

Ключевые слова: эффективность; ширина полосы пропускания; модуляция; MIMO; LTE; множественный доступ; кодирование; разнесенные прием; SIMO; OFDMA; модель; канал связи; мощность.

L. V. Dakova, D. O. Danilets, V. P. Shults, V. O. Titarenko, I. V. Luhovyi

IMPROVEMENT OF DATA TRANSFER CONFIDENCE IN MIMO SYSTEMS

Ways to expand the signal spectrum are considered: frequency division of channels, time division of channels and code division of channels. The structure of MIMO technology and the statistical characteristics of the MIMO channel are investigated.

Investigation of empirical radio wave propagation models and their use for predicting radio propagation losses on WiMAX and LTE networks.

The method allowed to determine the estimated magnitude of losses in the speed of information transmission when changing the characteristics of the propagation path of radio waves.

A feature of the proposed method of estimating the quality of the communication channel with intentional interference is the dependence of the accuracy of the estimates on the quality of the real communication channel (signal/interference ratio): at a sufficiently high probability of making erroneous decisions, there may be a shift in the obtained estimates and, as a consequence, a decrease in the control accuracy channel quality.

The simulation analysis showed that with the increase in the number of antennas, space-time coding allows to overcome the negative impact of spatial correlation due to the spatial spacing of the emitted signal vectors, thus providing redundancy in space and time. Therefore, an increase in the number of transmitting antennas contributes to an increase in the reliability of information transmission in the radio system.

Thus, the simulation allows the design of point-to-point and point-to-point networks using AirMax technology. The transmission speed of the link will be 75 Mbps in one direction. This network can be further developed by installing new client devices without changing the overall structure of the network.

Keywords: efficiency; bandwidth; modulation; MIMO; LTE; multiple access; coding; diversity; SIMO; OFDMA; model; communication channel; power.



УДК 004.65

DOI: 10.31673/2412-9070.2019.055519

Д. А. ФРАНКОВ, студент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

Розглянуто кіберфізичну систему освітлення «розумного будинку». Система забезпечує комфорт та економію електроенергії. Підтримує автоматичне та ручне керування. Забезпечує керування освітленням, розетками та ефективно використовує природне освітлення. Система керується за допомогою додатку на мобільному пристрої. З'єднання між модулями системи за допомогою безпроводової мережі.

Ключові слова: система освітлення; кіберфізична система; «розумний будинок»; автоматизація освітлення.

Вступ

Останніми роками технології розвиваються, стають більш багатофункціональними та гнучкими і, відповідно, дешевшають. Ще кілька років тому система повного керування для двокімнатної квартири починалася з 9 тис євро. Сьогодні така система обійдеться за 4-5 тис євро. А якщо її встановлення не потребуватиме монтажу електропроводки та інших комунікацій, то може обійтись у 2-3 тис євро. Така сума відчутна для гаманця, але якщо порівняти витрати при купівлі двокімнатної квартири або проведення в цій квартирі ремонту, ціна за «розумний будинок» не здається такою високою.

Система «Розумного будинку» має забезпечувати комфорт, безпеку та ресурсозбереження, а також розпізнавати конкретні події та реагувати на них.

Зазвичай, комфорт — важлива річ, але ми ще в силі підійти до вимикача, самостійно перевірити чи перекрито газ. Цілком можна обійтись без інтелектуальності будинку. Але «розумний» будинок приховує в собі ще кілька переваг [1]. Основною перевагою є економія.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Електроенергія, яка є в кожному будинку, не є безкоштовною. Ціна за один кіловат невисока. Але на цей час з'явилося чимало електроприладів, які використовують багато електроенергії.

Економію електроенергії можна поділити на два типи — *технічна* та *людська*.

Технічна економія передбачає збільшення коефіцієнта корисної дії самого пристрою. Зараз проблеми з технічною економією вже розв'язано.

© Д. А. Франков, 2019

Людський фактор є основною причиною великих витрат зайвої електроенергії. Залишений увімкнений обігрівач, освітлення приміщень, в яких немає людини тощо призводить до даремної їх роботи. Для пристроїв, які витрачають багато енергії (кондиціонери, обігрівачі, кавоварки, чайники) слід оптимально планувати режим їх роботи.

Розроблено систему, яка має забезпечити комфорт та економію електроенергії, а саме: підтримувати автоматичне та ручне керування, управляти освітленням та розетками, підтримувати різні режими освітлення, світловий супровід, ефективно використання природного освітлення. Також можна забезпечити керування роботою системи за допомогою смартфона, з'єднавши для спрощення встановлення модулі системи за допомогою безпроводової мережі.

