

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійних робіт з дисципліни

ППВВ11 Електронні та мікропроцесорні пристрої та системи

для студентів усіх форм навчання спеціальності **141 –**
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня
програма **«Електричні та електронні апарати,
Електромеханічне обладнання енергосмних виробництв»**

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни ППВВ11 «Електронні та мікропроцесорні пристрої та системи» для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма «Електричні та електронні апарати, Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» /Укл.: М.О. Поляков, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019.– 16 с.

Укладач: М.О. Поляков, доцент, к. т. н.

Рецензент: В.М.Снігірьов, доцент, к. т. н.

Відповідальний

за випуск: М.О. Поляков, доцент, к. т. н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електричні та
електронні апарати»
Протокол № 7
від «26» грудня 2018

Затверджено НМК ЕТФ
Протокол № 6
від 24.01. 2019 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Самостійна робота № 1.....	5
2. Самостійна робота № 2.....	5
3. Самостійна робота № 3.....	5
4. Самостійна робота № 4.....	6
5. Самостійна робота № 5.....	6
6. Самостійна робота № 6.....	7
7. Самостійна робота № 7.....	7
8. Самостійна робота № 8.....	8
9. Тести.....	8
10. Питання до екзамену.....	10
11. Завдання.....	12
Рекомендована література.....	14

ВСТУП

Метою виконання самостійних робіт є самостійне вивчення та закріплення на практиці теоретичного матеріалу з дисципліни «Електронні та мікропроцесорні пристрої та системи».

Самостійна робота включає:

- ознайомлення з апаратною частиною промислових контролерів компанії Rockwell Automation, мікроконтролерних плат Arduino, однокристальних мікроконтролерів I8051 та AVR;
- ознайомлення з системою інструкцій для програмування мовою LD промислових контролерів, мовою C/C++ плат Arduino, мовою Асемблер мікроконтролерів I8051 та AVR;
- ознайомлення з програмними засобами, такими як середовище програмування RSLogix500, Arduino, PROVIEW, AVR Studio, програмами симуляторами контролерів RSEmulate500, радіотехнічних схем та мікроконтролерних пристроїв Proteus VSM;
- ознайомлення з методами керування електронними та мікропроцесорними апаратами, електромеханічним обладнанням енергоємних виробництв;
- проходження тестування;
- рішення задач.

Студент зобов'язаний самостійно вивчити теоретичний матеріал [1-22], виконати завдання та зробити звіт з самостійної роботи, який буде мати основні розділи: назва роботи; її мета; схеми обладнання, таблиці, графіки, розрахунки, висновки, блок – схеми алгоритмів, тексти програм на відповідних мовах програмування.

Звіт має бути оформлений у відповідності до СТП 1596 і захищений.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 1

Приклади мікропроцесорного управління електричними апаратами

Зміст роботи

Системи з електричними апаратами. Програмне управління. Функції мікроконтролерів у системі управління з електричними апаратами. Різновиди та системні характеристики мікроконтролерів у системах управління.

Рекомендована література [1, 12, 14, 22].

Питання для самоперевірки

1. Переваги та галузі застосування електронних та мікропроцесорних систем.
2. Приклади мікропроцесорного управління апаратами захисту комутації керування.
3. Приклади мікропроцесорного управління перетворювачами електричними двигунами.

САМОСТІЙНА РОБОТА №2

Промислові контролери та мови їх програмування за стандартом ІЕС 61131-3

Зміст роботи

Визначення, структура, принцип дії, інтерфейс із об'єктом управління, характеристики, мови програмування, програмне забезпечення для проектування систем управління. Програмування логічних функцій та поведінки.

Рекомендована література[1, 2, 12, 15].

Питання для самоперевірки

1. Визначення, структура, принцип дії,
2. Мови програмування за стандартом ІЕС 61131-3, програмне забезпечення для проектування систем управління.
3. Програмування логічних функцій та поведінки.

