

Д.В. СТАЦЕНКО, Б.М. ЗЛОТЕНКО,
С.Г. НАТРОШВІЛІ, Т.І. КУЛІК, С.А. ДЕМІШОНКОВА
Київський національний університет технологій та дизайну

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ПРИМІЩЕНЬ

В статті проведено аналіз сучасних тенденцій, пов'язаних з технологіями «Розумний будинок». Розглянуті питання мов програмування мікроконтролерів та мікропроцесорів. Представлені програмні продукти, які використовуються для створення мобільних додатків до смартфонів або планшетів. Розглянута комп'ютерна система для дистанційного керування освітленням приміщень. Схематично показана конструкція та принцип її дії. Описаний дослідний зразок комп'ютерної системи, який має наступні функції: 1) Керування, вмикання/вимикання, системи освітлення в залежності від потреб власника приміщення. 2) Передача інформації про рівень освітленості до користувача, власника приміщення. 3) Автоматичне вмикання/вимикання електричних, електролюмінісцентних джерел світла, які входять у систему керування освітленням приміщення. Показана фотографія дослідного зразка. Представлено принцип дії програми керування системою на основі використання фото резистора. Мікроконтролер Arduino отримує та обробляє інформацію з фоторезистора, на основі якої автоматично відправляє сигнали до системи керування освітленням приміщень. Наведено формули, за якими були проведені розрахунки освітленості, використовуючи результати даних отриманих з фоторезистора дослідного зразка. Оброблена інформація, за допомогою бездротових мереж, поступає на інтерактивні прилади користувача, який може дистанційно перевіряти значення освітленості та за необхідністю керувати нею. Представлено візуальний інтерфейс мобільного додатку для мобільних телефонів та планшетів, які використовують операційну систему Android. Розглянута та проаналізована комп'ютерна система для керування освітленням приміщень, яка є зручною у використанні та не потребує значних грошових витрат. У роботі використані методи моделювання, спостереження та дослідження комп'ютерних систем. Отримані результати дозволяють отримати ефективну комп'ютерну систему для дистанційного керування освітленням приміщень.

Ключові слова: мікроконтролер, Arduino, освітлення, освітленість, бездротові мережі.

D.V. STATSENKO, B.M. ZLOTENKO, S.G. NATROSHVILI, T.I. KULIK, S.A. DEMISHONKOVA
Kyiv National University of Technologies and Design

COMPUTER SYSTEM FOR CONTROLLING INDOOR LIGHTING

The analysis of modern tendencies related to "Smart House" technologies is carried out in this article. The questions of programming languages of microcontrollers and microprocessors are considered. Software products that are used to create mobile applications for smartphones or tablets are presented. A computer system for remote control of room lighting is considered. The design and principle of its operation are shown schematically. A prototype of a computer system that has the following functions: 1) Control, on / off, lighting systems, depending on the needs of the owner of the premises. 2) Transfer of information about the level of illumination to the user, the owner of the premises. 3) Automatic switching on / off of electric, electroluminescent light sources, which are included in the room lighting control system. Photo of the prototype is shown. The principle of operation of the system control program based on the use of a photoresistor is presented. The Arduino microcontroller receives and processes information from the photoresistor, on the basis of which it automatically sends signals to the room lighting control system. The formulas for calculating the illumination using the results of the data obtained from the photoresistor of the prototype are given. The processed information, using wireless networks, goes to the interactive devices of the user, who can remotely check the value of illumination and, if necessary, control it. The visual interface of a mobile application for mobile phones and tablets using the Android operating system is presented. A computer system for controlling the lighting of premises, which is easy to use and does not require significant financial costs, is considered and analyzed. The methods of modeling, observation and research of computer systems are used in the work. The obtained results allow obtaining an effective computer system for remote control of indoor lighting.

Keywords: microcontroller, Arduino, lighting, illumination, wireless networks.