Основна частина

Структуру кіберфізичної системи зображено на рис. 1. Елементами системи є модуль керування освітленням, модуль виявлення присутності, модуль контролю освітленням та модуль керування розетками, об'єднаними комутаційним середовищем.

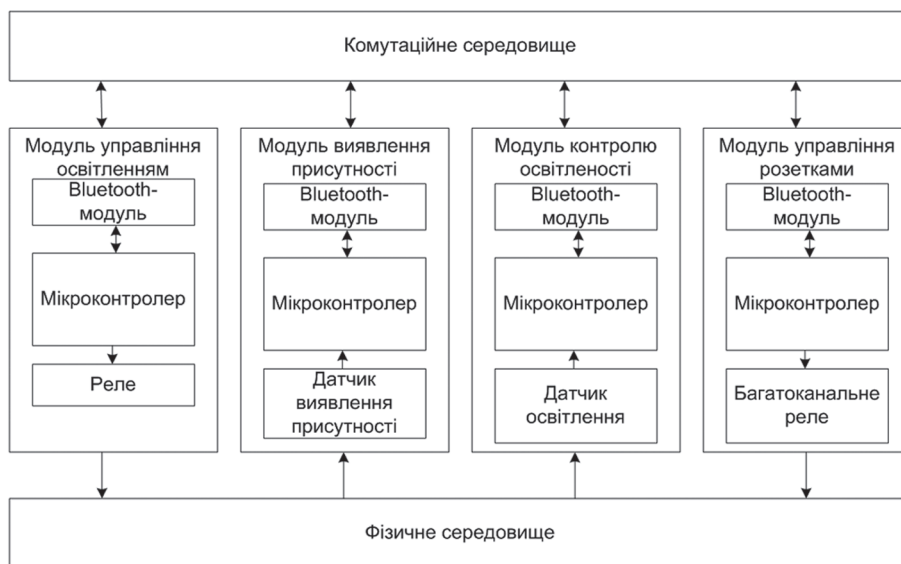


Рис. 1. Структура кіберфізичної системи

Модуль керування освітленням. Він виконує основну функцію системи, забезпечуючи ручне та автоматичне локальне керування освітленням. Розміщується в розподільчій коробці вимикача, замінюючи його. Bluetooth-модуль забезпечує взаємодію з іншими модулями та додатком на мобільному пристрої або планшеті користувача, для ручного керування. Розміщення кнопки дозволить керувати освітленням кімнати не лише за допомогою смартфона або планшета, а й за допомогою кнопки, як звичайним вимикачем. Ручне керування освітленням має вищий пріоритет. Якщо користувачу потрібно, щоб приміщення освітлювалось, тоді воно буде освітлюватись незалежно від показників датчиків. Функціональну схему модуля показано на рис. 2.

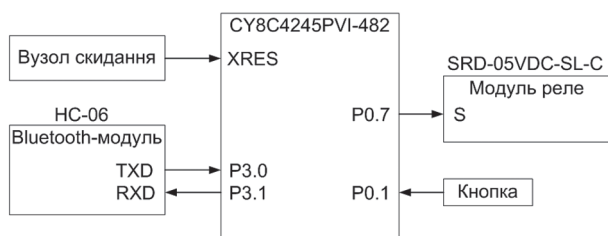


Рис. 2. Функціональна схема модуля управління освітленням

Основним елементом модуля є мікроконтролер сімейства PSoC 4200. Його максимальна частота роботи 48 МГц, підтримує до 32 Кб flash пам'яті і 4 КБ SRAM. До мікроконтролера підімкнено Bluetooth-модуль HC-06, який використовує інтерфейс UART для передавання або приймання на контролер. Для керування освітленням встановлено електромагнітне реле. Напруга керуючого сигналу становить 5 В і максимальний струм комутуючого навантаження становить 10 А, чого

достатньо для освітлення. Максимальне навантаження становить 2,2 кВт, можливий варіант з підключенням кількох реле для зручнішого керування освітленням.

Для простоти встановлення модуля на місце вимикача потрібно відмовитись від трансформаторного блока живлення через його розміри. Для даного модуля та модулів виявлення присутності і контролю освітленістю доцільніше використати безтрансформаторне джерело живлення на 5 В, який зображено на рис. 3.

