

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем

Назва теми

КвРТР.2020013.01.02

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Назва

Виконав:

студент III курсу, група ТР1с-20-1

Підпис

Владислав Кричківський

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

Підпис, дата

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та
робототехніки

Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 14 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

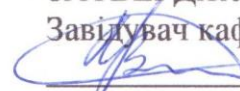
Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКІТтаР

 Валерій МАРТИНЮК

01.02.2023р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кричківський Владислав Володимирович

1. Тема роботи Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем

Керівник роботи Сельський Андрій Анатолійович, к.ф-м.н., доцент

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2023р. № 5

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

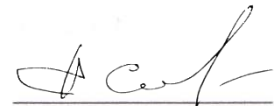
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, Огляд методів розв'язання поставленої задачі, Розробка схемотехнічних рішень, Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення, висновки





5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1. Друкована плата. 2. Принципова схема. 3. Алгоритм програми

Завдання отримав 

Керівник



6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання 01.02.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	01.02.2023	Виконано
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2023	Виконано
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2023	Виконано
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2023	Виконано
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2023	Виконано
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2023	Виконано
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2023	Виконано
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	03.06.2023	Виконано

Студент


Підпис

Владислав КРИЧКІВСЬКИЙ

Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем».

Автор роботи: Кричківський Владислав Володимирович.

Керівник роботи: Сельський Андрій Анатолійович

Пояснювальна записка: 67 с., 22 рис., 5 табл., 4 дод., 45 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА, ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ, GSM МОДУЛЬ, УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДАВАЧ.

Метою роботи є розробка мікропроцесорного пристрою вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем.

Досліджено принципи передачі даних по GSM каналу. Проаналізовано методи вимірювання дальності. Розроблено пристрій вимірювання дальності із застосуванням ультразвукового датчика з модулем GSM. Наведено розробку конструкції пристрою – друкованої плати, її розрахунок так і її виготовлення.

Підпис студента



Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ПРИНЦИПИ ВИМІРУ ВІДСТАНЕЙ І ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ. ПО GSM КАНАЛУ	5
1.1 Стандарт стільникового зв'язку GSM	5
1.2 Пристрій модуля SIM 900	8
1.3 Методи виміру відстаней	14
1.4 Висновки до першого розділу.....	27
2 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ВИМІРУ ДАЛЕКОСТІ НА УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДАТЧИКУ З МОДУЛЕМ GSM	28
2.1 Ультразвуковий датчик	28
2.2 Мікроконтролер PIC 16 F 628A	31
2.3 Розробка пристрою передачі даних GSM	35
2.4 Висновки до другого розділу	44
3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ	45
3.1 Розрахунок друкованої плати	45
3.2 Виготовлення друкованої плати пристрою	56
3.3 Висновки до третього розділу.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	62
ДОДАТОК А Програма для відправки даних за допомогою GSM модуля.....	68
ДОДАТОК Б Друкована плата.....	73
ДОДАТОК Б Принципова схема	74
ДОДАТОК В Алгоритм програми.....	75

КвРТР.2020013.01.02 ПЗ								
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем Пояснювальна записка	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Кричківський В.В.	<i>[Signature]</i>	14.06.20		2		
Перевір.		Сельський А.А.	<i>[Signature]</i>	14.06.20				
Н. Контр.		Корецька Л.О.	<i>[Signature]</i>	14.06.20				
Затв.		Мартинюк В.В.	<i>[Signature]</i>	14.06.20			ХНУ, ТР1с-20-1	

- написати програму для мікроконтролера PIC 16 F 628, який буде перетворювати дані з ультразвукового датчика, а потім надсилати отриманий результат на модуль GSM, який, у свою чергу, надсилає його користувачеві через SMS.

- виготовити друковану плату далекоміра на ультразвуковому датчику з модулем GSM.

					КвРТР.2020013.01.02	
		№ докум.	Підпис			4

1 ПРИНЦИПИ ВИМІРУ ВІДСТАНЕЙ І ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО GSM КАНАЛУ

1.1 Стандарт стільникового зв'язку GSM

GSM (назва від Groupe Spécial Mobile, пізніше перейменована на Global System або Mobile Communications) — це всесвітній стандарт цифрового мобільного стільникового зв'язку, який поділяє канали за часом і частотою. Розроблено Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів наприкінці 80-х років.

Стандарт пройшов кілька етапів розробки:

- глобальна система мобільного зв'язку 1982-1990. Перша комерційна мережа була запущена в січні 1992 року.
- цифровий стандарт передачі має швидкість до 9,6 Кбіт/с. Зараз не використовується, все обладнання застаріле.
- GSM Фаза 2
- 1993 рік включає діапазон 1900 МГц у 1995 році. Цифровий стандарт із підтримкою швидкості передачі даних до 9,6 кбіт/с. Другий етап розвитку GSM «PHASE 2» був завершений в 1997 році.
- GSM Phase 2+
- наступний етап розвитку мережі стандарту GSM «ФАЗА 2+» не залежить від конкретного року впровадження. Нові послуги та функції стандартизуються та впроваджуються після підготовки та затвердження їх технічних специфікацій.

GSM Phase 2+ забезпечує підтримку таких послуг: пакетна передача даних, інформація про мову, ідентифікація номера та його обмеження, передача SMS, конференц-дзвінки, очікування та утримання виклику, обмеження номера (чорний список), голосова пошта тощо. [5-15]

					КвРТР.2020013.01.02	
		№ докум.	Підпис			5

Для стільникового зв'язку виділені стандартні частоти GSM - 900 і GSM -1800 МГц. Для GSM-900 для передачі від клієнта до базової станції виділяються частоти від 890 до 915 МГц, а для передачі від базової станції до клієнта - частоти від 935 до 960 МГц. Різниця частот становить близько 40 50 МГц. Для GSM-1800 призначаються передачі 1710-1785 від клієнта і 1805-1880 передачі від базової станції.

Основні характеристики GSM наведені в таблицях 1.1-1.2.

Таблиця 1.1. - Діапазон GSM 900/1800

Характеристики	GSM -900	GSM -1800
Частоти передачі ЦК та прийому БЗ, МГц	890-915	1710-1785
Частоти прийому ЦК та передачі БЗ, МГц	935-960	1805-1880
Дуплексний рознесення частот прийому та передачі, МГц	45	95
Ширина смуги каналу зв'язку, кГц	200	200

Таблиця 1.2 - Діапазон GSM 850/1900

Характеристики	GSM-900	GSM-1900
Частоти передачі ЦК та прийому БЗ, МГц	824-849	1850-1910
Частоти прийому ЦК та передачі БЗ, МГц	869-894	1930-1990
Дуплексний рознесення частот прийому та передачі, МГц	45	85

GSM використовує розподіл часу каналу TDMA – це коли на одному каналі кілька користувачів, вони використовують власні часові інтервали для передачі даних.

Структура мережі GSM, як показано на рис. 1.1.

GSM складається з трьох підсистем:

- підсистема базової станції;
- підсистема комутації;

– ремонтний центр.

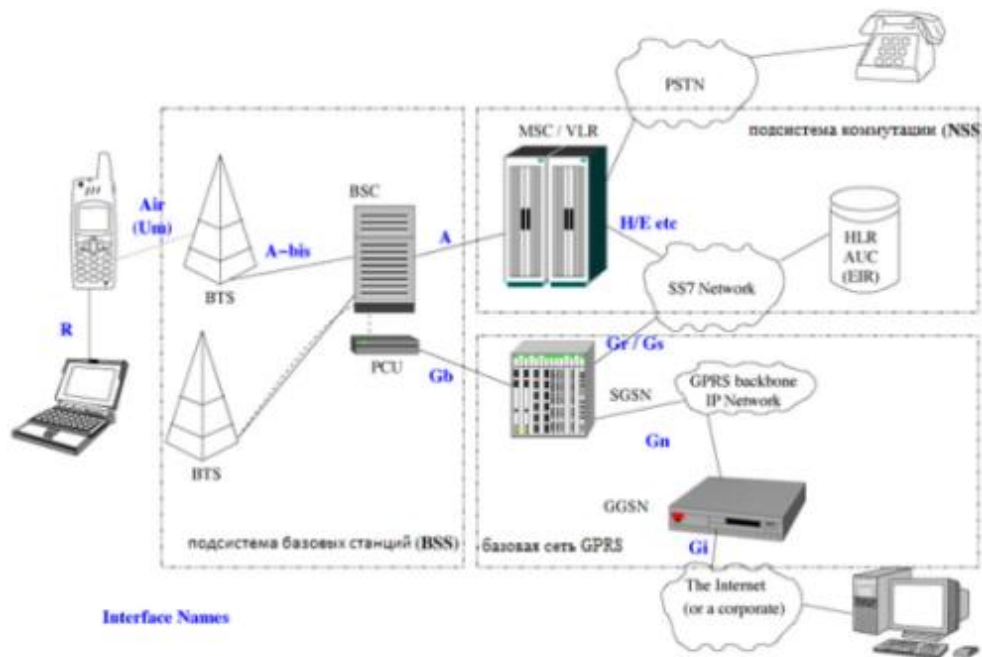


Рисунок 1.1 - Структурна схема мережі GSM

Підсистема базової станції

PBS складається з базової станції (BTS - Base Transceiver Station) і контролера базової станції (BSC - Base Station Controller). Територія, яку охоплює мережа GSM, розділена на шестикутні комірки. Кожна комірка покрита BTS, при цьому комірки частково перекривають одна одну, зберігаючи Тож можливість хендоверу MS при переміщенні з однієї комірки в іншу без розриву з'єднання (хендовер мобільного телефону (MS) від однієї роботи базової станції (BTS), надісланий мобільним телефоном іншому, коли він проходить зону дії поточної базової станції під час дзвінка, або сесії GPRS, що називається «хендовер»).

Підсистема комутації.

Центр комутації (MSC - Mobile Switching Centre)

MSC контролює певну географічну територію, де розташовані BTS і BSC. Встановлюйте з'єднання з користувачами в мережі GSM і забезпечуйте

2. GSM Phase 2/2+ Compliant.
3. Вихідна потужність в стандарті GSM 850/900 становить 2 Вт.
4. Стандартний DCS 1800/PCS 1900 з вихідною потужністю 1 Вт
5. Керуйте як IT-команда.
6. Напруга живлення - 3,2...4,8В.
7. Діапазон робочих температур -30 ... +80°C.
8. Розміри 24x24x3 мм.
9. Вага - 6,2 грама.
10. Швидкість передачі даних:
11. Пакетна передача даних по GPRS – до 85,6 Кбіт/с (вхідний трафік), до 42,8 Кбіт/с (вихідний трафік).
12. При передачі даних стандарту GSM: до 14,4 Кбіт/с.
13. Використаний аудіокодек HR, FR, EFR, AMR.
14. Функція придушення відлуння.
15. Зовнішні інтерфейси - UART, Sim Card, GPIO, I 2 C.
16. Годинник реального часу.
17. Вбудований стек протоколів TCP/IP, UDP/IP.

Розташування контактів SIM 900 показано на рисунку 1.2.

