

*inteligentne budynki, instalacje inteligentne,
sterowanie zdalne, automatyka domowa*

Paweł DRÓŹDŹ, Marcin PAWLAK*

KONCEPCJA SYSTEMU STEROWANIA INTELIGENTNYM BUDYNKIEM PRZYSTOSOWANYM DLA OSOBY NIEPEŁNOSPRAWNEJ

W artykule przedstawiono budowę systemu sterowania inteligentnym budynkiem poprzez telefon komórkowy z systemem Android. Podstawowe funkcje sterujące zrealizowano za pomocą układu mikroprocesorowego, który na bieżąco komunikuje się z serwerem pośredniczącym w wymianie danych między telefonem komórkowym a układem sterującym. Urządzeniem wykonawczym jest model podnośnika dla inwalidów służącego pomocą podczas kąpieli. Jest to rozwiązanie prototypowe o szerokich możliwościach rozbudowy w przyszłości.

1. WSTĘP

W obecnych czasach automatyczne systemy sterowania znajdują zastosowanie nie tylko w przemyśle, ale również w wielu obszarach użytkowych. Jednym z nich jest automatyka domowa [1–7]. Budynki wyposażone w automatyczny system sterowania nazywane są inteligentnymi. Systemy te projektowane są z myślą o zwiększeniu komfortu życia, ale również z myślą o oszczędności energii elektrycznej [1, 5].

Mimo, że tematyka inteligentnych budynków pojawiła się w literaturze już w roku 1987, do dziś dnia nie ma ściśle sprecyzowanej definicji inteligentnego budynku. Jedną ze stosowanych definicji jest: „Inteligentny budynek to obiekt, który ma zdolność do posiadania wiedzy o swojej konfiguracji i stanie. Jest on w stanie optymalnie reagować na przeważające bodźce środowiskowe i wykonywać w sposób przewidywalny odpowiednie reakcje fizyczne. Prawdziwie inteligentny budynek powinien mieć zdolność do uczenia się, dostosowywania i instynktownego reagowania na warunki środowiska, mając na celu zapewnienie komfortowych warunków pobytu i pracy w pomieszczeniach wewnętrznych oraz efektywnego zużycia energii” [4].

* Instytut Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych, Politechnika Wroclawska, ul. Smoluchowskiego 19, 50-372 Wrocław, e-mail: marcin.pawlak@pwr.wroc.pl

Systemy inteligentnych budynków składają się z wielu podsystemów zarządzanych przez jednostkę centralną [3, 6]. Podsystemami są między innymi: system sterowania, domowej sieci internetowej, systemu video intercom, systemu rozrywki, systemu alarmu przeciw włamaniowemu i monitoringu, systemów zarządzania oraz kontroli dostępu [2]. Odpowiednie skoordynowanie urządzeń i podsystemów jest kluczem do implementacji inteligencji w budynkach oraz do oszczędności energii [3].

W ostatnich latach popularnym stało się stosowanie sterowania zdalnego systemem sterowania inteligentnych budynków, zdalnej kontroli multimedialnej oraz szybkiej transmisji danych, które rozszerza możliwości i efektywność sterowania. Do sterowania zdalnego wykorzystuje się sieci GPRS, LAN oraz radiowe (RF) [2].

Obecnie na rynku znajduje się wiele firm zajmujących się profesjonalnie budową tych systemów. Stosowane przez nie rozwiązania umożliwiają zastosowanie urządzeń wykorzystujących wiele rodzajów interfejsów i protokołów komunikacyjnych do wymiany danych pomiędzy układami sterującymi a jednostką centralną (serwerem). Są to m.in. protokoły OPC, BACnet, Modbus, Lon Works oraz wiele innych. Korzystają one m.in. z interfejsów RS-232, RS-485 czy Ethernet [7].