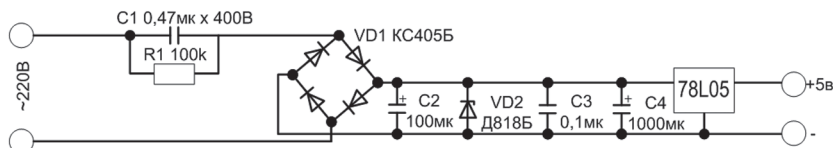


Рис. 3. Схема безтрансформаторного джерела живлення

Дана схема характерна підвищеною стабільністю та відсутністю нагріву елементів і складається з наступних елементів, а саме: з гасячого контуру (елементи C1 та R1), випрямляючого моста, стабілітрона на 9 В, конденсаторів (щоб зменшити пульсації) та інтегрального стабілізатора напруги. Напруга на виході діодного моста приблизно 100 В. Щоб не вивести інтегральний стабілізатор 78L05 з ладу, було розміщено стабілітрон.

Модуль виявлення присутності. Для ефективної роботи автоматичного освітлення потрібно визначати чи є в приміщенні присутність, адже не потрібно освітлювати ті приміщення, де нікого немає. Як і в модулі освітленості, використовується Bluetooth-модуль для взаємодії. Для виявлення людей в приміщенні підімкнені датчик виявлення присутності. У разі спрацювання датчика відправляються дані модуля керування освітленням, і якщо в приміщенні недостатньо природного освітлення, буде ввімкнено освітлення. Після того як присутність зникне, буде знову відправлено повідомлення модулю керування освітленням. Функціональну схему модуля показано на рис. 4.

Даний модуль використовує такий мікроконтролер і Bluetooth-модуль, як у модуля керування освітленням. Також було взято безтрансформаторне живлення для простоти встановлення. У модулі використовується детектор присутності HC-SR505, його робоча напруга від 4,5 до 20 В, кут охопту 100°. Принцип роботи реагує на інфрачервоний фон у діапазоні його дії. При виявленні в температурних змін, на датчик надходять кілька імпульсів, які замикають електричне коло і подають сигнал. Після того, як присутність зникне і мине час затримки, що дорівнює 8 с, датчик перестане подавати сигнал.

Модуль контролю освітленості (рис. 5). Економія, прихована в експлуатації системи, досягається тим, що освітлюються потрібні місця в потрібний час. Щоб максимально ефективно використовувати природне освітлення, в систему додано модуль контролю освітленості, основною функцією якого є вимірювання природного освітлення. Як і попередні модулі, він застосовує Bluetooth для встановлення з'єднання з іншими компонентами системи. Для виконання основної функції його обладнано датчиком освітленості. Періодично опитуючи датчик і перетворюючи аналоговий сигнал у цифровий, модуль відправляє дані модулю керування освітленням.

Модуль використовує основні компоненти, як і попередні модулі. Для виконання основної функції використовує DFROBOT Analog Grayscale Sensor, який вимірює кількість світла, відбитого від об'єкта. Живлення датчика становить 5 В. Він надсилає аналоговий сигнал, який буде оброблено АЦП мікроконтролера і відправлено їх модулю керування освітленням. Модуль також використовує безтрансформаторне живлення.

Модуль керування розетками. Дає можливість керувати будь-яким електроприладом завдяки безпроводовій технології. Дозволить автоматизувати роботу обігрівачів, кавоварок, чайників, вентиляторів. За допомогою Bluetooth є змога керувати за допомогою додатку на мобільному пристрої. Установлюється в загальну розподільну коробку в кожній кімнаті, від якої будуть розводитись розетки. Також можливий варіант встановлення модуля в розподільну коробку розетки, але тоді не всі реле будуть використовуватись.

Модуль керування шторами або жалюзьями (рис. 6). Для ефективного використання природного освітлення було вирішено додати модуль, який закриватиме штори при дуже низькому рівні зовнішнього освітлення і відкриватиме при зростанні. Також у разі надто сильного зовнішнього освітлення штори прикриватимуться для підвищення комфорту користувача. Для зміни положення використовуються два мотор-редуктори, які мають обертатись у два боки. Щоб забезпечити керування моторами було вирішено використовувати двоканальний драйвер мотора, який дозволить крутитись мотору

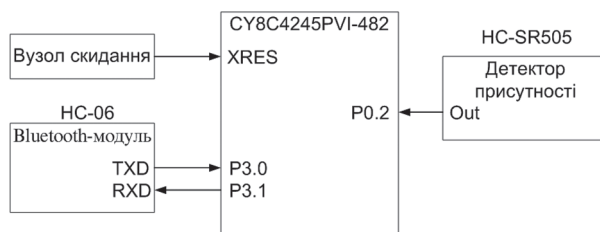


Рис. 4. Функціональна схема модуля виявлення присутності

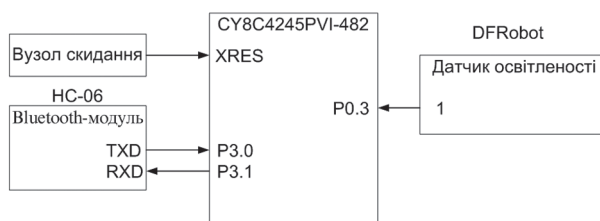


Рис. 5. Функціональна схема модуля контролю освітленості

в обидва боки. Керування модулем здійснюється через Bluetooth за допомогою додатку на мобільному пристрої. Для автоматичної роботи дані отримуються з модуля контролю освітленості.

