

I Sympozjum Naukowe Elektryków i Informatyków

POD PATRONATEM LUBELSKIEGO ODDZIAŁU
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH



Konferencje – Politechnika Lubelska



Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i informatyki
ul. Nadbystrzycka 38A
20-618 Lublin

I Sympozjum Naukowe Elektryków i Informatyków

Materiały pokonferencyjne

pod redakcją
Piotra Filipka
Pawła A. Mazurka



Politechnika Lubelska
Lublin 2011

Redakcja i skład: Piotr Filipek, Paweł A. Mazurek

Materiały pokonferencyjne z I Sympozjum Elektryków i Informatyków zrealizowanego na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej w dniu 1 marca 2011 roku. Dodatkowe informacje o programie i sponsorach na stronie <http://sneii.pollub.pl/>

Materiały zostały zrecenzowane przez członków Komitetu Naukowego

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2011

ISBN: 978-83-62596-49-2

Wydawca: Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin

Realizacja: Biblioteka Politechniki Lubelskiej

Ośrodek ds. Wydawnictw i Biblioteki Cyfrowej

ul. Nadbystrzycka 36A, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59, email: wydawca@pollub.pl

www.biblioteka.pollub.pl

Druk: ESUS Agencja Reklamowo-Wydawnicza Tomasz Przybylak

www.esus.pl

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl

Nakład: 170 egz.

SPIS TREŚCI

	WPROWADZENIE	7
1	BIELAK Ł., BURYŁO K., KONTROLER OBRAZU VGA Z WYKORZYSTANIEM UKŁADU FPGA SPARTAN-3E	11
2	CABAN J., UKŁADY MECHATRONIKI W POJAZDACH, SENSORY	18
3	CABAN J., WINIARSKI G., POMIAR TEMPERATURY W SILNIKACH SPALINOWYCH	28
4	GRUSZECKI Ł., PACHOWICZ K., POZNAŃSKI K., POPIEL P., DYSPERSJA CHROMATYCZNA W ŚWIATŁOWODOWYCH LINIACH TELEKOMUNIKACYJNYCH	34
5	JÓZWIK J., SIDOR T., OCENA PORÓWNAWCZA DOKŁADNOŚCI GEOMETRYCZNEJ WYBRANYCH CENTRÓW OBRÓBCZYCH	35
6	LADA K., PRZEWORSKI K., DZIUBIŃSKI G., GOŁAWSKI S., STĘPNIAK P., APLIKACJA ALGORYTMÓW SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH W LABVIEW	45
7	LIPIEC M., MILCZAK A., KAPICA J., WPLYW CYFROWEJ OBRÓBKI SYGNAŁU EKG NA JEGO INTERPRETACJĘ	46
8	MACIEJEWSKI K., MAŁYSKA Ł., MACHOWICZ P., KONCEPCJA ZASILANIA URZĄDZENIA KLIMATYZACYJNEGO Z BATERII OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH WSPOMAGANYCH SIECIĄ ELEKTROENERGETYCZNĄ	53
9	MAJEWSKI K., MATEJCZUK P., PRZYŁUCKI S., SIECI MULTIMEDIALNE ZGODNE Z DLNA	61
10	MAJEWSKI K., MATEJCZUK P., PRZYŁUCKI S., WSPÓLDZIELENIE TREŚCI AUDIO-WIDEO W SIECIACH LAN	67
11	MAJEWSKI K., MATEJCZUK P., PRZYŁUCKI S., EWOLUCJA SYSTEMÓW UPnP	73

12	MASŁOWSKI G., PRZYTUŁA K., BŁAŻEJEWSKA A., PARYS T., ZIĘTEK Ł., MAZUREK P. A., EMISJA ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ WI-FI W BUDYNKACH MIESZKALNYCH	79
13	MASŁOWSKI G., PRZYTUŁA K., MAZUREK P. A., BADANIA EMISJI PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH	89
14	MIESZCZAK M., MIŁOSZ M., CEBRYK B., OZNACZANIE POŁOŻENIA ZDEFINIOWANYCH OBIEKTÓW GRAFICZNYCH NA ZDJĘCIU CYFROWYM	95
15	NOWAKOWSKI K., KOWALSKI Ł., LASKOWSKI M., ROK 1928 2.0, CZYLI REKONSTRUKCJA PRZEDWOJENNEGO LUBLINA PRZY WYKORZYSTANIU BAROK GAME ENGINE	96
16	RYCYK A., CICHOSZ M., HOLUK M., KONSTRUKCJA ROWERU HYBRYDOWEGO Z WYKORZYSTANIEM ZESTAWU ADAPTACYJNEGO	97
17	STYŁA S., PROBLEMY W OCENIE STANU TECHNICZNEGO SAMOCHODOWYCH AKUMULATORÓW OŁOWIOWYCH	106
18	TURSKI K., ZAJĄC R. A., WIZUALIZACJA I STEROWANIE DLA MODELU FUNKCJONALNEGO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW	108
19	WCISŁO M., KURNICKI A., UKŁAD STEROWANIA RAMIENIEM ROBOTA O CZTERECH STOPNIACH SWOBODY	116
20	ZIELIŃSKI M., CZERWIŃSKI D., WYDAJNOŚĆ KOŃCÓWKI W SIECI GRID NA PRZYKŁADZIE GRID-APPLIANCE	124
21	ZIELIŃSKI M., MALEC B., CZERWIŃSKI D., PRZYŁUCKI S., PRYWATNE SIECI GRID – TECHNOLOGIA W ZASIĘGU RĘKI	135
	SPONSORZY SYMPOZJUM	141

WPROWADZENIE

Szanowni Uczestnicy Sympozjum

Tematyka konferencji dotyczy szeroko rozumianej teorii i zastosowań elektrotechniki i informatyki w badaniach naukowych, edukacji, problemów wytwarzania urządzeń elektrycznych i projektowania systemów elektro-informatycznych. Sympozjum w szczególności obejmuje tematykę:

- mechatroniki,
- elektrotechniki,
- elektroniki,
- automatyki,
- informatyki.

Celem konferencji jest wymiana informacji i doświadczeń w wymienionych obszarach wśród społeczności akademickiej i przedstawicieli przemysłu w regionie. Organizatorzy mają nadzieję że już to pierwsze Sympozjum stanie się platformą integracji środowiska w wielu płaszczyznach. Członkowie kół naukowych i organizatorzy będą się starać aby taka forma prezentacji ich osiągnięć i problemów stała się cyklicznym wydarzeniem na stałe wpisanym w kalendarz imprez naukowo-eksponycyjnych.

Szczególne podziękowania kierujemy do przedstawicieli Stowarzyszenia Elektryków Polskich, za objęcie patronatem niniejszego Sympozjum. Pragniemy powiadomić i podziękować, że na nasze zaproszenie na sympozjum odpowiedziało wiele firm i instytucji.

Składamy także szczególne podziękowania za okazane zrozumienie i pomoc materialną we współorganizowaniu sympozjum Władzom Uczelni i naszym sponsorom. W trakcie sesji czynne były ich stoiska reklamowe. Wśród firm prezentujących swoje produkty były między innymi: STOEBER POLSKA, BIALI Sp. z o.o., BECKHOFF Automation Sp. z o.o., Firma A.H. sp.j. Hardt i Wspólnicy, CTI Wojciech Mroziewski, Wikpol Sp. z o. o., LEGRAND POLSKA. SP. Z O.O., STAKOL SP. J., Telekomunikacja Polska S.A., Danfoss Sp. z o.o.

Organizatorzy sympozjum

Organizatorzy sympozjum:

1. Koło Naukowe Elektryków „NAPĘD i AUTOMATYKA”
2. Studencka Sekcja Stowarzyszenia Elektryków Polskich
3. Koło Naukowe „MELJON”
4. Koło Naukowe „NEURON”
5. Koło Naukowe Elektryków „MAGNETON”
6. Koło Naukowe Elektroekologów „ELMECOL”
7. Koło Naukowe Technologii Nadprzewodnikowych i Plazmowych „SONDA“
8. Koło Naukowe „FOTON”
9. Koło Naukowe Elektryków „MIKROCHIP”
10. Koło Naukowe „Technologie Informatyczne w Elektroenergetyce”
11. Koło Naukowe „PENTAGON”
12. Koło Naukowe Automatyki
13. Koło Naukowe „PENTAGON CAFE”
14. Koło Naukowe „XENON”
15. Koło Naukowe „MECHATRONIK”

Komitet naukowy sympozjum:

1. prof. dr hab. inż. Waldemar Wójcik
prof. dr hab. inż. Jan Sikora
2. prof. dr hab. inż. Henryka Stryczewska
3. prof. dr hab. inż. Piotr Kacejko
4. dr hab. inż. Wojciech Jarzyna, prof. PL
5. dr hab. inż. Andrzej Wac-Włodarczyk, prof. PL
6. dr hab. inż. Czesław Karwat, prof. PL
7. dr hab. inż. Jan Kolano, prof. PL
8. dr hab. Stanisław Grzegórski, prof. PL

Komitet organizacyjny sympozjum:

1. dr inż. Piotr Filipek - przewodniczący
2. dr inż. Zbigniew Połecki
3. dr inż. Tomasz Kołtunowicz
4. dr inż. Sławomir Przyłucki
5. dr inż. Paweł A. Mazurek
6. dr inż. Tomasz Gizewski

REFERATY

KONTROLER OBRAZU VGA Z WYKORZYSTANIEM UKŁADU FPGA SPARTAN-3E

1. Zastosowanie i architektura układów programowalnych

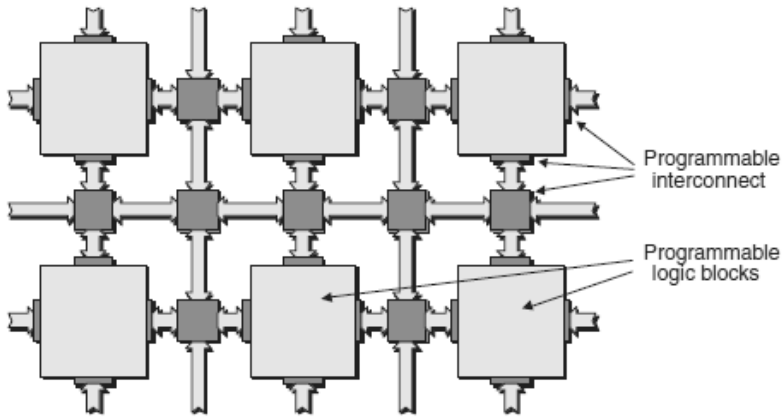
FPGA (ang. Field Programmable Gate Array) są programowalnymi układami logicznymi, które są szeroko stosowane w fazie projektowania i produkcji urządzeń elektronicznych. Ze względu na bardzo dużą elastyczność mogą całkowicie zastąpić złożone systemy mikroprocesorowe, w szczególności te, w których główny nacisk położony jest na prędkość przetwarzania szybkozmiennych sygnałów. Głównym czynnikiem przemawiającymi za zastosowaniem tych układów jest możliwość rekonfiguracji systemu, nawet na etapie gotowego urządzenia. Zmiana całej struktury logicznej łącznie ze zmianą wyprowadzeń układu stwarza przewagę nad mikrokontrolerami, których architektura jest bardzo statyczna w odniesieniu do FPGA. Dzięki dużym matrycom logicznych możliwa jest implementacja rdzeni procesorów wewnątrz układu. Wielkie znaczenie ma także duża szybkość działania układów. Dla przykładu zastosowany przez nas układ XC3S100 firmy Xilinx może pracować przy częstotliwości zegara 300MHz. Dzięki tym cechom układy programowalne znalazły szerokie zastosowanie m.in. w automatyce przemysłowej, medycynie, telekomunikacji, wojsku czy też w awionice.

W przemyśle medycznym pozwalają one na rejestrację i akwizycję danych pomiarowych dotyczących podstawowych parametrów życia pacjenta tj. temperatura, ciśnienie krwi itp. oraz są elementami wysoce specjalizowanych urządzeń diagnostyki (USG, EKG, MRI itp.). W automatyce stosowane są jako elementy składowe sterowników PLC umożliwiając implementację wielu współbieżnie działających regulatorów PID wewnątrz struktury układu. Umożliwiają również komunikację użytkownika z systemami przemysłowymi (panele HMI). Dzięki dużej szybkości pracy i możliwości zaadaptowania metod cyfrowego przetwarzania sygnału (np. FFT czy też filtrów cyfrowych), układy FPGA konkurują z procesorami sygnałowymi w obszarze urządzeń telekomunikacyjnych, oraz wojskowych systemów radiolokacji i nawigacji.

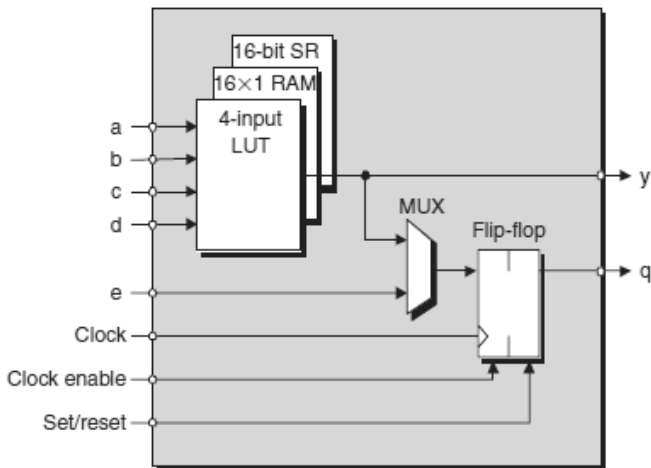
Swoją elastyczność FPGA zawdzięczają specyficznej strukturze, która podzielona jest na programowalne bloki logiczne pomiędzy którymi połączenia mogą być również ustalane w zależności od wymagań stawianych danemu urządzeniu. Macierz bloków oraz połączeń przedstawia rys. 1.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Microchip

Jedną z podstawowych jednostek tworzących układ jest jednostka logiczna, w której skład wchodzi tablica LUT (ang. Look Up Table), w której przechowywane są dane do obliczeń. Wspomagana jest ona przez dodatkową pamięć RAM lub rejestr przesuwany. Oprócz wymienionych elementów jednostka logiczna zawiera także multiplekser oraz przerzutnik pozwalający na zatrzaśnięcie wyniku operacji. Do komórki doprowadzone są sygnały: taktujący, włączający/resetujący przerzutnik oraz linie danych wejściowych i wyjściowych (rys. 2).



Rys 1. Macierz programowalnych bloków logicznych [1]



Rys 2. Komórka logiczna LC [1]

Komórki połączone są w moduły (ang. Slices dla układów Xilinx). Moduły zawierają różną ilość komórek w zależności od wymagań projektu. W obrębie jednego modułu każda z komórek ma oddzielne wyjścia i wejścia danych, zaś wspólne dla wszystkich są sygnały taktujące i włączające resetujące przerzutnik. Programowalny blok logiczny może zawierać dowolną ilość modułów w konfiguracji wybranej przez twórcę systemu. Przy tak złożonych strukturach jakimi są FPGA stosuje się języki opisu sprzętu HDL takie jak VHDL, czy też Verilog. Tworzenie zaawansowanych systemów od podstaw często bywa jednak nie tylko zadaniem monotonnym i pracochłonnym, ale również nieefektywnym. Najczęściej konieczne jest stosowanie części rozwiązań typowych dla innych układów lub określonych przez normy i standardy. W celu skrócenia czasu projektowania dla układów programowalnych dostępne są zazwyczaj uniwersalne bloki IP realizujące konkretne funkcje, których obsługa ogranicza się jedynie do dostarczenia i odebrania danych a struktura wewnętrzna często pozostaje znana tylko ich twórcom. Do najczęściej stosowanych bloków IP należą: interfejsy komunikacyjne, rdzenie procesorów, kontrolery pamięci ram, bloki realizujące metody przetwarzania sygnałów itp.

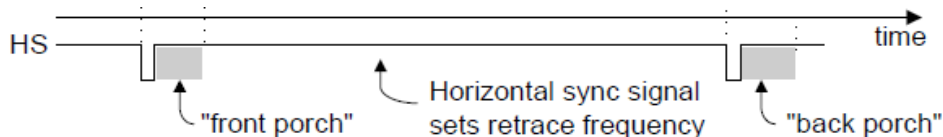
2. Projekt kontrolera VGA

Opisana architektura układów programowalnych czyni je elementami odpowiednimi do zastosowań w roli kontrolerów wyświetlaczy graficznych. Celem niniejszego projektu jest prezentacja ich możliwości, oraz implementacja metod przetwarzania i wyświetlania obrazu w formacie VGA. Do przechowywania informacji dotyczących wyświetlanych treści użyto wbudowaną pamięć RAM, zaś do ich modyfikacji klawiatury podłączonej do gniazda PS/2. Z powodu niewielkiej ilości pamięci działanie systemu zostało ograniczone do wyświetlania tekstu i prostej bitmapy. Pozwoli to na prezentację zarówno metod synchronizacji i odświeżania obrazu, obsługi pamięci RAM jak i generowania obrazu oraz jego prezentacji na ekranie. Dla obrazów o znacznie większej rozdzielczości i głębi (przy dostępnej odpowiedniej ilości pamięci) pozostają one niezmiennie. Dodatkowo w projekcie został zaprezentowany sposób generowania znaków tekstowych szeroko stosowany w wyświetlaczach graficznych i tekstowych.

2.1. Kontroler VGA

Płyta ewaluacyjna przy użyciu której został wykonany projekt wyposażona jest w złącze VGA. W jego skład wchodzi: 8 bitowy przetwornik C/A pozwalający na generowanie koloru w formacie RGB oraz sygnały synchronizacji pionowej i poziomej. Zastosowano zalecane w standardzie VGA

czasy synchronizacji oraz częstotliwość z jaką następuje wypełnienie ekranu. Dla rozdzielczości 640X480 i odświeżania 60Hz wynosi ona 25Mhz. Wyświetlanie poszczególnych pikseli obrazu (w poziomie) poprzedzone jest sygnałem synchronizacji. W chwili wyświetlenia ostatniego punktu w danej linii następuje ponowny impuls synchronizacyjny po czym następuje przejście do kolejnej linii. Zasady synchronizacji pionowej odbywają się na identycznych zasadach a szczegółowe wymagania określone są w standardzie VGA jak również dostępne są w nocie katalogowej płyty ewaluacyjnej [3].



Rys. 3. Czasy synchronizacji.

2.2. Kontroler klawiatury i generator tekstu.

W celu komunikacji użytkownika z systemem wykorzystano złącze PS/2 dostępne również w module ewaluacyjnym. Klawiatura za pomocą której użytkownik wprowadza znaki do wyświetlenia na ekranie generuje sygnał o częstotliwości 36 kHz. W chwili wystąpienia zbocza opadającego poprzez linie danych wysyłany jest kod wciśniętego klawisza. Struktura ramki danych została przedstawiona w tabeli 1.

Tabela 1. Struktura ramki danych wysyłanych przez klawiaturę.

Bit startu 0	Bit parzyst.	LSB K[0]	K[1]	K[2]	K[3]	K[4]	K[5]	K[6]	MSB K[7]	Bit Stopu 1
-----------------	--------------	-------------	------	------	------	------	------	------	-------------	----------------

Otrzymane dane zostają przetworzone przez kontroler klawiatury, który umieszcza w kolejnych komórkach pamięci RAM kody klawiszy do wyświetlenia.

Zasada działania kontrolera klawiatury:

- Oczekiwanie na zbocze opadające sygnału klawiatury.
- Odczytanie ramki danych.
- Odrzucenie bitów startu i stopu oraz kontrola parzystości.
- Konwersja pozostałych danych w celu uzyskania kodu klawisza.
- Zapisanie kodu klawisza w komórce pamięci RAM.

Z powodu współbieżnego działania wielu elementów systemu wynikającego z architektury układów FPGA zapewniona została możliwość jednoczesnego

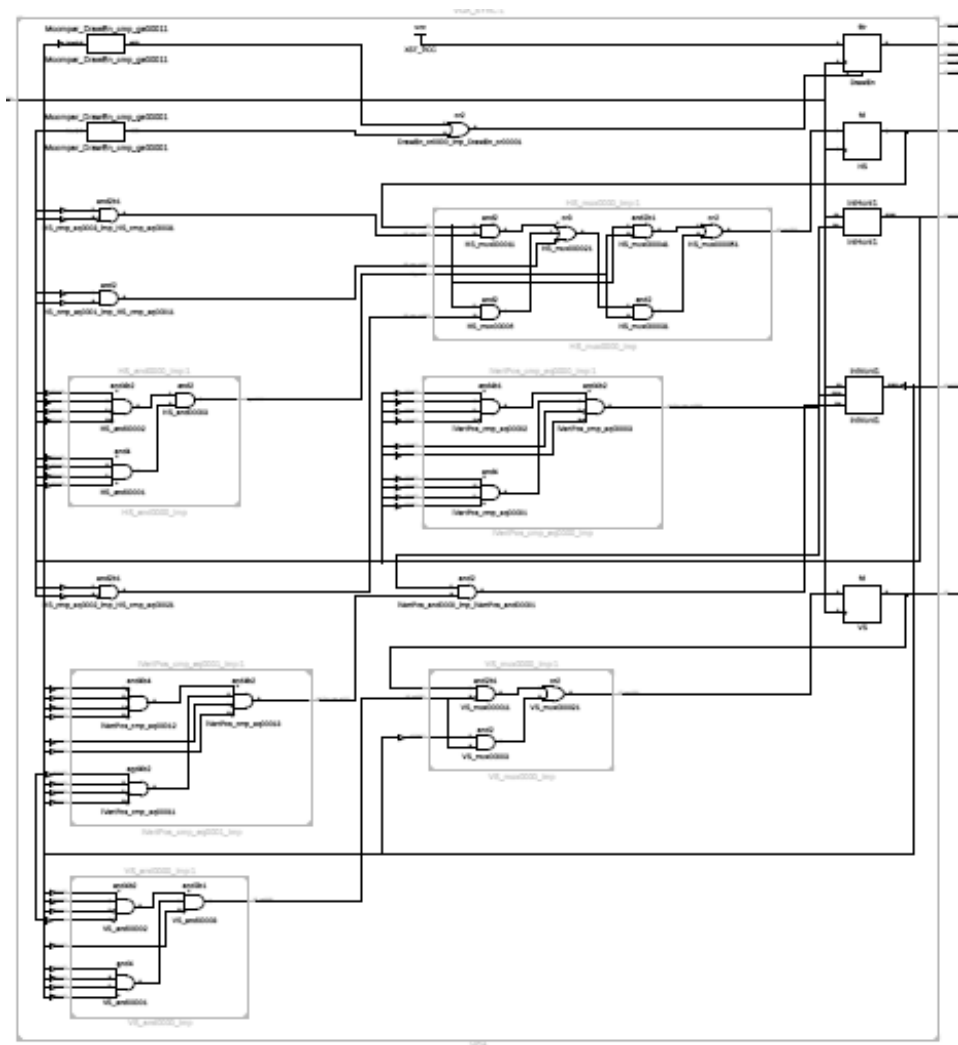
odczytu i zapisu pamięci RAM. Z funkcji tej korzysta kolejny moduł odpowiedzialny za wyświetlanie znaków na monitorze oraz poprawne ich rozmieszczenie. Zawiera wbudowaną pamięć ROM, w której zdefiniowane są struktury każdej z liter. Pojedynczy znak zdefiniowany został za pomocą 64-bitów które ułożone są w 8 liniach po 8 pikseli każda. Struktura ta przedstawiona jest na rysunku 4.

_#####	0x7F
--##_--_#	0x31
--##_#_--	0x34
--#####_--	0x3C
--##_#_--	0x34
--##_--_#	0x31
_#####	0x7F

Rys. 4. Komórka tablicy reprezentująca znak [4]

Zawarte w układzie bloki pamięci RAM pozwalają na zapamiętanie 72kbitów danych. Jest to zdecydowanie zbyt mało pamięci, aby bezpośrednio mapować na jej podstawie ekran o rozdzielczości 640x480 pikseli. Możliwość wypełnienia całości ekranu tekstem zrealizowana jest poprzez podział ekranu na bloki odpowiadające wielkości wyświetlanych liter. Proces obsługi VGA oblicza adres obecnie wyświetlanego bloku. Poprzez złożenie indeksu bloku pionowego i poziomego otrzymujemy magistralę adresującą aktualnie wyświetlany znak. Tak pozyskane dane stanowią część adresu fizycznego konkretnego, aktualnie wyświetlanego piksela. Taki sposób wyświetlania w znaczący sposób zmniejsza zużycie pamięci RAM w odniesieniu do mapowania bezpośredniego. Całkowite zużycie pamięci RAM w naszym układzie wynosi 40kbity. Na zbliżonej zasadzie odbywa się wyświetlanie ruchomej bitmapy. W zależności od ustawień jednego z multiplexerów możliwe jest wyświetlanie bitmapy ponad tekstem, lub w tle tekstu.

Na podstawie kodu języka VHDL odbywa się synteza do postaci schematu logicznego układu. Środowisko Xilinx ISE pozwala na wygenerowanie takiego schematu, którego fragment przedstawiający blok generowania sygnałów synchronizacji VGA i liczników pikseli widoczny jest na rysunku 5. Warto zauważyć, że jest to tylko jeden z wielu bloków. Wynika z tego fakt, że próba tworzenia takiego układu w postaci schematu logicznego byłaby bardzo czasochłonna i mało efektywna. Dodatkowo podczas procesu syntezy stworzony opis sprzętu jest optymalizowany i w zależności od zastosowanej składni języka HDL wykorzystane zostają dodatkowe zasoby układu tj. rejestry przesuwne, czy też bloki pamięci RAM. Znacząco obniża to całkowity obszar zużytych bloków logicznych (CLB) wewnątrz układu.



Rys. 5. Widok procesu VGA wygenerowanego przez środowisko ISE

3. Podsumowanie

Zastosowanie układu SPARTAN-3E do generowania obrazu VGA pokazuje próbkę możliwości jakie daje wykorzystanie układów FPGA. Środowisko ISE w wyniku syntezy i umieszczenia realizowanych zadań w układzie informuje o zużyciu 8% zasobów logicznych struktury. Widać zatem

jak mało wymagające jest generowanie obrazu VGA dla takiego układu i ujawnia przez to jego wielkie możliwości. Należy zauważyć, że układ można w pełni wykorzystać, gdy będzie on posiadał możliwość swobodnego operowania na zewnętrznej pamięci RAM. Wykorzystanie wewnętrznej pamięci należy pozostawić jako pamięć podręczną układu. Można powiedzieć, że w pewnym uproszczeniu zastosowanie układów FPGA w układach sterowania i przetwarzania cyfrowego ograniczone są przez wyobraźnię i wiedzę o realizowanych zadaniach przez tworzących skomplikowane urządzenia.

Literatura

- [1] Praca zbiorowa pod redakcją Józefa Kalisza, Język VHDL w praktyce, WKŁ, Warszawa 2002.
- [2] Zwoliński Mark, Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL, WKŁ, Warszawa 2007.
- [3] James P. Lynch, Nokia 6100 LCD Display Driver, New York, Lipiec 2007.
- [4] Clive Maxfieldm FPGA's instant access, Newnes 2009.
- [5] Digilent Basys board reference manual, Digilent 2007.
- [6] Ojrzeńska-Wójter Danuta. Jasiński Krzysztof, Układy FPGA. Możliwości powszechnego zastosowania, Przegląd telekomunikacyjny, nr 2-3/2008.
- [7] www.xilinx.com.
- [8] www.digilent.com.

UKŁADY MECHATRONIKI W POJAZDACH, SENSORY

1. Wprowadzenie

Pojęcie „mechatronika” (ang. mechatronics) tworzą dwa słowa – mechanika i elektronika. Powstało ono w 1969 roku w japońskiej firmie Yaskawa Electric Corporation i jest od 1971 roku chronione przez tę firmę jako nazwa handlowa [9,10]. Obiecująca, synergiczna filozofia wytwarzania maszyn inteligentnych pod nazwą mechatronika wyłoniła się z budowy maszyn i elektromechaniki, w wyniku postępu technicznego w mikroelektronice i technice komputerowej [15].

We współczesnych samochodach, dzięki rozwojowi mikroelektroniki, pojawia się coraz więcej urządzeń i układów elektronicznych [11]. W okresie trzech ostatnich dekad ilość systemów mechatronicznych pojazdu wzrosła z kilku do kilkudziesięciu, a ich koszt ma osiągnąć wkrótce 40% wartości pojazdu [13]. Nadzorują one pracę silnika z osprzętem, automatyczną skrzynię biegów i aktywne zawieszenie, układ kierowniczy, układ hamulcowy z ABS, układ stabilizacji dynamicznej toru jazdy ESP, układ oświetlenia oraz układy poprawiające komfort jazdy. Wzrost stosowania elektroniki w pojazdach samochodowych przyczynił się do rozwoju różnego typu czujników. Nadzorują one drogę i kąty, prędkość obrotową i jazdy, ciśnienia, przyspieszenie, temperaturę, przepływ mediów, stężenie gazów i wiele innych.

Rozpatrując system mechatroniczny uwzględniamy nie tylko aspekt energetyczny, tak jak dla klasycznych systemów mechanicznych, lecz także program sterujący przepływami sygnałów elektrycznych. Program ten jest zaimplementowany w komputerze generującym sygnały sterujące [2]. Zastosowanie oprogramowań komputerowych pozwala na wyeliminowanie wielu mankamentów [8]. Należyta jakość i szybkość przekazywania informacji od czujników do kilku odbiorników i układu sterującego zapewniają sieci transmisji danych. Obowiązują standardy ISO 9141-2, ISO 14230-4, SAE J1850 VPW (Variable Pulse Width), SAE J1850 PWM (Pulse Width Modulation), CAN (Controller Area Network) oraz sieci uzupełniające LIN (Local Interconnect Network), FlexRay i MOST. Spośród wszystkich protokołów transmisji danych stosowanych w pojazdach najbardziej zaawansowanym jest standard CAN 2.0 [12]. Pozwala on uzyskać wysokie wartości przesyłu informacji do ponad 500 kbit/s. W [6] można znaleźć więcej na temat sieci transmisji danych wykorzystywanych w przemyśle motoryzacyjnym.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Inżynierii Materiałowej, Koło Naukowe Zastosowań Mechatroniki ELMECH

Dzisiejsze pojazdy samochodowe są wyposażone w bardzo wiele układów elektroniki pojazdowej i działają w oparciu o sterowanie coraz częściej jednym integralnym komputerem. Podobnie jest w dziedzinie konstrukcji i sterowania nowoczesnych silników spalinowych. W najbliższych latach przewiduje się dalszy rozwój doładowanych silników o zapłonie samoczynnym z wtryskiem bezpośrednim, wyposażonych w złożone algorytmy regulacji układów zasilania [14]. Takie wyposażenie pojazdów jest również dużym wyzwaniem z punktu widzenia diagnostyki tych urządzeń. W [10] przedstawiono narzędzia do projektowania, symulacji i diagnostyki głównych układów mechatronicznych.

2. Czujniki stosowane w pojazdach samochodowych

Elementy, które ogólnie biorąc przekształcają nieelektryczny sygnał wejściowy w elektryczny sygnał wyjściowy, nazywają się sensorami [9]. Czujniki samochodowe muszą zapewnić wysoką dokładność pomiaru a przy tym charakteryzować się trwałością oraz niskimi kosztami konstrukcji i eksploatacji [4]. Działanie czujnika można wyrazić następującymi zależnościami matematycznymi;

Sygnału wyjściowego:

$$E = f(\Phi, Y1, Y2 \dots)$$

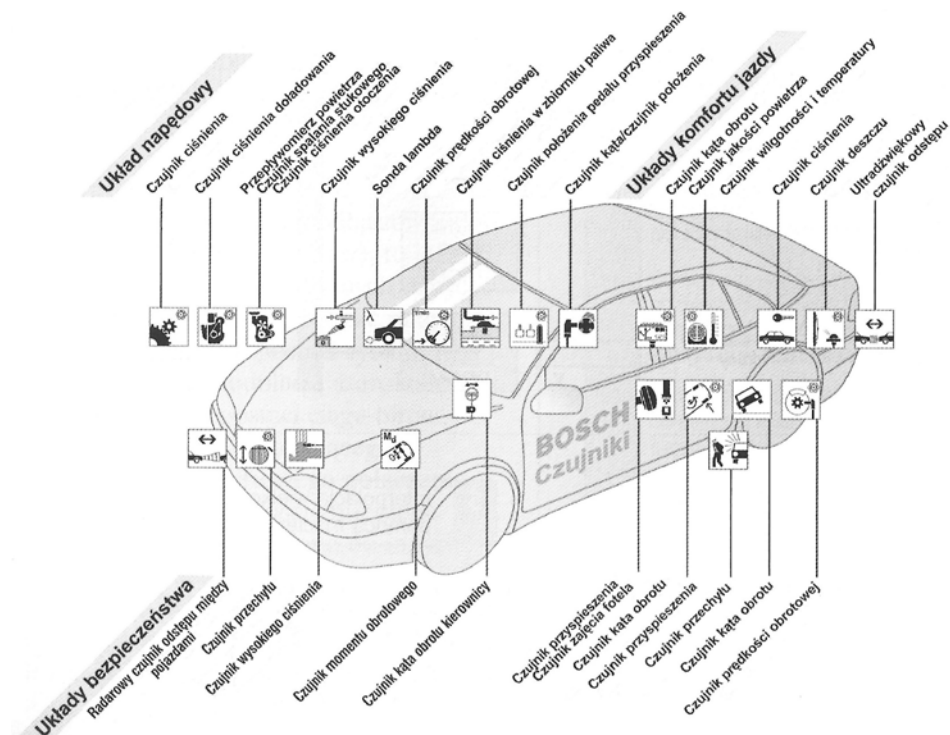
Oczekiwanej wartości wielkości mierzonej:

$$\Phi = g(E, Y1, Y2 \dots)$$

Jeżeli funkcje f lub g są znane, wówczas dla tego modelu czujnika, na drodze matematycznej, z sygnałów wyjściowych E i wielkości zakłócających Y_i możemy bezbłędnie obliczyć szukane wielkości mierzone [1]. Czujniki inteligentne (ang. smart sensor) uzyskują znacząco większe dokładności w porównaniu do czujników konwencjonalnych. Wynika to z powiązania z układami mikroelektroniki cyfrowej. W praktyce bardzo istotne jest właściwe dopasowanie, sposób i miejsce zamocowania oraz właściwa kalibracja czujnika.

Wyróżnić można bardzo wiele czujników wykorzystywanych w technice motoryzacyjnej i podzielić na przykład ze względu na zasadę działania. Są to czujniki; indukcyjne, hallotronowe, potencjometryczne, termistorowe, termoelektryczne, termoanemometry, tensometryczne, piezoelektryczne, ultradźwiękowe, radarowe i lidarowe, fotoelektryczne, elektrolityczno-rezystancyjne.

Na rysunku 1 przedstawiono schematyczne rozmieszczenie różnych rodzajów czujników z podziałem na poszczególne układy w pojeździe.

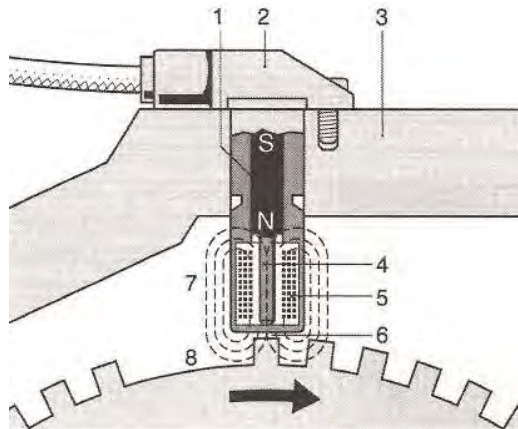


Rys. 1. Rodzaje czujników występujących w pojazdach samochodowych

Czujniki indukcyjne m.in. wykorzystywane są do pomiaru prędkości obrotowej silnika oraz kół samochodu w układach ABS, ASR, ESP (rys. 2).

Analiza sygnałów z czujników położenia wału korbowego i wału rozrządu pozwala precyzyjnie ustalić katowe położenie wału korbowego, rodzaj suwu w analizowanym cylindrze oraz mierzyć kąty faz rozrządu [7]. Do pomiaru względnego wału korbowego i rozrządu oraz prędkości obrotowej silnika stosuje się dwa typy czujników; jeden mierzący impulsy z wału rozrządu, drugi – mierzący prędkości i położenie wału korbowego.

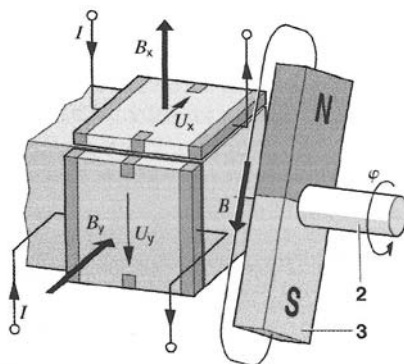
Czujniki reluktancyjne są odporne na zakłócenia elektromagnetyczne, nie wymagają zasilania i układów wzmacniających, a dodatkowym atutem jest niski koszt wykonania. Przykładem zastosowania czujnika indukcyjnego z cewką o ruchomym rdzeniu jest czujnik wzniosu iglicy rozpylacza we wtryskiwaczach silników o zapłonie samoczynnym. Stosowane są również w pomiarach prędkości obrotowej pompy wtryskowej silników o zapłonie samoczynnym oraz do prędkości jazdy, na przykład przez pomiar prędkości obrotowej wałka głównego skrzyni biegów. Innym zastosowaniem jest czujnik położenia pedału przyspieszenia i czujnik położenia zaworu, np. biegu jałowego silnika.



Rys. 2. Reluktancyjny czujnik prędkości obrotowej [15] 1 – magnes stały, 2 – korpus, 3 kadłub silnika, 4 – rdzeń magnesu, 5 – cewka, 6 – szczelina powietrzna 0,8 – 1,5 mm, 7 – pole magnetyczne, 8 – ferromagnetyczne koło impulsowe

Kolejnymi czujnikami powszechnie stosowanymi w samochodach są czujniki hallotronowe. Zjawisko Halla szczególnie intensywnie występuje w półprzewodnikach z przewodnictwem jednego typu (elektronowym lub dziurowym), przy czym jest ono tym intensywniejsze, im mniejsza jest koncentracja nośników i im większa jest ich ruchliwość [7]. Czujniki tego typu dzieli się na przełączniki i czujniki liniowe. Najczęściej są to czujniki sterujące pracą układów zapłonowych i sterowania dawką paliwa, jako czujniki położenia i obrotów wału korbowego oraz faz rozrządu, GMP i czujnika położenia pedału przyspieszenia.

Podobnie jak czujniki indukcyjne stosowane są w układach hamulcowych z ABS i układami stabilizacji toru jazdy oraz do pomiaru wzdłużnego i poprzecznego przyspieszenia pojazdu (rys. 3). Czujniki w układzie ABS mogą być wyposażone w układ różnicowy z dwoma przetwornikami Halla i układ rozpoznawania kierunku jazdy. Funkcja ta przydatna jest w sytuacji ruszania pod górę. W momencie sygnalizacji przez czujnik prędkości obrotowej ruchu kół do tyłu, bez włączonego biegu wstecznego, sygnał uruchamia układ ABS i koła zostają przyhamowane. Wraz z naciśnięciem na pedał przyspieszenia hamulce są zwalniane. Podobnie dzieje się gdy pojazd wyposażony jest w elektryczny hamulec postojowy i funkcję hill holder. Do pomiaru kąta otwarcia przepustnicy, położenia pedału przyspieszenia (driver-by-wire), kąta obrotu koła kierownicy, stopnia otwarcia szyb oraz natężenia prądu.



Rys. 3. Budowa czujnika wychylenia kąowego z przetwornikami Halla [1], 1 – płytki Halla, 2 – wałek obrotowy, 3 – magnes trwały

Potencjometry w mechatronice samochodowej są wykorzystywane jako czujniki położenia liniowego lub kąowego o maksymalnym kącie obrotu 270°. Jako ścieżki wykorzystuje się rezystory drutowe, spieki metaloceramiczne lub tworzywa przewodzące [7]. Połączenie ślizgowe odbywa się przez drugą ścieżkę stykową z materiału niskorezystancyjnego. Typowym przykładem takiego sensora jest czujnik położenia przepustnicy, działającego na zasadzie potencjometru obrotowego. Czujnik położenia przepustnicy umożliwia sterownikowi dokonanie funkcji obliczeniowych i na podstawie uzyskanych wyników reguluje dawkę paliwa i kątem wyprzedzenia zapłonu. Określenie kąta otwarcia przepustnicy pozwala na określenie czasie otwarcia wtryskiwacza. Jeżeli sygnał z czujnika położenia przepustnicy jest głównym sygnałem sterującym obciążenie silnika (brak przepływomierza), stosowane jest rozwiązanie o dwóch potencjometrach, z dwoma zakresami kąta. Zwiększa to dokładność pomiaru małych kątów.

