

PL ISSN 0033-2097

6'2010

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY ELECTRICAL REVIEW

ROK LXXXVI

Main topic – Temat numeru
Tutorials from International School on
Nonsinusoidal Currents and Compensation 2010
(ISNCC 2010)



 SIGMA-NOT
Spółka z o.o.

cena 22,00 zł
(w tym "0" VAT)



XXXV WALNY ZJAZD DELEGATÓW

Stowarzyszenia Elektryków Polskich

KATOWICE, 25-26 CZERWCA 2010 ROKU





Wstępny porządek obrad XXXV WZD SEP

Dzień poprzedzający

24 czerwca 2010 (czwartek)

Główne wydarzenia dnia:

1. Konferencja „Nowoczesne Technologie w Energetyce” w Teatrze Śląskim im. Stanisława Wyspiańskiego oraz wystawa firm.
2. Msza św. w intencji członków Stowarzyszenia Elektryków Polskich – Kościół Mariacki, godz. 17⁰⁰
3. Obrady Zarządu Głównego i Rady Prezesów

I dzień WZD SEP

25 czerwca 2010 (piątek)

Główne wydarzenia dnia:

1. Złożenie wieńca pod pomnikiem Powstańców Śląskich
2. część organizacyjna WZD
 - Otwarcie XXXV WZD, wybór Prezydium Zjazdu
 - Przyjęcie porządku obrad i regulaminu WZD
 - Wybór Komisji Zjazdowych
 - Stwierdzenie prawomocności obrad
 - Głosowanie w sprawie nadania Członkostwa Honorowego SEP
3. część oficjalna WZD
 - Wystąpienie przedstawicieli władz Rzeczypospolitej Polski
 - Wystąpienia zaproszonych Gości
 - Wręczenie odznaczeń i wyróżnień
 - Nadanie godności Członka Honorowego SEP
4. Sprawozdania ustępujących władz SEP
5. Dyskusja nad sprawozdaniami
6. Wybory prezesa SEP

Koncert w sali koncertowej Centrum Nauki i Edukacji Muzycznej SYMFONIA Akademii Muzycznej w Katowicach – w przerwie rozstrzygnięcie konkursu im. prof. M. Pożaryskiego

II dzień WZD SEP

26 czerwca 2010 (sobota)

Główne wydarzenia dnia:

1. Wybory członków władz SEP: ZG, GKR, GSK
2. Dyskusja programowa i panel dyskusyjny dotyczący problematyki nowoczesnych technologii i najnowszych rozwiązań technicznych w zakresie wytwarzania, przesyłania i wykorzystywania energii elektrycznej
3. Wybory członków Komisji Wyborczej
4. Uchwalenie regulaminów
5. Prezentacja proponowanych uchwał WZD
6. Dyskusja i przyjęcie uchwał
7. Zamknięcie obrad WZD

Po zamknięciu obrad pierwsze zebrania ZG SEP, GKR i GSK

Spektakl teatralny

Spotkanie Koleżeńskie w foyer Teatru St. Wyspiańskiego

Imprezy turystyczne towarzyszące XXXV WZD SEP

27 czerwca 2010 (niedziela)

1. Wycieczka do Pszczyny – perły Górnego Śląska
2. Wycieczka do Tarnowskich Gór – historia górnictwa srebra

Na dni 25 i 26 czerwca przewidziana jest dodatkowa oferta dla osób towarzyszących uczestnikom Zjazdu.

PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY ELECTRICAL REVIEW

ROK LXXXV

Redaktor Naczelny: prof. dr hab. inż. Sławomir Tumański (e-mail: tusla@iem.pw.edu.pl)
Redakcja: e-mail: red.pe@iem.pw.edu.pl; red.pe@sigma-not.pl, Internet: www.red.pe.org.pl


RADA PROGRAMOWA

Prof. Jerzy Barglik – PŚI, Prezes SEP
 Prof. Roman Barlik – PW
 Prof. Jerzy Barzykowski – WAT
 Prof. Jan T. Białasiewicz - Univ. of Colorado at Denver, USA
 Prof. Janusz Bialek – Univ. of Edinburgh, Wlk. Brytania
 Prof. Andrzej Cichocki – Riken, Brain Science Inst., Japonia
 Prof. Leszek Czarnecki – Louisiana St. Univ. USA
 Prof. czł. PAN Mirosław Dąbrowski – PP
 Prof. Władysław Dybczyński – PBiał
 Prof. Zdobysław Flisowski – PW
 Prof. Yoshiyuki Ishihara – Doshisha University, Japonia
 Prof. czł. PAN Tadeusz Kaczorek – PW
 Prof. czł. PAN Marian Kaźmierkowski – PW
 (przewodniczący)
 Prof. Krzysztof Kluszczyński – PŚI
 Prof. czł. PAN Józef Korbicz – Uniw. Zielonogórski
 Prof. Andrzej Krawczyk – CIOP
 Prof. Jan Machowski – PW
 Prof. Jan Maksymiuk – PW
 Prof. czł. PAN Jacek Marecki – PG
 Prof. Ryszard Nawrowski - PPoz

Prof. Teresa Orłowska-Kowalska – PWR
 Prof. Stanisław Osowski – PW
 Prof. Marian Pasko - PŚI
 Prof. Maciej Pawlik – PŁ
 Prof. Lidija Petkovska - Ss. Cyril & Methodius Univ., Macedonia
 Prof. Andrzej Piłatowicz – Inst. Energetyki
 Prof. Stanisław Piróg – AGH
 Prof. Paweł Ripka – Czech Technical University in Prague
 Prof. Ryszard Sikora – PSzcz
 Prof. Adam Skorek – Univ. du Québec a Trois-Rivieres, Kanada
 Prof. Ryszard Strzelecki – Akademia Morska, Gdynia
 Dr Bojan Stumberger - University of Maribor, Slovenia,
 Prof. Jan Sykalski – Univ. of Southampton, Wlk. Brytania
 Prof. czł. PAN Tadeusz Śliwiński – Inst. Elektr.
 Prof. czł. PAN i PAU Ryszard Tadeusiewicz – AGH
 Prof. Sławomir Wiak - PŁ
 Prof. Andrzej Wiszniewski – PWR
 Prof. Bogdan M. 'Dan' Wilamowski - Auburn University, USA
 Prof. czł. PAN Jacek M. Żurada, Univ. of Louisville, USA

Uwaga: pojedyncze numery (wersję papierową PE) można zamawiać wysyłając mail na adres:
kolportaz@sigma-not.pl

Oferta ważna do wyczerpania zapasów magazynowych
 Od kwietnia numery PE można też kupować w sklepach „empik”.

