

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-
КОМУНІКАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ЧАСТОТИ НА БАЗІ ARDUINO
NANO ДЛЯ ТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ»

на здобуття освітнього ступеня магістр
за спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

(код, найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми Комп'ютерні системи та мережі

(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело*

Максим ДЕМЧЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Виконав: здобувач вищої освіти гр.КСДМ-61

Максим ДЕМЧЕНКО

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

к.т.н, доцент,

Артем АНТОНЕНКО

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент:

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Київ 2025

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерної інженерії

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні системи та мережі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру Комп'ютерної інженерії

Наталія ЛАЩЕВСЬКА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ” ____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Демченку Максиму Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ЧАСТОТИ НА БАЗІ ARDUINO NANO ДЛЯ ТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ»,

керівник роботи Артем АНТОНЕНКО.канд. техн. наук. доцент

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від “19” 10 2023 р. №145

2. Строк подання кваліфікаційної роботи 28.12.2024р.

3. Вихідні дані до роботи:

Простий генератор плаваючої частоти для вимірювання АЧХ;

Вимірювання частот за допомогою Іс-фільтра;

Застосувати обладнання низьких частот.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 Концепція побудови аналізатора частот та вимоги до неї;

4.2 Архітектура аналізатора частот;

4.3 Алгоритм роботи аналізатора частот;

4.4 Принцип роботи Arduino Nano 328p та роботи матриці MAX7219;

4.5 Середовище програмування Arduino IDE;

4.6 Блок живлення.

5.Перелік графічного матеріалу (назва слайдів презентації):

1. Розробка макетної плати пристрою;

2. Розробка структурної схеми;

3. Розробка монтажної схеми пристрою;

4. Розробка програмного забезпечення для керування пристроєм;

5. Налаштування приладу для дослідження амплітудно-частотної характеристики;

6. Проведення дослідження амплітудно-частотної характеристики;

7. Висновки.

6. Дата видачі завдання “19” жовтня 2024р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір науково-технічної літератури	20.10.24р. 02.11.24р.	Виконано
2	Проектування архітектури системи	02.11.24р. 13.11.24р.	Виконано
3	Розробка серверного обладнання	13.11.24р. 25.11.24р.	Виконано
4	Розробка клієнтської частини	25.11.24р. 03.12.24р.	Виконано
5	Розробка мережевої взаємодії	03.12.24р. 10.12.24р.	Виконано
6	Розробка презентації	10.12.24р. 17.12.24р.	Виконано

Здобувач вищої освіти Максим Демченко

(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник кваліфікаційної роботи Артем АНТОНЕНКО

(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття ступня магістр: 84с., 27рис., 12 використаних джерел.

Об'єкт дослідження (розробки) – Розробка аналізатора частоти на базі мікроконтролера Arduino Nano.

Предмет дослідження (розробки) – мікроконтролер Arduino Nano.

Мета роботи – побудувати і дослідити роботу генератора сигналів високої частоти; проаналізувати отримані результати; програмування сигналів пилкоподібної, синусоїдальної та прямокутної форм; проаналізувати отримані результати.

Методи дослідження – Аналізатор частот призначений для виправлення шумів щоб не було будь-яких проблем.

Галузь використання – використовується для дослідження спектрів сигналів та електромагнітних коливань різних радіоелектронних систем та систем телекомунікацій.

Ключові слова – аналізатор спектра, мікроконтролер, амплітудно-частотна інформація, інтенсивність сигналу.

ABSTRACT

Text part of the qualification thesis for obtaining a Master's degree: 84 pages, 27 figures, 12 references used.

Object of research (development) – Development of a frequency analyzer based on the Arduino Nano microcontroller.

Subject of research (development) – Arduino Nano microcontroller.

The aim of the work – To design and investigate the operation of a high-frequency signal generator; to analyze the obtained results; programming of sawtooth, sinusoidal, and square wave signals; analyze the results.

Research methods – The frequency analyzer is designed to correct noise to avoid any issues.

Field of application – Used for spectrum analysis of signals and electromagnetic oscillations in various radioelectronic systems and telecommunications systems.

Keywords – spectrum analyzer, microcontroller, amplitude-frequency information, signal intensity.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	11
ВСТУП	12
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	13
1.1 Аналіз технічного завдання	13
1.2 Принцип роботи приладів для дослідження амплітудно-частотної характеристики фільтрів	13
1.3 Опис генераторів плаваючої частоти	14
1.4 Технічні характеристики Arduino NANO 328p та роботи матриці MAX7219	14
1.5 Принцип роботи Arduino NANO 328p.....	19
1.6 Середовище програмування Arduino IDE	20
1.7 Опис RC, LC фільтрів.....	28
1.8 Опис світлодіодного дисплея	32
1.9 Блок живлення	33
2 ІНДИВІДУАЛЬНА ЧАСТИНА.....	34
2.1 Розробка структурної схеми пристрою	34
2.2 Розробка монтажною схеми	36
2.3 Розробка макетної плати пристрою	36
2.4 Розробка програмного забезпечення для керування пристроєм	38
2.5 Налагодження приладу для дослідження амплітудно-частотної характеристики	47
2.6 Проведення дослідження амплітудно-частотної характеристики	

фільтрів для виконання лабораторних робіт	49
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
3.1 Аналіз умов праці на робочому місці.....	52
3.2 Положення з електробезпеки	53
3.3 Пожежна безпека в приміщенні	54
3.4 Вимоги безпеки при проведенні пайки	56
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	58
4.1 Розрахунок суми капіталовкладень та експлуатаційних витрат при модернізації та обслуговуванні аналізатора частот	58
4.2 Розрахунок балансу робочого часу.....	59
4.3 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання	60
4.4 Розрахунок собівартості проектування аналізатора частоти	61
4.5 Визначення вартості розробки та тиражування	63
ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛЕННЯ.....	68
ДОДАТОК А. ПРЕЗЕНТАЦІЯ	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НЧХ – низько-частотна характеристика

НЧ – низько частотна

АЧХ – амплітудна-частотна характеристика

ФЧХ – фазочастотна характеристика

ГДК – гранично допустима концентрація

ШІМ – широтно-імпульсна модуляція

ВСТУП

Спектральний аналізатор — це пристрій, який використовується для вивчення та вимірювання розподілу енергії електричних (електромагнітних) коливань у заданому частотному діапазоні. Його основне призначення — розділити вхідний сигнал на складові частоти та відобразити їх амплітуду на спектральній діаграмі. Це дозволяє детально аналізувати частотний склад сигналу, виявляти основні та високочастотні компоненти, а також оцінювати їх потужність і взаємозв'язок.

Спектральні аналізатори можуть бути як апаратними пристроями, оснащеними дисплеєм і інтерфейсами для підключення до вимірювального обладнання, так і програмними продуктами, що працюють на комп'ютерах або спеціалізованих пристроях. Вони мають різні характеристики та можливості, такі як ширина смуги аналізу, роздільна здатність, частотний діапазон, точність вимірювань та інші параметри.

Ці пристрої використовуються в різних сферах, включаючи дослідження електромагнітного спектру, аналіз аудіо- та відеосигналів, налаштування і аналіз радіозв'язку, контроль якості сигналу в телекомунікаціях, виявлення несправностей в електронних пристроях і багатьох інших.

Отже, спектральний аналізатор є важливим інструментом для дослідження спектральних властивостей сигналів, що дає змогу отримати корисну інформацію про їх структуру та характеристики.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технічного завдання

Для створення аналізатора частот вам знадобляться такі компоненти: макетна плата, матриця 4x4 з чипом MAX7219 і Arduino Nano 328p.

Першим кроком є підключення матриці до Arduino через макетну плату. Використання Arduino Nano 328p для програмування через Arduino IDE дозволяє налаштувати мікроконтролер. Після того, як програма буде налаштована без помилок, ви зможете почати використовувати пристрій.

Для того щоб побудувати аналізатор частот, потрібні такі деталі: макетна плата, матриця в 4-х блоків 4x4 (MAX7219) та Arduino NANO 328p.

Основні елементи, необхідні для створення аналізатора частот:

- Макетна плата
- Матриця 4x4 на чипі MAX7219
- Arduino Nano 328p

Ці компоненти дозволяють зібрати схему та налаштувати аналізатор для відображення частотного спектру на матриці.

1.2 Принцип роботи приладів для дослідження амплітудно-частотної характеристики фільтрів

Пристрої для дослідження частотної характеристики дозволяють побудувати графіки, що показують залежність амплітуди вихідної напруги від частоти синусоїдальної напруги на вході при фіксованій амплітуді. Це дає змогу оцінити, як змінюється поведінка схеми або пристрою в залежності від частоти сигналу.

Вимірювальні прилади, призначені для дослідження амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) схем і лінійних пристроїв, називаються аналізаторами АЧХ. Вони є важливими інструментами для налаштування та контролю радіобладнання, зокрема підсилювачів і радіоприймачів.

1.3 Опис генераторів плаваючої частоти

Генератор плаваючої частоти — це пристрій, який генерує електричні коливання, частота яких змінюється плавно й періодично. Він дозволяє регулювати частоту синусоїдальних коливань на виході в певному частотному діапазоні. Частота сигналу змінюється поступово, так, ніби її регулюють вручну. Це дає можливість плавно коригувати частоту сигналу відповідно до заданих параметрів.

Основними функціональними блоками такого генератора є: акумулятор фази, перетворювач фази-амплітуда та фільтр низьких частот.

У кожному циклі опорної частоти акумулятор фази збільшує своє значення на величину, яка зберігається в елементі пам'яті, що називається коефіцієнтом підсилення фази. Це збільшення відбувається поступово, і в результаті значення фази накопичується з часом. Визначене таким чином значення фази потім перетворюється в амплітуду. Це перетворення може бути довільним і залежить від конкретного застосування. У найпоширенішому випадку, для синтезу гармонічних коливань, обчислюється синус від поточного значення фази, і цей результат подається на вхід, де сигнал згладжується за допомогою фільтра низьких частот, щоб усунути ефекти дискретизації.

1.4 Характеристики технічні роботи Arduino NANO 328p та роботи матриці MAX7219

Плата Arduino Nano зображена на рисунку 1.

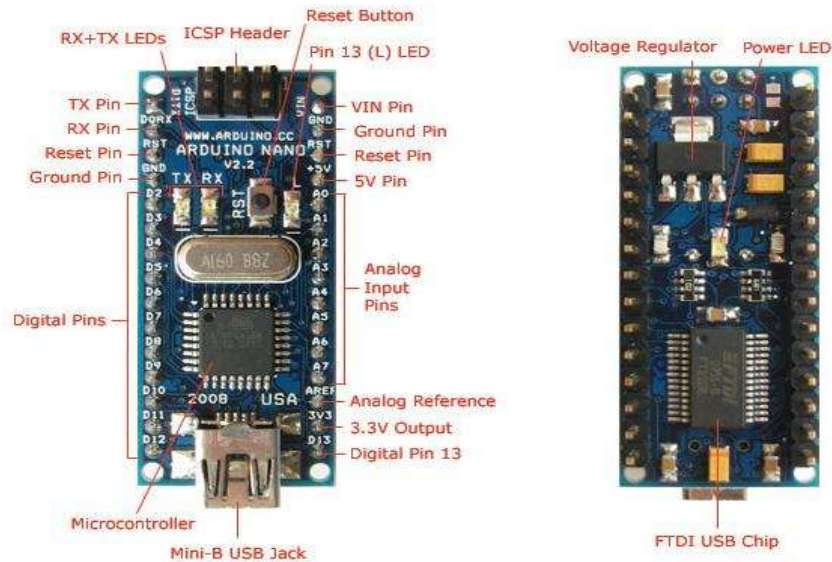


Рисунок 1 – Плата Arduino NANO 328p

Характеристики Arduino Nano:

- мікроконтролер: ATmega328P
- тип корпусу: TQFP-32
- Робоча напруга: 5V
- Вхідна напруга (рекомендована): 7-12V
- Цифрових входів / виходів: 14 (з яких 6 можуть бути використані як ШІМ)
- Аналогових входів: 8
- Сила струму на входах / виходах: 40 мА
- Пам'ять: 32 кБ з яких 2кб використовується бутлоадер
- SRAM: 2 кБ
- EEPROM: 1 кБ
- Частота: 16 МГц

Розпіновка Arduino Nano 328p:

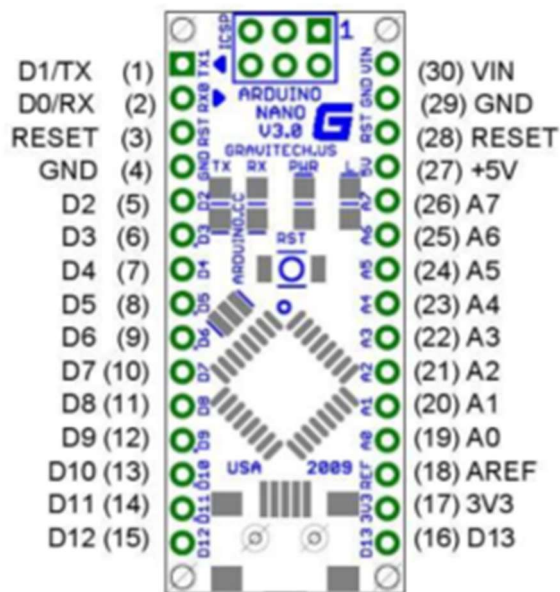


Рисунок 2 – Розпіновка Arduino Nano

Аналогові виводи позначаються літерою А і є входами. Вони мають підтягуючий резистор, вимірюють напругу, подану на них, і повертають значення через функцію `analogRead()`.

