

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

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
(повна назва факультету)

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

МАГІСТР

(назва освітнього ступеня)

на тему: МЕТОДИ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ РОЗРОБКИ БЛОКУ
КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СІМ-61
спеціальності _____

123 „Комп'ютерна інженерія“
(шифр і назва спеціальності)

[Підпис]
(підпис)

Олександр Х.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник

[Підпис]
(підпис)

Том С.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

[Підпис]
(підпис)

Людмила Н.С.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

[Підпис]
(підпис)

Олександр Г.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

[Підпис]
(підпис)

Станіслав А.А.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

« 1 » // 20 21 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Осадці Андрію Ярославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та комп'ютерні засоби розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени

Керівник роботи Тиси Євгенія Володимирівна, к.т.н., доц
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» жовтня 2021 року № 417-716

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.12.2021

3. Вихідні дані до роботи мова програмування C, протокол передачі даних в блоку керування та індикації дводзеркальної антени



4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, 1. Аналіз існуючих блоків керування та індикації дводзеркальних антен 2. Побудова моделі апаратної архітектури системи управління антеною 3. Проєктування та реалізація програмного забезпечення блоку керування та індикації дводзеркальної антени 4. Оцінка праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 5. Висновки

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

1. Вступ, 2. Зовнішній вигляд блоку керування та індикації 3. Загальна структурна схема системи керування наведенням антенної установки та супроводу космічних апаратів 4. UML діаграма для блоку керування та індикації дводзеркальними антенами 5. Зовнішній вигляд клавіатури 6. Схема блоку керування та індикації дводзеркальної антени 7. Блок-схеми алгоритмів передачі даних 8. Підсумки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Осухівська Г.М. Стадник І.Я.		

7. Дата видачі завдання 1.11.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел по темі кваліфікаційної роботи	1.11.2021 - 10.11.2021	Виконано
2	Побудова моделі аналітичної архітектури системи управління антенами	10.11.2021 - 22.11.2021	Виконано
3	Проектування та реалізація програмного забезпечення блоку керування та індикації аводзеркальній антени	22.11.2021 - 30.11.2021	Виконано
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.11.2021 - 10.12.2021	Виконано
5	Формування персональної записки	10.12.2021 - 12.12.2021	Виконано
6	Формування графічного матеріалу	12.12.2021 - 13.12.2021	Виконано
7	Попередній захист дипломної роботи магістра	14.12.2021	Виконано
8	Захист дипломної роботи магістра	22.12.2021	

Студент




(підпис)

Осадца А.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Тиш С.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та комп'ютеризовані засоби розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Осадца Андрій Ярославович // ТНТУ, Комп'ютерна інженерія, група СІм-61 // Тернопіль, 2021 // с. – 63, рис. – 28, табл. – 4, додат. – 1, бібліогр. – 14.

Ключові слова: БЛОК КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ, ПЕРЕДАЧА ДАНИХ, АЛГОРИТМ, CRC, ФУНКЦІЯ.

Кваліфікаційна роботи магістра присвячена дослідженню методам та комп'ютерним засобам розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени.

Проаналізовано сферу використання блоків керування та індикації дводзеркальними антенами, у результаті чого було зроблено висновок, що розробка даного пристрою є актуальною і потребує подальших досліджень та вдосконалення, оскільки існуючі блоки керування та індикації використовують застарілі компоненти та не можуть забезпечити необхідного спектру функціоналу. Проведено дослідження існуючих алгоритмів передачі даних, проаналізовано структуру формування пакету.

Спроектовано схему з'єднання між вибраними компонентами, завдяки чому було реалізовано архітектуру програмного забезпечення блоку керування та індикації.

На основі існуючих рішень та вимог до функціональності блоку керування та індикації було розроблено алгоритми функціонування блоку керування та індикації, відштовхуючись від них було реалізовано поставлені функціональні вимоги за допомогою засобів мови С.

Проведено тестування спроектованого пристрою, в результаті якого було перевірено безперебійність передачі даних та здатність системи адекватно реагувати на дії користувача.

ANOTATION

Methods and computer tools for a two-mirror antenna's control unit and indication development // Qualification work of the master // Osadtsa Andrii Yaroslavovych// TNTU, Computer engineering, CIm-61 group // Ternopil, 2021 // p. –63, pic. – 28, tabl. – 4, app. – 1, ref. – 14.

Key words: CONTROL UNITS AND INDICATIONS, DATA TRANSMISSION, ALGORITHM, CRC, FUNCTION.

The master's thesis is devoted to the study of methods and computer tools for the development of the control unit and indication of a two-mirror antenna.

The scope of control and indication units with two-mirror antennas was analyzed, as a result of which it was concluded that the development of this device is relevant and needs further research and improvement, as existing control and indication units use outdated components and can not provide the required range of functionality. The research of existing data transmission algorithms is carried out, the structure of packet formation is analyzed.

The connection scheme between the selected components was designed, thanks to which the software architecture of the control and display unit was implemented.

Based on the existing solutions and requirements for the functionality of the control and display unit, algorithms for the operation of the control and display unit were developed, based on them, the set functional requirements were implemented using the means of the C language.

The design of the designed device was tested, as a result of which the uninterrupted data transmission and the ability of the system to adequately respond to user actions were tested.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БЛОКІВ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНИХ АНТЕН.....	11
1.1 Аналіз сфери застосування блоків керування та індикації дводзеркальних антен	11
1.2 Аналіз існуючих рішень щодо побудови блоків керування антенами.....	13
1.3 Аналіз існуючих алгоритмів передачі даних.....	18
1.4 Висновки до розділу 1.....	22
РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА МОДЕЛІ АПАРАТНОЇ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АНТЕНАМИ	23
2.1 Проектування та формалізація архітектури системи на рівні апаратних компонентів.....	23
2.2 Вимоги до програмного забезпечення блоку керування та індикацій дводзеркальної антени	24
2.3 Проектування архітектури програмного забезпечення.....	26
2.4 Вибір компонентів	27
2.4.1 Мікроконтролер	27
2.4.2 Клавіатура.....	30
2.5. Проектування схеми блоку керування та індикації дводзеркальної антени	32
2.6 Висновки до розділу 2.....	33
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЙ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ	34
3.1 Програмна реалізація алгоритмів функціонування системи	34
3.2 Програмна реалізація інтерфейсу користувача	43
3.3 Тестування спроектованої системи.....	47
3.4 Висновки до розділу 3.....	48
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ... ..	49
4.1 Охорона праці.....	49

4.2 Оцінка стійкості роботи об'єкту економіки до впливу вражаючих факторів ядерної зброї.....	51
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТОК А. Тези конференцій.....	57

ВСТУП

Актуальність теми. Одним з ключових рушіїв прогресу людства є інформація. Одною з значних галузей в інформаційній сфері є технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), які активно розвиваються. Вони використовуються для отримання даних про різноманітні об'єкти, явища та процеси на земній поверхні, атмосфері і в земних глибинах. Ця технологія несе великий потенціал для економіки країн, що її розвивають. Для активного розвитку цю сферу необхідно розробити мережу технічних засобів прийому та обробки даних, основним засобом для цього є антенні станції, що приймають та обробляють дані з космічних апаратів.

Необхідність розробки блоку керування та індикації зумовлюється необхідністю покращення вже існуючих систем, які виконують такі ж функції, додавання більшої кількості функцій, покращення вже існуючих, розробки зручнішого, ширшого інтерфейсу користувача.

Існуючі блоки індикації та керування систем керування антен зазвичай використовують старіші та повільніші мікропроцесори, малі, чорно-білі дисплеї, неоптимізовані алгоритми роботи, що значною мірою впливає на швидкість їх роботи та зручність використання. У зв'язку з цим функціонал також є недостатнім, інтерфейс користувача складним і повільним, на дисплеї відображається невелика кількість інформації.

Для розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени надзвичайно важливим аспектом є передача даних. Оскільки при збої передачі даних наслідки можуть бути вагомими. Тому є доцільним розробка не громіздкого алгоритму передачі даних, що дає змогу виявляти помилки.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є аналіз та побудова методів та засобів, що використовуються при розробці блоку керування та індикації дводзеркальної антени.

Для цього були поставлені наступні задачі:

– аналіз існуючих блоків керування та індикації

- аналіз публікацій та досліджень на тему передачі даних;
- розробка алгоритмів роботи блоку керування та індикації;
- проектування архітектури програмного забезпечення для блоку керування та індикації;
- тестування блоку керування та індикації.

Об'єктом дослідження є процес розробки та вдосконалення існуючих рішень для блоків керування та індикації дводзеркальної антени.

Предмет дослідження: методи та комп'ютерні засоби розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени.

Методи дослідження. Щоб розв'язати поставлені задачі було використано наступні методи: аналіз – при дослідженні вже існуючих блоків керування та індикації дводзеркальних антен та алгоритмів передачі даних; програмування – при розробці алгоритмів програми, виражених у кодї мови С; тестування та вимірювання – при апробації запропонованих засобів та методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Дістали подальший розвиток методи та засоби роботи блоків керування та індикації дводзеркальними антенами, дістали подальший розвиток алгоритми прийому та передачі даних.

Практичне значення одержаних результатів. Розробка блоку керування та індикації дводзеркальної антени дає змогу збільшити зручність керуванням антенною системою, забезпечує безперебійну роботу.

Публікації. Результати дослідження апробовано на Х міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24 – 25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на ІХ науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8 – 9 грудня 2021 р.), як тези конференцій.

1. А.Я. Осадца, Є.В. Тиш. Методи та комп'ютеризовані засоби розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени. Матеріали Х міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі

сучасних технологій» (24 – 25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. с. 110.

2. А.Я. Осадца, Є.В. Тиш. Алгоритми та комп'ютеризовані засоби передачі даних в блоці керування та індикації дводзеркальної антени. Матеріали ІХ науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8 – 9 грудня 2021 року). Тернопіль: ТНТУ. 2021. с. 121.

Структура роботи. Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 51 аркуш формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БЛОКІВ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНИХ АНТЕН

1.1 Аналіз сфери застосування блоків керування та індикації дводзеркальних антен

Активний розвиток космічної індустрії, та поступове розширення напрямку застосування з виключного військового та академічного на виробниче, екологічне та комерційне обумовлює необхідність розвитку загальнодоступної інфраструктури у цьому напрямку.

Останнім часом, одним із напрямів космічної індустрії, що активно розвивається, є розробка та вдосконалення систем глобального моніторингу Землі з використанням низькоорбітальних космічних апаратів, про що свідчить збільшення кількості інвестицій в цю галузь і запровадження різноманітних комерційних програм передовими країнами світу.

Одним з ключових елементів розвитку цієї галузі є систем керування керування двоохвісним азимутально-кутомісним опорно-поворотним пристроєм дводзеркальної антени типу «Касегрена», антеною. В цьому випадку під системою керування мається на увазі — систематизований набір засобів впливу на підконтрольний об'єкт для досягнення цим об'єктом певної мети. Головним об'єктом системи керування є двохосьова антена, яка складатися з інших об'єктів, таких як кінцевики та датчики кута місця, азимута, які мають постійну структуру взаємозв'язків.

Актуальність даної теми зумовлюється необхідністю покращення вже існуючих систем керування антенами, додання більшої кількості функцій, покращення вже існуючих, розробки зручнішого інтерфейсу користувача.

Складність приймання інформації від супутників заключається в необхідності керування великими антенами, вага яких сягає кілька десятків тон. Для цього слід забезпечити змінні кутові швидкості, точність наведення променя антени на

спутник, супровід супутника з відхиленням що вимірюється в кутових мінутах. Часто окрім проектування конструкцій для антен, виникає необхідність в оновленні вже існуючих комплексів. Це відбувається завдяки оновленню застарілих компонентів та програмного забезпечення. Тому вимоги до конструктивних параметрів антен та алгоритмів роботи систем керування стоять високі.

Останнім часом стабільно відбувається зростання кількості супутників, які мають змогу здійснювати зондування земної поверхні з високими технічними характеристиками та передають її споживачам. Цей факт вказує на великий потенціал цих технологій. Інформація про землю отримана за допомогою ДЗЗ вже не є чимось екзотичним, і грають велику роль при оцінці ситуацій та прийнятті рішень.

Відповідно попит на інформацію яка отримується з використанням ДЗЗ буде зростати, це обумовлюється, в першу чергу, появою масових споживачів цієї інформації (держави, комерційні установи, наукові і навчальні заклади, невеликі колективи дослідників), а також наявністю персональної обчислювальної техніки та розвитку геоінформаційних систем, основним джерелом вихідних даних для яких є інформація, яку надає ДЗЗ [5].

Касегрена в основному використовуються для бездротових систем зв'язку типу "точка-точка". Ці антени також використовуються для радарів і систем супутникового зв'язку. Популярність антени Касегрена заснована на економічному розрахунку, за яким при діаметрі основного дзеркала рефлектора більше ніж 100 довжин хвилями, антени Касегрена більш рентабельне виробництво, ніж багато інших типів антен. Проектування антени Касегрена включає в себе основне параболічне дзеркало і гіперболічне допоміжне дзеркало. один з подвійних фокусів гіперболи знаходиться в центрі всієї системи і знаходиться в центрі випромінювача, інший фокус параболі. важливою перевагою Касегрена антени малі габарити і значні допуски по розміщенню випромінювача, що сприяє появі різних конструкцій антен.

Повну систему можна розділити на дві частини. Перша відповідає за контроль стану антени. Інша складається з фізичної будови антени, захисних датчиків, світлодіодів для відображення стану системи та всіх пристроїв, що використовуються при зв'язку між частиною управління та антеною. Перша контролює положення двох

осей антени, щоб слідувати заздалегідь визначеній траєкторії під час супутникового відстеження. З іншого боку, друга частина перетворює сигнали в дії (активація двигунів, світлодіодів, реле тощо).

Найпоширенішими сферами застосування технологій ДЗЗ є:

- сільське, лісове господарства;
- геологія, екологія;
- наукові дослідження;
- розвиток міської інфраструктури;
- надзвичайні ситуації, воєнна сфера.

З економічних досліджень можна зробити висновок, що завдяки швидкості та масштабності досліджень з мінімальною участю персоналу, витрати на проведення робіт значно нижчі, ніж при використанні традиційних методів дослідження таких як: експедиції, польові роботи, аерофотознімання.

Для забезпечення надійного, загальнодоступного прийому даних з супутників, необхідно забезпечити вирішення проблеми створення надійних, точних, динамічних антенних систем, які мають змогу супроводжувати космічні апарати і приймати від них інформацію. Створення більшої кількості таких установок може значно змінити роботу сфер, що пов'язані з інформаційними технологіями [6].

1.2 Аналіз існуючих рішень щодо побудови блоків керування антенами

Блок індикації та керування призначений для керування опорно-поворотним пристроєм антенної системи в ручному режимі та відображення: позиції давачів кутового положення азимутальної і кутомісної осей; стану давачів кінцевого положення кожної з осей керування. Загальний вигляд блоку керування та індикації зображений на рис. 1.1.

