Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: GPS приймач

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Слюзар Р.С. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Дунець В.Л. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Марценюк А.С. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Дунець В.Л. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Слюзару Роману Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи GPS приймач

Керівник роботи Дунець Василь Любомирович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «*31*» *05* 2021 року № *4/7-435*.

2. Термін подання студентом завершеної роботи .06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Тип приймача – 12 паралельних каналів L1 C/A код; Точність визначення місцеположення – 5 м; Повторне захоплення сигналу – через 1 сек; Чутливість – 137-145дБм; Протокол – NMEA-0183, версія 3.01 9600 бод, 8N1.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Основна частина
2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Структурна схема GPS приймача
2. Схема електрична принципова GPS приймача
3. Друкований вузол GPS приймача
4. Плата друкована GPS приймача

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності,			
основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання		
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних		
	матеріалів, необхідних для виконання роботи		
3	Розробка структурної схеми GPS приймача		
4	Розрахунок основних вузлів у схемі GPS приймача		
5	Вибір компонентної бази для GPS приймача		
	Компоновка друкованого вузла GPS приймача		
6	Створення допоміжної документації		
7	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони		
8	праці		
	Нормоконтроль		
9	Попередній захист КР		
10	Захист КР		

Студент _____ Слюзар Р.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «GPS приймач». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАс-41. // Тернопіль, 2021р. // с.-54, рис.-20, табл.-3, бібліог.–14, додат.-3.

Ключові слова: GPS ПРИЙМАЧ, СХЕМА СТРУКТУРНА, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА, ДРУКОВАНА ПЛАТА, ДРУКОВИЙ ВУЗОЛ, P-CAD.

В дипломному проекті розроблено GPS приймач. Розроблено структурну схему GPS приймача, на основі якої розроблено схему електричну принципову. Проведено розрахунок схеми електричної принципової приладу. Розроблено друковану плату та друкований вузол. Основні техніко-експлуатаційні характеристики: тип приймача – 12 паралельних каналів L1 C/A код, точність визначення місцеположення – 5 м, повторне захоплення сигналу – через 1 сек, чутливість – 137-145дБм, протокол – NMEA-0183, версія 3.01 9600 бод, 8N1, напруга живлення – 12-15 В, можливість підключення до ПК – через Com-порт.

ANNOTATION

Theme of qualification work: "GPS receiver". Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RA-41 group. // Ternopil, 2021 // Pages.-54, fig.-20, tables -3, bibliog. – 14, appendix-3.

Keywords: GPS RECEIVER, STRUCTURAL SCHEME, ELECTRICAL PRINCIPLE SCHEME, PRINTED BOARD, PRINTING KNOT, P-CAD.

A GPS receiver was developed in the diploma project. The structural scheme of the GPS receiver is developed, on the basis of which the electric basic scheme is developed. The calculation of the scheme of the electric principle device is carried out. A printed circuit board and a printed circuit board have been developed. Main technical and operational characteristics: type of receiver - 12 parallel channels L1 C / A code, accuracy of positioning - 5 m, re-capture of the signal - after 1 sec, sensitivity - 137-145dBm, protocol - NMEA-0183, version 3.01 9600 baud, 8N1, supply voltage - 12-15 V, the ability to connect to a PC - via Com-port.

Зміст

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів 6
Вступ 7
1 Основна частина 8
1.1 Аналіз технічного завдання 8
1.1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту 8
1.1.2 Аналіз інформації 14
1.2 Розробка структурної схеми пристрою 14
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою 16
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази 22
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою 29
1.5.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла 29
1.5.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла 34
1.5.3 Розрахунок і забезпечення вимог по надійності 40
1.6 Висновок до розділу 1 45
2 Охорона праці та безпека життєдіяльності 46
2.1 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин 46
2.2 Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю 50
2.3 Висновок до розділу 2 51
Висновки 52
Список використаних джерел 53
Додатки 55

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

ЕРЕ – електричні радіоелементи;

ДП – друкована плата;

ЕОЗ – електроні обчислювальні засоби;

ІМС – інтегральна мікросхема;

ЕМС – електромагнітна сумісність;

ПК – персональний комп’ютер;

ТП – технологічний процес

Вступ

Особливе місце в розвитку систем супутникового зв'язку займає можливість відстеження місця розташування об'єкта. Процес відстеження - це комплекс методів вимірювань, що дозволяють виміряти точне місце розташування об'єкта в реальному часі. Даний комплекс методів базується на принципі вимірювання відстані до антени на вимірюваному локалізовану об'єкті задля отримання координат, до супутників з апріорно високоточним відомим їх положенням.

В даний час процес відстеження об'єктів використовується практично в будь-якому напрямку діяльності, зокрема можна виділити найбільш значущі напрямки:

- відстеження положення особистого автомобільного транспорту;
- відстеження місця положення людини;
- відстеження перевезення вантажів;
- відстеження положення військових об'єктів;
- спостереження за природними явищами.

Всесвітня поширеність, технічна не досконалість системи і пристроїв, що використовуються при вимірюванні, підкреслюють актуальність даної теми. Одним з основних компонентів системи позиціонування є пристрій, під назвою GPS-приймач. Пристрій здійснює прийом даних для супутникового моніторингу будь-яких об'єктів, до яких воно прикріплюється, що використовує глобальну і локальну систему позиціонування, для точного визначення місцезнаходження об'єкта. Сучасна схемотехнічна база дозволяє реалізувати даний пристрій з максимальною ефективністю і простотою користування.

Метою дипломного проекту є розробка пристрою для дистанційного моніторингу технічних об'єктів, а саме GPS приймача для транспортних засобів і людини.

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту

Багато фірм займаються випуском таких модулів, а саме U-Blox, Garmin та інші.

Фірма U-Blox випускає модуль LEA-LA (рисунок 1.1) [6], який є повністю готовий до використання і не вимагає додаткових зовнішніх елементів GPS приймача.

Рисунок 1.1 – Модуль LEA-LA GPS [6]

Даний модуль побудований на базі GPS-технології Antaris, сумісною розробкою компаній Atmel і u-blox, що є, цей модуль надає розробнику нові широкі можливості:

- режим роботи може задаватися апаратний подачею сигналів на входи, що управляють, і набуває чинності негайно після включення модуля
- мале енергоспоживання дозволяє використовувати батарейне живлення

- невеликі розміри дають можливість легко вбудовувати модуль в малогабаритні пристрої
- вбудований малошумлячий підсилювач допускає використання як активних, так і пасивних антен

Основні особливості

- висока точність визначення завдяки виключенню перевідбитих сигналів
- надійна робота в умовах слабкого сигналу
- підтримка DGPS (диференціальний режим) і SBAS (супутникові підсистеми диференціального сервісу)
- режим роботи FixNOW для зниження енергоспоживання
- підтримка протоколів NMEA, RTCM, власного бінарного протоколу UBX з можливістю одночасної роботи по різних протоколах через один інтерфейс
- можливість контролю стану антени (коротке замикання, антена відключена; вимагає підключення додаткових зовнішніх елементів).

Технічні характеристики модуля наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики модуля [6]

Параметр	Значення
1	2
Можливості стеження	16 каналів
Частота оновлення	до 4 Гц
Чутливість: в режимі захоплення в режимі стеження	 -140 дБм -149 дБм
Точність визначення позиції: на площині в просторі	2,5 м 5,0 м (з вірогідністю 50%)
Час першого визначення позиції:	холодний старт 34 сек.
Гарячий старт	< 3,5 сек.
Інтерфейс	2 UART
Розміри	17x22,4x3 мм
Живлення	2,7 Вт 3,3 В

Продовження табл.1.1

1	2
Споживана потужність	150 mW @ 3,0V
Температурний діапазон	-40˚C +85˚C

На рисунку 1.2 зображено блок-схема модуля LEA-LA [6].

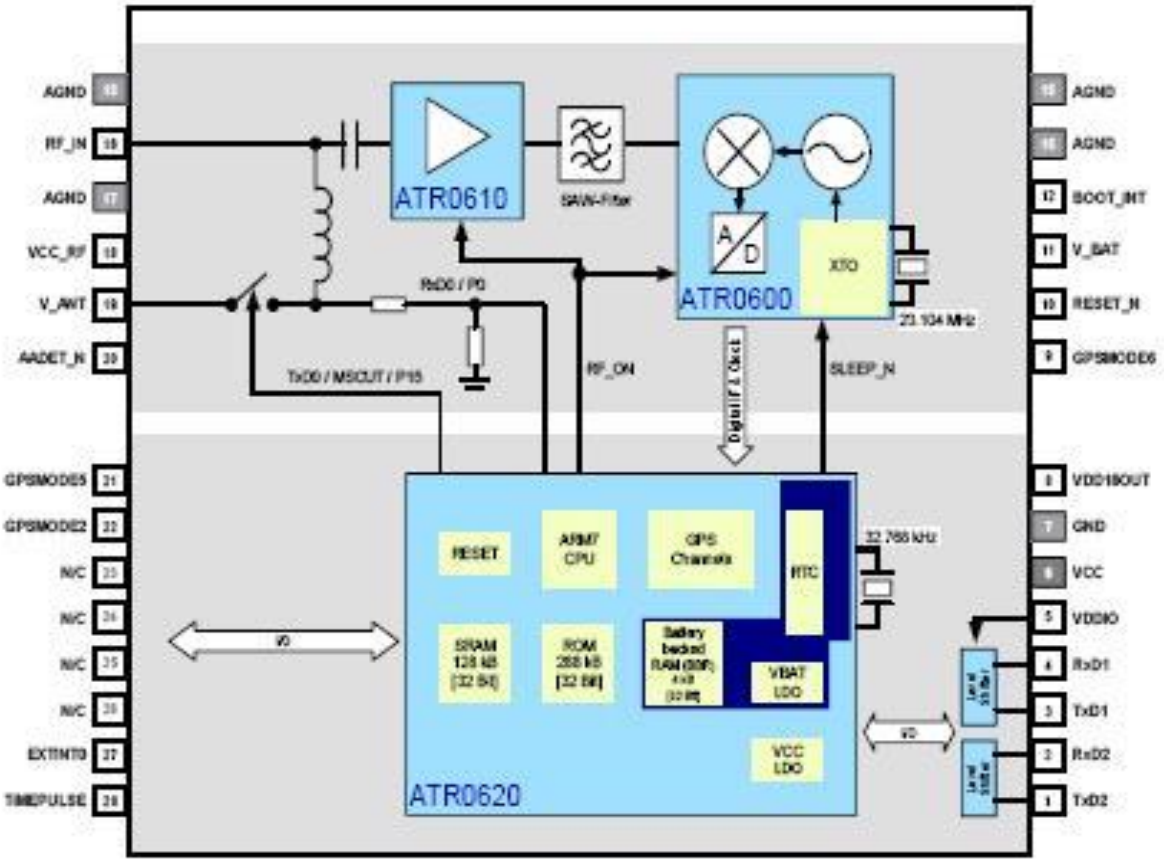


Рисунок 1.2 – Структурна схема модуля LEA-LA

Фірма Garmin випускає модуль GPS 15 (рисунок 1.3) [7], який розроблений для використання в різних системах OEM, включаючи автомобільну навігацію, бездротовий зв'язок, морську навігацію, розробку карт і т.д. Також цей модуль має відмінні характеристики EMI/RFI, що дозволяє легко вводити їх в системи, які експлуатуватимуться в безпосередній близькості від мобільного комп'ютерного устаткування і пристроїв бездротового зв'язку.

Рисунок 1.3 – Модуль GPS 15 [7]

Технічні характеристики:

- Приймач: приймач з 12 паралельними каналами. Приймач GPS безперервно проводить стеження і використовує дані до 12 супутників для розрахунку і оновлення Вашого місцеположення
- Частота оновлення даних: від 1 до 900 сек. між оновленнями; програмується з кроком 1 сік
- Джерело живлення пам'яті, В: 3.3 В пост. струму +/- 50 мВ
- Швидкість обміну даними, бод: 4800
- Формат передачі даних: вибір NMEA 0183 версія 3.00 і бінарного формату GARMIN
- Споживання струму, мА: 85 мА максимум, 80 мА номінал
- Діапазон робочих температур: від -30˚С до +80˚С
- Габарити (Д х Ш х В), мм: 23.88 х 42.93 х 7.84
- Вага модуля, г: 10

Структурну схему модуля зображено на ри.1.4.

