

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: Електромережевий модем

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

(шифр і назва спеціальності)

Скасків М.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Яворський Б.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Марценюк А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2021

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Скасківу Михайлу Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Електромережевий модем

Керівник роботи Яворський Богдан Іванович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи .06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Частота несучої - 120кГц; Швидкість передачі даних - до 56,2 біт/с;
Дальність передачі по одній фазі - до 10 км; Тип термінального інтерфейсу - RS-232; Спосіб передачі
даних - пакетний

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

1. Основна частина

2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема модему

2. Схема електрична принципова модему

3. Друкований вузол модему

4. Плата друкована модему

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Скасків М. І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Яворський Б.І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Електромережевий модем. Кваліфікаційна робота бакалавра // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2021 р. //с.-63, рис.-41, табл.- 2, бібліог. – 22, додат.-3.

Ключові слова: МОДЕМ, ЕЛЕКТРОМЕРЕЖА, ПРИЙОМ, ПЕРЕДАЧА, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА ТА СТРУКТУРНА.

В кваліфікаційній роботі здійснено опис етапів проектування модему, а саме етап розроблення структурної схеми, на основі підґрунті якої було описано етап розробки схеми принципової електричної. При виборі бази компонентної здійснено синтез вузлів схеми електричної принципової. Описано етапи технології виготовлення друкованого вузла модему електромережевого. Технічні характеристики модему: частота несучої 120кГц, швидкість передачі близькою 56,2 біт/с, дальність передачі по одній фазі до 10 км, тип термінального інтерфейсу RS-232, спосіб передачі даних пакетний.

ANNOTATION

Electronetwork modem. Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RAs-41. // Ternopil, 2021 //p.-63, fig.-41, table-2, bibliog. - 22, appendix-3.

Key words: MODEM, ELECTRICAL NETWORK, RECEIPT, TRANSMISSION, ELECTRICAL PRINCIPAL AND STRUCTURAL SCHEME.

The qualification work describes the stages of modem design, namely the stage of development of the structural scheme, on the basis of which the stage of development of the basic electrical circuit was described. When choosing the component base, the synthesis of the nodes of the electrical circuit diagram is carried out. The stages of the technology of manufacturing the printed unit of the mains modem are described. Technical characteristics of the modem: carrier frequency 120kHz, transmission speed close to 56.2 bps, transmission range on one phase up to 10 km, type of RS-232 terminal interface, packet data transmission method.

Зміст

| | | |
|--|--|----|
| Вступ..... | | 7 |
| 1 Основна частина..... | | 9 |
| 1.1 Аналіз технічного завдання..... | | 9 |
| 1.2 Аналіз відомих модемів..... | | 10 |
| 1.3 Аналіз інформації..... | | 18 |
| 1.4 Розробка структурної схеми модему..... | | 19 |
| 1.5 Аналіз схеми електричної принципової модему..... | | 21 |
| 1.6 Перевірочний аналіз схеми електричної принципової..... | | 29 |
| 1.7 Обґрунтування та вибір компонентної бази..... | | 36 |
| 1.8 Виготовлення друкованого вузла модему..... | | 38 |
| 1.9 Розрахунок вібростійкості друкованого вузла модему..... | | 48 |
| 1.10 Висновки до розділу 1..... | | 51 |
| 2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці..... | | 53 |
| 2.1 Регіональні системи управління охороною праці..... | | 56 |
| 2.2 Комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного та техногенного характеру з врахуванням особливостей регіону, що проводиться на промисловому об'єкті..... | | 59 |
| 2.3 Висновки до розділу 2..... | | 60 |
| Висновки..... | | 61 |
| Список використаних джерел..... | | 62 |
| Додатки..... | | 64 |

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|--------|------|-------------------------------|------------------------------|------|---------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Скасків М.І. | | | | <i>Електромережевий модем</i> | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | Яворський Б.І. | | | | | 6 | 63 | |
| Консул. | | | | | <i>Пояснювальна записка</i> | <i>ТНТУ, ФПТ, гр. РАС-41</i> | | |
| Н. Контр. | Марценюк А.С. | | | | | | | |
| Затверд. | Дунець В.Л. | | | | | | | |

Вступ

Розвиток комп'ютерних інформаційних систем та спеціалізованих комп'ютерних систем вимагає організації каналів зв'язку між термінальними пристроями для доступу до локальних мереж, побудови систем збору даних, систем керування, обміну інформацією та інших застосувань. Проте прокладання додаткових кабельних мереж часто не є доцільним, особливо при тимчасовому під'єднанні термінальних пристроїв чи ПК в окремих ділянках локальної мережі. Для цього доцільним, є використання існуючих мереж зокрема електромережі, що дає змогу забезпечити достатню швидкість передавання інформації та швидке під'єднання до обчислювальної мережі.

Передача інформації по електромережі - це не нова технологія, але в минулому вона асоціювалася з дуже повільною швидкістю передачі даних та команд керування. Єдиними реальними застосуваннями були подовжувачі для TV супутникових модемів і домашні системи керування (X-10). Сервісні застосування використовувалися в значній мірі для автоматичних вимірювань в сільських районах.

Зовсім недавно, багато компаній почали розробляти швидкодіючі пристрої передачі даних по електромережі спеціально для побудови локальних мереж, а також для надання послуг широкосмугового доступу. Як подальший розвиток цієї технології, асоціація виробників була названа HomePlug Alliance, яка була створена для створення технічних стандартів серед компаній, що виробляють подібне устаткування для домів і офісів, а також просування технології передачі даних по електромережі в усьому світі. Дані пристрої дозволяють передавати дані передачі даних по звичайних низковольтних електромережах на швидкостях вище 10 Mbps.

Такі системи в основному призначені для з'єднання різних ланок локальних мереж та організації так званої „останньої милі”. Дане обладнання

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

забезпечує високу швидкість передавання інформації і дальність зв'язку та характеризується високою вартістю, що обмежує його застосування.

На ринку обладнання для передавання інформації по електромережі представлені такі провідні фірми як: TellLink, Enikia, ITRAN, Adaptive Networks, Intellon, Media Fusion, а також з країн СНД НТЦ "ARGO", БМТИ та інші.

Оскільки відомі пристрої для прийому та передачі інформації по електромережі характеризуються високими або вартісними показниками, або низькими споживчими якостями, тому актуальною інженерною задачею є проектування модему електромережевого, який міг би працювати в автоматичному режимі і вартість якого була би нижчою від вартості відомих аналогів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Завданням роботи є проектування електромережевого модему для передачі даних по електромережі, який своїми функціями відповідав би наступним вимогам :

- Частота несучої повинна бути 120кГц;
- Швидкість передачі повинна бути близькою 56,2 біт/с;
- Дальність передачі по одній фазі повинна бути до 10 км;
- Тип термінального інтерфейсу повинен бути RS-232;
- Спосіб передачі даних повинен бути пакетним;
- Значення напруги живлення 220В з частотою 50 Гц.

Для розробки стаціонарного модему залежно від умови його використання та категорії розташування модем віднесено до 1-ої групи використання (модем – стаціонарний, яка працює в приміщеннях наземної і підземної локалізації). Також, передусім зауважено, що модем має використання в приміщеннях і за його межами, а також має відповідати класу захисту II типу .

Експлуатуватися модем має у відповідності з ГОСТ 15150-82 за відповідних кліматичних умов УХЛІ категорії 4.2 згідно ГОСТу 20790.

Вище сказане формує цілий ряд умов клімату що експлуатації:

- Температурний показник середовища - від +10 °С до + 35 °С;
- Відносний показник вологості повітря – близько 80% за температури $t=25$ °С;
- тиск атмосфери 750 з відхилення ± 30 мм.рт.ст.;

На підґрунті аналізу завдання технічне з боку конструкції зауважено, що конструкція має відповідати прямокутним формам, елементи візуальної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

індикації з органами управління мають бути локалізованими на передній панелі з властивостями чіткого відображення режимів функціонування.

Щодо параметрів надійності то електрорадіокомпоненти мають бути підібраними з максимальним показником терміну служби (мінімальна інтенсивність відмови) для підвищеності надійності модему.

Щодо показника економічної ефективності, модем має мати низький показник собівартості для забезпечення конкурентоздатності на ринку даних товарів.

Зберігання модему здійснюється згідно до ГОСТ 15150-82 за групою умов зберігання (Л) в сухому і провітреному приміщенні з відносною вологістю до 80% та температурі $+(1-40)^{\circ}\text{C}$, за відсутністю в повітряному просторі кислотних парів, пилів, газових утворень, які призводять до корозії металу.

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

1.2 Аналіз відомих модемів

Постійний приріст кількості комп'ютерів є прогресуючим ефектом щодо набирання оборотів, що в свою чергу зумовлює появу дешевих та ефективних техзасобів для організації процесу об'єднання комп'ютерів з периферією в спільну мережу, коли прокладання нових комунікацій є недопустимою або недоцільною (рисунок 1.1) [1].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

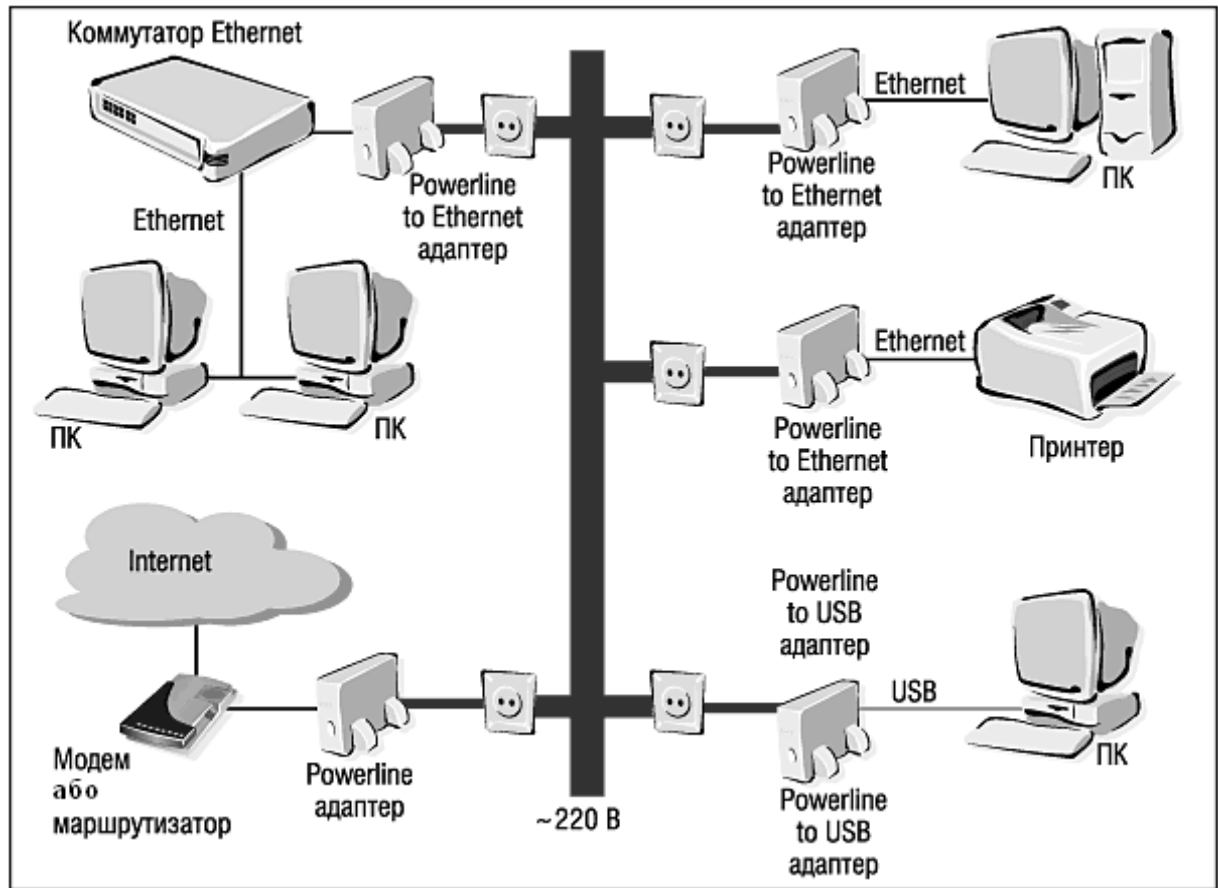


Рисунок 1.1– Структура мережі PowerLine []

Комутація кількох пристроїв в межах одного квартирної приміщення або будинку – функціональність PowerLine не обмежуються.

