

STRESZCZENIA

Łukasz ZYCH¹
Tomasz BINKOWSKI²

WYKORZYSTANIE ŚWIATŁA HALOGENOWEGO W BADANIU OGNIW POLIKRYSTALICZNYCH

Energetyka odnawialna jest dziedziną na której skupia się wiele działań naukowych, a jej stosowanie wymuszane jest powstającymi aktami prawnymi. Nowe obiekty budowlane muszą posiadać przynajmniej jedno źródło energii odnawialnej. Wymusza to nacisk na powstawanie nowych laboratoriów, w których wyznaczane są podstawowe charakterystyki źródeł odnawialnych. Jednym z najbardziej popularnych źródeł energii odnawialnej jest panel składający się z ogniw polikrystalicznych. Wyznaczenie jego podstawowych charakterystyk i parametrów w warunkach laboratoryjnych wymaga stosowania sztucznego oświetlenia zastępującego warunki naturalne. Jednym ze źródeł światła, które można wykorzystać w badaniach laboratoryjnych, jest oprawa ze źródłem halogenowym. W prezentowanym artykule przedstawiono stanowisko badawcze zawierające oprawy halogenowe do realizacji naświetlenia dwóch paneli. Badane panele składające się z ogniw polikrystalicznych obciążane były regulowaną rezystancją o dużej mocy. W wyniku realizacji pomiarów wykreślone zostały podstawowe charakterystyki opisujące badane panele. Wyznaczono charakterystykę prądowo-napięciową dla różnych wartości napromieniowania, określono wpływ temperatury na zależność mocy paneli od napięcia, uwzględniając w wykonanych pomiarach różną wartość kąta padania światła na powierzchnię paneli. Przeprowadzone badania pozwoliły na stwierdzenie poprawności otrzymanych wyników w oparciu o konfrontację z danymi katalogowymi dostarczonymi przez producenta paneli. Zweryfikowano działanie diod zabezpieczających panele poprzez obserwację wpływu zacielenia częściowego poszczególnych sekcji ogniwa. Wyznaczono także charakterystyki dla różnych konfiguracji połączeń paneli. Sprawdzone połączenia szeregowo i równoległe paneli w celu wykreślenia charakterystyk pomocnych w konfiguracji elektrowni. Przeprowadzone badania pokazują, że wyznaczenie podstawowych charakterystyk w warunkach laboratoryjnych z światłem halogenowym jest wystarczające do oceny energetycznej paneli.

Słowa kluczowe: PV, charakterystyki paneli, badania paneli, testy, weryfikacja energetyczna

THE USE OF HALOGEN LIGHT IN A STUDY OF POLYCRYSTALLINE CELLS

Summary

Renewable energy is an area on which it focuses a lot of scientific activities, and its use is enforced by the emerging legislation. New buildings must have at least one source of renewable energy. This forces an emphasis on the creation of new laboratories, which are determined the basic characteristics of renewable energy sources. One of the most popular sources of renewable energy is a panel consisting of polycrystalline cells. Determination of its basic characteristics and parameters in laboratory conditions requires the use of artificial lighting to replace the natural conditions. One of the light sources that can be used in laboratory tests is an halogen source. The article shows the test stand containing halogen lights to the exposures two panels. Test panels consisting of polycrystalline cells were charged with adjustable resistances with high power. As a result of the implementation of the measurements the basic characteristics describing the test panels have been plotted. The characteristics of current-voltage for different values of irradiation, referred to the effect of temperature on the relationship under voltage panels, having made the measurement of different lighting angle to the surface of the panels have been achieved. The conducted studies have helped to establish the correctness of the results obtained on the basis of confrontation with manuals provided by the manufacturer of the panels. The working protective diode panels by observation of the influence of partial shading of each section links have been verified. The characteristics for different connection configuration panels have been shown. The serial and parallel connection of a panels in order to plot characteristics helpful in setting up the plant have been corrected. The studies show that the determination of the main characteristics in the laboratory with halogen light is sufficient to assess the energy efficiency of the panels.