Вступ

Останнім часом кількість електричних побутових пристроїв, які люди використовують у повсякденному житті з кожним днем зростає. Відповідно до чого постають питання пов'язані з надійністю та ефективністю електричних мереж будинків, приміщень. Комп'ютерні системи «Розумного будинку» можуть контролювати та оптимально розподіляти навантаження всієї мережі. Це, в свою чергу, дозволяє знизити грошові витрати, підвищити строк експлуатації електричних побутових приладів та енергоефективність всієї мережі. За допомогою комп'ютерних систем можна плавно змінювати напругу у мережі, відповідно до чого, регулювати рівень освітленості приміщень [1–3].

Технології «Розумного будинку», пов'язані з освітленням, дозволяють автоматизувати багато процесів і зробити перебування у приміщенні комфортним та зручним. Керування освітленням традиційним способом, за допомогою звичайних вимикачів, призводить до збільшення витрат при установці, нагромадженню обладнання і надмірної незручності при керуванні [4]. На сьогодні існують дві системи керування освітленням: локальна та глобальна. Локальна, загалом, використовуються у приміщеннях, де кімнати виконують власні функції. Глобальна, у свою чергу, передбачає комплексну інтеграцію всіх елементів системи, керування якими відбувається з єдиної панелі. Технології «Розумний дім» дозволяють керувати наступними елементами системи:

- енергопостачанням – перемикання приладів відбувається в режим економії енергоспоживання (в залежності від сезону та часу доби), зниження витрат на електроенергію 30%; окремі енергоощадні системи, в даному випадку не використовуються;
- освітленням приміщень – розмежування освітлення на декілька груп, можливість дистанційного керування світлом в приміщеннях з будь-якої кімнати;
- освітленням в залежності від пори року і доби – автоматичне вмикання освітлення у темний період, в залежності від ступеня інтенсивності розсіяного світла, відбувається плавна зміна рівню внутрішнього освітлення;
- «Прохідними» зонами – використовуються датчики руху для визначення положення людини у приміщенні для освітлення окремих ділянок;
- світловими сценаріями – в залежності від умов регулюється освітлення всередині приміщення;
- освітленням зовнішньої території приміщень – світлові сценарії підсвічування доріжок, фасаду будівлі, саду залежно від умов;
- світлодіодним освітленням – імітація заходу/сходу сонця в будинку. Можливість вибору будь-якого кольору і відтінку для освітлення і змінити його через певний час, наприклад, для робочого режиму у приміщенні – холодні, для режиму «відпочинку» – теплі тони.

Систему керування освітленням «Розумного будинку» можна синхронізувати з іншими видами обладнання. Одним з найбільш популярних видів синхронізації є з'єднання систем для штучного і природного світла [4–6].

Сьогоднішні досягнення в галузі електроніки та комп'ютерних технологій відкривають все нові і нові перспективи для створення і застосування приладів, спроектованих на мікроконтролерах і мікропроцесорах, в самих різних сферах людської діяльності. Розробка програмної частини систем на базі мікропроцесорів та мікроконтролерів займає велику частку часу в процесі проектування. Продуктивність додатків, написаних мовою високого рівня, навіть на такому потужному, як C++, буде істотно залежати від того, наскільки добре розробник розуміє програмну архітектуру і володіє основами програмування на нижньому рівні. Програмування мікроконтролерів на базі AVR відбувається, загалом, у програмі AVR Studio. Вона дозволяє створювати, транслювати та налагоджувати проекти на мові C / C++ [7, 8].

Мобільні пристрої стали невід'ємною частиною нашого життя, і їх інтеграція з різними приладами стала нормою. Сьогоднішній світ такий, що багато звичні дії давно виконує не через безпосередню інтеракцію, а віддалено через смартфон. Відповідно "Розумний будинок" – саме та сфера, де інтеграція з мобільними пристроями особливо необхідна. Для створення мобільних додатків, в залежності від операційної системи смартфона чи планшета, існує велика кількість програм, однією з них є Android Studio. Це нове середовище розробки додатків для пристроїв, що працюють під операційною системою Android. Останнім часом для цих цілей Android розробники в основному використовують Eclipse. Android Studio доступний для операційних систем Windows, Mac OS X і Linux на офіційному сайті розробника [9]. Процес розробки додатків в новому середовищі став більш гнучким ніж в Eclipse. Розширені можливості розробки та тестування Android додатків робить Android Studio відмінним інструментом для написання програм для різних пристроїв на ОС Android (телефони, смартфони, планшети, Google TV інше).