Zakres stosowania szeroko pojętej automatyki w inteligentnych budynkach jest bardzo szeroki i wciąż się rozszerza. Obejmuje on m.in. [1, 2, 6]:

- sterowanie ogrzewaniem,
- sterowanie oświetleniem,
- system alarmowy i monitoringu,
- system przeciwpożarowy,
- system kontroli dostępu,
- system personalizacji.

Wymienione powyżej funkcjonalności są jedynie częścią możliwości, jakie dają inteligentne budynki. Inspiracją opisywanego projektu było zaprojektowanie systemu sterowania oraz modelu domu inteligentnego przystosowanego dla osoby niepełnosprawnej. Celem było zwrócenie uwagi na możliwość znacznego zwiększenia samodzielności osób niepełnosprawnych dzięki dzisiejszym zdobyczom techniki. Opisywany projekt jest rozwojowym dlatego model podnośnika dla inwalidów jest jedynie częścią całości projektu, który wciąż jest rozbudowywany o kolejne urządzenia wykonawcze [1].

2. OGÓLNA KONCEPCJA SYSTEMU STEROWANIA

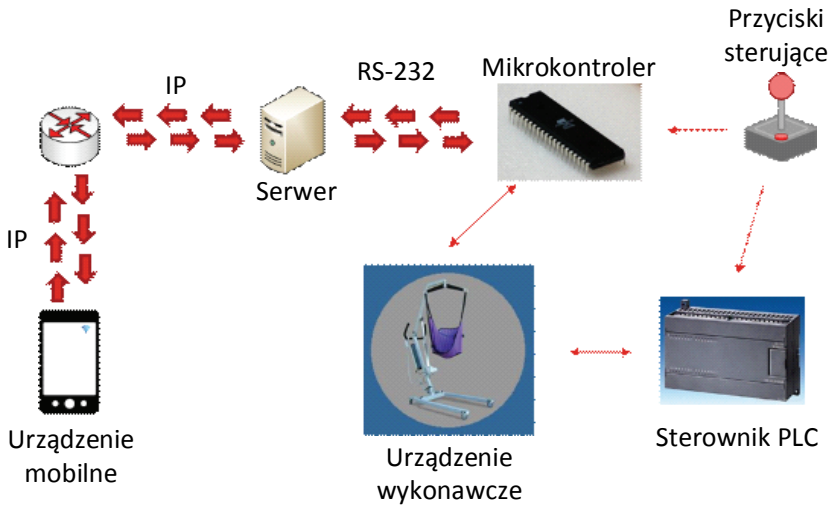
System sterowania ma za zadanie zbieranie informacji o stanie bieżącym urządzeń podłączonych do niego oraz sterowanie nimi w sposób bądź automatyczny (np. włączanie ogrzewania o zadanej godzinie), bądź w sposób ręczny poprzez sterowanie zdalne lub lokalne. System ten składa się z kilku niezależnych aplikacji:

- aplikacja serwerowa – odpowiedzialna jest za zbieranie informacji o aktualnym stanie urządzeń i przesyłanie ich do aplikacji mobilnej znajdującej się np. na telefo-

nie komórkowym z systemem Android oraz za przekazywanie informacji do układów sterowania poszczególnych urządzeń wykonawczych. Serwer jest jednostką centralną,

- aplikacja dla urządzenia z systemem Android – służy jako interfejs komunikacyjny użytkownika z systemem sterowania. Za jej pomocą wysyłane są sygnały sterujące o żądanym stanie urządzeń,
- program sterujący dla mikrokontrolera – aplikacja bezpośrednio sterująca urządzeniami wykonawczymi.

Na rysunku 1 pokazano strukturę zaprojektowanego systemu. Ponieważ jest to projekt rozwojowy makieta została przystosowana do sterowania zarówno z poziomu mikrokontrolera, jak i sterownika PLC, który jest rozszerzeniem możliwości sterujących oraz komunikacyjnych.