Keywords: PV, PV characteristics, research of PV panels, tests, verification of power engineering

DOI: 10.7862/re.2015.25

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

¹ Łukasz Zych, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, 791687289, lukaszzych@gmail.com

² Autor do korespondencji: Tomasz Binkowski, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, 17 8651974, tbinkow@prz.edu.pl

Paulina BOJDA³
Lúbomir BEŇA⁴
Henryk WACHTA⁵

KREOWANIE ILUMINACJI OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ODDZIAŁYWANIA OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Artykuł obejmuje problematykę projektowania iluminacji obiektów architektonicznych, będących w strefie wpływu oświetlenia drogowego. Poprawnie wykonany projekt iluminacji poza koncepcją oczekiwanego efektu oświetleniowego powinien uwzględniać istniejące środowisko świetlne, które ma istotny wpływ na końcowy efekt planowanej realizacji iluminacji. W artykule przedstawiono problem emisji środowiska świetlnego na iluminowany obiekt, oraz możliwości jej ujęcia jako elementu tworzonej koncepcji iluminacji. Z drugiej strony podjęto próby oceny możliwości eliminowania niekorzystnych efektów świetlnych pochodzących od opraw oświetleniowych poprzez oświetlenie iluminacyjne. Prace zrealizowano opracowując model komputerowy odwzorowujący przykładowy budynek rzeczywisty zlokalizowany przy ulicy 3 Maja w Rzeszowie. Zaproponowano dwa rozwiązania iluminacji uwzględniającej oświetlenie drogowe dla wybranego obiektu. Prace projektowe związane z przygotowaniem reprezentacji geometrycznej obiektu oraz sceny świetlnej, a także rozkładu luminancji na powierzchniach oświetlanych, przeprowadzono z wykorzystaniem graficznej aplikacji komputerowej.

Słowa kluczowe: oprawy drogowe, rozkład luminancji, wizualizacja komputer.

CREATING ARCHITECTURAL ILLUMINATION, TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF ROAD LIGHTING

Summary

The article presents the idea of designing architectural illumination which affects the road lighting. Properly created illumination project include the concept of the expected effects of the lighting and existing lighting environment. It has a great impact on the final result of the planned illumination. The paper presents the problem of environmental immision light on the illuminated architectural object and proposes the possibility of forming it as a part of illumination. On the other hand analyzed the possibility of eliminating negative effects of light from road luminaires by floodlighting. Practical use of a combination of road lighting with illumination, was illustrated with the example of the real building – Bank Pekao SA II in Rzeszów. The authors proposed two solutions of illumination taking into account road lighting for the selected object. The virtual geometrical model of the building, lighting scene and calculations of the size of the light were realized with the use of the graphic computer applications.

Keywords: road luminaires, luminance distribution, computer visualization

DOI: 10.7862/re.2015.26

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

³ Paulina Bojda, Politechnika Rzeszowska, absolwentka WEiI PRz., paulbojda@gmail.com

⁴ Lúbomir Beňa, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel.: 17 865 1977, lbena@prz.edu.pl

⁵ Autor do korespondencji: Henryk Wachta, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel.: 17 865 1977, hwachta@prz.edu.pl

WYKORZYSTANIE MODELU ARIMA DO ANALIZY SZEREGU CZASOWEGO

W artykule zaprezentowano zastosowanie metody ARIMA służącej do analizy szeregu czasowego z trendem i sezonowością. Szereg czasowy jest jednym z rodzajów szeregów statystycznych, który można zdefiniować jako ciąg obserwacji pewnego zjawiska w kolejnych jednostkach czasu (latach, kwartałach, miesiącach, itp.). Analiza szeregów czasowych opiera się na głównym założeniu, że kolejne wartości rozważanej cechy (zmiennej) reprezentują kolejne pomiary wykonane w takiej samej jednostce czasu (w równych odstępach czasu). Zmienną niezależną jest czas (jednostka czasu). Obserwując różne zjawiska (w tym także związane z gospodarką elektroenergetyczną) często chcemy wiedzieć czy i jak zmieniają się w czasie, czyli jaka jest ich dynamika. Analiza szeregów czasowych stosowana jest głównie do podejmowania decyzji związanych z przyszłością. Rozważane zjawisko może podlegać pewnym prawidłowościom, których wykrycie i opis jest głównym celem analizy szeregów czasowych. W wielu przypadkach modele szeregów czasowych wykorzystywane są w celu wnioskowania o przyszłości badanego zjawiska (do prognozowania). Prognozowanie w ujęciu statystycznym to wnioskowanie o przyszłych wartościach szeregu czasowego, które oparte jest na danych czasowych lub analizie wartości, jakie przyjmują rozważane cechy statystyczne (zmiennie). Przy analizie w dziedzinie czasu w szeregu czasowym można wyodrębnić pewne składowe (stały przeciętny poziom zjawiska, trend, cykle długookresowe, wahania sezonowe, wahania krótkookresowe, interwencje, składnik losowy (zakłócenie losowe)), przy czym nie wszystkie one muszą występować w konkretnym analizowanym szeregu. Metoda prognozowania zależy od składowych szeregu czasowego. Wyniki obliczeń z wykorzystaniem modelu ARIMA zaprezentowano korzystając z pakietu STATISTICA v. 10.0.