На деяких цифрових виводах можна побачити символ $\sim$. Ці контакти можна використовувати для широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Arduino Nano має шість таких виводів: D3, D5, D6, D9, D10, D11. Для роботи з вихідними виводами ШІМ використовується функція `analogWrite()`. Опис пінів Arduino Nano 328p:

- цифрові входи, виходи D0 – D13;
- аналогові входи, виходи A0-A7 (10-розрядний АЦП);
- ШІМ піни 3, 5, 6, 9, 10, 11;
- UART: D0 і D1 (TX і RX);
- I2C: SDA – A4, SCL -A5;
- SPI: MOSI – 11, MISO – 12, SCK – 13, SS(10).

Пройдемося по пінам:

- 0 – TX (передача даних UART), D0;
- 1 – RX (прийом даних UART), D1. RX і TX можуть використовуватися для зв'язку по послідовному інтерфейсу або як звичайні порти даних.

- 3, 29 – скидання;
- 4, 29 – земля;
- 5 – D2, переривання INT0;
- 6 – D3, переривання INT1, ШІМ, AIN0;
- 7 – A4, лічильник T0, шина I2C SDA, AIN1, AIN0 і AIN1 – входи для швидкодіючого аналогового компаратора.

- 8 – A5, лічильник T1, шина I2C SCL, ШІМ.
- 9 – 16 – порти D6-D13, з яких D6 (9й), D9 (12й), D10 (13й) и D11 (14й) використовуються як виходи ШІМ. D13 (16й пін) – світлодіод. Також D10 – SS, D11 – MOSI, D12 – MISO, D13 – SCK використовуються для зв'язку по інтерфейсу SPI.

- 18 – AREF, це опорна напруга для АЦП мікроконтролера.
- 19 – 26: аналогові входи A0 ... A7. Розрядність АЦП 10 біт. A4 (SDA), A5 (SCL) – використовуються для зв'язку по шині I2C. Для створення використовується спеціальна бібліотека Wire.

Мікроконтролери мають широкий функціонал, але одним з їхніх недоліків є наявність обмежень, таких як кількість виводів і обчислювальна потужність. Тому, на етапі проектування схеми пристрою, важливо продумати, як спростити конструкцію, щоб мінімізувати кількість контактів, необхідних для підключення, і зменшити складність схеми. Це дозволить оптимізувати використання ресурсів мікроконтролера та забезпечити ефективність у роботі пристрою.

Модуль MAX7219 представлена на рисунку 3 та 4

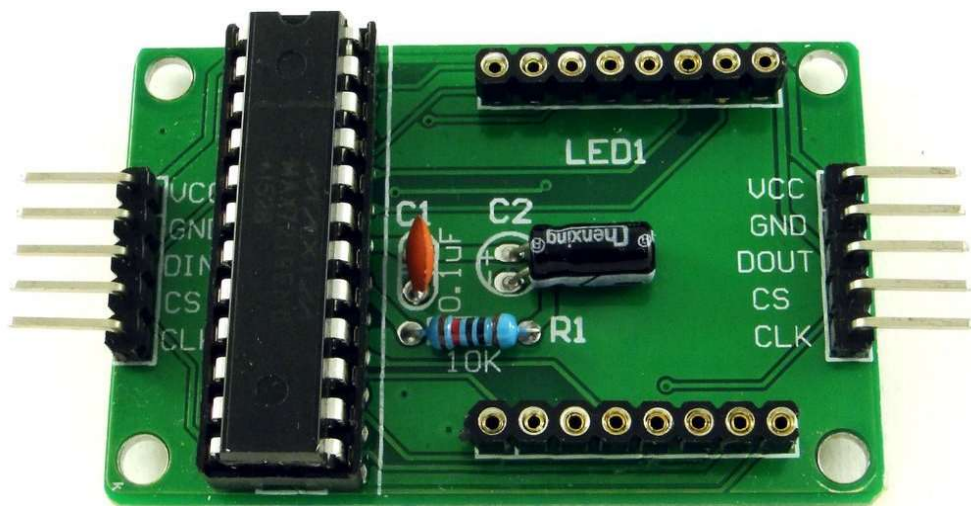


Рисунок 3 – Модуль без матриці

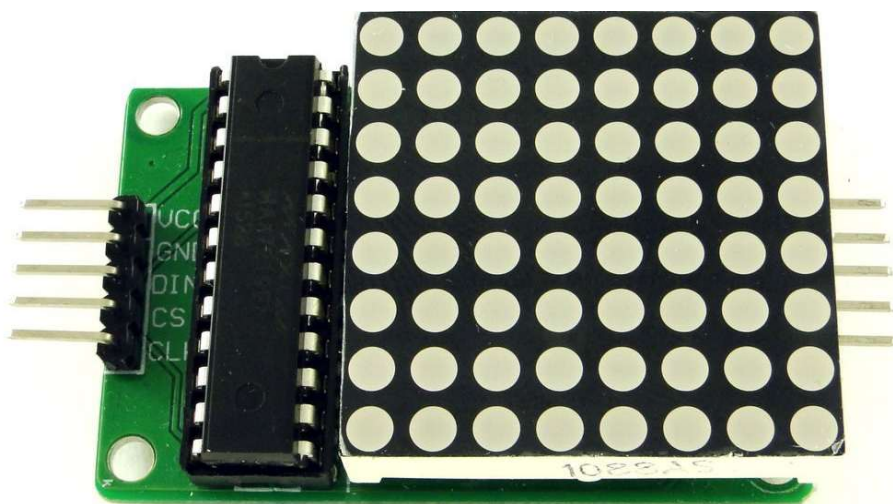


Рисунок 4 – Модуль з матрицею

Модуль має п'ять виходів з боку голови. З одного боку сигнал надходить в модуль, з іншого – виходить з модуля і передається на наступний. Це дозволяє з'єднувати масиви в ланцюжок.

Вхідний роз'єм:

- VCC, GND – живлення;
- DIN – вхід даних;
- CS – вибір модуля (chip select);
- CLK – синхроімпульс.

Вихідний роз'єм:

- VCC, GND – живлення;
- DIN – вхід даних; – CS – вибір модуля (chip select);
- CLK – синхроімпульс.

Працює модуль від напруги 5 Вольт.

1.5 Принцип роботи Arduino NANO 328p

Arduino Nano — це одна з трьох найпопулярніших плат мікроконтролерів Arduino, що дозволяє створювати компактні пристрої, зберігаючи при цьому всі функції, характерні для Arduino Uno. Як зазначає назва, ця плата дійсно має компактні розміри при збереженні таких самих функціональних можливостей.

Arduino Nano є повним аналогом Arduino Uno, оскільки працює на чіпі ATmega328P (хоча існують варіанти з чіпом ATmega168), але має менші габарити. Це робить Nano популярним вибором для проектів, де важлива компактність. Плата не має окремого роз'єму для живлення і працює через USB (miniUSB або microUSB). В іншому ж, її параметри аналогічні Arduino Uno.

Деталі для побудови аналізатора частот:

Для створення аналізатора частот з використанням Arduino Nano знадобляться такі компоненти: макетна плата, матриця 4x4 (MAX7219) і сам Arduino Nano 328p.

Живлення:

- Arduino Nano підтримує кілька варіантів живлення:
- Через кабель Mini-B USB
- Зовнішнє джерело живлення з нестабілізованою напругою в діапазоні 6-20 В
- Стабілізовану напругу 5 В через контакт 27

Arduino Nano автоматично вибирає джерело живлення з найвищою напругою для своєї роботи. Однак важливо зазначити, що напруга для мікросхеми FTDI FT232RL подається тільки при живленні через USB. Коли ж плата підключена до зовнішнього джерела живлення, вихідна напруга 3,3 В, яку генерує мікросхема FTDI, не активується. Це може призвести до блимання світлодіодів RX і TX, якщо на контакт 0 подається вхідний сигнал високого рівня.

Це явище виникає через конфігурацію живлення Arduino Nano та залежить від вибраного джерела живлення. Якщо використовується зовнішнє джерело, яке не подає напругу на FTDI, спостерігається описане блимання.

Програмування:

Arduino Nano програмується за допомогою середовища Arduino IDE. Для цього у меню "Інструменти > Плата" потрібно вибрати одну з опцій: «Arduino Diecimila, Duemilanove або Nano w, ATmega168» або «Arduino Duemilanove або Nano w, ATmega328». ATmega328 на Arduino Nano поставляється з попередньо прошитим завантажувачем, що дозволяє завантажувати нові програми на мікроконтролер без необхідності використання зовнішнього програматора. Взаємодія з мікроконтролером здійснюється через протокол STK500.

1.6 Середовище програмування Arduino IDE

Arduino IDE — це апаратно-програмна платформа, орієнтована на хобістів та аматорів, яка надає інструменти для розробки проектів з використанням мікроконтролерів. Вона включає в себе мікроконтролерну плату з функціями введення/виведення та середовище розробки, яке побудоване на основі мови програмування Processing/Wiring, що є спрощеною версією C/C++.

Однією з важливих переваг Arduino є доступність інформації про мікроконтролер, включаючи схеми плат, технічні характеристики та програмне забезпечення. Це дозволяє користувачам легко отримувати детальну інформацію про пристрій і використовувати її для створення власних проектів. Відкритий підхід Arduino сприяє розвитку та інноваціям у спільноті користувачів.

Arduino IDE надає просте і зручне середовище для програмування мікроконтролерів, що робить його популярним інструментом у таких галузях, як електроніка, робототехніка та інших сферах, де використовується програмування мікроконтролерів.

Arduino IDE — це текстовий редактор для написання програмного коду з панеллю повідомлень, вікном виведення тексту (консоллю), інструментами та кількома меню. Для завантаження програми на плату Arduino середовище IDE встановлює зв'язок з апаратним забезпеченням.

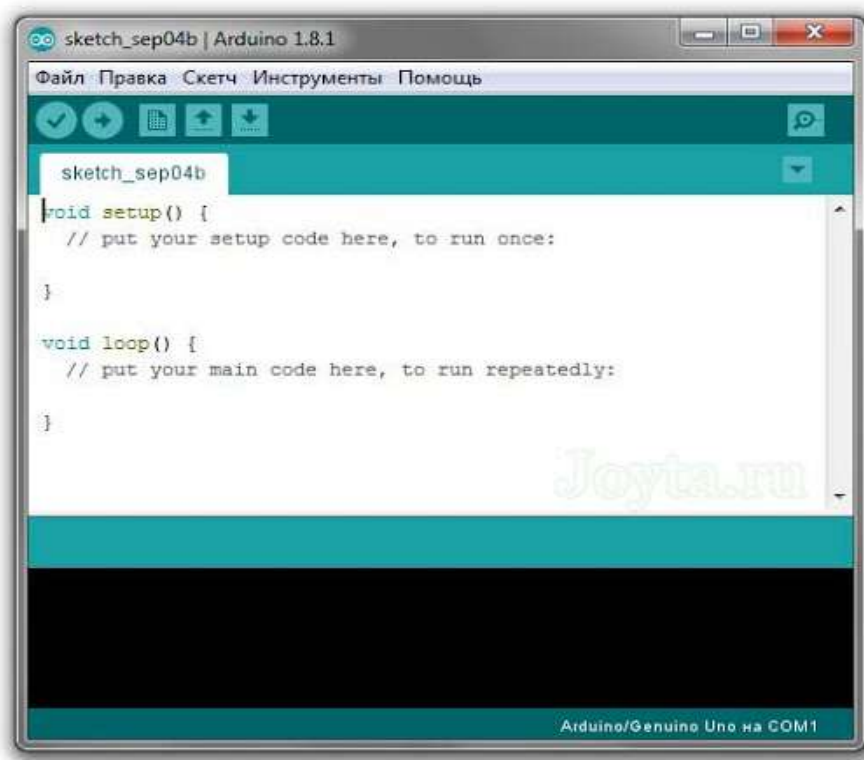


Рисунок 5 – Вікно Arduino IDE

Меню «Файл» в Arduino IDE містить опцію «Папка зі скетчами», яка визначає місце збереження проектів. За замовчуванням, Arduino IDE зберігає кожен скетч (проект) у окремій папці, і ім'я цієї папки відповідає імені, яке ви вказуєте при збереженні скетчу. Якщо потрібно змінити робочий каталог для зберігання скетчів, ви можете скористатися опцією "Налаштування", доступною в меню Arduino IDE. Це дозволить вам вказати інше місце для збереження ваших проектів.

