

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Автоматизована система контролю витрат споживання
електроенергії

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Кашуба Р.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Хвостівська Л.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Яворська Є.Б.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Кашуба Роман Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизована система контролю витрат споживання електроенергії

Керівник роботи Хвостівська Лілія Володимирівна, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2023 року № 4/7-575

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри: Середовище контролю витрат споживання електроенергії – радіоканал; частотний радіодіапазон роботи системи – 377-433 МГц; потужність споживання основних вузлів системи - до 0,5Вт; використання – житловий сектор

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

Вступ

1. Основна частина

2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема системи

2. Структурна схема базового вузла системи

3. Структурна схема вузла лічильників системи

4. Схема електрична принципова базового вузла системи

5. Схема електрична принципова вузла лічильників системи

6. Плати друковані вузлів системи

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 01.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2023	
3	Проектування структурної схеми системи	25.03.2023	
4	Проектування схеми електричної принципової вузлів системи	10.04.2023	
5	Параметричний синтез вузлів системи	21.04.2023	
6	Вибір компонентної бази для вузлів проекрованої системи	01.05.2023	
7	Компоновка друкованих вузлів системи	15.05.2023	
8	Створення допоміжної документації	27.05.2023	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	02.06.2023	
10	Нормоконтроль	05.06.2023	
11	Перевірка роботи на антиплагіат	12.06.2023	
12	Попередній захист КР		
13	Захист КР		

Студент

(підпис)

Кашуба Р.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хвостівська Л.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Автоматизована система контролю витрат споживання електроенергії. Кваліфікаційна робота бакалавра // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-64, рис.-44, табл.- 2, бібліог. – 20, додат.-3.

Ключові слова: КОНТРОЛЬ ВИТРАТ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, БАЗОВИЙ ВУЗОЛ, ВУЗОЛ ЛІЧИЛЬНИКІВ, САПР, СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНІ СТРУКТУРНА ТА ПРИНЦИПОВА, ДРУКОВАНА ПЛАТА.

В кваліфікаційній роботі відображено стадії проектування автоматизованої системи, зокрема її вузлів базового та лічильників. Проектовано схему структурну системи та її базового вузла та вузла лічильників. Проектовано схеми принципові електричні базового вузла та вузла лічильників та здійснено її параметричний синтез з моментами моделювання. Описано етап проектування плати друкованої вузлів системи засобами САПР та технологію їх виготовлення.

Технічні параметри автоматизованої системи: середовище контролю витрат споживання електроенергії – радіоканал; частотний радіодіапазон роботи системи – 377-433 МГц; потужність споживання основних вузлів системи - до 0,5Вт; використання – житловий/промисловий зони.

ANNOTATION

Automated System Control of Electricity Consumption Costs. Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RAs-41. // Ternopil, 2023 //p.-64, fig.-44, table-2, bibliog. - 20, appendix-3.

Key words: CONTROL OF ELECTRICITY CONSUMPTION COSTS, AUTOMATED SYSTEM, BASE NODE, COUNTER NODE, CAD, ELECTRICAL STRUCTURAL AND PRINCIPAL SCHEME, PRINTED BOARD.

The qualification work reflects the design stages of the automated system, in particular its basic nodes and counters. The structural diagram of the system and its base unit and counter unit was designed. The basic electrical circuits of the basic node and the meter node were designed and its parametric synthesis with modeling moments was carried out. The stage of designing the circuit board of the system's printed circuit boards using CAD and the technology of their production is described.

Technical parameters of the automated system: environment for controlling electricity consumption costs - radio channel; the radio frequency range of the system – 377-433 MHz; power consumption of the main nodes of the system - up to 0.5 W; use – residential/industrial zone.

Зміст

Вступ		6
1	Основна частина	8
1.1	Аналіз технічного завдання	8
1.1.1	Обґрунтування актуальності теми роботи	8
1.1.2	Аналіз інформації за напрямом роботи	13
1.2	Проектування структурної схеми автоматизованої системи	14
1.2.1	Проектування схеми структурної автоматизованої системи	14
1.2.2	Проектування структурної схеми базового вузла та вузла лічильників	16
1.3	Проектування електричної схеми принципової автоматизованої системи та синтез її вузлів	20
1.3.1	Базовий вузол системи	20
1.3.2	Вузол лічильників системи	25
1.3.3	Синтез схеми електричної автоматизованої системи	29
1.4	Вибір та обґрунтування компонентів системи	41
1.5	Проектування друкованої плати вузлів системи засобами САПР та технологія їх виготовлення	47
1.6	Висновки до розділу 1	53
2	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	54
2.1	Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин	54
2.2	Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю	58
2.3	Висновки до розділу 2	59
	Висновки	60
	Список використаних джерел	61
	Додатки	64

					КРМ 2.000.001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кашуба Р.М.			Автоматизована система контролю витрат споживання електроенергії Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Хвостівська Л.					6	67
Консул.						ТНТУ, ФПТ, гр. РАС-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						

Вступ

У відповідності до Законів України та Кодексу комерційних обліків енергії електричної компанії електропостачань повинні забезпечувати постачання та здійснювати облік витрат електроенергії, яка надається кінцевому споживачу.

Інтегрування автоматизованої системи контролю в енергосистеми забезпечить:

- підвищення показників достовірності, оперативності та точності процедури обліку витрат електроенергії,
- здійснення завчасного контролю за режимом електричного споживання та уможливить процес контролю договірних показників щодо споживання електроенергії,
- оперативне пред'явлення санкційних заходів електроспоживачам за перевищений ліміт договірної і дозволеної величини електроспоживання.

Представленні на ринку автоматизовані системи є дорогавартісними, проте їх актуальність застосування є однозначною, оскільки її використання принесе економічний вигравш та сприятиме споживачів до відповідальності що використання енергоресурсів шляхом застосування більш економного споживання обладнання в житловій та промисловій зонах.

Тому проектування автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії є досить актуальним на сьогодні, а ефектом від цього проектування будуть економічні ефекти та зумовить споживачів процедури енергетичного зберігання як ефективного методу енергозаощадження.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.1 Аналіз технічного завдання

1.1.1. Обґрунтування актуальності теми роботи

Об'єднана енергетична система (ОЕС) України (рис.1.1) є сукупністю електричних станцій, електро- та тепломережа інші, які є сполученими та мають спільний режим виробництва, передавання та розподілення електро- та теплоенергії при їх централізованому керуванні.



Рисунок 1.1 – Структура ОЕСУ

Побутовий споживач, підприємства промислового та електротранспортного типу, суб'єкти комунальних господарств є приєднаними до ОЕС України як кінцеві споживачі електроенергії.

У відповідності до Законів України та Кодексу комерційних обліків енергії електричної, різні компанії електропостачань повинні забезпечувати постачання та здійснювати облік витрат електроенергії, яка надається кінцевому споживачу (рис.1.2).

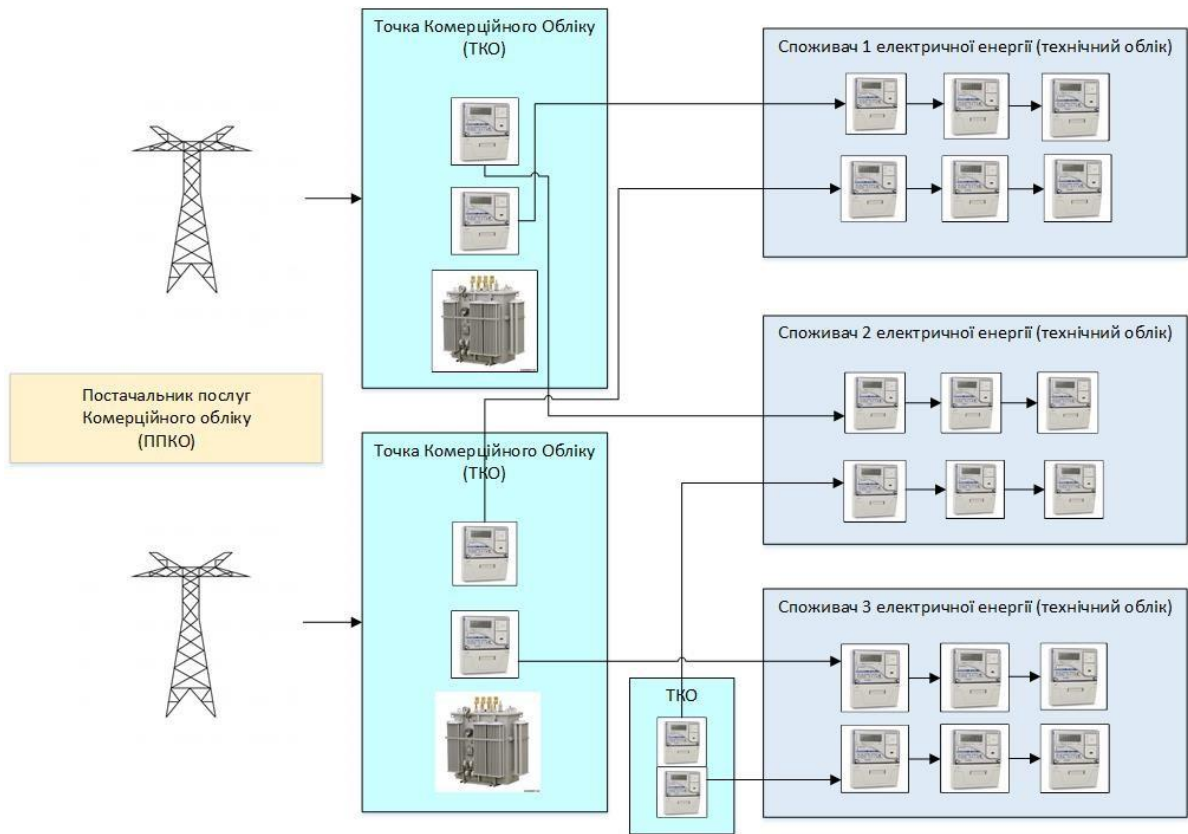


Рисунок 1.2 - Структура постання енергії електричної

Кінцевий споживач має право проводити свій облік електроенергії, яку використовує на власному об'єкті. Цей облік є обліком технічного типу та реалізований в мережі внутрішніх лічильників електроенергії та в системах локального характеру щодо збирання показів з лічильників.

Згідно до пункту 3.35 Правил користування електричною енергією (ПКЕ), підприємства, які мають приєднану потужність електрообладнання >150 кВт при середньомісячному обсязі споживань >50000 кВт-год, мають бути оснащені спеціальним обладнанням для відбору та обробки даних (ОВОД) або автоматизовану систему обліку витрат електроенергії (АСОВЕ).

АСОВЕ конструктивно складається з програмного забезпечення і устаткування, які в комплексі забезпечують процес дистанційного збору, збереження та оброблення даних щодо електроенергетичного споживання.

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Дякуючи АСОБЕ є змога самостійного переглядання даних щодо енергоспоживань в довільний час та різній формі представлення.

Одержані дані при застосованні АСОБЕ забезпечують знаходження «тонких» місць щодо електроенергетичних витрат та визначення потужності підприємства.

Сучасна АСОБЕ розглядається як система, яка складається з чотирьох взаємозв'язаних рівнів устаткування з програмним забезпеченням, які синхронно функціонують:

- 1-ий – лічильники, які забезпечують безперервне вимірювання показників енергетичного обліку.
- 2-ий – пристрої збирання і підготовки даних (модемні пристрої), які весь час здійснюють збирання, нагромадження, оброблення та передавання вимірювальних даних до наступних рівнів.
- 3-ій – ПК з інстальованим спеціалізованим ПЗ, що забезпечує кінцеве оброблення отриманих даних.
- 4-ий – центральний сервер зі збирання та оброблення даних, який на підґрунті одержаної інформації здійснює формування платіжних документів для розрахунку за спожиту електроенергію.

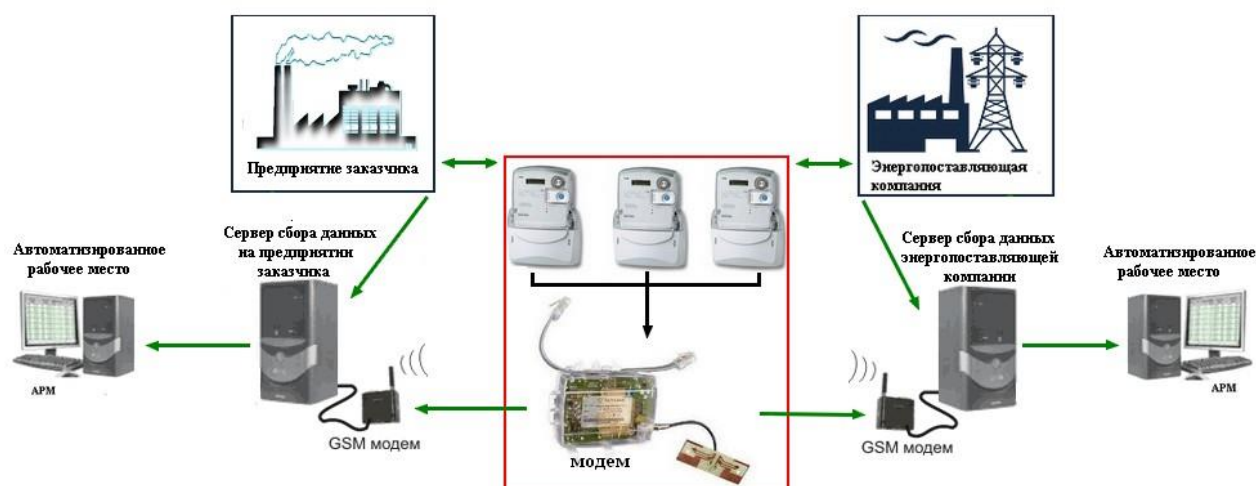


Рисунок 1.3 – Видяг типової схеми АСОБЕ

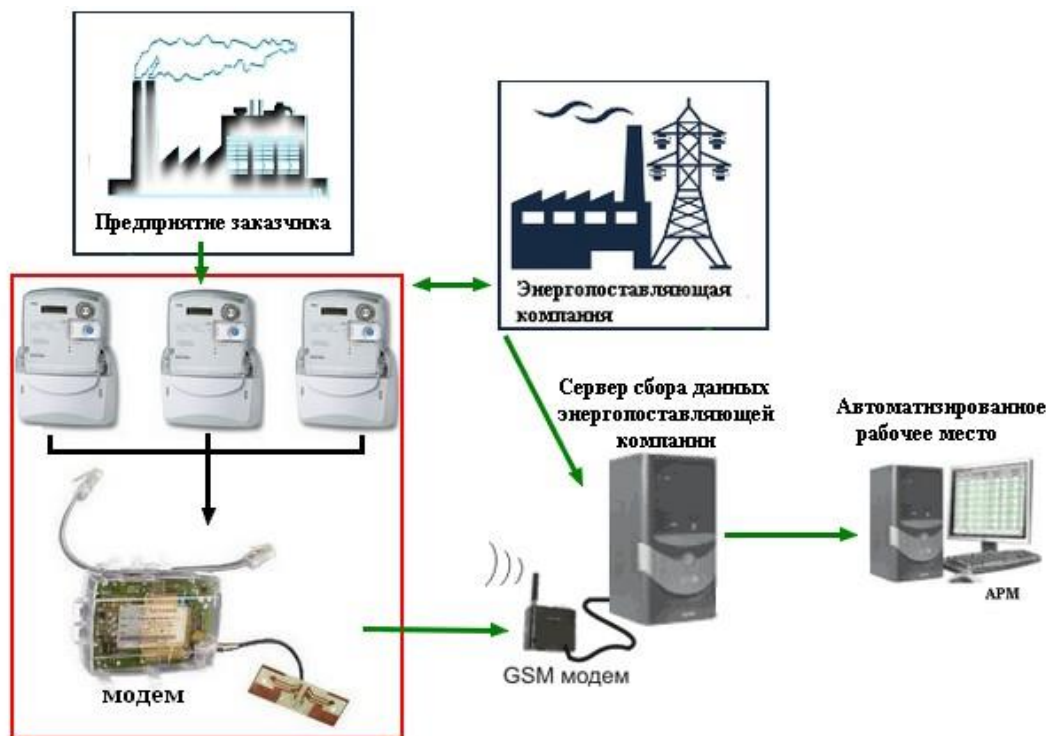


Рисунок 1.4 – Вигляд типової схеми ОВОД

Отже, АСОВЕ та ОВОД функціонують єдину ціль функціонування. Різняться вони обсягом обладнання та можливостями організації самостійного формування звітів, переглядом, аналізом та оптимізацією свого електроенергетичного споживання.

Переваги обладнання АСОВЕ:

- процес контролю енергоспоживання за всіма енергоносіями;
- процес оптимізації витрат на енергетичні ресурси;
- процес діагностики функціонування лічильників;
- процес комерційного обліку енергетичних ресурсів;
- процес обробки даних та формування звітної документації щодо обліку енергетичних ресурсів.

Етапи проектування АСОВЕ/ОВОД:

- Одержання технічної рекомендації від організації енергопостачання: для отримання рекомендацій замовнику треба відправити до організації енергопостачальної заяву письмового виду щодо прохання видачі технічних рекомендацій.