<p>WYDAWNICTWO CZASOPISM I KSIĄŻEK TECHNICZNYCH</p>  <p>SIGMA-NOT Spółka z o.o.</p> <p>00-950 Warszawa skrytka pocztowa 1004 ul. Ratuszowa 11 www.sigma-not.pl</p>	<p>Internet: http://www.red.pe.org.pl oraz http://www.sigma-not.pl E-mail: red.pe@sigma-not.pl</p>
	<p>Adres Redakcji: 00-950 Warszawa, Skrytka poczt. 1004, ul. Ratuszowa 11 Tel/fax: 22 818 9510, 0 693 428 056</p>
	<p>Prenumerata: e-mail: kolportaz@sigma-not.pl, tel./fax: 840-35-89 Wpłata na prenumeratę: Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o. Zakład Kolportażu, 00-950 Warszawa, skr. poczt. 1004 Konto: Bank PEKAO SA Nr 81 1240 6074 1111 0000 4995 0197</p>
	<p>Możliwe jest też zamówienie prenumeraty za pośrednictwem naszego portalu www.sigma-not.pl</p>
	<p>Dział Reklamy i Marketingu, ul. Mazowiecka 12, 00-950 Warszawa skrytka pocztowa 1004, tel. 827-43-66, fax 826-80-16, E-mail: reklama@sigma-not.pl Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń</p>
	<p>Egzemplarze archiwalne można nabyć w punkcie sprzedaży SIGMA-NOT 00-950 Warszawa, ul. Mazowiecka 12, tel. 826-80-16</p>
	<p>Artykuły w formacie PDF poczynając od 2004 roku dostępne na naszym portalu www.sigma-not.pl</p>
	<p>Skład: Redakcja Druk: Drukarnia SIGMA-NOT</p>
	<p>Index 37084 nakład do 700 egz. PL ISSN 0033-2097</p>

Przegląd Elektrotechniczny jest dofinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
 Wszystkie artykuły naukowe publikowane w *Przeglądzie Elektrotechnicznym* są recenzowane. Streszczenia artykułów są publikowane w międzynarodowych bazach INSPEC, SCOPUS i Copernicus. Za artykuły publikowane w *Przeglądzie Elektrotechnicznym* Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznaje 6 pkt (komentarz na naszej stronie www).

Przegląd Elektrotechniczny jest indeksowany przez Thomson Scientific Institute (lista filadelfijska)

