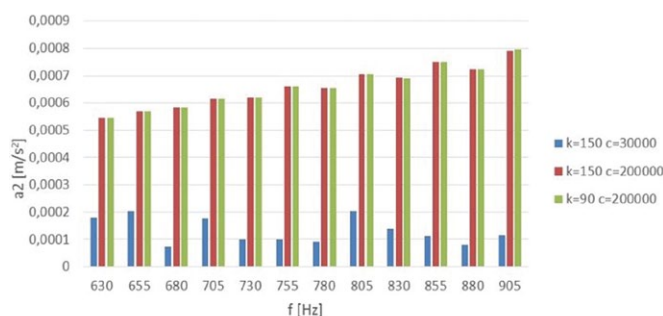
Postać wibroizolatora 2:

$$F([v - w'(t)]^2, x - w(t))$$

Początkowo przeprowadzono badania symulacyjne dla wibroizolatora o zmiennych parametrach sztywności (przyjęto $c = 30000$ N/m oraz $c = 2000000$ N/m) oraz niezmienniej wartości stałej tłumienia ($k = 150$ Ns/m²). Zgodnie z rysunkiem 8 przy większej wartości sztywności, dla



Rys. 8. Amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu w zależności od przyjętej wartości sztywności zastępczej



Rys. 9. Amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu w zależności od przyjętej wartości sztywności zastępczej oraz stałej tłumienia

częstotliwości 630 Hz, odnotowano zdecydowane wzmocnienie amplitudy przyspieszenia a_2 . Osiągnęła ona wartość około 0,2 m/s². Przy większych częstotliwościach amplituda malała. Wibroizolator o sztywności równej $c = 30\,000$ N/m wykazał lepsze zdolności izolacji drgań korpusu w całym zakresie analizowanych częstotliwości. W tym przypadku największa odnotowana wartość amplitudy przyspieszenia a_2 wyniosła około 0,03 m/s².

Przy zachowaniu jednakowej wartości sztywności $c = 30\,000$ N/m oraz przyjęciu wartości stałej tłumienia $k = 90$ Ns²/m² oraz $k = 150$ Ns²/m² nie zauważono znacznych różnic amplitudy przyspieszenia drgań korpusu zaworu dla obu przypadków oraz dla wszystkich przyjętych częstotliwości.

Postać wibroizolatora 3:

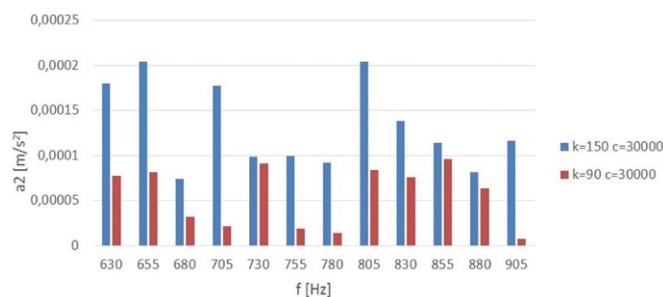
$$F([\nu - w'(t)]^2, [x - w(t)]^2)$$

Przyjęte parametry sztywności oraz stałej tłumienia (c, k): (200 000 N/m², 150 Ns²/m²), (200 000 N/m², 90 Ns²/m²), (30 000 N/m², 90 Ns²/m²), (30 000 N/m², 150 Ns²/m²).

Wyniki badań dla powyższych przypadków zaprezentowano na rysunku 9 oraz 10.

Przy zachowaniu stałej sztywności wibroizolatora wynoszącej 200 000 N/m² zmiana wartości stałej tłumienia nie wpływa na skuteczność izolacji drgań. Największa amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu została osiągnięta dla częstotliwości drgań równej 905 Hz i wynosi ona około $8 \cdot 10^{-4}$ m/s². Amplitudy a_2 dla wibroizolatora o sztywności 30 000 N/m² oraz stałej tłumienia 150 Ns²/m² były zdecydowanie mniejsze niż w poprzednich przypadkach. Największą wartość amplitudy a_2 (około $2,05 \cdot 10^{-4}$ m/s²) odnotowano przy częstotliwości 655 Hz.

Następnie przeprowadzono badanie, które miało na celu sprawdzenie wpływu stałej tłumienia na skuteczność wibroizolacji przy założeniu niższej wartości sztywności, która wynosiła 30 000 N/m². Otrzymane wyniki zostały przedstawione na rysunku 10. W odróżnieniu od poprzednich zależności stała tłumienia znacznie wpływała na otrzymane wyniki. Skuteczniejszy okazał się wibroizolator o wartości stałej tłumienia równej $k = 90$ Ns²/m². Największą wartość amplitudy przyspieszenia drgań korpusu zaworu zaobserwowano przy



Rys. 10. Amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu w zależności od przyjętej wartości stałej tłumienia

częstotliwości 855 Hz i wynosiła ona $9,63 \cdot 10^{-5}$ m/s². Podobne wyniki dla obu wibroizolatorów otrzymano dla częstotliwości 730 Hz, 805 Hz oraz 880 Hz. W pozostałych przypadkach znacznie większe amplitudy a_2 odnotowano dla wibroizolatora o większej stałej tłumienia ($k = 150$ Ns²/m²).

Najlepsze zdolności izolacji drgań odnotowano dla wibroizolatora o sztywności równej $c = 30\,000$ N/m² oraz stałej tłumienia $k = 90$ Ns²/m².

Podsumowanie

Napęd hydrauliczny znajduje bardzo szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, jednak należy zwrócić uwagę na zjawiska towarzyszące ich eksploatacji. W artykule skupiono się na zjawisku pulsacji ciśnienia. Przedstawiono bierne oraz aktywne metody redukcji drgań oraz pulsacji ciśnienia.

Badania zaprezentowane w artykule dotyczą mikrozworu maksymalnego. Elementem sterującym rozpatrywanego zaworu jest grzybek. Istotnym punktem badań było wyznaczenie częstotliwości drgań własnych grzybka, ponieważ to na jej podstawie dobierane są elementy tłumiące. W celu izolacji drgań symulowanego układu wykorzystano bierne metody oparte na działaniu wibroizolatorów o nieliniowych charakterystykach oraz różnych wartościach stałej tłumienia oraz sztywności zastępczej. Największą skuteczność wibroizolacji


powinna znajdować się przy wartości częstotliwości drgań własnych grzybka, które obliczono przy uwzględnieniu założeń dotyczących ciśnienia pracy oraz objętości cieczy roboczej występującej w układzie.

Najlepsze wyniki izolacji drgań uzyskano przy zastosowaniu wibroizolatora charakteryzującego się stałą tłumienia $k = 90 \text{ N s}^2/\text{m}^2$, sztywnością zastępczą $c = 30\,000 \text{ N/m}^2$ oraz nieliniową charakterystyką wyrażoną funkcją: $F([v - w'(t)]^2, [x - w(t)]^2)$.

W powyższym przypadku uzyskana amplituda przyspieszenia drgań korpusu zaworu wynosiła zaledwie $9,6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$. Dobór wibroizolatora powinien być tak przeprowadzony, aby jego skuteczność była największa w okolicach częstotliwości drgań własnych elementu sterującego mikrozaworu bądź korpusu mikrozaworu, jeśli przyjąć, że drgający korpus jest wymuszeniem dla grzybka mikrozaworu.

Literatura

- [1] STRYCZEK S.: *Napęd hydrostatyczny*. WNT, Warszawa 1984.
- [2] TOMASIAK E.: *Napęd i sterowanie hydrauliczne i pneumatyczne*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
- [3] KOLLEK W.: *Podstawy projektowania, modelowania, eksploatacji elementów i układów mikrohydraulicznych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.
- [4] Dyrektywa nr 98/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 22 czerwca 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich odnoszących się do maszyn.
- [5] Dyrektywa nr 2000/14/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z 8 maja 2000 r. w sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń.
- [6] Dyrektywa nr 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi
- [7] KOLLEK W., KUDŹMA Z., RUTAŃSKI J.: *Hałas maszyn budowlanych z napędem hydrostatycznym*. „Przegląd Mechaniczny” 1/2006.
- [8] KOLLEK W., KUDŹMA Z.: *Doświadczenia własne w wyciszaniu maszyn z napędem hydrostatycznym*. Maszyny i pojazdy dla budownictwa i górnictwa skalnego. Konferencja naukowo-techniczna, 16–17 września, Wrocław: SIMP Ośrodek Doskonalenia Kadr [2010], s. 116–134.
- [9] BALTES H., GROBEN M., POST M., WEBER N.: *Primary and secondary measures to reduce the noise of hydraulic fluid power systems*. 3rd International Fluid Power Conference, Aachen 2002.
- [10] CEMPEL C.: *Wibroakustyka stosowana*. PWN, Warszawa 1989.
- [11] KUDŹMA Z.: *Tłumienie pulsacji ciśnienia i hałasu w układach hydraulicznych w stanach przejściowych i ustalonych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
- [12] KUDŹMA Z.; MACKIEWICZ J.: *Wpływ parametrów pracy pompy wielotłoczkowej w warunkach kawitacji na jej hałaśliwość*. Konferencja „Napędy i sterowania hydrauliczne”. Wrocław – Szklarska Poręba, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1996.
- [13] KOLLEK W., KUDŹMA Z., STOSIAK M.: *Identyfikacja pulsacji ciśnienia w układzie hydraulicznym*. Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne 2007. Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, 10–12 października 2007, Wrocław: Ośrodek Doskonalenia Kadr SIMP 2007, s. 205–217.
- [14] HOFFMAN D.: *Einfluss verschiedener Belastungswiderstände auf Druckschwingungen hinter eine Verdrangermaschine*. „Ölhydraulik und Pneumatik” 1/1976.
- [15] GAWRYS E., PALCZAK E., KUDŹMA Z., RUTAŃSKI J.: *Możliwości obniżenia hałasu pomp łopatkowych*. Raport Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004, seria SPR nr 2.
- [16] SZMOLKE P.: *Modelowanie układu wibroizolacji biernej zaworów mikrohydraulicznych w oparciu o materiały o nieliniowych charakterystykach*, Praca magisterska, Wrocław 2016.
- [17] MAILLARD J.P.: *Active Control of Pressure Pulsations in Piping Systems*. Department of applied signal processing University of Karlskrona/Ronneby.
- [18] SATISH C.K.: *Active, Passive and Active/Passive Control Techniques for Reduction of Vibrational Power Flow in Fluid Filled Pipes*. Virginia Polytechnic Institute and State University; Blacksburg, Virginia 2000, s. 138–176.
- [19] FIGIEL A., KUDŹMA Z., STOSIAK M.: *Ocena właściwości dynamicznych mikrozaworu maksymalnego*. „Hydraulika i Pneumatyka” 1/2016.

 dr hab. inż. Michał Stosiak prof. nadzw. PWR – Katedra Eksploatacji Systemów Logistycznych, Systemów Transportowych i Układów Hydraulicznych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska, e-mail: michal.stosiak@pwr.edu.pl;

mgr inż. Piotr Szmolke – absolwent Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej, e-mail: szmolke.piotr@gmail.com

artykuł recenzowany

reklama



Najnowsze informacje ze świata robotyki
katalog branżowy | aplikacje robotów | targi



Metodyka badań i model matematyczny strat ciśnieniowych w silniku hydraulicznym obrotowym

Agnieszka Maczyszyn

1. Wprowadzenie

Układy hydrostatyczne są układami składającymi się z układu: napędowego i sterowania. Układy napędowe składają się z zespołów pompowych jako przemienników energii mechanicznej w energię strumienia cieczy, zespołów silników hydraulicznych jako odbiorników energii strumienia cieczy i jednocześnie zamieniają tę energię na energię mechaniczną, oraz z zespołów sterowania, np. regulujących prędkość lub kierunek ruchu.

Silniki hydrauliczne obrotowe są elementami wykorzystywanymi w napędach hydrostatycznych, które w przypadku zastosowań okrętowych mogą przekazywać duże moce, a jednocześnie mogą posiadać zwartą konstrukcję, dzięki czemu zajmują mało miejsca na pokładzie statku. Jest to tylko jedna z wielu zalet napędu hydrostatycznego.

Straty Δp_{Mp} ciśnieniowe w kanałach wewnętrznych silnika hydraulicznego mają wpływ na sprawność całkowitą maszyny wyporowej, co z kolei wpływa na parametry pracy układu hydrostatycznego.

Straty ciśnieniowe są to opory przepływu czynnika roboczego przez kanały wewnętrzne i w rozdzielaczu maszyny wyporowej, a w tym przypadku silnika hydraulicznego. Geometria tych kanałów jest charakterystyczna dla danego rozwiązania konstrukcyjnego. Straty Δp_{Mp} w silniku w dużym stopniu są efektem miejscowych strat ciśnienia, wynikających ze zmiany kierunku i prędkości przepływającego strumienia. Straty ciśnieniowe Δp_{Mp} zależą głównie od natężenia Q_M przepływającego strumienia oleju oraz od lepkości ν oleju [7].

Straty ciśnieniowe Δp_{Mp} można określić następującym wzorem:

$$\Delta p_{Mp} = \Delta p_{Mp1} + \Delta p_{Mp2} = f(Q_M, \nu) \quad (1)$$

gdzie:

Δp_{Mp1} – to straty ciśnieniowe w kanale dopływowym (między punktem dopływu cieczy do silnika hydraulicznego a komorami roboczymi);

Δp_{Mp2} – to straty ciśnieniowe w kanale odpływowym (między komorami roboczymi a punktem odpływu cieczy z silnika hydraulicznego).

W ogólnym przypadku moc ΔP_{Mp} strat ciśnieniowych jest iloczynem:

Streszczenie: W artykule przedstawiono sposób określania współczynnika k_g strat ciśnieniowych Δp_{Mp} (oporów przepływu) w kanałach wewnętrznych silnika hydraulicznego SWSB-63, współczynnika wyznaczonego przy natężeniu przepływu równym teoretycznej wydajności Q_{Pt} pompy zasilającej silnik, strat odniesionych do ciśnienia nominalnego p_n układu hydraulicznego. Nawiązano do modelu zachowania energetycznego silnika hydraulicznego obrotowego zaproponowanego przez Z. Paszotę.

Słowa kluczowe: napęd hydrostatyczny, moce strat energetycznych, silnik hydrauliczny obrotowy, straty ciśnieniowe, sprawność ciśnieniowa

Abstract: The article presents the method of determining the coefficient k_g of pressure losses Δp_{Mp} (flow resistance) in the hydraulic motor channels type SWSB-63. The coefficient determined at the working liquid intensity in the channels is equal to the pump theoretical capacity Q_{Pt} and losses related to the nominal pressure p_n of the hydraulic system. It was related to the energy conservation model of rotary hydraulic engine proposed by Z. Paszota.

Keywords: hydrostatic drive, power losses, rotary hydraulic motor, pressure losses, pressure efficiency

- straty Δp_{Mp} ciśnieniowej;
- natężenia Q_M strumienia cieczy:

$$\Delta P_{Mp} = \Delta p_{Mp} Q_M \quad (2)$$

Moc ΔP_{Mp} strat ciśnieniowych w silniku hydraulicznym jest sumą mocy ΔP_{Mp1} strat ciśnieniowych w kanale dopływowym i mocy ΔP_{Mp2} strat ciśnieniowych w kanale odpływowym silnika:

$$\Delta P_{Mp} = \Delta P_{Mp1} + \Delta P_{Mp2} \quad (3)$$

W efekcie wzór opisujący moc ΔP_{Mp} strat ciśnieniowych w silniku hydraulicznym przyjmie postać:

$$\Delta P_{Mp} = \Delta P_{Mp1} + \Delta P_{Mp2} = \Delta p_{Mp1} Q_{M1} + \Delta p_{Mp1} Q_{M2} \quad (4)$$

W silniku obrotowym, w których natężenie Q_{M2} strumienia cieczy w kanale odpływowym jest praktycznie równe natężeniu Q_{M1} strumienia cieczy w kanale dopływowym (czyli chłonności Q_M silnika) $Q_{M2} = Q_{M1} = Q_M$, moc ΔP_{Mp} strat ciśnieniowych w silniku przyjmie postać:

$$\Delta P_{Mp} = (\Delta p_{Mp1} + \Delta p_{Mp2}) Q_M = \Delta p_{Mp} Q_M \quad (5)$$

2. Znane metody opisu strat ciśnienia

Straty Δp_{Mp} ciśnieniowe w kanałach przedstawione na rysunku 5 pozwalają określić dla chłonności Q_{Mt} silnika wartość wykładnika a_{vp} równą $\sim 0,25$. Wartość ta pozwala nam stwierdzić, że mamy do czynienia z przepływem turbulentnym nie w pełni rozwiniętym. Zgodnie ze wzorem Darcy'ego-Weisbacha, dla przepływu laminarnego wzór na straty ciśnieniowe ma postać:

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2} \quad (6)$$

gdzie:

- λ – współczynnik oporów liniowych, zmieniający się w zależności od liczby Reynoldsa Re ;
- l – długość rury [m];
- d – średnica rury [m];
- ρ – gęstość płynu [kgm^{-3}];
- v – prędkość liniowa płynu [ms^{-1}].

