

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

До захисту допущено:

В.о.зав. кафедри

_____ Андрій МОВЧАНЮК

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Радіозв'язок і оброблення
сигналів»**

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: «Пристрій стику з радіорелейною станцією»

Виконав:

студент IV курсу, групи РА-пб1

Будянський Роман Юрійович _____

Керівник:

ст. викладач

Бондаренко Геннадій Іванович _____

Консультант з назва розділу з охорони праці

Доцент, к.б.н.,

Гусєв Аркадій Миколайович _____

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

ст. викладач

Зінгер Яна Леонідівна _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Радіозв'язок і оброблення сигналів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав.кафедри

_____ Андрій МОВЧАНЮК

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Будянський Роман Юрійович

1. Тема роботи “Пристрій стику з радіорелейною станцією”.
 2. Керівник роботи Бондаренко Геннадій Іванович, затверджені наказом по університету від «21»травня 2020р. №1126-с
 3. Термін подання студентом роботи 05 червня 2020року
 4. Зміст роботи: 1 Детальне опрацювання пристрою формування групових сигналів для передавача. 2 Аналіз ТЗ. 3 Розробка структурної схеми. 4 Вибір елементної бази. 5 Розрахунки, що підтверджують працездатність. 6 Конструкція ПФГС. 7 Охорона праці.
-

5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо)

Принципова схема, друкована плата, складальний кресленик.

6. Консультанти розділів роботи*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
З охорони праці	к.б.н., доцент Гусєв А.М.		

7. Дата видачі завдання 13 травня 2020 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1		13.05.-25.05.2020р.	
		і.т.д.	

Студент

Роман Будянський

Керівник

Генадій Бондаренко

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено керівника дипломної роботи.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки обсягом 45 сторінок, включає 27 рисунків, 10 таблиць, 2 креслень, 1 посилань, 2 додатків.

Ключові слова: стик, груповий сигнал, телекомунікації, E1, EMP7000.

В даному проекті розроблено пристрій стику с радіорелейною станцією. Проведено аналіз технічного завдання, виконана розробка асинхронно-синхронного перетворення. Зпроектована структурна та принципова схеми. Проведені розрахунки що підтверджують працездатність

ANNOTATION

The diploma project is stockpiled from an explanatory note with an oath of 45 pages, including 27 figures, 10 tables, 2 drawings, 1 references, 2 appendices.

Key words: stick, group signal, telecommunication, E1, EMP7000.

In this project developed an Junction device with radio relay station. The analysis of the technical process, the icon of asynchronous repositioning was performed. Structural and principle schemes have been designed. Dissemination was carried out in order to confirm the working process.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

на тему: Пристрій стику з радіорелейною станцією

Київ 2020

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	4
Вступ.....	5
1 Аналіз технічного завдання.....	6
1.1 Вимоги до сигналів аналогового мовного службового зв'язку.....	6
1.2 Електричні характеристики стику.....	6
1.1.2.1 Передбачення характеристики за рекомендацією.....	6
1.3 Вимоги V.11 ITU-T.....	8
1.4 Вимоги 6/G703 ITU-T.....	9
2 Розробка структурної схеми.....	10
2.1 Опис структурної схеми.....	10
2.2 Вузол асинхронно-синхронного перетворення.....	11
2.2.1 Метод стробування.....	11
2.2.2 Узгодження швидкостей.....	12
2.2.3 Метод кодування переходів.....	13
3 Вибір елементної бази.....	14
3.1 TTL.....	14
3.2 RS485.....	15
3.3 Мультиплексор.....	16
3.4 ПЛІС.....	16
3.5 Сигнальні трансформатори.....	17
3.6 АЦП.....	18
3.7 Фреймер.....	19
3.8 E1 інтерфейс.....	20
3.9 Синхронізатор.....	21

					РА-п71.465614.001 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	Пристрій формування групового сигналу					
Разраб.								Лит.	Лист	Листов
Провер.								1		57
Н. Контр.								НТУУ «КПІ»		
Утв.										

3.10 Розробка схеми електричної принципової.....	23
4 Розрахунки що підтверджують працездатність.....	26
4.1 Розрахунок надійності.....	26
4.2 Розрахунок стійкості друкованого вузла до дії зовнішніх колив.....	28
5 Конструкція ПФГС.....	30
6 Охорона праці.....	31
6.1 Потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори.....	32
6.1.1 відповідність параметрів мікроклімату в робочій зоні санітарним нормам.....	33
6.1.2 Електробезпека.....	36
6.1.3 Шкідливі та небезпечні фактори при проведенні процесу пайки...38	
6.1.4 Оцінка впливу інфрачервоного випромінювання.....	41
6.1.5 Визначення допустимих рівнів шуму.....	44
6.2 Заходи щодо поліпшення умов праці в робочому приміщені.....	45
6.3 Пожежна безпека.....	45
Висновки	48
Перелік джерел посилань.....	49
Додаток А. Технічне завдання	50
Додаток Б. Перелік елементів РА-п71.465614.001ПЭЗ.....	55
Додаток В. Специфікація РА-п71.465614.001ЭЗ.....	57

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП – друкована плата

ПФГС – пристрій формування групового сигналу

ІКМ – імпульсно кодова модуляція

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

TTL - Transistor-transistor logic

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

Цифровізація електронних пристроїв почалася з середини минулого століття. Розвиток цифрових технологій та систем дає можливість до обміну даних у великих об'ємах, має кращу завадостійкість порівняно з аналоговими.

Для військової та спеціальної техніки надійність відіграє важливішу роль. Це дозволяє безвідмовно та однозначно, без похибок обмінюватися сигналами між окремими системами або вузлами. Саме тому була розроблена система, яка формує груповий сигнал з сигналу управління тамовним зв'язком, та передає його по радіорелейному тракту.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Відповідно до вимог технічного завдання необхідно розробити пристрій формування групових сигналів (ПФГС) для їх передавання від віддаленої станції керування до центральної станції курування через радіорелейну станцію (РРС).

На вхід ПФГС поступають аналогові мовні сигнали службового зв'язку та два цифрові телекодови сигнали. Від ПФГС на РРС повинен поступати груповий цифровий сигнал.

1.1 Вимоги до сигналів аналогового мовного службового зв'язку.

Відповідно до 3.2.13 сигнал повинен мати аналого-цифрове перетворення згідно ІКМ (АДІКМ) - перетворенню по рек. G.711. Імпульсно-кодова модуляція (ІКМ) для голосових частот.

1.2 Електричні характеристики стику.

Повинні відповідати чотирьохдротовому стику C_{11} згідно рек. Q.553 ITU-T.

Далі – переклад ITU-T Recommendation Q.553. Transmission characteristics at 4-wire analogue interfaces of digital exchanges.

1.1.2.1 Головне Рекомендація передбачає характеристики для:

- 4х-провідні аналогові інтерфейси (тип C11, C12 и C13);
- вхідні та вихідні з'єднання з 4-провідними аналоговими інтерфейсами; для з'єднань в межах міжнаціональної мережі.

Номінальний опір на аналогових вхідних та вихідних інтерфейсах повинен становити 600 Ом, збалансований. Втрати, що повертаються, на порти обладнання, виміряні при номінальному опорі, не повинні бути меншими 20 Б в діапазоні частот від 300 до 3400 Гц.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Номінальні відносні рівні в аналогових вхідних та вихідних інтерфейсах цифрового обміну залежать від типу обладнання, яке підключено до обміну (рис. 1.1).

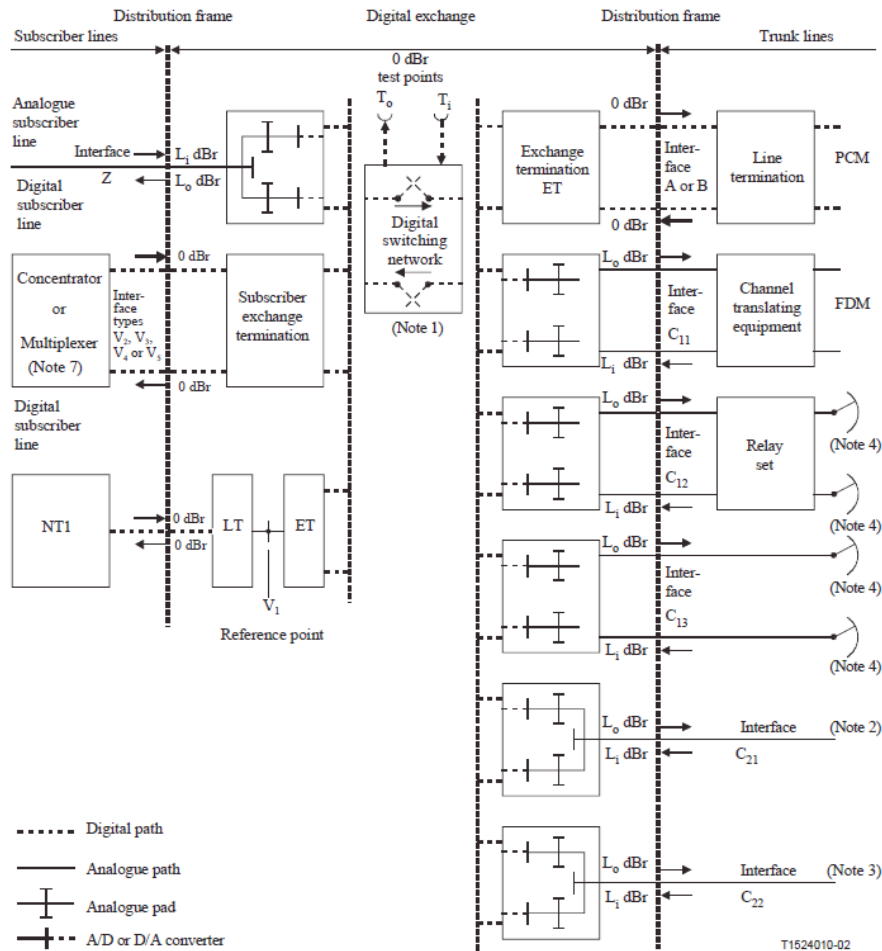


Рисунок 1. 1 - Інтерфейси, рівні передачі та тестові точки на цифровому обміні

На практиці може бути необхідним компенсування втрат між вихідними інтерфейсами цифрового обміну та вхідними портами спостережуваного обладнання, для виконання умов плану передачі. Різниця між фактичним відносним рівнем та номінальним відносним рівнем знаходиться в діапазонах:

- вхідний відносний рівень: $-0,3$ до $+0,7$ дБ;
- відносний вихідний рівень: $-0,7$ до $+0,3$ дБ.

1.3 Стик ПФГС для приймання телекодових сигналів повинен відповідати вимогам рек. V.11 ITU-T.

Електричні характеристики, зазначені в цій Рекомендації, застосовуються до схем обміну, що працюють зі швидкістю передачі сигналів до 10 Мбіт / с.

Типові точки застосування проілюстровані на рис. 1.2.

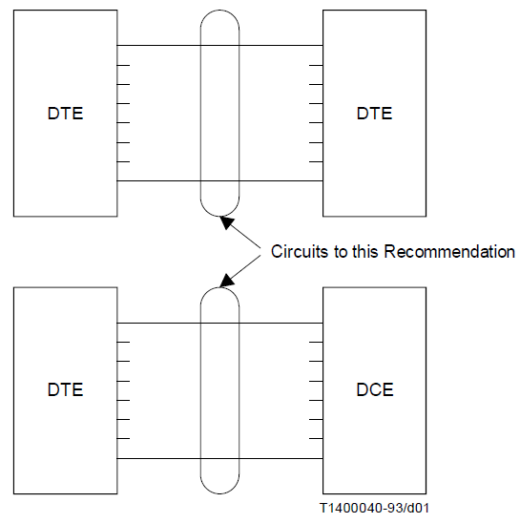


Рисунок 1.2 - Типові застосування врівноважених ланцюгів обміну

Хоча врівноважений ланцюг обміну призначений в першу чергу для використання при більш високих швидкостях передачі даних, його використання при менших швидкостях може знадобитися в наступних випадках:

- 1) з'єднувальний кабель занадто довгий для правильної роботи незбалансованої ланцюга;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2) сторонні джерела шуму роблять роботу незбалансованої ланцюга неможливо;

3) коли необхідно мінімізувати перешкоди для інших сигналів.

На рис. 1.3 наведені схеми практичного представлення інтерфейсу.

