

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі
мікроконтролера ATmega8

Виконав: студент 2-го курсу, групи ЕЛ-18м
спеціальності 171 – «Електроніка»

Яремчук С. В.

Керівник: к.т.н., доц. кафедри ЕНС
Огородник К.В.

Рецензент: _____

Вінниця – 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 171 – «Електроніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕНС,
д.т.н., проф., Білинський Й. Й.

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Яремчуку Сергію Володимировичу

1. Тема МКР: Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega 8.
Науковий керівник роботи: Огородник Костянтин Володимирович, к.т.н., доцент кафедри ЕНС,
затверджено наказом ректора ВНТУ від «__» _____ 2019 року № _____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні данні для виконання роботи:
Розробити електричну схему та друковану плату пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщення об'єкта з наступними параметрами: напруга живлення $U_{ж} = 4.5-5.5$ В; максимальна дальність роботи пристрою = 4,5 м; мікроконтролер на частоті 8МГц;
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
аналіз сучасного стану розробок вимірювачів швидкості переміщень; структурна та електрична схеми пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень; алгоритм роботи мікроконтролера, моделювання роботи схеми; заходи з охорони праці та навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

схема електрична принципова та перелік елементів, друкована плата, складальне креслення та специфікація.

6. Консультанти розділів МКР роботи:

1. Науковий керівник _____ К. В. Огородник к.т.н., доцент кафедри ЕНС
(підпис)

2. Економічна частина _____
(підпис) _____
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та
прізвище _____

3. Охорона праці _____
(підпис) _____
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та
прізвище _____

« ____ » _____ 2019р.

Дата попереднього захисту «11» вересня 2019 р.

Рецензент _____
(підпис) _____
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та
прізвище _____

« ____ » _____ 2019р.

Завдання видав
науковий керівник _____ К. В. Огородник к.т.н., доцент кафедри ЕНС
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

Завдання отримав магістрант _____ С. В. Яремчук
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

РЕФЕРАТ

Яремчук Сергій Володимирович

«Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера АТmega8» – 29 використаних джерела, – 6 додатків.

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера АТmega 8. Проведено аналіз сучасного стану розвитку приладів вимірювання швидкості, проаналізовано їх переваги та недоліки. Розроблено структурну схему ультразвукового вимірювача швидкості, обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86, який має товщину фольги 35 мкм, товщину матеріалу з фольгою 1,5 мм. та діапазон робочих температур від –60 до +120 °С. Запропоновано схемотехнічне рішення даного пристрою та проведено моделювання в програмному середовищі Proteus. На основі схеми електричної принципової розроблена друкована плата пристрою та складальне креслення.

ABSTRACT

Yaremchuk Serhii

"Ultrasonic Speed Meter Based on ATmega8 Microcontroller" - 29 sources used, - 6 applications.

The master qualification work developed an ultrasonic speedometer based on the ATmega 8 microcontroller. An analysis of the current state of development of speed measurement devices is carried out, their advantages and disadvantages are analyzed. The structural scheme of the ultrasonic velocity meter is developed, the bilateral foil fiberglass SF-2-35-1,5 TU16-503.271-86 is selected, which has a foil thickness of 35 microns, and a material thickness with a foil of 1.5 mm. and operating temperature range from –60 to +120 ° C. A schematic solution of this device is proposed and simulation is performed in the Proteus software environment. Based on the schematic diagram of the circuit board of the device and assembly drawings.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ.....	8
1.1 Основні принципи побудови доплерівської апаратури.....	8
1.2 Ультразвуковий метод визначення швидкості кровотоку.....	13
1.3 Ультразвукові методи вимірювання швидкості потоку газу.....	15
1.4 Аналоги безконтактних вимірювачів.....	19
1.5 Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня НДР.....	24
1.6 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	25
1.7 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення.....	28
1.8 Висновки та задачі подальших досліджень.....	30
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЧА ШВИДКОСТІ	32
2.1 Розробка структурної схеми ультразвукового вимірювача швидкості переміщень.....	32
2.2 Обґрунтування вибору та аналіз мікроконтролера.....	33
2.3 Схема електрична принципова вимірювача швидкості.....	35
2.4 Розробка алгоритму роботи мікроконтролера.....	38
2.5 Моделювання роботи схеми.....	40
2.6 Висновки до другого розділу.....	43
3 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПЛАТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЧА ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ.....	44
3.1 Вибір типу та матеріалу друкованої плати.....	44
3.2 Вибір класу точності та методу проектування друкованої плати.....	46
3.3 Розрахунок ширини провідників.....	47
3.4 Моделювання проекту в ARES PCB LAYOUT.....	48
3.5 Висновки до третього розділу.....	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	52
4.1 Гігієна праці та виробнича санітарія.....	52
4.1.1 Склад повітря робочої зони та мікроклімат.....	52
4.1.2 Виробниче освітлення.....	53
4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання.....	54
4.1.4 Виробничі випромінювання.....	56
4.2 Промислова та пожежна безпека під час проведення розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega 8.....	56
4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць.....	56
4.2.2 Електробезпека.....	57
4.2.3 Пожежна безпека.....	57

4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності ультразвукового вимірювача швидкості переміщень до дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	58
4.3.1 Визначення області працездатності ультразвукового вимірювача швидкості переміщень в умовах дії іонізуючого випромінювання.....	59
4.3.2 Визначення області працездатності ультразвукового вимірювача швидкості переміщень в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	61
4.4 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи ультразвукового вимірювача швидкості переміщень у надзвичайних ситуаціях.....	62
4.5 Висновки.....	63
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	67
5.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера АТmega 8.....	67
5.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результату розробки...73	
5.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності..75	
5.4 Висновки.....	79
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83
ДОДАТОК А Технічне завдання.....	86
ДОДАТОК Б Схема електрична принципова.....	90
ДОДАТОК В Креслення друкованої плати.....	92
ДОДАТОК Г Складальне креслення	93

ВСТУП

Актуальність теми

В сучасному світі акустичну, а саме ультразвукову контрольну-вимірну апаратуру використовують в різних галузях науки та техніки. Ультразвукові методи застосовують для контролю параметрів твердих речовин та рідин, а останнім часом ультразвук знайшов своє використання і при визначенні параметрів газів. Широке використання ультразвуку пов'язано з цілим рядом переваг. Це безпечність у використанні, висока направленість сигналу, порівняно незначний період коливань, завдяки чому спрощується використання імпульсного ультразвуку, висока інформативність тощо.

Ультразвукові вимірники базуються на залежності характеристик ультразвукових коливань від властивостей і складу середовища, в якому поширюється ультразвук. На сьогодні існує велика кількість ультразвукових вимірників параметрів різного роду. Існують також і ультразвукові вимірники швидкості, але моделі представлені на ринку є занадто дорогими, громіздкими і не призначеними для використання у побутових умовах. Тому розробка невеликого (переносного), некоштовного ультразвукового вимірника швидкості, який можна застосовувати для нескладних задач у побуті є безперечно актуальною.

Мета дослідження

Метою роботи є покращення техніко-економічних показників ультразвукового вимірника швидкості шляхом здешевлення схеми його побудови при збереженні точності вимірювання швидкості.

Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі пристрої та системи ультразвукових вимірників швидкості та обрати найбільш оптимальний принцип побудови пристрою;
- запропонувати структурну та електричну принципову схему пристрою;
- розробити друковану плату та складальне креслення пристрою;
- розрахувати економічну ефективність.

Об'єктом дослідження є процес перетворення ультразвукового сигналу в електричний інформаційний сигнал.

Методи дослідження:

- аналіз літературних джерел;
- параметричний аналіз схеми електричної принципової та її моделювання у відповідних програмних продуктах, що входять до пакету PROTEUS.

Наукова новизна

Отримав подальший розвиток метод ультразвукового вимірювання швидкості переміщень об'єкта за рахунок використання мікропроцесорної обробки та ідентифікації отриманої інформації.

Практична цінність полягає в тому, що отримані результати даних досліджень можуть бути використані для розробки більш ефективних вимірювачів швидкості переміщень.

Структура роботи

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів. В першому розділі проведено аналіз існуючих вимірювачів швидкості об'єктів, відзначені переваги та недоліки тих чи інших варіантів її реалізації, а також особливості їх конструктивного виконання. В другому розділі проведено розробку структурної схеми пристрою, також на її основі розробку схеми електричної принципової, наведено їх опис, призначення та особливості функціонування основних вузлів. Третій розділ роботи присвячений розробці топології друкованої плати, вибору матеріалу та способу її виготовлення, а також розробці складального креслення виробу. В четвертому розділі вказуються рекомендації стосовно покращення умов праці, виконується розрахунок та вибір способу захисту від домінуючого шкідливого або небезпечного виробничого фактору, а також наводяться протипожежні норми. В п'ятому розділі проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ

В даний час наземні транспортні засоби переважно укомплектовуються вимірниками швидкості - спідометрами, що вимірюють швидкість руху по оборотам вала. Дана обставина призводить до значних (близько 10%) похибок вимірювання швидкості у такого роду вимірників. Основними причинами виникнення похибок є: різний діаметр коліс, зношеність шин, зношеність механічних частин спідометра, похибка передачі даних. Використання GPS систем для вимірювання швидкості також не забезпечує можливості якісного і точного вимірювання швидкості у всіх умовах експлуатації наземних рухомих об'єктів.

Спідометри з безконтактними чутливими елементами, що працюють по ехо-сигналу, відбитого від поверхні (асфальт, ґрунт тощо), на відміну від звичайних (традиційних) спідометрів є більш точними. Безконтактні спідометри мають похибку на рівні 0.5%, яка не залежить від рухомих частин наземних рухомих об'єктів, від діаметра коліс, ступеня зношеності шин. На відміну від лазерних, мікрохвильових і оптичних датчиків ультразвукові датчики більш «пилозахисними», оскільки немає легко забруднюючихся оптичних елементів (лінз, дзеркал тощо) або мікрохвильових антен.

1.1 Основні принципи побудови доплерівської апаратури

Ефектом Доплера називають зміну частоти хвиль, які сприймаються спостерігачем (приймачем хвиль), внаслідок відносного руху джерела хвиль і спостерігача.

Ефект полягає в тому, що при наближенні джерела якихось хвиль до спостерігача приходиться більше число хвиль в секунду, ніж коли джерело коливань видаляється. Це призводить до того, що спостерігач сприймає більше число

коливань в секунду, коли джерело наближається до нього, і менше, - коли віддаляється.

Розробниками послідовно були створені кілька поколінь ультразвукових доплерівських приладів: з безперервним випромінюванням без виділення напрямку кровотоку (найпростіші індикаторні прилади); з виділенням напрямки - поділом прямого і зворотного кровотоку і отриманням графічного відображення кривої (обвідної) усередненої за обсягом швидкості кровотоку; з імпульсним випромінюванням для локалізації по глибині дослідження; зі спектральним аналізом інформації - для отримання частотного і часового розподілу швидкостей в досліджуваному об'єкті [1].

Для побудови приладів безперервного і імпульсного випромінювання використовується ряд відомих радіотехнічних електронних вузлів і блоків, розроблених з урахуванням специфіки взаємодії з електроакустичним елементом доплерівського приладу - ультразвуковим датчиком.

Блок-схема неперервнохвильового доплерівського приладу приведена на рисунку 1.1. Генератор, що задає 1 виробляє синусоїдальну хвилю, що надходить на підсилювач потужності 2 і далі на передавальний п'єзоелемент 3, який створює безперервну ультразвукову хвилю 4.

Відбиваючись від рухомих в кровоносній судині 5 формених елементів крові 6, ультразвукова хвиля надходить на приймальний п'єзоелемент 7 і далі на вихід на зовнішній підсилювач 8 з малим рівнем шуму, який підсилює слабкі відбиті сигнали до рівня їх детектування демодулятором 9. На виході демодулятора сигнал має форму доплерівської різничної хвилі з певною частотою.

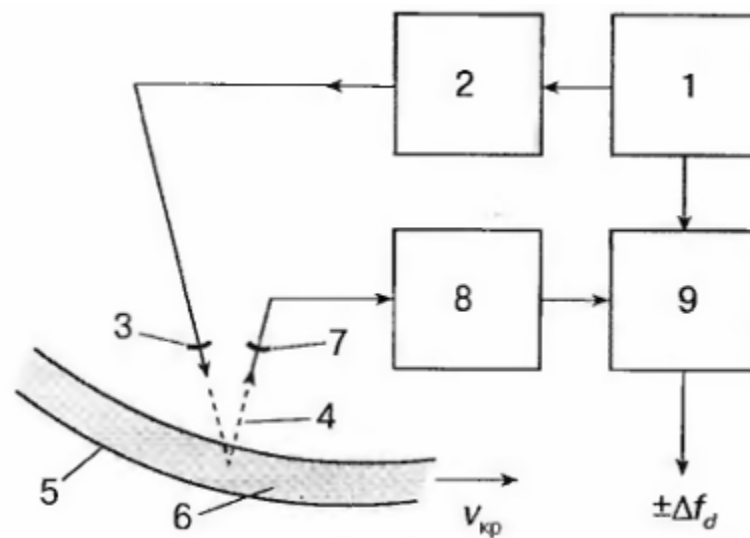


Рисунок 1.1 – Блок-схема неперервнохвильового доплерівського приладу [2], де 1 - задаючий генератор; 2 - підсилювач потужності; 3 - передає п'єзоелемент; 4 - ультразвукова хвиля; 5 - кровоносну судину; 6 - еритроцити; 7 - приймальний п'єзоелемент; 8 - передпідсилювач; 9 - демодулятор.

Головним недоліком вимірювача потоку крові з безперервним випромінюванням ультразвуку є відсутність дозволу по дальності. Будь-яка рухома ціль, яка потрапляє в зону діаграми спрямованості ультразвукового датчика, буде вносити вклад в остаточний вихідний доплерівський сигнал. В результаті під час клінічного використання таких приладів не завжди представляється можливим виділити потоки крові в сусідніх судинах. А селективність по дистанції іноді може бути головною вимогою в доплерівських дослідженнях.

Найбільш простим методом кодування ультразвукової хвилі є амплітудна модуляція безперервних коливань[2]. У приладі, відомому як імпульсний доплерівський аналізатор швидкості кровотоку, короткі імпульси ультразвуку передаються з регулярними інтервалами на рухома ціль, а відбиті сигнали досліджуються для визначення доплерівських зміщень частоти.

Імпульсний доплерівський прилад об'єднує можливості дозволу по відстані і детектування доплерівських ехосигналів, як і у будь-якій ехо-імпульсній системі. В основу роботи приладу покладено принцип передачі коротких

імпульсів хвиль на ціль і подальшого очікування повернення відбитих сигналів. Так як звукові хвилі проходять через людську тканину з приблизно постійною швидкістю, затримка часу між передачею імпульсу і прийомом відбитих сигналів залежить від відстані до цілі. Коли відбиті сигнали обробляються для отримання доплерівських зміщень, результуючий доплерівській сигнал може виникати тільки від цілей, що рухаються усередині "обсягу вибірки", відповідної обраної затримки часу. У будь-який момент після передачі імпульсу обсяг вибірки може бути визначений як область, розташована перед перетворювачем, в якій повинні виникати все повертаються відбиті сигнали. Розміри обсягу вибірки визначаються в осьовому напрямку тривалістю імпульсу, що приймається приймачем, а в поперечному - шириною пучка об'єднаної системи передавач-приймач. Використовуючи вибірку тих доплерівських компонентів, які після передачі повертаються з існуючої постійної затримкою, можливо визначити положення фіксованого обсягу вибірки і, таким чином, опрацювати тільки цілі, що рухаються на певній відстані від перетворювача.

На рисунку 1.2 представлені основні вузли ехо-імпульсної доплерівської системи.

Генератор, що задає синусоїдальну хвилю на резонансній частоті перетворювача. Один раз за кожен період повторення імпульсу, кілька періодів задаючих коливання проходять через селектор передачі і підсилювач для перетворення. Селектор затримки створює тимчасову затримку, яка дозволяє групі переданих ультразвукових коливань проходити на задану відстань і повертатися назад. Потім повертаються відбиті сигнали, дискретизуються за допомогою селектора по відстані і подачі на когерентний демодулятор, який управляється задаючим генератором. Кожен відселектований за часом відбитий сигнал викликає короткий вихідний імпульс демодулятора, який формує частину вихідного сигналу доплерівського приладу. У разі необхідності ці відліки можуть збиратися (наприклад, в схемі вибірки-зберігання) до приходу наступного переданого імпульсу. Це так званий метод "із запам'ятовуванням відліку" дозволяє отримувати

вихідний сигнал більш згладженої форми, який потім може бути відфільтрований для усунення будь-яких компонентів, які відстають від частоти повторення імпульсів, а також для усунення низькочастотних ехосигналів. До недоліків луна-імпульсних доплерівських приладів слід віднести: далеко-швидкісні обмеження; велике відхилення максимальної від середньої випромінюваної потужності (інтенсивності).

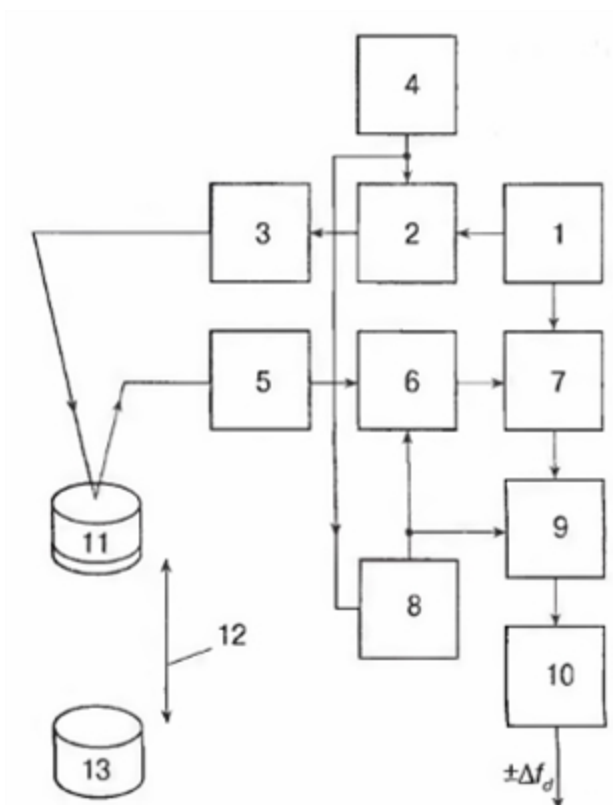


Рисунок 1.2 – Блок-схема імпульсного доплерівського приладу [2]

де 1 - задаючий генератор; 2 - селектор передачі; 3 - підсилювач потужності; 4 - генератор імпульсів; 5 - передпідсилювач; 6 - селектор по дальності; 7 - когерентний демодулятор; 8 - селектор затримки; 9 - схема вибірки зберігання; 10 - смуговий фільтр; 11 - датчик; 12 - обрана дальність; 13 - об'єм вибірки.

Відповідно до ефекту Доплера[2], кожній швидкості руху елементів кровотоку відповідає доплерівський сигнал певної частоти, тому формування розподілу доплерівських швидкостей елементів кровотоку зводиться до виявлення набору частотних складових в сигналі, тобто до спектрального аналізу

сигналу. При виконанні спектрального аналізу формується розподіл доплерівських швидкостей елементів кровотоку.

У цифровому спектроаналізаторі формування спектральних складових сигналу виконується цифровим способом на основі реалізації ефективного в обчислювальному відношенні алгоритму швидкого перетворення Фур'є (ШПФ). Перед виконанням спектрального аналізу сигналу в цифровій формі здійснюється перетворення вихідного сигналу приймального тракту в послідовність цифрових кодів за допомогою аналого-цифрового перетворювача. Далі відліки сигналу накопичуються в буферній пам'яті. Після накопичення послідовності відліків сигналу виконується обчислення спектра сигналу за допомогою алгоритму БПФ. Сучасна доплерівська система зі спектральним аналізом виконує наступні основні функції:

- формування зондувальних сигналів;
- прийом луна-сигналу і виділення доплерівських зсувів;
- формування звукових сигналів прямого і зворотного кровотоку;
- формування доплерограмми і відображення її в реально масштабі часу на екрані монітора;
- обчислення швидкості та інших індексів кровотоку.