Przekształcając zależność (6) w funkcję zależną od natężenia Q przepływu, otrzymamy wzór:

$$\Delta p = \lambda \frac{8}{\pi^2} \rho \frac{1}{d^5} Q^2 \quad (7)$$

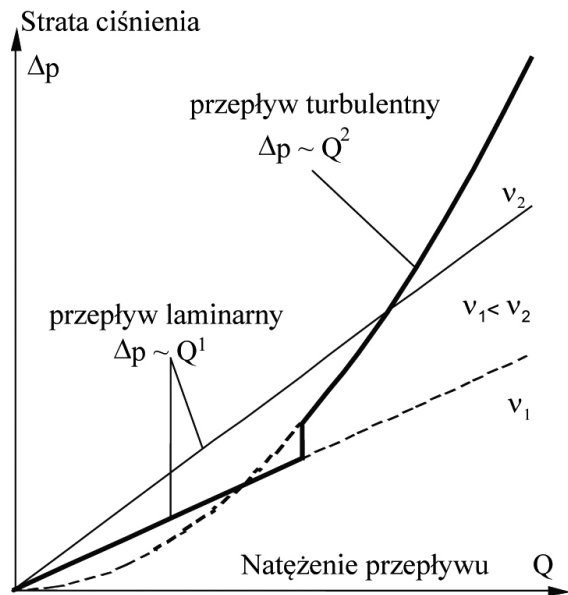
Zależność współczynnika oporów liniowych λ od liczby Reynoldsa Re przedstawiana w literaturze [9] wyodrębnia cztery strefy. W strefie pierwszej, dla $Re < Re_{kr}$, występuje przepływ laminarny (w strefie tej współczynnik λ oporów liniowych

opisany jest zależnościami: $\lambda = \frac{64}{Re}$ lub $\lambda = \frac{75}{Re}$). W strefie

drugiej, przejściowej, przepływ cieczy jest niestabilny, może występować zarówno przepływ laminarny, jak i turbulentny. Strefę trzecią charakteryzuje przepływ turbulentny nie w pełni rozwinięty. W strefie tej współczynnik strat liniowych λ , dla przewodu hydraulicznie gładkiego, został przez Blasiusa opisany zależnością empiryczną:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \quad (8)$$

Podstawiając zależność (8) do wzoru Darcy'ego-Weisbacha (6) i przekształcając nowo otrzymaną zależność w funkcję natężenia przepływu, otrzymamy:



Rys. 1. Zależność straty ciśnienia Δp od natężenia przepływu Q [3]

$$\Delta p = 0,2414 \frac{l\rho}{d^{4,75}} v^{0,25} Q^{1,75} \quad (9)$$

Zgodnie z zależnością (9), straty ciśnieniowe przy przepływie burzliwym nie w pełni rozwiniętym zależą, między innymi, od lepkości v i od natężenia przepływu cieczy Q . Występujące w tym wzorze wykładniki potęgowe dla różnych warunków przepływu (np. chropowatości przewodu) przyjmują inne wartości niż podane we wzorze [9].

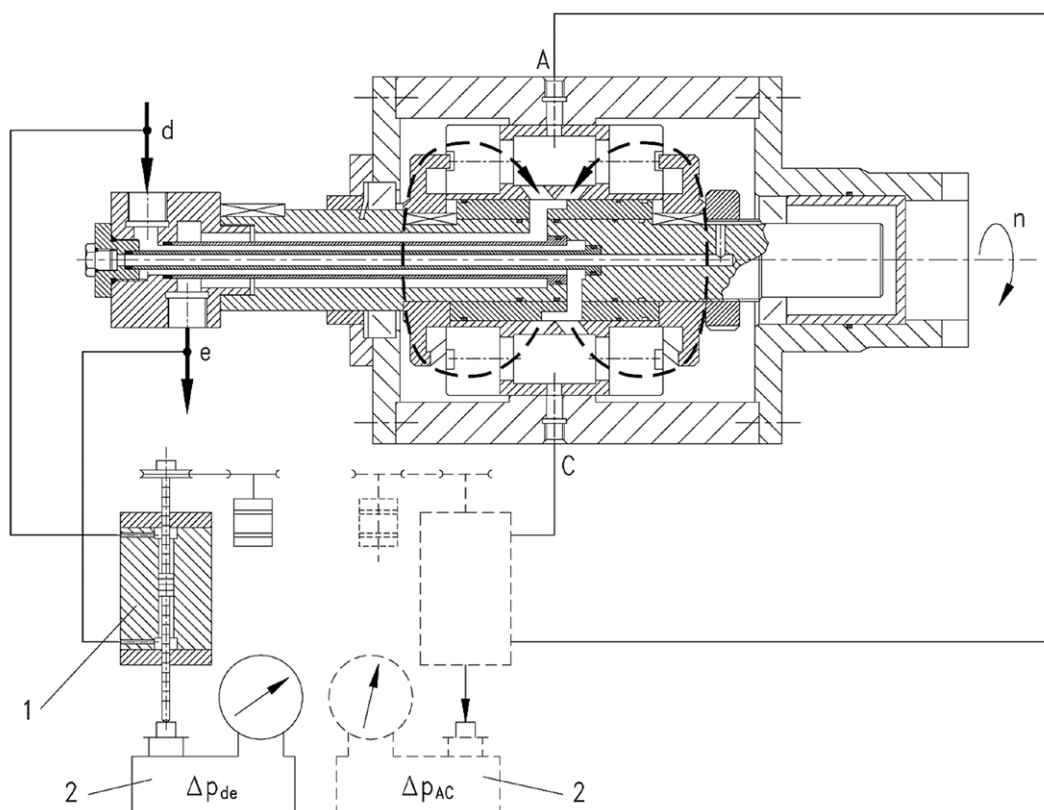
Strefę czwartą charakteryzuje przepływ burzliwy w pełni rozwinięty. W strefie tej współczynnik strat liniowych λ zależy tylko od chropowatości względnej, definiowanej stosunkiem chropowatości bezwzględnej ϵ do średnicy wewnętrznej przewodu d : ϵ/d . W napędach hydrostatycznych przepływy o tak dużych wartościach liczb Reynoldsa raczej nie występują. Przy przepływie turbulentnym w pełni rozwiniętym λ jest wartością stałą niezależną od liczby Reynoldsa.

Powyższe zależności opisujące straty ciśnieniowe jako funkcję natężenia przepływu można przedstawić na rysunku 1, dla przepływu laminarnego funkcją liniową zależną również od lepkości oleju, a dla przepływu turbulentnego w pełni rozwiniętego funkcją kwadratową.

W literaturze [10–14] spotkać można następujący sposób określenia strat Δp_{Mp} ciśnieniowych w kanałach wewnętrznych maszyny wporowej, wyrażony wzorem:

$$\Delta p_{Mp} = C_t \cdot \rho \cdot Q^2 + C_1 \cdot v \cdot \rho \cdot Q \quad (10)$$

Powyższy wzór umożliwia określenie strat Δp_{Mp} ciśnieniowych, gdy znane są parametry cieczy roboczej, tj. gęstość ρ i lepkość v cieczy oraz natężenie przepływu cieczy Q . Wartości stałych C_t i C_1 można uzyskać z równania linii trendu charakterystyki $\Delta p_{Mp} = f(Q)$ przedstawiającej straty Δp_{Mp} ciśnieniowe



Rys. 2. Silnik SWSB przystosowany do pomiarów strat ciśnieniowych w kanałach wewnętrznych [6]:

1 - manometr tłokowy służący do pomiaru różnicy ciśnień; 2 - waga uchylna

w kanałach wewnętrznych maszyny wyporowej w funkcji jej chłonności Q .

Straty Δp_{Mp} ciśnieniowe w silniku hydraulicznym w literaturze [13, 14] opisywane są następująco:

$$\Delta p_{Mp} = C_{ich} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{V_t}{2 \cdot \pi}\right)^2} \quad (11)$$

gdzie:

C_{ich} – współczynnik proporcjonalności;

ω – prędkość kątowna wału maszyny wyporowej;

V_t – teoretyczna objętość robocza.

W celu podwyższenia precyzji opisu zależności sprawności energetycznej silnika hydraulicznego od jego chłonności Q_M oraz w szerokim zakresie zmiany lepkości ν oleju hydraulicznego proponuje się przyjąć opisy symulacyjne zależności strat ciśnieniowych Δp_{Mp} w kanałach silnika zaproponowane przez Z. Paszotę w [7]. W przypadku badań silnika SWSB-63 okazało się, iż w jego kanałach występuje przepływ burzliwy nie w pełni rozwinięty.

Proponowany przez Z. Paszotę w [7] model strat ciśnieniowych Δp_{Mp} przedstawia się następująco:

$$\Delta p_{Mp} = k_8 p_n \left(\frac{Q_M}{Q_{Pt}}\right)^{a_{Qp}} \left(\frac{\nu}{\nu_n}\right)^{a_{vp}} \quad (12)$$

ze współczynnikami:

$$k_8 = \frac{\Delta p_{Mp|Q_M=Q_{Pt}, \nu_n}}{p_n} \quad (13)$$

określającym straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach wewnętrznych i w rozdzielaczu silnika hydraulicznego, które wystąpiłyby przy chłonności Q_M silnika równej teoretycznej wydajności Q_{Pt} pompy zasilającej silnik, odniesione do ciśnienia nominalnego p_n układu, w którym silnik hydrauliczny jest zastosowany.

Zastosowanie w modelu matematycznym (12) bezwymiarowych stosunków Q_M/Q_{Pt} oraz ν/ν_n daje możliwość określania wykładnika a_{Qp} wpływu natężenia Q_M cieczy w kanałach na straty ciśnieniowe Δp_{Mp} oraz wykładnika a_{vp} wpływu lepkości ν cieczy roboczej na straty ciśnieniowe Δp_{Mp} , a więc umożliwia dokładny opis zależności Δp_{Mp} od Q_M i od ν .

Równanie definicyjne (13) opisujące współczynnik k_8 oraz model matematyczny (12) wiążą opis strat ciśnieniowych Δp_{Mp}

Tabela 1. Zestawienie podstawowych parametrów silnika SWSB-63

	Q_{Mt} [m ³]	n_{Mn} [s ⁻¹]	v_n [mm ² s ⁻¹]	p_n [MPa]	M_{Mt} [Nm]	P_{Mc} [kW]
SWSB 63	$639 \cdot 10^{-6}$	2,67	26	6,2	617,8	10,6

w kanałach silnika z wielkością wydajności teoretycznej Q_{Pt} pompy i z ciśnieniem nominalnym p_n układu hydrostatycznego [11].

3. Sposób pomiaru strat Δp_{Mp} ciśnieniowych w silniku SWSB-63

Na rysunku 2 przedstawiony został sposób pomiaru strat ciśnieniowych Δp_{Mp} w kanałach silnika wielotłoczkowego osiowego z wirującym korpusem typu SWSB-63, którego parametry pracy zamieszczono w tabeli 1. Z silnika wymontowano elementy robocze celem uzyskania swobodnego przepływu czynnika. Uzyskano w ten sposób warunki przepływu zbliżone do rzeczywistych, czyli przy obracających się elementach rozdzielacza, z prędkością odpowiadającą chłonności Q_M silnika. Straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach silnika SWSB-63 obliczono jako różnicę:

$$\Delta p_{Mp} = \Delta p_{de} - \Delta p_{AC} \quad (14)$$

gdzie:

Δp_{AC} – strata ciśnieniowa mierzona na odcinku A – C przepływu cieczy w przestrzeni ograniczonej bębnum, która była pomijalnie mała;

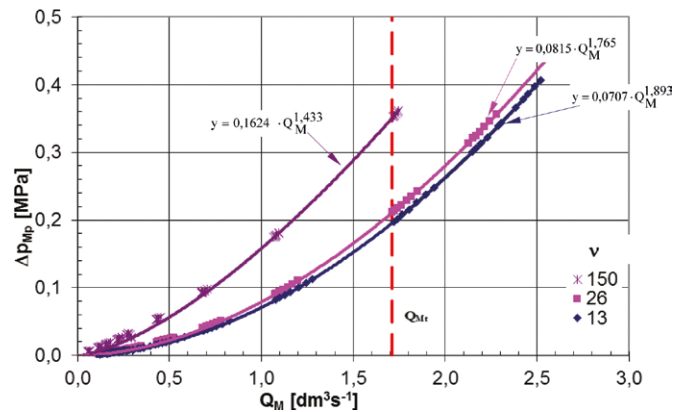
Δp_{de} – strata ciśnieniowa mierzona na dopływie i odpływie z silnika (punkty d i e zgodnie z rysunkiem 2) [6].

4. Straty ciśnieniowe w silniku hydraulicznym SWSB-63

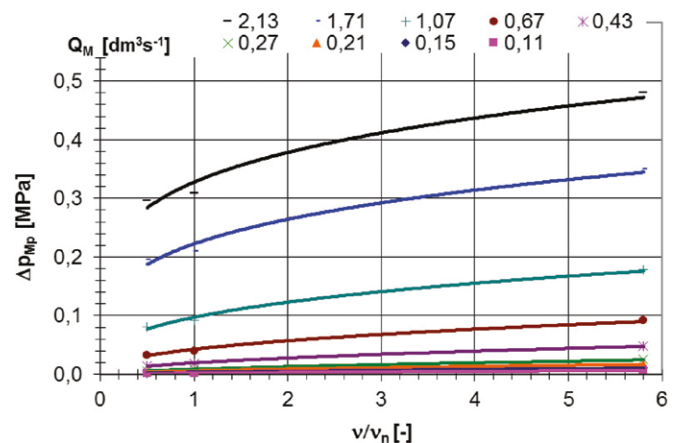
W celu wyznaczenia charakterystyk umożliwiających określenie strat ciśnieniowych występujących w badanym silniku konieczne było określenie parametrów nominalnej pracy. Opierając się na badaniach silnika SWSB-63 zawartych w [1] przyjęto chłonność Q_{Mt} teoretyczną silnika równą wydajności Q_{Pt} teoretycznej pompy ($Q_{Mt} = Q_{Pt} = 1,71[\text{dm}^3\text{s}^{-1}]$). Silnik SWSB-63 badany był w zakresie zmieniającej się lepkości kinematycznej ν oleju (od $13 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ do $150 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$), dlatego też lepkość ν_n odniesienia przyjęto równą $26 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$. Pozostałe parametry pracy zamieszczono w tabeli 1.

Charakterystyki przedstawiające straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach silnika SWSB-63 jako funkcję chłonności Q_M silnika ($\Delta p_{Mp} = f(Q_M)$), przy wybranych ustalonych wartościach lepkości ν kinematycznej oleju hydraulicznego, przedstawiono na rysunku 3.

Charakterystykę przedstawiającą straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach silnika jako funkcję współczynnika ν/ν_n lepkości oleju ($\Delta p_{Mp} = f(\nu/\nu_n)$), przy ustalonych wartościach chłonności Q_M silnika, przedstawiono na rysunku 4. Krzywe otrzymano na podstawie charakterystyk (rysunek 3) przedstawiających straty ciśnieniowe Δp_{Mp} jako funkcję chłonności Q_M silnika ($\Delta p_{Mp} = f(Q_M)$).



Rys. 3. Straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach jako funkcje chłonności Q_M silnika SWSB-63 – przy wybranych ustalonych lepkościach ν oleju hydraulicznego [4, 5]

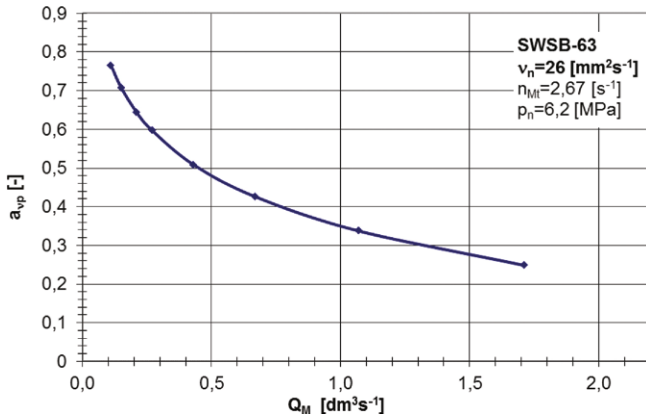


Rys. 4. Straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach jako funkcja współczynnika ν/ν_n lepkości oleju – przy wybranych chłonnościach Q_M silnika [4]

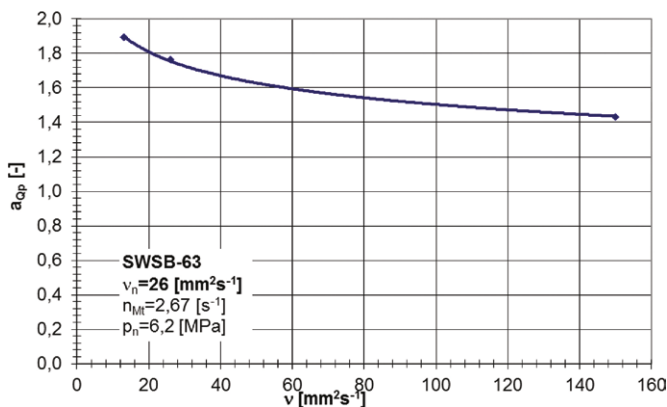
5. Określenie współczynnika k_8 strat ciśnieniowych Δp_{Mp} w silniku SWSB-63 oraz wykładników a_{QP} i $a_{\nu p}$

Proponowany w pracy [7] przez prof. Z. Paszotę model strat ciśnieniowych Δp_{Mp} w silniku hydraulicznym uwzględnia: możliwość zastosowania go w modelu sprawności całkowitej η_M silnika oraz w modelu sprawności η napędu hydrostatycznego, w którym silnik jest zastosowany, jak również możliwość modyfikacji modelu, po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych strat ciśnieniowych w kanałach maszyny wporowej (pompy, silnika hydraulicznego), w celu podwyższenia dokładności opisu strat w silniku o danej konstrukcji oraz w zakresie zmiany lepkości oleju występującej w trakcie eksploatacji układu napędowego.