W przypadku układów elektronicznego sterowania przepustnicą (E-Gas), potencjometr przepustnicy pełni funkcję czujnika kontrolującego stopień otwarcia przepustnicy przez silnik krokowy i działa w układzie sprzężenia zwrotnego. Sygnał z tego czujnika sprawdza czy przepustnica otwiera się zgodnie z położeniem wynikającym z kąta obrotu pedału przyspieszenia, mierzonego również potencjometrycznie. Z uwagi na bezpieczeństwo jazdy stosowane są równoległe dwa czujniki położenia pedału przyspieszenia. W autach z automatyczną skrzynią biegów dodatkowo wykorzystuje się styk maksymalnego wciśnięcia pedału przyspieszenia (kick-down). Sygnał napięciowy koryguje dawkę paliwa i włączony bieg w skrzyni biegów.

W systemach wtrysku benzyny L-Jetronic i wczesnych wersjach Motronic, obciążenie silnika oceniane jest na podstawie pomiaru objętościowego natężenia przepływu powietrza. Odbywa się to przez przepływomierz z tarczą spiętrającą umieszczony pomiędzy przepustnicą a filtrem powietrza. Dokładne dawkowanie paliwa zależy od masy powietrza. Jednostka sterująca musi przeliczyć objętość

zasysanego powietrza, znając gęstość i temperaturę czynnika przelicza ją na masę powietrza. W układzie elektrycznym przepływomierza znajduje się też wyłącznik pompy paliwa.

Sensory potencjometryczne stosowane są jako czujniki poziomu paliwa, kąta obrotu kierownicy, a także do pomiaru ciśnienia powietrza w układzie dolotowym, pomiaru położenia zębatej listwy regulacyjnej rzędowej pompy wtryskowej, pomiaru kąтового położenia nastawnika dawki paliwa rozdzielaczowej pompy wtryskowej oraz położenia zaworu EGR.

Do określenia stanu cieplnego silnika stosuje się czujniki temperatury – termistory bądź termopary. Charakterystyczną właściwością termistorów jest to, że spadkiem temperatury towarzyszy wzrost rezystancji [5]. Czujnik temperatury zawiera w swojej obudowie termistor typu NTC (ang. – Negative Temperature Coefficient), często używa się skrótu nazwy czujnika IAT (ang. – Inlet Air Temperature) [16]. Termistory typu PTC (ang. – Positive Temperature Coefficient) o dodatnim współczynniku temperaturowym rezystancji i termistory CTR (ang. –Critical Temperature Resistor) o skokowej zmianie rezystancji [7]. Czujniki termoelektryczne (termopary), stosuje się bardzo rzadko w pojazdach. Głównie wykorzystywane są na stanowiskach kontrolnych i badawczych na hamowniach.

Czujniki temperatury stosowane są do pomiaru temperatury; silnika (cieczy chłodzącej), powietrza w przewodzie dolotowym, oleju silnikowego, paliwa, wnętrza pojazdu oraz na zewnątrz pojazdu. Czujnik temperatury cieczy chłodzącej zbudowany jest z termistora typu NTC, umieszczony jest on w kolektorze dolotowym, w kadłubie silnika lub przy termostacie. Sterownik otrzymuje z czujnika napięcie, które podąża za zmianą temperatury cieczy chłodzącej. Sterownik wykorzystuje dane z czujnika do regulacji wielkości dawki wtryskiwanego paliwa i regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu.

W pojazdach samochodowych czujniki masowego natężenia przepływu znalazły zastosowanie do pomiaru przepływu powietrza w układach dolotowych silników. Przepływomierze analizujące sygnały elektryczne mierzą przepływy szybkozmiennie znacznie precyzyjniej od przepływomierzy spiętrających. Ta własność doprowadziła do zastępowania mechanicznych przepływomierzy elementami elektronicznymi. W układzie LE-Jetronic klapowy przepływomierz zastąpiono przepływomierzem masowym z „gorącym drutem” LH-Jetronic. Wyróżnić można przepływomierze powietrza z termoanemometrem drutowym warstwowym (HFM) oraz warstwowym rozpoznającym kierunek przepływu (HFM5).

Tensometria elektrooporowa znalazła powszechne zastosowanie do pomiarów ciśnienia w pojazdach. Czujniki ciśnienia z przetwornikami tensometrycznymi wykorzystuje się do pomiarów; ciśnienia w zasobniku paliwa silników diesla, ciśnienia w przewodzie dolotowym, ciśnienia doładowania, ciśnienia otoczenia, ciśnienia płynu hamulcowego.

Czujniki siły i momentu obrotowego z przetwornikami tensometrycznymi stosowane są w samochodach także do: pomiaru momentu i siły na kole kierownicy, bezstykowego pomiaru momentu napędowego i momentu hamowania, pomiaru obciążenia poszczególnych osi pojazdu przy elektronicznym rozdziale siły hamowania, pomiaru sił hamowania w elektrycznym obwodzie uruchamiania i regulacji hamulców, pomiaru siły i nacisku przy elektrycznym uruchamianiu szyb okien i okna dachowego [7]. Rezystory czułe na działanie nacisku mogą być wykonane jako maty tensometryczne. Są one stosowane w układach rozpoznawania zajęcia miejsca przez pasażera. Takie wykorzystanie sensorów pozwala na sterowanie i właściwe funkcjonowanie inteligentnych poduszek powietrznych oraz sygnalizować kierowcy np. niezapięcie pasów przez pasażera. Pozwala to analizować o zajęciu fotela przez pasażera o jego masie, polu powierzchni i o jakim rozstawie bioder. Podnosi to poziom bezpieczeństwa czynnego pojazdu.

Czujniki pojemnościowe działają na zasadzie zmiany pojemności elektrycznej pod wpływem wielkości nieelektrycznej. W pojazdach stosowane są czujniki o zmiennej odległości między elektrodami oraz o zmiennej wartości przenikalności elektrycznej względnej. Pierwsze z nich znalazły zastosowanie do pomiaru niewielkich ciśnień i do pomiaru przyspieszenia poprzecznego (w układzie stabilizacji toru jazdy), drugie jako czujniki bezwładnościowe drgań i przyspieszenia (w układach sterowania poduszek powietrznych i układach ABS, ESP). Pojemnościowe czujniki stosowane są również do pomiaru wilgotności powietrza wewnątrz pojazdu, a także w układzie pomiaru pochylenia pojazdu, jako część składowa układu alarmowego.

Czujniki piezoelektryczne do pomiarów przyspieszenia znajdują zastosowanie w mechatronice samochodowej jako czujniki przyspieszenia; wzdłużnego, bocznego w układach ESP, wyzwalające funkcjonowanie poduszki powietrznej i napinaczy pasów bezpieczeństwa przy zderzeniu. Wykorzystuje się je jako czujniki spalania stukowego w silnikach spalinowych oraz czujniki ciśnienia doładowania turbosprężarki.

W diagnostyce urządzeń samochodowych mają zastosowanie piezokwarcowe czujniki pomiaru dynamicznych zmian ciśnienia w przewodzie dolotowym silnika spalinowego lub reagujące na odkształcenie przewodu ciśnieniowego, np. przewodu wysokiego ciśnienia w układach wtryskowych, albo przewodu hamulcowego w hamulcach hydraulicznych [7].

Jednym z zastosowań czujników ultradźwiękowych są zestawy nadajnik-odbiornik określające odległość pojazdu od przeszkód i nadzorujące otoczenie pojazdu. Czujniki te doskonale nadają się do analizy położenia lub prędkości obiektów dużej gęstości. Stosowane także do oceny odległości innych pojazdów na drodze i w systemach bezpieczeństwa czynnego, autoalarmy. W "inteligentnych" systemach bezpieczeństwa czujniki ultradźwiękowe rozpoznają położenie pasażera względem poduszki powietrznej, co skutkuje dopasowaniem

charakterystyki napełnienia poduszki powietrznej. Tego typu czujniki spotyka się również w przepływomierzach.

W technice motoryzacyjnej do wykrywania, określania pozycji i zdalnego mierzenia prędkości pojazdów wykorzystuje się urządzenia z grupy radarów oraz lidarów [7]. Czujniki radarowe i lidarowe stosowane są w układzie adaptacyjnej regulacji prędkości jazdy ACC (ang. Adaptive Cruise Control). Prawidłowa praca układu ACC może być realizowana jedynie w powiązaniu z innymi układami sterowania w samochodzie, przede wszystkim zarządzającymi dynamiką jazdy, funkcjonowaniem silnika spalinowego i skrzyni biegów. Za pośrednictwem wewnętrznej sieci transmisji danych sygnały sterujące przekazują dane do sterownika silnika lub/i układu hamulcowego.

Dane dotyczące krzywizny toru jazdy uzyskuje się za pośrednictwem systemów GPS.

Czujniki optoelektroniczne znajdują zastosowania jako: czujniki oświetlenia otoczenia (do automatycznej regulacji intensywności podświetlenia tablicy rozdzielczej); sensory deszczu (wykrywanie kropel wody, uruchamianie wycieraczek, zamykanie szyb bocznych i szyberdachu); czujniki stopnia przepuszczalności światła przez szyby i zanieczyszczenia szkieł reflektorów; elementy lusterek elektrochromatycznych; czujnik zajęcia fotela; czujnik położenia różnych dźwigni; optoelektroniczne enkodery do określania kątowej pozycji koła kierownicy. Inne przykłady zastosowania to: pomiar prędkości obrotowej wału korbowego i położenia wałka rozrządu, kontrola pracy automatycznej klimatyzacji.

Ostatnia grupą czujników są czujniki elektrolityczno-rezystancyjne. Stosowane są do wykrywania zawartości tlenu w spalinach (sondy Lambda), sygnalizacji związków toksycznych (czujniki tlenków azotu), jakości napływającego powietrza do kabiny pojazdu oraz określenia wilgotności powietrza. Zasada działania czujników rezystancyjnych opiera się na skokowej zmianie ich rezystancji w wyniku pojawienia się pewnych jonów w materiale, z którego wykonany jest czujnik. Druga metoda polega na pomiarze siły elektromotorycznej ogniwa wykonanego z elektrolitu stałego [7]. Wyróżnia się rezystancyjne (tytanowa), napięciowe dwustanowe (cyrkonowe), planarne (płaskie) oraz szerokopasmowe sondy lambda.

3. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury stwierdzić można, że współczesne pojazdy są wyposażone w ogromną ilość systemów mechatronicznych mających wpływ na różne układy samochodu. Systemy mechatroniczne i ich rozwój, jako kolejny etap rozwoju jakości konstrukcji maszyn, wiążą się ściśle z rozwojem cybernetyki i ogólnej teorii systemów oraz

teorii informacji i zarządzania [17]. Użytkownicy pojazdu często nie zdają sobie sprawy jak wiele urządzeń czuwa nad jego prawidłowym funkcjonowaniem.

Coraz większa świadomość ekologiczna wymusza nowe dokładniejsze metody sterowania w pojazdach uwzględniające surowe normy środowiskowe. Spełnienie tych norm było by niemożliwe gdyby nie rozwój układów sterowanych komputerowo, wspieranych czujnikami będącymi generatorem informacji przekazywanej do głównego komputera. Elektronika, bez wątpienia, jeszcze bardziej wypełni samochód przyszłości, który będzie wysoce sprawny energetycznie, bardziej trwały i niezawodny, jednak wymagający obsługi przez coraz bardziej wyspecjalizowany serwis [3].

Literatura

- [1] Czujniki w pojazdach samochodowych. Informatory techniczne Bosch, Warszawa 2009.
- [2] Dwiliński L.: Podstawy eksploatacji obiektu technicznego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
- [3] Dziubiński M.: Badania elektronicznych urządzeń pojazdów samochodowych. Lublin 2004.
- [4] Dziubiński M.: Elektroniczne układy pojazdów samochodowych. Lublin 2003.
- [5] Dziubiński M., Ocioszyński J., Walusiak S.: Elektrotechnika i elektronika samochodowa. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1999.
- [6] Frykowski B., Grzejszczyk E.: Systemy transmisji danych, mechatronika samochodowa. WKiŁ, Warszawa 2010.
- [7] Gajek A, Juda Z.: Czujniki, mechatronika samochodowa. WKiŁ, Warszawa 2008.
- [8] Giergiel M., Hendzel Z., Żylski W.: Modelowanie i sterowanie mobilnych robotów kołowych. Wydawnictwo Naukowe PWN 2002.
- [9] Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika, komponenty, metody, przykłady. PWN, Warszawa 2001.
- [10] Isermann R.: Mechatronic systems – Innovative products with embedded control. Control Engineering Practice 16, 2008, str. 14 – 29.
- [11] Janiszewski T., Mavrantzas S.: Elektroniczne układy wtryskowe silników wysokoprężnych. WKiŁ, Warszawa 2004.
- [12] Lotko W.: Wybrane zagadnienia diagnostyki pojazdów. Politechnika Radomska, Radom 2007.
- [13] Puchalski A.: Modelowanie i symulacja podukładów mechatroniki samochodowej. Diagnostyka 3(51)/2009 s 101-104.
- [14] Sobieszkański M., Brzozowski K., Nowakowski J., Tekielak M.: Wpływ parametrów regulacyjnych silnika ZS na zawartość składników toksycznych i zadymienie spalin. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne, Warszawa Nr 3/2008 s. 53-61.

- [15] Turowski J.: Podstawy mechatroniki. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej, Łódź 2008.
- [16] Wendeker M.: Sterowanie napętnieniem w silniku samochodowym. Lublin, Lubelskie Towarzystwo Naukowe 1999.
- [17] Żółtowski B., Tylicki H.: Monitorowanie rozwoju uszkodzeń systemów mechatronicznych. Metody badań przyczyn i skutków uszkodzeń, XXXIII Zimowa Szkoła Niezawodności, Sekcja podstaw eksploatacji komitetu budowy maszyn PAN, Szczyrk 2005 s.586-603.

POMIAR TEMPERATURY W SILNIKACH SPALINOWYCH

1. Wprowadzenie

Spalinowy silnik tłokowy jest maszyną cieplną która przetwarza energię zawartą w paliwie na energię mechaniczną wytwarzając moment obrotowy służący do napędu różnych maszyn i urządzeń. Ogromna różnorodność zachodzących w nim procesów jest zainteresowaniem prac naukowych i badawczych [7,9]. Stosowanie zaawansowanych technologii i ciągłe ich rozwijanie zmuszają do ustawicznej weryfikacji warunków pracy maszyn i urządzeń oraz ich oddziaływania na środowisko naturalne.

Bardzo ważnym parametrem w prawidłowym funkcjonowaniu samochodowego silnika spalinowego jest temperatura. Temperatura jest jednym z parametrów stanu termodynamicznego ciała, układu [8]. Właściwe jej utrzymywanie podczas pracy zapewnia bezawaryjność silnika. We współczesnych silnikach nad stanem cieplnym czuwają czujniki temperatury połączone ze sterownikiem nadzorującym pracę całej jednostki napędowej.

1.1. Temperatura

Temperatura jest jednym z parametrów stanu termodynamicznego ciała charakteryzującym stopień jego nagrzania. Wykorzystując fakt iż od temperatury zależne są prawie wszystkie właściwości ciała np. długość, właściwości elektryczne, objętość itp., dokonuje się pomiaru temperatury jako zmiany jednej z tych właściwości. Na tej zasadzie funkcjonują urządzenia służące do pomiaru temperatury.

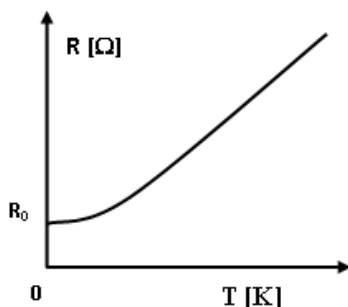
1.2. Elektryczny pomiar temperatury

Pomiar temperatury przyrządami elektrycznymi możliwy jest dzięki zmianie pewnych właściwości elektrycznych materiałów w zależności od temperatury. Do najczęściej stosowanych czujników wykorzystywanych do pomiaru temperatury silnika zaliczamy czujniki:

- rezystancyjne,
- termistory.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Zastosowań Mechatroniki ELMECH

Zasada działania czujników rezystancyjnych polega na wykorzystaniu zmienności rezystancji czynnego elementu czujnika pod wpływem temperatury. Większość metali wykazuje zwiększenie rezystancji ze wzrostem temperatury [8]. Rys. 1. przedstawia typową zależność oporu przewodnika metalowego od temperatury.



Rys. 1. Charakterystyka rezystancyjno-temperaturowa dla metali

W temperaturach wyższych jest to zależność liniowa, ale w pobliżu 0 K przechodzi w odcinek poziomy, gdzie opór nie zależy od temperatury. Wartość oporu, odpowiadająca odcinkowi poziomemu, oznaczona jako R_0 zależy od stanu zdefektowania sieci krystalicznej i zawartości domieszek w danej próbce.

W szerokim zakresie pomiarowym można przyjąć, że dobrą dokładność odwzorowania analitycznego charakterystyki rezystancyjno-temperaturowej materiału czujnika uzyskuje się stosując zależność [8]:

$$R_t = R_0 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (t - t_0) + \beta \cdot (t - t_0)^2 \right] \quad (1.1)$$

gdzie: R_t – rezystancja czujnika w temperaturze t , R_0 – rezystancja czujnika w temperaturze odniesienia t_0 , α , β – stałe zależne od materiału czujnika.

Czujniki rezystancyjne półprzewodnikowe – termistory, są to stałe półprzewodniki o dużym współczynniku termicznej zmiany rezystancji.

Zależność rezystancji od temperatury dla termistorów przedstawia wzór [8]:

$$R_t = A \cdot \exp(B/T) \quad (1.2)$$

gdzie: A – współczynnik odpowiadający rezystancji dla temperatury T dążącej do nieskończoności ($A=R_\infty$), B – stała materiałowa.

Wyróżniamy termistory:

- NTC – o ujemnym współczynniku temperaturowym (ang. Negative Temperature Coefficient) [1, 9] – wzrost temperatury powoduje zmniejszanie się rezystancji;
- PTC – o dodatnim współczynniku temperaturowym (ang. Positive Temperature Coefficient) [1, 4], wzrost temperatury powoduje wzrost rezystancji;
- CTR – o skokowej zmianie rezystancji (ang. Critical Temperature Resistor) [4] – wzrost powyżej określonej temperatury powoduje gwałtowną zmianę wzrost/spadek rezystancji.

Termistory wykonuje się z mieszaniny tlenków różnych metali np. niklu, kobaltu, miedzi, uranu, żelaza, aluminium.

Zaletą termistorów w stosunku do rezystorów metalowych jest możliwość uzyskania dużych czułości pomiaru, sięgających do 0,001 K. Dzięki dużej rezystancji termistora może być on wykorzystany do pomiaru temperatury w znacznych odległościach od przyrządu pomiarowego. Wadą jest starzenie się materiału z którego wykonany jest termistor co powoduje nieodwracalne zmiany jego właściwości.

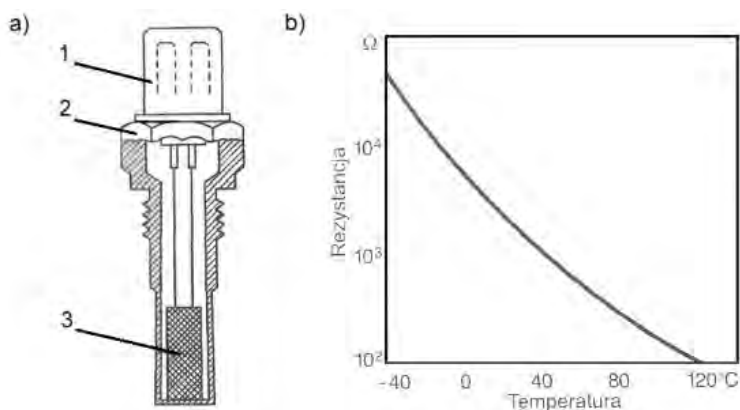
Czujniki termoelektryczne (termopary), stosuje się bardzo rzadko w pojazdach. Głównie wykorzystywane są one na stanowiskach kontrolnych i badawczych na hamowniach.

2. Zastosowanie czujników

Czujniki temperatury cieczy chłodzącej, zasysanego powietrza i paliwa odgrywają zasadniczą rolę w sterowaniu silnika. Na podstawie informacji z tych czujników sterownik silnika dobiera nastawy podania dawki paliwa i regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu lub wtrysku w silnikach o ZS.

Czujnik temperatury cieczy chłodzącej zbudowany jest z termistora typu NTC, umieszczony jest on w kolektorze dolotowym, w kadłubie silnika lub przy termostacie. Schemat takiego czujnika przedstawiono na Rys. 2.

Czujnik temperatury powietrza dolotowego wykorzystuje właściwości termistora, który jest elementem wykonanym z utlenionego niklu, kobaltu, magnezu, żelaza lub miedzi, stanowiących stop tych metali uzyskany w bardzo wysokiej temperaturze [3]. Jest umieszczany w kolektorze dolotowym lub jest zintegrowany z przepływomierzem powietrza [2]. Zadaniem przepływomierza w pojeździe jest pomiar ilości powietrza zasysanego przez silnik [1] i coraz częściej pomiar jego temperatury. Schemat przepływomierza, anemometru z gorącym drutem/gorącą warstwą przedstawiono na Rys. 3.

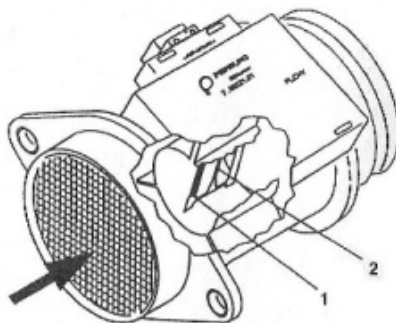


Rys. 2. Schemat czujnika temperatury typu NTC, 1- złącze elektryczne, 2 – obudowa, 3 – rezystor NTC, a), charakterystyka tego czujnika b)

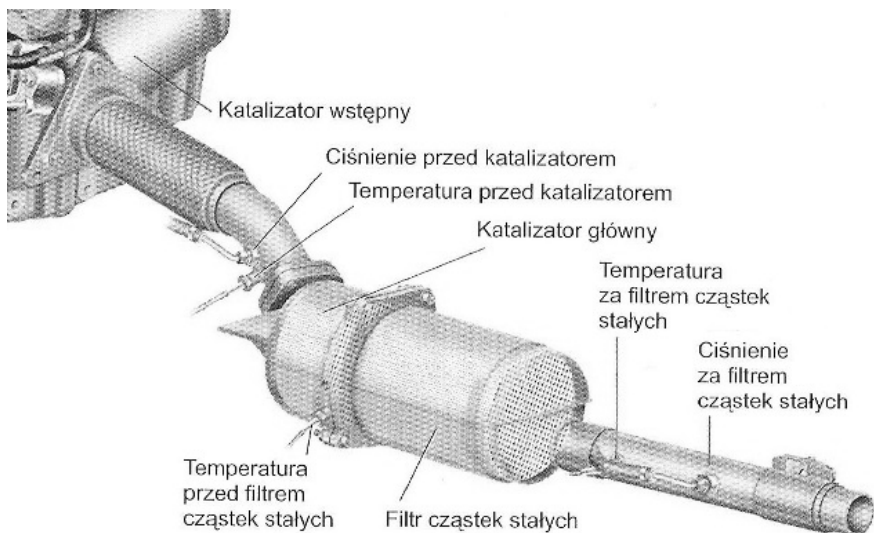
Czujnik temperatura paliwa umieszcza się w niskociśnieniowej części układu paliwowego. Jego sygnały służą korektom wielkości wtryskiwanej dawki paliwa [1]. Czujnik temperatury paliwa podobnie jak cieczy chłodzącej i powietrza dolotowego pracuje w zakresie temperatur $-40 \div 130^{\circ}\text{C}$.

Czujniki temperatury spalin wykorzystywane są głównie w układach oczyszczania spalin. Zakres pomiarowy tego czujnika to $40 \div 1000^{\circ}\text{C}$. Rezystor pomiarowy czujnika jest często wykonany z platyny [1].

Przykładem może być pojazd wyposażony w filtr cząstek stałych, w którym czujniki temperatury spalin zamontowane są w okolicy katalizatora głównego. Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na Rys 4. Służą one do nadzorowania pracy katalizatora i regeneracji filtra cząstek stałych. Jeśli zachodzi taka potrzeba sterownik silnika EDC uruchamia regenerację poprzez dotrysk paliwa, który podnosi temperaturę spalin.



Rys. 3. Ciepły przepływomierz Hot-Wire, 1 – rezystor mierzący temperaturę powietrza dolotowego, 2 – rezystor typu Hot-Wire [6]



Rys. 4. Usytuowanie czujników temperatury i ciśnienia w okolicy katalizatora głównego

Goście spaliny doprowadzają katalizator utleniający, umieszczony przed filtrem cząstek stałych, do wymaganej temperatury [5]. Efekt podgrzewania nadzorowany jest przez czujnik temperatury spalin przed katalizatorem i między katalizatorem a filtrem. W chwili osiągnięcia temperatury pracy następuje późny dotrysk paliwa, które przedostaje się do katalizatora powodując temperaturę zapłonu cząstek sadzy. Produktem spalania cząstek stałych jest dwutlenek węgla. Proces regeneracji kończy się po około 10 minutach, sterownik rozpoznaje to po sygnale z czujnika ciśnienia (spadek ciśnienia różnicowego).

3. Podsumowanie

Obciążenie cieplne silnika jest jednym z czynników wpływającym na wytrzymałość jego elementów konstrukcyjnych, a co za tym idzie trwałość i bezawaryjność. Zaprezentowany przegląd czujników temperatury obrazuje wpływ tego parametru na sterowanie procesem przygotowania mieszanki i spalania paliwa w silniku. Właściwe funkcjonowanie czujników temperatury i układu sterującego pracą silnika przyczynia się do mniejszego zużycia paliwa, mniejszej emisji toksycznych składników spalin a w skrajnych przypadkach może zapobiec awarii silnika np. na skutek przegrzania.

Literatura

- [1] Czujniki w pojazdach samochodowych. Informator techniczny Bosch. WKiŁ, Warszawa 2009.
- [2] Dziubiński M.: Badania elektronicznych urządzeń pojazdów samochodowych. Lublin 2004.
- [3] Dziubiński M., Ocioszyński J., Walusiak S.: Elektrotechnika i elektronika samochodowa. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1999.
- [4] Gajek A, Juda Z.: Czujniki, mechatronika samochodowa. WKiŁ, Warszawa 2008.
- [5] Günther H.: Układy wtryskowe Common Rail w praktyce warsztatowej. WKiŁ, Warszawa 2010.
- [6] Janiszewski T., Mavrantzas S.: Elektroniczne układy wtryskowe silników wysokoprężnych. WKiŁ, Warszawa 2004.
- [7] Mysłowski J., Talaga K.: Thermal loads of a piston in a diesel engine during startup. *Combustion Engines, PTNSS*, 2/2008.
- [8] Pomiary cieplne cz. I, podstawowe pomiary cieplne. WNT, Warszawa 1995.
- [9] Wendeker M.: Sterowanie napełnieniem w silniku samochodowym. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 1999.

DYSPERSJA CHROMATYCZNA W ŚWIATŁOWODOWYCH LINIACH TELEKOMUNIKACYJNYCH

1. Wprowadzenie

W artykule został poruszony problem dyspersji chromatycznej w liniach światłowodowych. Opisane zjawisko dyspersji chromatycznej dotyczy zależności paramentów ośrodka od długości fali w nim propagującej. Ponadto opisane zostały sposoby niwelowania wpływu destrukcyjnych skutków dyspersji chromatycznej na impulsy rozchodzące się w telekomunikacyjnych liniach światłowodowych.

Przedstawione metody eliminowania opisane w artykule można podzielić na: metody kompensacyjne, transmisję solitonową oraz zastosowanie światłowodów o zmodyfikowanych charakterystykach dyspersji.

Metody kompensacyjne polegają na wstawieniu w linie światłowodową kompensatora o przeciwnej wartości dyspersji w stosunku do linii światłowodowej, w której występuje problem dyspersji. Kompensator taki może być w postaci włókna o odwróconej (ujemnej) dyspersji, specjalnego światłowodu fonicznego o właściwościach podobnych do światłowodów kompensujących dyspersję czy kompensatorów w postaci światłowodowych siatek Bragga.

Transmisja solitonowa jest sposobem kompensacji dyspersji chromatycznej poprzez wykorzystanie drugiego z efektów zniekształcających sygnał – nieliniowości optycznej szkła kwarcowego.

W artykule zostały opisane również trzy sposoby pomiaru dyspersji chromatycznej: metoda impulsowa, metoda przesunięcia fazy oraz jej odmiana – metoda różnicowego przesunięcia fazy.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe FOTON

² Politechnika Lubelska, Katedra Elektroniki

OCENA PORÓWNAWCZA DOKŁADNOŚCI GEOMETRYCZNEJ WYBRANYCH CENTRÓW OBRÓBCZYCH

W artykule zaprezentowano wyniki oceny porównawczej odchyłek i błędów wybranych centów obróbkowych tej samej klasy. Oceny dokonano na podstawie przeprowadzonych testów urządzeniem Ballbar QC10. W pracy zawarto opracowaną metodykę badań zaaplikowaną podczas prowadzenia eksperymentu. Dokonano dyskretyzacji badanej przestrzeni obróbkowej punktami pomiarowymi identycznie rozłożonymi dla obydwu badanych centrów obróbczych. Uzyskane wyniki badań w postaci wartości średnich zestawiono w tabeli oraz zaprezentowano w postaci graficznej na wykresach.

1. Wprowadzenie

Zmniejszenie ryzyka produkcji braków i ponoszenia strat w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest jednym z priorytetowych celów działalności wytwórczej. Zachowanie najwyższych wymagań jakościowych wytwarzanych na obrabiarkach CNC wyrobów jest uwarunkowane dokładnością geometryczno – kinematyczną obrabiarki.

Wysoka dokładność i powtarzalność wymiarowa obrabianych przedmiotów jest możliwa dzięki temu, że nowoczesne obrabiarki mają sztywniejszą konstrukcję oraz dokładniejsze łożyskowanie wrzecion niż obrabiarki tradycyjne. Na dokładność obróbki ze strony maszyny technologicznej mają wpływ takie czynniki jak:

- dokładność geometryczna obrabiarki,
- dokładność kinematyczna obrabiarki,
- niezawodność układu sterowania,
- niezawodność i precyzja układów pomiarowo-kontrolnych.

W procesie eksploatacji zachodzą procesy zużyciowe i z czasem maszyna traci swoje pierwotne zdolności technologiczne. Systematyczna ocena stanu technicznego maszyny CNC jest zatem jednym z możliwych sposobów utrzymania wysokiej zdolności technologicznego wytwarzania.

Systemy diagnostyczne i kalibracyjne oferowane przez wiele firm pozwalają na wyznaczenie kluczowych parametrów obrabiarek i tym samym monitorowanie procesu produkcyjnego. Pozwalają na regulację, a zatem minimalizację wpływu błędów geometrycznych i kinematycznych na dokładność wytwarzania. Każda nowa obrabiarka (zanim trafi do klienta) jak również eksploatowana jest gruntownie testowana. Dzięki testom określane są

¹ Politechnika Lubelska, Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji

błędy i odchyłki, które można sklasyfikować na trzy główne grupy: luzy, błędy geometrii oraz błędy dynamiczne związane z regulacją napędów. Estymacja tych błędów umożliwia podjęcie działań wyprzedzających intensyfikujące się procesy zużyciowe maszyny poprzez wystarczająco wcześniej zaplanowane naprawy oraz remonty i regulacje.

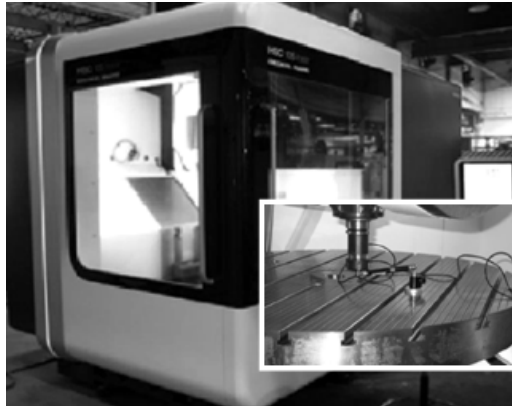
2. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono dla dwóch losowo wybranych centrów obróbkowych tej samej klasy, wyposażonych w różne systemy sterowania i napędy osi sterowanych numerycznie. Na rys. 1 przedstawiono pionowe centrum frezarskie FV580A ze sterowaniem Fanuc zaś rys. 2 przedstawia centrum obróbkowe HSC 105 linear, wyposażone w sterowanie firmy Heidenhain.



Rys. 1. Pionowe centrum frezarskie model FV580A

Oceny diagnostycznej wybranych centrów obróbkowych CNC dokonano urządzeniem QC10 Ballbar z różnymi prędkościami ruchu posuwowego ($v_f=500; 1000; 1500$ mm/min). Pomiary prowadzono na ramieniu pomiarowym o długości $R=150$ mm. Zestaw diagnostyczny, złożony z pręta teleskopowego kulowego (sonda diagnostyczna), przetwornika, listwy kalibracyjnej, ramion pomiarowych oraz końcówek i podstawki magnetycznej, zaprezentowano na rys. 3, jak również przedstawiono na rys. 1 i rys. 2.



Rys. 2. Centrum obróbkowe HSC 105 linear

Urządzenie diagnostyczne QC10 Ballbar pozwala na wykrywanie błędów geometrycznych występujących w układach napędowych obrabiarek CNC. Błędy identyfikowane systemem QC10 Ballbar można podzielić na dwie grupy:

- błędy testu (T),
- błędy maszyny (M).



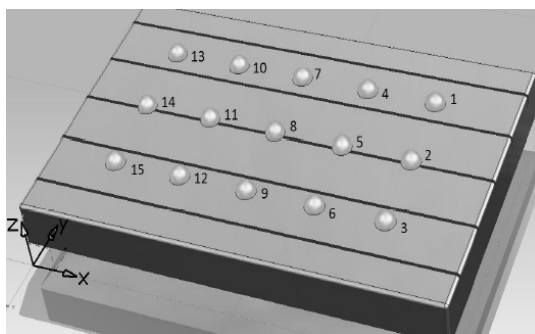
Rys. 3. Zestaw diagnostyczny obrabiarek CNC Q10 Ballbar

Najważniejsze, estymowane przez system QC10 Ballbar błędy, to:

- odchyłka okrągłości (Circularity error), (M),
- odchyłka prostokątności (Squareness), (M),
- błąd nawrotu (Reversal Spikers), (M),
- luz poprzeczny (Lateral play), (M),
- luz zwrotny (Backlash), (M),
- błąd prostoliniowości (Straightness), (M),
- błąd nadążania (Servomismatch), (M),
- błąd nieciągłości (Discontinuity), (T),

- błąd skali (Scale error), (*M*),
- błąd spirali (Spiral error), (*T*),
- błąd przełączania osi (Master-slave changeover), (*M*),
- błąd synchronizacji obrotów (Rotation), (*T*),
- błędy typu Stick-Slip, (*M*),
- błąd trój wypukłości (Tri-lob), (*T*),
- drgania (Machine vibrations), (*M*),
- zmiana offsetu (Offset Change), (*T*),
- błąd spowodowany zmianą promienia (Radius Change), (*T*),
- błąd cykliczny (Cyclic Error), (*M*).

Pomiary realizowano w punktach pomiarowych równomiernie rozłożonych w przestrzeni obróbkowej stołów badanych centrów obróbkowych. Przykładowy sposób rozłożenie punktów pomiarowych przedstawiono na rys. 4.

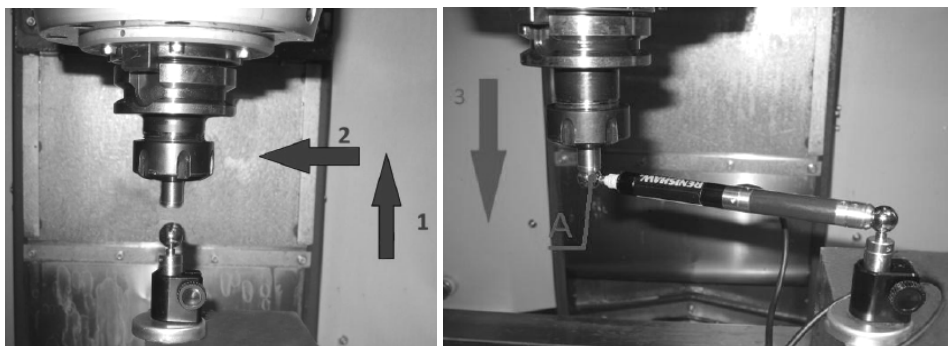


Rys. 4. Rozłożenie punktów pomiarowych w przestrzeni roboczej stołu obrabiarki, gdzie: 1,2,..15 są kolejnymi punktami pomiarowymi testu

Test QC10 wymaga wykonania przez maszynę interpolacji kołowej (ruchu po okręgu) w wybranej płaszczyźnie (XY, XZ, YZ – gdzie X, Y, Z są osiami sterowanymi numerycznie) dla ustalonej lokalizacji i posuwu. Pomiedzy wrzecionem a stołem maszyny mocowana jest sonda diagnostyczna (Ballbar), z przetwornikiem przemieszczeń, który bardzo dokładnie mierzy promień okręgu w całym zakresie ruchu maszyny (rys. 5). Do wykonania poprawnej analizy dokładności geometrycznej obrabiarki wymagane jest wykonanie pomiarów w zakresie ruchu 360° ($0 \div 360^\circ$), w obu kierunkach (zgodnie i przeciwnie do ruchu wskazówek zegara). Przebieg testu diagnostycznego realizowany jest wg programu - realizującego interpolację kołową, wprowadzonego do układu sterowania maszyny CNC. Aby w czasie pomiaru była zachowana stała prędkość ruchu posuwowego v_f , każdy właściwy ruch pomiarowy powinien być poprzedzony rozbiegiem i zakończony wybiegiem. W rezultacie otrzymujemy wykres, który odzwierciedla zmianę promienia podczas wykonywania ruchu po okręgu. Otrzymane wyniki pomiaru bezpośrednio wyznaczają parametr zwany odchyłką okrągłości w ruchu po okręgu. Jeżeli dana obrabiarka CNC nie

wykazuje błędów, wykres kołowy realizowanego ruchu powinien być idealnym okręgiem. Obecność jakichkolwiek błędów obrabiarki wprowadza zniekształcenia i odstępstwa od okręgu idealnego. Analizując taki wykres można określić źródła występowania tych błędów w układzie napędowym.

Parametrem bezpośrednio przekładającym się na dokładność obrabiarki jest tolerancja pozycjonowania opisująca sumaryczny błąd maszyny, mający zasadniczy wpływ na dokładność obrobionego przedmiotu.



Rys. 5. Montaż sondy diagnostycznej urządzenia QC10 Ballbar (1,2,3 kolejne kroki montażu) i przebieg pomiaru na obrabiarkie CNC

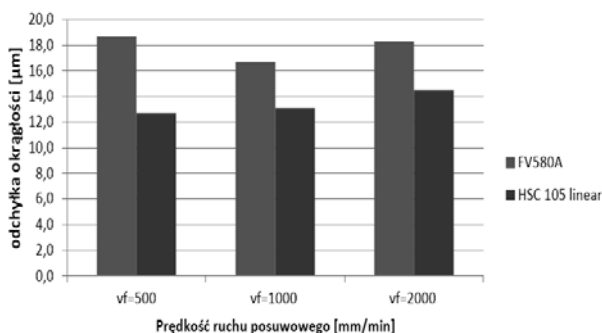
Na podstawie tego parametru możemy określić zdolność maszyny do wykonania przedmiotu dla zadanych tolerancji, pod warunkiem, że obróbka zostanie wykonana dla tych samych współrzędnych oraz przy tym samym posuwie co test.

3. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Uzyskane wyniki pomiarów zestawiono w tab. 1 oraz dokonano interpretacji graficznej wyników uzyskanych podczas pomiaru urządzeniem QC10 Ballbar.

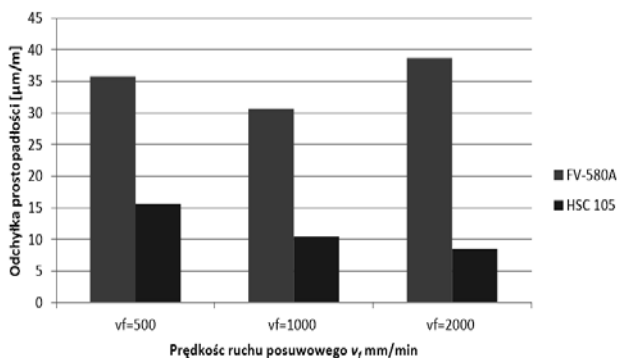
Tabela 1. Zestawienie wyników pomiaru pionowego centrum FV580A z pionowym centrum HSC105, dla kinematycznego pręta pomiarowego $R=150$ mm

Rodzaj błędu	Prędkość ruchu posuwowego [mm/min]					
	$v_f=500$		$v_f=1000$		$v_f=2000$	
	FV580A	HSC 105	FV580A	HSC105	FV580A	HSC 105
Odchyłka okrągłości [μm]	18,7	12,7	16,7	13,1	18,3	14,5
Odchyłka prostopadłości [$\mu\text{m}/\text{m}$]	35,8	15,7	30,7	10,5	38,7	8,5
Dodatni Luz zwrotny w osi X [μm]	0,5	0,5	0,4	-0,6	0,3	0,2
Dodatni błąd nawrotu w osi X [μm]	-6,9	-3,1	-7,7	2,3	-6,8	3,5



Rys. 6. Porównanie odchyłki okrągłości obrabiarki FV580A z odchyłką obrabiarki HSC 105 linear

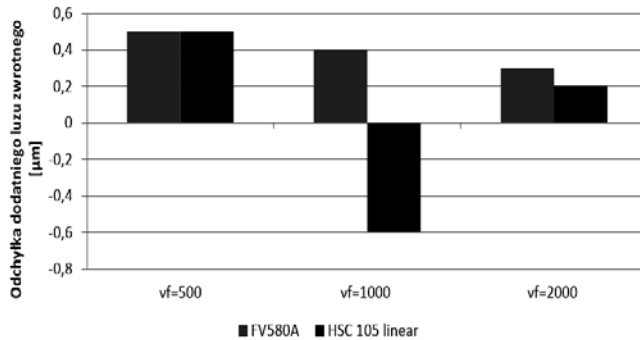
Na rys. 6 przedstawiono odchyłkę okrągłości dla dwóch pionowych centrów obróbkowych FV580A firmy MOC MECHANICY oraz HSC 105 firmy DMG. Zaobserwowano że dla każdej prędkości ruchu posuwowego obrabiarka FV580A posiada większe odchyłki okrągłości. Maksymalna odchyłka okrągłości dla obrabiarki FV580 wynosi 18,7 μ m. Dla obrabiarki HSC 105 odchyłka maksymalna występuje dla prędkości ruchu posuwowego $vf=2000$ mm/min i wyniosła 14,5 μ m.



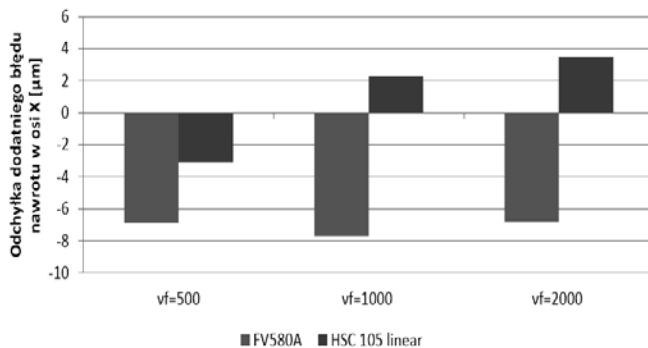
Rys. 7. Porównanie odchyłki prostopadłości osi obrabiarki FV580A i HSC 105 linear

Na rys. 7 przedstawiono wykres odchyłki prostopadłości dla obrabiarki FV580A oraz obrabiarki HSC 105. Zaobserwowano że odchyłki dla obrabiarki FV580A przybierają wartości dodatnie oraz, są ponad dwukrotnie większe niż odchyłki prostopadłości obrabiarki HSC 105 firmy DMG. Dla obrabiarki HSC 105 przy prędkości ruchu posuwowego $vf=500\div 2000$ mm/min zaobserwowano spadek wartości odchyłek prostopadłości. Maksymalną wartość odchyłki prostopadłości zaobserwowano dla prędkości ruchu posuwowego $vf=2000$ mm/min i wynosi ona 38,7 μ m/m. W oparciu o rys. 8 zauważono że dla

prędkości $v_f=500\text{mm/min}$ odchyłki luzu zwrotnego dla obu obrabiarek, przyjmują identyczne wartości. Natomiast dla prędkości ruchu posuwowego $v_f=1000\text{mm/min}$, zaobserwowano dla obrabiarki HSC 105 znaczny wzrost odchyłki dodatniego luzu zwrotnego. Dla prędkości ruchu posuwowego $v_f=2000\text{mm/min}$, odchyłki dodatniego luzu zwrotnego ponownie przybierają zbliżone wartości na poziomie $0,3\mu\text{m}$. Maksymalna odchyłka jaką zaobserwowano wystąpiła dla obrabiarki HSC 105 przy prędkości ruchu posuwowego $v_f=1000\text{mm/min}$.



Rys. 8. Porównanie odchyłki dodatniego luzu zwrotnego obrabiarki FV580A z odchyłką obrabiarki HSC 105 linear



Rys. 9. Porównanie odchyłki dodatniego błędu nawrotu obrabiarki FV580A z odchyłką obrabiarki HSC 105 linear

Analizując rys. 9 możemy zważyć dla obrabiarki HSC 105 linear, tendencyjny wzrost odchyłki błędu nawrotu. Wraz ze wzrostem prędkości ruchu posuwowego v_f , zmienia się wartość odchyłki z ujemnej na dodatnią. Dla obrabiarki FV580A zaobserwowano, w całym zakresie prędkości ruchu posuwowego ujemne wartości odchyłki luzu zwrotnego. Największe odchyłki

występują dla obrabiarki FV-580A przy prędkości ruchu posuwowego na poziomie $v_f=1000\text{mm/min}$.

4. Podsumowanie

W niniejszej pracy dokonano oceny porównawczej wyników błędów i odchyłek pionowego centrum obróbczego diagnostyki technicznej obrabiarki CNC. Diagnostykę stanu technicznego obrabiarki przeprowadza się okresowo, korzystając z zewnętrznych urządzeń diagnostycznych. Rozróżniamy różne metody kontroli stanu obrabiarki. Metody oparte na interferometrii laserowej, bądź też metoda HMS do pomiaru obrabiarek pięcioosiowych. Jednak jednym z najbardziej powszechnych urządzeń do kontroli obrabiarek, jest urządzenie QC10 Ballbar firmy Renishaw. System QC10 Ballbar jest urządzeniem które umożliwia wykrycie błędów geometrycznych i dynamicznych obrabiarki, które występują w układach napędowych CNC. Jest zarazem jednym z lepszych systemów do kontroli stanu obrabiarki. Ponieważ oprócz sprawdzania dokładności obrabiarki, program dostarczony razem z urządzeniem pozwala na szereg innych czynności, takich jak symulację błędów, bądź też tworzenie historii pomiaru obrabiarki. Jednak oprócz szeregu zalet urządzenie QC10 Ballbar posiada również wady. Podczas dokonywania pomiarów należy szczególnie zwracać uwagę na kabel łączący kinematyczny pręt kulowy z komputerem. Obracające się elementy mogą spowodować uszkodzenie urządzenia. Firma Renishaw rozwiązała problem związany z kablem łączącym. Skonstruowano nowe urządzenie pomiarowe QC20-W Ballbar, działające na podobnej zasadzie jak QC10 Ballbar, lecz transmisja danych do komputera następuje bezprzewodowo. Takie rozwiązanie pomogło rozwiązać problem występujący QC10.

W efekcie prowadzonych badań eksperymentalnych, na pionowym centrum frezarskim FV-580A stwierdzono że w pewnym obszarze pomiarowym, otrzymano odchyłki o wartościach znacznie większych, niż w pozostałych lokalizacjach. Punkty charakterystyczne, w których najczęściej występowały odchyłki o podwyższonych wartościach to: 3, 6, 9, 12, 15, (rys. 4). Punkty te, leżą w jednej linii równoległej do osi sterowanej X. Takie rozmieszczenie sugeruje lokalne zużycie prowadnic obrabiarki. Podczas dokonywania pomiarów na pionowym centrum frezarskim

FV-580A, nie zauważono czynników zewnętrznych mogących mieć wpływ na bezpośrednie wyniki pomiaru.

Przeprowadzone badania wskazują na wyższą dokładność geometryczną centrum obróbczego HSC 105 linear w stosunku do centrum FV580A. Znajomość odchyłek i błędów centrum frezarskiego FV580A pozwoli na optymalne projektowanie remontów i napraw.

Literatura

- [1] Bryan J.B.: A simple method for testing measuring machines and machine tools; Part 1: Precision Engineering 1982; 4, 2: 61.
- [2] Bryan J.B.: A simple method for testing measuring machines and machine tools; Part 2: Precision Engineering 1982; 4, 3: 125.
- [3] Curran E., Phelan P. Quick check error verification of coordinate measuring machines; Journal of Materials Processing Technology 2004; 155-156: 1207-1213 .
- [4] Durica, I., Kuric, I.: Calibration and machine performance monitoring. 9th International Conference Automation in Production Planning and Manufacturing, Zilina 2008.
- [5] Honczarenko J., Kwaśniewicz J. Nowe systemy pomiarowe do sprawdzania dokładności obrabiarek CNC. Mechanik 2008; 12: 1012-1016.
- [6] Józwik, J. i in.: Diagnostyka obrabiarek sterowanych numerycznie na przykładzie szybkiego testu QC10. Maintenance and Reliability, nr 3/2010.
- [7] Józwik, J., i inni. Prognozowanie dokładności obrabiarki CNC na podstawie szeregu czasowego. Cz. 1. Wybrane urządzenia diagnostyczne obrabiarek CNC. Published by Scientific and Technical Society at the University of Zilina. Slovakia, 2009.
- [8] Józwik, J., i inni. Prognozowanie dokładności obrabiarki CNC na podstawie szeregu czasowego. Cz. 2. Prognozowanie odchyłki okrągłości i prostopadłości osi obrabiarki CNC. Published by Scientific and Technical Society at the University of Zilina. Slovakia, 2009.
- [9] Józwik, J., Sidor T.: Ocena odchyłki prostopadłości osi obrabiarki sterowanej numerycznie z wykorzystaniem systemu QC10 ballbar . „Postępy Nauki i Techniki” Advances in Science and Technology. Wydawca: Oddział SIMP w Lublinie. Nr 4/2010, s. 91-102. 2010.
- [10] Kakino Y., Ihara Y., Shinohara A. Accuracy Inspection of NC Machine Tools by Double Ball Bar Method, Hasanser Verlag Publishers, 1993.
- [11] Lei W.T., Sung M.P., Liu W.L., Chuang Y.C. Double ballbar test for the rotary axis of five-axis CNC machine tools. International Journal of Machine Tools and Manufacture 2007; 47, 2: 273-285.
- [12] Nakazawa H., Ito K. Measurement system of contouring accuracy on NC Machine Tools. Bull. Japan Soc. Prec. Eng. 1978; 12, 4: 189.
- [13] PN-ISO 230-4:1999 – Przepisy badania obrabiarek. Badania okrągłości w obrabiarkach sterowanych numerycznie.
- [14] Qiu H., Nishitani H., Kubo A., Yamamoto J., Hirakawa I. Examinations on Motion Accuracy Evaluation Based on the Ball Bar Test for a Machining Center; Bulletin of the Faculty of Engineering Kyushu Sangyo University 2003; 40:11-18.
- [15] Rżysko T.: Nowe systemy pomiarowe do stosowania na tokarkach CNC. Mechanik 2001; 10 (74): 665.
- [16] Schwenke H., Knapp W., Haitjema H., Weckenmann A., Schmitte R., Delbressine F.: Geometric error measurement and compensation of machines—An update. CIRP Annals - Manufacturing Technology 2008; 57, 2: 660-675.
- [17] Staniek, R.: Badanie dokładności obrabiarek Szybkim Testem QC10 (Ballbar). Praca niepublikowana. Poznań 2005.

- [18] Szafarczyk, M.: Urządzenie do sprawdzania dokładności obrabiarek 5-osiowych. *Mechanik* 2005; 4 (79), 268.
- [19] Ślązak Ł. Magdziak M. Nowoczesne systemy pomiaru przedmiotów na obrabiarkach NC. *Mechanik* 2007; 5-6 (81): 483 ÷ 489.
- [20] Uhlmann E., Hohwieler E., Geisert C.. Monitoring of Slowly Progressing Deterioration of CNC-Machine Axes. 2nd I'PROMS Virtual International Conference 3–14 July 2006 Intelligent Production Machines and Systems. Copyright © 2006 Elsevier Ltd., 2006.
- [21] Weikert S. R-Test, a New Device for Accuracy Measurements on Five Axis Machine Tools, *CIRP Annals* 2004; 53, 1: 429 .
- [22] Wypysiński R.: Wektorowa metoda sprawdzania maszyn NC na przykładzie tokarek. XI Konferencja Naukowo-Techniczna Automation 2007. Warszawa: *Pomiary Automatyka Robotyka* 2007.
- [23] Wypysiński R.: Zastosowanie niezależnego układu współrzędnych do badania dokładności maszyn NC. XII Konferencja Naukowo-Techniczna Automation 2008. Warszawa: *Pomiary Automatyka Robotyka* 2008.
- [24] Wypysiński R.: Vector Bar for accuracy testing of NC lathes, IV International Conference on Machining and Measurement of Sculptured Surfaces, No A/2/MMSS06.

Kamil LADA, Konrad PRZEWORSKI, Grzegorz DZIUBIŃSKI,
Sylwester GOŁAWSKI, Piotr STĘPNIAK ¹,

APLIKACJA ALGORYTMÓW SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH W LABVIEW

W pracy przedstawiono działanie oraz implementację w środowisku LabVIEW podstawowych algorytmów sztucznych sieci neuronowych. Spośród znanych modeli, najefektywniejszymi i najłatwiejszymi do zaprogramowania są modele sieci wielowarstwowej i sieci Hopfielda. Algorytm ma za zadanie na podstawie podanych mu ciągów uczących oraz parametrów uczenia i innych danych wygenerować taki zestaw wag wyjściowych dla poszczególnych połączeń neuronów, aby w rezultacie móc według nich określić poziom istotności danych wektorów wejściowych.

W założeniach projektu zaproponowano następujące wymagania aplikacyjne dla kontrolki LabVIEW – użytkownik podaje strukturę topologiczną, liczbę ewentualnych warstw sieci, liczbę neuronów dla każdej z nich oraz wektor danych wejściowych.

W ramach działania poszczególnych modułów, najpierw losowane są wagi początkowe, a następnie przetwarzane są wektory wejściowe. Inny moduł odpowiada za obliczanie błędów na wyjściach sieci i ich wsteczne propagowanie. W końcu algorytm adaptuje wagi i oblicza błąd dla każdej epoki. Dzięki zastosowaniu przetwarzania równoległego, algorytm może działać o wiele szybciej, a umieszczenie danych w macierzach upraszcza schemat projektu, gdyż program ogranicza się do zastosowania kilku dużych pętli.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Magnetron

Magdalena LIPIEC¹,
Andrzej MILCZAK¹, Jacek KAPICA²,

WPLYW CYFROWEJ OBRÓBKI SYGNAŁU EKG NA JEGO INTERPRETACJĘ

Badanie elektrokardiograficzne polega na rejestracji elektrycznej aktywności serca w funkcji czasu. Jest to jedno z najczęściej wykonywanych badań dodatkowych zarówno w medycynie jak i w weterynarii. Pozwala ono wykryć szereg zaburzeń czynnościowych i anatomicznych mięśnia sercowego. Podstawowym warunkiem klinicznej przydatności tego badania jest uzyskanie poprawnego technicznie zapisu prądów czynnościowych serca - elektrokardiogramu. Jednym z istotnych źródeł zakłóceń i artefaktów obserwowanych w elektrokardiogramie jest aktywność elektryczna mięśni szkieletowych związana z aktywnością ruchową pacjenta. O ile w przypadku wykonywania badania u człowieka możemy ją wyeliminować, o tyle u zwierząt następuje to wiele trudności.

W celu eliminacji wpływu aktywności motorycznej na jakość zapisu wykorzystuje się metody elektronicznej obróbki sygnału. Elektrokardiogramy, w których wyeliminowano np. dryft linii bazowej są czytelniejsze a tym samym. łatwiejsze do interpretacji.

1. Cel pracy

Celem pracy było zbadanie wpływu różnych metod filtrowania sygnału na jego diagnostyczną informatywność.

2. Materiał i metody

Materiałem do badań był zapis elektrokardiograficzny pochodzący od zdrowego psa rasy mieszanej, płci żeńskiej w wieku 3 lat. W trakcie rejestrację sygnału zwierzę stało. Sygnał EKG był pozyskiwany za pomocą aparatu EKG typ Multicard E-30 poprzez kartę pomiarową o rozdzielczości 12 bitów z częstotliwością 2000 S/s (próbek na sekundę). Wizualizacja, archiwizacja danych oraz filtracja sygnału była wykonana w aplikacjach stworzonych w środowisku LabView.

Analizie poddano wybrany losowo, czterosekundowy przebieg sygnału. W celu usunięcia dryftu linii bazowej sygnał był poddany filtracji przy użyciu

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych Zwierząt

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Podstaw Techniki

górnoprzepustowych filtrów cyfrowych: Czebyszewa I rodzaju czwartego rzędu, Butterwortha czwartego rzędu, a także metodą dekompozycji falkowej.

3. Wyniki i omówienie

Ciekawą i z fizjologicznego punktu widzenia, niezwykle ważną właściwością komórek mięśnia sercowego jest ich zdolność do okresowych, rytmicznych zmian potencjału elektrycznego na ich powierzchni. Zmiany tego potencjału odbywają się w warunkach zdrowia w sposób uporządkowany i wiążą się ze skurczem lub rozkurczem komórek mięśniowych. Poszczególne obszary mięśnia sercowego mają w danej chwili różne potencjały elektryczne. Możemy je rejestrować w sposób nieinwazyjny za pomocą elektrod umieszczonych na skórze zwierzęcia w odległych od siebie punktach. Najbardziej typowym sposobem rejestracji zmian potencjału mięśnia sercowego jest elektrokardiogram. Można go traktować jako wykres zmiany w czasie różnicy potencjałów pomiędzy elektrodami rejestrującymi, umieszczonymi na skórze zwierzęcia. Funkcja ta przyjmuje wartość zerową w okresach, w których mięsień sercowy nie wykazuje aktywności elektrycznej. Taki przedział elektrokardiogramu nosi w nomenklaturze medycznej miano linii izoelektrycznej. W okresach pobudeń elektrycznych funkcja przyjmuje wartości dodatnie bądź ujemne w zależności od polaryzacji elektrod. Przebieg funkcji w tych przedziałach jest dość charakterystyczny dla poszczególnych faz aktywności elektrycznej serca. Do celów medycznych przedziały w których omawiana funkcja jest rosnąca, malejąca lub przyjmuje wartości ekstremalne, określa się mianem załamek (P, Q, R, S, T), odcinków lub odstępów [2].

W procesie diagnostycznym elektrokardiogram analizowany jest przez lekarza, który uwzględnia ukształtowanie poszczególnych załamek, położenie odcinków względem linii izoelektrycznej oraz inne cechy zapisu. Zbyt wysokie lub zbyt niskie załamki, nietypowa długość odcinków oraz zbyt wysokie lub zbyt niskie ich usytuowanie względem linii izoelektrycznej świadczy o zaburzeniach, które często są charakterystyczne dla określonych chorób [2].

W badaniu elektrokardiograficznym rejestrowane są także różnice potencjałów generowane przez inne tkanki ustroju. Powoduje to zniekształcenie zapisu i utrudnia jego interpretację. Najpoważniejszym źródłem zakłóceń sygnału EKG jest aktywność elektryczna mięśni szkieletowych. Ruchy zwierzęcia podczas badania powodują fluktuację linii izoelektrycznej.

Tego rodzaju zakłócenia sprawiają, że wysokość poszczególnych załamek trudno jest właściwie ocenić. Niejednokowy woltaż załamek R obserwuje się w rozstrzeni mięśnia sercowego. W zniekształconym zapisie EKG trudno też właściwie ocenić położenie poszczególnych odcinków względem linii izoelektrycznej. Olbrzymie znaczenie w diagnostyce kardiologicznej ma ocena

odcinka ST. Jego nadmierne uniesienie lub obniżenie spotyka się w niedotlenieniu mięśnia sercowego.

Ponieważ zakłócenia wywołane ruchami zwierzęcia trudno jest wyeliminować, dlatego dla poprawy czytelności zapisu stosuje się w praktyce różne metody ich usuwania [1]. W przeprowadzonych badaniach w celu usunięcia dryftu linii bazowej sygnał był poddany filtracji przy użyciu górnoprzepustowych filtrów cyfrowych: Czebyszewa pierwszego rodzaju czwartego rzędu, Butterwortha czwartego rzędu, a także metodą dekompozycji falkowej.

Charakterystyki amplitudowe i fazowe filtrów (dla częstotliwości granicznej 2 Hz) są przedstawione na rysunkach 1 i 2.

Filtracja sygnału za pomocą dekompozycji falkowej polegała na rozłożeniu sygnału na 10 poziomów szczegółowości oraz aproksymację. Rozkładu dokonano przy użyciu falki db6 (falka Daubechies), po czym dokonano ponownej syntezy sygnału odrzucając dziesiąty poziom szczegółowości oraz aproksymację.

Zniekształcenie sygnału obserwowane przy filtrowaniu sygnału za pomocą filtrów Czebyszewa i Butterwortha wynikają z tego, że dla różnych częstotliwości widma sygnału wprowadzają one różne przesunięcie fazowe. Zarówno w przypadku filtru Czebyszewa jak i Butterwortha, dla częstotliwości granicznej 2 Hz przesunięcia fazowe poszczególnych fragmentów widma są znaczne do częstotliwości 10 Hz. Z kolei sygnał EKG w tej części widma niesie wiele istotnych informacji o stanie klinicznym pacjenta.

Filtr Butterwortha jest zaprojektowany tak, aby jego charakterystyka amplitudowa była jak najbardziej płaska w paśmie przepustowym. Stromość charakterystyki może być zwiększona poprzez zwiększenie rzędu filtru, powoduje to jednak zwiększenie obciążenia procesora. Charakterystyka fazowa jest silnie nieliniowa. Odpowiedź filtru jest dana równaniem [3]:

$$|H(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \omega/\omega_c} \quad (1)$$

w którym ω oznacza częstotliwość kątową, ω_c – graniczną częstotliwość kątową a N – rząd filtru.

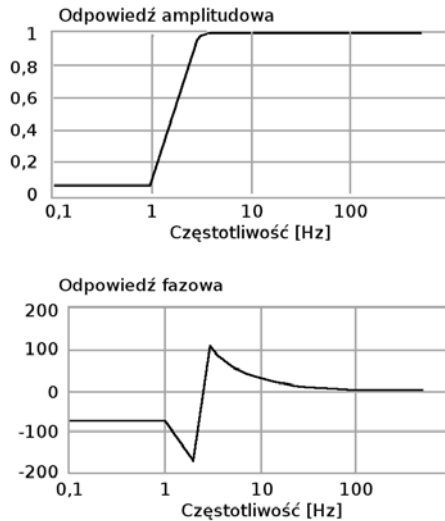
Odpowiedź filtru Czebyszewa I rodzaju jest dana równaniem [3]:

$$|H(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \varepsilon^2 C_N^2(\omega/\omega_p)} \quad (2)$$

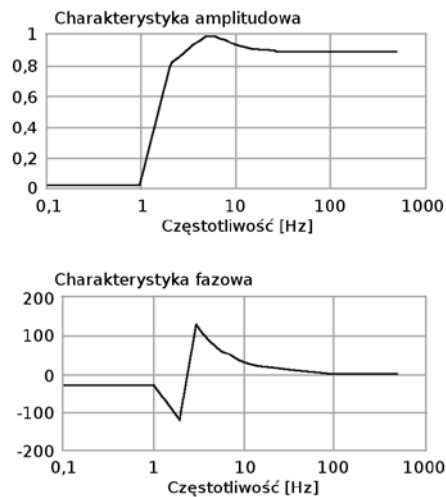
w którym ω oznacza częstotliwość kątową, ω_p – stałą skalowania częstotliwości, C_N – wielomian Czebyszewa N-tego rzędu a ε - stałą skalującą, przy czym:

$$C_N(\omega/\omega_p) = \begin{cases} \cos[N \cos^{-1}(\omega/\omega_p)], & \text{dla } |\omega| \leq \omega_p \\ \cosh[N \cosh^{-1}(\omega/\omega_p)], & \text{dla } |\omega| \geq \omega_p \end{cases} \quad (3)$$

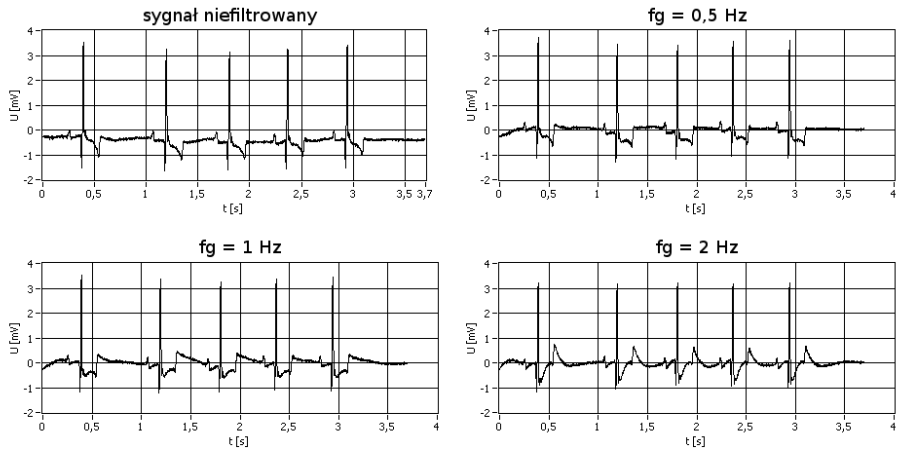
Pasmo przepustowe charakteryzuje się tętnieniami, które są zdeterminowane czynnikiem ϵ . Filtr tego typu charakteryzuje się większą stromością charakterystyki w porównaniu do filtra Butterwortha, jednak charakterystyka fazowa jest również silnie nieliniowa.



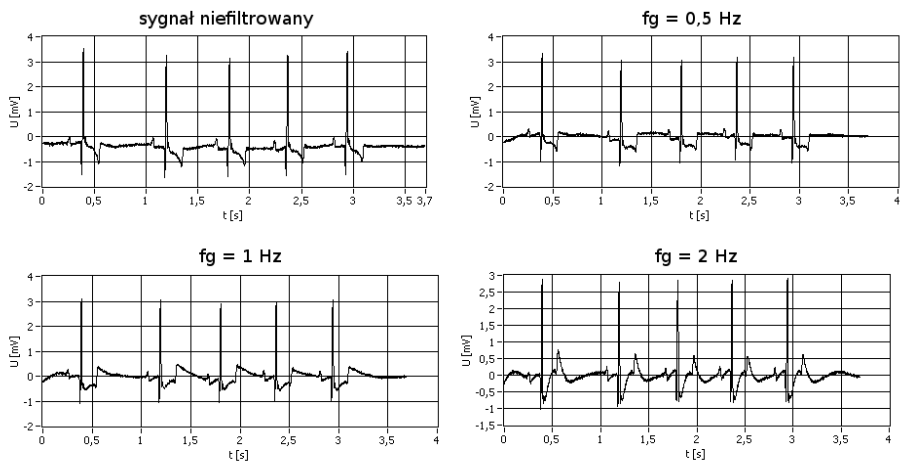
Rys. 1. Charakterystyka amplitudowa oraz fazowa filtra Butterwortha czwartego rzędu dla częstotliwości granicznej 2 Hz



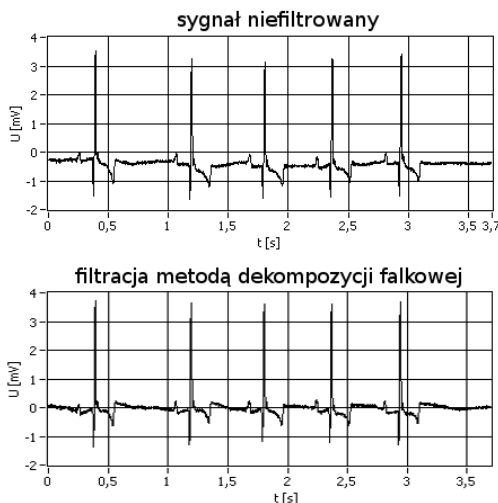
Rys. 2. Charakterystyka amplitudowa oraz fazowa filtra Czebyszewa pierwszego rodzaju czwartego rzędu dla częstotliwości granicznej 2 Hz



Rys. 3. Porównanie rezultatów filtracji sygnału EKG dla filtra Butterwortha czwartego rzędu dla różnych wartości częstotliwości granicznej f_g



Rys. 4. Porównanie rezultatów filtracji sygnału EKG dla filtra Czebyszewa I rodzaju czwartego rzędu dla różnych wartości częstotliwości granicznej f_g



Rys. 5. Przykład filtracji sygnału za pomocą dekompozycji falkowej

Elektroniczna obróbka analizowanego odcinka elektrokardiogramu użytymi w badaniu metodami wpłynęła w sposób zadowalający na eliminację dryftu linii izoelektrycznej (rys. 3, 4, 5). Umożliwiało to szybką ocenę zapisu bez konieczności pomiaru ocenianych wartości za pomocą linijki.

Użycie filtrów Czebyszewa i Butterwortha wpłynęło w sposób znaczący na obniżenie amplitudy załamków Q (rys. 3, 4), co mogło być przyczyną błędnego rozpoznania np. osłabienie mięśnia sercowego lub jego rozstrzeni. W poddanych filtracji zaobserwowano również dość znaczne obniżenie odcinka ST. Mogło to być mylnie zinterpretowane, jako stan wynikający ze znacznego niedotlenienia mięśnia sercowego.

Dość niebezpiecznym zjawiskiem było też obserwowane w sygnale filtrowanym odwrócenie w fazie załamka T. Odwrócenie fazy niektórych elementów EKG może być powodem błędnej lokalizacji zmian potencjalnie niebezpiecznych dla życia.

Filtracja sygnału za pomocą dekompozycji falkowej wpływała w minimalny sposób na kształt poszczególnych elementów (rys 5).

4. Wnioski

1. Wszystkie użyte w badaniu metody obróbki sygnału eliminują w sposób zadowalający dryft linii bazowej.

2. Największe zmiany w kształcie sygnału EKG wprowadzał filtr Czebyszewa, najmniejsze zaś dekompozycja falkowa.

3. Zmiany kształtu sygnału spowodowane jego obróbką za pomocą filtrów Czebyszewa i Butterwortha miały istotny wpływ na interpretację medyczną zapisu.

Literatura

- [1] Blanco-Velasco M., Weng B., Barner K.E.: ECG signal denoising and baseline wander correction based on the empirical mode decomposition. *Computers in Biology and Medicine*, 2008; 38: 1-13
- [2] Hough A.R., Gray D.: *EKG jasno i zrozumiale*. Wydanie II, α -medica Press, Bielsko-Biała 2001
- [3] Paarmann L., *Design and Analysis of Analog Filters*. Kluwer Academic Publishers. 2001. ISBN: 0-306-48012-3

Praca powstała pod kierunkiem dra Jacka Kapicy z Katedry Podstaw Techniki oraz dra Andrzeja Milczaka z Katedry i Kliniki Chorób Wewnętrznych Zwierząt

KONCEPCJA ZASILANIA URZĄDZENIA KLIMATYZACYJNEGO Z BATERII OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH WSPOMAGANYCH SIECIĄ ELEKTROENERGETYCZNĄ

1. Wstęp

Z powodu szybko wyczerpujących się zasobów surowców kopalnych (m.in. węgla kamiennego, węgla brunatnego, gazu ziemnego, ropy naftowej), z których ciągle pozyskuje się największą ilość energii elektrycznej na świecie, konieczne jest inwestowanie w rozwój odnawialnych źródeł energii. Największym źródłem energii w naszym układzie słonecznym jest słońce, dlatego bardzo istotne są badania dotyczące pozyskiwania energii elektrycznej z energii słonecznej. Do pozyskania tej energii stosuje się baterie ogniw fotowoltaicznych (PV), działających na zasadzie konwersji fotowoltaicznej.

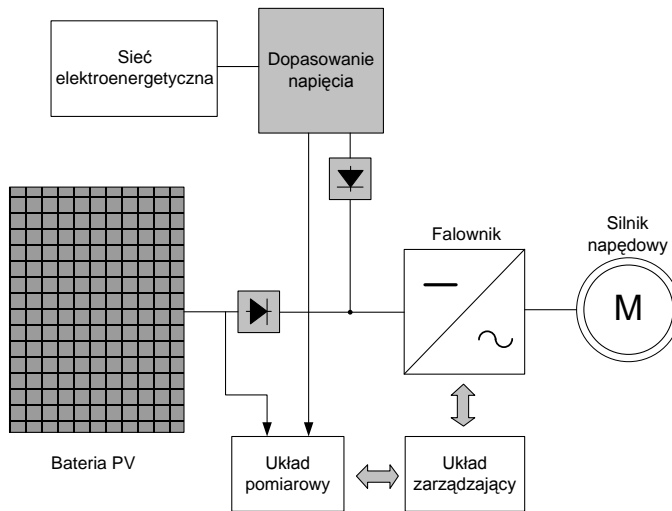
Na świecie ok. 70% odbiorników energii elektrycznej stanowią układy napędowe. Wynika z tego, że aby móc wykorzystywać OZE na szeroką skalę niezbędne jest tworzenie koncepcji zasilania tych układów. W ciągu ostatnich kilku lat układy klimatyzacyjne stały się jednym z podstawowych systemów wyposażenia nowych budynków biurowych, handlowych, oraz mieszkalnych. Z punktu widzenia użytkownika klimatyzacji zasilanej z baterii ogniw PV przy mniejszym nasłonecznieniu układ może pracować z mniejszą wydajnością. Założenie to w znacznym stopniu uzasadnia sens stosowania takiego rozwiązania, ponieważ przy maksymalnym nasłonecznieniu klimatyzacja zasilana jest prawie w 100% z generatora fotowoltaicznego. W przypadku zmniejszenia nasłonecznienia w wielu przypadkach wykorzystanie klimatyzacji może być zmniejszone. Jednak aby zapewnić stabilność pracy układu napędowego ciągle utrzymywać generator w punkcie mocy maksymalnej, a w razie potrzeby kompensować brak mocy z sieci elektroenergetycznej.

2. Koncepcja układu zasilania urządzenia klimatyzacyjnego z baterii ogniw fotowoltaicznych

Specyfika pracy układów napędowych zasilanych z baterii ogniw fotowoltaicznych zakłada konieczność zmiany ich mocy skorelowanej ze zmianami nasłonecznienia. Z punktu widzenia użytkownika jest to zjawisko

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Elektryków Napęd i Automatyka

niepożądane w większości napędów maszyn roboczych. Wyjątkiem mogą być układy klimatyzacyjne i wentylacyjne, których wydajność może być uzależniona od nasłonecznienia. Jednak nawet w tych układach napędowych duże zmiany prędkości obrotowej (z zatrzymaniem urządzenia włącznie) są często nie do zaakceptowania. W opisywanej strukturze istnieje możliwość sparаметryzowania minimalnych parametrów pracy, poniżej których funkcjonowanie systemu byłoby niemożliwe. Zarówno w stanie maksymalnego nasłonecznienia, jak i wyraźnego jego spadku możliwa jest autonomiczna praca urządzenia przy wykorzystaniu jedynie energii pochodzącej z baterii PV. Przy znacznym spadku nasłonecznienia udział energii pobieranej z sieci elektroenergetycznej wzrasta, by przy braku nasłonecznienia osiągnąć 100%. W przypadku, gdy założona prędkość nie może znacznie się obniżyć konieczne jest zażyczenie możliwych zmian częstotliwości.



Rys. 1. Schemat blokowy układu zasilania klimatyzacji z baterii ogniw PV z wykorzystaniem sieci elektroenergetycznej jako pomocniczego źródła zasilania

Dzięki odpowiedniemu sterowaniu układem cała energia wyprodukowana przez generator PV jest zużywana, a więc nie ma potrzeby oddawania jej do sieci, co mogłoby być utrudnieniem ze względu na normy jakie należałoby spełnić aby współpracować z odbiorcą energii elektrycznej, czyli Zakładem Energetycznym. Rozwiązanie takie ma dwie podstawowe zalety – obniża koszt baterii fotowoltaicznej oraz znosi konieczność zagospodarowania nadwyżki energii wyprodukowanej z modułów PV przy umożliwieniu pracy odbiornika w dowolnych warunkach nasłonecznienia.

3. Dobór elementów układu

Bardzo istotne przy tego typu układach jest dokładne określenie ilości, wymiarów oraz mocy szczytowej modułów ogniw fotowoltaicznych w zależności od tego jakie zapotrzebowanie na energię ma odbiornik. Zbyt mała bateria PV nie będzie w stanie w pewnych warunkach (zachmurzenie, deszczowe dni) dostarczyć wymaganej ilości energii. Znaczne przewymiarowanie baterii podniesie koszt całego systemu, a nie zwiększy korzyści (nadmiar energii wyprodukowanej w okresie słonecznych dni nie będzie mógł być wykorzystany). Również dość istotny jest wybór silnika napędowego. Należy go dobrać tak, aby spełniał wymagania maszyny roboczej oraz, aby parametry zasilania, jakie możemy zastosować wystarczyły do jego normalnej pracy.

Najistotniejszym elementem układu sterowania klimatyzatora zasilanego z baterii ogniw PV jest przemiennik częstotliwości (falownik). Koszt falownika jest mocno uzależniony od jego możliwości, niektóre są bardzo tanie ale są też takie, które kosztują kilkanaście tysięcy złotych. Na etapie doboru, należy dokładnie przeanalizować wymagania, jakie miałyby spełniać przemiennik. Wybór danego modelu wymusza też zastosowanie odpowiednich podzespołów układu, których parametry należy dostosować do całego systemu.

3.1. Dobór generatora PV

Generator PV dobiera się na podstawie:

- Parametrów odbiornika;
- Faktu, czy układ współpracuje z siecią, czy jest autonomiczny;

Odbiornikiem zastosowanym do projektu był silnik indukcyjny o napięciu znamionowym równym 380 V, mocy 900 W oraz był połączony w gwiazdę. Z powodu dużego momentu spoczynkowego niezbędne było zastosowanie generatora PV współpracującego z siecią. Aby generator PV pracował w punkcie mocy maksymalnej jego napięcia musi być równe 0,8 wartości skutecznej napięcia znamionowego silnika, czyli ok. 430 V. Aby otrzymać takie napięcie niezbędne było zastosowanie 22 baterii ogniw fotowoltaicznych. Do projektu zastosowano moduły PV zainstalowane na dachu Wydziału Elektrotechniki i Informatyki.

3.2. Dobór silnika napędowego

Najistotniejsze parametry jakie należy rozpatrywać przy doborze silnika napędowego to : napięcie, moc, rodzaj i wartość prądu oraz prędkość obrotowa. W przypadku silników prądu przemiennego, należy jeszcze uwzględnić częstotliwość oraz współczynnik mocy.