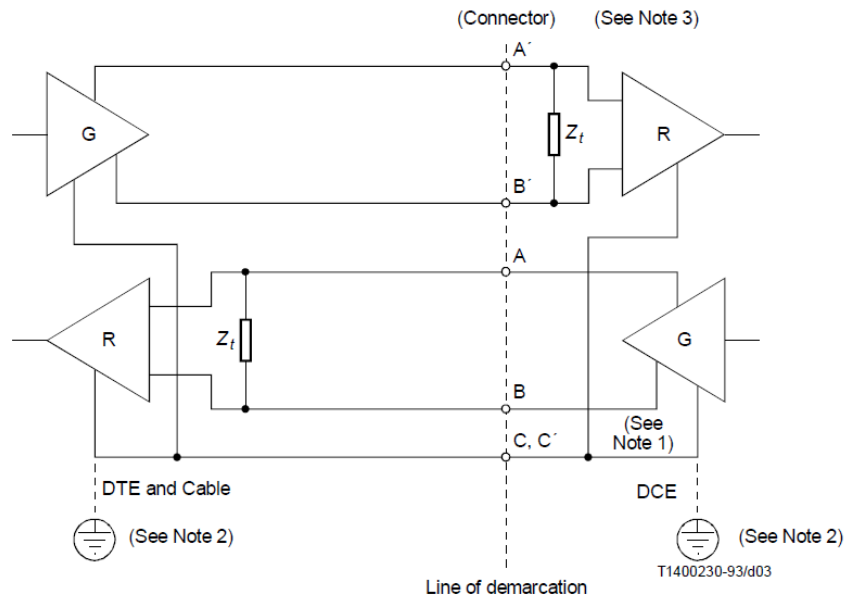


Рисунок 1.3 - Практичне представлення інтерфейсу

Загальний опір генератора повинен бути меншим або рівним 100 Ом і бути адекватно врівноваженим.

Мінімальна напруга сигналу на вході інтерфейсу повинна бути не менше $\pm 0,3$ В. Приймач інтерфейсу повинен витримувати перевантаження на вході не менше ± 10 В.

1.4 Стик ПФГС з РРС повинен відповідати вимогам рек. 6/G703 ITU-T. Структура цифрового групового сигналу та/від РРС повинна відповідати рек. 5/G.704 ITU-T (потік E1).

Груповий сигнал передається у формі кадру з часовим розподілом каналів. Довжина кадру 256 біт, пронумерованих від 1 до 256. Частота

повторення кадру становить 8000 Гц. Швидкість передавання – 2048 кбіт/с. Структура кадру складається з 32 часових інтервалів, 30 яких є інформаційними. Швидкість передавання сигналів в одному часовому інтервалі 64 кбіт/с. Перший та шістнадцятий інтервали призначені для передачі службової інформації та сигналів адресації.

Сигнали телеконтролю та службового зв'язку повинні передаватися в індивідуальних часових інтервалах зі швидкістю 64 кбіт/с в структурі групового сигналу, що має швидкість 2048 кбіт/с.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Структурна схема пристрою формування групового сигналу, що реалізує вимоги технічного завдання, зображена на рис. 2.1

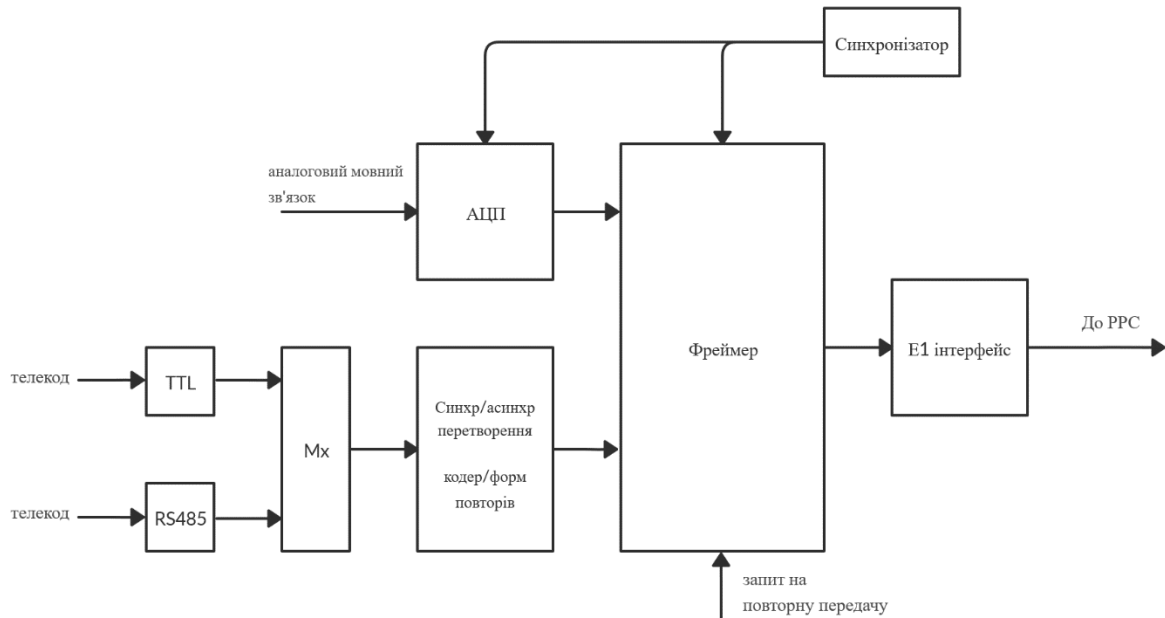


Рисунок 2.1- Структурна схема ПФГС

2.1 Опис структурної схеми

Для виконання функцій відповідно до технічного завдання структурна схема пристрою формування групових сигналів для передавання до РРС повинна мати наступні вузли:

- інтерфейсів приймання телекодових сигналів - «TTL» та «RS485»;
- мультиплексор який призначений для вибору між двома джерелами телекоду - «Мх»;

- асинхронно – синхронний перетворювач узгодження швидкості телекодових сигналів з груповим сигналом, що передається в радіорелейну станцію, та кодер/формувавч повторів;
- аналого-цифровий перетворювач мовних аналогових сигналів службового зв'язку в цифровий сигнал - «АЦП»;
- формувавч групового сигналу з мовного цифрового сигналу та сигналу телекоду - «Фреймер»;
- «Синхронізатор» - приймає сигнал 2048 кГц від РРС, та призначений формувати сітку частот для всього пристрою.
- інтерфейс стику з РРС, що відповідає вимогам рек. G/703/6 ІТУ-Т - «Е1 інтерфейс».

2.2 Вузол асинхронно-синхронного перетворення

Реалізація роботи вузлів ПФГС в основному однозначно реалізується відомими принципами. Реалізація асинхронно-синхронно перетворювача може мати кілька варіантів, пов'язаних з різними не кратними швидкостями передавання в груповому сигналі та швидкістю вхідного телекодового сигналу. При цьому можливі наступні методи узгодження швидкостей передавання в одному каналі (часовому інтервалі, основному цифровому каналі – 64 кбіт/с)) групового сигналу та швидкості телекодового сигналу – стрбування, узгодження швидкостей з цифровим вирівнюванням, кодуванням переходів.

2.2.1 Метод стрбування полягає у стрбуванні вхідного цифрового сигналу періодичним сигналом більш високої частоти (рис. 2.2).

У випадку ПФГС частота стрбування дорівнює 64 кГц. Враховуючи допустимі крайові спотворення 5%, таким чином швидкість вхідного телекодового сигналу не повинна перевищувати 3.2 кбіт/с ($64\text{кГц} \times 0.05 = 3.2$

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

кГц), що значно менше, заданого в ТЗ. Тому цей метод, не зважаючи на його простоту не підходить для реалізації в ПФГС.

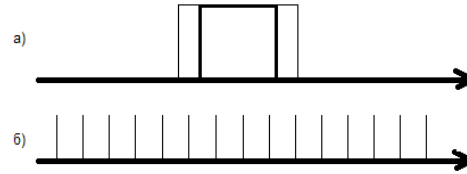


Рисунок 2.2 – Узгодження швидкостей сигналів методом стробування а) імпульс телекоду та його відстаючий/опереджаючий варіант. б) імпульси стробування

2.2.2 При узгодженні швидкостей сигналів методом цифрового вирівнювання швидкість вхідного телекодового сигналу може досягнути до 95% від швидкості в основному цифровому сигналі. При цьому швидкості приймання (асинхронна) та передавання (синхронна) цифрових сигналів повинні бути плезіохронними. При різниці швидкостей приймання та передавання в сигналі передавання виконуються вставки та сигнал наявності вставки (рис. 2.3).

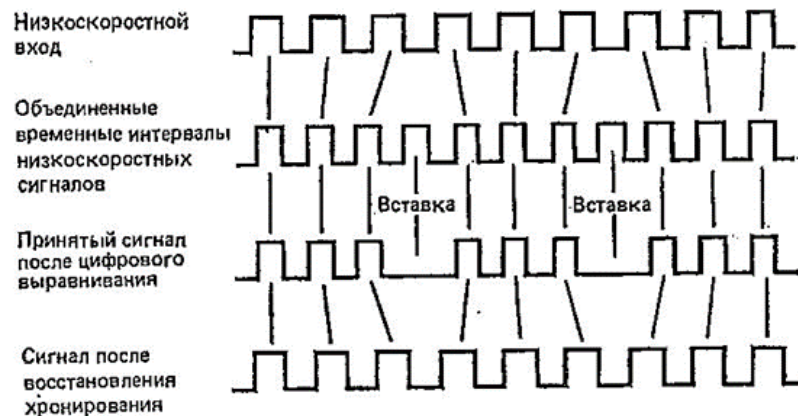


Рисунок 2.3 - Работа системы з позитивним цифровим вирівнюванням

При узгодженні швидкостей сигналів методом цифрового вирівнювання швидкість вхідного телекодового сигналу повинна біти близькою до швидкості в ОЦК, або використовуватися частина ОЦК, якщо швидкість телекодового сигналу в кілька разів менша ОЦК.

Реалізація узгодження швидкостей сигналів методом цифрового вирівнювання є збитковим для реалізації в ПФГС та вимагає значних апаратних затрат.

2.2.3 Метод кодування переходів

Для відповідності низько швидкісного телекодового сигналу до 64 кбіт/с, можна використати метод кодування переходів приведений у рекомендації ITU-T R.111 CODE AND SPEED INDEPENDENT TDM SYSTEM FOR ANISOCHRONOUS TELEGRAPH AND DATA TRANSMISSION (рис. 2.4)

Алгоритм кодування

полягає у наступному:

Анізохронний сигнал

Блокування передачі даних

Імпульси вибірки

Імпульси цифрового каналу

Бітова послідовність

Бітова ідентифікація

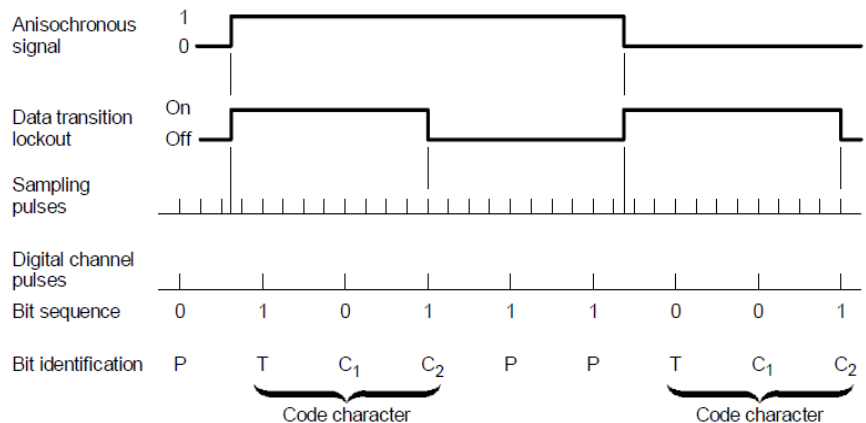


Рисунок 2.4 - Процес кодування переходів

1. Визначаємо перепад Анізохронного сигналу.
2. вводимо сигнал Блокування передачі даних.
3. Передаємо перших три біта коду відповідно до табл. 2.1
4. Вимикається сигнал Блокування передачі даних та продовжуємо
5. Передавати сигнал Р (підтвердження відсутності перепаду) до тих пір поки не визначимо черговий перепад Анізохронного сигналу.

Таблиця 2.1 Алгоритм кодування переходів

Кодовий символ для переходу 1-0 в анізохронному сигналі			Кодовий символ для переходу 0-1 в анізохронному сигналі			Положення переходу у групі з чотирьох імпульсів дискретизації
T	C ₁	C ₂	T	C ₁	C ₂	
0	0	0	1	1	1	Перша чверть
0	0	1	1	1	0	Друга чверть
0	1	0	1	0	1	Третя чверть
0	1	1	1	0	0	Четверта чверть

Даний алгоритм може виконатися на ПЛІС EPM7064SLC44-10.