1.2 Ультразвуковий метод визначення швидкості кровотоку

На рисунку 1.3 наведена схема вимірювання швидкості кровотоку на основі ефекту Доплера[3]. Від генератора 1 електричних коливань УЗ-частоти сигнал надходить на УЗ випромінювач 2 і на пристрій порівняння частот 3. Ультразвукова хвиля 4 проникає в кровоносну судину 5 і відбивається від рухомих еритроцитів 6. Відбита ультразвукова хвиля 7 потрапляє в приймач 8, де перетворюється на електричне коливання і посилюється. 9 - м'які тканини, в глибині яких розташовано посудину.

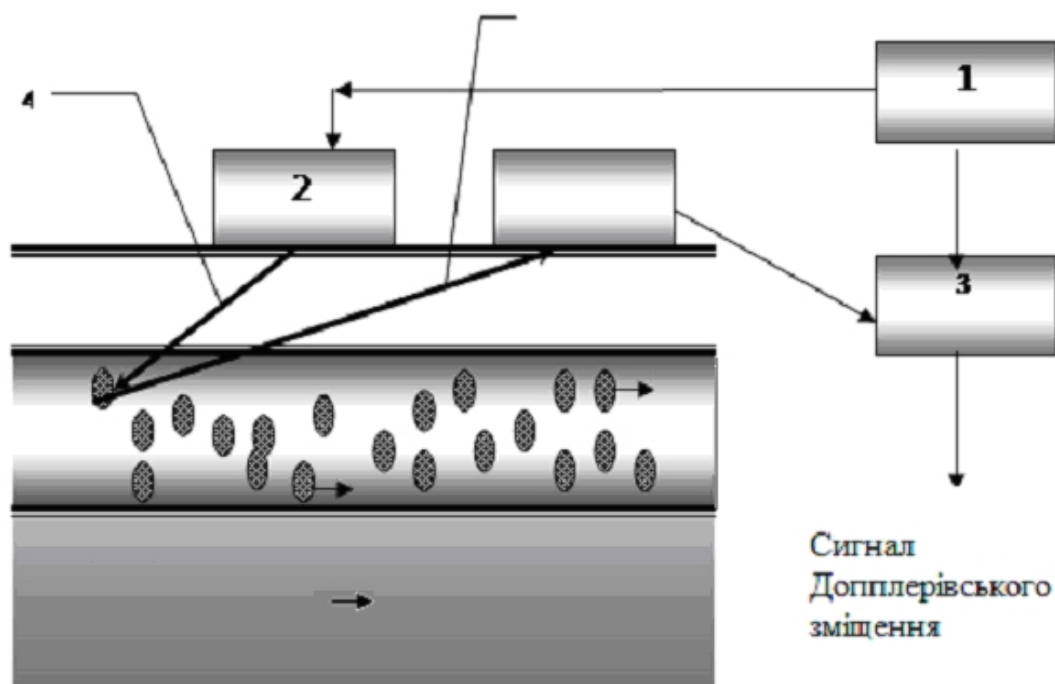


Рисунок 1.3 – Схема установки вимірювання швидкості кровотоку на основі ефекту Доплера [3]

Підсилене електричне коливання потрапляє в пристрій 3. Тут коливання, відповідні падаючої і відбитої хвиль, порівнюються, і виділяється доплерівська частота у вигляді електричного коливання[3]:

$$U=U_0 \cos \alpha. \quad (1.1)$$

З формули можна визначити швидкість еритроцитів:

$$V_0 = \frac{1}{2} V \frac{v_D}{v_T}. \quad (1.2)$$

У великих судинах швидкість еритроцитів різна в залежності від їх розташування відносно осі: біля осі еритроцити рухаються з більшою швидкістю, а біля стінок - з меншою. Ультразвукова хвиля відбивається від різних еритроцитів, отже, доплерівське зміщення є інтервалом частот. Тому цей метод дозволяє визначати не тільки середню швидкість кровотоку, але і швидкість руху різних верств крові.

1.3 Ультразвукові методи вимірювання швидкості потоку газу

Відомий пристрій контролю потоку газу в газопроводі [4], який містить генератор G , що створює синусоподібні коливання високої частоти (10 МГц), подає останні через модулятори $M1$ і $M2$ на випромінюючі вібратори $И1$ і $И2$. Перший з них посиляє ультразвукові коливання під кутом альфа до напрямку швидкості. Ці коливання сприймаються прийомним вібратором $П1$, що знаходяться на відстані L від вібратора $И1$. Як тільки перші коливання, що надходять на приймальні вібратори $П1$ і $П2$, і потім проходять через підсилювачі $У1$ і $У2$ і детектори $Д1$ і $Д2$, досягнуто модуляторів $M1$ і $M2$, останні, що працюють в тригерній режимі, замикають прохід коливань від генератора до вібраторів $И1$ і $И2$, і випромінювання ультразвукових коливань припиняється. Воно поновлюється в ті моменти, коли останні ультразвукові коливання перших пакетів досягнуть прийомних вібраторів $П1$ і $П2$ і генерація останніми електричних коливань припиниться. У ці моменти модулятори $M1$ і $M2$ знову відкривають прохід електричних коливань від генератора до випромінювачів $И1$ і $И2$ і процес повториться. Легко бачити, що час роботи і час «мовчання» вібраторів $И1$ і $П1$ дорівнюватиме $T1$, а час роботи і час «мовчання» вібраторів $И2$ і $П2$ дорівнюватиме $T2$. Частота першого циклу $f1$ будет очевидно дорівнює $1/2T1$, а другого $f2$ буде дорівнювати $1/2T2$. Таким чином, на вхід змішувального каскаду $СМ$ надходять два коливальних процесу: один з частотою $f1$ і другий з частотою $f2$. На виході каскаду отримуємо різниця частот $f1-f2$.

Різниця частот ($f1-f2$) прямо пропорційна швидкості потоку v і не залежить від швидкості поширення звуку c .

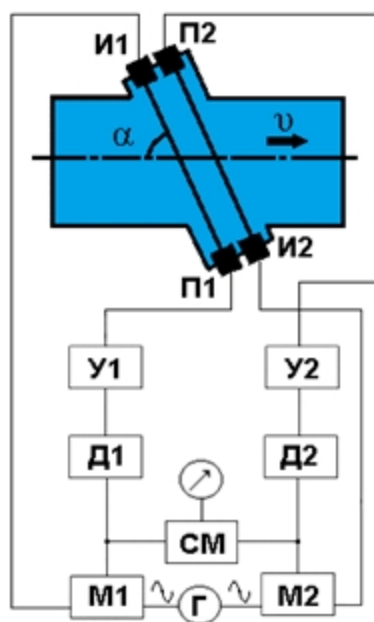


Рисунок 1.4 – Схема ультразвукового витратоміра [5]

Недоліком даного пристрою є низька його чутливість. Актуально підвищити величину вимірюваної різниці частот $f_1 - f_2$. Це дозволило б скоротити час, необхідний для вимірювання $f_1 - f_2$ і, отже, підвищити швидкодію і чутливість приладу.

Існує також пристрій для контролю газу в газопроводі, який зображено на рис.1.5.

Ультразвуковий вимірювач працює наступним чином. При включенні живлення генератор синхронізуючих імпульсів 2 подає сигнал 19 на схему керування 1, яка керує роботою першого електронного ключа 3, через який від генератора синхронізуючих імпульсів 2 подається сигнал 20 на встановлення тригера 4 в одиничне положення, тобто задається початок відліку вимірювального інтервалу 25 або 26, та 27, а також цей імпульс подається на генератор зондуючих імпульсів 5, де формується сигнал 21 з певною тривалістю і амплітудою для збудження по черговому першого 9 і другого 11 п'єзоелектричних перетворювачів. Для проходження збуджуючих сигналів на перший 9 та другий 11 п'єзоелектричні перетворювачі а також для передачі сигналу на мікропроцесор 17 для початку відліку часу служать відповідно другий 6 і третій 7 електронні ключі, що керуються

тригером 4. Схема керування 1 задає інтервал переключення тригера 4 до моменту закінчення одного циклу вимірювання або за, або проти руху течії газу.

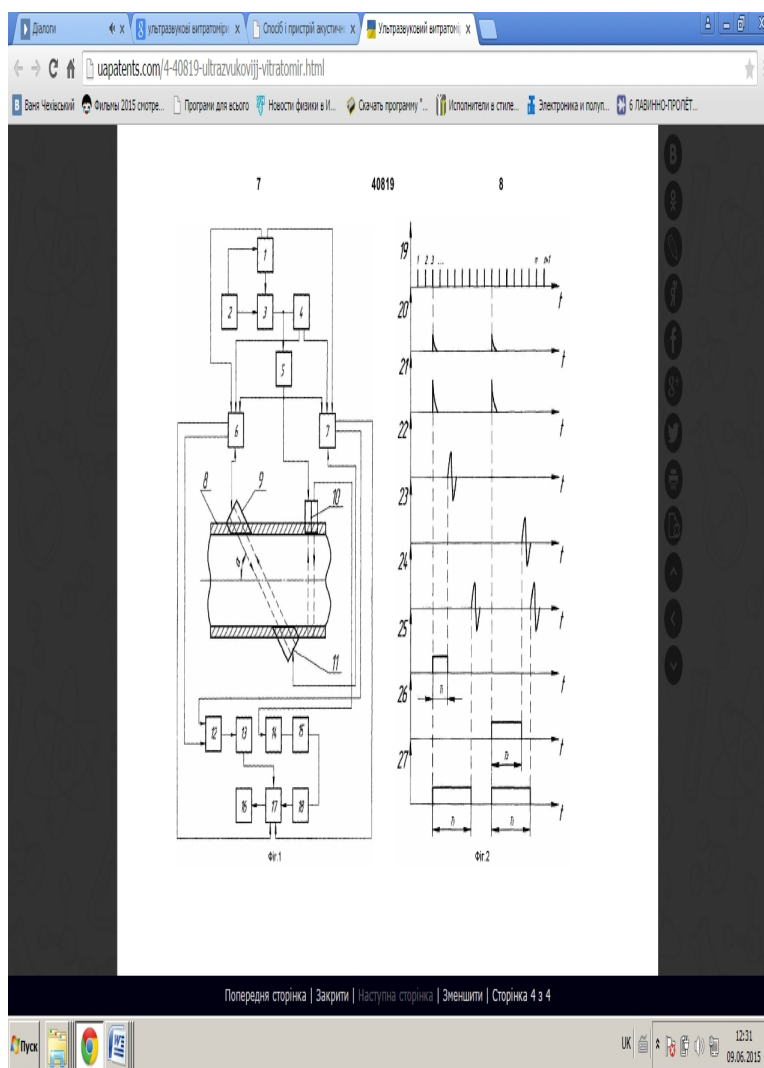


Рисунок 1.5 – Ультразвуковий вимірювач потоку газу [6]

Оскільки другий 6 і третій 7 електронні ключі підключені до вихідних клем одного тригера 4, то завжди один ключ буде ввімкнений, а другий - вимкнений і, відповідно, збуджуючий сигнал буде в один цикл приходити на перший п'єзоелектричний перетворювач 9, а в другий цикл - на другий п'єзоелектричний перетворювач 11. Після проходження крізь об'єкт 8 сигнал поступає через відповідний електронний ключ на перший підсилювач 12, де підсилюється до величини амплітуди 22 за напрямком поширення газу і 23 проти напрямку поширення газу. Підсилений сигнал 22 в одному циклі і 23 в другому циклі подається через формувач 13 на мікропроцесор 17 для обчислення

вимірювального інтервалу часу T1 або T2 відповідно (сигнали 25 та 26). Для того, щоб закрити перший підсилювач 12 під час проходження потужного збуджуючого імпульсу зі схеми керування 1 в цей момент відповідно закриваються другий 6 і третій 7 електронні ключі. В кожний цикл збудження першого 9 і другого 11 п'єзоелектричних перетворювачів збуджується перпендикулярно розміщений до поверхні об'єкту 8 третій роздільно-суміщений п'єзоелектричний перетворювач 10. Імпульс, який проходить через потік газу об'єкту 8, відбивається від протилежної стінки всередині об'єкту 8 і попадає на приймальну частину третього роздільно-суміщеного п'єзоелектричного перетворювача 10, де через другий підсилювач 14 підсилюється до значень 24 і через формувач імпульсів 15 подається на АЦП, а далі на мікропроцесор 17, який фіксує вимірюваний інтервал 27 часу проходження ультразвукової хвилі від передавальної до приймальної частини третього роздільно-суміщеного п'єзоелектричного перетворювача 10. Частота циклів вимірювання швидкості ультразвуку в газовому потоці задається схемою керування 1. Мікропроцесором 17 здійснюється порівняння отриманого сигналу з даними, отриманим після експериментальних досліджень роботи ультразвукового витратоміра. Якщо різниця між виміряними і визначеними експериментально для заданих значень температури та вологості газу значеннями швидкості поширення ультразвуку перевищує її допустиме значення, в виміряну витрату потоку вноситься відповідна корегувальна поправка [6].

Розрахунки витрати газу проводяться за наступним принципом. Витрата газу рівна

$$Q = S \cdot V_n \cdot t ; \quad (1.3)$$

де S – площа поперечного перерізу трубопроводу; V_n – швидкість потоку газу; t – час вимірювання. Швидкість потоку газу визначається з швидкості звуку в газопроводі за потоком і проти потоку:

$$V_{zn} = V_{zg} + V_n \cos \alpha ; \quad (1.4)$$

$$V_{nn} = V_{зв} - V_n \cos \alpha; \quad (1.5)$$

де V_{zn} – швидкість звуку за потоком; V_{nn} – швидкість звуку проти потоку; $V_{зв}$ – швидкість звуку в середовищі.

$$V_{zn} = \frac{l}{T_{zn} n_{zn}}; \quad (1.7)$$

$$V_{nn} = \frac{l}{T_{nn} n_{nn}}; \quad (1.8)$$

де l – відстань між датчиками; T_{zn} та T_{nn} – періоди частот генераторів, які підключені до датчиків за потоком і проти потоку відповідно; n_{zn} та n_{nn} – кількість «затриманих» в середовищі періодів частот генераторів, які підключені до датчиків за потоком і проти потоку відповідно.

Різниця цих швидкостей дасть швидкість потоку газу[6]:

$$2V_n \cos \alpha = \frac{l}{T_{zn} n_{zn}} - \frac{l}{T_{nn} n_{nn}}; \quad (1.9)$$

$$V_n = \frac{2l}{\cos \alpha} \left(\frac{1}{T_{zn} n_{zn}} - \frac{1}{T_{nn} n_{nn}} \right). \quad (1.10)$$

Отже, як видно, швидкість залежить від частот генераторів та кількості «затриманих» в середовищі періодів частот генераторів.

1.4 Аналоги безконтактних вимірювачів

Розглянемо аналоги безконтактного вимірювача, які володіють високою вартістю і використовуються переважно для випробувань наземних рухомих об'єктів.

Серед закордонних безконтактних вимірювачів швидкості слід виділити безконтактні датчики швидкості виробництва фірми «CORRSYS-DATRON» (Німеччина):

Correvit LF II (Оптичний)

- Діапазон вимірюваних швидкостей: 0,3 ... 250 км / год;
- Відносна похибка вимірювання швидкості: менше 0,5%;
- Робоча дистанція: 200 ± 70 мм;
- Вихідні інтерфейси: CAN (Motorola / Intel) 2.0B, USB (Full Speed) 1.1, RS-232C;
- Вартість близько 15272 €.

Microstar II (Мікрохвильовий)

- Діапазон вимірюваних швидкостей 0,5 ... 400 км / год;
- Відносна похибка вимірювання швидкості: менше 0,5%;
- Робоча дистанція: 300 ... 1200 мм;
- Вихідний інтерфейс: RS-232;
- Вартість близько 9791 €.

Існують також безконтактні датчики швидкості виробництва фірми «ТОВ «Сенсорика-М »):

ІСД-3 (Оптичний)

- Діапазон вимірюваних швидкостей: 0,5 ... 250 км / год;
- Відносна похибка вимірювання швидкості: менше 0,2%;
- Робоча дистанція: 100 ... 400 мм;
- Вартість близько 80 000 гривень.

LMS-200 (Лазерний доплеровський)

- Діапазон вимірюваних швидкостей: 0,03 ... 30 м / с;
- Відносна похибка вимірювання швидкості: менше 0,15%;
- Робоча дистанція: 200 ± 50 мм;
- Вартість близько 85 000 гривнів.

Розглянемо принцип роботи ультразвукового вимірювача швидкості [7].

Поетапно роботу вимірювача можна розписати наступним чином:

- Проводиться випромінювання акустичного сигналу під певним кутом до поверхні. Сигнал частково відбивається і частково розсіюється назад (див. рис. 1.6);
- Зворотньо розсіяний сигнал (ехо-сигнал) надходить в приймач;
- Ехо-сигнал проходить фільтр високих частот;
- Сигнал посилюється двома інструментальними підсилювачами;
- Сигнал перетворюється в цифровий вигляд за допомогою аналого-цифрового перетворювача;
- Цифровий сигнал передається по 14-розрядної шини на програмовану логічну інтегральну схему, де відбувається його обробка;
- Проводиться видача інформації про значення складових лінійної швидкості, вугіллі знесення і пройденої відстань наземного рухомого об'єкта по інтерфейсах RS-232, CAN.

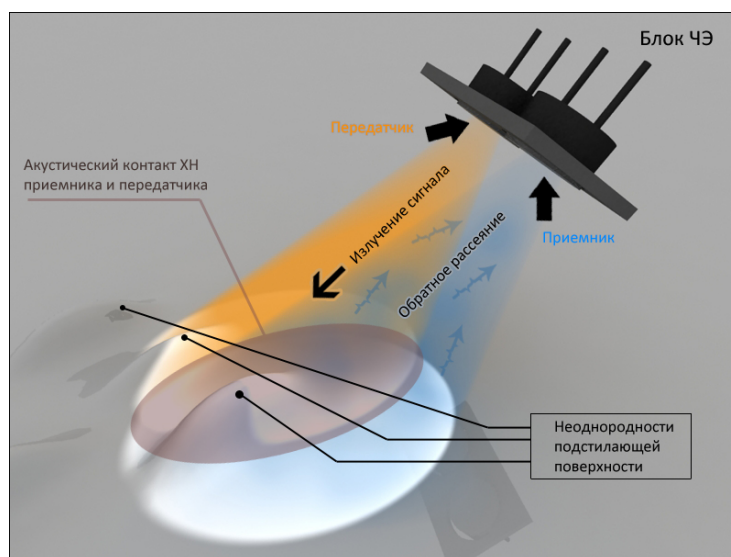


Рисунок 1.6 – Випромінювання і зворотне розсіювання акустичного сигналу [7]

Вимірювач складається з двох блоків «приймач-передавач», встановлених на дно наземного рухомого об'єкта і блоку знаходження швидкості, що знаходиться

на наземному рухомому об'єкті (структурна схема вимірювача наведена на рис.1.7) [8].

Блок знаходження швидкості вирішує завдання перетворення сигналів від чутливих елементів (ультразвукові приймачі) в готові вихідні параметри і видає їх споживачам інформації по інтерфейсах CAN і RS-232.



Рисунок 1.7 - Структура безконтактного вимірювача [8]

Блок знаходження швидкості складається з:

1. Блоку співставлення, який містить в собі схеми передавального і приймального трактів, допоміжні пристрої для обчислювача, а також схему «ультразвукового очищення чутливих елементів».

2. Блоку живлення, призначеного для забезпечення електроживлення вимірювача, містить в собі стабілізатори напруги, гальванічні розв'язки.

3. Обчислювача, який реалізує алгоритм обробки інформації про доплерівських зміщень частот, отриманих з кожного приймача, і перетворення цієї інформації в значення поздовжньої і поперечної складових швидкості наземних рухомих об'єктів в зв'язаній системі координат.