Przy wyborze silnika napędowego, należy przede wszystkim kierować się warunkami pracy przy jakich silnik będzie działał. Do tych warunków można zaliczyć:

- Dane dotyczące pomieszczenia, gdzie silnik będzie użytkowany oraz w jaki sposób zostanie on zamontowany;
- Charakterystyka układu napędowego, przebiegi obciążenia, rodzaj pracy silnika. W sumie jest 10 rodzajów pracy maszyn elektrycznych (S1-S10);
- Prędkość obrotową, czy będzie ona cały czas na stałym poziomie, czy będzie ona zmienna z podanym zakresem regulacji;
- Rodzaj źródła zasilania napędu;
- Ważne jest też określenie urządzeń, które będą napędzane przez silnik;
- Rodzaj sprzęgnięcia silnika z maszyną napędzaną oraz rodzaj tego sprzęgła. Wymiary i położenie wału napędowego;
- Zabezpieczenia silnika, jego sterowanie oraz obsługa.

3.3. Dobór przemiennika częstotliwości

Przemiennik częstotliwości jest to urządzenie elektroniczne, które pozwala na zmianę parametrów energii. Przemienniki częstotliwości służą głównie do regulacji prędkości obrotowej maszyn prądu przemiennego.

Podstawowe kryteria doboru przemiennika częstotliwości:

- Prąd znamionowy przemiennika nie może być mniejszy od prądu znamionowego silnika : $IVLT > IM$
- Moc pozorna przemiennika częstotliwości nie może być mniejsza od mocy pozornej silnika: $SVLT > SM$
- Możliwy jest jeszcze dobór względem mocy czynnej, lecz ta metoda jest nieprecyzyjna z powodu zmiany $\cos\phi$ i η (sprawności) wraz z obciążeniem.

Moc czynna przemiennika przy rozruchu silnika powinna wynosić $PVLT > (2 \cdot PM)/0.4$, czyli w przypadku projektu moc czynna przemiennika częstotliwości nie powinna być mniejsza od 3 kW.

Rozruch silnika jest stosunkowo krótkim zjawiskiem, więc nie potrzebne było zastosowanie przemiennika częstotliwości o mocy czynnej wielkości 3 kW. Układ został wyposażony w przemiennik częstotliwości ADV 20 firmy Gefran o mocy czynnej 2,2 kW. Przemiennik ten dzięki możliwości swojego przeciążenia na poziomie 150%, mógł być zastosowany do tego projektu. Przy doborze tego przemiennika szczególnie istotna była możliwość zasilania go z obwodu prądu stałego. Ta funkcja w przypadku wykonanego projektu pozwala na działanie przemiennika w sytuacji zasilania urządzenia klimatyzacyjnego tylko z modułów fotowoltaicznych.

Dodatkowo w układzie zastosowano dla przełączniki pomiarowe (dla napięcia stałego z baterii PV, oraz dla napięcia przemiennego z sieci), urządzenia zabezpieczające, dwa amperomierze (jeden dla prądu stałego, drugi zaś dla prądu przemiennego) oraz pozostałe niezbędne elementy.

4. Algorytm i zasada działania układu

Podstawowym założeniem algorytmu, na bazie którego działa układ sterowania zasilaniem klimatyzacji jest kontrola napięcia pozyskanego z baterii ogniw PV oraz ustalanie wartości częstotliwości zasilania układu napędowego. Funkcję pomiaru wielkości wejściowych spełnia jednofazowy przełącznik napięcia, który kontroluje wartość napięcia generatora PV. Jeśli napięcie ma wartość wystarczającą, aby zasilic silnik, ustalana jest wartość częstotliwości napięcia zasilania układu napędowego równa 50Hz. Jeżeli te parametry są niewystarczalne do prawidłowej pracy silnika, przełącznik podaje impuls do falownika, a ten ustawi częstotliwość napięcia zasilania na wartość 40Hz, lub 25Hz, w zależności od ustawienia stacyjki. W tym przypadku, gdy nasłonecznienie jest zbyt niskie, braki mocy generatora fotowoltaicznego kompensowane są przez sieć elektroenergetyczną, a częstotliwość napięcia zasilania ustawiana jest na niższe wartości, aby tę moc jak najbardziej zminimalizować, skutkiem tego generator PV ciągle eksploatowany jest maksymalnie, a sieć elektroenergetyczna jedynie wspomaga jego pracę.

Przy bardzo małym poziomie nasłonecznienia układ napędowy w dalszym ciągu może być zasilany wyłącznie z ogniw fotowoltaicznych napięciem o częstotliwości 5 lub 10Hz. Rozwiązanie to może być stosowane przy niewielkim stopniu wykorzystania klimatyzacji, tak aby układ pracował autonomicznie.

Tabela 1. Tabela prawdy układu logicznego

Wejścia logiczne falownika				Częstotliwość	Mult-Step Speed Parameters
MI6	MI5	MI4	MI3		
PV	Sieć	S1	S2		
0	1	1	0	40Hz	05.05
0	1	0	1	25Hz	05.04
1	1	1	0	50Hz	05.13
1	1	0	1	50Hz	05.12

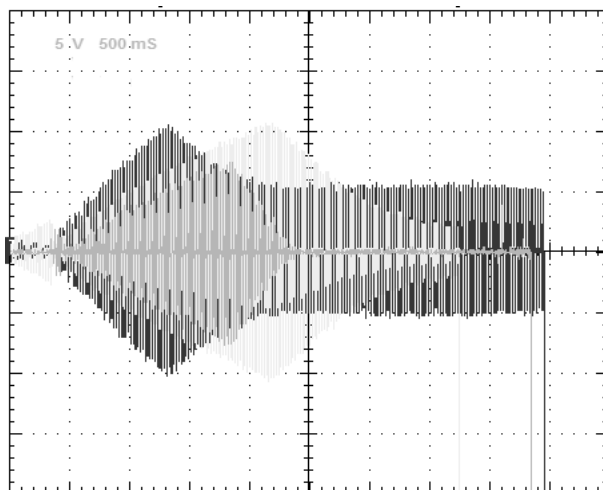
0*	0	1	0	5Hz	05.01
0**	0	0	1	10Hz	05.00
1	0	1	0	50Hz	05.09
1	0	0	1	50Hz	05.08

Powyższa tabela przedstawia ustawienia parametrów wejść logicznych falownika w zależności od warunków zasilania i parametrów stacyjki. Parametry ustawiane w przemienniku częstotliwości, dla wejść logicznych MI3, MI4, MI5 i MI6, to Multi-Step Speed Parameters. Odnoszą się one do prędkości obrotowej sterowanego silnika poprzez częstotliwość napięcia zasilania tego układu napędowego. W falowniki ADV20 zakres tej częstotliwości zawiera się w przedziale od 0 do 600Hz.

5. Badania układu

Pomiary zostały wykonane dla trzech różnych sytuacji:

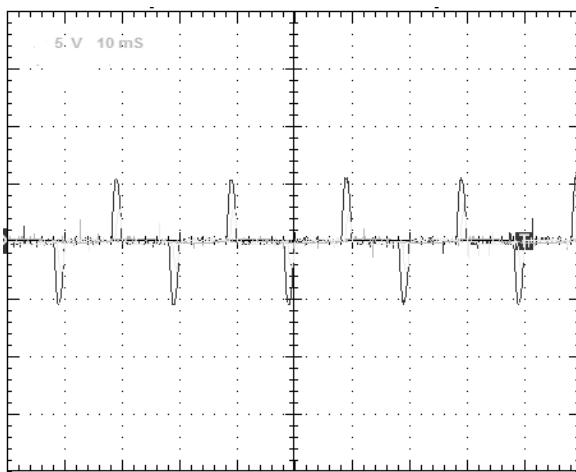
- Przy wyłączonej baterii ogni w PV;
- Gdy nasłonecznienie jest na poziomie 300W/m^2 ;
- Gdy nasłonecznienie jest maksymalne ok. 900W/m^2 .



Rys. 2. Porównanie przebiegów prąd pobieranego z sieci podczas rozruchu przy wyłączanych ogniwach fotowoltaicznych (czerwony), słabym nasłonecznieniu (żółty) oraz przy optymalnym nasłonecznieniu (zielony)

Podczas rozruchu silnika przy optymalnym nasłonecznieniu można zaobserwować znaczny spadek prądu pobieranego z sieci w stosunku do

rozruchu przy słabym nasłonecznieniu oraz gdy ogniwa są wyłączone. Wpływ ogniw fotowoltaicznych można zauważyć dopiero podczas ustalania się stanu silnika, kiedy to prąd pobierany z sieci spada poniżej wartości ustalonej przy zasilaniu tylko z sieci. Widoczny na powyższym rysunku wydłużony czas rozruchu silnika, przy wyłączonych ogniwach, jest skutkiem zmniejszonej częstotliwości napięcia zasilającego z 50 Hz do 40 Hz. Zmiana ta ma na celu zmniejszenie poboru mocy z sieci elektroenergetycznej.



Rys. 3. Porównanie przebiegów prądu pobieranego z sieci przy wyłączonych ogniwach fotowoltaicznych (czerwony), optymalnym nasłonecznieniu (żółty), oraz gdy nasłonecznienie jest optymalne(zielony)

Z zarejestrowanych przebiegów prądu pobieranego z sieci przez układ, dla różnych sytuacji, można wywnioskować, że układ działa poprawnie. Zgodnie z przewidywaniami w miarę wzrostu nasłonecznienia, a co za tym idzie wzrostem energii pobieranej z ogniw słonecznych, pobór energii z sieci był mniejszy. Układ sterujący w zależności od poziomu nasłonecznienia pobierał z sieci brakującą energię, aż do momentu gdy energia wytwarzana z ogniw słonecznych osiągnęła wartość wystarczającą do samodzielnego zasilania silnika.

6. Wnioski

Układ miał za zadanie minimalizować moc pobieraną z sieci elektroenergetycznej oraz możliwie maksymalnie wykorzystywać energię elektryczną pozyskaną z baterii ogniw fotowoltaicznych. Na przebiegach prądów pobieranych z sieci elektroenergetycznej można zaobserwować, że przy największym poziomie nasłonecznienia układ napędowy pobiera jedynie prąd z ogniw PV. Natomiast gdy spada nasłonecznienie braki mocy generatora PV są kompensowane przez sieć elektroenergetyczną. Podczas każdego rozruch

silnika, moduły fotowoltaiczne muszą być wspomagane przez sieć elektroenergetyczną, ponieważ generują za małą moc, aby samodzielnie dokonać rozruchu. Układ zainstalowanym w Sali Laboratorium Napędów Elektrycznych Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej może być w łatwy sposób rozbudowywany za pomocą dołączania kolejnych modułów fotowoltaicznych, zainstalowania przemiennika częstotliwości o większej mocy lub zastosowanie większego klimatyzatora. Rozwój technologii daje możliwość coraz szerszego zastosowania układów fotowoltaicznych jako źródeł energii. Możliwe jest stosowanie autonomicznych układów ogniw PV do zasilania odbiorników o małej mocy oraz zastosowanie układów generatorów PV skorelowanych z siecią elektroenergetyczną. Rozwiązuje to problem ograniczonej wydajności prądowej źródeł zasilania jakimi są baterie ogniw fotowoltaicznych.

Literatura

- [1] Kolano J.: Systemy fotowoltaiczne zasilające elektryczne układy napędowe. Seria wydawnicza Postępy Napędu Elektrycznego i Energoelektroniki Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk, Lublin 2002.
- [2] Kolano K.: Układ napędowy zasilany z baterii ogniw fotowoltaicznych współpracujący z siecią elektroenergetyczną, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 86/2010.
- [3] Maciejewski K., Małyska Ł., Machowicz P.: Projekt, wykonanie i badanie układu zasilania urządzenia klimatyzacyjnego z baterii ogniw fotowoltaicznych, Katedra Napędów i Maszyn Elektrycznych PL, Praca inżynierska, Lublin 2011.
- [4] <http://www.fotowoltaika.com.pl>.

Konrad MAJEWSKI, Przemysław MATEJCZUK¹,
Sławomir PRZYŁUCKI²

SIECI MULTIMEDIALNE ZGODNE Z DLNA

Artykuł przedstawia budowę multimedialnych sieci domowych opartych o zalecenia DLNA. Znajomość komponentów takiej sieci pozwala każdemu użytkownikowi na proste współdzielenie danych multimedialnych.

1. Koncepcja systemów DLNA

Stowarzyszenie, które dziś znamy pod nazwą DLNA (ang. Digital Living Network Alliance), zostało powołane w czerwcu 2003 roku i przyjęło wtedy formę grupy roboczej pracującej nad koncepcją cyfrowego domu, DHWG (ang. Digital Home Working Group) [2], [3]. Zmiana nazwy na DLNA nastąpiła w czerwcu 2004. Wtedy także zostały opublikowane wytyczne specyfikacji technicznej IG w wersji 1.0. Specyfikacja ta obejmowała dwa podstawowe działy: architektura i protokoły oraz formaty mediów [1], [5].

Wersja 1.0 specyfikacji DLNA zawierała tylko dwie klasy urządzeń i około 50 formatów mediów. Certyfikat otrzymało wtedy ponad 2000 urządzeń. Podstawowe wytyczne wersji 1.5 (obecnie obowiązującej) zostały opublikowane w marcu 2006 roku, a rozszerzone, pełne jej wydanie ujrzało światło dzienne w październiku tego samego roku. Wersja 1.5 wprowadziła do struktury specyfikacji dodatkowy dział i w związku z tym składa się z trzech działów: architektura i protokoły, formaty mediów oraz ochrona połączenia. Zawierała ona 12 klas urządzeń oraz około 250 formatów mediów [1], [2].

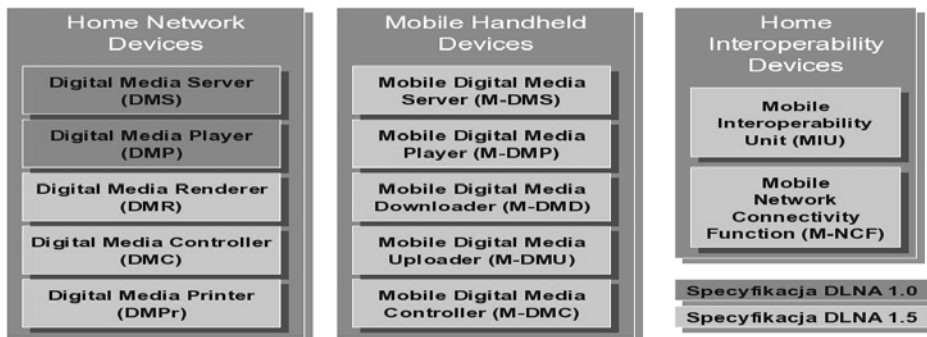
2. Kategorie i klasy urządzeń DLNA

W celu lepszego określenia właściwości urządzeń i oferowanych przez nich usług, wytyczne DLNA definiują klasy i kategorie urządzeń. Urządzenia te tworzą obecną postać multimedialnych systemów domowych. Specyfikacja DLNA 1.0 była bardzo zbliżona do zasad zawartych w UpnP AV i zakładała obecność jedynie dwóch klas urządzeń w obrębie jednej kategorii. Obecnie obowiązująca specyfikacja DLNA 1.5 zdecydowanie rozszerzyła zakres uwzględnianych urządzeń, definiując dwanaście klas urządzeń podzielonych na trzy kategorie. Różnice w definicjach kategorii i klas urządzeń certyfikowanych w ramach specyfikacji DLNA w poprzedniej i obecnej jej wersji przedstawia rysunek 1.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe NEURON

² Politechnika Lubelska, Katedra Elektroniki

Kategorie urządzeń (ang. device categories) oparte są o wspólne zestawy obsługiwanych formatów danych i charakterystyki wykorzystywanych połączeń sieciowych a główny nacisk w obrębie każdej kategorii położony jest na poprawności wzajemnej współpracy zdefiniowanych w niej urządzeń. Takie podejście oczywiście nie wyklucza sytuacji, w której dane urządzenie może należeć do więcej niż jednej kategorii urządzeń. Wszystko co jest potrzebne w takiej sytuacji to zapewnienie kompatybilności tego urządzenia z formatami mediów i zasadami przesyłu danych w połączeniach sieciowych obu kategorii.



Rys.1. Zestawienie kategorii i klas urządzeń według DLNA 1.0 oraz 1.5 [3]

Z kolei klasa urządzenia (ang. device class) określa możliwości funkcjonalne urządzenia, niezależnie od jego cech fizycznych. W rzeczywistości, jedno urządzenie fizyczne może i często spełnia wymagania wielu klas urządzeń. To czy dane urządzenie spełnia wymagania poszczególnych klas jest określane w procesie certyfikacji, który jest ściśle określony w ramach dokumentów DLNA [4]. Podstawowe kategorie urządzeń z punktu widzenia DLNA to:

- domowe urządzenia sieciowe HND (ang. Home Network Device),
- urządzenia przenośne MHD (ang. Mobile Handheld Device),
- domowa infrastruktura urządzeń HID (ang. Home Infrastructure Device).

Poniżej przedstawiona jest krótka charakterystyka kategorii urządzeń zdefiniowanych według specyfikacji DLNA 1.5. Kategoria domowych urządzeń sieciowych HND zawiera pięć klas urządzeń DLNA [2], [3]:

- Cyfrowy serwer mediów DMS (ang. Digital Media Server). Ta klasa urządzeń przechowuje i udostępnia wszystkie media dla urządzeń w domowej sieci multimedialnej. Przykładami urządzeń DMS są np.: serwery multimedii na bazie komputerów PC, serwery NAS (ang. Network Attached Storage), smartfony, cyfrowe aparaty fotograficzne.
- Cyfrowe odtwarzacze multimedialne DMP (ang. Digital Media Player). Zadaniem tej klasy urządzeń jest samodzielne inicjowanie połączenia z

DMS (profil pull) oraz odtwarzanie przesyłanych przez serwery mediów w określonym formacie. Przykładami urządzeń DMP są np.: telewizory z certyfikatem DLNA, konsole gier, smartfony.

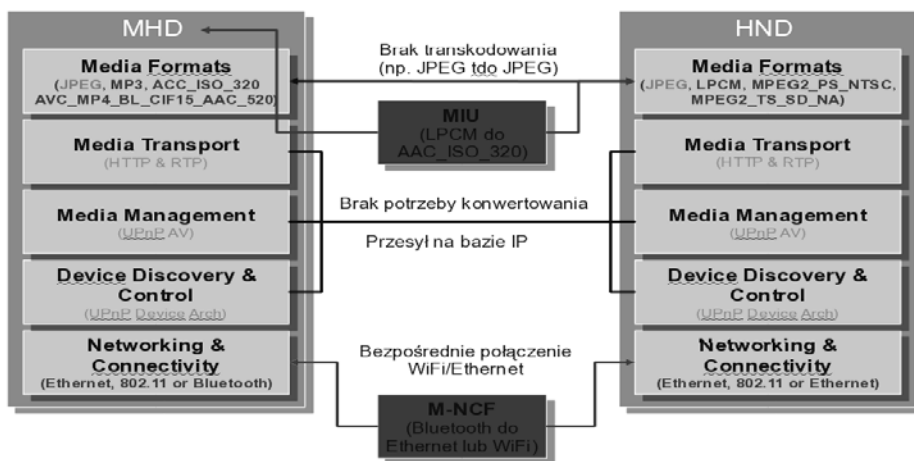
- Cyfrowy interpretator mediów DMR (ang. Digital Media Renderer). Urządzenia należące do tej klasy są podobne funkcjonalnie do urządzeń DMP lecz nie odnajdują samodzielnie treści multimedialnych dostępnych w ramach danej sieci. Ich funkcja polega na wykrywaniu zadań zestawienia połączenia wystawianych przez urządzenia DMC (profil push). W rozumieniu specyfikacji DLNA 1.5 dopuszczalne jest stosowanie urządzeń, których funkcje są połączeniem DMP oraz DMR.
- Cyfrowy kontroler mediów DMC (ang. Digital Media Controller). Celem stosowania tej klasy urządzeń jest odnalezienie zawartości multimedialnej oferowanej przez DMS, następnie dopasowanie jej do określonego urządzenia DMR (ustalenie scenariusza połączenia, formatu przesyłanych mediów, itp.). Kolejnym zadaniem DMC jest ustalenie połączenie pomiędzy urządzeniem DMS i DMR i odtworzenie wybranych treści multimedialnych na urządzeniu z klasy DMR. Przykładem urządzeń spełniających wymagania klasy DMC mogą być np.: inteligentny pilot, smartfon.
- Cyfrowa drukarka multimedii DMPr (ang. Digital Media Printer). Urządzenia tej klasy dostarczają usługę drukowania dla domowej sieci DLNA. Polecenie drukowania mogą wysyłać urządzenia z klasy DMP lub DMR wyposażone w tą usługę. W sytuacji korzystania z tej klasy urządzeń, DMPr łączy obrazy (zdjęcia, klatki filmów) z szablonami XHTML, które definiują cechy drukowanej strony. Specyfikacja DLNA w wersji 1.5 dostarcza wiele przykładowych szablonów oraz dopuszcza (określając zasady ich tworzenia) opracowanie własnych szablonów przez producentów poszczególnych urządzeń. W przypadku szablonów przeddefiniowanych, mogą one pochodzić z DMPr jak i być sugerowane przez np. DMS lub DMC (rozwiązanie rzadziej spotykane).

Przy opracowywaniu specyfikacji DLNA 1.5 szczególnie duży nacisk został położony na dołączenie do gamy obsługiwanego sprzętu multimedialnego, urządzeń mobilnych. Przyjęte założenia określają ich wykorzystanie w sposób jak najbardziej zbliżony do urządzeń sieci domowej HND. Biorąc powyższe pod uwagę, specyfikacja DLNA 1.5 wprowadziła kategorie urządzeń przenośnych MHD (ang. Mobile Handheld Device). Ta kategoria urządzeń składa się z pięciu klas. Wszystkie urządzenia z tej kategorii łączą się z innymi bezprzewodowo. Kategoria MHD obejmuje następujące klasy urządzeń, których rola jest analogiczna do odpowiedników z kategorii HND:

- Mobilny, cyfrowy serwer mediów M-DMS (ang. Mobile Digital Media Server).

- Mobilny, cyfrowy odtwarzacz mediów M-DMP (ang. Mobile Digital Media Player).
- Mobilny, cyfrowy kontroler mediów M-DMC (ang. Mobile Digital Media Controller).
- Mobilne, cyfrowe urządzenie wysyłania M-DMU (ang. Mobile Digital Media Uploader). Urządzenia te wysyłają multimedia na urządzenia klasy DMS lub M-DMS gdzie są one przechowywane i udostępniane dla całej sieci. Przykładem takich urządzeń są np. aparaty cyfrowe.
- Mobilne, cyfrowe urządzenia pobierania M-DMD (ang. Digital Media Downloader). Scenariusz wymiany danych dla tej klasy polega na wykorzystaniu urządzenia mobilnego do znalezienia i pobrania treści multimedialnych przechowywanych na DMS lub M-DMS a następnie, po ich pobraniu, odtworzenia ich. Do tej klasy urządzeń zaliczyć można np.: przenośne odtwarzacze muzyczne czy też smartfony.

Kolejna kategoria urządzeń DLNA wskazuje na kierunek zainteresowania stowarzyszenia DLNA, który prowadzi do ułatwienia nie tylko konfiguracji urządzeń ale również systemu połączeń sieciowych, uczestniczących w wymianie treści multimedialnych.



Rys. 2. Idea wykorzystania urządzeń MIU ORAZ M-NCF [4]

Nazwano tą kategorię domową infrastrukturą urządzeń HID (ang. Home Infrastructure Device). Jest ona podzielona na dwie klasy urządzeń:

- Funkcja mobilnych połączeń sieciowych M-NCF (ang. Mobile Network Connectivity Function).
- Jednostka wewnętrznej kompatybilności mediów MIU (ang. Media Interoperability Unit).

Role poszczególnych elementów w warstwie HID przedstawia rysunek 2.

3. Podsumowanie

Architektura domowych sieci multimedialnych, zgodna ze specyfikacją DLNA 1.5 pozwala na elastyczne wykorzystanie posiadanych urządzeń audio-video. Typowym szkieletem sieci tego typu jest architektura dwuelementowa (ang. 2 box pull), składająca się z urządzeń klasy DMS oraz DMC. Schemat takiej sieci jest przedstawiony na rysunku 3. Jednakże w kontekście przedstawionych informacji jest zaledwie początek przygody z sieciami DLNA.



Rys. 3. Schemat domowej sieci multimedialnej typu 2 box pull

Podsumowując, wykorzystywanie urządzeń certyfikowanych przez stowarzyszenie DLNA daje możliwość szybkiego stworzenia struktury domowej sieci multimedialnej. Dodatkowo, pojawienie się systemu Windows 7, który jest zgodny z założeniami DLNA, powinno zdecydowanie zwiększyć popularność tego rozwiązania. Z drugiej strony, wsparcie ze strony producentów sprzętu AV pozwala na stosunkową elastyczność ekonomiczną i techniczną przy budowie sieci DLNA a potem przy ich rozbudowie. Szczególnie interesujące natomiast będzie przyjęcie tego standardu w obrębie urządzeń mobilnych. Szczególnie wykorzystanie mobilnych kontrolerów może okazać się niezwykle istotne dla popularyzacji omówionych w artykule rozwiązań.

Literatura

- [1] Allegro Software Development Corporation: Networked Digital Media Standards A UPnP / DLNA Overview. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.allegrosoft.com> 2009.
- [2] Digital Living Network Alliance: DLNA Overview and Vision Whitepaper 2007. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.

- [3] Digital Living Network Alliance: DLNA Interoperability Guidelines v1.0. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [4] Digital Living Network Alliance: Use Case Scenarios White Paper. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [5] UPnP Forum: UPnP Device Architecture 1.0. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.upnp.org> 2009.

Konrad MAJEWSKI¹, Przemysław MATEJCZUK¹,
Sławomir PRZYŁUCKI²

WSPÓLDZIELENIE TREŚCI AUDIO-WIDEO W SIECIACH LAN

1. Wstęp

Znajomość zasad przekazywania treści audio-wideo w sieciach LAN bazujących na DLNA pozwala efektywnie wykorzystać współczesny sprzęt multimedialny. Artykuł omawia podstawowe konfiguracje takich sieci i sposób ich wykorzystania w domowych sieciach LAN.

2. Stos protokołów architektury DLNA

Głównym celem DLNA (ang. Digital Living Network Alliance) jest uporządkowanie standardów przewodowej i bezprzewodowej sieci komputerowej, elektroniki użytkowej i urządzeń mobilnych. Rysunek 1 ilustruje podstawowe komponenty funkcjonalne w architekturze sieci DLNA [2], [3].

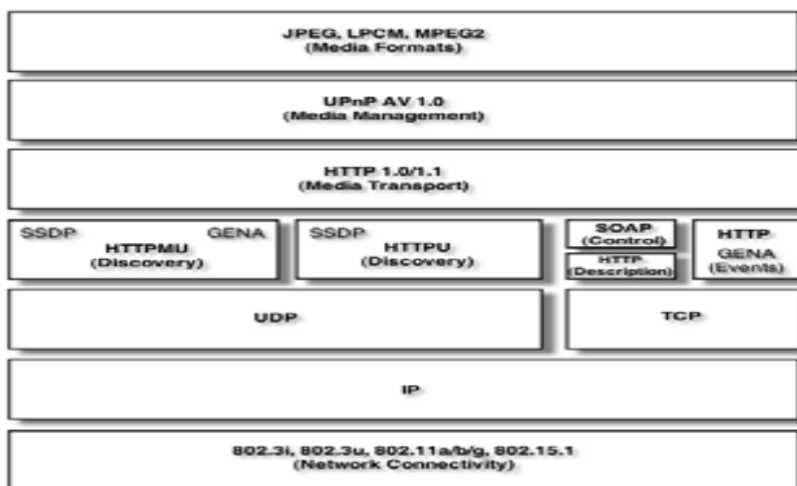
Architektura warstwowa DLNA pozwala na prostą adaptację zasad wymiany treści multimedialnych w różnorodnych środowiskach sieci LAN. Z kolei oparcie się na sprawdzonych i upowszechnionych protokołach stwarza tej architekturze możliwość szybkiej i stosunkowo taniej implementacji w obecnych realiach sieciowych.

Rola i znaczenie poszczególnych komponentów architektury wymiany danych według zaleceń DLNA jest przedstawiona poniżej.

Zarządzanie mediami (ang. Media Management) umożliwia urządzeniom i aplikacjom zarządzanie i udostępnianie treści cyfrowych przez abstrakcyjną strukturę sieciową. DLNA dla potrzeb zarządzania treściami multimedialnymi wykorzystuje technologię UPnP (ang. Universal Plug and Play) [1]. Warstwa zarządzania mediami zapewnia następujące usługi:

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe NEURON

² Politechnika Lubelska, Katedra Elektroniki



Rys. 1. Architektura DLNA

Kolejną warstwą to warstwa transportu mediów (ang. Media Transport). Określa ona sposób przesyłania multimediów w sieci. Urządzenia DLNA muszą obsługiwać protokół HTTP 1.1 jako podstawowy mechanizm transportu. Dodatkowo dopuszcza się opcjonalne stosowanie protokołu RTP (ang. Real-Time Transport Protocol).

Warstwa wykrywania urządzeń (ang. Discovery) jest kolejną, fundamentalną warstwą z punktu widzenia multimedialnych sieci LAN. Kiedy nowe urządzenie jest dodawane do sieci, uaktywniany jest protokół SSDP (ang. Simple Session Description Protocol). Pozwala on na multicastową wymianę informacji pomiędzy urządzeniami DLNA/UPnP, które są przyłączone do danej sieci LAN. Podstawową treścią przekazywaną w tym procesie jest opis urządzenia (ang. Device Description). Zawiera on podstawowe informacje na temat danego urządzenia takie jak model, nazwę, numer seryjny, adresy URL do dla prezentacji treści oraz opisów specyficznych rozszerzeń [2], [5].

Warstwa opisu usług (ang. Description) zawiera opis usług zawartych w danym urządzeniu. Ona również bazuje na standardzie UPnP. Zawiera listę akcji, na które dana usługa może odpowiedzieć, listę wymaganych parametrów dla każdej z nich oraz listę zmiennych stanu opisujących stan usługi w czasie jej działania. Podobnie jak w przypadku poprzedniej warstwy, dane urządzenia wyrażone są w postaci opisów XML, tworzonych przez producenta urządzenia.

Warstwa sterowania (ang. Control) odpowiedzialna jest za wymianę żądań wykonania akcji lub przekazania informacji o zmiennych stanu usług.

Warstwa informowania o zdarzeniach (ang. Events) umożliwia punktowi kontroli uzyskiwanie informacji na temat stanu urządzenia, które wykonuje zleczone przez niego akcje. Każdy punkt kontroli może dokonać subskrypcji

informacji o wartościach zmiennych stanu danego urządzenia. Na początku subskrypcji urządzenie nadawcze wysyła tzw. initial event message, który zawiera wszystkie zmienne stanu i ich wartości, pozwalając tym samym punktowi kontrolnemu na poprawną inicjalizację modelu stanu usługi.

Warstwa stosu protokołów sieciowych. (ang. Network Stack). Podstawą działania sieci DLNA jest protokół TCP/IP. Za poprawność adresacji urządzeń w sieci LAN odpowiada protokół DHCP, opcjonalnie wspierany przez mechanizm Auto-IP.

Warstwa połączeń sieciowych (ang. Network Connectivity), w przypadku sieci opartych o DLNA w wersji 1.5, definiuje wykorzystanie trzech technologii: IEEE802.3i i IEEE802.3u dla połączeń przewodowych, IEEE802.11a, IEEE802.11b i IEEE802.11g dla bezprzewodowych połączeń sieciowych oraz Bluetooth do komunikacji pomiędzy urządzeniami przenośnymi.

3. Formaty mediów

Model formatów mediów w specyfikacji DLNA definiuje zestaw wymaganych i opcjonalnych profili mediów dla trzech rodzajów treści multimedialnych: audio, wideo i zdjęcia. Pod pojęcie profili należy rozumieć jako zestaw atrybutów, parametrów i poziomów kompresji wymaganych by właściwie opisać sposób wymiany określonych danych pomiędzy urządzeniami certyfikowanymi DLNA [1], [2].

Tabela 1 oraz tabela 2 zawierają odpowiednio wymagane oraz opcjonalne formaty danych zawarte w specyfikacji DLNA.

Tabela 1. Zestaw formatów dla urządzeń HND [2]

Typ mediów	Wymagany format	Format opcjonalny
Obraz	JPEG	PNG, GIF, TIFF
Dźwięk	LPCM	AC3, AAC, MP3, WMA9, ATRAC3plus
Wideo	MPEG2	MPEG1, MPEG4, WMV9

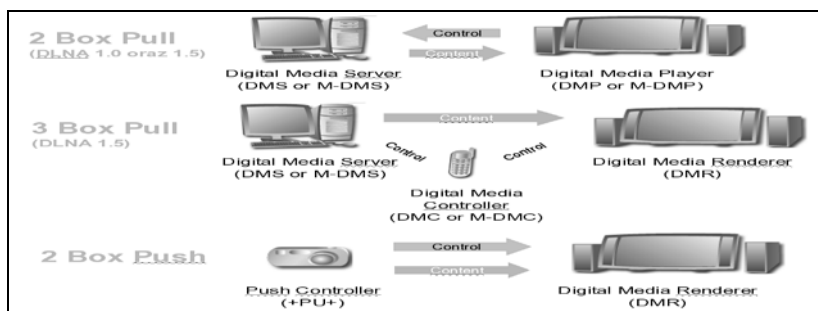
Tabela 2. Zestaw formatów dla urządzeń MHD [2]

Typ mediów	Wymagany format	Format opcjonalny
Obraz	JPEG	PNG, GIF, TIFF
Dźwięk	MP3, MPEG4 AAC LC	MPEG4 (HE AAC, AAC LTP, BSAC), AMR, ATRAC3plus, G.726, WMA, LPCM
Wideo	MPEG4 AVC, AAC LC	VC1, H.263, MPEG4 part 2, MPEG2, MPEG4 AVC

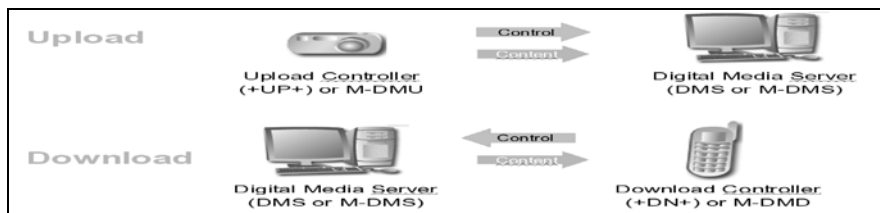
4. Scenariusze wymiany danych według DLNA

DLNA określa scenariusze wymiany treści multimedialnych. Są one podzielone na pięć typów grup: push, pull, download, upload oraz print [4].

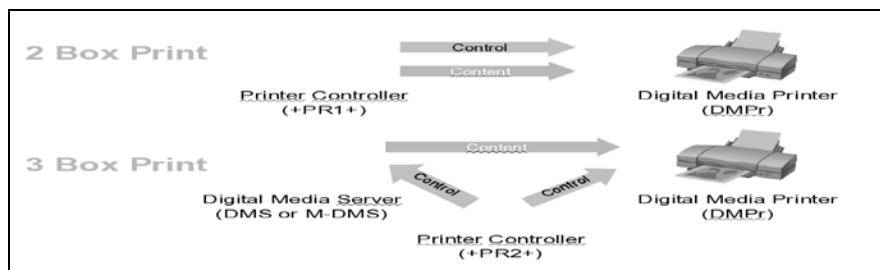
Specyfikacja DLNA w wersji 1.0 zawierała wyłącznie scenariusz pull natomiast specyfikacja w wersji 1.5 definiuje wszystkie wymienione wyżej scenariusze. Ponadto, ze względu na wprowadzenie do sieci DLNA urządzeń kontrolnych, konieczne było uwzględnienie tzw. podscenariuszy, które uściślają ilość i wzajemne relacje urządzeń w ramach kolejnych scenariuszy wymiany treści multimedialnych. Podscenariusze dzielą się na dwie podstawowe grupy, odpowiednio obejmujące 2 urządzenia (ang. 2 box) oraz 3 urządzenia (ang. 3 box). Podscenariusze występują wyłącznie w scenariuszach push, pull oraz print. Idee poszczególnych scenariuszy przedstawiają odpowiednio rysunki 2, 3 oraz 4.



Rys. 2. Scenariusze pull i push wraz z podscenariuszami 2 box i 3 box



Rys. 3. Scenariusze upload i download



Rys. 4. Scenariusze print wraz z podscenariuszami 2 box i 3 box

5. Podsumowanie

Zasady transmisji danych multimedialnych w sieciach opartych o zalecenia DLNA pozwalają na szybkie, tanie i proste wykorzystanie szerokiej gamy sprzętu audio-wideo przez przeciętnego użytkownika, nie posiadającego wiedzy informatycznej. Podsumowując treści zawarte w artykule, należy wskazać jednak na jeden problem, coraz częściej spotykany podczas wykorzystywania systemów DLNA. W czasie testowania sieci multimedialnej opartej o DLNA a wykorzystującej routery, może wystąpić brak dostępu do DMS.

The screenshot shows a Wireshark capture of an ICMPv6 Neighbor Solicitation message. The packet list pane shows a table of captured packets:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
295	32.502584	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
296	33.502649	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
297	35.963256	192.168.0.2	192.168.0.255	NBNS	Name query NB U48.ESET.COM<00>
298	36.712932	192.168.0.2	192.168.0.255	NBNS	Name query NB U48.ESET.COM<00>
299	37.321132	fe80::7514:9d05:1276:5::	ff02::1:1	ICMPv6	Router advertisement
300	37.462989	192.168.0.2	192.168.0.255	NBNS	Name query NB U48.ESET.COM<00>
301	38.214243	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
302	39.003090	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
303	39.505660	192.168.0.2	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
304	39.506199	192.168.0.2	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
305	39.506438	192.168.0.2	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
307	39.506440	192.168.0.2	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
308	39.506998	192.168.0.2	239.255.255.250	SSDP	NOTIFY * HTTP/1.1
309	40.003165	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
310	42.214486	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
311	43.003438	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
312	44.003502	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
313	44.070540	fe80::7514:9d05:1276:5::	ff02::1:1	DHCPv6	solicit

The packet details pane for the selected packet (No. 303) shows:

- Internet Protocol, Src: 192.168.0.2 (192.168.0.2), Dst: 239.255.255.250 (239.255.255.250)
- User Datagram Protocol, Src Port: ssdp (1900), Dst Port: ssdp (1900)
- Hypertext Transfer Protocol
 - M-SEARCH * HTTP/1.1
 - HOST: 239.255.255.250:1900
 - CACHE-CONTROL: max-age=1810
 - LOCATION: http://192.168.0.2:9000/deviceescription.xml
 - NT: urn:schemas-upnp-org:device:MediaServer:1
 - NTS: ssdp:1
 - SERVER: windows NT/5.0, UPnP/1.0, pvConnect UPnP SDK/1.0
 - USN: uuid:7076436f-6e65-1063-8074-001f29ac276:urn:schemas-upnp-org:device:MediaServer:1

Rys. 5. Rejestracja rozgłoszenie obecności urządzenia w sieci DLNA

The screenshot shows a Wireshark capture of a M-SEARCH message. The packet list pane shows a table of captured packets:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
57	13.085309	192.168.0.1	192.168.0.2	TCP	49631 > panagol1n-ident [FIN, ACK] Seq=204
58	13.084027	192.168.0.2	192.168.0.1	TCP	panagol1n-ident > 49631 [ACK] Seq=204
59	13.084408	192.168.0.2	192.168.0.1	TCP	panagol1n-ident > 49631 [SYN, ACK] Seq=204
60	13.084470	192.168.0.1	192.168.0.2	TCP	49631 > panagol1n-ident [ACK] Seq=1
61	13.084574	192.168.0.1	192.168.0.2	TCP	49631 > panagol1n-ident [PSH, ACK] Seq=1
62	13.085552	192.168.0.2	192.168.0.1	TCP	panagol1n-ident > 49631 [PSH, ACK] Seq=1
63	13.085553	192.168.0.2	192.168.0.1	TCP	panagol1n-ident > 49631 [FIN, ACK] Seq=1
64	13.085621	192.168.0.1	192.168.0.2	TCP	49631 > panagol1n-ident [ACK] Seq=239
65	13.084803	192.168.0.1	192.168.0.2	TCP	49631 > panagol1n-ident [FIN, ACK] Seq=1
66	13.095000	192.168.0.2	192.168.0.1	TCP	panagol1n-ident > 49631 [ACK] Seq=204
67	13.209204	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
68	14.070279	fe80::7514:9d05:1276:5::	ff02::1:1	DHCPv6	solicit
69	14.090813	192.168.0.1	192.168.0.255	NBNS	Name query NB TMM.PV.COM<00>
70	14.102450	192.168.0.1	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
71	14.102450	192.168.0.1	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
72	14.229434	192.168.0.1	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
73	14.229542	192.168.0.1	239.255.255.250	SSDP	M-SEARCH * HTTP/1.1
74	14.501145	fe80::a14a:6312:992b::	ff02::1:ff7c:bf7f	ICMPv6	Neighbor solicitation
75	14.542140	192.168.0.1	192.168.0.255	NBNS	Name query NB TMM.PV.COM<00>

The packet details pane for the selected packet (No. 70) shows:

- Frame 71 (170 bytes on wire, 170 bytes captured)
- Ethernet II, Src: Asustek_e5:bl:ad (00:24:8c:e5:bl:ad), Dst: IPv4mcast::7f:ff:fa (01:00:5e:7f:ff:fa)
- Internet Protocol, Src: 192.168.0.1 (192.168.0.1), Dst: 239.255.255.250 (239.255.255.250)
- User Datagram Protocol, Src Port: fad (1030), Dst Port: ssdp (1900)
- Hypertext Transfer Protocol
 - M-SEARCH * HTTP/1.1
 - Mx: 10
 - ST: urn:schemas-upnp-org:device:MediaServer:1
 - HOST: 239.255.255.250:1900
 - MAN: "ssdp:discover"

Rys. 6. Rejestracja wyszukiwania urządzeń w sieci DLNA

Po przeanalizowaniu ruchu sieciowego i korzystając z przytoczonych wyżej informacji można stwierdzić, że problem powoduje brak możliwości wysyłania pakietów na adres grupy multicastowej 239.255.255.250. Komunikacja pomiędzy urządzeniami kończyła się na komunikatach NOTIFY o obecności oraz M-SEARCH wyszukujących inne urządzenia. Ilustrują to rysunki 5 oraz 6. Wobec tego należy zawsze pamiętać, że stosując routing w sieciach DLNA, aby urządzenia DMS i DMR mogły wymieniać ze sobą dane, niezbędne jest włączenie w routerze przekazywania pakietów adresowanych na adres multicastowy 239.255.255.250. Standardowo przekazywanie tych pakietów nie jest włączone co uniemożliwia rozgłaszanie informacji o swojej obecności urządzeń oraz wyszukiwania urządzeń poza sieć lokalną.