- Розроблення проекту робочого (ПР) та завдання технічного (ЗТ) відповідно з виданою технічною рекомендацією: на підґрунті одержаних рекомендацій технічного типу проектується ПР та ЗТ. Усі подальші види робіт виконуються відповідно до цих документів.

- Узгодження ПР і ЗТ з організацією енергопостачання: коли ПР і ЗТ є готовими здійснюється погодження їх з організацією енергопостачань та замовником.

- Поставка устаткування: цей етап передбачає постачання замовнику зазначене в ПР устаткування для проектування системи.

- Виконання робіт монтажного типу: коли розпломбовано точки обліку здійснюється монтаж устаткування.

- Пускові роботи з налагодження: здійснюється налагодження обладнання задля повноцінного збирання та правильного передавання даних при використанні GSM-зв'язку в організацію енергопостачань та (в разі АСОВЕ) до ПК енергетика.

- Введення АСОВЕ/ОВОД до дослідної експлуатації: після завершення попереднього етапу складається акт щодо здійснення до дослідницької експлуатації, що підписуються тросторонньо: компанія виробник, сторона замовника і організація енергопостачання.

- Метрологічна державна атестація (МДА) АСОВЕ/ОВОД:

Здійснюється подача заявки до організації, яка уповноважена здійснювати МДА АСОВЕ/ОВОД. Після завершення перевірного процесу приладів для вимірювання щодо відповідності всім встановленим нормам/вимогам замовник одержує відповідне свідоцтво щодо державної метрологічної атестації АСОВЕ/ОВОД.

- Введення до промислової експлуатації системи АСОВЕ/ОВОД.

Після завершення строку дослідження експлуатування та за його успішного проходження складається відповідний акт вводу АСОВЕ/ОВОД

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

до промислової (постійної) експлуатації. Такий документ підтверджує успішність встановлення системи обліку витрат електроенергії.

Коли АСОВЕ/ОВОД уже функціонують, то їх гарантованість працездатність, ефективність та довговічність забезпечується постійним технічним обслуговуванням через дистанційний моніторинг функціонування системи і постійно діючий контроль її базових показників. Обслуговування забезпечує своєчасне виявлення і усунення збоїв і неполадок при функціонуванні АСОВЕ/ОВОД.

1.1.2 Аналіз інформації за напрямом роботи

Процедура автоматизованого контролю витрат електричної енергії в межах житлових зон є актуальним завданням, оскільки забезпечує своєчасне та швидке одержання даних щодо споживчих використань енергоресурсів.

Аналіз сфери автоматизованого контролю витрат енергоресурсів показав, що ця сфера є вагомо розвинутою та є вкрай затребуваною на ринку електроенергетичного споживання. Автоматизовані системи у зазначеній сфері забезпечують постійний контроль витрат енергоресурсів у різних зонах споживання (житлові, промислові та інші).

Існуючі автоматизовані системи є дорогавартісними за її складовими одиницями та загалом, проте їх актуальність застосування є однозначною, оскільки її використання принесе економічний вигаш та сприятиме споживачів до відповідальності що використання енергоресурсів шляхом застосування більш економного споживання обладнання в побуті і не тільки.

Аналіз напряму роботи щодо проектування системи констатує, що автоматизована система є класом стаціонарних систем щодо підгрупи професійного застосування.

Система повинна експлуатуватися в закритому технічному приміщенні із вентиляцією кондиціонерного або природнього типів.

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Умови експлуатації системи:

- температура від -5°C до $+55^{\circ}\text{C}$;
- вологість до 65% за температури $+25^{\circ}\text{C}$;
- тиск 750 мм.рт.ст;

Умови зберігання системи:

- вологість до 80%;
- температура від 1°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- середовище без пилу, кислотності та лужності.

Щодо функціонального призначення система повинна забезпечити організацію процесу відбору даних з вузлів лічильників та передачу цих даних до диспетчера з базового вузла системи при використанні радіоканального середовища передачі даних.

1.2 Проектування структурної схеми автоматизованої системи

1.2.1 Проектування схеми структурної автоматизованої системи

Система забезпечує облік витрат електричної енергії в житловому та промислових зонах, яка складається з таких складових:

- лічильники електроенергії;
- базовий вузол;
- вузол лічильників

Вузол лічильників розташовують на поверхах житлової/промислової будівлі, які об'єднанні між собою в межах локальної мережі.

Базовий вузол системи в процесі функціонування опитує почергово кожен вузол лічильників мережі та організовує процедуру передачі зібраних даних щодо витрат енергоресурсу до диспетчерського вузла. В якості каналу передачі система використовує радіоканал.

Схему структурну автоматизованої системи відображено на рис. 1.5.

На якій позначені наступні елементи:

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- 1 – Лічильник електроенергії;
- 2 – Вузол лічильників;
- 3 – Базовий вузол системи;
- 4 – Диспетчерський вузол.

Базовому вузлу та вузлам лічильників присвоєно відповідні номери як їх ідентифікатори.

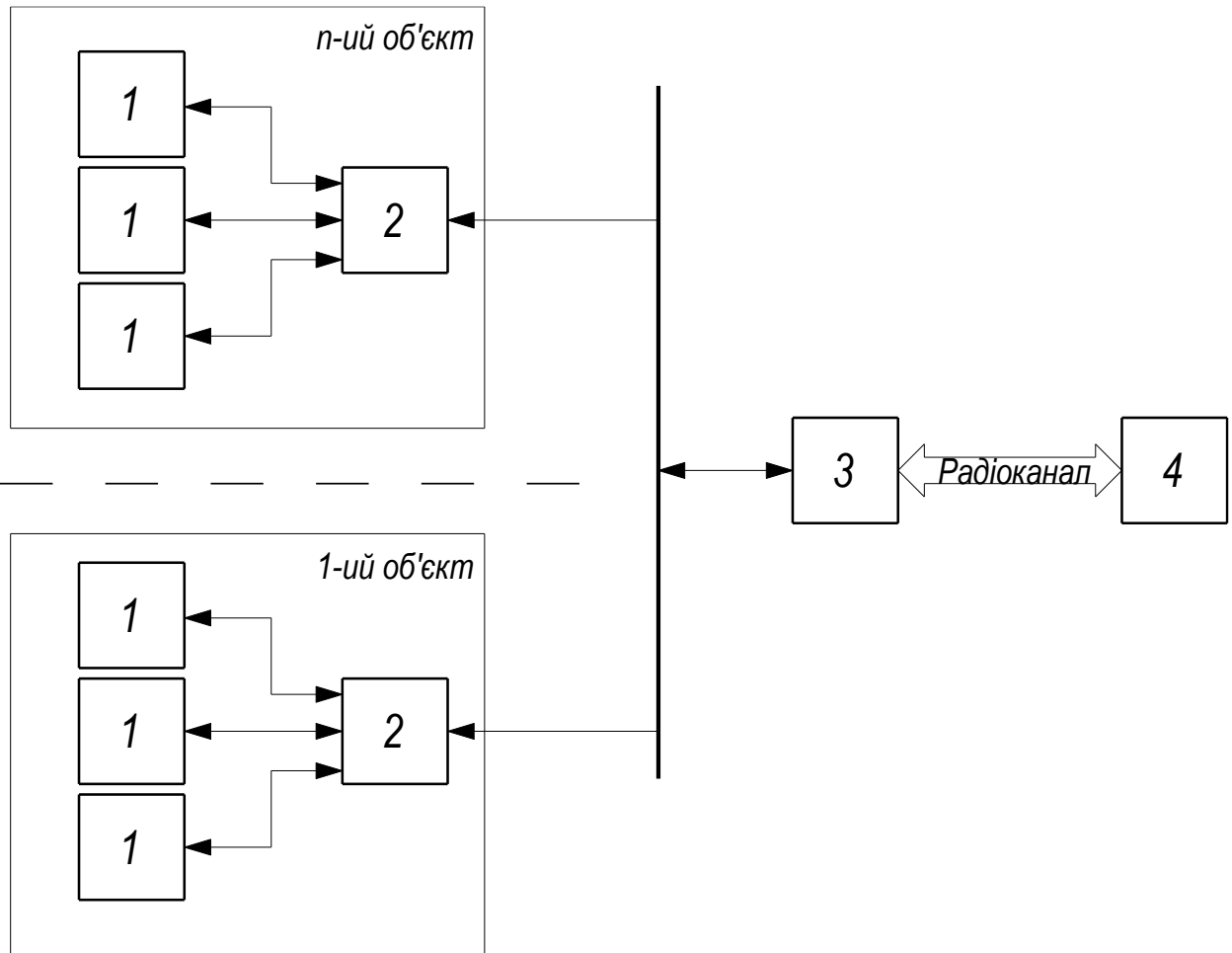


Рисунок 1.5 – Структурна схема автоматизованої системи

Вузли лічильників 2 здійснюють опитування лічильників електроенергії 1 при використанні послідовного інтерфейсу та здійснюють формування пакету інформаційних даних.

Базовий вузол 3 послідовно надсилає в мережу запити з номерами відповідних вузлів лічильників 2 для зчитування їх даних щодо показів лічильників електроенергії 1.

Відповідний вузол лічильників 2 отримавши запит здійснює передачу пакету даних через мережу щодо показів лічильників електроенергії 1 на базовий вузол системи 3.

Після збору усіх даних базовий вузол 3 від вузлів лічильників 2 здійснює формування пакету та переходить до режиму очікування запиту від диспетчерського вузла 4 через радіоканал.

Диспетчерський вузол 4, в свою чергу передає в мережу номер базового вузла 3 з якого він хоче отримати дані щодо спожитої електроенергії. Триманні дані з базових вузлів 3 зберігаються до бази даних.

1.2.2 Проектування структурної схеми базового вузла та вузла лічильників

У відповідності до схеми системи (рис.1.5) базовий вузол виконує такі функції:

- Приймання/передавання інформаційних даних від диспетчерського вузла при використанні каналу радіозв'язку;
- Збирання інформаційних даних від вузлів лічильників;
- Візуалізація усіх функцій.

Структурну схему базового вузла зображено на рис. 1.6.

У структурі базового вузла системи виділено такі складові:

- 1 – Антена;
- 2 - Вузол фільтрації;
- 3 - Узгоджуючий вузол;
- 4 - Вузол приймання/передавання;
- 5 – Мікроконтролер;
- 6 - Вузол візуалізації;

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 7 - Послідовний інтерфейс;
- 8 - Вузол формування сигналу;
- 9 - Лінія зв'язку.

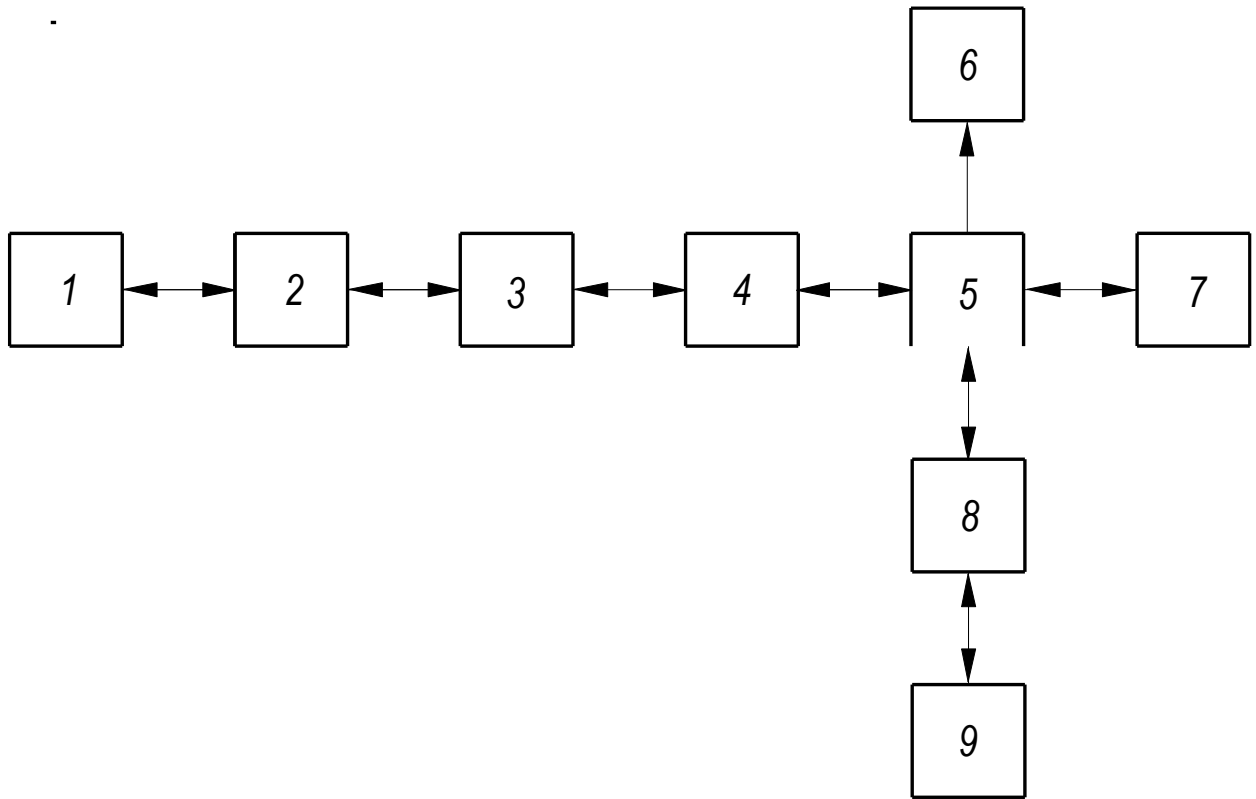


Рисунок 1.6 – Схема структурна базового контролера

Мікроконтролер 5 на програмному рівні циклічно в заданій послідовності здійснює опитування вузлів лічильників через запити, шляхом надсилання їх через мережу при апріорно сформованому сигналі вузлом формування сигналу 8. В запиті мікроконтролер задає номери вузлів лічильників, які необхідно зчитати. Після зчитування інформаційних даних мікроконтролер 5 зчитані дані формує в єдиний інформаційний пакет та переходить до режиму очікування запитів від диспетчерського вузла через радіоканал. У разі отримання запиту мікроконтролер здійснює команду передавання інформаційного пакету з показами електроенергетичного споживання.

Радіозв'язок з вузлом диспетчерським здійснюється в такій послідовності. Сигнал керування від вузла диспетчера, який прийнято антеною 1 подається на вузол фільтрації 2, який налаштовано на заданий діапазон частот передавання/приймання даних. Після вузла фільтрації 2 сигнал подається до входу вузла приймання/передавання 4 попередньо пройшовши узгоджуючий вузол 3 для узгодження виходу вузла фільтрації 2 з входом вузла приймання/передавання 4. В подальшому вузол приймання/передавання 4 зі свого виходу подає сигнал до входу мікроконтролера 5. Зворотній зв'язок організований за таким же принципом, а саме з виходів порту мікроконтролера 5 пакет інформаційних даних споживань енергоресурсів подається до входу вузла приймання/передавання 4. З виходу вузла приймання/передавання пакет даних подається до передаючої антени через узгоджуючий вузол 3 та вузол фільтрації 2.

Операції приймання/передавання в базовому вузлі індикуються через вузол візуалізації 6.

У випадку, коли відстань передавання пакету даних інтегрованого вузла приймання/передавання 4 є недостатньою передбачено підключення зовнішнього вузла приймання/передавання через послідовний інтерфейс 7.

Вузол лічильників має такі функціональні можливості:

- 1) Синхронне збирання даних з лічильників електроенергії через послідовний інтерфейс;
- 2) Процес формування пакету інформаційних даних в задану послідовність;
- 3) Передавання пакету інформаційних даних через мережу до базового вузла;
- 4) Приймання запитів від базового вузла через мережу;
- 5) Візуалізація функцій вузла.

При врахуванні вище сформованих функцій вузла лічильників проєктовано його схему структурну, яку відображено на рис.1.7

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

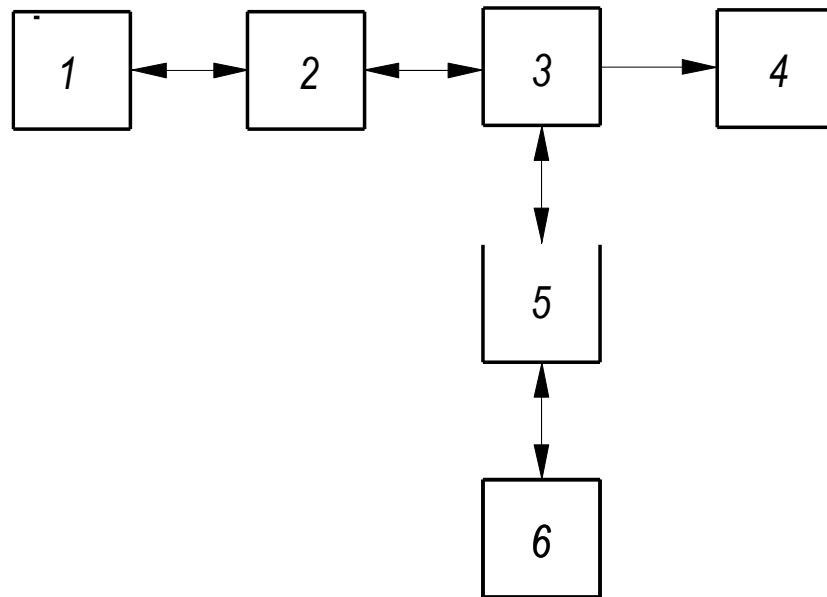


Рисунок 1.7 – Структурна схема вузла лічильників

На якій позначені наступні елементи контролера:

- 1 - Лічильники електроенергії;
- 2 - Вузол формування сигналів;
- 3 – Мікроконтролер;
- 4 - Вузол візуалізації;
- 5 - Вузол формування сигналів;
- 6 - Лінія зв'язку.