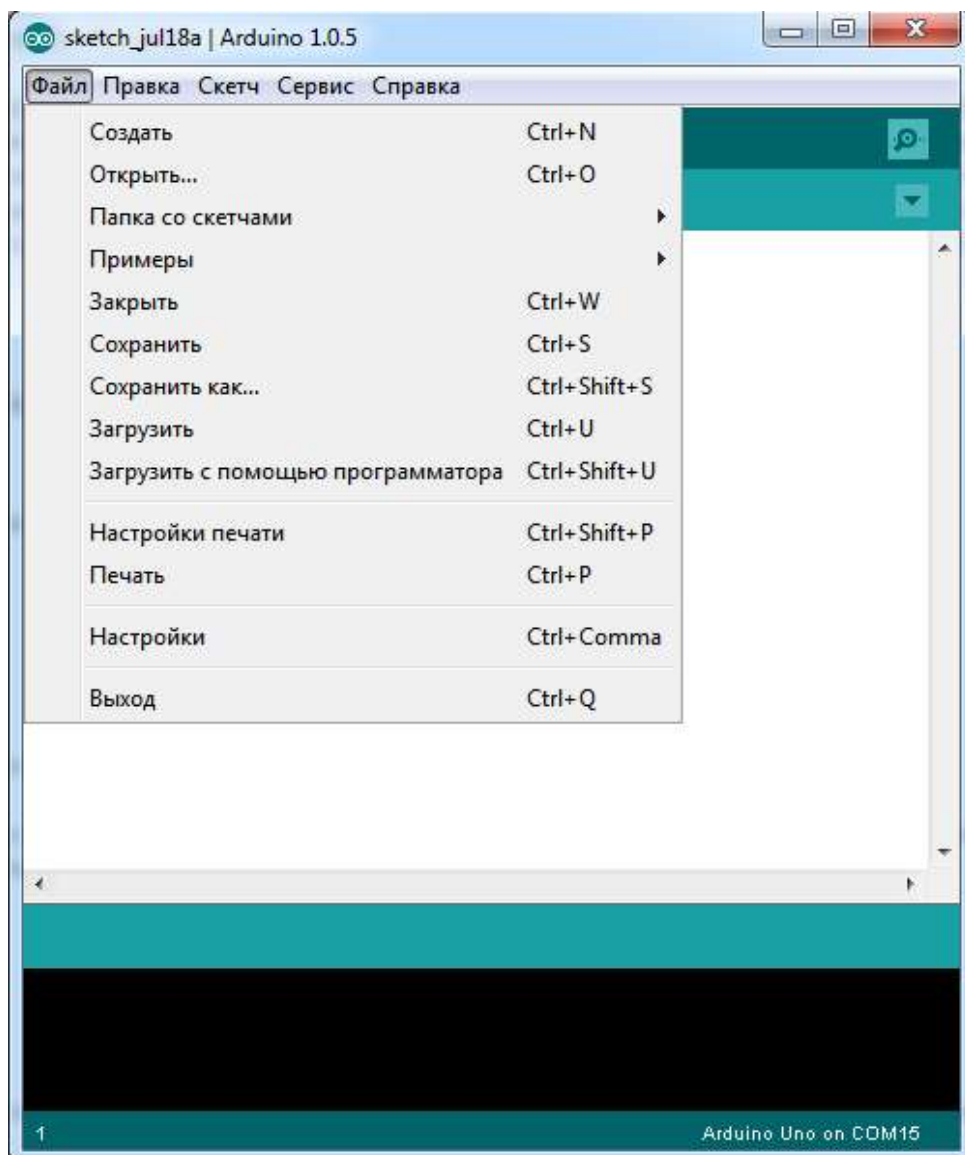


Рисунок 6 – Меню «Файл»

У меню "Правка" в Arduino IDE розташовані команди, що призначені для редагування коду програми. Це включає в себе такі функції, як копіювання, вирізання, вставка, скасування дій та інші операції для роботи з текстом. Для зручності користувачів часто використовувані команди мають комбінації клавіш, які дозволяють швидко виконувати ці дії за допомогою клавіатури, що значно спрощує процес програмування.

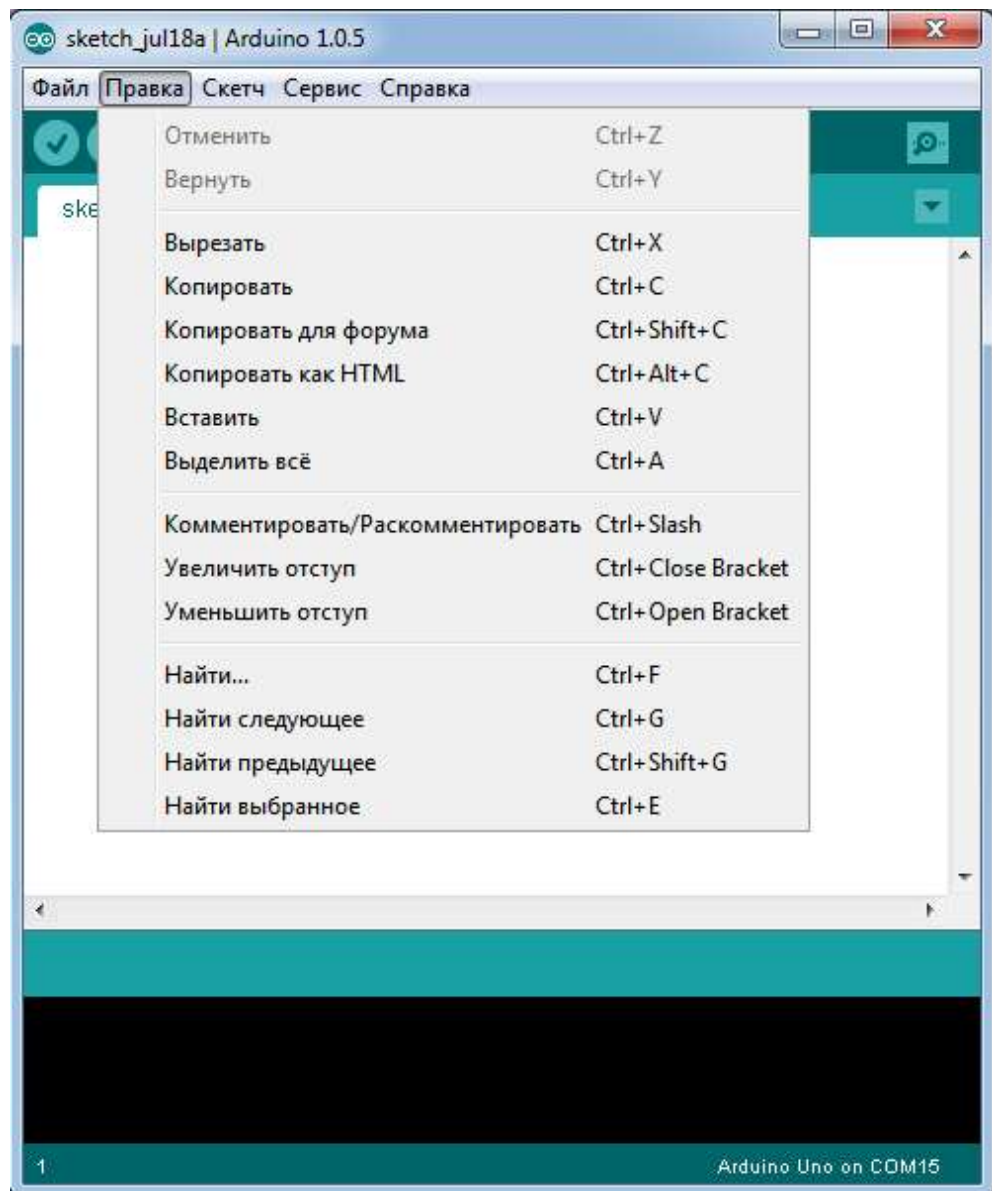


Рисунок 7 – Меню «Правка»

Меню "Скетч" в Arduino IDE містить команду, яка дублює функцію з панелі управління — "Перевірити, компілювати". Коли ви вибираєте цю команду, система перевіряє ваш код на наявність помилок. Якщо помилок не виявлено, код компілюється, підготовлюючи його до завантаження на мікроконтролер. Це дає можливість швидко виявити синтаксичні помилки і перевірити коректність програми перед завантаженням.

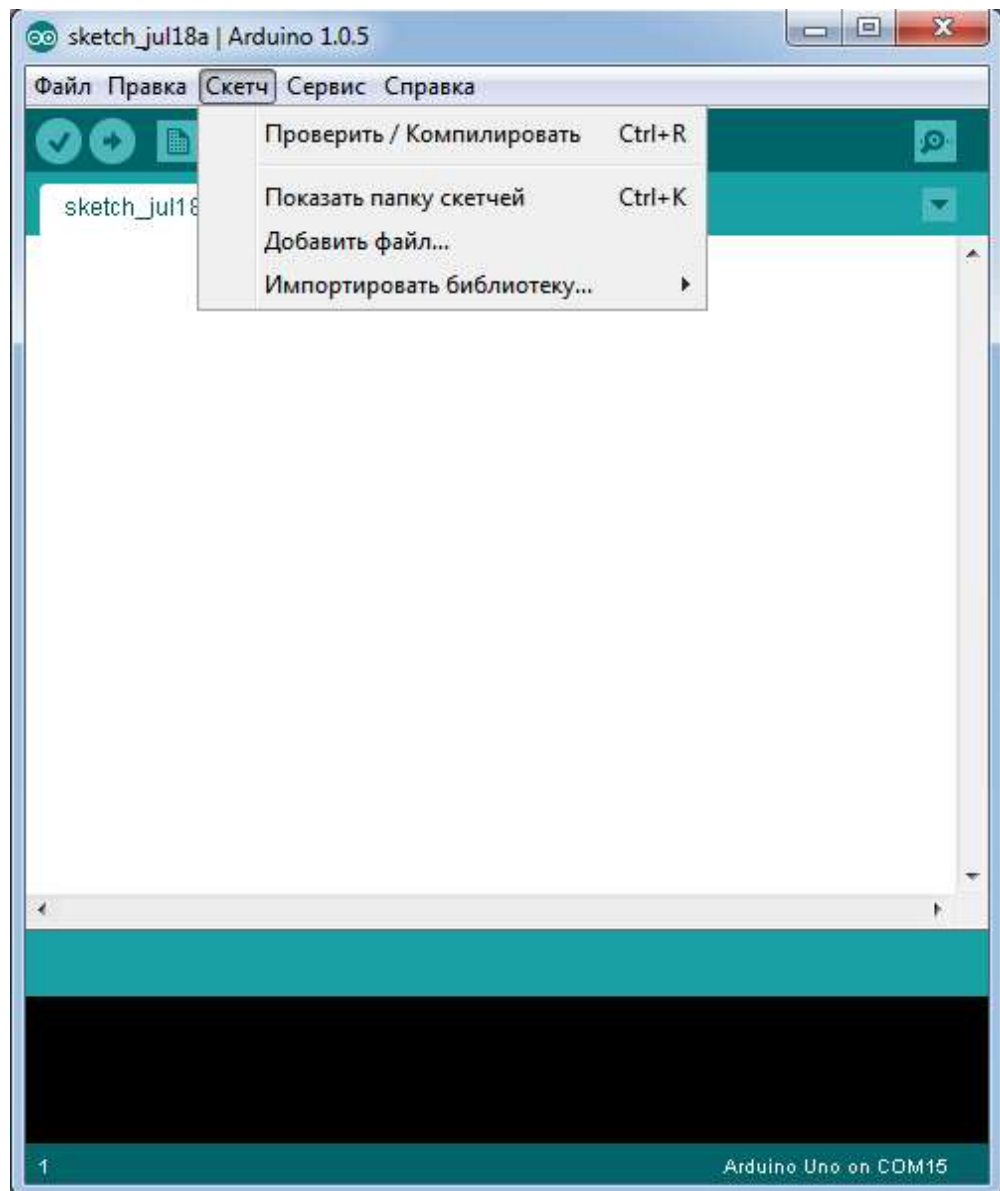


Рисунок 8 – Меню «Скетч»

Бібліотеки додають ескізам додаткові функції, які спрощують роботу з різним обладнанням або обробку даних. Однак для використання бібліотек необхідний додатковий простір у пам'яті Arduino. Щоб встановити бібліотеки, які були знайдені в інтернеті, можна скористатися командою «Імпорт бібліотеки...», а потім вибрати опцію «Додати бібліотеку...». Це дозволяє додавати нові бібліотеки в середовище Arduino IDE для подальшого використання у ваших проектах.