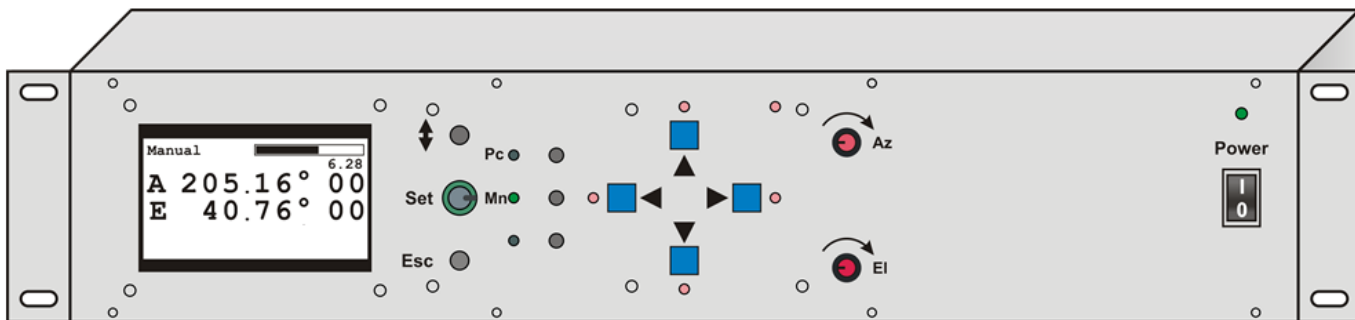


Рис. 1.1. Зовнішній вигляд блоку керування та індикації

Керування антенною системою здійснюється за допомогою органів ручного керування, що розташовані на лицевій стороні блоку керування та індикації з використанням графічної індикації для контролю стану і кутового положення антенної системи. Світлодіодні індикатори відображають вибраний режим роботи та стан кінцевих датчиків положення. Призначення органів керування приведено на рис. 1.2 та у табл. 1.1. [14].

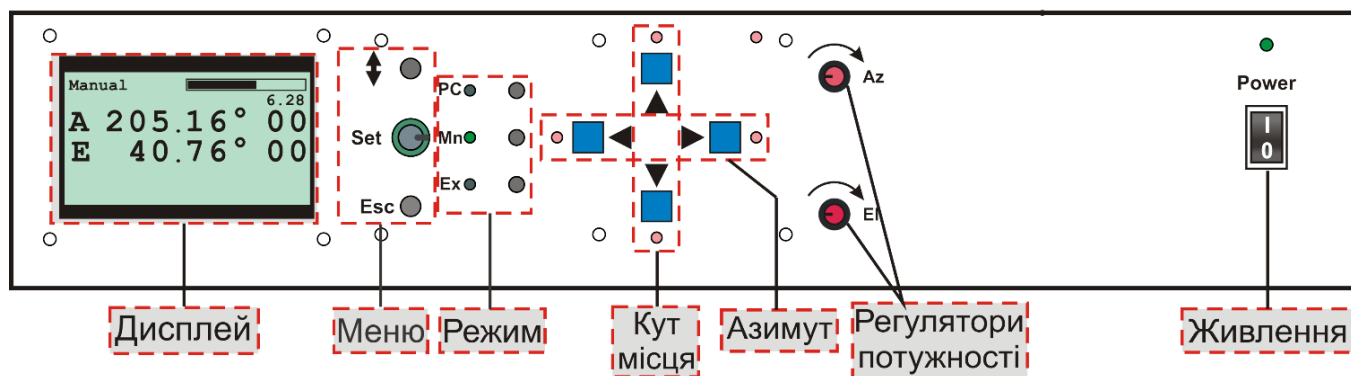


Рис. 1.2. Елементи керування та індикації блоку керування та індикації

Органи ручного керування дозволяють в ручному режимі керувати положенням осей антени і працюють незалежно від команд з ПЕОМ.

Таблиця 1.1.


Органи ручного керування блоку керування та індикації

Орган керування	Призначення
Режим	Дозволяє переключати режим роботи системи керування. Поточний режим роботи індикуюється світлодіодом. Передбачені такі режими роботи: РС – керування від ПЕОМ; Мп – ручне керування; Ех – екстремальний автомат (автосупровід).
Регулятори потужності	В ручному режимі роботи дозволяють плавно задавати швидкість руху для осі азимуту та кута місця.
Кут місця, (Азимут)	Світлодіоди індикують спрацювання відповідно верхнього (лівого) або нижнього (правого) кінцевого вимикача. Мигання світлодіода означає спрацювання програмного, а неперервне світіння – апаратного кінцевого вимикача.

Органи керування меню (табл. 1.2.) дають доступ до додаткових функцій системи (наприклад вихід на точку, прив'язка давачів, налаштування екстремального автомату, тощо) [13].

Таблиця 1.2.

Органи керування меню

Елемент керування	Призначення	Примітки
Дисплей	Відображає поточний діалог.	
Кнопка 	Переключає активне поле вводу. Переключає активний пункт меню.	Активний елемент відображається інверсним шрифтом.

Продовж. табл. 1.2.

Ручка Set	Переключає активний пункт меню. Змінює значення активного поля вводу.	Ручка Set суміщена з кнопкою Set.
Кнопка Set	Виконує активний пункт меню. Закриває діалог та підтверджує внесені зміни.	Кнопка Set суміщена з ручкою Set.
Кнопка Esc	Повертається до меню попереднього рівня. Закриває діалог без внесення жодних змін. Скасовує вибрану дію.	

Головний екран призначений для відображення поточного стану антени та активізується зразу ж після ввімкнення системи керування (рис. 1.3.).


Manual  5.12
A 195.16° ▶75
E 42.76° ▲70

Рис. 1.3. Головний екран

Головне меню надає доступ до додаткових функцій антенної системи. Вибраний пункт меню відображається інверсним шрифтом.

Меню організоване в ієрархічну структуру. Зліва від назви відображається порядковий номер та символ типу пункту меню. Символ ">" означає, що пункт містить підменю. Символ "*" означає, що пункт безпосередньо виконує певну дію.

Частина пунктів прихована в режимі оператора. Щоб відобразити їх, слід ввімкнути систему в сервісному режимі.

Drive to – вихід на точку. Призначений для переміщення ОПП антени на задану координату (азимут, кут місця) Set encoder – прив'язка давача кута. Встановлює поточне положення та напрямок відліку відповідного давача кута.

Soft limits – встановлення програмних кінцевиків. Встановлює програмні кінцевики.

Max speed – максимальна швидкість. Встановлює максимальну швидкість руху по осях азимуту, кута місця та поляризації відповідно. Значення швидкості по Азимуту і Куту місця задається у відносних одиницях від максимального значення (%). Значення швидкості приводу осі поляризації задається в % від максимальної. Діапазон швидкості по Азимуту і Куту місця задається в межах від 0 до 99 %.

EA:Common – загальні налаштування екстремального автомату. Дозволяє змінювати загальні налаштування екстремального автомату.

Extremal – налаштування екстремального автомату для осі. Дозволяє змінювати параметри для осі азимута чи кута місця.

Info – інформація про систему. Відображає службову інформацію про систему.

Для захисту від випадкової зміни налаштувань передбачено запуск системи в режимі оператора та сервісному режимі. В режимі оператора недоступні діалоги зміни налаштувань датчиків кута, програмних кінцевиків та екстремального автомату. Цей режим активізується при звичайному ввімкненні системи. В сервісному режимі доступні всі діалоги. Щоб запустити систему в сервісному режимі слід під час ввімкнення утримувати натиснутими кнопки \updownarrow та Esc [11].

На задній панелі розміщені роз'єми живлення та інформаційні роз'єми. Задня панель зображена на рис. 1.4.

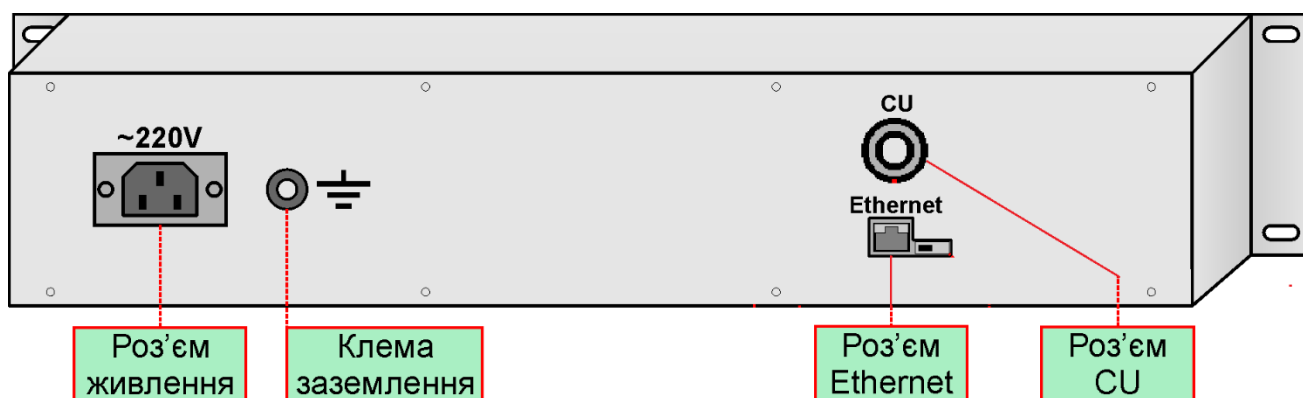


Рис. 1.4. Задня панель пульта керування

Пульт керування живиться від однофазної мережі напругою 220В $\pm 15\%$ та частотою 50-60Гц.

Роз'єм CU використовується для приєднання контролера приводу антени.

Роз'єм Ethernet використовується для приєднання керуючої ПЕОМ через мережу Ethernet. Справа від роз'єму Ethernet розміщений перемикач інтерфейсу [12].

1.3 Аналіз існуючих алгоритмів передачі даних

SLIP (UNIX™ Serial Link Interface Protocol) – це простий протокол, для зв'язку через послідовні порти та маршрутизатори. Вони забезпечують зв'язок між пристроями, які були налаштовані на прямий зв'язок один з одним. Передача даних виконується в двійковому вигляді, тобто використовуються всі можливі значення байта (00h ... FFh). Для передачі службової інформації зарезервовані два коди: FEND (Frame End), який має значення C0h і FESC(Frame Escape), який приймає значення DBh. Керуючий код FEND служить для позначення початку посилки, а код FESC служить для передачі ESC-послідовностей. Якщо в потоці даних зустрічаються байти, значення яких збігаються з керуючими кодами, відбувається підміна цих байт ESC-послідовностями. Такий механізм називають стафінгом (stuffing). Код FEND замінюється послідовністю <FESC>, <TFEND>, а код FESC – послідовністю <FESC>, <TFESC>, де TFEND(Transposed FEND) приймає значення DCh, а TFESC(Transposed FESC) приймає значення DDh. Коди TFEND і TFESC є керуючими тільки в ESC-послідовності, тому при передачі даних вони заміни не потребують.

Перед відправкою всі сформовані пакети кодується з використанням процедури байт-стафінгу. В даній версії документу використовується алгоритм, реалізований в протоколі SLIP. В кінці кожного SLIP пакету міститься унікальний маркер END (0xC0). Це дозволяє однозначно ідентифікувати початок та закінчення пакету і, на основі цих даних, визначити його розмір. Якщо в потоці даних (пакету) зустрічається байт, який рівний 0xC0, то він буде замінений послідовністю двох байт 0xDB 0xDC. Байт 0xDB є ESC символом. Він, в свою чергу, в потоці даних замінюється послідовністю.

Структура пакету описана в табл. 1.3

Таблиця 1.3.

Структура пакету SLIP

FEND	CMD	Data1	...	DataN	FEND
------	-----	-------	-----	-------	------

Розмір всіх полів пакету, крім поля “Data”, строго визначений. Послідовність полів змінюватися не може.

Керуючий код FEND (C0h) позначає початок пакету. Завдяки процесу Стаффінгу, цей код більше ніде в потоці даних не зустрічається, що дозволяє в будь-якій ситуації визначати початок пакета.

Якщо виникає необхідність передати значення адреси 40h або 5Bh (байт що передається у цьому випадку буде мати значення C0h або DBh), то робиться стафінг, тобто передана ESC-послідовності. Тому слід взяти до уваги, що пристрої з такими адресами вимагають довжину пакету більшу на один байт. Це може бути замінено в випадках, коли використовуються короткі пакети. У таких випадках слід уникати призначення пристроям цих адрес.

Код команди CMD вказує на код команди, яку потрібно виконати отримувачеві. В залежності від даного значення буде інтерпретуватися поле “Data”. Всі коди команд наведені у відповідному розділі.

Байти даних Data1...DataN можуть мати будь-яке значення, крім FEND (C0h) і FESC (DBh). Якщо виникає необхідність передати одне з цих значень, то проводиться стафінг, тобто передача ESC-послідовності, що складається з керуючого коду FESC і коду TFEND (TFESC).

Наступний протокол що розглядатися – WAKE. Цей протокол базується на протоколі SLIP тому всі основні характеристики в них не відрізняються.

Структура пакету WAKE (табл. 1.4.) наступна: пакет завжди починається керуючим кодом FEND (C0h). Після нього йде необов'язковий байт адреси, після якого йде байт команди. За ним слідує байт кількості даних і байти даних. Завершує пакет необов'язковий байт контрольної суми CRC-8.

Таблиця 1.4.

Структура пакету WAKE

FEND	ADDR	CMD	N	Data1	...	DataN	CRC
------	------	-----	---	-------	-----	-------	-----

Керуючий код FEND тотожний керуючому коду протоколу SLIP.

Байт адреси ADDR використовується для адресації окремих пристроїв. На практиці поширена ситуація, коли управління здійснюється тільки одним пристроєм. В такому випадку байт адреси не потрібно, і його можна не передавати. Замість нього відразу за кодом FEND передається байт команди CMD. Для того, щоб можна було встановити, адресою чи командою є другий байт пакету, введені деякі обмеження. Для адресації використовується 7 біт, а старший біт, який подається із адресою, повинен завжди бути встановлений:

Іноді виникає необхідність передати якусь команду або дані відразу всім пристроїв. Для цього передбачено колективний виклик (broadcast), який здійснюється шляхом передачі нульової адреси, враховуючи одиничний старший біт, в цьому випадку байт що передається має значення 80h. Потрібно відзначити, що передача в пакеті нульової адреси повністю аналогічна передачі пакета без адреси. Тому при реалізації протоколу можна автоматично виключати нульову адресу з пакета. З огляду на розрядність адреси і одну зарезервовану адресу для колективного виклику, максимальну кількість адресованих пристроїв становить 127.

Якщо виникає необхідність передати значення адреси 40h або 5Bh, байт що передається у цьому випадку буде мати значення C0h або DBh, це робиться стафінг, тобто передана ESC-послідовності. Тому слід взяти до уваги, що пристрої з такими адресами вимагають довжину пакету більшу на один байт. Це може бути замінено в випадках, коли використовуються короткі пакети. У таких випадках слід уникати призначення пристроям цих адрес.

Байт команди CMD завжди має мати нульовий старший біт. Таким чином, код команди займає 7 біт, що дозволяє передавати до 128 різних команд. Коди команд вибираються довільно в залежності від потреб додатка.

Оскільки код команди завжди має нульовий старший біт, цей код ніколи не збігається з керуючими кодами. Тому при передачі команди стаффінг ніколи не проводиться.

Байт кількості даних N має значення, що дорівнює кількості байт даних що передаються. Таким чином, код кількості даних займає 8 біт, в результаті один пакет може містити до 255 байт даних. Значення N не враховує службові байти пакета FEND, ADDR, CMD, N і CRC. В результаті стаффіngu фактична довжина пакета може зрости. Значення N не враховує цей факт і відображає кількість корисних байт даних, тобто значення N завжди таке, наче стаффінг не проводився. Якщо передана команда не має параметрів, то передається $N = 00h$ і байти даних опускаються.