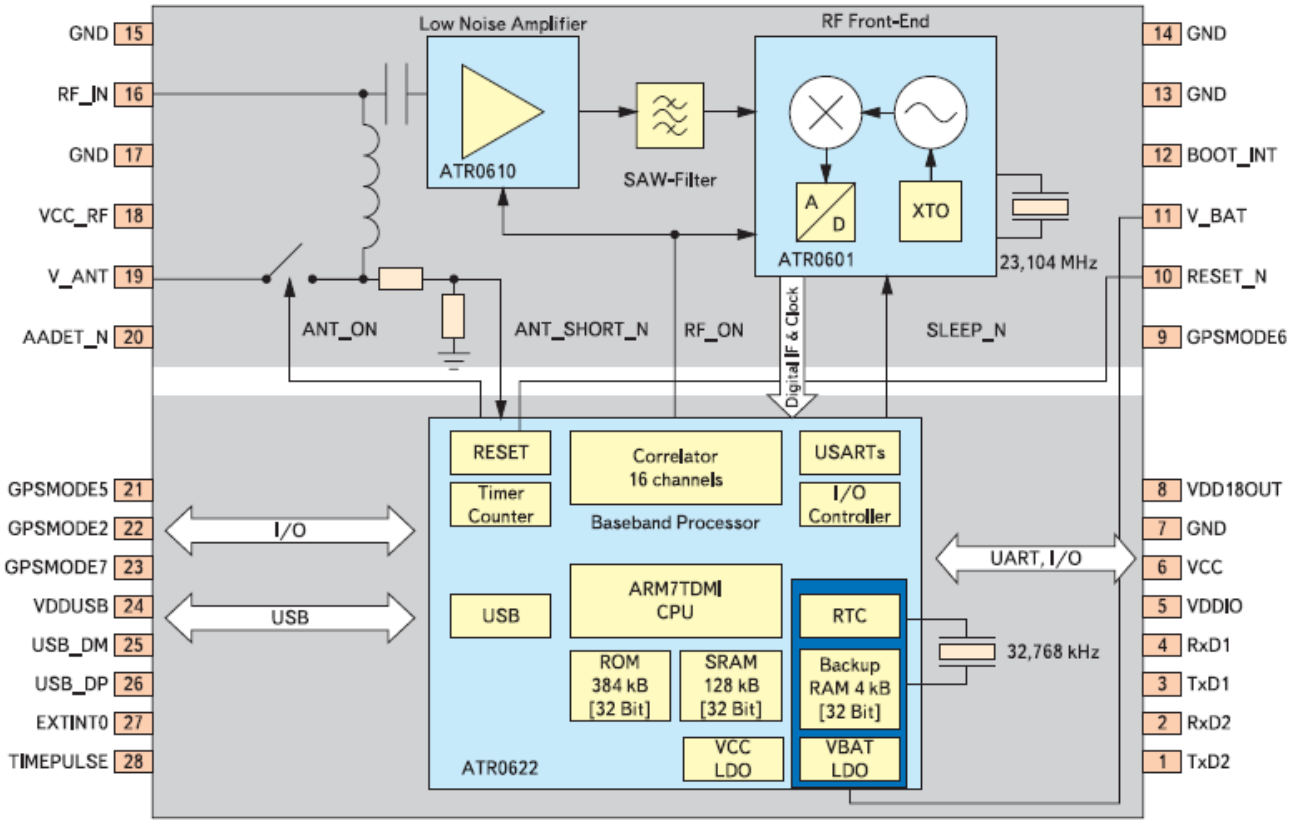


Рисунок 1.4 – Структурна схема модуля GPS 15 [7]

1.1.2 Аналіз інформації

Аналізуючи тему дипломного проекту слід сказати, що прилад відноситься до переносної і стаціонарної апаратури. Також, слід зауважити, що прилад використовується в рухомих об’єктах і за межами них, а також він повинен відповідати класу захисту II типу .

Експлуатація приладу повинна здійснюватись відповідно до ГОСТ 15150-82 і відповідати кліматичному виконанню УХЛ категорія 4.2 по ГОСТ 20790.

То звідси виникає ряд кліматичних умов експлуатації:

- температура середовища експлуатації +10 ^{0}C - + 35 ^{0}C;
- відносна вологість повітря 80% при t=25 ^{0}C;
- атмосферний тиск 750 ± 30 мм. рт. ст.;

Аналізуючи тему дипломного проекту з точки зору конструкції слід зауважити, що конструкція повинна мати зручну форму для людини, що буде

проводити її експлуатацію, також органи управління повинні бути винесені на передню панель і чітко відображати той чи інший режим роботи.

З точки зору надійності електрорадіоелементи повинні бути підібрані із максимальними терміном служби (мінімальною інтенсивністю відмов) для підвищення надійності виробу в цілому.

Зі сторони умов зберігання, то процедура зберігання пристрою здійснюється відповідно до ГОСТ 15150-82 за групою умови зберігання «Л» в сухому та періодично провітрюваному приміщенні з відносною вологістю, яка не перевищує 80% при температурі в межах від (1-40) 40°C, за відсутності в пилових частинок, газів, кислотних парів, лугів, що призводять до корозії металів.

На підставі аналіз напряму дипломної роботи з позиції параметрів електричних передусім є необхідним стверджувати, що схема електрична повинна забезпечувати такі технічні показники:

– тип приймача – 12 паралельних каналів L1 C/A код;
– точність визначення місцеположення – 5 м;
– Повторне захоплення сигналу – через 1 сек;
– Чутливість – 137-145дБм;
– Протокол – NMEA-0183, версія 3.01 9600 бод, 8N1.
– Напруга живлення – 12-15 В;
– Можливість підключення до ПК – через Com-порт.

Для цього необхідно розробити структурну схему, яка б виконувала такі операції.

З точки зору економічної ефективності, конструкція приладу повинна мати низьку собівартість для забезпечення конкурентоздатності на ринку даних товарів.

Враховуючи поставлені вимоги до характеристик при проектуванні, прилад буде повністю відповідати необхідним вимогам та задовольнити потреби користувача.

1.2 Розробка структурної схеми пристрою

Одним з перших кроків для розробки схеми електричної принципової є побудова структурної схеми. Побудова структурної схеми є важливим етапом, оскільки саме після аналізу структури ми будемо будувати вузли приладу та забезпечувати зв'язки між ними, визначати об'єми та вигляд представлених проблем та способи і шляхи їх реалізації, особливості завдання, генерування, передача, вимірювання сигналу впливу між блоками, а також питання узгодженої роботи блоків, засоби і методи досягнення при цьому необхідної швидкодії та точності. Слід зауважити, що на цій стадії формується кінцева структурна блок-схема GPS приймача.

На рису.1.5 зображено розроблену структурну схему GPS приймача.

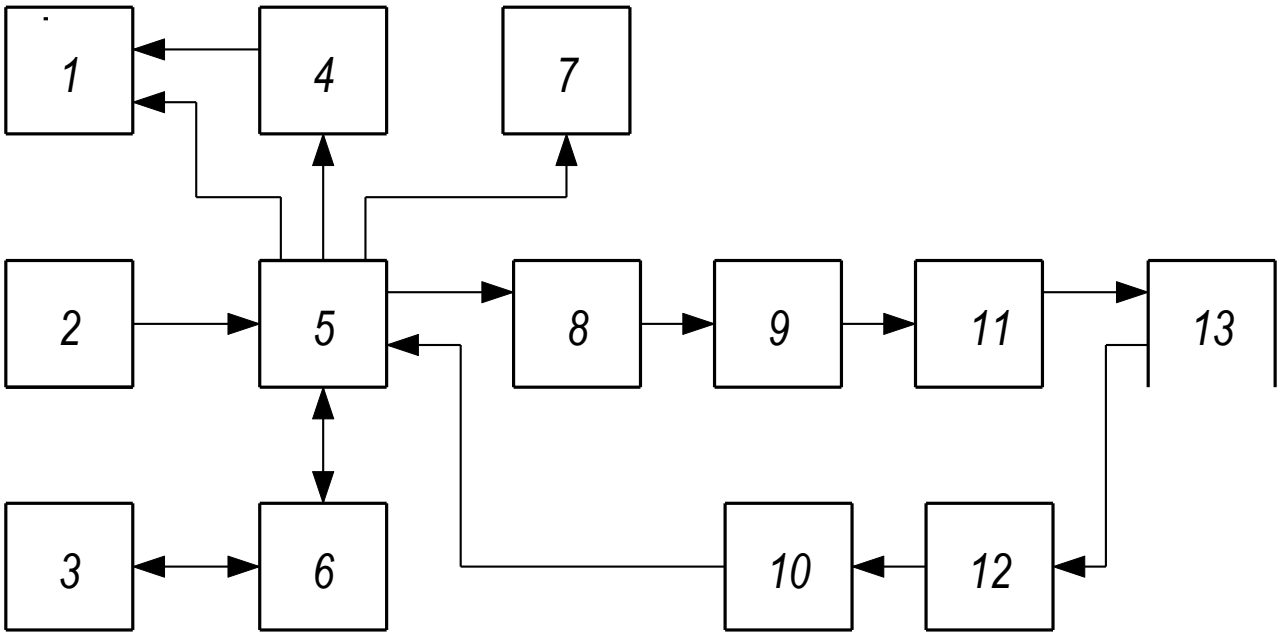


Рисунок 1.5 – Структурна схема GPS приймача

На структурній схемі позначено:

1 - LCD дисплей

2 - Клавіатура

3 - Com-port ПК

4 - Ключ

5 - Мікроконтролер

6 - Формувач рівня сигналу

7 - Звуковий індикатор

8 - Струмообмежувач

9 - Мультиплексор

10 - Струмообмежувач

11 - Перетворювач КМОН/TTL

12 - Перетворювач TTL/КМОН

13 - GPS-модуль

При включенні живлення мікроконтролер 5 виводить на LCD дисплей 1 меню, в якому вказані назви можливих режимів роботи пристрою, які обираються за допомогою клавіатури 2. Користувач натисканням на відповідну кнопку клавіатури 2 вибирає режим роботи приладу, мікроконтролер 5 формує на виході одного з портів послідовність імпульсів, які керують ключом 4 для активації LCD дисплею 1. Також послідовність імпульсів поступає на вхід звукового індикатора 7, який формує звуковий сигнал в моменти поступлення на ключ 4 імпульсів з мікроконтролера 5 і інформує користувача про натиснення на кнопку клавіатури 2. Потім з виходу мікроконтролера 5 через струмообмежуюч 8, мультиплексор 9 і перетворювач рівнів КМОН в TTL 11 на вхід UART GPS-модуля 13 надходить повідомлення конфігурації, яке переводить модуль в режим інформування повідомлення навігації, яке є ідентичним обраному користувачем режиму функціонування приладу. Після отримання повідомлення, GPS модуль з виходу UART через перетворювач рівнів TTL в КМОН 12, струмообмежуюч 10 на вхід мікроконтролера 5 розпочинає процес надсилання повідомлення NMEA, яке ідентичне обраному користувачем режиму функціонування приладу один раз за секунду. Після отримання повідомлення, мікроконтролер 5 здійснює перевірку його вмісту на коректність обраного режиму, і у випадку коректності перевірки

здійснюється процедура виводу навігаційної інформації, що є вкладеною у прийняте повідомлення на LCD дисплей 1. Цей алгоритм роботи використовується для всіх режимів роботи приладу.

В режимах роботи приладу з виводом навігаційної інформації на LCD дисплей 1 організована передача навігаційної інформації з приладу на персональний комп'ютер (ПК) через COM-порт 3 через формувач рівня сигналу 6.

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

При включенні живлення мікроконтролер виводить на дисплей меню, в якому вказані назви можливих режимів роботи пристрою, які обираються за допомогою кнопок управління SB1-SB5. Кнопкою SB6 включається підсвічування дисплею. Користувач натисканням на відповідну кнопку вибирає режим роботи приладу, мікроконтролер формує на виході RC1 послідовність імпульсів, які керують транзистором VT5, що працює в ключовому режимі. Між виводом мікроконтролера RC1 і колектором транзистора VT5 ввімкнено звуковий п’єзовипромінювач, який видає звуковий сигнал в період надходження в базу транзистора імпульсів з мікроконтролера і сигналізує користувачу про натискання на кнопку. Потім з виводу мікроконтролера RC6, що виконує в даній схемі функцію передавача UART, через струмообмежуючі резистор R14, мультиплексор DD2 і перетворювач рівнів КМОП в TTL, що виконаний на транзисторах VT3 і VT4, на вивід 2 (вхід UART) GPS-модуля LS40CM надходить повідомлення конфігурації, яка налаштовує модуль в режим виведення навігаційного повідомлення, яке відповідає обраному режиму роботи приладу. Отримавши повідомлення, модуль GPS з виводу 1 (вихід UART) через перетворювач рівнів TTL в КМОП, який виконано на транзисторах VT1 і VT2, через

струмообмежуючі резистор R13 на вивід RC7 мікроконтролера, що виконує в цьому пристрої функцію приймача UART, починає посилати повідомлення NMEA, яке відповідає обраному режиму роботи пристрою 1 раз в секунду. Отримавши повідомлення, мікроконтролер перевіряє його на відповідність обраному режиму, і якщо перевірка проходить успішно, виводить навігаційну інформацію, що міститься в прийнятому повідомленні на дисплей LCD. Цей алгоритм роботи використовується для всіх режимів роботи приладу.