САМОСТІЙНА РОБОТА №3

Приклади застосування плат Ардуіно для управління електромеханічними пристроями

Зміст роботи

Визначення, структура, принцип дії, інтерфейс із об'єктом управління, характеристики, мови програмування, програмне забезпечення для проектування систем управління. Програмування мікроконтролерної плати Ардуїно мовою С.

Рекомендована література [1, 12, 18 - 20].

Питання для самоперевірки

1. Визначення, структура, принцип дії, інтерфейс із об'єктом управління, характеристики мікропроцесорних плат.
2. Мови програмування, програмне забезпечення для проектування систем управління.
3. Програмування мікроконтролерної плати Ардуїно мовою С.

САМОСТІЙНА РОБОТА №4 **Архітектура мікроконтролерів I8051**

Зміст роботи

Системні характеристики. Склад. Інтерфейс із об'єктом управління. Способи розширення систем. Приклади систем із мікроконтролерами I8051. Система інструкцій. Загальні відомості про мову Асемблер I8051.

Рекомендована література[3, 4, 6, 7, 10, 13, 16, 22].

Питання для самоперевірки

1. Системні характеристики, склад. мікроконтролераI8051.
2. Інтерфейс із об'єктом управління, способи розширення систем із мікроконтролерами I8051.
3. Система інструкцій мікроконтролера I8051.
4. Загальні відомості про мову Асемблер I8051.

САМОСТІЙНА РОБОТА №5 **Система інструкцій та приклади програмування** **мікроконтролерів I8051 мовою асемблеру**

Зміст роботи

Очікування спрацювання датчика. Усунення брязкоту контактів, Підрахунок числа подій за заданий інтервал часу. Формування

тимчасової затримки. Формування імпульсів на виходах портів. Перетворення кодів. ЦАП / АЦП перетворення. Рекомендована література [5, 8, 13, 17, 22].

Питання для самоперевірки

1. Програми очікування спрацювання датчика та усунення брязкоту контактів.
2. Програми підрахунку числа подій за заданий інтервал часу.
3. Програми формування імпульсів на виходах портів.
4. Програми для перетворення паралельного та послідовного кодів.
5. Програми для ЦАП / АЦП перетворення у мікропроцесорній системі.

САМОСТІЙНА РОБОТА №6

Розробка програм реалізації логічних функцій та скінчених автоматів за допомогою мікроконтролерів 18051

Зміст роботи

Класифікація клавіатур. Процедури обслуговування клавіатур. Класифікація індикаторів та дисплеїв. Процедури динамічної індикації строкових дисплеїв.

Рекомендована література [13, 22].

Питання для самоперевірки

1. Класифікація клавіатур.
2. Процедури обслуговування клавіатур.
3. Класифікація індикаторів та дисплеїв.
4. Процедури динамічної індикації строкових дисплеїв.

САМОСТІЙНА РОБОТА №7

Архітектура AVR контролерів

Зміст роботи

Сімейства восьмирозрядних мікроконтролерів AVR. Структура мікроконтролерів AVR: Організація пам'яті. Порти. Таймери. Сторожовий таймер. Обробка переривань. Скидання. "Сплячі" режими процесора. Послідовні інтерфейси введення / виведення. Синхронна

передача даних по інтерфейсу SPI. Аналого-цифрове перетворення. Вбудований аналоговий компаратор. Рекомендована література [13].

Питання для самоперевірки

1. Структура мікроконтролерів AVR.
2. Організація пам'яті мікроконтролерів AVR.
3. Порти та таймери мікроконтролерів AVR.
4. Сторожовий таймер у мікроконтролері AVR.
5. Обробка переривань у мікроконтролері AVR.
6. Режими скидання у мікроконтролері AVR.
7. Послідовні інтерфейси введення / виведення.
8. Аналого-цифрове перетворення та вбудований аналоговий компаратор у мікроконтролері AVR.