ARIMA MODEL USING THE TIME SERIES ANALYSIS

Summary

The paper presents the application of the method used for the analysis of ARIMA time series with trend and seasonality. Time series is one of the types of statistical series, which can be defined as a series of observations of a phenomenon in the following units of time (years, quarters, months, etc.). Time series analysis based on the main idea that a further consideration of the characteristics (variable) represent the more measurements made in the same unit of time (at regular intervals). The independent variable is the time (unit of time). Observing different phenomena (including related to the economy electricity) often want to know whether and how they are changing over time, that is what is their dynamics. Time series analysis is mainly used to make decisions about the future. Considered phenomenon may be subject to certain regularities, which detect and description is the main objective of the analysis of time series. In many cases, time series models are used to apply for the future of the studied phenomenon (to predict). Forecasting is statistically inference about future values of the time series, which is based on the analysis of data or time values which take under consideration the statistical characteristics (variables). At the time domain analysis in time series can extract some components (constant average level of the phenomenon, a trend long-term cycles, seasonal fluctuations, fluctuations in short-term, interventions, random component (random disturbance)), and not all of them must be analyzed in a specific number of. Forecasting method depends on the components of the time series. The results of calculations using the ARIMA model is presented using STATISTICA v. 10.0.

Keywords: time series, time series analysis methods, forecasting, ARIMA model.

DOI: 10.7862/re.2015.27

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

⁶ Autor do korespondencji: Wiesława Malska, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, 17 865 1974, wmalska@prz.edu.pl

⁷ Henryk Wachta, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, 17 865 1977, hwachta@prz.edu.pl

Joanna MAZIARKA⁸
Lúbmír BEŇA⁹
Henryk WACHTA¹⁰

ANALIZA ROZKŁADU WIDMOWEGO WYBRANYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA W PROCESIE STABILIZACJI BARWY

W artykule przedstawiono wyniki analizy widma promieniowania widzialnego wybranych źródeł światła, typowych do zastosowań wewnętrznych, takich jak: lampa fluorescencyjna kompaktowa, żarówka LED oraz żarówka halogenowa. Podczas badań analizowano zmiany zachodzące w rozkładzie widma promieniowania w przyjętym czasie obserwacji – odpowiadającemu okresowi stabilizacji barwy analizowanych źródeł światła. Zarejestrowano serie rozkładów widmowych luminancji energetycznej, bezpośrednio po załączeniu badanych źródeł światła, po upływie kilku minut oraz po ustabilizowaniu się fotometrycznego parametru barwy. Wykorzystując fakt, iż rozkład widmowy determinuje temperaturę barwową T_b emitowanego promieniowania świetlnego oraz wskaźnik oddawania barw R_a , przeprowadzono analizę widmową poszczególnych źródeł światła. Analiza miała na celu wyłonienie źródeł światła, umożliwiających możliwie szybkie rozróżnianie szczegółów barwnych przedmiotów pracy wzrokowej oraz posiadających wskaźnik oddawania barw na poziomie co najmniej 80%, bezpośrednio po ich zasileniu. Źródła światła o wymienionych wcześniej parametrach, znajdują zastosowanie w pomieszczeniach, gdzie praca wzrokowa wymaga uzyskania docelowych wartości parametrów świetlnych w możliwie najkrótszym czasie od załączenia (archiwa, magazyny, łazienki itp). Stwierdzono, że wymagania te spełniają jedynie żarówki halogenowe oraz półprzewodnikowe źródła LED. Charakteryzują się one stałym w czasie widmem promieniowania, zawierającym wszystkie składowe promieniowania widzialnego, a ustabilizowanie się wartości parametrów świetlnych związanych z emitowaną barwą trwa krócej niż 30 s. Poddane badaniom źródło fluorescencyjne, mimo dobrego poziomu oddawania barw, nie spełnia oczekiwanego zadania ze względu na zbyt długi czas stabilizacji barwy.