Наступним аспектом використання технології «мережа-поверх-живлення» є розв’язання проблем «останнього метру» при комутації до мережі. У 1999 році такий розв’язок проблеми вважався досить економічним та коректним, що було розпочато проект PALAS, який мав за мету будь яким шляхом сприяти інтеграції відповідної технології на ринок Європи. Усі розрахунки його учасників базовані на такому принципі, що мережі електричного живлення локалізуються у 95% людиною усього територіального осередку. Середовища таких інфраструктур є регулярними і загальне число потенційних користувачів, яким немає потреби розробляти нові кабельні інфраструктури, перевищує загальне число абонентів телефонних ліній у 1,5-5 рази (в залежності від рівня телефонії у їх регіонах).

Експерти справедливо вважають, що в місцях локалізації з нерозвинутим телефонним зв'язком попит на мережі інтернет через електромережу буде сягати порядку вище. Проте, щодо PALAS то, аналізуючи стан веб-сайту palas.regiosom.net, функціональність його учасників не є активною.

Структура такої інформаційної освіти є наближеною до такої, що зображена на рис. 1.1. Розрахункове максимальне значення пропускної здатності по відношенню до одного абонента зазвичай зменшується до 300-500 Кбіт / с. У той же час, загальні вимоги до показника мінімуму рівня захищеності інформації (механізми автентифікації користувача та процес шифрування даних у потоках) зростають, оскільки топологія освіченої мережі є подібною до коаксіальної топології інтернет і дає змогу кожному абоненту «прослуховувати усіх».

У більшій частині країн світу затверджено виводити захисний нуль та дві фази, проте більшість квартир споживачів енергії в Україні є задоволеними щодо підключення до одної з 3-ох фаз 380 В і нуля. Тобто якщо розглядати завдання проектування однієї мережі, а діапазон пристроїв-HomePlug дає змогу це зробити, тоді для комутації всіх користувачів за топологією спільна шина між "фазами" необхідно інтегрувати певні мости. Завдання проектування інфраструктури в більшості випадків виходить за межі простих установок розроблених, перевірених та сертифікованих у Європі рішень. Проте для великої кількості користувачів доречно є об'єднувати 3 групи, а саме підмережі, у спільну мережу із використанням певного комутаційного обладнання напряму перед введеним зовнішнім каналом в будинок.

Зазначено, що усі спроби диференціювати інтернет послуг є умовними - у процесі розвитку передових технологій мережі наступним головним напрямом після збільшення показника швидкості є необхідність поєднувати різні трафіки (телефонію, дані, відеопотоки). Потрібна здатність пропускання для усіх необхідних послуг водночас (виявлено для засобів PowerLine при швидкості - не більше 10 Мбіт / с) виявляється не недостатньо [1].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Задля успішної конкурентоспроможності з технологіями широкопasmового зв'язку, які пропонувані сьогодні, для передавання даних мережею є необхідною широка пропускна здатність. Найбільшою ефективною технологією, що є розвинутою сьогодні, є передавання кабельного модему, яка сьогодні забезпечує кабельне телебачення (CATV) для більш ніж 6,8 мільйонів абонентів у Північній Америці. Другою на відстані є технологія DSL, яка забезпечує обмін трафіком та послуги доступу за конкурентними цінами в місцевих регіонах, обмежених асортиментом цієї технології. Технологія DSL налічує близько двох мільйонів користувачів. Супутникові та бездротові широкопasmові технології також широко поширені, але з дуже обмеженим проникненням на ринок через їх високу вартість.

Усі ці технології набагато перевершують комутований доступ до Інтернету, але поступаються технологіям передавання даних через мережу. У таблиці 1.1 наведено порівняльні дані для вищезазначених технологій.

Таблиця 1.1 – Порівняльні дані технологій [6]

| | Upstream (KBps) | Downstream (KBps) | Смуга (KBps) |
|-------------|-----------------|-------------------|--------------|
| DSL | 0-1,500 | 0-6,000 | 0-7,500 |
| CATV | 50-256 | 500-2000 | 550-2256 |
| PLT | 4,000-8,000 | 4,000-8,000 | 8,000 |

Головною відмінністю широкопasmового доступу на базі PLT технології від інших технологій є її симетричний характер, що дозволяє технології передачі даних по електромережі бути найбільш пристосованою для офісних і домашніх застосувань. Інші технології асиметричні, що може накладати обмеження на передаючі дані - відео, ігри і т.д., але не дивлячись на це вони мають переваги, особливо в години пікового завантаження перед dial-up доступом.

Традиційні широкосмугові технології доступу, особливо CATV погано інтегруються в офісні і домашні мережі і мають достатньо високі витрати на їх установку і обслуговування. Широкосмуговий доступ на базі технології передачі даних по електромережі не має цих недоліків і постачальники послуг надають широкосмуговий симетричний канал, а устаткування добре інтегрується в приміщеннях.

Відомі в межах цих технологій напрями досліджень та розроблені на їх основі пристрої можна диференціювати за показниками швидкістю []:

– Низька швидкість обміну (Low Baud rate, швидкість інколи до 0,05 Kbps) з дальністю передачі порядку десятих кілометрів. Такі PLC-системи експлуатуються в енергетиці на високовольтних лініях із використання магістральної системи для передавання службових телеметричних даних;

– Середня швидкість передачі (Medium Baud rate, швидкість в межах 0,05-50 Kbps) на середніх відстанях, яка не перевищує декілька кілометрів. Реалізовані PLC-системи дають змогу реалізувати нескладного характеру додатки для контролю та є орієнтованими на відомі інфраструктури електромережевої (домашнє автоматизоване середовище, системи автоматичного керування світлом, процес організація автоматичного вимірювання, процес моніторингу із використанням інтернету і т.д.). Усі дані передаються в частотному діапазоні 50-535 кГц;

– Висока швидкість передачі (High Baud rate, швидкість передачі більше 100 Kbps). Базове призначення - це обмін даних із використанням локальної комп'ютерної мережі. Завданням таких систем зазвичай є об'єднання в загальнодоступні ресурси принтерних засобів, сканерів та решту пристроїв, а також організація домашніх або комп'ютерних мереж SOHO. В цей клас включено рішення усього спектру мультимедійного завдання. Техпристрої через низку розбіжних вимог повинні займати досить широкий частотний діапазон (1,7-30 MHz) та організувати функціонування на

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

відстанях сягаючи декілька сотень метрів. Цій категорії відповідають пристрої Homeplug PowerLine.

На сучасному ринку обладнання для передавання інформації по електромережі представлені такі провідні фірми як: TelLink, Enikia, ITRAN, Adaptive Networks, Intellon, Media Fusion, а також з країн СНД НТЦ “ARGO”, БМТИ та інші.

Для передачі вимірювальної інформації та інших даних, які не потребують високої швидкості передавання, НТЦ “ARGO” [] виготовляє наступне обладнання:

Модем оптимізації трафіку по мережі 220V з програмованими драйверами для пристроїв MUR1001.9 [], підключених по інтерфейсу RS232 або RS485/CAN.

Технічні параметри модему:

1. Швидкість передавання даних становить до 50 бод
2. Термінальна швидкість становить – 50-57600 бод
3. Інтерфейсний тип терміналу – RS-232/RS-485/CAN
4. Режим роботи – напівдуплексний
5. Метод передавання даних – пакетний та маркерний

На рис. 1.2 зображено зовнішній вигляд модему.



Рисунок 1.2–Зовнішній вигляд модему MUR1001.9 []

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Модем є перетворювач послідовного інтерфейсу RS232 (нуль-модем) або RS485/CAN у інтерфейс зв'язку по силовій мережі 220V з опторозв'язкою.

Основні технічні характеристики:

1. Напруга живлення - 220В 50Гц
2. Швидкість передачі даних по електромережі - 50 бод (планується збільшення до 200 бод)
3. Термінальна швидкість - від 50 до 57600 Бод
4. Тип термінального інтерфейсу - RS-232/RS-485/CAN (залежно від варіанту виконання)
5. Режим роботи - напівдуплексний
6. Спосіб передачі даних - маркерний, пакетний

На рисунку 1.3 зображено його зовнішній вигляд.



Рисунок 1.3–Зовнішній вигляд mArgo-50N

Фірма БМТИ, виробляє модем, який забезпечує перешкодостійке з'єднання "точка-багаточка" між ведучим і відомими пристроями в електромережевому каналі по одній фазі. Кожен відомий модем здійснює передачу інформації в своєму тимчасовому слоті, який задається провідним пристроєм. Обмін цифровими потоками між пристроями здійснюється в пакетному режимі. З метою забезпечення підвищеної перешкодозахисної в системі застосовано каналне кодування з розширенням спектру. Вид модуляції - дворівнева з високою шпаруватістю. Система може бути

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

використана для організації каналів охоронної сигналізації, систем збору даних. На її основі може бути розроблена локальна офісна мережа.

Основні технічні характеристики:

1. швидкість передачі даних 115 кбіт/с;
2. дальність передачі по одній фазі 100 м;
3. вірогідність помилки прийому одного біта 10;
4. тривалість пакету 32 біт;
5. потужність передавача в імпульсі 500 мВт;

Компанія TellLink [4] виготовляє модем, який призначений для передачі даних по низько і середньовольтових лініях електропередач, при використанні на великих відстанях

Основні технічні характеристики модему TellLink:

1. Протокол /Стандарт – PLC – powerline технологія, OFDM модуляція .
2. Використовувана частота – 50 кГц –150 кГц
3. Динамічний діапазон – 89 dB
4. Дальність до 10 км
5. Швидкість передачі даних – до 155 кбіт /с
6. Порт RS 232/RS 485

Загальний вигляд зображений на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4–Загальний вигляд модему TellLink [5]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Отже, на сьогодні можна констатувати, що світовий ринок пристроїв для передавання інформації досить активно розвивається.

1.3 Аналіз інформації

Провівши аналіз існуючих модемів, що використовуються для передачі інформації по мережі 220В, можна стверджувати, що дана галузь є досить розвиненою. Пристрої, що представлені на ринку дають змогу організувати швидкісні канали зв'язку для організації комп'ютерних мереж, і доступу до інтернету. Швидкість передавання даних з використанням пропонованого обладнання сягає 80 Мб/с, найбільшого поширення набули пристрої з швидкістю передавання 11-14 Мб/с.

Проте передавання даних на таких швидкостях вимагає великої ширини каналу, порядку 20 МГц, інформаційні сигнали через електромережу випромінюються в ефір, що створює перешкоди радіозв'язку в даній смузі частот. Так наприклад цією технологією зацікавилась Американська ліга радіоаматорів причому не випадково, хоча, здавалося б, ні до електрокомпаній, ні до Internet-провайдерів радіоаматори відношення не мають. Використовуване сьогодні VPL-устаткування створює статичний шум на частотах від 1,7 до 80 МГц. Якби даний діапазон був вільний, то жодних проблем не виникло б, проте саме в ньому працюють багато любительських радіостанцій. У цьому ж діапазоні лежать радіочастоти, на Американському континенті (і в Україні теж), що використовуються поліцією, пожежниками і швидкою медичною допомогою. Якщо в першому випадку в результаті перешкод радіоаматори відчуватимуть незручності, то в другому використанні цієї технології є просто незаконним, оскільки дані частоти виділені службам швидкого реагування.

При використанні даних частот для передаванні інформації вводять обмеження на потужність сигналу, що в свою чергу обмежує дальність

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

передавання до 50 – 100 метрів. Перенесення несучої частоти сигналу в нижчий частотний діапазон 100-450 кГц дозволяє певною мірою вирішити проблеми з завадами в радіо ефірі. Проте істотне зниження несучої частоти приводить до звуження ширини смуги частотного діапазону, що призводить до зниження швидкості передавання інформації.

Оскільки для вирішення багатьох задач, зокрема передавання телеметричних даних, доступу до баз даних чи навіть доступу в інтернет не завжди потрібна велика швидкість передавання. Але ставляться досить великі вимоги що до смуги використовуваних частот, дальності передавання, ефективності використання ширини смуги.

Згідно проведеного аналізу на сучасному ринку в даній області існує невелика кількість пристроїв, які часто характеризуються невеликою швидкістю передавання (50-9600 бод), та відносно високою вартістю.

Тому виникає необхідність у модернізації відомих пристроїв для передавання інформації по електромережі, який повинен працювати з частотою несучої не вище 150 кГц, та шириною смуги не більше 5 кГц і при цьому забезпечувати швидкість передавання інформації 2,4 – 56,2 Кб/с.

