

Zdzisław KACZMAREK, Mariusz GĘBKA, Grzegorz RECZYŃSKI
POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI I INFORMATYKI

Zdalny dostęp do laboratorium wielkości nieelektrycznych

Prof. dr hab. inż. Zdzisław KACZMAREK

Jest kierownikiem Katedry Elektrotechniki i Systemów Pomiarowych na Wydziale Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Politechniki Świętokrzyskiej. Jego tematyka naukowo-badawcza obejmuje sensorykę elektroniczną i światłowodową, wybrane zagadnienia miernictwa dynamicznego i odtwarzanie sygnałów pomiarowych. Opublikował z tego zakresu ponad 100 artykułów i referatów naukowych.



e-mail: z.kaczmarek@tu.kielce.pl

Mgr inż. Grzegorz RECZYŃSKI

Absolwent Politechniki Świętokrzyskiej Wydziału Elektrotechniki Informatyki i Automatyki, kierunku Elektrotechnika, specjalność Komputerowe Systemy Pomiarowe (2010). Jego zainteresowania naukowe obejmują systemy pomiarowe.



e-mail: grzegorz.reczynski@gmail.com

Mgr inż. Mariusz GĘBKA

Absolwent Politechniki Świętokrzyskiej Wydziału Elektrotechniki Informatyki i Automatyki, kierunku Elektrotechnika, specjalność Komputerowe Systemy Pomiarowe (2010). Jego zainteresowania naukowe obejmują systemy pomiarowe.



e-mail: mariusz.gebk@gmail.com

Streszczenie

W artykule przedstawiono system pomiarowy do wyznaczania, na odległość za pośrednictwem Internetu, charakterystyk czujników temperatury w Laboratorium Miernictwa Wielkości Nielektrycznych. System zawiera: komputer, termostat cieczowy wraz z umieszczonymi w nim czujnikami temperatury, termostat o stałej temperaturze, multimetr Agilent 34970A z 16-kanalowym multiplexerem 34902A oraz kartę interfejsową USB/GPIB służącą do połączenia przyrządu z komputerem. Komputer jest wyposażony w kartę sieciową z przydzielonym numerem IP.

Słowa kluczowe: zdalny dostęp, system pomiarowy, zdalne kształcenie.

Remote access to nonelectric quantities laboratory

Abstract

A measuring system for remotely determining, by means of the Internet, the characteristic of temperature sensors in the Laboratory of the Nonelectrical Quantities Measurements is described. The system includes: a thermostat with adjustable temperature, a thermostat with a constant temperature, measuring instrument Agilent 34970A with a 16-channel multiplexer 34902A, a USB/GPIB interface card, which connects the instrument and a local computer (Fig. 1). The computer is equipped with a network card with an assigned IP address. The system was constructed according to the client-server architecture (Fig. 2). The software for the system was written in LabVIEW 7.0 programming environment. Client communication with a server takes place by means of the DataSocket technology, which uses the TCP/IP protocol. The configuration of the DataSocket is shown in Fig. 3. A client program is used to communicate with the server and to create a user interface. The main panel of the client application for temperature sensor measurements is shown in Figs. 4 and 5. A server program is used to communicate with the client and to service the measuring instrument. The Main Panel of the server application shows the actual measured results and instrument state (Fig. 6). To create the servicing program the Instrument I/O Assistant of the LabVIEW program was used (Fig. 7). The realized measuring system will be used during the Sensor Fundamentals and Nonelectrical Quantities Measurements lectures.

Keywords: remote access, measuring system, distance learning.