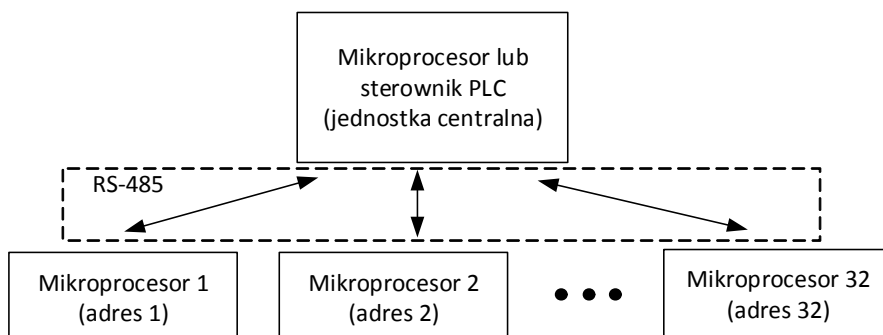
Rys. 1. Schemat poglądowy systemu sterowania inteligentnego budynku

Do wymiany informacji pomiędzy urządzeniami wykorzystywane są dwa rodzaje komunikacji:

- protokół IP (ang. *Internet Protocol*) – wymiana danych pomiędzy urządzeniem mobilnym a serwerem. Wymiana danych oparta jest o protokół Telnet,
- interfejs RS-232 – wymiana danych pomiędzy serwerem a układem sterującym (mikrokontrolerem).

Przedstawiony system sterowania jest systemem prototypowym, który steruje tylko jednym urządzeniem wykonawczym – modelem podnośnika dla inwalidów. Jednak jego struktura została zaprojektowana jak dla systemu rozproszonego, który zawiera wiele jednostek wykonawczych. W takim systemie jednostka centralna (mikrokontroler lub sterownik PLC) komunikuje się z układami sterującymi poszczególnych urzą-

dzeń poprzez ich unikatowe adresy. Do komunikacji tej docelowo wykorzystany zostanie interfejs RS-485. Rozproszona struktura sterowania została przedstawiona na rysunku 2.