Spis treści

01	Edson Hirokazu WATANABE, João Luiz AFONSO, José Gabriel PINTO, Luís Fernando Corrêa MONTEIRO, Maurício AREDES, Hirofumi AKAGI - Podstawy teorii mocy chwilowej p-q oraz jej zastosowanie w sterowaniu przekształtników kluczujących, włączonych w mikro-sieciach	1
02	Jacques L. WILLEMS - Rozważania nad teoriami mocy układów wielofazowych z niesinusoidalnymi przebiegami prądu i napięcia	10
03	Leszek S. CZARNECKI, Samuel E. PEARCE - Oparte na teorii Składowych Fizycznych Prądu (CPC) porównanie celów kompensacji w systemach z niesinusoidalnymi przebiegami prądu i napięcia	22
04	Paolo TENTI, Paolo MATTARELLI, Helmo K. MORALES PAREDES - Zachowawcza teoria mocy, składowe symetryczne i rozliczenia energetyczne w sieciach inteligentnych	30
05	Antonello MONTI, Ferdinanda PONCI, Andrea BENIGNI, Junqi LIU - Inteligencja rozproszona w sterowaniu sieci inteligentnych	38
06	Volker STAUDT - Oparte na strumieniu sieciowym dynamiczne sterowanie przekształtników ze źródłem napięciowym	48
07	Piotr BORKOWSKI, Marek PAWŁOWSKI, Łukasz MAZUR - Systemy zarządzania budynkiem (HMS/BMS) wpływające na energooszczędność budynku	57
08	Roman SIKORA, Przemysław MARKIEWICZ - Wpływ nowoczesnych opraw oświetleniowych na sieć zasilającą	61
09	Wiesława PABJAŃCZYK - Energooszczędne instalacje oświetleniowe	65
10	Wojciech GRZESIAK, Janusz CHAMIOŁO - Energooszczędne innowacyjne technologie oświetleniowe	73
11	I Konferencja naukowo-techniczna "Energooszczędne innowacyjne technologie oświetleniowe EITO"	79
12	Ryszard STRZELECKI, Dmitri VINNIKOV - Modele przekształtników typu qZ	80
13	Aleksandra RAKOWSKA - Linie kablowe wysokich i najwyższych napięć – doświadczenia eksploatacyjne	85
14	Maciej PAWLIK - „Energymix” krajowej elektroenergetyki w 2020 roku	89
15	Marcin JARNUT, Grzegorz BENYSEK - Zastosowanie układów energoelektronicznych w technologii SmartGrid i V2G (Vehicle To Grid)	93
16	Jacek KANIEWSKI - Implementacja układu sterowania transformatora hybrydowego	97
17	Piotr PAPLICKI - Silniki magnetoelektryczne do hybrydowych napędów samochodowych	101
18	Sławomir CIEŚLIK - Przyłączenie farmy wiatrowej o mocy znamionowej 8 MW do szyn rozdzielni SN w stacji elektroenergetycznej WN/SN zasilającej elektroenergetyczną sieć dystrybucyjną	104
19	Valery I. CHRISANOV - Analiza rozruchu indukcyjnego silnika klatkowego	110
20	Stefan DOMEK, Paweł DWORAK, Krzysztof PIETRUSEWICZ - Zintegrowany system monitorowania warunków pracy układu napędowego obrabiarki sterowanej numerycznie	113
21	Paweł DWORAK, Krzysztof PIETRUSEWICZ - Regulator o zmiennej strukturze w sterowaniu wielowymiarowym obiektem cieplnym	116
22	Adam GUBAŃSKI, Jacek REZMER, Krzysztof LEŚNIAK - Zastosowania metod ewolucyjnych w analizie TSDC	120
23	Henryk MISZTAŁ - Analiza porównawcza pracy układów regulacji z regulatorami PID o zmodyfikowanej strukturze	124
24	Piotr MYŚIAK - Analiza pracy w dziedzinie częstotliwościowej trójfazowego dławika sprzężonego zastosowanego w wybranych układach wielopulsowych przekształtników diodowych	128
25	Zenon TARTAKOWSKI, Janusz MICHAŁSKI - Wysokonapiętnione kompozyty z tworzyw recyklatowych do zastosowań na wyroby elektrotechniczne	134
26	Jan MUČKO - Metody sterowania szeregowego falownika rezonansowego zapewniające jednoczesną komutację ZVS i „prawie ZCS”	137
27	Ryszard KACPRZYK, Paweł ŻYŁKA - Shielding effect accompanying electrification of aerosol droplets produced by atomizing heads with supersonic gas flow	143
28	Robert SMOLEŃSKI, Adam KEMPSKI, Tomasz TARCZEWSKI - Wnikanie do sieci rozdzielczych SN zaburzeń elektromagnetycznych przewodzonych generowanych przez przekształtniki energoelektroniczne w sieciach nn	147
29	Jerzy DORA, Ryszard KACPRZYK, Anna KISIEL, Paweł ŻYŁKA - System zasilania głowic atomizacyjnych do wytwarzania elektro-aerozoli	151
30	Paweł SZCZEŚNIAK - Analiza i badania właściwości układu napędowego z matrycowo reaktancyjnym przemiennikiem częstotliwości o modulacji Venturini	155
31	Grzegorz TADRA - Układ sterowania do przekształtnika matrycowego prądu o modulacji wektorowej oraz czterostopniowej strategii komutacji	159
32	Marcin WARDACH - Badania wpływu klinów magnetycznych na pulsacje w maszynie elektrycznej z magnesami trwałymi	163
33	Paweł RÓZGA - Dynamika wyładowań elektrycznych rozwijających się w oleju transformatorowym od izolowanej elektrody WN	167
34	Piotr LEŻYŃSKI - Warunki kompensacji napięcia zaburzeń wspólnych w falownikach napięcia przy modulacji sinusoidalnej PWM z dodatkiem przebiegów o częstotliwości trzeciej harmonicznej	171
35	Tomasz PIOTROWSKI - Zastosowanie logiki rozmytej w diagnostyce transformatorów metodami DGA	175
36	Piotr SZYMCHAK - Analiza stanów cieplnych nieustalonych w silnikach indukcyjnych liniowych	179
37	Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna Innowacyjne Materiały i Technologie w Elektrotechnice i-MITEL 2010	184

38	Dominik OLSZEWSKI, Marcin KOŁODZIEJ, Maciej TWARDY - Komponent probabilistyczny dla algorytmu K-średnich i jego zastosowanie w rozpoznawaniu dźwięku	185
39	Tadeusz KACZOREK - Analiza liniowych obwodów elektrycznych niecałkowitego rzędu w stanie nieustalonym	191
40	Maciej SIWCZYŃSKI - Rozkłady: prąd aktywny, prąd rozrzutu, prąd bierny w dziedzinie czasu – obwody jednofazowe	196
41	Czesław STEC - Dyskusja nad uwagami dotyczącymi możliwości przedstawienia jednolitej nowej koncepcji mocy biernej prądu niesinusoidalnego w dziedzinie czasu	202
42	Anna KOWALSKA - Optymalizacja decyzji o przyłączeniu rozproszonych źródeł energii do sieci elektroenergetycznej z wykorzystaniem optymalizacji po współrzędnych	206
43	Anna SZYMAŃSKA, Stanisław SZYMAŃSKI, Maciej WŁODARCZYK - Wpływ procesów łączeniowych zespołów prostownikowych na jakość napięcia w sieci zasilającej	212
44	Sławomir BIELECKI, Mirosław PAROL - Wyznaczanie zakresów wartości technicznych strat mocy czynnej w liniach elektroenergetycznych przy użyciu liczb rozmytych	216
45	Grzegorz HOŁDYNKI - Analiza dobowej i tygodniowej zmienności strat mocy czynnej w wiejskich sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia	220
46	Andrzej TOMCZEWSKI - Wykorzystanie kinetycznych magazynów energii do poprawy warunków współpracy turbiny wiatrowej z systemem elektroenergetycznym	224
47	Aneta BUGAJSKA, Maciej WŁODARCZYK - Pewne uwagi dotyczące modeli fizycznych linii długiej	228
48	Robert HANUS - Porównanie niepewności standardowych estymacji czasu opóźnienia przy zastosowaniu funkcji korelacji wzajemnej i funkcji warunkowej wartości średniej modułu sygnału opóźnionego	232
49	Janusz HALAWA, Adam SZUSTALEWICZ - Identyfikacja modeli trzeciego rzędu za pomocą momentów odpowiedzi skokowej	236
50	Krzysztof TOMCZEWSKI - Analiza wpływu układu i sposobu zasilania na pracę przełączalnego silnika reluktancyjnego	239
51	Adam GŁOWACZ - Diagnostyka maszyny prądu stałego oparta na rozpoznawaniu dźwięku z zastosowaniem LPC i GSDM	243
52	Bogdan TUŁODZIECKI - Symulacja wpływu zakłóceń na zachowanie stabilności lokalnej i globalnej generatora w programie PSCAD	247
53	Bogusław WĘGRZYN, Mariusz KOWALSKI - Projektowanie okrętowych systemów elektroenergetycznych wysokiego napięcia	252
54	Andrzej CHOCHOWSKI, Paweł OBSTAWSKI, Dariusz CZEKAŁSKI - Właściwości dynamiczne baterii kolektorów słonecznych	257
55	Piotr BIGAJ - Nowa metoda szacowania stanu naładowania baterii dla ogniw litowo-jonowych i litowo-polimerowych	264
56	Mirosław LEWANDOWSKI - Metoda obliczeń harmoniczných prądu w prądzie pobieranym z sieci 3kV DC przez pojazd trakcyjny z napędem asynchronicznym	270
57	Zbigniew PRUSZOWSKI, Piotr KOWALIK - Wytwarzanie stabilnych warstw rezystywnych metodą bezprądowej metalizacji	276
58	Anna KOZIOROWSKA, Kazimierz KURYŁO, Jacek BARTMAN - Harmoniczne napięcia i prądu generowane przez nowoczesne napędy stosowane w kopalniach kruszywa	279
59	Aissa SOULI, Abdelhafid HELLAL, Slami SAADI - Programowanie funkcji w EMTP-ATP-PSCAD przy użyciu Matlaba na potrzeby analizy sieci zasilających	285
60	Canxin GUO, Chengjun HUANG, Yong QIAN, Linpeng YAO, Xiuchen JIANG - Czasowo-częstotliwościowa reprezentacja w analizie wyładowań niezupełnych przy zastosowaniu nowych metod transformacji	288
61	Guoliang WU, Chunbo ZHU, C.C.CHAN - Apply an Improved Peukert's equation based on Temperature to the NiMH Battery available Capacity Estimation	292
62	Wiesław WILCZYŃSKI, Jerzy SŁOWIKOWSKI - Historia, stan obecny i perspektywy polskiego przemysłu elektrotechnicznego	296
63	Jerzy BARGLIK, Tomasz KOŁAKOWSKI - Z kart historii Stowarzyszenia Elektryków Polskich i jego działaczy	302