Мікроконтролер 3 з певним часовим періодом пауз організовує процедуру опитування лічильників електроенергії 1 за допомогою спеціально сформованих запитів у вигляді команд (кодів), які надсилаються через вузол формування сигналів 2 до лічильників електроенергії щодо отримання даних енергоспоживання від споживача.

Після зчитування усіх даних щодо електроспоживання з лічильників електроенергії 1 мікроконтролер 3 пакує усі отримані дані та переходить в режим очікування запитів від базового вузла системи через лінію зв'язку 6 попередньо пройдених крізь вузол формування сигналів 5. Після отриманого

запиту від базового вузла вузол лічильників передає дані енергоспоживання до базового вузла через ланки 5-6.

Процеси обміну даних з лічильниками електроенергії 1 та базовим вузлом індикується вузол візуалізації 4.

1.3 Проектування електричної схеми принципової автоматизованої системи та синтез її вузлів

Схеми електричні вузлів системи проєктовано в підпрограмі Schematic програми P-CAD. Результати проєктування схеми базового вузла та вузлів лічильників відображено нижче.

1.3.1 Базовий вузол системи

Мікроконтролер (рисунок 1.8) програмним чином з заданим циклом, послідовно здійснює опитування вузлів лічильників через надсилання запитів в мережу через вузол формувача рівня сигналів (рисунок 1.9). В запиті додано номер вузла лічильника, дані якого необхідно зчитати.

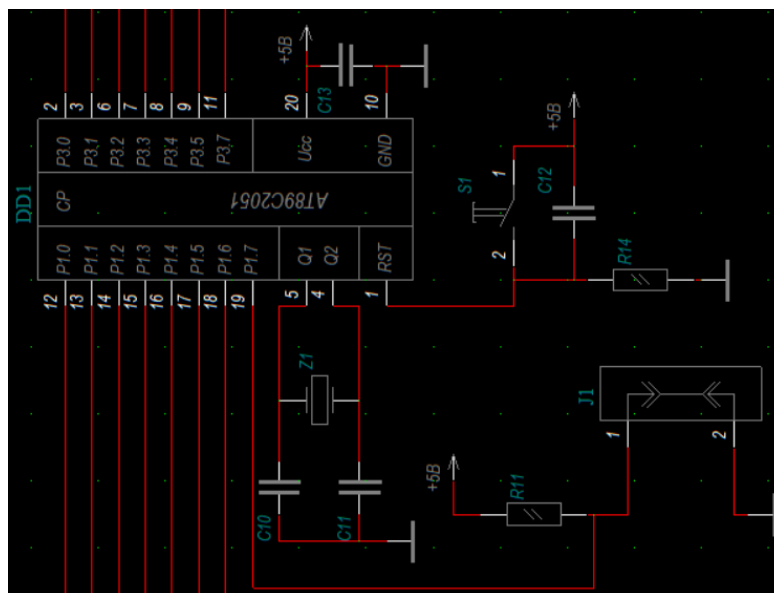


Рисунок 1.8 – Мікроконтролер

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

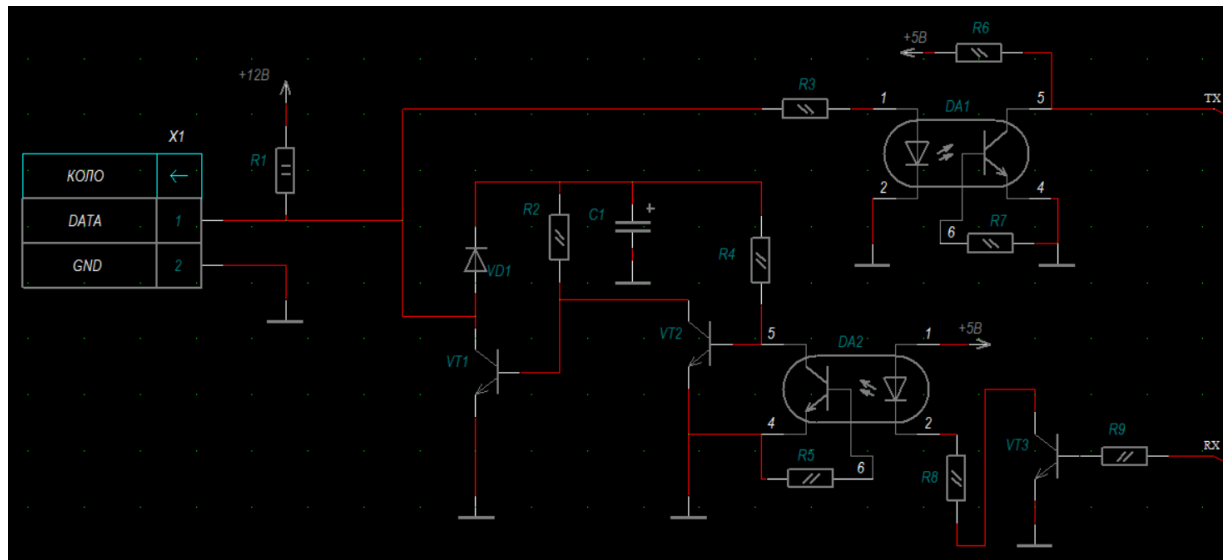


Рисунок 1.9 – Формувач рівня сигналу

Після зчитування усіх інформаційних даних з вузлів лічильників електромережі мікроконтролер (рис.1.8) переходить до програмного режиму очікування запиту від диспетчерського вузла через канал радіозв'язку.

Коли запит надіслано диспетчерського вузла мікроконтролер здійснює надсилання інформаційного пакету з даними щодо електроенергетичного споживання через канал радіозв'язку.

Радіозв'язок з вузлом диспетчерським відбувається в такій послідовності. Сигнал керування від вузла диспетчера детектується прийнято антеною, яку комутовано до роз'єму X4, подається на вузол фільтрації (рис. 1.10), який налаштовано на заданий діапазон частот передавання/приймання даних.

Після вузла фільтрації сигнал подається до входу RF_IN вузла приймання/передавання (рис. 1.11) DD2 попередньо пройшовши узгоджуючий вузол (рис. 1.12) для процесу узгодження виходу вузла фільтрації з входом вузла приймання/передавання.

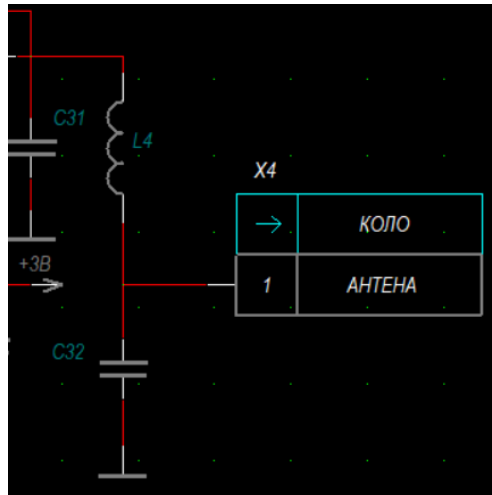


Рисунок 1.10 – Вузол фільтрації

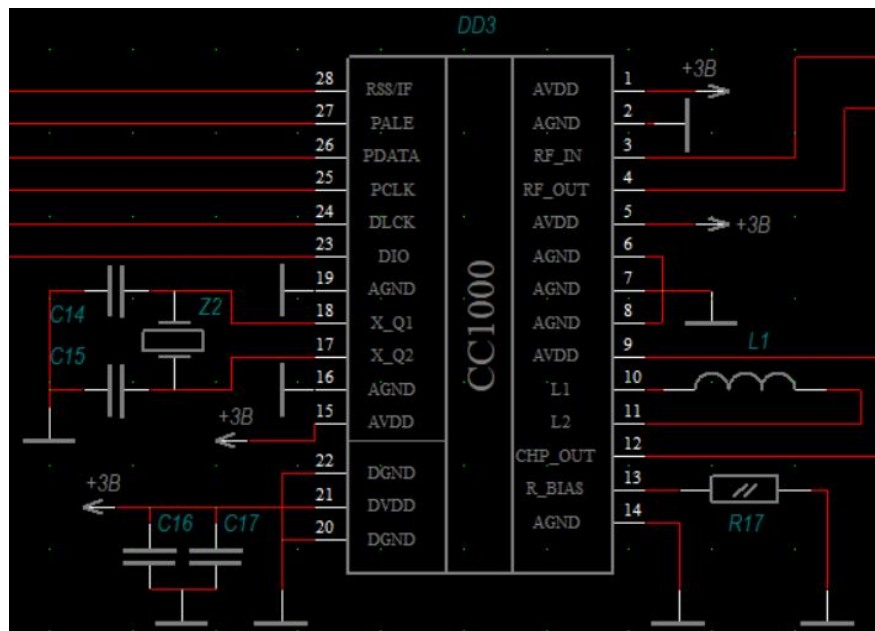


Рисунок 1.11 – Вузол приймання/передавання

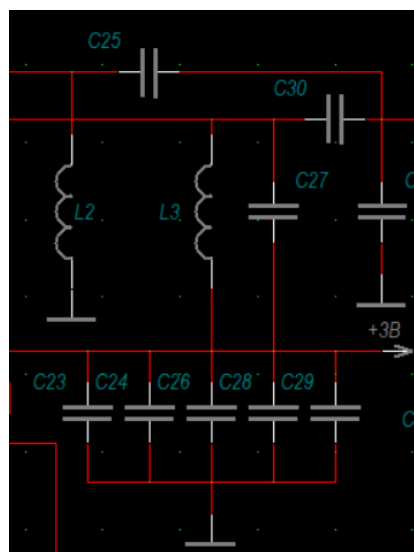


Рисунок 1.12 – Узгоджуючий вузол

В подальшому вузол приймання/передавання зі свого виходу подає сигнал до входу мікроконтролера. При передаванні даних з зворотному напрямку з портів мікроконтролера пакети інформаційних даних подаються до входу вузла приймання/передавання CC1000 з подальшою процедурою передавання даних на антену через узгоджувачий вузол (рис.1.12) та вузол фільтрації (рис.1.10).

Якщо відстань передавання інформаційних даних не є достатньою, то в схемі базового вузла є передбаченим підключення додаткового вузла приймання/передавання через інтерфейс RS-232. Перемикання між внутрішнім та зовнішнім вузлами приймання/передавання здійснюється шляхом перемикання перемички J1, а саме:

- якщо увімкнена перемичка, то підключено внутрішній вузол приймання/передавання;
- якщо вимкнена перемичка, то підключено зовнішній вузол приймання/передавання.

Усі операції приймання/передавання через радіоканал у схемі базового вузла індикуються вузол візуалізації, який відображено на рис.1.13.

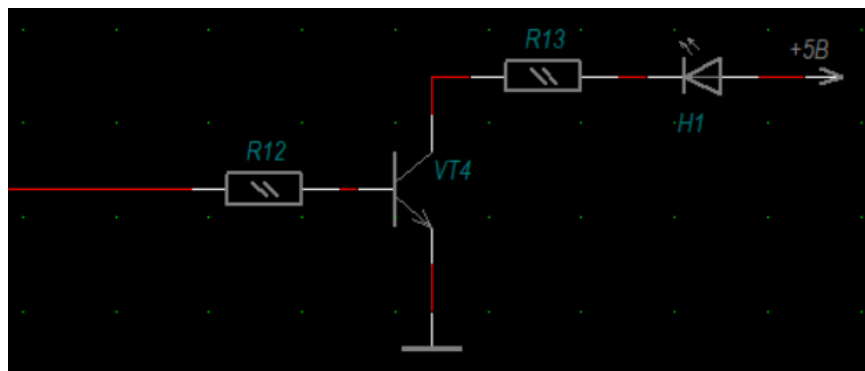


Рисунок 1.13 – Вузол візуалізації процесу приймання/передавання через радіоканал

Операції приймання/передавання через локальну провідну мережу індикуються вузол візуалізації, який відображено на рис.1.14.

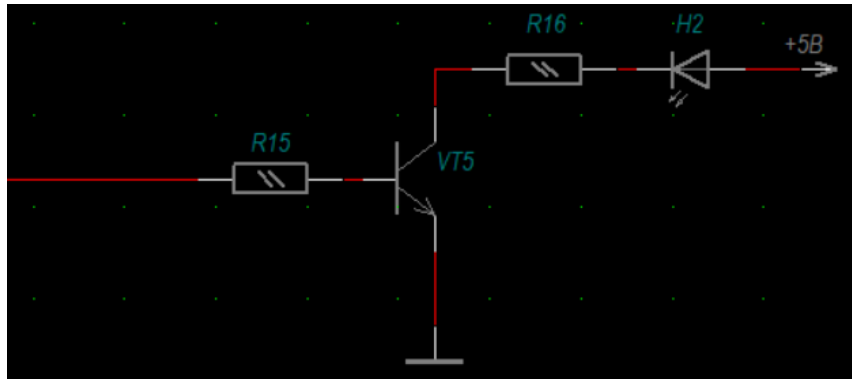


Рисунок 1.14 – Вузол візуалізації процесу приймання/передавання через локальну мережу

Процедура приймання/передавання послідовний інтерфейс RS-232 (базується на мікросхемі DD2 MAX232) (рис. 1.15) індикується вузлом візуалізації, який відображено на рис.1.16.

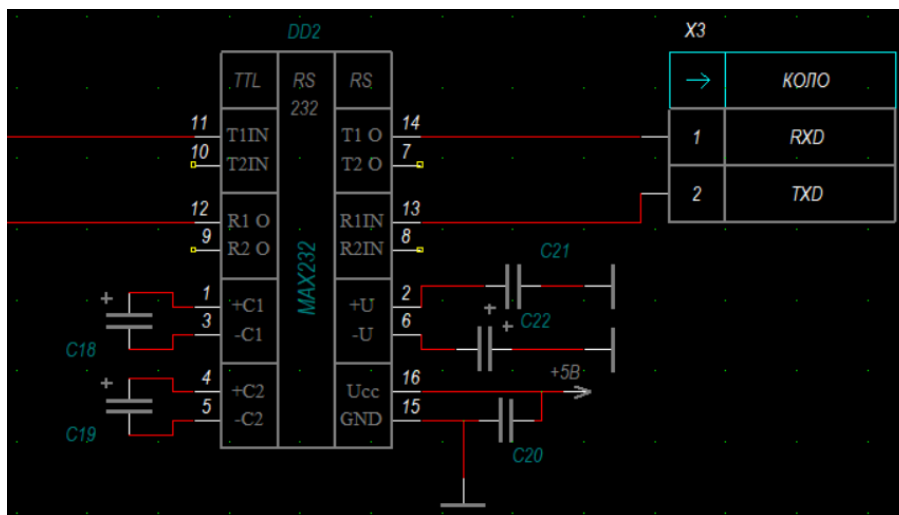


Рисунок 1.15 – Перетворювач «сигнал ТТЛ - сигнал інтерфейс RS232»

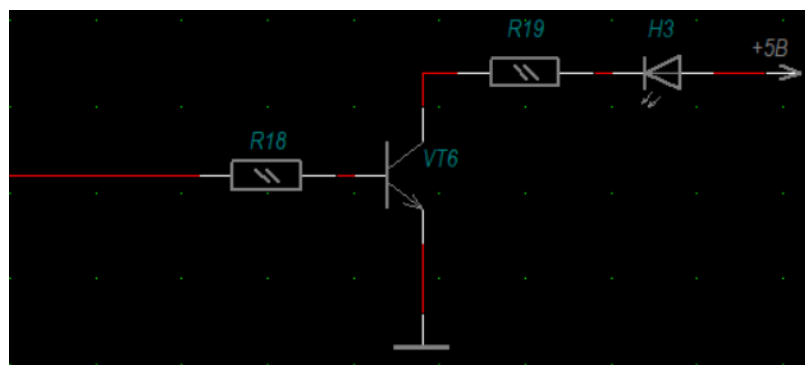


Рисунок 1.16 - Вузол візуалізації процесу приймання/передавання через RS-232

Забезпечується живлення усіх електричних вузлів базового вузла системи схемою живлення (рис.1.17), яка складається з силового трансформатора Т1, діодних мостів VD1-VD2 та стабілізаторів 7805 і L7812CV.