					КвРТР.2020013.01.02	
		№ докум.	Підпис			9

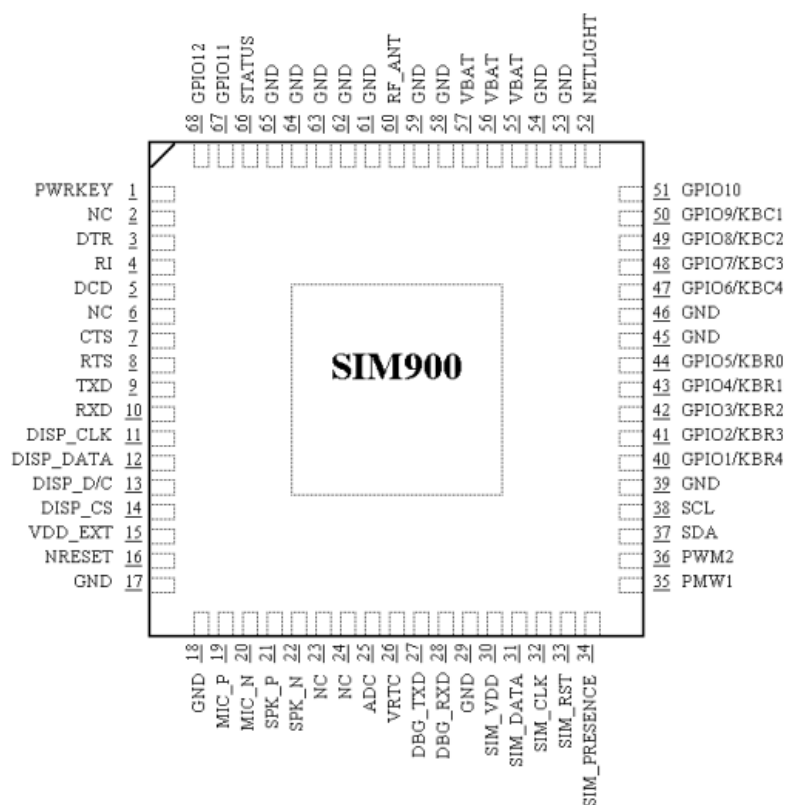


Рисунок 1.2 - Розташування контактів модуля SIM 900

Нумерація контактів SIM900 наводиться у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Нумерація контактів мовою оригіналу

1	PWRKEY	41	GPIO1/KBR3
2	NC	42	GPIO1/KBR2
3	DTR	43	GPIO1/KBR1
4	RI	44	GPIO1/KBR0
5	DCD	45	GND
6	NC	46	GND
7	CTS	47	GPIO1/KBC4
8	RTS	48	GPIO1/KBC3
9	TXD	49	GPIO1/KBC2
10	RXD	50	GPIO1/KBC1
11	DISP_CLK	51	GPIO10
12	DISP_DATA	52	NETLIGHT

AT - команда, розроблена компанією Hayes в 70-х роках. За допомогою AT-команд, програм і SIMCOM замініть модем WAVECOM на обробку подій служби GSM. Для того, щоб модем міг розпізнати ці команди, вони повинні бути написані мовою, яку розуміє модуль. Кожна команда завжди починається зі слова AT або at, доповнюється однією або кількома командами та завершується натисканням клавіші Enter. Модем прийматиме команди, лише коли він перебуває в «командному режимі» або в автономному режимі. [4]

AT-команди зазвичай надсилаються на модем за допомогою комунікаційного програмного забезпечення, у нашому випадку програмне забезпечення надсилається на мікроконтролер PIC 16 F 628 A, але їх На додаток можна ввести вручну з комп'ютера.

Набір команд і архітектура виявилися дуже успішними і неодноразово розширювалися і доповнювалися. ETSI опублікував декілька стандартів, що описують керування телефонами та модемами GSM, наприклад GSM 07.05 та GSM0 7.07. Деякі виробники комунікаційного обладнання доповнюють стандартний набір команд AT власними розширеннями. Розглянемо приклад команди AT. Усі команди надсилаються на бездротовий модуль за допомогою COM-порту Toolkit 4.0. Для цього вам потрібно налаштувати COM-порт комп'ютера. У програмі змінюємо налаштування в бездротовому модулі SIM 900. [10]

Налаштування підключення:

1. Швидкість: SIM 900 за замовчуванням становить 9600 біт/с.
2. Біти даних: 8.
3. Парність: немає.
4. Стоп-біт: 1.
5. Контроль потоку: немає

1. Використовуйте спеціальні команди:

AT+CUSD=1, "#100#".

1 – Режим обробки відповіді.

0 — виконати запит, ігнорувати отримані відповіді.

1 - Виконати запит, повернути відповідь на термінал.

2 - скасовує операцію.

Наберіть команду «#100#», а потім саме повідомлення. Тільки те, що в дужках.

2. Другий спосіб виглядає як стандартний циферблат. Результат завжди повертається в терміналі. Але він працює не з усіма версіями прошивки.

ATD#100#;

У відповідь надходить повідомлення в повідомленні +CUSD:

Висновок: Враховуючи технічні характеристики GSM-модуля SIM 900, обмін даними між GSM-модулем і комп'ютером здійснюється через COM-порт (RS-232) за допомогою AT-команд.

1.3 Методи виміру відстаней

Різні методи визначення далькості використовують різні сигнали розташування.

У всіх далекомірах відстань до цілі визначається часом затримки віддзеркаленого сигналу: $t_R = 2R/c$, де c - швидкість розповсюдження радіохвилі. [16-20]

Вимірюючи цей час, миттєва відносна помилка може бути використана для визначення відстані до цілі.

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta t_R}{t_R}. \quad (1.1)$$

Вважаючи, що $\frac{\Delta R}{R}$ та Δt_R ймовірні та незалежні значення, винаходимо відносну помилку дальноміра:

$$\frac{\sigma_R}{R} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_c}{c}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{t_R}}{t_R}\right)^2}. \quad (1.2)$$

Дисперсія зумовлена точністю, з якою відома швидкість розповсюдження радіохвилі та її нестабільність уздовж орбіт. Точність визначення швидкості радіохвиль становить $\sigma_c/c = 10^{-9}$. В атмосфері $\sigma_c/c = 10^{-4} \dots 10^{-6}$, отже якщо немає апаратурних помилок межа точності виміру далькості залежна від точного значення c , а На додаток чи є можливість її врахувати.

Якщо припустити, що значення швидкості розповсюдження радіохвиль повністю відоме, тобто $\sigma_c = 0$ точність виміру відстані буде визначатися виразом:

$$\frac{\sigma_R}{R} = \frac{\sigma_{t_R}}{t_R}. \quad (1.3)$$

Тож, головними складовими помилки виміру відстані є помилка з умов розповсюдження $\sigma_{розп} \approx \sigma_c$, флуктуаційна помилка $\sigma_{фл} \approx \sigma_{t_R}$ і апаратурні помилки $\sigma_{ап} \approx \sigma_{2t_R}$.

Окрім, під час виміру R приходиться приймати до уваги і інші чинники помилки виміру. Наприклад, $\sigma_{Рсидб}$ - через переміщення центру відбиття цілі; $\sigma_{Рд}$ - динамічна помилка, що виникає під час руху цілі; $\sigma_{Рмет}$ - методична помилка, залежить від методу виміру.

Відповідно, за незалежності чинників помилок загальна помилка складає:

$$\sigma_{R\Sigma} = \sqrt{\sigma_{\text{розп}}^2 + \sigma_{R_{\text{відб}}}^2 + \sigma_{R_{\text{фл}}}^2 + \sigma_{R_{\text{Д}}}^2 + \sum_i \sigma_{\text{ап}}^2 + \sum_i \sigma_{R_{\text{мет}}}^2}. \quad (1.4)$$

Існує три основних методи вимірювання відстані до цільта: фазочастотний та імпульсний. Щоб визначити основні переваги, недоліки та потенційні можливості цих підходів, ми проведемо дослідження.

Метод фазової дальнометрії

Фазовий метод дальнометрії дає дозвіл проводити виміри дальність на носійній частоті ω_0 . Зондувальним сигналом є неперервне гармонійне коливання яке має вигляд:

$$s_1(t) = U_{m1} \cos \varphi_1 = U_{m1} \cos(\Omega_m t + \varphi_{01}), \quad (1.5)$$

де Ω_m - кутова частота сигналу масштабної частоти, в найпростішому випадку $\Omega_m = \omega_0$.

Віддзеркалені сигнали мають вигляд:

$$s_2(t) = U_{m2} \cos \varphi_2 = U_{m2} \cos(\Omega_m (t - t_R) + \varphi_{01} + \varphi_{\text{ан}} + \varphi_{\text{відб}}), \quad (1.6)$$

де U_{m1}, U_{m2} - амплітуди сигналів;

φ_1, φ_2 - миттєві зсуву фази сигналів;

φ_{01} - початкова фаза;

$\varphi_{\text{ан}}$ - зсув вази в апаратурі дальноміра;

$\varphi_{\text{відб}}$ - зсув зсуву фази при відбитті сигналу від цільту.

За допомогою вимірювача зсуву фази визначають різницю фаз φ_{Δ} опорного (зондувального) і віддзеркаленого сигналів:

$$R = \frac{c(\varphi_{\Delta} + \varphi_{an} + \varphi_{\text{відб}})}{2\Omega_m} \quad (1.7)$$

Фазове зрушення φ_{an} можна виключити методом калібрування, вимірюючи Фазове зрушення прямого проходження сигналу через тракти передавача і приймача. Зміни зсуву фази при відбитті сигналу $\varphi_{\text{відб}}$ сильно впливають на точність, тому як при відбитті від металів і діелектриків $\varphi_{\text{відб}}$ змінюється на 180° . Тому зазвичай обирають $\Omega_m < \omega_0$ і працюють в режимі модуляції сигналу частоти. Тож, величиною $\varphi_{\text{відб}}$ можна знехтувати і вираз виміру приймає вигляд:

$$R = \frac{c}{2\Omega_m} \varphi_{\Delta} = M_{\varphi} \varphi_{\Delta}, \quad (1.8)$$

де $M_{\varphi} = \frac{c}{2\Omega_m} = \frac{\lambda}{4\pi}$ - масштабний коефіцієнт ($\lambda = \frac{c}{F_m}$).

Точність виміру далькості фазовим методом має залежність:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta M_{\varphi}}{M_{\varphi}} + \frac{\Delta \varphi_{\Delta}}{\varphi_{\Delta}}, \quad (1.9)$$

враховуючи незалежність ΔM_{φ} і $\Delta \varphi_{\Delta}$:

$$\sigma_R = \sqrt{\varphi_{\Delta}^2 \sigma_M^2 + M_{\varphi}^2 \sigma_{\varphi}^2}, \quad (1.10)$$

де σ_M^2 і σ_{φ}^2 - дисперсії зміни масштабного коефіцієнту і зміни зсуву фази відповідно.

Складова σ_M усувається методом постійності масштабного коефіцієнту, що заходиться стабілізацією масштабної частоти, при якій $\Omega_m = const$ на інтервалі виміру t_R . Тоді $\sigma_R = M_\varphi \sigma_\varphi$, звідки випливає, що для підвищення точності дальноміра потрібно зменшувати M_φ , тобто збільшувати масштабну частоту Ω_m .

Тож, в фазовому радіодальномірі існують протирічливі вимоги до вибору масштабної частоти: збільшення Ω_m сприяє підвищенню точності, але призводить до неоднозначності виміру далькості. Для різних вимірювачів фазових зсувів величину σ_φ можна представити у вигляді:

$$\sigma_\varphi = \frac{K_{\text{но}}}{\sqrt{2q}}. \quad (1.11)$$

де $K_{\text{но}} > 1$ - коефіцієнт втрат при неоптимальній обробці, залежить від виду вимірювача фазових зсувів;

$q = \frac{P_c}{P_{\text{ш}}}$ - співвідношення сигнал/шум за потужністю на вході вимірювача фазового зсуву.

Якщо $K_{\text{но}} = 1$, то співвідношення $\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right) = 2\left(\frac{P_{\text{свх}}}{P_{\text{швх}}}\right) = 2q_{\text{вх}}$, і точність фазового дальноміра характеризується похибкою:

$$\sigma_R = \frac{\lambda_m}{4\pi\sqrt{2q}}. \quad (1.12)$$

Вирішення протиріччя яке виникає при необхідності розширення діапазону виміру далькості та підвищення точності виміру розв'язується

методом застосування багатоскальних вимірювань. Застосування цього методу забезпечує високу точність, притаманну фазовим виміром з малим періодом при діапазоні однотипного відліку, що визначається періодичністю грубої шкали.