CONTENTS

01	Edson Hirokazu WATANABE, João Luiz AFONSO, José Gabriel PINTO, Luís Fernando Corrêa MONTEIRO, Maurício AREDES, Hirofumi AKAGI - Instantaneous $p-q$ Power Theory for Control of Compensators in Micro-Grids	1
02	Jacques L. WILLEMS - Reflections on Power Theories for Poly-Phase Nonsinusoidal Voltages and Currents	10
03	Leszek S. CZARNECKI, Samuel E. PEARCE - CPC-based comparison of compensation goals in systems with nonsinusoidal voltages and currents	22
04	Paolo TENTI, Paolo MATTAVELLI, Helmo K. MORALES PAREDES - Conservative Power Theory, Sequence Components and Accountability in Smart Grids	30
05	Antonello MONTI, Ferdinanda PONCI, Andrea BENIGNI, Junqi LIU - Distributed intelligence for Smart Grid Control	38
06	Volker STAUDT - Dynamic grid-flux-based control for grid connected voltage-source converters	48
07	Piotr BORKOWSKI, Marek PAWŁOWSKI, Łukasz MAZUR - The effects of BMS on building energy efficiency	57
08	Roman SIKORA, Przemysław MARKIEWICZ - The influence of modern luminaires on the supply network	61
09	Wiesława PABJAŃCZYK - Energy efficiency of the lighting installations	65
10	Wojciech GRZESIAK Janusz CHAMIOŁO - Innovative energy efficient lighting technologies	73
11	I Conference "Energy-Saving luminaires"	79
12	Ryszard STRZELECKI, Dmitri VINNIKOV - Models of the qZ-Converters	80
13	Aleksandra RAKOWSKA - HV and EHV power cable lines AC- service experiences	85
14	Maciej PAWLIK - Energymix of Polish electricity generation sector in year 2020	89
15	Marcin JARNUT, Grzegorz BENYSEK - Application of power electronics devices in SmartGrid and V2G (Vehicle To Grid) technologies	93
16	Jacek KANIEWSKI - Implementation of control circuit of the hybrid transformer	97
17	Piotr PAPLICKI - The new the generation of electrical machines applied in hybrid drive car	101
18	Sławomir CIEŚLIK - Connection of 8-th MW wind farm to MV switching station in HV/MV substation in distribution network	104
19	Valery I. CHRISANOV - Transient Analysis of the Cage Induction Motor Start up	110
20	Stefan DOMEK, Paweł DWORAK, Krzysztof PIETRUSEWICZ - Integrated condition monitoring within the motion control of the Computer Numerical Controlled tooling machine	113
21	Paweł DWORAK, Krzysztof PIETRUSEWICZ - A variable structure controller for the MIMO Thermal Plant	116
22	Adam GUBAŃSKI, Jacek REZMER, Krzysztof LEŚNIAK - Evolutionary algorithms used to TSDC analysis	120
23	Henryk MISZTAŁ - Comparative analysis of control systems with PID controllers of modified structure	124
24	Piotr MYŚIAK - A frequency domain analysis of the work of three-phase coupled reactor applicated in selected multipulse diode converter systems	128
25	Zenon TARTAKOWSKI, Janusz MICHAŁSKI - High filled composites based Ion recycled polymeric materials for electrical products	134
26	Jan MUĆKO - The control methods of series resonant inverters which make possible the simultaneous work of transistors as the ZVS and the "almost ZCS" switches	137
27	Ryszard KACPRZYK, Paweł ŻYŁKA - Shielding effect accompanying electrification of aerosol droplets produced by atomizing heads with supersonic gas flow	143
28	Robert SMOLEŃSKI, Adam KEMPSKI, Tomasz TARCZEWSKI - Penetration of conducted EMI generated by power electronic converters in LV grid into MV distribution network	147
29	Jerzy DORA, Ryszard KACPRZYK, Anna KISIEL, Paweł ŻYŁKA - Supply system for electro-aerosol atomizing heads	151
30	Paweł SZCZEŚNIAK - Analysis and property study of drive system with matrix-reactance frequency converter and Venturini modulation	155
31	Grzegorz TADRA - Control circuit of the current source matrix converter with space vector modulation and four step commutation strategy	159
32	Marcin WARDACH - Magnetic wedges influence of pulsation in electrical machine with permanent magnets	163
33	Paweł RÓZGA - Dynamics of the electrical discharges developing in transformer oil from insulated HV electrode	167
34	Piotr LEŻYŃSKI - Influence of selected PWM techniques to EMI filters work in system with voltage source inverters	171
35	Tomasz PIOTROWSKI - Ratio methods used in the diagnosis of gases dissolved in transformer oil)	175
36	Piotr SZYMCZAK - Thermal analysis of the linear induction motors at non-stationary operation	179
37	Conference "New materials and technologies in electrical engineering" MITEL 2010	184