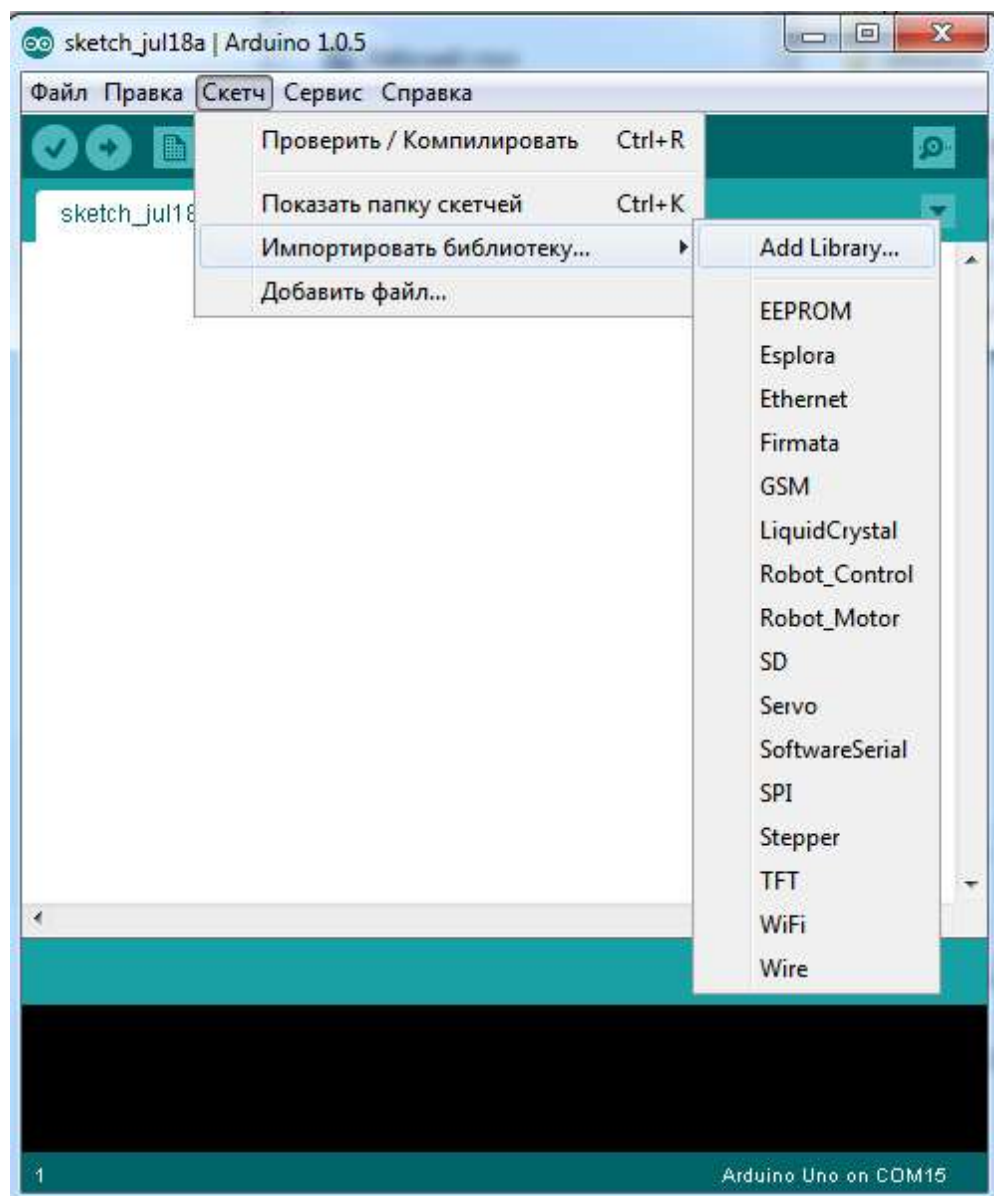


Рисунок 9 – Меню «Імпортувати бібліотеку»

Для додавання бібліотеки в Arduino IDE потрібно вказати шлях до zip-архіву або файлу з бібліотекою, який був завантажений на комп'ютер. Після цього бібліотека стане доступною для імпорту через команду `#include`, що дозволяє використовувати її функціональність у вашому проєкті.

У меню «Сервіс» необхідно вибрати модель мікроконтролера, а також вказати COM-порт, до якого він підключений. Однією з корисних функцій є автоформатування, яке дозволяє автоматично виправити помилки в розмітці коду та привести його до легкочитного вигляду. Це особливо корисно при копіюванні сторонніх програм або ескізів.

Arduino IDE також дозволяє запрограмувати bootloader на мікроконтролери ATmega. Для цього необхідно вибрати відповідний пункт у меню «Програматор».

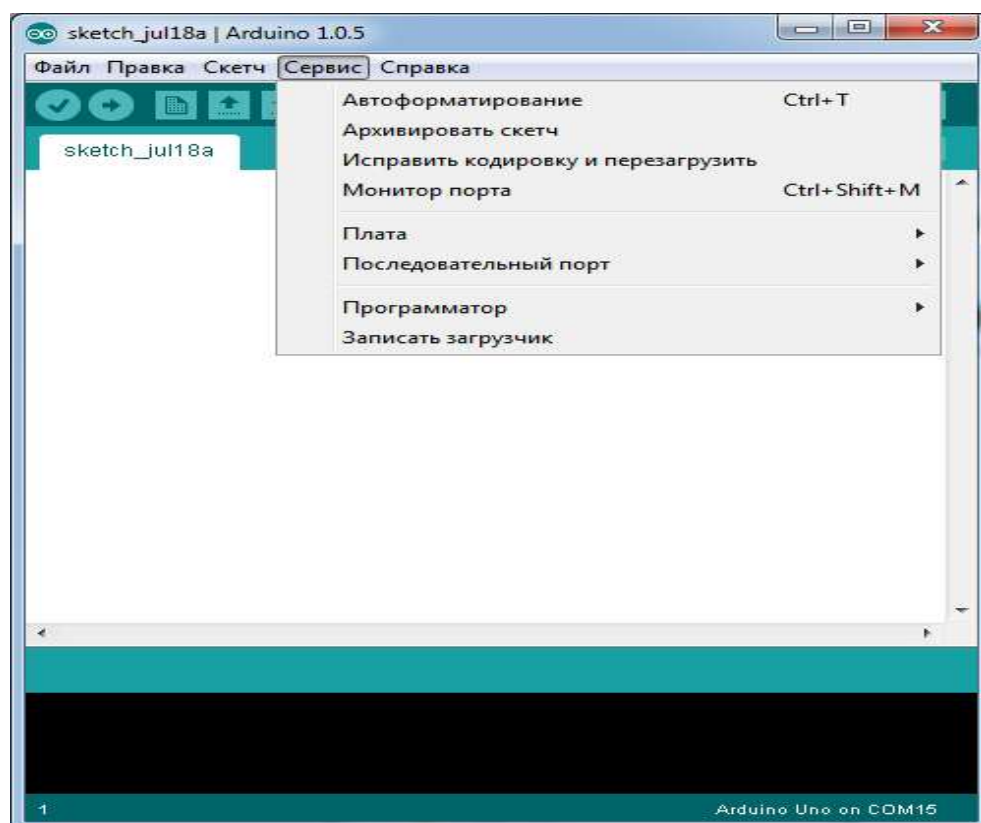


Рисунок 10 – Меню «Сервіс»

Пункт меню «Монітор порту» в Arduino IDE відкриває вікно для обміну повідомленнями з Arduino через COM-порт. Це вікно дозволяє відправляти дані з комп'ютера до мікроконтролера та отримувати зворотній зв'язок, що зручно для налагодження програми та перевірки коректності роботи пристрою. У «Моніторі порту» також можна налаштувати швидкість передачі даних (бодрейт) та вибрати правильний COM-порт для підключення до Arduino.

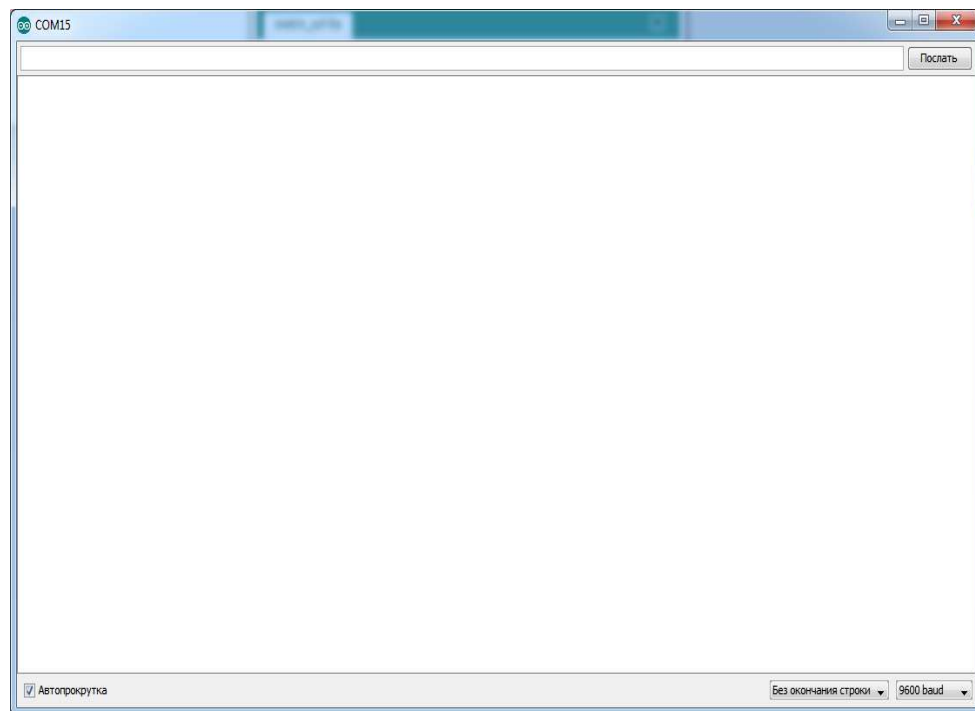


Рисунок 11 – Вікно для повідомлень

Меню «Довідка». Пункти меню ведуть на відповідні статті на офіційний сайт.

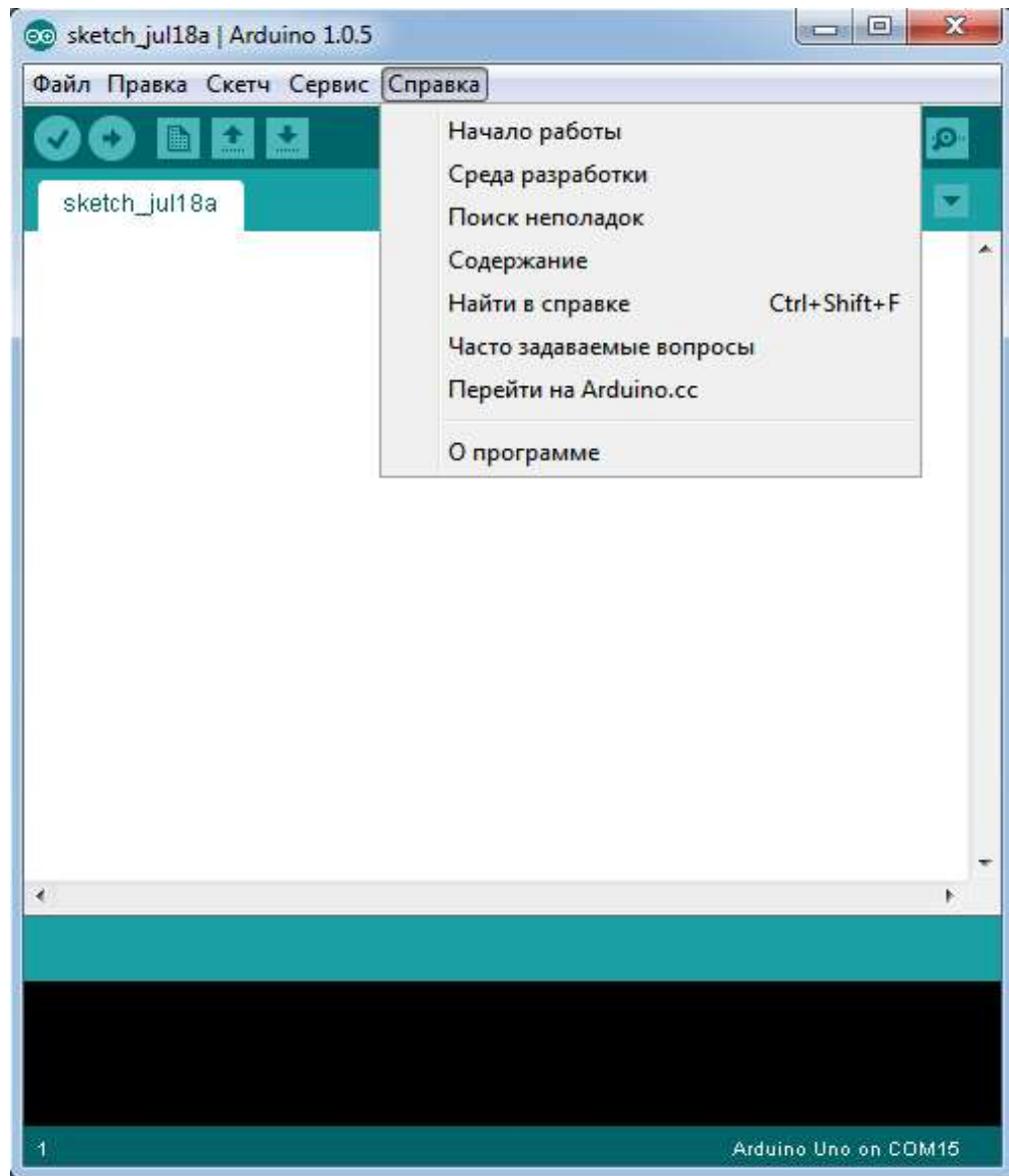


Рисунок 12 – Меню «Довідка»

1.7 Опис RC, LC фільтрів

RC-фільтр — це електричний фільтр, що складається з резистора (R) та конденсатора (C). Використовуючи властивості цих елементів, фільтр дозволяє пропускати або заглушати певні частоти сигналу. Такі фільтри часто застосовуються для очищення сигналів від шуму, обробки аудіо- та радіочастотних сигналів, а також для фільтрації.

Низькочастотний фільтр пропускає сигнали з низькими частотами, при цьому ослаблює високочастотні. Сигнали з низькими частотами проходять майже без змін, тоді як високі частоти пригнічуються. Частота, при якій фільтр починає значно ослаблювати сигнал, називається частотою зрізу.

Високочастотний фільтр працює в зворотньому режимі: він пропускає високі частоти та пригнічує низькочастотні. На високих частотах резистор і конденсатор не створюють значного опору, тому ці частоти проходять без змін, а низькі частоти блокуються. Частота зрізу для цього фільтра також обчислюється подібним чином.

Бандпасний фільтр пропускає лише певний діапазон частот, блокуючи як низькі, так і високі частоти. Він поєднує функції низькочастотного та високочастотного фільтрів, дозволяючи пройти лише частотам у визначеному діапазоні.