Багатоскальні методи в основному застосовують в радіолокації, радіонавігації, геодезії. Багатоскальний метод полягає в тому, що з його допомогою додаткового виміру на грубійшій шкалі, що відповідає нижчій частоті тестового сигналу ω_H , визначають число цілих циклів зміни фазового зсуву n . Значення ω_H повинно забезпечувати однозначний результат виміру, тобто задовольняється умова $\varphi_H = \omega_H \tau_H < 2\pi$; де τ_H - час затримки сигналу з частотою ω_H ; φ_H - Фазове зрушення в межах сигналу з частотою ω_H . Потім визначають результат виміру за виразом:

$$\tau_\phi = \frac{(n + \varphi_B / 2\pi)}{f_B}. \quad (1.13)$$

де φ_B - вимірюване значення фазового зсуву $0 \leq \varphi_B \leq 2\pi$ на заданій частоті f_B . Число n краще знайти з умови:

$$n = \left[\frac{\varphi_H \omega_B}{2\pi \omega_H} \right]^+. \quad (1.14)$$

де $[Y]^+$ - ціла частина числа Y .

Метод частотної дальнометрії

Частотні методи виміру далькості цілей ґрунтуються на використанні неперервного сигналу з частотною модуляцією за симетричним або несиметричним законом. При лінійному законі ЧМ (рис. 1.3) через запізнення віддзеркаленого сигналу на час t_R , миттєва різниця частоти сигналів

Особливістю частотних радіолокаторів є дискретний характер залежності вимірюваної дальності R_b від фактичної R_ϕ . Тому як спектр сигналу биттів складається з частотних компонент кратних частоті модуляції. Тому як найменша частота биттів $F_{b\min} = F_M$, то мінімальна дальність яку можна виміряти:

$$R_{\min} = \frac{v_x}{4\Delta f}. \quad (1.17)$$

Із зростанням R в спектрі сигналу биттів послідовно з'являються частоти $2F_M$, $3F_M$ і т. д., тому частота биттів змінюється на F_M , а дальність на $\Delta R = R_{\min}$. Отже, для підвищення точності виміру дальності потрібно збільшувати девіацію частоти Δf .

При необхідності розрізнявати цілї та проводити виміри дальності багатьох цілей потрібно проводити виміру спектральних частот биттів присутніх в сумарному сигналі. В цьому випадку використовують спектроаналізатор. За наявності багатьох цілей на вході змішувача присутні сигнали биттів від усіх цілей і сигнали биттів на комбінаційних частотах [17]:

$$U_{\Sigma b} = \sum_{i=1}^N U_{ci}(t)U_0(t) + \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N U_{ci}(t)U_{cj0}(t), \quad (1.18)$$

де $U_{ci}(t)$ - сигнал Віддзеркалений від і-го цільту;

$U_0(t)$ - опорний сигнал.

У рівнянні (1.18) подвійною сумою можна знехтувати, тому спектр загального сигналу биття складатиметься в основному з биття з частотою. Для розділення кожної частоти використовуються методи спектрального аналізу.

У випадку аналізу аналогового спектру частотний інтервал визначається смугою пропускання фільтра. Але в даний час широко використовується метод цифрового спектрального аналізу. Таким чином, частотна дискримінація буде визначатися багатьма факторами: частотою дискретизації, бітовою швидкістю аналого-цифрового перетворювача, похибками дискретизації та квантування, методом цифрового спектрального аналізу тощо.

Точність діапазону частотного методу можна знайти за допомогою наступного виразу:

$$\sigma_R = \sqrt{F_0^2 \sigma_M^2 + M_F^2 \sigma_F^2}, \quad (1.19)$$

де $M_F = \frac{v_x}{4\Delta f \cdot F_M}$ - масштабний коефіцієнт. В частотних дальномірах

значення M_F задають постійним, методом стабілізації F_M та Δf . Тоді $\sigma_R = M_F \cdot \sigma_F$.

Враховуючи помилку виміру частоти, помилка виміру далькості [17]:

$$\sigma_R = \frac{v_x}{4\Delta f \cdot F_M} \cdot \frac{1}{2\pi t_{\text{СК}} \sqrt{\frac{E}{N_0}}} = \frac{v_x}{8\pi \Delta f \cdot F_M \cdot t_{\text{СК}} \cdot \sqrt{q}}, \quad (1.20)$$

де $t_{\text{СК}} = \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{\infty} t^2 |U(t)|^2 dt}{\int_{-\infty}^{\infty} |U(t)|^2 dt}}$ - середньоквадратична тривалість сигналу;

$$q = \frac{E}{N_0} - \text{співвідношення сигнал/шум.}$$

На додаток на точність частотної дальнометрії впливає дискретність відліку $\Delta R = R_{\min}$.

Отже, частотний метод дає дозвіл проводити виміри дальність до багатьох цілей, але при цьому для підвищення точності виміру потрібно значно розширювати частотний діапазон сигналу, тобто збільшувати девіацію частоти.

Метод імпульсної дальнометрії

З усіх методів, що вивчаються в радіолокації, імпульсний метод визначення затримки часу є найпростішим. Однією з переваг цих методів є наочність і простота визначення відстані. Суть методу полягає у визначенні часу затримки послідовності виявлення імпульсів, яка пропорційна подвоєній відстані до цілі. Для виявлення використовується імпульсний сигнал з тривалістю і періодом повторення. Враховуючи різну швидкість поширення електромагнітних хвиль у різних середовищах і час затримки сигналу відбиття і-ї цілі, відстань до цілі визначається за такою формулою [17-20]:

$$D_i = \frac{v_x \tau_i}{2}. \quad (1.21)$$

При проходженні прямокутного імпульсу через коло передавача, середовище і коло приймача його форма спотворюється і стає відмінною від прямокутної. Це можна пояснити зміною його частотного спектру відповідно до частотних характеристик електронної схеми та середовища, а також частотної дисперсії середовища. В результаті форма імпульсу, що має прямокутну форму, стає близькою до гауссового. Тому важко визначити початок пульсу та його тривалість. Таким чином, імпульси від різних цілей або об'єктів можна розрізнити, якщо можна розрізнити найменшу часову

затримку. Відомо, що для радіоімпульсів однакової амплітуди відмінність відстані визначається тривалістю радіоімпульсу $\tau_{0.5}$ на рівні 0.5 від максимальної амплітуди, тобто $\Delta t_{\min} = \tau_{0.5}$, звідки:

$$D_{\min} = \frac{v_x \tau_{0.5}}{2}. \quad (1.21)$$

Для зменшення розмірів приймально-передавальної антен зондуючі імпульси модулюють високочастотними гармонійними сигналами (рис. 1.7).

При цифровому вимірюванні часу затримки імпульсних сигналів виникає похибка дискретизації, яка залежить від періоду лічильного імпульсу. З іншого боку, добре відомо, що найменший можливий розкид оцінок параметрів під час радіолокаційних вимірювань визначається характером кореляційної функції та відношенням енергії сигналу до спектральної щільності шуму:

$$\sigma_{\tau} = \left[\left(\frac{2E}{N_0} \right) \left(- \frac{d^2 K(\tau)}{d\tau^2} \right)_{\tau=0} \right]^{-1}. \quad (1.22)$$

2 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ВИМІРУ ДАЛЕКОСТІ НА УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДАТЧИКУ З МОДУЛЕМ GSM

Розробка пристрою почалася з методу вимірювання відстані та перетворення вимірювань у цифрову форму. Для вимірювання відстаней у десятки сантиметрів ми обрали метод ультразвукової локації, оскільки він найпростіший і найточніший.

Ультразвуковий датчик HC - SR 04 використовується як датчик відстані. Принцип роботи ультразвукових датчиків відстані заснований на випромінюванні ультразвукових імпульсів і вимірюванні імпульсів, відбитих від цілі. Метод ультразвукового збудження заснований на п'єзорезистивних перетворювачах. Електричний сигнал частотою 40 кГц подається на п'єзорезистивні перетворювачі і перетворюється в ультразвукові коливання, які після відбиття приймаються такими перетворювачами. Натомість у приймачі ультразвукові хвилі перетворюються на електричні коливання. Рознесений у часі п'єзорезистивний перетворювач може бути як передавачем, так і приймачем ультразвукових імпульсів.

Перетворювач випромінює короткі ультразвукові імпульси. При цьому в датчику запускається таймер. Коли ультразвукові імпульси, відбиті від цілі, повертаються до датчика, таймер відраховує час отримання сигналу. У цей момент розраховується відстань до цілі. [21-28]

2.1 Ультразвуковий датчик

Для нашого пристрою був обраний ультразвуковий датчик HC - SR 04, розроблений компанією " RoboVox ". Цей датчик містить 2 п'єзорезистивні перетворювачі Для нашого обладнання був обраний ультразвуковий датчик HC-SR 04, розроблений компанією «RoboVox». Датчик містить 2

2.2 Мікроконтролер PIC 16 F 628A

Мікроконтролер PIC 16 F 628 A належить до широко поширеного сімейства мікроконтролерів PIC і використовується для перетворення тривалості значення відстані, що розвивається на виході ультразвукового датчика, і передає його на вхід SIM-модуля. Цей мікроконтролер було обрано, тому що він має вбудований таймер та інтерфейс зв'язку UART, який дозволяє передавати дані та систему команд типу AT, яку розуміє SIM-модуль. [31-35]

Технічні характеристики PIC 16f 628A.

Мікроконтролери від «Microchip» Мікроконтролер PIC 16 F 628A-18-pin FLASH є частиною популярного сімейства PIC 16 CXX. Це сімейство мікроконтролерів має 8-розрядну, високопродуктивну та повністю статичну архітектуру RISC.

Технічні параметри:

1. -Тип корпусу - PDIP - 18L .
2. -Напруга живлення ядра - 2 ... 5.5 В .
3. -Напруга живлення периферії - 2 ... 5.5 В .
4. -Робоча температура - -40 ... 80 оС .
5. -Кількість інтерфейсів UART - 1.
6. -Кількість таймерів -3.
7. -Кількість компараторів -2.
8. -Кількість I/O -15.

Характеристика високопродуктивного RISC ядра:

9. -35 команд.
10. - Усі команди виконуються за один цикл (200 нс), крім команди перетворення, яка виконується за два цикли.
11. - Тактова частота:
12. - DC – 20MHz, тактовий сигнал.
13. - DC -200ns, один машинний цикл.

14. - Пам'ять програм (FLASH) - 2048 x 14.
15. - Пам'ять даних (RAM) - 224x8.
16. - Пам'ять даних EEPROM - 128x8.
17. - Система переривань:
18. -16 спеціальних апаратних регістрів.
19. - 8-рівневий апаратний стек.
20. -Режими прямої, непрямой та відносної адресації.

Обчислення в МК виконує арифметико-логічний пристрій (АЛП), який у свою чергу під час роботи взаємодіє з регістрами. Основний регістр, який використовується для обчислень, називається накопичувачем або робочим регістром, позначається W, і не відображається в адресному просторі. Інші регістри утворюють пам'ять даних і поділяються на 2 групи:

- регістри спеціального призначення (SFR) – використовуються для керування ядром і периферією;
- регістри загального призначення (GPR) - по суті лише оперативна пам'ять, доступна програмісту.

Для зв'язку з іншими пристроями є два восьмирозрядних порти PORTA і PORTB. Архітектура мікроконтролера PIC 16 F 628A показана на рисунку 1.5.