3 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

3.1 TTL

Сигнал телекоду на вході може підлягати електромагнітним завадам, мати спотворення. Для задачі однозначного та швидкого детектування зміни рівня телекоду обраний тригер Шмідта.

Обрано наступний варіант:

6 PIN DIP PHOTO COUPLER SHMITT TRIGGER H11L1M від Fairchild Semiconductor Corporation

Опис: Серія H11LXM має високошвидкісний інтегральний детектор, оптично з'єднаний з галій-арсенідним інфрачервоним діодом. На виході встановлений тригер Шмітта, що забезпечує гістерезис завадостійкості і імпульсної комутації. Схема детектора оптимізована для простоти роботи і використовує вихід з відкритим колектором для максимальної гнучкості застосування.

Застосування:

- Ізоляція Логіка-Логіка
- Програмований датчик струму
- Лінійний приймач – усуває шуми та інші проблеми передачі
- АС до TTL конвертор – дає прямокутний сигнал
- Цифрове програмування джерел живлення
- Інтерфейси електронно обчислювальних машин та периферія

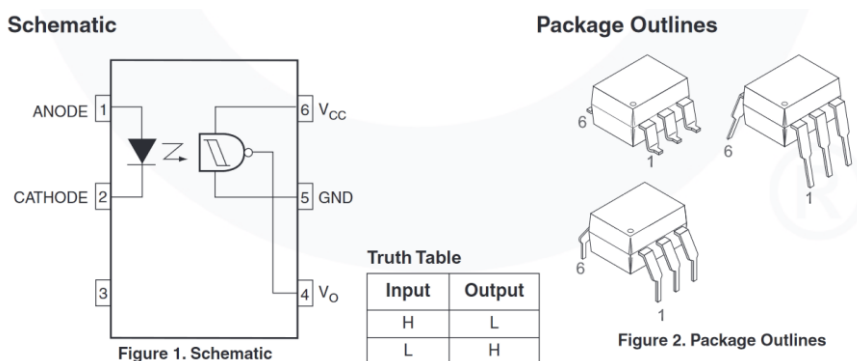


Рисунок 3.1 - Схема та вигляд корпусу H11L1M

3.2 RS485

Мікросхему для роботи з інтерфейсом RS485 обрано серед варіантів від NVE CORPORATION. Вибір пав на IL3285 Fractional Load Passive Input RS-485 and RS-422 Isolated Transceivers

IL3285 і IL3222 - це гальванічно диференційовані приймачі шини, призначені для двонаправленої передачі даних по збалансованих лініях передачі. Пристрої використовують запатентовану технологію NVE * IsoLoop spintronic Giant Magnetoresistance (GMR). IL3285 забезпечує щонайменше 1,5 В навантаження 54 Ом, а IL3222 принаймні 2 В - навантаження 100 Ом для чудової цілісності даних по довгих кабелях. Ці пристрої також сумісні з вхідними джерелами 3,3 В, що дозволяє інтерфейсувати до стандартних мікроконтролерів без додаткового зсуву рівня.

Скорость (макс.), Мбит/с	5
Интерфейс	RS-485
Каналов, шт	1
Тх, шт	1
V _{iso} , В	2500
Rх, шт	1
CMR (мин.), В/мкс	15000
Rх/Тх Enable	Да
t _{PHL} (макс.), нс	80
Устройств на шине	256
ESD защита, кВ	15
t _{PLH} (макс.), нс	80
V _{cc} , В	от 3 до 5.5
I _{cc} , мА	7.3
T _A , °C	от -40 до 85
Корпус	SOIC-16 SOIC-16-Wide

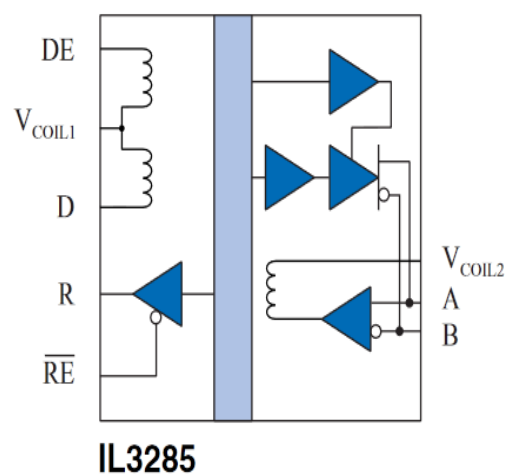


Рис. 3.2 Функціональна схема

IL3285 Truth Table

V _(A-B)	DE	D	R	RE	Mode
≥ 200 mV	H	H	H	L	Drive
≤ -200 mV	H	L	L	L	Drive
≥ 200 mV	L	X	H	L	Receive
≤ -200 mV	L	X	L	L	Receive
X	X	X	Z	H	X
Open	L	X	H	L	Receive

Z = High Impedance X = Irrelevant

Рисунок 3.3 - Таблиця істинності

3.3 Мультиплексор

Обраний мультиплексор 2:1 від NXP Semiconductors.

74LVC1G3157 аналоговий мультиплексор/демультиплексор з одним цифровим входом вибору (S), двома незалежними входами / виходами (Y0, Y1) та загальним входом / виходом (Z). Шмідт-тригерна дія на вибраному вході робить схему толерантною повільнішою. Час підйому та падіння входу для всього діапазону VCC від 1,65 V до 5,5 V.

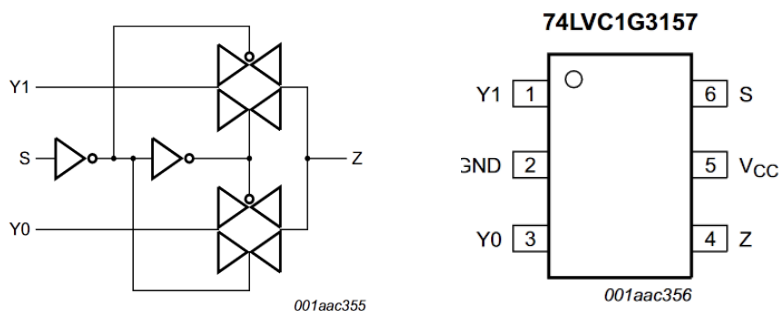


Рисунок 3.4. Логічна схема та розташування контактів

3.4 ПЛІС

Функція кодування переходів виконана на програмованій мікросхемі EPM7064SLC44-10.

Сімейство MAX 7000 високопродуктивних та високоефективних PLD засноване на архітектурі MAX другого покоління. Створена вдосконаленою технологією CMOS, сімейство MAX 7000 на базі EEPROM забезпечує 600-000 придатних затворів, ISP, затримки між шпильками до 5 нс та зустрічні швидкості до 175,4 МГц. Пристрої MAX 7000S в класах швидкості -5, -6, -7 і -10, а також пристрої MAX 7000 і MAX 7000E в швидкості класів -5, -6, -7, -10P і -12P відповідають PCI Специфікація локальної шини PCI для спеціальної групи інтересів (PCI SIG)

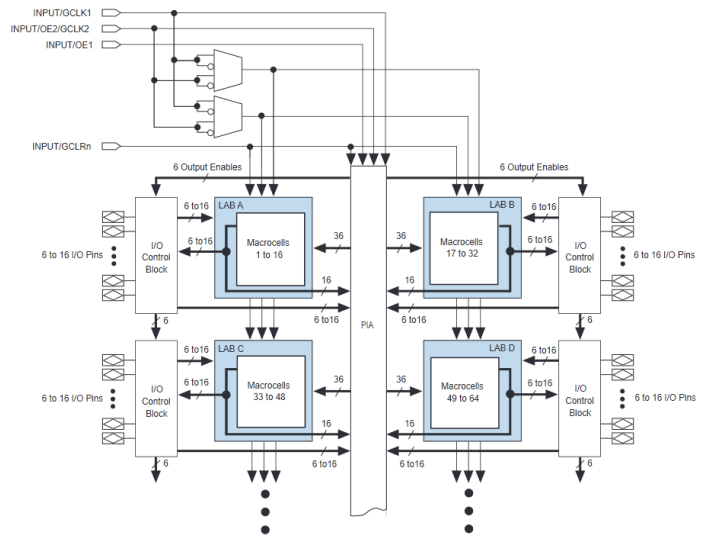
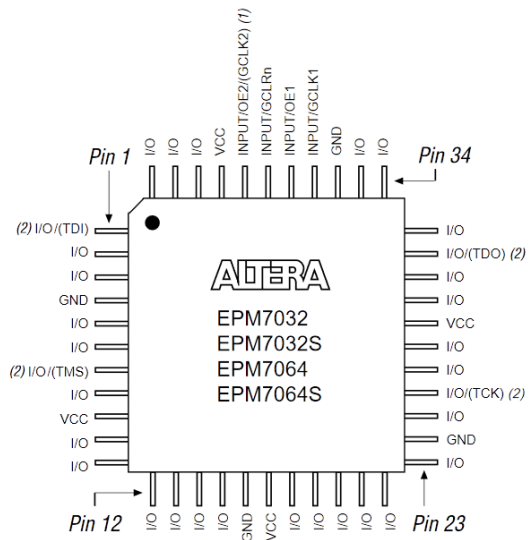


Рисунок 3.5 - Піни та блок-схема мікросхеми

3.5 Сигнальні трансформатори

Електрична розв'язка сигналу службового зв'язку з АЦП виконується за допомогою сигнального трансформатора SM-LP-5001.

Характеристики:

Субмініятура в SMT; Висота сидіння 7,5 мм; Спотворення всього 0,015%; Вакуумна капсуляція; Сертифікований UL60950; Відповідність RoHS.

Застосування:

Модеми (V32); Ноутбуки; Телекомунікації; Приладобудування

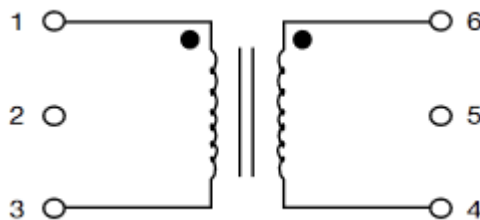


Рисунок 3.6 - Схематичне зображення SM-LP-5001

Розв'язка на виході пристрою виконується трансформатором T1044

3.6 АЦП

Перетворенню підлягає сигнал мовного спектру, тому вибір пав на MC14LC5480.

Кодек-фільтр MC14LC5480 PCM використовує CMOS завдяки його надійній низькій потужності та доведеній здатності до складних функцій аналогового / цифрового VLSI.

- Штифт для заміни штифтів для MC145480
- Одномісний джерело живлення 5 В
- Типовий розсіювач потужності 15 мВт, потужність - до 0,01 мВт
- Повністю диференційована аналогова схема для найменшого шуму
- Передайте діапазон передачі та прийому фільтрів низьких частот на мікросхемі
- Активна R – C попередня фільтрація та після фільтрування
- μ – Law та A – Law, що порівнюються з вибором контактів
- Опорне напруга точності чіпа (1,575 В)
- Драйвери живлення потужністю 300 Вт із зовнішнім регулюванням посилення
- MC145536EVK - це набір для оцінки, який також включає в себе транскодер C145532 ADPCM