САМОСТІЙНА РОБОТА №8

AVR контролерів мовою C

Зміст роботи

Вступ до мови C: елементи мови, структура програми. Компілятор WinAVR. Середовище розробки AVR Studio. Приклади програмування

Рекомендована література[9, 11, 14, 21].

Питання для самоперевірки

1. Вступ до мови C: елементи мови, структура програми.
2. Середовище розробки AVR Studio
3. Proteus VSM – програма-симулятор радіотехнічних схем та мікроконтролерних пристроїв.
4. Програмування взаємодії мікроконтролера з об'єктом керування.

9. ТЕСТИ

За правильну відповідь на питання 1–10 ви отримуєте по 2 бали; на питання 11–15 – по 6 балів; на питання 16 – 20 –10 балів Визначте одну правильну відповідь на кожне питання:

1. Який з модулів не входить до складу мікроконтролера: А) - процесор; Б) - порти; В) – оперативна пам'ять; Г) пам'ять програм; Д) - жорсткий диск; Е) Інша відповідь (Всі перелічені модулі входять до складу мікроконтролера).

2. Що з перерахованого не обов'язково входить до складу мікроконтролера: А) – лічильник команд; Б) – арифметико-логічний пристрій; В) – порти; Г) – робочі регістри; Д) – блок мікропрограмного управління; Е) – інша відповідь (всі входять).

3. Яке з чисел є додатковим кодом двійкового числа 00001010: А) – 00001010; Б) – 11110101; В) – 11110110; Г) – 00001011; Д) – 10001010; Е) - Інша відповідь.

4. При яких значеннях булевих змінних a , b результат виразу $!(a+b)$ дорівнює 1: А) - $a=0$ $b=0$; Б) - $a=1$ $b=0$; В) - $a=0$ $b=1$; Г) - $a=1$ $b=1$; Д) - Ніколи; Е) - Інша відповідь.

5. При яких значеннях булевих змінних a , b результат виразу $!(ab)$ дорівнює 0: А) - $a=0$ $b=0$; Б - $a=1$ $b=0$; В) - $a=0$ $b=1$; Г) - $a=1$ $b=1$; Д) - Завжди; Е) - Інша відповідь.

6. Яка з перерахованих інструкцій мови програмування мікроконтролера не є арифметичною? А) - ADD; Б) - SUB; В) - MUL; Г) - DIV; Д) - JMP; Е) – Інша відповідь.

7. Яка з перерахованих інструкцій мови програмування мікроконтролера є логічною? А) - XRL; Б) - ADD; В) - MOV; Г) - JB; Д) - RET; Е –

8. Адреса в пам'яті дорівнює 0FABh. Який двійковий еквівалент цієї адреси є правильним? А) – 0000111110101001; Б) - 0000111010101011; В) - 0010111110101011; Г) - 0000111110101101; Д) – 0000111110010111; Е). – Інша відповідь. (правильно 0000111110101011)

9. Що означає запис команди MOV A,@R0: А) – число А скласти з @R0; Б) – число А переслати в @R0; В) – вміст @R0 переслати за адресою А; Г) – вміст А переслати за адресою R0; Д) - число А переслати за адресою код якого зберігається в R0; Е) – Інша відповідь (число за адресою, що зберігається в R0 переслати в регістр А).

10. Що означає запис команди MOV A,#d: А) – число А скласти з числом d; Б) – число А переслати за адресою d; В) – вміст А переслати за адресою d; Г) – число d переслати за адресою А; Д) – вміст А переслати за адресою #d; Е) – Інша відповідь.

11. В результаті виконання програми

MOV R0,#41;

MOV @R0, #1CH;

INC R0;

MOV @R0,#3FH

яким буде вміст комірки пам'яті з адресою 42?

А) дорівнює 0; Б) – дорівнює 42; В) – дорівнює #1CH; Г) – дорівнює 1CH; Д) – дорівнює 00001011B; Е) – інша відповідь. (3F)

12. Яка команда дозволяє встановити в 1 біти 2, 4, 6 порту 1 не змінюючи значень інших біт цього порту:

А) – ORL A,P1; Б) –ANL A,P1; В) – XRL P1,A; Г) – ORL P1,#54H; Д) – ORL P1, #0ABH; Е) – Інша відповідь.