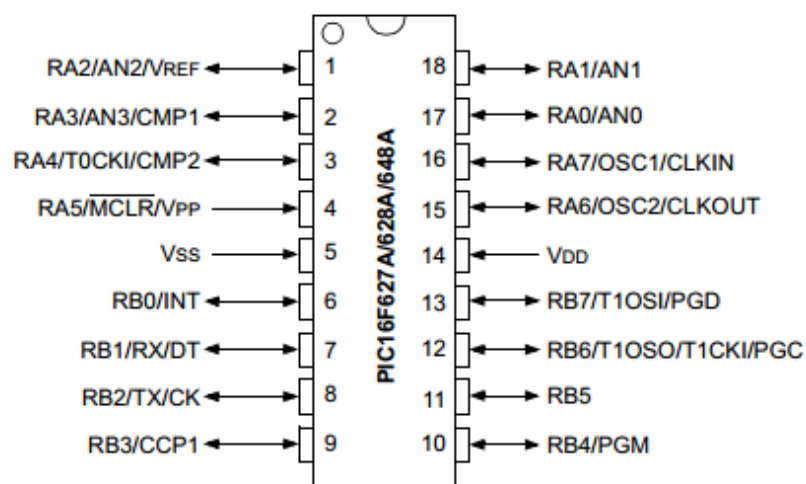


Рисунок 2.5 - Розташування виводів PIC 16 F 628 A PDIP -18 L

Опис виводів МК, позначення та його опис наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 2.1 - Опис висновків PIC16F628A

Позначення	Тип	Буфер	Опис
1	2	3	4
OSC1/ CLKIN	I	ТШ/КМОП	Вхід кристала генератора, RC-ланцюжка або вхід зовнішнього тактового сигналу
OSC2/ CLKOUT	O	-	Вихід кристалу генератора. У RC-режимі – вихід 1/4 частоти OSC1
/MCLR	I/P	ТШ	Сигнал скидання/вихід програмуючої напруги. Скидання низьким рівнем.
RA0	I/O	ТТЛ	PORTA – двонаправлений порт введення/виводу RA4/T0CKI може бути вибраний як тактовий вхід таймера/лічильника TMR0. Вихід із відкритим стоком.
RA1	I/O	ТТЛ	
RA2	I/O	ТТЛ	
RA3	I/O	ТТЛ	
RA4 /T0CKI	I/O	ТШ	

Кінець таблиці 2.1 - Опис висновків PIC16F628A

RB0/INT	I/O	ТТЛ/ТШ	PORTB-двонаправлений порт введення/виводу. RB 1/ TX , RB 2/ RX висновки інтерфейсу UART Може бути запрограмований у режимі внутрішніх активних навантажень на лінію живлення за всіма висновками. Висновок RB0/INT може бути обраний зовнішній вхід переривання. Висновки RB4...RB7 можуть бути програмно налаштовані як входи переривання зі зміни стану на будь-якому вході. При програмуванні МК RB6 використовують тактовий, а RB7 як вхід/вихід даних.
RB1/TX/DT	I/O	ТТЛ	
RB2/RX/CX	I/O	ТТЛ	
RB3/CCPI	I/O	ТТЛ	
RB4/PGM	I/O	ТТЛ	
BR5	I/O	ТТЛ	
RB6/PGC	I/O	ТТЛ/ТШ	
RB7/PGD	I/O	ТТЛ/ТШ	
Vdd	P	-	Позитивна напруга живлення
Vss	P	-	Загальний провід (земля)

2.3 Розробка пристрою передачі даних GSM

Пристрій працюватиме в наступному порядку, для цього програму програмують на МК PIC 16 F 628 A в середовищі програмування мікроконтролера PIC, вдосконаленому середовищі програмування зі спеціальним MicroC Pro для бібліотек PIC, як показано на малюнку 2.6. Скріншот загального вигляду програми. [38]

Розглянемо загальний алгоритм програми на рис.2.7

Програма оголошує змінні на початку, потім встановлює таймер і реєстри переривань, потім вводить команду AT, щоб налаштувати модуль для запуску, чекає виклику, доки умова не стане "так", тоді тригер тригера HC - SR 04 буде спрацьовує, а датчик згенерує 8 імпульсів Здійснюється передача, і на МК надійде дзеркальний сигнал, тривалість якого зчитується таймером, згідно з формулою (2.1).

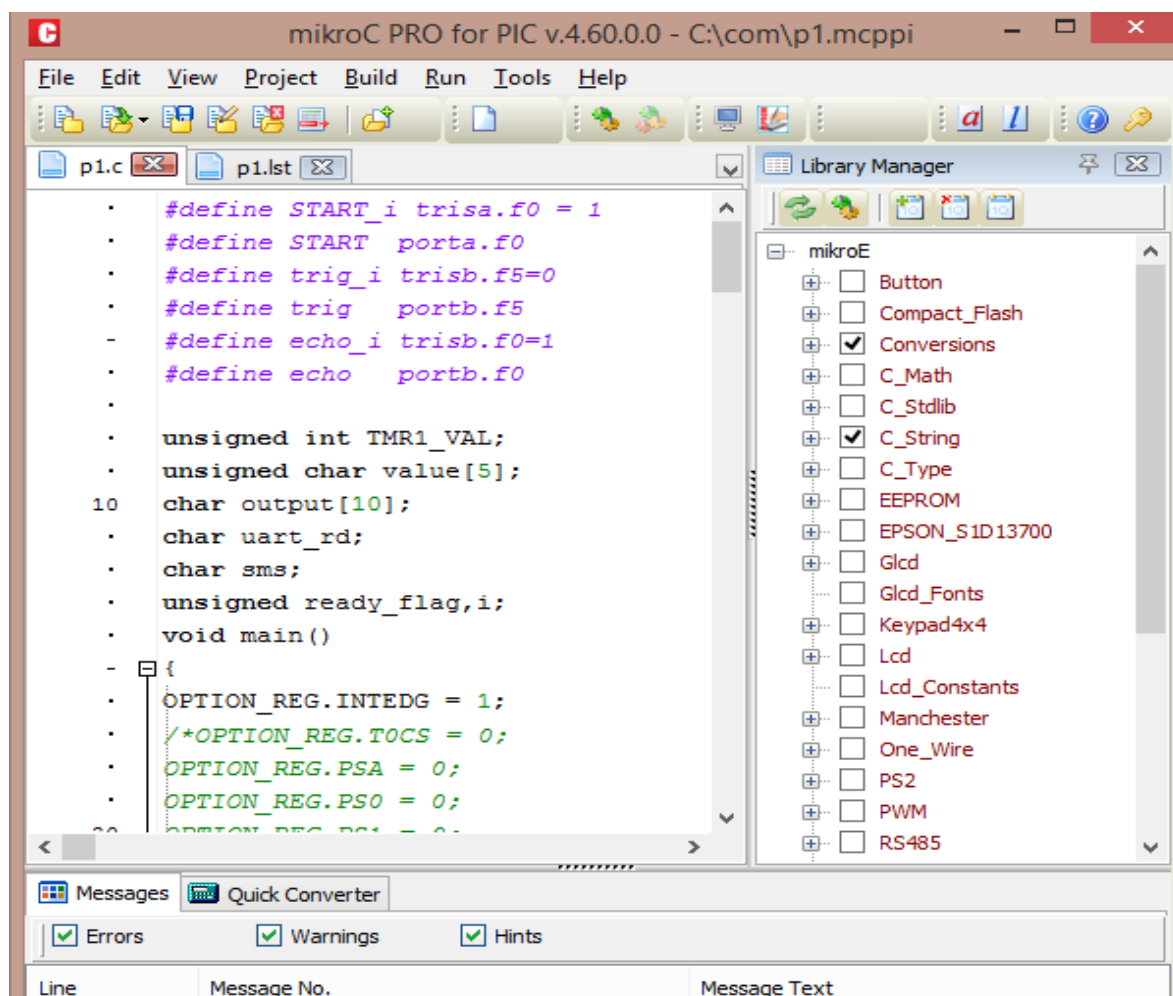


Рисунок 2.6 - Скріншот програми MicroC PRO for PIC .

Щоб розпочати цикл вимірювання, ви прикладаєте позитивний імпульс тривалістю 10 мкс до виходу Trig, після чого модуль посилає 8 пучків імпульсів із частотою 40 кГц на передавач і перемикається в режим прийому луни від цільового відбиття. Вихід луни створює позитивний імпульс, тривалість якого пропорційна відстані до цілі. Відстань розраховується за такою формулою: $S(\text{см}) = T_{\text{імр}} (\text{мкс}) / 58$, де $T_{\text{імр}}$ — тривалість імпульсу на виході ехо в мікросекундах, а S — відстань до цілі в сантиметрах. Рекомендується пауза в 60 мс між циклами вимірювання, яка необхідна для зникнення відлуння від попереднього вимірювання.

якого буде вимірюватися тривалість імпульсу на виході ультразвукового модуля. Співвідношення таймера встановлено на 1:1, і вибрано внутрішнє джерело тактового сигналу $F_{osc} / 4$. З такими налаштуваннями таймер переповнюватиметься через 65536 мкс і збільшуватиметься кожну мікросекунду. Далі вмикаємо переривання периферійного модуля, переривання переповнення таймера TMR1. Викличте підпрограму ініціалізації драйвера числового індикатора (в `it_lcd`), після чого слід виклик підпрограми `signal_not` для виведення символу тире «-» до числового індикатора. Потім викличте підпрограму періоду вимірювання `start_pul`, прапорець підготовки вимірювання, `1` скидається в підпрограмі, тригонометрична лінія встановлюється на логічному високому рівні 10 мкс, і ультразвуковий модуль починає процес вимірювання. Після видачі команди скинути прапор і включити переривання для зміни рівня входу RB4-RB7, після виходу з підпрограми `start_pul` включити глобальне переривання і продовжити опитування прапора готовності і прапора тривалості отриманого імпульсу.

Через деякий час модуль UZ встановлює високий логічний рівень на виводі Echo, і виникає переривання за рахунок зміни рівня на лінії RB4 і переходу до обробника переривань. В обробнику переривання перевірте стан ехо-лінії (RB4), якщо воно дорівнює 1, запустіть таймер TMR1, тим самим запустіть процес вимірювання ширини імпульсу. Після запуску таймера скиньте прапор переривання та вийдіть з обробника переривань відповідно до зміни рівня входу RB4-RB7.

Через певний проміжок часу (пропорційний відстані до цілі) на лінії RB4 встановлюється логічний низький рівень, і через зміну рівня RB4 виникає ще одне переривання. В обробнику переривань знову перевіряється стан ехо-лінії (RB4), на цей раз воно дорівнює нулю, і відбувається перехід до прапора `stop_tmr1`. Таймер TMR1 зупиняється, значення регістра таймера (в мікросекундах) копіюється в регістр зберігання ширини імпульсу (`varHH`,

varLL), переривання, що змінює рівень RB4-RB7, заборонено, а прапор отримання ширини імпульсу - прапор, 0 ставиться. Наразі термін дії ультразвукового модуля закінчується.

Далі налаштуйте лічильник часу, організуйте паузу після періоду діапазону, запишіть число 4 у реєстр синхронізації листа, скиньте реєстр таймера TMR1, скиньте позначку переривання, коли таймер переповнюється, запустіть таймер і вийдіть з обробника переривань. Після переповнення таймера введіть обробник переривання, введіть мітку prov_tmr1, перевірте стан біта дозволу переривання, оцініть зміну рівня на RB4-RB7, і якщо він дорівнює 0, зменшіть реєстр листа. Якщо вміст реєстра листа не дорівнює нулю, прапор переривання скидається через переповнення таймера TMR1 і обробник переривань завершує роботу. Коли значення реєстра shet стає нульовим, таймер TMR1 буде зупинено, його реєстр буде скинуто до нуля, прапор готовності вимірювання, 1, буде встановлено, прапор переривання буде скинуто, і обробник переривань вийде. , Тривалість паузи становитиме (65536 мкс) x 4=262,144 мс, паузу можна змінити, записавши інше значення в реєстр листа.

В основній програмі після отримання підтвердження про закінчення процесу вимірювання (прапор опитування, 0) викликається підпрограма (вівод) для обчислення та виведення відстані до цілі на цифровий індикатор. У підпрограмі vivod скидається прапор flag,0, викликається підпрограма, яка ділить тривалість імпульсу на число 58, і після повернення в реєстрах знаходиться значення відстані до цілі (в сантиметрах). резXX , резЛЛ . Якщо значення більше 400 см, на цифровому дисплеї з'являються риски «- - -», я застосував це обмеження відповідно до характеристик ультразвукового модуля.

Якщо значення відстані менше 400 см, викликається підпрограма (bin2bcd) для перетворення двійкового числа в двійкове десяткове, а потім

десятькове значення відстані відображається на цифровому індикаторі в підпрограмі send_rast. Після завершення повернутися з підпрограми vivod і далі опитувати прапори flag,0 і flag,1. Якщо прапор готовності (прапор, 1) дорівнює 1, підпрограма start_pul викликається для початку нового циклу визначення діапазону.