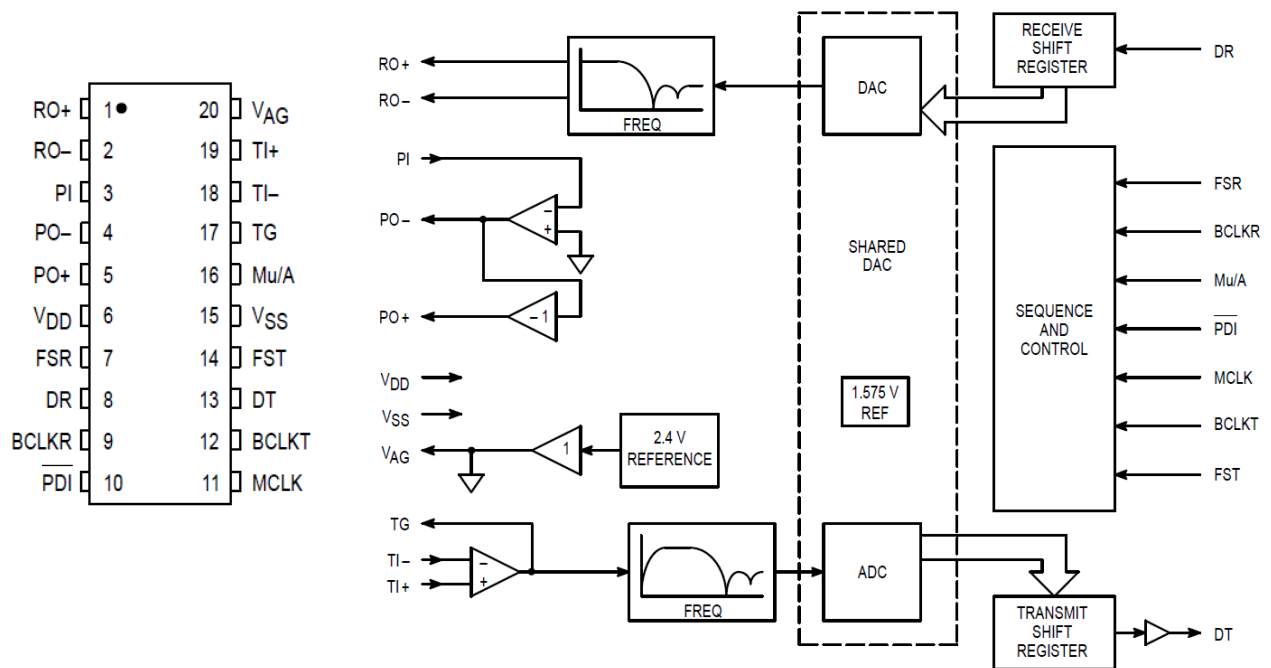


Рисунок 3.7 - Виводи та блок-схема

3.7 Фреймер

Для роботи з інтерфейсом E1, та відповідність рекомендаціям G.704 обрано MT9079 CMOS ST-BUSTM Family Advanced Controller for E1. MT9079 - це багатофункціональний E1 (PCM 30, 2.048) Мбіт / с) фреймер зв'язку та контролер, який відповідає останнім вимогам ССІТТ та ETSI. MT9079 інтерфейсує до задньої площини 2.048 Мбіт / с і може безпосередньо керуватися паралельним процесором, послідовний контролер або через ST-BUS. Широка передача сигналів тривоги та звітність, а також вичерпний моніторинг продуктивності та функції діагностики помилок роблять цей пристрій ідеальним для широкого спектру застосувань.

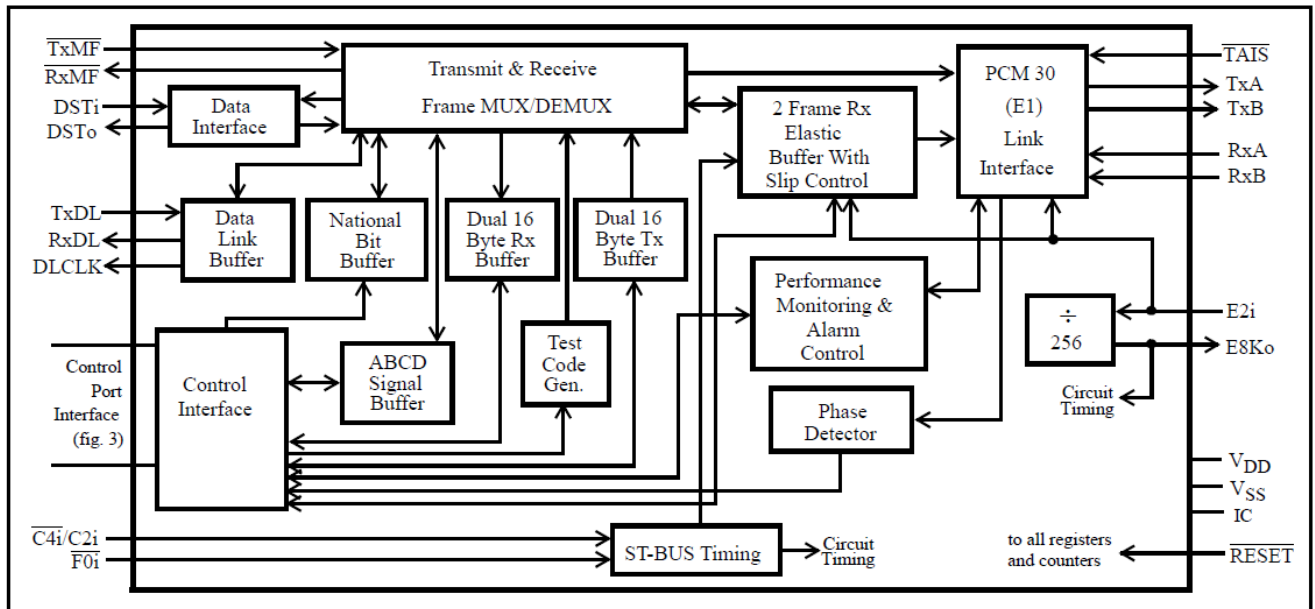


Рисунок 3.8 - Блок-Схема пристрою

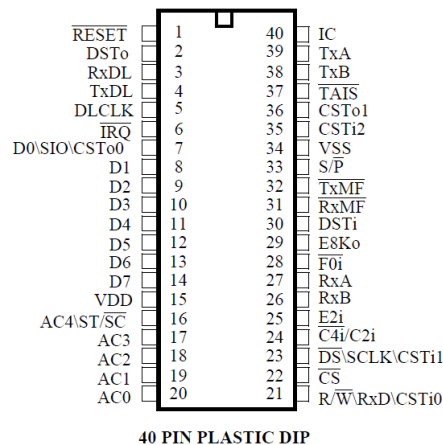


Рисунок 3.9 Виводи мікросхеми

3.8 E1 інтерфейс

Для відповідності інтерфейсу E1 та отриманню HDB-3 коду, і відповідності G.703 обрана мікросхема XRT82D20 SINGLE CHANNEL E1 LINE INTERFACE UNIT від Exar.

XRT82D20 - це повністю інтегрований одноканальний, лінійний інтерфейс Приймач на 75 Вт або 120 Вт E1 (2.048 Мбіт / с) додатки. LIU IC складається з приймача з адаптивним розрізом даних для точного відновлення даних і синхросигналу та передавача, який приймає або одиночний, або подвійний цифровий вхід для передачі сигналу на лінію, використовуючи драйвер диференціальної лінії низького опору. Пристрій також містить безкристалічний аттенюатор джиттера для згладжування годинника та згладжування даних, який, залежно від системних вимог, може бути обраний або в шляху передачі, або в прийманні. Для з'єднання XRT82D20 з лінією потрібні трансформатори як на стороні приймача, так і на передавачі, а також підтримують збалансований та неврівноважений інтерфейси.

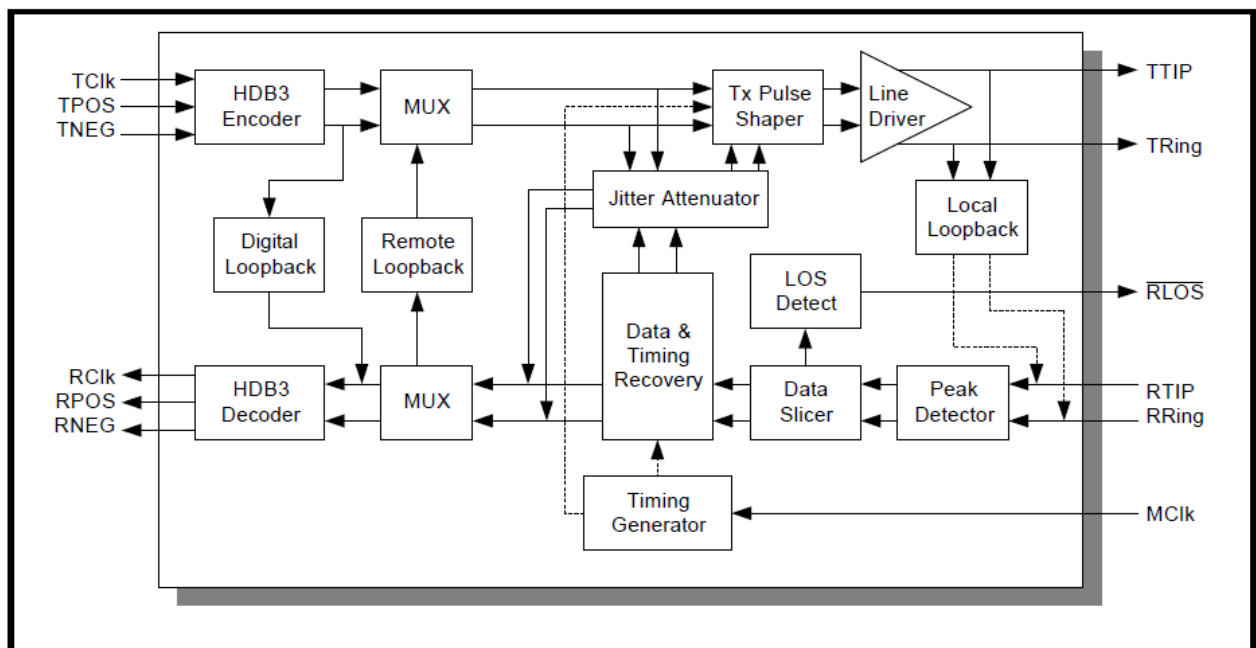


Рисунок 3.10 - Блок-схема пристрою

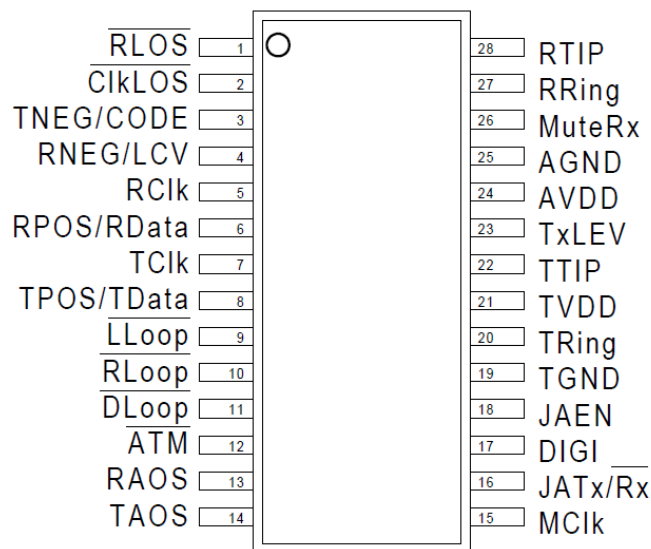


Рисунок 3.11 - Виводи мікросхеми

3.9 Синхронізатор

Синхронізацію та сітку частот для всього пристрою надасть MT9041B від ZARLINK

Синхронізатор T1/E1 містить цифровий фазовий фіксований цикл (DPLL), який забезпечує сигнали синхронізації та синхронізації для багатогрупових каналів передачі первинної швидкості T1 та E1. MT9041B генерує тактову частоту ST-BUS і обрамляє сигнали, які фазово заблоковані або вхідними посиланнями 2,048 МГц, 1,544 МГц, або 8 кГц. MT9041B відповідає AT&T TR62411 та Bellcore GR-1244-CORE Stratum 4 Enhanced, Stratum 4 та ETSI ETS 300 011. Він відповідатиме допуску тремтіння, передачі тремтіння, внутрішній тремтіння, точності частоти, дальності захоплення та нахилу зміни фази. для цих специфікацій.