13. Яка команда дозволить скинути в 0 біти 2, 4, 6 порту 1 не змінюючи значень інших біт цього порту:

А) – ANL A,P1; Б) –ORL A,P1; В) – XRL P1,A; Г) – ANL P1,#54H; Д) – ANL P1, 0ABH; Е) – Інша відповідь.

14. Яка команда дозволить змінити на протилежне вміст біт 2, 4, 6 порту 1 не змінюючи значень інших біт цього порту:

А) – ANL A,P1; Б) –ORL A,P1; В) – XRL P2,A; Г) – XRL P1,#54H; Д) – XRL P1, 0ABH; Е) – Інша відповідь.

15. Датчик підключений до порту P1.3 формує «0» якщо розімкнений і «1» коли замкнутий. Початковий стан входу «1». При якій послідовності сигналів на вході програма вийде на мітку EXIT:

WAITC: JB P1.3, WAITC;

WAIT0: JNB P1.3, WAIT0;

EXIT:

А) -000 (розімкнений); Б) -111(замкнутий); В) -101(замкнутий – розімкнений - замкнутий); Г) -010 (розімкнений - замкнутий-розімкнений); Д) -100 (замкнутий – розімкнений); Е) - Інша відповідь.

16. підключений до порту P1.3 формує «0» якщо розімкнений і «1» коли замкнутий. Початковий стан входу «0».При якій послідовності сигналів на вході програма вийде на мітку EXIT:

WAITC: JNB P1.3, WAITC;

WAIT0: JB P1.3, WAIT0;

EXIT:

А) -000(розімкнений); Б) -011(розімкнений - замкнутий); В) - 101(замкнутий - розімкнений – замкнутий); Г) -010 (розімкнений – замкнутий - розімкнений); Д) -100 (замкнутий – розімкнений); Е) - Інша відповідь.

17. Який сигнал буде сформований на виході порту P1.3 програмою:

XCOR: CPL P1.3;

ACall DLYX;

SJMP XCON. (DL YX-процедура формування затримки):

А) – Рівень «0»; Б) – Рівень «1»; В) – Короткі позитивні імпульси;
Г) – Короткі негативні імпульси; Д) – Сигнал синусоїдальної форми.
Е) Інша відповідь – (Прямокутні імпульси зі шпаруватістю 2.)

18. Яке з обчислень є неправильним: А) $1012+112=10002$; Б) $A716+916=B216$; В) $110112=2710$; Г) $AB16=101010112$; Д) $10102*1012=1100102$; Е) Інша відповідь (Всі правильні)

19. У шестнадцятиразрядном адресному просторі мікропроцесора є адресний дешифратор на основі мікросхеми дешифратора 3*8. На входи дешифратора подаються такі розряди адреси Вх. А – 13 розряд; Вх. В – 14 розряд; Вх. З – 15 розряд. Яку зону адрес виділяє вихід Y7 цього дешифратора: А) – 0000 – FFFF; Б) – C000 – DFFF; В) – E000 – FFFF; Г) – C000 – DFFF; Д) – 8000 – BFFF; Е) – Інша відповідь.

20. Який з прапорів регістра стану (арифметичного регістра) мікропроцесора встановлюється в «1» при нульовому результаті попередньої операції: А) – Р; Б) – Z; В) – OV; Г) – C; Д) – N; Е) – Інша відповідь.

10. ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Промислові контролери: структура, елементи, принцип роботи, типи, мови програмування.

2. Мікроконтроллерные плати: склад, характеристики, зовнішні зв'язки, підключення до комп'ютера плати Arduino Uno.

3. МКІ8051: програмування на асемблері завдань формування імпульсів, часової затримки, кількості деталей що зійшли з конвеєра.

4. МК AVR: Регістровий файл, область введення виведення. Регістри SREG, MCUCR.