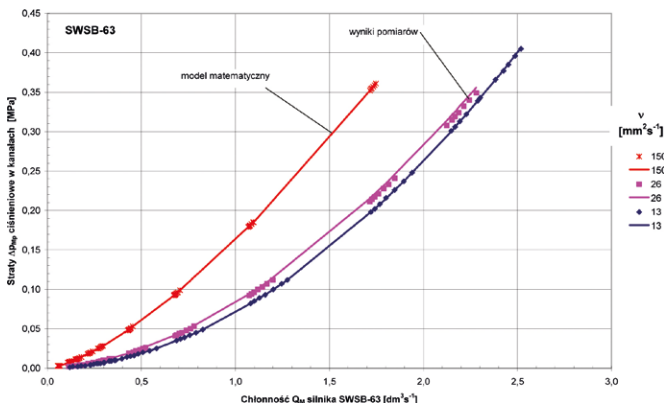
Na podstawie wykreślonych charakterystyk (rysunki 3–6) został określony współczynnik k_8 strat ciśnieniowych (zgodnie ze wzorem (13)) oraz wielkości wykładników potęgowych: a_{QP} – określającego wpływ natężenia Q_M cieczy w kanałach na straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w silniku hydraulicznym i $a_{\nu p}$ – określającego



Rys. 5. Wykładnik a_{vp} (w funkcji potęgowej) $\Delta p_{Mp} = k_8 p_n (Q_M/Q_{Pt})^{3Qp} (v/v_n)^{a_{vp}}$ opisującej zależność strat Δp_{Mp} ciśnieniowych w kanałach silnika od stosunku Q_M do teoretycznej wydajności Q_{Pt} pompy) jako funkcja chłonności Q_M silnika [4]



Rys. 6. Wykładnik a_{Qp} (w funkcji potęgowej) $\Delta p_{Mp} = k_8 p_n (Q_M/Q_{Pt})^{3Qp} (v/v_n)^{a_{vp}}$ opisującej zależność strat Δp_{Mp} ciśnieniowych w kanałach silnika od stosunku Q_M do teoretycznej wydajności Q_{Pt} pompy) jako funkcja lepkości v cieczy roboczej [4]



Rys. 7. Porównanie strat ciśnieniowych Δp_{Mp} cieczy roboczej w kanałach silnika SWSB-63 opisanych modelem matematycznym (16) (linia ciągła) z wynikami badań (punkty na wykresie) [1]

wpływ lepkości v cieczy roboczej na straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w silniku hydraulicznym.

Na podstawie rysunku 4, który wykreślony został dla nominalnych parametrów pracy silnika zawartych w tabeli 1, została odczytana wartość straty ciśnieniowej Δp_{Mp} wynosząca 0,21 [MPa]. Odnosząc otrzymaną wartość do ciśnienia nominalnego p_n zgodnie z zależnością (13), otrzymano wartość współczynnika k_8 strat ciśnieniowych:

$$k_8 = \frac{\Delta p_{Mp|Q_M=Q_{Pt}, v_n}}{p_n} = \frac{0,21}{6,2} = 0,034 \quad (15)$$

W efekcie wzór symulacyjny określający straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach silnika SWSB-63 przy zmieniającej się lepkości v przyjmie postać:

$$\Delta p_{Mp} = 0,034 p_n \left(\frac{Q_M}{Q_{Pt}} \right)^{1,77} \left(\frac{v}{v_n} \right)^{0,25} \quad (16)$$

Na rysunku 7 przedstawiono rezultaty obliczeń symulacyjnych strat ciśnieniowych przeprowadzonych w oparciu o zależność (16).

Porównując otrzymane eksperymentalnie charakterystyki spadków ciśnienia w silniku z obliczeniami symulacyjnymi, można zauważyć, że różnice w wartościach spadków ciśnienia wynoszą przeciętnie 1%.

6. Wnioski

Badania strat ciśnieniowych w silniku hydraulicznym SWSB-63, przeprowadzone w ramach pracy [1], wykazały występowanie straty w silniku wg zależności: $\Delta p_{Mp} \sim Q^{1,77}$. Wyniki te potwierdziły występowanie w kanałach badanej maszyny przepływu burzliwego nie w pełni rozwiniętego. Podobne potwierdzenie znaleźć można w przeprowadzonych przez M. Czyńskiego, w ramach pracy [2], badaniach strat ciśnieniowych w silniku hydraulicznym PTO2-16 tłokowym osiowym o stałej chłonności na obrót, wykonane przy zalecanej lepkości $v_n = 35 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ oleju hydraulicznego L-HL46 (ϑ około 46°C), które wykazały straty w silniku – wg zależności: $\Delta p_{Mp} \sim Q^{1,87}$.

Z charakterystyki (rysunek 3) przedstawiającej straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach jako funkcje chłonności Q_M silnika SWSB-63 widzimy, iż ze wzrostem lepkości spada wartość wykładnika a_{Qp} . Stanowi to potwierdzenie wzorów (7) i (9) zinterpretowanych na rysunku 1, iż dla zależności $\Delta p_{Mp} \sim Q^1$ mamy do czynienia z przepływem laminarnym, a dla $\Delta p_{Mp} \sim Q^2$ z przepływem turbulentnym w pełni rozwiniętym.


Wpływ lepkości v cieczy roboczej na straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach wewnętrznych (rysunek 4), przy $v_n = 26 \text{ [mm}^2 \text{ s}^{-1}]$ i teoretycznej chłonności silnika $Q_{Mt} = 1,71 \text{ [dm}^3 \text{ s}^{-1}]$, jest określony wielkością wykładnika potęgowego a_{vp} w zależności $\Delta p_{Mp} \sim \left(\frac{v}{v_n} \right)^{a_{vp}}$, gdzie $a_{vp} \approx 0,249$. Natomiast przy

malejącej chłonności wartość wykładnika wzrasta i przy $Q_M = 0,11$ [dm^3s^{-1}], wynosi $a_{vp} \approx 0,764$. Wartości wykładnika a_{vp} pozwalają wnioskować, że straty ciśnieniowe Δp_{Mp} w kanałach wewnętrznych mają charakter przepływu burzliwego nie w pełni rozwiniętego z malejącym stopniem zaburzenia towarzyszącego spadkowi chłonności.

Literatura

- [1] BALAWENDER A., OSIECKI A., PASZOTA Z., KLIMKIEWICZ W., CIEPIEŁOWSKI J.: *Badania silnika hydraulicznego wysokomomentowego średniociśnieniowego SWSB-63*. Praca naukowo-badawcza, Gdańsk 1972.
- [2] CZYŃSKI M.: *Badania laboratoryjne modelu sprawności energetycznej przekładni hydrostatycznej*. Praca doktorska, Politechnika Szczecińska, Wydział Techniki Morskiej, Szczecin 2005.
- [3] KORALEWSKI J.: *Wpływ lepkości na straty energetyczne w pompie tłokowej o zmiennej wydajności*. Raport merytoryczny promotorskiego projektu badawczego Nr rej. N N504 4684 33, nr umowy 4684/TO2/2007/33.
- [4] MACZYSZYN A.: *Analiza energetyczna konstrukcji wporowych maszyn obrotowych stosowanych w przekładniach hydrostatycznych*. Praca doktorska, Politechnika Gdańska, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, Gdańsk 2014.
- [5] MACZYSZYN A.: *Evaluation of losses in a hydraulic motor based on the SWSB – 63 motor tests*. Polish Maritime Research. – Vol. 17, No 4, 2010, s. 46–53, 9 wykresów, bibliograf. 19 poz.
- [6] PASZOTA Z.: *Aspects energetiques des transmissions hydrostatiques*. Wydawnictwo Politechnika Gdańska, Gdańsk 2002.

- [7] PASZOTA Z.: *Energy losses in hydrostatic drive. Drive investigation method compatible with diagram of power increase opposite to the direction of power flow*. Lambert Academic Publishing Saarbrücken 2016.
- [8] SKOREK G.: *Badania laboratoryjne strat ciśnieniowych w pompie wporowej*. „Hydraulika i Pneumatyka” 2/2005.
- [9] STRYCZEK S.: *Napęd hydrostatyczny. Tom II. Układy*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.
- [10] SŁIWINSKI P.: *New satellite pumps*. Key Engineering Materials, No 490/2012.
- [11] SŁIWINSKI P.: *The basics of design and experimental tests of the commutation unit of a hydraulic satellite motor*. Archives of Civil and Mechanical Engineering, No 16/2016, DOI:1016/j.acme.2016.04.003.
- [12] SŁIWINSKI P.: *The flow of liquid in flat gaps of satellite motors working mechanism*. Polish Maritime Research 2/2014.
- [13] SŁIWINSKI P.: *The influence of water and mineral oil on volumetric losses in a hydraulic motor*. Polish Maritime Research, special issue S1 (93) 2017, vol. 24. DOI: 10.1515/pomr-2017-0041.
- [14] SŁIWINSKI P.: *The influence of water and mineral oil on mechanical losses in hydraulic motor*. Chinese Journal of Mechanical Engineering. Article in print.

 dr inż. Agnieszka Maczyszyn – Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, e-mail: agnieszka.maczyszyn@pg.edu.pl

artykuł recenzowany



Centrum
Targowo-Konferencyjne

expo **Silesia**

www.exposilesia.pl

INDUSTRY  meeting

CIĘCIE

SZLIFOWANIE

KOMPOZYTY

PNEUMATYKA

HYDRAULIKA

POMIARY

AUTOMATYKA

LUTOWANIE
I ZGRZEWANIE

WYKRAWANIE

UTRZYMANIE
RUCHU

BHP

PRZETWÓRSTWO
TWORZYW

Zaprezentuj się
w dedykowanej
strefie tematycznej

zapraszamy:

20-21
lutego
2018

Targi
Technologii
Przemysłowych

ul. Braci Mieroszewskich 124
41-219 Sosnowiec

www.industrymeeting.pl

reklama

www.energoelektronika.com.pl

Twój branżowy serwis z przyszłością

Opory ruchu pojazdu oraz minimalizacja oporów toczenia

Michał Domek


1. Wstęp

Zawody SEM odbywają się od 1985 roku i są poligonem doświadczalnym dla nowych rozwiązań minimalizujących zużycie paliwa. Studenci oraz uczniowie szkół średnich z całego świata rywalizują o to, kto przejedzie jak największy dystans na jednym litrze paliwa. Młodzi konstruktorzy mogą w sposób praktyczny wykorzystać swoją wiedzę na temat konstruowania, obsługi i napraw zbudowanych przez siebie pojazdów. Uliczny tor zbudowany w Londynie ma długość 1 mili. Podczas mierzonego przejazdu należy pokonać 10 okrążeń w czasie poniżej 39 minut. Sporym wyzwaniem jest podjazd mierzący około 200 m; w ubiegłym roku duża część pojazdów posiadała za słaby układ napędowy, aby go pokonać. Zawody dzielą się na dwie główne kategorie: Prototype oraz Urban Concept. Pierwsza jest dość liberalna, jeżeli chodzi o regulamin i dopuszcza wiele konstrukcji. Minimalna waga kierowcy wynosi 50 kg. Pojazdy te są stosunkowo niskie i długie, a kierowca prowadzi w pozycji leżącej. W kategorii Urban Concept startują pojazdy przypominające małe samochody miejskie. Muszą one posiadać fotele, światła, wycieraczki oraz opony umożliwiające jazdę w deszczu. Aktualny europejski rekord wynosi 3410 km na ekwiwalencie jednego litra benzyny (kategoria Prototype).

Projekt poprawionej wersji pojazdu „Saw” na zawody Shell Eco-marathon w Londynie, która miała za zadanie pobić ubiegłoroczny wynik 133 km/l, wymagał zwrócenia szczególnej uwagi na opory ruchu, które występują podczas jazdy. Kluczem do osiągnięcia dobrego wyniku jest ograniczenie ich do minimum.

Po analizie profilu trasy, specyfiki zawodów oraz wyciągnięciu wniosków z ubiegłorocznej edycji należało poprawić zdolność bolidu do pokonania jak największego dystansu na wybiegu, ponieważ regulamin zezwala na wyłączenie silnika w czasie przejazdu. Prędkości uzyskiwane na trasie przeważnie nie przekraczają 50 km/h, więc opory aerodynamiczne mają dość mały wpływ na wynik. Najważniejsze jest zmniejszenie oporów toczenia oraz tarcia wewnętrznego w łożyskach kół oraz układzie napędowym. Praca ta skupia się na procesach projektowania i budowania części i podzespołów pojazdu, które miały wpływ na zmniejszenie oporów toczenia. Zmiany w stosunku do zeszłorocznej specyfikacji objęły całkowicie nowe przednie zwrotnice, układ kierowniczy, obręcze i opony. Pociągnęło to za sobą konieczność obliczenia na nowo wartości promienia zataczania, kompensacji Ackermana oraz ustawienia założonych wartości geometrii zawieszenia. Wartości te zostały dobrane na podstawie literatury i rozwiązań stosowanych

Streszczenie: Projektując pojazd na zawody Shell Eco Marathon, musieliśmy uwzględnić wszystkie elementy oporów ruchu występujących podczas jazdy, ponieważ odgrywają one kluczową rolę w uzyskaniu dobrego wyniku (przejechanie jak największego dystansu na ekwiwalencie 1 litra paliwa). Głównym tematem niniejszego opracowania było zaprojektowanie nowego układu kierowniczego (zwrotnice, drążki kierownicze) tak, aby zminimalizować opory toczenia poprzez zastosowanie nowych opon. Nowe osie, zwrotnice i koła pozwoliły zmniejszyć nieco rozstaw kół, co pociągnęło za sobą zmiany w całej geometrii przedniego zawieszenia. Zaprojektowanie nowych zwrotnic wymagało obliczeń kątów pochylenia koła, pochylenia zwrotnicy, wyprzedzenia zwrotnicy oraz kluczowego do uzyskania niskich oporów toczenia – promienia zataczania. Nowe elementy zostały zaprojektowane i sprawdzone wytrzymałościowo za pomocą metody MES, z wykorzystaniem oprogramowania SolidWorks. Dodatkowym kryterium było możliwie jak największe zmniejszenie masy układu zawieszenia przednich kół.

 **Abstract:** During development of our car for Shell Eco Marathon we had to take into account all of car motion resistances because they play a key role in achieving a good result (as many kilometers as possible at the equivalent of 1 liter of fuel). The main theme of this study was to design a new steering system which minimizes rolling resistance. New axles, struts and wheels helped us reduce the track width resulting in changes in the geometry of the front suspension. New parts required calculations of camber, caster, kingpin inclination angle, and the key to low rolling resistance: scrub radius. New elements have been designed and tested for strength using the MES method, using SolidWorks software. An additional criterion was used to reduce the weight of the front suspension as much as possible.

w przemyśle samochodowym oraz zoptymalizowane pod kątem minimalnych oporów toczenia. Dodatkowo zmienił się rozstaw kół oraz osi.

2. Opory ruchu

W pojazdach samochodowych występują następujące opory ruchu:

Opór aerodynamiczny

Oporem powietrza nazywa się składową równoległą do nawierzchni drogi z siły, jaką jest całkowity opór powietrza. Siła ta powstaje w wyniku różnicy ciśnień dynamicznych, działających na powierzchnię pojazdu. Składa się na nią:

- opór profilowy (ok. 58%), który zależy od kształtu przekroju podłużnego pojazdu;
- opór zakłóceń (ok. 14%) wywołany obecnością takich części pojazdu, jak: lusterka, klamki, wirujące koła, ozdoby i elementy podwozia;
- opór tarcia (ok. 10%);
- opór układu chłodzenia i wentylacji (ok. 10%);
- opór indukcyjny (ok. 8%) wywołany zawirowaniem strugi powietrza na bokach nadwozia.

Wielkość oporów powietrza zależy od powierzchni czołowej pojazdu, gęstości powietrza, współczynnika aerodynamicznego oraz kwadratu prędkości. Dla stałej gęstości powietrza (w warunkach normalnych) wzór przedstawia się następująco:

$$F_p = 0,047AC_x V^2 \quad (1)$$

gdzie:

F_p – siła oporów powietrza;

A – powierzchnia czołowa pojazdu [m^2];

C_x – współczynnik oporu aerodynamicznego;

V – prędkość pojazdu [km/h].

Opór wzniesienia

Podczas pokonywania wzniesień na pojazd działa siła oporu wzniesienia; jest to nic innego jak składowa jego ciężaru zależna od nachylenia drogi.

$$F_w = G \times \sin \alpha \quad (2)$$

F_w – opór wzniesienia;

G – siła ciężkości pojazdu;

α – kąt nachylenia wzniesienia.

Siła bezwładności

Opory bezwładności są siłą przeciwdziałającą zmianie prędkości, z jaką porusza się w danej chwili pojazd. Występują one zarówno podczas przyspieszania, jak i hamowania.

$$F_b = m \times a \times \delta \quad (3)$$

F_b – siła bezwładności;

m – masa pojazdu [kg];

a – przyspieszenie;

δ – współczynnik mas zredukowanych.

Siła tarcia wewnętrzznego

Opory spowodowane współpracą części mechanicznych nazywamy oporami tarcia wewnętrznego. Na ich wielkość mają wpływ m.in. jakość stosowanego oleju, zużycie części silnika, pasowanie elementów.

Opory toczenia

Opory toczenia są siłą wynikającą z odkształcenia się współpracujących powierzchni kół jezdnych oraz podłoża, tarcia wewnętrznego występującego w ogumieniu oraz sił adhezyjnych między ogumieniem a nawierzchnią. Ich wielkość zależy przede wszystkim od rodzaju nawierzchni i ogumienia oraz masy pojazdu. Ponadto na ich wielkość mają wpływ wymiary kół napędowych, ciśnienie powietrza w ogumieniu i prędkość jazdy. Dla uproszczenia obliczeń przyjęto, że masa pojazdu jest rozłożona równomiernie na wszystkie koła i podział ten nie zależy od przyspieszeń działających na pojazd. Siłę oporów toczenia dla dróg asfaltowych i betonowych obliczamy ze wzoru:

$$F_t = \frac{mg}{1000} (12 + 0,0006V^2) \quad (4)$$

F_t – siła oporów toczenia [N];

m – masa pojazdu [kg];

g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2];

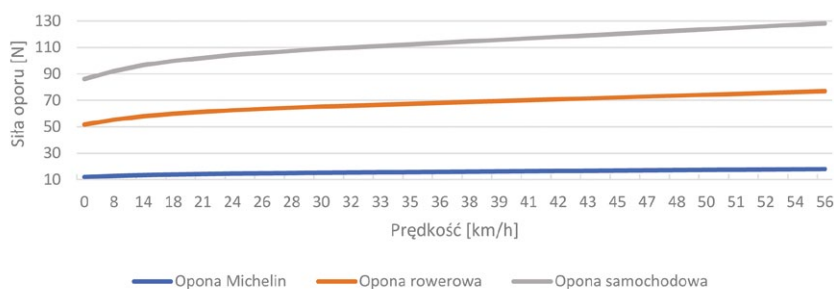
V – prędkość pojazdu [km/h].