Застосування

- Синхронізація та контроль часу для багатотрубних систем T1 та E1
- Джерела імпульсів та тактових кадрів ST-BUS

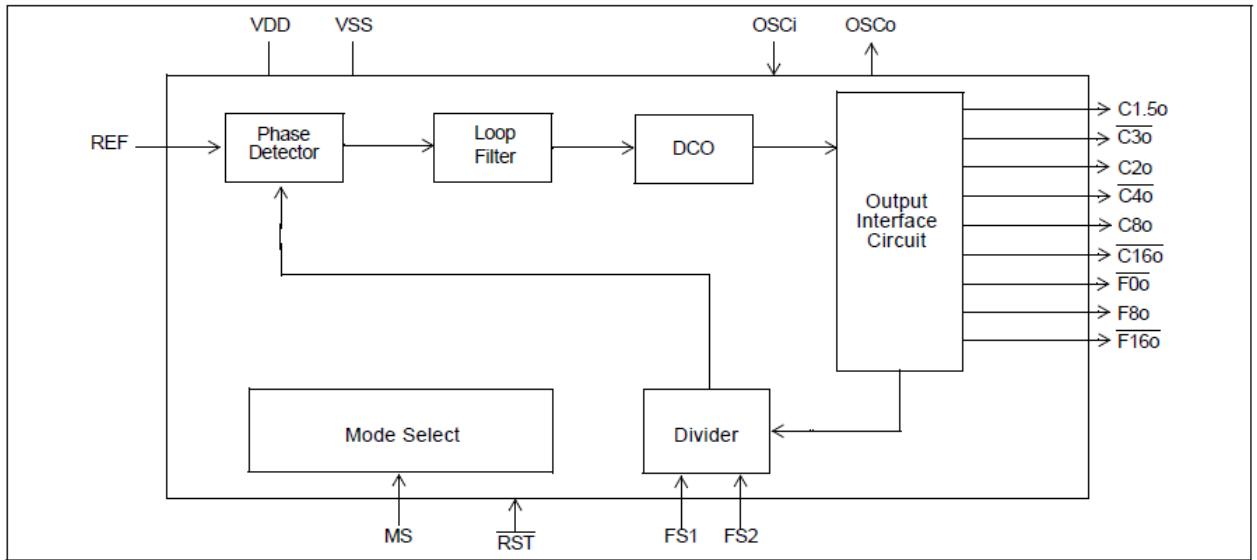


Рисунок 3.12 - Блок-схема пристрою

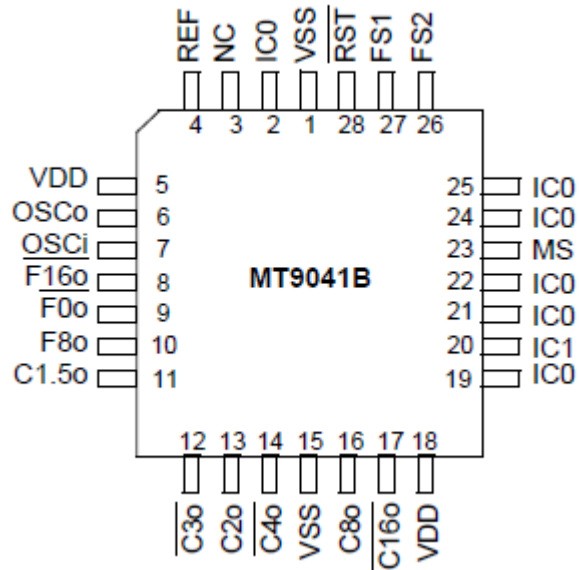


Рисунок 3.13- Виводи мікросхеми

3.10 Розробка схеми електричної принципової

Асинхронно-синхронне перетворення виконується на EPM7064SLC44-10.

Далі приведена розробка алгоритму та програми для ПЛІС

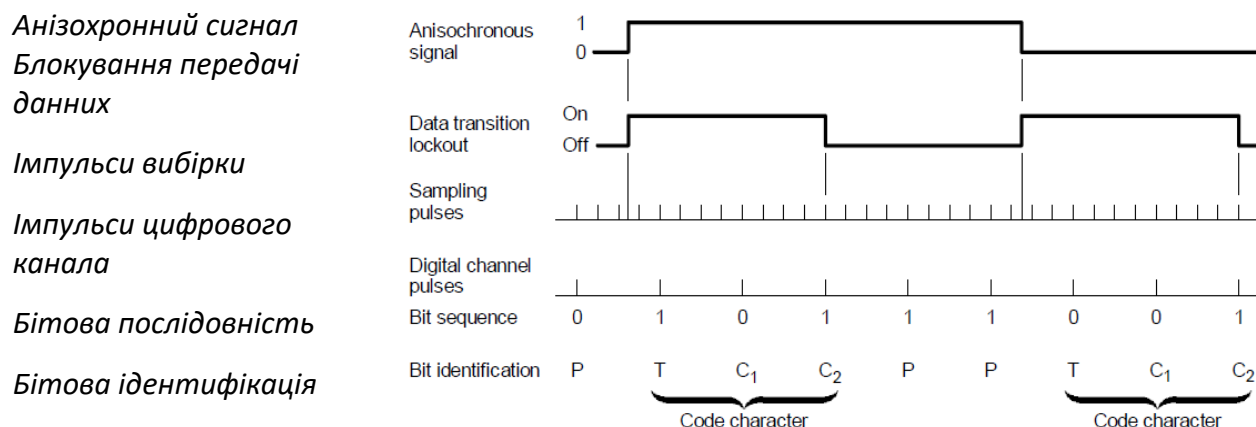


Рисунок 3.14 - Процес кодування переходів

1. Визначаємо перепад Анізохронного сигналу.
2. вводимо сигнал Блокування передачі даних.
3. Передаємо перших три біта коду відповідно до Табл. 2.1
4. Вимикається сигнал Блокування передачі даних та продовжуємо
5. Передавати сигнал P (підтвердження відсутності перепаду) до тих пір поки не визначимо черговий перепад Анізохронного сигналу.

Табл. 3.1

Кодовий символ для переходу 1-0 в анізохронному сигналі			Кодовий символ для переходу 0-1 в анізохронному сигналі			Положення переходу у групі з чотирьох імпульсів дискретизації
T	C1	C2	T	C1	C2	
0	0	0	1	1	1	Перша чверть
0	0	1	1	1	0	Друга чверть
0	1	0	1	0	1	Третя чверть
0	1	1	1	0	0	Четверта чверть

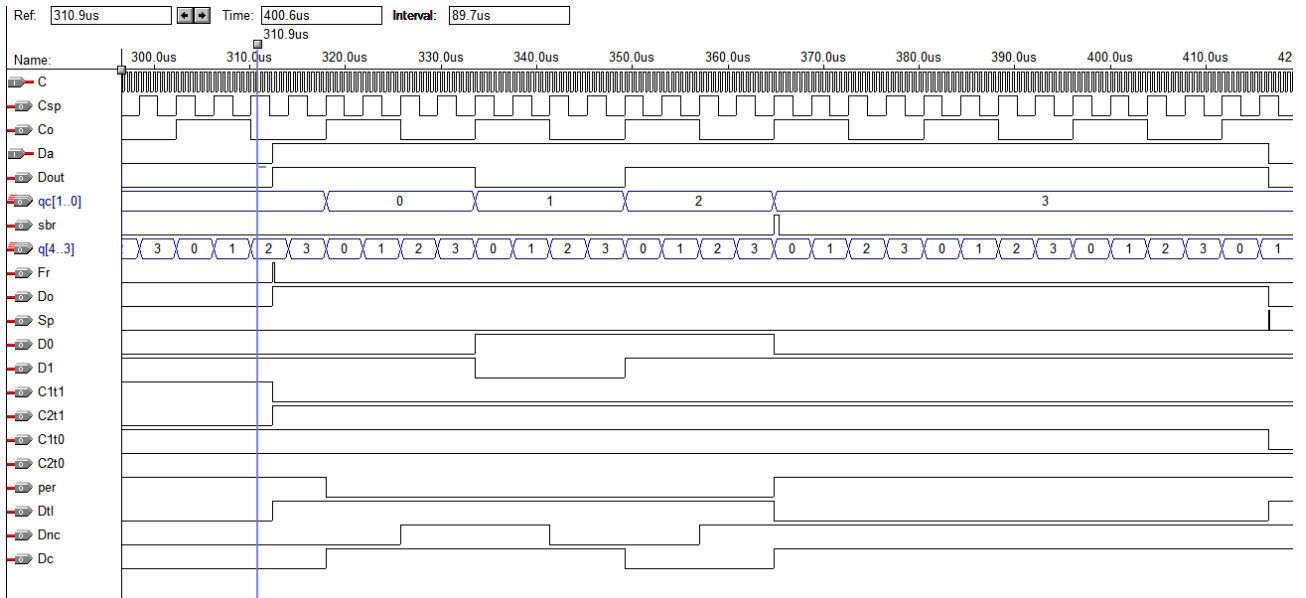


Рисунок 3.17 - Кодування одиниці

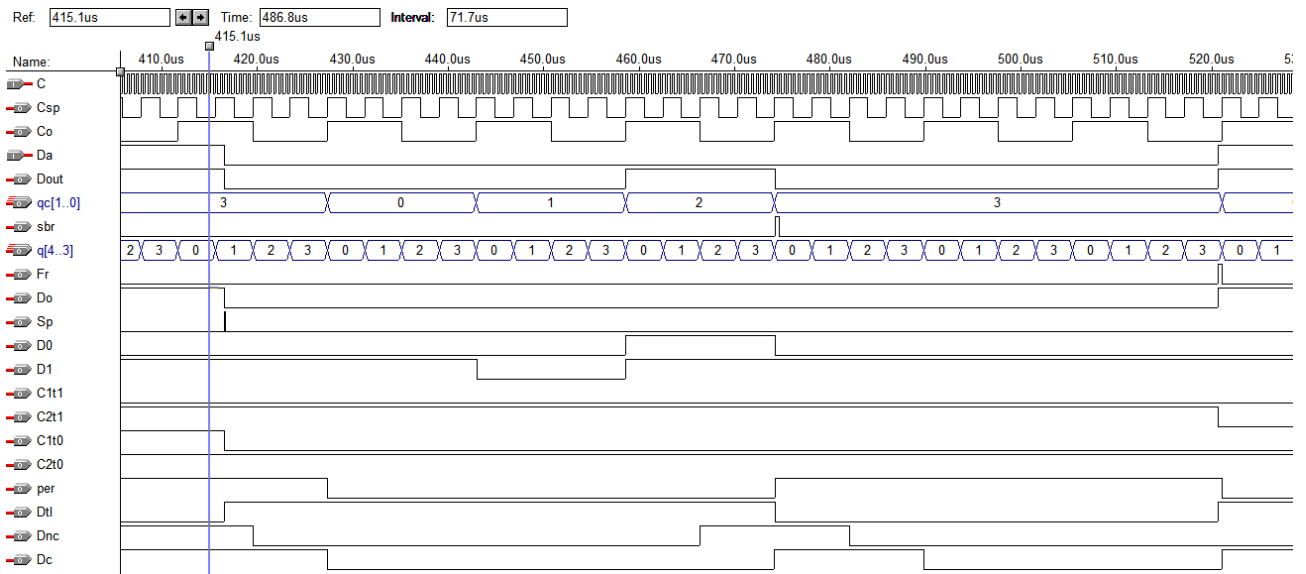


Рисунок 3.18 - Кодування нуля

4 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

4.1 Розрахунок надійності

Для розрахунку надійності використано методику [1]

Розрахунок напрацювання на відмову передбачає наступні умови:

- відмова будь-якого елемента пристрою призводить до відмови пристрою загалом;
- відмови елементів;
- випадкові і взаємозалежні події; –інтенсивності відмов (λ_0) або потоки відмов(ω_0) не залежать від часу, тобто $\lambda_0 = const$ і $\omega_0 = const$.

Робоча інтенсивність відмов кожного елемента визначається за наступною формулою:

$$\lambda_p = \lambda_0 \cdot K_1 \cdot K_E \cdot K_H, \quad (4.1)$$

- де λ_p — робоче значення інтенсивності відмов;
- λ_0 — середньостатистичне значення інтенсивності відмов;
- K_1 — поправний коефіцієнт, який враховує теплове та електричне навантаження;
- K_E — поправний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації;
- K_H — коефіцієнт навантаження.

Потік відмов визначається за наступною формулою:

$$\omega = \sum_{i=1}^n \lambda_p \cdot N_i \quad (4.2)$$

- де ω — потік відмов;
- n — кількість елементів;
- λ_p — робоче значення інтенсивності відмов;
- N_i — кількість елементів кожного типу.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Час безвідмовної роботи визначається за наступною формулою:

$$T_0 = \frac{1}{\omega} \quad (4.3)$$

де T_0 — час напрацювання, год;

ω — потік відмов.

Значення інтенсивності відмов та коефіцієнтів наведено у таблиці 4.1

Параметри надійності елементів пристрою

Таблиця 4.1

Групи виробів	$\lambda_0 \cdot 10^{-6}$	K_1	K_E	K_H	N	$\lambda_0 \cdot 10^{-6} \cdot N_i$
Конденсатори SMD	0.05	0.22	2	0.5	1	0.022
Мікросхеми	0.1	0.5	2	1	8	0.8
Резистори SMD	0,06	1	2	0.1	1	0.12
Роз'єми	0.08	0.2	2	0.1	2	0,064
Генератор квацевий	0.05	0.1	2	1	1	0.01

Використав значення таблиці 4.1 та формулу 4.2 знайдемо потік відмов

$$\omega = 1,016 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

Час безвідмовної роботи визначимо використавши (4.3)

$$T_0 = \frac{1}{\omega} = 98500 \text{ год}$$

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

4.2 Розрахунок стійкості друкованого вузла до дії зовнішніх коливань

Данна методика містить ідею у співвідношенні значень власної частоти механічних коливань плати, та зовнішнього впливу.