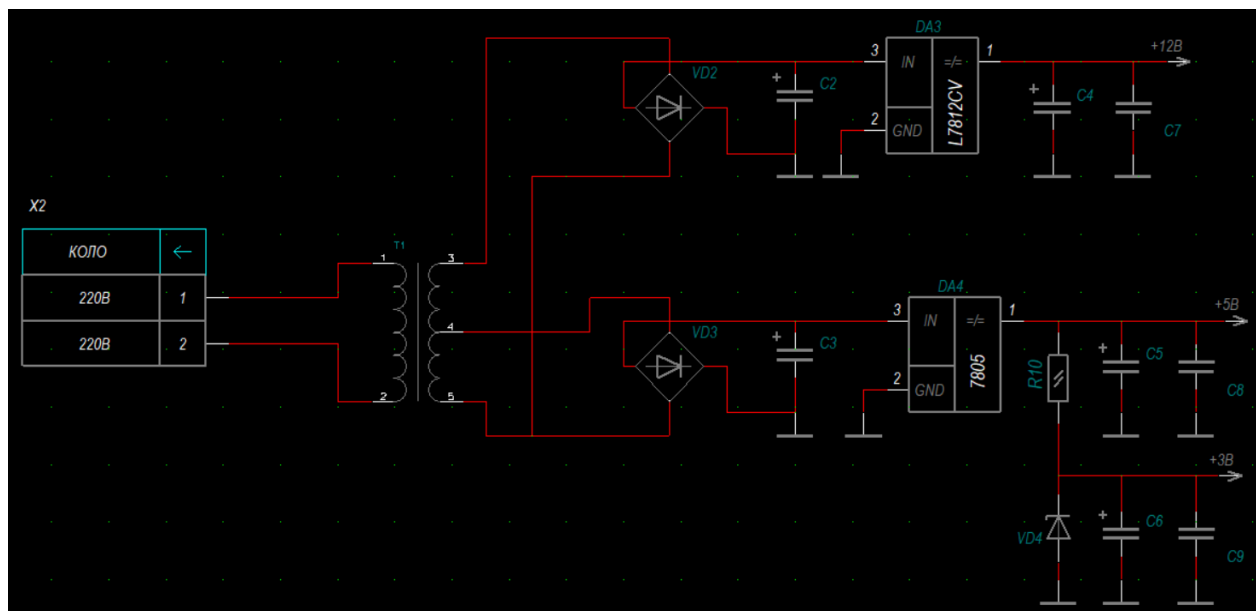


Рисунок 1.17 – Вузол живлення базового вузла системи

1.3.2 Вузол лічильників системи

Мікроконтролер (рис. 1.18) з заданою періодичністю здійснює опитування лічильників електроенергії за допомогою спеціально сформованих запитів у вигляді команд (кодів), які надсилаються по інтерфейсу RS-232 через вузол формування сигналів (рис. 1.19) до лічильників електроенергії щодо отримання/зчитування даних енергоспоживання від споживача.

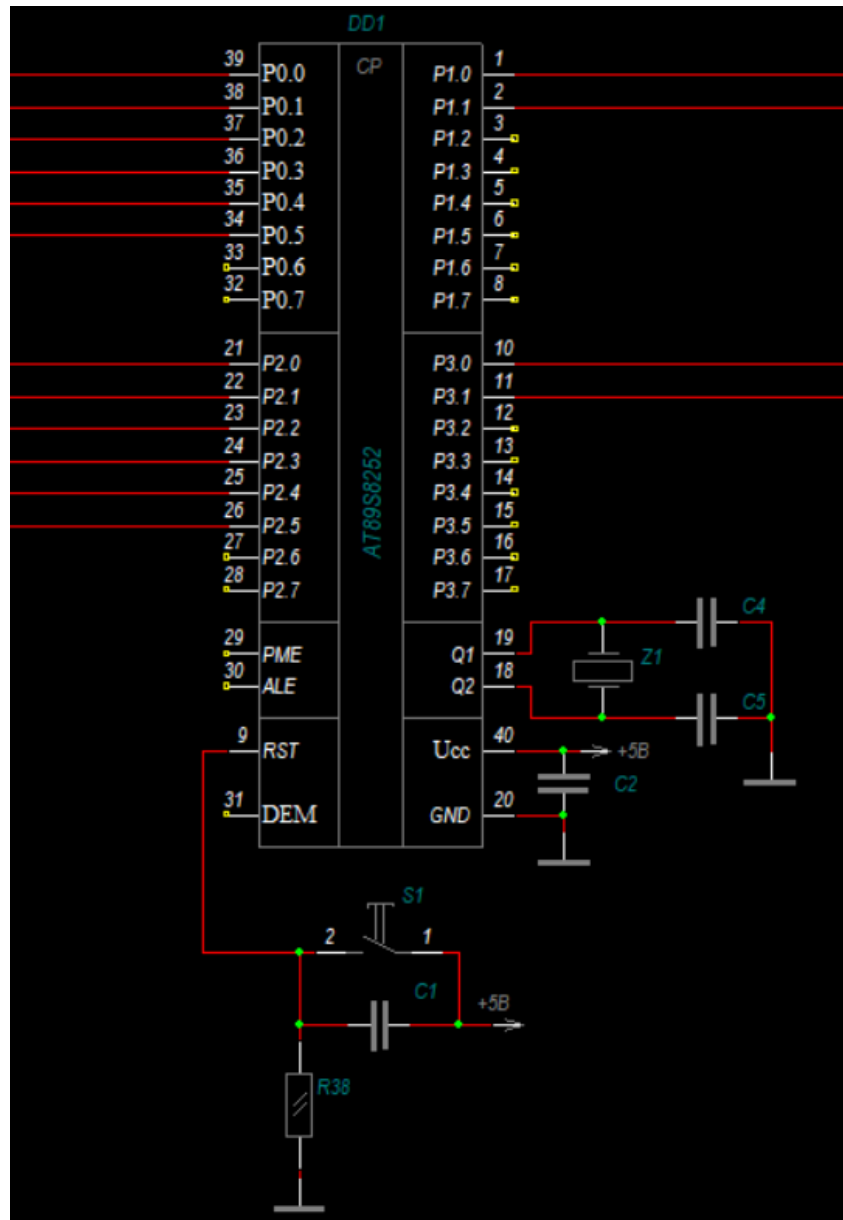


Рисунок 1.18 – Мікроконтролер

Після зчитування даних з лічильників електроенергії споживачів мікроконтролер (рис.1.18) пакує отриманні дані в спеціальний інформаційний пакет та переходить до режиму очікування запиту від вузла базового системи.

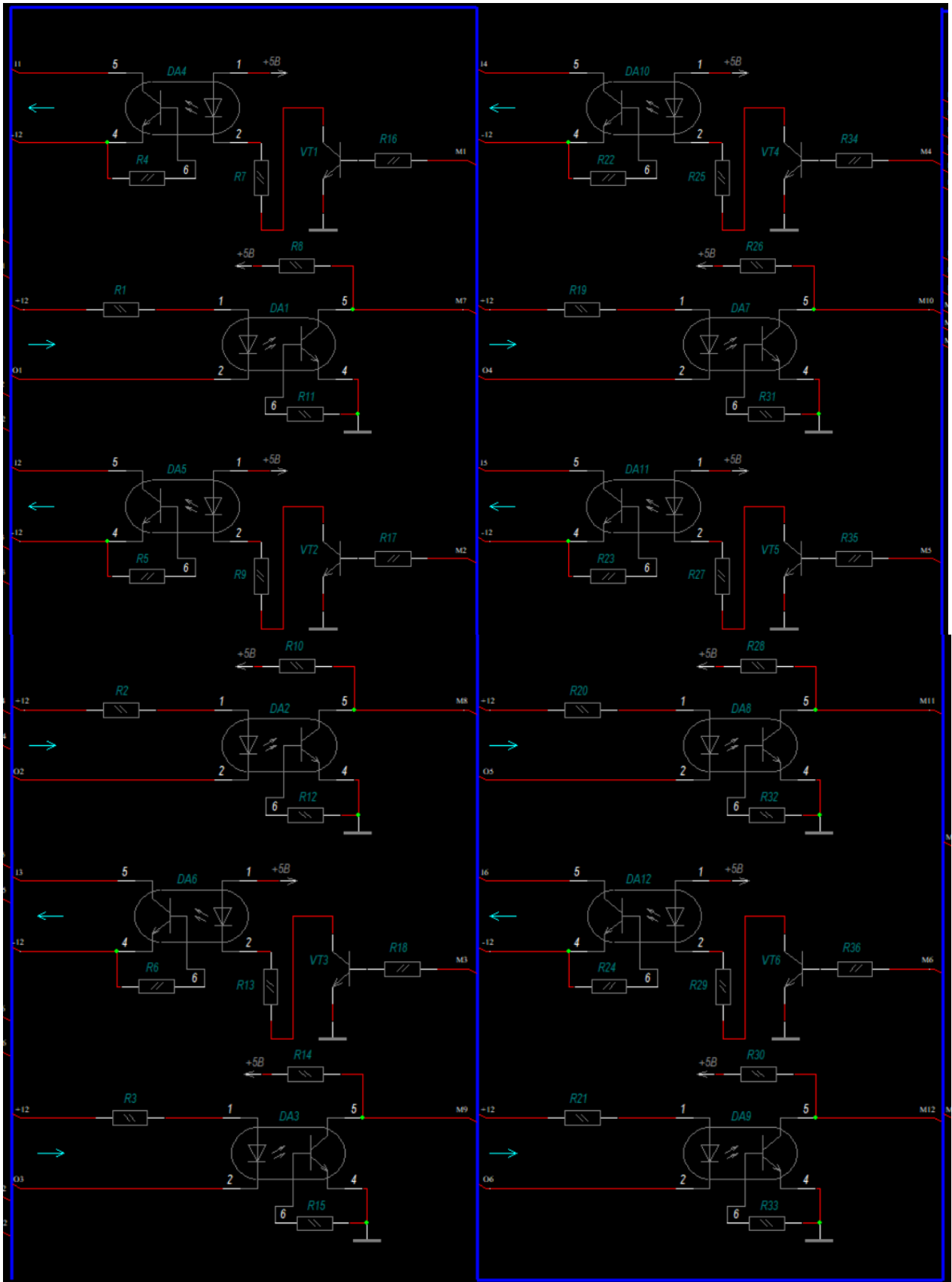


Рисунок 1.19 – Вузол формування сигналів

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Коли запит від базового вузла надіслано мікроконтролер (рис.1.18) здійснює передачу пакету даних по локальній мережі через вузол формування сигналів (рис. 1.20) до базового вузла.

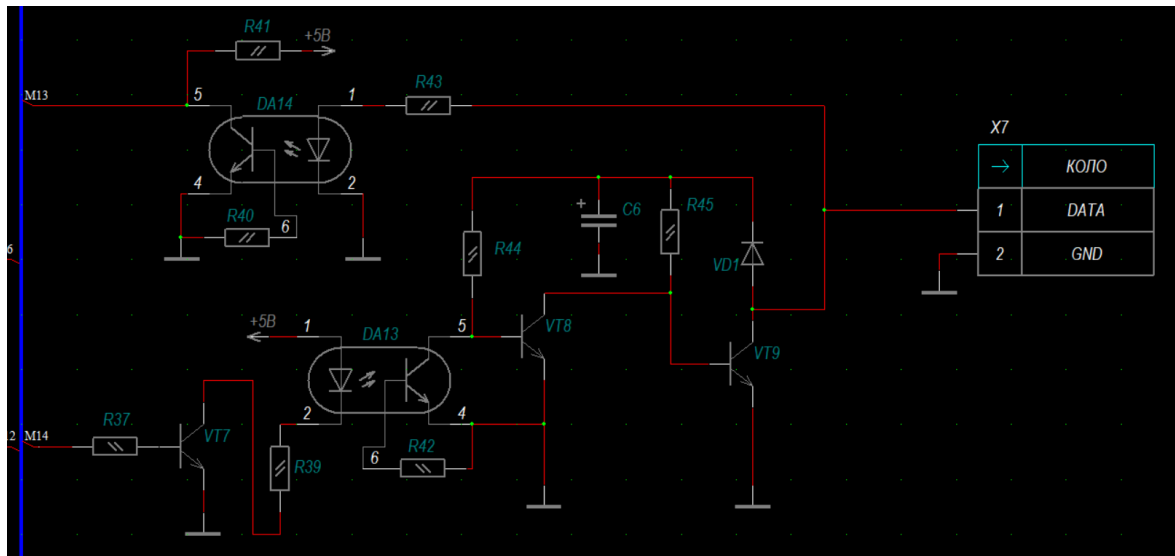


Рисунок 1.20 – Вузол формування сигналів

Всі процеси зчитувань даних лічильників електроенергії індикується вузол візуалізації, який відображено на рис. 1.21.

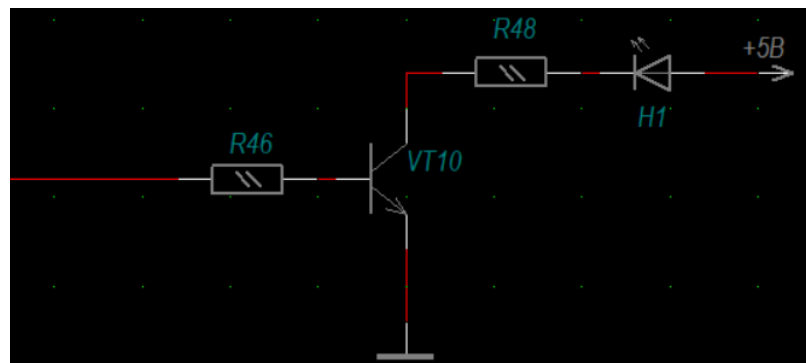


Рисунок 1.21 – Вузол візуалізації процесу отримання даних з лічильників електроенергії

Процеси передавання даних по локальній мережі між вузлом лічильників та базовим вузлом індикується миганням світодіода Н2 вузла візуалізації, який відображено на рис.1.22.

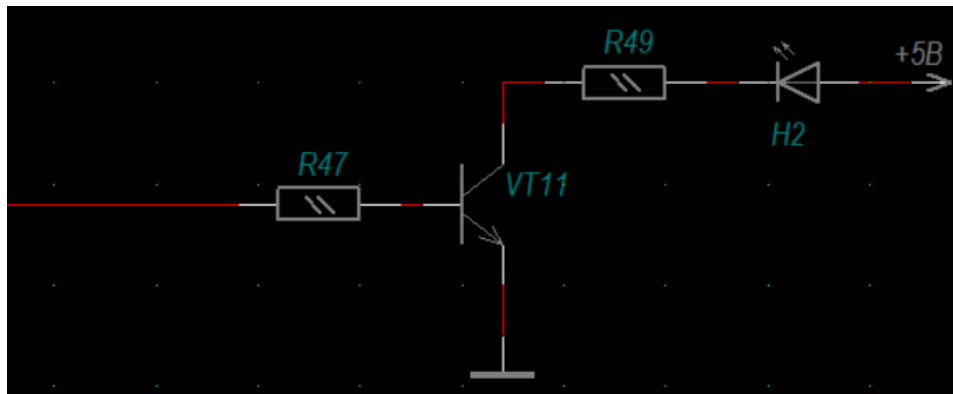


Рисунок 1.22 – Вузол візуалізації передачі даних через мережу між базовим вузлом та вузлом лічильників

Схему живлення вузла лічильників відображено на рисю1.23, яка складається з силового трансформатора Т1, діодного моста VD1 та стабілізатор 7805.