Rys. 2. Rozproszony system sterowania inteligentnego budynku

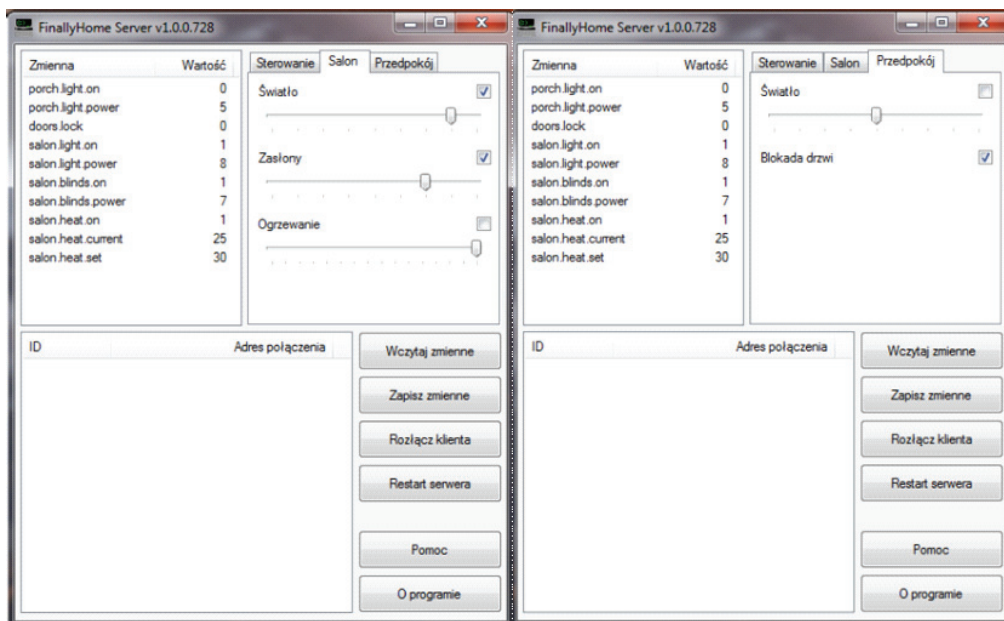
3. APLIKACJA SERWEROWA

Aplikacja serwera jest aplikacją pośredniczącą w komunikacji telefonu z mikrokontrolerem, jest również programem rezydentnym zainstalowanym na platformie PC. Wysyła i odbiera pakiety danych w postaci tekstu oraz przekazuje je albo przez Internet przy wykorzystaniu protokołu komunikacyjnego Telnet do telefonu, albo przez port szeregowy do mikrokontrolera.

```

FinallyHome Server v1.0.0.728
>> Wczytuje wartosci zmiennych z pliku '../conf/config.ini' [OK]
>> Uruchamiam serwer [OK]
$:
>> Polaczono z klientem
    ID: 272
    Adres: 192.168.1.19
set salon.light.power 2
set salon.blinds.on 0
set porch.light.on 1
set porch.light.power 8
set doors.lock 1
>> Rozlaczono Klienta
    ID: 272
  
```

Rys. 3. Okno konsoli serwera po nawiązaniu połączenia poprzez sieć Internet i port szeregowy



Rys. 4. Aplikacja sterująca na platformę PC symulująca aplikację z systemu Android

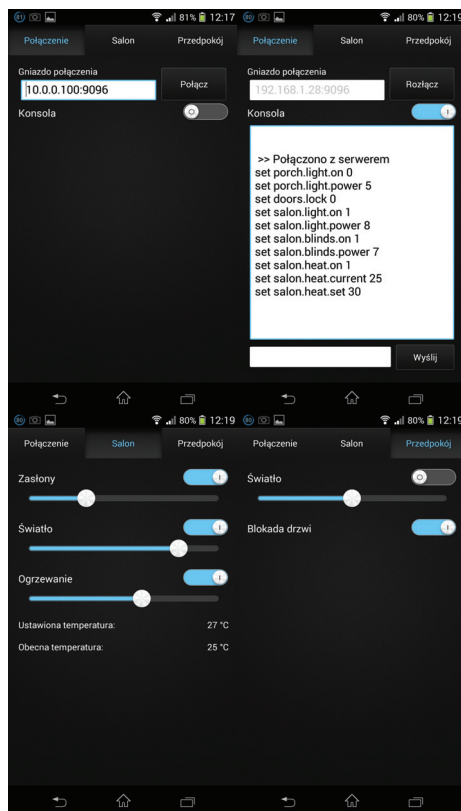
Program ten został napisany w języku C++ jako aplikacja konsolowa, na której wyświetlane są wszystkie przychodzące do niej komunikaty. Po połączeniu z urządzeniem poprzez port szeregowy (połączenie PC-mikrokontroler) wysyłane jest zapytanie o aktualny stan wszystkich urządzeń, a otrzymana odpowiedź wyświetlana jest na ekranie.

Ponieważ sterowanie może odbywać się poprzez dowolne urządzenia korzystające z sieci Internet oraz protokołu komunikacyjnego Telnet, zaprojektowano dodatkową aplikację na platformę PC, która odzwierciedla tę z urządzeń mobilnych z systemem Android. Dzięki temu uzyskano możliwość zdalnego sterowania z innego komputera z dostępem do sieci Internet. Poniżej zamieszczono rysunki przedstawiające wygląd serwera oraz programu sterującego dla platformy PC.

4. APLIKACJA DLA URZĄDZENIA Z SYSTEMEM ANDROID

Aplikacja ta służy jako interfejs pomiędzy użytkownikiem a układem sterowania poszczególnych urządzeń wykonawczych. Dzięki niej możliwe jest zdalne sterowanie wszystkimi urządzeniami podłączonymi do systemu sterowania inteligentnego budynku. Łączenie z serwerem dokonywane jest na podstawie podanego adresu IP oraz portu serwera.