Власна частота коливань

$$f = \frac{\varphi}{2 \cdot \pi \cdot a^2} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}} \quad (4.5)$$

де φ – частотна функція (4.6)

a – довща сторона плати

D –циліндрична жорскість

m –приведена маса плати

Частотна функція:

$$\varphi = \pi^2 \cdot \sqrt{\frac{1 + 1.621 \cdot \frac{\xi}{\beta} + \frac{\xi}{\beta^2}}{1 + 1.621 \cdot \frac{\xi}{\beta^3} + \frac{\xi}{\beta^6}}} \quad (4.6)$$

де ξ – коефіцієнт Пуассона

β – коефіцієнт прямокутності

Циліндрична жорскість

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \xi^2)}$$

де E – модуль пружності, $\frac{H}{m^2}$

h – товщина плати

Вхідні данні:

Геометрія плати:

$$a = 0.187 \text{ м}$$

$$b = 0.112.5 \text{ м}$$

$$h = 2 \cdot 10^{-3}$$

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Модуль пружності: $E = 3.02 \cdot 10^{10} \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

Густина: $\rho = 2.05 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

Коефіцієнт Пуассона: $\xi = 0.22$

Маса встановлених компонентів: $m_k = 0.02 \text{ кг}$

Розрахунок:

Визначимо масу плати:

$$m = \rho \cdot a \cdot b \cdot h = 0.0087 \text{ кг}$$

Приведена маса плати з компонентами:

$$M = \frac{m_k + m}{a \cdot b} = 5.046 \frac{\text{Кг}}{\text{м}^2}$$

Циліндрична жорсткість (4.7):

$$D = 21.833$$

Коефіцієнт прямокутності:

$$\beta = 1.655$$

Обрахуємо значення частотної функції φ (4.6)

$$\varphi = 10.463$$

Визначимо частоту власного резонансу плати f (3.5):

$$f = 97.5 \text{ Гц}$$

Висновок: для механічної надійності власна частота плати повина буди не менше ніж подвоєна частота впливу, тому слід забезпечити додаткові міри для надійності

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

5 КОНСТРУКЦІЯ ПФГС

Вигляд та розміри ДП зображені на Рис 5.1

Метод виготовлення: Двостороння ДП виготовлена комбінованим позитивним методом.

Матеріал ДП: FR4 тип А2 – склотекстоліт механічно міцний, термостійкий, доступна ціна.

Товщина матеріалу: 1.6 мм

Клас точності – третій.

Захисні покриття повинні відповідати вимогам ГОСТ В20.39. 308-76 і ГОСТ В9.069-76. Корпус ПС пофарбований емаллю ЭП-140 св. сіра ГОСТ 24709-81, а передні панелі - емаллю МЛ-12 св. димчаста ГОСТ 9754-76.

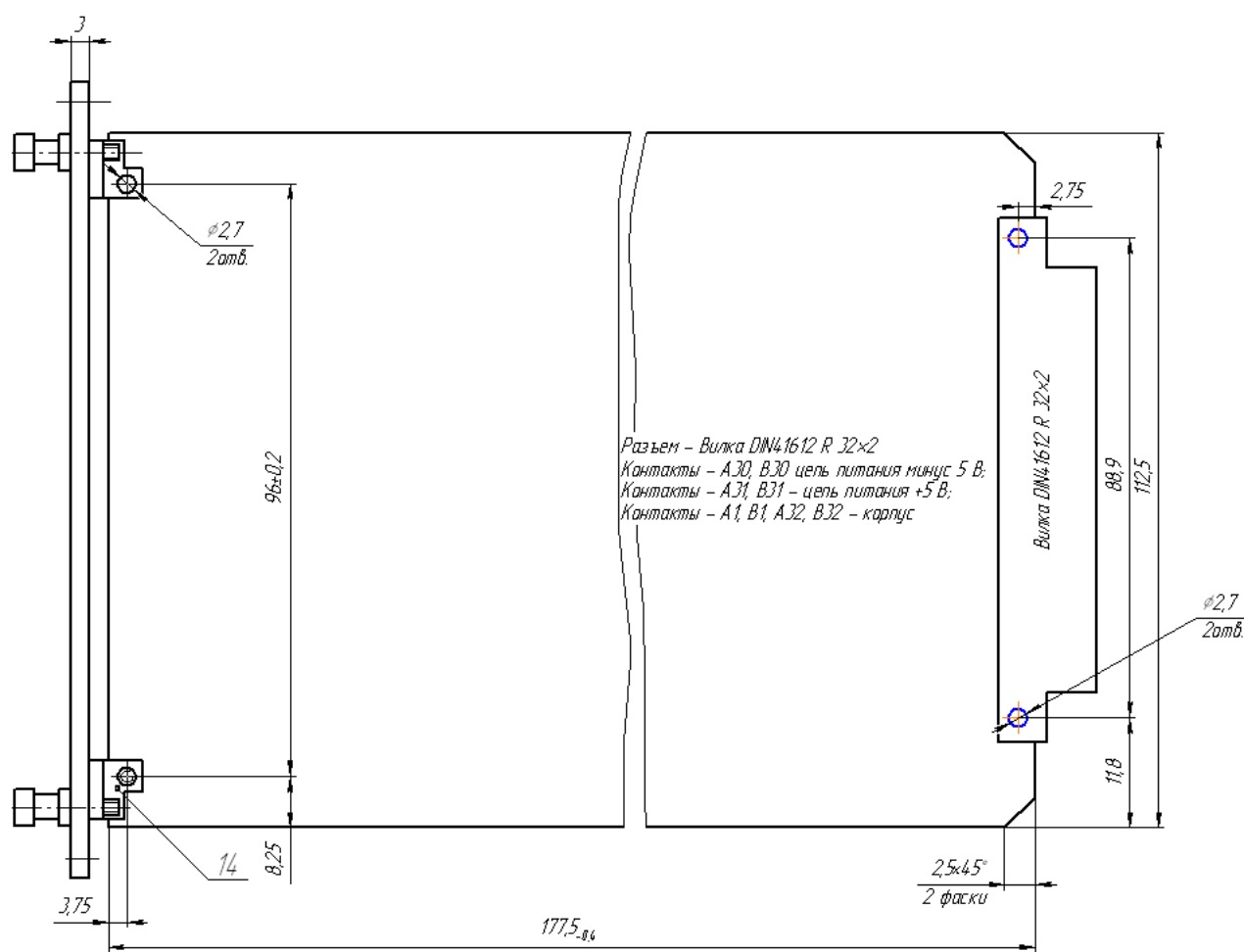


Рисунок 5.1 - Конструкція плати ПФГС

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці являє собою систему законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Даний розділ присвячений розробці заходів щодо охорони праці при розробці та виготовленні обладнання лінійного тракту мультиплексора доступу для станцій тропосферного зв'язку.

Основну увагу в цьому розділі присвячено питанням електробезпеки, а також аналізу небезпечних та шкідливих факторів, що мають місце при проведенні технологічного процесу пайки і відповідності умов праці в робочому приміщенні санітарним нормам

Санітарно-гігієнічні умови праці в робочому приміщенні.

Для створення найбільш сприятливих умов ефективної і безпечної роботи в приміщенні лабораторії, необхідно забезпечити оптимальні санітарно-гігієнічні умови праці. Основні вимоги, пропоновані до таких приміщень, викладені в СН 245-82 “Санітарні норми проектування промислових підприємств” і інших нормативних документах.

Висота лабораторії складає 2,85 м, довжина – 8,5 м, ширина – 6,0 м. Таким чином, площа лабораторії складає 51 м², а її об'єм – 145,35 м³. На одного працюючого в лабораторії (загальна кількість працюючих 5 чоловік) площа складає 10,2 м², а об'єм – 29,07 м³ і відповідають вимогам СН 245-82, у відповідності, з якими об'єм виробничих приміщень на одного працюючого повинний складати не менш 15 м³, а площа приміщення – не менш 4,5 м².

У приміщенні лабораторії знаходяться тверді важко горючі речовини: деякі види пластмас, різні металеві вироби; тверді горючі речовини: усілякі

дерев'яні і паперові вироби, пластмаси, гумові технічні вироби.

РА-п71.465614.001 ПЗ

Лист

31

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Згідно ДБН В. 2. 5. -28-2006 Збірник 28. «Природне і штучне освітлення», приміщення лабораторії по задачах зорової роботи відноситься до I групи, тобто до приміщень, в яких виробляються розрізнені об'єкти зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню.

При розробці пристрою в лабораторії розробником виконуються дослідницькі роботи з технічною документацією, макетами вимірювальних приладів; конструкторські роботи (розрахунок вимірювальних схем пристроїв, виготовлення креслень); практичні роботи (монтаж схем складених блоків апарату і їхня зборка, пайка друкованих плат, перевірка працездатності пристрою та основних його характеристик). Виконувані роботи не вимагають систематичного значного фізичного навантаження і відносяться до легких фізичних робіт категорії Ia з енерговитратами до 120 ккал/година (ГОСТ 12.1.005-88 та ДСН 3.3.6.042-99).

6.1 Потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори

Потенційно небезпечними і шкідливими факторами можуть бути:

- запиленість і загазованість робочої зони;
- невідповідність параметрів мікроклімату санітарним нормам;
- наявність інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань;
- незадовільна освітленість робочих місць або підвищена яскравість;
- безпека поразки електричним струмом;
- вплив крапель розплавленого припою;
- психофізіологічні перевантаження;
- безпека виникнення пожежі.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

6.1.1 відповідність параметрів мікроклімату в робочій зоні санітарним нормам

Для підвищення працездатності і збереження здоров'я важливо створити для людини стабільні метеорологічні умови - мікроклімат повітряного середовища, у поняття якого входять температура, відносна вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового опромінення.

Стан повітряного середовища визначається метеорологічними умовами в лабораторії, виробничим мікрокліматом, а також запиленістю повітря і його загазованістю.

Мікроклімат виробничого приміщення визначається поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря та інтенсивності теплового випромінювання, що впливають на організм людини.

Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини протікали нормально, температура його тіла повинна бути постійною. Надлишкова теплота повинна виділятися в навколишнє середовище. Відповідність між цією теплотою та охолоджувальною здатністю навколишнього середовища визначає комфортні умови.

При відхиленні параметрів мікроклімату від комфортних в організмі людини відбуваються процеси, спрямовані на терморегулювання. Розрізняють хімічну і фізичну терморегуляцію організму. Хімічна відбувається зниженням рівня обміну речовин, а фізична - за допомогою теплопровідності, конвекції, випромінювання і випарювання.

Значні відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних можуть стати причиною ряду простудних захворювань.

Робочою зоною вважається простір, обмежений конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги чи площадки, на яких знаходяться місця постійного чи непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

повітря і впливу на нього виробничих факторів, що утворюються в процесі трудової діяльності людини.

Для нормальної життєдіяльності людини важливий парціальний тиск кисню - 21331 Па (160 мм рт.ст.) і необхідно, щоб у повітрі приміщень містилось не менш 19,5 - 20% кисню.

Важливо, щоб повітря мало визначений іонний склад. У повітрі містяться негативні і позитивні іони, що по рухливості розділяють на легкі, середні і важкі. На життєдіяльність організму людини благотворно впливають негативні іони кисню. Вміст легких іонів у повітрі виробничих і громадських приміщень, повітряне середовище яких піддається спеціальній обробці в системах кондиціонування, приведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.1. Припустимий вміст легких іонів у повітрі робочої зони.

Рівень іонізації повітря	Число іонів у 1 см ² повітря		Значення показника полярності
	n ⁺	n ⁻	
Мінімально необхідний	400	600	-0,2
Оптимальний	1000-3000	3000-5000	від -0,67 до 0
Максимально припустимий	5000	5000	від -0,05 до +0,05

Для поліпшення самопочуття в робочій лабораторії рекомендується спеціальна підготовка повітря, наприклад, збільшення негативно заряджених іонів кисню в повітрі. Такий ефект досягається короткочасним застосуванням іонізаторів повітря, наприклад - люстри «Чижевського». Підготовлене у такий спосіб повітря сприяє поліпшенню процесів обміну речовин у людини, збільшує швидкість осідання пилу. Норми метеорологічних умов при розробці пристрою регламентуються ДСН 3.3.6.042-99. Значення оптимальних, припустимих і фактичних параметрів мікроклімату на постійному робочому місці розробника пристрою для категорії виконуваних їм робіт Іа в холодний і теплий період року приведені в табл.6.2.

6.1.2 Електробезпека

Відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 проєктований пристрій має III клас щодо електрозахисту. Підключення устаткування виконане відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ.

Приміщення лабораторії нежарке, сухе, відноситься до класу приміщень без підвищеної небезпеки поразки персоналу електричним струмом, оскільки відносна вологість повітря не перевищує 75%, температура не більш 35СО, відсутні хімічно агресивні середовища ДСН 3.3.6.037-99. «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».- К.: МОЗ України, 2000 -29с.