Управління LCD дисплеєм виконується через струмообмежуючі резистори R1-R3 за допомогою виводів мікроконтролера RB0-RB2. Передача даних в дисплей також здійснюється через струмообмежуючі резистори R4-R7 з виводів RD0-RD1 мікроконтролера DD1. Контрастність відображення символів на дисплеї регулюється потенціометром R30. В режимах роботи приладу з виводом навігаційної інформації на LCD-дисплей організована передача навігаційної інформації з приладу персонального комп'ютера через COM-порт, без можливості управління і конфігурації GPS-модуля з ПК. Для цього передбачена комутація джерела керуючих повідомлень за допомогою мультиплексора DD2, яким керує мікроконтролер з виводу RC4. В режимах приладу 1-4 мультиплексор комутує вхід UART модуля GPS для прийому команд конфігурації від мікроконтролера DD1. Таким чином, інформація може передаватися через COM-порт тільки від приладу до комп'ютера, і передається тільки поточне повідомлення NMEA, яке відповідає обраному режиму пристрою.

Для забезпечення двостороннього обміну між GPS-модулем і комп'ютером необхідно переключити прилад в режим роботи з ЕОМ. Для цього необхідно включити режим 'COM' за допомогою кнопки SB5. При цьому відбувається конфігурація GPS-модуля для виведення групи NMEA повідомлень, які необхідні для роботи приймача спільно з програмою для конфігурації і тестування модулів LS40 - «LSViewver», а потім перемикає

вхід UART GPS-модуля мультиплексором DD2 для прийому керуючих повідомлень від персонального комп'ютера. Для роботи приладу спільно з ПК за допомогою COM-порту використовується мікросхема DD3. Живиться прилад від 6 нікельметаллгідрідних акумуляторів, що заряджаються за допомогою вбудованого в прилад зарядного пристрою, який виконаний на мікросхемі MAX 713 і працює в імпульсному режимі. Перевага даного зарядного пристрою в його невеликих розмірах, вартості і функціональності схеми, яка дозволяє швидко і ефективно заряджати батареї, що мають в своєму складі від 1 до 16 акумуляторів без відключення їх від питомого пристрої, а також виробляє контроль заряду батареї і її відключення при досягненні необхідного напруги заряду.

Для живлення GPS-модуля від батареї в схемі приладу застосовується стабілізатор напруги DA1. Для живлення інших пристроїв приладу, застосовується стабілізатор напруги DA2. Для включення підсвічування дисплею використовується кнопка SB6. При натисканні на неї мікроконтролер формує короткий звуковий сигнал і позитивний імпульс певної тривалості з виводу RA2, який заряджає конденсатор C16. Потім вивід RA2 перемикається в режим входу і зчитує біт з зарядженого конденсатора C16, який з часом розрядиться через резистор R34. Поки напруга на конденсаторі відповідає логічній «1», підсвічування дисплея включене; як тільки конденсатор розрядиться до напруги нижче порога логічної одиниці, підсвічування дисплею вимкнеться. Варіюючи ємністю конденсатора C16 і опором резистора R34, можна змінювати час роботи підсвічування приладу. Значення ємності і опору, застосовані в даній конструкції, забезпечують тривалість роботи підсвічування протягом приблизно 30 секунд. Включення лампи підсвічування дисплею здійснюється транзистором VT6, що відкривається з виводу мікроконтролера RC0. У коло живлення лампи підсвічування включений струмообмежуючий резистор, що знижує яскравість світіння лампи і струм споживання до невеликого значення, але

все ж достатнього для нормального читання символів дисплея при зниженому освітленні. Це зроблено для економії заряду акумуляторних батарей живлення приладу.

За допомогою АЦП мікроконтролера DD1 проводиться вимірювання і контроль напруги акумуляторної батареї приладу. Використовуючи вивід RA0 як аналогового входу АЦП з резистивного дільника R26, R27, який підключено до акумуляторної батареї, знімається напруга, яка понижена дільником до допустимого рівня для роботи АЦП при максимально зарядженій батареї. При зниженні напруги батареї до рівня 6 В відобразиться: «Батарея розряджена, LOW VOLTAGE» і в нижній позиції дисплея відображається значення напруги батареї. При зарядці батареї, досягнувши максимального рівня заряду, прилад виводить на екран повідомлення «Батарея заряджена», і в нижньому рядку дисплея виводиться значення напруги батареї живлення.

Розрахунок вузла індикації

В електричній схемі присутній вузол індикації, який працює в ключовому режимі на транзисторі VT6, який включений по схемі із спільним емітером, в коло навантаження яких включено світлодіод H1 (рис.).

Оскільки в даній схемі два вузла індикації ідентичні за структурою, то розрахуємо один вузол, який складається з компонентів:

- резистор R11;
- резистор R14;
- транзистор VT2;
- світлодіод H4 (рис. 1.6).

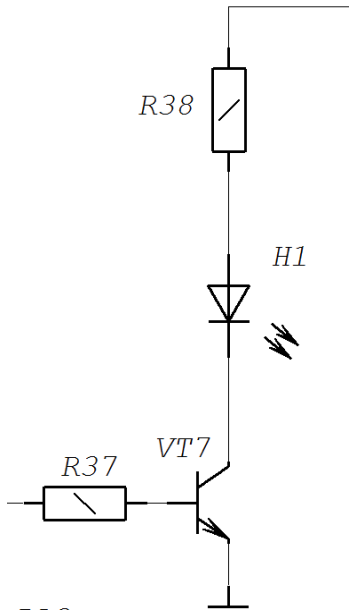


Рисунок 1.6 – Вузол індикації

Струм світлодіода повинен складати близько 5мА, то при напрузі живлення 5В спад напруги на ключі (VT7) рівний 0,4В та спаді напруги на світлодіоді рівний 2В, то згідно формули опір резистора R14 повинен дорівнювати:

$$R38 = \frac{U_{ж} - U_{світлодіод} - U_{VT7}}{I_{світлодіод}}, \qquad (1.1)$$

де $U_{ж}$ – напруга живлення;

$I_{світлодіод}$ – необхідний струм світлодіода;

$U_{світлодіод}$ – спад напруги на світло діоді.

Підставивши поточні значення напруг та струмів отримано:

$$R38 = \frac{5B - 2B - 0{,}4B}{0{,}0026A} = 1000\,\text{Ом}.$$

Прийнято значення опору для резистора $R38 = 1$ кОм у відповідності до стандартного ряду значень.

Розрахуємо резистор R37, але спочатку для цього розрахуємо струм бази транзистора VT7 згідно виразу:

$$I_{бVT7} = \frac{I_{K.VT7}}{\beta_{VT7}}, \qquad (1.2)$$

де $I_{K.VT2}$ – струм в колі колектора транзистора VT7 $I_{K.VT2} = I_{світлодіод} = 10$ мА;

β_{VT2} – коефіцієнт підсилення транзистора по струму, $\beta_{VT2} = 0 - 50$:

$$I_{бVT2} = \frac{0{,}0026A}{0{,}86} = 0{,}003 \text{ мА}.$$

За формулою розрахуємо номінал резистора R37:

$$R37 = \frac{U_{BX}}{I_{бVT7}}, \qquad (1.3)$$

де $U_{BX.MK}$ – вхідна напруга від «LED SENS» (3 В):

$$R37 = \frac{3}{0{,}003} = 1000 \text{ Ом}.$$

Прийнято $R37 = 1$ кОм з ряду стандартних значень.

Враховуючи результати розрахунків прийнято наступні номінали радіоелементів блоку світлової індикації:

1) Транзистор VT7 прийнято типу КТ315

2) Резистори R37 і R38 – номіналом 1 кОм із допуском $\pm 5\%$.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Для того, щоб розробити конструкцію друкованої плати необхідно по розрахованим даним підібрати корпуси до відповідних елементів схеми електричної принципової. Оскільки вибір елементної бази деколи може проходити із помилками:

- Грубі, які приводять до виходу з ладу при першому включені.
- Помилки, які знижують термін працездатності апаратури.

Грубі помилки приводять до збитків і затримки в наладці апаратури, але вони є не саме небезпечні, тому що вони є зразу помітні.

Для більшості компонентів електричних блоків завод задає значення граничні (I, U, f, t) і ці граничні значення, як правило встановлюються в залежності один від одного. Вміння вибирати електричні компоненти з врахуванням усіх існуючих параметрів це є важлива професійна вимога до людей, які розробляють апаратуру. Найпростішими кіл є :

- Резистор
- Конденсатор
- Діод

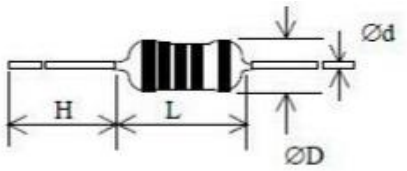
Для цих пасивних елементів характерно те, що струм протікання через них залежить від прикладеної напруги. Для приладу першими компонентами було вибрано постійні резистори типу MF-12 та змінні типу KLS4-3296W.

При виборі даного конкретного резистора особливу увагу було приділено одиниці допустимої потужності в залежності від умов роботи.

Також для правильного вибору резисторів було враховано величини, які представляються до приладу, проаналізувавши режим роботи резисторів в середині блока і визначивши :

- Експлуатаційні параметри
- Параметри режиму
- Режими робочих електричних навантажень
- Показник безвідказності
- Показник довговічності
- Допустимі розміри
- Маса резисторів
- Конфігурація резисторів
- Спосіб монтажу
- Вартість резисторів.

Для приладу використано 38 постійних резисторів марки MF-12 та 1 змінний резистор СП5-2ВБ-0,5, габаритні розміри яких зображено на рис.1.7, а СП5-2ВБ-0,5– на рис.1.8.



Unit : mm

TYPE	BODY		LEAD WIRE	
	L	D	H	d
MF-12.5(MF -25S)	3.5±0.5	1.7±0.5	28±1	0.45±0.05
MF-25(MF -50S)	6.5±0.5	2.3±0.5	27±1	0.52±0.05

Рисунок 1.7 – Габаритні розміри змінного резистора типу MF-12

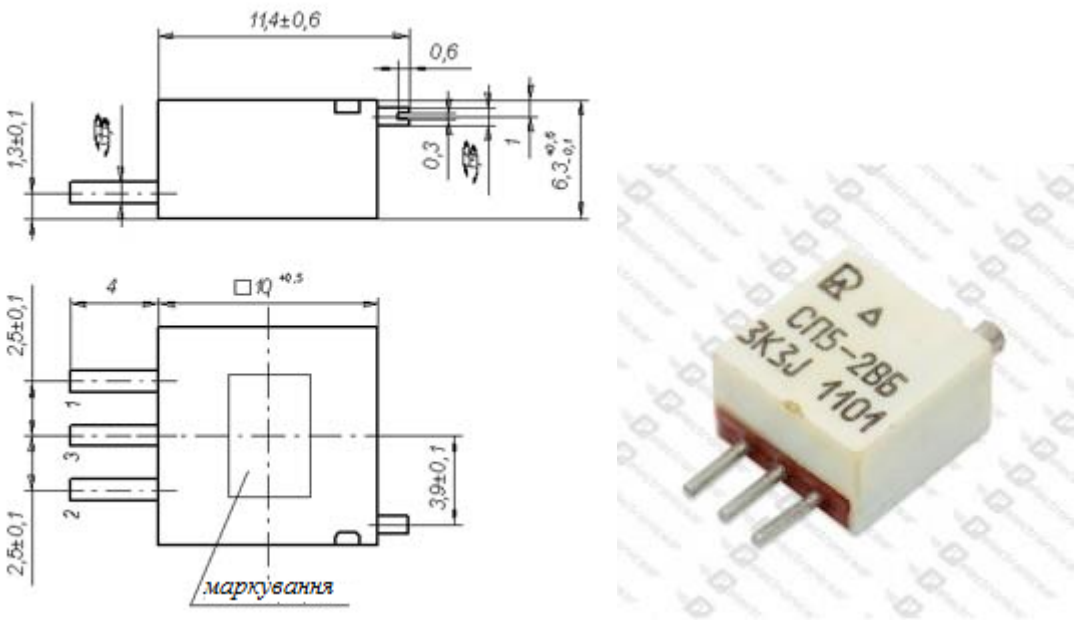


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри змінного резистора типу СП5-2ВБ-0,5

Після резисторів було вибрано конденсатори. Перш за все тип конденсаторів вибиралося , виходячи із призначення його в блоці, потім вибирали конкретний екземпляр по електричним параметрам і проводити підбір конденсатора по іншим параметрам. Для приладу було підібрано конденсатори типу СС4, і електролітичні ECAP-GS, з яких 11 керамічних і 5 електролітичних.