Бандзагороджувальний фільтр пригнічує певний діапазон частот, дозволяючи проходити як низьким, так і високим частотам. Він корисний для блокування небажаних частот, наприклад, радіо- чи аудіошуму.

Основні параметри RC-фільтра включають частоту зрізу, при якій амплітуда сигналу змінюється на 3 дБ, а також постійну часу, що визначає швидкість зміни сигналу у фільтрі.

RC-фільтри мають широке застосування в електроніці, наприклад, для згладжування напруги в джерелах живлення, фільтрації аудіо сигналів з метою видалення шуму або поліпшення якості звуку, а також у радіоелектронних пристроях для обробки сигналів. Завдяки простоті конструкції такі фільтри широко використовуються в різноманітних пристроях, від побутових аудіосистем до складних електронних систем.

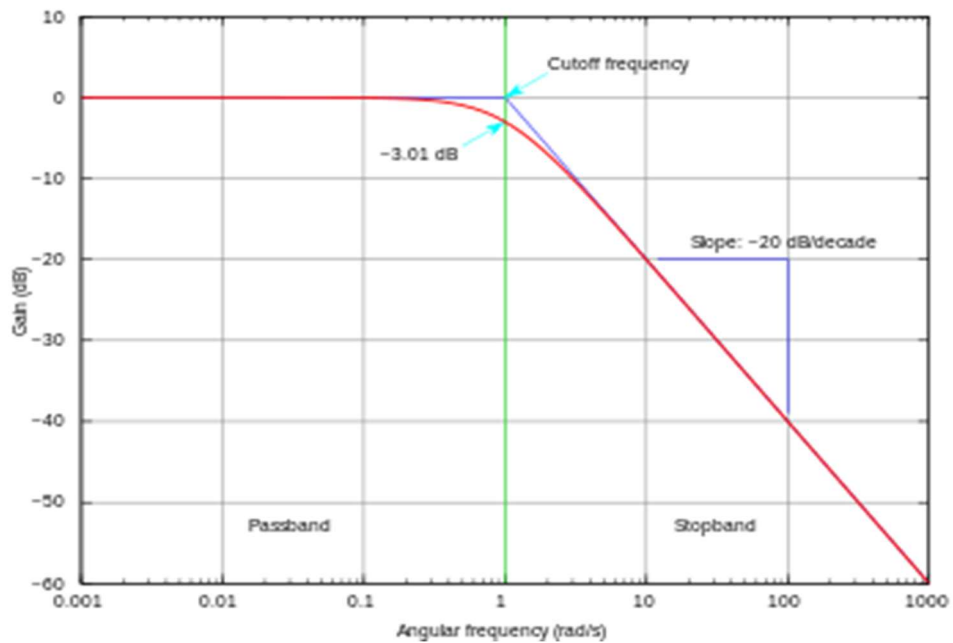


Рисунок 13 – Характеристика частотна амплітуди
низькочастотного фільтру

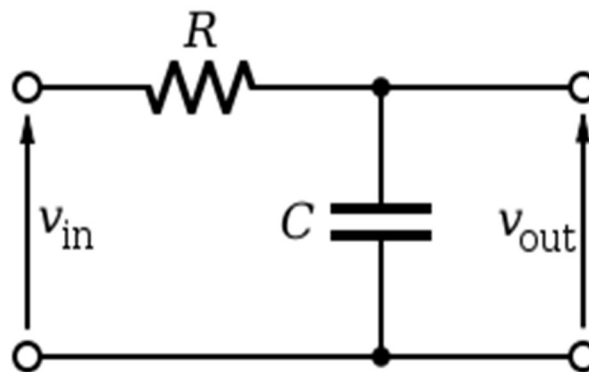


Рисунок 14 – RC-фільтр низьких частот

LC фільтр.

Низькочастотний LC-фільтр пропускає сигнали з низькими частотами, ослаблюючи високочастотні. Індуктивність на низьких частотах має невеликий опір, тому низькочастотні сигнали проходять без змін, а високі частоти блокуються. Частота зрізу для цього фільтра — це та, при якій сигнал починає значно ослаблюватися.

Високочастотний LC-фільтр працює в зворотньому режимі: він пропускає високі частоти та пригнічує низькочастотні. При високих частотах конденсатор створює невеликий опір, дозволяючи високим частотам проходити, тоді як низькочастотні сигнали блокуються. Як і в попередньому випадку, частота зрізу визначає точку, де фільтрація стає значною.

Бандпасний LC-фільтр пропускає лише певний діапазон частот, блокуючи як низькі, так і високі частоти. Він поєднує функції низькочастотного та високочастотного фільтрів, дозволяючи пройти лише сигналам, що знаходяться в заданому діапазоні частот.

Бандзагороджувальний LC-фільтр пригнічує певний діапазон частот, дозволяючи пройти як низьким, так і високим частотам. Цей фільтр корисний для блокування небажаних частот, наприклад, радіо- чи аудіошуму в певних діапазонах.

Основними параметрами LC-фільтра є частота зрізу, при якій амплітуда сигналу зменшується на 3 дБ, а також резонансна частота, яка визначає точку, на якій фільтр найбільш ефективно пропускає або блокує сигнал. Резонансна частота для LC-фільтра залежить від індуктивності та ємності.

LC-фільтри мають широке застосування в радіоелектроніці, зокрема для фільтрації сигналів у радіостанціях, пристроях зв'язку, аудіо та відео системах. Завдяки своїй ефективності на високих частотах, LC-фільтри використовуються в багатьох пристроях, що працюють на радіочастотах або високих частотах, таких як телевізори, радіоприймачі та інші пристрої для обробки сигналів.

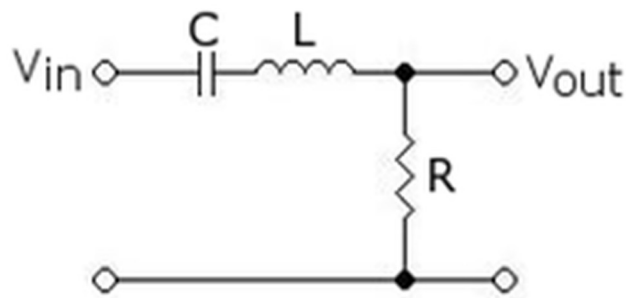


Рисунок 15 – LC-фільтр

1.8 Опис світлодіодного дисплея

Матриця MAX7219 є важливим елементом для відображення різноманітних символів, знаків та графічних зображень у багатьох електронних пристроях. У цьому випадку застосовується світлодіодна матриця з індикатором 1088BS, що керується чіпом MAX7219. Індикатор 1088BS має 16 пінів, з яких 8 використовуються для управління рядками, а ще 8 — для стовпцями. Завдяки можливості зняття індикатора з модуля, є змога замінити його при необхідності.

Матриця оснащена контактами для підключення до джерела живлення та інтерфейсом SPI для зв'язку з контролерами. Піни VCC (для подачі живлення) та GND (для загального контакту) забезпечують енергозабезпечення, а контакти DIN (вхід даних), CS (вибір кристала) і CLK (тактові імпульси) використовуються для зв'язку через SPI.

Щоб підключити цю матрицю до контролерів Arduino, необхідно встановити бібліотеку LedControlMS. Після цього матрицю можна з'єднати з Arduino за допомогою Dupont кабелів "мама-мама" довжиною 20 см, які зазвичай йдуть у комплекті з матрицею.

Підключивши та забезпечивши живлення, світлодіодну матрицю можна використовувати для відображення символів, цифр або графічних елементів у різноманітних електронних проектах, що потребують такої функціональності.

Блок живлення

Як альтернативне джерело живлення для електронних проектів можна використовувати звичайний системний блок комп'ютера. Він оснащений вбудованим блоком живлення, який надає стабільну напругу на різних рівнях, таких як 12 В, 5 В і 3,3 В. Це дозволяє ефективно живити такі компоненти, як Arduino, світлодіодні матриці, датчики та інші пристрої.

Для використання комп'ютерного блоку живлення в електронних проектах необхідно підключити виходи блоку до відповідних контактів у схемах. Наприклад, 12 В і 5 В виходи зазвичай підходять для більшості проектів, а для отримання 3,3 В можна використати регулятор напруги або DC-DC перетворювач.

Важливо пам'ятати про техніку безпеки при підключенні та використанні системного блоку як джерела живлення. Потрібно правильно підключати дроти та компоненти, а також враховувати максимальну потужність, яку може забезпечити блок живлення, щоб уникнути перевантажень і пошкодження компонентів.



Рисунок 16 – Порт usb 2.0A

2 Частина індивідуальна

2.1 Розробка макетної плати пристрою

Макетна плата — це незамінний інструмент для швидкого створення прототипів електронних пристроїв. Вона має надійну пластикову основу, яка забезпечує міцність та стабільність конструкції. На платі розташовані отвори з кроком 2,54 мм, що дозволяє точно і зручно розміщувати та підключати компоненти електричних схем.

Всередині плати є ряди металевих пластин, які виконують роль провідників для передачі сигналів і живлення між різними елементами схеми. Ці пластини створюють необхідні електричні з'єднання.

На краях макетної плати є спеціальні затискачі, які фіксують компоненти в пластикових гніздах. Вони дозволяють швидко і надійно встановити компоненти без необхідності паяння або використання додаткових з'єднувальних елементів.

В цілому, макетна плата з пластиковою основою, металевими пластинами і фіксуючими затискачами є ефективним і зручним інструментом для швидкого прототипування. Вона забезпечує зручне розташування компонентів, їх підключення та гарантує стабільність і надійність прототипу.



Рисунок 17 – Кліпси, які розташовані в макетній платі

При використанні макетної плати є кілька важливих моментів, на які варто звернути увагу. По-перше, кожна рейка на платі дозволяє з'єднати до п'яти кліпс, що є стандартним для безпаяних конструкцій. Це дозволяє зручно розміщувати і підключати до п'яти елементів, що потребують з'єднання між собою.

По-друге, макетна плата має поділ отворів на дві ізольовані частини. Кожен ряд складається з десяти отворів, поділених на дві групи по п'ять отворів у кожній. Така організація створює ізольовані контакти, що допомагає запобігти небажаним коротким замиканням між елементами. Це особливо важливо для забезпечення необхідної ізоляції між компонентами схеми, зокрема мікросхемами в DIP-корпусах, що потребують розділення контактів для коректної роботи.

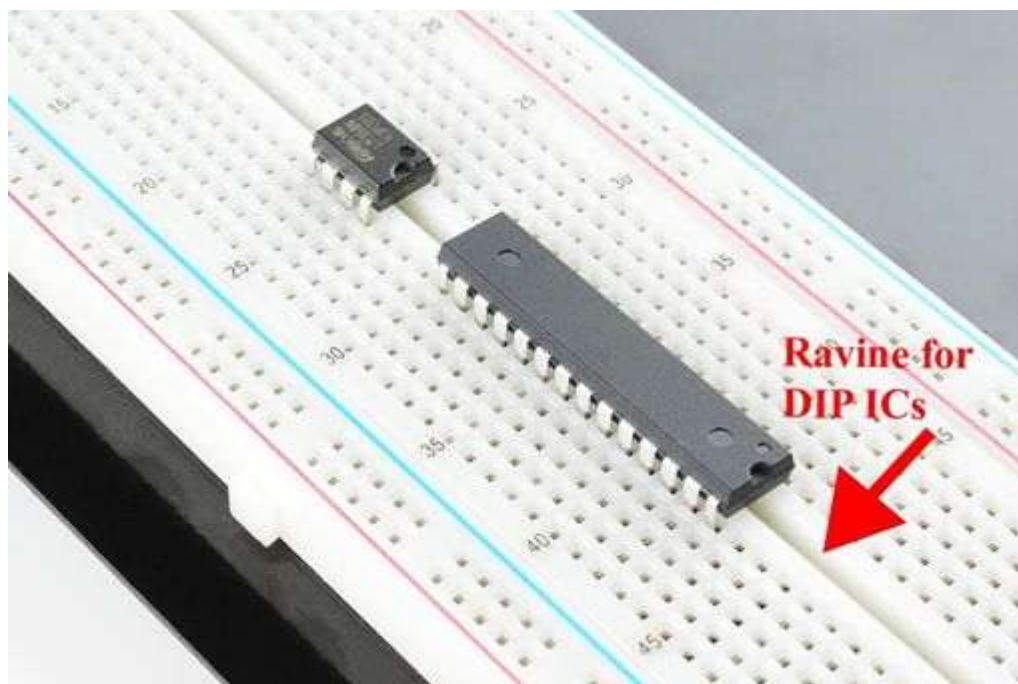


Рисунок 18 – Ізольовані частини макетної плати

2.2 Розробка структурної схеми

Щоб цей проект працював, спочатку необхідно підключити всі потрібні пристрої до макетної плати. Після завершення підключення потрібно запрограмувати плату Arduino Nano 328p. Для цього підключіть плату до комп'ютера та відкрийте середовище Arduino IDE. Детальні інструкції щодо цього можна знайти в розділі 1.5.

Коли плата буде успішно запрограмована, можна перевірити функціональність проекту. Для цього підключіть навушники до комп'ютера, телефону або іншого сумісного пристрою, щоб переконатися, що система працює належним чином.