1. Wstęp

Zdalny dostęp za pośrednictwem Internetu do zasobów sprzętowych laboratoriów dydaktycznych i badawczych jest kuszącą perspektywą w realizacji form kształcenia na odległość oraz prowadzenia badań naukowych. Rozwijane w ostatnim okresie różne metody kształcenia na odległość w dyscyplinach technicznych tworzą potrzebę dostępu na odległość do laboratoriów dydaktycznych. Prowadzenie zajęć w systemie stacjonarnym może być także uzupełnione zdalnym dostępem do stanowisk laboratoryjnych dla wykonania rzeczywistego eksperymentu pomiarowego podczas wykładu. Stanowiska ze zdalnym dostępem mogą być zlokalizowane w różnych terytorialnie miejscach. Laboratoria ze zdalnym dostępem do jego stanowisk za pośrednictwem Internetu są nazywane laboratoriami wirtualnymi. Próby budowy w kraju takich laboratoriów są podejmowane w różnych ośrodkach akademickich [1, 2]. Są to zazwyczaj laboratoria wirtualne układów elektronicznych, których badania wykonuje się z wykorzystaniem ogólnie dostępnych elektronicznych generatorów sygnałowych.

W laboratoriach pomiarów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi stosowane są zazwyczaj generatory wielkości fizycznych nastawiane ręcznie, a ich zdalne sterowanie stwarza określone trudności. Z tego względu nie do wszystkich stanowisk takiego laboratorium można obecnie zrealizować zdalny dostęp.

W artykule przedstawiono zdalny dostęp do stanowiska: Pomiaru temperatury w Laboratorium Wielkości Nielektrycznych Metodami Elektrycznymi. Stanowisko umożliwia wyznaczanie na odległość charakterystyk statycznych wszystkich zainstalowanych czujników temperatury (7 sztuk) w zakresie od temperatury otoczenia do 100 °C i wyznaczanie charakterystyk dynamicznych wybranych czujników.

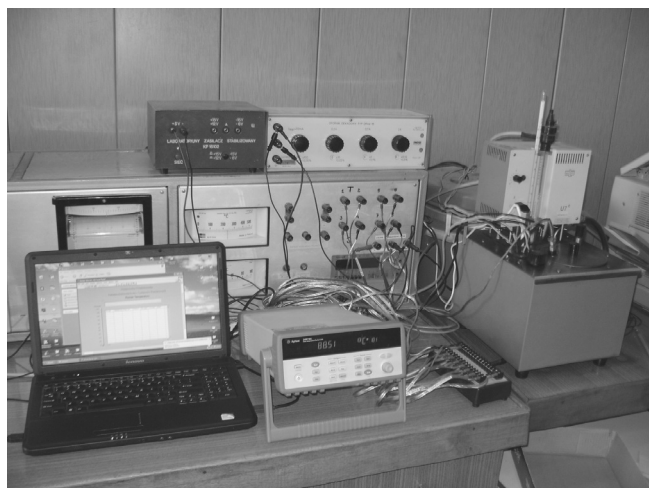
W środowisku akademickim rozproszone systemy pomiarowe obsługiwane w sposób zdalny mogą być wykorzystywane do kształcenia studentów na odległość i jako wzbogacenie klasycznej dydaktyki.

2. Opis stanowiska laboratoryjnego

Stanowisko, którego widok przedstawiono na rys. 1, jest wyposażone w następujące urządzenia:

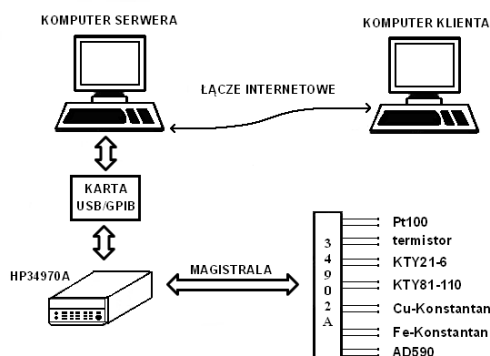
- komputer klasy PC z przydzielonym adresem IP, podłączony do Internetu,
- multimetr Agilent 34970A z modułem 16-kanalowego multiplexera 34902A,
- karta interfejsowa USB/GPIB firmy National Instruments typu 82357A,
- termostaty: U7C o nastawianej temperaturze i termostat o stałej temperaturze,
- czujniki temperatury: PT 100, KTY21-6, KTY81-110, termistorowy (22kΩ), AD590, termoelementy J i T.