1.4 Розробка структурної схеми модему

Першим етапом проектування схеми електричної принципової модему є проектування його схеми структурної. Схема структурна визначає основні функціональні частини модему, їх призначення і взаємозв'язки і служать для загального ознайомлення з моємом. На структурній схемі розкривається не принцип роботи окремих функціональних частин модему, а тільки взаємодію між ними. Тому складові частини модему будуть подані у вигляді прямокутників довільної форми. На лініях взаємодії стрілками (по ГОСТ 2.721-74) - позначено напрямки ходу процесів, що відбуваються у модемі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На цьому етапі сформовано кінцеву структурну схему модему СМІ 2.000.001 Е1. Детально структурну схему модему зображено на рис. 1.5, яка включає в себе такі основні структурні вузли, а саме: 1 - Електромережа 220В, 2 – Трансформатор, 3 - Фільтр, 4 - Каскад, 5 - Трансформатор, 6 - Генератор, 7 - Блок захисту, 8 – Підсилювач, 9 – Підсилювач, 10 – Модем, 11 – Мікроконтролер, 12 - Вузол індикації, 13 - Вузол індикації, 14 - Формувач рівня сигналу, 15 - Формувач рівня сигналу, 16 – ПЕОМ, 17 - Стабілізатор напруги.

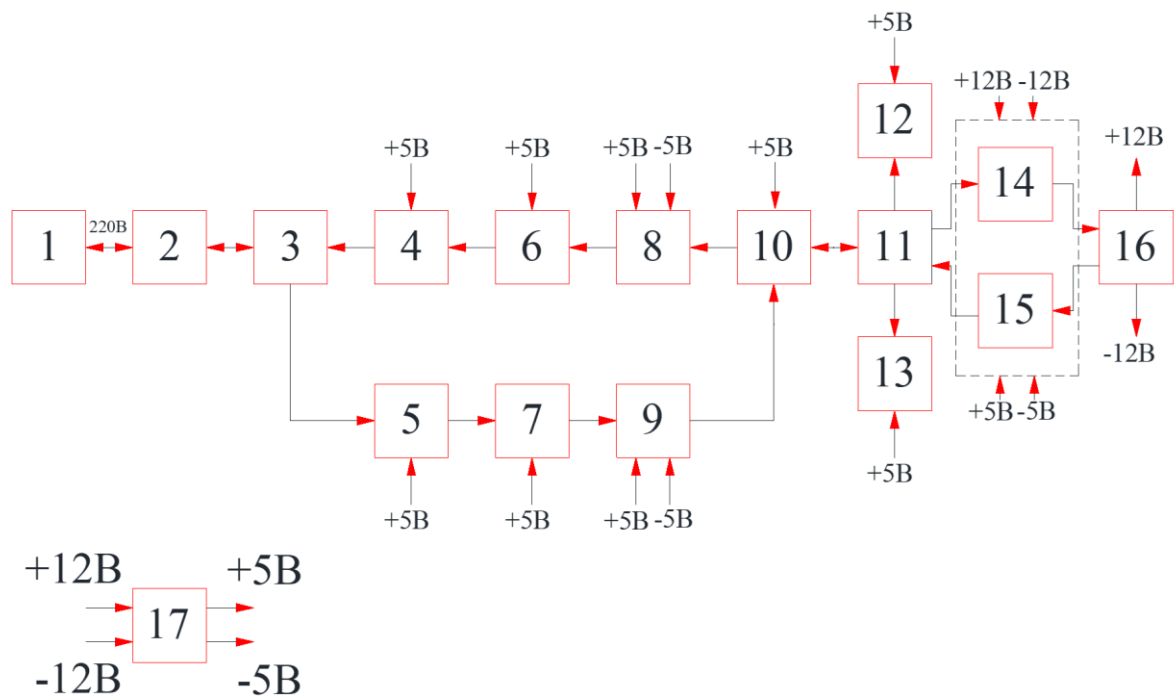


Рисунок 1.5 – Структурна схема модему

Блок 10 призначений для модуляції, демодуляції та пакетування даних. Оскільки швидкість цього процесу суттєво впливає на швидкодію усього модему, тому збільшення швидкості процесу модуляції, демодуляції та пакетування даних шляхом модернізації блоку 10 є актуальною інженерно-технічною задачею.

При прийомі інформації сигнал з мережі 220В 1 в модельованому виді поступає на вхід силового трансформатора 2, де сигнал трансформується, і з другої обмотки трансформатора, поступає на вхід узгоджуючого

трансформатора 5, вхідним колом якого є фільтр 3, який настроєний на частоту несучої, і з виходу його вторинних обмоток поступає на вхід блоку захисту 7. Далі сигнал з виходу блоку захисту, поступає на підсилювач 9, де він підсилюється до рівня, який необхідний для входу модему 10. З виходу модему 10 демодельований сигнал в паралельному двійковому коді з виходу регістрів поступає на вхід мікроконтролера 11, де сигнал пакується формат, який необхідний для входу Com-порту ПЕОМ 16. З мікроконтролеру 11 сигнал поступає на вхід формувача рівня сигналу 14, який узгоджує вихід мікроконтролера з входом Com-порту ПЕОМ 16. Прийом даних відображається вузлом індикації 13.

При передачі інформації сигнал з виходу Com-порту ПЕОМ 16 сигнал поступає на вхід мікроконтролера 11 через формувач рівнів сигналу 15. З виходу регістрів мікроконтролера 11 в паралельному коді поступає на вхід модему 11, де він пакується і з виходу поступає на вхід підсилювача 8, де він підсилюється до необхідного рівня і поступає на вхід керуючого напругою генератора прямокутних імпульсів 6. Далі сигнал з генератора подається на вихідний каскад 4. В коло якого включений трансформатор 2, первинна обмотка якого настроєна на частоту несучої, і з виходу трансформатора сигнал поступає в мережу 1. Передача даних відображається вузлом індикації 12.

Усі структурні блоки модему живляться від стабілізатора напруги 17.

1.5 Аналіз схеми електричної принципової

На основі структурної схем модему методом евристичного пошуку принципів схемних рішень побудовано схему електричну принципову, яку зображено на кресленні СМІ 2.000.001 ЕЗ.

Модем функціонує в 2-ох режимах: прийом та передавання даних.

Інформаційних модульований сигнал з електромережі 220В подається на силовий трансформатор Т2, який перетворює сигнал, і з виходу вторинної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | <i>СМІ 2.000.001 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

обмотки подається на трансформатор узгодження на вхідній ланці з коливальним контуром T1 і C10, який налаштовано на значення несучої частоти. З виходу вторинної обмотки трансформатора узгодження сигнал подається на блок (схему) захисту (рис. 1.6), який функціонує на діодах VD1 та VD2.

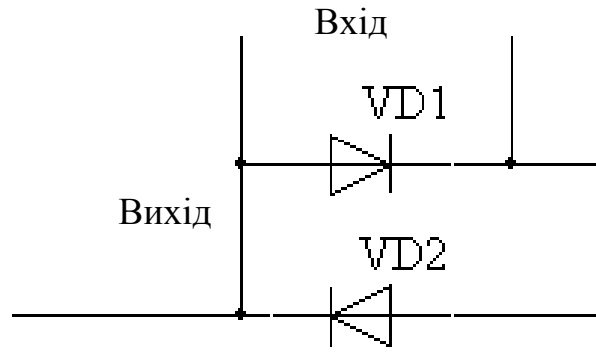


Рисунок 1.6 – Схема захисту

Дальше сигнал з схеми захисту подається на підсилювач (рис. 1.7), який побудовано на операційному підсилювачі DA5:1 та елементах DA5, R30, R33 і R34. Підсилювач підвищує сигнал до заданого рівня, що є необхідним для входів модему (модулятора/демодулятора) FX919A DD1 (рис. 1.8).

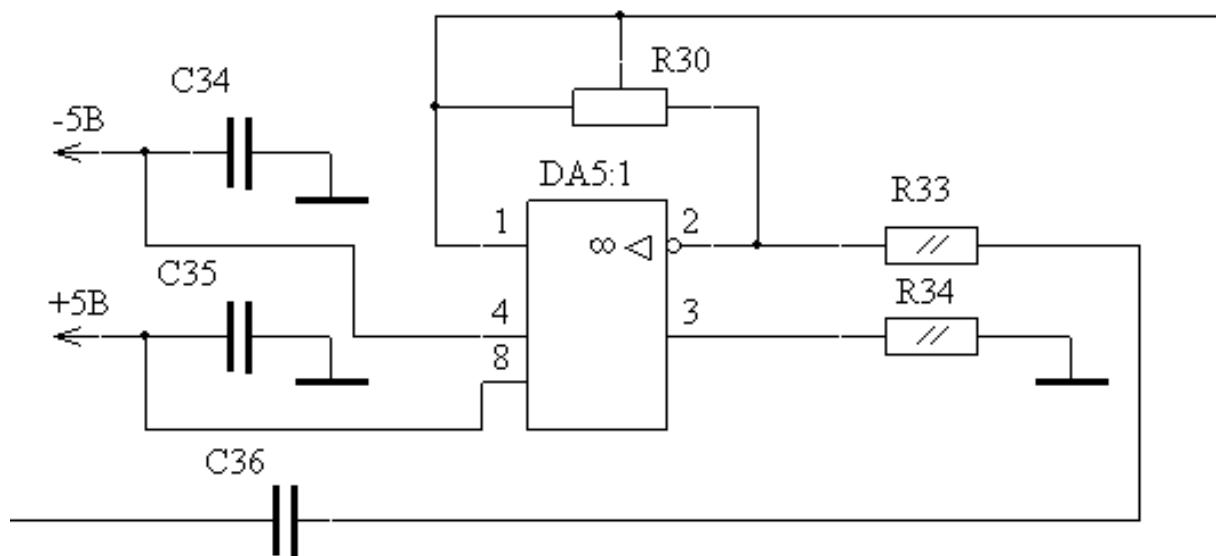


Рисунок 1.7 – Схема підсилювача

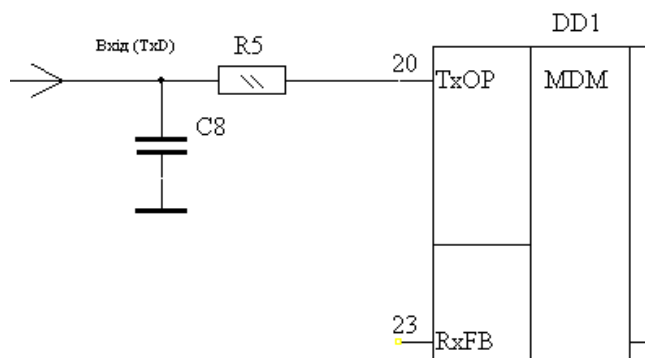


Рисунок 1.8– Вхід 20 модулятора/демодулятора DD1

З регістрових виходів D0-7 модему DD1 (рис.1.9) сигнал у вигляді паралельного двійкового коду подається на мікроконтролер DD3, а саме його входи D0.0-D.7 (рис. 1.10), де відбувається пакетування сигналу в формат, який є необхідним для входів Com-порту ПК, що підключено до контактів роз'єму X3.

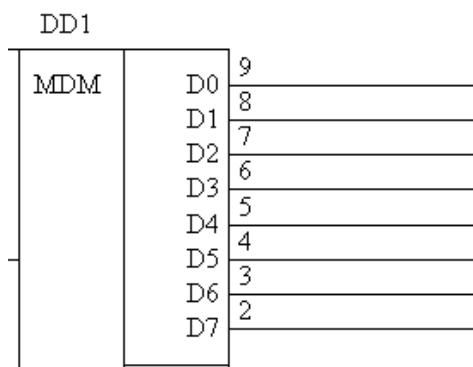


Рисунок 1.9– Регістри модему (D0-D7) DD1

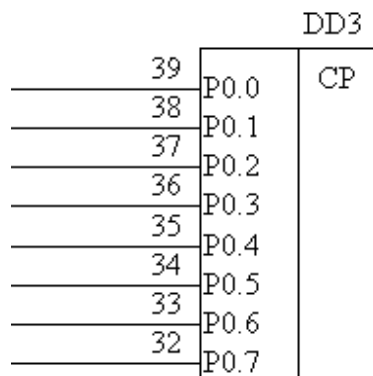


Рисунок 1.10–Порти мікроконтролера DD3

З виходу мк.ТxD мікроконтролера DD3 (рис. 1.11) сигнал подається на схему формування рівня сигналу (рис. 1.12) до складу якого входять такі компоненти як оптопара АОТ128В DA3, транзистор VT5 (працює в ключовому режимі) і резисторів R21, R25 і R27, який здійснює узгодження виходу DD3 по відношенню до входу Сом-порту ТxD ПК, який підключено до контактів роз'єму Х3.

