

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерних систем та технологій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка логарифмічного атенюатора з дистанційним керуванням»  
Developing of remoted control logarithmic attenuator

Виконав: студент заочної форми навчання

напряму підготовки 6.050102 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Чеботарьов Ігор Дмитрович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник ст. викладач Берков Ю. М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент К. т.н., доц. Ларін Д.Г.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№     від «   »     2020 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ю.О. Гунченко

(прізвище, ініціали)

Захищено на засіданні ЕК №    

протокол №     від «   »     2020 р.

Оцінка     /     /    

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Н.Ф. Казакова

(прізвище, ініціали)

Одеса - 2020

## ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП .....	7
МЕТА ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....	8
1 ВИКОРИСТАННЯ ДЕЦИБЕЛ У РОЗРАХУНКАХ ТА ВИМІРАХ .....	9
1.1 Що таке децибел .....	9
1.2 Децибел в інженерних розрахунках .....	10
1.3 Децибел по напрузі й децибелів по потужності .....	11
1.4 Ослаблення та підсилення .....	13
1.5 Послідовне з'єднання чотириполюсників: .....	15
1.6 Резистивний дільник напруги .....	15
2 МІКРОКОНТРОЛЕРИ ТА ПЛАТФОРМА ARDUINO .....	18
2.1 Платформа Arduino .....	20
2.2 Середовище програмування Arduino IDE .....	21
2.2.1 Меню "Edit (Виправлення)" .....	22
2.2.2 Меню "Tools (Інструменти)" .....	23
2.3 Середовище Arduino Uno Rev3 .....	24
2.4 Модуль енкодер ЕС11 .....	25
2.6 8-мі канальний модуль реле 5В 10А .....	28
2.9 ІЧ-пульт керування та ІЧ-приймач для Arduino .....	30
2.10 Bluetooth модуль HC-06 .....	30
3 РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ЛОГАРИФМІЧНОГО АТЕНЮАТОРА .....	33
3.1 Загальний опис пристрою .....	33
3.2 Відображення так керування .....	35
3.2.1 Управління за допомогою енкодера .....	38
3.2.2 Управління за допомогою ІЧ пульту дистанційного керування .....	39
3.2.3 Робота атенюатора з мобільним пристроєм .....	40
3.3 Збереження та завантаження налаштувань .....	42
ВИСНОВКИ .....	43

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	44
ДОДАТОК А. ПРОГРАМА ВИЗНАЧЕННЯ АДРЕС МОДУЛІВ НА ШИНІ .....	45
Додаток Б. ....	47

## ВСТУП

Атенюатор використовується для ослаблення сигналу. Він може забезпечувати фіксований або регульований рівень ослаблення. Атенюатор може бути, як вбудований, так і бути окремим пристроєм. Атенюатори широко використовуються в багатьох радіоелектронних пристроях, починаючи від побутових приборів (регулятор гучності) і закінчуючи високоточним лабораторним устаткуванням (забезпечення ослаблення рівня вимірюваних величин).

На практиці часто буває необхідно мати подібний пристрій з достовірним коефіцієнтом ослаблення сигналу в широкому діапазоні й можливістю дистанційного керування їм. Такі пристрої можуть бути використані в різноманітних регуляторах, при вимірюваннях та в побутові сфері.

Контроль над станом сільськогосподарських угідь - необхідна частка роботи для фермерів. Промисловість випускає прилади, які проводять необхідні виміри, та для того, щоб отримати інформацію з цих приладів – необхідно знаходитись на угіддях, при цьому, щоб отримувати актуальну інформацію, потрібно вся година знаходитись на полі та проводити виміри.

Сучасна мікроконтролерна база дозволяє створити майже будь який прилад, а велике розмаїття датчиків – виконати любі вимірювання. Самостійна розробка програмного керуючого коду дозволяє створити саме ті режими вимірювання, які потрібні на поточний година, а також автоматизувати необхідні обчислення з отриманими даними.

Основою створення вимірювального пристрою є правильний добір елементної бази, після чого буде створена схема пристрою. Далі має бути збірка макету пристрою за схемою, розробленою раніше й перевірка його працездатності та налагодження. Одним з головних кроків у процесі розробки є програмування пристрою для його коректної роботи.

Таким чином, метою випускної кваліфікаційної роботи є моделювання й створення прототипу пристрою для цілодобового збору необхідної інформації з угідь: температура та волога повітря, температура та волога ґрунту, атмосферний тиск, виявлення пожежі. Зібрана інформація має бути записана та відправлена користувачу. Прилад має забезпечувати прийнятні діапазон та точність вимірювання.