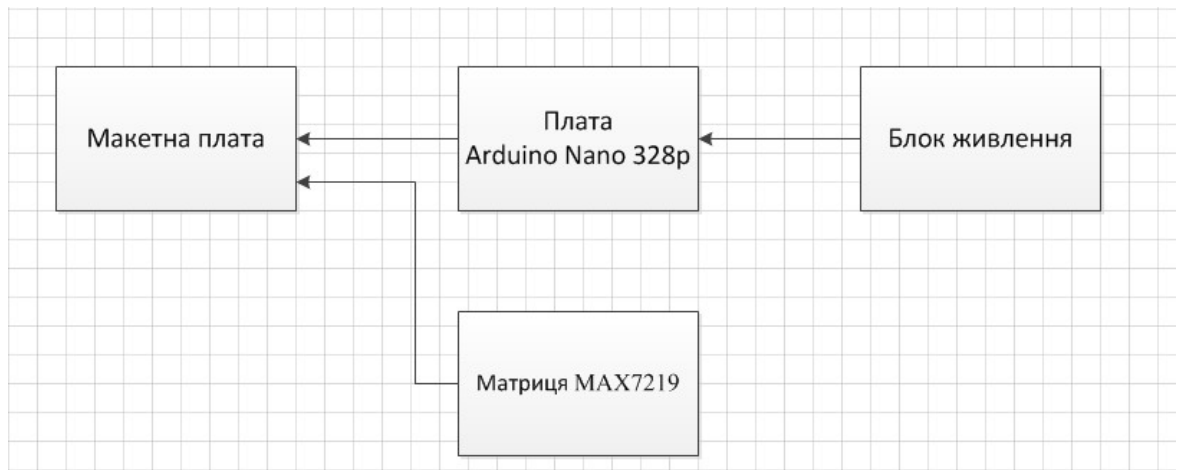


Рисунок 19 – Схема електрична структурна аналізатора частот

2.3 Розробка монтажної схеми пристрою

Монтажна схема для цього проекту була розроблена за допомогою програмного забезпечення Fritzing. Це потужний інструмент, який призначений для створення електричних схем та друкованих плат для проектів на платформі Arduino.

Fritzing пропонує великий вибір віртуальних моделей різних електронних компонентів, платформ і модулів, що значно полегшує процес

проектування. Користувач може без проблем вибирати потрібні елементи та додавати їх до свого проекту без необхідності самостійно створювати моделі або шукати зображення. Завдяки цьому процес розробки схем стає набагато швидшим і зручнішим, що дозволяє ефективно створювати принципові схеми електронних пристроїв.

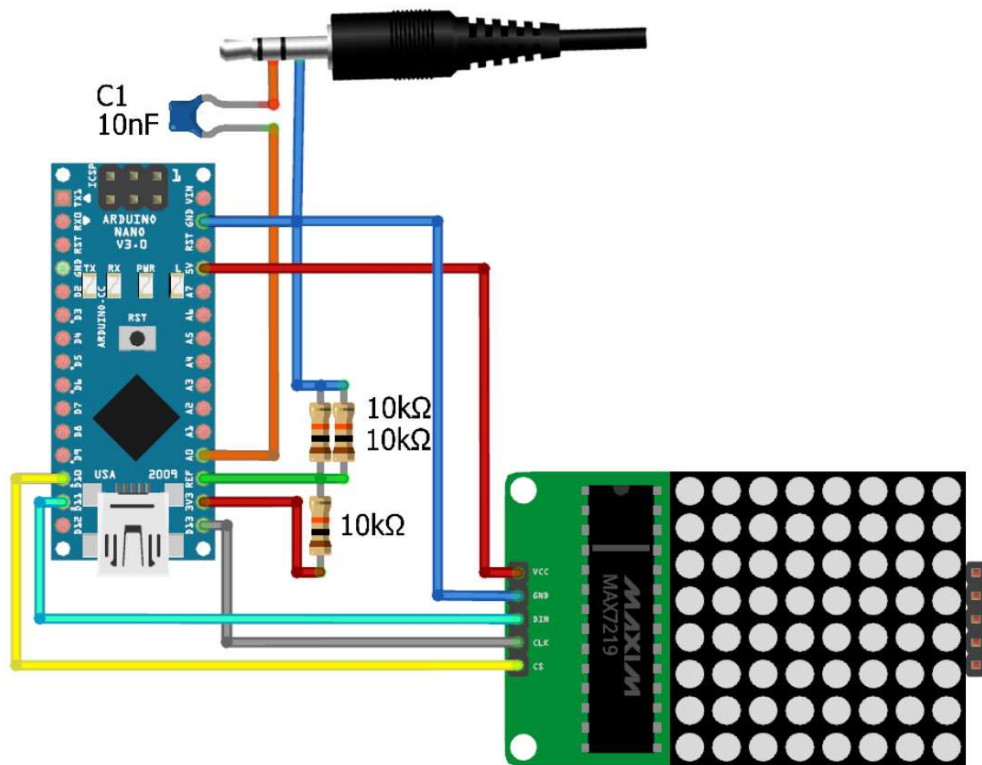


Рисунок 20 – Схема монтажна аналізатора частоти

Основна функція спектрального аналізатора полягає в моніторингу та вимірюванні енергетичних коливань в конкретному діапазоні частот. Ці процеси є критично важливими для забезпечення належної роботи радіoeлектронних пристроїв у визначених частотних діапазонах, що дозволяє уникнути взаємних перешкод між ними.

2.4 Розробка програмного забезпечення для керування пристроєм

Щоб цей проект працював, необхідно підключити всі пристрої до макетної плати. Після того як підключення буде завершено, потрібно запрограмувати плату Arduino Nano 328p.

Опис налаштувань:

Налаштування матриці:

BRIGHTNESS — яскравість матриці (0-15).

INPUT_GAIN — коефіцієнт посилення вхідного аудіосигналу.

LOW_PASS — мінімальна чутливість для шумів.

MAX_COEF — коефіцієнт для зменшення піків, щоб зробити їх більш приємними для сприйняття.

NORMALIZE — нормалізація піків для рівномірної висоти стовпців при однаковій гучності.

SMOOTH — плавність руху стовпців.

DELAY — затримка між оновленнями матриці.

Налаштування гучності:

DEF_GAIN — стандартне значення гучності.

MANUAL_GAIN — ручне налаштування гучності за допомогою потенціометра.

AUTO_GAIN — автоматичне налаштування гучності.

Точки максимуму:

MAX_DOTS — показувати/не показувати точки максимуму.

FALL_DELAY — швидкість падіння точок максимуму.

FALL_PAUSE — затримка перед падінням точок.

Масив тонів:

posOffset — масив, що визначає положення різних частотних діапазонів на матриці.

Основні частини коду:

Ініціалізація:

Встановлюється частота опитування аналогового порту, що дозволяє зібрати точніші дані.

Підключення зовнішньої напруги (3.3V через дільник) для збільшення точності.

Ініціалізація матриць через бібліотеки `Max72xxPanel` та налаштування їхніх властивостей.

Основний цикл (loop): Викликається функція `analyzeAudio()`, яка аналізує аудіо сигнал, використовуючи бібліотеку FHT (Fast Hartley Transform) для спектрального аналізу.

Обробка сигналу для видалення шумів (фільтрація нижнім порогом `LOW_PASS`). Підрахунок рівнів амплітуд на різних частотах.

Обчислення максимальних значень для кожного стовпця і їх виведення на матриці.

Функція `analyzeAudio()`: Читання значень з аналогового входу (`AUDIO_IN`). Обробка сигналу за допомогою бібліотеки FHT: формування спектра і виконання перетворення для виведення амплітуд в логарифмічному масштабі.

Фільтрація та виведення на матрицю:

Після обробки спектра фільтруються значення, щоб вони відповідали певним рівням чутливості.

Для кожної частоти (стовпця на матриці) малюється вертикальний стовпчик, що відображає рівень амплітуди в цьому діапазоні.

Якщо активовано відображення точок максимуму (`MAX_DOTS`), на максимальних значеннях з'являються пікселі.

Регулювання гучності:

Якщо увімкнено `MANUAL_GAIN`, гучність регулюється за допомогою потенціометра.

Якщо увімкнено AUTO_GAIN, гучність регулюється автоматично на основі максимального рівня сигналу.

Покращення та зауваження:

Оптимізація частоти вибірки: Використання швидшої вибірки сигналу з аналогового входу допомагає отримати точніші дані для аналізу спектра, що важливо для обробки аудіо в реальному часі.

Налаштування гучності: Ви можете вдосконалити автоматичне налаштування гучності, забезпечивши ще більшу стабільність роботи системи при високих рівнях сигналу.

Обробка спектра: Можна вдосконалити фільтрацію, додавши додаткові фільтри для конкретних частотних діапазонів, щоб отримати кращі результати для різних типів аудіо сигналів.

Цей код чудово підходить для створення візуалізацій аудіо сигналів у реальному часі, наприклад, для музичних світлодіодних панелей або спектральних аналізаторів.

Алгоритм роботи аналізатора спектра виглядає наступним чином:

Аналіз спектру: Вхідний сигнал проходить через аналіз, і формується масив значень для кожної з 128 частотних смуг. Це дозволяє отримати спектр частот, що відповідає різним енергетичним рівням в різних діапазонах частот.

Фільтрація за нижнім значенням: Для кожної з 128 частотних смуг проводиться фільтрація. Відкидаються значення, що нижчі за певний поріг, що дозволяє позбутися слабких сигналів, які не мають значного впливу на спектр.

Зменшення кількості смуг: Потім проводиться перехід від 128 смуг до 16 смуг. При цьому міжполосні значення зберігаються за лінійною залежністю, що дозволяє зменшити кількість смуг для зручності візуалізації, не втрачаючи важливих даних.

Пошук максимумів: Визначаються максимальні значення в кожній смугі. Це дозволяє коригувати висоту стовпців на матриці для більш точного відображення спектра.

Переклад "ваги" смуги в висоту матриці: Чисті значення смуг перетворюються у висоту стовпців на матриці, що дозволяє візуалізувати амплітуду на світлодіодній матриці.

Відправка смуг на матрицю: Розраховані значення для кожної смуги передаються на відповідні позиції матриці, що дозволяє відобразити спектр частот у вигляді стовпців.

Розрахунок позицій точок максимуму: Обчислюються позиції точок максимуму для точного відображення пік-сигналів, що дозволяє підвищити точність візуалізації.

Фільтрація верхніх піків: Відкидаються непотрібні верхні піки, і проводиться корекція висоти стовпчиків відповідно до гучності та інших факторів, щоб зробити візуалізацію більш чистою і адекватною.

*/

2.5 Налаштування приладу для дослідження амплітудно-частотної характеристики

Щоб пристрій працював, необхідно підключити USB-кабель до джерела живлення. У цьому випадку кабель з'єднаний з комп'ютером, який не тільки забезпечує живлення для пристрою, але й використовується для програмування мікроконтролера.



Рисунок 22 – Підключення usb до ПК

Після того, як пристрій підключено до комп'ютера, наступним етапом є підключення шнура від навушників до комп'ютера або мобільного телефону. Це дасть змогу прослуховувати аудіосигнал, що генерується або обробляється вашим проектом, і перевірити його правильність роботи.



Рисунок 23 – Підключення навушників до ПК

Після підключення навушників до комп'ютера або телефону, необхідно вибрати звуковий сигнал на пристрої. Потім можна спостерігати зміни частоти сигналу, які будуть відображатися на світлодіодній матриці або іншому візуальному інтерфейсі. Це дозволить побачити, як спектральний аналізатор реагує на різні частоти та амплітуди звукового сигналу.

2.6 Проведення дослідження амплітудно-частотної характеристики

Хід роботи:

- 1 Підключити пристрій до комп'ютера.
- 2 На комп'ютері активувати звуковий сигнал.
- 3 Вивести сигнал на матрицю.

Після активації звукового сигналу частоти будуть відображатися на матриці. Дивіться рисунок 24.

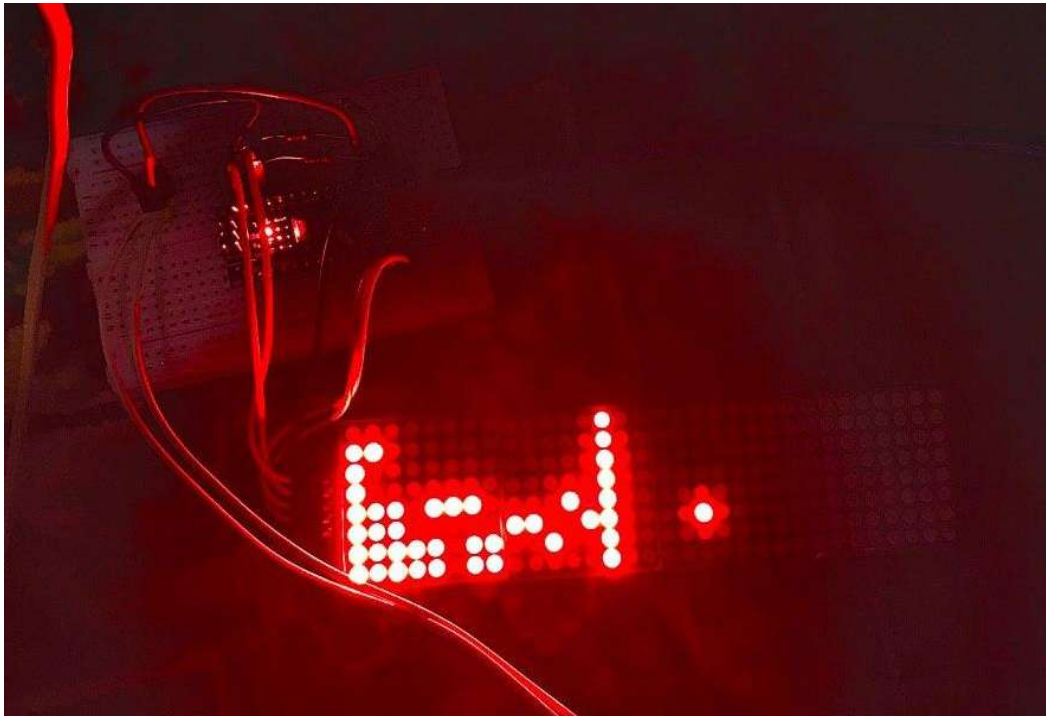


Рисунок 24 – Звуковий сигнал

Ввімкнули сигнал звуку з частотою 200 Гц і вивели на матрицю. Дивитись рисунок 25.