Układ graficzny został opracowany z uwzględnieniem ergonomii obsługi. Ograniczono do minimum liczbę przycisków tak, aby obsługa była jak najbardziej intuicyjna. Aplikację tę przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Wygląd aplikacji dla urządzenia z systemem Android

Nawigacja pomiędzy pomieszczeniami w sterowanym budynku odbywa się poprzez przełączanie pomiędzy zakładkami. W aplikacji tej zawarto, oprócz podstawowych funkcji sterowania urządzeniami, konsolę, która wyświetla historię działań od chwili połączenia z serwerem. Ponieważ opisywany projekt jest projektem rozwojowym, większość widocznych na rysunku 5 funkcji jest niewykorzystanych.

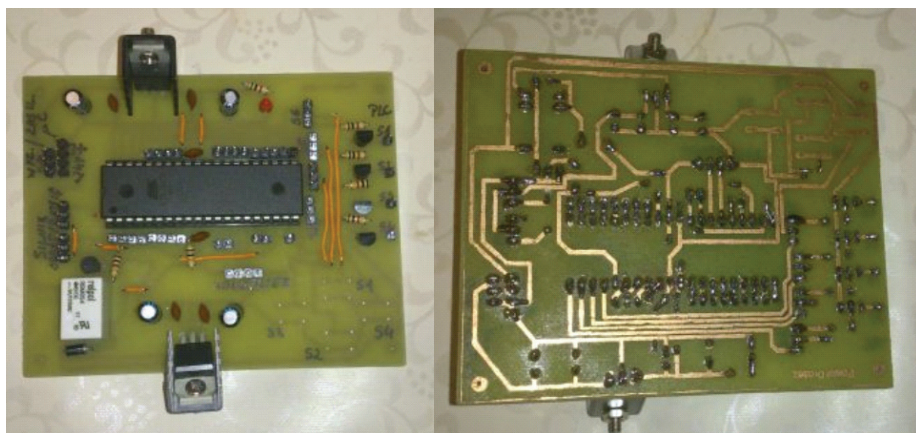
5. MIKROPROCESOROWY ROZPROSZONY UKŁAD STERUJĄCY

Układ sterowania zaprojektowany został z uwzględnieniem przyszłego rozrostu projektu o inne funkcje w postaci kolejnych urządzeń wykonawczych. Głównym zało-

żeniem projektowym była minimalizacja liczby elementów sterujących w postaci układów mikroprocesorowych w celu oszczędności zarówno kosztów, jak i energii elektrycznej. Z tego względu oprócz możliwości sterowania urządzeń z poziomu mikrokontrolera, układ sterowania zawiera odpowiednie wyprowadzenia zapewniające możliwość podłączenia urządzenia do sterownika PLC. W ten sposób możliwym staje się sterowanie wszystkich urządzeń podłączonych do systemu sterowania inteligentnego budynku za pomocą jednego sterownika PLC.

Układ sterowania oparty jest o mikrokontroler Atmel ATmega 32A, który pełni dwie funkcje: przesyłanie i odbieranie danych z serwera oraz sterowanie podnośnikiem dla inwalidów. Wymiana danych odbywa się poprzez port szeregowy RS-232.

Aplikacja sterująca napisana została w środowisku Atmel Studio 4 w języku wysokopoziomowym C. Natomiast projekt układu sterującego wykonano w programie Eagle. Płytkę sterującą wytrawiono w warunkach domowych. Rysunek 6 przedstawia gotowy układ sterowania modelu podnośnika dla inwalidów.



Rys. 6. Płytkę sterująca – widok z góry i z dołu

Ponieważ współczesne komputery nie posiadają portów szeregowych RS-232 koniecznym było zastosowanie odpowiedniego konwertera USART-USB w celu komunikacji układu sterowania z serwerem. Płytkę sterującą posiada specjalne wyprowadzenia w tym celu, tak aby wygodne było podłączenie takiego konwertera oraz ewentualna jego wymiana.