Literatura

- [1] Allegro Software Development Corporation: Networked Digital Media Standards A UPnP / DLNA Overview. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.allegrosoft.com> 2009.
- [2] Digital Living Network Alliance: DLNA Overview and Vision Whitepaper 2007. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [3] Digital Living Network Alliance: DLNA Interoperability Guidelines v1.0. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [4] Digital Living Network Alliance: Use Case Scenarios White Paper. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [5] UPnP Forum: UPnP Device Architecture 1.0. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.upnp.org> 2009.

EWOLUCJA SYSTEMÓW UPnP

Szybki rozwój i różnorodność urządzeń multimedialnych powoduje konieczność ciągłego poszukiwania metod efektywnej ich współpracy. Artykuł prezentuje i porównuje obecnie rozwijane rozwiązania tego typu.

1. Koncepcja systemów UPnP

UPnP Forum powstało w październiku 1999 roku z inicjatywy przedstawicieli przemysłu elektronicznego. Celem jego powstania było umożliwienie łatwego połączenia urządzeń korzystających ze standardów przemysłu elektronicznego. Forum powołało także specjalne zespoły by zdefiniować urządzenia i profile dla konkretnych kategorii urządzeń. Kategorie te obejmują m.in. urządzenia audio-wideo, urządzenie bramy internetowej, drukowanie, urządzenia automatyki domowej, kontrola oświetlenia [1].

Z punktu widzenia ewolucji systemów multimedialnych, największym osiągnięciem była specyfikacja UPnP AV.

2. Schemat działania UPnP

Cały proces działania UPnP można podzielić na pięć standardowych operacji [1],[6].

Adresowanie jest podstawową operacją, aby urządzenia w jakikolwiek sposób mogły się komunikować ze sobą. W systemach UPnP adresowanie domyślnie realizowane jest poprzez serwer DHCP (ang. Dynamic Host Configuration Protocol) choć dopuszcza się również opcjonalne użycie mechanizmu AutoIP. Natomiast mechanizm wykrywania realizowany jest przez protokół wykrywania usług SSDP (ang. Simple Session Description Protocol). Służy on do rozgłaszaniu informacji o danym urządzeniu do punktów sterujących, ale także temu, by przyłączony punkt kontrolny miał możliwość odszukać urządzenia, którymi może zarządzać [1], [6].

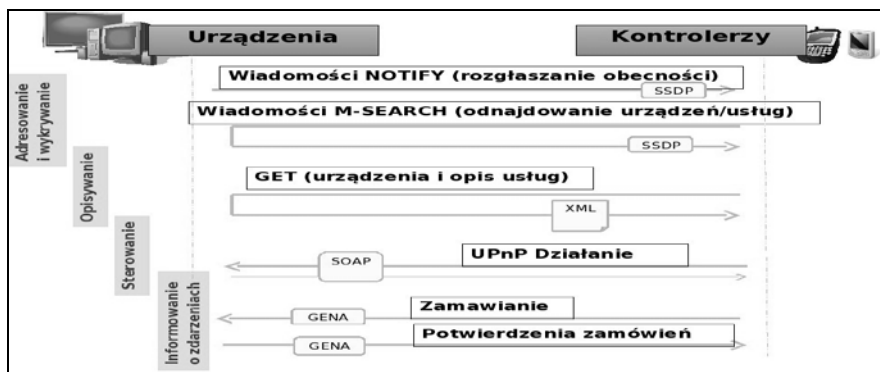
Kolejnym etapem jest opisywanie. Opis nowego urządzenia pobierany jest spod adresu URL (ang. Uniform Resource Locator) wskazanego przez urządzenie w komunikacie wykrycia (ang. discovery message). Opis urządzenia przesyłany jest w formacie XML i zawiera informacje takie jak model urządzenia, numer seryjny, informacje o producencie. Opis obejmuje również

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe NEURON

² Politechnika Lubelska, Katedra Elektroniki

listę dostępnych usług oraz poleceń, które potrafi wykonać to urządzenie. Dla każdej usługi załączona jest lista poleceń bądź akcji oraz lista zmiennych, które prezentują stan usługi w czasie jej przebiegu [5], [6].

Sterowanie to kolejna operacja w procesie działania systemu UPnP. Po tym jak punkt kontrolny uzyskał opis urządzenia następuje wysyłanie do tego urządzenia tzw. wiadomości sterującej. Wiadomość ta jest niczym innym jak poleceniem sformułowanym w języku XML z użyciem technologii SOAP (ang. Simple Object Access Protocol). Urządzenie w odpowiedzi przesyła natomiast potwierdzenie wykonania polecenia lub zwraca żadaną wartość [2], [3].



Rys. 1. Schemat wymiany treści multimedialnych według UPnP Forum.

Informowanie o zdarzeniach to kolejny tryb, który pojawia się podczas procesu działania UPnP. W toku normalnej pracy mogą pojawiać się zdarzenia, na które urządzenie musi odpowiednio zareagować. Urządzenie wysyła informacje o aktualizacji zmiennych np. o stanie urządzenia, do punktu sterującego. Wiadomość ta zawiera opis danego zdarzenia jak także listę możliwych do wykonania operacji, które mogą być reakcją urządzenia na zaistniałe zdarzenie. Ten rodzaj wiadomości również jest sformułowany w języku XML [2], [3].

Ostatnim typem operacji jest prezentacja. Podczas tej operacji przez punkt sterujący zostaje wyświetlony interfejs użytkownika urządzenia. Każde urządzenie może mieć własny adres URL i to z niego może być prowadzona konfiguracja i sterowanie tym urządzeniem. Sposób prezentacji ściśle zależy od charakteru urządzenia i jego możliwości [2], [3].

3. Rozwój koncepcji UPnP

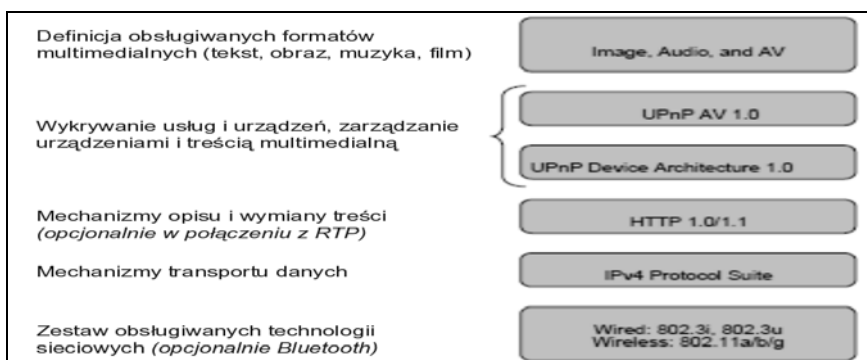
Początek XXI wieku przyniósł gwałtowny rozwój zastosowania cyfrowych technologii multimedialnych a w konsekwencji upowszechnienie się ich w domowych urządzeniach i sieciach audio-wideo. Systemy UPnP były

opracowywane głównie z myślą o środowiskach programowych, pracujących pod nadzorem systemów operacyjnych ogólnego przeznaczenia. Zatem ewolucja rozwiązania musiała dać odpowiedź na podstawowy problem jakim było zapewnienie kompatybilności pomiędzy wieloma rozwiązaniami sprzętowo-programowymi (telewizory, multimedialne urządzenia mobilne, kina domowe itp), przy zachowaniu zalet sprawdzonych rozwiązań UPnP. Rozwiązaniem zaakceptowanym przez szerokie grono producentów stały się systemy DLNA i HANA.

3.1. Architektura DLNA

Stowarzyszenie, które dziś znamy pod nazwą DLNA, zostało powołane do życia w czerwcu 2004. Podstawowe wytyczne wersji 1.5 (obecnie obowiązujące) zostały opublikowane w marcu 2006 roku, a rozszerzone, pełne jej wydanie ujrzało światło dzienne w październiku tego samego roku. Architektura DLNA w wersji 1.5 przedstawiona jest na rysunku 2. W stosunku do przedstawionej poprzednio zasady działania systemów UPnP, należy zwrócić uwagę na wprowadzenie dwóch warstw, uściślających zasady wymiany treści multimedialnych. Pierwszą z nich jest warstwa formatów mediów (ang. Media Formats). Zadaniem tej warstwy jest opis sposobu kodowania mediów i ich formatowania dla potrzeb transportu przez sieć DLNA jak również opisu wymagań urządzeń odtwarzających odnośnie tych formatów [2], [4], [5].

Specyfikacja DLNA mocno podkreśla, że zalecane i akceptowane w niej formaty mediów mają na celu tylko i wyłącznie zapewnienie kompatybilności pomiędzy urządzeniami DLNA a nie są odzwierciedleniem stanu obecnego i trendów rozwojowych w obszarze kodowania mediów.



Rys. 2. Architektura DLNA 1.5

Drugą warstwą, o której należy w tym miejscu wspomnieć to warstwa połączeń sieciowych (ang. Network Connectivity). AW przypadku sieci opartych o DLNA w wersji 1.5, zdefiniowane jest wykorzystanie trzech

technologii: 10Base-T i 100Base-T Ethernet (IEEE802.3i / IEEE802.3u) dla połączeń przewodowych, WiFi (IEEE802.11a / IEEE802.11b / IEEE802.11g) dla bezprzewodowych połączeń sieciowych oraz Bluetooth do bezprzewodowej komunikacji pomiędzy urządzeniami przenośnymi.

3.2. Architektura HANA

Inicjatywa HANA (ang. The High-Definition Audio-Video Network Alliance) została powołana do życia w 2005 w celu określenia standardu wymiany materiałów audio-wideo HD (ang. High Definition) w sieciach LAN. Założenia przyjęte przez projektantów skupionych w HANA różnią się od założeń DLNA w aspekcie dopasowania infrastruktury sieciowej do potrzeb usług multimedialnych. Według HANA, wymiana danych multimedialnych związana jest z zasadniczo różnymi wymaganiami co do parametrów sieci niż inne rodzaje transmisji, typowe w dzisiejszych sieciach LAN. Dlatego też, w przeciwieństwie do DLNA, rozwiązania HANA określają zasady budowy dedykowanych systemów sieciowych powiązanych luźno z konwencjonalną infrastrukturą danych, zamiast tak jak DLNA integrować wszystkie rodzaje usług w jednej sieci. Jednocześnie, oba rozwiązania nie mają ambicji stworzenia nowych standardów a jedynie wskazanie sposobu wykorzystania obecnie już stosowanych mechanizmów. W tym kontekście, tak DLNA jak i HANA czerpią z doświadczeń UPnP Forum [7].

Jako podstawę działania w warstwie sieciowej HANA wybrała standard IEEE 1394 (ang. FireWire) jako lepiej dostosowany do potrzeb transmisji multimedialnych niż standardy IEEE802, na których bazują sieci zgodne z DLNA. Do głównych zalet tej decyzji zaliczyć można możliwość korzystania z mechanizmów QoS (ang. Quality of Service), w tym rezerwacji pasma dla indywidualnych strumieni audio-wideo oraz wsparcie dla techniki zabezpieczeń DTCP/ASCCT (ang. Digital Transmission Content Protection/Advanced Secure Content Cluster Technology). Wymiana danych w warstwie sieciowej, traktowana jako opcja w sieci HANA i opiera się o standardowy stos protokołów TCP/IP.

Dla celów realizacji warstw wyższych, HANA i DLNA bazują na specyfikacji CEA R7. Różnica polega na wyborze zaleceń tej specyfikacji. I tak DLNA opiera się o CEA 2014 (ang. Web-based Protocol and Framework for Remote User Interface on UPnP™ Networks and the Internet), natomiast HANA wykorzystuje zapisy zaleceń CEA 2027-A (ang. TV-based user interface for control of networked devices), CEA 931-B (ang. remote control commands between devices) oraz CEA 851-A (ang. versatile home network home intranet backbone for inter-cluster connectivity using IEEE 1394 and IP).

3.3. Porównanie systemów DLNA i HANA

Działania organizacji DLNA oraz HANA są przykładami kierunku ewolucji systemów multimedialnych, i reprezentują dwa, różne punkty widzenia na upowszechnienie idei UPnP.

DLNA koncentruje się na koncepcji konwergencji wszystkich elementów systemów multimedialnych w ramach jednej, uniwersalnej sieci. Możliwość współdzielenia treści pomiędzy jak najszerszą gamą urządzeń jest przedkładana nad problemy jakości transmisji, szybkości reakcji na sygnały sterujące, sposobu sterowania jak również zabezpieczeń przesyłanych materiałów multimedialnych. Ważnym elementem w polityce rozwoju systemów DLNA jest jak najszersze zdefiniowanie pojęcia treści multimedialnej, obejmującej wideo, audio, grafikę, animację czy też elementy rzeczywistości rozszerzonej [1], [7].

HANA koncentruje swój rozwój głównie na systemach wideo, ze szczególnym uwzględnieniem treści wysokiej rozdzielczości. Dlatego też tak silny nacisk kładziony jest na zagadnienia zapewnienia wymaganej jakości transmisji wideo i ujednoczenia sterowania przesyłem danych. Dodatkowo, HANA wyraźnie oddziela treści komercyjne, gdzie zapewnia skuteczne mechanizmy ochrony treści od treści osobistych danego użytkownika multimedialnej sieci domowej [7].

Tabela 1 przedstawia podstawowe różnice pomiędzy DLNA i HANA a tym sam kierunki rozwoju współczesnych sieciowych systemów multimedialnych.

Tabela 1. Porównanie cech systemów DLNA i HANA

CECHA SYSTEMU	HANA FireWire	DLNA 1000 Gbit/s	DLNA 100 Mbit/s	DLNA WiFi
Sterowanie poprzez IP	TAK	TAK	TAK	TAK
Wykorzystanie TCP/IP	TAK	TAK	TAK	TAK
Ochrona treści multimedialnej	DTCP/ASCCT	DTCP-IP	DTCP-IP	DTCP-IP
QoS: G-gwarantowane, P-priorytety, BE-brak gwarancji	G, P, BE	P, BE	P, BE	P, BE
Synchroniczny tor audio-wideo	TAK	NIE	NIE	NIE
Pojedynczy element sterujący	TAK	NIE	NIE	NIE

Literatura

- [1] Allegro Software Development Corporation: Networked Digital Media Standards A UPnP / DLNA Overview. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.allegrosoft.com> 2009.

- [2] Digital Living Network Alliance: DLNA Overview and Vision Whitepaper 2007. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [3] Digital Living Network Alliance: DLNA Interoperability Guidelines v1.0. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [4] Digital Living Network Alliance: Use Case Scenarios White Paper. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.dlna.org> 2009.
- [5] UPnP Forum: UPnP Device Architecture 1.0. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.upnp.org> 2009.
- [6] UPnP Forum: AVTransport:1 Service Template Version 1.01, UPnP Forum, June 25, 2002. Materiały dostępne w Internecie: <http://www.upnp.org> 2009.
- [7] DLNA and HANA: two visions of consumer multimedia networking, Materiały dostępne w internecie: <http://www.edn.com> 2011

Grzegorz MASŁOWSKI, Katarzyna PRZYTUŁA, Angelika
BŁAŻEJEWSKA, Tobiasz PARYS, Łukasz ZIĘTEK¹,
Paweł A. MAZUREK²

EMISJA ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ WI-FI W BUDYNKACH MIESZKALNYCH

1. Wprowadzenie

W ostatnim czasie bezprzewodowe sieci lokalne WLAN stały się obowiązującym standardem nie tylko w biurach, lokalizacjach publicznych, ale przede wszystkim w naszych domach – miejscach, gdzie każdy z nas spędza większość swojego wolnego czasu. Wypoczywając z dala od ulicznego hałasu, nadmiaru kolorowych obrazków, ludzie chcą we własnych domach odpoczywać i być pewni swego bezpieczeństwa. Chcą mieć również pewność, iż w domach nie są poddani negatywnemu oddziaływaniu pól elektromagnetycznych.

Z drugiej strony każdy z nas lubi wygody, a bezprzewodowy dostęp do urządzeń czy Internetu w domach jest tego potwierdzeniem. Bezprzewodowy laptop, wi-fi w telefonie, drukarka z funkcją bezprzewodowego drukowania czy telewizor z dostępem do YouTube to już jak najbardziej spotykany w obecnych czasach w europejskich domach lub mieszkaniach sprzęt. Jak zatem te urządzenia oddziałują na domowe środowisko, czy pola generowane przez te urządzenia są dla ludzi bezpieczne?

2. Sieci WLAN

Bezprzewodowa sieć lokalna (WLAN, Wireless Local Area Network) – to sieć lokalna, w której połączenia między urządzeniami sieciowymi zrealizowano bez użycia przewodów (skrętki czy światłowodów). Sieci tego typu wykonywane są najczęściej z wykorzystaniem mikrofal jako medium przenoszącego sygnały, ale również z użyciem podczerwieni. Są one projektowane w oparciu o standard IEEE 802.11.

Do komunikacji za pomocą mikrofal wykorzystuje się pasmo 2,4 GHz (w standardzie 802.11b oraz 802.11g) lub też 5 GHz (w standardzie 802.11a). Pasma 2,4 GHz podzielone jest na 14 kanałów w paśmie 2,4-2,5 GHz, które układają się co 5 MHz od 2412 do 2477 MHz. Każdy kanał ma swoją częstotliwość nośną, która jest modulowana przy przesyłaniu informacji.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe ELMACOL

² Politechnika Lubelska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Wspólną cechą wymienionych standardów jest to, że wykorzystują one nielicencjonowane zakresy częstotliwości oraz używają technik rozpraszania widma radiowego. Urządzenia działające w tych standardach nie podlegają koncesjonowaniu i mogą być stosowane bez uzyskiwania pozwoleń. W świetle regulacji prawnych Unii Europejskiej, radiowe urządzenia telekomunikacyjne powinny być zgodne z dyrektywami nowego podejścia: Telekomunikacyjne urządzenia końcowe i urządzenia radiowe (RTTE), Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC), Niskonapięciowe wyroby elektryczne (LVD) oraz w uzasadnionych przypadkach: Ograniczenie użycia substancji niebezpiecznych (ROHS).

3. Pola i zaburzenia elektromagnetyczne

Pole elektromagnetyczne jest stanem przestrzeni, w której na obiekt fizyczny mający ładunek elektryczny działają siły elektromagnetyczne. Pole elektromagnetyczne jest układem dwóch pól: pola elektrycznego i pola magnetycznego. Pola te są ze sobą wzajemnie powiązane, a ich relację opisują równania Maxwella. Pole elektromagnetyczne jest czynnikiem środowiska, który towarzyszy ludziom od zawsze. Pole elektromagnetyczne mające naturalne źródła – pochodzenia ziemskiego i pozaziemskiego – istnieje na Ziemi od zawsze.

Rozwój przemysłu, w tym przede wszystkim rozwój telekomunikacji, powoduje wzrost poziomów pola elektromagnetycznego w środowisku, zwłaszcza poprzez wzrost liczby tzw. „sztucznych źródeł” pola elektromagnetycznego.

Najpowszechniej występującymi instalacjami będącymi źródłami pól elektromagnetycznych, które mają istotny wpływ na ogólny poziom pól w środowisku, są linie elektroenergetyczne, instalacje radiokomunikacyjne, takie jak stacje bazowe telefonii komórkowej, stacje radiowe i telewizyjne oraz systemy radionamierzenia.

Każde urządzenie elektryczne lub elektroniczne jest potencjalnym źródłem zaburzenia elektromagnetycznego, które może propagować przewodowo lub promieniowo do środowiska. Zaburzenia powodowane emisją pożądaną eliminuje się racjonalną gospodarką widmem elektromagnetycznym – przez odpowiedni przydział częstotliwości lub pasm roboczych. Natomiast zaburzenia wywołane emisją niepożądaną powinny mieć tak określone poziomy, aby nie zakłócały pracy innych obiektów w miejscu ich zainstalowania. Urządzenia powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby w normalnym środowisku elektromagnetycznym były odporne na określony poziom zakłóceń i nie wywoływały zaburzeń elektromagnetycznych o wartościach przekraczających odporność na te zaburzenia innego urządzenia występującego w tym środowisku.

Sprawdzenia dotrzymania standardów jakości środowiska w zakresie emisji pola elektromagnetycznego do środowiska dokonują następujące jednostki: Inspektorat Środowiska, Państwowa Inspekcja Pracy (Centralny Instytut Ochrony Pracy), Państwowa Inspekcja Sanitarna (zwyczajowa nazwa: Sanepid), dodatkowe instytucje (laboratoria, uczelnie) jako ekspertyzy na żądanie instytucji np. sądu, prokuratury.

Sprawdzenia dotrzymania standardów jakości urządzenia w zakresie emisji pola elektromagnetycznego dokonuje Urząd Komunikacji Elektronicznej.

4. Dopuszczalne parametry pól elektromagnetycznych

Otoczające nas środowisko jest charakteryzowane przez szereg wielkości chemicznych i fizycznych. W odniesieniu do pól elektromagnetycznych w krajowych i międzynarodowych przepisach definiuje się dopuszczalne natężenia E i H w określonych pasmach częstotliwości. Polska należy do krajów, stosujących jedno z najostrożniejszych na świecie przepisów, dotyczących ochrony ludności przed polem elektromagnetycznym. Aktualne wielkości podane są poniżej (Dz. U. Nr 192 z dn. 14.11.2003 r. poz. 1883).

Tabela 1. Zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych, dla których określa się parametry fizyczne charakteryzujące oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko, dla miejsc dostępnych dla ludności oraz dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych, charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych, dla miejsc dostępnych dla ludności.

Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego	Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
0 Hz	10 kV/m	2,500 A/m	---
od 0 Hz do 0,5 Hz	---	2,500 A/m	---
od 0,5 Hz do 50 Hz	10 kV/m	60 A/m	---
od 0,05 kHz do 1 kHz	---	3/f A/m	---
od 0,001 MHz do 3 MHz	20 V/m	3 A/m	---
od 3 MHz do 300 MHz	7 V/m	---	---
od 300 MHz do 300 GHz	7 V/m	---	0,1 W/m ²

Zaprezentowane wartości odnoszą się do natężeń pól, które istnieją w ogólnie dostępnych dla ludności obszarach. Inne wartości, często o większym rygorze obowiązują na lokalnych obszarach, np. na stanowisku pracy, w energetyce...

5. Aparatura pomiarowa

Do pomiaru natężeń pól elektrycznych wymagane są specjalne mierniki. W zależności od specyfiki pomiaru – czy jest to pomiar emisji pola w odniesieniu do kompatybilności elektromagnetycznej czy w odniesieniu do pomiarów środowiskowych stosuje się różne techniki pomiarowe i dedykowane układy antenowe.

Do pomiarów realizowanych przez studentów koła naukowego został wykorzystany mobilny miernik TES-92. Jest to miernik szerokopasmowy służący do pomiarów promieniowania o wysokiej częstotliwości w zakresie od 50 MHz do 3,5 GHz



Zakres częstotliwości: od 50 MHz do 3,5 GHz
Zakresy pomiarowe: 20 mV/m do 108.0V/m;
53 μ A/m do 286,4 mA/m,
1 μ W/m² do 30,93 W/m²,
0 μ W/cm² do 2,093 mW/cm²
Zakres dynamiczny typowo 75 dB
Błąd bezwzględny przy 1 V/m i 59 MHz: +/- 1,0 dB
Zakres roboczy temperatury: od 0°C do +50°C
Zakres roboczy wilgotności: od 25% do 75%

Rys.1. Miernik zakłóceń elektromagnetycznych TES-92

6. Pomiary

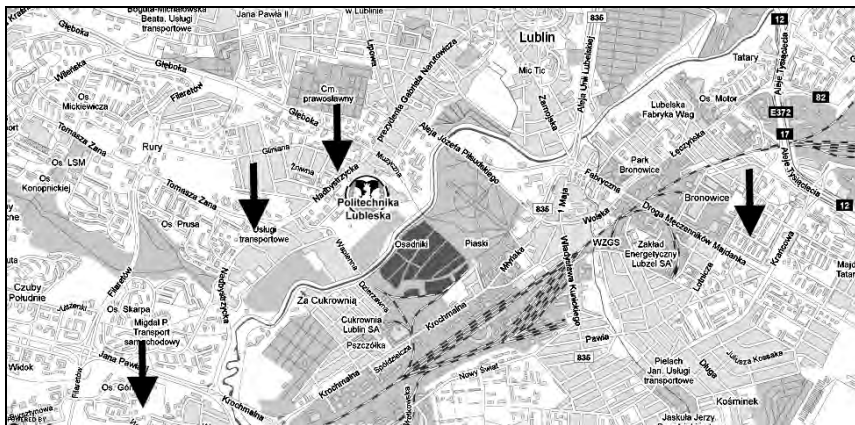
Pomiary natężeń pól elektromagnetycznych przeprowadzono w różnych punktach Lublina. Podstawową lokalizacją były akademiki Politechniki Lubelskiej oraz D.S. Jowisz Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej. Obiekty te zostały wybrane ze względu na dużą liczbę istniejących w budynku urządzeń

elektrycznych i elektronicznych, oraz punktów dostępowych wi-fi (na niektórych piętrach wykrywano nawet kilkanaście punktów). W celu porównania „studenckiego” środowiska do typowego mieszkania w mieście, pomiarom poddano również kilka klasycznych bloków mieszkalnych na terenie Lublina.

Zmierzone wartości zostały zaprezentowane na poniższych wykresach, rys. 4÷12. Widoczny wzrost promieniowania wraz ze wzrostem wysokości pomiarowej spowodowany jest zwiększonym oddziaływaniem anten telefonii komórkowej GSM oraz sygnałów radio-telewizyjnych. Pośrednio jest to związane ze zmniejszeniem ilości odbić sygnałów od budynków oraz innych barier, dzięki czemu sygnał może swobodnie przepływać nie tłumiąc się.

Realizowane pomiary to pierwsza, wstępna faza badań. Wynika to z zaistniałych błędów, których powodem jest szerokopasmowa zasada działania miernika. Dokonuje on pomiaru w szerokim spektrum częstotliwości od 50 MHz do 3,5 GHz. W paśmie tym pracuje wiele urządzeń: urządzenia nadawcze radia i telewizji, urządzenia GSM, UMTS, bezprzewodowa łączność telefoniczna oraz urządzeń technologii Wi-Fi 2,4 GHz. Brak selektywności na pasmo 2.4 GHz nie pozwala precyzyjnie omówić szczegółowych oddziaływań, niemniej pozwala zlokalizować obszary o największych natężeniach, gdzie w kolejnej fazie będą powtórzone badania profesjonalnym sprzętem.

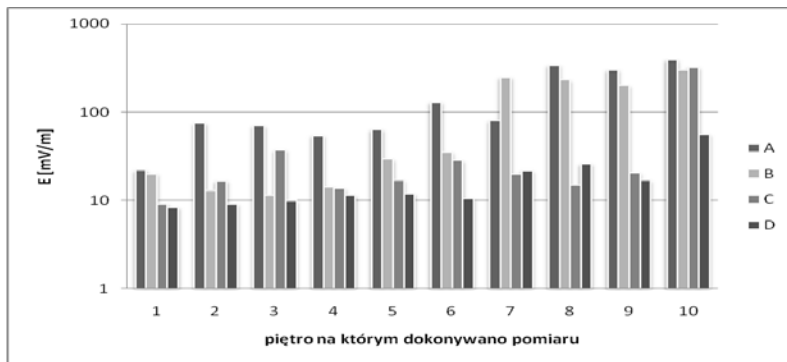
Największą niedokładność zanotowano w akademikach, gdzie znajdowało się najwięcej urządzeń, które obsługiwane są bezprzewodowo i wytwarzają pola EM. Miało to istotny wpływ na zakłócenia niektórych pomiarów. Pomiary potwierdziły zasadę, że w pokojach (gdzie znajdowały się laptopy, telewizory itp.) wyniki natężenia pola elektromagnetycznego były wyższe niż na „pustych” korytarzach.



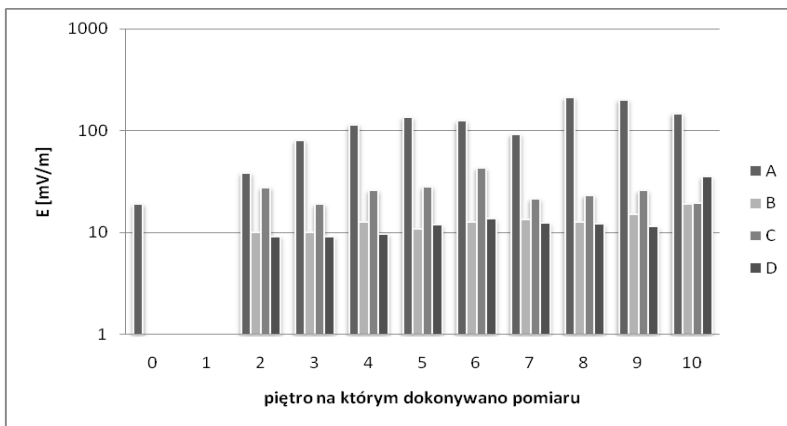
Rys. 2. Miejsca dokonywania pomiarów w blokach mieszkalnych



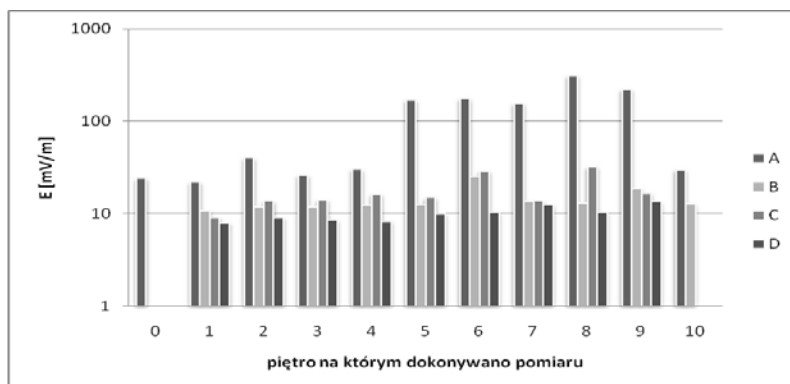
Rys. 3. Domy studenckie na terenie kampusu PL oraz DS Jowisz – UMCS



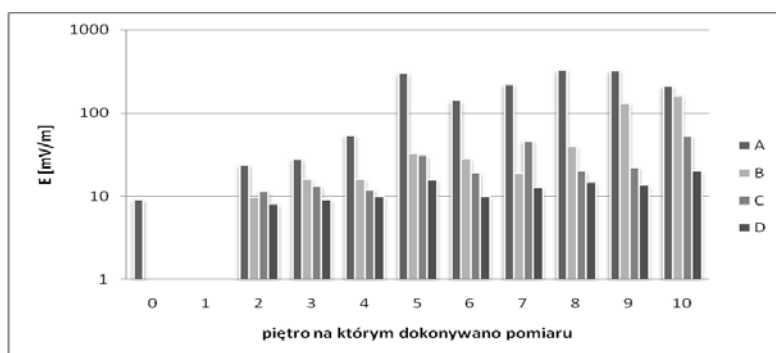
Rys. 4. Pomiary na wszystkich dziesięciu piętrach akademika DS1 - Politechnika Lubelska



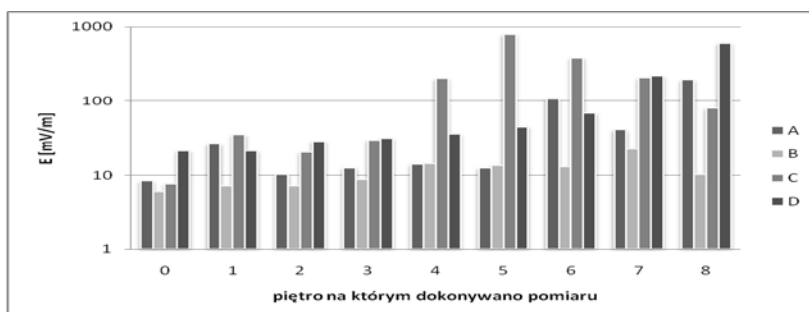
Rys. 5. Pomiary natężenia pola na piętrach domu studenckiego DS2 - Politechnika Lubelska



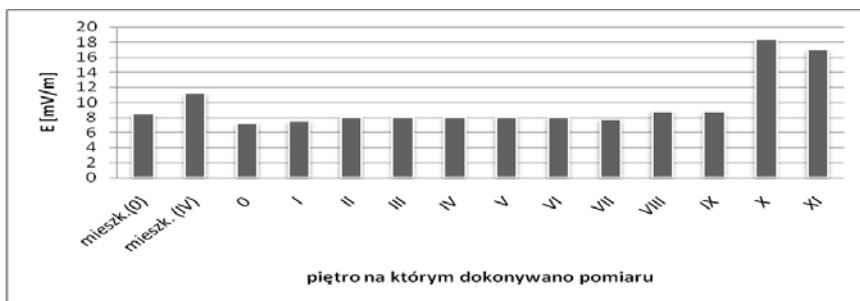
Rys. 6. Pomiary natężenia pola na piętrach domu studenckiego DS3 - Politechnika Lubelska



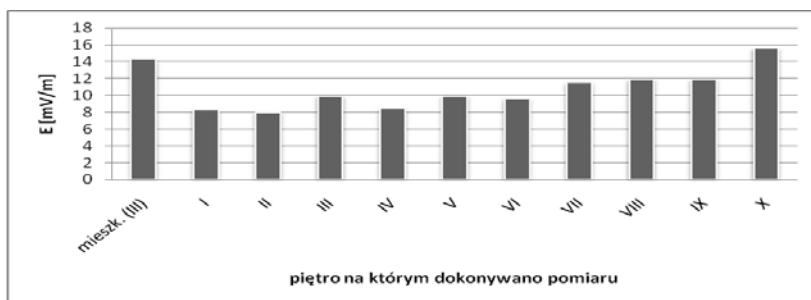
Rys.7. Pomiary natężenia pola na piętrach domu studenckiego DS4 - Politechnika Lubelska



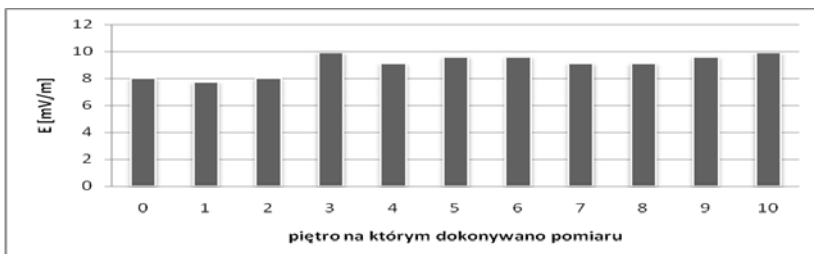
Rys. 8. Pomiary natężenia pola na piętrach domu studenckiego DS JOWISZ – UMCS



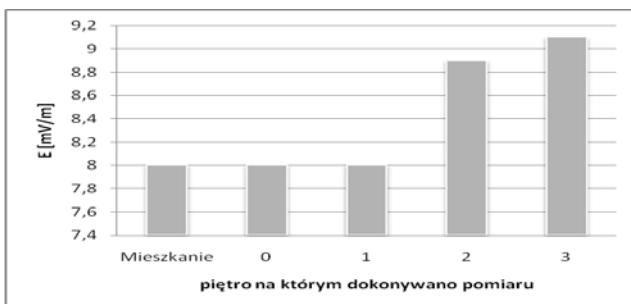
Rys. 9. Pomiary natężenia pola na piętrach wieżowca - ul. Turniowa 1



Rys. 10. Pomiary natężenia pola na piętrach wieżowca - ul. Nadbystrzycka



Rys.11. Pomiary natężenia pola na wieżowca ul. Nadbystrzycka przy Politechnice Lubelskiej



Rys. 12. Pomiary natężenia pola na piętrach bloku mieszkalnego, ul. Puchacza

7. PODSUMOWANIE

Z uwagi na wysoki poziom uprzemysłowienia i związaną z tym dużą liczbę źródeł elektroenergetycznych należy prowadzić systematyczne badania pól elektromagnetycznych. Niestety, monitoring pól elektromagnetycznych wymaga dużych nakładów logistycznych – aparatury i przeszkolonych osób przeprowadzających pomiary. Dostęp do analizy oddziaływań oraz rozpowszechnienie rzetelnych informacji o faktycznych poziomach narażeń elektromagnetycznych nie jest najlepszy.

Pozytywnym wynikiem wstępnych badań jest brak przekroczeń dopuszczalnych wartości natężeń pola elektrycznego w mierzonym paśmie częstotliwości. Niemniej dokładne wyniki badań wymagają profesjonalnej aparatury pomiarowej, dlatego część punktów pomiarowych zostanie ponownie przebadanych.

W trakcie pomiarów zaobserwowano różne zachowania osób postronnych (od zrozumienia, zdziwienia po ucieczkę przed prowadzącymi pomiar).

Domy studenckie to obiekty o dużym nasyceniu urządzeniami elektryczno-elektronicznymi i wyraźnie wykazują większe wartości natężeń pól elektromagnetycznych w porównaniu z budownictwem wielorodzinnym (blok mieszkalny) czy jednorodzinny.

Odpowiadając na zawarte we wstępie pytanie, możemy stwierdzić po dokonaniu wstępnych badań w wielu lokalizacjach, w żadnej z nich poziom natężenia pól nie przekroczył dopuszczalnych poziomów.