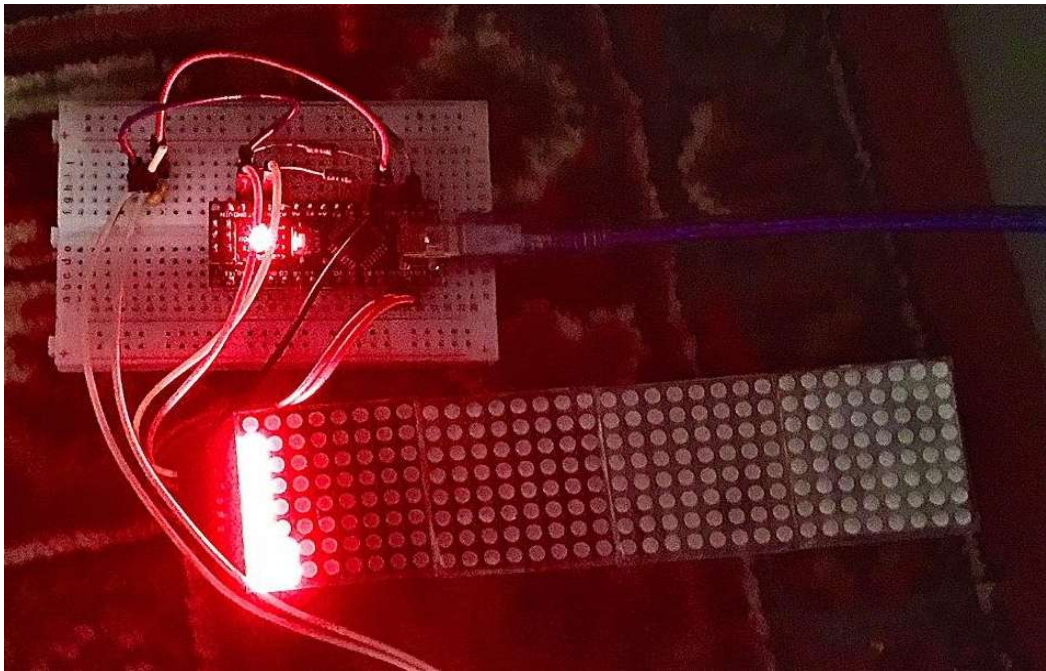


Рисунок – 25 Частота сигналу 200 Гц

Ввімкнули сигнал звуку з частотою 5000 Гц і вивели на матрицю.
Дивитись рисунок 26.

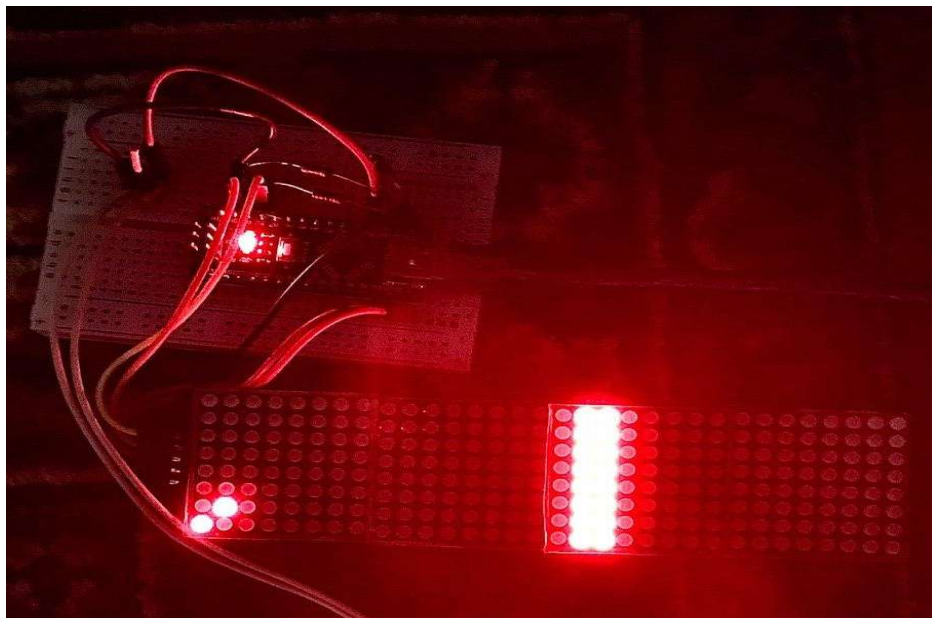


Рисунок 26 – Частота сигналу 5000 Гц

Ввімкнули сигнал звуку з частотою 15000 Гц і вивели на матрицю.
Дивитись рисунок 27.



Рисунок 27 – Частота сигналу 15000 Гц

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1 Аналіз умов праці на робочому місці

Оцінка умов праці на робочому місці вимагає комплексного підходу, оскільки важливо врахувати різні аспекти середовища, що безпосередньо впливають на ефективність працівників і їхнє загальне самопочуття.

Фізичне середовище. Серед важливих чинників — освітлення, вентиляція, температура та рівень шуму. Недостатнє освітлення, занадто високий рівень шуму або незручна температура можуть викликати дискомфорт, що, у свою чергу, знижує продуктивність працівників.

Ергономіка робочого місця. Важливо правильно організувати простір для роботи, розташувавши стіл, стілець, монітор і клавіатуру так, щоб мінімізувати навантаження на організм. Це допоможе запобігти болям у спині, ший та руках і сприятиме правильній поставі під час роботи.

Безпека. Аналіз безпеки на робочому місці має вирішальне значення для запобігання травмам та нещасним випадкам. Потрібно визначити потенційні загрози, такі як токсичні матеріали чи небезпечне обладнання, і вчасно вжити заходів для їх усунення.

Психосоціальне середовище. Взаємовідносини між співробітниками, рівень стресу та соціальна підтримка впливають на працездатність. Високий стрес або відсутність підтримки може спричинити вигорання, зниження мотивації та зменшення продуктивності праці.

Робочий графік і навантаження. Важливо правильно організувати робочий графік і розподіл обов'язків, щоб уникнути перевтоми. Якщо графік складається нерівномірно або робоче навантаження занадто велике, це може призвести до зниження ефективності і виникнення проблем зі здоров'ям.

Загалом, ретельна оцінка всіх цих умов дає можливість виявити існуючі проблеми та розробити ефективні стратегії для поліпшення

середовища праці. Це, в свою чергу, сприяє не лише підвищенню продуктивності, але й поліпшенню фізичного та психологічного стану працівників, створюючи комфортне і безпечне робоче середовище.

3.2 Положення з електробезпеки

Положення з електробезпеки — це набір правил, норм та рекомендацій, розроблених для забезпечення безпеки під час роботи з електричними установками та обладнанням. Їхня основна мета — запобігання нещасним випадкам, пожежам та іншим небезпечним ситуаціям, які можуть виникнути внаслідок неналежного використання або обслуговування електричних систем.

Ці положення визначають відповідальність за безпеку на робочому місці, яка може належати керівникам, працівникам, електротехнічним спеціалістам та іншим учасникам процесу, залученим до роботи з електричним обладнанням. Вони також встановлюють обов'язкові вимоги щодо електробезпеки, яких повинні дотримуватися всі працівники та організації, що працюють з електричними установками. Положення містять правила та рекомендації щодо встановлення, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних систем, а також безпеки при проведенні робіт з електроустановками.

Крім того, положення встановлюють заходи захисту, такі як використання ізоляційних матеріалів, правила заземлення та застосування засобів індивідуального захисту, наприклад, шоломів, рукавичок і окулярів, а також заходи для запобігання коротким замиканням та аварійним ситуаціям. Вони також передбачають обов'язкове навчання працівників, яке включає правила безпеки, процедури роботи з електричним обладнанням, розпізнавання потенційних небезпек і правильне використання засобів захисту.

Дотримання положень з електробезпеки є критично важливим для забезпечення безпеки працівників, запобігання аваріям та пожежам, а також для збереження обладнання та майна підприємства.

3.3 Безпека пожежна в приміщенні

Положення з електробезпеки — це комплекс стандартів, правил і рекомендацій, розроблених з метою забезпечення безпеки під час роботи з електричними установками та обладнанням. Їхня основна мета — попередження нещасних випадків, пожеж та інших аварійних ситуацій, що можуть виникнути через неправильне використання або обслуговування електричних систем.

Ці правила визначають відповідальність за безпеку на робочому місці, яку можуть нести керівники, працівники, електротехніки та інші спеціалісти, залучені до роботи з електричним обладнанням. Вони також встановлюють обов'язкові вимоги, яких повинні дотримуватися всі працівники та організації, що працюють з електричними системами. Положення регулюють правила встановлення, експлуатації, обслуговування та ремонту електроустановок, а також забезпечують безпеку при виконанні робіт з електричним обладнанням.

До того ж, ці положення визначають заходи захисту, такі як використання ізоляційних матеріалів, правила заземлення та використання засобів індивідуального захисту (шоломів, рукавичок, захисних окулярів), а також заходи для запобігання коротким замиканням і аварійним ситуаціям. Вони також передбачають обов'язкове навчання працівників, що включає правила безпеки, процедури роботи з електричним обладнанням, вміння розпізнавати потенційні небезпеки і правильно використовувати засоби захисту.

Дотримання положень з електробезпеки є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки працівників, попередження аварій та пожеж, а також для захисту обладнання та майна підприємства.

Не можна прокладати електричні проводи через складські приміщення та вибухонебезпечні зони, а також експлуатувати пошкоджені проводи з неізовльованими жилами. Заборонено використання саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам ПУЕ, а також несанкціоноване використання нестандартного електричного обладнання для обігріву приміщень.

3.4 Вимоги безпеки при проведенні пайки

У деяких електронних схемах достатньо використовувати паяльник з низькою потужністю, а не потужний паяльник на 100 ватт. Однак для забезпечення безпеки під час роботи з паяльником важливо дотримуватися кількох основних правил:

Забезпечення безпеки при використанні паяльника: Завжди тримайте паяльник у спеціальному кріпленні після використання, щоб уникнути випадкових опіків або пожежі. Не залишайте розігрітий паяльник на столі або на робочій поверхні.

Перевірка дротів та інших предметів: Уникайте ситуацій, коли дріт чи паяльник може зачепитись за стол або інші предмети, що може призвести до того, що гарячий паяльник випадково випаде з кріплення і може поранити вас або впасти на підлогу.

Вентиляція та захист від токсичних випарів: Під час паяння утворюються токсичні пари, які можуть бути шкідливими для здоров'я. Вони можуть викликати подразнення очей та дихальних шляхів або алергічні реакції. Тому важливо забезпечити гарну вентиляцію в робочій зоні для виведення шкідливих парів.

Правильне налаштування температури паяльника: Якщо паяльник має регульовану температуру, налаштуйте її в залежності від типу припою. Температура має бути достатньо високою для ефективної пайки, але не настільки високою, щоб не пошкодити компоненти чи плату. Дотримуйтесь інструкцій виробника припою.

Вибір безсвинцевого припою: Якщо у вас є проблеми зі здоров'ям або ви хочете уникнути токсичних впливів, не використовуйте свинцевий припій. Вибирайте безсвинцеві припої, які є безпечнішими для здоров'я і довкілля.

Безпека при паянні під напругою: Ніколи не паяйте схему, коли вона перебуває під напругою, оскільки це може призвести до пошкодження схеми чи паяльника і створює серйозну небезпеку для вас.

Не намагайтесь схопити паяльник, що падає: Якщо паяльник випадково впав зі столу, не намагайтесь схопити його, оскільки ви можете обпектись. Це може призвести до серйозних опіків, які важко загоюються і можуть обмежити можливість подальшої роботи з паяльником.

4 ЧАСТИНА ЕКОНОМІЧНА

4.1 Розрахунок суми капіталовкладень та експлуатаційних витрат при модернізації та обслуговуванні аналізатора частот

Для розробки аналізатора частоти необхідно використовувати персональний. Крім того, для забезпечення його функціонування та налаштування сигналізації потрібно придбати додаткові витратні матеріали і комплектуючі. У таблиці 1 наведено перелік основних компонентів, які будуть використані в проекті, а також їх орієнтовну вартість. Серед цих компонентів є електронні елементи, проводка, монтажні деталі та інші витратні матеріали.