Постановка задачі

Метою даної роботи є створення та перевірка комп'ютерної системи, яка може бути використана для керування освітленням приміщення. Представлена комп'ютерна система за допомогою бездротового персонального зв'язку через Bluetooth, за допомогою мобільного додатку, дозволяє зручно керувати різними ділянками системи освітлення приміщення. Розглянута комп'ютерна система дешева та проста у реалізації. Візуально, графічний інтерфейс користувача такої системи зручний у використанні.

Результати дослідження

В залежності від пори року, часу дня, інтенсивності зовнішнього освітлення величина освітленості у приміщенні буде змінюватись. У даній роботі розглянута комп'ютерна система, яка дозволяє отримувати, передавати, обробляти інформацію отриману з сенсорів та, в залежності від програми, відправляти сигнали для керування або регулювання електричних, електролюмінесцентних джерел світла.

На даному етапі роботи, на базі кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки, зроблено мобільний додаток до телефона чи планшета для дистанційного керування системи освітлення. Також зроблено дослідний зразок комп'ютерної системи, який має наступні функції:

1. Керування, вмикання/вимикання, системи освітлення в залежності від потреб власника приміщення.
2. Передача інформації про рівень освітленості до користувача, власника приміщення.
3. Автоматичне вмикання/вимикання електричних, електролюмінесцентних джерел світла, які входять у систему керування освітленням приміщення.

Структурна схема дослідного зразка комп'ютерної системи наведена на рис. 1.

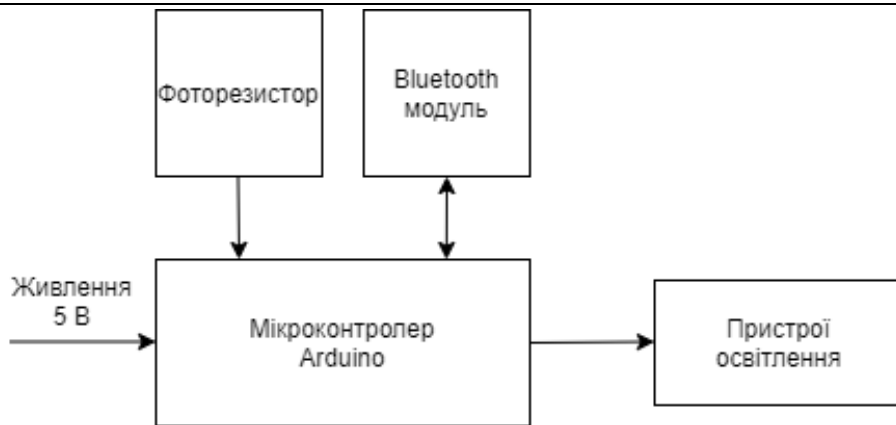


Рис. 1. Структурна схема дослідного зразку

В роботі використані наступні пристрої: 1) Мікроконтролер Arduino Uno; 2) Фоторезистор KY-018; 3) Bluetooth модуль HC-05; 4) Світлодіод, в якості електричного елементу джерела світла дослідного зразка. На рис. 2 показана фотографія дослідного зразка.