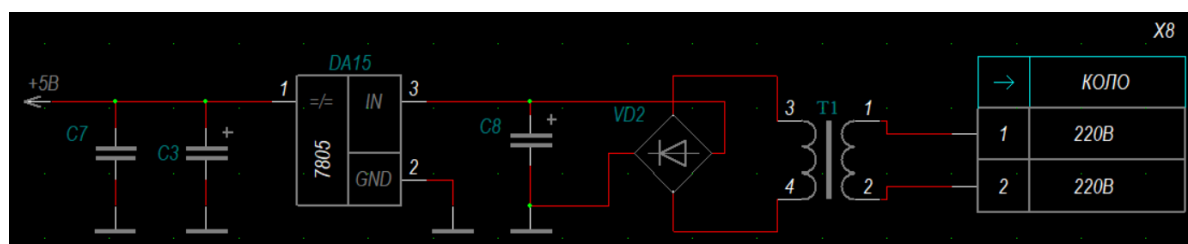
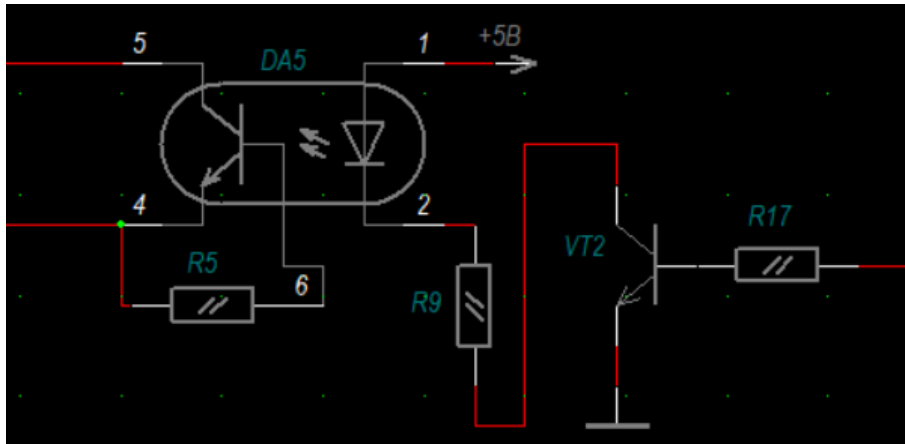


Рисунок 1.23 – Схема живлення вузла лічильників

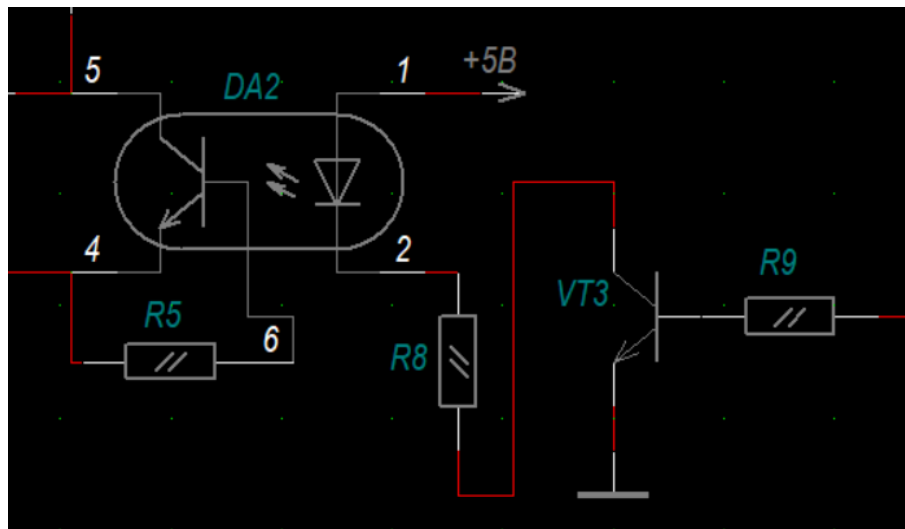
1.3.3 Синтез схеми електричної автоматизованої системи

В базовому вузлі та вузлі контролерів реалізовано 7 вузлів формування сигналів (рис.1.21) призначених для локальної мережі та порта RS232. Здійснено спочатку синтез формувача сигналів для RS232.

Вузол формувача сигналів для порта RS232 складається з транзисторного компонента VT2, резисторних компонентів R5, R9, R17 та оптрона транзисторного DA5 CNY75GB (рис.1.21, фрагмент з вузла лічильників).



Фрагмент з вузла лічильників



Фрагмент з базового вузла

Рисунок 1.21 – Вузол формування сигналів на оптроні CNY75GB

Вихідними даними для синтезу вузлів формування сигналів є сила струму на вході 33 мкА та напруга споживання 3 В.

Величина струм I_H на світлодіодному компоненті оптрона DA5 CNY75GB повинна складати близько 9,8 мА (у відповідності до технічних даних оптрона), щоб забезпечити нормальний режим функціонування оптронного ключа. За напруги $U_c = 5\text{В}$ падіння на VT2 рівне $U_{VT2} = 0,4\text{В}$, а світлодіодному компоненті $U_H = 2\text{В}$. Величина номіналу опору R9 обчислюється з формули:

$$R9 = \frac{U_c - U_H - U_{VT2}}{I_H}; \quad (1.1)$$

де I_H – струм на світлодіодному компоненті оптрона;

U_H – падіння напруги на світлодіодному компоненті оптрона;

$$R9 = \frac{5B - 2B - 0,4B}{9,8 \cdot 10^{-3} A} \approx 265 \text{ Ом}$$

Номінал резисторного компонента прийнято на рівні $R7 = 270$ Ом зі переліку значень стандартних.

Номінал R17 корелює з величиною струму $I_{\delta VT}$ в колі бази транзисторного компонента VT2 та обчислюється з формули:

$$I_{\delta VT} = \frac{I_{кVT}}{\beta_{VT}}, \quad (1.2)$$

де $I_{кVT}$ – колекторний струм транзисторного компонента VT2

$$I_{кVT1} = I_H = 9,8 \text{ мА};$$

β_{VT} – підсилюючий коефіцієнт за струмом VT2, $\beta_{VT} = 600$,

$$I_{\delta VT} = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} A}{600} = 16,3 \text{ мкА.}$$

Для забезпечення нормального функціонування транзисторного компонента в оптроні величину струму $I_{\delta VT}$ необхідно обрати в двічі більшою від обчисленого вище, а саме 32,6 мкА.

Величина номіналу опору резисторного компонента R17 рівна:

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R17 = \frac{U_{ВИХ.\mu c}}{I_{\delta VT}}, \quad (1.3)$$

де $U_{ВИХ.\mu c}$ – рівень напруги на виходу порту мікроконтролера за величини струмі 33 мкА рівний приблизно близько 3 В,

$$R17 = \frac{3}{33 \cdot 10^{-6}} \approx 90,9 \text{ кОм};$$

Прийнято значення резистору $R17 = 91 \text{ кОм}$ з стандартного ряду.

Опір резисторного компонента $R5$ обрано на рівні 100 кОм керуючих технічною документацією на опторон CNY75GB.

Отримані значення в результаті розрахунків дали змогу прийняти наступні номінали та серії компонентів:

- для вузла лічильників:

- 1) Серія VT1-VT6 - BC548;
- 2) Номінал R16, R17, R18, R34, R35, R36 – 91 кОм,
- 3) Номінал R7, R9, R13, R25, R27 і R29 – 270 Ом,
- 4) Номінал R4, R5, R6, R22, R23, R24 – 100 кОм;
- 5) Серія оптронів DA4-DA6, DA10-D12 - CNY75GB.

- для базового вузла:

- 1) Серія VT3 - BC548;
- 2) Номінал R9 – 91 кОм,
- 3) Номінал R8 – 270 Ом,
- 4) Номінал R5 – 100 кОм;
- 5) Серія оптронів DA2 - CNY75GB.

Здійснено синтез вузла формування сигналів з RS232 в TTL-сигнали (рис. 1.22) (вузол лічильника) до складу якого входять R19, R26, R31 та опторон DA7.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

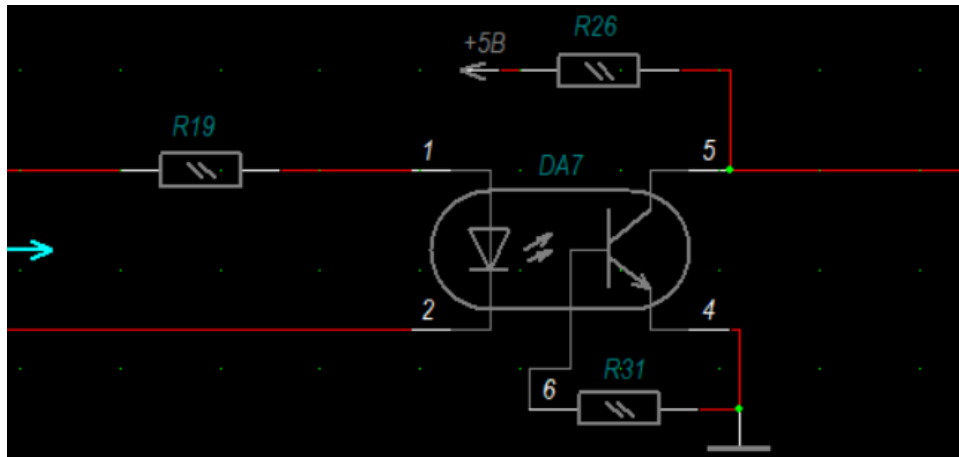


Рисунок 1.22 – Вузол формування сигналів на базі оптрона CNY75GB в вузлі лічильників

Вихідними даними для синтезу даного вузла є сила вхідного струму на рівні 10 мА, вихідного – 1мА, напруги логічного рівня «0» - (0-5)В, «1» - (5-12)В.

Величина струму I_H на світлодіодному компоненті оптрона DA7 CNY75GB повинна складати близько 9,8 мА. За напруги $U_c = 5$ В падіння на світлодіодному компонентів рівне $U_H = 2$ В.

Величина номіналу опору R19 обчислюється з формули:

$$R19 = \frac{12B - 2B}{0,0098A} \approx 1 \text{ кОм}$$

Опір резисторного компонента R11 обрано на рівні 100 кОм керуючих технічною документацією на опторон CNY75GB.

Номінал опору резисторного компонента R26 рівний:

$$R26 = \frac{U_c}{I_{ВИХ}} \quad (1.4)$$

$$R_{26} = \frac{5}{1 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ кОм}$$

Номінал резисторного компонента R_{26} прийнято на рівні $R_{26} = 5,1 \text{ кОм}$ з переліку значень стандартних.

Отримані значення в результаті розрахунків дали змогу прийняти наступні номінали та серії компонентів:

- 1) Серія оптрона CNY75GB,
- 2) Номінал $R_{19} - 1 \text{ кОм}$,
- 3) Номінал $R_{26} - 5,1 \text{ кОм}$,
- 4) Номінал $R_{31} - 100 \text{кОм}$ (у відповідності до технічних даних на оптрон).

Оскільки вузол лічильників містить 6 ідентичних вузлів формування сигналів, тому ідентично прийнято такі серії та класи радіокомпонентів:

- 1) Номінал $R_1 - R_3, R_{19} - R_{21} - 1 \text{ кОм}$;
- 2) Номінал $R_{11}, R_{12}, R_{15}, R_{31} - R_{33} - 100 \text{кОм}$;
- 3) Номінал $R_8, R_{10}, R_{14}, R_{26}, R_{28}, R_{30} - 5,1 \text{ кОм}$.

Здійснено синтез формувача рівня сигналів для локальної мережі базового вузла та вузла лічильників. Формувачі в обох вузлах є ідентичними.

Вузол формувача сигналів для локальної мережі складається з резисторних компонентів R_1, R_2, R_4, R_5, R_8 і R_9 , транзисторних компонентів $VT_1 - VT_3$, діодного компонента VD_1 , конденсаторного компонента C_1 та оптрона DA_2 (рис.1.23).

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

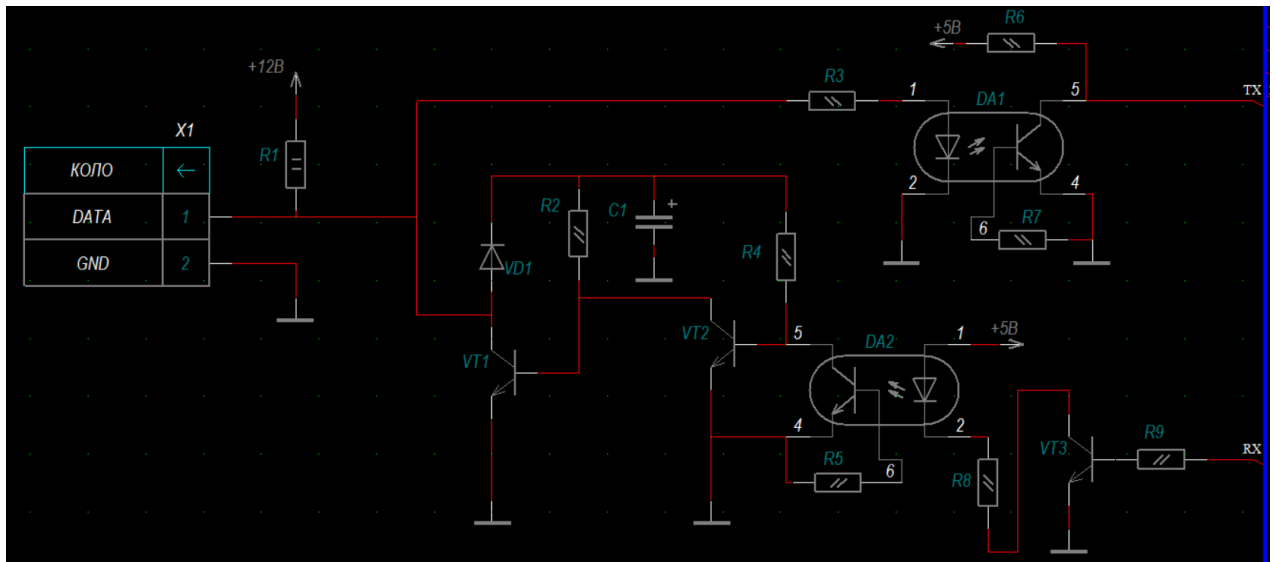


Рисунок 1.23 – Вузол формувача сигналів для локальної мережі

Вихідними даними для синтезу вузла формування сигналів є сила струму на вході 33 мкА, напруга споживання 3 В та сила струму в локальній мережі 10-20 мА.

Як зазначалося вище, величина струм I_H на світлодіодному компоненті оптрона DA2 CNY75GB має складати $\approx 9,8$ мА. За напруги $U_c = 5$ В рівень падіння на VT3 рівний $U_{VT3} = 0,4$ В, а світлодіодному компоненті $U_H = 2$ В. Значення номіналу резисторного компонента R5, R8 та R9 обчислені вище та складають: $R8 = 270$ Ом; $R9 = 91$ кОм; $R5 = 100$ кОм.

Коли до входу VT1 з транзисторного компонента VT2 подається напруга логічної «1», то VT1 відкривається та відбувається процес закорочення струму на землю, а при подачі «0» - транзисторний компонент працює як підсилювач. Що зазначенні режими транзисторного компонента VT1 функціонували належним чином при передаванні даних в локальну мережу здійснено його розрахунок.

Для забезпечення відкритого режиму функціонування транзисторного компонента VT1 потрібно визначити величину струму насичення в колах бази та колектора. Обрано транзисторного компонент серії BF458 з такими параметри:

- max струм в зоні колектора $I_{K.MAX} = 150mA$;
- max струм зворотного напрямку $I_{K3.MAX} = 0,05mA$;
- max споживаної потужності $P_{MAX} = 2Вт$;
- коефіцієнт $\beta \geq 25$.

Мах струм протікання крізь транзисторний компонент VT1 відповідає max мережевому струму $I_{network}$ та складає 150 мА для нормального функціонування локальної мережі. Величина опору R1 для забезпечення такої величини струму $I_{network}$:

$$R1 = \frac{U_{network}}{I_{network}} = \frac{12}{150 \cdot 10^{-3}} = 80 \text{ Ом} \quad (1.5)$$

Максимальний рівень потужності дорівнює:

$$P_{network} = I_{network} \cdot U_{network} = 12 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ Вт} \quad (1.6)$$

Рівень потужності транзисторного компонента VT1 більший за потужність мережі. Такий факт вказує на коректність щодо вибору транзисторного компонента.

Струм колектора насиченості транзисторного компонента VT1:

$$I_{к.нас} = 0.8 \cdot I_{к.маx} = 0.8 \cdot 0.15 = 120mA \quad (1.7)$$

Величина струму насиченості бази рівна:

$$I_{б.нас} = I_{к.нас} / \beta = 0,12 / 25 = 4,8mA \quad (1.8)$$

Величина номіналу опору R2 рівна:

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$R2 \geq \frac{(U_c - 2)}{I_{б.нас}} = 10 / 4,8 \cdot 10^{-3} = 46870 \text{ Ом} \quad (1.9)$$

Опір $R2 = 4,7$ кОм нормовано у відповідності ряду стандарту.

Транзисторний компонент VT2 функціонує як інвертора та забезпечує рівень вихідного струму на рівні 4,8 мА, тому саме обрано транзисторний компонент серії BF458. Величина базового струму VT2 рівна:

$$I_{бVT2} = \frac{I_{кVT2}}{\beta} = \frac{4,8 \cdot 10^{-3}}{25} = 0,19 \text{ мА} \quad (1.10)$$

Величина номіналу опору R4 є рівною:

$$R4 = \frac{U_{ж} - 2}{I_{бVT2}} = \frac{10}{0,19 \cdot 10^{-3}} = 52 \text{ кОм} \quad (1.11)$$

Отримані значення в результаті розрахунків дали змогу прийняти наступні номінали та серії компонентів:

- базовий вузол:

- 1) Серія транзисторних компонент VT1-VT2 - BF458;
- 2) Серія транзисторного компонента VT3 - BC548;
- 3) Номінали R9 –91 кОм, R8 –270 Ом, R5 –270 Ом;
- 4) Номінали R5 –100 кОм, R1 –80 Ом і R3 –1 кОм;
- 5) Серія оптрона - CNY75GB.

- Вузол лічильників:

- 1) Серія транзисторного компонента VT7 - BF458;
- 2) Номінали R37 –91 кОм, R39 –270 Ом, R42 –100 кОм, R44 –1 кОм;
- 3) Серія оптрона - CNY75GB.

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання програми Electronics Workbench забезпечило моделювання прийомо-передавача, схему якого відображено на рис.1.24.