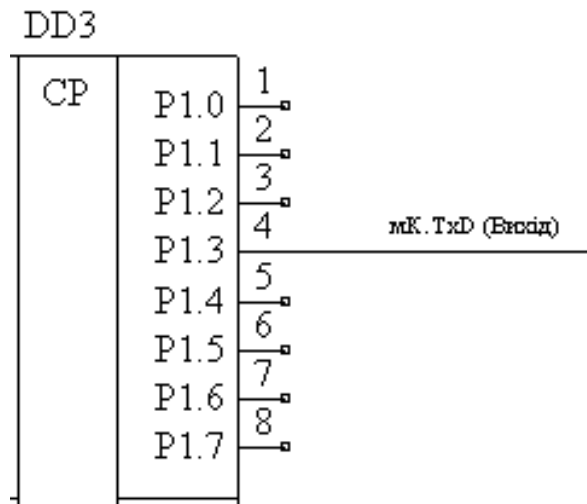


Рисунок 1.11–Вихід мк.ТxD (Вихід) мікроконтролера DD3

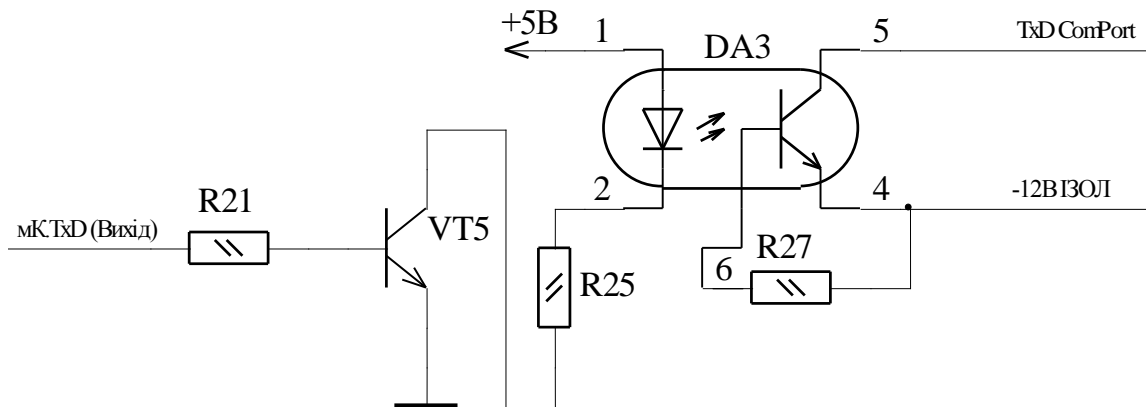


Рисунок 1.12– Схема формування рівня сигналу

Процес прийому даних візуалізується на вузлі індикації (рис. 1.13), який зібрано на транзисторі VT4 (працює в ключовому режимі), світлодіодному компоненті НЗ та резисторах R20, R24.

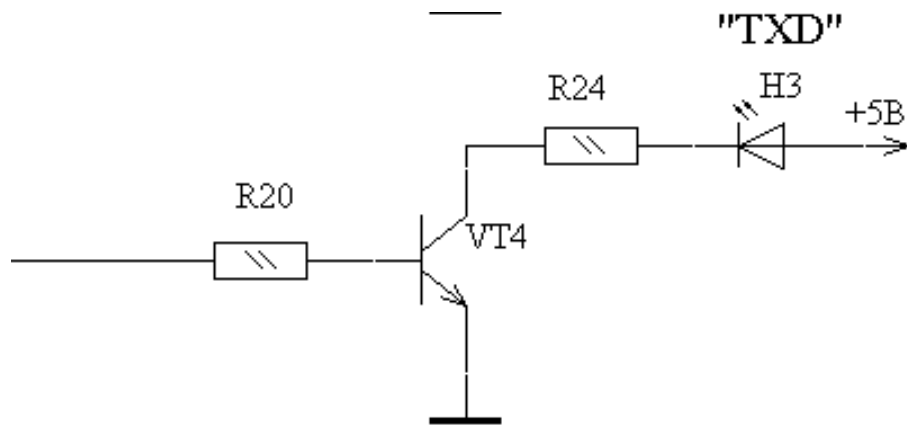


Рисунок 1.17 – Схема індикації

Процес індикації відбувається при подачі активної логічної одиниці на схему індикації з виводу P1.1 мікроконтролера DD3.

З Com-порта ПК, який підключено до контактів роз'єму X3, сигнал подається до входу мікроконтролера мк.Rxd DD3 (рис. 1.14) через схему формування рівня сигналу (рис. 1.15), яка реалізована на елементі опторозв'язки та складається компонентів оптопары АОТ128В DA4 і резисторів R22, R16 і R28.

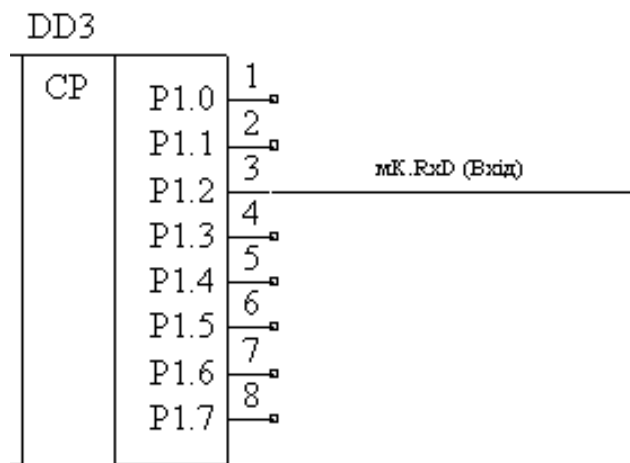


Рисунок 1.14 – Порт мк.Rxd мікроконтролера DD3

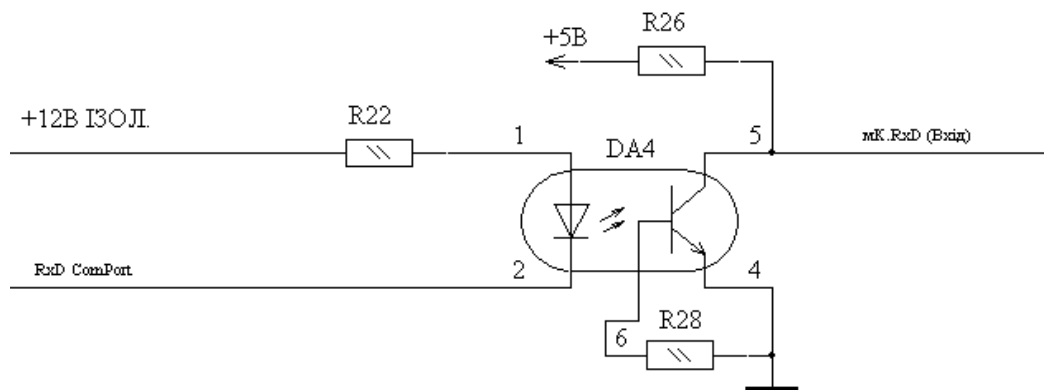


Рисунок 1.15 – Схема формування рівня сигналу

Сигнал з регістрів P0.0-0.7 мікроконтролера DD3 з паралельним кодуванням подається на вхід порту P0 модемулятора/демоделюлятора DD1 FX919A, де відбувається процес пакетування з портк RxFB (рис. 1.16) подається на схему підсилювача (рису. 1.17). Підсилювач реалізовано на операційному підсилювачі DA5:2, який побудовано на компонентах DA5, R29, R31 і R32, який підсилює сигнал до відповідного рівня і подається на вхід схеми керуючий рівнем напруги генератор імпульсів прямокутної форми DD2 (ЧМ модулятор) (рис. 1.18).

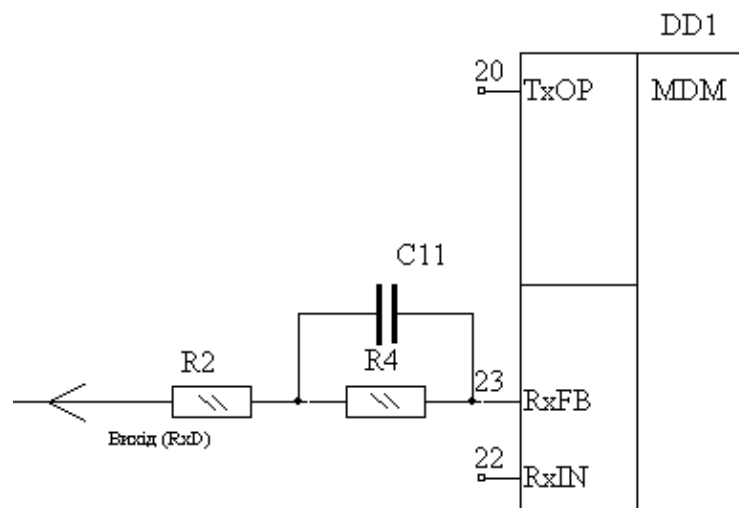


Рисунок 1.16 – Фрагмент схеми виходу модему DD1

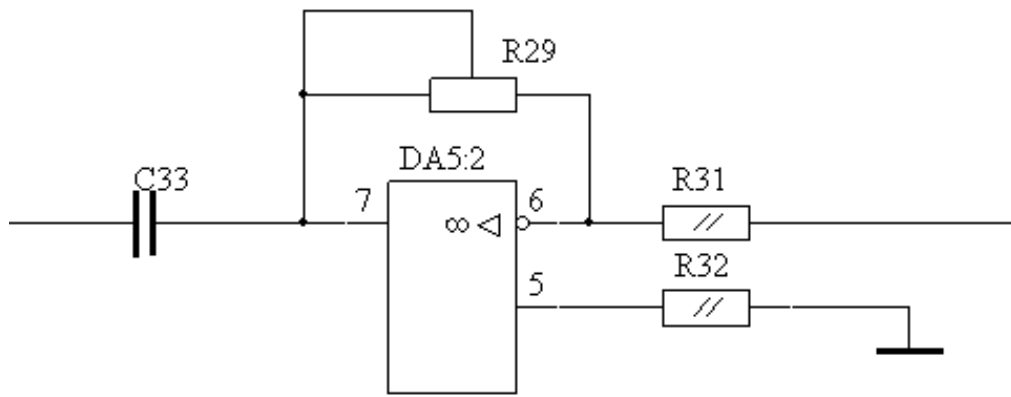


Рисунок 1.17 – Схема підсилення рівня сигналу

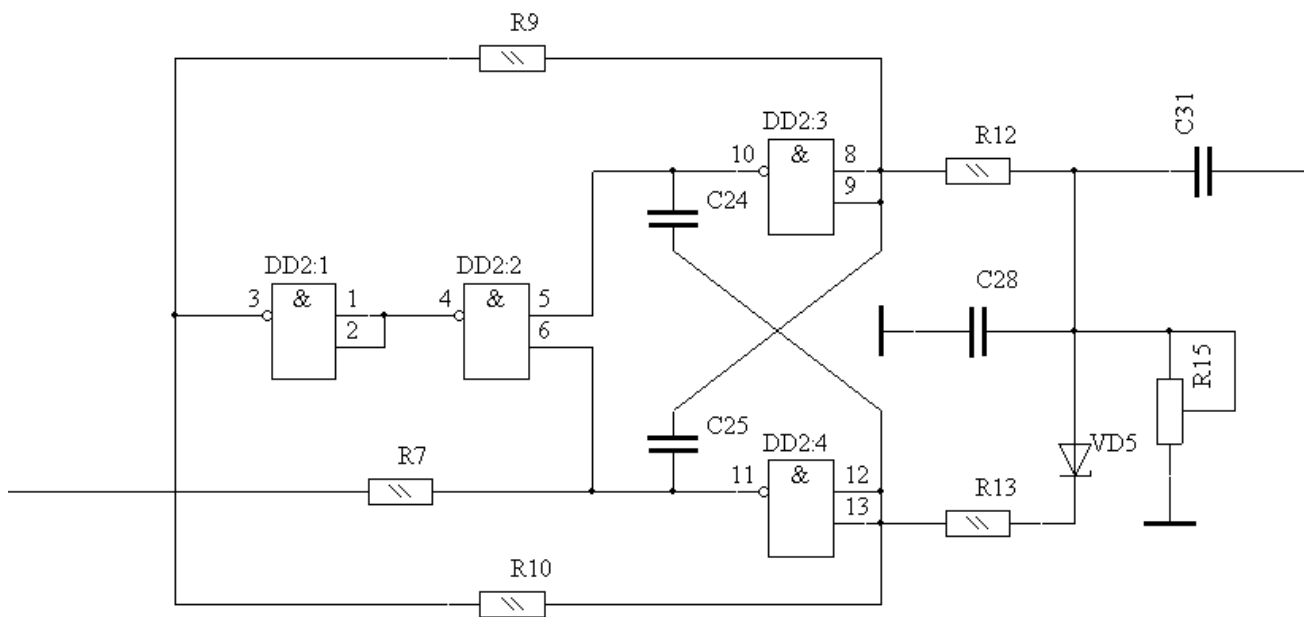


Рисунок 1.18 – Схема генератора імпульсів прямокутної форми

Початкове значення частоти генератора встановлюється на рівні 94кГц за відсутності сигналу із використанням резистора змінного R15.