Якщо виникає необхідність передати значення N , рівне $C0h$ або DBh , то проводиться стаффінг, тобто передача ESC-послідовності. Однак при таких великих значеннях N довжина пакета настільки велика, що його подовження ще на один байт практично непомітно.

Байти даних $Data1...DataN$, кількість яких визначається значенням N . При $N = 00h$ байти даних відсутні. Стаффінг проводиться за таким же принципом як у протоколі SLIP [8].

Байт контрольної суми CRC-8. Може бути відсутнім в деяких реалізаціях протоколу. Контрольна сума CRC-8 розраховується перед операцією стаффіngu для всього пакету, починаючи з байта FEND і закінчуючи останнім байтом даних. Якщо в пакеті передається адреса, то при обчисленні контрольної суми використовується його справжнє значення, тобто одиничний старший біт не враховується. Для розрахунку контрольної суми використовується формула:

$$CRC = X8 + X5 + X4 + 1 \quad (1.1)$$

Значення CRC перед обчисленням ініціалізується числом DEh . При передачі значення байта контрольної суми $C0h$ і DBh замінюються ESC-послідовностями.

1.4 Висновки до розділу 1

Отже, в першому розділі було розглянуто вже існуючі блоки керування та індикації дводзеркальними антенами сферу їх використання, алгоритми передачі даних, описано зовнішній вигляд, принцип роботи, обґрунтовано актуальність сфери застосування. Основуючись на інформації, яку було отримано під час проведення досліджень можна надати рекомендації по розробці блоку керування та індикації антеною з кращим інтерфейсом користувача та алгоритмом передачі даних. Що має на меті збільшити зручність користування, а також надійність передачі даних.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА МОДЕЛІ АПАРАТНОЇ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АНТЕНАМИ

2.1 Проектування та формалізація архітектури системи на рівні апаратних компонентів

Система керування антеною має розподілену структуру (рис. 2.1.) – силові виконавчі механізми та датчика з'єднані з блоком управління електроприводом, який в свою чергу з'єднаний з блоком керування та індикації. Який розміщений в окремому блоці з органами ручного керування і може монтуватися у монтажну стійку.

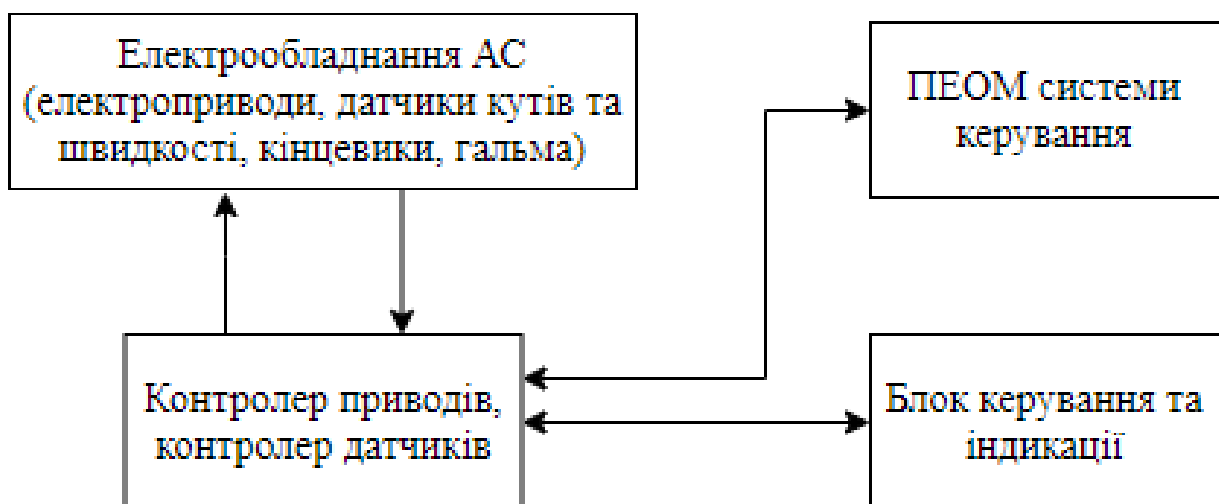


Рис. 2.1. Загальна структурна схема системи керування наведенням антенної установки та супроводу космічних апаратів

Провівши аналіз існуючих блоків керування та індикації, які розглядалися у першому розділі, було спроектовано архітектуру системи (рис 2.2.), її основними компонентами мають бути: клавіатура – для введення даних та навігації по інтерфейсу користувача, мікроконтролер з дисплеєм – для опрацювання даних, відображення інтерфейсу користувача.

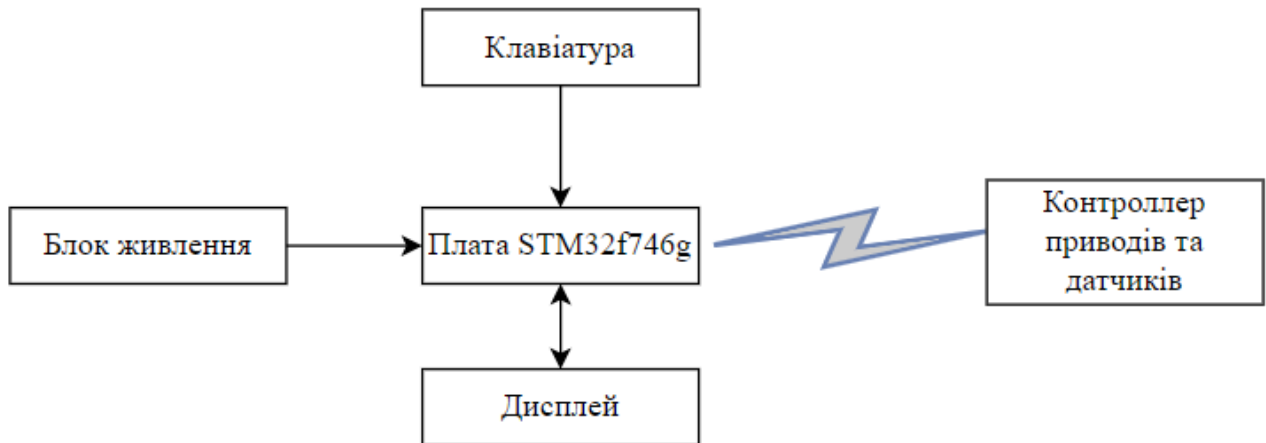


Рис. 2.2. Запропонована архітектура блоку керування та індикації дводзеркальної антени

Отже для реалізації блоку керування та індикації необхідно обґрунтувати вибір клавіатури, яка б дозволяла вільно використовувати інтерфейс користувача. Для цього пропонується використовувати клавіатуру, що зроблена на замовлення.

Крім цього, необхідно вибрати мікроконтролер з дисплеєм і тачскріном, який повинен відобразити інтерфейс користувача, надавати можливість вводити дані, займатися опрацюванням даних, відправкою пакетів даних.

Запропонована архітектура блоку керування та індикації надає можливість використовувати взаємодіяти з інтерфейсом користувача як з використанням клавіатури так і використовуючи тачскрін.

2.2 Вимоги до програмного забезпечення блоку керування та індикацій дводзеркальної антени

Інтерфейс користувача повинен бути розроблений з використанням оуперсорсної бібліотеки, для можливості в подальшому перероблення її під свої потреби. Він повинен бути витриманий в строгих і м'яких тонах. Використовувати переважно синьо-блакитні та білі відтінки чи темно-синіх та чорних тонах. Також необхідно забезпечити можливість виконання всіх функцій, використовуючи як клавіатуру, так і тачскрін.

Необхідно реалізувати передачу даних між блоком індикації та перевірку на коректність отриманих даних.

До основних функцій, які має виконувати система входять такі пункти:

- відображення актуального часу у всіх меню;
- відображення помилок та попереджень;
- відображення швидкості та напрямку руху по кожній з осей;
- відображення поточних позицій кожної з осей;
- можливість ручного керування антеною;
- можливість задавати програмні кінцевики для позицій та швидкості руху по осях;
- забезпечити можливість автоматичного супроводу в режимі екстремального автомату;
- забезпечити можливість змінювати контрастність екрану та можливість інверсного відображення інформації;
- можливість переглядати інформацію про систему.

У загальному випадку для кращого розуміння вимог блоку керування та індикації доцільно зобразити з використанням UML діаграм, як показано на рис. 2.3.

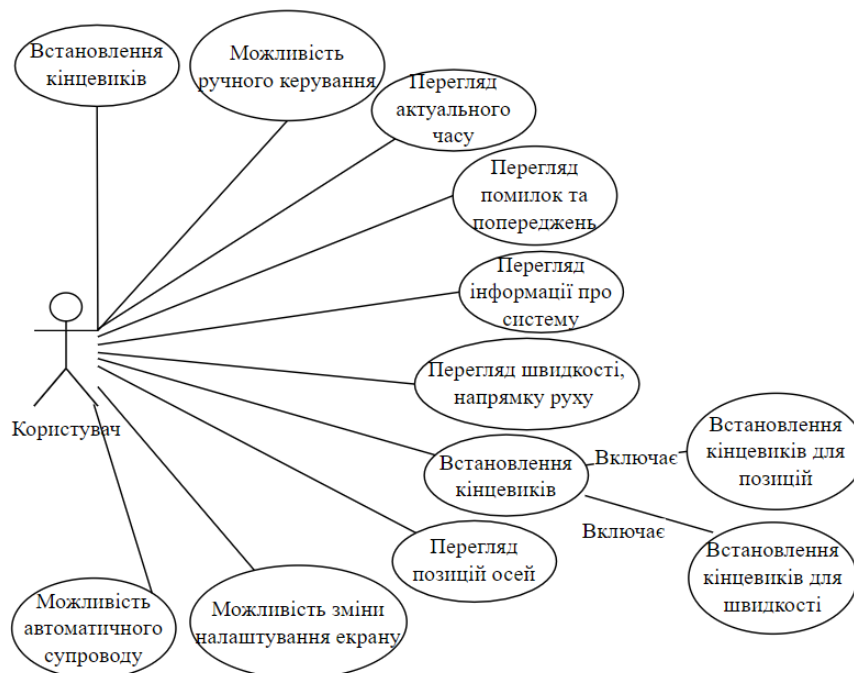


Рис. 2.3. UML діаграми для блоку керування та індикації дводзеркальними антенами

Базуючись на перерахованих вище вимогах можна спроектувати архітектуру блоку керування та індикації.

2.3 Проектування архітектури програмного забезпечення

Для проектування архітектури програмного забезпечення блоку керування та індикації доцільно використати представлення програмних компонентів з використанням функцій (рис 2.4.).

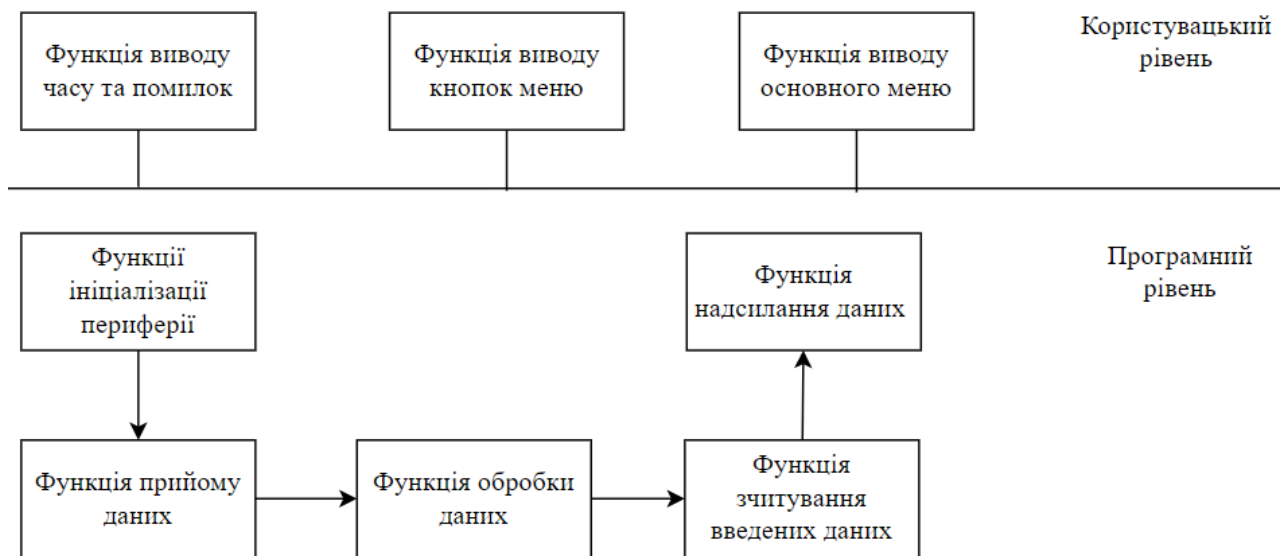


Рис. 2.4. Архітектура програмного забезпечення блоку керування та індикації

Функції користувачького рівня працюють незалежно одна від одної і оновлюють інформацію блоку за який відповідають за необхідності.

Функції ініціалізації периферійних пристроїв є вбудованими діагностичним функціями і надають змогу визначати працездатність системи, ініціалізація проводиться дільки при запуску системи. Далі керування передається функції прийому даних, яка передає дані функціям виводу на екран.

Ця програма написана відштовхуючись від принципів роботи FreeRTOS. FreeRTOS - багатозадачна мультиплатформенна операційна система реального часу з відкритим вихідним кодом для вбудованих систем, основною функцією яких є своєчасність обробки даних і забезпечення інтерфейсу до ресурсів критичних за часом систем реального часу.

Наріжним каменем будь-якої RTOS є завдання. Завдання виглядає як функція яка повторює нескінченний цикл що виконує будь-яку відносно просту функцію. Це може бути наприклад програма яка тільки опитує кнопки і виноує відповідні їм функції.

Якщо в класичному стилі програмування нескінченні цикли при використанні безкінечних циклів вся програма може зависнути, то в випадку RTOS це нормально. Вона буде працювати за рахунок диспетчера. Який по перериванню таймера буде переривати на кожному тіку кожен задачу і віддавати наступній. Тобто завдання будуть працювати самі по собі, але частинами, по черзі.

Сам же диспетчер буде слідкувати за тим, щоб у кожного завдання все зберігалось і запам'ятовувалося: поточний стан, стек, змінні, регістри і з точки зору завдання нічого не відбувалося. Від самого завдання ж вимагається тільки відповідати ряду правил, наприклад, не лізти без попиту куди не просять. Оскільки невідомо що там може бути. А в цілому вона може бути досить самодостатньою.

Спочатку завдання не ініціалізоване. Тобто завдання як такого немає, є лише кусок коду, який знаходиться у флеш пам'яті в скомпільованому вигляді і ми знаємо його адресу і знаємо, що це наше завдання. В цьому випадку воно займає тільки місце на флеш пам'яті [3].

2.4 Вибір компонентів

2.4.1 Мікроконтролер

Для відображення інтерфейсу користувача, опрацювання та передачі даних пропонується використати мікроконтролер STM32F746G DISCOVERY який має дисплей з тачскріном.