Під час вимірювання тривалості імпульсу на лінії відлуння (RB4) таймер TMR1 може переповнюватись, наприклад через велику відстань до цілі або відсутність цілі. Для цього випадку в обробнику переривання під час переходу до мітки prov_tmrl перевірте стан бітів дозволу переривання на предмет зміни рівня на RB4-RB7, якщо значення цього біта дорівнює 1, тривалість імпульсу перевищила 65,536 розсіяний склероз . У цьому регістрі таймера запишіть число 39936 (що відповідає відстані 688 см) і виконайте перехід до тегу s_t1. Під час перегляду значення відстані в основній програмі на лічильнику відобразатимуться прочерки "- - -" через обмеження 400 см.

$$L = \frac{t * V}{2} \quad (2.1)$$

де L - відстань в метрах, t - час віддзеркаленого імпульсу в секундах, V - швидкість ультразвуку.

$$L = \frac{t * 340}{2} \quad (2.2)$$

Спростуємо вираз

$$L(\text{см}) = \frac{t(\text{мкс})}{58} \quad (2.3)$$

Мікроконтролер переходить в сплячий режим під час очікування дзвінка, прокидається від переривання контакту від модуля UART_RI для зниження енергоспоживання пристрою.

Програму програмували на мікрокомп'ютері PIC 16 F 628 A за допомогою програми PICkit 2 v2.61 та програматора PICkit 2. На малюнку 2.8 показано, які контакти мікроконтролера необхідно підключити до виходів програматора для завантаження програми.

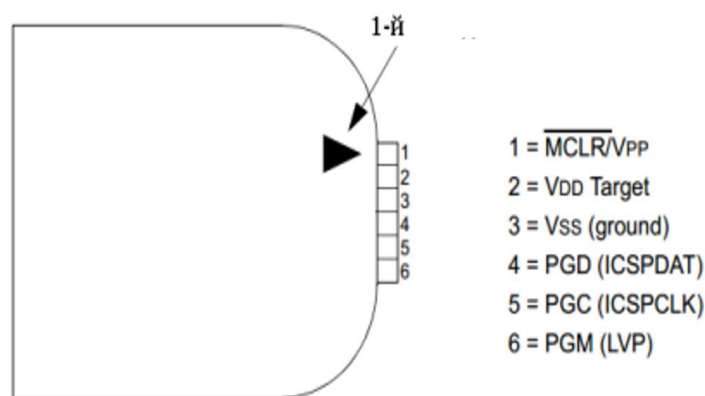


Рисунок 2.8 - Виводи для програмування МК

Споживання пристрою.

1. Споживаний струм приладу = 20мА
2. Струм споживання SIM 900:
3. У режимі очікування від 2,2 мА
4. У режимі передачі = <550 мА
5. Максимальний струм (піковий) = 2 А

Пристрій розроблено за допомогою програми DipTrace, яка призначена для проектування корпусів, компонентів і створення креслень друкованих плат. Схеми створюються на DipTrace Schematic. [41-45] Розглянемо важливі сценарії для пристрою на рис. 2.9.

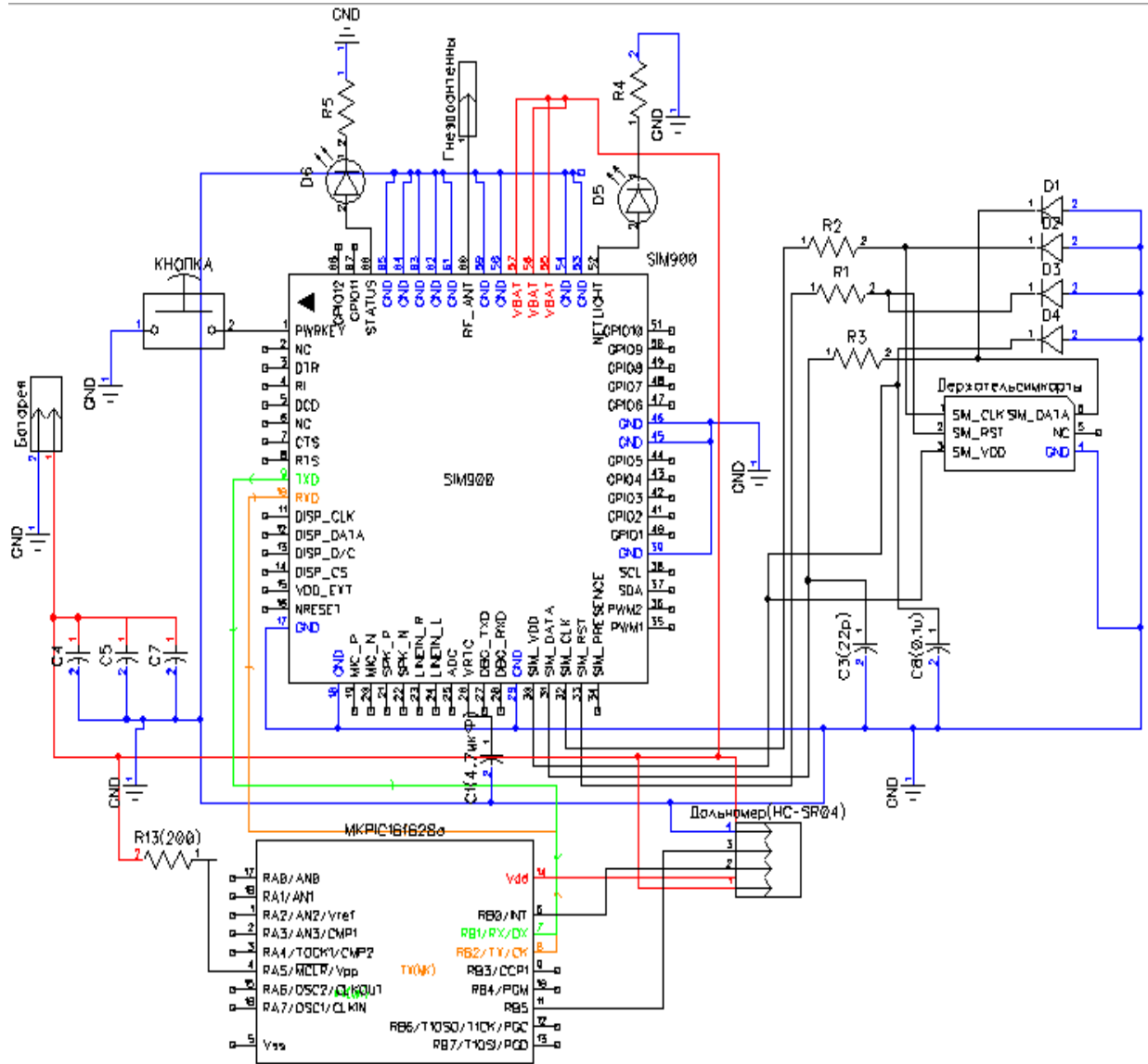


Рисунок 2.9 - Принципова схема пристрою виміру відстані

Відповідні компоненти були видалені з ланцюга антени. На невеликій відстані від RF ANT (60) до антени на .PWRKEY (1) встановлена кнопка, для включення модуля потрібно довге натискання протягом 0,5 секунди. Світлодіодний індикатор стану монтується через резистор, і світлодіодний індикатор стану (66) повинен світитися, коли модуль увімкнено.

Світлодіоди мережі НЕТЛАЙТ працюють в наступних режимах: (ВКЛ./ВИМК.).

-64 мс/800 мс – мережа не знайдена;

-64 мс/3000 мс - виявлення мережі;

-64ms/300ms - з GPRS обміном.

Виходи TX(9) і RX (10) підключені до мікроконтролера PIC 16 F 628 A і обмінюються даними за допомогою AT-команд через послідовний інтерфейс UART. Резистори R4 - R5 Індикатор стану обмежувача струму по 300 Ом. Будь-яка антена діапазону GSM з роз'ємом SMA-F. Тримач SIM-карти оснащений захисними діодами.

Рекомендується вибрати джерело живлення великої потужності, як показано на малюнку 2.6. Під пошуком мережі піковий струм може досягати 1,5 А.

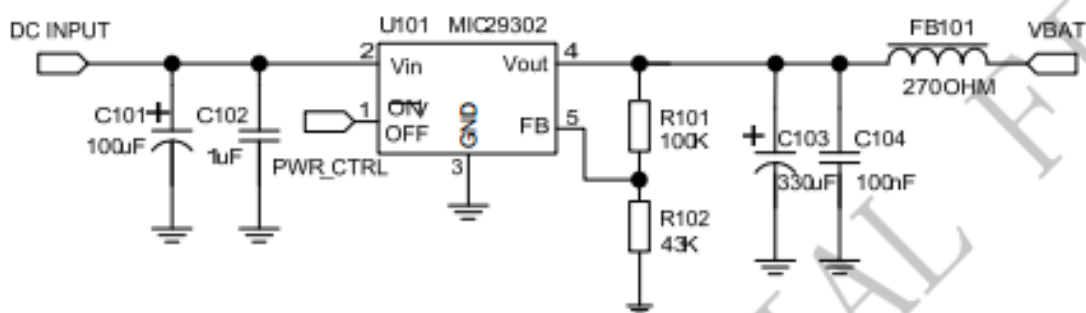


Рисунок 2.10 -Джерело живлення

Принцип роботи пристрою виміру відстані.

У стані спокою пристрій знаходиться в режимі сну, МК запрограмований на перехід в режим сну в режимі простою, прокидається від SIM 900, від контакту RI (4), підключеного до виводу RB 4 мікроконтролера. Коли вхідний дзвінок або SMS надсилається на вихід RI (4) SIM 900, логічний рівень стає 0, тому переривання на мікроконтролері запускається та прокидається. Пристрій запрограмований таким чином, що при вхідному дзвінку мікроконтролер посилає на HC-SR04 імпульс тривалістю 10 мкс. Після

часу відбитого сигналу він обчислює відстань (см) і надсилає дані до нашого модуля за допомогою АТ-команд.

2.4 Висновки до другого розділу

В розділі було детально описано метод виміру відстані за допомогою ультразвукового давача. Розроблено алгоритм роботи програми обробки сигналів та передавання інформації за допомогою стільникового зв'язку. Розроблено схему електричну поринципову пристрою.

					КвРТР.2020013.01.02	
		№ докум.	Підпис			44

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІ ПРИБОРУ

3.1 Розрахунок друкованої плати

Основним комутаційним елементом цієї конструкції є друкована плата, яка використовується для електричних з'єднань елементів схеми.

Друкована плата - це конструктивний елемент, що складається з плоских провідників у вигляді металізованих покритих ділянок, які розміщені на діелектричній підкладці і забезпечують з'єднання елементів схеми.

При розміщенні елементів необхідно мінімізувати кількість сполучних перетинів і їх довжину.

Розрахуємо загальну встановлену площу компонентів з того боку, де встановлено кількість основних елементів.

Площа плати береться за такими шкалами:

$$S_{\text{пл}} \approx 3S_{\Sigma} \approx 3 \cdot 3022 \approx 9066 \text{ (мм}^2\text{)} \quad (3.1)$$

Отже, згідно з розрахунком, мінімальна площа плати повинна бути 9066 мм². Форма друкованої плати обрана прямокутна. Рекомендується вибирати розмір бортика зі стандартного асортименту.

Отже, розміри плати 115x70 мм.

При трасуванні друкованої плати розробники повинні встановити наступні вимоги:

1. Мінімальна кількість перехідних отворів.
2. Загальний розмір дошки зберігається якомога меншим.
3. На дошці повинні бути намальовані всі логічні елементи, а всі кнопки підписані.

4. За винятком мікросхеми, що перевіряється, всі мікросхеми повинні бути розміщені під друкованою платою, щоб запобігти короткому замиканню з боку користувача.

Важливим моментом є те, що на опорах багато електричних з'єднань і велика щільність провідників і мікросхем десь на друкованій платі.