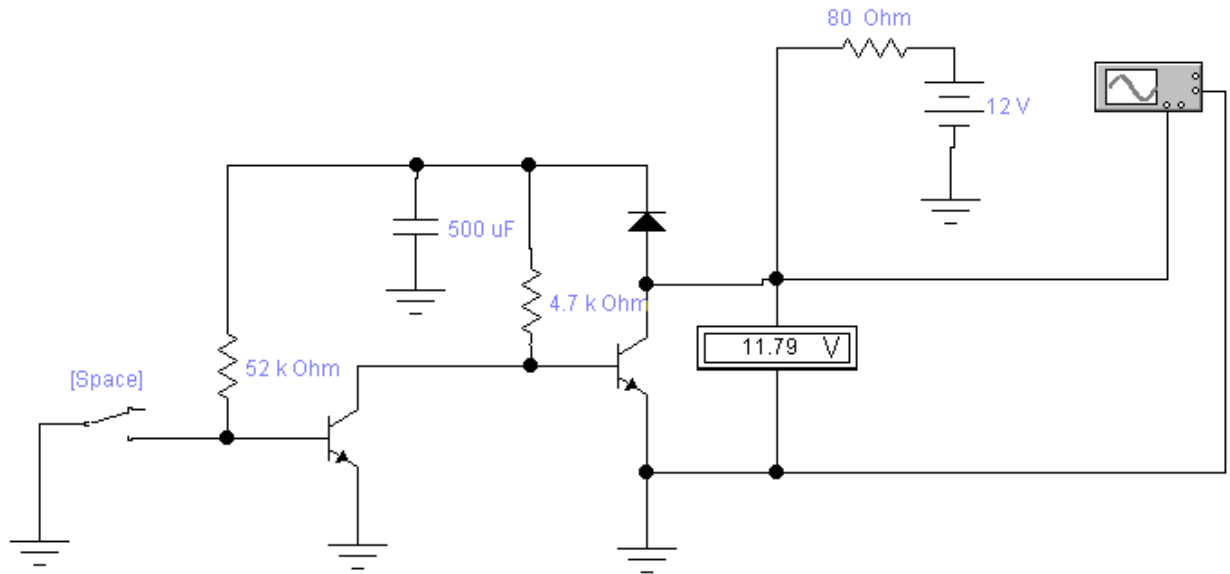


Рисунок 1.24 – Схема прийомо-передавача

Результат моделювання схеми прийомо-передавача відображено на рис.1.25.

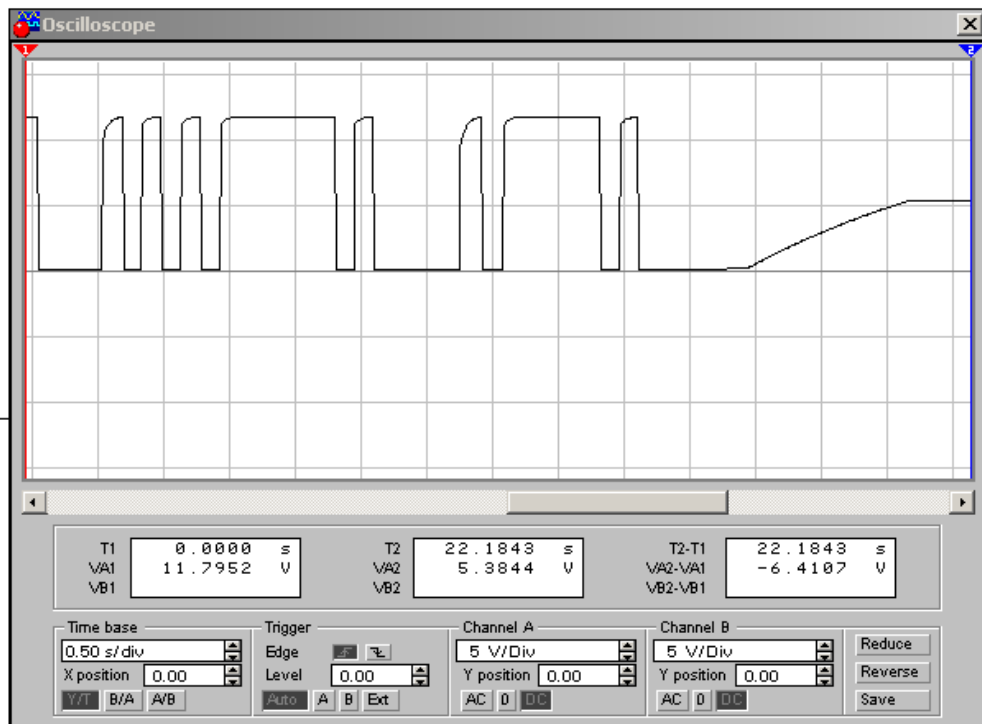


Рисунок 1.25 – Передавання даних через мережу

На рис.1.25 відображено, що max часової тривалості передавання 0 значень складає не більше 1 сек та в умовах реальних є вагомо меншим за зазначене.

Синтез вузлів візуалізації системи

Вузли системи містять 5 ідентичних за структурою вузли візуалізації, тому синтезуємо один із вузлом, і за результатами синтез отриманні значення номіналів радіокомпонентів поширимо на інші вузли. Вузли візуалізації побудовано на транзисторному ключі в колі навантаження який увімкнено світлодіодний компонент.

Синтезовано вузол візуалізації, який відображено на рис.1.26 та складається з резисторних компонентів R15-R16, транзисторного компонента VT4 та світлодіодного компонента Н1.

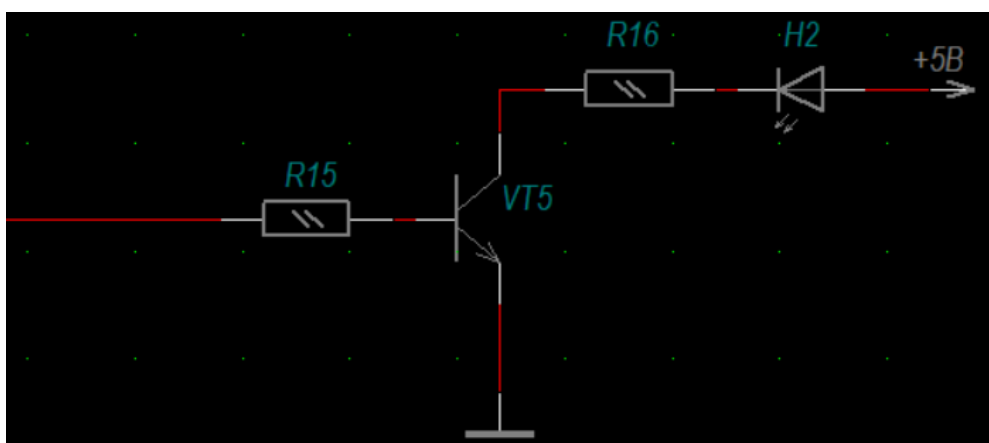


Рисунок 1.26 – Вузол візуалізації

Величина струму світлодіодного компонента Н2 повинна складати близько 9,8 мА. За напруги $U_c = 5\text{В}$ падіння на транзисторному ключі складає 0,4В та світлодіодному компоненті Н2 - $U_H = 2\text{В}$.

Номінал R16 рівний:

$$R16 = \frac{5\text{В} - 2\text{В} - 0,4\text{В}}{9,8 \cdot 10^{-3}\text{А}} \approx 265\text{ Ом} \quad (1.12)$$

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Номинал резисторного компонента прийнято на рівні $R16 = 270$ Ом врахуванням значень стандартних.

Номинал $R12$ корелює з величиною струму $I_{\text{бVT}}$ в колі бази транзисторного компонента VT5 та обчислюється з формули:

$$I_{\text{бVT3}} = \frac{I_{\text{кVT3}}}{\beta_{\text{VT}}}, \quad (1.13)$$

де $I_{\text{кVT3}}$ – колекторний струм транзисторного компонента VT5

$$I_{\text{кVT3}} = I_{\text{H}} = 9,8 \text{ мА};$$

$$\beta_{\text{VT3}} = 600,$$

$$I_{\text{бVT3}} = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{600} = 16,3 \text{ мкА}.$$

Струм $I_{\text{бVT3}}$ обрано вдвічі розраховано на рівні 32,6 мкА для забезпечення нормального функціонування ключа. Номинал $R15$ при цьому рівний:

$$R15 = \frac{U_{\text{ВИХ.мк}}}{I_{\text{бVT3}}} \quad (1.14)$$

де $U_{\text{ВИХ.МК}} = 3$ В (ідентично до опису аргументів у формулі 1.3)

$$R15 = \frac{3}{33 \cdot 10^{-6}} \approx 90,9 \text{ кОм}.$$

Прийнято значення резистору $R15 = 91$ кОм з стандартного ряду.

Отримані значення в результаті розрахунків дали змогу прийняти наступні номінали та серії компонентів:

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- базовий вузол:

- 1) Серія транзисторних компонентів VT4-VT6 - BC548;
- 2) Номінали R12, R15 і R18 – 91 кОм,
- 3) Номінали R13, R16 і R19 – 270 Ом.

- вузол лічильників:

- 1) Серія транзисторних компонентів VT10-VT11 - BC548;
- 2) Номінали R46 - R47 – 91 кОм
- 3) Номінали R48 - R49 – 270 Ом.

1.4 Вибір та обґрунтування компонентів системи

При виборі компонентів для автоматизованої системи, зокрема сучасної, було враховано усі електричні параметри, габаритні розміри, експлуатаційні характеристики, вагові та цінові показники.

Серед резисторних компонентів обрано:

- 1) Базовий вузол - 18 резисторних компонентів постійних;
- 2) Вузол лічильників - 48 резисторних компонентів постійних.

Серія обраних резисторних компонентів - MF-12 (рис.1.27) з потужністю 0,125Вт та відхиленням номіналу на рівні $\pm 5\%$.



Рисунок 1.27 – Резисторний компонент MF-12 (0,125 Вт)

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Серед конденсаторних компонентів для базового вузла та вузла лічильників обрано керамічні конденсатори серії СС4 та електролітичні серії ЕСАР-GS. Вигляди конденсаторів відображено на рис.1.28-1.29.



Рисунок 1.28 – Конденсаторний керамічний компонент СС4

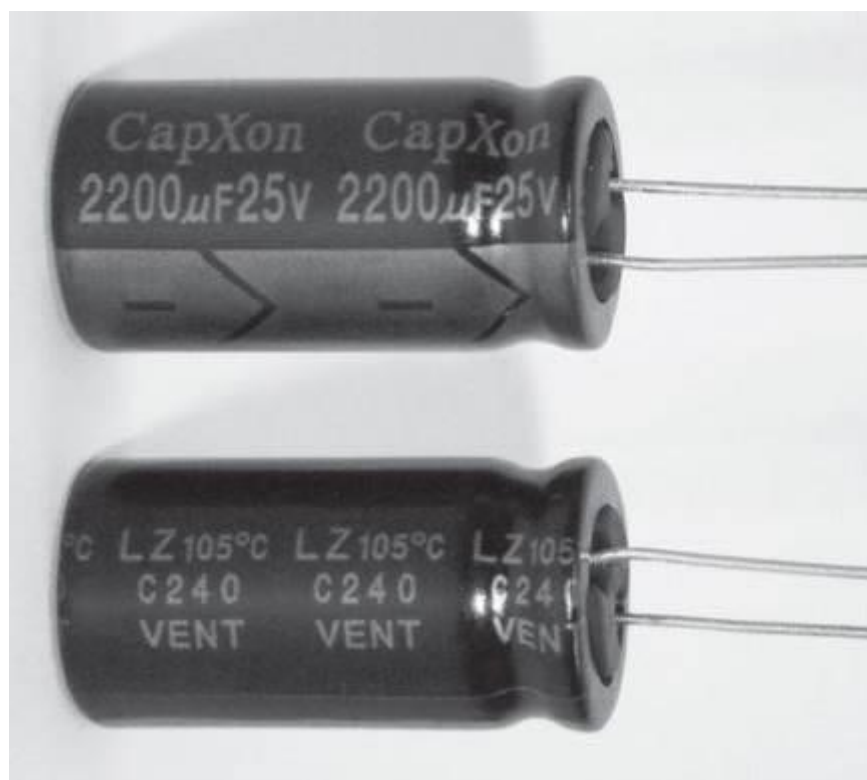


Рисунок 1.29 – Конденсаторний електролітичний компонент ЕСАР-GS

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

З активних компонентів для вузлів системи обрано транзисторні компоненти BC548 (рис.1.30) – 6 штук та BF458 (рис.1.31) – 10 штук.

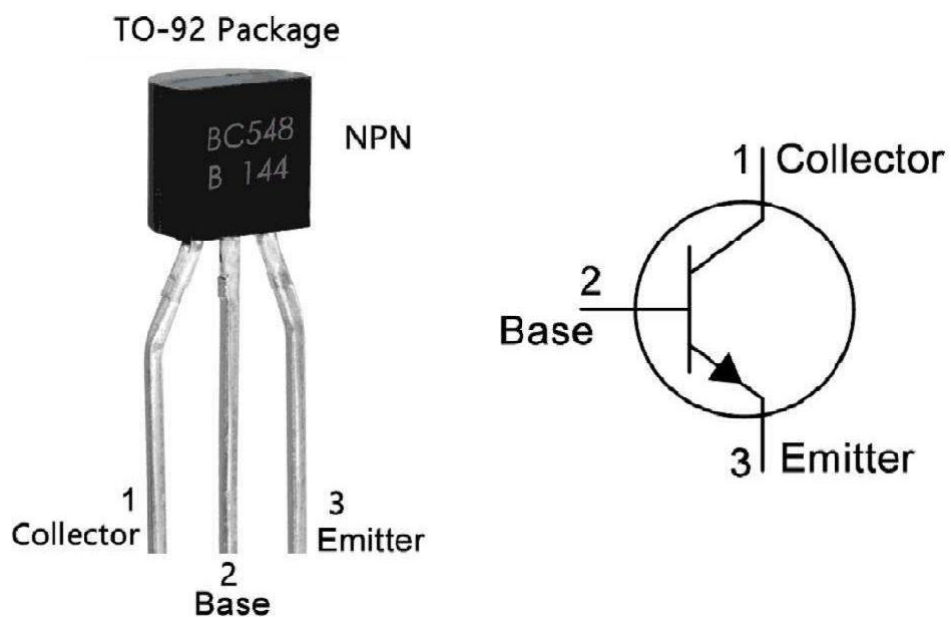


Рисунок 1.30 – BC548

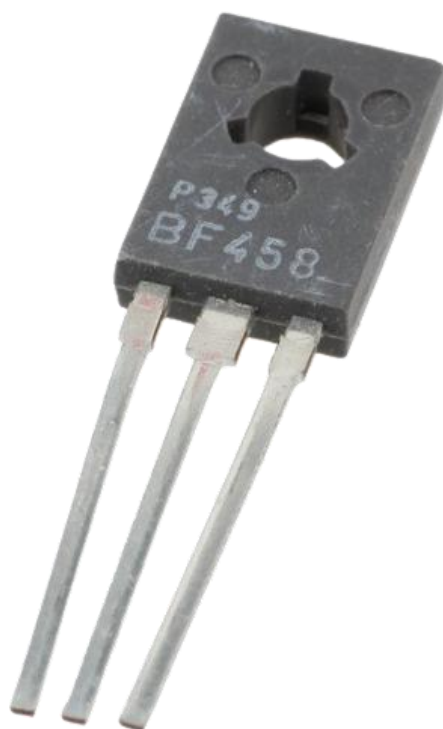


Рисунок 1.31 – BF458

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Серед мікросхемних компонентів обрано:

1) базовий вузол:

- оптрон DA1-DA2 - CNY75GB (рис.1.32);



Рисунок 1.32 – Компонент CNY75GB

- мікросхема стабілізації DA3 – L7812CV (рис.1.33);

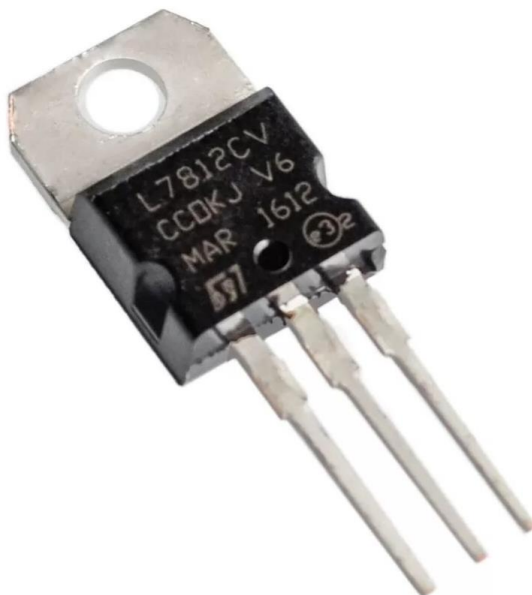


Рисунок 1.33 – Компонент L7812CV

- мікросхема стабілізації DA4 – 7805 (рис.1.34);

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

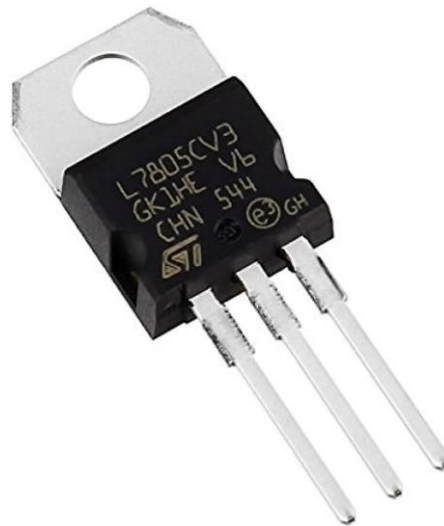


Рисунок 1.34 – Компонент 7805

- мікроконтролер DD1 – AT89C2051 (рис.1.35);



Рисунок 1.35 – Компонент AT89C2051

- радіомодем DD2 – CC1000 (рис.1.36);



Рисунок 1.36 – Компонент CC1000

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- перетворювач сигналів DD3 – MAX232 (рис.1.37).