6. MODEL PODNOŚNIKA DLA INWALIDÓW

Model podnośnika wykonano w pomniejszonej skali. Napędzany jest przez dwa serwomechanizmy modelarskie. Zawiera dwa ramiona – pionowe i poziome – których

zakresy ruchu zostały ograniczone programowo do zakresów praktycznych (funkcjonalnych) tak, aby odzwierciedlały urządzenie rzeczywiste.

Model może być sterowany lokalnie poprzez przyciski sterujące podłączone bądź do mikrokontrolera bądź do sterownika PLC. Załączenie zasilania napędów odbywa się zdalnie poprzez aplikację na telefonie komórkowym z systemem Android. Układ sterowania umieszczony jest wraz z modelem w jednej obudowie. Rysunek 7 przedstawia wygląd modelu.

Znajdujący się w obudowie układ sterowania posiada przypisany adres, który jednoznacznie identyfikuje go w rozproszonym systemie sterowania. W przypadku rozbudowania tego systemu o kolejne urządzenia jest to niezbędne do wymiany danych z jednostką centralną.



Rys. 7. Model podnośnika dla inwalidów

7. PODSUMOWANIE

Przedstawiony w referacie system sterowania inteligentnego budynku jest rozwiązaniem koncepcyjnym i prototypowym. Pokazuje on możliwości współczesnej automatyki, której zastosowanie nie musi ograniczać się jedynie do celów przemysłowych, publicznych czy dla osób zamożnych w celu podniesienia komfortu ich życia. Użycie automatyki w instalacji elektrycznej domu dla osoby niepełnosprawnej może znacznie podnieść poziom jej samodzielności i ograniczyć do minimum konieczność korzystania takich osób z pomocy innych. Ponieważ w obecnych czasach firmy znajdujące się na rynku proponują rozwiązania, które nie wymagają wielkiej ingerencji w instalację

elektryczną, możliwe jest przystosowanie niemal każdego domu czy mieszkania do osoby niepełnosprawnej przynajmniej w stopniu dostatecznym. Ponadto urządzenia mobilne z dostępem do sieci Internet umożliwiają, poza zdalną kontrolą domu, podniesienie bezpieczeństwa dzięki możliwości podglądania kamer, wideodomofonu czy też informowania o włączeniu się alarmu przeciwwłamaniowego lub przeciwpożarowego bezpośrednio po jego uruchomieniu.

LITERATURA

- [1] DRÓŹDŹ P., *Zastosowanie urządzeń przenośnych z systemem Android do sterowania inteligentnym budynkiem*, Inżynierski Projekt Dyplomowy, Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny, Wrocław 2015.
- [2] GANG W., *Wireless Remote Control Technology in Intelligent Buildings System*, World Automation Congress (WAC), 2012, 231–233.
- [3] MINGFANG D., *Intelligent Building Coordinate Control System based on MAS*, Workshop on Intelligent Information Technology Application, 2007, 343–346.
- [4] PAROL M., *Instalacje w „Inteligentnych Budynkach”*, Przegląd Elektrotechniczny, 2006, vol. 82, nr 10, 1–5.
- [5] STANCA A., *Distributed System for Indoor Temperature Control*, 2012 International Conference on Applied and Theoretical Electricity (ICATE), 2012, 1–6.
- [6] YIFEI C., *Research of Network Structure on Intelligent Building Integrated Control System*, 2013 Fifth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), 2013, 861–865.
- [7] YINBO W., *An open Web-baset integrated system for intelligent building*, Proceedings of 2013 International Conference on Mechatronic Sciences, Electric Engineering and Computer (MEC), 2013, 173–176.

INTELLIGENT BUILDING CONTROL SYSTEM ADAPTED FOR DISABLED PERSON WITH USE OF MOBILE DEVICES WITH ANDROID SYSTEM

The paper presents the construction of a complex intelligent building control system adapted for disabled person. There are two ways for control of devices – local by the switches and remote by mobile devices. This system consists of server application, application for Android devices and control application of devices.