38	Dominik OLSZEWSKI, Marcin KOŁODZIEJ, Maciej TWARDY - A Probabilistic Component for K-Means Algorithm and its Application to Sound Recognition	185
39	Tadeusz KACZOREK - Analysis of fractional linear electrical circuits in transient states	191
40	Maciej SIWCZYŃSKI - The distribution: active current, scattered current, reactive current, the time domain approach in single-phase circuits	196
41	Czesław STEC - Discussion on comments and suggestions concerned with the possibility to present a new uniform concept of reactive power in time domain for non-sinusoidal currents	202
42	Anna KOWALSKA - Optimization of the integration of distributed generation with electrical grid using optimization of coordinates	206
43	Anna SZYMAŃSKA, Stanisław SZYMAŃSKI, Maciej WŁODARCZYK - Influence of rectifier systems connection processes on mains voltage quality	212
44	Sławomir BIELECKI, Mirosław PAROL - Calculating of ranges of technical active power losses values in electric power lines with the use of fuzzy numbers	216
45	Grzegorz HOŁDYŃSKI - Analysis of hourly and weekly fluctuation of technical real power losses in rural low voltage electric networks	220
46	Andrzej TOMCZEWSKI - The use of kinetic power storages with a view to improving the conditions of cooperation of a wind turbine and an electric power system	224
47	Aneta BUGAJSKA, Maciej WŁODARCZYK - Abbreviated comments regarding long line physical models	228
48	Robert HANUS - Standard uncertainty comparison of time delay estimation using cross-correlation function and the function of conditional average value of the absolute value of delayed signal	232
49	Janusz HALAWA, Adam SZUSTALEWICZ - Identification of models of order three applying step response moment method	236
50	Krzysztof TOMCZEWSKI - Analysis of power supply influence on a switched reluctance motor drive system parameters	239
51	Adam GŁOWACZ - Diagnostics of dc machine based on sound recognition with application of LPC and GSDM	243
52	Bogdan TUŁODZIECKI - Simulation of influence of faults for behavior of local and global stability of generator in PSCAD program	247
53	Bogusław WĘGRZYN, Mariusz KOWALSKI - Designing of electrical high voltage ship's supply systems	252
54	Andrzej CHOCHOWSKI, Paweł OBSTAWSKI, Dariusz CZEKALSKI - Dynamic properties flat solar collectors	257
55	Piotr BIGAJ - A new method for State-Of-Charge determination for lithium-ion and lithium-ion-polymer rechargeable batteries	264
56	Mirosław LEWANDOWSKI - Method of calculations of current harmonics in a current taken from 3kV DC network by a traction vehicle with asynchronous drive	270
57	Zbigniew PRUSZOWSKI, Piotr KOWALIK - Technology of preparation of Ni-P resistive layers	276
58	Anna KOZIÓROWSKA, Kazimierz KURYŁO, Jacek BARTMAN - Voltage and current harmonicals generate by modern drivers used in broken stone mines	279
59	Aissa SOULI, Abdelhafid HELLAL, Slami SAADI - Programming EMTP-ATP-PSCAD Software Functions using MATLAB for Power Systems Transient Analysis	285
60	Canxin GUO, Chengjun HUANG, Yong QIAN, Linpeng YAO, Xiuchen JIANG - Time-frequency Representation to the Analysis of Partial Discharges in Power Cables Using Novel Transform Method	288
61	Guoliang WU, Chunbo ZHU, C.C.CHAN - Apply an Improved Peukert's equation based on Temperature to the NiMH Battery available Capacity Estimation	292
62	Wiesław WILCZYŃSKI, Jerzy SŁOWIKOWSKI - Development of the Electrical Industry in Poland	296
63	Jerzy BARGLIK, Tomasz KOŁAKOWSKI - From history of the Association of the Polish Electrical Engineers and its social workers	302

Zintegrowany system monitorowania warunków pracy układu napędowego obrabiarki sterowanej numerycznie

Streszczenie. Przedstawiony w niniejszym artykule materiał stanowi podsumowanie prac nad prototypowym stanowiskiem badawczym układu napędowego stolika X-Y frezarki sterowanej numerycznie z użyciem systemu o otwartej architekturze iCNC. Opisany projekt O.C.E.A.N. (Open modular Control system for linEAR motion drive) to system napędowy, możliwy do zastosowania zarówno w układach sterowania maszyn wykorzystujących synchroniczne silniki liniowe prądu zmiennego jak i silniki PMSM. Szczególną uwagę zwrócono na moduł OCEANdiag, którego funkcjonalność polega na zapobieganiu niebezpiecznym stanom pracy obrabiarki podczas procesu frezowania.

Abstract. The paper provides a summary of the research work on a prototype of the motion drive of the X-Y table within computer numerically controlled milling machine, controlled with the open architecture system iCNC. Project O.C.E.A.N. (Open modular Control system for linEAR motion drive) is an intelligent motion control system, which can be used within machines with linear and rotary AC motors (typically permanent magnet synchronous machines). The very important module of the control system is the so-called OCEANdiag module, the functionality of which is to diagnose hazardous situations during milling and prevent them by evaluating correcting decisions on the parameters of milling. (Integrated condition monitoring within the motion control of the Computer Numerical Controlled tooling machine)

Słowa kluczowe: mechatronika, obrabiarka CNC, monitorowanie warunków pracy, diagnostyka.
Keywords: mechatronics, CNC machine tool, condition monitoring, diagnostics.