**Мета та постановка задачі.** Метою даної роботи є розробка прототипу пристрою для ослаблення сигналу по логарифмічній шкалі з можливістю дистанційного керування. Розроблювальний пристрій повинний гарантувати прийнятну точність рівня ослаблення. Цей рівень повинен змінюватися плавно або з невеликим кроком у досить широких межах. Управління й контроль над пристроєм повинен забезпечуватися дистанційно. При розробці слід використовувати доступні сучасні електронні компоненти.

Для досягнення мети в роботі вирішуються наступні завдання:

- Загальне уявлення о роботі проекту.
- Визначення апаратної частини проекту, а саме його компонентів та обладнання.
- Опис, можливості та технічні характеристики апаратної частини.
- Підведення висновків з приводу апаратної частини
- Визначення програмної частини та її опис
- Проведення тестів над об'єктом та предметом дослідження, їх запис та аналіз

## ВИСНОВКИ

В процесі виконання дипломної роботи було розроблено та створено прототип логарифмічного атенюатора напруги. Розроблена схема складається з 6 послідовно з'єднаних резистивних подільників напруги. Кожен каскад має свій коефіцієнт поділу і незалежне керування. Завдяки такому рішенню вдалося отримати 64 рівня ослаблення сигналу ( $2^6$ ), використавши усього 6 реле. Коефіцієнти поділу розраховувались так, щоб отримати логарифмічну шкалу і, відповідно задавати ослаблення сигналу в децибелах (дБ). Крок регулювання становить 1 дБ (в 1,12 рази) , відповідно повний діапазон регулювання: від 0 дБ до -63 дБ, що дорівнює максимальному ослабленню напруги в 1410 рази.

Для керування атенюатором була використана платформа Arduino. На її основі був спроектований модуль управління, що дозволяє вибирати один з трьох входів, через який подається сигнал на атенюатор і встановлювати рівень його ослаблення. В ролі керуючих елементів виступають: енкодер, ІЧ пульт дистанційного керування та мобільний пристрій с системою Android. Вибрані налаштування відображаються як на LCD екрані, що встановлено на блоці атенюатора, так і на екрані мобільного пристрою.

Керування з мобільного пристрою через Bluetooth-модуль є найбільш зручним і функціональним, оскільки дозволяє не тільки встановлювати поточні параметри, а зберігати їх в енергонезалежній пам'яті контролера для подальшого використання.

Створений прототип атенюатора пройшов тестування на лабораторному обладнанні. При використанні високоякісних резисторів (1% похибки) в каскадах подільників, були отримані досить точні коефіцієнти поділу напруги, близькі до розрахункових. Це дозволяє використовувати розроблений пристрій як в побутовій техніці, наприклад як регулятор гучності, так і в вимірювальних приладах.

Можливості і характеристики атенюатора при невеликих змінах в апаратні і програмні частинах можуть бути суттєво покращені. Так додаючи каскади подільників можливо як розширити діапазон регулювання, так збільшити його плавність. А якщо використати високоточні резистори (рядок E192), то розроблений пристрій можна використовувати в лабораторних дослідженнях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Децибел: [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%86%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D0%BB>.
2. dB or not dB?: [Електроний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.rohde-schwarz.com/ua/applications/db-or-not-db-educational-note\\_230850-15534.html](https://www.rohde-schwarz.com/ua/applications/db-or-not-db-educational-note_230850-15534.html).
3. Дільник напруги: пристрій, принцип роботи, призначення: [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://irren.com.ua/dilnyk-napругy-prystrij-pryntsyp-roboty-pryznachennya.html>.
4. Атенюатор: [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%8E%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>.
5. А. Марченко «Основы электроники. Учебное пособие» – М.: ДМК-Пресс, 2008. – 296 с.
6. Программирование Ардуино: [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://doc.arduino.ua/ru/prog/>.
7. Arduino Uno Rev3 (ATmega16U2) : [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://arduino.ua/prod676-arduino-uno-rev3>.
8. Модуль Энкодер : [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://arduino.ua/prod1223-modul-enkoder>.
9. LCD дисплей 16x2 с синей подсветкой: [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://arduino.ua/prod169-lcd-displei-16x2-s-sinei-podsvetkoi>.
10. I2C модуль для расширения выводов Arduino для подключения LCD дисплея на PCF 8574T: [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1790-iici2cinterfeis-lcd1602-2004>.
11. 8-ми канальный модуль реле 5В 10А: [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://arduino.ua/prod203-8-mi-kanalnii-modul-rele-5v-10a>.
12. Bluetooth модуль HC-06: [Електроний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://arduino.ua/prod241-bluetooth-modul-hc-06>.