Габаритні розміри конденсаторів зображено на рис.1.9-1.10.

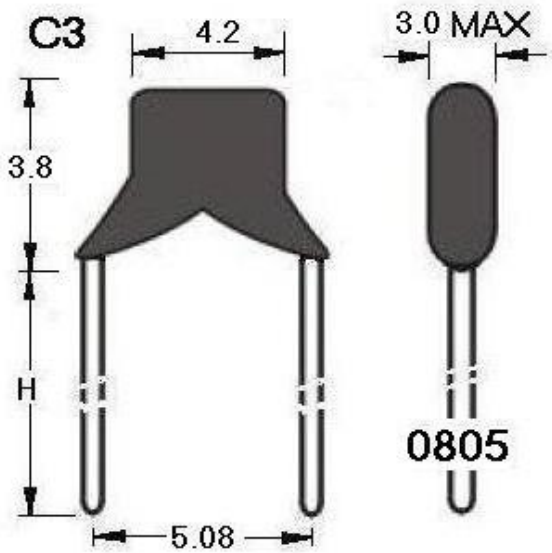


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри конденсаторів типу 0805

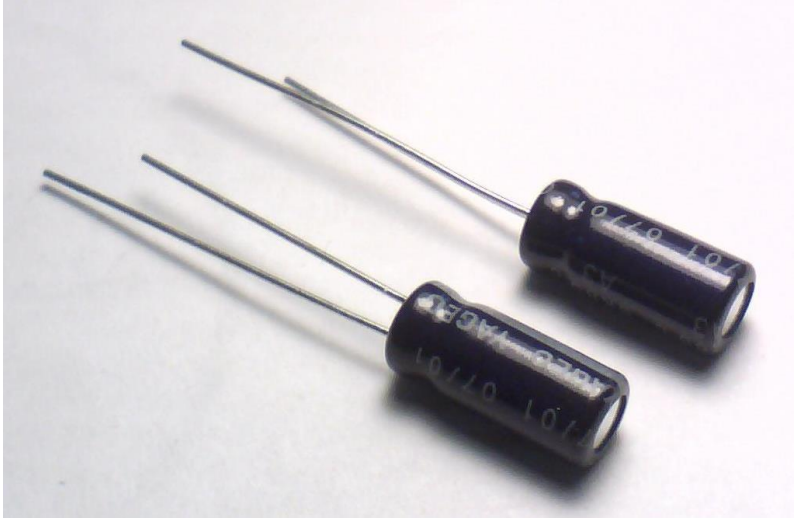


Рисунок 1.10 – Конденсатори типу ECAP-GS

Після цього було підібрано стабілітрон КС133Г габаритні розміри якого зображено на рис.1.11.

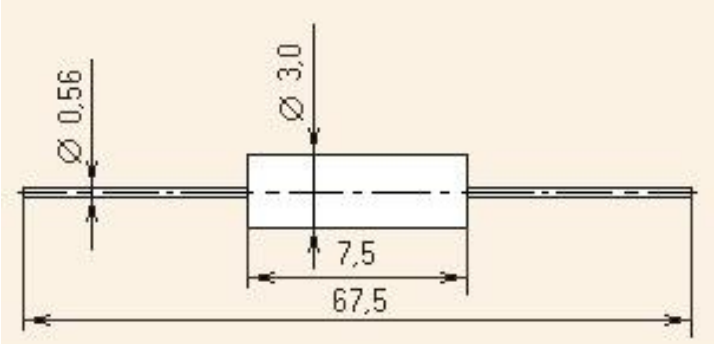


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри стабілітрона КС133Г

Всі ці елементи відносяться до пасивних. Активні елементи володіють здатністю регулювати струм, який протікає через них, не тільки з допомогою прикладеної напруги, але і при дії керуючого сигналу, який характеризується (*I,U,* світловим потоком*)*. До числа активних компонентів належать транзистори, оптопари. Для приладу підібрано 1 тип кремнієвого транзистора марки КТ315В. Габаритні розміри транзистора зображено на рис.1.12.

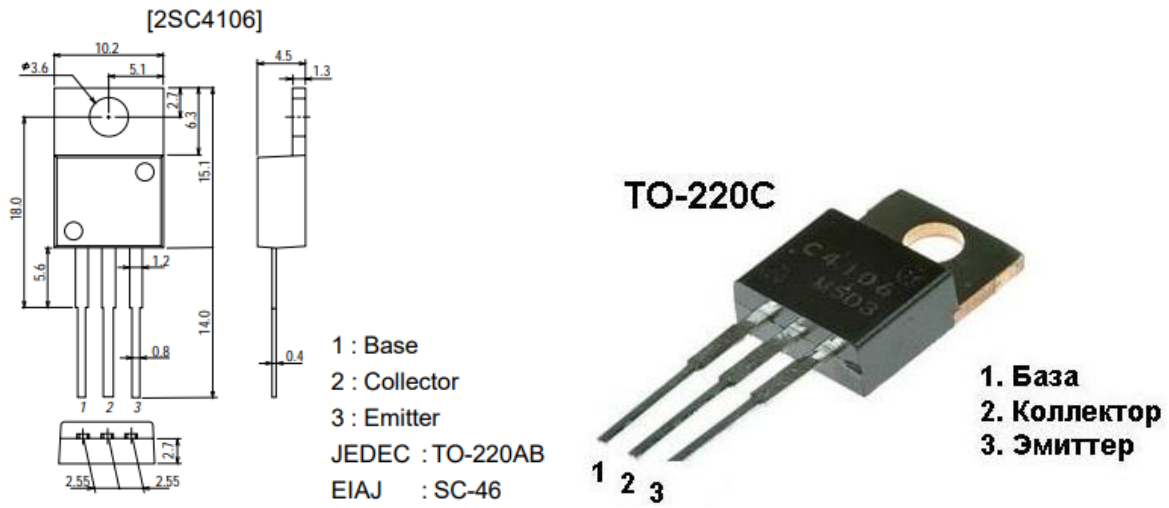


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри транзисторів 2SC416

Останнім етапом був вибір інтегральних мікросхем. Більшість ІМС виконують певну функцію підсилювача чи стабілізатора, модуляції чи демодуляції, а також виконують керувати вхідними і вихідними сигналами, за допомогою внутрішньої пам’яті, в яку можна записати алгоритм роботи даної ІМС за допомогою програмного забезпечення.

В приладі підібрано мікросхеми PIC16F877, К561КП1, MAX232A, ADP3330, GPS LS-40CM та КР142ЕН5А, габаритні розміри яких зображено на рис.1.13-1.18.