Słowa kluczowe: spektrometr, widmo promieniowania, źródła światła, temp. barwowa

ANALYSIS OF SPECTRUM OF SELECTED LIGHT SOURCES IN THE CATEGORY OF TIME STABILIZATION

Summary

The article presents the results of radiation spectrum analysis of selected sources of light, typical for internal use, such as fluorescent compact light, LED light bulb and halogen light bulb. In the course of research changes occurring in the factorization of spectrum during the adopted time of observation have been analyzed. The time of observation conformed to the time needed for colour of analyzed sources of light to be stabilized. Series of spectral decompositions of energetic luminance have been registered: directly after analyzed sources of light have been put on, after a couple of minutes and after the photometric parameter of colour has been stabilized. Making use of the fact that spectral decomposition determines the colour temperature T_b of emitted light radiation and Colour Rendering Index R_a , a spectral analysis of respective light sources has been conducted. The aim of the analysis was to determine sources of light which allow for rapid differentiation of colour details of visual objects. The objects also need to be characterized by CRI of at least 80% after power has been supplied. Light sources with aforementioned parameters are of use in rooms where visual work necessitates reaching target value of light parameters in the shortest time possible (archives, warehouses, bathrooms). It has been ascertained that those requirements are only met by halogen bulbs and solid-state LED sources. They are characterized by radiation specter which is constant in time and contains all components of radiation. Values of light parameters connected with the emitted colour take less than 30 seconds to stabilize. Fluorescent sources which were being tested are not fit for purpose, in spite of good level of bringing out colours, due to lengthy time of stabilizing the colour.

Keywords: spectroradiometer, radiation specter, light sources, colour temperature

DOI: 10.7862/re.2015.28

Tekst złożono w redakcji: maj 2015
Przyjęto do druku: wrzesień 2015

⁸ Joanna Maziarka, Politechnika Rzeszowska, absolwentka WEiI PRz, mziarka@gmail.com

⁹ Lúbmír Beňa, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, 17 865 1977, lbena@prz.edu.pl

¹⁰ Autor do korespondencji: Henryk Wachta, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, 17 865 1977, hwachta@prz.edu.pl

Victor BUSER¹¹
Victorija YARMOLOVICH¹²

MODELING AND IDENTIFICATION OF SYSTEMS WITH FRACTIONAL ORDER INTEGRAL AND DIFFERENTIAL

A universal model of fractional-order differential equation is proposed. It is derived in form hyper neuron, based on a representation of the solution of the equation by finite increments and a modified form of the Riemann-Liouville. Implemented method for identifying parameters of objects by fractional differential equations is described on the base hyper neuron and modified genetic algorithms. Accuracy of calculations is increased due to excluding of circular references and dynamic correction of the fractional integration error. This allows to use hyper neuron as inlined model of such objects in the digital control systems and in conjunction with genetic algorithm it is used for the identification of their parameters with high accuracy.

Keywords: fractional differential, fractional integral, hyper neuron, genetic algorithms, parameter identification.

MODELOWANIE I IDENTYFIKACJA PARAMETRÓW SYSTEMÓW Z ELEMENTAMI CAŁKOWO-RÓŻNICZKOWYMI UŁAMKOWEGO RZĘDU

Streszczenie

Zaproponowano uniwersalny model różniczkowego równania ułamkowego rzędu w postaci hyper neuronów, podstawową którego jest stosowanie metody przyrostów skończonych i modyfikowanej formy Riemann- Liouville do przedstawienia rozwiązania równania. Korzystając z hyper neuronów i modyfikowanych algorytmów genetycznych zrealizowana została metoda identyfikacji parametrów obiektu opisywanego ułamkowymi całkowo-różniczkowymi równaniami. Zaproponowana metoda dynamicznej korekcji obliczenia stanów nieustalonych, dla systemów ze zmiennym rzędem ułamkowego całkowania, zapewnia wyższą wiarygodność wyników. Opracowana metoda pozwala na modelowanie procesów w elektrochemicznych kondensatorach dużej pojemności z wysoką dokładnością.

Słowa kluczowe: różniczkowanie ułamkowe, całkowanie ułamkowe, hyper neuron, algorytmy genetyczne, identyfikacja parametrów

DOI: 10.7862/re.2015.29

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

¹¹ Author to correspondence: Victor Buser, Department EMSKU Odessa National Polytechnic University, Shevchenko Avenue, Odessa 65044, e-mail: victor.v.bousher@gmail.com

¹² Victorija Yarmolovich, Department TOOE Odessa National Polytechnic University

KOMPUTEROWA ANALIZA OBWODÓW NIELINIOWYCH PRĄDU STAŁEGO

W artykule przedstawiono przykłady zastosowania wybranych programów komputerowych w analizie obwodów nieliniowych prądu stałego. W obliczeniach analitycznych, w celu wyznaczenia np. wartości prądów płynących w gałęziach obwodu i/lub napięć na elementach, stosowane są zazwyczaj metody graficzne. Metody te wymagają wykonywania dokładnych rysunków (charakterystyk prądowo-napięciowych elementów), tak aby otrzymane wyniki były poprawne (dokładne). Zastosowanie programów komputerowych do analizy obwodów nieliniowych przyczynia się do uzyskiwania pożądanych dokładności wyników końcowych, a także, w niektórych przypadkach, przyspiesza ich otrzymanie.