5. МК AVR: T / C0 - склад, схема, розрахунок констант для формування тимчасового інтервалу.

6. МК AVR: T / C1 - склад, схема, призначення регістрів, режими порівняння по виходу і захоплення.

7. МК AVR: T / C1 - використання для побудови ШІМ, конфігурація ШІМ.

8. МК AVR: види і обробка переривань, регістри управління переривань.

9. МК AVR: Інтерфейс SPI - схема передачі даних, управління інтерфейсом, тимчасова діаграма обміну даними.

10. МК AVR: Інтерфейс I2C (TWI) Схеми підключення, протокол шини, адресація ведених, арбітраж шини.

11. МК AVR: АЦП - принцип роботи, керуючі регістри, похибка перетворення.

12. МК AVR: Система команд, позначення операндів, приклади команд з різних груп команд.

13. Призначення та функціональні можливості пакетів RSLogix, RSLinx, RSEmulate.

14. Основні етапи створення проекту у пакеті RSLogix.

15. Як виконати конфігурування системи зв'язку з контролером.

16. Елементи менеджера проекту.

17. Як виконати конфігурування складу контролера.

18. Назвіть основні принципи введення у програму інструкцій, гілок та рангів.

19. Призначення команд ХІС та ОТЕ.

20. Системні характеристики плат Arduino.

21. Інтерфейс середовища програмування плат Arduino.

22. Структура програми управління.

23. Як запрограмувати лінію порта як вхід або вихід.

24. Що таке ШІМ.

25. Склад мікроконтролеру І8051.

26. Призначення та конфігурування зовнішніх входів та виходів.

27. Групи інструкцій мікроконтролеру І8051.

28. Структура строки асемблерної програми.

29. Елементи середовища програмування “PROVIEW” від Franklin Software Inc.

30. Структура статичної індикації, особливості, переваги і недоліки.

31. Структура динамічної індикації, особливості, переваги і недоліки.

32. Якою має бути частота оновлення для динамічної індикації?

33. Ефект брязкоту контактів, способи його усунення.

34. Організація індикації восьмирозрядного індикатора

35. Особливості інтегрованого середовища розробки AVR Studio.

36. Основні пункти меню AVR Studio.

37. Створення проекту в AVR Studio.

38. Створення проекту в Proteus ISIS.

11. ЗАВДАННЯ

1. Вибрати АЦП виходячи з точності перетворення і діапазону вхідних напруг
2. Визначити вхідна напруга за кодом на виході АЦП і похибка перетворення
3. Конфігурувати AVR T / C0 для формування переривання через заданий інтервал часу.
4. Програма на мові LD для реалізації логічної функції.
5. Програма на мові LD для реалізації скінченного автомата.
6. Програма на мові C для плати Arduino для реалізації послідовності включення і зміни яскравості LED.
7. Визначити початковий і кінцевий адресу сегмента пам'яті заданого схемою адресного дешифратора
8. Програма на мові C для плати Arduino для вимірювання струму через LED
9. Ручна конфігурація ШІМ на базі T / C1 МК AVR для формування заданого коефіцієнта заповнення.
10. Програма на мові C для плати Arduino для реалізації логічної функції.
11. Розробити схему сегмента зовнішньої пам'яті заданого обсягу на базі мікросхем.
12. Визначити коефіцієнт заповнення ШІМ T / C1 МК AVR на базі по його конфігурації.
13. Записати тимчасові діаграми сигналів послідовного коду при кодуванні кодами БВН, БВНІ, Манчестер2
14. Програма на асемблері 8051 для підрахунку числа деталей що зійшли з конвеєра.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Віддалений та віртуальний інструментарій в інжинірингу: монографія / за заг. ред. Карстена Хенке – Запоріжжя: Дике поле, 2015, с. 86-152. Поляков М.О., Ларіонова Т.Ю. Системи керування електричними машинами та апаратами. //В кн. Віддалений та віртуальний інструментарій

в інжинірингу: монографія / за заг. ред. Карстена Хенке – Запоріжжя: Дике поле, 2015, с. 86-152.

2. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.

3. Костинюк Л. Д. Мікропроцесорні засоби та системи / Л. Д. Костинюк, Я. С. Паранчук. – Львів : Львівська політехніка, 2001. – 200 с.

4. Локазюк В. М. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах / В. М. Локазюк. – Київ : Академія, 2002. – 368 с.- (Альма-матер).

5. Мікропроцесорна техніка: підручник для студентів вищ. навч. закладів / Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін. ; за ред. Т. О. Терещенко.- 2-ге вид., перероб. та доп. – Київ : Політехніка: Кондор, 2015. – 594 с.

6. Мілих В. І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка [Текст]: підручник для студ. вищих навч. закладів / В. І. Мілих, О. О. Шавьолкін ; за ред. В. І. Мілих.- 2-ге вид. – Київ : Каравела, 2008. – 688 с.

7. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика: Підручник / Є. І. Сокол, І. Ф. Домнін, О. М. Рисований та ін. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2007. – 252 с.

8. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Мікропроцесорна техніка“ для студентей спеціальності 152 „Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка“ 153 „Мікро- та наносистемна техніка“ денної й заочної форм навчання / Укл.: В.І.Рева. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 114 с.

9. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої» для студентів спеціальності 7.092203 «Електромеханічні системи автоматизації» усіх форм навчання /укл.: А. М. Наливайко, Д. С. Пономарьов. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – 132 с.

10. Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт дисципліни. «Мікропроцесорна техніка» для студентів спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА денної форми навчання. /Укл: В.В. Осадчий, О.С. Назарова, Е.М. Кулинич - Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 46 с.

11. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт "Основи проектування спеціалізованих мікроконтролерних та вбудованих комп'ютерних систем для комплексів суднової і промислової автоматизації" : Частина 1 / Д. О. Жук, М. В. Джангіров, І. Ю. Жук. – Миколаїв : Видавництво НУК, 2011. – 70 с.

Допоміжна

12. Poliakov, M., Larionova, T. CONTROL SYSTEMS WITH PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS , pp. 101-165. Remote and virtual tools in engineering: textbook / general editorship Dr.Ing.Karsten Henke. – Zaporizhzhya: Dike Pole, 2016. – 250 p.

13. Сташин В.В. и др. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах/ В.В. Сташин, А.В. Урусов, О.Ф. Мологонцева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 224 с.

14. Шпак Ю.А. Программирование на языке Си для AVR и PIC микроконтроллеров.- МК-Пресс, 2-е издание. 2011.- 400 с.

Інформаційні ресурси

15. Офіційний сайт компанії Rockwell Automation www.ab.com.

16. Intel MCS-51 . [https://uk.wikipedia.org/wiki/Intel MCS-51](https://uk.wikipedia.org/wiki/Intel_MCS-51)

17. Гришук Ю.С. Мікропроцесорні пристрої: навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005.- 280с. Електронний документ. Режим доступу <http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/Mikroprotsesorni-pristroyi.pdf>

18. Мікропроцесорна техніка: Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» та 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»/ В.В. Шликов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 144 с.. Режим доступу http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24694/3/Shlykov_microprotsessor_tekhnich%D0%BA%D0%B0_praktykum.pdf .

19. Офіційний сайт проекту Arduino / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>.

20. Справочник языка Ардуино / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/prog/>.

21. Краткий учебный курс PROTEUS [Електронний ресурс]/ Русское руководство для начинающих. – Режим доступу: <http://proteus123.narod.ru>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова рос.

22. Мікропроцесорна техніка [Текст]: навч. посібник/В.В. Ткачов, Г. Грулер, М-59 Н. Нойбергер та ін. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 188 с. – Режим доступу: <http://elprivod.nmu.org.ua/files/microcontrollers/%D0%9D%D0%A2%D0%91452919.pdf>, вільний. – Загл. з екрана.