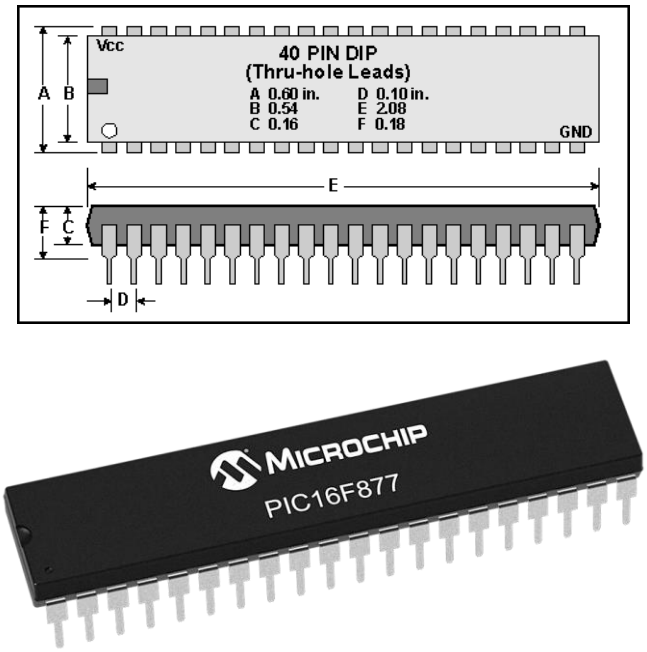


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри мікросхеми PIC16F877

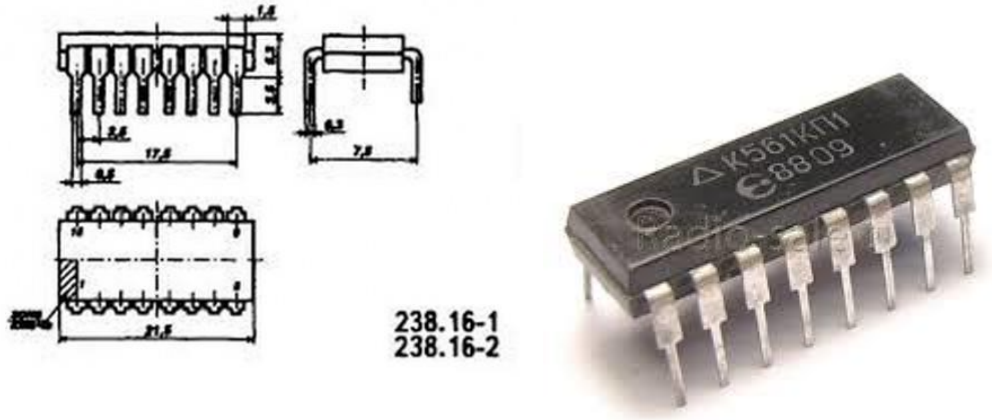


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри мікросхеми К561КП1

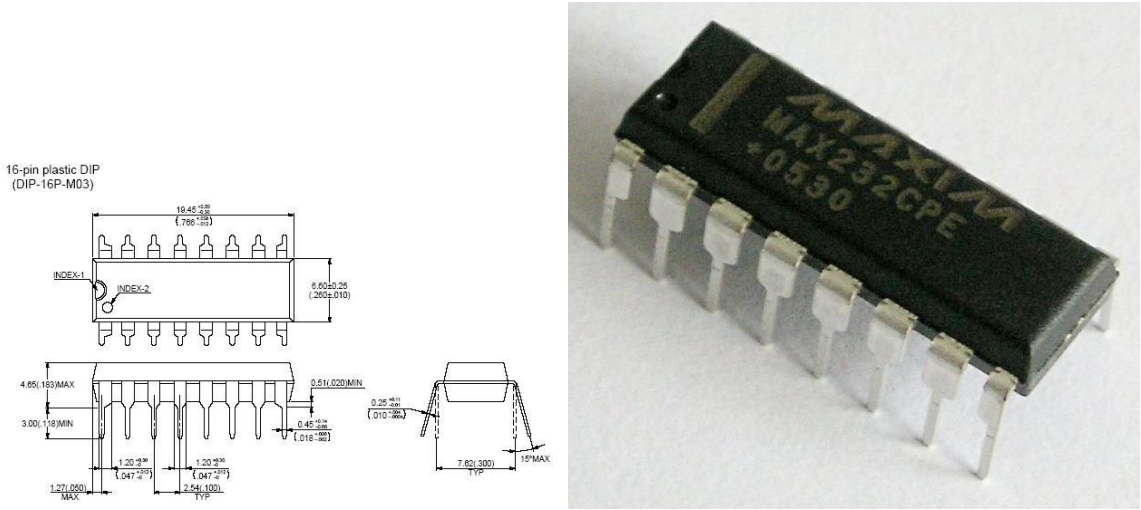


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри мікросхеми MAX232A

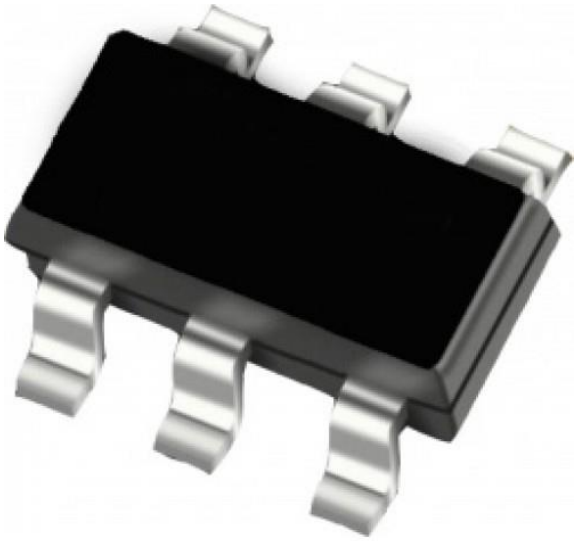


Рисунок 1.16 – Мікросхема ADP3330

Рисунок 1.17 – Модуль GPS LS-40CM

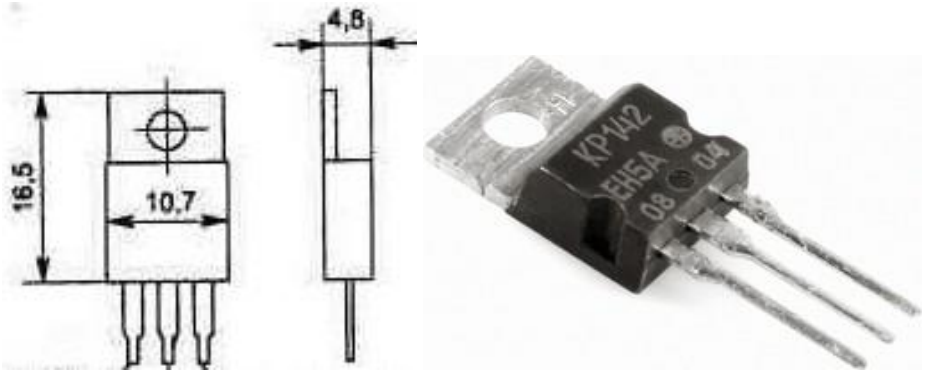


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри мікросхеми КР142ЕН5А

Кінцевий вибір активних і пасивних елементів носить ітераційний характер, але завжди в першу чергу вибирають пасивні елементи. При виборі елементної бази для даного модему було використано довідники, які дають цілісне представлення про весь арсенал компонентів, також було використано описи серійних виробів і рекламні матеріали.

Також вище вибрані елементи пояснюються їх дешевизною на ряду з їхньою високою надійністю. Малою масою і габаритними розмірами. Крім того, вони стандартизовані і уніфіковані, що спрощує ремонт, заміну.

1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

1.5.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла

Розроблений прилад буде виконана на двосторонній друкованій платі (ОДП) (рис.1.19).

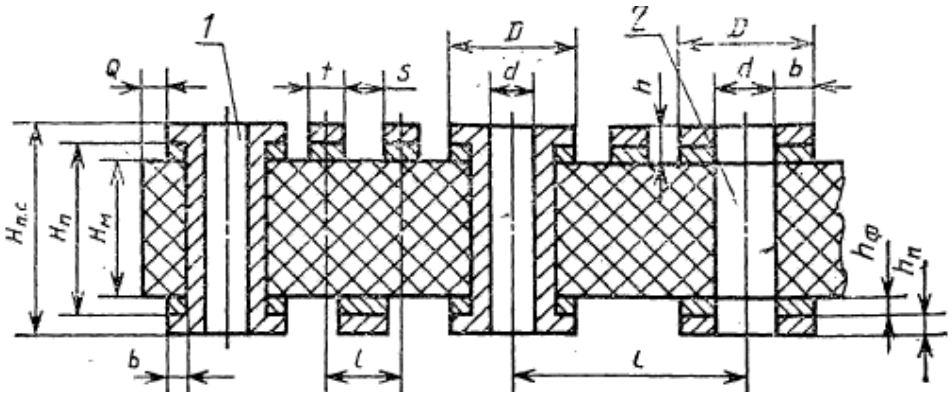


Рисунок 1.19 – Двостороння друкована плата:

$H_{Пс}$ – сумарна товщина плати, $H_{ПС}$=1,5 мм; $h_П$ – товщина-хіміко гальванічного покриття; h – товщина провідного рисунку; l – відстань між осями (центрами) елементів конструкції друкованої плати

Відповідно до ГОСТ 23751-86 конструювання ОДП слід здійснювати з урахуванням таких методів виготовлення: комбінованого, позитивного і електрохімічного (напіваддитивного).

Електрохімічний метод забезпечує високу щільність та точність струмопровідного рисунка. Проте основною вимогою де розробляється контролер є висока надійність, яку забезпечує комбінований позитивний метод, завдяки гарному зчепленню провідників з ДП при використанні цього методу. Крім того, цей метод знайшов найбільше поширення на підприємстві замовника.

Техпроцес виготовлення друкованої плати комбінованим позитивним методом.

Технпроцес виготовлення ДП комбінованим позитивним методом складається з ряду взаємопов'язаних між собою етапів.

Вхідний контроль фольгованого діелектрика (СФ-1-35Г) базується на перевірці габаритів листа, стану покриття, міцності зчеплення фольги на виході і при впливі розплавленого припою, розчинів гальваніки та інших чинників (ГОСТ 10316-78). При візуальному огляді листів встановлюється наявність проколів, міхурів і інших пошкоджень. Викривлення і вигин діелектрика перевіряються шляхом занурення матеріалу в розплавлений припой.

Міцність зчеплення фольги з діелектричним матеріалом характеризується зусиллям, необхідним для відриву площині фольги від основи.

Штампувальність матеріалу визначається його здатністю піддаватися обробці без освіти сколовши на грані отворів і тріщин в перемичках між отворами.

Здатність матеріалу до свердління визначається пробної обробкою. Виготовлення шліфа просвердленого отвори дозволяє встановити наявність пропалювання при свердлінні і оплавлення поверхні отвори або наявність шорсткості з стирчать волокон, що ускладнюють проведення металізації отворів. Зовнішній вигляд діелектрика повинен відповідати ГОСТ 23752-83.

Отримання заготовок. Заготівлю відрізають з припуском по контуру. Ширина технологічного поля становить 10 мм. Різка листа з фольгованого діелектрика може проводитися дискової фрезою з охолодженням стисненим повітрям, а також гільйотинними або роликовими ножицями. Застосування останніх доцільно, тому що при цьому спостерігається приріст продуктивності, виключається засміченість пилом приміщення, зменшуються відходи.

Розтин базових отворів. Для установки заготовки при виконанні деяких операцій ТП передбачені фіксуючі та/або технологічні отвори. Їх виробляють

пробивкою або свердлінням за допомогою спеціальних пристроїв. Свердління отворів підлягають металізації виконують спіральним свердлом твердосплавним з кутом на його вершині 130°. Без застосування охолоджуючої рідини. Отвори монтажного виду свердлять на верстатах з ЧПК типу SHMOP, ALPHA-Z, які мають масивне гранітне підставу для зменшення промислових вібрацій. Верстати повинні забезпечувати значення частоти обертання шпинделя більше 1000 об / хв. Биття свердла не більше 0,02 мм, безступінчасте регулювання швидкості, дискретність координатних переміщень. Стінки отворів повинні бути гладкими, без задирок, розшаровування, опіків, вм'ятин діелектрика. Вони повинні бути перпендикулярними зовнішньої поверхні плати і вільними від слідів інструменту, мастильних речовин і стружки.

Гальванічна металізація ПП.

Гальванічна металізація ПП виконується на лінії хімічної металізації і складається з етапів, описаних нижче.

Процес підготовлення поверхні отворів монтажних ПП полягає в:

- видаленні з поверхні слідів попередніх обробок;

- знежирюванні поверхні;

- підтравлювання діелектрика в отворах воднем фтористим та сірчаною кислотою;

- промивання проточною водою;

- сенсибілізація, що реалізовується в розчині двохлористого олова тривалістю 5-7 хв, з подальшою процедурою промивання в дистильованій воді. Після процедури сенсибілізації на стінках отворів відбувається адсорбція плівки іонів олова двохлористого як відновника для паладію;

- активації, що відбувається у водному розчині двохлористого паладію та аміаку тривалістю 5-7 хв. Активація дозволяє створити на підкладці тонку плівку металевого паладію, що є активатором при подальшому осадженні міді.

Міднення хімічне базується на регенерації міді на поверхні активованої з розчину, яка складається з нікелю, карбонату натрію, солі, міді, формаліну та інших. У результаті на поверхні плати і в отворах утворюються електропровідні покриття (товщина шару міді складає 0,25-0,5 мкм), які є основою для подальшого міднення гальванічного.

Міднення гальванічне використовують для підвищення показника товщини тонкого шару міді, який отримано під час хімічної металізації до розміру товщини 5-8 мкм і подальшого малюнка схеми з параметром товщини мідного покриття в отворах 25 мкм. Процедура гальванічного покриття відбувається у ваннах. Процес мідного нарощування відбувається в сірчанокислому, борфтористо-водневому та подібних електролітах. Процес підготовки поверхні металізованих заготовок проводиться на лінії підготовки поверхні і включає в себе етапи:

- знежирення;
- підтравлення;
- промивання;
- сушка.

Перевірка якості підготовки. Отримання малюнка спочатку здійснюється на установці для нанесення сухого фоторезисту плівкового типу СПФ-2-40, що представляє собою тонку плівку, полімеризується під дією ультрафіолетового опромінення і переходить в нерозчинний стан. В результаті експонування на відповідній установці на платі утворюється зображення світлих місць фотошаблона. Зображення проявляється на установках прояви струминного типу, і при цьому неекспоновані ділянки видаляються. Електролітичне міднення і нанесення покриття "олово-свинець" виконується на автоматичній лінії типу "Блазер" і полягає в:

- знежирюванні;
- підтравлені;

- мідненні – осадження тонкого шару міді товщиною більше 25 мкм, на зовнішню поверхню, яка не захищена резистивної маскою;

- активуванні;

- електролітичному осадженні сплаву "олово-свинець".

Поверхні, які є металізованими, покривають шаром сплаву "олово-свинець" для захисту товщиною 15 мкм. Це здійснюється задля запобігання пошкодження малюнка при подальшій процедурі травлення друкованої плати і забезпечення подвійної пайки.

Видалення фоторезиста відбувається на установці для зняття сухого плівкового фоторезисту. Плати промиваються в дистильованій воді. Травлення міді є хімічним процесом, який забезпечує видалення з поверхні діелектрика незахищених ділянок міді. Процес травлення включає в себе попередню очистку і саме травлення, яке здійснюється на лінії травлення струминного типу, так як струминне травлення забезпечує високу продуктивність завдяки тому, що з поверхнею плати постійно стикається свіжий розчин, який надходить з сопла. Цей метод забезпечує травлення з високою роздільною здатністю.

Розплавлення сплаву "олово-свинець". Після травлення міді з пробільних місць спостерігається ефект нависання покриття. Для усунення небажаних властивостей проводиться оплавлення на установці інфрачервоного опромінення УІКО-92. Під час опромінення температура сплаву "олово-свинець" на нетривалий час підвищується до температури, що перевищує температуру плавлення. В результаті цього змінюється кристалічна структура сплаву, і він під впливом сил поверхневого натягу збирається в межах провідника.

Обрізка плат по контуру здійснюється після виготовлення друкованих провідників. Така побудова ТП пояснюється тим, що травитель, який використовується при виробництві ДП, може глибоко проникнути в

діелектрик і викликати короткі замикання, і низький опір ізоляції. Зовнішній контур отримують фрезеруванням.

Маркування ДП необхідно для забезпечення зручності зборки. Для цього на поверхню плати наносять умовні позначення елементів. Для визначення вузла, до якого належить ДП, наноситься шифр плати. На поверхні плати вказується заводський номер і дата виготовлення.

Консервацію здійснюють за допомогою флюсу ФКСП. Флюс розпилюють на поверхні плати і в отвори в спеціальних розпилювальних камерах.