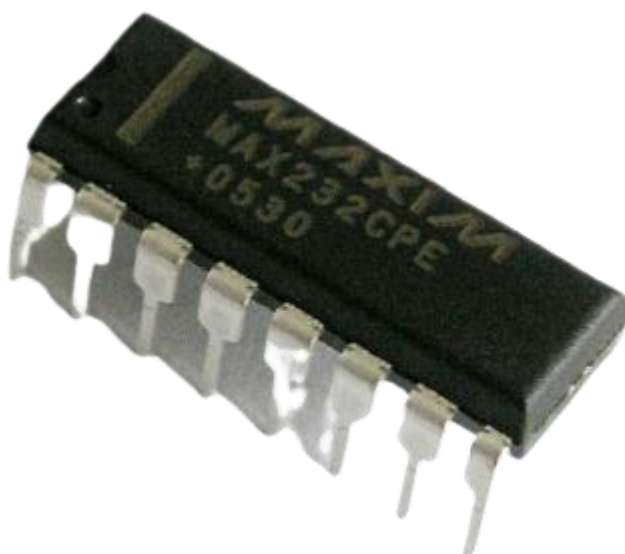


Рисунок 1.37 – Компонент MAX232

2) вузол лічильників:

- оптрон DA1- DA14 – CNY75GB (рис.1.32);
- мікросхема стабілізації DA15 – 7805 (рис.1.34);
- мікроконтролер DD1 – AT89S8252 (рис.1.38).



Рисунок 1.37 – Компонент AT89S8252

Серед решту компонентів системи обрано:

1) базовий вузол:

- світододіодні компоненти Н1-Н3 - серія HLMP1600;

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- комутаційний компонент X1-X3 – серія PLSR-2;
- комутаційний компонент X4 – серія PLSR-1.

2) вузол лічильників:

- світлодіодні компоненти H1-H2 - серія HLMP1600;
- комутаційні компоненти X1-X8 – серія PLSR-2.

В процесі обирання компонентів системи застосовано довідники та інтернет-джерела магазинів та виробників компонентів.

1.5 Проектування друкованої плати вузлів системи засобами САПР та технологія їх виготовлення

В процесі проектування ДП вузлів системи застосовано конструкцію двосторонньої ДП з металізованими контактними та перехідними отворами.

З врахування ступеню складності вузли системи належать до 3-ої групи складності та характеризується нормальною складністю. Такий вибір складності обрано через те, що вузли системи складаються з 10-20 активних компонентів (до 5 мікросхем).

При 3-му класі проєктовані вузли будуть характеризуватися щільним середнім монтажем з осново ДП у вигляді фольгованого склотекстоліту (ФС).

Обрано крок сітки ДП на рівні 1,25 мм, оскільки на ДП будуть монтуватися компоненти в яких локалізація виводів складає переважно 1,25 мм і таким чином монтаж буде простішим при потраплянні виводів у отвори сітки.

Процедура вибору габаритів ДП буде проводитися лише після здійсненого трасування в програмі P-CAD, зокрема його утиліті PCB.

Відобразимо на одному компоненті принцип його створення в P-CAD. Обрано для демонстрації компонент СС1000.

					<i>KPM 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вигляд проектованого символного позначення компонента CC1000 в P-CAD Symbol Editor відображено на рис.1.38.

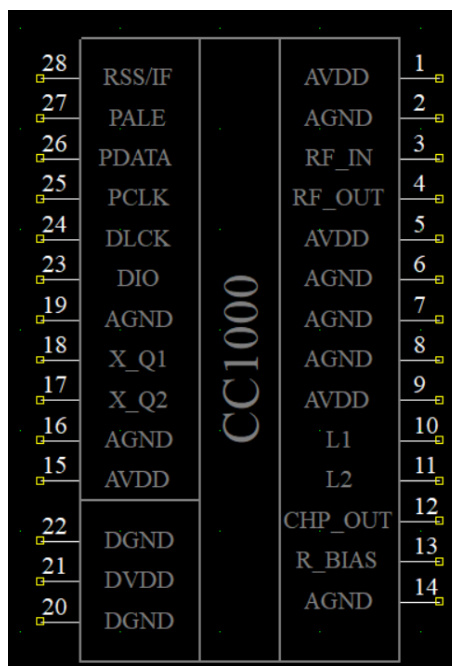


Рисунок 1.38 –Компонент CC1000 (символьне позначення)

Проектоване компонентне позначення компонента CC1000 в P-CAD Pattern Editor відображено на рис.1.39.

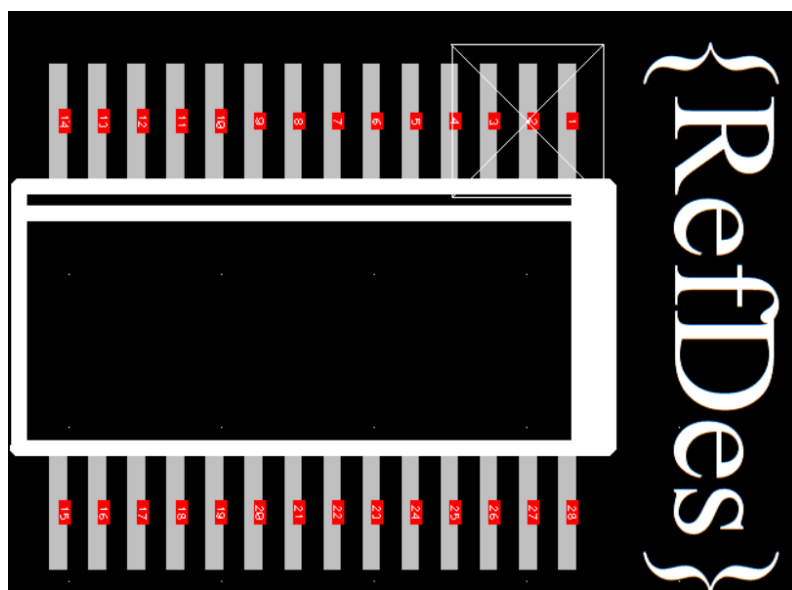


Рисунок 1.39 – Корпус компонента CC1000 (TSSOP)

Вигляд проєктованого компонента та таблиці зв'язку між символічним та корпусом компонента в P-CAD Executive відображено на рис.1.40.

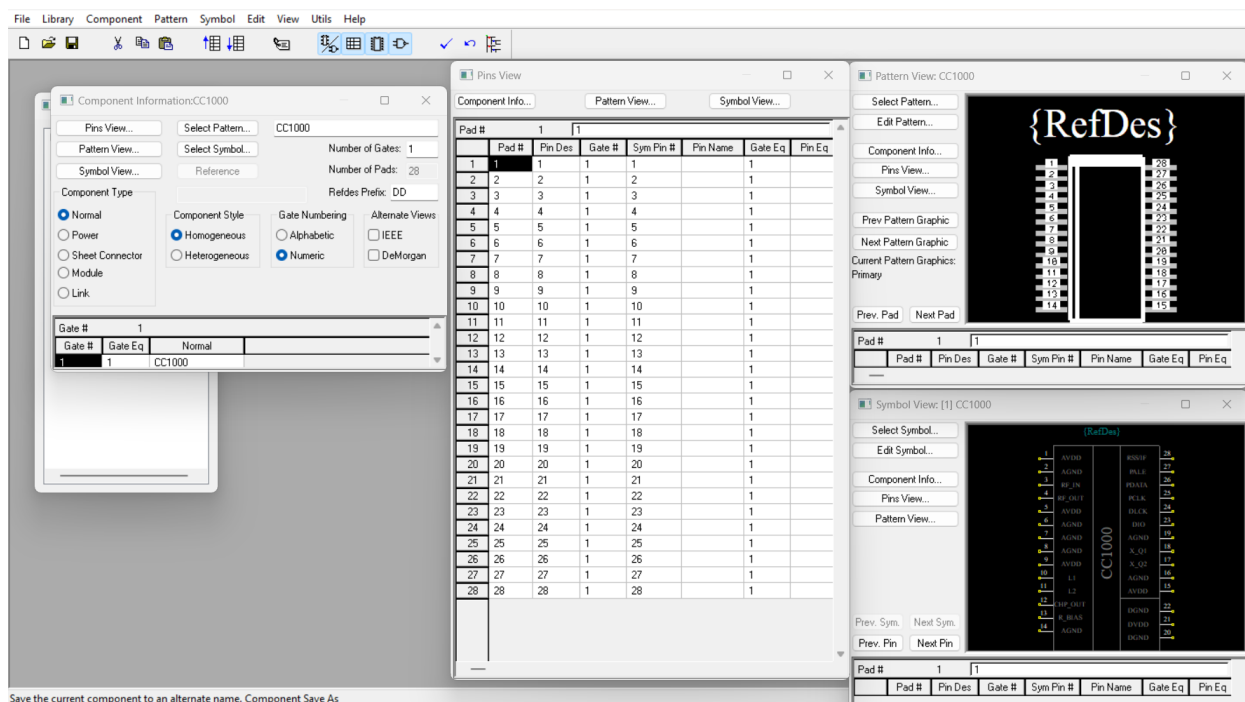


Рисунок 1.40 – Створення компонента CC1000 в P-CAD Executive

Таким чином створено усю бібліотеку компонентів проєктованої автоматизованої системи. В подальшому в P-CAD Schematic проєктовано схеми вузлів системи та згенеровані відповідні зв'язки для можливості проєктування ДП.

Після завантаження зав'язків проведено процедуру ручного розташування та групування елементів за функціональним призначення.

Результати компоновки базового вузла та вузла лічильників в САПР P-CAD зображено на рис.1.41-1.42.

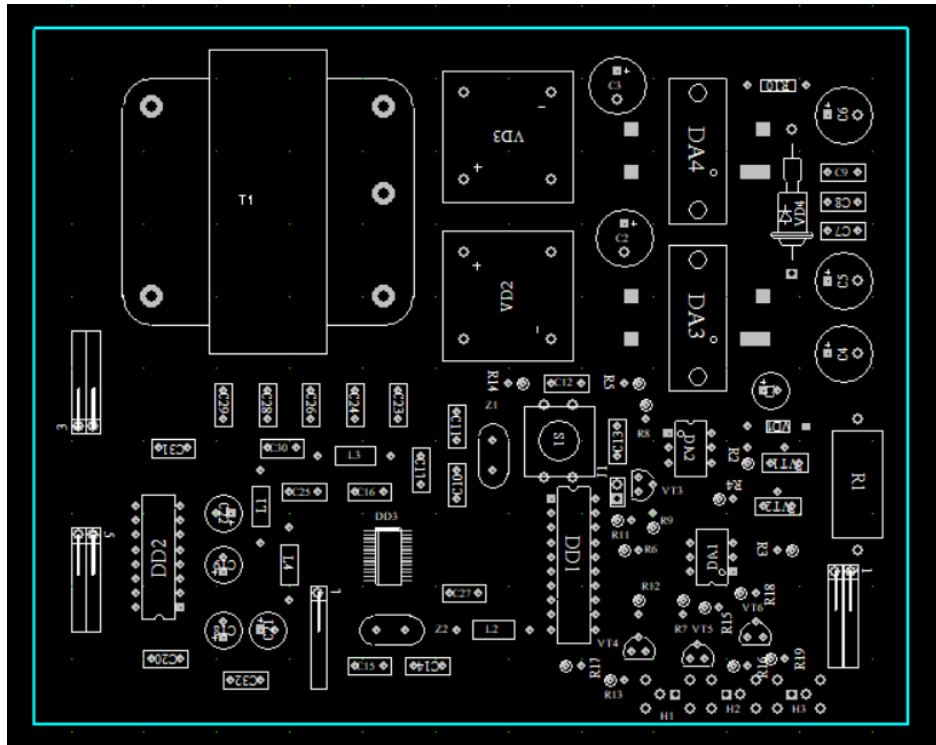


Рисунок 1.41 – Компонування базового вузла системи

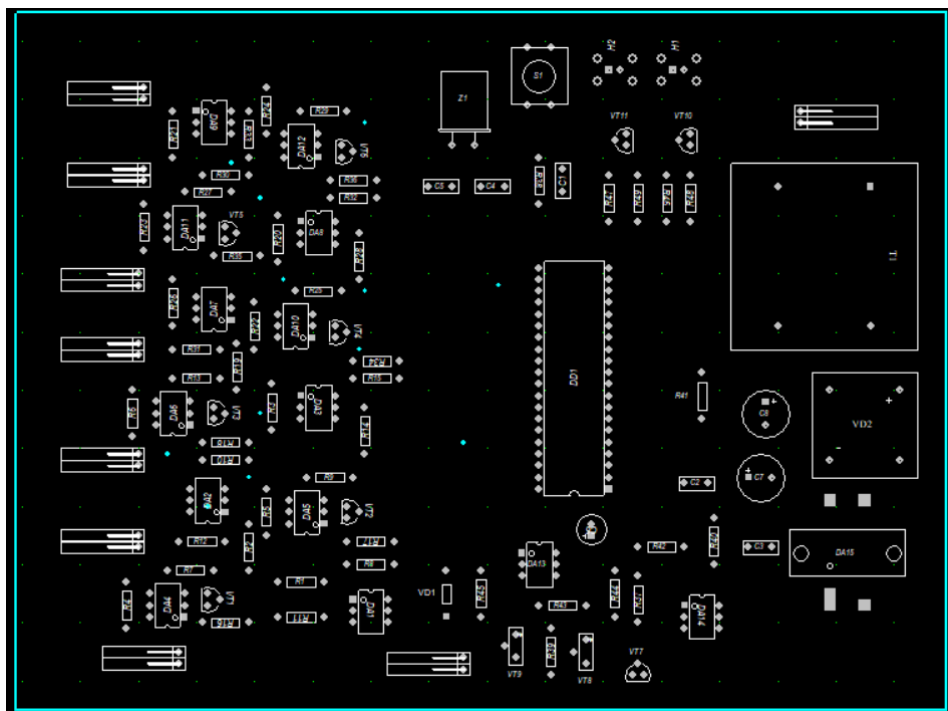
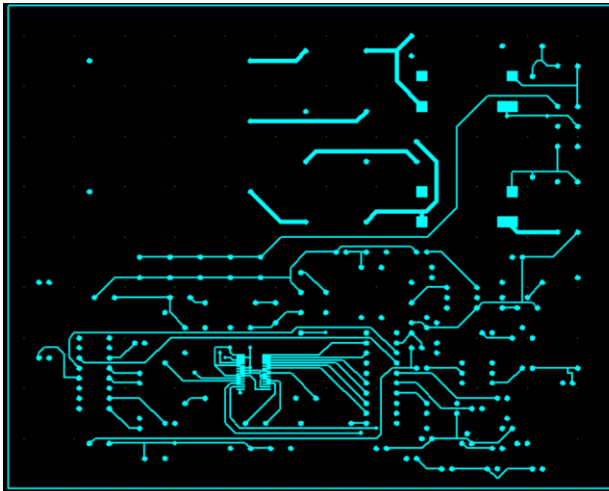


Рисунок 1.42 – Компонування вузла лічильників системи

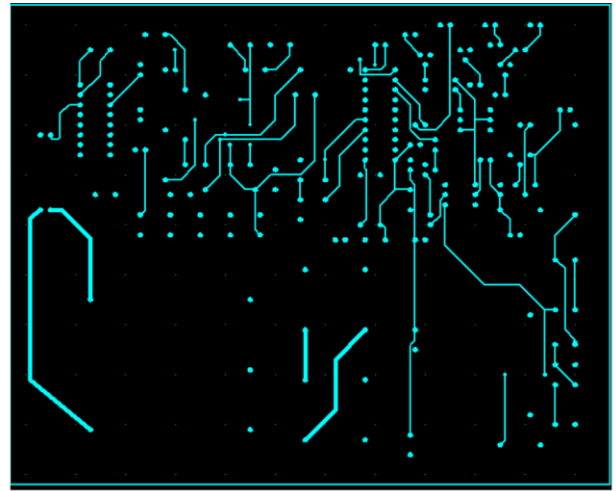
Після компонування здійснено процес трасування ДП вузлів автоматизованої системи при використанні утиліти СПЕКТРА.

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Результати трасування вузлів системи відображено на рис.1.43-1.44.