Основними характеристиками мікроконтроллера STM32F746G DISCOVERY є:

- базовий мікроконтролер STM32F746NGH6 з 1 Мбайт FLASH та 340 кбайт SRAM пам'яті в корпусі BGA-216

- вбудований програматор ST-LINK/V2-1 за допомогою функції ренумерації USB пристроїв
- 4.3 дюймовий графічний TFT дисплей з роздільною здатністю 480×272 з ємнісним сенсорним екраном
- 128 Мбіт Quad-SPI Flash
- 128 Мбіт SDRAM (64 Мбіт доступні користувачеві)
- Роз'єм карт пам'яті MicroSD
- Порт Ethernet відповідний специфікації IEEE-802.3-2002

На рис. 2.5. наведено схему виводів типу Arduino UNO мікроконтролера STM32F746G DISCOVERY

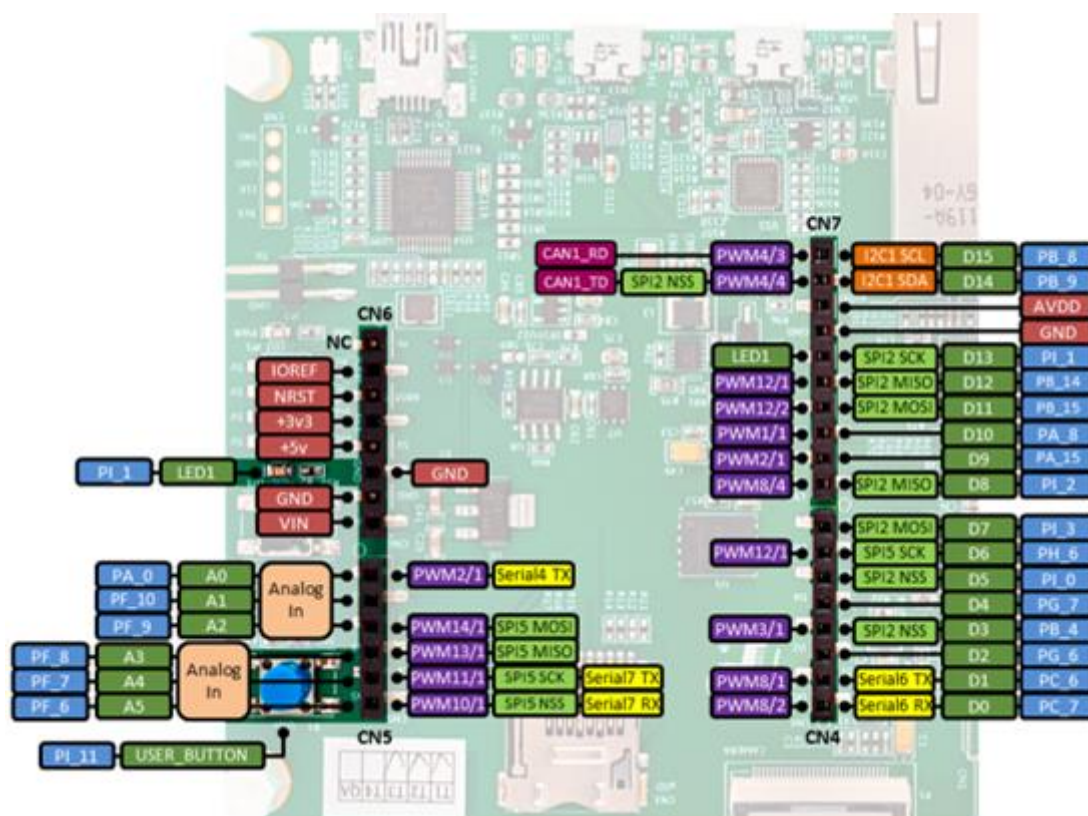


Рис. 2.5. Схема виводів типу Arduino UNO мікроконтролера STM32F746G DISCOVERY

Широкий спектр апаратних функцій на платі надає змогу користувачам використовувати різноманітні периферійні пристрої (USB OTG HS і FS, 10/100-Mbit

Ethernet, карта microSD™, USART, SDRAM, флеш-пам'ять Quad-SPI, кольоровий LCD-TFT 4,3" з ємнісною мультисенсорною панеллю, вхід SPDIF RCA та інші). Роз'єми ARDUINO Uno дозволяють легко підключати іншу периферію екрани або дочірню плату для конкретних додатків користувачів. Інтегрований ST-LINK/V2-1 забезпечує вбудований програматор для STM32.

Відповідно до специфічних характеристик апаратного забезпечення кожного порту вводу-виводу, кожен біт порту портів вводу-виводу загального призначення може бути індивідуально налаштований програмним забезпеченням у різних режимах таких як: плаваючий вхід, input pull-up, input-pull-down, аналоговий, вихід з відкритим стоком з можливістю pull-up чи pull-down, вихідний push-pull з можливістю pull-up чи pull-down, альтернативна функція push-pull з можливістю pull-up чи pull-down, альтернативна функція open-drain з можливістю pull-up чи pull-down.

Кожен біт порту вводу-виводу вільно програмується, однак доступ до регістрів порту вводу-виводу має здійснюватися як 32-розрядні слова, напівслова або байти.

Прямий доступ до пам'яті (DMA) використовується для забезпечення високошвидкісної передачі даних між периферійними пристроями та пам'яттю, що є важливим аспектом при розробці блоку керування та індикації. Використовуючи DMA можна швидко переміщувати дані при цьому не використовуючи центральний процесор. Це зберігає ресурси центрального процесора вільними для інших операцій.

Контролер DMA поєднує подвійну архітектуру головної шини АНВ з FIFO для оптимізації пропускну здатності системи, яка зображена на рис. 2.6.

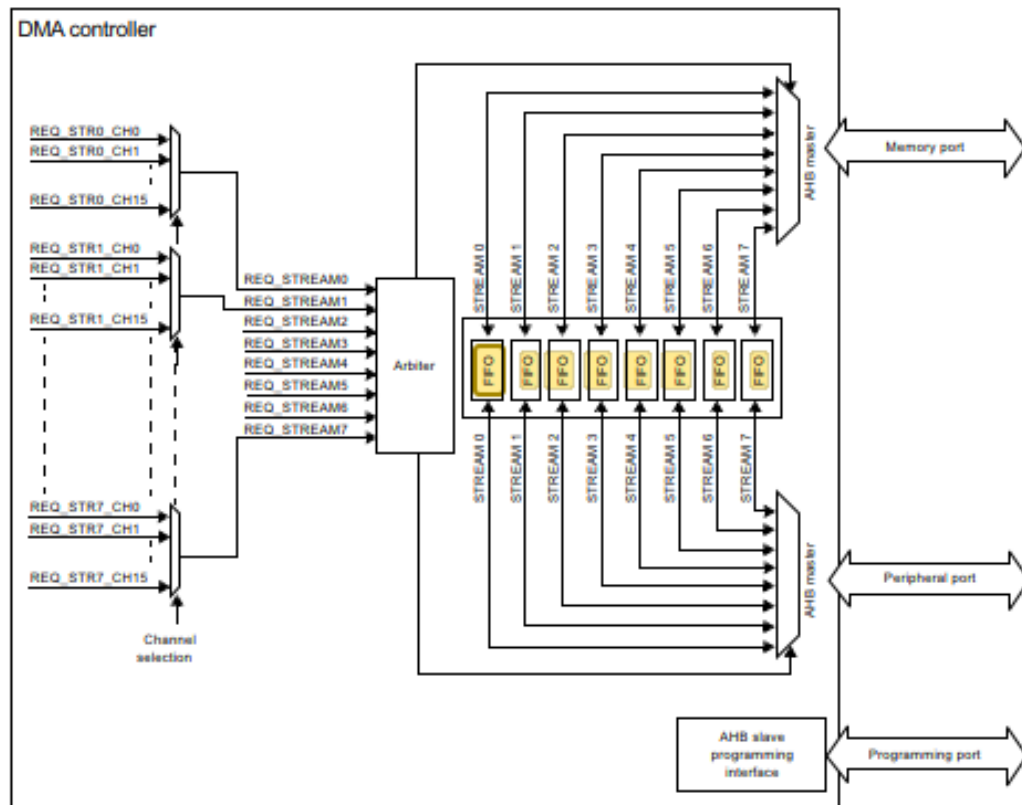


Рис. 2.6 Схема роботи DMA

2.4.2 Клавіатура

Оскільки жодна з стандартних клавіатур не задовільняє потреб, які ставить розробка блоку керування та індикації було прийнято рішення замовити унікальну клавіатуру, яка буде відповідати всім вимогам. Найоптимальнішим рішенням є замовлення мембранної клавіатури у зв'язку з відносною простотою виготовлення та естетичним виглядом. Цей тип клавіатури складається з трьох шарів; два з них є мембранними шарами, що містять провідні сліди. Центральний шар є «прокладкою», що містить отвори скрізь, де існує «ключ». Він тримає два інших шари розділеними. На рис. 2.7 зображено зовнішній вигляд та призначення елементів клавіатури, яку було замовлено.

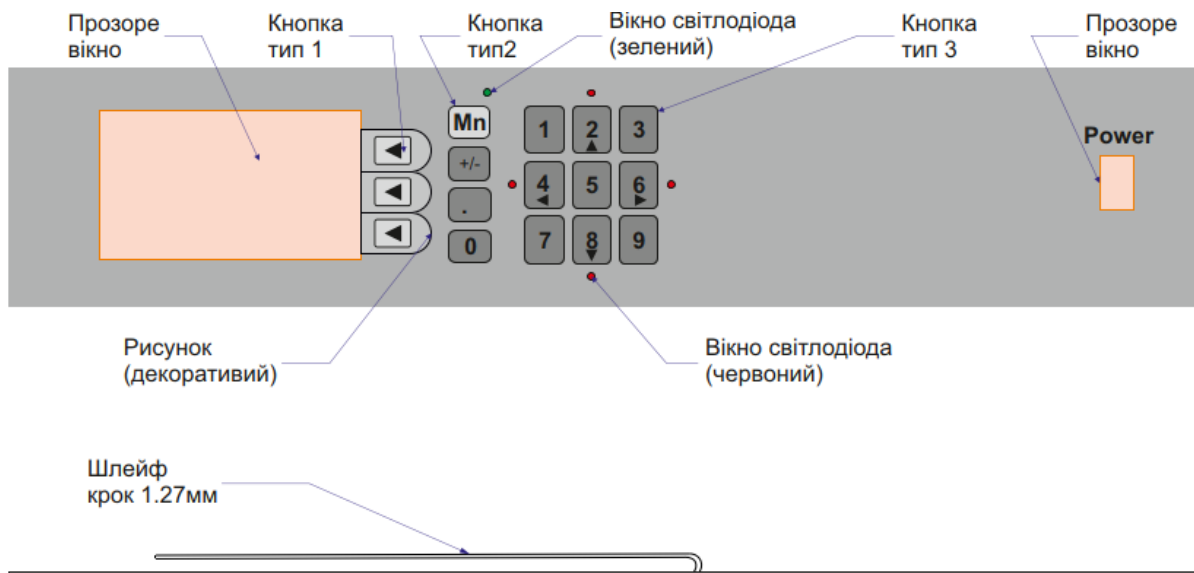


Рис. 2.7. Зовнішній вигляд та призначення елементів клавіатури

Кнопка типу 2 з надписом Mn дозволяє включати, виключати ручний режим роботи системи керування. Якщо ручний режим роботи включених зелений світлодіод буде ввімкнений, в іншому випадку вимкнений.

Червоні світлодіоди індикують спрацювання відповідно верхнього (лівого) або нижнього (правого) кінцевого вимикача. Мигання світлодіода означає спрацювання програмного, а неперервне світіння – апаратного кінцевого вимикача.

Прозорі вікна зарезервовані для дисплею та перемикача живлення.

Кнопки типу 1 дозволяють здійснювати навігацію по інтерфейсу користувача, виконують дію яка вказани проти них на дисплеї.

Кнопки типу 3 та кнопки типу 2 окрім кнопки з написом Mn дозволяють вводити цифрові значення коли це необхідно. Кнопки типу 3 з стрілками дозволяють здійснювати керування антеною в ручному режимі коли він включений. Кнопки вверх та вниз дозволяють здійснювати керування по осі кут місця, кнопки вправо та вліво дозволяють здійснювати керування по осі азимута.

Оскільки необхідно забезпечити можливість монтування блоку керування та індикації в монтажну стійку, слід її виготовити з розмірами як вказано на рис. 2.8.

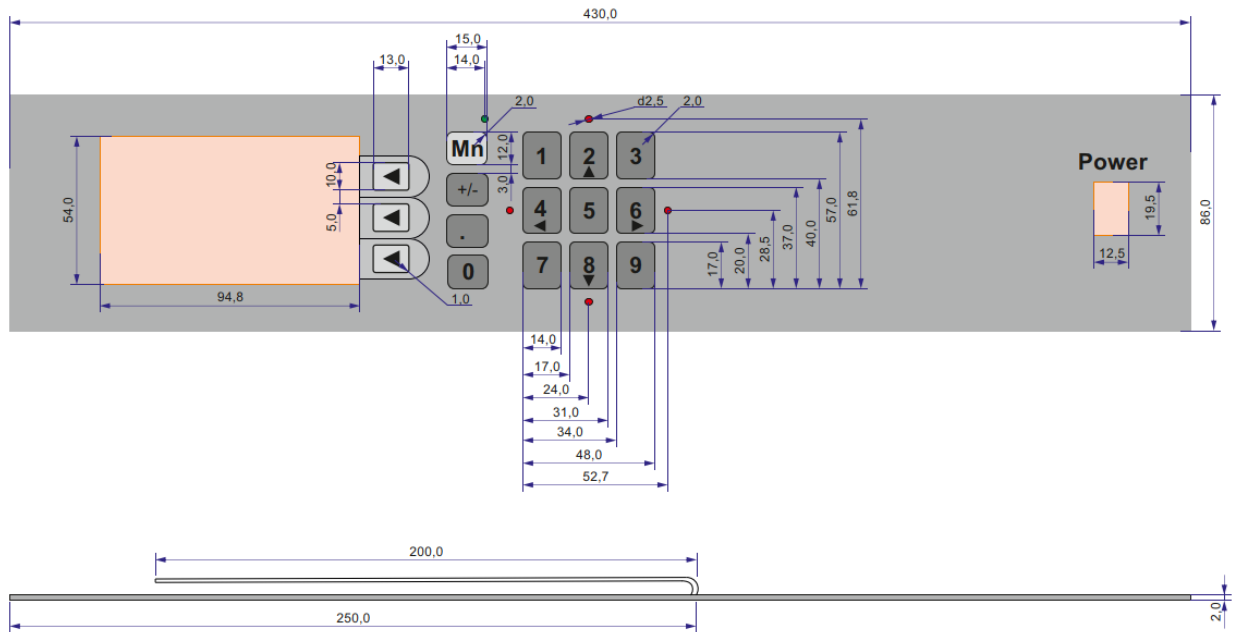


Рис. 2.8. Розміри клавіатури

На рис. 2.9. зображено схему електричну принципову створеної клавіатури.