1.5.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла

ТП виготовлення розробленої приладу являє собою комплекс дій виконавців та обладнання з перетворення вихідних матеріалів і комплектуючих елементів у готовий виріб. При розробці ТП ставиться задача знаходження такого варіанту, який без всяких зайвих витрат забезпечить вирішення поставленої проблеми. Відповідно до ЄС ТПП слід, в першу чергу, використовувати типові технологічні маршрути, процеси та операції. Не рекомендується передбачати обробку на унікальних дорогих верстатах за винятком тих випадків, коли це технологічно і економічно виправдано. Необхідно використовувати тільки стандартний ріжучий і вимірювальний інструмент. Слід застосовувати найсучасніші форми організації виробництва: безперервні і групові потокові лінії, групові ТП та групові наладки. Розробка робочого ТП повинна виконуватися на базі типового.

Типовий ТП зборки ТЕЗ складається з наступних операцій:

- підготовка навісних елементів;
- установка елементів на ДП;
- отримання з’єднання виводів;
- контроль монтажу і функціональних властивостей ТЕЗ;
- консервація.

Розглянемо технологічний процес більш докладно.

Комплектувальних операція.

Згідно комплектувальної карті необхідно провести комплектацію, тобто отримати зі складу всі необхідні вироби: ДП, ІМС, роз'єми і т.д. В технологічну карту записати дату видачі зі складу. Комплектуючі вироби розкласти у відповідну тару.

Вхідний контроль ІМС і ДП.

Контроль полягає в ретельній перевірці ІМС, транзисторів і ДП. На поверхні елементів не повинно бути тріщин, вм'ятин, відколів та інших пошкоджень. Необхідно перевірити наявність товарного знака, знака заводу-виробника, ключа для визначення першого висновку ІМС. Проводиться наскрізна перевірка працездатності ІМС, резисторів на контрольно-перевірочної стенді, тому що відмова будь ІМС призводить до відмови всієї приладу. Знижений якість окремих деталей не виключається, виходячи з таких міркувань:

1) Недостатній контроль на вході;

2) Тривале зберігання готових виробів на складі;

3) Можливість пошкодження при транспортуванні.

Розконсервування ДП.

Проводиться промивка ДП у ванні з спирто-бензиновою сумішшю для видалення з її поверхні консервуючого мастила. Для прочищення металізованих отворів використовується спеціальний стержень діаметром 0,6 мм з органічного скла. Проводиться ретельний огляд зовнішнього вигляду ДП за допомогою збільшувального скла. Діелектричне підставу ДП має бути монолітним, однорідним, без здуття, розшарувань. Колір діелектрика повинен бути однотипним, без різких кордонів, що виділяють якісь області поверхні плати. Шар металізації повинен бути рівним, щільним, без наскрізних протрави, тріщин, нерівностей країв, зменшують їх мінімально допустиму ширину. Наскрізні металізовані отвори повинні бути чистими і вільними від включень будь-якого роду.

Підготовка до лудіння.

Якість виконання паяного з'єднання багато в чому залежить від ретельності підготовки поверхонь, що з'єднуються. Для одержання міцного та надійного з'єднання є необхідною відмінна змочуваність поверхні флюсом та припоєм, яка є залежною як від характеристики матеріалу та від форми жорсткості поверхні, наявності на з'єднуювальних поверхнях забруднень органічного характеру, іржі, жирних та оксидних плівок. Підготовка поверхонь буде проводитися хімічним методом. В процесі хімічного способу паяні поверхня обробляються сумішами спирто-фреоновими або спирто-бензиновими через занурення її в ванну з даною сумішшю. Після чого проводиться промивання виводів у теплій воді проточній.

Лудіння базується на принципі покриття деталей, які з'єднуються тонким суцільним шаром плівки припою без тріщини, зайвих включень пор. Лудіння робити шляхом занурення виводів усіх без винятку компонентів в флюс рідкого стану ФКС, після чого у ванну з готовим розплавленим припоєм ПОС-61.

Час лудіння t=1сек.

Встановлення ЕРЕ на ДП.

На початкову етапі встановлення елементів на ДП відбувається подача їх місце установки, орієнтації їх по відношенню до монтажних виводів або контактних площадок і фіксування їх у потрібному положенні. В залежності від типу та виду виробництва і типу конструкції плати встановлення здійснюють вручну, механізовано або автоматизовано. Автоматизований спосіб використовується при велико-серійному виробництві. Механізований спосіб використовується при укладанні елементів на плати з високою щільність компонування. Тому в даному випадку застосування ручного складання найбільш вигідно. При ручній збірці здійснюється також візуальний контроль.

Елементи монтуються на плату у відповідності з кресленням в такій послідовності, а саме: резистори, конденсатори, ІМС, провідники бо трансформатора. Для ІМС здійснюють підгинання тільки двох діагонально розташованих виводів. При встановленні ІМС має бути передбачено відвід електрики статичної від монтажного обладнання із використанням заземленого браслета. Останнім встановлюють транзистори на радіаторах, запаюючи їх на платі згідно складального креслення. Трансформатори закріплюють за допомогою гвинтів, гайок, шайб.

Підготовча операція.

На цій стадії проводиться обрізка виводів ЕРЕ і роз'єму за допомогою бокорізів.

Нанесення флюсу на виводи елементів.

Принцип дії флюсу базується на тому, що плівки металу оксидного характеру та припою розчиняються, розпушуються і вспливають поверх флюсу. Флюс слугує задля зменшення сили натягу поверхні розплавленого припою на межі метал-припой-флюс.

Найбільш широке застосування при монтажної пайку отримали безкислотним флюси (каніфоль і флюси, приготовані на її основі з додаванням неактивних речовин - спирту, гліцерину і т.п.). Залишок каніфолі не гігроскопічний і є хорошим діелектриком. Ці флюси, на відміну від кислотних, не надають корозійного дії. Тому будемо використовувати флюс марки ФСК, що представляє собою розчин соснової каніфолі (10-40%) в етиловому спирті.

Пайка.

Процедура паяння з'єднувальних контактів складається з:

- фіксації елементів з’єднання з наперед підготовленими покриттями для паяння;

- нагрівання поверхні пайки до заданого значення температури впродовж фіксованого часу;

- введення в місце паяння необхідної і достатньої кількості припою та флюсу для паяння;

- розплавлення припою з максимально-можливим змочуванням їх поверхні паяння;

- остигання припою.

Великий вплив на якість паяння надає марка вибраного припою. Припій повинен бути з заданими електричними характеристиками, легко витісняти флюс, утворюючи з основним металом з'єднання достатньої механічної міцності, а так само мати певну щільністю, коефіцієнтом теплового розширення і антикорозійними властивостями. Найкращий показник якості паяння забезпечує евтектичний припой. Найважливіша його властивість – це вузький діапазон температур для кристалізації. Припой ПОС61 близький до такого типу припою. Крім того, ПОС61 має низьку температуру плавлення, високу стійкість до корозії. Час витримки при температурі припою T = 240 °C складає 2 ... 5 сек. Необхідно підтримувати постійний рівень припою у ванні і стежити за чистотою дзеркала припою, очищаючи при необхідності від оксидної плівки.

Видалення залишків флюсу.

Після процедури паяння є необхідним ретельне очищення і відмивання вузла і паяних з'єднань від забруднення, які можуть призвести до корозійного процесу і зниженості опору діелектриків. Використовуємо для видалення флюсу поетапне опускання в ванну з спирто-бензиновою сумішшю, після чого в ванну з холодною та гарячою водою. Час витримання в кожній з ван складає приблизно 1 хвилину.

Процес контролю якості паяння здійснюється візуально. Поверхня, яка є паяною, має бути блискучою, рівномірною по висоті, без ефектів здуття. Такі дефекти можна усунути із використанням паяльного обладнання та флюсу ФКС через нанесення малої кількості матеріалу флюсу на місця дефектів і ліквідація надлишків припою паяльником.

Візуальний огляд необхідно проводити із використанням збільшувального скла.

Маркування проводиться для підвищення відповідальності виробника приладу. Чорним чорнилом наноситься номер пристрою, дата виготовлення і код цеху або заводу-виробника. При цьому дається оцінка в техпаспорті на блок.

Перевірку на працездатність проводять на заздалегідь розроблених стендах. У разі несправності пристрою для пошуку дефекту застосовують осцилограф, за допомогою якого можна порівнювати тимчасові діаграми роботи схеми в певній точці з еталонними. У разі відмови в картці відмови зазначаються виявлені при первинному аналізі причини і наголошується, як встановлені причини відмови впливають на роботу інших елементів схеми. У техпаспорті робиться відмітка про дату відмови, причини, елементах схеми, що підлягають заміні. Повторне включення здійснюється тільки після усунення дефекту.

Вторинний монтаж включає в себе демонтаж елементів, що вийшли і ладу і виявлених в процесі перевірки. Загальне число таких елементів не повинно перевищувати 5,5%, в іншому випадку плата є браком. Повторна пайка замінених елементів проводиться вручну. Час торкання паяльником висновків елементів не перевищує 3сек. Повторне торкання проводиться не раніше, ніж через 15 сек.

Очищення місць повторної пайки здійснюється з використанням щетинною кисті і спирто-бензинової суміші.

Вихідний контроль пристрою призначений для встановлення відповідності виробів фізичним і електричним параметрам. Всі ЕРЕ повинні бути припаяні без перекосів. На зовнішній поверхні ДП не повинно бути вм'ятин, подряпин і інших дефектів, здатних вплинути на якість.

Лакування плат і сушка усувають вплив кліматичних впливів, а так само для підвищення корозійної стійкості. Для цих цілей використовують лак

УР231. Сушка проводиться гарячим повітрям при t = 40 .. 60 °С. Після цього плата ставиться в тару і упаковується.

Всі елементи монтують на друкованій платі з односторонньо фольгованим склотекстолітом. Виводи мікросхеми вставляють у відповідні отвори, загинають і припаюють з боку друкованих провідників плати. До транзисторів VT2 кріплять ребристий радіатор і ще один окремий радіатор кріплять до транзистора VT4.

1.5.3 Розрахунок і забезпечення вимог по надійності

Електромагнітна сумісність

В теперішній час проблема забезпечення ЕМС різноманітних технічних засобів перетворилась в самостійний науково-технічний напрямок, що охоплює багаточисельні аспекти радіотехніки, електроніки і електротехніки. Встановлено, що вона повинна враховуватись на кожному етапі розробки і виготовлення вищезгаданих засобів – системотехнічному, схемотехнічному, конструкторсько-технологічному і виробничому, а також на етапі експлуатації.

Як новий науково-технічний напрямок ця проблема має характерну особливість. Відомо, що розширення і поглиблення наукового пізнання призводять до диференціації наукових напрямів, до їх подрібнення на більш спеціальні області знань. Поряд з диференціацією виникає необхідність в інтеграції наукових напрямів, коли на границях областей знань при виявленні об’єктивно існуючих зв’язків між ними створюється основа для стиковки і синтезу розібраних наукових напрямів і для розробки узагальнюючої концепції. Саме така інтегруюча специфіка наукового напряму “ЕМС”, що проникає в електроніку, радіотехніку і зв’язок і об’єднує їх з позиції цілісності незалежно від відомчих обмежень і поділів.

Практичне рішення проблеми ЕМС приводить до підвищення якості РЕА, РЕМА та ЕОЗ. Неможна вважати виріб якісним, якщо він, виконуючи

своє призначення, створює електромагнітні завади, які не дозволяють іншому виробу виконувати своє призначення. Також не можна вважати якісним будь-який виріб, якщо при відсутності завад він виконує своє призначення і не виконує його при наявності завад навіть допустимого рівня. Проте поняття якості продукції як "…сукупності характеристик продукції, що обумовлюють її придатність відповідати визначеним вимогам згідно з її призначенням" (згідно стандарту ГОСТ 15467-79), не розкриває особливості, пов'язані з придатністю до забезпечення ЕМС виробів визначеної категорії, а саме РЕА, РЕМА та ЕОЗ. Для таких виробів якість доцільно визначати не тільки як сукупність заданих властивостей, але і як додаткову властивість не порушувати функціонування іншого виробу і (або) протистояти ненавмисній електромагнітній дії негативного характеру з боку іншого виробу. Це означає, що в число показників якості такого виробу повинен входити показник ЕМС. Цей показник, що суттєво відрізняється від інших своєю специфікою, характеризує технічний рівень продукції. Якщо ж не володіє ЕМС, бо інші показники якості можуть втратити значення, оскільки виріб не може бути використаним на практиці.

Аналіз характеристик ЕМС різних РЕА, РЕМА та ЕОЗ, включаючи їх експериментальні дослідження, привів до створення інженерних методів розрахунку і науковому обґрунтуванню можливості вдосконалення таких характеристик.