Як відомо, вартість друкованої плати залежить від класу точності, матеріалу, щільності отворів на 1 мм^2 і розмірів друкованої плати. Всі ці параметри необхідно враховувати при виборі класу точності. Наприклад, якщо вибрати клас точності 3, загальний розмір плати збільшиться, а кількість перехідних отворів збільшиться, що вплине на вартість друкованої плати. Якщо вибрати клас точності 4, то розмір плати буде менше, ніж клас точності 3, а ціна залишиться приблизно такою ж. Виходячи з цього вибираємо 4 клас точності. [46]

Крім габаритних розмірів друкованої плати, основи використовуваних компонентів і економічної доцільності друкована плата повинна відповідати також умовам четвертий рівень точності:

1. Номінальне значення ширини провідника $t=0,23 \text{ мм}$;
2. Мінімальна відстань $S=0,23 \text{ мм}$ між провідником, контактною поверхнею, провідником і контактною поверхнею, а також провідником і металізованим отвором;
3. Гарантована кромка $b_n = 0,4 \text{ мм}$ в зоні контакту неметалізованого отвору;
4. Гарантований запас $b_m = 0,25 \text{ мм}$ в зоні контакту металізованого отвору;
5. Максимальне відхилення міжцентрової відстані монтажного отвору не перевищує $\Delta=\pm 0,05 \text{ мм}$.

Щоб забезпечити найбільшу зручність при розміщенні компонентів і розводці, завдяки використанню неоднорідних компонентних баз із

британськими стандартними розмірами, відстань сітки розведення та отворів має становити 0,635 мм.

Існує 5 різних конструктивних реалізацій функціонального вузла (FV) з використанням технології поверхневого монтажу:

1. Односторонній монтаж PV, лише компоненти, встановлені на верхній поверхні друкованої плати, нижня сторона вільна;
2. Фотоелектричні модулі двостороннього монтажу, компоненти відповідно встановлені на верхній поверхні плати та нижній поверхні плати;
3. Односторонній монтаж PV, з використанням компонентів, призначених для поверхневого монтажу, і компонентів, встановлених в отвори тільки на верхній стороні плати;
4. Двостороння PV використовує компоненти з наскрізними отворами у верхній частині плати та компоненти для поверхневого монтажу в нижній частині плати.

Фотоелектрична двостороння установка. Компоненти з наскрізним отвором і компоненти для поверхневого монтажу монтуються на верхній стороні плати, а лише компоненти для поверхневого монтажу — на нижній стороні плати.

Для нашого випадку потрібно вибрати 5 способів виконання

Необхідно вибрати двосторонню друковану плату (ЦПП) і 5 способів виконання, виходячи з наступних причин:

1. Відносно велика кількість корпусів ІС, серед інших компонентів, призводить до великої кількості з'єднувальних провідників (понад 2000). Так багато провідників важко досягти на одній платі заданого розміру;
2. Крім того, наявність друкованих провідників з обох сторін плати з обраними лінійними розмірами дозволить реалізувати рішення;
3. Використання DDP полегшує монтаж і перевірку компонентів з підвищеною щільністю монтажу;

					КвРТР.2020013.01.02	47
		№ докум.	Підпис			

4. Використання DDP дозволяє збільшити очікувану кількість з'єднань, що дає можливість використовувати CAD OrCad 9.2.3 і SPECCTRA 10.0 при трасуванні друкованих провідників. Завдяки цьому процес проектування ДП значно прискориться.

Оскільки це лабораторний стенд, усі компоненти повинні бути встановлені на нижній частині друкованої плати.

Крім того, використання DDP у цьому випадку значно збільшить врожайність відповідного DP, таким чином покращуючи економічні показники цієї рослини.

Оскільки агрегат буде збиратися в умовах дрібносерійного виробництва, необхідно було максимально спростити збірку для монтажників. Для цього більшість невеликих радіокомпонентів SMD, зокрема резисторів і конденсаторів розміром 0805, будуть розміщені з іншого боку друкованої плати. Це полегшить збірку та перевірку елементів. Вибрано конструктивне виконання 5.

Для кріплення друкованої плати необхідно передбачити вільну від провідників область для технічних отворів, за допомогою яких плата буде кріпитися до задньої кришки корпусу.

Обґрунтування вибору основного матеріалу плати.

В якості матеріалу для виготовлення друкованих плат ми вибрали ламіноване скловолокно - FR-4 з двосторонніми шарами фольги і товщиною друкованого провідника 35 мікрон. ГОСТ 12.2.006-87.

В даний час цей матеріал широко використовується в промисловості країн СНД, в тому числі в Україні і в усьому світі. Являє собою склотканину з компонентом епоксидної смоли і має хороші техніко-експлуатаційно-технічні властивості, в тому числі:

1. Розширений діапазон робочих температур -60...+130С;
2. Низьке вологопоглинання $\leq 0,5\%$;

					КвРТР.2020013.01.02	48
		№ докум.	Підпис			

Елементи відображення розташовані в лівій верхній частині панелі. Таке просторове розмаїття необхідно операторам для більш зручного сприйняття інформації.

Роз'єм живлення розташований у верхньому правому куті краю плати. Компоненти, пов'язані з перетворенням силового струму (діоди, стабілізатори напруги, конденсатори). Крім того, бажано розміщувати їх поруч із відповідними розетками.

Розділення для вхідної комбінації знаходиться зліва від аналогових компонентів, а вихід – з правого боку. Всі роз'єми встановлені на верхній частині друкованої плати.

Для підключення плати необхідно передбачити вільну від провідників площу для технічних отворів, за допомогою яких плата буде з'єднуватися з задньою кришкою корпусу.

Максимальна висота плати досягається за рахунок монтажу електролітичних конденсаторів на плату.

Трасування провідників на друкованих платах

Після розміщення компонентів за допомогою CAD OrCad 9.2.3 ми відстежили провідники вручну. Це не дуже швидкий спосіб, але надійний. Під час процесу автоматичного підключення програма неправильно підключила плату. Наприклад, програма зробила близько 1500 перехідних отворів для дошки, але лише 500 було зроблено вручну, а підключення дошки зайняло багато часу. Підключення цієї плати зайняло близько 40 годин.

Після підключення плати, щоб забезпечити надійне живлення кожного компонента, верхня частина плати заповнюється землею, а нижня підключається до джерела живлення. Це забезпечує надійне живлення всієї схеми.

Розрахунок параметрів вузла друкуючого пристрою

Двостороння друкована плата виготовлена комбінованим методом, ступінь точності 4.

Вихідні дані

1. Товщина фольги 35 мікрон;
2. Максимальна сила струму через провідник 50 мА;
3. Максимальна довжина провідника 0,21 м;
4. Допустиме падіння напруги на провідниках 0,25 В;
5. Максимальний діаметр висновків мікросхеми 0,8 мм;
6. Розмір листа 215□315 мм;
7. Мінімальна відстань між висновками мікросхеми 0,8 мм.

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника за формулою:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \cdot t} \quad (3.2)$$

де I_{\max} – максимальний постійний струм, що протікає в провіднику;

$j_{\text{доп}}$ - допустима щільність струму;

t — товщина провідника, мм.

Отже, згідно з (3.2) визначимо мінімальну ширину друкованого провідника

$$b_{\min 1} = \frac{0,05}{20 \cdot 0,035} = 0,071(\text{мм}).$$

Визначаємо мінімальну ширину провідника за допустимим падінням напруги на провіднику за формулою:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho I_{\max} l}{U_{\text{доп}} \cdot t} \quad (3.3)$$

де ρ – питомий об'ємний опір;

l - довжина провідника, м;

$U_{\text{доп}}$ - допустиме падіння напруги.

Тому згідно (3.3)

$$b_{\min 2} = \frac{0,05 \cdot 0,05 \cdot 0,21}{0,035 \cdot 0,25} = 0,06 \text{ (мм)}.$$

Розраховуємо номінальний ефективний діаметр площі контакту.

Номінальний ефективний діаметр монтажного отвору

$$d = d_E + |\Delta d_{H,0}| + r \quad (3.4)$$

де d_E – максимальний діаметр встановленого виходу EPE;

$\Delta d_{H,0}$ - нижня межа відхилення номінального діаметра монтажного отвору;

r — різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вихідного отвору. З (3.4) отримуємо:

$$d = 0,4 + 0,1 + 0,1 = 0,6 \text{ (мм)}.$$

Мінімальний ефективний діаметр контактних майданчиків:

$$D_{1\min} = 2(b_M + d_{MAX} / 2 + \delta d + \delta p) \quad (3.5)$$

де d_M – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної зони;

δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і площ контакту;

d_{max} — максимальний діаметр отвору, мм;

Для 3,5:

$$d_{max} = \frac{1 + 0,05 + 0,1}{2} = 0,575(\text{мм}).$$

$$D_{1min} = 2 (0,035 + 0,575/2 + 0,1 + 0,25) = 1,3(\text{мм}).$$

Мінімальний діаметр контактних майданчиків:

$$D_{min} = D_{1min} + 1.5h_{\phi} \quad (3.6)$$

де D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр платформи;

h_{ϕ} – товщина фольги;

Максимальний діаметр контактної поверхні:

$$D_{max} = 1,3 + 0,02 = 1,32(\text{мм}).$$

Визначаємо розміри провідників.

Мінімальна ширина провідників:

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h_{\phi} \quad (3.7)$$

де b_{1min} - мінімальна ширина провідника ефективна 0,18 (мм);

$$b_{min} = 0,18 + 0,05 = 0.23 (\text{мм}).$$

Максимальна ширина провідників:

$$b_{\max} = 0,23 + 0,02 = 0,25 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна між провідником і контактною площадкою відстань:

$$S_{1\min} = L_0 - [(D_{\max} / 2 + \delta_p) + (b_{\max} / 2 + \delta l)] \quad (3.8)$$

$$S_{1\min} = 1,27 - [(1,37 / 2 + 0,25) + (0,25 / 2 + 0,05)] = 0,18 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна між двома контактними майданчиками відстань:

$$S_{2\min} = L_0 (D_{\max} + 2\delta l) \quad (3.9)$$

де L_0 - відстань між центрами елементів;

δl - допуск на розташування провідників.

$$S_{2\min} = 2 - (1,32 + 2 \cdot 0,25) = 0,24 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta l) \quad (3.10)$$

$$S_{3\min} = 1,7 - (1,32 + 2 \cdot 0,05) = 0,25 \text{ (мм)}.$$

Таким чином, розрахункові параметри друкованих компонентів відповідають вимогам прецизійної плати 4 класу.

3.2 Виготовлення друкованої плати пристрою

Для даного пристрою за вищенаведеною схемою була створена друкована плата за технологією LUT (Laser Ironing Technology), креслення нанесені на програму DipTrace PCB, з автоматичним позиціонуванням і автоматичним відстеженням. Через складність одностороннього відстеження була обрана двостороння схема пристрою. Розгляньте схеми верхньої та нижньої сторони плати, намальовані на DipTrace на рис. 3.1. та 3.2.

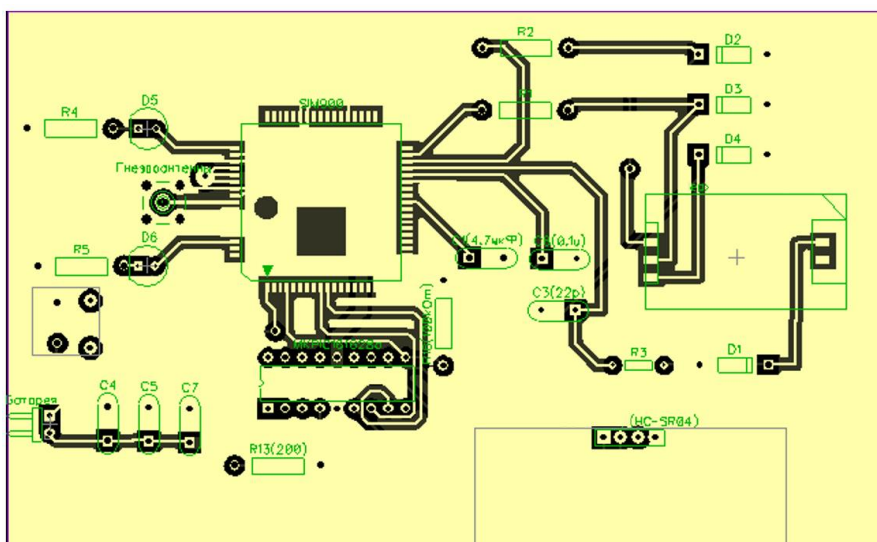


Рисунок 3.1 - Рисунок друкованої плати, верхня сторона

Вирізати двостороннє склотекстоліт 13x8 см, роздрукувати малюнок лазерним принтером, глянцевої папір, папір А4. Далі підготуйте деталь, очистивши поверхню дрібнозернистим наждачним папером і знежиривши ацетоном.