Вихідними параметрами вимірювача є:

1. Поздовжня складова лінійної швидкості наземного рухомого об'єкта щодо підстильної поверхні;

2. Поперечна складова лінійної швидкості наземного рухомого об'єкта щодо розглядуваної поверхні;

3. Кут зносу наземного рухомого об'єкта;
4. Пройдена відстань наземного рухомого об'єкта.

Розглянемо основні математичні та геометричні співвідношення для визначення лінійної швидкості наземного рухомого об'єкта на основі даних про прийнятих частотах на 2 приймачах (рис.1.8)[9].

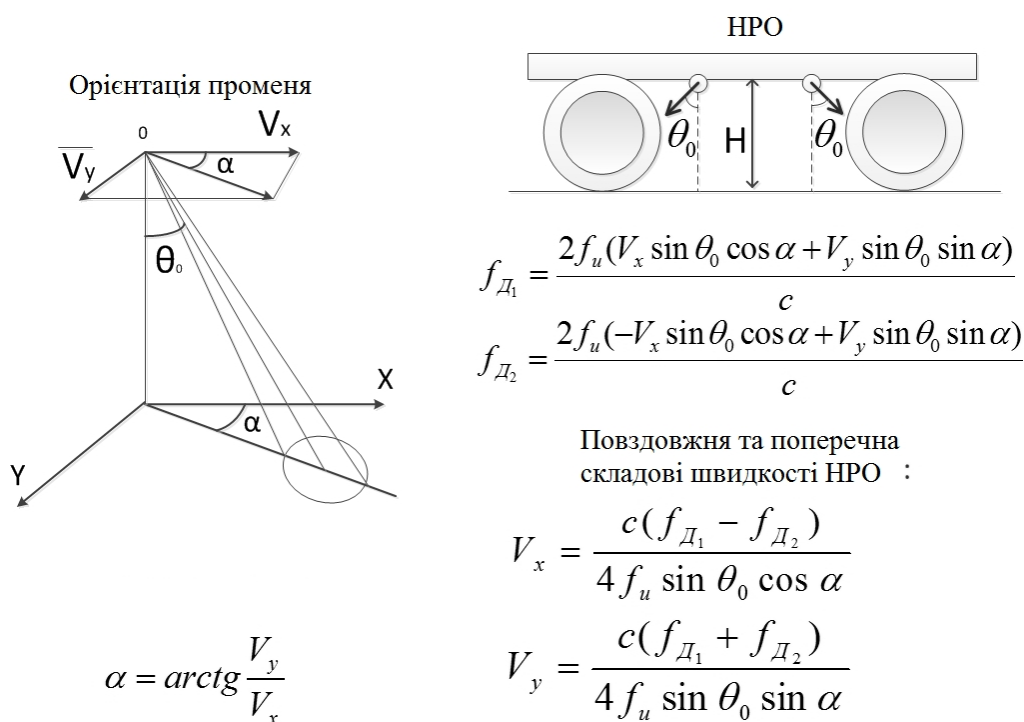


Рисунок 1.8 – Математичні і геометричні співвідношення

Використання модифікованої двопроменевої двосторонньої схеми, для вимірювання швидкості дозволяє компенсувати похибку, пов'язану зі зміною кута приходу акустичного сигналу [9]. Так як схема розгорнута щодо центру наземного рухомого об'єкта на 45° , це дозволяє вимірювати поперечну складову швидкості. Блоки «приймач-передавач» розташовані під кутом 30° до вертикалі наземного рухомого об'єкта; при такому нахилі блоків доплерівське зміщення становить приблизно 70% від робочої частоти [10].

1.5 Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня НДР

Однозначно визначити техніко-економічний рівень нової розробки при великій кількості технічних та економічних показників достатньо важко. Однак бажано визначити узагальнюючу оцінку техніко-економічного рівня НДДКР з розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8. Перспективність теми даної магістерської кваліфікаційної роботи можна оцінити за допомогою бального методу оцінок НДДКР. Бальна оцінка полягає в тому, що кожному параметру присвоюється певний бал в залежності від різних факторів. Для узагальнюючої оцінки технічного рівня береться сума балів за всіма показниками.

Таблиця 1.1 Порівняння технічних показників аналогу та нової розробки

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога
Напруга живлення	В	5	5	1,0
Максимальний струм в провіднику	А	0,03	0,03	1,0
Об'єм ОЗУ	Кб	1	1	1,0
Тактова частота	МГц	8	16	2,0
Діапазон робочих температур	°С	-20...+120	-50...+120	1,21

В таблиці 1.2 наведено критерії та бальна оцінка для визначення наукового та технічного рівня науково-дослідної роботи.

Таблиця 1.2 – Критерії та бальна оцінка для визначення наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи.

Критерії оцінки	Шкала критеріїв	Індекс оцінки
Час, необхідний для проведення НДР	2 роки і менше	+2
	3 роки	+1
	4 роки	0
	5-6 років	-1
	7 років і більше	-2

Технічні показники результатів розробки	Вище рівня кращих світових зразків	+2
	На рівні кращих світових зразків	0
	Нижче рівня кращих світових зразків	-2
Можливості отримання авторських свідоцтв на винахід	Впевненість в отриманні авторських свідоцтв	+2
	Часткові можливості	0
	Можливості немає	-1
Строк окупності витрат	2 роки і менше	+3
	3-4 роки	+2
	5 років	0
	6-7 років	-1
	8 років і більше	-2

Виходячи з цього, для ефективного дослідження доцільно орієнтуватися на час проведення НДДКР - 2 роки і менше (+2), при чому технічні показники результатів плануються на рівні кращих світових зразків (0); немає впевненості в отриманні авторських свідоцтв (-1); строк окупності витрат в межах 5-ти років складе (0) балів.

В таблиці 1.3 наведено можливі результати оцінки теми НДДКР.

Таблиця 1.3 – Можливі результати оцінки теми НДДКР

Сума індексів	Оцінка теми
Позитивна(+)	Розробка є досить перспективною
Задовільна(0)	Розробка перспективна
Негативна(-)	Розробка не перспективна

Проаналізувавши дані таблиць 1.2 та 1.3, та підрахувавши загальну суму балів (+2+0-1+0=+1), робимо висновок, що розробка є перспективною.

1.6 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки (результатів НДДКР), створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Рекомендується здійснювати оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями, наведеними в таблиці 1.3. [28]

Таблиця 1.4 - Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Критерій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційни	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї

9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	експерт		
	1	2	3
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	2	2
2	2	2	2
3	3	2	2
4	2	2	2
5	2	2	2
6	2	2	2
7	2	2	3
8	2	3	3
9	2	3	3

10	3	2	3
11	2	3	3
12	3	2	3
Сума балів	27	27	27
Середньоарифметична сума балів СБ	27		

За даними таблиці 1.5 зробимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому доцільно користуватися рекомендаціями, наведеними в таблиці 1.6. [28]

Таблиця 1.6 - Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 - 10	Низький
11 - 20	Нижче середнього
21 - 30	Середній
31 - 40	Вище середнього
41 - 48	Високий

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 27 балів, що, згідно таблиці 1.6, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки середній).

1.7 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення

В процесі дослідження розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера АТmega8 необхідно розглянути основні технічні показники, які по-різному впливають на загальну якість розробки, для аналізу якості інноваційного рішення.

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [29]:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i, \quad (1.11)$$

де k – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

α_i – коефіцієнт, який враховує питому вагу i -го технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт α_i визначається експертним шляхом і

$$\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1$$

при цьому має виконуватись умова ;

β_i – відносне значення i -го технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення β_i для різних випадків розраховують за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ni}}{I_{ai}}, \quad (1.12)$$

де I_{ni} та I_{na} – чисельні значення конкретного i -го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ni}}; \quad (1.13)$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та майбутньої розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Порівняння основних параметрів пристрою що проектується та аналога.

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Напруга живлення	В	5	5	1,0	0,1
Максимальний	А	0,03	0,03	1,0	0,25

струм в провіднику					
Об'єм ОЗУ	Кб	1	1	1,0	0,05
Тактова частота	МГц	8	16	2,0	0,4
Діапазон робочих температур	°С	-20...+120	-50...+120	1,21	0,2

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i = 1,0 \cdot 0,1 + 1,0 \cdot 0,25 + 1,0 \cdot 0,05 + 2,0 \cdot 0,4 + 1,21 \cdot 0,2 = 1,44$$

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, запропонована розробка пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8 переважає існуючі аналоги приблизно в 1,44 рази.

1.8 Висновки та задачі подальших досліджень

Проведено аналіз сучасного стану розвитку приладів вимірювання швидкості, виявлено основні вимоги, що ставляться перед ними та розглянуто способи їх реалізації за допомогою сучасних технічних засобів.

На основі проведеного аналізу літературних джерел, видно що ультразвукові вимірювачі швидкості набули широкого поширення. Розглянуто конкретні прилади ультразвукових вимірювачів швидкості різного роду. З'ясовано, що більшість з них мають складну конструкцію та значну вартість. А тому їх застосування для вирішення простих задач в побутових умовах є недоцільним.

Також згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 27 балів, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки середній). При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості

розробки, удосконалений пристрій переважає існуючі аналоги приблизно в 1,44 рази. Можна зробити висновок про доцільність проведення НДДКР з розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8.

Отже, актуальною буде розробка невеликого (переносного), некоштовного ультразвукового вимірювача швидкості, який можна застосовувати для вирішення нескладних задач у побуті.

Також використання мікроконтролера в приладах для вимірювання швидкості рухомих об'єктів дає більше можливостей для гнучкого налаштування системи, а також для координації різних її елементів.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЧА ШВИДКОСТІ

Запропоновано ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega 8, розроблено його структурну та електричну схему, проведено схемотехнічне моделювання за допомогою програмних засобів.

2.1 Розробка структурної схеми ультразвукового вимірювача швидкості переміщень

Відповідно до функцій, які має виконувати пристрій розроблено його структурну схему, яку показано на рис. 2.1.

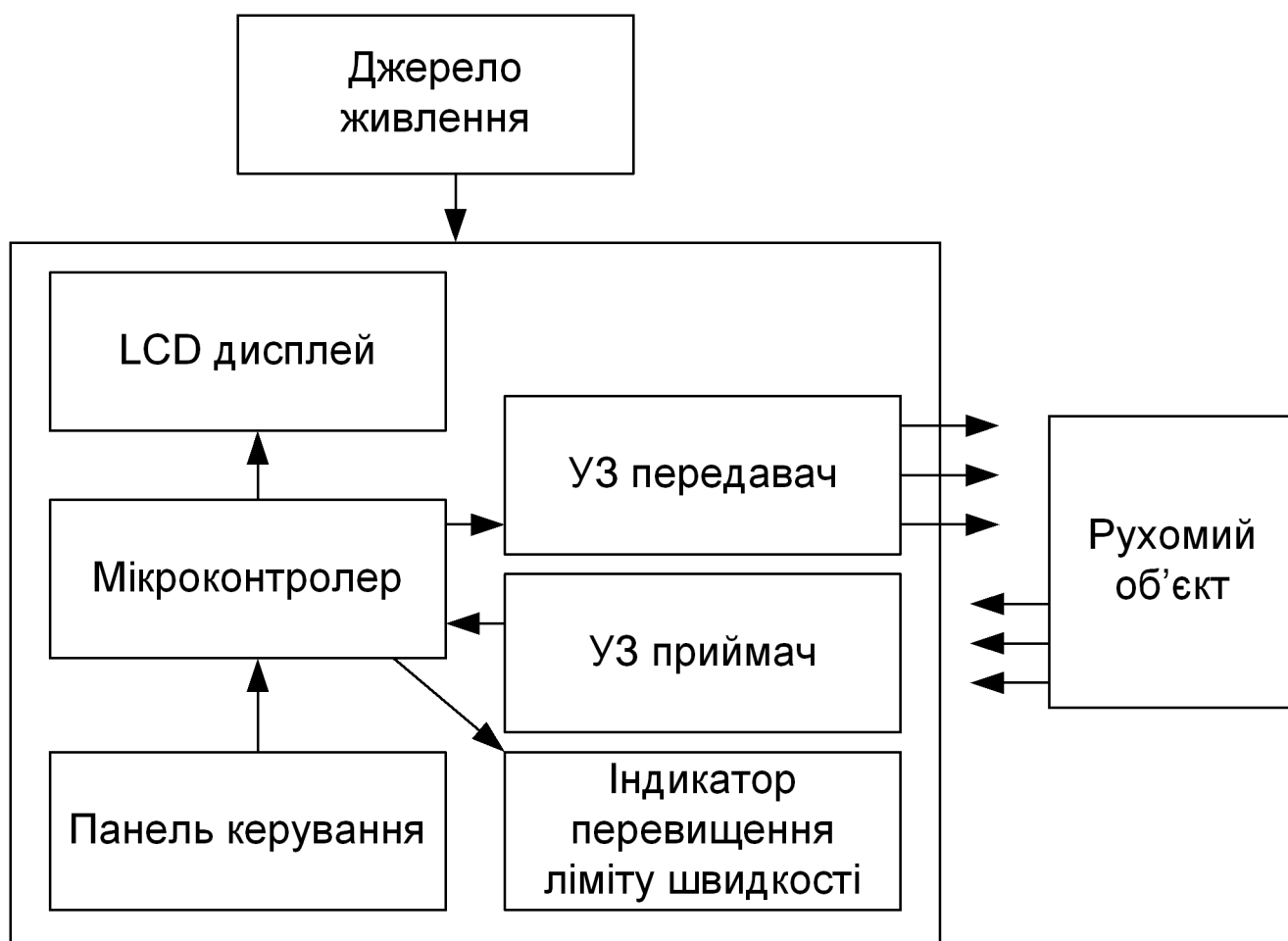


Рисунок 2.1 – Структурна схема вимірювача швидкості переміщення об'єкта

Структурна схема містить наступні компоненти.

Джерело живлення. Пристрій живиться або від мережевого блоку живлення на 5 В або від акумуляторної батареї. Для забезпечення стабільної роботи пристрою, на виході джерела живлення бажано розмістити фільтр та стабілізатор.

LCD дисплей. Служить для відображення результатів роботи пристрою, зокрема, для відображення результатів вимірювання швидкості переміщення об'єкта.

Мікроконтролер. Керує усім процесом вимірювання: виконує функцію відліку часу, обраховує швидкість переміщення об'єкта, виводить дані на LCD дисплей тощо.

Панель керування. Містить кнопки керування процесом вимірювання: кнопку скиду результатів (нове вимірювання) та кнопки задання ліміту вимірювання швидкості. Можна додатково також ввести кнопку (з під'єднанням відповідного датчику) для вимірювання температури та температурного коригування результатів вимірювання, адже швидкість розповсюдження ультразвукової хвилі залежить від температури.

Ультразвукові передавач та приймач. Служать безпосередньо для випромінювання у напрямку рухомого об'єкта ультразвукової хвилі та прийому відбитої від нього хвилі.

Індикатор перевищення ліміту швидкості. Сигналізує про перевищення ліміту заданої максимальної швидкості.

2.2 Обґрунтування вибору та аналіз мікроконтролера

Основним елементом схеми є мікроконтролер. З міркувань функціональних параметрів і габаритів обрано мікроконтролер AVR архітектури ATMEGA8 (рис. 2.2).

Він має три порти. Для розробленого пристрою їх вистачає, один порт для виводу інформації на рідкокристалічний дисплей, інші для роботи з рештою зовнішніх елементів.

Мікроконтролер має такі характеристики:

- Пам'ять для програм становить 8 Кб з можливістю перезаписати 10000 разів
- 512 байт флеш-пам'яті для зберігання змінних (100 000 циклів перезапису)
- 1 Кб ОЗУ і 32 регістра загального призначення
- Два 8-розрядних Таймера / Лічильника з роздільним прескалером, режим порівняння
- 16-розрядний Таймер / Лічильник з роздільним прескалером, режим порівняння, режим захоплення
- Таймер реального часу з незалежним генератором
- 3 канали ШІМ
- 6 каналів 10-розрядного АЦП
- Двопровідний послідовний інтерфейс
- Програмований послідовний USART
- Інтерфейс SPI з режимами Master / Slave
- Програмований сторожовий таймер з окремим незалежним генератором
- Вбудований аналоговий компаратор
- Скидання при включенні харчування, програмована захист від провалів харчування
- Вбудований калібрований RC-генератор
- Обробка внутрішніх і зовнішніх переривань
- 5 режимів зі зниженим енергоспоживанням: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, і Standby
- Напруга живлення 4.5 - 5.5В

- Тактова частота 0-16 МГц

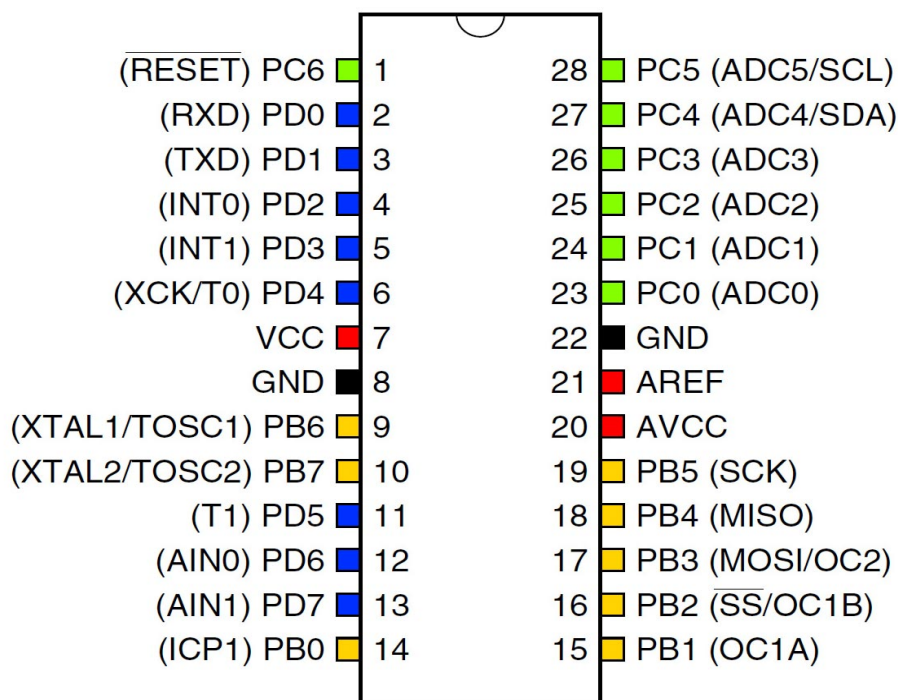


Рисунок 2.2 – Мікроконтролер ATMEGA8 з описом виводів

2.3 Схема електрична принципова вимірювача швидкості

Відповідно до структурної схеми запропоновано електричну схему пристрою (рис. 2.3).

Схема працює наступним чином.

Обрано мікроконтролер Atmega8. Можна застосовувати контролер як в DIP корпусі, так і в SMD виконанні. Мікроконтролер працює від внутрішнього RC генератора на частоті 8 МГц.