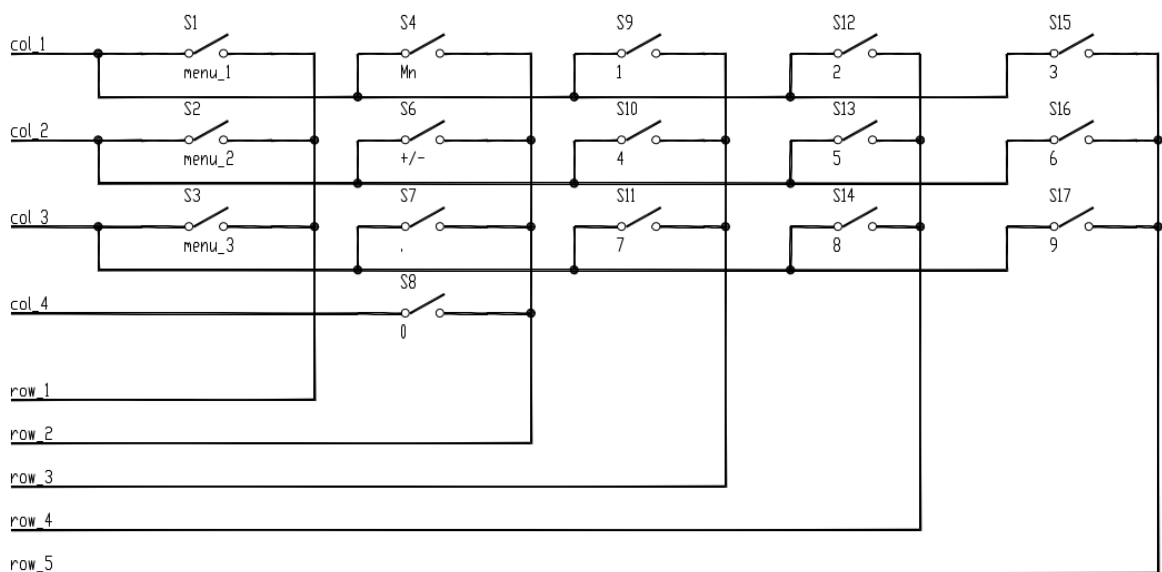


Рис. 2.9. Схема електрична принципова клавіатури

2.5. Проектування схеми блоку керування та індикації дводзеркальної антени

Після проведення дослідження компонентів системи та обґрунтування їх використання слід перейти до проектування схеми (рис 2.10.). Для реалізації приладу

пропонується використати мікроконтролер STM32F746G DISCOVERY до складу якого входять контролер DMA, графічний TFT дисплей з емнісним сенсорним екраном, контролер STM32F746NGH6 та обчислювальний пристрій CRC коду.

Також, елементом блоку керування та індикації є зроблена на замовлення клавіатура що складається з п'яти рядків та чотирьох стовпчиків, яка використовується як ще один засіб взаємодії користувача з інтерфейсом пристрою.

При запуску процесор створює генерує інтерфейс користувача, опитує порти PB8, PB9, PI1, PB14, PB15, PI0, PA15, PI2 та PI3 на наявність натиснених кнопок, за їх наявності реагує відповідно, по портах PC6 та PC7 відбувається передача та прийом даних відповідно.

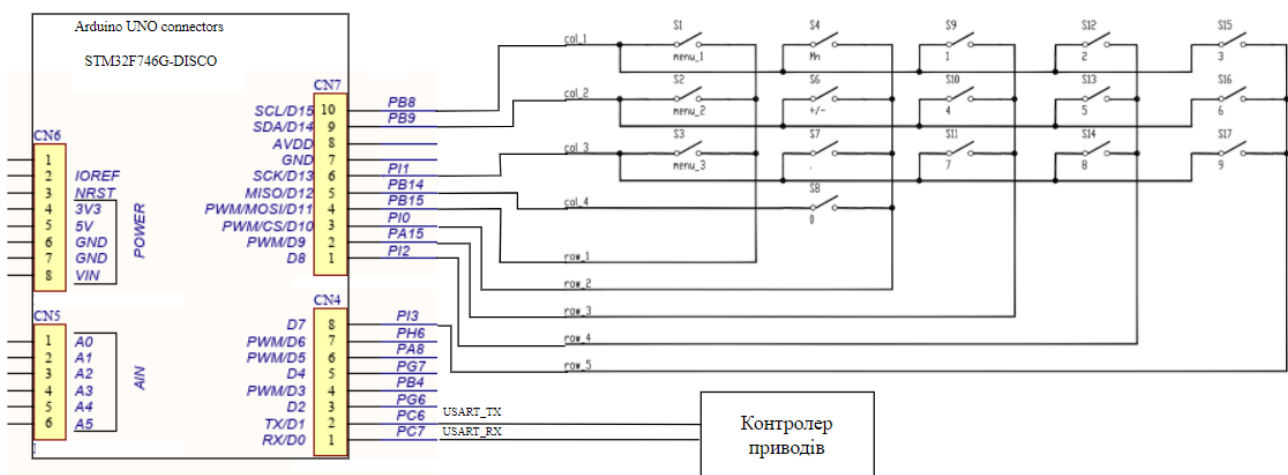


Рис. 2.10. Схема блоку керування та індикації дводзеркальної антени

2.6 Висновки до розділу 2

Отже, в другому розділі було розглянуто архітектуру системи керування антеною і блоку керування та індикації дводзеркальної антени, що дало змогу спростити процес вибору апаратного забезпечення. На основі архітектури було обгрунтовано вибір мікроконтролера для реалізації поставленої задачі та спроектовано клавіатуру. Проаналізовано та удосконалено методи передачі даних, перевірки коректності даних та усунення помилок.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЙ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ

3.1 Програмна реалізація алгоритмів функціонування системи

Для початку роботи необхідно спочатку ініціалізувати периферію яка необхідна для роботи пристрою, для цього використовується функції `MX_GPIO_Init()`, `MX_DMA_Init()`, `MX_FMC_Init()`, `MX_TIM6_Init()`, `MX_FATFS_Init()`, `MX_RTC_Init()`, `MX_USART1_UART_Init()`, `MX_USART6_UART_Init()`, які були автоматично згенеровані за допомогою програмного забезпечення CubeMX (рис 3.1.).

```
MX_GPIO_Init();  
MX_DMA_Init();  
MX_FMC_Init();  
MX_TIM6_Init();  
MX_FATFS_Init();  
MX_RTC_Init();  
MX_USART1_UART_Init();  
MX_USART6_UART_Init();
```

Рис. 3.1. Лістинг функцій ініціалізації які були автоматично згенеровані

Та самописні функції `uartfifo_Init`, яка ініціалізує `UARTFIFO` для `UART` який буде використовуватися для прийому/передачі даних. В неї необхідно передати вказівники на екземпляри `UARTFIFO` та на `FIFO` буфери отримання і передачі даних, розміри буферів на отримання і передачу даних, номер `UART`, вказівники на екземпляри `DMA` для отримання і передачі даних та `CC_Init` в яку слід передати вказівники на структури `TCC` і `TIOStream` (рис. 3.2.) [4].

```

    uartfifo_Init(&UART6_FIFO, 6, UART6_RxFIFO, UART6_RX_FIFO_SZ,
UART6_TxFIFO, UART6_TX_FIFO_SZ, &DMAStream[DMA_2][DMA_STREAM_1],
&DMAStream[DMA_2][DMA_STREAM_6], NULL);
    CC_Init(&myCC, &IOStream6);

```

Рис. 3.2. Лістинг функцій які ініціалізують UARTFIFO для UART

Після ініціалізації необхідних інтерфейсів можна використовувати функції прийому та передачі даних. Функція прийому викликається циклічно з головного циклу, тому що ми не знаємо коли саме придуть дані, а необхідно їх вчасно приймати та опрацьовувати. А функція передачі викликається тільки у випадку, коли користувач вирішив виконати певну дію і зробив ввід даних.

Функція receiveFromCUUart (рис.3.3) використовується для прийому даних. В ній отримані дані обробляються побайтово в залежності від отриманої команди яка прийшла на початку пакету.

```

void receiveFromCUUart(void)
{
static TWakeDecoder wd = WAKE_DECODER_INIT(WAKE_ADDR_BROADCAST);
static TWakeFrame wf;
PIOStream pIOStream;
pIOStream = &IOStream6;
while (pIOStream->RxCount(pIOStream))
{
    u8 c;
    c = pIOStream->GetChar(pIOStream);
    if (wake_Decode(&wd, &wf, c))
    {
        if (wd.Err==WAKE_ERR_OK)
        {
            if (wf.Cmd==ACS_C_STATE)
            {
                CU_ProcessGetState(wf.N,wf.D);
            }
        }
    }
}
}

```

Рис. 3.3. Лістинг функції для прийому даних

Функція `SendDriveTo` використовується для передачі конкретної команди. В неї необхідно передати вказівник на екземпляр структури `TCC` за допомогою якого відбувається контроль надісланих пакетів через `UART`, та дані які треба передати. В ній ці дані вносяться в структуру, яка відповідає команді яка передається і вона передається функції `CC_WakeTransmit` яка займається відправкою всього пакету, виявленням помилок, та контролем пакетів, які були відправлені (рис. 3.4.).

```
void SendDriveTo(PCC pCC, u8 Axis, TACSPosition Position){
    TACSGotoReq Req;
    Req.Axis = Axis;
    Req.Position = Position*M_PI/180;
    CC_WakeTransmit(pCC, ACS_C_GOTO, sizeof(Req), &Req);
}

static void CC_WakeTransmit(PCC pCC, u8 cmd, u8 N, void * D){
    u8 OutBuff[CC_MAX_PACKET_SZ];
    u16 OutSize;
    TError Err;
    pCC->TxPacketCount++;
    OutSize = wake_EncodeBuff(ACS_CC_WAKE_ADDR, cmd, N, D, CC_MAX_PACKET_SZ,
OutBuff);
    if ((Err=pCC->pIOStream->PutBuff(pCC->pIOStream, OutBuff,
OutSize))!=EH_OK)
        TRACE_ERROR("PutBuff (%s)", EH_ErrorToStr(Err));
}
```

Рис. 3.4. Лістинг функції для відправки пакету

Спочатку проводиться ініціалізація периферії необхідної для роботи програми. А саме `UART` з допомогою якого передаються дані, `DMA` який використовується для переміщення даних між пристроєм і основною пам'яттю без використання ресурсів центрального процесора, що допомагає збільшити швидкість передачі даних і розвантажити центральний процесор через відсутність потреби в пересиланні даних до нього і назад та таймер `ТІМ6`, який використовується для переривань. Потім в циклі постійно перевіряється необхідність відправки даних, якщо

вони є то вони відправляються, якщо їх немає то одразу відбувається прийом і обробка наявних даних якщо вони є.

Під час комунікації немає строго розподілу учасників на ведучого та веденого. В будь-який момент часу кожен з учасників може відправити запит та сподіватися на гарантовану відповідь.

Програмний код повинен бути спроектований в такий спосіб, щоб при одночасній відправці запитів обома учасниками всі команди були успішно виконані, а результат виконання повинен бути повернений до відправника запиту. Потрібно унеможливити виникнення колізій, втрати даних, ситуацій типу “dead lock” чи інших негативних сценаріїв.

Для реалізації комунікації між блоком керування та контроллером приводів спершу необхідно вибрати фізичний протокол обміну даними

Функція передачі даних (рис. 3.5) викликається тільки коли користувач вважає за необхідне відправити якусь команду.

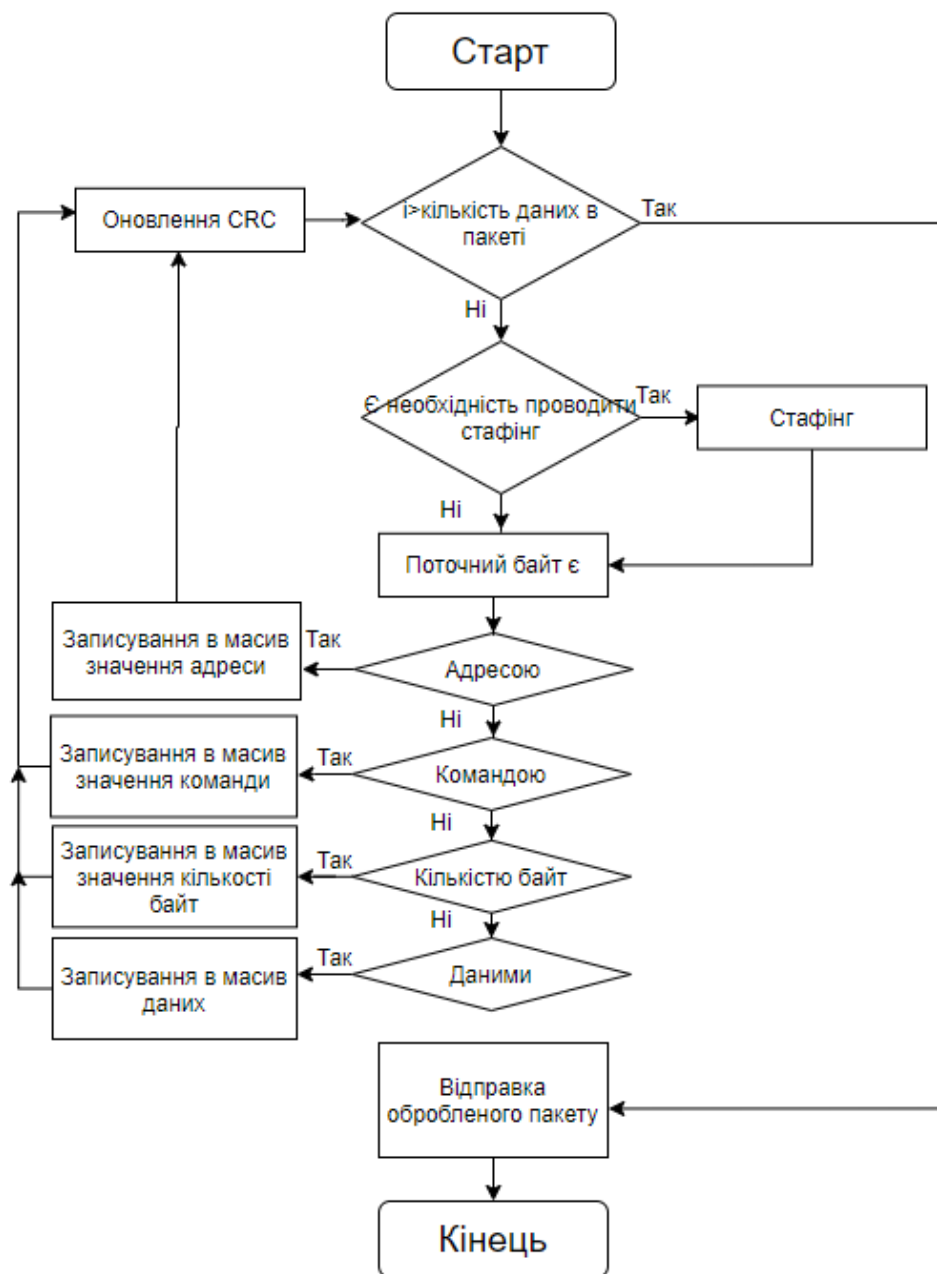


Рис. 3.5. Алгоритм відправлення даних

При виклику функції відправки даних спочатку визначається кількість даних, які треба відправити. Тоді перевіряється чи є необхідність проводити стафінг. Потім відбувається побайтова обробка отриманих даних, вони записуються в масив і обраховується контрольна сума для подальшої перевірки коректності даних периферією яка їх прийме. Після формування пакету дані в відправляються периферії.