Słowa kluczowe: obwody nieliniowe, metody analizy, programy komputerowe

THE COMPUTER ANALYSIS OF DIRECT CURRENT NON-LINEAR CIRCUITS

Summary

The article presents chosen possibilities of Multisim and Mathcad computer programs in the context of their application in the analysis of non-linear circuits of direct current. Three circuits including non-linear elements have been analyzed. Their current-voltage characteristics have been presented graphically, in a table or in the form of a polynomial. On the basis of this analysis, different ways of declaration of non-linear element and its characteristic have been illustrated. This was done by direct recording of the coordinates of current-voltage non-linear characteristics in the very element using Multisim program (calculation example I). The second way was by recording in the form of polynomial in equations using one of the numerical procedures in Mathcad program (calculation example II, calculation example III) The third way was in the graphic form using characteristics crossing method illustrated in Mathcad program (calculation example III).

The presented examples of solutions of the tasks described in the article are not the only possible ways of obtaining the results. Obviously, each of the tasks described could be solved in other way using other computer programs. The article presents such possibilities of Multisim and Mathcad programs which (depending on the degree of complexity of the circuit) contribute to obtaining, in a fast and precise way, the final results of computer of direct current non-linear circuits.

Keywords: non-linear circuits, methods of analysis, computer programs

DOI: 10.7862/re.2015.30

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

¹³ Mariusz Trojnar, Politechnika Rzeszowska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Katedra Elektrotechniki i Podstaw Informatyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel.: (17) 8651294, e-mail: trojnar@prz.edu.pl

OPRACOWANIE WYNIKÓW LOSOWYCH OBSERWACJI Z PŁASKO-NORMALNYM ROZKŁADEM METODĄ STATYSTYK POZYCYJNYCH

W artykule zastosowano metodę statystyk pozycyjnych do opracowania obserwacji z płasko-normalnym rozkładem prawdopodobieństwa, który jest splotem rozkładów normalnego i jednostajnego. Zaproponowana metoda zapewnia mniejszą niepewność standardową wyniku w porównaniu do niepewności wartości średniej. Skuteczność metody zwiększa się, gdy wzrasta zawartość składnika jednostajnego. Realizacja metody nie wymaga skomplikowanych obliczeń. Przedstawiono wyniki badań metody - niepewność standardową w zależności od wzajemnej zawartości składników oraz liczby obserwacji.

Słowa kluczowe: niepewność, metoda statystyk pozycyjnych, macierz kowariacyjna, metoda Monte-Carlo.

PROCESSING OF THE OBSERVATIONS RESULTS WITH THE FLATTEN-GAUSSIAN DISTRIBUTION BY THE ORDER STATISTICS METHOD

Summary

In the article the method based on order statistics for processing of the observations, which is the sum of observations with normal and uniform distributions, is proposed. This method gives a smaller standard uncertainty of the result compared to a standard uncertainty of a mean value. The efficiency of the method increases with the content of the uniform component. The implementation of the method does not require complicated calculations. The research results of method, which are the standard uncertainty depending on the relative content of components and the number of observations, are presented.

Keywords: uncertainty, method of order statistics, covariance matrix, Monte-Carlo method

DOI: 10.7862/re.2015.31

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

¹⁴ Ivanna Bubela, doktorantka Narodowego Uniwersytetu „Politechnika Lwowska”, Ukraina, Lviv, ul. Stepan Bandera 12, 79013, 097-612-58-29, popowych.i@ukr.net

Veronika HERASYMENKO¹⁵
Oleh SEHEDA¹⁶
Bohdan STADNYK¹⁷

THE FEATURES OF FLAME TEMPERATURE MEASUREMENT

The flame temperature measurement gives the understanding of combustion processes and is important for the temperature control systems. In this paper the review and analyze of the methods of flame temperature measurement are represented. Each of them is effective under certain condition. Nowadays the method of Raman-scattering is promising in this field. It pretends to avoid some of the errors in other existing techniques.