В подальшому сигнал з виходу схеми генератора поступає на схему каскаду вихідного, який реалізовано на VT1 (рисунок 1.19).

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

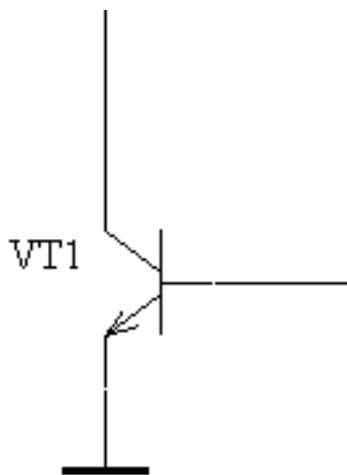


Рисунок 1.19– Схема каскаду вихідного

В схемі кола колектора транзистора VT1 включено первинну обмотку трансформатор T2 (рис.1.20), яку налаштовано на значення несучої частоти, де в подальшому сигнал з трансформатора T2 подається в електромережу.

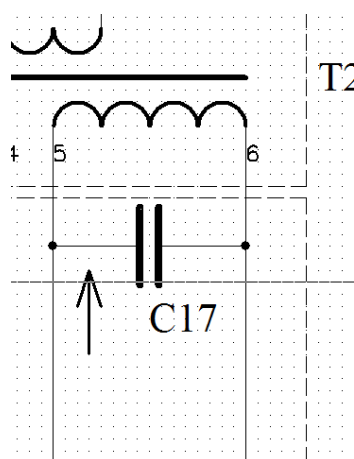


Рисунок 1.20 – Схема первинної обмотки трансформатора T2

Передавання даних візуалізується всхемою індикації, яку реалізовано на біполярному транзисторі VT3 (працює в ключовому режимі), світло діоді H2 і резисторах R19, R23 (рисунок 1.21).

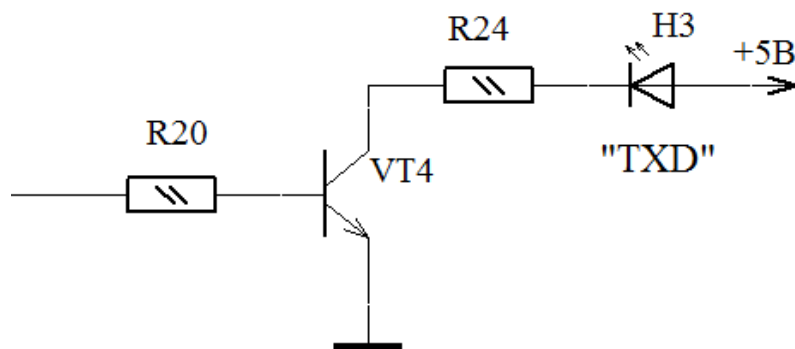


Рисунок 1.21 – Схема індикації

Індикація активується шляхом подачі логічної одиниці на вхід схеми індикації з порта P1.0 мікроконтролера DD3.

1.6 Перевірочний аналіз схеми електричної принципової

В схемі електричній реалізовано 4 вузла індикації, що працюють в режимах ключа та реалізовані на транзисторах VT3, VT4. Транзистори ввімкнено за схемою зі спільним емітером з навантаженням в їх світлодіодів H2 і H3.

Наведемо розрахунок одного вузла, а параметрам компонентів інших вузлів буде присвоєно показники з розрахованого вузла. Схему вузла реалізовано на компонентах: транзистор VT3, резистори R23 і R19, і світлодіод H2. Схему вузла відображено на рис.1.22

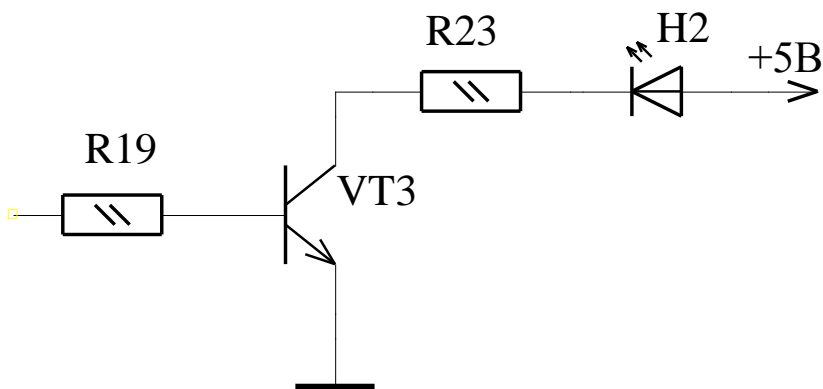


Рисунок 1.22 – Схема індикації

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Робоче значення струму світлодіода Н2 має бути рівним 5мА. При напрузі живлення 5В спад рівня напруги на транзисторному ключі (VT1) буде сягати 0,4В та падінні напруги на світлодіоді Н2 буде сягати 2В. Імпеданс резистора R23 рівний:

$$R_{23} = \frac{U_{ж} - U_{\text{світлодіод}} - U_{VT3}}{I_{\text{світлодіод}}}, \quad (1.1)$$

де $U_{ж}$ – рівень напруги живлення;

$I_{\text{світлодіод}}$ – рівень необхідного струму світлодіода;

$U_{\text{світлодіод}}$ – рівень спаду напруги світлодіод;

$$R_{23} = \frac{5В - 2В - 0,4В}{0,010А} = 260 \text{ Ом}.$$

Значення імпедансу рівне $R_{23} = 270$ Ом у відповідності до стандартних значень імпедансів.

Для обчислення значення імпедансу резистора R19 необхідно розрахувати значення струму в на базі транзистора VT3 у відповідності до формули:

$$I_{\text{б}VT3} = \frac{I_{K.VT3}}{\beta_{VT3}}, \quad (1.2)$$

де $I_{K.VT3}$ – рівень струму транзистора VT3 кола колектора;

$$I_{K.VT3} = I_{\text{світлодіод}} = 10 \text{ мА};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

β_{VT3} – коефіцієнт підсилення (підвищення рівня) біполярного транзистора за рівнем струму, $\beta_{VT3} = 600$.

$$I_{\delta VT3} = \frac{0,010A}{600} = 16,6 \text{ мкА.}$$

Рівень сили струму в базі транзистора при ключовому режимі його роботи повинен бути у 2 рази вище аніж розрахований. Збільшене значення величини струму колектора на рівні $I_{\delta VT3} = 33,2$ мкА.

При використанні формули значення імпедансу резистора R19 рівне:

$$R_{19} = \frac{U_{ВИХ.МК}}{I_{\delta VT3}}, \quad (1.3)$$

де $U_{ВИХ.МК}$ – значення напруги портах мікроконтролера при струмі 33,2 мкА у відповідно до техдокументації є рівним 3 В

$$R_{19} = \frac{3}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 90,4 \text{ кОм.}$$

Значення імпедансу рівне $R_{19} = 91$ $R_{23} = 270$ Ом у відповідності до стандартних значень імпедансів.

На підставі розрахунку прийнято такі компоненти та номінали:

- 1) Марка біполярних транзистори VT1-VT2 КТ3102Б
- 2) Імпеданси резисторів R19 і R20 – 91 кОм, а імпеданси резисторів R23 і R24 – 270 Ом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Схеми формування рівня сигналу є двох структур. Основним компонентом схеми формування є оптокомпонент у вигляді оптопари.

Схему формування рівня реалізовано на компонентах: транзистор VT5, резистори R21, R25 і R27 та оптопара DA3.

Схему формування рівня відображено на рис. 1.23.

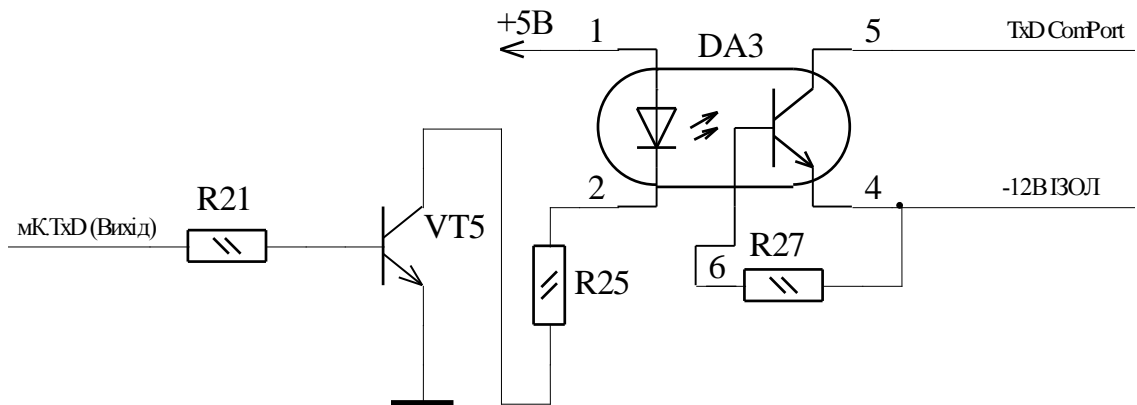


Рисунок 1.23 – Схема формування рівня

Величини для розрахунку параметрів схеми:

- Струм на вході 33,2 мкА, взятий з документації мікроконтролера;
- Напруга на вході 3 В.

Величина струму світлодіодного вузла оптопари DA3 має сягати 10мА для забезпечення нормальних режимів роботи ключового вузла оптопари. Значення вибрано з паспорту на АОТ128В. При напрузі, яка живить схему, в 5В спадання напруги на ключі (VT5) є рівною порядку 0,4В та спаданні значення напруги на світлоелементі оптопари рівне 2В. Імпеданс резистора R25 обчислюється формулою:

$$R_{25} = \frac{U_{жс} - U_{\text{світлодіоди}} - U_{VT5}}{I_{\text{світлодіоди}}}, \quad (1.4)$$

де $U_{жс}$ – напруга, яка живить схему;

$I_{\text{світлодіод}}$ – струм, який тече через світлодіод;

$U_{\text{світлодіод}}$ – напруга, яка живить світлодіодний елемент,

$$R_{25} = \frac{5B - 2B - 0,4B}{0,010A} = 260 \text{ Ом}.$$

Значення імпедансу рівне $R_{23} = 270$ Ом у відповідності до стандартних значень імпедансів.

Проведемо розрахунок імпедансу резистора R21. Необхідно передусім розрахувати величину струму на базі транзистора VT5 за формулою:

$$I_{\text{бVT5}} = \frac{I_{\text{К.VT5}}}{\beta_{\text{VT5}}}, \quad (1.5)$$

де $I_{\text{К.VT5}}$ – величина струму біполярного транзистора VT5 в його колі колектора $I_{\text{К.VT5}} = I_{\text{світлод.}} = 10$ мА;

β_{VT5} – коефіцієнт, який задає величину приросту струму транзистора,
 $\beta_{\text{VT5}} = 600$,

$$I_{\text{бVT5}} = \frac{0,010A}{600} = 16,6 \text{ мкА}.$$

Оскільки струм бази для надійної роботи транзистора в ключовому режимі рекомендується вибирати вдвічі більшим за значенням від розраховуваного, то приймемо значення базового струму рівним $I_{\text{бVT5}} = 33,2$ мкА. Виуристовуючи формулу розрахуємо номінал резистора R21:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$R_{21} = \frac{U_{ВИХ.МК}}{I_{6VT5}}, \quad (1.6)$$

де $U_{ВИХ.МК}$ – напруга, яка формується на виході порта мікроконтролера, із значенням струму в величину 33,2 мкА згідно технічної документації складає 3 В наближено:

$$R_{21} = \frac{3}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 90,4 \text{ кОм.}$$

Значення імпедансу рівне $R_{21} = 91 \text{ Ом}$ у відповідності до стандартного значення імпедансу відповідних рядів.