Оскільки дані приймаються постійно то необхідно постійно викликати функцію прийому даних блокхема алгоритму прийому даних зображено на рис. 3.6.

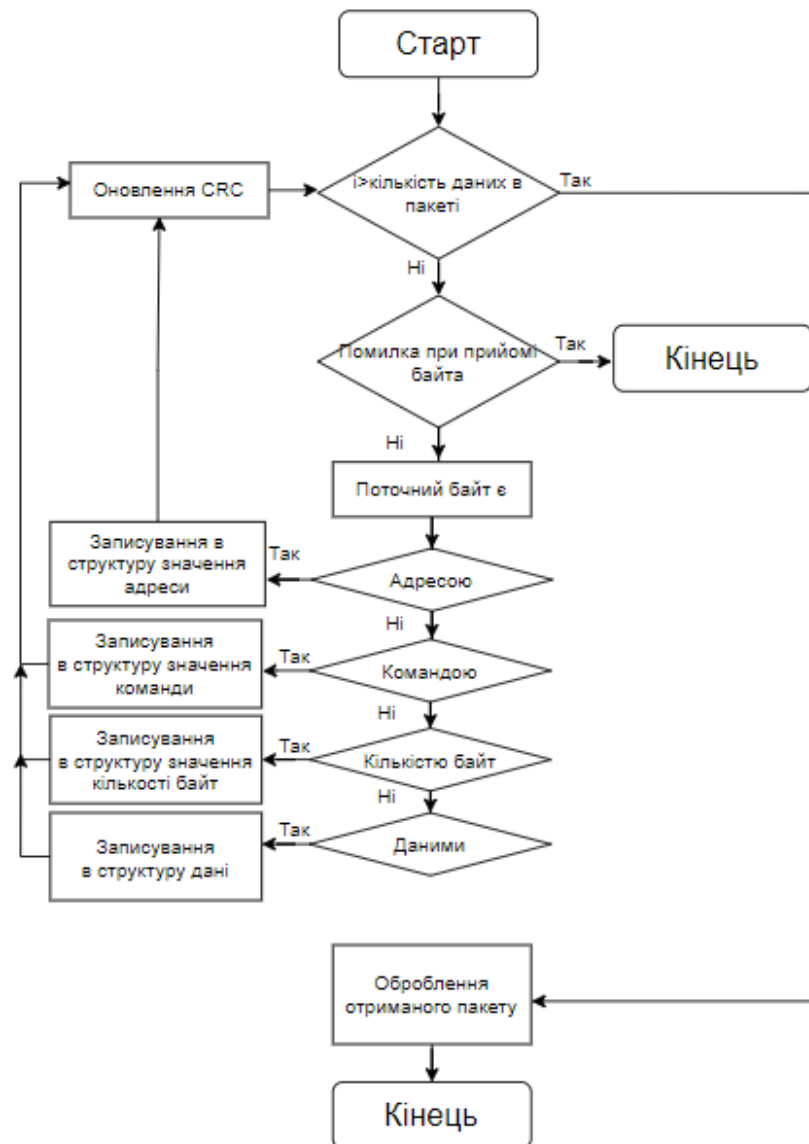


Рис. 3.6. Алгоритм отримання даних

При виклику функції отримання даних спочатку визначається кількість даних, яка є в наявності. Тоді перевіряється чи немає помилки в пакеті при її наявності відбувається вихід з функції. Потім відбувається побайтова обробка отриманих даних, вони записуються в відповідне поле структури і обраховується контрольна сума для перевірки коректності отриманих даних. Після обробки пакету дані в залежності від команди записуються в відповідну її структуру і відбувається їх подальша обробка при необхідності.

Для перевірки правильності отриманих даних використовується CRC.

CRC (Контрольна сума) – це один з методів перевірки коректності інформації що була прийнята від іншого пристрою по каналу зв'язку.

CRC – це не сума даних, а результат розподілу певного обсягу інформації, а саме– залишок, що лишився у результаті виконання розподілу повідомлення на константи. Значення CRC обчислюється враховуючи всі біти які входять в повідомлення. Тому, достатньо змінити всього лиш один біт для зміни контрольної суми, що є великим плюсом оскільки завдяки цьому появляється можливість однозначно визначити чи не було повідомлення спотворене під час передачі.

На рис. 3.7. представлена блок-схема алгоритму розрахунку CRC8. Тут b це байт для якого обчислюється crc , а змінна crc – обчислений CRC вхідного байту.

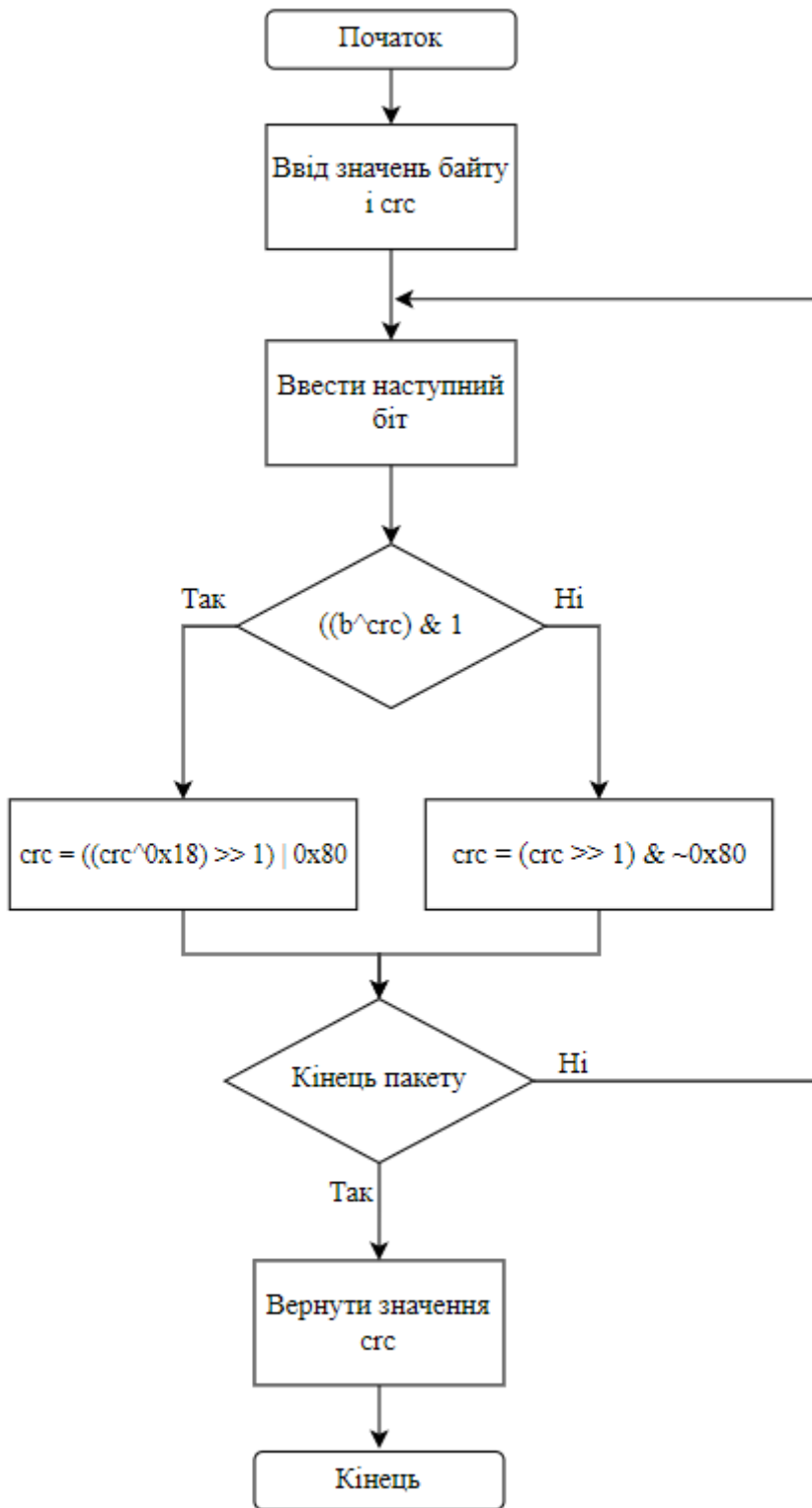


Рис. 3.7. Граф-схема алгоритму обчислення CRC8

Розрахунок нового значення контрольної суми для байту b (рис.3.8).

```

static u8 updateCRC8(u8 b, u8 crc)
{
    u8 i;
    for (i = 0; i < 8; b = b >> 1, i++)
        if ((b^crc) & 1)
            crc = ((crc^0x18) >> 1) | 0x80;
        else
            crc = (crc >> 1) & ~0x80;
    return crc;
}

```

Рис. 3.8 Лістинг функції розрахунку контрольної суми

Для визначення кількості отриманих даних використовується регістр DMA_SxNDTR. Очікуване переривання потоку: біт EN у реєстрі DMA_SxCR скидається програмним забезпеченням на 0, щоб зупинити потік до того, як останній апаратний сигнал даних (одиночний або пакетний) був переданий периферійним пристроєм. У такому випадку потік вимикається, а FIFO запускається у разі прийому даних від периферії в пам'ять з використанням DMA. Прапорець TCIFx відповідного потоку встановлюється в реєстрі стану для позначення завершення DMA. Щоб дізнатись кількість елементів даних, які були передані за допомогою DMA, використовується регістр DMA_SxNDTR і застосовується така формула:

$$- \text{Number_of_data_transferred} = 0\text{x}\text{FFFF} - \text{DMA_SxNDTR} \quad (3.1)$$

Для забезпечення прийому цілих пакетів а не їх частин даних було використано FIFO. Кільцеві буфери часто використовуються як черги фіксованого розміру. Фіксований розмір є вигідним для вбудованих систем, оскільки часто необхідно використовувати статичні методи зберігання даних, а не динамічні розподіли.

Кільцеві буфери також є корисною структурою для ситуацій, коли прийом та оброблення даних відбуваються з різною швидкістю: останні отримані дані завжди доступні. Якщо оброблення даних відбувається повільніше ніж поступають нові дані то, застарілі дані будуть замінені на новіші дані. Використовуючи кільцевий буфер, можна гарантувати, що завжди будуть отримані найновіші дані [9].

3.2 Програмна реалізація інтерфейсу користувача

Для розробки інтерфейсу користувача використовувалась бібліотека LVGL (Light and Versatile Graphics Library). Це безкоштовна графічна бібліотека з відкритим вихідним кодом яка написана на мові C, що забезпечує все необхідне для створення вбудованого графічного інтерфейсу із простими у використанні графічними елементами, прекрасними візуальними ефектами та малою кількістю споживної пам'яті [1].

Ця бібліотека має більше 30, повністю настроюваних віджетів таких як: кнопки, повзунки діаграми, область для вводу тексту, клавіатура тощо. Вона підтримує будь-яку роздільна здатність дисплеїв: від невеликих монохромних дисплеїв до моніторів Full HD, має простий інтерфейс, підтримку графічного процесора, підтримку декількох дисплеїв, підтримку користувацького формату кольорів, гнучкі режими буферизації для високої якості, чудової продуктивності та низького використання пам'яті. Також вона може мати кілька пристроїв введення для одного екрану, можливість перетягувати, прокручувати об'єкти, розпізнавати жести, має підтримку клавіатури та енкодера для навігації без сенсорної панелі. В ній можна встановлювати зовнішній вигляд віджетів, є каскадні стилі, як у CSS, можливість повторно використовувати стилі в декількох віджетах, є можливість створення теми для надання вигляду за замовчуванням, можна додати переходи (анімацію) при зміні стану віджета [2].

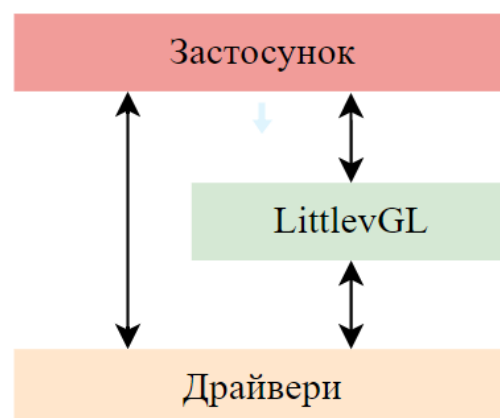


Рис. 3.9. Принцип роботи бібліотеки LVGL

Застосунок тобто програма, яка створює графічний інтерфейс і обробляє конкретні завдання.

LittlevGL графічна бібліотека з якою спілкується програма для створення графічного інтерфейсу. Вона містить інтерфейс HAL (Hardware Abstraction Layer) для реєстрації драйверів, дисплея та пристроїв введення.

Драйвери, окрім ваших специфічних драйверів, містить функції для керування вашим дисплеєм та, за бажанням, до графічного процесора та опитування сенсорної панелі чи кнопок.

Взаємодія з додатком може проводитися як через тачскрін за допомогою натискання віджетів з якими можна взаємодіяти так і з допомогою клавіатури. Також для розробників є можливість взаємодіяти з додатком через термінал для роботи з яким треба встановити програму для зчитування COM порту. Для прикладу CoolTermWin, проте можна використовувати і її аналоги. В ній необхідно задати швидкість передачі даних: 115200, Data Bits: 8, Parity: none, Stop Bits 1. І під'єднатися до пристрою з яким можна взаємодіяти вводячи команди чи читати те що виводиться на екран програми для зчитування порту.

Для початку роботи з дисплеєм необхідно спочатку ініціалізувати необхідну для цього периферію, для цього використовується функції (рис.3.10) MX_DMA2D_Init(), MX_I2C3_Init(), які були автоматично згенеровані за допомогою програмного забезпечення CubeMX. Та функції lv_tick_inc(5), lv_init(), tft_init(), touchpad_init(), що являються стандартними функціями бібліотеки LVGL.

```
MX_DMA2D_Init();
MX_I2C3_Init();
lv_tick_inc(5);
lv_init();
tft_init();
touchpad_init();
```

Рис. 3.10. Лістинг функцій для ініціалізації периферії

Зважаючи на те, що програма була основана на принципі роботи FreeRTOS було розроблено наступну схему роботи інтерфейсу користувача (рис 3.11.).

Спочатку відбувається ініціалізація змінних та периферії, промальовується початкове вікно. Далі відбувається постійне опитування на наявність вводу якщо він є то відбувається його обробка і в залежності від координат на який відбувся дотик чи кнопки яка була натиснута, відбувається відповідні дії і оновлення екрану якщо воно потрібне.

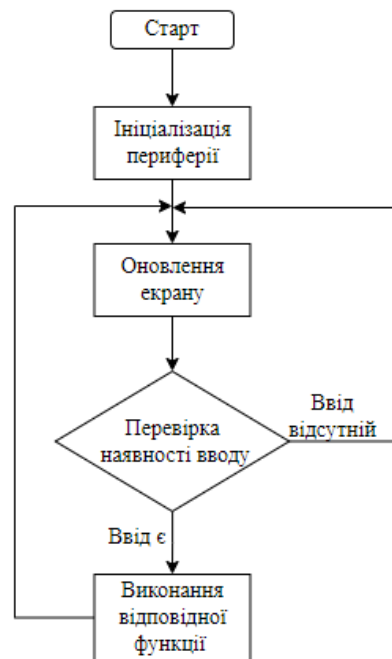


Рис. 3.11. Блок схема алгоритму роботи інтерфейсу користувача

При старті і при роботі програми викликається функція промальовки екрану. (рис.3.12.) При першому виклику вона промальовує початкове меню. Наступні рази вона викликається тільки при натисненні кнопки. Це створено для оптимізації роботи програми, щоб не перемальовувати екран постійно а тільки тоді, коли відбувся ввід інформації.