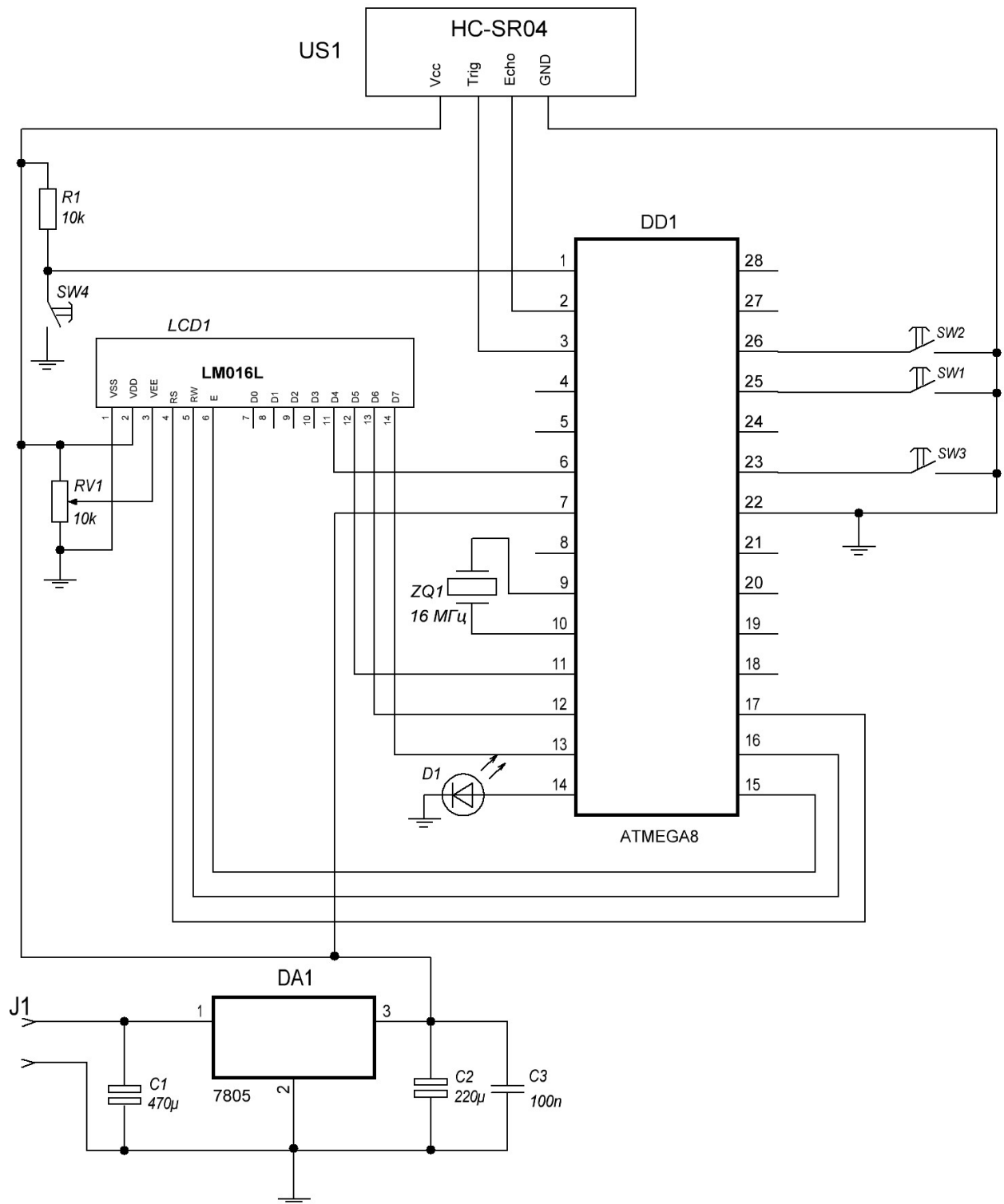


Рисунок 2.3 – Схема електрична пристрою вимірювача швидкості[12]

Як пристрій індикації інформації використовується LCD-дисплей LM016L. В даному випадку підсвічування дисплея підключено на платі самого дисплея резистором і перемичкою передбаченими виробником. У таких дисплеях також

передбачена можливість окремого підключення підсвічування через роз'єми, позначені "А" і "К" - анод і катод відповідно. Підключається як звичайний світлодіод, через струмообмежувальний резистор близько 20 - 30 Ом. Підстроєчний резистор RV1, що підключається до виводів дисплея, служить для регулювання його контрастності. У невеликих або розумних межах його номінал можна варіювати.

Світлодіод D1 служить для індикації умови перевищення вимірюваної швидкості щодо встановленого ліміту. Можна застосовувати будь-який світлодіод або прибрати його, застосувавши вивід мікроконтролера для керування чим-небудь іншим.

Живлення схеми здійснюється стабілізатором на мікросхемі 78L05. Включення цієї схеми стандартне для понижуючого перетворювача. Конденсатори C1, C2, C3 виконують функцію згладжування та фільтрування.

Як датчик для вимірювання швидкості використовується ультразвуковий датчик відстані HC-SR04. Цей датчик вимірює відстань, а не швидкість. Але швидкість дорівнює пройденій відстані, поділеній на час проходження цієї відстані. Виходячи з цієї інформації, щоб виміряти швидкість нам потрібно знати яку відстань проходить ультразвуковий сигнал (для чого і потрібен датчик HC-SR04) і час, за який ця відстань проходиться.

Можливо два варіанти проведення вимірювань:

1. Взяти за постійне значення пройдену відстань (наприклад, 1 метр) і вимірювати час, за який ця відстань долається.
2. Взяти за постійне значення час і вимірювати відстань, яку ультразвук долає за цей час.

Вирішено обрати другий метод. Постійна часу була взята рівною 0,1 секунду, або 100 мілісекунд. Пристрій робить вимірювання відстані до об'єкта номер один, через 0,1 секунду робить вимірювання відстані номер два. Різниця між цими значеннями буде пройденим шляхом за час, що дорівнює 0,1 сек. І,

нарешті, обчислюється швидкість переміщення по формулі: відстань поділити на константу часу.

Дані можуть виводитись на LCD-дисплей в двох варіантах, або точніше в двох одиницях – метри за секунду і сантиметри за секунду.

При вимірюванні швидкості цифри на дисплеї будуть скакати і іноді їх буде важко прочитати або встежити за ними, тому індикація швидкості в цілому організована таким чином: відбувається вимірювання відстані і обчислення швидкості, значення заноситься в буфер, далі відбувається наступний цикл вимірювань відстані і обчислення швидкості, якщо обчислене значення швидкості більше за значення в буфері, то буферне значення приймається рівним обчисленому значенню швидкості.

При наступному циклі вимірювань відстані, якщо обчислене значення швидкості менше значення з буфера, то буферне значення залишається максимальним. Таким чином, відбувається вимірювання максимальної швидкості або іншими словами просто фіксація показань на максимальному значенні. Щоб скинути показники в нуль використовується кнопка SW3.

Додатково пристрій відображає індикацію перевищення швидкості, значення ліміту швидкості регулюються кнопками SW1, SW2.

Для більш достовірних даних вимірювання і обчислення швидкості відбувається близько секунди, при цьому програма мікроконтролера не переривається на що-небудь інше.

Головним обмеженням пристрою є те, що максимальна відстань, на якій датчик працює становить 4,5 метра. І тільки в цих межах або радіусі може відбуватись вимірювання швидкості. Для більшої ефектності можна зробити схему в формі пістолета.

2.4 Розробка алгоритму роботи мікроконтролера

На рисунку 2.4 зображено блок-схему алгоритму роботи вимірювача швидкості.

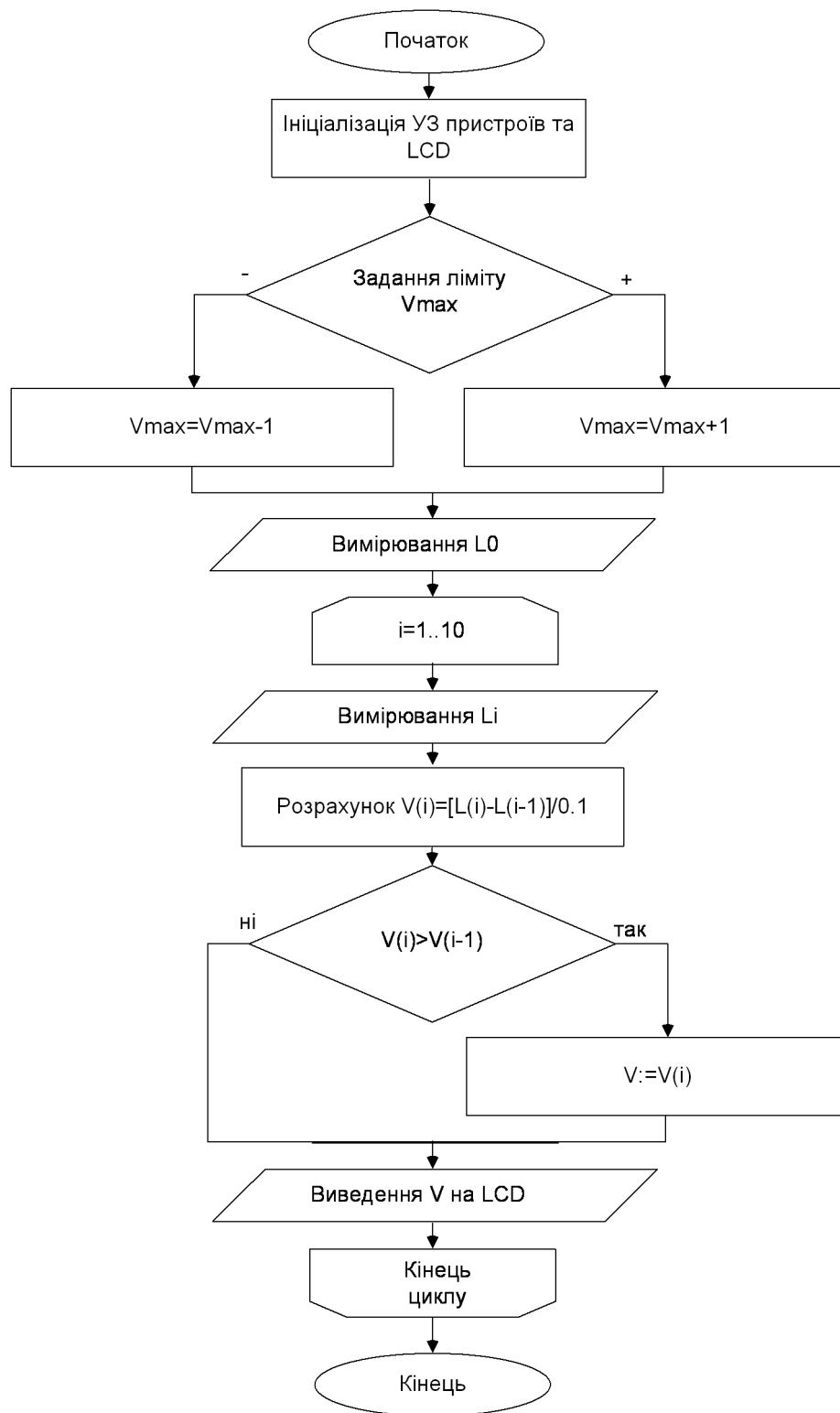


Рисунок 2.4 – Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера

При подачі живлення від стабілізатора відбувається ініціалізація під'єднаних до мікроконтролера пристроїв: LCD індикатора та ультразвукових перетворювачів.

Наступний крок – це встановлення за допомогою відповідних кнопок ліміту вимірюваної швидкості.

Далі починається процес вимірювання швидкості переміщення рухомого об'єкта. Вимірюється початкова швидкість до нього L_0 . І в циклі з кроком $0,1$ с вимірюється кожна нова відстань L_i і розраховується швидкість переміщення об'єкта $V_i=(L_i-L_{i-1})/0,1$.

При наступному циклі вимірювань відстані, якщо обчислене значення швидкості менше значення з буфера, то буферне значення залишається максимальним. Таким чином, відбувається вимірювання максимальної швидкості або іншими словами просто фіксація показань на максимальному значенні.

Після виконання відповідних розрахунків, обраховане значення швидкості переміщення виводиться на LCD дисплей.

Пристрій переходить у режим очікування наступних вимірів. При натисненні кнопки скиду, весь процес вимірювання повторюється знову.

2.5 Моделювання роботи схеми

Для моделювання роботи пристрою зібрано схему (рис. 2.5) відповідно до електричної схеми. Для мікроконтролера ATMEGA8 за розробленим алгоритмом було створено програму та скомпільовано HEX-файл для його прошивки.

Для перевірки роботи пристрою було використано модель ультразвукового сенсора відстані, який в залежності від напруги на TestPin видає різну тривалість імпульсу Echo, що відповідає різній відстані до об'єкта. Більша напруга – довший імпульс, і відповідно більша відстань.

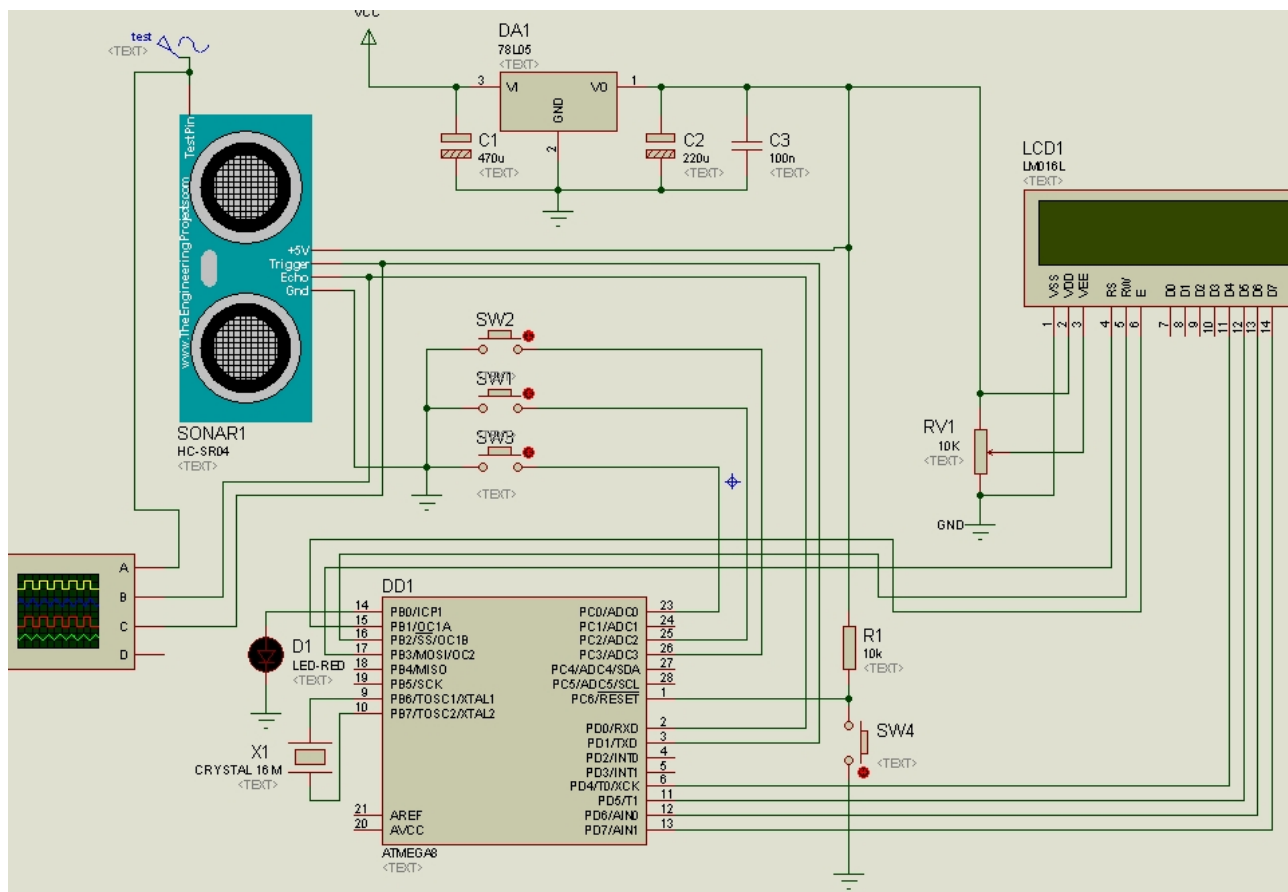


Рисунок 2.5 – Зображення схеми для моделювання

Якщо подавати постійну напругу, то це означає однакову відстань в різні моменти часу, і відповідно швидкість буде рівна 0, тому для моделювання зміни відстані в часі до TestPin підключено змінну напругу.

Як видно з рисунку 2.6 канал С осцилографа відображає сигнал Trig, який поступає з мікроконтролера на випромінюючий динамік ультразвукового сенсора. Канал В відображає сигнал Echo з сенсора. Канал А відображає змінну напругу на тестовому вході сенсора, що імітує змінну відстань до об'єкта. При більшій напрузі на тестовому піні тривалість сигналу Echo більша, а при меншій – менша. Для підрахунку швидкості об'єкта підраховується зміна тривалості сусідніх імпульсів та перетворюється в значення швидкості. Максимальне значення швидкості відображається на рідкокристалічному екрані. Його можна обнулити за допомогою перемикача SW3. Крім цього на екрані відображено граничне значення

вимірюваної швидкості, яке може змінюватись перемикачами SW1 (+1) та SW2 (-1).

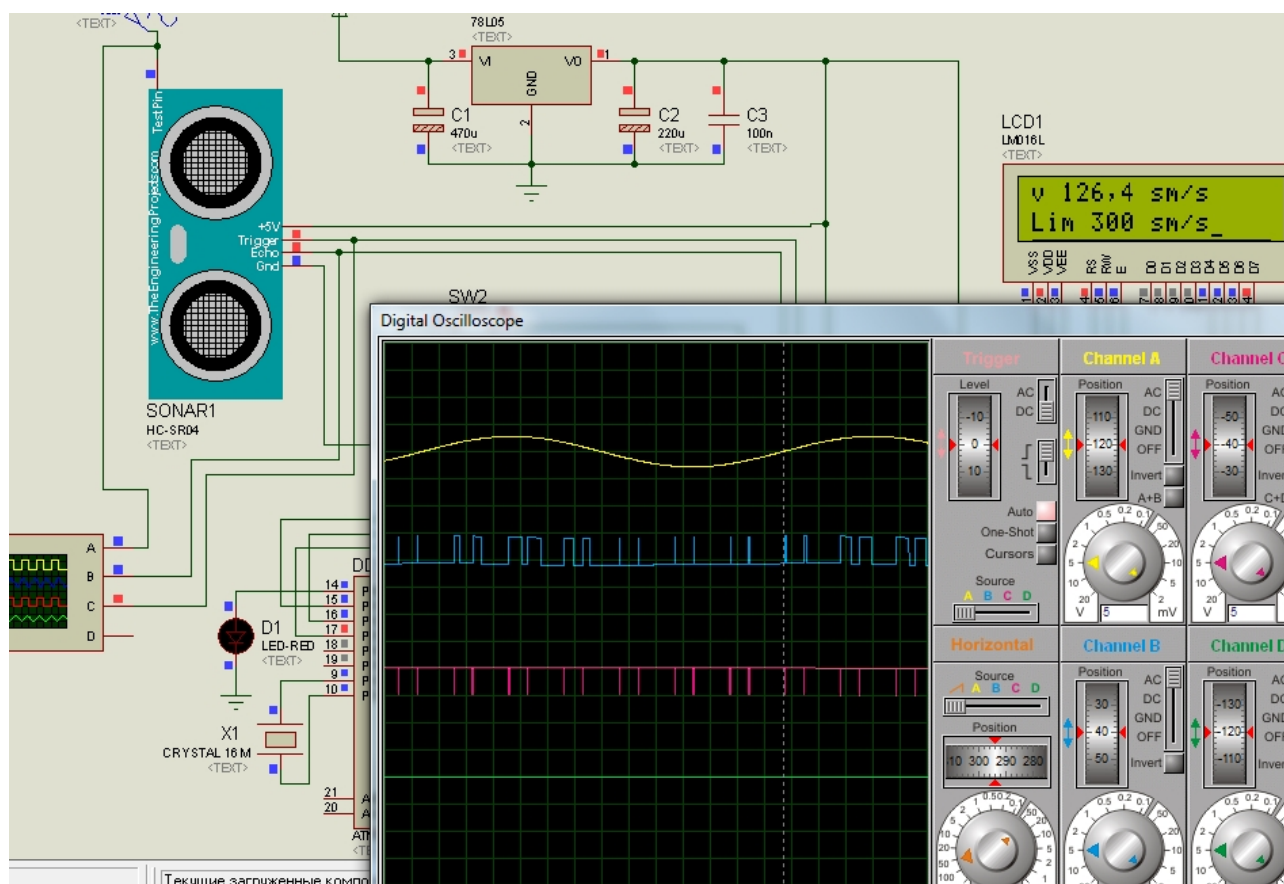


Рисунок 2.6 – Результат моделювання роботи схеми (1 Гц)

В цьому випадку частота змінного сигналу обиралася 1 Гц. При збільшенні частоти буде швидше відбуватись зміна модельованої відстані і відповідно обрахована швидкість буде більшою, а при меншій частоті – повільніша зміна відстані, і відповідно менша швидкість.