Підхід до визначення ролі і значення будь-якої характеристики ЕМС при вирішенні задачі забезпечення ЕМС залежить від рівня, на якому вирішується задача. Прийнято розглядати три рівня: міжсистемної ЕМС – забезпечення ЕМС між окремими автономними системами; внутрішньосистемної ЕМС – забезпечення ЕМС всередині складного радіоелектронного комплексу; внутрішньоапаратної ЕМС – забезпечення ЕМС всередині окремого приладу (приладу) між його вузлами і компонентами. Врахування вимог до ЕМС в процесі конструювання РЕА,

РЕМА та ЕОЗ відноситься головним чином до двох останніх рівнів забезпечення ЕМС.

Оскільки у нашому апараті просторової орієнтації незрячих основними є завади, які виникають у колі живлення, то для їх послаблення було використано фільтрацію. Також було використано раціональне розміщення радіокомпонентів на платі, довжину друкованих провідників було зменшено до мінімальної. Цих заходів достатньо для послаблення завад до допустимого рівня. Тому можна сказати, що наш виріб відповідає вимогам до ЕМС і не вимагає додаткового екранування.

Розрахунок надійності приладу

Надійність елементів являється одним із факторів, які впливають на інтенсивність відмов апаратури в цілому. Інтенсивність відмов залежить від конструкції , якості виготовлення, від умов експлуатації і від електричних навантажень в схемі. Вплив зовнішніх факторів на надійність елементів можна оцінити за допомогою коефіцієнтів навантаження. Коефіцієнтом навантаження називають відношення фактичного значення до номінального. Для резисторів в даній схемі номінальна потужність резисторів $P_H = 0.125A$, а фактично на резисторі розсіюється $P_Ф = 0.05A$, то коефіцієнт навантаження по потужності в даному випадку рівний: $K_P = \frac{P_Ф}{P_H} = \frac{0,05}{0,125} = 0.4$ Якщо номінальне значення робочої напруги конденсаторів $\mathrm{U_H} = 20\,\mathrm{B}$, а фактично в схемі до обкладок конденсатора прикладена напруга, $U_Ф = 5\,B$, то коефіцієнт навантаження по напрузі: $K_P = U_Ф / U_H = 5/20 = 0,25$. При збільшені коефіцієнта навантаження інтенсивність відмов елемента збільшується.

В табл. 1.2 подано кількість елементів та їх інтенсивності відмов.

Таблиця 1.2 – Елементи і їх характеристики

Найменування комплектуючих виробів	К-сть	λ_0, 1/год	$\lambda_0^{/}$
MF-12	38	$1{,}15\cdot10^{-6}$	$43{,}7\cdot10^{-6}$
СП5-2ВБ-0,5	1	$2{,}1\cdot10^{-6}$	$2{,}1\cdot10^{-6}$
0805	12	$0{,}455\cdot10^{-6}$	$5{,}46\cdot10^{-6}$
ECAP-GS	4	$0{,}785\cdot10^{-6}$	$3{,}14\cdot10^{-6}$
PIC16F877, К561КП1, КР142ЕН5А, MAX232A, ADP3330, GPS LS-40CM	7	$2{,}5\cdot10^{-6}$	$17{,}5\cdot10^{-6}$
КС133Г	1	$0{,}78\cdot10^{-6}$	$0{,}78\cdot10^{-6}$
XKS, DB9M	4	$0{,}7\cdot10^{-6}$	$2{,}8\cdot10^{-6}$
КТ315В	7	$2{,}1\cdot10^{-6}$	$14{,}7\cdot10^{-6}$
РП-99, HPA24AX	2	$1{,}65\cdot10^{-6}$	$3{,}3\cdot10^{-6}$
ПКН-188А	1	$0{,}7\cdot10^{-6}$	$0{,}7\cdot10^{-6}$
АЛ307Б, DV-20400	2	$0{,}8\cdot10^{-6}$	$1{,}6\cdot10^{-6}$
		Всього	**$95{,}78\cdot10^{-6}$**

Інтенсивність відмов елементів схеми становить:

$$\lambda = \sum \lambda_0^{|} = 95{,}78 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}} \right); \qquad (1.4)$$

Середнє напрацювання на відмову:

$$T_{CEP} = \frac{1}{\lambda} = 10440 \text{ (год)}$$

Ймовірність безвідмовної роботи крім, фізичних властивостей. Залежить від часу t_p на протязі якого виріб повинен працювати безвідмовно

$$P(t) = e^{-\lambda t_p} = e^{-95{,}78^{-6} \cdot 6000} = 0{,}56. \qquad (1.5)$$

Вірогідність безвідмовної роботи показує, яка частина виробу буде працювати виправлено на протязі заданого часу t_p.

Надійність приладу залежить від надійності і кількості застосованих в ньому елементів. Оскільки надійність є одним із базових параметрів виробу, то проектуючи апаратуру, її необхідно оцінювати разом із іншими показниками і на базі цих розрахунків формувати висновки про коректність обраної схеми і конструктивних елементів приладу. В процесі проєктування, за умови не визначених режимів роботи схеми, здійснюють орієнтований розрахунок, задаючись орієнтованими даними, які визначають умови роботи. Розглянемо питання про те, в яких випадках резервування дозволяє ефективно підвищити надійність апаратури. В залежності із завданням вірогідність $P(t)$ безвідмовної роботи приладу за $t_p = 6000$ год. повинна бути не менша 0,56

Розглянемо як зміниться надійність виробу, якщо застосувати заміщення навантажувальним або не навантажувальним резервом із кратністю *m=1*:

При кратності m=1 → $P(t)_{НАВАНТ.} = 1-(1-P(t))^2 = 1-(1-0{,}56)^2 = 0{,}81$.

При кратності m=1 → $P(t)_{НЕНАВАН} = P(t)\cdot\left(1+\frac{t_p}{T_{сер}}\right) = 0{,}56\cdot(1+\frac{6000}{10440}) = 0{,}88$.

По формулах визначимо, які значення $T_{ср}$ *і* λ повинен мати виріб, щоб одержати ті ж значення P при відсутності резервування:

- у випадку $P(t) = 0{,}88$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{P\ НЕНАВАН.}}{t_P} = -\frac{\ln 0{,}88}{6000} = 2{,}13\cdot 10^{-5}\left(\frac{1}{год}\right); \qquad (1.6)$$

$$T_{ер} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{2{,}13\cdot 10^{-5}} = 46936 \text{ год}; \qquad (1.7)$$

- у випадку $P(t) = 0{,}81$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{P\ НАВАН.}}{t_P} = -\frac{\ln 0{,}81}{6000} = 3{,}51 \cdot 10^{-5}\ \frac{1}{\text{год}} \quad (1.8)$$

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{3{,}51 \cdot 10^{-5}} = 28473\,\text{год} \quad (1.9)$$

Навантажувальні і не навантажувальні резерви, дали деяке підвищення надійності. Але такого ефекту можна досягнути без двократного збільшення маси і габаритів апарату за рахунок зниження інтенсивності відмов виробу приблизно в 3 рази, для чого необхідно полегшити режим і замінити менш надійні елементи. Надійність апаратури залежить від правильного спостереження і дотримання заданих умов експлуатації; від своєчасного і якісного проведення профілактичного огляду і ремонту. Високу надійність може мати та апаратура, при виробництві якої застосовується процес автоматизованого і механізованого виробничого процесу. В зв'язку з цим найбільшу надійність має РЕА, в якій застосовуються мікросхеми і мікрозборки.

1.6 Висновки до розділу 1

В основному розділі описано етапи проектування GPS приймача, а саме спроектовано схему структурну як основу подальшого проектування схеми електричної принципової. Задля вибору компонентної бази здійснено розрахунок вузлів схеми електричної принципової.

2 Охорона праці та безпека життєдіяльності

2.1 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин

Одним з найшкідливіших факторів, притаманних нашій цивілізації, є шум. Виробничий шум — це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і безпосередньо впливають на працездатність.

Джерелами шуму є: всі види транспорту, насоси, промислові об’єкти, пневматичні та електричні інструменти, верстати, будівельна техніка тощо. З шумом пов’язані деякі технологічні процеси — клепання, карбування, обрубка, вибивка лиття, штамповка, робота на ткацьких верстатах, випробування авіадвигунів тощо.

В останні роки шум став одним з небезпечних факторів зовнішнього середовища на виробництві. Це пов’язано з підвищенням потужності та продуктивності машин, їх повсюдним застосуванням на всіх ділянках і сферах виробництва. Про допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях свідчать дані табл. 2.1.

Вимірювання шуму на робочих місцях здійснюється шумовимірювачами та аналізаторами спектра шуму. Рівень шуму на робочих місцях потрібно контролювати не менше одного разу на рік. В умовах виробництва, як правило, мають місце шуми різної інтенсивності і спектри, які виникають унаслідок дії різноманітних механізмів, агрегатів та інших пристроїв.

Класи умов праці залежно від рівня шуму поділяються на допустимі, які відповідають ГДР згідно з Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6 037-99, шкідливі та небезпечні.

Шум несприятливо впливає на людину. У робітників, які мають справу з гуркотливими машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає.

Таблиця 2.1 - Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на постійних робочих місцях (ГОСТ 12.1.003-83)

Приміщення, робочі місця та робочі зони	Рівні звукового тиску (дБ) в смугах із середньогеометричними частотами (Гц)								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку ДБА
	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення програмістів обчислювальних машин	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях підприємств	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Проте тривалий шум впливає не лише на слух. Він робить людину нервовою, погіршує її самопочуття, знижує працездатність та швидкість руху, сповільнює розумовий процес. Усе це може спричинити аварію на виробництві.

Шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ — порушує слух, до 120 дБ — призводить до фізичного болю, який може бути нестерпним. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10—15 %. У зв’язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення.

Рекомендовані такі діапазони шуму для приміщень різних призначень: для сну та відпочинку — 30—40 дБ, для розумової праці —

45—55, для робітників цехів, гаражів, магазинів — 56—70, у службових приміщеннях касового вузла банку — 60, виробничих приміщеннях касового вузла — 75 дБ.

Найефективніший засіб боротьби із шумом — зниження його в джерелі створення. У першу чергу необхідно замінювати устаткування ударної дії на устаткування безударної дії. Так, ефективними є заміна клепання клепальними молотками на гідравлічне клепання чи зварювання, застосування прокладок великим внутрішнім тертям (гуми), поглинаючих коливальну енергію.

Зниження шуму можна досягти шляхом заміни металу іншими матеріалами — пресованим текстолітом, капроном та різними пластмасами. Боротьба із шумом тертя в джерелі його створення здійснюється головним чином за допомогою змащувальних матеріалів (наприклад, машинного масла при різанні та шліфуванні металу). Своєчасне змазування не тільки забезпечує безшумну роботу устаткування, а й зменшує зношення деталей, підвищує їх довговічність.

Важливе профілактичне значення мають організаційно-технічні заходи, такі як своєчасний ремонт, догляд та відповідне зберігання ручного механізованого інструмента. В тих випадках, коли зниження шуму в джерелі його створення не досягло потрібних результатів, слід застосовувати засоби зменшення шуму на шляху його поширення. Для цього рекомендується використовувати місцеву та загальну звукоізоляцію, шумовловлюючі екрани, поглинаючі фільтри, глушителі шуму. Загальна звукоізоляція досягається створенням загорож (стін, стель) із звукопоглинаючих матеріалів (цеглини, бетону, залізобетону). Місцева звукоізоляція здійснюється у вигляді боксів, де розміщують окремий агрегат чи технологічну лінію.

Застосовуються також різні конструкції звукоізолюючих кабін з цегли, бетону та інших будівельних матеріалів, завдяки яким можна забезпечити практично будь-яке необхідне зниження шуму.

Важливу роль у боротьбі з шумом відіграють архітектурно-будівельні і планувальні рішення при проектуванні та будівництві промислових споруд. Шумні цехи підприємств повинні бути сконцентровані в одному—двох місцях. Їх необхідно оточувати зеленою зоною для послаблення шуму. За зеленою зоною слід розташовувати цехи середньої шумності, за ними — безшумні цехи й адміністративні приміщення. Приміщення з джерелом шуму залежно від його інтенсивності слід розташовувати на відстані 100, 200 та 1000 м від безшумних приміщень.

Одним з важливих профілактичних засобів попередження стомлення при дії шуму є чергування періодів роботи і відпочинку. Відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність лише в тому випадку, якщо його тривалість та кількість відповідають умовам, в яких відбувається найефективніше відновлення нервових центрів. Важливе значення для осіб, зайнятих на роботах із шумом, має короткочасний відпочинок під час роботи, а також організоване дозвілля поза робочим часом.