Stanowisko laboratoryjne, na którym znajduje się system pomiarowy zbudowany z wyżej wymienionych urządzeń, umożliwia lokalne i zdalne wyznaczanie charakterystyk statycznych i dynamicznych czujników temperatury [3, 4]. Widok stanowiska przedstawiono na rys. 2. Charakterystyki statyczne czujników wyznacza się jako ich odpowiedź na liniowy skok prędkości w zakresie od temperatury otoczenia do 100°C. Prędkość narastania temperatury nastawia się w termostacie przed pomiarem, na podstawie założonej wartości dynamicznego błędzi ustalonego. Jako temperaturę poprawną w zbiorniku termostatu przyjęto temperaturę wyznaczoną na podstawie zmierzonej rezystancji czujnika Pt100.



Rys. 1. Stanowisko do badania czujników temperatury
Fig. 1. Test stand for examination of temperature sensors

Właściwości dynamiczne czujników wyznacza się na podstawie ich zmierzonej odpowiedzi skokowej, zarówno na skok dodatni jak i ujemny. W układzie pomiarowym wykorzystano multimetr Agilent 34970A, wyposażony w moduł multipleksera Agilent 34902A. Połączenie komputera z przyrządem 34970A za pośrednictwem karty interfejsowej USB/GPIB umożliwia przejęcie przez komputer roli kontrolera magistrali GPIB.



Rys. 2. Struktura systemu pomiarowego
Fig. 2. Structure of the measuring system

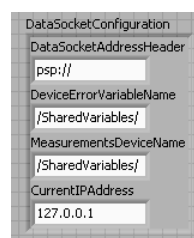
3. Oprogramowanie systemu

System jest zbudowany zgodnie z architekturą klient-serwer. Zatem jego oprogramowanie zawiera dwa moduły: serwer i klient. Serwer jest programem zainstalowanym na komputerze zlokalizowanym na stanowisku w laboratorium, wyposażonym w kartę sieciową. Serwer służy do obsługi przyrządu systemowego, realizacji pomiarów oraz do komunikacji z modułem klient. Klient jest programem zainstalowanym na komputerze znajdującym się poza

laboratorium, wyposażonym także w kartę sieciową. Oprogramowanie klient służy do tworzenia graficznego interfejsu użytkownika i komunikacji z serwerem, co umożliwia obsługę systemu pomiarowego na odległość. Oprogramowanie systemu wykonano w środowisku programowym LabVIEW 7.0 [5].

Program klienta do komunikacji z serwerem wykorzystuje technologię DataSocket. DataSocket jest narzędziem programu LabVIEW, opartym na protokole transmisyjnym TCP. Konfigurację DataSocket przedstawiono na rys. 3. Procedura DataSocket umożliwia również przeprowadzenie pomiarów przy użyciu jednego komputera, na którym należy uruchomić obie aplikacje. Połączenie zostanie wtedy zrealizowane za pomocą wirtualnego IP o numerze 127.0.0.1. Program klienta realizuje następujące zadania:

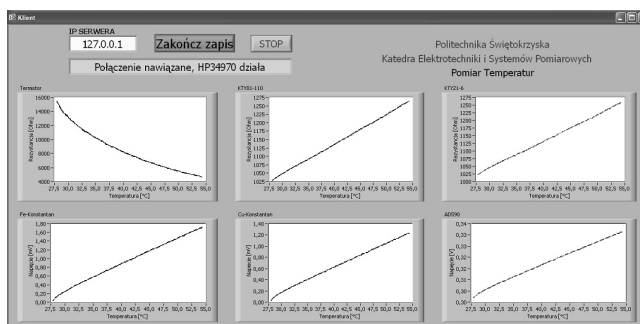
- konfigurację i obsługę połączenia,
- sprawdzanie gotowości urządzenia pomiarowego Agilent 34970,
- odbieranie danych pomiarowych,
- przygotowanie wyników do wykreślenia wykresów,
- zapisanie danych do pliku.



Rys. 3. Konfiguracja DataSocket
Fig. 3. DataSocket configuration

Aplikacja klient łączy się z serwerem za pomocą numeru IP komputera, na którym został uruchomiony serwer. Połączenie z serwerem jest realizowane automatycznie po wpisaniu numeru IP w oknie dialogowym „IP SERWERA”.