Вимір відстані

Виміряну відстань HC - SR 04 порівняли з лінійкою до 15 см, результати на таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Результати вимірів

Виміряна відстані на HC - SR 04,см	Відстань на лінійці , см
2	2
3	3
4	4
6	5
6	6
7	7
8	8
10	9
10	10
12	11
12	12
13	13
15	14
15	15

Результати вимірювань відрізняються для різних відбивних поверхонь, а швидкість звуку залежить від середовища вимірювання. Похибка вимірювання далекоміра ультразвукового датчика плюс-мінус 1 см.

Модуль вимірює відстань дуже точно, принаймні на коротких відстанях, у специфікаціях сказано, що модуль вимірює до 4 метрів, але насправді це набагато далі, я отримую показання до 5 метрів.

3.3 Висновки до третього розділу

В розділі проведено розрахунок друкованої плати. В розрахунок входить:

1. Обґрунтування розміру друкованої плати – 115x70 мм.
2. Обґрунтування вибору матеріалу.
3. Розрахунок елементів друкованого монтажу.
4. Обґрунтування технології трасування провідників.

На додаток у розділі наведено опис виготовлення друкованої плати і пристрою в цілому.

					КвРТР.2020013.01.02	
		№ докум.	Підпис			60

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи:

1. Розроблено та зібрано схему перетворення даних, що виводяться з ультразвукового датчика, у зручний формат для подачі на SIM-вхід модуля SIM 900.

2. Програма, написана та налагоджена за допомогою мови MicroC PRO for Pic, використовується для перетворення тривалості вихідного сигналу датчика HC-SR 04 у відстань однокристальним мікрокомп'ютером.

3. За допомогою вбудованої AT-команди модуля освоїти управління надсиленням і прийомом SIM-модуля. Скомпілював модуль для запуску програми та перевіряв роботу пристрою для прийому дзвінків з мобільного телефону та передачі даних назад на адресу мобільного телефону.

4. Для економії енергії від джерела живлення блок запрограмовано в режим «сплячий».

5. Розробив друковану плату обладнання та здійснив монтаж обладнання.

6. Отримано результати вимірювань далекоміра на ультразвуковому датчику з модулем GSM.

					КвРТР.2020013.01.02	61
		№ докум.	Підпис			

13. Analog Devices 50MHz Direct Digital Synthesizer Waveform Generator AD9835/ Analog Devices, Inc. 1998–2019. 28 p.
14. User's Guide for RIGOL DS1000E, DS1000D Series/ Digital Oscilloscopes DS1102E, DS1052E, DS1102D, DS1052D/ RIGOL Technologies, Inc. Publication number UGA07107-1110. July 2018. 172 p.
15. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : Підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.
16. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка і мікросхемотехніка / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. під ред. А. Г. Соскова. – Вид. 2-ге, виправл. і доповн. – Харків : ХДАМГ, 2003. – 281 с.
17. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.
18. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотехніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак ; НТУУ «КПІ». -Київ : НТУУ «КПІ», 2015. - 314 с. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.
19. Бойко В. І. Мікрокомп'ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.
20. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 329 с.
21. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої» для студентів спеціальності 092206 «Електричні машини та апарати» / Уклад.: Ю. С. Грищук, Т. П. Павленко. – Харків : ХДПУ, 1999. – 32 с.
22. Мікропроцесорна техніка : підручник / Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін. / за ред. Т. О. Терещенко. – Київ : Політехнік, 2003. – 440 с.

23. Алексієв О. П. Мікроконтролери для транспортних і промислових застосувань.: архітектура та програмування : навч. посіб. / О. П. Алексієв, О. Б. Богаєвський, В. П. Волков. – Харків : ХНАДУ, 2004. – 156 с.

24. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої». – Ч. 2 : «Однокристалні мікро контролери» для студентів спеціальностей 092206 «Електричні машини та апарати» і 092205 «Електропобутова техніка» усіх форм навчання / уклад. Ю. С. Гришук. – Харків : НТУ «ХП», 2003. – 43 с.

25. Скорик Б.І., Астахов Д.С. Посібник до вивчення дисципліни «САПР пристроїв захисту інформації» -Д.: РРВ ДНУ , 2011.- 86 с.

26. IPC-A-600F -Acceptability of Printed Boards (Критерії приймання друкованих плат). - 2019. - 125 с.

27. IPC-D-390A Automated Design Guidelines (Посібник з автоматизованого проектування друкованих плат).

28. IPC-SM-782A Surface Mount Design and Land Patterns (Amend. 1 - 5/15) Посібник з проектування плат поверхового монтажу та контактних майданчиків. (Виправлення 1 - 5/15).

29. www.altium.com – офіційний сайт Altium Designer (Дата звернення 08.05.2023).

30. Мікроконтролерні пристрої: навч. посіб. для студ. спец. «Мікро- та наноелектроніка» / О. С. Тонкошкур, І. В. Гомілко, О. В. Коваленко ; Дніпропетровський нац. ун-т ім. О. Гончара. — Д. : Вид-во ДНУ, 2011. — 264 с.

31. Сучасні мікроконтролери. Теорія і практика використання стандартних модулів Arduino: [навч. посіб. для студентів ВНЗ] / А. А. Зорі, В. П. Тарасюк, О. А. Штепа ; Держ. ВНЗ «Донец. нац. техн. ун-т». — Покровськ (Донец. обл.): ДонНТУ, 2017. — 281 с. : іл., табл. — ISBN 978-966-377-209-7.

					КВРТР.2020013.01.02	64
		№ докум.	Підпис			

«Електронна побутова апаратура». Частина 2 / упоряд. В. М. Світенко ; МОН України, ХНУРЕ. — Харків : ХНУРЕ, 2009. — 172 с. : іл.

					КВРТР.2020013.01.02	
		№ докум.	Підпис			67

Додаток А

Програма для відправки даних за допомогою GSM модуля

```
# define START _i trisa . f 0 = 1 // вивід RA 0 як вхід, define визначення як
START _i
# define START porta . f 0 // вивід RA 0 на низький рівень, define
визначення як START
# define trig _i trisb . f 5=0 //вивід RB 5 як вихід, define визначення як trig
_i
#define trig portb.f5 // вивід RB5 як низький рівень , define визначення як
trig_i
#define echo_i trisb.f0=1 // вивід RB0 як вхід , define визначення як echo
# define echo portb . f 0 вивід RB 0 на низький рівень, define визначення
як echo

unsignedint TMR1_VAL; // змінні
unsigned char value[5];
char output [10];
charuart_rd;
charsms;
unsignedready_flag,i;
void main() // початок програми
{
OPTION _ REG . INTEDG = 1;
T 1 CON . T 1 CKPS 0 = 0; //Налаштування таймерів, зчитування часу з
переднім фронтом
T1CON.T1CKPS1=0;
T1CON.TMR1CS=0;
T1CON.TMR1ON=1;
INTCON . GIE = 1; //Настроювання переривань, їх включення до певних
ВИСНОВКІВ
INTCON.RBIE=1;
```

```
INTCON.INTE = 0;
trig_i;
echo_i;
delay _ ms (500);
UART 1_ Init (9600); //ініціалізація UART зі швидкістю 9600 біт /с
ready_flag=1;
Delay_ms(100);
UART1_Write_Text("ate0"); //АТ команда вимкнення луна модуля
UART1_Write(0x0d);
UART1_Write(0x0a);
Delay_ms(100);
UART1_Write_Text("at+cvhu=0"); // АТ команда налаштування скидання
```

дзвінка

```
UART1_Write(0x0d);
UART1_Write(0x0a);
Delay_ms(100);
UART 1_ Write _ Text (" at + cmgf = 1"); // АТ команда переведення в
```

текстовий режим

```
UART1_Write(0x0d);
UART1_Write(0x0a);
Delay_ms(100);
do {
    if ( UART 1_ Data _ Ready () == 1) { //при прийнятті даних з UART , умова
```

йде далі

```
    UART1_Read_Text (output, "RING", 255); //с RX чекає слова RING (
```

Дзвінка)

```
    UART1_Write('a');
    UART1_Write('t');
    UART 1_ Write (' h '); //АТ команда скидання дзвінка
    UART1_Write(0x0d);
    UART1_Write(0x0a);
```

```
Delay_ms(100);
UART1_Write('a');
UART1_Write('t');
UART1_Write('+');
UART1_Write('c');
UART1_Write('m');
UART1_Write('g');
UART1_Write('s');
UART1_Write('=');
UART1_Write("\");
UART1_Write('+');
UART1_Write('7');
UART1_Write('9');
UART1_Write('1');
UART1_Write('4');
UART1_Write('2');
UART1_Write('9');
UART1_Write('1');
UART1_Write('4');
UART1_Write('7');
UART1_Write('6');
UART1_Write('0');
UART1_Write ("\");//відправка смс
INTCON . INTE = 1;
for ( i = 0; i <10; i ++ ) { // тригер, що запускає НС - SR 04
delay_ms(100);
if(!echo){
trig = 0;
delay_us(2);
trig = 1;
delay_us(10);
```

```

trig = 0;
TMR1H = 0;
TMR1L = 0; // скидання таймерів
} }
delay_ms(100);
UART1_Write(0x0d);
UART1_Write(0x0a);
Delay_ms(100);
UART1_Write_Text(value);
UART1_Write('s');
UART1_Write('m');
UART1_Write(0x1A); // відправка даних в см
delay_ms(300);
ready_flag=1;
memset(value,0,5);
}
INTCON.INTE = 0;
intcon.rbie=1;
INTCON.INTE = 1;
asm sleep; // Режим сну
} while (ready_flag);
}
interrupt(){ // переривання
if(INTCON.INTF){
T1CON.TMR1ON=1;
while(echo); // Чекає сигналу з echo HC-SR04
T1CON.TMR1ON=0;
TMR1_VAL = TMR1H<<8;
TMR1_VAL |= TMR1L;
TMR1_VAL = TMR1_VAL/58; // Розрахунок відстані в см
TMR1H = 0;

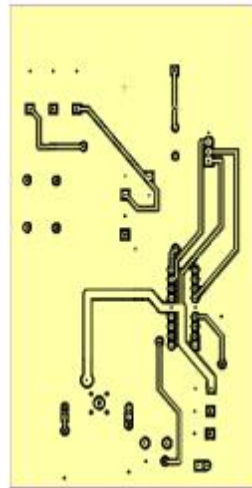
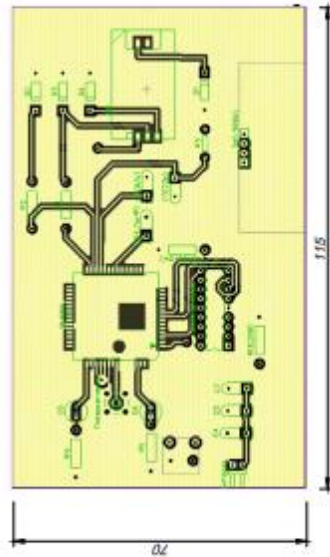
```

```
TMR1L = 0;
INTCON.INTF=0;
inttostr(TMR1_VAL, value);
}
else if (INTCON.RBIF)
{
intcon.rbif=0;
}
}
```