В другому випадку була взята частота 0,5 Гц. І обрахована максимальна швидкість теж була менше в два рази, що наведено на рис. 2.7.

Крім того за допомогою перемикачів було змінено граничне значення вимірюваної швидкості.

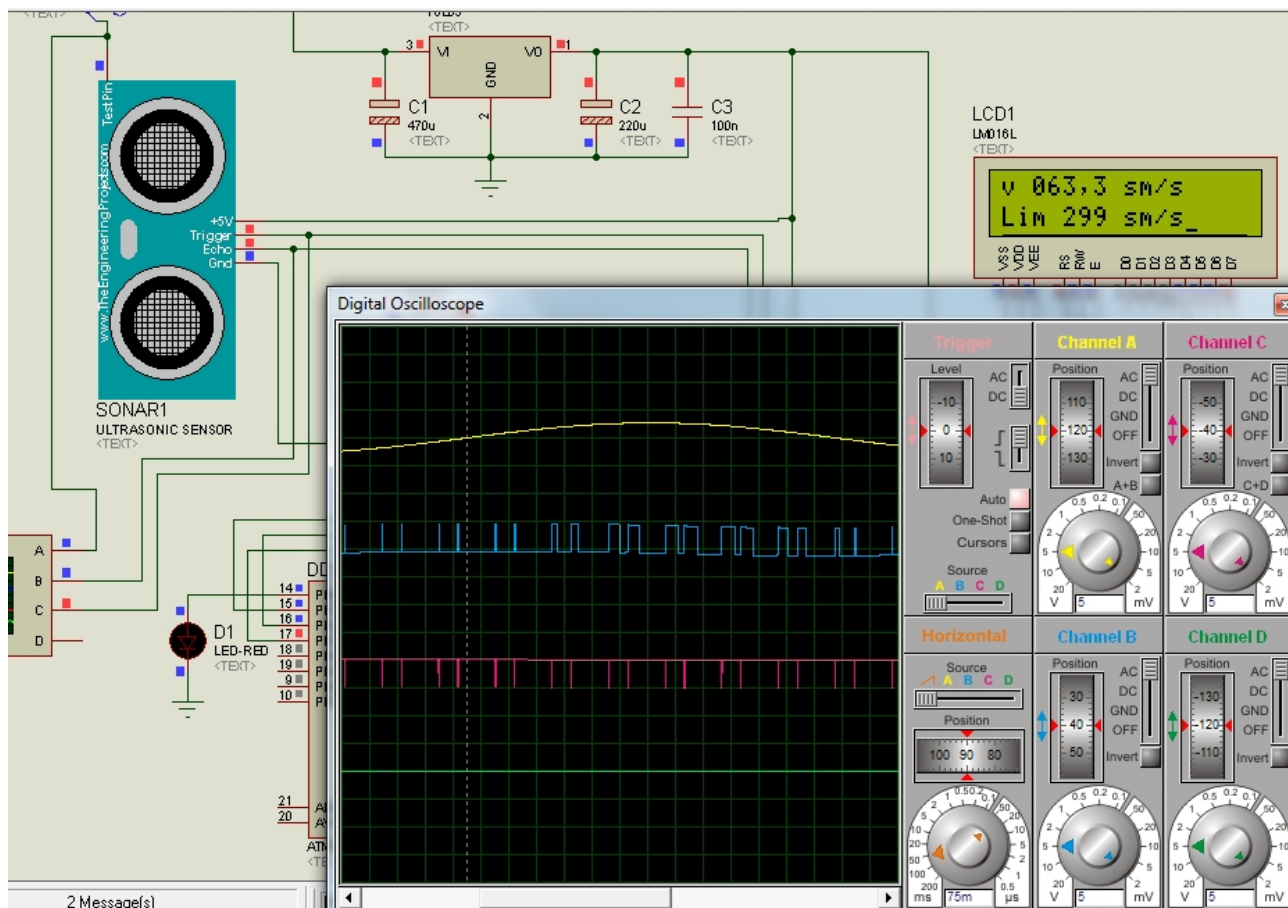


Рисунок 2.7 – Результат моделювання роботи схеми (0,5 Гц)

Аналізуючи дані вимірювань похибка значення швидкості в ідеальних умовах складає близько 0,1 см/с. В реальному пристрої похибка вимірювань імовірно буде більшою. Крім того на похибку сенсора будуть впливати атмосферні умови: температура та вологість повітря.

2.6 Висновки до другого розділу

1. Розроблено структурну схему ультразвукового вимірювача швидкості переміщень та описано призначення її основних складових.
2. На основі структурної схеми розроблено схему електричну принципову з використанням мікроконтролера для координації всіх компонентів пристрою.
3. Промодельовано електричну схему в різних режимах роботи і тим самим підтверджено її функціональність та можливість використання на практиці.

3 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПЛАТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЧА ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ

Як з'ясовано, основними вимогами до конструкції пристрою є економічність та простота процесу вимірювання швидкості. Виходячи з цих міркувань у даному розділі розроблено друковану плату та складальне креслення пристрою.

3.1 Вибір типу та матеріалу друкованої плати

При виборі типу друкованої плати для конструкції потрібно враховувати техніко-економічні показники. Модель даного приладу не є досить складною за своєю конструкцією і складається з доступних радіоелементів. Вибираємо двосторонню друковану плату, яка характеризується високими комутаційними якостями за рахунок металізації в отворах, підвищеною міцністю з'єднань виводів навісних елементів з рисунком плати та низькою вартістю.

Для виготовлення друкованої плати використовують фольговані та нефольговані діелектрики. Вихідними матеріалами для їх виготовлення є папір або склотканина, просякнуті синтетичними смолами, або полімерні плівки з лавсану, фторопласту та ін. На поверхню фольгованих матеріалів мідна фольга приклеюється з однієї чи двох сторін листа в процесі виготовлення. Її товщина становить 20 – 50 мкм.

До матеріалу висуваємо такі вимоги:

- висока технологічність;
- високі електрофізичні властивості;
- забезпечення високої адгезії;
- мінімальні механічні короблення.

В табл. 3.1 подано основні властивості матеріалів друкованих плат [11].

Найчастіше для виготовлення друкованих плат використовують склотекстоліт і гетинакс наступних марок:

- ГФ – фольгований гетинакс;
- СФ – фольгований склотекстоліт;
- ФГС – склотекстоліт фольгований травильний;
- СФПН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;
- СТФ – склотекстоліт теплостійкий.

Таблиця 3.1 – Властивості матеріалів друкованих плат

Параметри	Гетинакс	Текстоліт	Склотекстоліт
Щільність без фольги, г/см ³	1,3...1,4	1,3...1,45	1,6...1,8
Відносна діелектрична проникність	4,5...6	4,5...6	5...6
Питомий об'ємний опір, Ом·м	1012...1014	1012...1014	1014...1015
Діапазон робочих температур, °С	-60...+80	-60...+105	-60...+120
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м×К)	0,25...0,3	0,23...0,34	0,34...0,74
Температурний коефіцієнт лінійного розширення, 10 ⁻⁶ К ⁻¹	22	22	8...9

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Найоптимальніші параметри для розробки ультразвукового вимірювача швидкості, згідно табл. 3.1, має склотекстоліт. Тому обираємо двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86, який має товщину фольги 35 мкм, товщину матеріалу з фольгою 1,5 мм. та діапазон робочих температур від –60 до +120 °С. Даний матеріал, згідно з [11], володіє досить високим значенням ударної міцності, та здатен витримувати перевантаження в 25g та механічні удари з тривалістю імпульсу в 13 мілісекунд. Будучи вкритим захисним лаковим покриттям, фольгований склотекстоліт стає нечутливим до вологи у всьому робочому температурному діапазоні, що задовольняє умовам поставленого технічного завдання.

3.2 Вибір класу точності та методу проектування друкованої плати

Для даного приладу оптимальним варіантом буде вибір друкованої плати 2-го класу точності, що не вимагає використання дорогих високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання.

До друкованих плат висуваються такі вимоги:

1. Висока точність розташування струмопровідного рисунка
2. Велика величина опору діелектрика
3. Висока механічна міцність
4. Добра здатність до паяння, особливо після тривалого зберігання.

Досягається шляхом вибору типу покриття та технологією його нанесення.

Точність розташування струмопровідного рисунка регламентується вимогами держстандартів. З цією метою введено поняття класу точності друкованих плат.

Таблиця 3.2 – Класи точності друкованих плат

Параметри конструкції плат, мм	Клас точності				
	1	2	3	4	5
1. Ширина друкованих провідників	0,75	0,45	0,25	0,15	0,1
2. Відстань між суміжними провідниками	0,75	0,45	0,25	0,15	0,1
3. Ширина гарантійного пояса	0,3	0,2	0,1	0,05	0,0025
4. Відносна товщина ДП	0,4	0,4	0,33	0,25	0,2

Для даного виробу (згідно таблиці 3.2), з огляду на не складне трасування оптимальним варіантом буде вибір 2-го класу точності друкованої плати (не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання).

Даний клас характеризується наступними параметрами конструкції:

- а) ширина провідника – 0,45 мм;
- б) відстань між сусідніми доріжками – 0,45 мм;

в) ширина гарантійного пояса – 0,2 мм;

г) відносна товщина ДП – 0,4 мм.

Установка навісних елементів на друкованій платі здійснюється згідно з ГОСТ 4ГО.010.030-81 та ГОСТ4.ГО.010.009. При розташуванні елементів необхідно враховувати наступні фактори: забезпечення високої надійності, мінімізація розмірів, забезпечення тепловідводу та ремонтпридатності.

Елементи розташовуємо з однієї сторони паралельно сторонам плати по принципу найкоротших зв'язків.

Вибираємо крок координатної сітки 1,25 мм. Координатну сітку на початок координат розташовуємо згідно з ГОСТ 2.417-78. Отвори та елементи друкованого малюнку розташовуємо на платі відносно початку координат [12].

Всі контактні площадки розміщуємо у вузлах сітки. Це ж стосується і виводів елементної бази.

3.3 Розрахунок ширини провідників

Ширина провідників визначається у розрахунку на струм, який проходить через них, та максимально можливе падіння напруги.

Для допустимого струму :

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \times t}, \quad (3.1)$$

де $j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму для мідного провідника, $j_{\text{доп}} = 17 \text{ А/мм}^2$;

t – товщина фольги, $t = 35 \text{ мкм}$;

I_{\max} – максимальний постійний струм, який проходить через провідник;

$I_{\max} = 0,034$, згідно індивідуального завдання.

$$b_{\min} = \frac{0,03}{17 \times 0,035} = 0,05(\text{мм}) = 50(\text{мкм}) < 250(\text{мкм})$$

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max} \times \rho \times l_{\max}}{\Delta U_{\text{доп}} \times t}, \quad (3.2)$$

де ρ – питомий опір провідників, $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$;

I_{\max} – струм, який проходить по провіднику, $I_{\max} = 0,03 \text{ А}$;

l_{\max} – максимальна довжина провідника, $l_{\max} = 0,1 \text{ м}$;

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги (становить 5% від напруги живлення $U_{\text{доп}} = 5 \times 0,05 = 0,25 \text{ В}$);

t – товщина фольги;

$$b_{\min} = \frac{0,03 \times 0,0175 \times 0,1}{0,25 \times 0,035} = 0,06(\text{мм}) = 60(\text{мкм}) < 250(\text{мкм})$$

Розраховані значення ширини провідників не перевищують обраних для другого класу точності.

3.4 Моделювання проекту в ARES PCB LAYOUT

Розробка друкованої плати в ARES розпочинається з виклику команди Tools>NetlisttoARES в програмі моделювання ISIS Proteus [13]. Після виклику команди буде автоматично запущено вікно програми ARES з пропозицією вибору необхідного типу друкованої плати, що буде розроблятися. В якості друкованої плати вибираємо плату з двосторонньою металізацією, після чого зберігаємо проект.

В процесі завантаження списку з'єднань для кожного символу схеми в бібліотеках корпусів компонентів *.LIB знаходиться відповідний корпус. Якщо

необхідний корпус відсутній у бібліотеці, то за допомогою вкладки PackageMode створюємо новий корпус або проводимо вибірку одного із існуючих корпусів.

Перед початком процесу автоматичного трасування друкованої плати, за допомогою вкладки Technology>DesignRules проводимо необхідні налаштування допустимого розміщення провідників, їх мінімальної та максимально можливої товщини, а також зазорів між ними. Для початку трасування виконуємо команду Tools>AutoRouter. Отримаємо розведену плату (рис. 3.1).

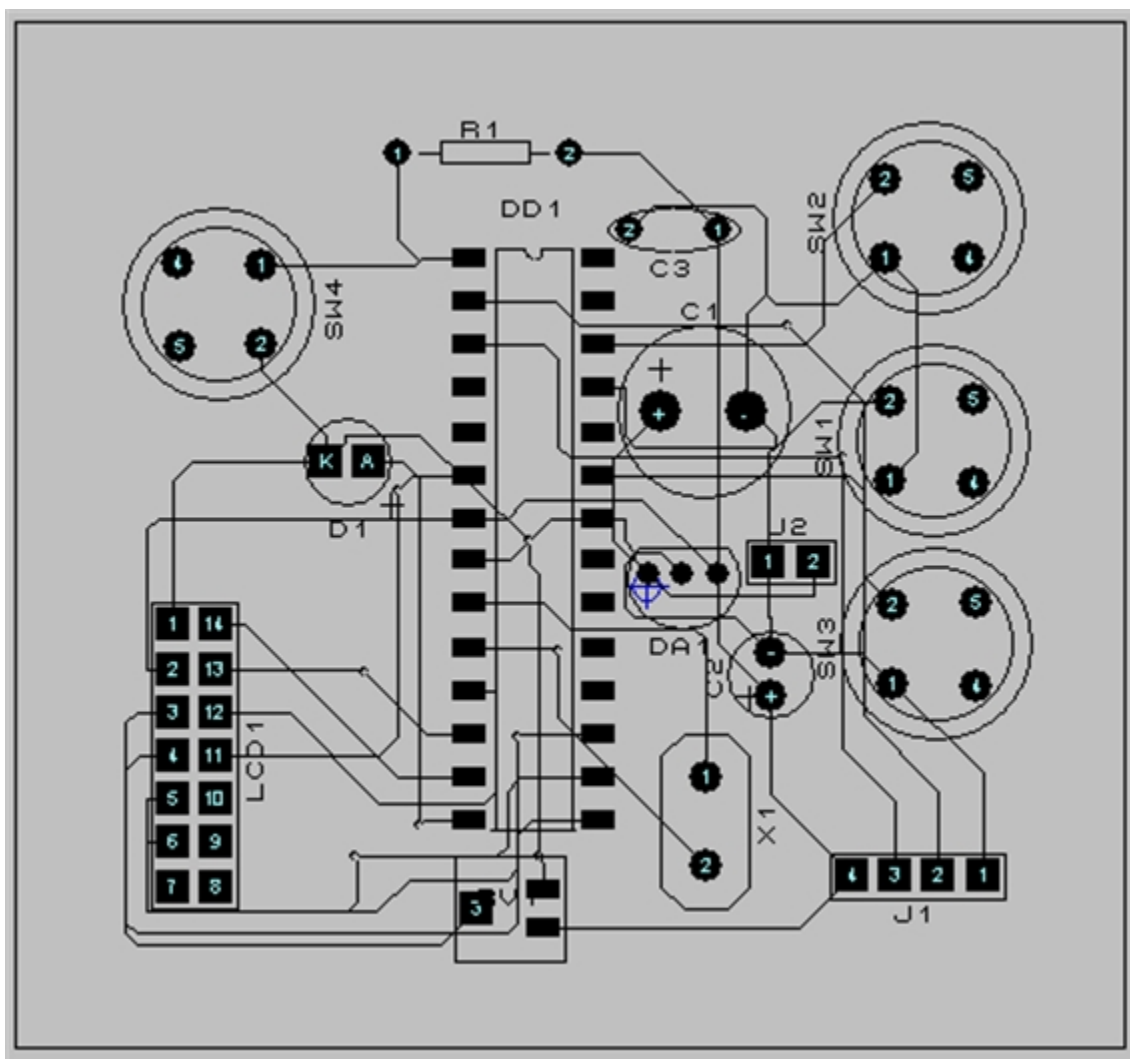


Рисунок 3.1 – Розведена плата в ARES Proteus Layout

Скориставшись функціональними можливостями ARES, побудуємо візуальну трьохвимірну модель друкованої плати з встановленими компонентами.

Побудована трьохвимірний модель пристрою (рис. 3.2). А також зображено вигляд плати без елементів (рис. 3.3).