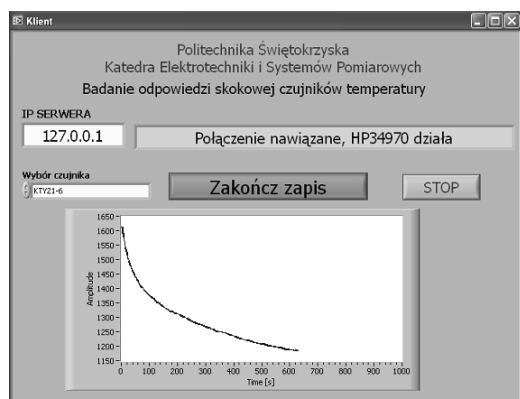
Panel oprogramowania klienta, sterującego pomiarem charakterystyk czujników temperatury, przedstawiono na rys. 4. Wykresy charakterystyk poszczególnych czujników znajdują się w oddzielnych polach. Takie rozwiązanie umożliwia użytkownikowi przejrzysty podgląd wszystkich charakterystyk jednocześnie. Aplikacja klienta informuje użytkownika o aktualnym stanie połączenia, poprzez wyświetlenie odpowiedniego komunikatu dla danego zdarzenia, podczas działania programu. Program umożliwia również zapisanie danych pomiarowych do pliku. Do tego celu służy przycisk „Zapisz dane”, który po zapoczątkowaniu zapisywania zmienia swoją nazwę na „Zakończ zapis”. Otrzymane charakterystyki można zapisać do pliku w formacie bitmapy.



Rys. 4. Panel główny aplikacji klienta do badania charakterystyk czujników temperatury
Fig. 4. Main panel of the client application for determining the characteristics of temperature sensors

Oprogramowanie do badania odpowiedzi skokowej czujników opracowano wykorzystując program do wyznaczania charakterystyk statycznych czujników temperatury. Zasada działania pro-

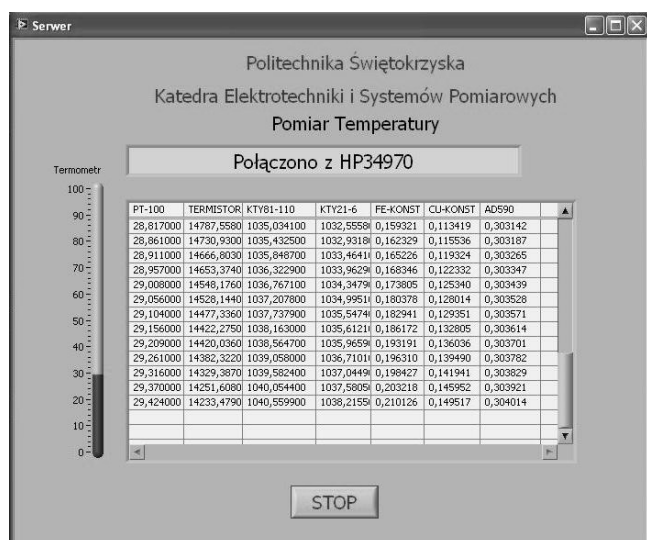
gramu jest taka sama. Zostały wprowadzone dwie zmiany, które zmieniają sposób wyświetlania wykresów charakterystyk czujników. Przełącznikiem „góra-dół” klient wybiera czujnik przeznaczony do badań dynamicznych. Drugą zmianą jest przyporządkowanie osi odciętej zmiennej czasu. Na rys. 5 przedstawiony został panel główny programu klienta do badania odpowiedzi skokowej czujników temperatury.



Rys. 5. Panel główny aplikacji klienta do badania właściwości dynamicznych czujników temperatury

Fig. 5. Main panel of the client application for determining the step response of temperature sensors

Aplikacja serwera pozwala osobie obsługującej serwer na podgląd bieżących wyników pomiarów, które są wyświetlane w tabeli (rys. 6). Termometr słupkowy przedstawia aktualną temperaturę termostatu, w którym umieszczone są czujniki temperatury. Użytkownik jest informowany poprzez wyświetlany komunikat o stanie gotowości przyrządu pomiarowego Agilent 34970A.