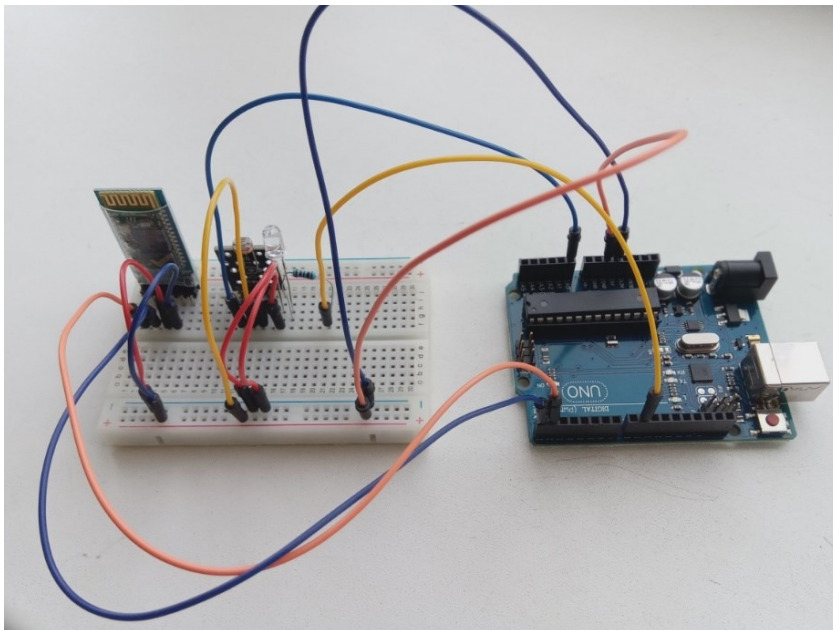


Рис. 2. Фотографія дослідного зразка

Дослідний зразок має декілька режимів роботи.

Принцип дії першого режиму роботи полягає в наступному, власник приміщення за допомогою свого мобільного пристрою, відправляє сигнал вимикання системи керування на Bluetooth модуль, який передає його на мікроконтролер. Після чого всі під'єднані до системи освітлення пристрої вимикаються і не вмикаються до того моменту, поки користувач, не відправить сигнал вмикання системи керування освітленням зі свого телефона чи планшета.

Принцип дії другого режиму роботи, після того, як Bluetooth модуль отримав сигнал вмикання та передав його на мікроконтролер, буде наступним. Фоторезистор, самостійно не може виконувати розрахунки, але його сигнали приймаються та обробляються мікроконтролером. Сигнальний вихід фоторезистора під'єднується на аналоговий вхід мікроконтролера. У мікросхемі контролера, напруга з фоторезистора перетворюється в цифрові дані за допомогою АЦП. Оскільки опір датчика при попаданні на нього світла зменшується, то і значення падіння напруги буде зменшуватися. Але в залежності від з'єднання та моделі фоторезистора, в одному випадку, максимальне значення напруги буде відповідати темряві (опір фоторезистора максимальний), а мінімальне – високому рівню освітлення (значення опору близьке до нуля, напруга мінімальна), а в іншому – навпаки. Після цього, отримані дані обробляються і, в залежності від програми, мікроконтролер автоматично відправляє сигнал на вмикання/вимикання елементів освітлення, в залежності від інтенсивності світла.

Також, під час другого режиму роботи, користувач, за допомогою мобільного додатку, може отримати інформацію про рівень освітленості. Для цього в програму, завантажену у мікроконтролер, додані формули для розрахунку освітленості, при відомих значеннях напруги та опору.

Як вже було зауважено, фоторезистор, не є вимірювальним пристроєм, визначити значення в люкс стає складніше. Для вирішення цього використовуються приблизна формула та числа з плаваючою комою.

Числа з плаваючою комою в мові Сі є *float* і *double* типу, якими можна представляти дробові числа. Їх недоліком є досить велика потреба в ресурсах. У комп'ютерах для їх обчислення є спеціальне апаратне забезпечення, для 8-бітного мікроконтролера AVR обчислення робляться в програмному забезпеченні, що займає досить багато програмної пам'яті і часу. Якщо недоліки не важливі, то числа з плаваючою комою варто використовувати [8].