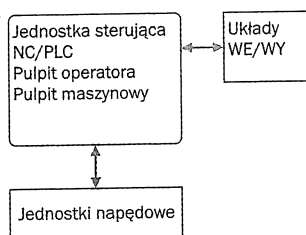
Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój systemów sterowania sprawił, iż doskonale z punktu widzenia konstrukcyjnego rozwiązanie konwencjonalnych maszyn obróbkowych (frezarek, tokarek) coraz częściej, w mechatroniczny sposób, przekształca się w urządzenia wielofunkcyjne o nowych i/lub poprawionych właściwościach [1, 2]. Rosnące wymagania użytkowników sprawiają, że współcześnie maszyny wytwórcze przechodzą prawdziwą rewolucję [3], zaś ze względów ekonomicznych coraz częściej w obrabiarkach stosowane są rozmaite rozwiązania systemów diagnostycznych [4-7].

Wraz z rozwojem obrabiarek, kilkanaście lat temu do języka technicznego weszło określenie układów sterowania o otwartej architekturze [8-11]. W niniejszym artykule przedstawiono architekturę systemów sterowania obrabiarek [12] oraz zaprezentowano możliwości, jakie oferują użytkownikom systemy o architekturze otwartej. Na przykładzie projektu OCEAN [1, 8] omówiono zagadnienie monitorowania stanu obrabiarki wielofunkcyjnej.

Systemy sterowania obrabiarek

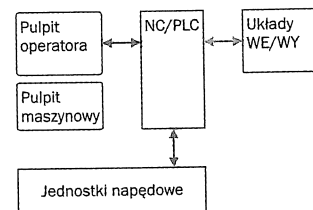
Od pierwszych numerycznych systemów sterowania obrabiarek wymagano jedynie, aby realizowały podstawowe zadania/polecenia na podstawie technologicznych informacji geometrycznych [12]. W tym okresie, na rynku dominowały systemy sterowania numerycznego o klasycznej strukturze funkcjonalnej pokazanej na rysunku 1.



Rys.1. Klasyczna (zamknięta) struktura układu sterowania CNC [12]

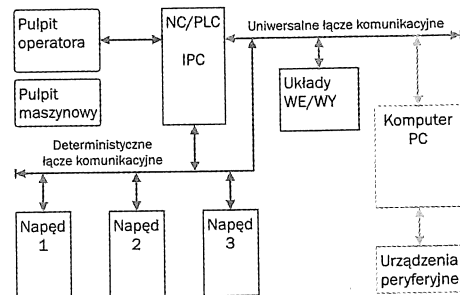
W miarę, jak wymagania użytkowników oraz możliwości technologiczne rosły (lata 1990-2000), na rynku pojawiły się systemy sterowania o architekturze rozproszonej (rys. 2).

Coraz większy nacisk zaczęto stawiać na łatwość obsługi i programowania maszyn, czy też modułowość budowy systemu sterowania.



Rys.2. Rozproszona struktura układu sterowania CNC [12]

Współcześnie jedynym akceptowanym przez użytkowników (choćby z uwagi na rosnącą liczbę nowych maszyn do zastosowań specjalistycznych, o nietypowej kinematyce oraz wyposażeniu) rozwiązaniem wydają się systemy sterowania o otwartej architekturze funkcjonalnej (rys. 3).



Rys.3. Otwarta architektura systemu sterowania CNC

To właśnie dzięki szeroko rozumianej otwartości [1, 8], zarówno pod względem budowy sprzętowej systemu sterowania jak i możliwości modyfikacji/rozbudowy jego oprogramowania (m.in. jądra systemu operacyjnego), możliwe jest zapewnienie dużej dynamiki i precyzji obróbki oraz wysokiego bezpieczeństwa pracy obrabiarki i jej niezawodności (np. przez skrócenie czasów przestoju maszyn oraz implementację nowoczesnych algorytmów sterowania i diagnostyki ruchu maszyn).

Jednym z celów projektu O.C.E.A.N. było opracowanie (na bazie komponentów dostępnych komercyjnie na rynku) struktury funkcjonalnej systemu sterowania obrabiarką CNC, dzięki której możliwe jest korygowanie (dynamiczne i statyczne) wpływu warunków obróbki skrawaniem na jakość pracy obrabiarki (jej wybranych komponentów).

Projekt O.C.E.A.N.

Jest to otwarty modułowy, w pełni rekonfigurowalny i modyfikowalny system sterowania układem napędowym obrabiarki CNC, pozwalający zarówno na sterowanie układem napędowym z zastosowaniem przekładni śrubowo-toczących jak i silników liniowych. Sposób działania oraz podstawowy schemat funkcjonalny omówione były w pracy [1].

Struktura funkcjonalna systemu dzieli się na kilka podstawowych komponentów sprzętowo-programowych. Poniżej wymieniono i opisano moduły programowe, które przygotowano/oprogramowano podczas prac nad projektem. Wszystkie te moduły wchodziły w skład deterministycznego wielozadaniowego systemu operacyjnego czasu rzeczywistego, przydzielającego i szeregującego zadania realizowane przez system sterowania:

OCEANdrive. Moduł sterowania układem napędowym; wartością zadaną dla poszczególnych osi napędowych są korygowane wartości pozycji osi wirtualnych, sterowanych z poziomu dekodera programu obróbki; tryb ruchu odbywa się poprzez zadawanie pozycji bez zatrzymywania w punkcie końcowym. W ramach modułu wyróżnia się dwa typy funkcji:

OCEANdrive.corr. Obsługa addytywnych (wartości zadanych pozycji, prędkości, prądu) i parametrycznych (parametrów regulatorów, profili ruchu, parametrów obróbki) korekt pracy układu napędowego,

OCEANdrive.control. Moduł, który w przyszłości pozwoli na implementację własnych/użytkownika algorytmów regulacji w serwonapędzie obrabiarki. Dodatkowo, pozwoli na uwzględnianie w pracy serwonapędu rezultatów działania elementów modułu **OCEANdiag**, jako uzupełnienie informacji z enkoderów/liniów pomiarowych.