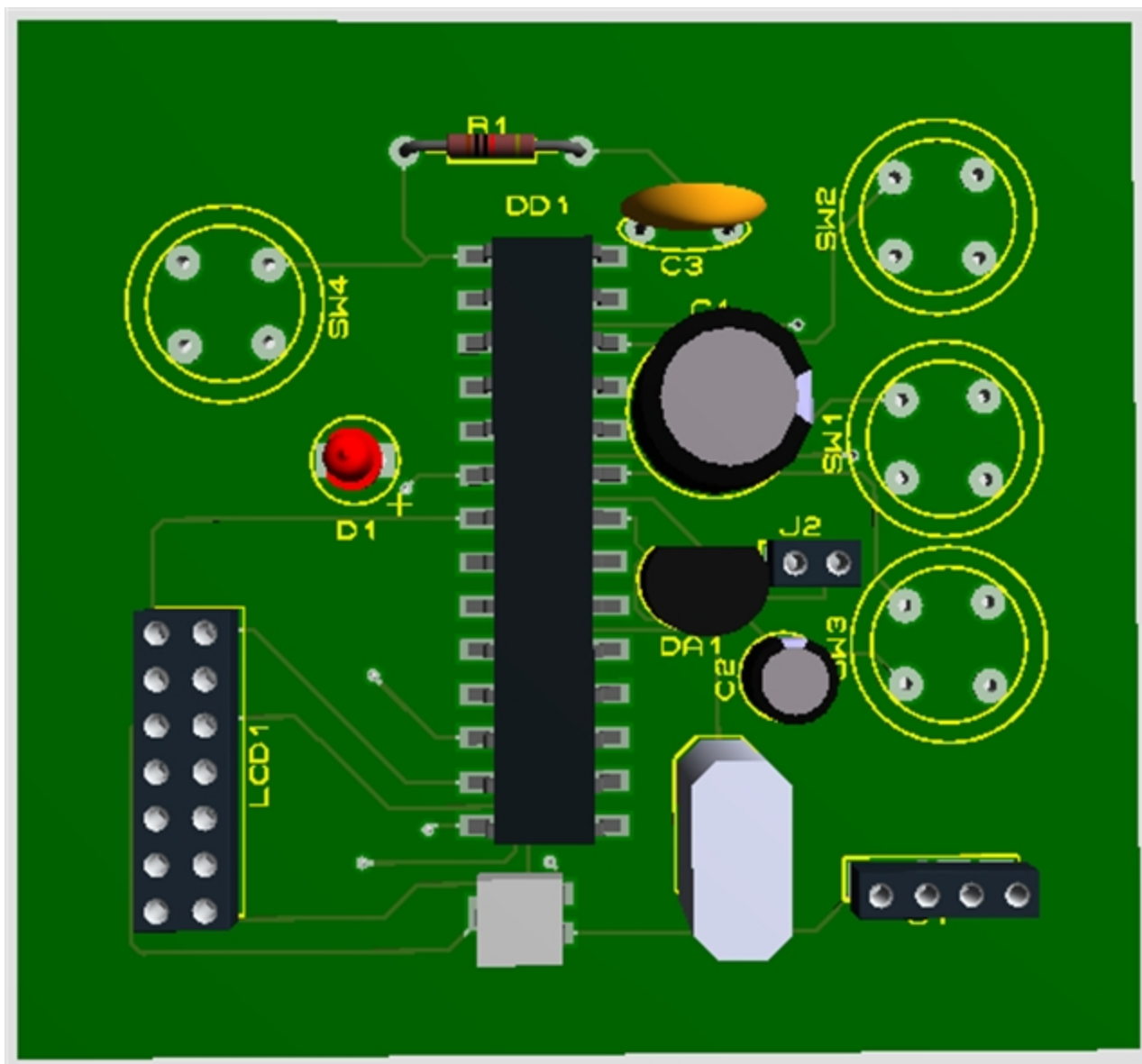


Рисунок 3.2 – Зображення моделі плати пристрою з елементами

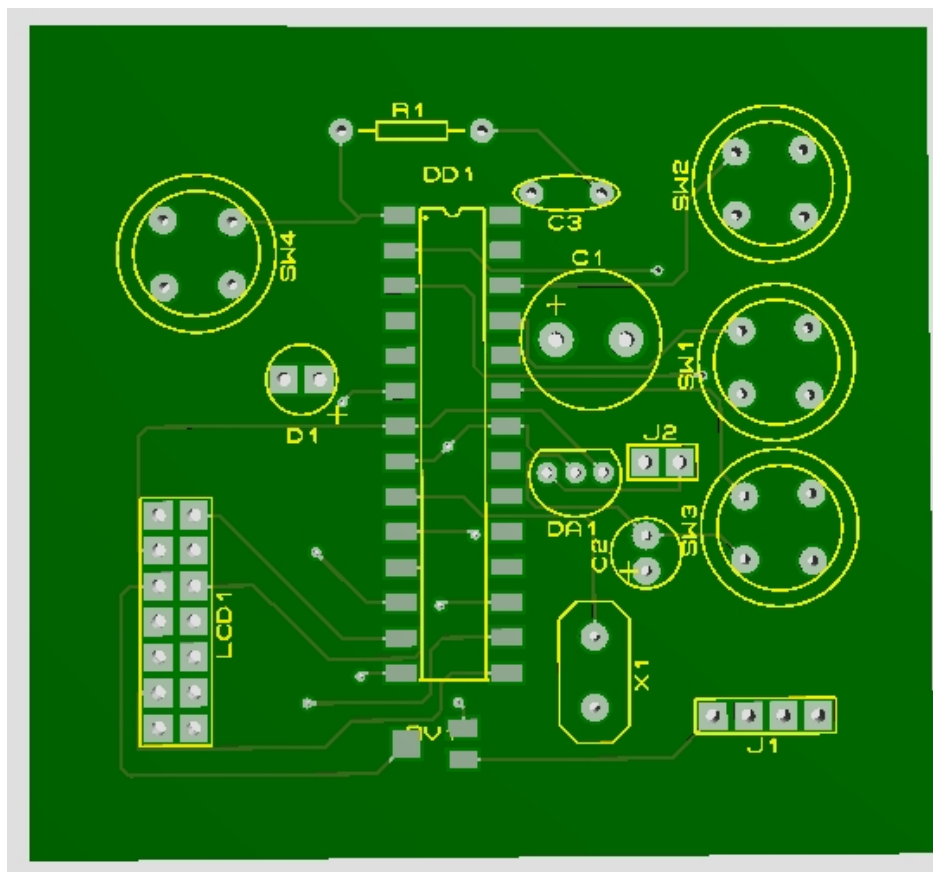


Рисунок 3.3 – Зображення моделі плати пристрою без елементів

3.5 Висновки до третього розділу

Виконано розрахунок параметрів друкованої плати та обрано її тип – двостороння. Цей тип характеризується високими комутаційними властивостями, підвищеною міцністю з'єднань виводів навісних елементів з рисунком плати, високою щільністю розташування електронних компонентів та низькою вартістю.

У якості матеріалу друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 – 78), який має товщину 1,5 мм. Для даного типу плати проведено розрахунок ширини друкованих провідників.

Використовуючи ARES PCB Layout створено проект та проведено моделювання пристрою. На основі проектів ISIS Proteus та ARES PCB Layout створено електричну принципову схему, друковану плату та складальне креслення, які наведені в додатках.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Зменшення імовірності виникнення захворювань та виробничого травматизму під час забезпечення регламентованих параметрів умов праці є основною метою охорони праці.

В цьому розділі проводиться розгляд небезпечних, шкідливих і уражаючих для людини та навколишнього середовища факторів, що виникають під час проведення розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8. Тут висвітлюються, зокрема, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення послаблення ультразвуку екрануванням, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки, безпека в надзвичайних ситуаціях.

В процесі розробки даного пристрою на працюючих впливають ті або інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп відповідно до [14]. Фізичні НШВФ: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, відсутність або недостатність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, відбита або пряма блискучість. Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

4.1 Гігієна праці та виробнича санітарія

4.1.1 Склад повітря робочої зони та мікроклімат

Вибираємо для приміщення, де проводяться роботи з розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Згідно із [15] допустимі параметри мікроклімату у робочій зоні для теплого та холодного періодів року приведені у таблиці X.1 додатку X.

Перепад температури повітря вздовж висоти робочої зони для всіх категорій робіт дозволяється до 3°C. При опроміненні менше 25% поверхні тіла працівника, допустима інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м².

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, які утворюються у даному виробничому приміщенні наведено в таблиці X.2 додатку X.

Для встановлення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату та чистоти повітря робочої зони запропоновано такі заходи: у приміщенні має бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року; для підвищення вологості повітря потрібно розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів або використовувати зволожувачі; припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

4.1.2 Виробниче освітлення

З метою створення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги пред'являються щодо кількісних та якісних показників освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8, відповідно до [16] знаходимо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Приймаємо контраст об'єкта з фоном – середній та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт *в*.

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості для штучного освітлення приведені в таблиці X.3 додатку X.

Оскільки приміщення розташоване у м. Вінниця (друга група забезпеченості природним світлом), а вікна розташовані за азимутом 45° , то для таких обставин КЕО визначатиметься за виразом [16, 17]

$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (4.1)$$

де e_n – табличне значення КЕО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,б} = 2 \cdot 0,9 = 1,8 (\%);$$

$$e_{N,с} = 1,2 \cdot 0,9 = 1,1 (\%).$$

З метою забезпечення нормативних значень показників освітлення запропоновано такі заходи: за недостатнього природного освітлення у світлу пору доби доповнення штучним завдяки використанню газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення; використання загального штучного освітлення у темну пору доби.

4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

В даному приміщенні джерелом ультразвуку та вібрації є ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень.

Допустимий рівень ультразвуку у таблиці Х.4 додатку Х. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці Х.5 додатку Х для 3-ї категорії (технологічна) типу "В".

З метою покращення віброакустичного клімату в приміщенні запропоновано такі заходи: завчасне проведення профілактичного ремонту; використання в конструкціях устаткування акустичних екранів та звуко- та віброізоляційних кожухів.

Вихідні дані: розмір сторони екрану $H = 2,5$ м, відстань від джерела ультразвуку до екрану $R = 2,1$ м, відстань від екрану до працівника $D = 2,5$ м, частота ультразвуку $f = 120$ кГц.

Для визначення послаблення ультразвуку треба знайти спочатку величину N

$$N = \frac{2}{\lambda} \left[R \left(\sqrt{1 + \left(\frac{H}{R} \right)^2} - 1 \right) + D \left(\sqrt{1 + \left(\frac{H}{D} \right)^2} - 1 \right) \right], \quad (4.2)$$

де λ – довжина хвилі, м;

R – відстань від джерела ультразвуку до екрану, м;

D – відстань від екрану до працівника, м;

H – розмір сторони екрану, м.

Довжину хвилі можна визначити за формулою

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ [м]}, \quad (4.3)$$

де c – швидкість звуку в повітрі за нормальних умов, м/с ($c = 330$ м/с);

f – частота коливань, Гц.

Після підстановки відомих значень у формули (5.3, 5.2) отримаємо

$$\lambda = \frac{330}{120 \cdot 10^3} = 0,00275 \text{ (м)};$$

$$N = \frac{2}{0,00275} \left[2,1 \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2,5}{2,1} \right)^2} - 1 \right) + 2,5 \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2,5}{2,5} \right)^2} - 1 \right) \right] = 1600,4.$$

За величиною $N = 1600,36324$ вибираємо послаблення ультразвуку $L = 21,866$ дБ.

4.1.4 Виробничі випромінювання

Аналіз умов праці показав, що приміщення, де виконується робота з розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8 може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані у таблиці X.6 додатку X.

Для забезпечення захисту та досягнення нормативних рівнів випромінювань необхідно застосовувати екранні фільтри та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.

4.2 Промислова та пожежна безпека під час проведення розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8

4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів і його розміри мають відповідати антропометричним, фізіологічним та психофізіологічним властивостям людини, а також характеру роботи [20].

Площа одного робочого місця повинна складати не менше 6,0 м², об'єм приміщення – не менше ніж 20 м³, висота – не менше 3,2 м [21].

Інтер'єр приміщень потрібно оздоблювати дифузно-віддзеркалювальними матеріалами з коефіцієнтом відбиття: стелі 0,7-0,8; стін 0,4-0,5; підлоги 0,2-0,3. Поверхня підлоги повинна бути гладкою, не слизькою, без вибоїн, зручною для вологого прибирання, мати антистатичні властивості. Забороняється застосовувати для оснащення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

4.2.2 Електробезпека

У середині приміщення, в якому проводиться робота з розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8, особливу увагу потрібно надати уникненню небезпеки ураження електричним струмом. Згідно [22] дане приміщення відноситься до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом в наслідок наявності значної (понад 75 %) відносної вологості. Тому безпека експлуатації електрообладнання повинна гарантуватись комплексом заходів, що передбачають використання ізоляції струмоведучих частин, захисного заземлення, захисних блокувань та ін [23].

4.2.3 Пожежна безпека

Згідно [24] приміщення, в якому проводиться робота з розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8, відноситься до категорії пожежної небезпеки В. Дане приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних

кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій приміщення, що розглядається наведені в таблиці Х.7. В таблиці Х.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Вибираємо, що приміщення, в якому проводиться робота з розробки, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, ємністю з піском [25].

4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності ультразвукового вимірювача швидкості переміщень до дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Прилад призначений для ультразвукового вимірювача швидкості переміщень. Він дозволяє проводити вимірювання в складних умовах надзвичайних ситуацій і впливі факторів, що можуть вивести апаратуру з ладу. Опромінення приладу призводить до зміни струму та коефіцієнтів підсилення, також вплине на конденсатори в них понизиться напруга пробою і опір витоку, зміниться провідність і внутрішнє нагрівання. В ізоляційних і діелектричних матеріалах зміняться такі параметри: електрична провідність та діелектрична провідність а також тангенс кута витрат.

В результаті дії ЕМІ імпульс струму чи напруги проникає в прилад і спричиняє пошкодження, ступінь яких залежить від чутливості складових приладу. Серйозні пошкодження викликає ЕМІ в роботі цифрових і контрольних – вимірювальних приладів. ЕМІ ушкоджує транзистори, викликає іскріння в їх між контактних з'єднаннях і деяких областях провідної поверхні. У транзисторів спостерігається така залежність, чим вище коефіцієнт посилення транзистора, тим менше його електрична міцність. Для резисторів типу МЛТ гранична напруга біля 1 кВ. Великі струми, обумовлені прикладеним імпульсом напруги, проходячи

через конденсатор, в місцях підвищеного опору можуть викликати нагрів шару металізації і його вигорання, порушити контакти між обкладками і основами.

Дія електромагнітного імпульсу може призвести до загорання чутливих електричних та електронних елементів, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях. Електромагнітний імпульс пробиває ізоляцію, випалює елементи мікросхем, викликає коротке замикання. Саме тому є необхідність запобіганню при дії цього фактору на електричне та електронне обладнання [25].

4.3.1 Визначення області працездатності ультразвукового вимірювача швидкості переміщень в умовах дії іонізуючого випромінювання

Дія електромагнітного імпульсу може призвести до загорання чутливих електричних та електронних елементів, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях. Електромагнітний імпульс пробиває ізоляцію, випалює елементи мікросхем, викликає коротке замикання. Саме тому є необхідність запобіганню при дії цього фактору на електричне та електронне обладнання.

Проведемо аналіз ультразвукового вимірювача швидкості переміщень і визначимо радіоелектронні елементи, від яких залежить її функціонування: резистори, конденсатори, мікросхеми.

Визначаємо максимально допустимі рівні радіації, при яких в елементах можуть виникнути незворотні зміни. Дані заносимо в таблицю Проаналізуємо дані, визначаємо межу стійкості $P_{гр}$ роботи УЗ вимірювача товщини, враховуючи коефіцієнт послаблення радіації ($K_{посл}=4$):

$$P_{гр.мережі} = P_{зв} \cdot K_{посл}, \quad (4.4)$$

$$P_{гр} = 10^4 \cdot K_{посл} = 10^4 \cdot 4 = 40000 (P/c).$$

Таблиця 4.4 – Максимально допустимі рівні радіації елементів РЕА

Блоки елементів	Елементи РЕС	P_{epi} , Р/с	P_{ep} , Р/с
1 Основний пристрій	Резистори СП2-23-0,125 Конденсатори К10-17 Конденсатори К50-35 Транзистори КТ315Г Транзистори КП303И	10^5 10^6 10^6 10^6 10^6	10^4
2 Блок живлення	Мікросхема ТДА2050	10^4	10^4
3 Система керування	Діоди Д9Б Кнопки П2К	10^5 10^5	10^5

Розрахуємо допустимо максимальний час перебування приладу на території в умовах дії іонізуючого випромінювань та ЕМІ:

$$D_m = \frac{2 \cdot P_1 (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{\text{посл}}}, \quad (4.5)$$

де, P_1 – максимальне значення рівня радіації ($P_1 = 7,54$ Р/год);

t_k – час кінця опромінення ($t_k = 52560$ год);

t_n – час початку опромінення ($t_n = 1$ год).

$K_{\text{посл}}$ – коефіцієнт послаблення ($K_{\text{посл}} = 4$).

Тоді:

$$D_m = \frac{2 \cdot 7,54 (\sqrt{52560} - \sqrt{1})}{4} = 1163,23 \text{ (Р)};$$

Допустимий час роботи РЕА в заданих умовах визначається за формулою:

$$t_d = \left(\frac{P_{ep} \cdot K_{\text{осл}} + 2 \cdot P_1 \cdot \sqrt{t_n}}{2 \cdot P_1} \right)^2, \quad (4.6)$$

Тоді:

$$t_d = \left(\frac{10^4 \cdot 4 + 2 \cdot 7,54 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 7,54} \right)^2 = 2012 \text{ (год)}.$$

$P_{гр.} = 10^4 P > D_m = 1163,23 P$, РЕА є стійкою в роботі, допустимий час стійкої роботи складає більше 2012 год. Отже, ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень є в достатній мірі стійким в роботі і не потребує захисту від негативного впливу іонізуючого випромінювання.

4.3.2 Визначення області працездатності ультразвукового вимірювача швидкості переміщень в умовах дії електромагнітного імпульсу

Вихідні дані: $U_{ж} = 220 \pm 5\% B$; $l_{в} = 0,08$ м.

В якості критерію стійкості РЕА в умовах дії електромагнітного імпульсу приймається коефіцієнт безпеки, який визначається за формулою:

$$K_r = 20 \lg \frac{U_d}{U_B} \geq 40 [\text{дБ}], \quad (5.10)$$

Визначаємо допустиме коливання напруги живлення:

$$U_d = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} N(\%) = 220 + \frac{220}{100} 5 = 231 \text{ (В)}$$

де $U_{ж}$ - робоча напруга живлення;

N - допустимі коливання напруги.

З формули виразимо вертикальну складову напруги наведення на струмопровідних частинах ультразвукового вимірювача швидкості переміщень:

$$U_B = \frac{U_d}{100} = 2,31 \text{ (В)}$$

Знаходимо допустиму горизонтальну складову напруженості електромагнітного поля, при якому коефіцієнт безпеки знаходиться в межах допустимого:

$$U_B = E_r l_{в}.$$

Звідки

$$E_r = \frac{U_B}{l_r} = \frac{2,31}{0,08} = 28,875 \text{ (В/м)}$$

Знаходимо допустиму вертикальну складову напруженості електромагнітного поля, при якому коефіцієнт безпеки знаходиться в межах допустимого:

$$E_r = 10^{-3} E_B,$$

Звідки:

$$E_B = \frac{U_r}{10^{-3}} = \frac{28,875}{10^{-3}} = 28875 \text{ (В/м)} = 28,875 \text{ (кВ/м)}$$

Висновок: таким чином, знайдено допустимі горизонтальну та вертикальну складові напруженості електромагнітного поля, при яких коефіцієнт безпеки знаходиться в межах допустимого, тобто забезпечується безпечна робота вимірювача швидкості переміщень в умовах дії електромагнітних імпульсів.

4.4 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи ультразвукового вимірювача швидкості переміщень у надзвичайних ситуаціях

Розглянемо способи підвищення безпеки роботи радіоелектронних приладів. Основними способами захисту радіоелектронних систем від випромінювання є: розміщення апаратури в спорудах, побудованих з негорючих матеріалів; заміна горючих елементів на вогнетривкі; захист горючих елементів легкими неспалимими екранами; приймач апаратури виконувати із закритими світлопроводами; постачання апаратури системою <http://ua-referat.com/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0> вентиляції для підтримки температури всередині блоків на допустимому рівні.

Для захисту апаратури від іонізуючих випромінювань застосовуються різної конструкції екрани і кожухи. Найважливіші вимоги до матеріалів, з яких виготовляються захисні пристрої, такі: до складу матеріалів повинні входити

елементи з великою атомною масою; захисні матеріали повинні включати легкі елементи.

Основними способами підвищення стійкості роботи вимірювача швидкості переміщень до впливу електромагнітного імпульсу (ЕМІ) є: вибір найбільш стійких до впливу ЕМІ функціональних елементів приладу; раціональне просторове розміщення вузлів і блоків приладу; створення стійких радіоелектронних схемних рішень; застосування заходів спеціального захисту.

Отже, у розділі охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, було розглянуто забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці для роботи з ультразвуковим вимірювачем товщини, запропоновані заходи підвищення безпеки роботи ультразвукового вимірювача швидкості переміщень.

Також в даному розділі були проведено дослідження безпеки роботи ультразвукового вимірювача швидкості переміщень при дії іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу.

Результати проведених розрахунків визначили, що оцінка безпеки роботи ультразвукового вимірювача швидкості переміщень забезпечується і не потребує захисту від негативного впливу іонізуючого випромінювання. При дії ЕМІ коефіцієнт безпеки знаходиться в межах допустимого, тобто забезпечується безпечна робота РЕА приладу.

4.5 Висновки

В результаті написання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення послаблення ультразвуку екрануванням, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Додаток X

Нормовані значення виробничих факторів

Таблиця X.1 – Допустимі параметри мікроклімату в приміщенні [15]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Ia	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Ia	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Таблиця X.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	–

Таблиця X.3 – Нормативні значення КПО та мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підрід зорової роботи	Контраст об'єкта розрізн. з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	в	середній	середній	750	200	300	2	1,2

Таблиця Х.4 – Допустимий рівень ультразвукового тиску в октавних смугах

Середньгеометричні частоти октавних смуг, кГц	16	31,5	63 та вище
Допустимі рівні тиску, дБ	88	106	110

Таблиця Х.5 – Нормовані рівні вібрації [19]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
3	3	3	39	45	51	33
6	3	3				

Таблиця Х.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна або кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, λ	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

						и р и н и ев ак о в и х о д у							
до 15	В	2	100	60	40	110	9	9	12	8	н.о.	н.о.	н.о.