Про взаємозв'язок між освітленістю і електричним опором фоторезистора дається приблизна формула в специфікації датчика. Спираючись на відомі взаємозв'язки між освітленістю та електричним опором фоторезистору, на логарифмічній шкалі освітленість і опір знаходяться приблизно в лінійній залежності і утворюють пряме рівняння, тому що застосовується наступне перетворення:

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b) \quad (1)$$

Якщо виміряти опір датчика (R_B), то можна з рівняння лінії обчислити освітленість (E_B) падаючу на датчик. Висловимо рівняння лінії E_B :

$$\log(E_B) = \frac{\log\left(\frac{R_A}{R_B}\right)}{\gamma} + \log(E_A) \quad (2)$$

$$E_B = 10^{\frac{\log\left(\frac{R_A}{R_B}\right) + \log(E_A)}{\gamma}} \quad (3)$$

Таким чином, є формула для обчислення освітлення, якщо опір відомо. Опір безпосередньо мікроконтролера виміряти неможливо, для цього фоторезистор знаходиться у подільнику напруги, вихідну напругу якого переводить АЦП. Для знаходження опору, в першу чергу, необхідно визначити з значення АЦП вихідну напругу (U_2), напругу дільника, враховуючи і порівняну напругу (U_{ref}) перетворювача. Формула наступна:

$$U_2 = U_{ref} \cdot (ADC / 1024) \quad (4)$$

З формули подільника напруги (дивись главу подільника напруги) можна знайти в схемі верхнього фоторезистора опір (R_1):

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot U_1}{U_2} - R_2 \quad (5)$$

За допомогою цих формул та отриманих значень, можна використовувати тільки фоторезистори даної моделі, які використовуються в представленій роботі, для розглянутого дослідного зразка. При використанні схеми з іншими компонентами доведеться змінити в формулах відповідні числові значення.

Додатково зроблено мобільний додаток до мобільного телефону чи планшета на базі операційної системи Android рис.3.

Даний мобільний додаток має декілька функціональних кнопок, а саме: 1) кнопка «Connect» відповідає за під'єднання мобільного телефону чи планшета до комп'ютерної системи через Bluetooth модуль; 2) кнопка «1 режим роботи» – вмикає систему керування освітленням; 3) кнопка «2 режим роботи» – вмикає систему керування освітленням; 4) кнопка «Рівень освітленості» – відображає значення освітленості в даний момент часу.

Висновки

Розглянута комп'ютерна система для керування освітленням приміщень на основі використання мікроконтролера Arduino з дистанційним зв'язком та керуванням через Bluetooth. Розроблена комп'ютерна система, представлена дослідним зразком, має два режими роботи, а також зручний візуальний інтерфейс зроблений у вигляді мобільного додатку до телефону чи планшета.

Література

1. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : підручник / за ред. М.П. Гандзюка. – 5-е вид. – К. : Каравела, 2011. – 384 с.
2. Голінько В.І. Основи охорони праці : підручник / В.І. Голінько ; Мін-во освіти і науки України;

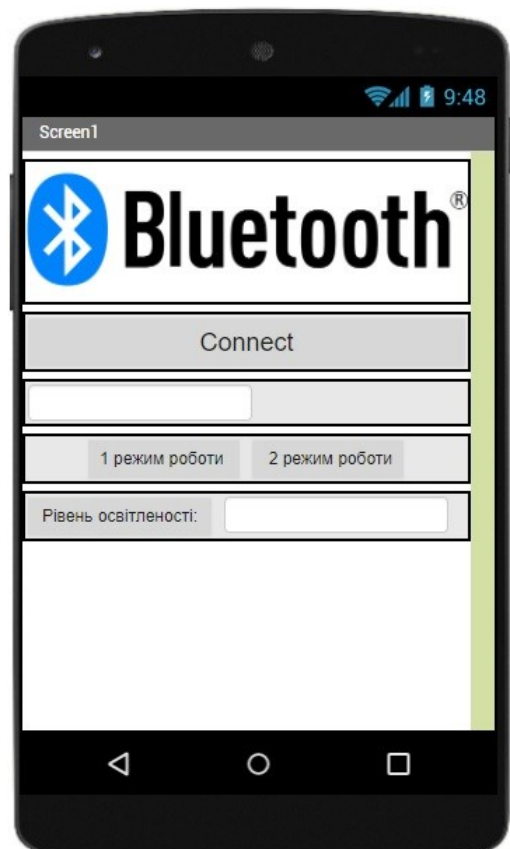


Рис. 3. Візуальний інтерфейс мобільного додатку

Нац. гірн. ун-т. – 2-е вид. – Д. : НГУ, 2014. – 271 с.