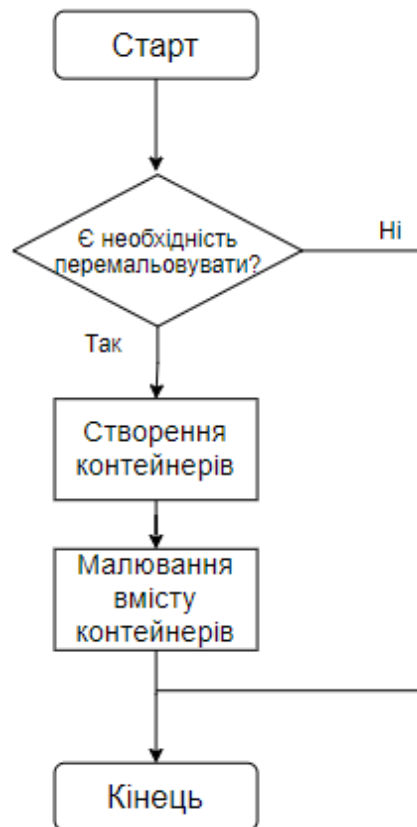


Рис. 3.12 – Блок схема алгоритму промальовки екрану

Функція промальовки екрану в свою чергу викликає функції промальовки контейнерів, які створені для оптимізації роботи програми. Яка вже в свою чергу малює віджети, які були розміщені в її контейнері. На рис. 3.13. зображено зовнішній вигляд програми.

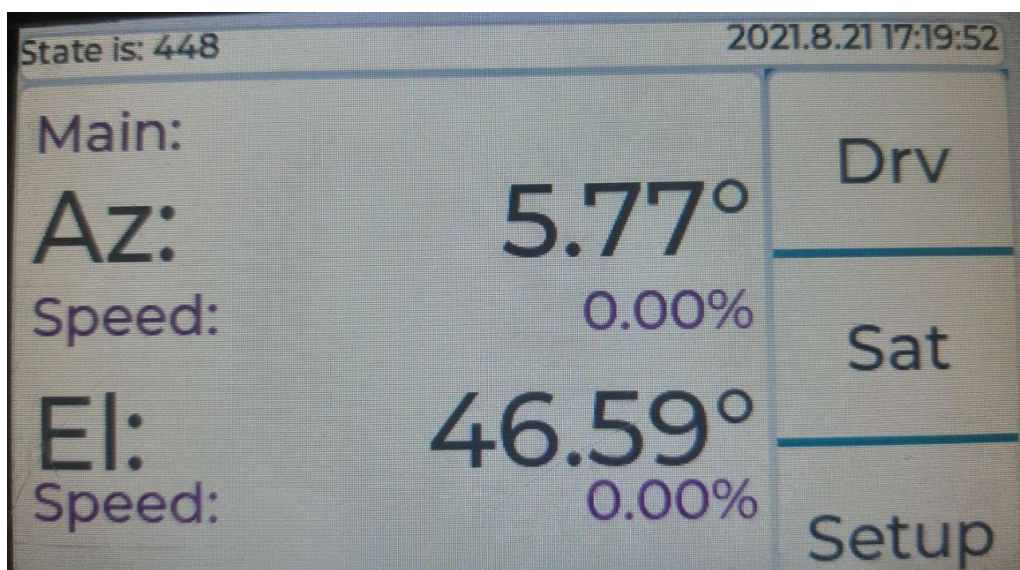


Рис. 3.13. Зовнішній вигляд програми

3.3 Тестування спроектованої системи

За допомогою тестування перевіряється функціональність на коректність роботи системи. Основними вимогами при проведенні тестування блоку керування є:

- безперебійність передачі даних;
- здатність системи адекватно реагувати на дії користувача;

Для проведення тестування його пропонується розділити на дві складові, тестування інтерфейсу користувача і тестування передачі даних.

Для тестування інтерфейсу користувача використовувався метод чорного ящика. При використанні цього методу тестування аналізуються основні аспекти системи. Тестувальнику слід знати архітектуру системи, без доступу до коду програми. Перевагами такого методу є простота сприйняття, швидкість тестування, забезпечується перспектива користувача, висока ефективність при великій кількості коду.

Техніка чорного ящика базується на документації, та описі інтерфейсу програми чи системи. До того ж, можливе використання формальних чи неформальних моделей, які представляють очікувану поведінку програмного забезпечення. Таке тестування найчастіше використовується для інтерфейсу користувача.

Проведення тестування передачі даних проводилося за допомогою спеціалізованих програм програми Saleae Logic та терміналу Tera Term.

Після введення даних в меню Drive to і відправлення команди можна спостерігати зміну позиції антени в спеціалізованій програмі (рис 3.14), яка імітує роботу антени. Це свідчить про те, що дані передалися успішно.

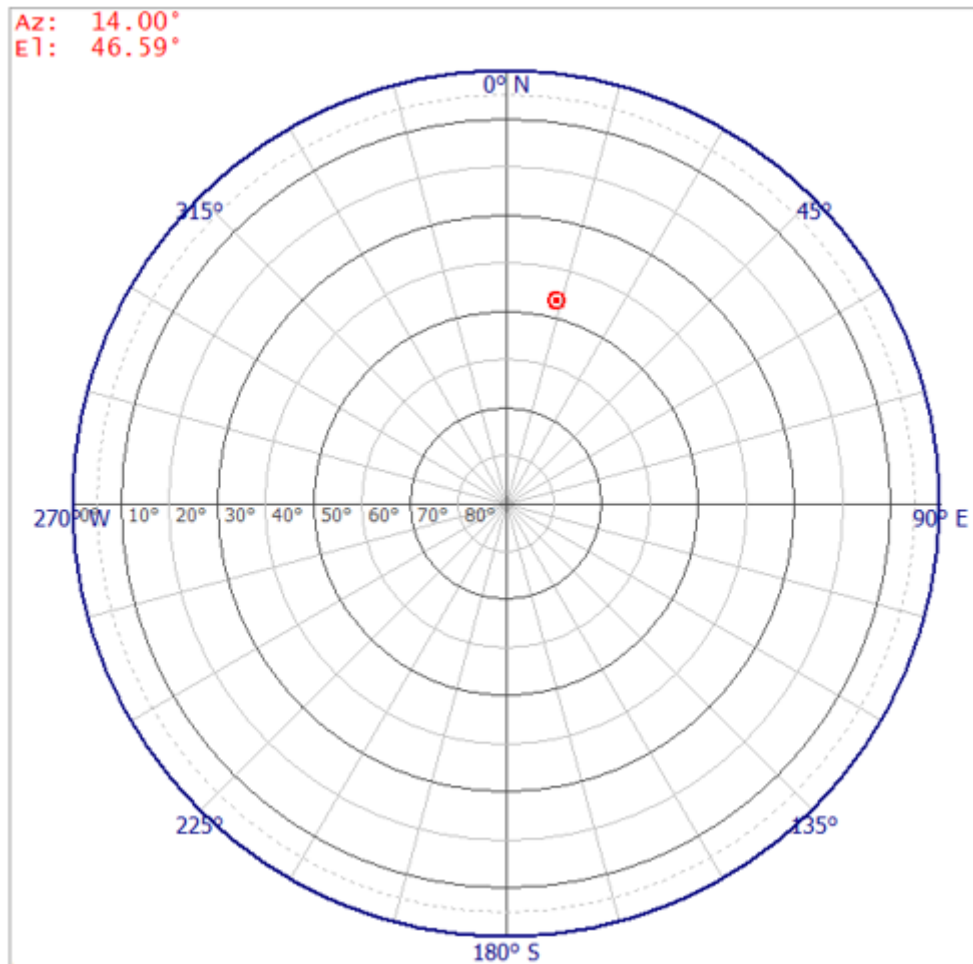


Рис. 3.14. Відображення вказаної позиції в спеціалізованій програмі

Після проведених тестів було визначено що система адекватно реагує на взаємодію користувача з інтерфейсом, прийом та передача даних відбувається коректно.

3.4 Висновки до розділу 3

У цьому розділі було спроектовано інтерфейс користувача, визначено вимоги до програмного забезпечення, представлено їх у вигляді UML діаграм, описано алгоритми, які були розроблені для прийому та передачі даних між контролером приводу та пультом керування які є частиною системи керування антеною, розроблено алгоритм роботи інтерфейсу користувача.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

З технічним розвитком все більшу увагу приділяється безпеці на робочому місці. Вивченням і забезпеченням цього аспекту займається наука про безпеку праці.

Завдання ОП – звести до мінімуму вірогідність травмування або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту для максимальної продуктивності праці.

Розроблювана система повинна бути безпечною при всіх передбачених функціональними можливостями і вказаних у правилах користування умовах її експлуатації. Захист досягається дотриманням таких основних вимог:

- правильною конструкцією апарата, яка гарантує безумовну безпеку згідно з ПУЕ;
- використанням спеціальних засобів зовнішнього захисту, які забезпечують умовну безпеку і відповідають стандарту ІЕС 60529;
- правил технічної експлуатації електроустановок споживачів згідно з НПАОП 40.1-1.01-97.

Для забезпечення безпечних умов використання даного продукту необхідно щоб обладнання системи керування експлуатувалося в наступних кліматичних умовах:

- діапазон робочих температур:
 - при роботі в приміщенні: $+10 \div +35$ °С;
 - при роботі на відкритому повітрі: $-30 \div +50$ °С.
- відносна вологість: до 85 % при температурі $+35$ °С.

Обладнання та компоненти системи керування розраховані на експлуатацію в безперервному режимі не більше 18 годин після чого необхідно зробити перерву тривалістю не менше 2 годин.

Також необхідно використовувати наступні вказівки щодо експлуатації:

– Після розпакування компонентів системи керування перевірити комплектність поставки.

– Шляхом зовнішнього огляду впевнитись у відсутності дефектів і поломок по причині неякісної упаковки або неправильного транспортування.

– Необхідно зробити відмітку в паспорті про початок експлуатації системи керування.

Для забезпечення заходів безпеки необхідно:

– При підключенні системи до електромережі пересвідчитись, що усі компоненти системи керування під'єднані до захисного заземлення.

– Заміну запобіжників, підключення або відключення кабелів здійснювати лише при відімкненому живленні системи.

– Відкривати елементи системи з метою ремонту або іншою метою дозволяється лише представнику виробника, який має відповідну кваліфікацію і який пройшов інструктаж з техніки безпеки.

Перед ввімкненням блоку керування та індикації при переміщенні антени з транспортного положення в робоче, необхідно здійснити візуальний контроль зовнішнього обладнання. Не повинно бути предметів (зовнішнє покриття, фіксатори антени і т.д.), які перешкоджають вільному переміщенню антени у всій робочій зоні.

Впевнитись в тому, що на зовнішньому обладнанні і зовнішніх кабелях немає пошкоджень.

Несуча платформа антени разом з транспортним засобом повинна бути виставлена по площині горизонту.

Блок керування та індикації повинен бути підключений до зовнішнього обладнання відповідно до схеми підключення. Все обладнання повинно мати захисне заземлення у відповідності з вимогами електробезпеки.

Транспортування компонентів системи керування дозволяється здійснювати в тарі організації-виробника при температурі навколишнього середовища від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$:

- залізничним транспортом – на будь-які відстані зі швидкістю, яка прийнята для цього виду транспорту;

- повітряним транспортом – на будь-які відстані з будь-якою швидкістю у відсіках, які забезпечують нормальний тиск;

- автомобільним транспортом – на відстань до 1000 км зі швидкістю до 60 км / год по шосе і до 20 км / год по покращених ґрунтових дорогах.

Тара для компонентів системи керування повинна бути закріплена на транспортних засобах таким чином, щоб виключалася можливість зміщення тарних ящиків.

Термін зберігання системи керування – 12 місяців з моменту відвантаження замовнику за умови знаходження в тарі виробника в сухих опалювальних складських приміщеннях при температурі від +5 до +35 °С і відносній вологості повітря до 85 % при температурі +35 °С.

4.2 Оцінка стійкості роботи об'єкту економіки до впливу вражаючих факторів ядерної зброї

Ядерна зброя – це масова зброя, що здатна за короткий проміжок часу заподіяти велику кількість руйнувань. Її вражаюча дія базується на енергії, яка виділяється від час ядерних реакцій. Потужність вибуху вимірюється в тротиловому еквіваленті який відображається в кілотоннах та мегатоннах.

До вражаючих факторів ядерного вибуху входять: світлове випромінювання, ударна хвиля, радіоактивне зараження, радіація та електромагнітний імпульс.

Ударна хвиля є основним вражаючим фактором і приймає значення до 50% енергії вибуху. Вона являє собою області надлишкового тиску, яка поширюється у всі сторони від центру вибуху й завдає вагомих руйнувань об'єктам економіки. Стійкість об'єктів визначається мінімальним значенням тиску при якому об'єкти зазнають середніх руйнувань і позначається ΔP_{lim} (кПа). Максимальне значення тиску позначається як ΔP (кПа) та обчислюється за формулою:

$$\Delta P = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3} \quad (4.1)$$

де: G – це потужність вибуху (кВт);

R – відстань від центру вибуху (м).

Оцінка стійкості об'єкту проводиться на основі значень ΔP_{lim} та ΔP . Якщо $\Delta P_{lim} \geq \Delta P$ то об'єкт можна вважати стійким.

Світлове випромінювання приймає значення до 35% енергії вибуху. Це потік ультрафіолетових і інфрачервоних променів що виходять з світлової області яка утворюється в наслідок вибуху. Воно поширюється миттєво з здатне тривати до 20 секунд, проте за цей час воно здатне спричинити загоряння конструкцій будівель та нанести опіки людям.

Показником стійкості об'єктів приймається мінімальне значення теплового імпульсу за якого можливе загоряння конструкцій, яке позначається як I_{lim} (кДж/м²). Оцінка стійкості об'єкту до світлового випромінювання проводиться на основі значень I_{lim} та I . Якщо $I_{lim} \geq I$ то об'єкт можна вважати стійким.

Проникаюча радіація приймає значення до 45% енергії вибуху. Це потік нейтронів та гамма-променів, який поширюється на декілька кілометрів від центру вибуху при цьому іонізуючи атоми в цьому радіусі. Вона значним чином впливає на роботу електроніки, особливо тої що працює в імпульсному режимі, тому важливо забезпечити захист від неї ключових електронних елементів. Захищають від цієї радіації перепони та укриття з матеріалів що послаблюють потік нейтронів і гама променів. Ефективність послаблення випромінювання залежить від матеріалів і їх товщини.

Електромагнітний імпульс приймає значення до 1% енергії вибуху. Він являє собою короткочасне електромагнітне поле, яке виникає в наслідок взаємодії нейтронів і гамма-променів, з атомами що знаходяться навколо. Негативний вплив на людей можливий тільки в випадку їх прямого контакту з провідними лініями на момент вибуху.