Na rys. 1–4 zaprezentowane są wybrane opory ruchu pojazdu podczas pokonywania wzniesienia na torze, w czasie Shell Eco-marathon w Londynie. Podczas obliczeń założono, że pojazd stoi na początku wzniesienia i zaczyna podjazd od zerowej prędkości.

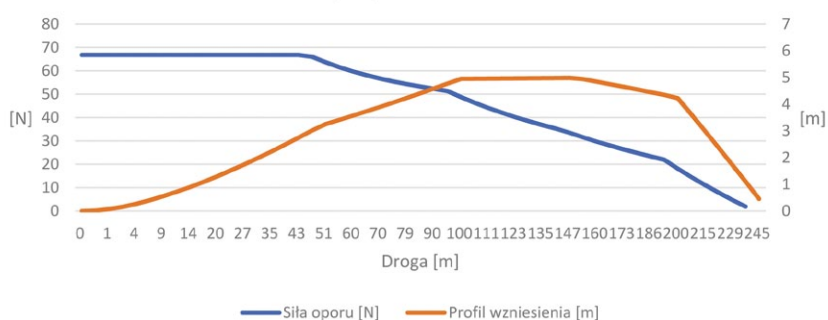
Tabela 1

Dane potrzebne do obliczeń	
Masa pojazdu z kierowcą	106 kg
Rozstaw kół przednich	570 mm
Różnica poziomów	5 m
C_x	0,3
Pow. czołowa	0,87 m^2
Promień dynamiczny koła rd	239 mm
Długość podjazdu	250 m

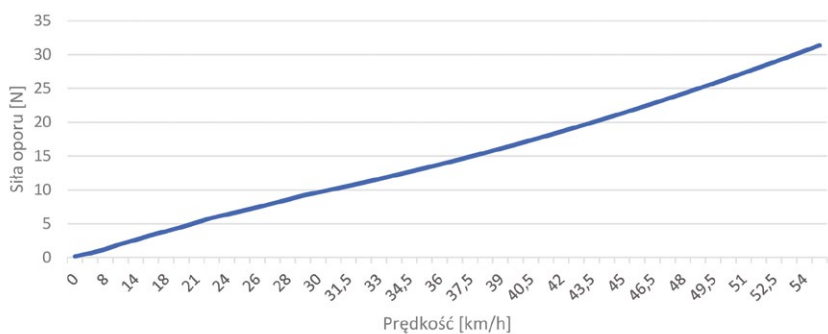
Jak łatwo zauważyć, największe wartości mają siły oporów wzniesienia oraz bezwładności działające podczas startu. Opory toczenia oraz powietrza, chociaż działają przez cały czas, mają o wiele mniejsze wartości. Na wielkość oporów bezwładności oraz wzniesienia (dla danego pochylenia drogi) ma wpływ masa pojazdu, stąd też dążenie do jej minimalizacji. Podkreślić przy tym należy, że na 10 okrążeń próby opory bezwładności i przyspieszenie pokazane jak na powyższym wykresie działają jedynie raz, po starcie pojazdu. Opory wzniesienia, pomimo dużej wartości, działają jedynie przez 15% drogi jednego okrążenia. Na wykresie oporów toczenia naniesiono porównanie opon firmy Michelin stosowanych w bolidzie do opon rowerowych (używanych w poprzednim roku) oraz samochodowych (pogładowo). Kluczowe znaczenie odgrywa masa pojazdu, ponieważ to od niej w głównej mierze zależą wartości tych oporów. W obliczeniach zastosowano profil trasy toru w Londynie, więc



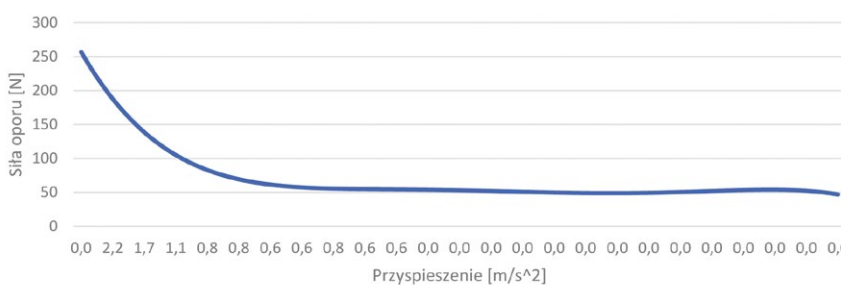
Rys. 1. Opory toczenia



Rys. 2. Opory wzniesienia i profil trasy



Rys. 3. Opory powietrza



Rys. 4. Siła bezwładności i przyspieszenie

mowa o tym konkretnym przypadku. Na innych torach wartości mogłyby się różnić.

Tabela 2. Opory toczenia opon

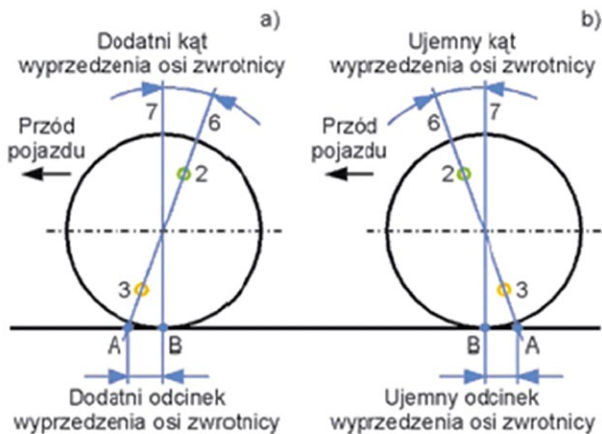
Opory toczenia opon	[N/kN]
Michelin (stosowane na SEM)	1,4
Rower szosowy	5–6
Samochód osobowy	8–12

3. Geometria w bolidzie SAW

Kąt pochylenia koła to bardzo istotny parametr w zawieszeniu. Prawidłowo dobrany pozwala oponie na kontakt z nawierzchnią możliwie największą powierzchnią. Zazwyczaj jego wartość wynosi około zera lub jest to niewielka wartość ujemna, do około 1 stopnia (górną część koła jest pochylona do wewnątrz). Ma to na celu poprawienie zachowania samochodu podczas pokonywania zakrętów. W samochodach sportowych można spotkać większe wartości, jednak niesie to ze sobą zwiększone zużycie opon („ścianienie” wewnętrznych krawędzi).

Kąt wyprzedzenia sworznia zwrotnicy (lub wyprzedzenia osi zwrotnicy) to parametr, z którego wielu kierowców nie zdaje sobie sprawy. Jest to kąt pomiędzy osią zwrotnicy a pionem, mierzony w płaszczyźnie symetrii pojazdu. Ma ona bardzo wyraźny wpływ na prowadzenie pojazdu. Dodatni kąt wyprzedzenia sworznia zwrotnicy powoduje powstanie momentu stabilizacyjnego od reakcji podłoża, co powoduje stabilizację przednich kół, szczególnie przy wysokich prędkościach. Innym aspektem takiego ustawienia jest dążenie kół do powrotu do położenia „na wprost”. Poprawia to stabilność na nierównościach oraz podczas wychodzenia z zakrętów. W samochodach spotykanych na ulicach zazwyczaj wartość waha się pomiędzy 1–10 stopni, w zależności od konstrukcji zawieszenia i rodzaju napędu.

Pierwszą rzeczą, od której zaczęto projektowanie nowego zawieszenia, był dobór opon. Zastosowano produkt firmy Michelin o rozmiarze 45/75R16. Opony te zaprojektowano specjalnie pod kątem pojazdów typu prototype. Ich konstrukcja jest zoptymalizowana pod kątem



Rys. 5. Kąt wyprzedzenia sworznia (osi) zwrotnicy

niskich oporów toczenia; wynoszą one według danych producenta 1,4 N/kN. Dla porównania wartość ta dla opon do samochodu osobowego o klasie oporów toczenia „A” wynosi <math><7,5\text{ N/kN}</math>. Główną przyczyną budowy nowego zawieszenia przedniego (oprócz redukcji masy), była niemożliwość zastosowania opon Michelin w starej konstrukcji. Parametry opony (średnica, szerokość) zbyt różniły się od ogumienia stosowanego wcześniej. Znając średnicę opony, dobrano kąt pochylenia zwrotnicy tak, aby promień zataczania był zerowy. Taka wartość minimalizuje opory podczas skręcania oraz redukuje zużycie opon. Należy zwrócić szczególną uwagę na ten parametr, ponieważ nie można go regulować.



Rys. 6. Prototyp zwrotnicy, widoczny dodatni promień zataczania

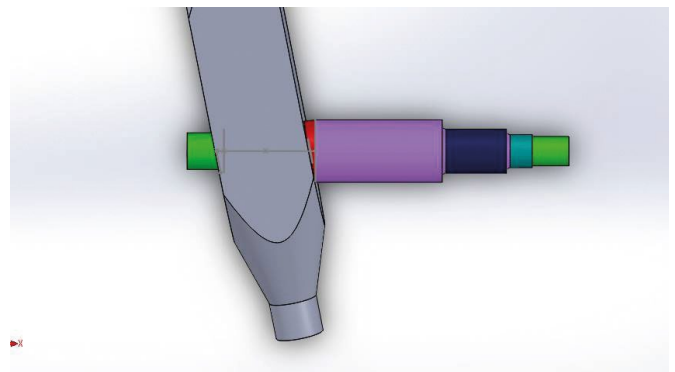
Ustalenie promienia zataczania zdefiniowało tzw. kąt sumaryczny, czyli sumę kątów pochylenia zwrotnicy oraz pochylenia koła. Wartość ta zmalała w stosunku do ubiegłorocznej konstrukcji o 3 stopnie. Zmiana ta wynikała wyłącznie ze zmiany pochylenia zwrotnicy, ponieważ kąt pochylenia koła o wartości $-0,5$ stopnia musiał pozostać bez zmian. Wartość ta została dobrana na podstawie literatury oraz rozwiązań stosowanych w przemyśle samochodowym, w celu uzyskania możliwie małego kąta znoszenia kół przednich podczas pokonywania zakrętów. Aby zmniejszyć rozstaw kół, należało zwrotnicę ustawić bardziej pionowo, stąd zmiana w jej pochyleniu o 3 stopnie. Zmiana ta była możliwa dzięki mniejszej odległości między

środkiem zwrotnicy na wysokości osi koła a środkiem obręczy. Wymusiła ona również zastosowanie nowych piast oraz mocowania tarczy hamulcowej.

Kąt wyprzedzenia zwrotnicy ma wpływ między innymi na siłę, jaka jest potrzebna do poruszania kierownicą oraz poprawia stabilność podczas jazdy prosto. Nie należy jednak nadmiernie zwiększać tego parametru, ponieważ siła potrzebna do poruszania kierownicą może sprawiać trudności kierowcy. Na podstawie dostępnej w literaturze wiedzy ustaliliśmy wartość tego kąta na 12 stopni.

Promień zataczania wpływa bezpośrednio na długość ramienia działania poziomych sił wzdłużnych, działających na styku koła z nawierzchnią, a więc na wartość momentów skręcających, działających w osi zwrotnicy. Tym samym każda jego zmiana wpływa na pracę układu kierowniczego, czyli na zachowanie się samochodu na drodze. Im większe stają się wartości dodatnie, tym łatwiej tor ruchu zakłócany będzie po zderzeniu z nierównością drogi jednego z pary kierowanych kół, podczas podmuchów bocznego wiatru lub zmian poprzecznego pochylenia jezdnii. Przy ujemnych wartościach pojawia się i rośnie wraz z nimi tendencja do samoczynnej korekty skutków tych niekorzystnych zjawisk. Siły symetryczne (np. napędu lub hamowania) są w obu wypadkach proporcjonalne do wartości promienia zataczania, a więc jej zwiększenie powoduje wzrost obciążenia elementów układu kierowniczego. Ponadto zwiększenie wartości bezwzględnej promienia zataczania zwiększa opór skrętu kół, wynikający z przemieszczenia się środka obrotu koła względem środka skrętu pojazdu.

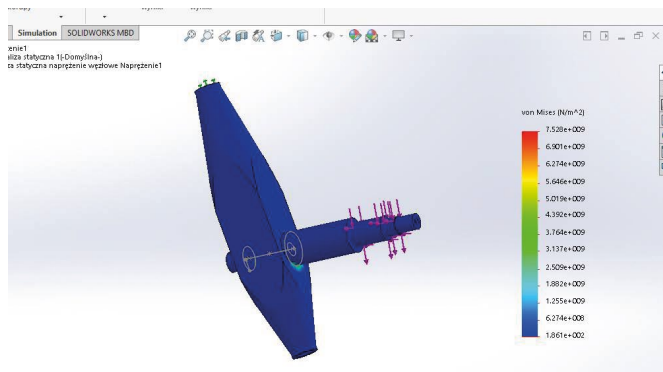
W pojazdach spotykanych na drogach wartości te są dobrane przez producenta na etapie projektowania samochodu. Tylko w niektórych przypadkach można je regulować. Najczęściej występuje jedynie regulacja kąta pochylenia koła.



Rys. 7. Model zwrotnicy z osią

Po zaprojektowaniu zwrotnicy została ona poddana badaniu wytrzymałości metodą elementów skończonych (MES), aby mieć pewność, że konstrukcja zawieszenia poradzi sobie z siłami działającymi podczas jazdy.

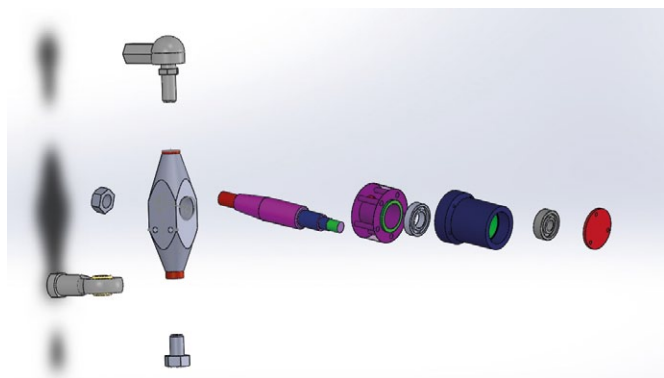
Następnie należało ustalić różnicę w skręcie kół, nazywaną kompensacją Ackermana. Aby koła podczas pokonywania zakrętu nie wpadały w poślizg, muszą być skręcone pod innym kątem. Gdyby koła skręcały się jednakowo, samochód byłby podsterowny (uślizg przodu) oraz zużycie opon byłoby przyspieszone. Prostym sposobem skonstruowania zawieszenia



Rys. 8. Badanie wytrzymałości zwrotnicy metodą MES



Rys. 9. Układ kierowniczy bolidu SAW na rok 2017



Rys. 10. Zwrotnica wraz z osią, łożyskami, adapterem tarczy hamulcowej i piastą koła

i układu kierowniczego tak, aby występowała różnica w kątach skrętu, jest zbudowanie trapezu kierowniczego – przedłużenie jego ramion powinno przecinać się na środku tylnej osi.

Tak zaprojektowane zawieszenie zostało wykonane i zamontowane w bolidzie SAW, który podczas zawodów Shell Eco-marathon w Londynie w roku 2017 uzyskał wynik

306 km/l. Nowe zwrotnice zostały zważone, masa nowej zwrotnicy z przegubami wynosi 230 g (stara wersja 450 g). Znaczącą rolę w poprawie wyniku (udało się poprawić ubiegłoroczny wynik o 130%) odegrał nowy układ kierowniczy oraz nowe koła. Dzięki tym rozwiązaniom udało się znacznie obniżyć opory toczenia. Plan na przyszłość to kolejne działania związane ze zmniejszeniem oporów ruchu. Głównym czynnikiem, któremu należy poświęcić najwięcej uwagi, wydaje się być redukcja masy.

Tabela 3

Dane bolidu	2016	2017
Kąt pochylenia zwrotnicy	14°	11°
Kąt pochylenia koła	-0°30'	-0°30'
Kąt wyprzedzenia sworznia zwrotnicy	12°	12°
Zbieżność kół przednich	0°	0°
Promień zataczania	-15 mm	0 mm
Rozstaw kół przednich	670 mm	570 mm
Masa zwrotnicy z przegubami	450 g	230 g
Masa koła przedniego	1250 g	620 g

Literatura

- [1] ARCZYŃSKI S.: *Mechanika ruchu samochodu*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.
- [2] REIMPELL J., BETZER J.: *Podwozia samochodów. Podstawy konstrukcji*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004.
- [3] GABRYLEWICZ M.: *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2015.
- [4] PROCHOWSKI L.: *Mechanika ruchu. Pojazdy samochodowe*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.

Michał Domek - Wydział Mechaniki i Budowy Maszyn,
PWSZ im. S. Pigoń w Krośnie

Metoda wyznaczania komutacyjnych tętnień momentu silnika PM BLDC

Robert Piwowarczyk, Krzysztof Krykowski, Janusz Hetmańczyk

1. Wstęp

W bezszczotkowym silniku prądu stałego wzbudzonym magnesami trwałymi (*Permanent Magnet Brushless Direct Current* – PM BLDC) komutator mechaniczny zostaje zastąpiony przekształtnikiem elektronicznym (energoelektronicznym), nazywanym również komutatorem elektronicznym. Przekształtnik ten naśladuje działanie komutatora mechanicznego i w odpowiednich chwilach przełącza zasilanie uzwojeń silnika. Przełączanie uzwojeń odbywa się w sposób dyskretny, z rozdzielczością odpowiadającą liczbie pulsów przypadających na obrót silnika.