Таблиця 1 – Витрати на розробку аналізатора частоти:

№ з/п	Назва	Одиниця виміру	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
1	Матриця MAX 7219	шт.	1	300,00	300,00
2	Arduino Nano V3.0 Avr Atmega 328P	шт.	1	256,00	256,00
3	Макетна плата	шт.	1	120,00	120,00
4	Резистор	шт.	3	7,00	18,00
5	Конденсатор	шт.	1	41,00	41,00
6	Шнур від навушників	шт.	1	85,00	60,00
	Всього:				823,00

Нехай вартість комплектуючих, витратних матеріалів та деталей — x . Тоді:

$$З_{тр} = B_m \cdot 0,10;$$

$$0.10 \times x = 823 \text{ грн}$$

Щоб знайти x (вартість комплектуючих, витратних матеріалів та деталей), розв'язуємо рівняння:

$$x = 8230.10 = 8230 \text{ грн}$$

$$x = 0.10823 = 8230 \text{ грн}$$

Отже, вартість комплектуючих і матеріалів складає 8230 грн. Тепер обчислюємо загальні затрати, додаючи витрати на транспортування і монтаж:

$$\text{Загальні затрати} = 8230 + 823 = 9053 \text{ грн}$$

Загальні затрати складають 9053 грн.

4.2 Розрахунок балансу робочого часу

Для розрахунку балансу робочого часу за місяць необхідно врахувати кілька важливих факторів: загальну кількість робочих днів у місяці, святкові та вихідні дні, а також тривалість робочого дня.

Ось основні кроки для розрахунку балансу робочого часу:

— Кількість днів у місяці: Місяць має певну кількість днів, яка змінюється в залежності від місяця (наприклад, січень має 31 день, лютий може мати 28 або 29 днів, березень — 31, і так далі).

— Вихідні та святкові дні: Визначте кількість вихідних днів (зазвичай 8, якщо мова йде про стандартний тиждень) і святкових днів у місяці.

— Кількість робочих днів: Вираховується за формулою:

Кількість робочих днів = Кількість днів у місяці – Вихідні дні – Святкові дні.

— Тривалість робочого дня: Для розрахунку загальної кількості робочих годин за місяць потрібно визначити тривалість робочого дня (наприклад, 8 годин).

— Загальна кількість робочих годин: Загальна кількість робочих годин розраховується за формулою:

— Загальна кількість робочих годин = Кількість робочих днів × Тривалість робочого дня.

Приклад розрахунку

Кількість днів у місяці (для січня) = 31 день.

Вихідних днів (по суботах та неділях) = 8 днів.

Святкових днів (наприклад, Новий рік, Різдво) = 2 дні.

Тривалість робочого дня = 8 годин.

Тепер, обчислюємо кількість робочих днів: $\text{Кількість робочих днів} = 31 - 8 - 2 = 21 \text{ день}$.

$\text{Кількість робочих днів} = 31 - 8 - 2 = 21 \text{ день}$.

Таким чином, за місяць (січень) буде 168 робочих годин.

Цей розрахунок може бути адаптований до будь-якого іншого місяця, з урахуванням його особливостей.

4.3 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Для визначення вартості електроенергії за місяць потрібно врахувати кілька факторів, таких як кількість спожитих кіловат-годин (кВт·год), тариф на електроенергію та можливі додаткові витрати, які можуть виникати в залежності від умов договору з постачальником енергії.

Формула для розрахунку вартості електроенергії за місяць виглядає наступним чином:

$\text{Вартість електроенергії} = \text{Кількість спожитих кВт\год} \times \text{Тариф на електроенергію}$.

Пояснення:

Кількість спожитих кВт·год: Зазвичай, для стандартної квартири (без великих енергоспоживачів, таких як обігрівачі, кондиціонери або електричні плити), споживання може становити 150–300 кВт·год на місяць.

Тариф на електроенергію: Станом на 2024 рік середній тариф для побутових споживачів в Україні становить близько 1,68 грн за 1 кВт·год (може варіюватися залежно від регіону та політики постачальника).

Якщо споживання складає 250 кВт·год на місяць:

Вартість електроенергії=250×1,68=420грн

Вартість електроенергії=250×1,68=420грн

Тобто, вартість електроенергії для квартири в такому випадку складе 420 грн на місяць. Якщо споживання вище, наприклад, 400 кВт·год:

Вартість електроенергії=400×1,68=672грн

Вартість електроенергії=400×1,68=672грн

У цьому випадку вартість складе 672 грн на місяць. Підсумок: Для квартири вартість електроенергії може варіюватися від 400 грн до 700 грн на місяць в залежності від рівня споживання та тарифу.

4.4 Розрахунок собівартості проектування аналізатора частоти

Знайдемо витрати на проектування рухомого рядка з таблиці 3.

Собівартість продукції — це загальна сума витрат, яку підприємство несе для виготовлення одиниці товару або надання послуги. Вона охоплює як прямі, так і непрямі витрати, що включають закупівлю сировини та матеріалів, оплату праці, енергетичні витрати, амортизацію обладнання, адміністративні витрати, витрати на управління, маркетинг та інші операційні витрати. Знання собівартості важливе для розуміння економічної ефективності виробництва та визначення ціни на продукцію.

Вона є важливим показником для аналізу фінансових результатів діяльності підприємства, оскільки дозволяє оцінити, чи є виробництво вигідним і які саме витрати найсуттєвіше впливають на загальні витрати. Собівартість також допомагає виявляти можливості для скорочення витрат і підвищення ефективності виробничих процесів.

Розрахунок собівартості здійснюється кількома методами:

Пряма собівартість враховує лише прямі витрати, пов'язані із сировиною, матеріалами та оплатою праці.

Повна собівартість включає як прямі, так і непрямі витрати, зокрема витрати на амортизацію, адміністративні витрати та інші додаткові витрати.

Нормативна собівартість визначається на основі встановлених нормативів витрат на одиницю продукції.

Аналіз собівартості дозволяє підприємствам контролювати витрати, коригувати виробничі процеси для підвищення ефективності, коригувати ціни та приймати рішення щодо покращення фінансових результатів і зростання прибутковості.

Таблиця 3 – Витрати на розробку проекту

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Амортизація обладнання	9053
2	Вартість матеріалів і покупних комплектуючих виробів (також затрати на транспортування і монтаж)	430
3	Витрати на електроенергію	420
4	Заробітна плата програміста	20000
5	Відрахування на соціальні потреби програміста	975
6	Виробнича собівартість	4934,24

Тепер підсумуємо всі витрати:

Загальні витрати = 9053 + 430 + 420 + 20000 + 975

Загальні витрати=9053 + 430 + 420 + 20000 + 975

Рахуємо: $9053 + 430 = 9483$

$9053 + 430 = 9483$

$9483 + 420 = 9903$

$9483 + 420 = 9903$

$9903 + 20000 = 29903$

$9903 + 20000 = 299032$

$9903 + 975 = 30878$

$29903 + 975 = 30878$

Отже, загальні витрати на розробку проекту складають 30878 грн. Щодо виробничої собівартості 4934,24 грн: ця сума може бути частиною загальних витрат, або ж обчислювана для іншої конкретної статті витрат.

4.5 Визначення вартості розробки та тиражування

Формування ціни аналізатора частоти включає кілька важливих етапів, що дозволяють забезпечити правильне економічне обґрунтування вартості та забезпечити фінансову стабільність підприємства.

Першим етапом є визначення собівартості розробки аналізатора частоти. Це включає витрати на дослідження і розробку, закупівлю сировини і комплектуючих, виготовлення пристрою, оплату праці, амортизацію обладнання та інші витрати, пов'язані з виробництвом. Собівартість має бути економічно обґрунтованою, щоб покрити всі витрати та створити базу для подальшого прибутку.

Другим етапом є визначення норми рентабельності, яка визначає бажаний рівень прибутку, що підприємство очікує отримати від продажу аналізатора. Це дозволяє врахувати потенційні ризики і забезпечити фінансову вигоду для підприємства.

Наступним елементом є торговельна націнка. Це відсоток, що додається до собівартості та прибутку, і враховує витрати на маркетинг, збут, рівень конкуренції на ринку та бажану рентабельність. Торговельна націнка дозволяє підприємству отримати додаткові кошти для покриття витрат, пов'язаних з продажем, а також для створення фінансової подушки на випадок нестабільності на ринку.

Останнім етапом є податок на додану вартість (ПДВ), який є обов'язковим елементом формування ціни згідно з податковим законодавством країни, в якій здійснюється продаж. ПДВ додається до ціни товару і стягується з кінцевого споживача.

Отже, ціна аналізатора частоти формується з урахуванням собівартості, норми рентабельності, торговельної націнки і ПДВ. Такий підхід дозволяє підприємству досягти фінансової стабільності, забезпечити покриття всіх витрат і створити стійку базу для подальшого розвитку.

$$Ц_v = C_{\text{пов}} \cdot (1 + K_p)$$

де: $Ц_v$ — ціна виробу (ціна продажу),

$C_{\text{пов}}$ — собівартість виробу,

K_p — нормативний рівень рентабельності.

$K_p = 15\% = 0,15$, $C_{\text{пов}}$ (собівартість) може бути визначена, наприклад, як 30,878 грн (як було в попередньому розрахунку).

$$Ц_v = 30,878 \cdot (1 + 0,15) = 30,878 \cdot 1,15 = 35,506,7 \text{ грн}$$

Отже, ціна виробу з урахуванням нормативного рівня рентабельності (15%) складе 35,506.7 грн. Це є ціна, яку підприємство може встановити для продажу продукції, щоб покрити витрати і отримати бажаний рівень прибутку.

$$Ц_k = \frac{Ц_v + B_r}{T}$$

де $Ц_k$ — ціна копії, грн.;

T – тираж (приблизно 10);

$$C_k = \frac{35,506.7 + 1,000}{10} = 3,650.67 \text{ грн.}$$

Отже, ціна копії складе 3,650.67 грн.

ВИСНОВКИ

Магістерська атестаційна робота містить детальний опис налаштування аналізатора частоти на платформі Arduino Nano, а також надає обґрунтовані дані щодо вибору апаратного та програмного забезпечення, а також докладний опис усіх компонентів та програмних засобів, що використовуються в проекті.

Основною метою цієї роботи є розробка та дослідження генератора сигналів високої частоти. Завданнями роботи є:

Аналіз результатів функціонування генератора.

Програмування сигналів різних форм (пилкоподібних, синусоїдальних і прямокутних).

Аналіз отриманих результатів для кожної форми сигналу.

У вступі розглядаються основи роботи аналізаторів спектра, їх функціональні призначення та принципи роботи. Окремо описуються низькочастотні аналізатори та їх технологія.

Теоретична частина роботи включає наступні розділи:

Принципи роботи аналізатора частоти, його основні компоненти та схема побудови на базі Arduino Nano.

Опис апаратного забезпечення, яке використовується в аналізаторі частоти, а також принципи його роботи.

Другий розділ присвячено налаштуванню аналізатора частоти на базі Arduino Nano. У цьому розділі наведено код програмування для Arduino Nano та опису етапів налаштування пристрою.

Основною практичною частиною є вимірювання частоти звукових сигналів. Пристрій дозволяє визначити діапазон частот сигналу та вивести отримані дані на екран для подальшого аналізу.

У розділі з охорони праці описані вимоги безпеки під час роботи з аналізатором частоти. Окремо розглянуті питання електробезпеки,

пожежної безпеки та вимоги до робочих умов при налаштуванні і використанні мережевих пристроїв.

Економічна частина містить:

Розрахунки витрат на модернізацію та обслуговування аналізатора частоти.

Розрахунки балансу робочого часу та заробітної плати програміста.

Оцінку витрат на утримання та експлуатацію обладнання.

Актуальність теми роботи полягає в тому, що аналізатор частоти дозволяє виявляти та усувати небажані частоти, які заважають досягненню "чистого" звуку.

Тема магістерської роботи є важливою як з теоретичної, так і практичної точки зору, оскільки її результати можуть бути корисними для студентів, так і для фахівців різних галузей. Створення аналізаторів частоти відкриває нові можливості для застосування сучасних технологій у таких сферах, як радіоелектроніка, звукозапис та інші аудіо- та радіо-технічні системи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛЕННЯ

1. Про охорону праці: [Закон України] // Офіційний текст за станом на 09 квіт. 2014 р. — К.: Парламентське вид-во, 2014. — 64 с.
 2. IP телефонія / Б. С. Гольдштейн, А. В. Пинчук, А. Л. Суховицкий. — М.: Радио и связь, 2001.
 3. ДСТУ 2.106-98: ЕСКД. Текстові документи.
 4. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи / В. Г. Оліфер, Н. А. Оліфер. — СПб: «Питер», 2001. Портал самообслуговування Cisco Unified Communications — посібник користувача, випуск 12.5(1) [Електронний ресурс].
 5. Arduino Nano v 3.0: распиновка, схемы, драйвер [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/>.
 6. Беспроводная сеть своими руками / А. Ватаманюк. — «Питер», 2006.
 7. MAX7219 — драйвер світлодіодних індикаторів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://radiolaba.ru/microcotrollers/max7219-drayver-svetodiodnyih-indikatorov.html>.
 8. Графічний аналізатор аудіо спектра на Arduino [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alexgyver.ru/fhtspectrumanalyzer/>.
 9. Arduino IDE [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://all-arduino.ru/arduino-ide/>.
 10. Гуменюк О. Л. Методичні вказівки до виконання розділу ОП в ДП [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/dipl_bak/90.html.
 11. Пожежна безпека, вимоги, дії при пожежі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://prometey.in.ua/ua/vimogi/>.
 12. Основні відомості з електробезпеки [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.victorija.ua/dovidnik/elektrobezpeka.html>.
- Практикум з охорони праці для студентів [Електронний ресурс].
Режим доступу: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/praktikum/80.html>.

ДОДАТОК А. ПРЕЗЕНТАЦІЯ