OCEANcomm. Moduł obsługi komunikacji pomiędzy modułami systemu jak i samym systemem a urządzeniami zewnętrznymi. Moduł obejmuje funkcje:

OCEANcomm.EPL. Obsługa wymiany informacji z urządzeniem deterministycznego protokołu opartego o przemysłową odmianę Ethernetu – Ethernet Powerlink,

OCEANcomm.TCPIP. Blok wymiany danych za pośrednictwem protokołu Ethernet TCP/IP,

OCEANcomm.TCPUDP. Blok wymiany danych za pośrednictwem protokołu Ethernet TCP/UDP,

OCEANcomm.OPC. Moduł wymiany informacji z urządzeniem technologii OPC Data Access oraz OPC Alarms and Events.

OCEANvis. Moduł wizualizacji, interfejsu operatora oraz innych elementów związanych z wizualizacją procesu. W skład modułu obsługi wizualizacji wchodzi:

OCEANvis.local. Funkcje związane z lokalnym interfejsem operatora,

OCEANvis.remote. Funkcje związane ze zdalnym dostępem do interfejsu operatora oraz zmiennych/informacji z procesu obróbki. Technologie wykorzystywane tutaj to VNC (*Virtual Network Communication*) oraz WWW. Dla funkcjonalności tego modułu przydatne są funkcje modułu **OCEANcomm**,

OCEANvis.vr. Funkcje związane z obsługą obrabiarki w środowisku wirtualnej rzeczywistości (*Virtual Reality*),

OCEANvis.manprog. Moduł powiązany z **OCEANvis.vr** w przyszłości posłuży do manualnego programowania obrabiarki w wirtualnej rzeczywistości.

OCEANvibcontrol. Moduł integrujący aktywny eliminator drgań z systemem sterowania obrabiarki.

W ramach projektu O.C.E.A.N. zdefiniowano także strukturę oraz warunki komunikacji trzech kolejnych modułów programowych, które docelowo dołączone będą do sys-

temu sterowania obrabiarki. Ich szczegółowe funkcjonalności realizowane są w ramach prac wykonywanych w równolegle prowadzonych komplementarnych projektach badawczych.

OCEANtool. Zestaw funkcji związanych z obsługą narzędzi inteligentnych,

OCEANpos. Moduł integracji zautomatyzowanego pozycjonowania materiału do obróbki na stoliku obrabiarki (m.in. celem minimalizacji ubytków materiału skrawanego),

OCEANdiag. Moduł obsługi funkcji diagnostycznych i podejmowania decyzji oraz monitorowania warunków pracy układu obrabiarka-narzędzie-proces skrawania-element obrabiany (*Integrated Condition Monitoring*). Obejmuje następujące, wstępnie zbadane funkcje:

OCEANdiag.heat. Funkcje związane z zagadnieniami termicznymi w pracy obrabiarki. Moduł wypracowywać będzie konkluzję dla modułu **OCEANdrive.corr**, celem zapewnienia poprawy pracy układu napędowego.

OCEANdiag.sv. Moduł analizy dźwięku i drgań podczas pracy obrabiarki (*Sound & Vibration*).

OCEANdiag.vision. Moduł obsługi systemów wizyjnych, stosowanych do analizy statystycznej produkcji i monitorowania stanu narzędzi i stanu powierzchni po obróbce.

OCEANdiag.load. Moduł monitorowania sił skrawania oraz obciążenia poszczególnych osi napędowych obrabiarki.

OCEANdiag.fusion. Moduł sprzętowej syntezy informacji z czujników o różnym charakterze. Dzięki funkcjonalności tego modułu możliwe będzie łączenie różnych kombinacji sygnałów diagnostycznych.

Monitorowanie warunków pracy obrabiarki

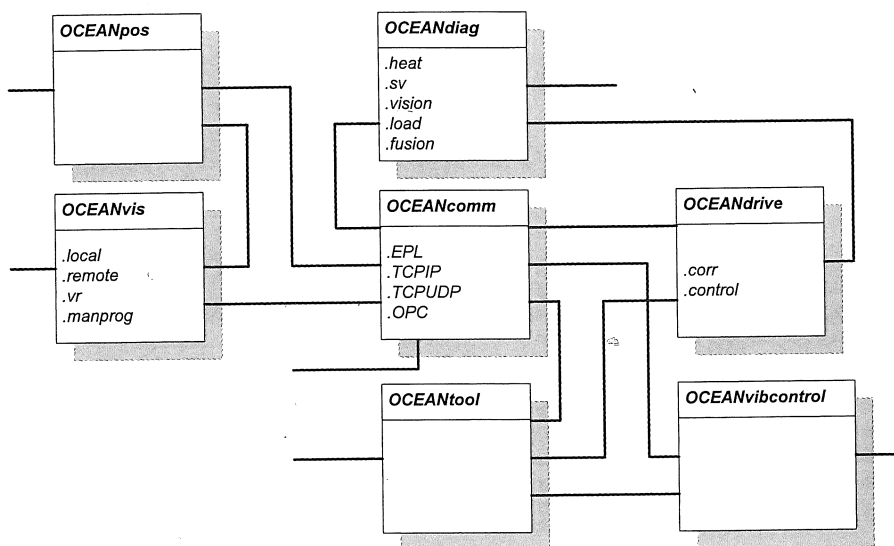
W pracy [4] omówiono wiele interesujących zagadnień z zakresu diagnostyki procesu skrawania. Należą do nich: integracja informacji z czujników (dodatkowych) w systemie sterowania, ekstrakcja wiedzy na podstawie gromadzonych informacji, przetwarzanie danych, monitorowanie stanu narzędzi skrawających, czy jakość i bezpieczeństwo pracy obrabiarek.

Z kolei w książce [5] w syntetyczny sposób przedstawiono techniki monitorowania warunków pracy i w ogólności diagnostyki całej obrabiarki w zakresie analizy dźwięku, drgań, temperatury. Omówiono m.in. takie mechanizmy decyzyjne jak sieci neuronowo-rozmyte czy ciągła/dyskretna transformata falkowa.