Значення імпедансу резистора R_{27} , згідно паспорту на АОТ128В, взято номінальністю 100 кОм.

На підставі розрахунку прийнято такі компоненти та номінали:

- 1) Марка біполярного транзистора VT5 КТ3102Е.
- 2) Імпеданс R21 – 91кОм, імпеданс R27 –100кОм, а імпеданс R25 –270Ом,
- 3) Компонент, а саме оптопара, підібрано марки АОТ128В.

2-ий тип формувача побудовано на резисторах R7, R14 і R20, транзисторі VT2 і оптопарі DA4

Схему формувача зображено на рис. 1.24.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

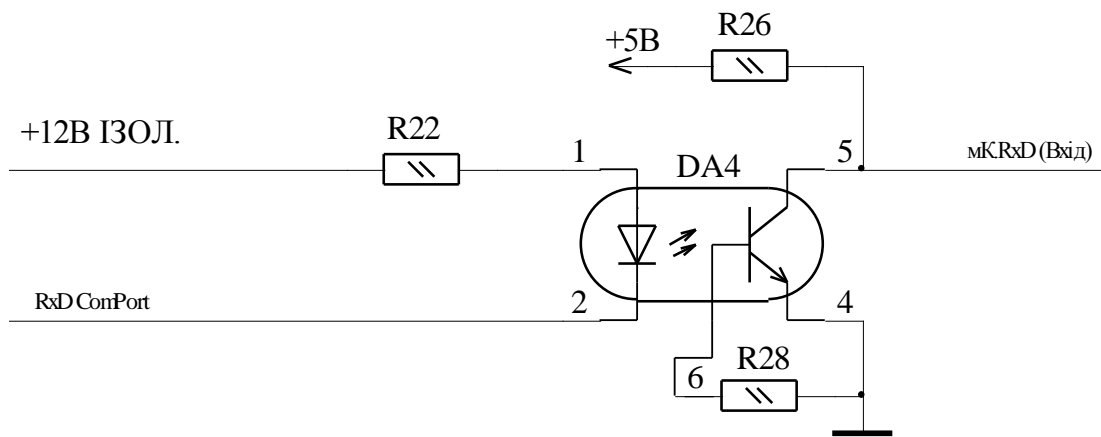


Рисунок 1.24 – Формувач рівня

Вхідні дані для розрахунку:

- Струм на вході дорівнює 10 мА;
- Струм на виході дорівнює 1 мА;
- Напруга на вході логічних рівнів “0” (0,3-4,5В), ”1” (5-12В);

Величина струму світлодіода оптопарі рівна 10 мА для забезпечення нормального режиму роботи ключа, який вибрано згідно паспорту на оптопару DA4 АОТ128В. Падіння величини напруги на світлодіоді дорівнює 2В. Імпеданс резистора R7 дорівнює:

$$R_{22} = \frac{12В - 2В}{0,010А} = 1 \text{ кОм.}$$

Значення імпедансу резистора R_{28} , згідно паспорту на АОТ128В, взято номінальністю 100 кОм.

Розрахуємо імпеданс резистора R26:

$$R_{26} = \frac{U_{жс}}{I_{ВИХ}}, \quad (1.7)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

Значення імпедансу рівне $R_{26} = 5.1$ кОм у відповідності до стандартних значень імпедансів.

На підставі розрахунку прийнято такі компоненти та номінали: оптопара марки АОТ128В, імпеданси R22 – 1 кОм, R26 – 5,1 кОм.

1.7 Обґрунтування та вибір компонентної бази

Процедура вибирання компонентів іноді може бути помилковою:

- Критичні, що призведе до несправності при першому ввімкненні.
- Помилки, що зменшують термін служби модему.

Критичні помилки можуть спричинити пошкодження модему та затримку налаштування, але вони не є повністю небезпечними, оскільки вони відразу привертають увагу.

Для більшої кількості компонентів модему максимально допустимі межі значень (U,I,t,f) встановлюються на заводі, і ці межі, як правило, взаємозалежні. Можливість вибору електричних компонентів з урахуванням усіх існуючих параметрів є важливою професійною вимогою для розробників модему.

Найпростішим колом є: діоди, конденсатори, резистори.

Характеристика цих пасивних компонентів полягає в тому, що струм, що протікає скрізь них, залежить від значення напруги, яку прикладено до компонента. Для модему першим компонентом вибрано резистор С2-33.

Вибираючи цей спеціальний опір, звернуто особливу увагу на значення потужності, яка є максимально відповідно до умов роботи.

Крім того, для того, щоб правильно вибрати резистори, враховано вхідні значення модему на підґрунті аналіз режимів роботи резисторів:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

- Робочі параметри щодо експлуатації та режими функціональності
- Режим робочого електричного навантаження
- Безвідмовні та довговічнісні показники
- Габарити
- Конфігурації резистора
- Спосіб установки

При проектуванні модем застосовано 31 постійний резистор.

Виберіть конденсатор після резистора. Спочатку виберіть тип конденсатора відповідно до призначення конденсатора в пристрої, потім виберіть конкретні екземпляри електричних параметрів та виберіть конденсатори для інших параметрів. Цей модем вибирає конденсатори типу К10-17 та електролітичні конденсатори типу К50-35, з яких 29 є постійними конденсаторами, а 7 - електролітичними.

Після цього було обрано 2 діоди та 2 стабілітрони.

Всі ці елементи є пасивними. Активні компоненти мають здатність регулювати струм, що тече скрізь них, не лише при прикладанні напруги, а також при використанні відповідних керуючих сигналів електричних чи оптичних. До ряду компонентів, які є активними, відноситься транзистор та оптопара. Для схеми модему здійснено підбирання 3 транзисторів на основі кремнію марки КТ3102БМ, 2 марки КТ315 і 2 оптопари АО128В.

Заключний етап - вибір мікросхем. Значна кількість мікросхем функціонують як підсилювач, стабілізатор, модулятор/демодулятор. Деякі мікросхеми здійснюють керування вхідних і вихідних сигналів, із застосуванням власної пам'яті, яка зберігає алгоритм функціонування мікросхеми за допомогою ПЗ.

Серед ІМС було підібрано такі мікросхеми:

- Стабілізатори DA1 – KP145EH5, DA2 – ADM660AN
- Модулятор/демодулятор DD1 – FX919A;
- Мікроконтролер DD3 – AT89LS8252.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Логічні елементи DD2 K561ЛА7
- Операційний підсилювач DA5 – ОРА2168

Параметри модему DD1 FX919А:

- Швидкість – від 4800 біт/сек до 19,2 кбіт/сек;
- 4 рівня FSP модуляції;
- Передавання даних в обох напрямках в різний час;
- Напруга живлення – від 3,3 до 5В;
- Інтерфейс хост шини;
- Повний пакет обрамлення даних;
- Гнучкі режими роботи;
- Корпус – 24 PIN SOIC.

Після мікросхем підібрано трансформатори Т1 і Т2 типів ТОТ, світлодіоди Н1-Н3 марок АЛ307Б, кварцовий резонатор Z1, Z2 марку РК-02МД-Г

Останній вибір активних та пасивних елементів є ітеративним, але пасивний елемент завжди вибирається першим. При виборі бази компонентів для модему, довідник був використаний, щоб надати загальний огляд всієї бібліотеки компонентів, а також опис серії продуктів та рекламних матеріалів. Крім того, вищезазначені вибрані компоненти обумовлені їх низькою ціною та високою надійністю. Невелика вага і невеликий розмір. Крім того, вони є стандартизованими та уніфіковані, що полегшує технічне обслуговування та відповідне заміщення.

1.8 Виготовлення друкованого вузла модему

Розроблений модем виконано на друкованій платі двосторонній (рис.1.25).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

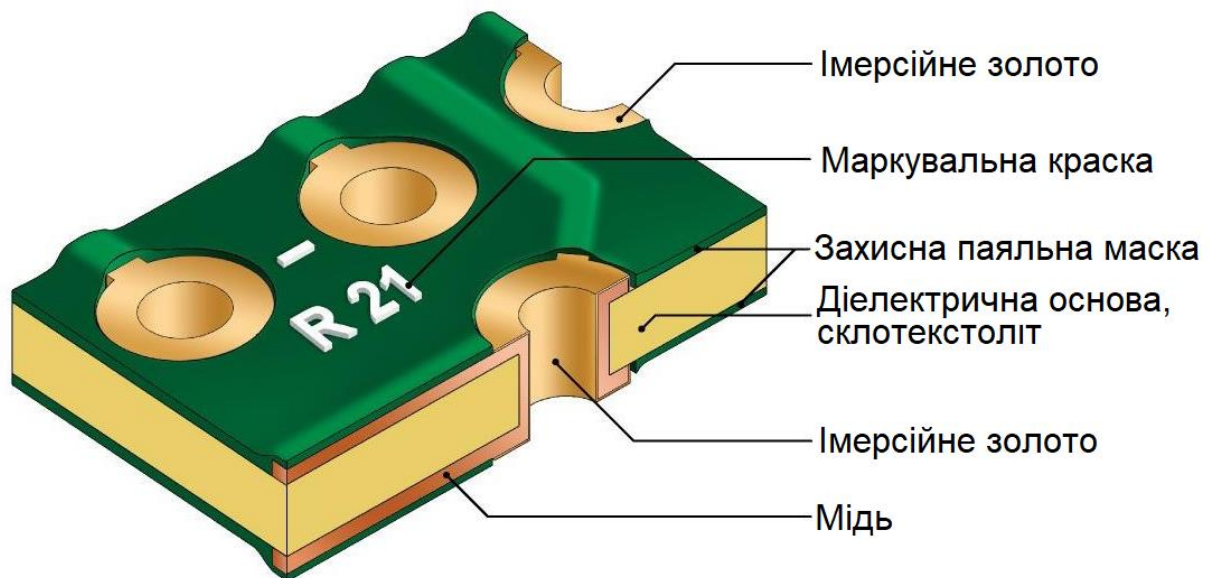


Рисунок 1.25 – Двостороння друкована плата

Вихідний матеріал плати зображено на рис. 1.26.

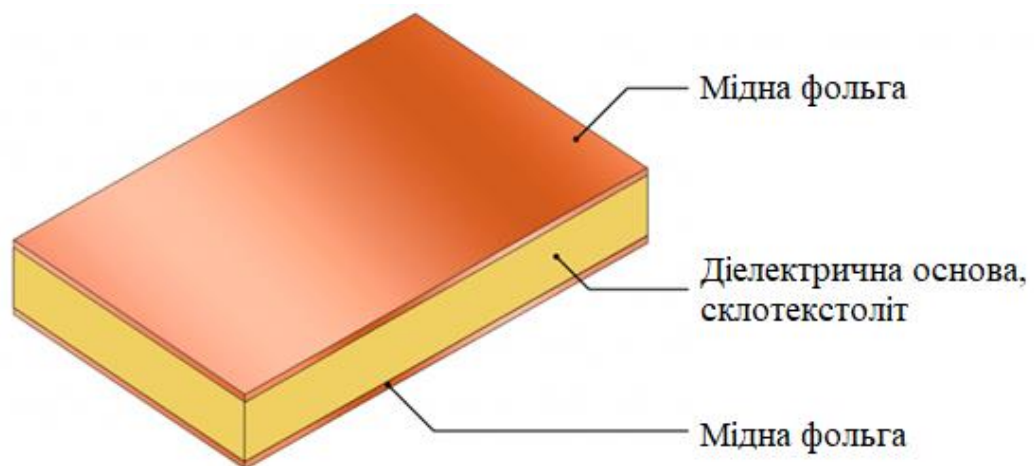


Рисунок 1.26 - Вихідний матеріал плати

Вихідний матеріал - діелектричне підставу, ламіноване з двох сторін мідною фольгою.

В якості діелектрика можуть виступати: листи, виготовлені на основі склотканини, просочених сполучною на основі епоксидних смол - склотекстолит FR4, листи з керамічним наповнювачем, армовані скловолокном - Rogers 4000 series, листи фторопласта (PTFE) армовані-ArlonADseries. Найбільш поширений ряд товщини мідної фольги - 18, 35 мкм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

Плата з просвердленими наскрізними отворами зображено на рис.1.27.