W idealnym silniku PM BLDC prądy fazowe mają kształt prostokątny, wpływ indukcyjności na pracę silnika jest pomijalnie mały, a fazowe siły elektromotoryczne są trapezowe i w czynnym obszarze pracy zaworów przyjmują wartości stałe. W silniku rzeczywistym przy przełączaniu tranzystorów komutatora elektronicznego następuje przeładowanie energii w obwodach z indukcyjnością. Powoduje to powstanie dodatkowych tętnień komutacyjnych momentu. Wywołany przełączeniami tranzystorów moment komutacyjny może powodować tętnienia prędkości, co jest szczególnie niekorzystne w przypadku silnika pracującego w zakresie małych prędkości obrotowych, zwłaszcza gdy momenty bezwładności silnika i maszyny roboczej są małe. Tętnienia komutacyjne momentu są jeszcze bardziej niebezpieczne w przypadku silników wysokoobrotowych, gdy może dojść do sytuacji, że częstotliwość tętnień momentu będzie równa częstotliwości rezonansu mechanicznego silnika [3].

Tętnienia komutacyjne są przedmiotem wielu publikacji. W artykułach tych przedstawiona jest analiza zjawiska komutacji w silnikach PM BLDC [1, 6, 12], zaproponowane są sposoby minimalizacji tętnień realizowanych na drodze sterowania [2, 7, 14] lub modyfikacji strategii sterowania komutatorem elektronicznym [13, 16] albo przez wprowadzenie dodatkowego przekształtnika DC/DC, z którego zasilany jest dopiero silnik PM BLDC [15]. Przedstawione w tych artykułach zależności są rozbudowane i nie zapewniają możliwości szybkiej oceny tętnień.

Celem publikacji jest przedstawienie prostej metody oceny tętnień komutacyjnych momentu typowych silników PM BLDC, słusznej w przypadku, gdy spełnione są założenia upraszczające [11]:

1. Elektromagnetyczna stała czasowa silnika jest na tyle duża, że przebiegi prądów i momentów można aproksymować liniowo.

Streszczenie: W bezszczotkowym silniku prądu stałego komutator mechaniczny zostaje zastąpiony przekształtnikiem energoelektronicznym pełniącym rolę komutatora elektronicznego. W chwilach przełączania poszczególnych uzwojeń fazowych pojawiają się w silniku pulsy prądu. Pulsy te powodują powstawanie tętnień momentu elektromagnetycznego i prędkości kątowej silnika. W artykule zaproponowano prostą metodę określania wielkości tętnień momentu oraz wartości pierwszej harmonicznej momentu elektromagnetycznego. Uzyskane wyniki zweryfikowano za pomocą badań symulacyjnych w programie Matlab/Simulink.

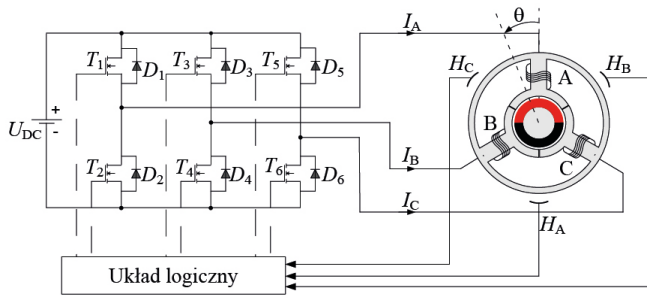
Słowa kluczowe: bezszczotkowy silnik prądu stałego, tętnienia momentu, pierwsza harmoniczna momentu

THE METHOD FOR DETERMINING OF THE SWITCHING RIPPLE OF A PM BLDC MOTOR TORQUE

Abstract: In a brushless DC motor mechanical commutator is replaced by a power electronics converter serving as an electronic commutator. The pulses of the motor current appear in moments of switching individual phase windings. These pulses cause the formation of pulses of electromagnetic torque and angular speed of the motor. This paper proposes the simple method of determining the magnitude of torque pulses. The achieved results have been verified through simulation research in Matlab/Simulink environment performed on a computer model of PM BLDC motor.

Keywords: permanent magnet brushless direct current, torque ripple, first harmonic of a torque

2. W chwili zakończenia komutacji prądy fazy niebiorącej udziału w komutacji i fazy przejmującej prąd są równe prądowi źródła.
3. Prąd źródła dla przedziału międzykomutacyjnego jest w przybliżeniu równy średniej wartości prądu fazy niebiorącej udziału w komutacji i prądu fazy załączanej określonych niezależnie.
4. Czas komutacji jest mniejszy od czasu trwania taktu pracy komutatora elektronicznego.



Rys.1. Schemat połączeń – silnik PM BLDC

2. Silnik PM BLDC

Schemat połączeń obwodu głównego 3-fazowego silnika PM BLDC o jednej parze biegunów, uzwojeniach połączonych w gwiazdę i z komutatorem elektronicznym w układzie mostka 3-fazowego przedstawiono na rys. 1. Poszczególne uzwojenia fazowe są przełączane sekwencyjnie przez tranzystory komutatora elektronicznego i wytwarzają pole magnetyczne, którego wektor może przyjmować sześć położeń. Funkcja przełączeń zaworów komutatora elektronicznego jest wypracowywana na podstawie sygnałów pochodzących z dyskretnych czujników położenia wirnika (CPW). Zasada działania silnika PM BLDC została opisana między innymi w [4, 5].

Siła elektromotoryczna E_k indukowana w k -tym uzwojeniu fazowym silnika jest proporcjonalna do prędkości kątowej silnika ω zgodnie z zależnością:

$$e_k = \omega K_{fp} (\mathcal{G}_{ek}) \quad (1)$$

Moment elektromagnetyczny wytwarzany przez prąd płynący w uzwojeniu k -tej fazy jest opisany zależnością:

$$M_{ek} = K_{fp} (\mathcal{G}_{ek}) i_k \quad (2)$$

Występujący w zależności (2) prąd fazowy wynika z równania:

$$u_k = R_s i_k + L_s \frac{di_k}{dt} + e_k \quad (3)$$

w którym R_s i L_s oznaczają rezystancję i indukcyjność fazy stojana, przy czym L_s jest indukcyjnością zastępczą, uwzględniającą indukcyjność własną uzwojenia fazowego oraz wpływ indukcyjności wzajemnej i prądów płynących w fazach o liczbie porządkowej różnej od k .

W wielu rozważaniach, przy opisie silnika, wygodnie jest wprowadzić zastępczy obwód prądu stałego, w którym siłę elektromotoryczną zastępczego obwodu prądu stałego i moment elektromagnetyczny można opisać za pomocą zależności:

$$E_d = 2K_{fp} \omega \quad (4)$$

oraz:

$$M_c = 2K_{fp} I_d \quad (5)$$

W stanie ustalonym prędkość idealnego silnika PM BLDC o pomijalnej indukcyjności jest określona zależnością:

$$\omega_i = \frac{U_d - \frac{R_d}{2K_{fp}} M_c}{2K_{fp}} \quad (6)$$

3. Tętnienia komutacyjne momentu

Moment elektromagnetyczny rozwijany przez silnik może zawierać składowe tętniące spowodowane:

- napięciem zasilającym;
- odkształceniami napięcia fazowego lub fazowych sił elektromotorycznych;
- modulacją PWM w komutatorze elektronicznym;
- komutacją.

Tematem rozważań są tętnienia komutacyjne w związku z tym w dalszych rozważaniach pominięto tętnienia wywołane odkształceniami napięć, sił elektromotorycznych i modulacją. W czasie komutacji następuje zwarcie zacisków wejściowych silnika i zmiana połączeń uzwojeń. Przeprowadzono analizę przebiegów prądów i momentów dla jednego taktu pracy komutatora elektronicznego, o okresie wynikającym z zależności:

$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_s} = \frac{2\pi}{mp\omega} \quad (7)$$

przy czym analizę rozpoczęto dla chwili przełączenia tranzystorów.

Schematy połączeń uzwojeń w czasie komutacji układu bezpośrednio po załączeniu tranzystora w fazie B przedstawiono na rys. 2. W chwili poprzedzającej przełączanie (rys. 2 a) przewodzą tranzystory T_1 (faza A) i T_6 (faza C). Równoczesne załączenie tranzystora T_3 fazy B i wyłączenie tranzystora T_1 fazy A powoduje, że prąd fazy A przejmuje dioda D_2 (rys. 2 b) i następuje rozładowanie energii zmagazynowanej w uzwojeniu fazy A, przy równoczesnym wzroście energii magazynowanej w uzwojeniu fazy B. Dioda D_2 przestaje przewodzić, gdy prąd wyłączanej fazy (A) zmaleje do zera (rys. 3). Wtedy prąd zaczyna płynąć przez dwie fazy silnika załączone przez tranzystory T_3 oraz T_6 (rys. 2 c).

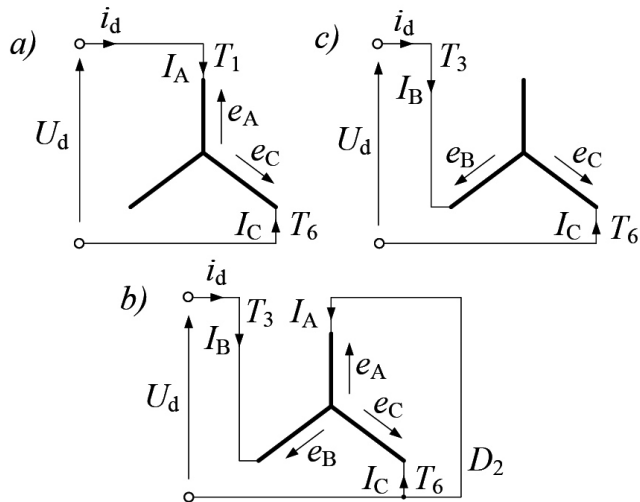
W rozważeniach wprowadzono oznaczenia prądów (rys. 3):

$$I_{B1}(t) = \frac{t}{T_s} I_{dmax} \quad (8)$$

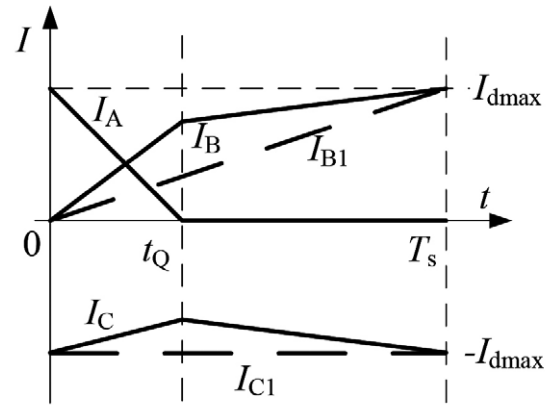
oraz

$$I_{C1}(t) = -I_{dmax} \quad (9)$$

które by płynęły, gdyby uzwojenia fazowe nie były połączone. Dla przedziału międzykomutacyjnego warunek „3” można zapisać jako:



Rys. 2. Schematy połączeń silnika PMBLDC w czasie przełączeń uzwojeń: a) przewożą tranzystory T_1 w fazie A oraz T_6 w fazie C; b) tranzystor T_1 jest wyłączony, przewodzi tranzystor T_6 w fazie C oraz dioda D_2 w fazie A; c) dioda D_2 przestaje przewodzić, przewożą tranzystory T_3 w fazie B oraz T_6 w fazie C



Rys. 3. Przebiegi prądów silnika w czasie jednego taktu pracy komutatora elektronicznego przy załączaniu fazy B i wyłączaniu fazy A

$$I_d(t) = -I_C(t) = I_B(t) \approx \frac{-I_{C1}(t) + I_{B1}(t)}{2} \quad (10)$$

Po podstawieniu (8) i (9) do (10) uzyska się:

$$I_d(t) = -I_C(t) + I_B(t) = \frac{I_{dmax}}{2} \left(1 + \frac{t}{T_s} \right) \quad (11)$$

W chwili początkowej dla czasu $t = 0$ prądy silnika wynoszą odpowiednio (rys. 3):

$$\begin{aligned} I_A(t=0) &= I_{dmax} \\ I_B(t=0) &= 0 \\ I_C(t=0) &= -I_{dmax} \\ I_d(t=0) &= 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Na końcu analizowanego taktu pracy komutatora elektronicznego dla czasu $t = T_s$ prądy silnika wynoszą odpowiednio:

$$\begin{aligned} I_A(t=T_s) &= 0 \\ I_B(t=T_s) &= I_{dmax} \\ I_C(t=T_s) &= -I_{dmax} \\ I_d(t=T_s) &= I_{dmax} \end{aligned} \quad (13)$$

Prąd fazy A (wyłączanej) maleje w czasie komutacji i w chwili zakończenia komutacji dla czasu $t = t_Q$ przyjmuje wartość równą zero:

$$I_A(t=t_Q) = 0 \quad (14)$$

Prądy faz B i C oraz prąd źródła są natomiast równe i określone zależnościami:

$$I_d(t_Q) = -I_C(t_Q) = I_B(t_Q) = \frac{I_{dmax}}{2} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s} \right) \quad (15)$$

Momenty elektromagnetyczne wywoływane przez prądy płynące w poszczególnych uzwojeniach fazowych są opisane zależnością ogólną (2). Dla trapezowego kształtu siły elektromotorycznej fazowy współczynnik wzbudzenia dla fazy B i C jest stały i wynosi K_{fp} lub $-K_{fp}$. Korzystając z tych wartości współczynnika wzbudzenia, można momenty elektromagnetyczne wytwarzane przez poszczególne fazy oraz moment całkowity silnika opisać zależnościami w charakterystycznych punktach przebiegu (rys. 3). I tak:

- dla czasu $t = 0$:

$$\begin{aligned} M_{eA}(0) &= K_{fp} I_A(0) = K_{fp} I_{dmax} = \frac{1}{2} M_{emax} \\ M_{eB}(0) &= K_{fp} I_B(0) = 0 \\ M_{eC}(0) &= -K_{fp} I_C(0) = K_{fp} I_{dmax} = \frac{1}{2} M_{emax} \end{aligned} \quad (16)$$

moment całkowity silnika opisuje zależność:

$$M_e(0) = M_{eA}(0) + M_{eC}(0) = 2K_{fp} I_{dmax} = M_{emax} \quad (17)$$

- dla czasu, w którym kończy się komutacja $t = t_Q$, momenty wynoszą:

$$\begin{aligned}
 M_{eA}(t_Q) &= K_{fp} I_A(t_Q) = 0 \\
 M_{eB}(t_Q) &= K_{fp} I_B(t_Q) = K_{fp} \frac{I_{dmax}}{2} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s}\right) \\
 &= \frac{1}{4} M_{e max} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s}\right) \\
 M_{eC}(t_Q) &= -K_{fp} I_C(t_Q) = K_{fp} \frac{I_{dmax}}{2} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s}\right) \\
 &= \frac{1}{4} M_{e max} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s}\right)
 \end{aligned} \tag{18}$$

a moment całkowity jest równy:

$$\begin{aligned}
 M_e(t_Q) &= M_{eB}(t_Q) + M_{eC}(t_Q) \\
 &= 2K_{fp} \frac{I_{dmax}}{2} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s}\right) = \frac{1}{2} M_{e max} \left(1 + \frac{t_Q}{T_s}\right)
 \end{aligned} \tag{19}$$

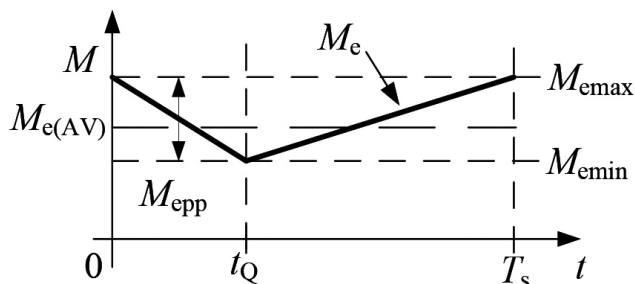
- na końcu analizowanego okresu $t = T_s$ momenty wynoszą:

$$\begin{aligned}
 M_{eA}(T_s) &= K_{fp} I_A(T_s) = 0 \\
 M_{eB}(T_s) &= K_{fp} I_B(T_s) = K_{fp} I_{dmax} = \frac{1}{2} M_{e max} \\
 M_{eC}(T_s) &= -K_{fp} I_C(T_s) = K_{fp} I_{dmax} = \frac{1}{2} M_{e max}
 \end{aligned} \tag{20}$$

a moment wytwarzany przez silnik wynosi:

$$M_e(T_s) = M_{eB}(T_s) + M_{eC}(T_s) = 2K_{fp} I_{dmax} = M_{e max} \tag{21}$$

Korzystając z zależności (17), (19) oraz (21), aproksymowano przebieg momentu elektromagnetycznego silnika (rys. 4) zależnością:



Rys. 4. Przebieg momentu elektromagnetycznego silnika aproksymowany liniowo w czasie jednego taktu pracy komutatora elektronicznego

$$M_e(t) = \begin{cases} \frac{M_{e max}}{2} \left(2 - \frac{t}{t_Q} + \frac{t}{T_s}\right) & \text{dla } 0 < t < t_Q \\ \frac{M_{e max}}{2} \left(1 + \frac{t}{T_s}\right) & \text{dla } t_Q \leq t < T_s \end{cases} \tag{22}$$

W momencie elektromagnetycznym silnika można wyróżnić składową stałą:

$$M_{e(AV)} = M_{e max} \left(\frac{3}{4} + \frac{t_Q}{4T_s}\right) \tag{23}$$

oraz składową przemienną o wartości międzyszczytowej:

$$M_{epp} = \frac{M_{e max}}{2} \left(1 - \frac{t_Q}{T_s}\right) \tag{24}$$

Istotny wpływ na tętnienia momentu ma iloraz czasu komutacji t_Q i okresu taktowania komutatora elektronicznego T_s . Iloraz ten, oznaczony jako:

$$t_{Q*} = \frac{t_Q}{T_s} \tag{25}$$

można wyznaczyć, łącząc zależność (26):

$$t_Q = \frac{L_d I_{d(AV)}}{U_d} \tag{26}$$

na czas komutacji i zależności opisujące moment elektromagnetyczny (5) oraz okres taktowania (7) rzeczywistego silnika. Po podstawieniu i przekształceniu uzyska się:

$$t_{Q*} = \frac{mp L_d I_{d(AV)}}{2\pi U_d} \omega_l k_\omega \tag{27}$$

gdzie:

$$k_\omega = \frac{1}{1 + \frac{mp L_d}{8\pi K_{fp}} \frac{M_e}{2K_{fp}}} \tag{28}$$

oznacza współczynnik nachylenia charakterystyki, który informuje o relacji pomiędzy prędkością silnika idealnego (6) i rzeczywistego [5].