3. Дементьев А. «Умный» дом XXI века / А. Дементьев. – М. : Издательские решения, 2016. – 100 с.

4. Грінгард С. Интернет речей / пер. з англ. О. А. Герасимчук. – К. : Книжковий Клуб "Клуб Сімейного Дозвілля", 2018. – 176 с. – ISBN 978-617-12-4657-7

5. Злотенко Б. М. Комп'ютерна енергоефективна система керування опаленням та гарячим водопостачанням будівель / Б.М. Злотенко, Д.В. Стаценко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2019. – № 4. – С. 34–41.

6. Злотенко Б. М. Вдосконалення енергоефективної системи керування освітленням і температурою приміщень / Б. М. Злотенко, Д. В. Стаценко // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. – 2017. – № 5 (253). – С. 240–243.

7. Магда Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM / Ю. С. Магда – М. : ДМК Пресс, 2012. – 168 с.

8. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. Книга + CD с видеокурсами, листингами, программами, драйверами, справочниками / А.В. Белов. – СПб : Наука и Техника, 2016. – 544 с.

9. Страуструп Б. Программирование. Принципы и практика с использованием C++ / Б. Страуструп. – М. : Вильямс, 2016. – 1328 с.

10. Android Studio. Android Developers. URL: <https://developer.android.com/studio>

References

1. Handziuk M. P. Osnovy okhorony pratsi : pidruchnyk / za red. M.P. Handziuka. – 5-e vyd. – K. : Karavela, 2011. – 384 s.

2. Holinko V.I. Osnovy okhorony pratsi : pidruchnyk / V.I. Holinko ; Min-vo osvity i nauky Ukrainy; Nats. hirn. un-t. – 2-e vyd. – D. : NHU, 2014. – 271 s.

3. Dement'ev A. «Umyj» dom XXI veka / A. Dement'ev. – M. : Izdatel'skie resheniya, 2016. – 100 s.

4. Hrinhard S. Internet rechei / per. z anh. O. A. Herasymchuk. – K. : Knyzhkovyi Klub "Klub Simeinoho Dozvillia", 2018. – 176 s. – ISBN 978-617-12-4657-7

5. Zlotenko B. M. Kompiuterna enerhoefektyvna systema keruvannia opalenniam ta hariachym vodopostachanniam budivel / B.M. Zlotenko, D.V. Statsenko // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. – 2019. – № 4. – S. 34–41.

6. Zlotenko B. M. Vdoskonalennia enerhoefektyvnoi systemy keruvannia osvittlenniam i temperaturoiu prymishchen / B. M. Zlotenko, D. V. Statsenko // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2017. – № 5 (253). – S. 240–243.

7. Magda YU. S. Programmirovaniie i otladka S/S++ prilozhenij dlya mikrokontrollerov ARM / YU. S. Magda – M. : DMK Press, 2012. – 168 s.

8. Belov A.V. Mikrokontrollery AVR: ot azov programmirovaniya do sozdaniya prakticheskikh ustrojstv. Kniga + CD s videokursami, listingami, programmami, drajverami, spravochnikami / A.V. Belov. – SPb : Nauka i Tekhnika, 2016. – 544 s.

9. Straustrup B. Programmirovaniie. Principy i praktika s ispol'zovaniem C++ / B. Straustrup. – M. : Vil'yams, 2016. – 1328 s.

10. Android Studio. Android Developers. URL: <https://developer.android.com/studio>

Надійшла/Paper received : 16.03.2021 р. Надрукована/Printed : 02.06.2021 р.