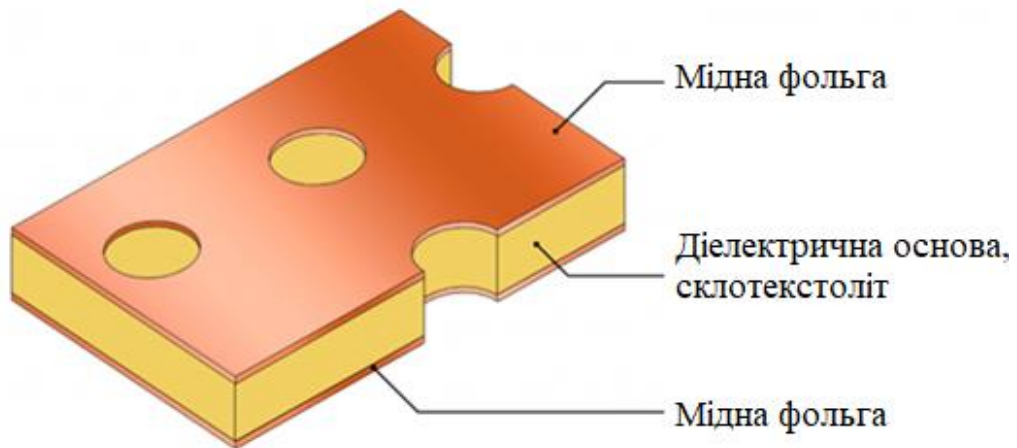


Рисунок 1.27 – Плата з просвердленими наскрізними отворами

На спеціалізованих верстатах з ЧПУ в платі свердлити отвори. Це перша операція, що впливає на точність (клас) друкованої плати. Точність свердління отворів залежить від застосовуваного обладнання та інструменту. Значення позиційних допусків осей отворів в діаметральному вираженні (по ГОСТ Р 53429-2009) в міліметрах:

Вигляд хімічного і попередньо гальванічного осадження міді зображено на рис. 1.28.

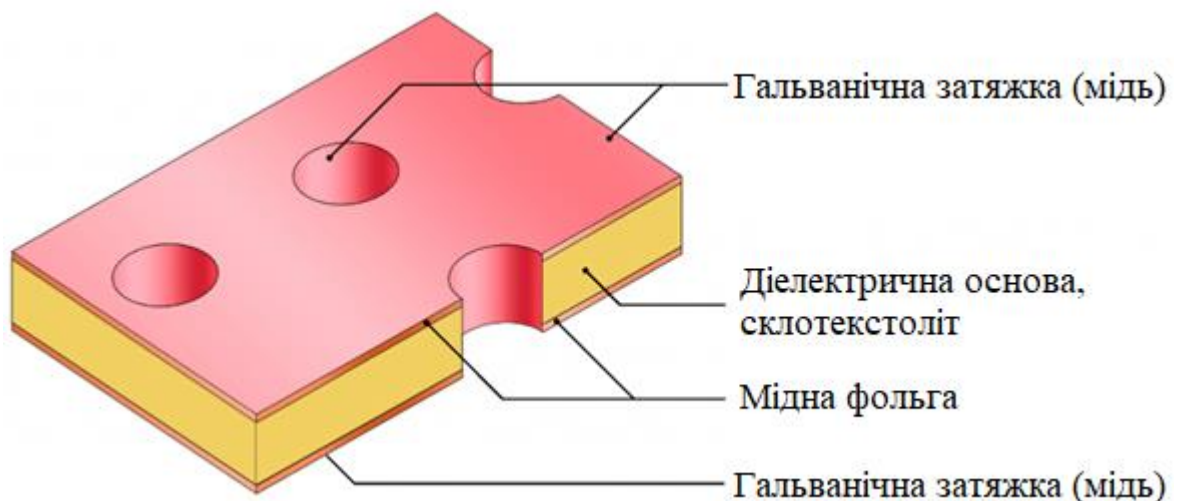


Рисунок 1.28 - Вигляд плати з хімічним і попередньо гальванічним осадженням міді

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

СМІ 2.000.001 ПЗ

Арк.

40

Цей етап необхідний для додання стінок отворів провідності для подальшої гальванічної металізації. Пухкий шар хімічно обложеної міді швидко руйнується, тому його підсилюють тонким шаром гальванічної міді.

У процесі обробки на поверхні склотекстоліту створюється дуже тонкий провідний шар паладію.

Пряма металізація із застосуванням паладію забезпечує найбільшу адгезію покриття до склотекстолітів в порівнянні з альтернативними процесами.

Поверх шару паладію осідає 5-ти мікронний шар гальванічного міді. Якість металізації кожної заготовки контролюється оператором.

Вигляд нанесеного фоторезиста зображено на рис. 1.29.

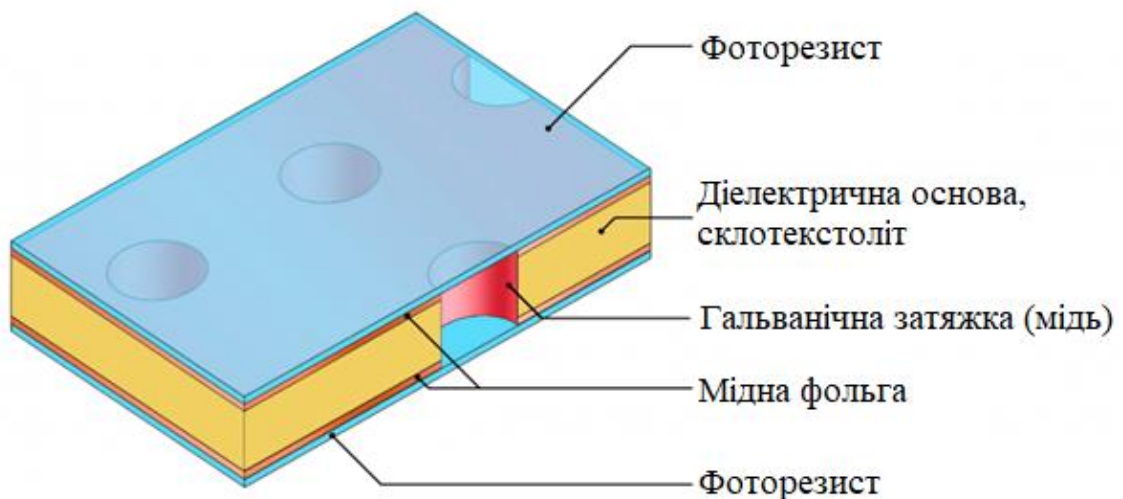


Рисунок 1.29 - Вигляд плати з нанесеним фоторезистом

Наступний етап - нанесення на заготовку фоточутливого матеріалу (фоторезиста). Цей етап проходить в чистій кімнаті з неактивним (жовтим) освітленням (фоторезист світлочутливості до ультрафіолетового спектру). Фоторезист буває плівковим (наноситься на заготівлю ламінуванням) і рідким (наноситься валиками).

Варіант експонування з негативним фотошаблоном зображено на рис.1.30.

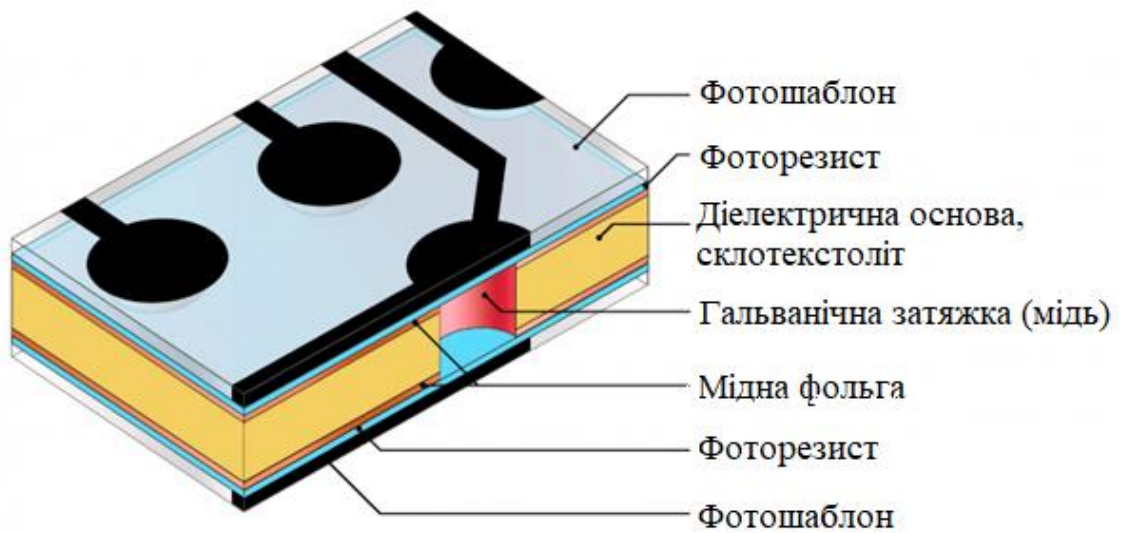


Рисунок 1.30 – Вигляд експонування плати з негативними фотошаблонами

З заготовкою поєднується фотошаблон. Коло, частина якого зображена на рис. 1.31 - контактна площадка. Зображення на фотошаблонах (рис. 1.31) - негативне по відношенню до майбутньої схеми модему.



Рисунок 1.31 – Вигляд поєднання заготовки з негативними фотошаблонами

Ділянки поверхні, прозорі на фотошаблонах, засвічуються, фотополімеризуються і втрачають здатність до розчинення в установці прояви. Після експонування фотошаблони видаляються.

2 варіант: Пряме експонування фоторезиста

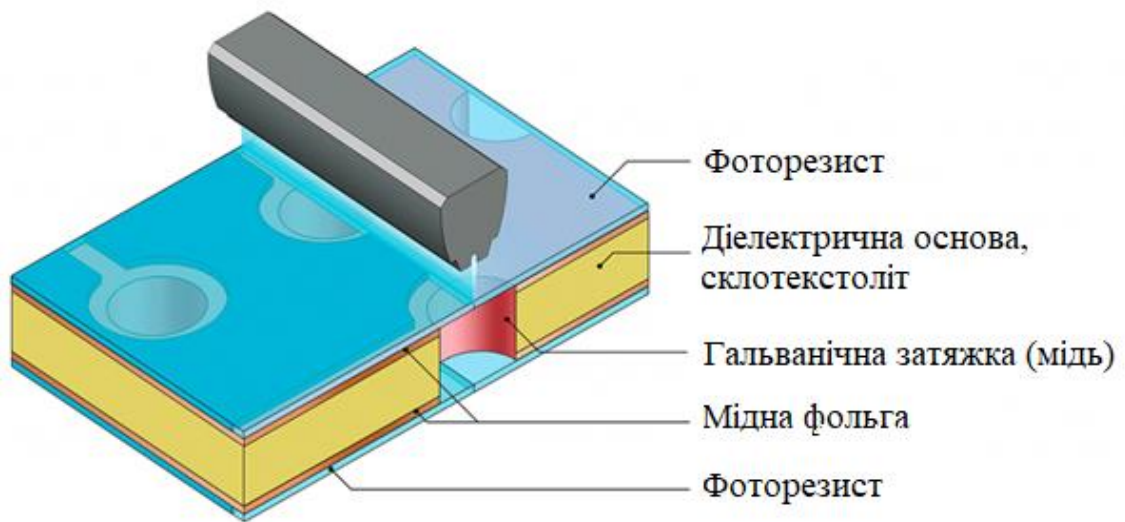


Рисунок 1.32 – Пряме експонування фоторезиста

Експонування фоторезиста відбувається на установках прямого лазерного експонування без використання фотошаблонів. Джерелом випромінювання при цьому може бути UV лазер або UV світлодіодна матриця.

Проявлений фоторезист плати зображено на рис.1.33.