Keywords: Raman scattering, contact and non-contact methods, the issues of the measurement, Stokes line, anti-Stokes line.

CECHY POMIARU TEMPERATURY PŁOMIENIA

Streszczenie

Pomiar temperatury płomienia pozwala zrozumieć procesy spalania i jest ważnym dla systemów kontroli temperatury. W artykule przedstawiona jest analiza metod pomiaru temperatury płomienia. Każda z nich jest skuteczna przy spełnieniu pewnych warunków. W tej dziedzinie metoda rozpraszania ramanowskiego jest obecnie obiecująca. Wspomniana metoda pozwala uniknąć niektórych błędów charakterystycznych dla innych technik

Słowa kluczowe: rozpraszanie ramanowskiego, metody kontaktowe i niekontaktowe, problemy pomiaru, pasma stokesowskie i antystokesowskie.

DOI: 10.7862/re.2015.32

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

¹⁵ Corresponding author: Veronika Herasymenko, Lviv Polytechnic National University, Stefana Bandery 12, Lviv Oblast, Ukraine, 79000, herasymenkoveronika@gmail.com

¹⁶ Oleh Sehed, Lviv Polytechnic National University, Stefana Bandery 12, Lviv Oblast, Ukraine, 79000

¹⁷ Bohdan Stadnyk, Lviv Polytechnic National University, Stefana Bandery 12, Lviv Oblast, Ukraine, 79000

METROLOGICAL VERIFICATION OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

This article presents the features of functioning the cyber-physical systems and their components. The possibility to connect measuring devices of electrical quantities, measuring devices of non-electrical quantities, and sensors with data interface to cyber-physical systems components is considered. The analysis opportunity of sensors possible accession to embedded system control is examined. The classification by the sensors output signal type is considered. On the basis of the sensors classification concluded that the cyber-physical systems is most expedient to use intelligent sensors. According to the results of the analysis of the cyber-physical system characteristics and components a multilevel remote metrological verification of cyber-physical systems is proposed. With the proposed algorithm the cyber-physical system components can be verified at the request of any component, subsystem or system as a whole. Also a person can initiate a metrological testing process, if there is suspicion of incorrect operation or its time for cyber-physical system routine verification.

Keywords: measuring instrument, software, metrological verification, cyber-physical system, embedded system control, intelligent sensor

METROLOGICZNA WERYFIKACJA SYSTEMÓW CYBER-FIZYCZNYCH

Streszczenie

W artykule opisano specyfikę systemów cyber-fizycznych i ich komponentów. Przedstawiono schemat blokowy, łączący przyrząd pomiarowy wielkości elektrycznych, przyrząd pomiarowy wielkości nieelektrycznych oraz czujniki z interfejsem danych z systemem cyber-fizycznym. Przedstawiono klasyfikację systemów według typu sygnału wyjściowego czujników. Na podstawie klasyfikacji czujników autorzy doszli do wniosku, że systemy cyber-fizyczne najlepiej współpracują z czujnikami inteligentnymi. Biorąc pod uwagę wyniki analizy cech systemów cyber-fizycznych i ich komponentów, zaproponowano wielopoziomą weryfikację metrologiczną tych systemów. Zgodnie z proponowanym algorytmem elementy systemów cyber-fizycznych mogą być weryfikowane na wniosek jakiegokolwiek komponentu, podsystemu lub systemu jako całości. Również człowiek może zainicjować proces testowania metrologicznego, jeśli istnieje podejrzenie nieprawidłowej pracy lub nadszedł okres rutynowej kontroli systemów cyber-fizycznych.

Słowa kluczowe: przyrząd pomiarowy, oprogramowanie, kontrola metrologiczna, system cyber-fizyczny, wbudowany system sterowania, czujnik inteligentny.

DOI: 10.7862/re.2015.33

Tekst złożono w redakcji: maj 2015

Przyjęto do druku: wrzesień 2015

¹⁸ Corresponding author: Olha Oleskiv, Department of Information Measurement Technology, Lviv Polytechnic, Lukasha str. 5, Lviv, 79012, Ukraine, Tel.: +38-068-035-45-90, E-mail: olha.oleskiv@ukr.net

¹⁹ Ihor Mykytyn, Department of Information Measurement Technology, Lviv Polytechnic, Stepan Bandera str. 12, Lviv, 79013, Ukraine, Tel.: +38-0322-44-17-56, E-mail: mykytynip@ukr.net