Показником стійкості об'єктів приймається коефіцієнт безпеки, що позначається як K , що визначається співвідношенням граничнодопустимої напруги

чи струму U_d до створеного електромагнітним імпульсом U_E і вираховується за формулою:

$$K = 20 \lg \frac{U_d}{U_E} \text{ (Дб)} \quad (4.2)$$

Радіоактивне зараження приймає значення до 10% енергії вибуху. Воно виникає в наслідок випадання на землю ядерного заряду та частин залишкових радіоактивних елементів. Найбільшу небезпеку для людей воно становить в перші години після випадання, бо тоді їх активність найбільша.

Стійкість об'єктів визначається граничним значенням рівня радіації на початку зараження і позначається P_{lim} (рад/год).

$$P = \frac{D_{зр} * K_{осл}}{5 * (t_n^{-0.2} - t_k^{-0.2})} \quad (4.3)$$

де: $D_{зр}$ – доза випромінювання в будівлі;

$K_{осл}$ – ступінь захищеності персоналу;

t_n – час початку роботи в умовах радіоактивного зараження.

Оцінка стійкості об'єкту проводиться на основі значень P_{lim} та P . Якщо $P_{lim} \geq P$ то об'єкт можна вважати стійким.

Підсумовуючи варто зазначити що, робота об'єкту залежить у першу чергу від людей і при їх ураженні радіацією підприємство працювати не може. Ключовим критерієм стійкості роботи об'єкта економіки є його здатність продовжувати виробництво в надзвичайних ситуаціях без змін в кількості та якості, а у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій – в мінімально короткі строки відновити виробництво.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра було досліджено методи і засоби проектування блоку керування та індикації дводзеркальними антенами. В результаті її виконання отримано наступні наукові і практичні результати.

1. Проаналізовано сферу використання блоків керування та індикації дводзеркальними антенами, у результаті чого було зроблено висновок, що розробка даного пристрою є актуальною і потребує подальших досліджень та вдосконалення, оскільки існуючі блоки керування та індикації використовують застарілі компоненти та не можуть забезпечити необхідного спектру функціоналу.

2. Проведено дослідження існуючих алгоритмів передачі даних, проаналізовано структуру формування пакету.

3. Спроектовано схему з'єднання між вибраними компонентами, завдяки чому було реалізовано архітектуру програмного забезпечення блоку керування та індикації.

4. Базуючись на вимогах що були представлені у вигляді UML діаграми до програмного забезпечення та схеми компонентів, спроектовано архітектуру програмного забезпечення згідно з формальним представленням.

5. На основі існуючих рішень та вимог до функціональності блоку керування та індикації було розроблено алгоритми функціонування блоку керування та індикації, відштовхуючись від них було реалізовано поставлені функціональні вимоги за допомогою засобів мови С.

6. Проведено тестування спроектованого пристрою, в результаті якого було перевірено безперебійність передачі даних та здатність системи адекватно реагувати на дії користувача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. LVGL Introduction [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.lvgl.io/v7/en/html/intro/index.html>
2. LVGL features [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://lvgl.io/features>
3. FreeRTOS для чайників. Короткий опис. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://easyelectronics.ru/freertos_manual.html
4. Routing algorithm using a FIFO queue [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/figure/Routing-algorithm-using-a-FIFO-queue_fig3_45816472
5. Особливості прийому інформації дистанційного зондування землі з низькоорбітальних космічних апаратів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/161263549.pdf>
6. Керування слідкуючими антенами із невизначеними динамічними параметрами для супроводу низькоорбітальних космічних апаратів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/11748/1/8_keruvannya.pdf
7. Контролер прямого доступу до пам'яті DMA контролера STM32 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://easyelectronics.ru/kontroller-pryamoogo-dostupa-k-pamyati-dma-kontrollera-stm32.html>
8. Специфікація протоколу WAKE [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.leoniv.diod.club/articles/wake/wake.html>
9. Робота з кільцевим буфером [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://microsin.net/programming/avr/ring-buffer.html>
10. Осадца А.Я., Тиш Є.В. Методи та комп'ютеризовані засоби розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени. Матеріали X міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24 – 25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. с. 110.

11. Осадца А.Я., Тиш Є.В. Алгоритми та комп'ютеризовані засоби передачі даних в блоці керування та індикації дводзеркальної антени. Матеріали ІХ науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8 – 9 грудня 2021 року). Тернопіль: ТНТУ. 2021. с. 121.

12. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

13. Паламар А. М., Пастернак Ю. В. Модуль керування пристроєм гарантованого електроживлення постійного струму. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»: збірник тез доповідей, Тернопіль. 2013. С. 217.

14. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, Ternopil, Ukraine. 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

ДОДАТОК А.
Тези конференцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей
Том I

**X Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
24-25 листопада 2021 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2021

Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
 «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль 24-25 листопада 2021 року

14.	Ю.З. Лещинин, О.О. Марущак КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ОБЧИСЛЕННЯ ФАЗОВИХ ПАРАМЕТРІВ ФОНОКАРДІОСИГНАЛІВ	102
15.	Ю.З. Лещинин, В.Є. Петрусь МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ МУЛЬТИКАНАЛЬНОГО СЕРВЕРА В СИСТЕМІ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	103
16.	А.М. Луцків, А.В. Волощук, Ю.Р. Мельник ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗУМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ	104
17.	І.А. Ляпандра, В.В. Івахів, В.С. Білоус МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ	105
18.	Є. В. Мاستалярчук СИСТЕМИ РОЗВІДКИ КІБЕРЗАГРОЗ У СЬОГОДЕННІ	107
19.	М.В. Оконський, С.А. Лупенко, А.М. Паламар КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВІ ІОТ	109
20.	А.Я. Осадца, Є.В. Тиш МЕТОДИ ТА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ РОЗРОБКИ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ	110
21.	О.А. Пастух, В.І. Василюшин, Х.М. Демида АНАЛІЗ РІВНІВ ЗРІЛОСТІ ВИМОГ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	111
22.	О.А. Пастух, Х.М. Демида, В.І. Василюшин ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ДАНИХ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З БАЗАМИ ДАНИХ І ЗНАТЬ	112
23.	Т.В. Попко, Л.П. Яцишин, І.Р. Козбур, В.Р. Медвідь ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ	113
24.	Р. Ремез, Ю. Околіта, Р. Трембач ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ	115
25.	Д.В. Романов, Г.М. Осухівська, А.М. Паламар СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	117
26.	В. І. Саламандра, В. А. Готович ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ СПРОЩЕННЯ АНІМАЦІЇ ПЕРСОНАЖІВ	118
27.	Ю. М. Сеньків ЛЮДСТВО – МАЛА ЧАСТИНА ВЕЛИКОГО ПРОЦЕСУ	119
28.	І.І. Сех, М.Б. Герович, Л.В. Федисів, О.А. Пелешак БАЗИ ДАНИХ АТАК ДЛЯ НАВЧАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ	121
29.	А.В. Скренкович, І.В. Струтинська ВЕБ АНАЛІТИКА – ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ АДАПТАЦІЇ БІЗНЕСУ	123
30.	М. В. Солтис ГНУЧКІ НАВИЧКИ ЯК ВАЖЛИВА ЧАСТИНА ІТ	124
31.	І.В. Струтинська, Р.П. Зозуля РЕОРГАНІЗАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СТАТИСТИКИ – ГАРМОНІЗАЦІЯ ЦИФРОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ З РИНКАМИ ЄС	126

*Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль 24-25 листопада 2021 року*

УДК 621.3

А.Я. Осадца, Є.В. Тиш, к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ТА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ РОЗРОБКИ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ

A.Y. Osadtsa, Ie.V. Tysh, Ph. D. Assoc. Prof.

METHODS AND COMPUTER TOOLS FOR A TWO-MIRROR ANTENNA'S CONTROL UNIT AND INDICATION DEVELOPMENT

Останнім часом в світі все більшої актуальності набувають системи моніторингу Землі з космічного простору, чи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що використовують низькоорбітальні космічні апарати (КА). На це вказує збільшення фінансових інвестицій в цю сферу і розробка багатьох комерційних програм провідними країнами світу.

Одним з ключових рушіїв прогресу людства є інформація. ДЗЗ з космічного простору, використовуючи низькоорбітальні космічні апарати, є одною з галузей в сфері інформаційних технологій, які активно розвиваються. ДЗЗ використовується для отримання даних про різноманітні об'єкти, явища та процеси на земній поверхні, атмосфері і в земних глибинах. Цей процес відбувається за допомогою реєстрації електромагнітного випромінювання, яке ці об'єкти випромінюють чи випромінювання відбивається від них в різноманітних спектральних діапазонах. Технологія ДЗЗ має великий потенціал для розвитку економіки країн, що її використовують, та інформаційні ресурси. Для активного введення технологій ДЗЗ потрібно розробити мережу технічних засобів прийому та обробки даних ДЗЗ, основним засобом для цього є антенні станції, що приймають та обробляють дані з космічних апаратів.

Блок індикації та керування призначений для, відображення позиції давачів кутового положення азимутальної і кутомісної осей, відображення стану програмних та фізичних давачів кінцевого положення кожної з осей керування, відображення стану давачів швидкості руху антени по осях обертання, ручного керування опорно-поворотним пристроєм антенної системи, яка використовується для наведення та автосупроову антеною космічних апаратів, які розміщені на геостационарній орбіті.

Керування антенною системою здійснюється за допомогою органів ручного керування чи тачскріну, що розташовані на лицевій стороні блоку керування та індикації з використанням графічної індикації для контролю стану і кутового положення антенної системи.

Існуючі блоки індикації та керування систем керування антен зазвичай використовують старіші та повільніші мікропроцесори, малі, чорно-білі дисплеї, неоптимізовані алгоритми роботи, що значною мірою впливає на швидкість їх роботи та зручність використання. У зв'язку з цим функціонал також є недостатнім, інтерфейс користувача складним і повільним, на дисплеї відображається невелика кількість інформації.

Отже, завдяки розвитку інформаційних технологій та інформаційного забезпечення виникає необхідність покращення систем які вже існують. Необхідною та актуальною задачею є розробка блоку керування та індикації, який виконує функції які вже використовувалися в попередніх версіях, а також має нові функції такі як, більша кількість даних що відображаються одночасно, відображення помилок, часу, можливість зміни положення програмних кінцевиків, а також розробки зручнішого та ширшого інтерфейсу користувача та ефективнішого алгоритму передачі та прийому даних.

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

МАТЕРІАЛИ

ІХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



8–9 грудня 2021 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2021**

А.Я. Осадца, Є.В. Тиш АЛГОРИТМИ ТА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В БЛОЦІ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ A.Y. Osadtsa, Ye.V. Tysh, Ph. D. Assoc. Prof. ALGORITHMS AND COMPUTERIZED MEANS OF DATA TRANSMISSION FOR A TWO-MIRROR ANTENNA'S CONTROL UNIT AND INDICATION DEVELOPMENT	121
О.В. Осійчук, Є.В. Тиш ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ З ВИДІЛЕНИМ СЕРВЕРОМ O.V. Oseechuk, Ye.V. Tysh ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING A COMPUTER NETWORK WITH A DEDICATED SERVER	122
С. Петрук, М. Хвостівський МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОГАСТРОЕНЕТРОСИГНАЛУ S. Petruk, M. Khvostivskyu METHOD AND SOFTWARE OF ELECTROGASTROENETROSIGNAL PROCESSING	123
Д.В. Романов, Г.М. Осухівська, А.М. Паламар ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ LORA D.V. Romanov, H.M. Osukhivska, A.M. Palamar FUNCTIONAL DIAGRAM OF THE OUTDOOR LIGHTING CONTROL SYSTEM BASED ON LORA TECHNOLOGY	124
Б. Семенен, С. Лупенко АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ СЛАБКИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ B. Semehen, S. Lupenko ACTUALITY OF DEVELOPMENT OF METHODS OF INCREASING CRYPTIC RESISTANCE OF WEAK ENCRYPTION ALGORITHMS	125
Б. Семенен, В. Семенен, С. Лупенко МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ СИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ B. Semehen, V. Semehen, S. Lupenko METHODS OF INCREASING SYMMETRIC ENCRYPTION ALGORITHMS' CRYPTOSECURITY	126
В. Семенен, Н. Луцик АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ СОРТУВАННЯ ДАНИХ V. Semehen, N. Lutsyk ACTUALITY OF CREATING AN OPTIMAL DATA SORTING ALGORITHM	127
В. Семенен, Н. Луцик МЕТОД ПОБІТОВОГО СОРТУВАННЯ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ V. Semehen, N. Lutsyk BITWISE DATA SORTING METHOD IN COMPUTER SYSTEMS	128

УДК 621.3

А.Я. Осадца, Є.В. Тиш, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АЛГОРИТМИ ТА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В БЛОЦІ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ

UDC 621.3

A.Y. Osadtsa, Ie.V. Tysh, Ph. D. Assoc. Prof.

ALGORITHMS AND COMPUTERIZED MEANS OF DATA TRANSMISSION FOR A TWO-MIRROR ANTENNA'S CONTROL UNIT AND INDICATION DEVELOPMENT

Для розробки блоку керування та індикації дводзеркальної антени надзвичайно важливим аспектом є передача даних. При збої передачі даних наслідки можуть бути вагомими. Можливі ситуації коли необхідно що антена відреагувала миттєво, наприклад при потребі миттєвої зупинки антени.

Передача даних за своєю суттю є фізичним перенесенням інформації у вигляді сигналу від однієї точки до іншої або від точки до декількох точок за допомогою кабелю для її обробки, виведення в місці її призначення.

Для реалізації зв'язку між контролером і периферією потрібно вибрати фізичний інтерфейс і логічний протокол обміну даними. Існує велика кількість різних протоколів, але вони зазвичай надлишкові для реалізації управління простими мікроконтролерами. Застосовувати такі протоколи має сенс лише в тих випадках, коли потрібно забезпечити сумісність з готовим обладнанням або програмним забезпеченням. В інших випадках протокол можна вибирати вільно, керуючись тільки його характеристиками.

Основними характеристиками передачі даних для систем керування антеною є: інтерфейс зв'язку RS-485, протокол передачі даних, швидкість передачі даних, надійність передачі даних. Для збільшення надійності передачі даних було використано протокол передачі даних Wake. Який був створений для реалізації зв'язку між керуючим контролером і зовнішніми пристроями. Протокол використовує передачу даних в двійковому вигляді, що забезпечує меншу надмірність, ніж у протоколів, що базуються на передачі кодів ASCII. Для надійного виявлення початку пакета в потоці даних протокол Wake використовує спеціальний зарезервований символ, який в потоці даних зустрічатися не може завдяки стафіngu – заміні зарезервованих символів на унікальну послідовність.

Для передачі даних було розроблено алгоритм згідно якого в першу чергу визначається кількість даних, які треба відправити. Тоді перевіряється чи є необхідність проводити стафіng. Потім відбувається побайтова обробка отриманих даних, вони записуються в масив і обраховується контрольна сума для подальшої перевірки коректності даних периферією яка їх прийме. Після формування пакету дані в відправляються периферії.

При отриманні даних насамперед визначається кількість даних, які було отримано. Тоді перевіряється чи немає помилки в пакеті, при її наявності відбувається вихід з функції. Потім відбувається побайтова обробка отриманих даних, вони записуються в відповідне поле структури і обраховується контрольна сума для перевірки коректності отриманих даних. Після обробки пакету дані в залежності від команди записуються в відповідну її структуру і відбувається їх подальша обробка при необхідності.

Отже, для забезпечення безпеки роботи та уникнення затримок і помилок важливим аспектом є коректна реалізація передачі і прийому даних.