Literatura

- [1] Materiały informacyjne firmy Wi-Fi Alliance, <http://www.wi-fi.org>.
- [2] Jan Ściegienny, Co nowego, jest świat bez kabli, Biuletyn Nikon Polska Sp. z o.o., http://www.biznespolska.pl/files/reports/Biuletyn_Nikon_Wi-Fi.pdf.
- [3] Skiba P., Zagrożenia związane z technologiami bezprzewodowymi Wi-Fi, <http://strefawifi.pl>.
- [4] Szóstka J. Mikrofałe. Układy i systemy. WKŁ, Warszawa, 2006 .
- [5] Danowski B., WI-FI darmowe sieci bezprzewodowe, <http://strefawifi.pl>.
- [7] Instrukcja obsługi. Miernik zakłóceń elektromagnetyczny TES-92. Wydanie maj 2010.
- [8] Chochowski A., Podstawy elektrotechniki i elektroniki dla elektryków: podręcznik, Część 1.
- [9] Ciok Z., Ochrona środowiska w elektroenergetyce, Polska Akademia Nauk.
- [10] Zeńczyk M., Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko naturalne i środowisko pracy, Wydział Elektryczny Politechniki Szczecińskiej.
- [11] Materiały dotyczące badań pól elektromagnetyczny, <http://www.ciop.pl>.
- [12] Materiały informacyjne firmy Zest Protect,

http://www.zest.bz/zest_protect/pl/Smog_Elektromagnetyczny.

- [13] Krakowski M., Pole elektromagnetyczne.. Seria Elektrotechnika teoretyczna, Wyd. PWN 1999.
- [14] Tarnawski S., Kiczma B., Pole elektryczne i magnetyczne, Wydaw. WSP, 1982.
- [15] Morawiec J., Pole elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne, Wydaw. WSP, 1987.
- [16] Różański L. Pole i fale elektromagnetyczne, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997.

BADANIA EMISJI PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH

1. Wprowadzenie

Każde urządzenie elektryczne i elektroniczne w czasie swej normalnej pracy może stać się źródłem zaburzeń elektromagnetycznych. Zaburzenia te można określić wieloma kryteriami, m.in. podzielić je na zaburzenia niskiej i wysokiej częstotliwości oraz zaburzenia propagowane przewodowo lub promieniowo. Najczęściej te zjawiska są niepożądane, chociaż są maszyny i urządzenia, w których wykorzystuje się celowo pola i promieniowanie elektromagnetyczne (np. telefonia komórkowa, radar). Jednocześnie, urządzenia elektryczne w mniejszym lub większym stopniu są też odbiornikami propagujących w środowisku sygnałów zaburzeniowych [1-9].

Oddziaływania zaburzeń elektromagnetycznych mogą być różne, a często prowadzą do poważnych zagrożeń, czy uszkodzeń sprzętu. Zaburzeń nie da się całkowicie wyeliminować, należy jednak wykorzystać techniki i środki redukujące ich wielkość do akceptowalnego przez środowisko poziomu.

Aby zapobiegać niebezpiecznym sytuacjom, każde urządzenie czy system, w którym znajdują się elementy elektryczne i elektroniczne, powinno być tak skonstruowane, aby emitować jak najmniej zaburzeń. Ponadto każde urządzenie czy maszyna powinno być tak skonstruowane, aby było maksymalnie odporne na zaburzenia emitowane przez inne urządzenia. Ta zdolność współistnienia obok siebie różnych urządzeń i możliwość poprawnej pracy nazywana jest kompatybilnością elektromagnetyczną. Osiąga się to przez odpowiednią konstrukcję, dobór elementów, połączenia, filtrowanie i ekranowanie. Przy dzisiejszym stopniu skomplikowania układów często nie wystarczy wiedza teoretyczna, musi być ona podparta specjalnymi badaniami. Pomiary dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń technicznych są jednym z podstawowych elementów tego procesu i stanowią niepodważalne źródło informacji o rzeczywistych właściwościach badanego urządzenia.

Ze względu na powszechność i ciągle rosnącą rolę sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz ze względu na wymagania prawne, istnieje potrzeba badania odporności i emisyjności w sensie elektromagnetycznym, a w ich następstwie wyznaczania specjalnych poziomów kompatybilności sprzętu.

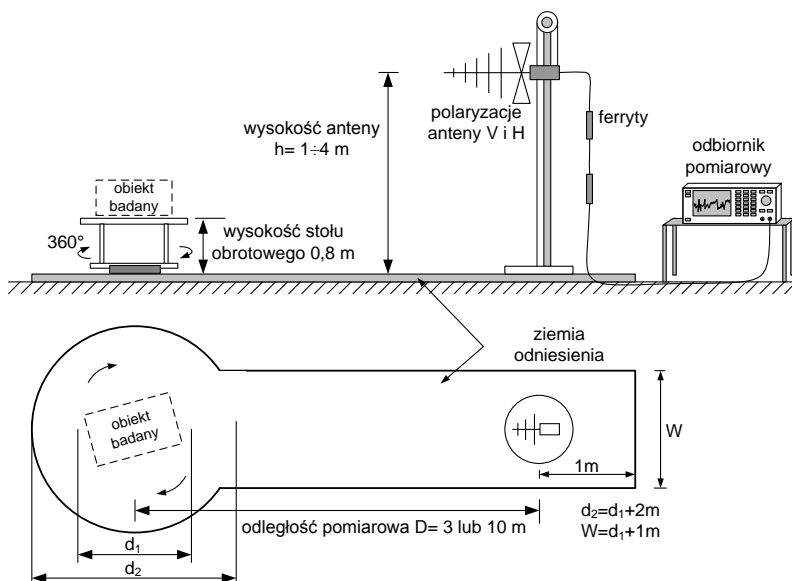
³ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Elmecol

⁴ Politechnika Lubelska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Istnieją kryteria określające poziomy odporności, emisyjności i kompatybilności urządzenia. W pierwszej kolejności należy zdefiniować odporność i emisję analizowanego obiektu. Odpornością elektromagnetyczną na zaburzenia elektromagnetyczne definiujemy taką właściwość urządzenia lub systemu, która charakteryzuje zdolność do jego poprawnego działania bez obniżenia jakości w obecności zaburzenia elektromagnetycznego. Natomiast poprzez emisję elektromagnetyczną rozumiemy energię elektromagnetyczną przedostającą się do otaczającego środowiska na skutek promieniowania elektromagnetycznego w wolnej przestrzeni, przewodzenia przez przewody zasilające lub sygnałowe, sprzężenia pojemnościowego i sprzężenia indukcyjnego [1-9].

2. Pomiary emisyjności w EMC

Pomiary emisyjności promieniowanej stanowią jedno z trudniejszych i bardziej kosztownych badań, ponieważ wymagają odpowiednio dużego stanowiska pomiarowego o dostatecznie niskim poziomie zaburzeń promieniowanych obcych, pochodzących od innych źródeł. We współczesnym otaczającym nas środowisku elektromagnetycznym zwykle istnieje wiele pożądaných i niepożądaných źródeł promieniowania, które w znacznym stopniu utrudniają wykonywanie pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego [1-9].



Rys. 1. Stanowisko pomiarowe do badań emisji elektromagnetycznej, rzut odniesiony do geometrii poligonu pomiarowego

Zalecenia większości norm dotyczących emisyjności urządzeń zakładają, że pomiary emisyjności promieniowanej powinny być przeprowadzane na odpowiednim stanowisku pomiarowym tzw. otwartym poligonie pomiarowym (ang. OATS Open Area Test Site). Zasadniczym elementem otwartego poligonu pomiarowego jest płaszczyzna odniesienia (tzw. ziemia odniesienia) w postaci odpowiednio ukształtowanej i uziemionej płyty metalowej. Przykładowe rozmieszczenie elementów stanowiska pomiarowego do emisyjności promieniowanej pokazano na poniższym rysunku [1-9].

Pomiary emisji zakłóceń służą ustaleniu zdolności urządzenia elektrycznego do emisji zakłóceń w znormalizowanych warunkach, aby móc porównać uzyskane wyniki pomiarów z dopuszczalnymi poziomami granicznymi.

Zakłócenia (zaburzenia) elektromagnetyczne w paśmie częstotliwości od kilkudziesięciu kHz do kilku GHz są określane jako zakłócenia (zaburzenia) radioelektryczne (RFI - Radio Frequency Interference). Generacja i rozkład energii zakłóceń w widmie częstotliwości oraz charakterystyki czasowe są zależne od struktury i parametrów elektrycznych urządzenia w zakresie wielkiej częstotliwości, jego charakterystyk czasowych oraz impedancji obciążającej źródło. Biorąc pod uwagę charakterystyki czasowe emisji pożądanej i niepożądanej oraz zakłóceń przewodzonych do środowiska, zakłócenia generowane przez dowolne źródła można podzielić na ciągłe i krótkotrwałe, natomiast ze względu na charakterystyki częstotliwościowe zakłócenia można podzielić na: wąskopasmowe i szerokopasmowe.

Klasyczne pomiary promieniowania wykonuje się w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1000 MHz, stosując miernik zakłóceń z detektorem wartości quasi-szczytowej lub średniej. Miernik zakłóceń powinien spełniać wymagania określone w publikacji CISPR 16. Instytut IPEE posiada odbiornik pomiarowy ESCI3 firmy Rodhe&Schwarz. W zależności od relacji odległości pomiary realizujemy w polu bliskim lub dalekim. Wymaga to wykorzystania różnych dodatkowych akcesoriów pomiarowych. W przypadku pomiarów w polu dalekim wykorzystywany jest system anten pomiarowych – zamontowanych na maszcie, dla pola bliskiego wykorzystywany jest układ sond pola bliskiego dla składowej magnetycznej i elektrycznej.

Pomiary natężenia promieniowanego pola elektromagnetycznego należy wykonywać anteną umieszczoną w ściśle określonej odległości, mierzonej w płaszczyźnie poziomej od granicy umowną linią prostą, poprowadzoną wzdłuż prostego, geometrycznego obrysu, obejmującego badane urządzenie. Jeśli z powodu zbyt wysokiego poziomu tła zakłóceń lub z innych przyczyn nie można wykonywać pomiarów w odległości 10 m, to dla urządzeń klasy B można je przeprowadzić w odległości 3 m. W celu uzyskania zgodności wyników z pomiarem w znormalizowanej odległości 10 m należy dokonać odpowiedniego przeliczenia, stosując współczynnik proporcjonalności malejący o 20 dB na

dekadę wzrostu odległości pomiarowej. Pomiary sondami wykonujemy w najbliższej odległości od źródła emisji w zakresie mili- i centymetrów. [1-9]



Rys. 2. Zdjęcia aparatury pomiarowej do badania emisji promieniowanej na wyposażeniu Laboratorium Kompatybilności Elektromagnetycznej na Politechnice Lubelskiej (zestaw firmy Rohde&Schwarz oraz Maschek)

3. Środowiskowe pomiary natężenia pola elektrycznego i magnetycznego

Na skutek postępu technologicznego i zastosowania w codziennym życiu coraz większej liczby urządzeń elektrycznych i elektronicznych, emitujących szkodliwe promieniowanie, wokół Ziemi powstaje gęszcz sztucznych pól elektromagnetycznych, spowijający ziemię niewidzialną powłoką, zwaną smogiem elektromagnetycznym.

W naszym codziennym, jakże nowoczesnym, życiu jesteśmy ciągle narażeni na oddziaływanie sztucznych źródeł pól elektromagnetycznych. Aby temu przeciwdziałać krajowe i międzynarodowe przepisy wymuszają na specjalnie do tego celu powołanych instytucjach nadzorowanie widma elektromagnetycznego. Działania są różnorakie. Wśród głównych należy wymienić racjonalne nadzorowanie gospodarką widma elektromagnetycznego, wydawanie koncesji na wprowadzanie nowych źródeł nadawczych, terenowe badania emisji w środowisku, a także edukowanie społeczeństwa o zagrożeniach.

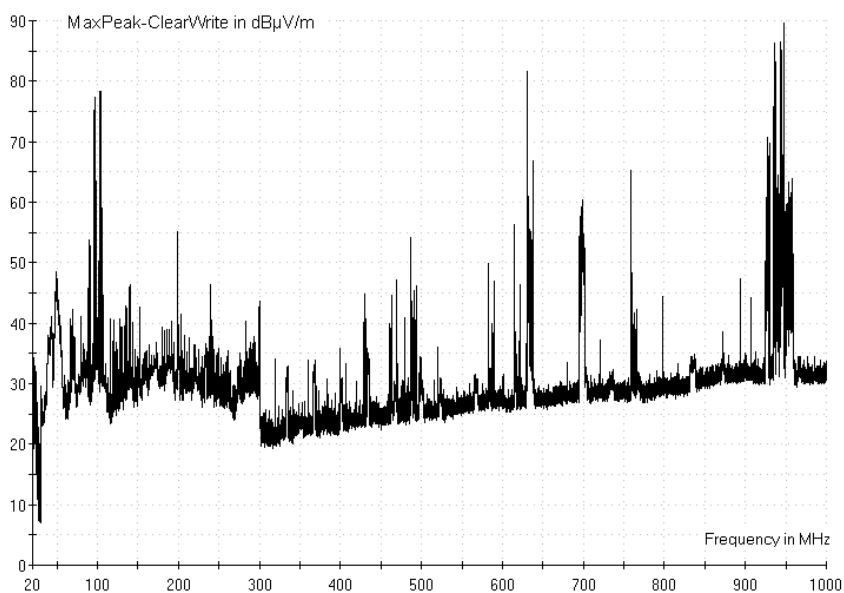
Pomiary, podobnie jak w przypadku kompatybilności, wymagają bogatego i nowoczesnego zaplecza aparaturowego. Metoda pomiaru jest prostsza, bowiem

wymaga porównania zmierzonej wartości skutecznej odniesionej do całego pasma pomiarowego i porównania jej z wartością dopuszczalną. Ponieważ nie ma potrzeby badania wszystkich częstotliwości zadanego pasma widma częstotliwości, zatem sprzęt jest trochę „słabszy” w porównaniu z wyposażeniem do badań EMC.

W odniesieniu do badań środowiskowych zwiększone jest jednak widmo pomiaru. W kompatybilności pomiary odnoszą się do pasma 0,03-1GHz. W badaniach dotyczących oddziaływania pól EM na środowisko pomiary realizowane są od elektrostatyki i magnetostatyki do 300GHz.

Celem badań jest lokalizacja źródeł pól, które mogą być niebezpieczne dla zdrowia ludzi, dla flory i fauny i wyznaczenie obszarów stref niebezpiecznych.

Przykładowe widmo pomiarów tła elektromagnetycznego zmierzone na terenie Politechniki Lubelskiej (grudzień 2010) zaprezentowano na poniższym wykresie.



Rys. 3. Wartości natężenia pola elektrycznego zmierzone na terenie kampusu Politechniki Lubelskiej

4. Wnioski

Badania natężeń pola elektrycznego i magnetycznego w zakresie częstotliwości ELF i VLF oraz pola elektromagnetycznego w zakresie w.cz. wymagają specjalnej, profesjonalnej aparatury, a także wiedzy w zakresie metodologii pomiaru pól.

Politechnika Lubelska, a w szczególności Instytut IPEE wychodząc naprzeciw potrzebom rynku rozwija zaplecze aparaturowe, a pracownicy naukowci wraz ze studentami prowadzą badania dotyczące oddziaływań elektromagnetycznych.

Realizowane przez członków koła naukowego pomiary natężeń pola elektromagnetycznego mają przede wszystkim dydaktyczny charakter, niemniej prowadzone badania wnoszą wiele informacji o rzeczywistych natężeniach pól elektrycznych i magnetycznych na terenie kampusu i Lublina.

Literatura

- [1] Armstrong K., Clough C., Williams T.: EMC Testing Part 1-6, www.compliance-club.com.
- [2] Bogucki J., Chudziński A., Połujan J.: Emisja elektromagnetyczna urządzeń w praktyce, *Telekomunikacja i techniki informacyjne*, 1-2/2007, 85-95.
- [3] Kodali P., *Engineering Electromagnetic Compatibility*, IEEE PRESS, 2001.
- [4] Mazurek P.A.: Wpływ właściwości materiałów magnetycznych rdzeni dławików przeciwzakłóceńowych na skuteczność filtrowania zakłóceń przewodzonych, rozprawa doktorska, Politechnika Lubelska, 2007.
- [5] Mazurek P. A., Pomiary pól wysokiej częstotliwości w środowisku zurbanizowanym, materiały pokonferencyjne XIX Sympozjum Środowiskowego PTZE, 121-123.
- [6] Mazurek P. A., *Laboratorium z podstaw kompatybilności elektromagnetycznej*, podręcznik akademicki, ISBN: 978-83-62596-02-7, Wydawca: Politechnika Lubelska, 2010.
- [7] Montrose M., Nakauchi E.: *Testing for EMC compliance*, IEEE PRESS, 2004.
- [8] Więckowski T.: *Pomiar emisyjności urządzeń elektrycznych i elektronicznych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1997.
- [9] Williams T, Armstrong K.: *EMC for Systems and Installations*, Newnews, 2000.

OZNACZANIE POŁOŻENIA ZDEFINIOWANYCH OBIEKTÓW GRAFICZNYCH NA ZDJĘCIU CYFROWYM

W pracy przedstawiono realizację algorytmu oraz implementację w środowisku Delphi7 metod wyznaczania zadanych obiektów w obrazie graficznym. Spośród znanych rozwiązań, takich jak: wyszukiwanie liniowe, wyszukiwanie z wykorzystaniem sieci Hopfielda czy wyszukiwanie za pomocą szybkiej transformacji Fouriera. Najprostszą w zrealizowaniu i zastosowaniu jest metoda wyszukiwania liniowego. Algorytm ma wyszukać charakterystyczne elementy występujące w zdjęciu – wyznaczające położenia zakończeń odzwierciedlających krzywiznę w płaszczyźnie strzałkowej kręgosłupa.

Działanie algorytmu jest następujące – użytkownik podaje adres analizowanego zdjęcia i uruchamia procedurę wyszukiującą. W ramach działania procedury zdjęcie w formacie *.jpg jest konwertowane na plik *.bmp (bitmapę) w skali szarości. Zamiana formatu JPEG na BMP jest spowodowana różnicami w budowie wewnętrznej plików i sposobie przechowywania informacji o poszczególnych pikselach. Interesujące punkty są wyszukiwane liniowo poprzez porównywanie średnich wartości wyliczonych ze składowych kolorów Red (czerwony), Green (zielony) oraz Blue (niebieski) danego piksela. Im większa wartość tym kolor piksela jest jaśniejszy – co dzięki zastosowaniu skali szarości sprowadza problem do wyszukania elementów jaśniejszych niż tło. Procedura przegląda obraz analizując kolejne piksele w kolumnach i rzędach obrazu. Dane – czyli współrzędne X oraz Y wyszukanych elementów, które spełniają zadane kryterium są zapisywane w oddzielnej tablicy. Z odnalezionych współrzędnych wyliczane są średnie wartości w celu ustalenia środka wyszukanego elementu. Dane uśrednione dla każdego zakończenia są umieszczane w tablicy wyników jako współrzędne położenia poszczególnych elementów.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Magnetron

Kamil NOWAKOWSKI, Łukasz KOWALSKI¹,
Maciej LASKOWSKI²

ROK 1928 2.0, CZYLI REKONSTRUKCJA PRZEDWOJENNEGO LUBLINA PRZY WYKORZYSTANIU BAROK GAME ENGINE

Barok Engine to autorski silnik, który poza podstawowymi funkcjami, daje możliwość tworzenia własnych edytorów oraz obsługę serwerów gry. Jest w pełni przystosowaną platformą do konstruowania programowych molochów, takich jak gry RPG, które wymagają przewidzenia setek czy tysięcy wyborów gracza w czasie rozgrywki.

Od początku roku akademickiego 2010/2011 Koło Naukowe Informatyki PENTAGON współpracuje z Ośrodkiem Brama Grodzka – Teatr NN. Owocem tej współpracy ma być wirtualna rekonstrukcja przedwojennego Lublina wykonana przy użyciu grafiki 3D oraz silnika Barok Game Engine. Dodatkowo, Koło tworzy (używając tej samej technologii) makietę kampusu Politechniki Lubelskiej. W trakcie prelekcji zostaną zaprezentowane zarówno możliwości silnika Barok, jak i pierwsze owoce prac rekonstrukcyjnych.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Informatyki PENTAGON

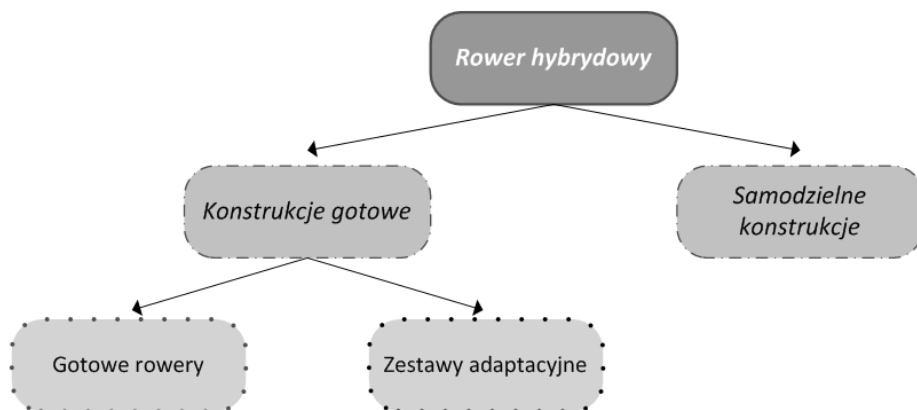
² Ośrodek Brama Grodzka - Teatr NN

KONSTRUKCJA ROWERU HYBRYDOWEGO Z WYKORZYSTANIEM ZESTAWU ADAPTACYJNEGO

1. Wstęp

Szybki rozwój technologiczny obserwowany od drugiej połowy XX w. przyczynił się do znacznego wzrostu liczby urządzeń elektrycznych wykorzystywanych przez człowieka w codziennym życiu.

Liczba konstrukcji rowerów elektrycznych dostępnych w sprzedaży oraz prototypów jest bardzo obszerna, dlatego warto podzielić je na podgrupy (rys.1).



Rys. 1. Klasyfikacja rowerów elektrycznych

Minimalizacja wymiarów maszyn z magnesami trwałymi sprawiła, że możemy używać ich w układach o ograniczonej przestrzeni. Jednym z możliwych zastosowań jest bezpośredni napęd pojazdów – silnik napędowy zamontowany bezpośrednio w piaście koła pojazdu bez konieczności zastosowania przekładni [1].

Rozwiązanie takie ma szereg zalet: obniżenie środka ciężkości pojazdu, zmniejszenie średnicy kół ulega dzięki zmiany położenia silnika z ramy wózka i eliminacja przekładni, możliwość konstrukcji pojazdów szynowych i obniżonej podłodze, dzięki eliminacji przekładni układ jest bardziej niezawodny, mniejsze

³ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Studenckie Koło Elektryków

⁴ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Instytut Nauk Technicznych

koszty przeglądów i ograniczona ilość wydzielanego hałasu, możliwość sterowania niezależnie napędem każdego koła [5].

Rynek rowerów hybrydowych rozwija się bardzo pręźnie, proponowane konstrukcje gotowe są bardzo atrakcyjne, niestety ich ceny są bardzo wysokie i przekraczają ponad 4000 zł, co jest często przyczyną rezygnacji potencjalnych klientów.

Interesującą alternatywą są zestawy adaptacyjne pozwalające na zmianę zwykłego roweru napędzanego siłą ludzkich mięśni na rower hybrydowy z napędem mechaniczno-elektrycznym.

2. Wstęp

2.1. Gotowe rowery hybrydowe

Obecnie jest kilka firm produkujące gotowe rowery hybrydowe, które są dostępne do sprzedaży komercyjnej. Warto wymienić kilka firm: Giant, ECOBIKE, Gazelle, M55 oraz Grace.

Tabela 1. Przykładowe rowery hybrydowe

Producent	Miejsce zamontowania silnika	Moc silnika	Napięcie zasilania	Akumulatory	Cena
Giant	Przód	250W	24V	10 Ah	5 000 zł
	Tył	500W	36V	10 Ah	6 000 zł
ECOBIKE	Przód	250W	34V	10 Ah	3 300 zł
	Tył	250W	36V	10 Ah	2 000 zł
Gazelle	Przód	250W	36V	7 Ah	10 000 zł
M55	Rama roweru	250W	44V	22 Ah	b.d
Grace	Tył	1,3 KW	48V	13 Ah	7000 €

Gotowe rowery elektryczne mają silniki umiejscowione z przodu, z tyłu lub na ramie roweru. Większość konstrukcji wyposażona jest w wolnoobrotowe silniki BLCD, których zaletą jest długa trwałość oraz wysoka bezawaryjność. Zapewnia to użytkownikom rowerów hybrydowych duży komfort z jazdy.

Niestety ceny tego typu rowerów elektrycznych są jeszcze bardzo wysokie, co sprawia, że nie są jeszcze często spotykane w Polsce.

2.2. Zestawy adaptacyjne oferowane w Polsce

Głównym producentem oraz dystrybutorem wolnoobrotowych silników bezszczotkowych prądu stałego w Polsce jest firma Crystalyte [2] posiadająca bogatą ofertę silników oraz akcesoriów do silników. Przedstawicielem tej firmy na terytorium Polski jest firma Ekonapędy, która w swojej ofercie posiada gotowe zestawy adaptacyjne oraz pozwala na dowolną konfigurację zestawu według własnego uznania.

Tabela 2. Zestawy adaptacyjne oferowane przez firmę Ekonapędy

Model	Miejsce zamontowania silnika	Moc silnika	Napięcie zasilania	Akumulatory	Cena
Zestaw A	Przód	550W	48V	brak w zestawie	1105 zł
Zestaw A+					1180 zł
Zestaw B					1175 zł
Zestaw C					1929 zł
Zestaw D					1995 zł
Zestaw E					2160 zł

Alternatywą dla gotowych rowerów elektrycznych są zestawy adaptacyjne. Nie wymagają ingerencji w konstrukcję ramy, a ich niższa cena w porównaniu z gotowymi konstrukcjami sprawia, że są bardzo atrakcyjne.

Na terenie Unii Europejskiej w sprzedaży zestawów adaptacyjnych wyspecjalizowały się dwie firmy BionX oraz Crystalyte Europe, firma Crystalyte Europe reprezentowana jest w Polsce przez swojego pośrednika Ekonapędy. Firma BionX nie posiada dystrybutora w Polsce. Warto wiedzieć, że zestawy adaptacyjne można zamówić on-line w sklepach internetowych producentów.

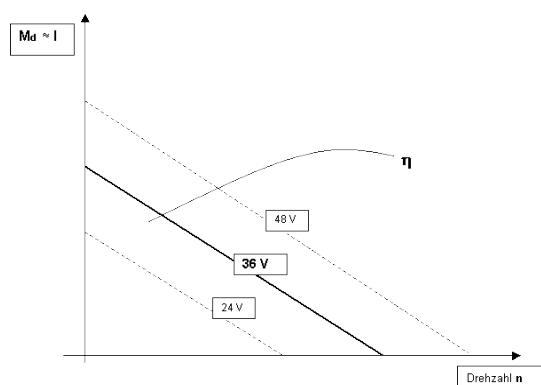
Zestaw przedstawiony na zdjęciu jest podstawowym zestawem adaptacyjnym. W skład zestawu wchodzi silnik, sterownik silnika, regulator prędkości, hamulce, szprychy do wplecenia silnika w koło.



Rys. 2. Zdjęcie przykładowego zestawu adaptacyjnego

3. Wybór silnika do napędzania pojazdu

Przy wyborze jednostki napędowej należy dokładnie zastanowić się nad jego zastosowaniem. Jeżeli mamy zamiar użytkować rower do jazdy po wzniesieniach powinniśmy wybrać model, który ma największy moment, co pomoże w pokonaniu wzniesienia. Jeżeli rower będzie użytkowany jedynie po terenie miasta (głównie odcinki proste) – powinniśmy zdecydować się na jednostkę napędową, która pozwoli nam na poruszanie się z większą prędkością. Innym ważnym elementem, na którym warto skupić się jest wybór silnika o odpowiednim napięciu zasilania (im większe napięcie zasilania, tym większa waga zastosowanych akumulatorów). Kolejnym ważnym elementem jest cena silnika zastosowana do napędzania. Najtańszy silnik w ofercie firmy Ekonapędy kosztuje 780 zł [4], natomiast cena najdroższego silnika wynosi 1300 zł.

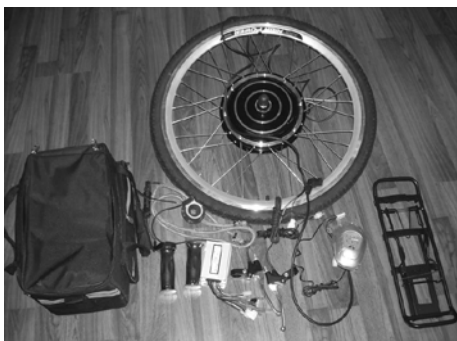


Rys. 3. Wykres przedstawiający zależności pomiędzy napięciami zasilania silników

Wykres przedstawia zależności pomiędzy napięciem zasilania silników. Autor wykresu sugeruje nam zasadę „złotego środka” i proponuje zastosowanie silnika o napięciu znamionowym 36V.

Wybór napięcia zasilania jest podyktowany kalkulacjami masy roweru. Sam silnik waży 5 kg, waga akumulatorów potrzebnych do zasilania silnika wynosi 9 kg (wykorzystane 3 akumulatory żelowe o parametrach 12V 12 Ah), waga akcesoriów (sterownik, regulator prędkości) wynosi 1 kg. Podsumowując łączny przyrost masy roweru wynosi – 15 kg. Do zasilania silnika zostały wykorzystane 3 akumulatory żelowe firmy HPG o pojemności 12 Ah. Akumulatory zostały połączone szeregowo w celu uzyskania napięcia 36 V.

a)



b)



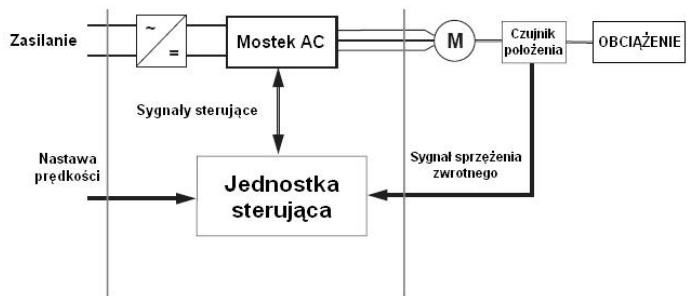
Rys. 4. a) Zakupiony zestaw adaptacyjny; b) Akumulatory zastosowane do zasilania.

Zakupiony zestaw adaptacyjny, w którego skład wchodzi: wolnoobrotowy silnik BLDC, sterownik silnika, elektroniczno-mechaniczny hamulec, regulator prędkości obrotowej silnika, czujnik położenia pedałów, torba na akumulatory, lampa diodowa z wbudowanym wskaźnikiem naładowania baterii.

4. Układ sterowania silnika

Silnik BLDC jest silnikiem prądu stałego pozbawionym komutatora mechanicznego. Sprawia to, że komutacja tych silników następuje w całkowicie odmienny sposób niż w konwencjonalnych silnikach szczotkowych. Rola komutatora zastępowana jest przez układ elektroniczny, który stwarza sygnały sterujące dla silnika w oparciu o sygnał sprzężenia zwrotnego od położenia wirnika.

Ogólny schemat blokowy struktury układu sterowania silnikami BLDC został przedstawiony na rys. 5. Schemat jest właściwy dla każdego rodzaju silników bezszczotkowych, zarówno prądu stałego jak i zmiennego.

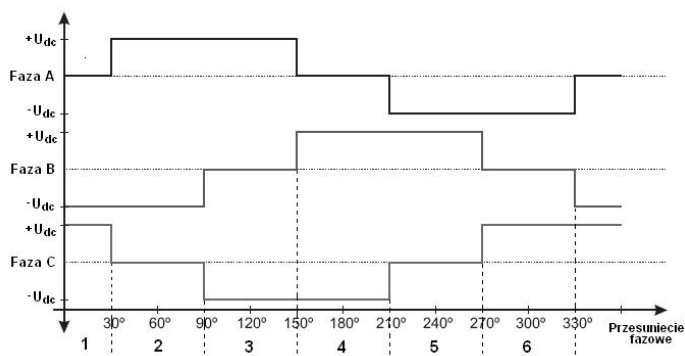


Rys. 5. Schemat blokowy układu sterowania silnikiem BLDC

W układzie występują trzy główne elementy: jednostka sterująca, wzmacniacz (mostek AC) oraz czujnik położenia.

Zadaniem jednostki sterującej polega na generacji odpowiednich sygnałów sterujących dla wzmacniacza, którego zadaniem jest załączenie odpowiednie fazy silnika, zgodnie ze wcześniej zaprogramowanym schematem komutacji. Do utrzymania stałej synchronizacji jednostka sterująca posługuje się sygnałami z czujników położenia wirnika.

Dla silników BLDC prądu stałego kształty napięć sterujących są prostokątne i zależą od konstrukcji silnika. Dla trójfazowego silnika z uzwojeniami połączonymi w gwiazdę przedstawiają się następująco:



Rys. 6. Przebiegi napięć sterujących silnikiem

Przesunięcie fazowe napięć sterujących polega na rozmieszczeniu kolejnych par biegunów magnetycznych stojana, które na osi stojana rozmieszczone są względem siebie co 120 stopni. Należy zwrócić uwagę, że w każdej chwili komutacji jedna faza silnika pozostaje nieobciążona. Jest to cecha charakterystyczna silników trójfazowych o uzwojeniach stojana połączonych w gwiazdę.

5. Montaż

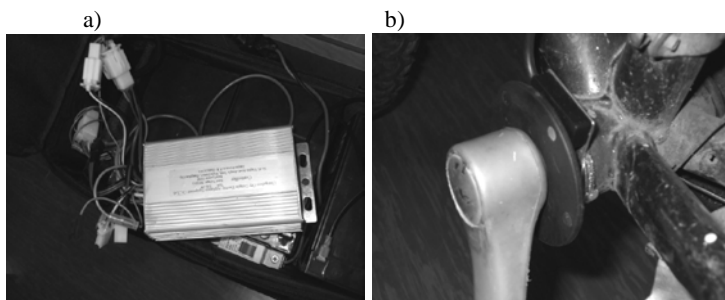
Zakupiony silnik zasilany jest napięciem stałym o wartości 36V o mocy 500W. Maksymalna prędkość obrotowa silnika wynosi 300 obr/min. Silnik został zamontowany w 26 calową felgę aluminiową. Silnik ma masę 6 kilogramów wraz z całym osprzętem do sterowania.

Do konstrukcji posłużył zwykły rower górski, którego rama wykonana jest ze stali. Waga roweru przed przystąpieniem do budowy wynosiła 5 kg. Na początku zostały zdemonstowane stare hamulce oraz „rączki” na kierownicy. W ich miejsce został zamontowany elektroniczny hamulec silnika, który posiada również funkcję hamowania mechanicznego.



Rys. 7. a) Hamulec elektryczno-mechaniczny silnia; b) Regulator prędkości; c) Wskaźnik naładowania baterii

W miejsce prawej „rączki” został zamontowany regulator prędkości. Na środku kierownicy został zamontowany wskaźnik naładowania poziomu baterii z wbudowaną lampką. Po zdemontowaniu przedniego koła został w to samo miejsce zamontowany silnik napędzający całą konstrukcję.



Rys. 8. a) Sterownik silnika z elektronicznym komutatorem; b) Czujnik położenie pedałów

Tuż nad tylnym kołem został zamontowany dodatkowy bagażnik, na którym umieszczono torbę z akumulatorami, specjalną przegrodę na sterownik oraz otwór pozwalający na doprowadzenie wszystkich przewodów z osprzętu do sterownika. Należało również zdemontować lewy pedał razem z korbą w celu

zamontowania czujnika położenia pedałów. Czujnik został zamontowany do obudowy korbowodu za pomocą kleju na ciepło.



Rys. 9. Gotowy rower elektryczny

6. Wady i zalety konstrukcji

Główne cechy w skonstruowanym pojeździe jest wbudowany w przednim kole płaski silnik dyskowy, który nie wymaga ingerencji mechanicznej w konstrukcji roweru. W razie rozładowania akumulatorów wciąż możemy się przemieszczać wprawiając pojazd w ruch za pomocą własnych mięśni. Pojazd zapewnia dużą mobilność użytkownikowi oraz jego łatwość w obsłudze, co jest dodatkowym aspektem zachęcającym do użytkowania tej konstrukcji.

Podczas analizy teoretycznej i testów zaobserwowano, że rower hybrydowy posiada wiele zalet, ale również nie jest idealną konstrukcją.

Do głównych zalet roweru elektrycznego należą:

- możliwość poruszania się po ścieżkach rowerowych, chodnikach, drogach (zgodnie z prawem o ruchu drogowym).
- zasięg pojazdu pozwala na bezproblemowe poruszanie się w warunkach miejskich np. dojazd do pracy i powrotem do domu.
- zdolność do poruszania się po terenie zamkniętym dla ruchu samochodowego.
- możliwość wykorzystania skrótów oraz objazdów.
- na krótkich odcinkach mobilność roweru jest większa niż samochodu (jest to bardzo ważna zaleta pozwalająca na szybkie ruszanie podczas korków w miastach).
- koszt przejechania 100 km rowerem hybrydowym wynosi w ok.2-3 zł.
- brak opłat związanych z rejestracją i ubezpieczeniem (OC, AC) pojazdu.

- brak konieczności wykonywania okresowych wymian części (olej, filtry, płyny eksploatacyjne).
- nie musimy wykonywać obowiązkowych przeglądów rejestracyjnych.
- niska cena akumulatorów bezobsługowych zastosowanych do zasilania roweru elektrycznego
Do podstawowych wad możemy zaliczyć:
 - wzrost masy roweru o 15 kg (9 kg akumulatory, 5 kg silnik, 1 kg osprzęt silnika).
 - spadek wydajności akumulatorów podczas jazdy w niskich temperaturach otoczenia (zmniejsza się zasięg).
 - brak ochrony użytkownika podczas jazdy w ciężkich warunkach atmosferycznych (padający deszcz, opady deszczu ze śniegiem)
 - brak możliwości użytkowania podczas okresu zimowego.

Literatura

- [1] Guziński J., Badanie układu napędowego z silnikiem bezszczotkowym z magnesami trwałymi, Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki.
- [2] Piórkowski P., Układ napędowy z wolnoobrotowym silnikiem PM Zakład Napędów Wieloźródłowych, Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich PW, Laboratorium Elektrotechniki i Elektroniki, Warszawa 2007.
- [3] Piórkowski P., Układ napędowy z wolnoobrotowym silnikiem PM, Politechnika Warszawska, Warszawa 2007.
- [4] Witryna e-sklepu Crystalyte, <http://crystalyte-europe.com/home.php?cat=249> 05.01.2011.
- [5] Witryna poświęcona wolnoobrotowym silnikom BLDC <http://www.bobtec.de/crys/index.html> 09.01.2010.

PROBLEMY W OCENIE STANU TECHNICZNEGO SAMOCHODOWYCH AKUMULATORÓW OŁOWIOWYCH

1. Wprowadzenie

Większa liczba urządzeń elektrycznych i elektronicznych montowanych we współczesnych samochodach sprawia, że układ zasilania w energię elektryczną musi sprostać coraz bardziej rygorystycznym wymaganiom. Głównym z nich jest niezawodność działania.

Obok alternatora, akumulator jest podstawowym źródłem energii elektrycznej w pojeździe. Jest on ogniwnem elektrochemicznym, które pozwala na akumulowanie energii służącej przede wszystkim do zasilania obwodów elektrycznych podczas postoju, a także do rozruchu i normalnej pracy pojazdów samochodowych. Mimo wielu typów, we współczesnych autach przeważającą większość stanowią akumulatory ołowiowe.

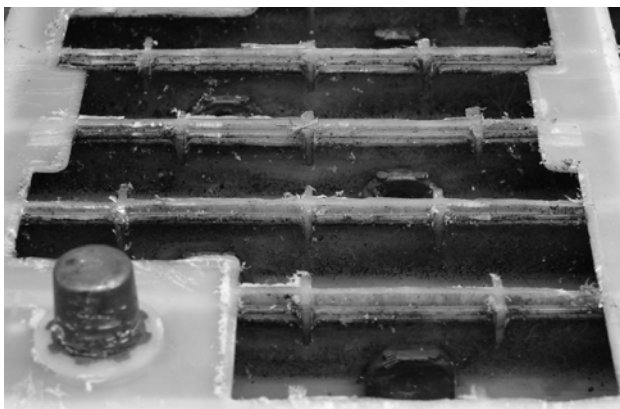
Wszystkie niesprawności i uszkodzenia oraz niepoprawna eksploatacja akumulatora może przyczynić się do uszkodzenia obwodów elektrycznych, a także do unieruchomienia pojazdu. Dobrze utrzymany akumulator powinien działać poprawnie nawet przez 5 lat. W tym czasie jego parametry pracy nie powinny się zmieniać.