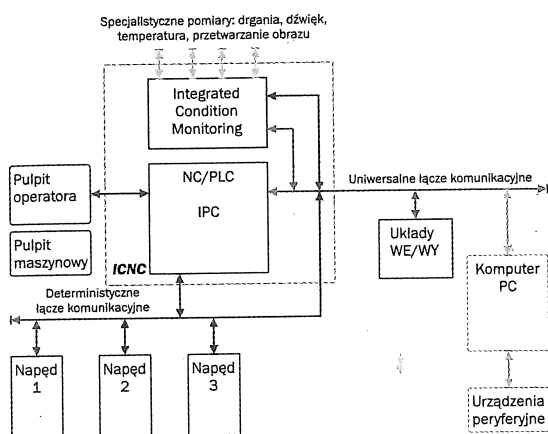
Współcześnie coraz częściej stosuje się systemy monitorowania pracy maszyn (szczególnie wirujących) z uwagi na rosnące potrzeby w zakresie wydajności produkcji. Systemy takie, realizowane zwykle w formie zewnętrznych dla podstawowego systemu sterowania modułów sprzętowo-programowych mają na celu eliminację przestojów w pracy maszyn.

Integracja systemu monitorowania pracy maszyny w ramach podstawowego systemu sterowania przynosi wiele korzyści. Przede wszystkim pozwala efektywniej wykorzystywać już istniejące pomiary (np. prądów w osiach napędowych, temperatur czy napięć), uzupełniając je o dodatkowe, wymagające specjalistycznych modułów, niepotrzebnych lub niestosowanych dotychczas w systemie podstawowym.

Na rysunku 4 przedstawiono sposób umiejscowienia modułu zintegrowanego monitorowania stanu/warunków pracy maszyny (**OCEANdiag**) w strukturze funkcjonalnej opisywanego systemu sterowania obrabiarki CNC.



Rys.4. Wymiana informacji pomiędzy modułami systemu



Rys.5. Sposób umiejscowienia modułu OCEANDiag (Integrated Condition Monitoring) w ramach systemu sterowania iCNC

Komunikacja z pozostałymi modułami systemu odbywa się z użyciem standardowego oraz deterministycznego łącza Ethernetu przemysłowego. Schemat dwukierunkowej wymiany informacji pomiędzy poszczególnymi modułami zamieszczono na rysunku 5. W przypadku modułów OCEANpos, OCEANvis, OCEANDiag, OCEANtool, OCEANvibcontrol, OCEANcomm przewidziano również wymianę informacji z systemami zewnętrznymi.

Podsumowanie

Istota systemu O.C.E.A.N. tkwi w jego elastyczności i możliwościach dowolnej rozbudowy, prowadzącej w rezultacie do poprawy jakości obróbki skrawaniem.

Mimo, że system O.C.E.A.N. jest adresowany głównie do obrabiarek sterowanych numerycznie (tokarek, frezarek wieloosiowych), może być również wykorzystywany do sterowania układami robotycznymi o dowolnej konfiguracji, a także innymi maszynami technologicznymi.

Aktualnie prowadzone są prace nad budową otwartego interfejsu cyfrowego serwonapędu, umożliwiającego uwzględnienie w jego pracy większej liczby sygnałów aniżeli tylko tego, pochodzącego z enkodera (moduł OCEANdrive.control), oraz prace nad opracowaniem modeli, które posłużą do przygotowania zawartości funkcjonalnej modułów OCEANDiag.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy rozwojowy.

Projekt O.C.E.A.N. został wyróżniony Złotym Medalem Międzynarodowych Targów Poznańskich podczas imprezy targowej Innowacje-Technologie-Maszyny 2009.

LITERATURA

- [1] Domek S., Pietruszewicz K., Mechatronika w doskonaleniu konwencjonalnych urządzeń technicznych na przykładzie obrabiarki wielofunkcyjnej, *Przegląd Elektrotechniczny*, 9 (2009), 81-87
- [2] Neugebauer R., Denkena B., Wegener K., Mechatronic systems for machine tools, *Annals of the CIRP*, 56 (2007), n.2, 657-686
- [3] Habrat W., Nowoczesne układy sterujące obrabiarek, *Targi Innowacje-Technologie-Maszyny*, Poznań 2009
- [4] Tseng P.C., Chou A., The intelligent on-line monitoring of end milling, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 42 (2002), 89-97
- [5] Wang L., Gao R.X., *Condition Monitoring and Control for Intelligent Manufacturing*, Springer, 2006
- [6] Broel-Plater B., Domek S., Parus A., Permanent Magnet Chatter Absorber with Fuzzy Logic Control, *Solid State Phenomena*, 147-149 (2009), 179-184
- [7] Mehrabi M.G., Ulsoy A.G., Koren Y., Heytler P., Trends and perspectives in flexible and reconfigurable manufacturing systems, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13 (2002), 135-146
- [8] Pietruszewicz K., Open architecture controllers of the CNC machine, *Control Engineering*, 55 (2008), n.1, 17-18
- [9] Pritschow G., Altintas Y., Jovane F., Koren Y., Mitsuishi M., Takata S., van Brussel H., Weck M., Yamazaki K., Open Controller Architecture – Past, Present and Future, *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 50 (2001), n.2, 463-470
- [10] Asato O.L., Kato E.R.R., Inamasu R.Y., Porto A.J.V., Analysis of open CNC architecture for machine tools, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences*, 13 (2002), 261-281
- [11] Yonglin C., An evaluation space for open architecture controllers, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26 (2005), 351-358
- [12] Habrat W., Obsługa i programowanie obrabiarek CNC, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2007

Autorzy: dr hab. inż. Stefan Domek, prof. ZUT, dr inż. Paweł Dworak, dr inż. Krzysztof Pietruszewicz, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Instytut Automatyki Przemysłowej, ul. Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin, E-mail: Stefan.Domek@zut.edu.pl; Pawel.Dworak@zut.edu.pl; Krzysztof.Pietruszewicz@zut.edu.pl