Захист від високочастотного шуму забезпечують засоби індивідуального захисту (навушники, заглушки для вух та ін.). Працівники, які направляються у цехи з високим шумом, повинні обов’язково проходити медичні огляди, а під час праці для профілактики профзахворювань — профілактичні медичні огляди не менш одного разу на рік. Такі огляди допомагають своєчасно виявити зміни у стані здоров’я і запобігти профзахворюванню.

Захист від шуму регламентують такі документи: ГОСТ 12.1.003-83.

2.2 Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю

Організація оперативного реагування на НС полягає у поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування на НС, інформування, переведення органів управління і сил у вищі ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії і всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей в зоні НС.

Рисунок 2.1 – Алгоритм оперативного реагування на НС

Планування заходів реагування на НС. План реагування на надзвичайні ситуації розробляється для організації і здійснення взаємоузгодженого комплексу організаційних і практичних дій щодо проведення аварійно-

рятувальних робіт з ліквідації наслідків НС, забезпечення у разі загрози або виникнення НС оперативного реагування органів управління, сил та засобів функціональних і територіальних підсистем ЄДС, запобігання загибелі людей, зменшення матеріальних втрат, організації першочергового життєзабезпечення постраждалого населення та своєчасного надання йому допомоги.

Для забезпечення готовності до оперативного реагування на НС органами управління підсистем ЄДС усіх рівнів розробляються окремі плани реагування на найбільш імовірні для певної території, галузі, об'єкта НС, виходячи з прогнозованих даних та експертних оцінок.

План визначає організаційні і практичні заходи та порядок дій, терміни їх виконання, порядок роботи органів управління, сил і засобів, необхідні для цього фінансові, матеріальні та інші ресурси і відповідальних виконавців щодо реагування на НС, а також основні заходи організації та проведення робіт з ліквідації їх наслідків.

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано питання впливу шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин та організації управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю

Висновки

В процесі дипломного проектування описано етапи проектування GPS приймача.

Проаналізовано технічне завдання та обґрунтовано актуальність теми дипломного проекту.

На першому етапі проектування на підставі аналізу технічного завдання розроблено структурну схему GPS приймача

На другому етапі проектування GPS приймача розроблено його схему електричну принципову на основі схеми структурної.

На наступному етапі проектування на базі схеми електричної принципової та розрахунків її вузлів електричних було обґрунтовано вибір компонентної бази. Використовуючи пакет прикладних програм P-CAD розроблено друкований вузол GPS приймача і друковану плату за допомогою утиліти SPECTRA.

Список використаних джерел

1. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Эко-Трендз, 1997.

2. Громаков Ю.А., Северин А.В., Шевцов В.А. Технологии определения местоположения в GSM и UMTS: Учеб. пособие. — М.: Эко-Трендз, 2005. — 144 с: ил.

3. Макаров В.В. Организация сетей мобильной связи: Учебное пособие. – СПб.: СПб ГУТ, 1998. – 64 с.

4. Невдяев Л.М. Мобильная спутниковая связь: Справочник / МЦНТИ. – М., 1998.

5. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П., Иванцев Н.В. и др.; под ред. Шебшаевича В.С. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1993. — 408 с. — ISBN 5-256-00174-4

6. GPS модулі компанії µ-blox [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.wireless-e.ru/articles/modules/2005_1_54.php (дата звернення: 20.02.2021) – Назва з екрану

7. Модуль GPS 15 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.cezar.ua/product/Garmin-GPS-15 (дата звернення: 20.02.2021) – Назва з екрану

8. GPS: принципы работы системы и точность определения [Електронний ресурс] – Режим доступу: sts-51.ru/index.php/navigatsiya/materials- 100 about/73-fort-news3 (дата звернення: 19.05.2021) – Назва з екрану

9. Kostets'ka, Ya.M. (2015), Heodezychni prylady. Chastyna II. Elektronni heodezychni prylady [Geodetic instruments. Part II Electronic geodetic instruments], IZMN, L'viv, Ukraine

10. A-GPS [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/A-GPS (дата звернення: 19.05.2021) – Назва з екрану.

11. GPS: Global Positioning System (or Navstar Global Positioning System)" Wide Area Augmentation System (WAAS) Performance Standard, Section B.3, Abbreviations and Acronyms.

12. Navstar: GPS Satellite Network". SPACE.com. Archived from the original on February 17, 2013. Retrieved February 14, 2013.

13. GLOBAL POSITIONING SYSTEM: Updated Schedule Assessment Could Help Decision Makers Address Likely Delays Related to New Ground Control System" (PDF). US Government Accounting Office. May 2019.

14. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“____”_____2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «GPS приймач»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Дунець В.Л.___ _____
“____”_____2021р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Слюзар Р.С. _____
“____”_____2021р.

Тернопіль, 2021

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “GPS приймач”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-435 від “31”травня 2021р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Слюзар Р.С. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка GPS приймача, що включає в себе:

– розробка схемотехнічного рішення для даного GPS приймача;
– вибір компонентної бази розроблювального GPS приймача;
– розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи GPS приймача;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1 Тип приймача – 12 паралельних каналів L1 C/A код;

4.1.2 Точність визначення місцеположення – 5 м;

4.1.3 Повторне захоплення сигналу – через 1 сек;

4.1.4 Чутливість – 137-145дБм;

4.1.5 Протокол – NMEA-0183, версія 3.01 9600 бод, 8N1.

4.1.6 Напруга живлення – 12-15 В;

4.1.7 Можливість підключення до ПК – через Com-порт.

4.1.8 Кліматичні умови при експлуатації повинні бути наступними: температура навколишнього середовища від +10 до +35 °С (при нормальному значенні відносної вологості 80% при температурі 25 °С) атмосферний тиск 96.3 – 105.3 кПа (730 – 790 мм.рт.ст.).

4.1.9 Час встановлення робочого режиму повинен не перевищує 3 сек;

4.1.10 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:

- Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
- Температура навколишнього середовища від +10◦С до + 35◦С
- Відносна вологість повітря 80 % при t=25◦С

Примітка: габаритні розміри приладу уточняються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема GPS приймача;
- електрична принципова схема GPS приймача;
- друкована плата GPS приймача;
- друкований вузол GPS приймача.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів у схемі GPS приймача	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного GPS приймача	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист КР	
12	Захист КР	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатори		
	ECAP-GS «Cap Xon»		
	0805 «Phicom»		
C1,C2	0805 20пФ±5% 50В NPO	2	
C3-C9,C11	0805 0,1мкФ±5% 50В NPO	8	
C10, C12	ECAP-GS-10мкФ±20%-50В	2	
C13,C15	ECAP-GS-10мкФ±20%-50В	2	
C14	0805 0,1мкФ±5% 50В NPO	1	
C16	ECAP-GS-100мкФ±20%-50В	1	
	Мікросхеми		
DD1	PIC16F877	1	
DD2	К561КП1	1	
DA1	КР142ЕН5А	1	
DA2	MAX232A	1	
DA3	ADP3330	1	
U1	GPS LS-40CM	1	
	Світлодіод та індикатор		
H1	АЛ307Б (червоний) аА0.336.076ТУ/04	1	
HL1	DV-20400	1	
	Резистори		
	MF-12 «TOKEN»		
	СП5-2ВБ-0,5 ОЖО.468.5 61 ТУ		
R1-R8	MF-12-0.25-510Ом±1%	8	

					СРС 2.000.001 Е3		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розроб		Слюзар Р.С			GPS приймач	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					1	2
Н. Контр.		Марценюк А.			Перелік елементів	ТНТУ, гр. РАс-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						
Рецензент								

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R9-R11	MF-12-0.25-10кОм±1%	3	
R12,R15	MF-12-0.25-1кОм±1%	2	
R13,R14	MF-12-0.25-510Ом±1%	2	
R16,R23	MF-12-0.25-510Ом±1%	2	
R17	MF-12-0.25-10кОм±1%	1	
R18-R22	MF-12-0.25-2кОм±1%	5	
R24,R25	MF-12-0.25-100Ом±1%	2	
R26,R27	MF-12-0.25-8,2кОм±1%	2	
R28	MF-12-0.25-2,2кОм±1%	1	
R29,R33	MF-12-0.25-510Ом±1%	2	
R30	СП5-2ВБ-0,5	1	
R31	MF-12-0.25-1кОм±1%	1	
R32	MF-12-0.25-270Ом±1%	1	
R34	MF-12-0.25-300кОм±1%	1	
R35,R36	MF-12-0.25-470Ом±1%	2	
R37,R38	MF-12-0.25-1кОм±1%	2	
R39	MF-12-0.25-2кОм±1%	1	
	Стабілітрон		
VD1	КС133Г	1	
	Транзистор		
VT1-VT7	КТ315В	7	
	Перемикач		
SB1-SB6	ПКН-188А	6	
	Кварцевий резонатор		
ZQ1	РП-99	1	
ZQ2	HPA24AX	1	

Поз. познач.	*Найменування*	*Кіл.*	*Примітка*
	Роз'єми		
X1	XKS-1	1	
X2	XKS-4	1	
X3	DB9M	1	
X4	XKS-2	1	

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Документація		
			СРС 2.000.001 Е3	Схема електрична принципова		
А1			СРС 2.000.001 ПЕ3	Перелік елементів	1	
				Деталі		
А1		1	СРС 7.103.001	Плата друкована	1	
				Стандартні вироби		
				Інші вироби		
				Конденсатори		
				ECAP-GS «Cap Xon»		
				CC4 «Phicom»		
		2		CC4 20пФ±5% 50В NPO	2	C1,C2
		3		CC4 0,1мкФ±5% 50В NPO	8	C3-C9,C11
		4		ECAP-GS-10мкФ±20%-50В	2	C10, C12
		5		ECAP-GS-10мкФ±20%-50В	2	C13,C15
		6		CC4 0,1мкФ±5% 50В NPO	1	C14
		7		ECAP-GS-100мкФ±20%-50В	1	C16
				Мікросхеми		
		8		PIC16F877	1	DD1
		9		К561КП1	1	DD2
		10		КР142ЕН5А	1	DA1

					СРС 2.000.001			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб		Слюзар Р.С			Друкований вузла GPS приймача	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					1	3
Н. Контр.		Марценюк А.				ТНТУ, гр. РАс-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						
Рецензент					Специфікація			

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
		11		MAX232A	1	DA2
		12		ADP3330	1	DA3
		13		GPS LS-40CM	1	U1
				Світлодіод та індикатор		
		14		АЛ307Б (червоний)	1	H1
				аА0.336.076ТУ/04		
		15		DV-20400	1	HL1
				Резистори		
				MF-12 «TOKEN»		
				СП5-2ВБ ОЖО.468.5 61 ТУ		
		16		MF-12-0.25-510Ом±1%	8	R1-R8
		17		MF-12-0.25-10кОм±1%	3	R9-R11
		18		MF-12-0.25-1кОм±1%	2	R12,R15
		19		MF-12-0.25-510Ом±1%	2	R13,R14
		20		MF-12-0.25-510Ом±1%	2	R16,R23
		21		MF-12-0.25-10кОм±1%	1	R17
		22		MF-12-0.25-2кОм±1%	5	R18-R22
		23		MF-12-0.25-100Ом±1%	2	R24,R25
		24		MF-12-0.25-8,2кОм±1%	2	R26,R27
		25		MF-12-0.25-2,2кОм±1%	1	R28
		26		MF-12-0.25-510Ом±1%	2	R29,R33
		27		СП5-2ВБ-0,5	1	R30
		28		MF-12-0.25-1кОм±1%	1	R31
		29		MF-12-0.25-270Ом±1%	1	R32
		30		MF-12-0.25-300кОм±1%	1	R34
		31		MF-12-0.25-470Ом±1%	2	R35,R36
		32		MF-12-0.25-1кОм±1%	2	R37,R38
		33		MF-12-0.25-2кОм±1%	1	R39
				Стабілітрон		
		34		КС133Г	1	VD1

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Транзистор		
		35		КТ315В	7	VT1-VT7
				Перемикач		
		36		ПКН-188А	6	SB1-SB6
				Кварцевий резонатор		
		37		РП-99	1	ZQ1
		38		HPA24AX	1	ZQ2
				Роз'єми		
		39		XKS-1	1	X1
		40		XKS-4	1	X2
		41		DB9M	1	X3
		42		XKS-2	1	X4