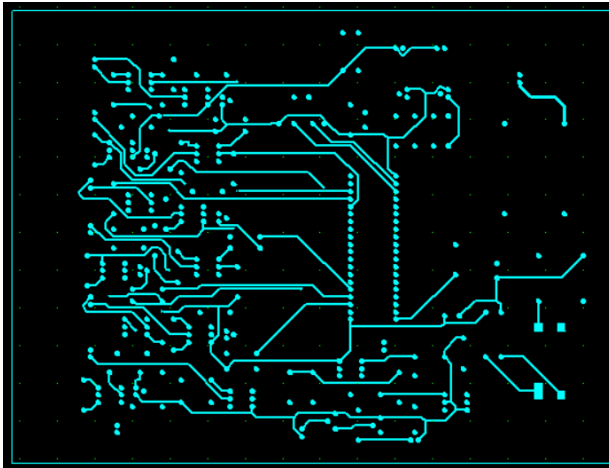


Шар TOP

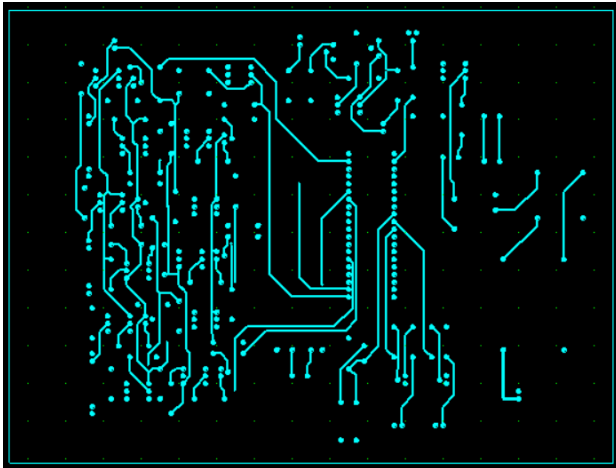


Шар BOTTOM

Рисунок 1.43 - Результат трасування ДП базового вузла



Шар TOP





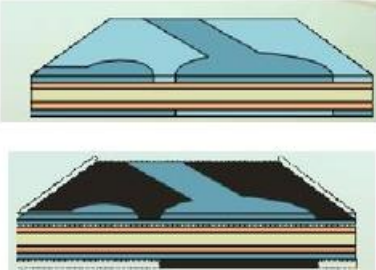
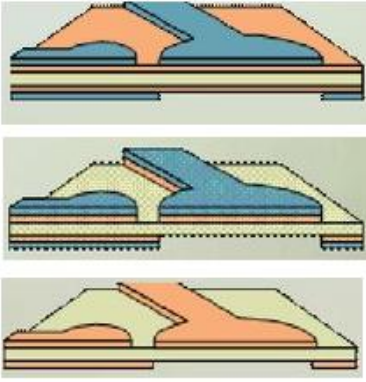
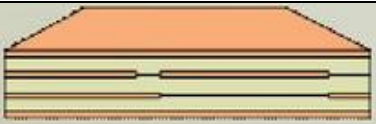
Шар BOTTOM

Рисунок 1.44 - Результат трасування ДП вузла лічильників

ДП буде виготовлено комбінованим позитивним методом (КПМ).
Операції реалізації КПМ при виготовленні ДП вузлів системи на рис.1.45.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 1.1 – Операції реалізації КПМ при виготовленні ДП вузлів системи

№	Назва операція	Графічний результат
1	Процес виготовлення базових отворів в заготовці	
2	Процес ламінування	
3	Процес експонування: - розташування фотошаблону; - експонування фоторезисту.	
4	Процес хімічної обробки: - проявка; - травлення; - видалення резисту.	
5	Процес пресування	

Маркування ДП необхідно зробити у вільних місцях плати. Під час маркування способом, що передбачає виконання провідного рисунку, можна використати довільний шрифт, зокрема Н14 по НО 001.007 згідно ДСТУ 3520-97. Локалізується шифру на ДП - шар ТОР. Друкований вузол вузлів систем необхідно покрити лаком УР-231ТУ6-21-14-90.

В процесі аналізу процесу технологічного виготовлення вузлів автоматизованої систем здійснюється обирання обладнання технологічного.

Підготовчий процес виводів компонентів та їх складання реалізується при застосуванні обладнання ГГ 2420, який обрізає та формує виводи компонентів циліндричних форм.

Процес обрізання виводів компонентів реалізується обладнанням ГГ 1939.

Для автоматичного процесу встановлення компонентів в ДП реалізується при застосуванні обладнання ГГ 2487 та ГГ 1936.

При лудінні виводів використовується ГТ 2630, який є недорогим та значно спрощує підготовлення компонентів до процесу монтажу.

Перевірка щодо коректності працездатності реалізують на спецстендах.

1.6 Висновки до розділу 1

Здійснено аналіз завдання за напрямом роботи та встановлена актуальність щодо проектування автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії в розрізі проектування її вузлів, зокрема базового та лічильників.

Детально відображено стадії проектування автоматизованої системи, зокрема її вузлів базового та лічильників. Проектовано схему структурну системи та її базового вузла та вузла лічильників як ядр самої системи.

Базуючих на проєктованих структурних схемах проєктовано схеми принципів електричних базового вузла та вузла лічильників та здійснено її детальний параметричний синтез з моментами моделювання.

Описано етап проектування друкованої плати вузлів системи засобами САПР та технологію їх виготовлення.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

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

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

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

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

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

Класи умов праці залежно від рівня шуму поділяються на допустимі, які відповідають ГДР згідно з Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», шкідливі та небезпечні.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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

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

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

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

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

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

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

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

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

Захист від шуму регламентують такі документи: ДСТУ 2867-94, ДСН-3.3.6.037-99.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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

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



Рисунок 2.1 – Алгоритм оперативного реагування на НС

Планування заходів реагування на НС. План реагування на надзвичайні ситуації розробляється для організації і здійснення взаємоузгодженого

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

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

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

2.3 Висновки до розділу 2

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

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Висновки

В роботі наведено покрокові етапи проектування автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії.

На першому етапі здійснено аналіз завдання за напрямом роботи та встановлена актуальність щодо проектування автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії в розрізі проектування її вузлів, зокрема базового та лічильників.

На другому етапі детально відображено стадії проектування автоматизованої системи, зокрема її вузлів базового та лічильників. Проектовано схему структурну системи та її базового вузла та вузла лічильників як ядр самої системи.

На третьому етапі проектовано схеми принципів електричних базового вузла та вузла лічильників та здійснено їх детальний параметричний синтез з моментами моделювання. Проектування схеми електричної принципової вузлів системи здійснено в P-CAD Schematic.

На четвертому етапі проектовано друковані плати вузлів системи засобами САПР P-CAD (PCB та SPECSTRA) та описано технологію їх виготовлення.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Список використаних джерел

1. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
2. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
3. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: УАД, 2006 – 336 с.
4. Правила користування електричною енергією. — Затв. Постановою НКРЕ від 31.07.1996 № 28 (у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005 р. № 910).
5. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електронерегії в умовах енергоринку. Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоенергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України № 32/28/28/276/75/54 від 17.04.2006 р. м. Київ.
6. Лежнюк П. Д., Красовский Ю. Л., Кулик В. В. Керування втратами електроенергії в розподільних мережах з використанням засобів АСКОВЕ // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. 2003. вип.19. Т. 1. С. 99-107
7. Опорний конспект лекцій з навчальної дисципліни «Аналогові та цифрові електронні пристрої» / В.Є. Кудряшов, Б.С. Куц, С.А. Тузіков. - Х. : ХНУПС, 2018. - 116 с.
8. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Ш. Невлюдов. Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006 . 592 с.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

9. Правила улаштування електроустановок. Вид. 3-є, перероб. і доповнене, 736 с.

10. Праховник А. В., Коцар О. В., Прокопець В. І. Сучасні принципи побудови АСКОЕ суб'єктів ОРЕ та АСКОЕ споживачів в умовах енергоринку України // Енергетика і електрифікація. 2006. № 4. С. 2-7.

11. Розвиток математичного моделювання трафіку комп'ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т.: ТНТУ, 2020. С. 187–188.

12. Системи обліку енергоспоживання і контролю технічного обслуговування [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://innovinprom.com/galuzevi-rishennya/systemy-obliku-energospozhyvannya-i-kontrolyu-tehnichnogo-obslugovuvannya> (дата звернення: 15.03.2023) – Назва з екрану.

13. Системи обліку витрат електроенергії Polymetrica [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://polymetrica.com/uk/poslugi/oblik-vitrat-energiyi/> (дата звернення: 15.03.2023) – Назва з екрану.

14. Системи обліку енергоспоживання і контролю технічного обслуговування [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://innovinprom.com/galuzevi-rishennya/systemy-obliku-energospozhyvannya-i-kontrolyu-tehnichnogo-obslugovuvannya> (дата звернення: 15.03.2023) – Назва з екрану.

15. Сучасні автоматизовані системи контролю та обліку енергоресурсів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-4/section-6> (дата звернення: 15.03.2023) – Назва з екрану.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

16. Технічні вимоги до автоматизованої системи комерційного обліку оптового ринку електричної енергії України. Додаток 7(4) до Договору між Членами Оптового ринку електричної енергії України.: Київ, 2003.

17. 8-bit Microcontroller with 8k Bytes FLASH AT89C52. – ATMEL, 1998.

18. Vincenzo Cannatelli. Enel Telegestore project is on track // Metering International. – 2004. – № 1.

19. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

20. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyu, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., Velychko D, Lupenko, S., Novorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

					<i>КРМ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ДОДАТКИ

					КРМ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедру РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ _____ ” _____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Автоматизована система контролю витрат споживання електроенергії»

Узгоджено:
Керівник роботи
Хвостівська Л.В. _____
“ _____ ” _____ 2023р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Кашуба Р.М. _____
“ _____ ” _____ 2023р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: «Автоматизована система контролю витрат споживання електроенергії».

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “24” травня 2023р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Кашуба Роман Михайлович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії, а саме базового вузла та вузла лічильників;
- параметричний синтез схеми електричної принципової базового вузла та вузла лічильників;
- вибір компонентної бази проектованої автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії, а саме базового вузла та вузла лічильників;
- проектування друкованої плати базового вузла та вузла лічильників автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Система повинна відповідати наступним вимогам:

- значення рівня споживання - $5 \pm 0,1$ В;
- рівень сигналу на виході - 100-700 мВ;
- рівень похибки вимірювань - 10/1/0,1 Гц;
- тах частоти вимірювання - 30 МГц;
- споживчий струм - 100 мА.
- Час встановлення робочого режиму контролерів не перевищує 3 с;
- Вимоги до умов експлуатації:
 - Температура навколишнього середовища від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$
 - Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії;
- структурні схеми електричні базового вузла та вузла лічильників автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії;
- схеми електричні принципів базового вузла та вузла лічильників автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії;
- складальне креслення друкованих вузлів базового вузла та вузла лічильників автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії;
- складальне креслення друкованих плат базового вузла та вузла лічильників автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних	14.03.2023
3	матеріалів, необхідних для виконання роботи	
4	Проектування структурної схеми системи	25.03.2023
5	Проектування схеми електричної принципової	10.04.2023
	вузлів системи	
6	Параметричний синтез вузлів системи	21.04.2023
7	Вибір компонентної бази для вузлів проектованої	01.05.2023
	системи	
8	Компоновка друкованих вузлів системи	15.05.2023
9	Створення допоміжної документації	27.05.2023
10	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	02.06.2023
11	праці	
12	Нормоконтроль	05.06.2023
13	Перевірка роботи на антиплагіат	12.06.2023
14	Попередній захист КР	
15	Захист КР	

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатори		
C1	ECAP-GS-15B-500мкФ±5%	1	
C2, C3	ECAP-GS-50B-100мкФ±5%	1	
C4	ECAP-GS-15B-100мкФ±5%	1	
C5	ECAP-GS-5B-100мкФ±5%	1	
C6	ECAP-GS-5B-100мкФ±5%	1	
C7-C9	CC4-1мкФ±5% «Phicom»	3	
C10,C11	CC4-33пФ±5% «Phicom»	2	
C12	CC4-10мкФ±5% «Phicom»	1	
C13	CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»	1	
C14,C15	CC4-33пФ±5% «Phicom»	2	
C16,C17	CC4-1мкФ±5% «Phicom»	2	
C18,C19	ECAP-GS-12B-10мкФ±5%	2	
C20	ECAP-GS-5B-0,1мкФ±5%	1	
C21	ECAP-GS-12B-10мкФ±5%	1	
C22	ECAP-GS-12B-10мкФ±5%	1	
C23,C24	CC4-220пФ±5% «Phicom»	2	
C25	CC4-8,2пФ±5% «Phicom»	1	
C26	CC4-1нФ±5% «Phicom»	1	
C27	CC4-2,2пФ±5% «Phicom»	1	
C28	CC4-1нФ±5% «Phicom»	1	
C29	CC4-33нФ±5% «Phicom»	1	
C30	CC4-5,6пФ±5% «Phicom»	1	
C31	CC4-2,2мкФ±5% «Phicom»	1	
C32	CC4-30пФ±5% «Phicom»	1	

					KPM 2.000.001 E3			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кашуба Р.М.			Базовий вузол автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Хвостівська Л.					1	4
Реценз.		Яворська Е.Б.				ТНТУ, гр. РАС-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						

<i>Поз. познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<i>Діод і діодний міст</i>		
<i>VD1</i>	<i>1N4148</i>	<i>1</i>	
<i>VD2, VD3</i>	<i>КЦ405</i>	<i>2</i>	
	<i>Стабілітрон</i>		
<i>VD4</i>	<i>КС510А</i>	<i>1</i>	
	<i>Транзистор</i>		
<i>VT1, VT2</i>	<i>BF458</i>	<i>2</i>	
<i>VT3-VT6</i>	<i>BC548</i>	<i>4</i>	
	<i>Світлодіод</i>		
<i>Н1-Н3</i>	<i>HLMP1600</i>	<i>3</i>	
	<i>Котушки</i>		
<i>L1</i>	<i>56 нГн, 10%</i>	<i>1</i>	
<i>L2</i>	<i>39 нГн, 10%</i>	<i>1</i>	
<i>L3</i>	<i>20 нГн, 10%</i>	<i>1</i>	
<i>L4</i>	<i>15 нГн, 10%</i>	<i>1</i>	
	<i>Перемикач</i>		
<i>S1</i>	<i>КМ-150</i>	<i>1</i>	
	<i>Джампер</i>		
<i>J1</i>	<i>J1S</i>	<i>1</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>
			<i>Дата</i>
			<i>КРМ 2.000.001 Е3</i>
			<i>Арк.</i>
			<i>3</i>

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатор		
C1	CC4-10мкФ±5% «Phicom»	1	
C2	CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»	1	
C3	ECAP-GS-5B-100мкФ±5%	1	
C4	CC4-33пФ±5% «Phicom»	1	
C5	CC4-33пФ±5% «Phicom»	1	
C6	CC4-500мкФ±5% «Phicom»	1	
C7	ECAP-GS-50B-1мкФ±5%	1	
C8	ECAP-GS-5B-100мкФ±5%	1	
	Резистор		
R1	MF-12-0.125-1кОм±5%	1	
R2	MF-12-0.125-1кОм±5%	1	
R3	MF-12-0.125-1кОм±5%	1	
R4	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R5	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R6	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R7	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
R8	MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	
R9	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
R10	MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	
R11	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R12	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R13	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
R14	MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 2.000.002 ПЕЗ			
Розроб.		Кашуба Р.М.			Вузол лічильників автоматизованої системи контролю витрат споживання електроенергії Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Хвостівська Л.					1	4
Реценз.		Яворська Е.Б.				ТНТУ, зр.РАс-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R15	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R16	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R17	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R18	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R19	MF-12-0.5-1кОм±5%	1	
R20	MF-12-0.5-1кОм±5%	1	
R21	MF-12-0.125-1кОм±5%	1	
R22	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R23	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R24	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R25	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
R26	MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	
R27	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
R28	MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	
R29	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
R30	MF-12-0.125-5,1кОм±5%	1	
R31	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R32	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R33	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R34	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R35	MF-12-0.125-91 кОм±5%	1	
R36	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R37	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R38	MF-12-0.125-8,2 кОм±5%	1	
R39	MF-12-0.125-270 Ом±5%	1	
R40	MF-12-0.125-100 кОм±5%	1	
R41	MF-12-0.125-5,1 кОм±5%	1	
R42	MF-12-0.125-100кОм±5%	1	
R43	MF-12-0.125-2кОм±5%	1	
R44	MF-12-0.125-52кОм±5%	1	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			КРМ 2.000.002 ПЕЗ
			Арк.
			2

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R45	MF-12-0.125-4,7 кОм±5%	1	
R46	MF-12-0.125-91 кОм±5%	1	
R47	MF-12-0.125-91 кОм±5%	1	
R48	MF-12-0.125-270 Ом±5%	1	
R49	MF-12-0.125-270 Ом±5%	1	
<i>Мікросхеми</i>			
DA1-DA14	CNY75GB (Vishay)	14	
DA15	7805 (Electronoff)	1	
DD1	AT89S8252 (ATMEL)	1	
<i>Діоди і діодний міст</i>			
VD1	1N4148	1	
VD2	КЦ405	1	
<i>Транзистор</i>			
VT1-VT7	BC548	7	
VT8,VT9	BF458	2	
VT10	BC548	1	
VT11	BC548	1	
<i>Світлодіод</i>			
H1,H2	HLMP1600	1	
<i>Змін.</i>			
<i>Арк.</i>			
<i>№ докум.</i>			
<i>Підпис</i>			
<i>Дата</i>			
КРМ 2.000.002 ПЕЗ			Арк. 3