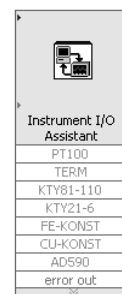
Rys. 6. Panel główny programu serwera

Fig. 6. The main panel of the server program

Oprogramowanie serwera wykorzystywane jest do obsługi przyrządu pomiarowego, przygotowania danych do przesyłania oraz konfiguracji połączenia. Najważniejszym elementem stanowicym program serwera jest konfiguracja odpowiednich kanałów przyrządu HP34970 firmy Agilent. Do tego celu wykorzystano rozkazy języka SCPI, które są obsługiwane przez dekodery umieszczone w przyrządzie pomiarowym [6]. Wysyłanie rozkazów do Agilent 34970 zostało zrealizowane za pomocą narzędzia „Instrument I/O Assistant” programu LabVIEW (rys. 7). Narzędzie

to upraszcza znacząco konfigurację odpowiednich kanałów multiplexera Agilent 37902A, w pomiarach temperatury [5].

Połączenie serwera z klientem wykonano przy użyciu zmiennych sieciowych z biblioteki LabVIEW. Stosowanie zmiennej sieciowej ułatwia konfigurację między programami, aplikacjami zdalnych komputerów i sprzętu pomiarowego. Zapewnia szybką i niezawodną transmisję danych pomiędzy aplikacjami. W programie użyto dwie zmienne sieciowe, jedna z nich służy do przesyłania danych pomiarowych, natomiast druga przesyła informacje o stanie urządzenia pomiarowego



Rys. 7. Konfiguracja Instrument I/O Assistant

Fig. 7. Instrument I/O Assistant configuration

4. Wnioski

W artykule przedstawiono system pomiarowy przeznaczony do wyznaczania charakterystyk czujników temperatury, w sposób zdalny, przez Internet. Do budowy systemu wykorzystano przyrząd pomiarowy z interfejsem GPIB i multiplexerem kanałów, kartę interfejsową USB/GPIB oraz komputer pełniący rolę kontrolera systemu. System zbudowano zgodnie z architekturą klient-serwer. Jego oprogramowanie napisano w środowisku programowym LabVIEW. Prezentowany system jest przykładem zdalnie obsługiwanego stanowiska w laboratorium wielkości nieelektrycznych. Zdalny dostęp do tego typu laboratoriów jest utrudniony ze względu na brak automatycznie przestrajanych generatorów mierzonych wielkości, potrzebę pomiaru wielu różnych wielkości oraz potrzebę zautomatyzowania pewnych czynności pomiarowych.

Zdalny dostęp do laboratoriów dydaktycznych i naukowo-badawczych stwarza możliwości lepszego wykorzystania ich bazy sprzętowej. W zakresie dydaktyki umożliwia rozwój nowych form kształcenia w tym e-kształcenie, oraz wzbogaca tradycyjne formy kształcenia.

5. Literatura

- [1] Majkowski A. Rak R., Kulesza P.: Zdalny dostęp do laboratorium-przykład eksperymentu. Mat. Konf. MWK 2008, Waplewo, WAT.
- [2] Kaźmierczak J. Chudy Z., Komur P.: Zdalny dostęp do zintegrowanego stanowiska pomiarowego w Laboratorium Układów Elektronicznych. Mat. Konf. MWK 2008, Waplewo, WAT.
- [3] Gębka M., Reczyński G.: Zdalna realizacja ćwiczenia laboratoryjnego „Pomiar temperatur”, praca magisterska w KEiSP PŚk, Kielce 2010.
- [4] Kaleta K., Strzelecki A.: System pomiarowy temperatury z wykorzystaniem przyrządu 34970A, praca magisterska w KEiSP PŚk, Kielce 2009.
- [5] LabVIEW. User Manual. National Instruments.
- [6] Mielczarek W.: Urządzenia pomiarowe i systemy kompatybilne ze standardem SCPI, HELION, Gliwice 1999.