Zależności (12) – (24) obowiązują dla czasów komutacji nie większych od połowy okresu taktowania komutatora elektronicznego, czyli gdy zachodzi:

$$t_Q \leq \frac{T_s}{2} \tag{29}$$

Dla czasów komutacji większych od połowy okresu taktowania komutatora elektronicznego, czyli gdy zachodzi:

$$t_Q > \frac{T_s}{2} \quad (30)$$

a czas jest większy od połowy okresu taktowania komutatora elektronicznego, czyli gdy dodatkowo zachodzi:

$$t > \frac{T_s}{2} \quad (31)$$

wpływ momentu pochodzącego od prądu fazy wyłączanej na całkowity moment elektromagnetyczny jest nieznaczny. Spowodowane to jest małymi wartościami współczynnika wzbudzenia dla fazy A oraz małymi wartościami prądu fazy A dla czasów spełniających warunek (31).

W tej sytuacji przebiegi momentu wywołanego prądem uzwojenia fazy A i całkowitego momentu elektromagnetycznego w przypadku spełnienia warunku (30) przybierają postać:

$$M_{eA}(t) = \begin{cases} \frac{M_{emax}}{2} \left(1 - \frac{2t}{T_s}\right) & \text{dla } 0 < t < \frac{T_s}{2} \\ 0 & \text{dla } \frac{T_s}{2} \leq t < T_s \end{cases} \quad (32)$$

oraz:

$$M_e(t) = \begin{cases} M_{emax} \left(1 - \frac{t}{2T_s}\right) & \text{dla } 0 < t < t_Q \\ \frac{M_{emax}}{2} \left(1 + \frac{t}{T_s}\right) & \text{dla } t_Q \leq t < T_s \end{cases} \quad (33)$$

Wartość składowej stałej momentu i wartość międzyszczytowa momentu elektromagnetycznego silnika, gdy czas komutacji t_Q i czas t spełniają zależność (30) i (31), są opisane zależnościami:

$$M_{e(AV)} = \frac{7}{8} M_{emax} \quad (34)$$

oraz:

$$M_{ep} = \frac{1}{4} M_{emax} \quad (35)$$

Dla czasu komutacji spełniającego warunek (29) wyznaczono, korzystając z zależności (23), (24) oraz (25), zależność pomiędzy wartością międzyszczytową a wartością średnią momentu elektromagnetycznego i uzyskano:

$$\frac{M_{ep}}{M_{e(AV)}} = \begin{cases} \frac{\frac{M_{emax}}{2} \left(1 - \frac{t_Q}{T_s}\right)}{M_{emax} \left(\frac{3}{4} + \frac{t_Q}{4T_s}\right)} & \text{dla } t_Q \leq \frac{T_s}{2} \\ \frac{2}{7} & \text{dla } t_Q > \frac{T_s}{2} \end{cases} \quad (36)$$

Po uwzględnieniu wzoru (25) zależność (36) można zapisać jako:

$$\frac{M_{ep}}{M_{e(AV)}} = \begin{cases} \frac{2(1-t_{Q*})}{3+t_{Q*}} & \text{dla } t_Q \leq \frac{T_s}{2} \\ \frac{2}{7} & \text{dla } t_Q > \frac{T_s}{2} \end{cases} \quad (37)$$

4. Rozkład składowej tętniącej momentu w szereg Fouriera

W analizie układów o przebiegach okresowych powszechnie stosuje się rozkład funkcji okresowej w szereg Fouriera i aproksymowanie przebiegu okresowego pierwszą harmoniczną. Na rys. 5 pokazano przebieg składowej tętniącej momentu aproksymowany linią łamaną. Istotny wpływ na tętnienia momentu ma iloraz czasu komutacji t_Q i okresu taktowania komutatora elektronicznego T_s , oznaczany jako t_{Q*} .

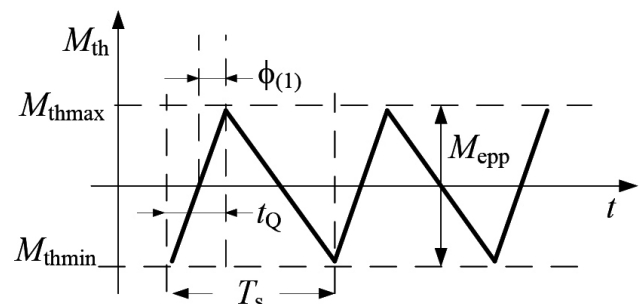
Funkcję okresową o przebiegu jak na rys. 5 można opisać szeregiem trygonometrycznym o postaci:

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(nx + \phi_n) \quad (38)$$

i współczynnikach opisanych zależnościami:

$$b_n = -h \frac{2(-1)^n \xi^2}{n^2(\xi-1)\pi^2} \sin \frac{n(\xi-1)\pi}{\xi} \quad (39)$$

$$x = \omega_s t \quad (40)$$



Rys. 5. Przebieg składowej tętniącej momentu aproksymowany linią łamaną

gdzie:

$$h = \frac{M_{\text{epp}}}{2} \quad (41)$$

$$\xi = \frac{1}{t_{Q^*}} = \frac{T_s}{t_Q} \quad (42)$$

Łącząc zależności (38) – (42), wyznaczono, dla czasu komutacji mniejszego od połowy okresu taktowania komutatora elektronicznego (29), relację pomiędzy wartością międzyszczytową momentu a amplitudą pierwszej harmonicznej składowej tętniącej momentu jako:

$$b_1 = M_{\text{th}(1)} = \frac{M_{\text{epp}}}{t_{Q^*}(1-t_{Q^*})\pi^2} \sin[(1-t_{Q^*})\pi] \quad (43)$$

Z rys. 5 wynika natomiast, że kąt przesunięcia fazowego względem punktu załączenia tranzystora wynosi dla pierwszej harmonicznej:

$$\phi_{(1)} = -\pi t_{Q^*} \quad (44)$$

Po uwzględnieniu zależności (37) wyrażenie (43) przybierze postać:

$$M_{\text{th}(1)} = \frac{M_{\text{e(AV)}}}{\pi^2 t_{Q^*} (3+t_{Q^*})} \sin[(1-t_{Q^*})\pi] \quad (45)$$

Postępując analogicznie jak przy wyprowadzaniu zależności (43), wyznaczono, dla czasu komutacji większego od połowy okresu taktowania komutatora elektronicznego, spełniającego warunek (30), zależność (46) opisującą relację pomiędzy wartością międzyszczytową momentu a amplitudą pierwszej harmonicznej momentu.

$$M_{\text{th}(1)} = \frac{M_{\text{epp}}}{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2}\right) \pi^2} = \frac{4}{\pi^2} M_{\text{epp}} \quad (46)$$

Po uwzględnieniu zależności (34) wyrażenie (46) przybierze postać:

$$M_{\text{th}(1)} = \frac{M_{\text{th}(1)}}{M_{\text{epp}}} \frac{M_{\text{epp}}}{M_{\text{e(AV)}}} M_{\text{e(AV)}} = \frac{8}{7\pi^2} M_{\text{e(AV)}} \quad (47)$$

Łącząc zależności (45) i (47), uzyska się:

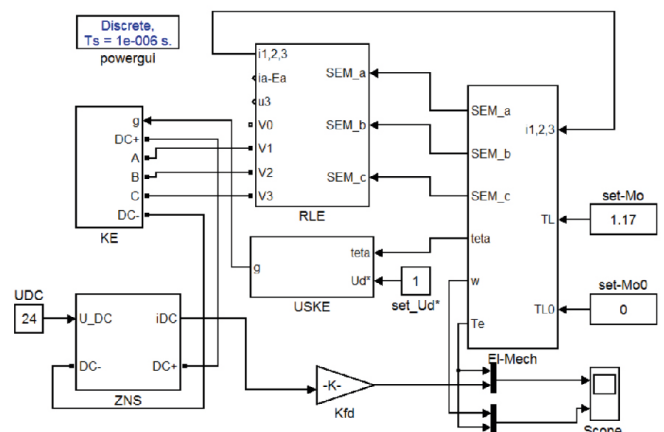
$$\frac{M_{\text{th}(1)}}{M_{\text{e(AV)}}} = \begin{cases} \frac{2 \sin[(1-t_{Q^*})\pi]}{\pi^2 t_{Q^*} (3+t_{Q^*})} & \text{dla } 0 < t_{Q^*} \leq \frac{T_s}{2} \\ \frac{8}{7\pi^2} & \text{dla } \frac{T_s}{2} \leq t_{Q^*} \leq T_s \end{cases} \quad (48)$$

5. Badania symulacyjne

Badania symulacyjne wykonano na modelu komputerowym wykonanym dla oprogramowania Matlab/Simulink. Schemat blokowy modelu przedstawiono na rys. 6. Poszczególne bloki oznaczają: ZNS – sterowany zasilacz napięcia stałego; KE – komutator elektroniczny; RLE – obwód główny silnika, zawierający elementy RL oraz uwzględniający SEM; USKE – układ sterowania komutatorem elektronicznym (regulacja PWM); EL-Mech – blok przetwarzania wielkości elektrycznych na mechaniczne.

W badaniach wykorzystano silnik, którego fazowe siły elektromotoryczne są trapezowe, a opisany jest parametrami: $U_n = 24 \text{ V}$, $R_s = 20 \text{ m}\Omega$, $p = 4$, $P_n = 431 \text{ W}$, $M_n = 1,09 \text{ N.m}$, $L_s = 0,125 \text{ mH}$, $J_M = 43,7 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2$, $M_{\text{los}} = 0,08 \text{ N.m}$, $K_m = 52 \text{ mN.m/A}$, $K_{fp} = 26 \text{ mV.s/rad}$. Dane te w pewnym przybliżeniu odpowiadają danym katalogowym silnika BG75x50 firmy Dunkermotoren.

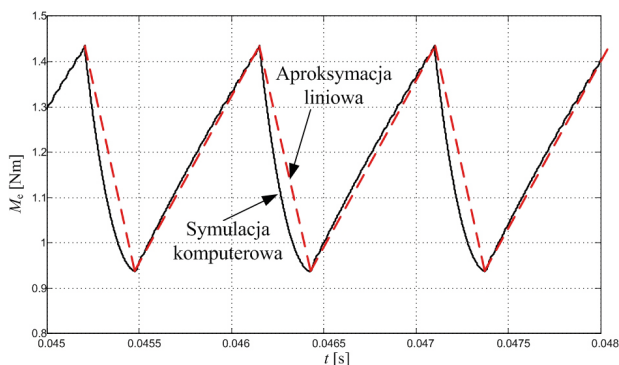
Dla warunków znamionowych zasilania i dwóch przypadków obciążenia zestawiono wyniki ilorazu czasu komutacji i czasu taktowania t_{Q^*} oraz zależności pomiędzy wartością średnią i międzyszczytową momentu elektromagnetycznego $M_{\text{epp}}/M_{\text{e(AV)}}$ w tabeli 1. Wyznaczenie wartości momentów w trakcie symulacji komputerowej polegało na rejestracji przebiegów w stanie ustalonym i odczytaniu wartości minimalnej, maksymalnej oraz średniej momentu. W badaniach laboratoryjnych, weryfikujących metodę, pomiar oraz detekcja tętnień momentu M_e zostaną zrealizowane z wykorzystaniem przetwornika momentu wbudowanego w układ napędowy (metoda bezpośredniego pomiaru). Inne metody pomiaru momentu elektromagnetycznego silników zostały opisane w [9], a dla silników wysokoobrotowych w [10].



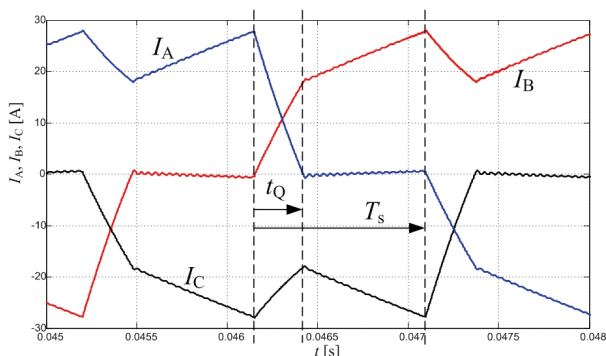
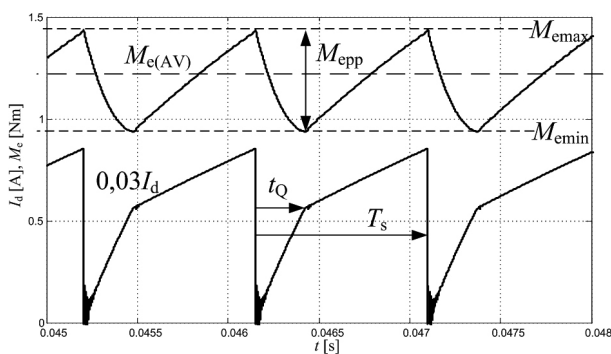
Rys. 6. Schemat blokowy modelu komputerowego badanego silnika PM BLDC

Tabela 1. Wyniki obliczeń teoretycznych i symulacyjnych wykonanych dla warunków znamionowych

	Wielkość	Obliczenia	Symulacja
$M_L = 0,4 M_N$	t_Q/T_s	0,164	0,164
	$M_{epp}/M_{e(AV)}$	0,535	0,535
	$M_{th(1)}/M_{e(AV)}$	0,192	0,192
$M_L = M_N$	t_Q/T_s	0,328	0,417
	$M_{epp}/M_{e(AV)}$	0,404	0,378
	$M_{th(1)}/M_{e(AV)}$	0,159	0,158
$M_L = 2 M_N$	t_Q/T_s	0,525	0,621
	$M_{epp}/M_{e(AV)}$	0,286	0,298
	$M_{th(1)}/M_{e(AV)}$	0,116	0,127



Rys. 7. Zestawienie momentu M_e wyznaczonego teoretycznie i symulacyjnie



Rys. 8. Przebiegi momentu, prądu zasilania oraz prądów fazowych silnika PM BLDC zarejestrowane dla warunków znamionowych

Na rys. 7 zestawiono przebieg momentu uzyskany w wyniku symulacji z przebiegiem momentu uzyskanym w wyniku aproksymacji liniowej. Na rys. 8 zamieszczono przebiegi momentu M_e , prądów fazowych i prądu I_d uzyskane w trakcie symulacji komputerowej.

Kolejne dwa rysunki przedstawiają zależności pomiędzy wartością międzyszczytową a wartością średnią momentu $M_{epp}/M_{e(AV)}$ oraz wartością pierwszej harmonicznej i wartością średnią momentu $M_{th(1)}/M_{e(AV)}$ uzyskane symulacyjnie i obliczeniowo w funkcji momentu elektromagnetycznego silnika M_e i czasu komutacji t_Q .

Wykresy zależności $M_{epp}/M_{e(AV)}$ oraz $M_{th(1)}/M_{e(AV)}$ w funkcji momentu elektromagnetycznego silnika (rys. 9 a i rys. 10 a) potwierdzają dużą zbieżność wyników. W przypadku tych samych zależności w funkcji czasu komutacji t_Q (rys. 9 b i rys. 10 b) można zauważyć, że czasy komutacji wyznaczone z symulacji komputerowej są większe niż to wynika z obliczeń teoretycznych. Wyznaczony czas komutacji t_Q z zależności (26) jest wartością przybliżoną, gdyż nie uwzględnia rezystancji uzwojeń oraz spadków napięcia na diodach zwrotnych znajdujących się w wewnętrznej strukturze tranzystorów komutatora elektronicznego.

6. Podsumowanie i wnioski

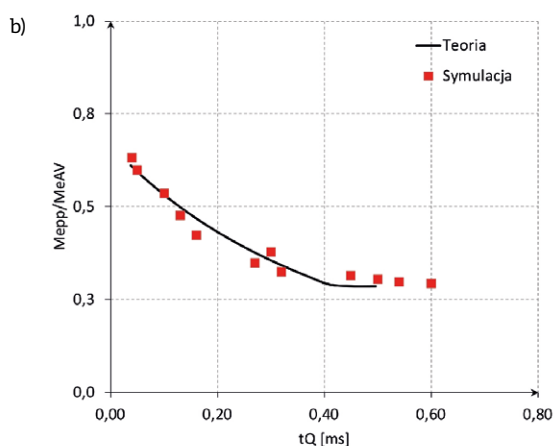
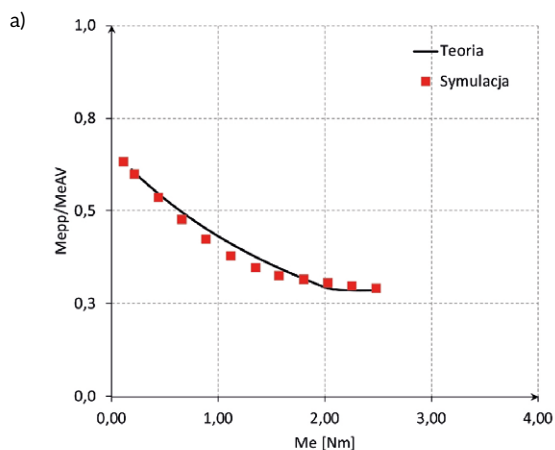
W artykule przedstawiono prostą oryginalną metodę określania tętnień komutacyjnych momentu elektromagnetycznego silnika PM BLDC pojawiających się w chwilach przełączania tranzystorów komutatora elektronicznego.