Живлення електроприладів всередині приміщення здійснюється від трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю напругою 220В та частотою 50 Гц із використанням автоматів струмового захисту. У приміщенні застосована схема занулення.

Передбачено захисне відключення напруги живлення мережі при аварійному режимі роботи устаткування.

Відповідно до ГОСТ 12.1038-88, гранично припустимі напруги дотику і струми через людину при нормальному (неаварійному) режимі роботи виробу приведені в табл. 6.3.

Табл. 6.3. Гранично припустимі напруги дотику і струми через людину.

Тип струму	Напруга, В, не більше	Струм, мА, не більше
Змінний 50 Гц	2	0,3
Постійний	8	10

г) номінальний струм спрацьовування автомата захисту ($I_{ном}$) = 25А.

Струм однофазного К.З. визначається по формулі:

$$I_{к.з.} = U_{ф} / (r_a + r_n + r_{гн}) = 40 \text{ А.}$$

Де: $r_a = 2,3 \text{ Ом}$ - активний опір фазного проводу;

$r_n = 2,4 \text{ Ом}$ - активний опір нульового проводу;

$r_{гн} = 0,84 \text{ Ом}$ - розрахунковий опір трансформатора потужністю 250 Вт.

Кратність струму однофазного короткого замикання стосовно номінального струму спрацьовування автомата захисту дорівнює:

$$K_m = I_{к.з.} / I_{ном} = 10 \square K_{м.доп} = 1,4$$

З розрахунків видно, що при однофазному К.З. автомат струмового захисту буде надійно спрацьовувати.

При однофазному К.З. нульовий провід і з'єднані з ним корпуси електроустаткування за час спрацьовування максимального струмового захисту знаходяться під напругою ($U_{пр.}$) щодо землі: $U_{пр.} = 99 \text{ В}$.

З метою зниження $U_{пр.}$ як у нормальному, так і в аварійному режимі варто використовувати повторне заземлення нульового проводу.

6.1.3 Шкідливі та небезпечні фактори при проведенні процесу пайки

Для забезпечення електробезпеки при монтажних роботах застосовуємо електропаяльник на напругу 36В и потужністю 25 Вт.

Відповідно до креслення друкованої плати пайку друкованої плати потрібно робити припоєм марки ПОС-61 ГОСТ 21936-76. Зазначений вище припій містить 60 - 62% олова, 0,29 % домішок і іншу частину свинцю.

Пайка в атмосфері звичайними припоями проводиться, як правило, із застосуванням флюсів. В якості флюсів застосовуються каніфоль, стеарин, їхні спиртові розчини, а також флюси, що містять солянокислий гідразин.

При пайці низькотемпературними припоями рекомендується застосування смолоутримуючих і смолонеутримуючих флюсів. Як найбільш розповсюджений і дешевий, застосовуємо смолоутримуючий флюс марки ФКСП по ОСТ4.ГО.033.000, що містить 10 - 60 % соснової каніфолі, 30 - 40 % спирту

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

етилового. Як миюче середовище, для видалення залишків флюсу марки ФКСП застосовується суміш бензину та етилового спирту у співвідношенні 1:1.

Процеси пайки супроводжуються забрудненням повітряного середовища аерозолем припою, флюсу, парами різних рідин, застосовуваних для флюсу, змивки і розчинення різних лаків, що застосовуються для покриття друкованих плат та ін.

Знаходячись у запиленій атмосфері, робітники піддаються впливу пилу і пару; шкідливі речовини осідають на поверхні шкіряного покриву, попадають на слизову оболонку порожнини рота, очей, верхніх дихальних шляхів, зі слиною заковтуються в травний тракт, вдихаються в легені.

Особливо шкідливі при пайки олов'яно-свинцевими припоями пари свинцю. Свинець і його з'єднання отрутні. Частина свинцю, що надійшов в організм, виводиться з нього через кишківник і нирки, а частина затримується в кістковій речовині, м'язах, мозку і печінці. При несприятливих умовах свинець починає циркулювати в крові, викликаючи явище свинцевого отруєння.

Для запобігання гострих захворювань і професійних захворювань, вміст свинцю не повинний перевищувати гранично допустимих концентрацій. За умови проведення робіт, необхідно використовувати місцеву вентиляцію (якщо це непередбачено конструктором робіт), що є найбільш ефективним і економічним засобом забезпечення санітарно-гігієнічних параметрів повітряного середовища в робочій зоні. Вентиляційні установки включаються до початку роботи і виключаються після її закінчення. Робота вентиляційних установок контролюється за допомогою світлової сигналізації. Розведення вентиляційної мережі і конструкція місцевих відсосів забезпечують можливість регулярного очищення повітроводів.

Застосування флюсів при пайці також впливає на здоров'я людини. Компоненти, що входять до складу флюсу, володіють подразнюючим наркотичним впливом, а також високою токсичністю. Компоненти, що входять до складу миючих засобів, мають досить високу токсичність і впливають на організм людини.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Біологічні дії компонентів, що входять до складу припою і флюсу, приведені в таблицях 6.5, 6.6.

Таблиця 6.5 Біологічна дія, клас небезпеки і ГДК у повітрі робочої зони вихідних компонентів що входять до складу припою ПОС-61.

Компоненти	Характер токсичності і дія	Клас потенційно небезпечного фактора	ГДК у повітрі роб. зони, мг/м ³
Олово	Ураження бронхів, викликає поліфератив-но-кліткову реакцію в легенях. При тривалому впливі можливий пневмоконіоз	3	10
Свинець	При отруєнні спостерігається ураження нервової системи, крові, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, статевої системи, порушення плинину вагітності.	1	0,01
Вісмут	Подібно до дії інших металів, викликає пригнічення активності ферментів.	-	-
Сурма	При гострому отруєнні - ураження дихальних шляхів, травного тракту, а при хронічному отруєнні - ураження ще і нервової системи, серцевого м'яза, пневмоконіоз, гінекологічні захворювання, порушення вагітності.	2	0,50

Таблиця 6.6 Токсична дія компонентів, що входять до складу флюсу марки ФКСП.

Компоненти	Характер токсичності і дія	Клас потенційного небезпечного фактора	ГДК у повітрі роб. зони, мг/м ³
Каніфоль соснова	Має подразнюючу дію. При тривалому впливі на шкіру викликає дерматит.	-	-

Спирт етиловий	Має наркотичну і подразнюючу дію. Викликає зміни в печінці, серцево-судинній системі, нервовій системі, сухість шкіри при тривалому контакті.	4	1000
Етилацетат	Трохи подразнює слизову оболонку ока, верхніх дихальних шляхів. Викликає дерматит і екземи.	4	200
Кислота ортофосфорна	Має загально-токсичну дію. Парі викликають атрофічні процеси слизової оболонки носа, запальні захворювання шкіри.	-	1,0

Розрахуємо концентрацію аерозолі свинця в повітрі робочої зони приміщення при використанні ручної пайки згідно з формулою:

$$C_{\phi} = \frac{0,6 \cdot y \cdot n \cdot t \cdot N}{V},$$

де y – питома утворення аерозолі свинця (мг / 100 пайок); $y = 0,03$.

n – кількість пайок за хвилину (3);

t – тривалість робочої зміни (3 год.);

N – кількість робочих місць, на яких виконується пайка, в нашому випадку $N=1$;

V – об'єм робочого приміщення ($V = 145,35$ м³).

Тоді:

$$C_{\phi} = \frac{0,6 \cdot 0,03 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1}{145,35} \approx 0,0011$$

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 $C_{\phi} < ГДК$, яке складає 0,01 мг/м³, таким чином, нема необхідності в проведенні додаткових заходів по зменшенню концентрації аерозолі свинцю в повітрі робочої зони.

6.1.4 Оцінка впливу інфрачервоного випромінювання

Біологічна дія інфрачервоного випромінювання на організм людини.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

По фізичній основі інфрачервоне випромінювання представляє потік енергії, що володіє хвильовими і корпускулярними властивостями.

ІЧ випромінювання призводить, в основному, до теплового впливу на людину. Ефект дії ІЧ променів залежить від довжини хвилі. ІЧ випромінювання підрозділяється на три області: А, В, С. До області А відноситься випромінювання з довжиною хвилі 760 - 1500 нм, В - 1500 - 3000 нм, С - більш 3000 нм. Перша область має велику проникність через шкіру. Дія ІЧ променів при поглинанні їх у різних шарах шкіри призводить до її перегрівання, що обумовлює переповнення кровоносних судин кров'ю і посилення обміну речовин. Збільшується зміст фосфору і натрію в крові, відбувається поляризація людини. Прискорюється серцебиття, підвищення максимального і зниження мінімального тисків, підвищення температури тіла, захворюваність серцево-судинної системи та органів травлення.

Найбільш важкі ураження викликаються коротким ІЧ випромінюванням. Припустима щільність потоку енергії ІЧ випромінювання складає відповідно до ДСН 3.3.6.042-98 та ГОСТ 12.1.005-88.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійному і непостійному робочому місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м² при опроміненні 50% поверхні тіла і більш, 70 Вт/м² - при величині поверхні, що опромінюється, від 25 до 50% і 100 Вт/м² - при опроміненні не більш 25% поверхні тіла.

Визначення інтенсивності інфрачервоного випромінювання.

Інтенсивність випромінювання E від нагрітої поверхні визначаємо по формулі (для $l > 100$ мм):

$$E = \frac{0.91 \times F \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l^2} \quad (6.1)$$

де l - відстань до джерела теплового випромінювання ($l \geq 100$);

F - площа випромінюючої поверхні ($F \leq 300$ мм²);

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

A - 85 - для шкіри людини і бавовняної тканини;

T - температура випромінюючої поверхні (T = 573 K - температура плавлення припою 240°C плюс 50-60°C - запас).

$$E = \frac{0.91 \times 3 \times 10^{-4} \times \left[\left(\frac{573}{100} \right)^4 - 85 \right]}{0.1^2} = 27 \text{ Вт/м}^2$$

В табл. 6.7 приведені орієнтовні припустимі щільності потоку енергії ІЧ випромінювання.

Визначимо, до якої області ІЧ випромінювання відноситься випромінювання тіла з температурою 573 К.

За законом Віна:

$$\lambda_{\max} = \frac{2.88}{T} = \frac{2.88}{573} \approx 5000 \quad (6.2)$$

Отже, дане випромінювання відноситься до області С. Тому що отримана при розрахунку щільність $E = 27 \text{ Вт/м}^2$ менше припустимої, то можна сказати, що ІЧ випромінювання не має шкідливої дії на організм людини.

Таблиця 6.7 Припустимі щільності потоку енергії інфрачервоного випромінювання.

Області інфра-червоного випромінювання	Довжина хвилі, нм	Припустима щільність потоку енергії, Вт/м ²	Припустима інтегральна щільність потоку енергії ІЧ випромінювання, Вт/м
A	760 - 1500	100	
B	1500 - 3000	100	350
C	3000 - 4500	175	
	4500 - 10000	120	

6.1.5 Визначення допустимих рівнів шуму

Нормування шуму здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарних норм припустимих рівнів шуму на робочих місцях".

Припустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентних рівнів звуку варто приймати: для широкополосного постійного чи непостійного (крім імпульсного) шуму - по таблиці.6.8

Таблиця.6.8 Припустимі рівні звукового тиску і рівні звуку

Рівні звукового тиску в активних смугах.										рівні звуку
середньо-геометрична частота для октавної смуги, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	50 дБА
рівень звукового тиску на робочих місцях, дБ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	

Характеристикою постійного шуму на робочих місцях є рівні звукових тисків в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, зазначеними в таблиці.

У даному випадку основним джерелом шуму в робочому приміщенні є двигуни вентиляторів ПЕОМ і принтер. Їх фактичний рівень звуку відповідає необхідним нормам (по ДСН 3.3.6.037-99 це 50 дБА), тому що вентилятори розміщені усередині корпусів ПЕОМ і мають низький рівень шуму за світовими стандартами (38 дБА), а в конструкції принтера передбачені спеціальні засоби зниження шуму.

6.1.6 Вимоги до освітлення і розрахунок освітленості робочої зони

При монтажі друкованих плат рівень освітленості повинний бути оптимальним. При зайвому яскравому освітленні виникає швидке стомлення робітника, що може призвести до втрати працездатності і травми.

Природне освітлення приміщення здійснюється бічним світлом через світлові прорізи в зовнішніх стінах чи через прозорі частини стін.

Основною величиною для розрахунку природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО), що залежить від широти місцевості,

часу року, а також погоди, і по якому проводиться нормування природного освітлення.

При однобічному бічному освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів, на перетині вертикальної площини характерного розміру приміщення і умовної робочої поверхні.