Przedstawione w referacie badania są przykładem procedur diagnostycznych wykorzystywanych przy ocenie stanu technicznego akumulatorów ołowiowych, które są stosowane przez stacje serwisowe, ośrodki konstrukcyjne oraz ośrodki badawcze. Badania te pozostają w zgodności z normą PN-EN 60095-1 „Akumulatory ołowiowe rozruchowe. Wymagania ogólne i metody badań.” Zastosowanie różnych metod pomiarowych ma jednoznacznie wskazać zarówno miejsce uszkodzenia, jak i przyczynę jego wystąpienia. Nie zawsze jest to jednak możliwe ze względu na brak wystarczających procedur, a także możliwości technicznych (aparaturowych).

W niektórych przypadkach jedynym możliwym sposobem określenia przyczyny wystąpienia danego uszkodzenia są „badania niszczące” (Rys. 1), które dostarczają szeregu informacji potrzebnych do wskazania faktycznego stanu technicznego akumulatora.

Badania niszczące pozwalają ponadto wyeliminować wadliwe elementy w nowych konstrukcjach akumulatorów oraz przyczyniają się do produkcji bardziej niezawodnych urządzeń.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe XENON



Rys. 1. Widok poszczególnych cel (łączników międzyogniwowych) akumulatora podczas badania niszcącego

WIZUALIZACJA I STEROWANIE DLA MODELU FUNKCJONALNEGO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

1. Oczyszczalnie ścieków w Polsce

Oczyszczalnie ścieków służą ochronie zdrowia, życia, środowiska oraz chronią zasoby czystej wody, która będzie wykorzystana przez przyszłe pokolenia. Nie wszyscy rozumieją potrzebę oczyszczania ścieków pochodzących z gospodarstw domowych. W Polsce już około 50% gospodarstw jest dołączonych do sieci wodociągowych. Tylko 3% gospodarstw jest podłączonych do kanalizacji z oczyszczalnią ścieków. Myjąc naczynia, piorąc, splukując toaletę wytwarzamy ogromne ilości ścieków, które zagrażają naszemu zdrowiu, czasami życiu, a także grożą zanieczyszczeniem zasobów wody

z których jest ona pompowana do wodociągu. Dyrektywy Unii Europejskiej narzucają rygorystyczne normy oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych. Obecnie jakość wody zależy w znacznym stopniu od diagnostyki, sterowania i monitorowania procesów zachodzących w oczyszczalniach ścieków. Rozwiązaniem problemu staje się stosowanie komputerów ze standardowym oprogramowaniem, systemów i programów specjalistycznych oraz modułowej budowie sprzętu i osprzętu z komunikacją analogową oraz cyfrową. Zintegrowane układy automatyki i wizualizacji umożliwiają zdalne sterowanie oraz obserwowanie przebiegów z poziomu operatorskiego. Wykorzystywane reaktory przepływowo-pompowe w znacznym stopniu przyczyniają się do redukcji liczby urządzeń, a przez to korzystnie wpływają na zminimalizowanie kosztów inwestycji. Poznanie procesów zachodzących w reaktorze sekwencyjnym podczas oczyszczania ścieków, pozwala usprawnić technologie i uzyskać lepsze parametry oczyszczonej wody. W celu przeprowadzenia takich badań przy współpracy wydziałów Elektrotechniki i Informatyki oraz Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej z firmą Ekotechnika w ramach pracy dyplomowej inżynierskiej został zbudowany reaktor SBR w raz z system automatyki i wizualizacji. Przy konstruowaniu układu laboratoryjnego skupiono uwagę na opracowaniu układu sterującego, który zapewniłby zarówno pracę automatyczną jak i sterowanie ręczne. Powinien ponadto umożliwiać parametryzowanie poszczególnych faz procesu oraz monitoring i pełną diagnostykę istotnych zmiennych.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Napęd i Automatyka

2. Reaktory typu SBR (Sequencing-Batch-Reactor)

Sposób neutralizacji i separacji zanieczyszczeń w ściekach uzależniony jest od wielu czynników czasowych oraz zewnętrznych. Składa się zwykle z kilku etapów: oczyszczania wstępnego, biologicznego oraz dezynfekcji. Złożoność tych procesów uzależniona jest od źródła pochodzenia. Ścieki możemy podzielić na komunalne, bytowo-gospodarcze, ścieki przemysłowe, odpadowe oraz rolnicze. Kluczowym etapem uzdatniania wody są przemiany biologiczne realizowane w różnego typu reaktorach np. okresowych, przepływowych czy rzeczywistych. Uwagę przykuwają zwarte, nie wiele zajmujące oczyszczalnie typu SBR dostosowujące się do dużych wahań dopływów ścieków.

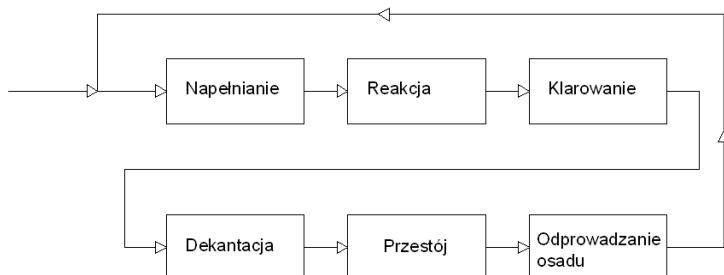
Typ reaktorów SBR jest stosowany w oczyszczalniach ścieków z osadem czynnym. Reaktorami z mieszaniem są komory napowietrzania ścieków, komory denitryfikacji w której zachodzi proces redukcji azotanów do azotu oraz komory defosfatacji – usuwanie fosforu. Mieszanie ścieków w komorach napowietrzania odbywa się najczęściej pod wpływem przepływającego powietrza wprowadzanego do ścieków systemem drobno-pęcherzykowym. Ilość tak dostarczanego do ścieków powietrza jest najczęściej wystarczająca do utrzymania osadu czynnego w stanie zawieszonym. W komorach denitryfikacji i defosfatacji używa się mieszadeł mechanicznych. W przypadku stosowania napowietrzania drobno-pęcherzykowego komorę napowietrzania można rozpatrywać jako kaskadę reaktorów z pełnym wymieszaniem pod warunkiem zachowania odpowiedniej proporcji jej wymiarów. Stosunek szerokości komory do jej głębokości powinien mieścić się w przedziale 1-2, a długości do szerokości nie powinien być mniejszy od 10. Zwiększenie tej wartości wpływa korzystnie na zmianę charakterystyki dynamicznej obiektu. Mieszanie w przepływowych reaktorach osadu czynnego przystosowanych do biologicznego usuwania ze ścieków związków węgla, azotu i fosforu jest wywołane także recyrkulacją wewnętrzną i zewnętrzną ścieków i osadu czynnego.

Proces przebiegający w reaktorze typu SBR znalazł zastosowanie w oczyszczaniu ścieków z wielu gałęzi przemysłu np. przemysł spożywczy, mleczarski, browarniczy czy też przy oczyszczaniu ścieków wysoko obciążonymi związkami azotowymi. Na całym świecie stosuje się reaktory SBR także do podczyszczania odcieków ze składowisk odpadów, zależnie od wymagań co do wartości granicznych pozwalających na zrzut ścieków.

Zaletami oczyszczalni typu SBR są: niski koszt budowy kompletnej oczyszczalni, utrzymanie stałej jakości ścieków oczyszczonych poprzez montaż sond tlenowych, dostosowanie systemu do zmiennej jakości ścieków, optymalne mieszanie i napowietrzanie ścieków, niskie koszty eksploatacyjne, oszczędność terenu pod zabudowę oczyszczalni, możliwość przyjmowanie ścieków dowożonych, wysokie efekty ekologiczne, ograniczona obsługa obiektu dzięki automatyzacji pracy oczyszczalni i procesów technologicznych.

3. Model funkcjonalny oczyszczalni ścieków

Zbudowany reaktor laboratoryjny został przedstawiony na rys. 3.2. Działanie procesów zachodzących w modelu funkcjonalny można zilustrować uproszczonym algorytmem.



Rys. 1. Uproszczony algorytm działania reaktora SBR

Zgodnie z schematem pracy reaktorów SBR możemy wyróżnić następujące fazy sterowania procesem oczyszczania ścieków:

Napełnianie - FAZA 0

Fazę napełniania należy odpowiednio sparametryzować, przechodząc do ekranu, parametryzacji fazy napełniania. Operator ma dostęp do drogi napełniania (określenie napełniania przez elektrozawór górny lub dolny) oraz istnieje możliwość złączenia dmuchawy lub mieszadła pracującego w trakcie napełniania. Następuje otwarcie odpowiedniego elektrozaworu oraz uruchomienie pompy ścieków. Jeżeli została wybrana funkcja załączenia mieszadła lub dmuchawy, następuje ich załączenie. Po zainicjowaniu procesu następuje faza napełniania reaktora do poziomu max.

Reakcja – FAZA 1

Faza 1 - reakcja łączy się automatycznie po fazie 0 w cyklu automatycznym. Parametryzacja polega na ustawieniu czasu trwania fazy. Podczas trwania fazy 1 następuje załączenie dmuchawy oraz mieszadła w cyklach (czas pracy - czas postoju).

Klarowanie – FAZA 2

Faza 2 łączy się automatycznie po zakończeniu fazy 1. Jest ona parametryzowana poprzez wpisanie czasu jej trwania ($t=0$ min - pominięcie fazy). W fazie klarowania następuje oddzielenie się osadu. Wszystkie urządzenia są wyłączone.

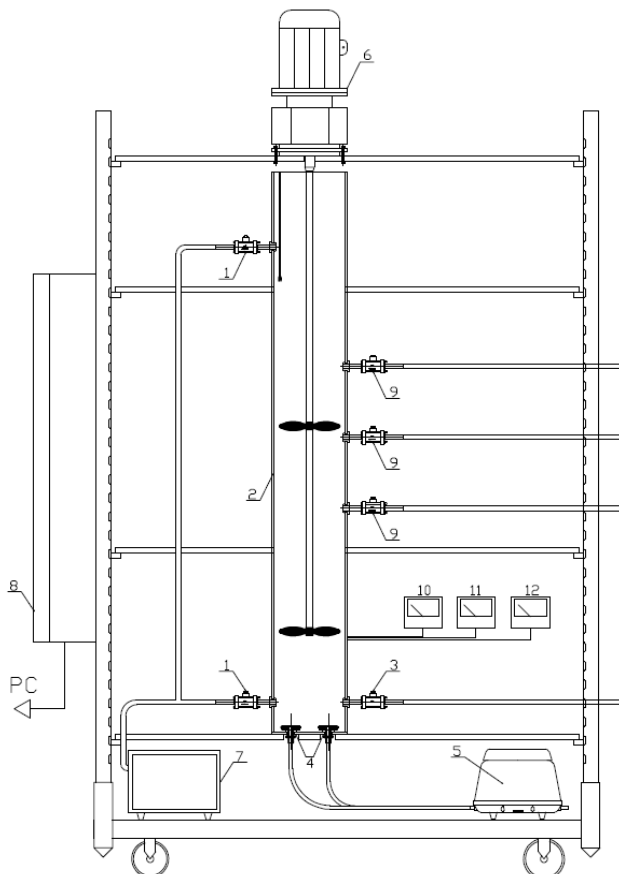
Dekantacja – FAZA 3

W fazie 3 następuje odprowadzenie ścieków. łączy się automatycznie po zakończeniu fazy 2. Przechodząc do ekranu parametryzacji fazy, operator ma możliwość ustawienia czasu odprowadzania ścieków ($t=0$ min - pominięcie

cyklu) oraz wyboru odpowiedniego elektrozaworu (elektrozawór górny, środkowy, dolny).

Przestój – FAZA 4

Faza 4 załącza się automatycznie po zakończeniu fazy 3. Jest ona parametryzowana poprzez wpisanie czasu jej trwania ($t=0$ min - pominięcie fazy). Wszystkie urządzenia są wyłączone.



Rys. 2. Laboratoryjny model funkcjonalnej oczyszczalni ścieków typu SBR. Opis: 1. elektrozawór napełniający, 2. reaktor SBR, 3. elektrozawór spustowy osadu nadmiernego, 4. dyfuzor, 5. dmuchawa membranowa, 6. mieszadło wolnoobrotowe 7. pompa perystaltyczna, 8. szafa sterownicza 9. elektrozawór spustowy ścieków sklarowanych, 10. sonda tlenowa, 11. sonda ph, 12. sonda potencjału redox

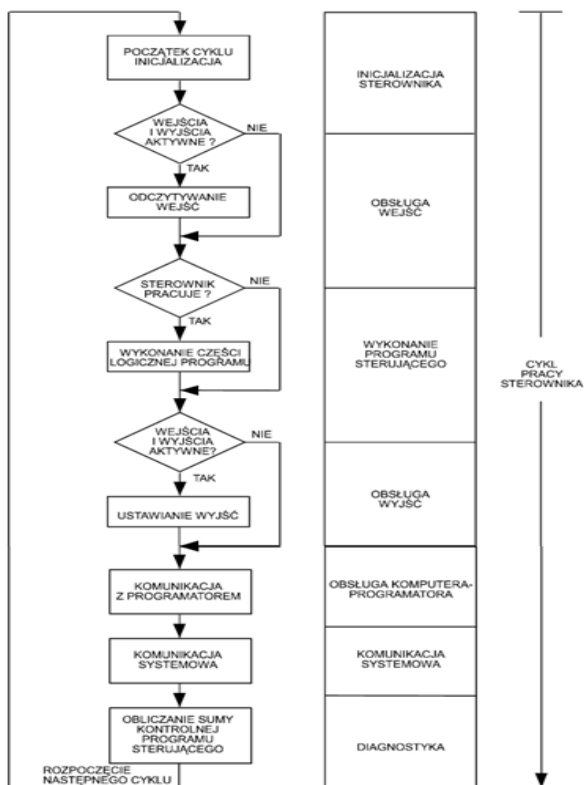
Odprowadzanie osadu – FAZA 5

Faza 5 załącza się automatycznie po zakończeniu fazy 4. Jest ona parametryzowana poprzez wpisanie czasu jej trwania ($t=0$ min - pominięcie

fazy). Odprowadzenie osadu następuje po załączeniu elektrozaworu. Zakończenie fazy 5 powoduje przejście do napełniania – faza 1.

4. Sterowanie pracą reaktora laboratoryjnego

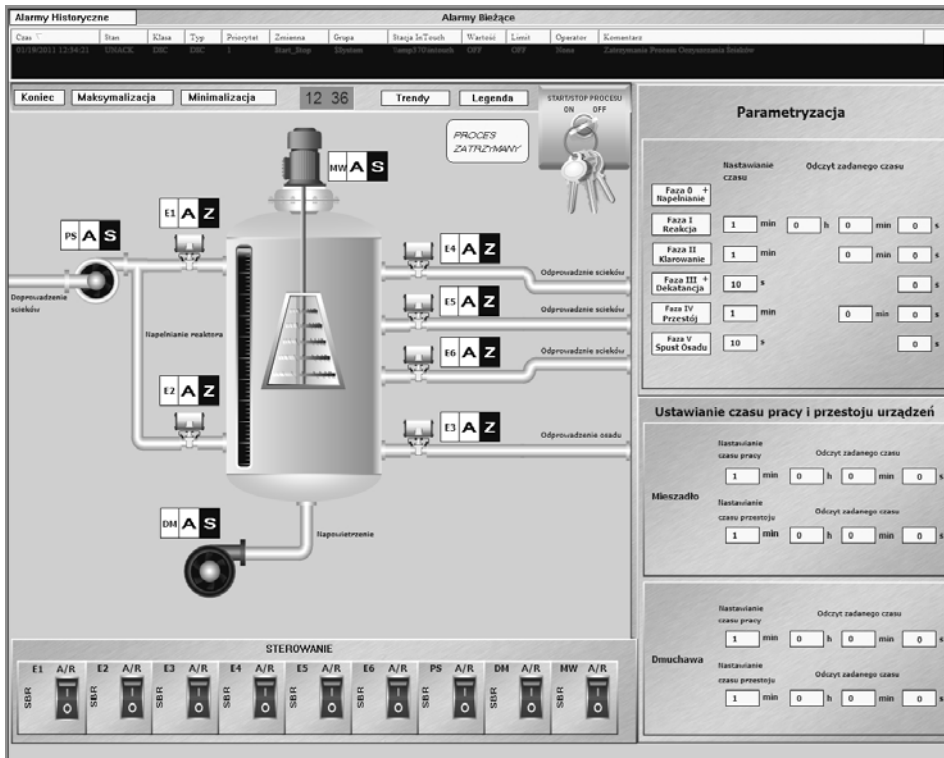
Jakość wody uzależniona jest od pracy układu sterującego-nadzorującego. Do kontroli procesu oczyszczania ścieków używany jest sterownik GE Fanuc VersaMax Micro IC200UDR010. Sterowanie laboratoryjnego systemu oczyszczania podzielone zostało na dwa tryby uruchamiane w oddzielnych opcjach – tryb manualny oraz tryb automatyczny. W trybie manualnym możliwe jest uruchomienie każdego urządzenia osobno. Tryb automatyczny podzielony jest na pięć faz. Każda z nich pełni odrębne funkcje w procesie oczyszczania ścieków i może parametryzowana. Sterowanie może odbywać się z poziomu panelu operatorskiego oraz poziomu wizualizacji.



Rys. 3. Cykl pracy sterownika PLC

5. Wizualizacja procesu oczyszczania ścieków

System sterowania i wizualizacji został oparty o pakiet programowy Wonderware InTouch. Środowisko programowe przeznaczone do tworzenia aplikacji wizualizacyjnych HMI (Human Machine Interface) w środowisku Microsoft Windows. Program ma możliwość wizualizowania obiektów i procesów zachodzących w różnych zdarzeniach czasowych. Posiada funkcje komunikowania się z wieloma typami sterowników PLC oraz sterowania procesami. Rysowanie wykresów, alarmowanie, archiwizacja i raportowanie to niektóre przydatne funkcje którymi może poszczycić się Wonderware InTouch. Zaletą programu jest tworzenie aplikacji bez programowania, około 3 tys. gotowych obiektów graficznych. Intouch może się komunikować z bazami danych typu ODBC, obsługiwać receptury oraz analizować dane statystyczne SPC. Istnieje też możliwość tworzenia aplikacji sieciowych przez Ethernet (TCP/IP).



Rys. 4. Wizualizacja procesu dla modelu funkcjonalnego oczyszczalni ścieków

Opracowana wizualizacja ma możliwość obserwacji procesu oczyszczania ścieków. W centrum znajduje się animacja przedstawiająca zjawiska zachodzące

w reaktorze SBR. Aby zapoznać się z oznaczeniami użytymi w wizualizacji używamy przycisku legenda. Dzięki temu możemy użyte skróty myślowe twórców np. „PS” oznacza Pompa Ścieków, „A” tryb automatyczny natomiast „S” stan spoczynku. Górna część ekranu przeznaczona została dla alarmów bieżących i historycznych. Alerty historyczne zawierają dokładne informacje o dacie i godzinie zdarzenia. Otrzymujemy również dane na temat grupy alarmów, użytej zmiennej oraz użytkownika który wywołał zdarzenie. Komentarz zawiera informacje które urządzenie zostało użyte lub o wystąpieniu błędu. Analizując historie zdarzeń historycznych, które są zapisywane w bazie danych możemy wyciągać wnioski i rozwiązywać zaistniałe problemy. Alerty bieżące działają w czasie rzeczywistym, zawierają informacje podane powyżej ponadto informują nas o tym czy urządzenie pracuje w trybie ręka/automat. Po prawej stronie aplikacji widnieje okno Parametryzacja. Istnieje możliwość zadawania i odczyt czasów trwania poszczególnych faz procesu oczyszczania ścieków. Opcjonalnie parametryzujemy fazę napełniania poprzez wybór elektrozaworu napełniania(E1,E2) oraz napełniania z pomocą mieszađła wolnoobrotowego lub dmuchawy. Faza dekantacji ma możliwość wyboru elektrozaworu odprowadzenia ścieków (E4,E5,E6). Ponadto istnieje możliwość ustawianie i odczyt pracy urządzeń typu mieszađło, dmuchawa. W dolnej części wizualizacji znajduje się panel sterowania ręcznego. Umożliwia włączanie/wyłączanie urządzeń z poziomu trybu ręcznego. Aplikacja umożliwia łączenie się z zewnętrznym rejestratorem danych w celu wizualizacji trendów sond tlenu, redox oraz Ph.

6. Podsumowanie

Przy współpracy wydziałów Elektrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej zbudowano model funkcjonalny oczyszczalni ścieków. Sterowanie zrealizowano przy wykorzystaniu sterownika GE Fanuc VersaMax Micro. System umożliwia pracę automatyczną jak również ręczną zmianę nastaw parametrów. Układ automatyki wyposażono w wizualizacje wykonaną na oprogramowaniu Wonderware InTouch, która zapewnia z poziomu PC podgląd pracy systemu, odczyt, zmianę nastaw parametrów oraz archiwizację zaistniałych zdarzeń. Zbudowany układ służy do prowadzenia badań naukowych na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej z zakresu technologii oczyszczania ścieków.

Literatura

- [1] Turski K., Zając R.: Wizualizacja procesu dla modelu funkcjonalnego oczyszczalni ścieków, praca dyplomowa inżynierska opracowana pod opieką dr inż. P. Filipka w Katedrze Napędów i Maszyn Politechniki Lubelskiej, Lublin 2011.
- [2] Bartkiewicz B., Oczyszczanie ścieków przemysłowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- [3] <http://www.astor.com.pl> (12.02.2011).

UKŁAD STEROWANIA RAMIENIEM ROBOTA O CZTERECH STOPNIACH SWOBODY

1. Wprowadzenie

Ramiona robotów poza swoim już obecnie klasycznym zastosowaniem przemysłowym (linie spawalnicze, montażowe, itp.) [1, 2, 4] znajdują coraz szersze zastosowanie w innych dziedzinach życia. Chyba najbardziej spektakularnym osiągnięciem są zastosowania w medycynie: przy wykonywaniu zabiegów chirurgicznych na odległość (teleoperacja) [3] czy też podczas zabiegów rehabilitacyjnych poprzez działania wspomagające lub zastępujące rehabilitanta.

Niezwykle ważnym zadaniem jest budowa odpowiedniego układu sterowania a zwłaszcza synteza odpowiednich algorytmów sterujących ramionami robotów. Algorytmy te powinny charakteryzować jak największa prostota i niezawodność funkcjonowania. W przypadku ramion o charakterystyce antropomorficznej istotne jest aby algorytmy sterowania umożliwiały upodobnienie zachowania ramienia robota do zachowania ramienia człowieka, poprzez umożliwienie wykonywanie płynnych, precyzyjnych i jak najmniej ograniczonych ruchów.

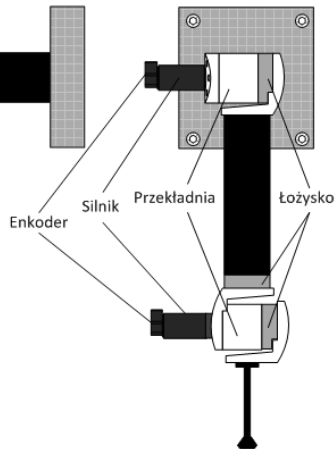
Problematykę budowy układu sterowania oraz syntezy algorytmów sterowania dla ramienia robota o czterech stopniach swobody podejmuje niniejszy artykuł.

2. Budowa ramienia robota

Ramię zostało wykonane z rur oraz specjalnie obrabianych kątowych elementów aluminiowych, w które wmontowano układy napędowe poszczególnych przegubów ramienia. Wygląd ramienia w rzucie prostym i bocznym został przedstawiony na rysunku 1.

²⁸ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe Automatyki

²⁹ Politechnika Lubelska, Katedra Automatyki i Metrologii



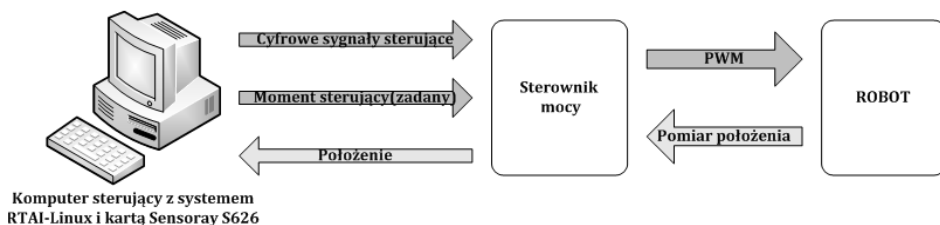
Rys.1. Budowa ramienia robota

Przeguby badanego manipulatora napędzane są przez silniki DC typu RE35 firmy MAXON o mocy 90W. Uzyskanie odpowiedniego momentu obrotowego oraz redukcję prędkości obrotowej w stosunku 156:1 uzyskano przez zastosowanie przekładni typu GP42C firmy MAXON. Kolejnym elementem który wchodzi w skład układu napędowego jest, umiejscowiony na wale silnika, dwukanałowy przetwornik obrotowo-impulsowy (enkoder) MAXON ENC HEDL 5540 o rozdzielczości 2000 impulsów na obrót.

3. Układ sterowania

Układ sterowania badanego manipulatora (patrz rys. 2) składa się z trzech podstawowych elementów:

- komputera PC z systemem operacyjnym RTAI-Linux i kartami pomiarowo-sterującymi S626 firmy Sensoray,
- sterownika mocy opartego o serwowzmacniacze firmy Copley,
- ramienia robota.



Rys. 2. Schemat blokowy układu sterowania

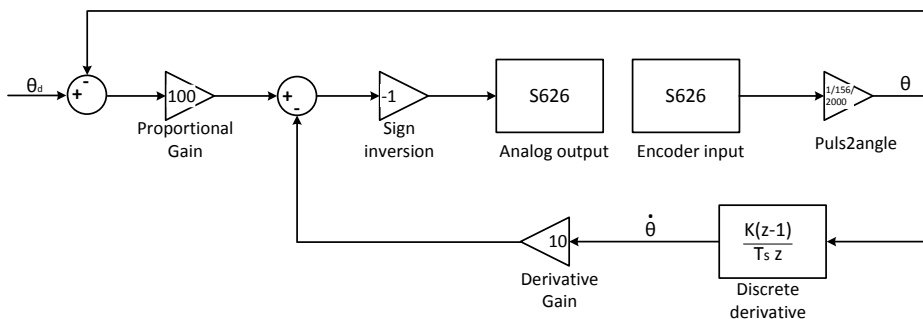
System RTAI-Linux pozwala na tworzenie aplikacji, które mogą pracować pod ścisłą kontrolą czasową i przez to przypomina typowy system czasu rzeczywistego. Praca takiego systemu polega na całkowitej wyłączeniowości aplikacji tzn. aplikacja, która posiada wyższy priorytet może przerwać działanie każdej aplikacji o niższym priorytecie. RTAI powoduje zmiany w działaniu Linuxa. Jest to głównie zmiana obsługi przerw i schedulera, ale też dochodzą dodatkowe właściwości, które są typowe dla systemów czasu rzeczywistego. Działanie RTAI opiera się na tworzeniu nowego schedulera, w którym do zasobów procesora jako pierwsze mają dostęp te procesy które są procesami czasu rzeczywistego. Natomiast pozostałe procesy, które są podstawowymi procesami Linuxa, realizowane są przez pozostałe wolne zasoby procesora.

Karta pomiarowo-sterująca Sensoray S626 jest wykorzystywana jako interfejs łączący elementy układu z programem sterującym uruchomionym w systemie RTAI. Jednym z jej głównych zadań jest przetwarzanie, generowanych przez enkodery, sygnałów impulsowych na sygnał kąta obrotu wału silnika.

Zadaniem sterownika mocy jest realizacją pętli sterowania prądowego (momentowego) silnikami DC. Rolę tą spełniają serwowzmacniacze firmy Copley. Wzmacniacz ten generuje sygnał napięciowy PWM, którego wypełnienie zależne jest w sposób proporcjonalny od różnicy wartości zadanej prądu oraz wartości aktualnie mierzonego prądu.

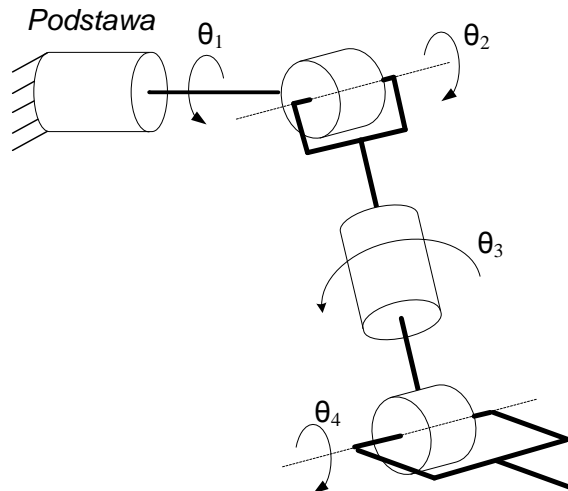
4. Algorytm sterowania pozycyjnego

Aktualne wartości zadane prądu, dla każdego z czterech układów napędowych, generowane są przez algorytm sterowania pozycyjnego zaimplementowany na komputerze PC. Schemat blokowy tego algorytmu przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Pojedyncza pętla sterowania pozycyjnego

Sygnał wejściowy θ_d (wartość zadana) w układzie przedstawionym na rysunku 3 stanowi pozycja (kąta obrotu) θ odpowiedniego przegubu (patrz rys. 4).

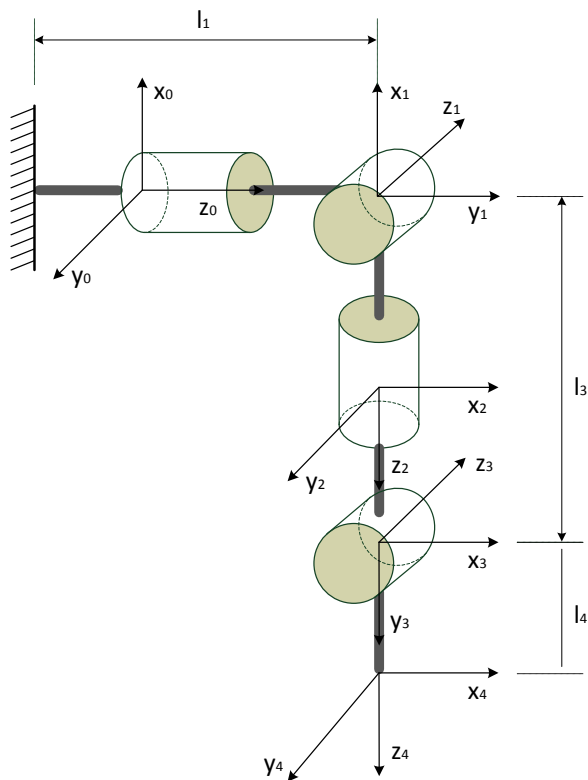


Rys. 4. Przeguby robota i ich kąty obrotu

W celu wyznaczenia zadanych wartości kątów obrotu dla poszczególnych przegubów w zależności od żądanej pozycji i orientacji końcówki roboczej, należy wyznaczyć kinematykę prostą a następnie na jej podstawie kinematykę odwrotną dla ramienia robota.

4.1. Kinematyka prosta

Celem kinematyki prostej jest jednoznaczne określenie położenia końcówki roboczej manipulatora względem układu bazowego. Aby tego dokonać należy sztywno związać układy współrzędnych z poszczególnymi członami ramienia, tak jak to pokazano na rysunku 5.



Rys. 5. Łańcuch kinematyczny ramienia robota

Przy ustalaniu położenia kolejnych układów współrzędnych Ox_iy_i kierowano się zasadą prostopadłości osi z_{i-1} do osi x_i oraz koniecznością przecinania osi z_{i-1} przez oś x_i . Takie wzajemne ustawienie układów współrzędnych jest zgodne z notacją Denavita-Hartenberga [1, 2] i upraszcza proces wyznaczania kinematyki odwrotnej dla manipulatora. Parametry kinematyczne dla łańcucha kinematycznego przedstawionego na rysunku 5, zgodne z notacją Denavita-Hartenberga, zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie parametrów kinematycznych ramienia robota o czterech stopniach swobody

Nr. przegubu	Odsunięcie przegubu a_i [m]	Skręcenie członu α_i [rad]	Długość członu l_i [m]
1	0	$\pi/2$	0.25
2	0	$-\pi/2$	0
3	0	$\pi/2$	0.322
4	0	$-\pi/2$	0.1

Zależność pomiędzy końcówką roboczą manipulatora czyli układem $Ox_4y_4z_4$ a układem odniesienia (bazowym) $Ox_0y_0z_0$ reprezentowany jest przez następujące przekształcenie jednorodne:

$$T_0^4 = \begin{bmatrix} o_x & m_x & n_x & p_x \\ o_y & m_y & n_y & p_y \\ o & m_z & n_z & p_z \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

w którym parametry o_i , m_i i n_i określają orientację (macierz orientacji) [2], a elementy p_i pozycję końcówki. Równania (2) do (4) opisują pozycję końcówki robota względem układu bazowego.

$$\mathbf{p}_x = -322 \cos \theta_1 \cos \theta_2 - 100 \cos \theta_1 \cos \theta_2 \cos \theta_4 + 100(\cos \theta_1 \cos \theta_3 \sin \theta_2 + \sin \theta_1 \sin \theta_3) \quad (2)$$

$$\mathbf{p}_y = -322 \cos \theta_2 \sin \theta_1 - 100 \cos \theta_2 \cos \theta_4 \sin \theta_1 + 100(\cos \theta_3 \sin \theta_1 \sin \theta_2 - \cos \theta_1 \sin \theta_3) \quad (3)$$

$$\mathbf{p}_z = 250 - 322 \sin \theta_2 - 100(\cos \theta_4 \sin \theta_2 + \cos \theta_2 \cos \theta_3 \sin \theta_4) \quad (4)$$

4.2. Kinematyka odwrotna

W celu rozwiązania zadania kinematyki odwrotnej dla badanego manipulatora zastosowano odsprężenie kinematyczne [2, 4]. Jak widać na rysunku 5 osie z_2 , z_3 i z_4 przecinają się w jednym punkcie, którym jest początek układu $Ox_3y_3z_3$. Tak więc na zmianę położenia początku układu $Ox_3y_3z_3$ wpływają tylko kąty przegubu 1 i 2, tj. kąty θ_1 i θ_2 . Funkcje opisujące te kąty zostały wyznaczone z zastosowaniem kinematyki odwrotnej pozycji [2, 4]. Otrzymano dwa rozwiązania dla kąta θ_1 :

$$\theta_1 = \text{Atan2}(p_y - 100n_y, p_x - 100n_x), \quad (5)$$

$$\theta_1 = \text{Atan2}(-p_y + 100n_y, -p_x + 100n_x), \quad (6)$$

i dwa rozwiązanie dla kąta θ_2 :

$$\theta_2 = \pm \text{Atan2} \left(\sqrt{1 - \left(\frac{p_z - 100n_z - 250}{-322} \right)^2}, \frac{p_z - 100n_z - 250}{-322} \right). \quad (7)$$

Korzystając z kinematyki odwrotnej orientacji [2, 4] wyznaczono dwa rozwiązania dla kąta θ_3 :

$$\theta_3 = \text{Atan2} \left[\begin{array}{c} -m_x \cos \theta_1 \sin \theta_2 - m_y \sin \theta_1 \sin \theta_2 - m_z \cos \theta_2, \\ -(-m_x \sin \theta_1 + m_y \cos \theta_1) \end{array} \right], \quad (8)$$

$$\theta_3 = \text{Atan2} \left[\begin{array}{c} -(-m_x \cos \theta_1 \sin \theta_2 - m_y \sin \theta_1 \sin \theta_2 - m_z \cos \theta_2), \\ -m_x \sin \theta_1 + m_y \cos \theta_1 \end{array} \right], \quad (9)$$

i jedno rozwiązanie dla kąta θ_4 :

$$\theta_4 = \text{Atan2} \left(\begin{array}{c} -l_x \cos \theta_1 \cos \theta_2 - l_y \sin \theta_1 \cos \theta_2 + l_z \sin \theta_2, \\ -n_x \cos \theta_1 \cos \theta_2 - n_y \sin \theta_1 \cos \theta_2 + n_z \sin \theta_2 \end{array} \right). \quad (10)$$

Istnienie dwukrotnych rozwiązań dla kątów θ_1 , θ_2 i θ_3 pociągnęło za sobą konieczność opracowania mechanizmu wyboru korzystniejszego rozwiązania. Korzystniejszym rozwiązaniem jest tutaj przypadek, który wymusza wykonanie krócej trwającego ruchu.

W manipulatorach przemysłowych występują sytuacje, w których zadane położenie i orientacja końcówki możliwa jest do osiągnięcia poprzez nieskończenie wiele zbiorów wartości kątów poszczególnych przegubów [4]. Taki przypadek nazywany jest osobliwością i występuje głównie wtedy, gdy co najmniej dwie osie obrotowe stają się współliniowe. Obroty wokół tych osi o kąty o tych samych wartościach lecz o przeciwnym kierunku obrotu nie wpływają na zmianę położenia i orientacji końcówki roboczej. Ramię traci w ten sposób jeden lub więcej stopni swobody. Badany robot posiada osobliwość w przypadku wystąpienia współliniowości osi z_0 i z_2 (patrz rys. 5), tj. dla kąta $\theta_2 = -90^\circ$. Wówczas zmiany kątowe θ i θ_2 , o takiej samej wartości lecz o przeciwnym znaku nie wprowadzają żadnych zmian do pozycji i orientacji końcówki roboczej, co powoduje, że charakterystycznym, nieruchomym punktem jest początek układu $Ox_3y_3z_3$. W przypadku występowania osobliwości należy wprowadzić mechanizm normalizujący kinematykę odwrotną ramienia robota. Zaproponowane rozwiązanie opiera się na fakcie utraty jednego stopnia swobody. Można narzucić, że traconym stopniem swobody będzie w takim wypadku pierwszy przegub obrotowy i będzie przyjmował zawsze stałą wartość $\theta_1 = 0^\circ$.

5. Podsumowanie

Przedstawione wyżej algorytmy sterowania pozycyjnego ramieniem robota o czterech stopniach swobody zostały zaimplementowane w aplikacji sterującej tym ramieniem. Aplikację tą wyposażono dodatkowo w algorytmy wielomianowej generacji trajektorii ruchu robota oraz algorytmy bezpieczeństwa, na wypadek wystąpienia awarii układu sterowania. Cała aplikacja sterująca została opracowana z użyciem środowiska programistycznego Matlab-Simulink. Środowisko to zostało tak przygotowane, iż umożliwi automatyczną generację kodu programu uruchamianego w systemie czasu rzeczywistego RTAI-Linux. Opracowane algorytmy zostały poddane weryfikacji w warunkach rzeczywistych, dając zadawalające rezultaty.

Literatura

- [1] Craig J.: Wprowadzenie do robotyki, Mechanika i sterowanie, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
- [2] Spong M.W, Vidyasagar M.: Dynamika i sterowanie robotów, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.
- [3] Stanczyk B.: Development and Control of an Anthropomorphic Telerobotic System, Forstsch.-Ber. VDI Reihe 8 Nr. 1122, Dusseldorf 2007.
- [4] Szkodny T.: Kinematyka robotów przemysłowych, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2009.

WYDAJNOŚĆ KOŃCÓWKI W SIECI GRID NA PRZYKŁADZIE GRID-APPLIANCE

Autorzy niniejszego opracowania przybliżą problematykę związaną z wydajnością systemu komputerowego pracującego w sieci Grid. Sieć taka została utworzona w pracowni komputerowej Katedry Elektroniki w ramach koła naukowego Neuron. Sieć Grid pracuje pod kontrolą systemu Grid Appliance, który to bazuje na sieciowym systemie operacyjnym Ubuntu 9.04. Autorzy wykonali szereg testów wydajności takiego systemu.