Badania symulacyjne wykazały, że mimo przyjęcia daleko posuniętych uproszczeń obliczona proponowaną metodą wartość momentu międzyszczytowego oraz momentu pochodzącego od pierwszej harmonicznej dość dokładnie opisuje stan faktyczny. Znaczący wpływ na uzyskane wyniki ma czas komutacji t_Q . Proponowany w pracy [8] sposób wyznaczenia czasu komutacji może spowodować zwiększenie dokładności przedstawionej metody.

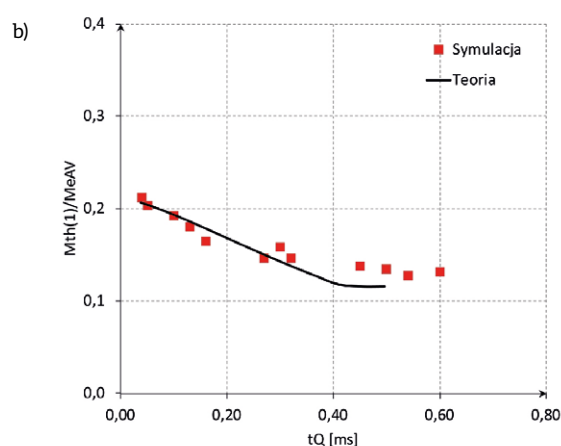
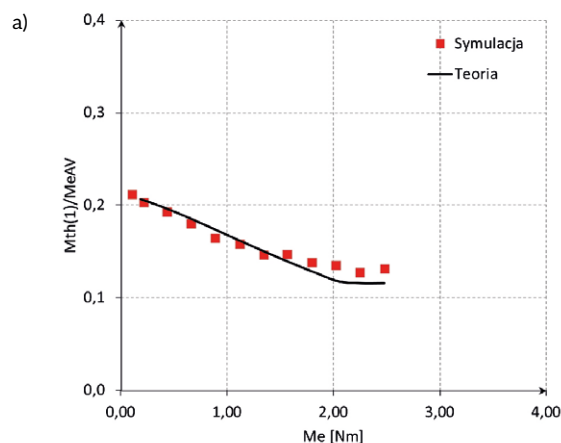
Proponuje się poszerzenie badań o badania nad tętnieniami komutacyjnymi prędkości oraz o badania na temat wpływu regulatorów prądu i/lub prędkości na tętnienia komutacyjne.

Literatura

- [1] CARLSON R.: *Analysis of torque ripple due to phase commutation in brushless dc machines*. IEEE Transaction on Industry Applications, Vol. 28, No. 3, pp. 632–638, 1992.
- [2] DRABEK T. ET AL.: *Commutation torque ripple reduction in high-speed brushless DC motor*. International Symposium on Electrical Machines (SME), Nałęczów, 2017, pp. 1–6.
- [3] GAŁUSZKIEWICZ Z., KRYKOWSKI K., HETMAŃCZYK J., SKOĆ A.: *Rezonans mechaniczny w wysokoobrotowym silniku PM BLDC*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 86/2010.
- [4] HENDERSHOT J.R., MILLER T.J.E.: *Design of brushless permanent – magnet motors*. Magna Physics Publishing and Clarendon Press, Oxford 1994.
- [5] KRYKOWSKI K.: *Silniki PM BLDC. Właściwości, sterowanie, aplikacje*. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2015.
- [6] LEE T.Y., SEOL M.K., KIM Y.J., JUNG S.Y.: *Design and Torque Ripple Analysis of Brushless DC Motor According to Delta Winding*



Rys. 9. Wykresy wyznaczone teoretycznie i symulacyjnie, gdzie:
a) $M_{\text{epp}}/M_{\text{e(AV)}} = f(M_e)$; b) $M_{\text{epp}}/M_{\text{e(AV)}} = f(t_Q)$



Rys.10. Wykresy wyznaczone teoretycznie i symulacyjnie, gdzie:
a) $M_{\text{th}(1)}/M_{\text{e(AV)}} = f(M_e)$; b) $M_{\text{th}(1)}/M_{\text{e(AV)}} = f(t_Q)$

Connection. Journal of Magnetics, Vol. 20, No. 2, June 2015, pp. 166–175.

[7] LIU Y., ZHU Z.Q., HOWE D.: *Commutation-Torque-Ripple Minimization in Direct-Torque-Controlled PM Brushless DC Drives*. IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 43, No. 4, pp. 1012–1021, 2007.

[8] MAKIEŁA D.: *Rozszerzona metoda wyznaczania czasu komutacji w silnikach PM BLDC*. „Przegląd Elektrotechniczny” 9/2015.

[9] NARUSZEWICZ W.: *Pomiary momentu obrotowego (9.11.2017)* <http://automatykab2b.pl/technika/760-pomiary-momentu-obrotowego>.

[10] PFISTER P.D., PERRIARD Y.: *Torque measurement methods for very high-speed motors*. COMPEL – The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, Vol. 29 Issue: 5, 2010, pp. 1172–1183.

[11] PIWOWARCZYK R., KRYKOWSKI K., HETMAŃCZYK J.: *Komutacyjne tętnienia momentu silnika PM BLDC*. „Zeszyty problemowe – Maszyny elektryczne” 3/2016.


[12] PIWOWARCZYK R., KRYKOWSKI K., HETMAŃCZYK J.: *Tętnienia prądu zasilającego bezszczotkowy silnik prądu stałego*. „Przegląd Elektrotechniczny” 6/2014.

[13] SALAH W.A., ISHAK D., HAMMADI K.J.: *PWM switching strategy for torque ripple minimization in BLDC motor*. Journal of Electrical Engineering, Vol. 62, No. 3, 2011, pp. 141–146.

[14] SONG H.J., ICK C.: *Commutation torque ripple reduction in brushless DC motor drivers using a single DC current sensor*. IEEE Transactions On Power Electronics, Vol. 19, 2004, pp. 312–319.

[15] VISWANATHAN V., SEENITHANGOM J.: *Commutation Torque Ripple Reduction in the BLDC Motor Using Modified SEPIC and Three-Level NPC Inverter*. IEEE Transactions On Power Electronics, Vol. 33, No. 1, 2018, pp. 535–546.

[16] ZHANG J., CHEN S., LIU L.: *Research on commutation torque ripple suppression strategy of BLDCM based on iterative learning*. „Computer Modelling & New Technologies” 18(5)/2014.

 mgr inż. Robert Piwowarczyk – doktorant na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej, e-mail: p.robert@interia.pl;

prof. dr hab. inż. Krzysztof Krykowski – Politechnika Śląska, Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki, e-mail: Krzysztof.Krykowski@polsl.pl

dr inż. Janusz Hetmańczyk – Politechnika Śląska, Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki, e-mail: Janusz.Hetmanczyk@polsl.pl

Bezpieczeństwo fundamentem sukcesu czwartej rewolucji przemysłowej

Joanna Świątkowska

Niewiele było tak przełomowych wynalazków w historii rozwoju cywilizacji, które wpłynęłyby na rzeczywistość do tego stopnia, że zmieniły większość obszarów funkcjonowania życia ludzi. Maszyna parowa, silnik wysokoprężny oraz elektronika i oparte o nią komputery. To trzy najważniejsze wynalazki, kamienie milowe, które zmieniły przede wszystkim procesy wytwarzania dóbr. Nazywa się je wielkimi rewolucjami przemysłowymi. W chwili obecnej jesteśmy świadkami kolejnej rewolucji, w dodatku takiej, która dotyka nie tylko podstaw gospodarek, ale także innych obszarów funkcjonowania państw i społeczeństw, a w sposób szczególny bezpieczeństwa.


Celem niniejszego artykułu jest próba odpowiedzi na pytanie badawcze, czy sukces przemiany cywilizacyjnej, którą aktualnie obserwujemy, a która opiera się na wykorzystaniu informacji, może zostać zagrożony przez niewystarczające działania ochronne. Teza stawiana w niniejszej pracy mówi, że zapewnianie bezpieczeństwa jest niezbędnym warunkiem sukcesu tak zwanej IV rewolucji przemysłowej, a tym samym warunkuje stabilność funkcjonowania współczesnych państw. Aby udowodnić to twierdzenie, szczególnej analizie poddane zostały zagrożenia płynące z przestrzeni cyfrowej oraz uwarunkowania procesu związane z bezpieczeństwem. Narzędziami wykorzystywanymi w przygotowaniu niniejszego artykułu, które pozwoliły odnieść się do stawianej tezy, były: analiza strategicznych dokumentów źródłowych, krytyczny przegląd koncepcji i poglądów występujących w literaturze przedmiotu. Tekst zawiera także rekomendacje kierunkowe dotyczące zapewniania bezpieczeństwa w erze przemian cyfrowych. Z racji natury omawianych przemian cywilizacyjnych, opisanych poniżej, w niniejszym

tekście termin bezpieczeństwa odnosił się będzie do bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych. Oznaczać będą one: „odporność sieci i systemów informatycznych, przy danym poziomie zaufania, na wszelkie działania naruszające dostępność, autentyczność, integralność lub poufność przechowywanych lub przekazywanych, lub przetwarzanych danych, lub związanych z nimi usług oferowanych, lub dostępnych poprzez te sieci i systemy informatyczne¹”.

Przed rozwinięciem tezy dotyczącej wpływu zachodzących przemian na bezpieczeństwo, konieczne staje się znalezienie odpowiedzi na pytanie, czym jest czwarta rewolucja przemysłowa i jaka jest jej natura. Sercem omawianych procesów jest ścisła integracja fizycznej rzeczywistości z tą związaną ze światem cyfrowym. Żyjemy w coraz bardziej zautomatyzowanym świecie, w dodatku w takim, w którym to komputery sterują wieloma procesami, także wytwórczymi. Przetwarzanie danych w chmurze, *big data* czy przede wszystkim Internet Rzeczy (IoT) – napędzają rewolucję. Koncepcję Internetu Rzeczy sformułował w 1999 roku Kevin Ashton w celu opisanie systemu, w którym świat materialny komunikuje się z komputerami (wymienia dane) za pomocą wszechobecnych sensorów². W otaczającej nas rzeczywistości pojawia się coraz więcej urządzeń, rozwiązań podłączonych do Internetu. Nie mamy już zatem do czynienia wyłącznie z połączeniem maszyny i komputera, ale z dalszą ich integracją opartą na dostępie do sieci, maszyny te i komputery są współprowadzone³. Sztandarowymi przykładami są oczywiście telefony, lodówki, inteligentne samochody czy domy – urządzenia znane z naszego codziennego funkcjonowania, które mogą komunikować się ze sobą. Jednak poza przedmiotami codziennego użytku warto zwrócić uwagę na

Streszczenie: Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikom najważniejszych informacji dotyczących czwartej rewolucji przemysłowej oraz konsekwencji, jakie niesie ona dla bezpieczeństwa kluczowych systemów teleinformatycznych kraju. Tekst omawia potencjalne zagrożenia i wyzwania oraz inicjatywy, które powinny zostać podjęte, aby wzmacniać bezpieczeństwo współczesnych państw i społeczeństw.

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, czwarta rewolucja przemysłowa, IT, OT, polityka cyberbezpieczeństwa UE, automatyzacja

 **Abstract:** The main goal of the article is to provide the readers with key information on so called fourth industrial revolution and the impact that it brings on security of the vital national ICT systems. The text sheds light on potential threats and challenges but also on initiatives that are and should be undertaken to enhance security of modern countries and societies.

Key words: Industry 4.0., fourth industrial revolution, IT, OT, cyberthreats, EU cybersecurity policy, automation

automatyzację i cyfryzację procesów kluczowych z punktu widzenia funkcjonowania państw i gospodarek. Dziś mówimy o przemyśle nowej generacji, o przemyśle 4.0, gdzie większość zautomatyzowanych procesów, także realizowanych przez infrastruktury krytyczne, obsługiwanych jest zdalnie, za pomocą komputerów. Przynosi to wiele zalet i pożytku m.in.: większą efektywność, oszczędności, sprawniejsze niwelowanie usterek lub możliwość całkowitego unikania przestojów w produkcji itd.

Korzyści dla poszczególnych przedsiębiorstw oraz dla całych gospodarek zostały zauważone nie tylko przez konkretne podmioty gospodarcze, ale także przez decydentów najwyższego szczebla, którzy ideę czwartej rewolucji uczynili strategicznym celem swoich działań. Obranie kursu na przemysł 4.0 widoczne jest zarówno na poziomie międzynarodowym, jak i krajowym. Unia Europejska od kilku lat bardzo mocno realizuje przede wszystkim Jednolitą Agendę Cyfrową, czyli dalsze ucyfrowienie europejskiej gospodarki⁴. Sukces inicjatywy ma przełożyć się na znaczne korzyści finansowe, szacuje się bowiem, że postępująca cyfryzacja gospodarki, rozumiana jako jeszcze bardziej intensywne implementowanie produktów i usług teleinformatycznych, może przynieść około 110 miliardów euro przychodu rocznie dla europejskiej gospodarki w ciągu nadchodzących 5 lat⁵. Większa efektywność i znaczenie przemysłu dla gospodarki nie może dziwić, skoro stanowi on filar europejskiej ekonomii: odpowiada za 2 miliony przedsiębiorstw, 33 miliony miejsc pracy i 60% wzrostu wydajności⁶. Także na poziomie państw narodowych obserwujemy aktualnie bardzo wiele inicjatyw, wzmacniających proces czwartej rewolucji przemysłowej. Państwa takie, jak Francja, Niemcy, Włochy czy Wielka Brytania, bardzo mocno wspierają działania rozwijające Przemysł 4.0⁷. Dla przykładu Niemcy zainwestowały około 200 milionów euro w inicjatywę, która ma na celu szybszy i bardziej intensywny rozwój fabryk czwartej generacji⁸. Realizacja planu rozpoczęła się już 7 lat temu, a przewidywany okres implementacji zaplanowanych działań obejmuje okres 10–15 lat. Także polski rząd uczynił czwartą rewolucję, kierunkowskazem dla swoich rozwojowych planów. Flagowy projekt Ministerstwa Rozwoju, a także całego rządu, czyli *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, jest oparta na pomysle ucyfrowienia gospodarki.

Jednak, jak zostało wskazane na początku niniejszego tekstu, czwarta rewolucja przemysłowa ma nie tylko pozytywny wymiar. Nowoczesne technologie zrewolucjonizowały większość aspektów naszego życia – sposób komunikacji¹⁰, kulturę, politykę i relacje międzynarodowe¹¹, strukturę społeczną¹² i wiele innych. Wpłynęły także

fundamentalnie na kwestie związane z bezpieczeństwem, przynosząc wiele wyzwań i zagrożeń. Jeśli systemy oparte na nowoczesnych technologiach stanowią fundament kluczowych procesów państwowych, społecznych, a przede wszystkim gospodarczych, to ich potencjalne zakłócenie może mieć konsekwencje dla funkcjonowania całych państw. Pojawił się nowy wymiar podatności kluczowych systemów. Warto przyjrzeć się bliżej tym wyzwaniom.

Przede wszystkim konieczne jest zwrócenie uwagi na fakt, że współczesne zastosowanie technologii teleinformatycznych nie sprowadza się wyłącznie do gromadzenia, przetwarzania i przesyłania danych w postaci cyfrowej. Należy dostrzec różnice w funkcjonowaniu tak zwanych systemów informatycznych (ang. *information technology* – IT) oraz systemów sterowania przemysłowego (ang. *operational technology* – OT). W pierwszym przypadku systemy IT odpowiadają za szereg procesów biznesowych, w drugim przypadku często warunkują funkcjonowanie procesów produkcyjnych, działanie konkretnych urządzeń¹³. Atak na systemy biznesowe może przynieść wiele strat – utratę danych, wyciek informacji, straty finansowe czy wizerunkowe. Są to cyfrowe zagrożenia właściwe bardziej dla trzeciej rewolucji przemysłowej. W przypadku czwartej rewolucji przemysłowej wrogie ataki na ucyfrowione systemy sterowania przemysłowego mogą mieć znacznie bardziej dramatyczne konsekwencje – mogą doprowadzić do zniszczeń fizycznych, uszczerbku na zdrowiu, utraty życia czy paraliżu funkcjonowania danych systemów. Nie są to nierealne scenariusze, co pokazały choćby atak wirusa Stuxnet na irańskie instalacje nuklearne, zniszczenie niemieckiej huty stali w wyniku cyberataku czy zmasowany atak na system energetyczny Ukrainy. Nie ma już żadnych wątpliwości, że infrastruktura krytyczna współczesnych państw może zostać narażona na ataki płynące właśnie z cyberprzestrzeni.