Додаток Б

Друкована плата

КВРТР.2020013.01.02



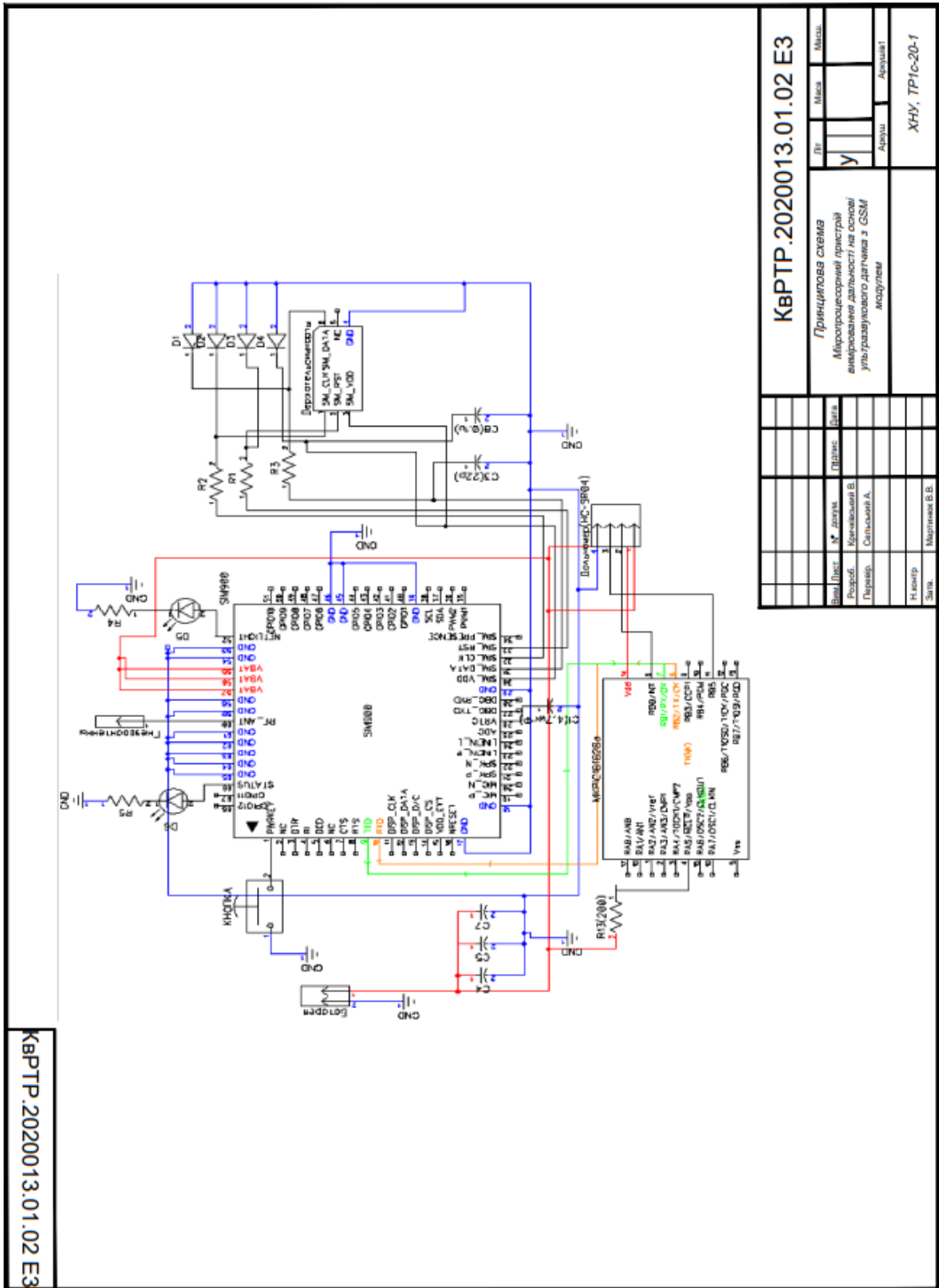
1. *Розмір для довідок
2. Плату виготовити комбінованим позитивним методом
3. Крок координатної сітки 1.25 мм
4. Конфігурацію провідників витримати з відхиленням 0.2 мм
5. Кола живлення виконати з мінімальною шириною 1 мм та ОСТ 4.077.000
6. Номінальна ширина провідників 0.25 мм відстань між провідниками 0.25 мм
7. Граничне відхилення між центрами контактних майданчиків у групі 0.1 мм
8. Клас точності 3 по ОСТ 4.010.078-81

Умова познач	Діаметр отвору, мм	Розмір контактних майданчиків, мм	Кількість
●	0.6	1.2	64
●	0.8	1.4	81
●	1.5	2.1	20
■	Немає	1.5x0.5	70
■	Немає	3x1.5	32
■	Немає	2x2	16

КВРТР.2020013.01.02		Місяц		Рік	
Друкована плата Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ульตราшвидкого датчика з GSM модулем		У			
		А			
Проект	№ докум.	Підпис	Дата	Архив	
Лист	Виконав	Специаль	А.	Архив	
№ контр.	№ контр.	№ контр.	№ контр.	№ контр.	
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	
		Мартинюк В.В.		ХНУ, ТР іс-20-1	

Додаток Б

Принципова схема



КВРТР.2020013.01.02.E3

КВРТР.2020013.01.02.E3

Принципова схема
Микропроцесорний пристрій
вимірювання дальності на основі
ульตราульогового датчика з GSM
інтерфейсом

Вид	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ковальський В.		
Перевір.		Сильський А.		

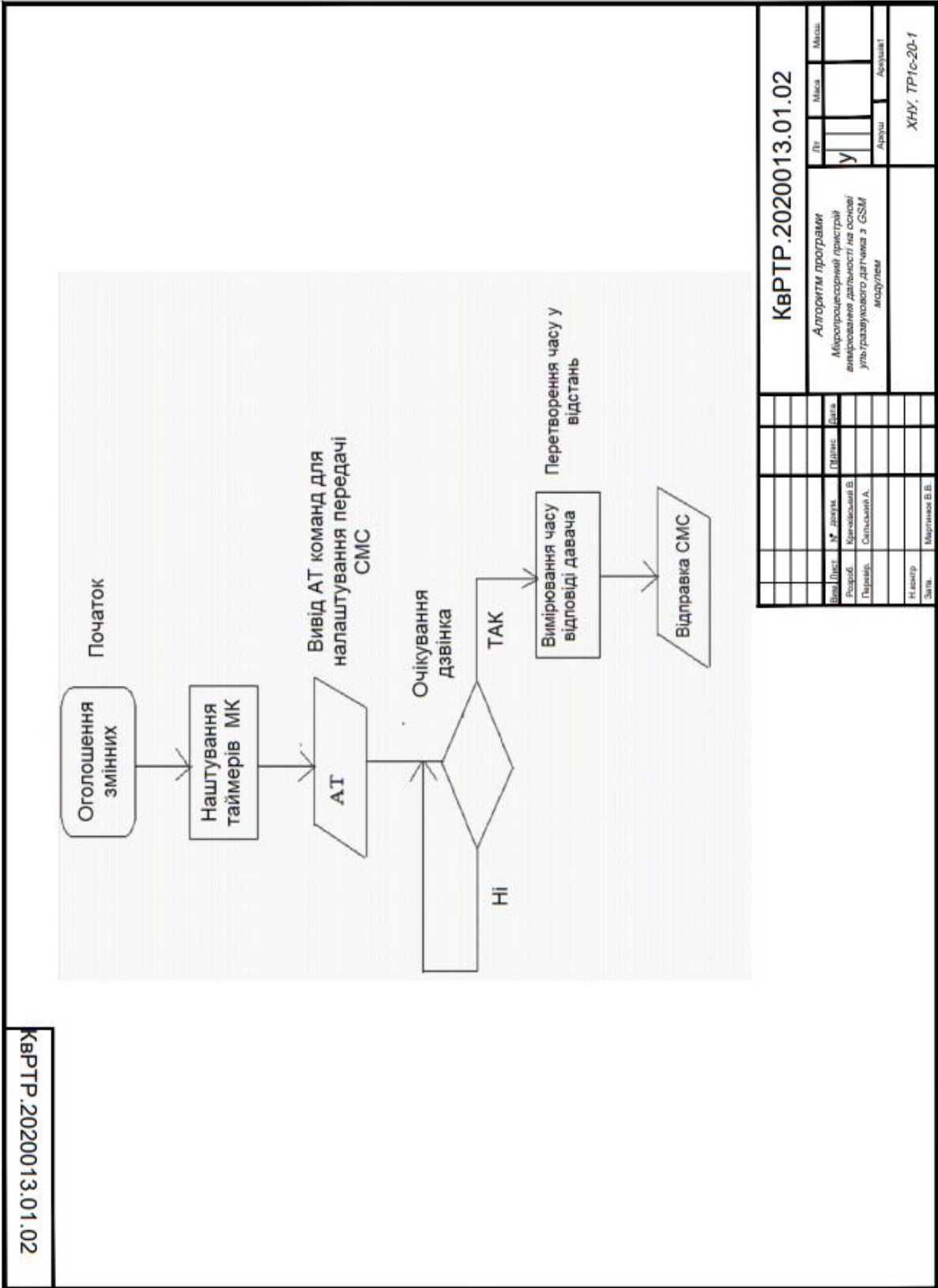
Лист	Місяц	Рік
У		

ХНУ, ТР1с-20-1

Ім'я	Підпис	Дата
Мартинюк В.В.		

Додаток В

Алгоритм програми



Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
13.06.2023 00:10:58 EEST

Дата звіту:
13.06.2023 00:53:40 EEST

ID перевірки:
1015575497

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005862

Назва документа: Кричківський

Кількість сторінок: 65 Кількість слів: 9868 Кількість символів: 71687 Розмір файлу: 1.64 MB ID файлу: 1015225944

1274 слова позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

16% Схожість

Найбільша схожість: 9.24% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1005700016)

9.57% Джерела з Інтернету 168 Сторінка 67

9.66% Джерела з Бібліотеки 3 Сторінка 68

3.61% Цитат

Цитати 3 Сторінка 69

Посилання 1 Сторінка 69

0.04% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

0.04% Вилучення з Інтернету 10 Сторінка 70

0.01% Вилученого тексту з Бібліотеки 1 Сторінка 70

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 26

Anti-Plagiarism v-15.257**Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%****Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 14%**

ID: 115816 Назва: БКР Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем Додано в БД: 2023-06-13 Автора: Владислав Кричківський Керівники: Андрій СЕЛЬСЬКИЙ Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	58007	567	3392 (6%)	56 (10%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Кричківський Владислав Володимирович

Тема: Мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 67

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: розроблено мікропроцесорний пристрій вимірювання дальності на основі ультразвукового датчика з GSM модулем
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі проаналізовано методи передачі інформації по стільниковому зв'язку. Показано переваги та недоліки різних підходів передачі інформації. Проаналізовано різні методи вимірювання відстаней: фазовий, частотний та імпульсний. Показано переваги та недоліки. Визначено найкращий методи виміру відстані для вирішення нашої задачі - імпульсний. У другому розділі було детально описано метод виміру відстані за допомогою ультразвукового давача. Розроблено алгоритм роботи програми обробки сигналів та передавання інформації за допомогою стільникового зв'язку. Розроблено схему електричну принципову пристрою. У третьому розділі проведено розрахунок друкованої плати. В розрахунок входить: обґрунтування розміру друкованої плати – 115x70 мм, обґрунтування вибору матеріалу, розрахунок елементів друкованого монтажу, обґрунтування технології трасування провідників. Наведно опис виготовлення друкованої плати і пристрою в цілому.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі наявні граматичні та стилістичні помилки

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно (3,50/D)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Клюш Юрій Петрович к.т.н., доцент,
завідуючий кафедрою кібербезпеки

"13" 06 2023 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТгаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Кричківський В. В.

ШБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

09.06.13

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Джерело безперебійного живлення з мікропроцесорним керуванням
 Автор: Кричківський Владислав Володимирович
 Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка
 Освітня програма: Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології
 Науковий керівник: к.ф-м.н. доц. Сельський А.А.
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 16% і адресується до 171 джерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

14.06.23

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Денис МАКАРИШКІН

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