Згідно ДБН В. 2.5. – 28- 2006 Збірник 28. «Природне і штучне освітлення» нормоване значення КПО для робіт високої точності дорівнює для третього світлового пояса $e_{\text{Пн}}=1.2\%$ при використанні сумісного виду освітлення.

6.2 Заходи щодо поліпшення умов праці в робочому приміщенні

З огляду на шкідливі виробничі фактори, що впливають на збирача РЕА, для досягнення сприятливих умов праці проведений комплекс наступних заходів:

- Ділянка, на якій проводиться пайка, виділена в окреме приміщення.
- Застосовано повторне заземлення нульового проводу для зменшення напруги дотику.
- Значення заземлення при нарузі живлення 220В - не більш 30 Ом.
- Повторне заземлення нульового проводу в період замикання фази на корпус знижує напругу дотику до електроустаткування при до $U_{\text{пр}}=36\text{В}$.

6.3 Пожежна безпека

Основними причинами виникнення пожежі є:

- порушення встановлених правил пожежної безпеки і необережне поводження з вогнем;
- несправність і перевантаження електричних пристроїв (коротке замикання);
- несправність вентиляційної системи, що викликає осідання, самозаймання і вибухи пилу;

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

- халатне і необережне поводження з вогнем;
- статична електрика, що утворюється від тертя пилу чи газів у вентиляційних установках;

- грозові розряди при відсутності чи несправності блискавковідводів.

Основними пожежно-профілактичними заходами є:

- Організаційні, що стосуються технологічного процесу з урахуванням пожежної небезпеки виробництва;
- Експлуатаційні, що розглядають експлуатацію електроустаткування з урахуванням пожежної небезпеки;
- Технічні і конструктивні, пов'язані з правильним розміщенням і монтажем електроустаткування, опалювальних приладів, нейтралізацією статичної і атмосферної електрики та ін.;
- Режимного характеру, тобто забороняючі користування відкритим вогнем у місцях, де це є небезпечним;
- Устрій евакуаційних виходів у будинку, де розміщена лабораторія, і їхнє раціональне використання;
- Правильне розміщення устаткування лабораторії в залежності від кількості зайнятих людей.

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою журнал «Бизнес и безопасность» № 1/2008 робоче приміщення по вибухопожежній небезпеці відноситься до пожежонебезпечних приміщень категорії В, а згідно ПБЕ робочі зони відносять до класу П-Па, тобто до приміщень, у яких містяться тверді горючі речовини, не здатні переходити у зважений стан.

До загальних технічних засобів попередження пожеж відносяться підтримка в робочому стані автоматичного захисного відключення електромережі при аварійному режимі її роботи, , справна ізоляція, а також наявність захисного заземлення.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Основним засобом попередження пожежі в лабораторії згідно вимог ДБН В2.5-13-98 є електрична система автоматичної пожежної сигналізації з тепловими датчиками, що сповіщають про пожежу. Спосіб з'єднання сповіщувачів із прийомною станцією — променевий (радіальний).

Первинними засобами пожежегасіння в коридорі є шанцевий інструмент, устаткування пожежних щитів, пісок, азбестові ковдри. В лабораторії є два ручних вуглекислотні вогнегасники типу ОПС-6 (ОПС-10), що призначені для гасіння електроустановок до 1000 В згідно вимог ISO 3941-77 (клас пожежі „Е”).

Оснащення первинними засобами пожежегасіння і вогнегасниками здійснюється у відповідності до ГОСТ 12.4.009-83 і ISO 3941-77.

Необхідна кількість евакуаційних виходів, ширина проходів, ступінь вогнестійкості та мінімальне число евакуаційних виходів будинку відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85 і СНиП 209.02-85.

У робочих приміщеннях виконуються усі вимоги по пожежній безпеці відповідно до НАПБ.А.01.001-95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

ВИСНОВКИ

У результаті виконання роботи проаналізовано міжнародні вимоги ІТУ-Т до сигналів та апаратури. Проведено розробку алгоритму кодування переходів, що дозволило збільшити швидкість даних. Розроблена конструкторська документація: структурна схема, принципова схема. Визначені розміри ДП та конструкцію.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств- Издательский центр «Академия», 2010.-237с.

					РА-п71.465614.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту
ст. вик. Бондаренко Г.І

(дата)

(підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіозв'язку і
оброблення сигналів д.т.н, доцент
Мовчанюк А.В.

(дата)

(підпис)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
«Пристрій стику з радіорелейною станцією»

1 НАЙМЕНУВАННЯ, ШИФР ДКР, ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Найменування: “ Розробка пристрою стику з радіорелейною станцією”

1.2 Шифр ДКР: “ Стик 300”.

1.3 Підстава для виконання ДКР:

Наказ по НТУУ КПІ від 21 травня 2020 року №1126-с

2 МЕТА ВИКОНАННЯ РОБОТИ, НАЙМЕНУВАННЯ, ІНДЕКС І ПРИЗНАЧЕННЯ

2.1 Ціль виконання роботи: розробка конструкторської документації та виготовлення дослідного зразка пристрою стику обладнання станції керування з радіорелейною станцією (PPC).

2.2 Найменування зразка: пристрій стику ПС.

2.3 Призначення зразка:

формування цифрового групового сигналу для передачі по радіорелейному тракту із сигналів, що надійшли від обладнання станції керування (мультиплексування) і передачі до станції керування сигналів, що надійшли від PPC (демультиплексування).

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЗРАЗКА

3.2 Вимоги за призначенням.

3.2.1 ПС призначений для:

- приймання цифрових телекодових сигналів від обладнання станції керування;
- приймання аналогових мовних сигналів від обладнання станції керування;
- формування цифрового групового сигналу із сигналів, що надійшли від обладнання станції керування, для передачі через PPC (мультиплексування);

3.2.2 Швидкість приймання/передавання вхідного від обладнання станції керування телекодового сигналу 17,1кбіт/с.

3.2.3 Рівні вхідного від обладнання станції керування телекодового сигналу відповідають: нуль – 0,5В (ном.), одиниця – від 2,4В до 5В при навантаженні 1кОм.

3.2.4 Рівні вихідного до обладнання станції керування телекодового сигналу повинні відповідати: нуль – 0,5В (ном.), одиниця – від 2,4В до 5В при навантаженні 1кОм.

3.2.5 Рівень крайових спотворень телекодових сигналів при передаванні через ПС не повинен перевищувати 5%.

3.2.6 Структура цифрового групового сигналу та/від РРС повинна відповідати рек. 5/G.704 ITU-T (потік E1).

3.2.7 Приймання і передавання потоку E1 повинні проводитися при відносній нестабільності швидкості передачі не більше 50×10^{-6} .

3.2.9 Швидкість передачі мовних сигналів у цифровому вигляді 64 (16) кбіт/с.

3.2.10 До/від РРС повинні передаватися інформаційні й хронуючі сигнали.

а) тип стику співнаправлений, симетричний, опір входу/виходу - 120 Ом, кодування сигналу - без повернення до нуля, стик повинен відповідати вимогам рек. V.11 (X.27, RS 485) ITU-T;

3.2.11 Максимальне фазове тремтіння на виході ПС до РРС не повинне перевищувати значень п. 2 рек. G.823 ITU-T.

3.2.12 Припустиме значення фазового тремтіння на вході від РРС повинне відповідати п. 3 рек. G.823 ITU-T.

3.2.13 Для аналогових мовних сигналів повинно забезпечуватися:

- аналого-цифрове перетворення згідно ІКМ (АДІКМ) - перетворенню по рек. G.711 (G.726) ITU-T, закон А. Відношення сигнал – психометрична завада на стику МЦП не менш 40 дБ (при роботі „на себе”).

- електричні характеристики стику повинні відповідати чотирьохдротовому стику С11 згідно рек. Q.553 ITU-T.

- номінальний рівень вхідного/вихідного сигналу 0,7 В;

- модуль вхідного опору каналу ТЧ на передавальному/приймальному кінці повинен бути 600 Ом $\pm 10\%$

- відхилення частотної характеристика мовного тракту у діапазоні частот 0,3-0,4 кГц не повинно перевищувати $\pm 1,4$ дБ.

3.2.17 Електроживлення ПС повинне виконуватися від мережі змінного струму напругою 170-260 В із частотою 47 - 420 Гц;

3.2.18 ПС повинен мати клему для заземлення.

3.2.19 Охолодження апаратури повинне виконуватися за рахунок природної конвекції повітря.

3.2.20 Габарити ПС не повинні перевищувати:

довжина – 180мм, ширина 120мм, висота – 20мм

3.2.21 Захисні покриття повинні відповідати вимогам ГОСТ В20.39. 308-76 і ГОСТ В9.069-76. Корпус ПС пофарбований емаллю ЭП-140 св. сіра ГОСТ 24709-81, а передні панелі - емаллю МЛ-12 св. димчаста ГОСТ 9754-76.

3.2.22 Внутрішні елементи апаратури повинні мати чітке маркування у відповідності зі схемами електричними принциповими. Допускається використання для маркування липких аплікацій у відповідності до схем розташування елементів.

3.3 Вимоги щодо живучості та стійкості до зовнішніх впливів

3.3.1 За характером застосування й кількості рівнів якості функціонування ПС повинні відноситися до категорії Б виду 1 -76. ГОСТ В20.39. 301

3.3.2 За умовами експлуатації ПС повинен відноситися до групи 1.7 виконання УХЛ ГОСТ В20.39.304-76 що не працює на ходу при робочій температурі - від 263 К (мінус 10°C) до плюс 333 К (60°C).

3.3.3 Час готовності апаратури до роботи після включення живлення не повинний перевищувати 5 хв.

3.3.4 Вимоги по стійкості до акустичного шуму, атмосферним конденсованим опадам, сонячному випромінюванню, повітряному потоку та до дії корозійно-активних агентів атмосфери та дегазуючих розчинів №1, 2-ащ та рецептури РД-2 не висуваються.

3.4 Вимоги по надійності й довговічності

3.4.1 ПС повинен мати середній час наробітку на відмову не менш 80000 годин.

3.4.2 Повний середній ресурс ПС повинен бути не менш 100000 годин, повний термін служби до списання - не менш 15 років.

3.4.3 Середній час зберігання не менш 3 років в умовах не опалювальних складських приміщень при температурі від мінус 50С0 до 60С0.

3.5 Вимога до ремонтпридатності

3.5.1 Середній час відновлення працездатного стану ПС при використанні типових елементів заміни (ТЕЗ) не повинен перевищувати 20 хв. без урахування часу доставки ТЕЗ.

3.6 Вимоги по експлуатації, зберіганню й зручності обслуговування

3.6.1 По характері експлуатації ПС відносяться до категорії «Б» виду 1 ГОСТ В20.39. 301-76, режим роботи цілодобовий безперервний до 10 діб.

3.6.2 Для забезпечення експлуатації ПС повинні бути розроблені комплекти одиночного ЗМП-О.

3.7 Вимоги по транспортабельності

3.7.1 ПС у заводському упакуванні повинен транспортуватися будь-яким видом транспорту на будь-яку відстань: авіаційним, автомобільним, залізничним, водним.

3.8 Вимога по безпеці й екологічному захисту

3.8.1 Забезпечити виконання вимог до рівня електромагнітних випромінювань ПС згідно припустимих норм, зазначених у ГОСТ 12.1. 006-84.

3.8.2 У ПС повинні бути виконані діючі вимоги безпеки, зазначені в ГОСТ 12.2. 007-75, ГОСТ 12.2. 006-87 в частині, що відноситься до вибраної конструкції. .

Виконавець

Керівник

Додаток Б
Перелік елементів

Поз. Позн.	Найменування	Кіл.	Примітки
	<u>конденсатори</u>		
C1	VISHAY 1206 SMD 100н 20%	1	
	<u>мікросхеми</u>		
D1	H1111M	1	
D2	IL3285	1	
D3	74LVC1G3157	1	
D4	EPM7064SLC44-10N	1	
D5	MC14LC5480	1	
D6	MT9079	1	
D7	MT9041	1	
D8	XRT82D20IW	1	
	<u>резистори</u>		
R1	YAGEO 1210 SMD 1k 1%	1	
G1	KXO-210	1	
T1	SM-LP-5001	1	
T2	T1044	1	
X1	PLD10	1	
XS1	DIN41612	1	

					РА-п71.465614.001ПЭЗ			
Зм.	Лист	№ докцм.	Підпис	Дата				
Розробив	Будяньський				Пристрій формування групового сигналу Перелік елементів	Лит.	Аркцш	Аркцшів
Перевірів	Бондаренко							1
Реценз.						НТУУ «КПІ» РТФ		
Н. Контр.								
Затвердив								

Додаток В
Специфікація