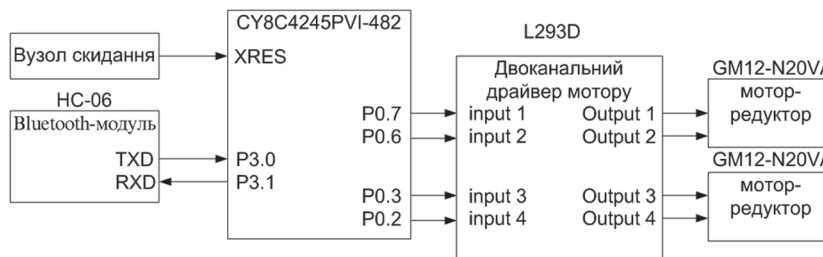


Рис. 6. Функціональна схема модуля управління шторами або жалюзіями

Характеристики мотора-редуктора GM12-N20VA: робоча напруга 3-5 В; номінальна напруга 5 В; швидкість без навантаження 145 об/хв, струм без навантаження 40 мА; швидкість при навантаженні 100 об/хв; струм при навантаженні 150 мА; обертовий момент 0,2 кг/см; струм при блокуванні 520 мА; обертовий момент 0,78 кг/см.

Для керування мотором було використано двоканальний драйвер мотора. До виходів Output 1 та 2 підімкнено мотор, і залежно від input 1 або 2 мотор крутиться в один або інший бік, для другого мотора аналогічно.

Висновки

1. Розглянуто кіберфізичну систему освітлення «розумного будинку», яка складається з таких модулів: керування освітленням, виявлення присутності, контролю освітленості, керування шторами або жалюзіями. Розглянуто кожен з модулів.

2. Система керується за допомогою додатку на мобільному пристрої. З'єднання між модулями системи за допомогою безпроводової мережі.

3. Також забезпечено просте встановлення. Розроблено структурну схему системи та функціональні схеми для кожного модуля.

Список використаної літератури

1. *Тесля Е.* «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире: Питер; Санкт-Петербург; 2008.

2. *Мельник А. О.* Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». 2014. № 806. С. 154–161.

3. *Дистанційне керування [Електронний ресурс]. URL:*

http://hifidom.com.ua/statti/smarthome/distcontrol

4. *Дистанційне керування освітленням [Електронний ресурс]. URL:*

http://constructing-yes.ru/elektrobladnannja/997-distancijne-keruvannja-osvitlennjam.html

Д. А. Франков

КИБЕРФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ «УМНОГО ДОМА»

Рассмотрена киберфизическая система освещения «умного дома». Система обеспечивает комфорт и экономию электроэнергии. Поддерживает автоматическое и ручное управление. Обеспечивает управление освещением, розетками и эффективно использует естественное освещение. Система управляется с помощью приложения на мобильном устройстве. Соединение между модулями системы с помощью беспроводной сети.

Ключевые слова: система освещения; киберфизическая система; «умный дом»; автоматизация освещения.

D. A. Frankov

CYBER-PHYSICAL LIGHTING SYSTEMS FOR «SMART HOME»

A cyberphysical lighting system for a «smart home» is considered. The system provides comfort and energy savings. Automatic and manual control is supported. Provides control over lighting, sockets and effectively utilizes natural lighting. The system manages the application on a mobile device. Communication between system modules via wireless network. In such a system, sensors, equipment and information systems are connected throughout the entire value chain that goes beyond the scope of one enterprise or business. These systems interact with each other using standard Internet protocols for forecasting, self-tuning and adaptation to changes.

Cyber-physical systems belong to the fourth industrial revolution. The first industrial revolution took place thanks to the steam engine, dramatically increasing labor productivity in the 19th century, the second was marked by mass production in the early 20th

century through the use of electricity. The third revolution can be considered intermediate and include industrial robots and automation from the beginning of the 1970s, respectively, the fourth industrial revolution means the emergence of a fully digital industry based on the mutual penetration of information technology and industry.

Cyber-physical systems span entire industries and countries at different speeds and in different directions. Broad product lines such as automotive, food, benefit from the flexibility of cyber-physical systems and increased productivity. High-quality industries such as electronics and pharmaceuticals benefit from the use of big data and analytics, and the continuous improvement of product quality and functionality

Keywords: lighting system; cyber-physical system; smart house; automated lighting.