Примітки: н.о. – не обмежується.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8

В техніко-економічному обґрунтуванні представленому в першому розділі даної магістерської кваліфікаційної роботи було приблизно обґрунтовано доцільність проведення НДР. Тому в даному розділі будуть проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8.

Для економічного розрахунку проведення НДР потрібно скласти кошторис витрат, який передбачає розрахунок визначених основних статей витрат.

Основна заробітна плата дослідників та розробників, яка розраховується за формулою [28]:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (5.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

T_p – число робочих днів в місяці, 22 дн;

t – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.1 – Основна заробітна плата дослідників та розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	11000,00	500,00	33	16500,00
2. Інженер-конструктор електронних засобів	10000,00	454,55	21	9545,45
3. Технік-лаборант	5500,00	250,00	21	5250,00
Разом				31295,45

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p), що здійснюють підготовку робочих місць та пристроїв необхідних для досліджень, підготовку та формування моделей тощо, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою [29]:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (5.2)$$

де t_i - норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n - число робіт по видах та розрядах;

C_i - погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (5.3)$$

де, M_M - мінімальна місячна оплата праці, грн., $M_H = 4173,00$ грн.;

K_c - коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1$;

K_i - тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p - число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дн.;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ годин.

Проведені розрахунки внесемо до таблиці.

Таблиця 5.2 – Витрати на основну заробітну плату працівників

Найменування робіт	Трудоміст-ність, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Встановлення обладнання	5,5	2	1,1	26,08	143,45
2. Інсталяція програмного забезпечення	5,5	4	1,35	32,01	176,05
3. Налаштування цифрових блоків	5,5	5	1,7	40,31	221,69
4. Відлагодження датчиків приймача	3,3	5	1,7	40,31	133,01
5. Формування структурної схеми	2,2	3	1,35	32,01	70,42
6. Підбір характеристик компонентів блоку	5,5	6	2	47,42	260,81
7. Випробування блоку	1,1	5	1,7	40,31	44,34
8. Регулювання блоку	4,5	5	1,7	40,31	181,38
Разом					1231,15

Додаткова заробітна плата розробників, дослідників та працівників, які приймали участь в дослідженнях та розробці НДР розраховується як 11 % від основної заробітної плати розробників та працівників:

$$Z_{\text{дод}} = H_{\text{дод}} Z_p, \quad (5.4)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати.

$$Z_d = (31295,45 + 1231,15) \cdot 11 / 100 \% = 3577,93 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату дослідників та працівників.

Нарахування на заробітну плату розробників Z_n розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot H_{zn}, \quad (5.5)$$

де H_{zn} – норма нарахування на заробітну плату.

$$H_z = (31295,45 + 1231,15 + 3577,93) \cdot 22 / 100\% = 7943,00 \text{ (грн.)}$$

Витрати на матеріали на даному етапі проведення НДР пов'язані з використанням моделей елементів та моделювання роботи і досліджень за допомогою комп'ютерної техніки.

Витрати на матеріали, що були використані при проведенні досліджень, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою [29]:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.6)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.3 – Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Папір канцелярський офісний	уп.	101,00	5	505,00
Папір креслярський	шт.	20,00	15	300,00
Начиння канцелярське	шт.	131,00	5	655,00
Органайзер офісний	шт.	164,00	5	820,00
Картридж для графічного принтера	шт.	383,00	2	766,00
Картридж для принтера	шт.	590,00	1	590,00
Диск оптичний	шт.	17,00	3	51,00
FLASH-пам'ять	шт.	331,00	1	331,00
Всього				4018,00

З врахуванням транспортних витрат вартість матеріалів складе

$$M = 4018,00 * 1,1 = 4419,80 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання для проведення досліджень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б}}{T_{е}} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (5.7)$$

де $Ц_{б}$ – балансова вартість обладнання, приміщень тощо, які використовувались для розробки нового технічного рішення, грн.;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, приміщень під час розробки, місяців;

$T_{е}$ – строк корисного використання обладнання, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки необхідно звести до таблиці.

Таблиця 5.4 - Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Комп'ютерна аналітична система	21110,00	4	1	439,79
Графічно-обчислювальний комплекс	15555,00	5	1	259,25
Програмний продукт проектування	9100,00	3	1	252,78
Осцилограф	9075,00	5	1	151,25
Офісна техніка	7065,00	4	1	147,19
Лабораторія	300380,00	25	1	1001,27
Всього				2251,52

Витрати на силову електроенергію на проведення досліджень розраховують за формулою [29]:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (5.8)$$

де, V – вартість 1 кВт-години електроенергії, $V = 2,50$ грн./кВт –година;

P – встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n – коефіцієнт використання потужності.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Таблиця 5.5 – Витрати на електроенергію при проведенні досліджень

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Комп'ютерна аналітична система	200	0,62	1	310,00
Графічно-обчислювальний комплекс	160	0,72	1	288,00
Осцилограф	90	0,062	1	13,95

Всього	611,95
--------	--------

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на відрядження, матеріали, окремі непередбачені витрати, зв'язок, витрати на інтернет-послуги тощо.

Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників.

Величина інших витрат складе:

$$I = (31295,45 + 1231,15) * 200 / 100 = 65053,22 \text{ (грн.)}$$

Загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи:

$$B = 31295,45 + 1231,15 + 3577,93 + 7943,00 + 4419,80 + 2251,52 + 611,95 + 65053,22 = 116384,02 \text{ (грн.)}$$

Загальна (повна) вартість всієї НДДКР визначається за формулою:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\alpha}, \quad (5.9)$$

де α - частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даної НДДКР, у відносних одиницях.

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\alpha} = \frac{116384,00}{1,0} = 116384,00, \text{ грн.}$$

Прогнозування загальних витрат ЗВ на виконання та впровадження результатів виконаної НДДКР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\beta}, \quad (5.10)$$

де β - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної НДДКР (від 0,1... до 0,9).

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\beta} = \frac{116384,00}{0,9} = 129315,00, \text{ грн.}$$

5.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

В умовах ринку узагальнюючим позитивним результатом, що його отримує підприємство (організація) від впровадження результатів тієї чи іншої розробки, є збільшення чистого прибутку підприємства (організації). Зростання чистого прибутку ми можемо оцінити у теперішній вартості грошей.

Саме зростання чистого прибутку забезпечить підприємству (організації) надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності та виплатити кредити (якщо вони потрібні для впровадження результатів розробки).

При проведенні даної розробки не можливо прямо оцінити зростання чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки. У цьому випадку збільшення чистого прибутку підприємства для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_i = \sum (\Delta C_0 \cdot N + C_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (5.11)$$

де $\Delta Ц_0$ - покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником може бути ціна одиниці нової розробки;

N - основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN - покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

$Ц_0$ - основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n - кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

λ - коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2019 р. ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$.

ρ - коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати $\rho = 0,2 \dots 0,3$;

u - ставка податку на прибуток. У 2019 році $u = 18\%$.

В результаті впровадження результатів наукової розробки покращується якість нашої розробки в 1,44 рази, що дозволяє підвищити ціну її реалізації на 115,0 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року - на 220 шт., протягом другого року - ще на 150 шт., протягом третього року - ще на 100 шт. Орієнтовно: реалізація аналогічного пристрою до впровадження результатів наукової розробки складала 580 шт., а її ціна – 4100,00 грн.

Спрогнозуємо збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки у кожному році відносно базового.

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом першого року складе:

$$\Delta \Pi_1 = [115,00 \cdot 580 + (4100,00 + 115,00) \cdot 220] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 163589,00 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом другого року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\Delta\Pi_2 = [115,00 \cdot 580 + (4100,00 + 115,00) \cdot (220 + 150)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 267643,00$$

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом третього року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_3 &= [115,00 \cdot 580 + (4100,00 + 115,00) \cdot (220 + 150 + 100)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = \\ &= 337012,00 \text{ грн.} \end{aligned}$$

5.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт:

1. Розраховують теперішню вартість інвестицій, що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат $ZB=129315,00$ грн. на виконання та впровадження результатів НДДКР.
2. Розраховують очікуване збільшення прибутку, що його отримає підприємство (організація) від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження.
3. Для спрощення подальших розрахунків будують вісь часу, на яку наносять всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів.

Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Проведемо відповідні розрахунки.

У першому році підприємство отримає збільшення чистого прибутку на **163589,00** грн відносно базового року.

У другому році - збільшення чистого прибутку на **267643,00** грн (відносно базового року).

У третьому році - збільшення чистого прибутку на **337012,00** грн (відносно базового року).

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рис. 4.1

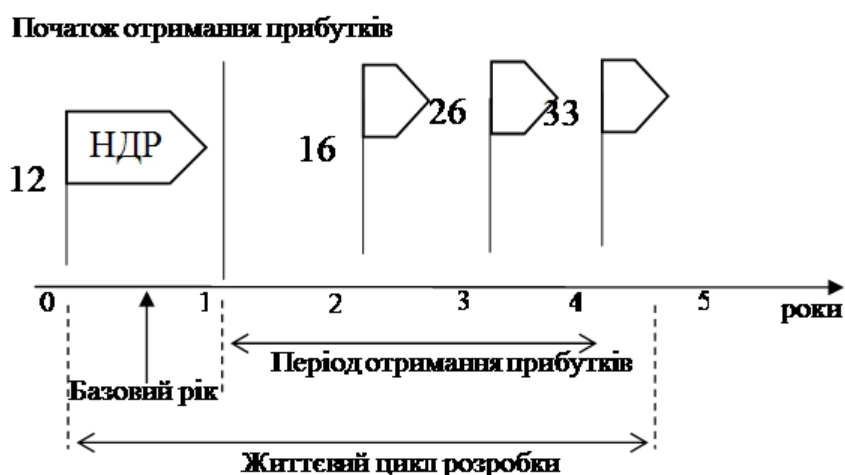


Рисунок 4.1 - Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

4. Розраховують абсолютну ефективність вкладених інвестицій E_{abs} . Для цього використаємо формулу [29]:

$$E_{abs} = (ПП - PV), \quad (5.12)$$

де $ПП$ - приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

PV - теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків $ПП$ розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (5.13)$$

де $\Delta\Pi$ - збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

T - період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ - ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

t - період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки „0”.

$$\begin{aligned} ПП &= \frac{163589,00}{(1+0,2)^2} + \frac{267643,00}{(1+0,2)^3} + \frac{337012,00}{(1+0,2)^4} = \\ &= 113603,00 + 154885,00 + 162525,00 = 431014,00 \end{aligned}$$

Розрахуємо абсолютну ефективність інвестицій, вкладених у реалізацію проекту.

Отримаємо:

$$E_{abc} = (431014,00 - 129316,00) = 301699,00 \text{ грн.}$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, але це також ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного проекту (роботи).

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_e . Для цього використаємо формулу:

$$E_e = \sqrt[T]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (5.14)$$

де E_{abc} - абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV - теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн;

T - життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_e = \sqrt[4]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1 = \sqrt[4]{1 + \frac{301699,00}{129316,00}} - 1 = 0,35$$

Розраховану величину E_e порівнюємо з мінімальною ставкою дисконтування, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (5.15)$$

де d - середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2019 році в Україні (0,14...0,2);

f - показник, що характеризує ризикованість вкладень (0,05...0,1).

$$\tau = d + f = 0,18 + 0,04 = 0,22.$$

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g}$$

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g} = \frac{1}{0,35} = 2,85 \text{ року.}$$

Якщо $T_{ок} < 3...5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

5.4 Висновки

Зростання чистого прибутку забезпечить підприємству (організації) надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності та виплатити кредити. Зростання чистого прибутку для даної розробки складе 431014,00 грн.

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Абсолютна ефективність вкладених коштів для даної розробки складе 301699,00 грн., а відносна ефективність забезпечить прибутковість в межах 35%, що більше мінімальної яка складає 22%.

Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}=2,85$ року, що менше нормативного терміну.

Враховуючи наведені показники діяльності можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи з дослідження та проектування ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз сучасного стану розвитку приладів вимірювання швидкості, виявлено основні вимоги, що висуваються перед ними та розглянуто способи їх реалізації за допомогою сучасних технічних засобів. Розглянуто конкретні прилади ультразвукових вимірювачів швидкості різного роду. З'ясовано, що більшість з них мають складну конструкцію та значну вартість. А тому їх застосування для вирішення простих задач в побутових умовах є недоцільним.

2. Розроблено структурну схему ультразвукового вимірювача швидкості переміщень та описано призначення її основних складових. На основі структурної схеми розроблено схему електричну принципову з використанням мікроконтролера для координації всіх компонентів пристрою. Промодельовано електричну схему в різних режимах роботи і тим самим підтверджено її функціональність та можливість використання на практиці.
3. Виконано розрахунок параметрів друкованої плати та обрано її тип. У якості матеріалу друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 – 78), який має товщину 1,5 мм.
4. Використовуючи ARES PCB Layout створено проект та проведено моделювання пристрою. На основі проектів ISIS Proteus та ARES PCB Layout створено електричну принципову схему, друковану плату та складальне креслення, які наведені в додатках.
5. В результаті виконання четвертого розділу опрацьовано такі питання охорони праці, та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення послаблення ультразвуку екрануванням, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8, безпека у надзвичайних ситуаціях.
6. В результаті виконання п'ятого розділу було зроблено висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи з дослідження та проектування ультразвукового вимірювача швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega8.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хилл К. Применение ультразвука в медицине. Физические основы / К. Хилл. – М.: Энергоатом, 1989. – 286 с.
2. Давыдов П. С. Авиационная радиолокация: Справочник / Давыдов П. С., Сосновский А. А., Хаймович И. А. – М.: Транспорт, 1984. – 396 с.
3. Гришин Ю.П. Радиотехнические системы / Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. – М.: Авира, 1999. – 452 с.

4. Erickson, John «Radiolocation and the air defense problem: The design and development of Soviet Radar 1934-40», Social Studies of Science, vol. 2, 1972. – pp. 241-263.
5. Albert S. Birks, Robert E. Green, Jr., technical editors ; Paul McIntire, editor. Ultrasonic testing, 2nd ed. Columbus, OH : American Society for Nondestructive Testing, 1991. ISBN 0-931403-04-9.
6. Charles Hellier (2003). "Chapter 7 - Ultrasonic Testing". Handbook of Nondestructive Evaluation. McGraw-Hill. ISBN 0-07-028121-1.
7. Неразрушающий контроль: Справочник в 7-ми томах. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3. Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.
8. Акимов В.В. Применение ультразвукового резонансного метода для определения упругих и пластических характеристик сплавов TiC-TiNi // В.В. Акимов, Н.А. Иванов / Прикладная механика и техническая физика. – Новосибирск, 2002. – № 2(252). – С. 203-207.
9. Виноградов, К.А. Абсолютные и относительные лаги // К.А. Виноградов, В.Н. Кошкарев, Б.А. Осюхин, А.А. Хребтов. – Л.: Судостроение, 1990. – 264 с.
10. Мартынюк А.П. Некоторые аспекты измерения скорости доплеровским лагом на малых глубинах // Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану): Зб. наук. пр. — Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2006. — № 3. — С. 84-88.
11. Медведев А. В. Печатные платы. Конструкции и материалы: монографія / А. В. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
12. Основы проектирования электронных средств. Часть 1: Учебное пособие / Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В./ - 2011г. – 368 с.
13. Proteus. Редактор ISIS [Электронный ресурс] // radio-hobby. – Режим доступ: <http://radio-hobby.org/modules/instruction/instr.php?id=15>.

- 14.ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 15.ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
- 16.ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
- 17.Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ – М.: Стройиздат. 1985. – 384 с.
- 18.ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
- 19.ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
- 20.ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
- 21.Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.
- 22.ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с.
- 23.ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
- 24.ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
- 25.НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.
- 26.СНиП 2.09.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
- 27.Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), МОЗ України. – К., 1997.
- 28.Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. В.О. Козловський – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с.

29. Козловський В.О. Техніко-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – Вінниця : ВДТУ, 2003. – 75с.

Додаток А
Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ЕНС
д.т.н., проф. Білинський Й.Й

«17» вересня 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
до магістерської кваліфікаційної роботи

Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі
мікроконтролера ATmega 8
зі спеціальності 171 - «Електроніка»

Керівник,
к.т.н., доцент кафедри ЕНС
_____ Огородник К. В.

Дипломник,
студент гр. ЕЛ-18м
_____ Яремчук С. В.

Вінниця, 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Найменування і область застосування

Найменування – Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера ATmega 8.

Область застосування – процес перетворення ультразвукового сигналу в електричний інформаційний сигнал.

2. Основа для (дослідження) розробки

Основою для виконання цієї магістерської кваліфікаційної роботи є завдання на МКР та наказ ректора ВНТУ № 254 від «03» вересня 2019 р.

3. Мета та призначення дослідження (розробки)

Мета розробки – покращення техніко-економічних показників ультразвукового вимірювача швидкості вимірювача швидкості, шляхом здешевлення схеми його побудови при збереженні точності вимірювання швидкості.

Призначення розробки – розробка невеликого (переносного), некоштовного ультразвукового вимірювача швидкості, який можна застосовувати для нескладних задач в побуті.

4. Джерела розробки

У процесі розробки вимірювача швидкості рекомендовано залучати патентний пошук та використовувати спеціальну літературу, а саме:

1. Акимов В.В. Применение ультразвукового резонансного метода для определения упругих и пластических характеристик сплавов TiC-TiNi // В.В. Акимов, Н.А. Иванов / Прикладная механика и техническая физика. – Новосибирск, 2002. – № 2(252). – С. 203-207.
2. Мартынюк А.П. Некоторые аспекты измерения скорости доплеровским лагом на малых глубинах // Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану): Зб. наук. пр. — Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2006. — № 3. — С. 84-88.
3. Гришин Ю.П. Радиотехнические системы / Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. – М.: Авира, 1999. – 452 с.
4. Erickson, John «Radiolocation and the air defense problem: The design and development of Soviet Radar 1934-40», Social Studies of Science, vol. 2, 1972. – pp. 241-263.

5. Albert S. Birks, Robert E. Green, Jr., technical editors ; Paul McIntire, editor. Ultrasonic testing, 2nd ed. Columbus, OH : American Society for Nondestructive Testing, 1991. ISBN 0-931403-04-9.

5. Технічні вимоги

5.1 Вимоги до електричних параметрів та режимів:

- напруга живлення, В.....4,5-5;
- робоча частота, МГц.....0-16;
- два 8-розрядних таймера/лічильника;
- 6 каналів 10-розрядного АЦП;

5.2 Вимоги до конструкції:

- матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований склотекстоліт товщина, мм.....1.5;

5.3 Вимоги до стійкості при механічній дії:

Ультразвуковий вимірювач має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час та після дії механічних навантажень: вібраційних з частотою 1–2000 Гц і максимальним прискоренням 1–5 g, багатократних ударів тривалістю 13 мс з прискоренням 25–70 g, лінійних навантажень з максимальним прискоренням 25 g.

5.4 Вимоги до стійкості при кліматичній дії:

Ультразвуковий вимірювач має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час і після дії кліматичних факторів: температури повітря від +120°C (верхнє значення) до –60°C (нижнє значення); відносної вологості навколишнього середовища 70 % при температурі +35°C.

5.5 Вимоги до надійності:

Мінімальне напрацювання пристрою у вказаних режимах та умовах має бути не меншим за 10 000 год. Інтенсивність відмов у режимах й умовах роботи не має перевищувати.

6 Економічні показники:

Орієнтовна ефективність і термін окупності витрат на розробку й освоєння виробництва продукції, лімітна ціна, економічна перевага розробленої продукції порівняно з кращими зразками.

7 Стадії і етапи розробки:

7.1 Розробка технічного завдання.

7.2 Огляд відомих пристроїв за літературними й патентними джерелами.

7.3 Вибір та аналіз варіантів рішення.

7.4 Вибір оптимального варіанта й детальна розробка його конструктивної схеми.

7.5 Розробка функціональної та електричної схеми перетворювача.

7.6 Моделювання роботи перетворювача.

7.7 Розробка складального креслення.

7.8 Техніко-економічні розрахунки, розробка заходів безпеки життєдіяльності.