Czwarta rewolucja przemysłowa będzie się pogłębiała i będzie obejmowała coraz to nowe aspekty naszej rzeczywistości. To proces nieodwracalny. Jej sukces jednak zależał będzie od tego, czy wraz z postępem i idącymi za nim udogodnieniami poszczególne

interesariusze zadbają o zapewnienie fundamentów bezpieczeństwa. Niestety aktualna ocena podejmowanych działań jest w tym kontekście negatywna. Bardzo często producenci rozwiązań związanych z Internetem Rzeczy kładą większy nacisk na użyteczność produktów, systemów niż na ich zabezpieczenia¹⁴. Wiąże się to bardzo często z chęcią oszczędzania, z faktem, że sam rynek, konsumenci poprzez swoje decyzje nie wywołują wystarczającej presji. Oczekują oni bowiem tanich produktów, niekoniecznie w pierwszej kolejności stawiając na bezpieczeństwo rozwiązań. Dotychczas nie podjęto także wystarczających decyzji po stronie regulatorów, które narzucałyby stosowanie odpowiednich zabezpieczeń. Zagrożenia tymczasem nieustannie wzrastają, a złoczyńcy wiedzą, że miliony niezabezpieczonych urządzeń mogą stać się łatwym celem. W jednym ze swoich raportów na temat cyberbezpieczeństwa, zatytułowanym *What Every CEO Needs to Know About Cybersecurity*, firma AT&T wskazuje na wzrost aż o 458% prób skanowania systemów IoT w poszukiwaniu ich podatności¹⁵. Pokazuje to skalę problemu.

Mając na uwadze powyższe zagrożenia i wyzwania, konieczne staje się przyjęcie bardziej proaktywnego podejścia. Z punktu widzenia państw europejskich działania na poziomie Brukseli mają szansę przyczynić się do widocznych, pozytywnych działań. Zmiana w tym kierunku staje się coraz bardziej widoczna. W niedawno ogłoszonej propozycji tak zwanego pakietu cyberbezpieczeństwa Unii Europejskiej zaproponowano stworzenie systemu certyfikacji dla produktów i usług z punktu widzenia poziomu cyberbezpieczeństwa¹⁶. Ideą jest stworzenie dobrowolnego systemu certyfikacji, który ułatwiłby odbiorcom poszczególnych rozwiązań teleinformatycznych wybór tych produktów i usług, które kładą nacisk na cyberbezpieczeństwo. Niewątpliwie byłaby to także pozytywna mobilizacja dla samych wytwórców rozwiązań, którzy mogliby uczynić z bezpieczeństwa swych produktów i usług przewagą konkurencyjną. Innym działaniem podjętym na forum Unii Europejskiej, które ma szansę zwiększyć bezpieczeństwo całego przedsięwzięcia, jakim jest czwarta rewolucja przemysłowa, jest wdrożenie Dyrektywy

Parlamentu i Rady UE w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii – tak zwanej Dyrektywy NIS¹⁷. Wskazuje ona sektory w których identyfikowani będą tak zwani dostawcy usług kluczowych, którzy zobligowani będą do wdrażania szeregu działań nakierowanych na bezpieczeństwo. Do sektorów tych zalicza się między innymi: sektor energetyki, transportu, bankowości, służby zdrowia. Ważnym elementem jest to, że państwa członkowskie powinny wdrożyć instrumenty, które pozwolą weryfikować to, czy poszczególni operatorzy rzeczywiście realizują odpowiednie działania na rzecz zwiększania cyberbezpieczeństwa.


Podsumowując, sukces czwartej rewolucji przemysłowej ma szansę powodzenia wyłącznie wtedy, gdy zagwarantowany zostanie jej fundament – bezpieczeństwo. Nie sposób bowiem wyobrazić sobie oparcia kluczowych procesów, systemów na rozwiązaniach niewystarczająco stabilnych i pewnych. Do niedawna aspekt związany z bezpieczeństwem znajdował się na drugim miejscu. Najwyższy czas to zmienić. Będzie to wspólna odpowiedzialność zarówno producentów i dostawców rozwiązań, odbiorców, jak i decydentów, którzy swoimi instrumentami, także regulacyjnymi, mogą przyczynić się do pozytywnych przemian.

Przypisy

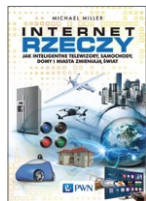
- 1 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32016L1148>, dostęp: 08.11.2017.
- 2 CHYLIŃSKA K.: *Nowe technologie – Internet Rzeczy*, <http://blog.e-odo.pl/2015/10/17/nowe-technologie-internet-rzeczy/>, 17.10.2015, [za:] <http://iab.org.pl/wp-content/uploads/2015/09/Raport-Internet-Rzeczy-w-Polsce.pdf>, dostęp: 23.10.2017.
- 3 *What is the difference between Internet of Things (IoTs) and cyber-physical systems (CPS)?*, <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-Internet-of-Things-IoTs-and-cyber-physical-systems-CPS>, dostęp: 23.10.2017.
- 4 *Digitising European Industry*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/digitising-european-industry>, dostęp: 23.10.2017.
- 5 Ibidem.
- 6 Ibidem.
- 7 *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf), dostęp: 23.10.2017.
- 8 Ibidem.
- 9 Ministerstwo Rozwoju, *Plan na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, https://www.mr.gov.pl/media/14840/Plan_na_rzecz_Odpowiedzialnego_Rozwoju_prezentacja.pdf, dostęp: 08.07.2017.
- 10 *Cyberkultura*, <http://cyberkultura.com.pl/cyberkultura>, dostęp: 23.10.2017.
- 11 CHOURCI N.: *Cyberpolitics in International Relations*, Massachusetts 2012.
- 12 CASTELLS M.: *Spółczesność Sieci*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- 13 ŚWIĄTKOWSKA J.: *Cicha wojna*. „Chemia Przemysłowa” 4–5/2015, [za:] RYBA M.: *Rola elementów teleinformatycznych w funkcjonowaniu infrastruktury krytycznej*, [w:] ŚWIĄTKOWSKA J. (red.) *Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej – wymiar teleinformatyczny*, Instytut Kościuszki, 2014, s. 59.
- 14 Integrated Solutions, *Jak zapewnić bezpieczne funkcjonowanie Internetu Rzeczy*, <http://blog.integratedsolutions.pl/komunikacja-m2m-i-iot/jak-zapewnic-bezpieczne-funkcjonowanie-internetu-rzeczy/>, dostęp: 04.07.2017.
- 15 Ibidem.
- 16 *Cybersecurity package*, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/com-2017-477_en, dostęp: 23.10.2017.
- 17 Dyrektywa..., op. cit.
- 5 *Digitising European Industry*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/digitising-european-industry>, dostęp: 23.10.2017.
- 6 *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii*, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32016L1148>, dostęp: 08.11.2017.
- 7 *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf), dostęp: 23.10.2017.
- 8 Integrated Solutions, *Jak zapewnić bezpieczne funkcjonowanie Internetu Rzeczy*, <http://blog.integratedsolutions.pl/komunikacja-m2m-i-iot/jak-zapewnic-bezpieczne-funkcjonowanie-internetu-rzeczy/>, dostęp: 04.07.2017.
- 9 CASTELLS M.: *Spółczesność Sieci*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- 10 Ministerstwo Rozwoju, *Plan na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, https://www.mr.gov.pl/media/14840/Plan_na_rzecz_Odpowiedzialnego_Rozwoju_prezentacja.pdf, dostęp: 08.07.2017.
- 11 ŚWIĄTKOWSKA J.: *Cicha wojna*. „Chemia przemysłowa” 4–5/2015, [za:] RYBA M.: *Rola elementów teleinformatycznych w funkcjonowaniu infrastruktury krytycznej*, [w:] ŚWIĄTKOWSKA J. (red.) *Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej – wymiar teleinformatyczny*, Instytut Kościuszki, 2014.
- 12 *What is the difference between Internet of Things (IoTs) and cyber-physical systems (CPS)?*, <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-Internet-of-Things-IoTs-and-cyber-physical-systems-CPS>, dostęp: 23.10.2017.

Literatura

- [1] CHOURCI N.: *Cyberpolitics in International Relations*. Massachusetts 2012.
- [2] CHYLIŃSKA K.: *Nowe technologie – Internet Rzeczy*, <http://blog.e-odo.pl/2015/10/17/nowe-technologie-internet-rzeczy/>, 17.10.2015, [za:] <http://iab.org.pl/wp-content/uploads/2015/09/Raport-Internet-Rzeczy-w-Polsce.pdf>, dostęp: 23.10.2017.
- [3] *Cyberkultura*, <http://cyberkultura.com.pl/cyberkultura>, dostęp: 23.10.2017.
- [4] *Cybersecurity package*, <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/>

 dr Joanna Świątkowska – Adiunkt, Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie, Dyrektor Programowy Europejskiego Forum Cyberbezpieczeństwa, Redaktor Naczelna „European Cybersecurity Journal”

BIBLIOTEKA



Michael Miller
Internet Rzeczy. Jak inteligentne telewizory, samochody, domy i miasta zmieniają świat
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Rok wydania: 2016

Szybciej, niż nam się wydaje, połączone zostaną inteligentne domy, sprzęty, samochody, biura, fabryki, miasta... świat. Pierwsza na rynku książka, w której autor nie tylko wyjaśnia, w jaki sposób Internet Rzeczy może wpływać na nasze życie i biznes, ale również podpowiada, jak do tych zmian się przygotować.

Internet Rzeczy (*Internet of Things*, IoT) dotyczy wszystkich przedmiotów, które mogą pośrednio albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać lub wymieniać dane za pośrednictwem sieci komputerowej. Do tego typu przedmiotów zaliczają się nie tylko smartfony czy laptopy, ale także urządzenia gospodarstwa domowego, samochody.

Autor w książce bierze pod lupę wszystkie aspekty rzeczywistości połączonej w sieć i poddaje analizie. Wyjaśnia, czym jest IoT, oraz odpowiada na wiele pytań:

- co jest realne, a co pozostanie w sferze hipotez i marzeń;
- w jaki sposób połączone urządzenia mogą poprawić zarówno nasze życie prywatne, jak i prowadzony biznes;
- czy można oszczędzić dzięki nim energię, żyć zdrowiej, płacić mniejsze podatki;
- jaka jest przyszłość dronów – tych wojskowych i tych cywilnych;
- co się dzieje z danymi, które z sieciowane przedmioty gromadzą, kto ma do nich dostęp;
- jakie są zagrożenia związane z IoT i jak się przed nimi uchronić.



Henryk Markiewicz
Instalacje elektryczne
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Rok wydania: 2017

Książka ta stanowi kompendium praktycznej wiedzy o najważniejszych zagadnieniach dotyczących projektowania, wykonywania oraz eksploatacji instalacji elektrycznych. Opisano w niej zasady działania, właściwości i przeznaczenie urządzeń elektrycznych łączeniowych, zabezpieczających, sterujących i innych, a także przewodów i kabli elektroenergetycznych oraz odbiorników energii elektrycznej o napięciu znamionowym do 1000 V prądu przemiennego. Podano warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne

w obiektach nieprzemysłowych i przemysłowych, kryteria doboru urządzeń elektrycznych, najczęściej stosowane układy zasilania i sterowania obwodów oraz odbiorników elektrycznych. Przedstawiono zasady projektowania i wykonywania instalacji odpowiednio do warunków użytkowania oraz wymagań środowiskowych i technicznych. Wiele uwagi poświęcono zagrożeniu porażeniem prądem elektrycznym i ochronie przeciwporażeniowej, sposobom badania i kryteriom oceny skuteczności działania tej ochrony, przy czym uwzględniono wymagania norm polskich oraz norm innych krajów europejskich. Podano pożądane zakresy i sposoby modernizacji przystosowujących instalacje do aktualnych wymagań właściwych norm i przepisów. Opisano również zasady działania i projektowania nowoczesnych instalacji elektrycznych, zwanych niekiedy inteligentnymi, które już są realizowane i będą powszechnie stosowane w przyszłości.

Książka jest przeznaczona dla szerokiego grona inżynierów i techników elektryków zajmujących się projektowaniem, budową i eksploatacją instalacji elektrycznych, a także dla studentów wydziałów elektrycznych. Może być bardzo przydatna dla uczniów starszych klas liceów o profilu elektrycznym.



Janusz Marchwiński, Katarzyna Zielonko-Jung
Współczesna architektura proekologiczna
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Rok wydania: 2017

Architektura proekologiczna – współczesne rozwiązania i trendy!

Publikacja poświęcona jest rozwiązaniom proekologicznym stosowanym we współczesnej architekturze. W sposób usystematyzowany i przystępny przedstawia problematykę związaną z oddziaływaniem proekologicznych rozwiązań (zarówno tradycyjnych, jak i zaawansowanych) na architekturę rozumianą jako system powiązań elementów urbanistycznych, funkcji, procesów użytkowania i konstrukcji.

W książce omówione zostały również, pomijane w innych opracowaniach, zagadnienia estetyczne, ściśle związane z całością problemu i szczególnie ważne dla wartości budynku jako dzieła architektonicznego. Autorzy poddali analizie nowoczesne rozwiązania proekologiczne stosowane lub badane w krajach najbardziej rozwiniętych (np. w Japonii, Niemczech, USA), jako rozwiązania wyznaczające nowe możliwości kształtowania współczesnej architektury. Ponadto omówili rolę architektury proekologicznej w kontekście idei zrównoważonego rozwoju.

Książka przeznaczona dla studentów architektury, budownictwa, a także inżynierii środowiska, architektów, inżynierów budownictwa, instytucji oraz kręgów naukowych zajmujących się zrównoważonym rozwojem w budownictwie oraz wykorzystaniem energii odnawialnych.

Artykuły naukowe opublikowane w miesięczniku „Napędy i Sterowanie” w 2017 roku recenzowali:



1. **Doc. dr hab. inż. Krzysztof Duszczyk** – Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska
2. **Prof. dr hab. inż. Zygmunt Paszota** – Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska
3. **Dr hab. inż. Jan Zawilak, prof. PWR** – Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych, Politechnika Wroclawska
4. **Dr hab. inż. Jarosław Guziński, prof. nadzw. PG** – Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska
5. **Dr hab. inż. Krzysztof Pieńkowski, prof. PWR** – Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych, Politechnika Wroclawska
6. **Dr hab. inż. Krzysztof Pietruszewicz, prof. nadzw. ZUT** – Wydział Elektryczny, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
7. **Dr hab. inż. Mariusz R. Rząsa, prof. PO** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Opolska
8. **Dr inż. Marcin Kowol** – Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, Politechnika Opolska
9. **Dr hab. inż. Michał Stosiak, prof. nadzw. PWR** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska
10. **Dr hab. inż. Piotr Osiński** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska
11. **Dr hab. inż. Stefan Gierlotka** – Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa
12. **Dr inż. Wojciech Koral** – Instytut Inżynierii Wody i Ścieków, Politechnika Śląska w Gliwicach
13. **Dr inż. Adam Sołbut** – Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka
14. **Dr inż. Andrzej Lechowicz** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Opolska
15. **Dr inż. Grzegorz Karoń** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska w Gliwicach
16. **Dr inż. Grzegorz Wiciak** – Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska w Gliwicach
17. **Dr hab. inż. Jacek Izydorczyk** – Instytut Elektroniki, Politechnika Śląska w Gliwicach
18. **Dr inż. Klaudiusz Klarecki** – Instytut Automatyzacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania, Politechnika Śląska w Gliwicach
19. **Dr inż. Piotr Gaj** – Instytut Informatyki, Politechnika Śląska w Gliwicach
20. **Dr inż. Radosław Machlarz** – Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska
21. **Dr inż. Radosław Szczerbowski** – Wydział Elektryczny, Politechnika Poznańska
22. **Dr inż. Zbigniew Szulc** – Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska
23. **Dr Piotr Chudzik** – Instytut Automatyki, Politechnika Łódzka
24. **Prof. dr hab. inż. Adam Klich** – Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
25. **Prof. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz** – Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
26. **Prof. dr hab. inż. Edward Tomasiak** – Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska w Gliwicach
27. **Prof. dr hab. inż. Stanisław Piróg** – Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
28. **Prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka** – Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Przemysłowej, Politechnika Śląska w Gliwicach
29. **Prof. dr hab. inż. Teodor Winkler** – Wydział Organizacji i Zarządzania, Politechnika Śląska w Gliwicach
30. **Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Koczara** – Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej, Politechnika Warszawska
31. **Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kęsy** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Radomska
32. **Prof. dr hab. inż. Sławomir Szymaniec** – Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, Politechnika Opolska
33. **Prof. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski** – Katedra Pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn, Politechnika Łódzka

TEMATYKA

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 2 (226)

Rok XX
Luty 2018

- **Automatyzacja produkcji**
- **Efektywność w energetyce**
- Bezpieczeństwo sieci przemysłowych
- Technika przemieszczeń liniowych i montażu
- Hydraulika siłowa



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl

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

1/2018 (225)

2/2018 (226)

3/2018 (227)

4/2018 (228)

5/2018 (229)

6/2018 (230)

7-8/2018 (231-232)

9/2018 (233)

10/2018 (234)

11/2018 (235)

12/2018 (236)

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 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Wydawnictwo Druk-Art SC nr konta: 57 1560 1140 0000 9090 0004 0921

Wysyłając powyższy formularz, wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych zgodnie z ustawą z dn. 29.08.1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883).

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, www.nis.com.pl/nis/prenumerata;
- pocztę elektroniczną, e-mail: prenumerata@drukart.pl.

lub za pośrednictwem:

- Wydawnictwa SIGMA NOT, tel./fax 22-840 35 89;
- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22-693 70 00 (godz. 7⁰⁰–17⁰⁰) www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12-412 75 60;
- KOLPORTER SA, tel. 22-355 04 10.

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32-755 15 74.

XII edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
techniczny

PRODUKT ROKU 2017

KATEGORIE:

- Nowe maszyny i technologie
- Poprawa bezpieczeństwa
- Napędy i silniki
- Systemy sterowania procesami i układami
- Urządzenia pomiarowe i czujniki



Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2018, w Warszawskim Centrum EXPO XXI, ul. Prądzyńskiego 12/14, w dniu 22.03.2018 r. o godz. 10:00, w Sali Konferencyjnej B-1.

Więcej na www.nis.com.pl

Na zbliżające się Święta Bożego Narodzenia i Nowy 2018 Rok,
nadziei oraz wszelkiej pomyślności

życzą

Zarząd i Pracownicy
HF Inverter Polska