1. System Grid

Celem tej technologii jest utworzenie prostego, ale posiadającego ogromne możliwości wirtualnego komputera. Grid Appliance jest to samo-konfigurujący się system, służący do tworzenia ad-hoc puli zasobów komputerowych zarówno w sieci LAN jak i WAN. Jest on głównie używany do wykonywania zadań wymagających dużej wydajności oraz długo trwających. Innym zastosowaniem jest tworzenie wirtualnych klastrów w celach edukacyjnych i szkoleniowych.

Systemy są połączone ze sobą za pośrednictwem wirtualnej sieci peer-to-peer z wykorzystaniem prywatnych adresów IP o nazwie IPOP – Grid Appliance wykorzystuje GroupVPN, łatwy w konfiguracji, zorientowane-grupowo wdrożenie IPOP. Po uruchomieniu systemu, jest on automatycznie połączony z pulą zasobów i jest w stanie wysyłać i realizować zadania za pomocą schedulera aplikacji Condor. [1, 2]

Wirtualny komputer zbudowany za pomocą Grid Appliance

System Grid Appliance korzysta z trzech elementów technologicznych:

- Maszyny wirtualne, które pozwalają na to by cały wirtualny komputer oparty na systemie Linuks i oprogramowaniu Grid Appliance działał jako system gościa w naszym istniejącym systemie (Windows, Linux lub MacOS dla Intelu). Wystarczy tylko zainstalować monitor maszyny wirtualnej (obecnie wykorzystywane jest VMware).
- Wirtualne sieci: używana jest technika trasowania IPOP peer-to-peer opracowanej w laboratorium ACIS do samo-konfigurowania puli zasobów, nawet jeśli są za zaporami ogniowymi i routerami z NAT.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe NEURON

² Politechnika Lubelska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii

- Grid scheduler: korzysta z middleware'u z Uniwersytetu Wisconsin. Condor to solidny system, który stale wspiera setki tysięcy maszyn oraz wykonuje na nich zadania.

Condor jest systemem oprogramowania, które tworzy dużej wydajności środowisko obliczeniowe (High-Throughput Computing). Skutecznie korzysta z mocy obliczeniowej stacji roboczych, które komunikują się za pośrednictwem sieci. Condor może zarządzać grupowaniem stacji roboczych. Jego moc pochodzi od skuteczności zespołu zasobów istniejących w sieci i dystrybuowanych na zasadzie rozproszonych własności.

Użytkownik przesyła zadanie do Condora. Condor diagnozuje, które maszyny są dostępne w sieci i wysyła kolejne zadania. Condor jest w stanie wykryć czy urządzenie działa i czy jest dostępne w sieci Grid. Decyduje on również wtedy o właściwym rozdziale zadań i może migrować zadanie do innej maszyny w przypadku kiedy pierwsza nie spełnia kryteriów workera. Condor kontynuuje pracę na nowej maszynie dokładnie z tego punktu gdzie ostatnio była zakończona.

Zarządca Condor implementuje mechanizm ClassAds, który ułatwia użytkownika uruchamianie zadań.

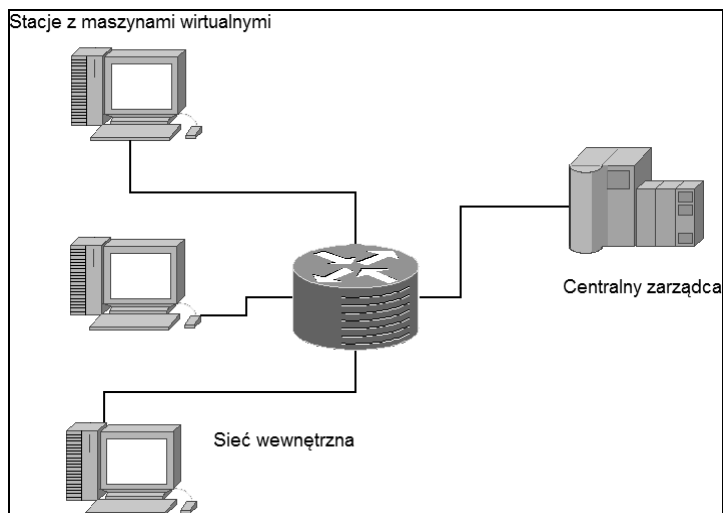
Mechanizm ClassAds działa w następujący sposób: wszystkie maszyny w sieci Grid reklamują swoje właściwości zasobów, zarówno statyczne jak i dynamiczne, takie jak dostępna pamięć RAM, typ procesora, prędkość procesora, rozmiar pamięci wirtualnej, lokalizacji, jak i aktualne średnie obciążenie. Użytkownik określa przy składaniu wniosku jakie zasoby do wykonania operacji są potrzebne. Wniosek określa zarówno obowiązkowy jak i pożądany zestaw właściwości zasobów do uruchomienia zadania. Condor działa jako pośrednik, dopasowując ranking reklamowanych zasobów do oferty składanej przez użytkownika, przez co jest pewne, że wszystkie wymagania są spełnione. Zarządca jest w stanie również rozważyć kilkanaście poziomów wielkości wejściowych: priorytet przypisany do zadania przez użytkownika, priorytet użytkownika przypisującego zadanie oraz wymagana konfiguracja maszyn w puli. [1]

Istnieje możliwość skonfigurowania zarządcy (Condor) w taki sposób, że jeżeli w puli nie ma żadnych zasobów, na przykład wszystkie pozostałe jednostki są wyłączone lub uległy awarii, to zarządca uruchamia zadanie do wykonania na tej samej maszynie. Taka konfiguracja zarządcy nosi nazwę personal Condor.

2. Testy wydajności końcówki w systemie Grid

Testy zostały przeprowadzone w pracowni komputerowej Katedry Elektroniki w ramach koła naukowego Neuron. Została zbudowana

eksperymentalna sieć komputerów połączonych ze sobą w logiczną całość stanowiącą system Grid (rysunek 1.).



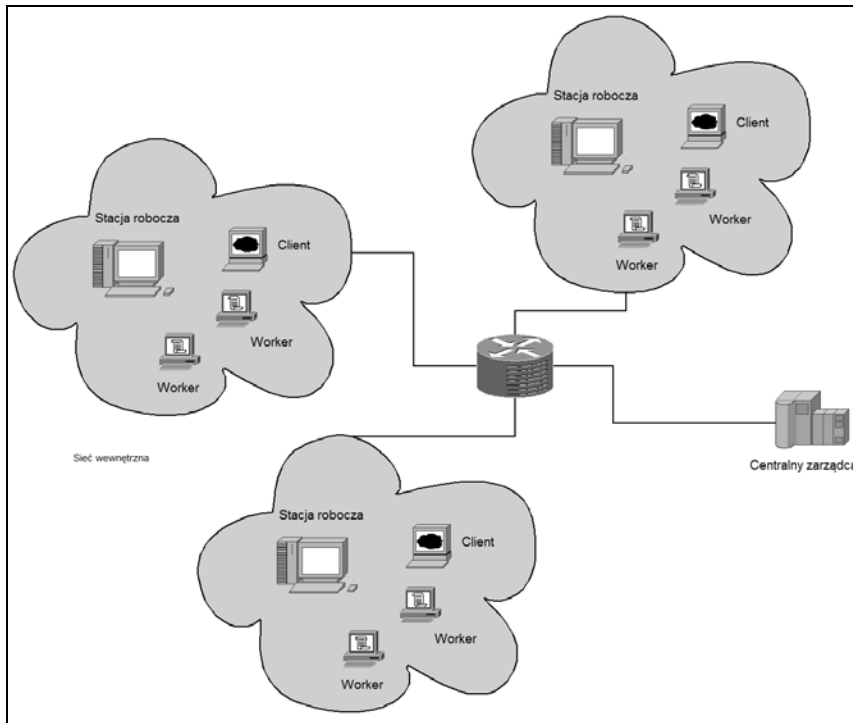
Rys. 1. Architektura fizyczna sieci Grid

Komputery stanowiące sieć Grid to:

- centralny zarządca uruchomiony w maszynie wirtualnej na serwerze SUN Fire V20Z, procesor Opteron 244 , 1 GB RAM,
- stacje robocze PC CORE 2 DUO E7500, 4 GB RAM, VGA GeForce 9600GT. Komponenty sieci Grid były uruchomione na maszynie wirtualnej, system gospodarza to Debian Lenny 5.0, systemy gości to Ubuntu 9.04.

Taka fizyczna konfiguracja pozwoliła na rozbudowanie logicznej sieci komputerów w Grid z użyciem maszyn wirtualnych. Do tego celu wykorzystano oprogramowanie Sun VirtualBox, które to wspiera sprzętowo wirtualizację zaimplementowaną w procesorach centralnego zarządcy jak i stacji roboczych.

Na stacjach roboczych było uruchamianych maksymalnie trzy instancje maszyn wirtualnych. W efekcie końcowym dało to infrastrukturę składającą się z maksymalnie 3 klientów i 6 stacji typu Worker (rysunek 2.).



Rys. 2. Architektura logiczna zbudowanej sieci Grid

Założenia

W czasie testu konfiguracja programowa i sprzętowa sieci Grid pozostaje niezmienną, podobnie panujące warunki w sieci lokalnej.

Po wykonaniu testu dokonywane są zmiany konfiguracji (np. ilość komputerów, konfiguracja ich jako klientów czy też workerów) i wykonywany jest kolejny test.

Przygotowanie do testów

Pierwszym korkiem było pobranie i zainstalowanie na końcówkach aplikacji do przeprowadzenia testów. Następnie przygotowano pliku skryptowy uruchamiany w cron co kilkanaście/kilkadziesiąt sekund (w zależności od tego jak długo trwa benchmark).

Skrypt ma na celu zapisywanie niezbędnych informacji do pliku tekstowego, tak aby można w oparciu o te dane sporządzić zestawienia oraz wykresy.

Przeprowadzenie testów

Poszczególne testy przeprowadzane były w podobnych warunkach tak aby możliwe było odniesienie do poprzednich wyników. W czasie trwania testu stanowiska nie były dodatkowo obciążane.

Benchmark, który był wykonywany w teście napisany jest w języku C, a jego autorem jest Robert Richard Painter należący do IEEE (ang. Institute of Electrical and Electronics Engineers - Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników). Algorytm zawarty w tymże benchmarku został napisany w roku 1972 w Narodowym Laboratorium Fizyki w Wielkiej Brytanii. Co ciekawe jego pierwsza wersja została napisana w języku Algol 60.

Benchmark składa się z dziesięciu następujących modułów:

1. Proste zmienne
2. Elementy macierzy
3. Macierz jako parametr
4. Skoki warunkowe
5. Arytmetyka na liczbach całkowitych
6. Funkcje trygonometryczne
7. Wywołania procedur
8. Odwołania do macierzy
9. Arytmetyka na liczbach całkowitych
10. Standardowe funkcje

Liczba wynikowa jest podawana w jednostce MIPS (million instructions per second) liczonych przez algorytm Whetstone. Innymi zmiennymi zawartymi w pliku wynikowym są: ilość powtórzeń obliczeń, liczba iteracji oraz czas wykonania pojedynczej instancji programu.

Ponadto, podczas przeprowadzania testów monitorowane były: zajętość pracy procesora, pamięci RAM oraz ruch sieciowy w wirtualnej sieci prywatnej, a wyniki zostały zapisane w plikach tekstowych.

Zajętość procesora oraz pamięci RAM monitorowana była poleceniem top, zaś ruch sieciowy za pomocą dodatkowego pakietu bwm-ng.

Jako główny zarządca zadań został użyty Condor (pochodzący z uniwersytetu w Wisconsin). Jest to zestaw usług zarządzających równoległym wykonywaniem zadań. Praca Condora w trybie dedykowanym wymusza na gości bezwarunkowe przyjmowanie oraz realizację zadań. Tryb właściciela domyślnie w warunku przyjmowania prac ma określone następujące warunki: brak aktywności klawiatury w przeciągu piętnastu minut oraz wykorzystanie procesora w tle mniejsze niż 5%.

Konfiguracja sprzętowa węzłów była następująca:

- A: Intel® Core™ Solo T1300 (2M Cache, 1.66 GHz, 667 MHz FSB) | wydzielone 512 MB RAM
- B: Intel® Pentium® 4 (1M Cache, 3.00 GHz, 800 MHz FSB) | wydzielone 256 MB RAM
- C: Intel® Pentium® 4 (1M Cache, 3.60 GHz, 800 MHz FSB) | wydzielone 1024 MB RAM

- D: Intel® Pentium® E5300 (2M Cache, 2.60 GHz, 800 MHz FSB) | wydzielone 2048 MB RAM

Systemy operacyjne, na których przeprowadzane są testy to Linux Ubuntu 10.04 uruchamiane w maszynach wirtualnych na komputerach węzłach opisanych powyżej. Hypervisorem maszyn wirtualnych był Oracle VirtualBox w wersji 3.2.0.

Tabela 1. Konfiguracje komputerów w trakcie testów

Test nr	Host A	Host B	Host C	Host D	
1	client	worker	worker	worker	(tryb dedykowany)
2	client	worker	worker	worker	(tryb "właściciela")
3	personal Condor	x	x	x	
6	client	worker	worker	worker	(tryb "właściciela", brak aktywności klawiatury)
7	x	personal Condor	x	x	
8	x	x	x	personal Condor	
9	x	x	personal Condor	x	

Każdy test polega na dodaniu do kolejki zarządcy Condor dziesięciu instancji obliczeniowych benchmarku. Dla porównania czasu wykonania dla poszczególnych konfiguracji przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Czasy wykonania testów

Nr testu	Czas wykonania testu
1.	19 minut 25 sekund
2.	33 minuty 14 sekund
3.	1 godzina 12 minut 59 sekund
6.	20 minut 20 sekund
7.	1 godzina 4 minuty 29 sekund
8.	47 minuty 37 sekund
9.	1 godzina 45 sekund

Przykładowe (pierwsze trzy) wyniki dla każdej konfiguracji wyglądają następująco:

Pierwszy test:

Out:

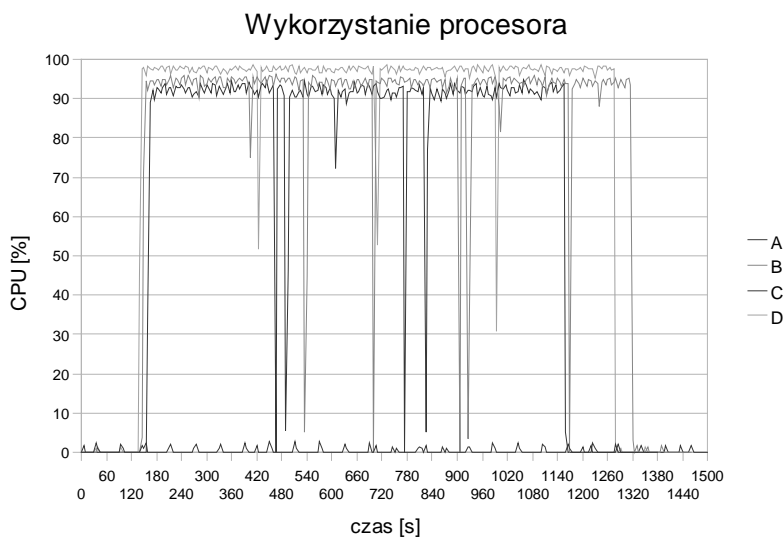
Loops: 1000000, Iterations: 1, Duration: 391 sec.
C Converted Double Precision Whetstones: 255.8 MIPS

Loops: 1000000, Iterations: 1, Duration: 333 sec.
C Converted Double Precision Whetstones: 300.3 MIPS

Loops: 1000000, Iterations: 1, Duration: 285 sec.
C Converted Double Precision Whetstones: 350.9 MIPS

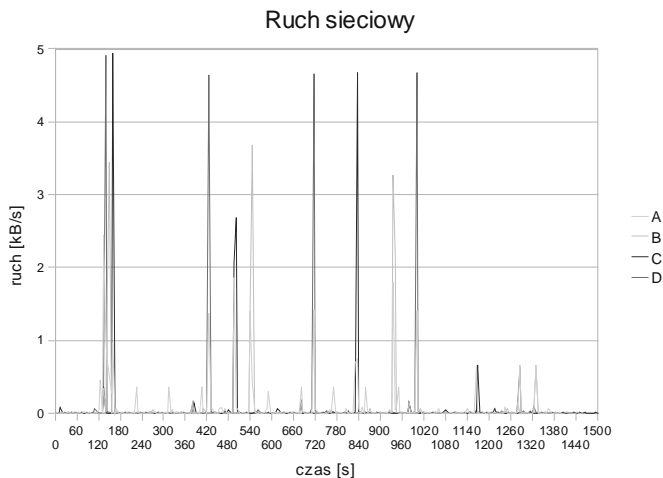
Wyniki ukazują jak różni się moc obliczeniowa poszczególnych hostów.

Poniższy wykres (Rys. 3.) przedstawia wykorzystanie procesora w czasie dla testu numer 1.



Rys. 3. Wykorzystanie procesora w czasie dla testu nr 1

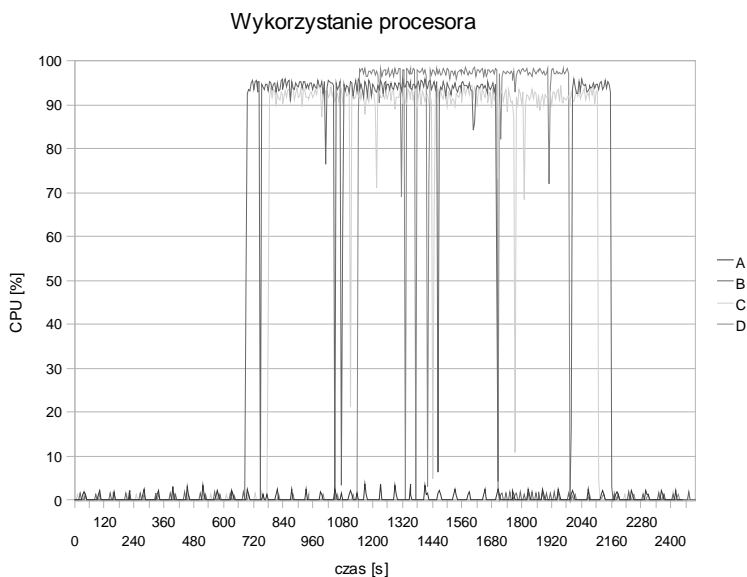
Poniższy wykres (Rys. 4.) przedstawia ruch sieciowy w czasie dla testu numer 1.



Rys. 4. Ruch sieciowy w czasie dla testu nr 1

Z powyższego wykresu (Rys. 4.) można wnioskować, że największy ruch sieciowy generuje wysyłanie zadań do poszczególnych hostów. Dzieje się to dlatego, że hosty wykonujące otrzymują od zarządcy ClassAds, czyli pliki informacyjne o zadaniu a zwracają jedynie wyniki obliczeń co można zauważyć analizując obciążenie procesora (Rys. 3).

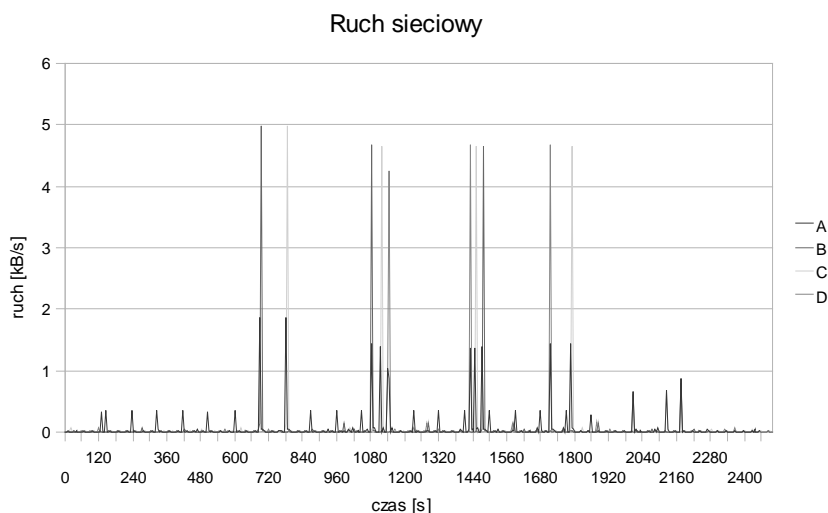
Wykres (Rys. 5.) przedstawia wykorzystanie procesora w czasie dla testu nr 2:



Rys. 5. Wykorzystanie procesora w czasie dla testu nr 2

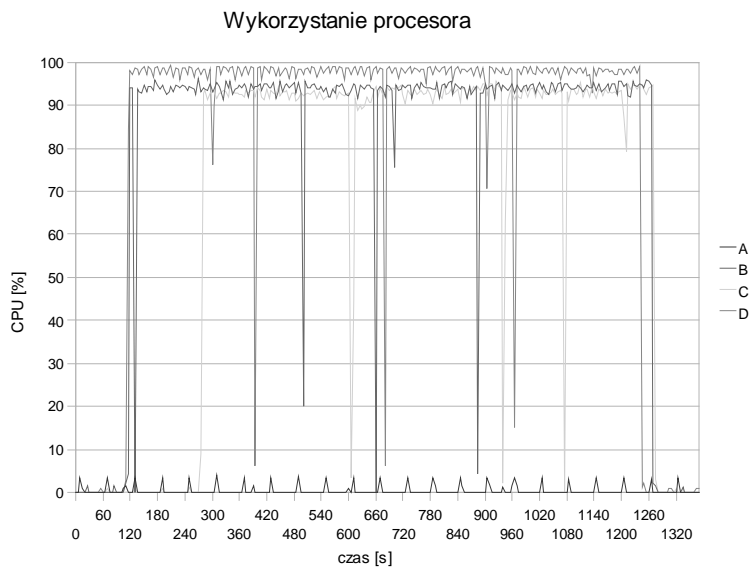
Poniższy wykres (Rys. 6.) przedstawia ruch sieciowy w czasie dla testu numer 2. W tym teście hosty działają w trybie właściciela, a widoczny na wykresach (Rys. 5., Rys. 6.) czas pomiędzy wysłaniem zadania do obliczenia (co miało miejsce w 120. sekundzie) a rozpoczęciem obliczeń to czas gdzie centralny zarządca oczekuje na przejście hostów w tryb przyjmowania zadań (unclaimed).

Domyślnie dla trybu właściciela czas oczekiwania wynosi 15 minut od ostatniej aktywności klawiatury oraz wykorzystanie procesora mniejsze niż 5%. Możemy również zauważyć, że w 1700. sekundzie host B na 5 minut przestał liczyć, stało się tak dlatego, że host przeszedł w tryb uśpienia (suspend) wywołany aktywnością klawiatury.



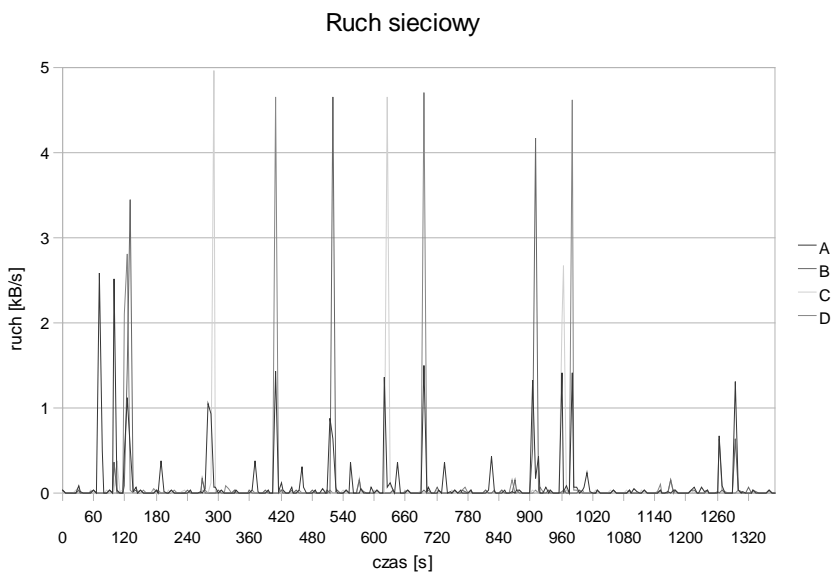
Rys. 6. Ruch sieciowy w czasie dla testu nr 2

Poniższy wykres (Rys. 7.) przedstawia wykorzystanie procesora w czasie dla testu nr 6.



Rys. 7. Wykorzystanie procesora w czasie dla testu nr 6

Poniższy wykres (Rys. 8.) przedstawia ruch sieciowy w czasie dla testu nr 6.



Rys. 8. Ruch sieciowy w czasie dla testu nr 6

Jest to test gdzie hosty były skonfigurowane w trybie właściciela, ale został on wykonany bez aktywności klawiatury. Czas wykonania testu nr 6 nie różni się znacząco od czasu wykonania testu nr 1, gdzie hosty skonfigurowane były w trybie dedykowanym. Możemy więc wnioskować, że zasadnicza różnica w konfiguracji odnosi się do zasad przyjmowania zadań, a nie ich wykonywania, tj. hosty przyjmując zadanie liczą je wykorzystując maksymalną moc procesora niezależnie od konfiguracji.

3. Wnioski

Zastosowanie sieci GRID niesie ze sobą szerokie możliwości wykorzystaniach ich mocy obliczeniowych. Okazuje się, iż stosując do budowy sieci GRID komputery o różnych konfiguracjach sprzętowych można uzyskać znaczący wzrost wydajności obliczeń.

Rozbudowa sieci GRID może następować w oparciu o komputery, które są dedykowane do tego celu, ale nie jest to konieczne.

Odpowiednia konfiguracja końcówek w sieci pozwala na równoległą pracę na nich jako standardowy komputer typu desktop.

W przypadku kiedy centralny zarządca zleci zadanie do wykonania na końcówce, prowadzi ona obliczenia z maksymalną zajętością procesora.

Literatura

- [1] Instrukcja systemu Grid Appliance: <http://www.grid-appliance.org> 2010.
- [2] Technologia gridowa, [http://pl.wikipedia.org/wiki/Grid_\(system\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Grid_(system)), Wikipedia 2010.

Mateusz ZIELIŃSKI, Bartosz MALEC¹,
Dariusz CZERWIŃSKI²
Sławomir PRZYŁUCKI³

PRYWATNE SIECI GRID – TECHNOLOGIA W ZASIĘGU RĘKI

W artykule omówiona jest koncepcja systemu prywatnej sieci grid. Celem technologii gridowej jest stworzenie prostego, lecz mimo to wydajnego, wirtualnego komputera. Przedstawiono dwie metody realizacji tej koncepcji, opartej na systemach: Windows (Digipede) oraz Linux (grid-appliance).

1. Klastry i gridy komputerowe

Idea łączenia komputerów w sieć jest bardzo stara. Pierwszym ważnym projektem, o którym warto wspomnieć jest ARPANET. Eksperyment miał zbadać możliwość zbudowania sieci komputerowej bez wyróżnionego punktu centralnego, która mogłaby funkcjonować nawet pomimo uszkodzenia pewnej jej części [1]. Bardziej znanym projektem wykorzystującym GRID jest SETI@home [2]. Jest to projekt polegający na przetwarzaniu sygnałów dochodzących z przestrzeni kosmicznej mający na celu wykrycie życia pozaziemskiego. Wykorzystuje on moc obliczeniową komputerów użytkowników z całego świata. W takim rozwiązaniu użytkownik „użycza” moc obliczeniową swojego komputera [3]. Analogicznie, dzięki zastosowaniu prywatnej sieci GRID możemy efektywniej wykorzystać sprzęt, którym dysponujemy.

Pojęcia klastry i gridy są używane często zamiennie w celu opisanego połączonych sieciowo komputerów na których działają rozproszone aplikacje i współdzielone są zasoby. Jednakże klastry i gridy reprezentują różne podejścia do rozwiązania problemów wydajnościowych. Pomimo że ich technologie i infrastruktura różnią się to ich funkcje i korzyści uzupełniają się wzajemnie. Klastry i gridy mogą działać równolegle w tej samej sieci, w tym samym czasie.

Komputery (węzły) w klastrze są połączone sieciowo. Funkcjonują one w tej samej podsieci i są połączone łączami o wysokiej przepustowości. Węzły są jednorodny i stanowią dedykowany zasób dla aplikacji klastra. Dla kontrastu węzły w gridzie nie muszą być homogeniczne i mogą należeć do różnych podsieci. Gridy mogą również łączyć klastry.

¹ Politechnika Lubelska, Koło Naukowe NEURON

² Politechnika Lubelska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii

³ Politechnika Lubelska, Katedra Elektroniki

2. Wykorzystanie platformy systemowej Windows

W systemach operacyjnych Windows klastry komputerowe są wspierane przez Windows Computer Cluster Server 2003 a gridy komputerowe są wspierane przez sieć DIGIPEDE. Jest ona infrastrukturą sieciową, która obejmuje serwer do zarządzania zadaniami i wielu agentów będących węzłami do wykonania rozproszonych prac. Serwer odbiera wszystkie zapytania i zarządza kolejką do wykonywania zadań, przetrzymując historię pracy wykonanej w systemie. Ponadto gwarantuje wykonanie wszystkich prac w systemie poprzez monitorowanie stanu wszystkich agentów w gridzie. Oprogramowanie agenta jest zainstalowane na każdym z węzłów obliczeniowych. Pomimo iż serwer Digipede analizuje wszystkie żądania wykonania zadania, to właśnie agent Digipede decyduje, które zadanie może być wykonywana na jego węźle.

Serwer Digipede może być uruchomiony na wszystkich wersjach systemu Windows Server 2003. Agent Digipede działa z kolei na wszystkich 32-bitowych lub 64-bitowym systemach operacyjnym Windows, od system Windows 2000 wzwyż. W rezultacie sieć Digipede można zainstalować szybko i łatwo na nowej lub już istniejącej sieci komputerowej z systemami Windows.

Działanie systemu Digipede

W sieci Digipede rozproszone aplikacje można wykonać na wiele sposobów. Tradycyjne rozwiązania w sieciach grid wykorzystują aplikacje wiersza polecenia. Sieć Digipede wspiera tą tradycyjną metodę a zadania, które ją wymagają można szybko i łatwo skompilować poprzez narzędzie o nazwie Digipede Workbench.

Poza dystrybucją plików wykonywalnych z wiersza poleceń Digipede posiada zestaw programistyczny SDK (ang. Software Development Kit), który jest narzędziem ułatwiającym dystrybucję obiektów .NET. Aplikacje zaprojektowane do pracy w gridach wymagają Digipede SDK i mogą być pisane w dowolnym środowisku i języku, który obsługuje COM, .NET 1.1 lub .NET 2.0, w tym wszystkich wersjach programu Visual Studio. Ponieważ Digipede SDK wspiera istniejące metody interfejsu API, programiści Windows mogą szybko i łatwo przystosować aplikacje i skrypty do pracy w gridach.

W aplikacji klienckiej, programista definiuje klasy, które będą rozpowszechniane. Dla każdego zadania w pracy, programista wyodrębni określony obiekt z klasy, inicjalizuje go i dodaje go do harmonogramu zadań. Gdy praca jest gotowa programista przekazuje ją do wykonania w sieci Digipede. Używając serializacji, każdy z obiektów zostaje przypisany do węzła obliczeniowego i deserializowany przez agenta Digipede. Agent Digipede uruchamia zadanie, a po jej zakończeniu zwraca obiekt do serwera Digipede, który przekazuje go aplikacji. Istnieje wiele zalet z przystosowania aplikacji do pracy w gridach:

- Zrównoleglenie jest realizowane poprzez wyodrębnienie obiektu z klasy, programista nie musi opanowywać złożonych schematów przetwarzania. Zamiast tego, przez tworzenie nowych zadań składających się z wielu instancji obiektów, przetwarzanie równoległe wykonanie jest obsługiwane automatycznie.

- W typowym systemie gridowym wszystkie dane przenoszone z aplikacji klienckiej do rozproszonych węzłów muszą być albo zapisane do pliku lub przekazywane z poziomu wiersza poleceń. Przekazując dane poprzez interfejs API programista jest w stanie przekazać dane natywnie w preferowanym przez niego jego języku.

Gridy w środowiskach OpenSource

Architektura środowiska gridowego typu OpenSource zdefiniowana została w standardach OGSA (ang. Open Grid Services Architecture), OGSF (ang. Open Grid System Infrastructure) oraz WSRF (ang. Web Services Resource Framework) określających wymagania dla interfejsu sieciowego i sposób budowania oprogramowania dla środowiska z wykorzystaniem usług sieciowych. Jest to architektura zbliżona strukturą do sieci Internet. Najniższą warstwę tworzą zasoby sprzętowe organizacji (komputery, systemy przechowywania danych, sieci, klastry). Warstwa łączy definiuje protokoły komunikacji i uwierzytelniania. Kolejna warstwa określa protokoły kontroli i bezpiecznego dostępu do lokalnych zasobów sieci. Wyższa warstwa dostarczająca mechanizmy udostępniania i współdzielenia globalnych zasobów gridu. Najwyżej znajduje się warstwa aplikacji, którą stanowią oprogramowanie użytkownika oraz portale dostępowe. Jest to właściwie jedyna warstwa widoczna dla użytkownika. Zespół wszystkich usług realizujących współpracę aplikacji w środowisku rozproszonym i umożliwiający konsolidację różnorodnych elementów sieci tworzy tzw. oprogramowanie pośredniczące. Jest to rodzaj oprogramowania pośredniczącego, stanowiący pomost umożliwiający komunikację między aplikacją użytkownika a zewnętrznymi bazami danych lub serwerami [4]. Jednostki centralne w sieci GRID podzielone są na:

- serwer
- worker (węzeł posiadający zasoby)
- klient

Serwer posiada moduły takie jak:

- master (kontroluje pracę serwera)
- starter (inicjuje wykonywanie zadań)
- collector (zbiera zadania od klientów)
- scheduler (planuje wykonywanie zadań)

- negotiator (sprawdzenie czy worker może wykonać zadanie, jeśli może zostaje mu ono zlecone)[5]

3. Instalacja OpenSource GRID

Wraz z rozwojem aplikacji OpenSource, instalacja i konfiguracja własnej prywatnej sieci GRID nie jest zadaniem skomplikowanym. Przykładem rozwiązania potwierdzającego powyższą tezę jest środowisko Grid-appliance [xx]. Aby stworzyć wirtualną sieć prywatną można użyć witryny <http://grid-appliance.org>, zakładamy tam konto, oraz pobieramy dyskiety startowe zawierające konfigurację przeznaczenia jednostki (serwer, worker, klient) oraz konfiguracje sieciowe jednostek. Jeśli mamy np. Ubuntu wystarczy pobrać pakiet grid-appliance-base, skopiować konfiguracje pobrane ze strony i korzystać z sieci GRID.

Polecamy jednak użycie gotowego systemu do pobrania z witryny <http://grid-appliance.org>.

W skład pakietu grid-appliance-base oraz systemu Grid-Appliance wchodzi IPOP. Jest to open-source'owy projekt, który dostarcza zdecentralizowaną wirtualną sieć prywatną.

Kluczowe właściwości to:

- nieskomplikowana konfiguracja
- samooptymalizujące się połączenia
- wsparcie dla komputerów za NATem oraz firewall'ami[6]

W pakiecie grid-appliance-base znajduje się również condor. Jest to zestaw daemonów umożliwiający zarządzanie wykonywania zadań w gridzie.

Na początek użyjmy polecenia hostname, w celu sprawdzenia swojej nazwy węzła.

Za pomocą polecenia condor_status (Rys.1.) zobaczyć możemy aktualną pulę węzłów w sieci oraz ich obciążenie i status.

```
griduser@localhost:~$ condor_status
Name                OpSys    Arch    State    Activity LoadAv Mem    ActivityTime
C000144159.ipop     LINUX    INTEL   Claimed  Busy     0.200  497  0+00:00:03
C044035165.ipop     LINUX    INTEL   Claimed  Busy     0.000  497  0+00:00:04
C058016252          LINUX    INTEL   Claimed  Busy     0.110  497  0+00:00:04
C098157164          LINUX    INTEL   Matched  Idle     0.000  497  0+00:00:04
C139152053.ipop     LINUX    INTEL   Claimed  Busy     0.000  497  0+00:00:03
C191140191.ipop     LINUX    INTEL   Claimed  Busy     0.120  497  0+00:00:02
C196197211.ipop     LINUX    INTEL   Claimed  Busy     0.070  497  0+00:00:02
C237163125.ipop     LINUX    INTEL   Matched  Idle     0.020  497  0+00:00:04

              Total Owner Claimed Unclaimed Matched Preempting Backfill
INTEL/LINUX      8      0      6      0      2      0      0
              Total      8      0      6      0      2      0      0
griduser@localhost:~$ _
```

Rys. 1. condor_status – wyświetlenie aktywnych węzłów

```
Grid_PL@localhost:~/examples/montepi$ condor_submit submit_montepi_vanilla
Submitting job(s).....
Logging submit event(s).....
.....
100 job(s) submitted to cluster 41.
Grid_PL@localhost:~/examples/montepi$ condor_q
```

Rys 2. – condor_submit – zlecenie wykonania zadania

```

-- Submitter: C000144159.ipop : <5.0.144.159:9501> : C000144159.ipop
ID      OWNER      SUBMITTED  RUN_TIME  ST  PRI  SIZE  CMD
42.0    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.1    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.2    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.3    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.4    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.5    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.6    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.7    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.8    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.9    Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.10   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.11   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.12   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.13   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.14   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.15   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.16   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.17   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.18   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.19   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.20   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.21   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.22   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.23   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.24   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.25   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.26   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.27   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.28   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000
42.29   Grid_PL      5/17 14:07 0+00:00:00 I  0  0.0  montepi 1000000

30 jobs: 30 idle, 0 running, 0 held
Grid_PL@localhost:~/examples/montepi#

```

Rys. 3. condor_q – widok aktywnych zadań

Aby zlecić wykonanie zadania używamy pakietu Condor, polecenie `condor_submit nazwa_zadania` wysyła zadanie do serwera (Rys. 2). Aby podejrzeć kolejkę zadań użyjemy polecenia `condor_q` (Rys. 3). Zadania powinny być przygotowane do przetwarzania wsadowego. Najpopularniejsze języki wykorzystywane w rozproszonym przetwarzaniu równoległym to C, C++, Java.[5]

4. Podsumowanie

Celem opracowania było przybliżenie zagadnień oraz rozwiązań związanych z sieciami komputerowymi typu GRID. Użytkownik systemu gridowego nie musi wiedzieć skąd pobrane zostaną potrzebne mu dane, na którym serwerze wykonają się jego obliczenia oraz które dokładnie fragmenty infrastruktury będą zaangażowane w wykonanie jego zadania. Popularność tej technologii rośnie z dnia na dzień. Przedstawione dwa rozwiązania pokazują, że z GRIDA możemy korzystać nie tylko w dużych firmach, ale także w warunkach domowych.

Literatura

- [1] ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), <http://wikipedia.org> (maj 2010).
- [2] SETI@home: An Experiment in Public-Resource Computing, <http://setiathome.berkeley.edu> (listopad 2002).

- [3] University of California, Los Angeles: UCLA to be first station in nationwide computer network, <http://www.lk.cs.ucla.edu> (lipiec 1969).
- [4] Grid (system), <http://wikipedia.org> (maj 2010).
- [5] Condor Tutorial for Administrators, <http://www.cs.wisc.edu> (czerwiec 1999).
- [6] IPOP (IP over P2P), <http://grid-appliance.org> (kwiecień 2010).

SPONSORZY SYMPOZJUM



STOEBER POLSKA
<http://www.stoeber.pl>

BECKHOFF

BECKHOFF Automation Sp. z o.o.
<http://www.beckhoff.pl>



CTI Wojciech Mroziewski



LEGRAND POLSKA. SP. Z O.O.
lublin@legrand.com.pl



Danfoss sp. z o.o.
<http://www.danfoss.com/poland>



BIALL Sp. z o.o.
<http://www.biall.com.pl>



Producent instalacji odgromowych,
masztów i uziomów
Firma A.H. sp.j. Hardt i Wspólnicy
<http://www.ah.com.pl>



Wikpol Sp. z o. o.
<http://www.wikpol.com.pl/>



Telekomunikacja Polska S.A.
<http://www.tp.pl>

www.STAKOL.com.pl

PPHU STAKOL Sp.j. K.Olucha A.Staszczak

STAKOL sp. j.