7.9 Оформлення текстової документації та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

8 Порядок контролю і приймання:

- рубіжний контроль виконання окремих розділів МКР;
- попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи;
- захист МКР перед ДЕК

Перш. викорис.

Довід. №

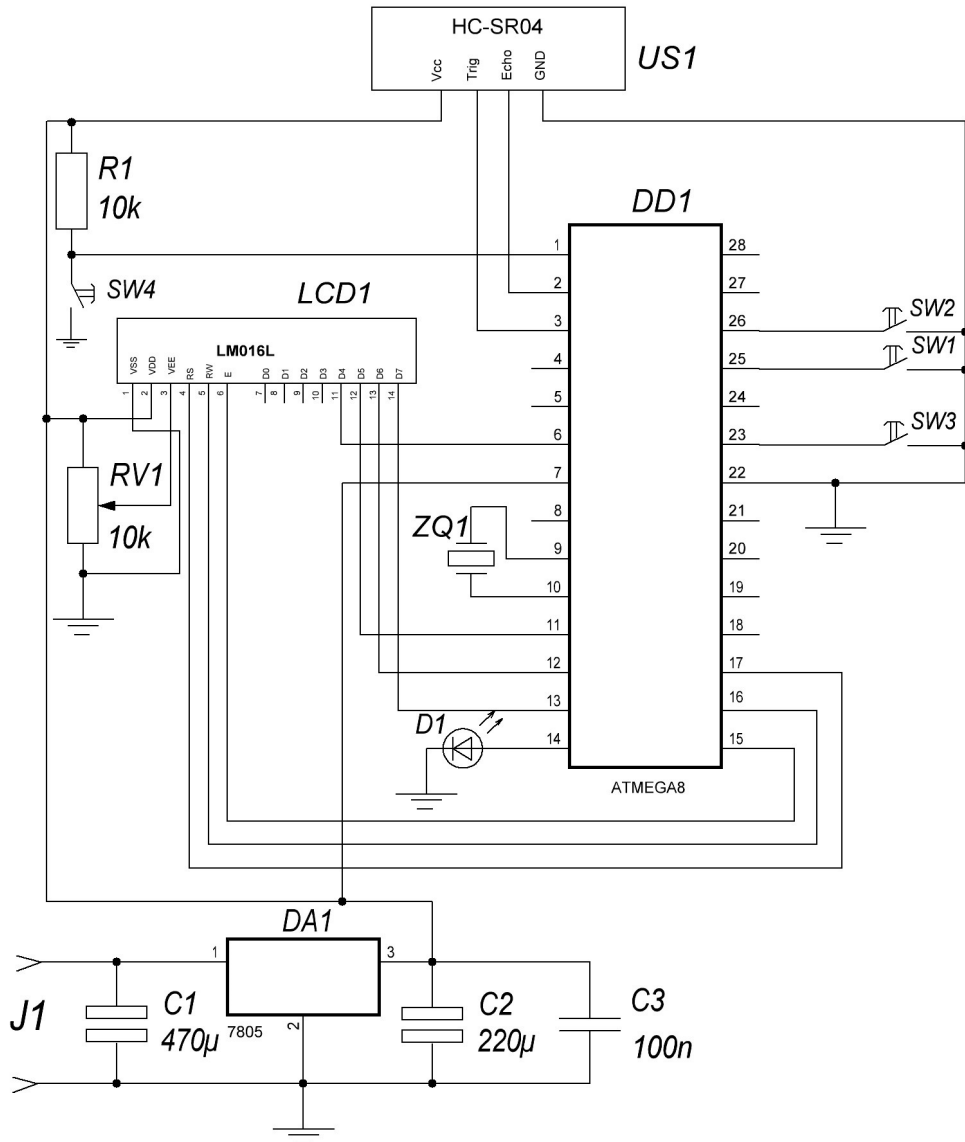
Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

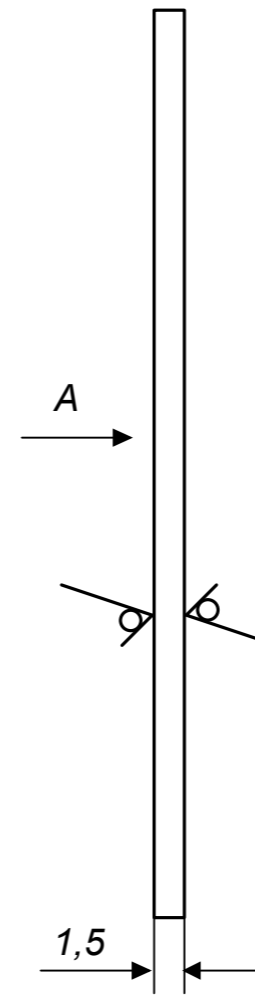
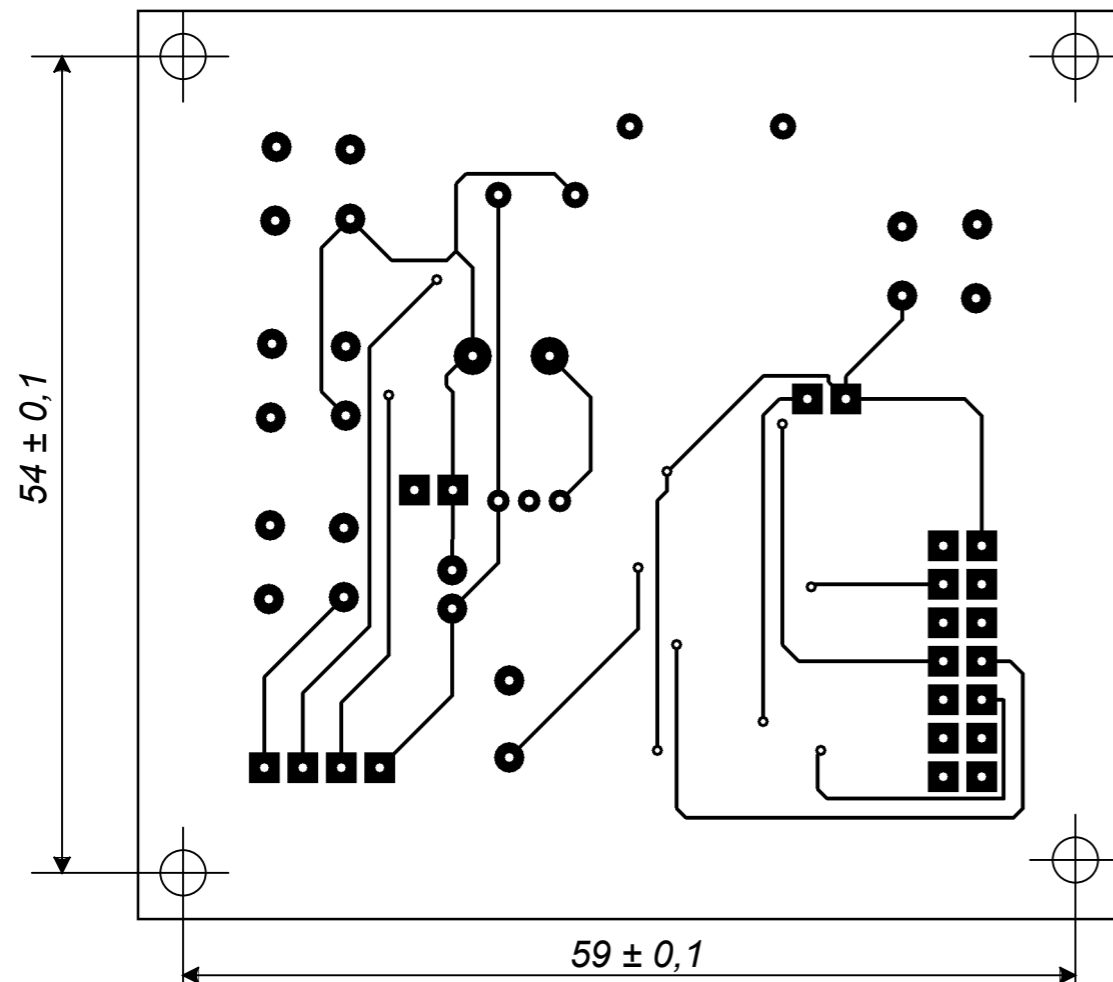
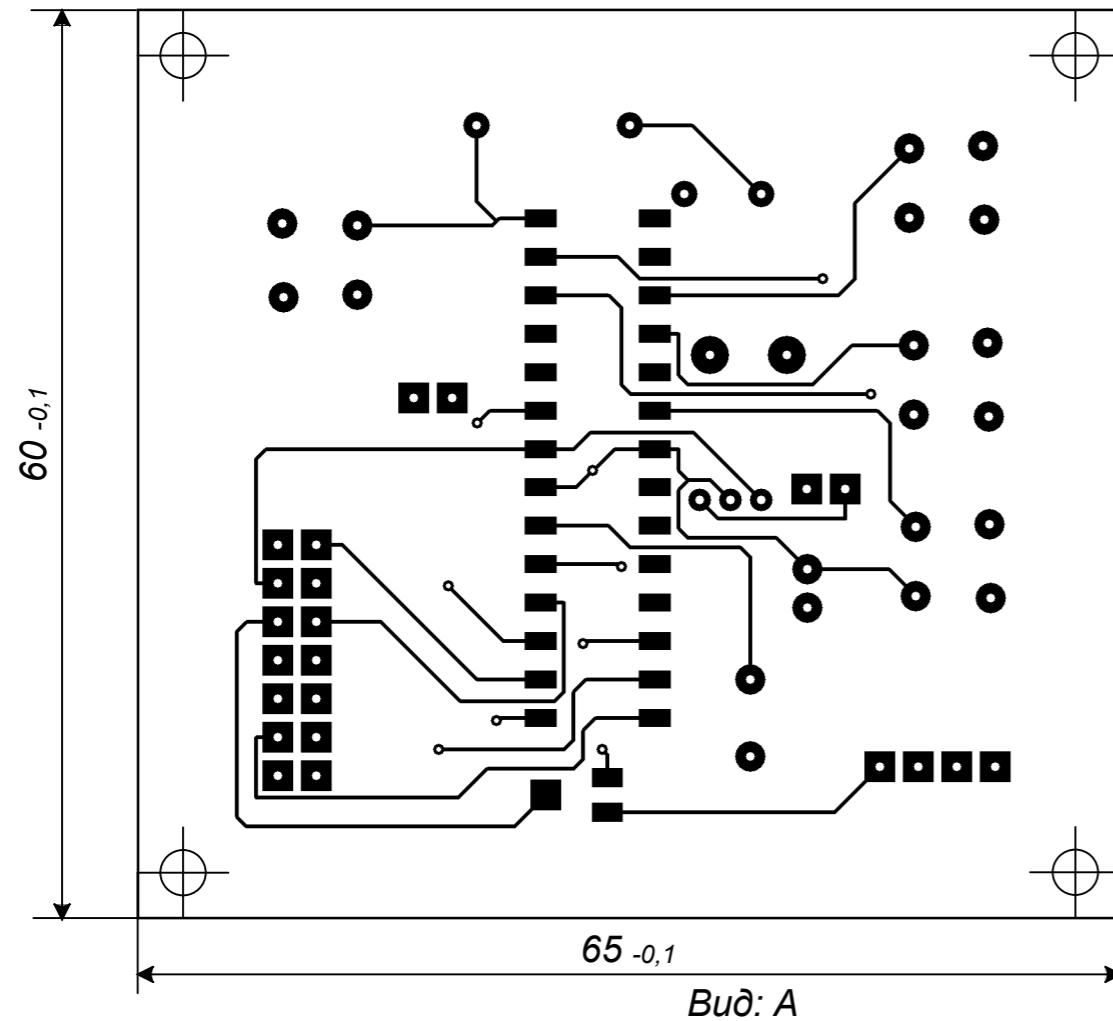


				08-05.МКР.171.09.001 Е3				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера Atmega 8 Схема електрична принципова	Лім	Маса	Масштаб
Розроб.		Яремчук С.В.				У	Д	П
Перевір.		Огородник К.В.				Аркуш		Аркушів 1
Т. контр.						ВНТУ ЕЛ-18м		
Реценз.								
Н. контр.		Кравченко Ю.С.						
Затверд.		Білинський Й.Й.						

Поз.позн.	Найменування	К-ть	Примітки
<u>Конденсатори</u>			
C1	470 мкФ ±20%	1	
C2	220 мкФ ±20%	1	
C3	100 нФ ±10%	1	
<u>Резистори</u>			
R1	10 кОм ±10%	1	
RVI	10 кОм ±10%	1	змінний
<u>Світлодіод</u>			
D1	LED-RED	1	
<u>Перемикачі</u>			
SW1-SW4	SWITCH-BUTTON	4	
<u>Кварцовий резонатор</u>			
X1	CRYSTAL 16 M	1	
<u>Мікросхеми</u>			
DD1	ATMEGA328	1	
DA1	78L05	1	
<u>Дисплей</u>			
LCD1	LM016M	1	
<u>Ультразвуковий сенсор відстані</u>			
US1	HC-SR-04	1	
<u>Роз'єм</u>			
J1	CONN-H2	1	

08-05.МКР.171.09.001 ПЕЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Яремчук С.В.			Ультразвуковий вимірювач швидкості переміщень на основі мікроконтролера Atmega 8 Перелік елементів	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Огородник К.В.						1
Реценз.						ВНТУ ЕЛ-18м		
Н. контр.		Кравченко Ю.С.						
Затверд.		Білинський Й.Й.						



1. Провідники, умовно позначені суцільними лініями, виконати шириною 0,45 мм.
2. Відстань між провідниками не менше 0,25 мм.
3. Плата повинна відповідати ГОСТ-2.417-91.

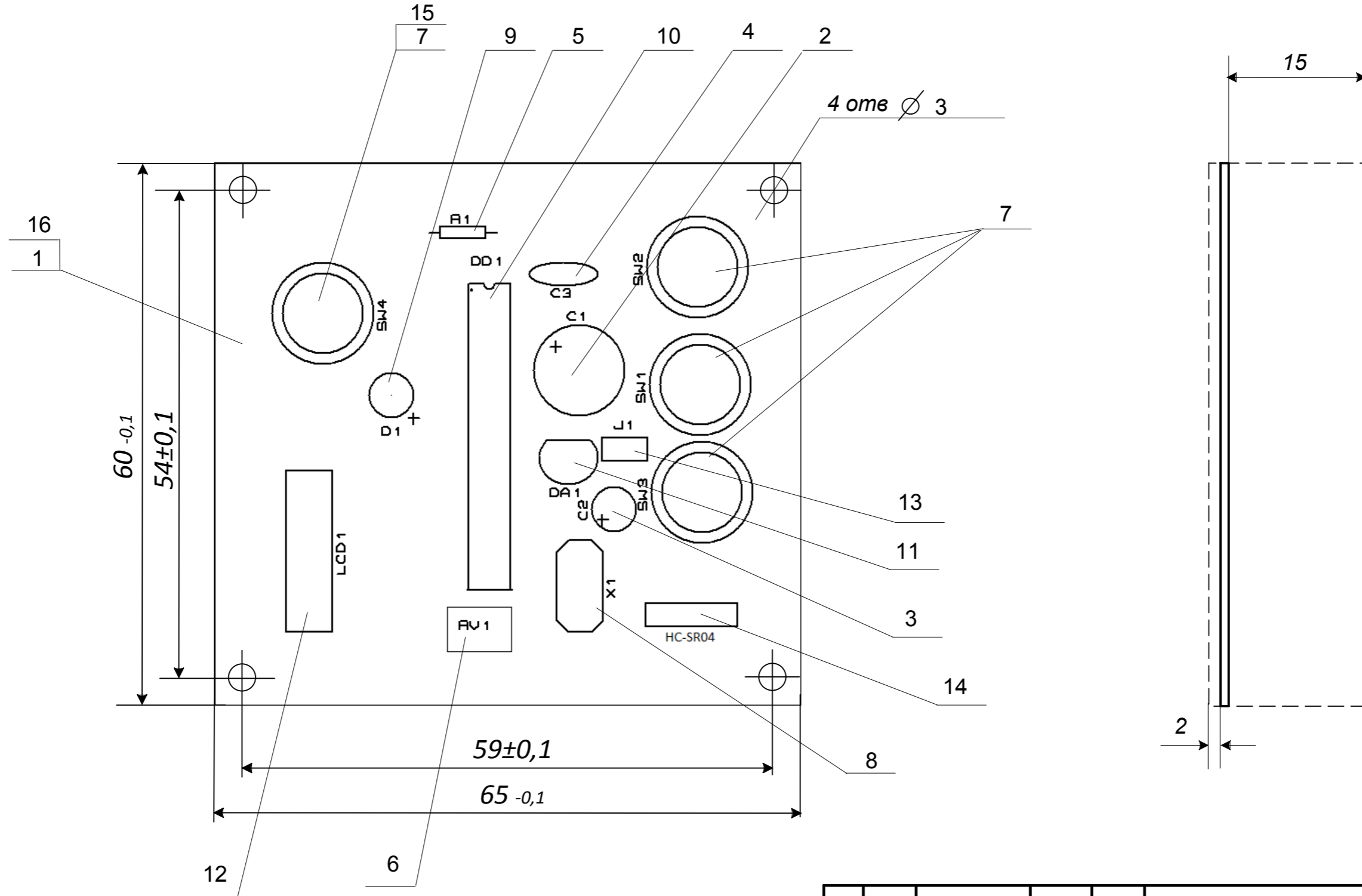
Умовне позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр/ширина контактної площадки, мм	Кількість отворів
•	0,5	є	0,8	2
◉	0,8	є	1,6	3
◉	0,8	є	2	4
◉	0,8	є	2,2	20
◉	0,8	є	2,6	2
■	0,8	є	2,2	22
⊕	3	немає		4

					08-05.МКР.171.09.002					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована	Літ	Маса	Масштаб		
						У	Д	П	10 г	2:1
Розроб.		Яремчук С.В.				Аркуш		Аркушів 1		
Перевір.		Огородник К.В.								
Т. контр.										
Реценз.										
Н. контр.		Кравченко Ю.С.			Склотекстоліт СФ-2-35-1,5			ВНТУ гр. ЕЛ-18м		
Затверд.		Білинський Й.Й.								

Додаток Г

1. Радіоелементи кріпити за допомогою припою ПОС-61 ГОСТ 21931.

2. Таврувати фарбою БМ, білою, шрифтом ЗПР-3



					08-05.МКР.171.09.003 СК				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Плата Складальне креслення	Лім	Маса	Масштаб	
Розроб.	Яремчук С.В.					У	Д	П	2:1
Перевір.	Огородник К.В.					Аркуш		Аркушів 1	
Т. контр.									
Реценз.									
Н. контр.	Кравченко Ю.С.				ВНТУ гр. ЕЛ-18м				
Затверд.	Білинський Й.Й.								

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			08-05 МКР.171.09.003 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A3		1	08-05 МКР.171.09.002	Плата друкована	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		2		Конденсатор ELEC RAD-20 470μ 20%	1	
		3		Конденсатор ELEC RAD-10 220μ 20%	1	
		4		Конденсатор CER DISC 100n 5%	1	
		5		Резистор MINRES 10 kOhm ¼ W 10%	1	
		6		Резистор змінний TRIM_3214J 10 kOhm ¼ W 10%	1	
		7		Кнопка SWITCH BUTTON	4	
		8		Кварц CRYSTAL 16 M	1	
		9		Світлодіод LED-RED	1	
		10		Мікроконтролер ATMEGA8	1	
		11		Стабілізатор 78L05	1	
		12		Екран LM016L	1	
		13		Конектор CONN-H2	1	
		14		Конектор CONN-H4	1	
				<u>Матеріали</u>		
		15		Припой ПОС-61	5 г	
		16		Фарба біла БМ	1 г	

					08-05.МКР.171.09.003			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Яремчук С.В.				Плата	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Огородник К.В.							1
Реценз.								
Н. контр.	Кравченко Ю.С.					ВНТУ зр.ЕЛ-18м		
Затверд.	Білинський Й.Й.							