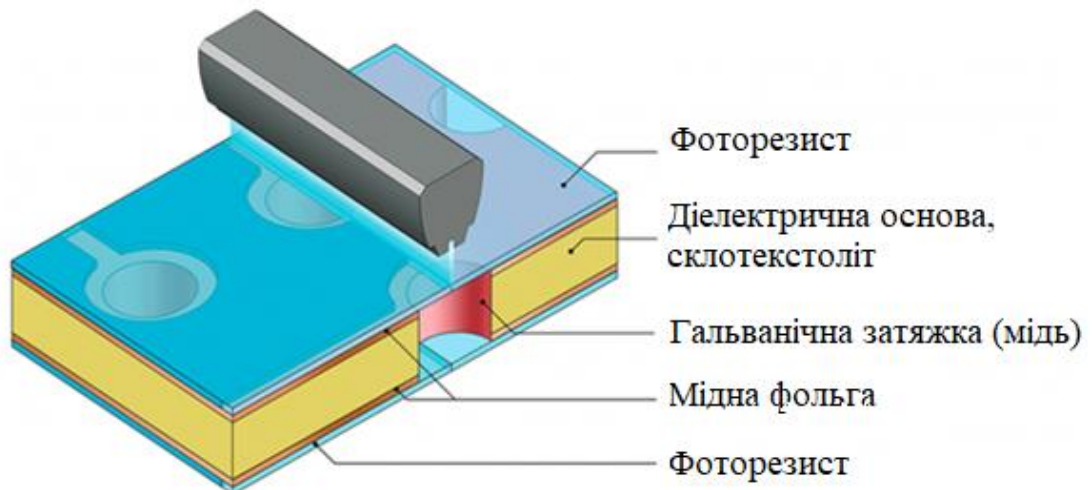


Рисунок 1.33 – Проявлений фоторезист плати

Зображення на фоторезисті проявляється: не засвічені ділянки розчиняються, засвічені - залишаються на платі (рис.1.34).

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

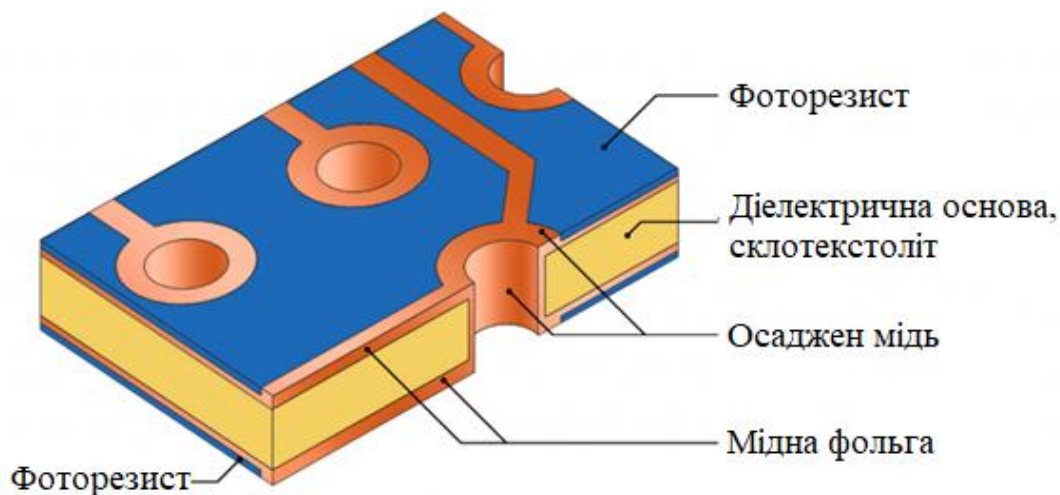


Рисунок 1.34 – Вигляд гальванічного (електрохімічного) осадження міді

Мідь осідає на поверхню стінок отворів і всі провідники. За ГОСТ 23752-79 товщина металізації повинна бути не менше: 20 мкм для ДПП, 25 мкм для МПП.

IPC-6012B встановлює інші значення: Class 2 не менше 20 мкм для ДПП і МПП, Class 3 не менше 25 мкм для ДПП і МПП.

У зв'язку з тим, що процес осадження міді йде паралельно в отворах і на поверхні провідників, отримати товщину металізації в отворах 30 мкм і більше неможливо, застосовуючи звичайні фоторезисти.

Процес покриття контролюється комп'ютером для забезпечення необхідних параметрів гальванічних покриттів. Після покриття товщина обложеної міді перевіряється не руйнівним методом.

Вигляд плати з гальванічним осадженням металорезисту зображено на рис.1.35.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 44 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

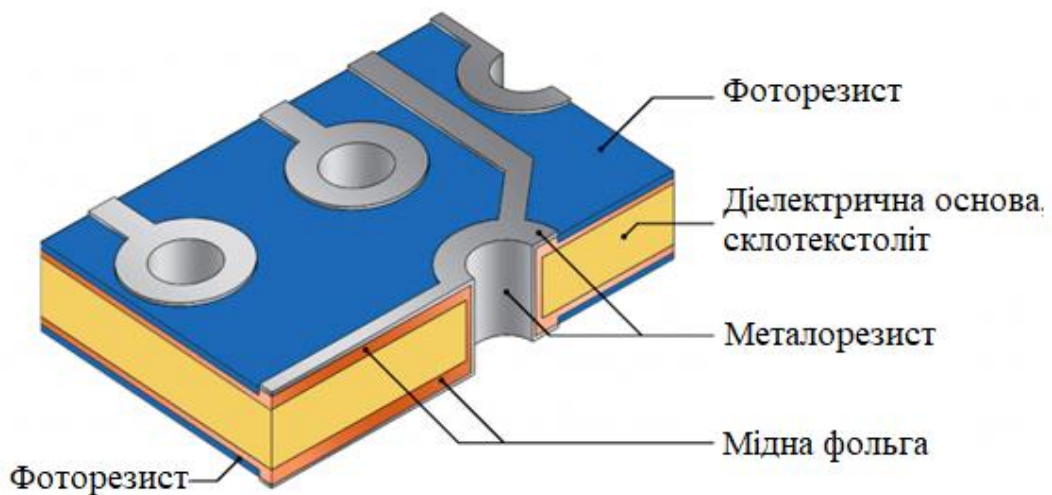


Рисунок 1.35 – Гальванічне осадження металорезисту

Гальванічним осадженням міді створюється необхідний по товщині шар металу в отворах друкованої плати. В якості металорезисту можуть виступати різні метали і сполуки, що мають меншу швидкість травлення в порівнянні з міддю. Осідає металорезист на відкриті від фоторезиста ділянки - на провідники і в отвори.

Плата з видаленим фоторезистом зображена на рис. 1.36.

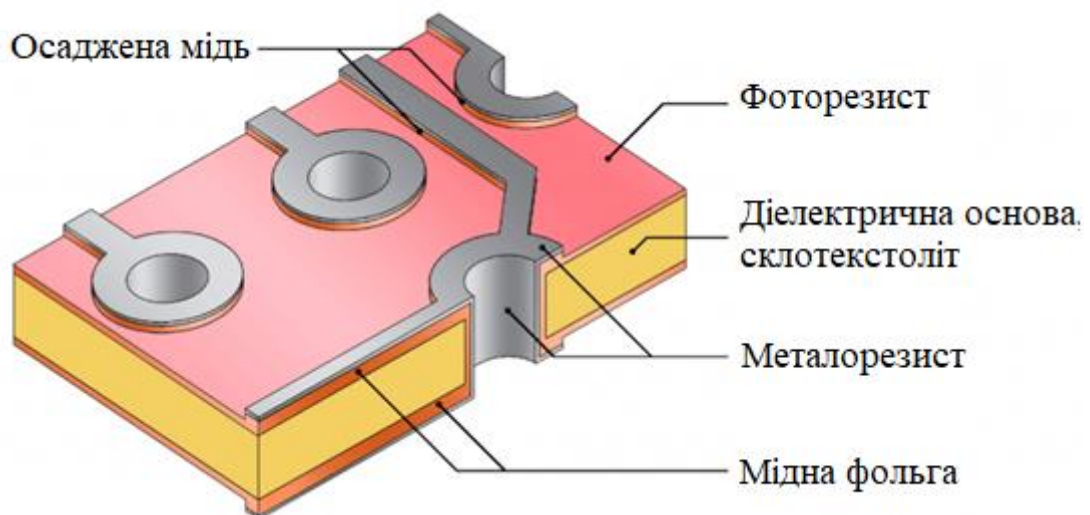


Рисунок 1.36 – Плата з видаленим фоторезистом

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Після гальванічного осадження міді і захисного шару олова заготовки передаються на травлення. Перед травленням з заготовок знімається шар фоторезиста, оголюючи базовий шар міді, який необхідно видалити. Топологія друкованої плати і металізовані отвори залишаються під захистом гальванічно обложеного шару олова.

Плата з травленою міддю зображено на рис.1.37..

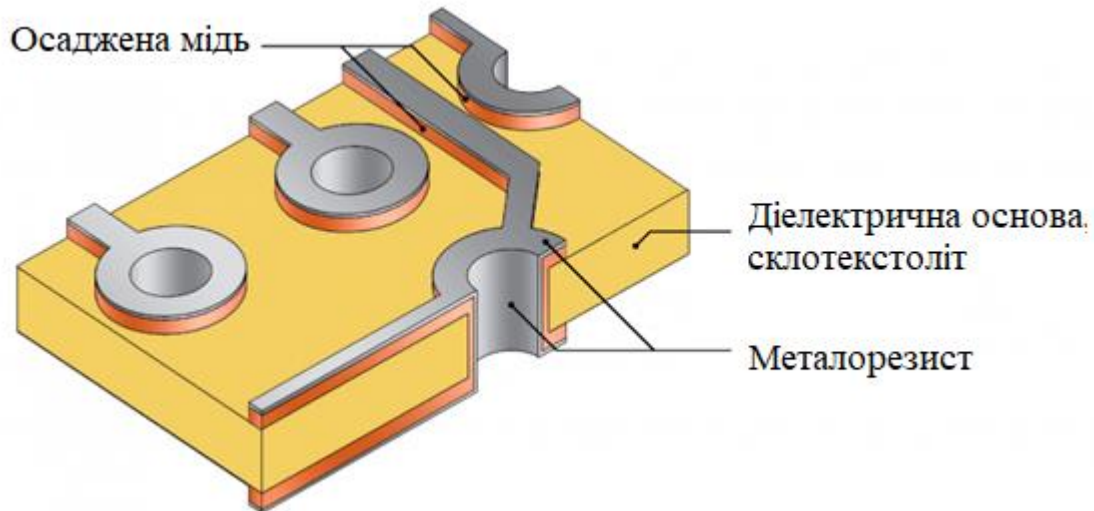


Рисунок 1.37 – Плата з травленою міддю

Травлення здійснюється в горизонтальній конвеєрній машині. Мідь, що не захищена оловом, стравлюється. Таким чином формується топологія зовнішніх шарів друкованої плати. Шар олова після травлення знімається в установці для зняття.

Плату з видаленим металорезистом зображено на рис.1.38.

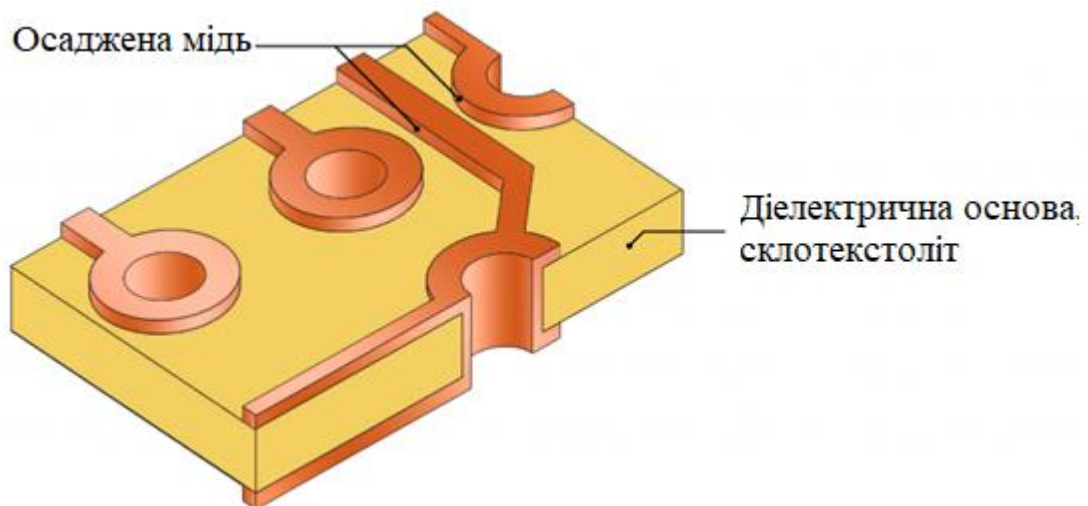


Рисунок 1.38 – Плата з видаленим металорезистом

Металорезист видаляється з поверхні міді в спеціальному розчині. Це початок процесу, званого SMOBC (SolderMaskoverBareCopper - маска поверх необробленої міді). В інших процесах, наприклад, якщо нанесення захисної маски не здійснюється, олов'яно-свинцевий суміш оплавляється для подальшого використання (лудіння).

Плату з нанесеною захисною паяльною маскою зображено на рис.1.39.

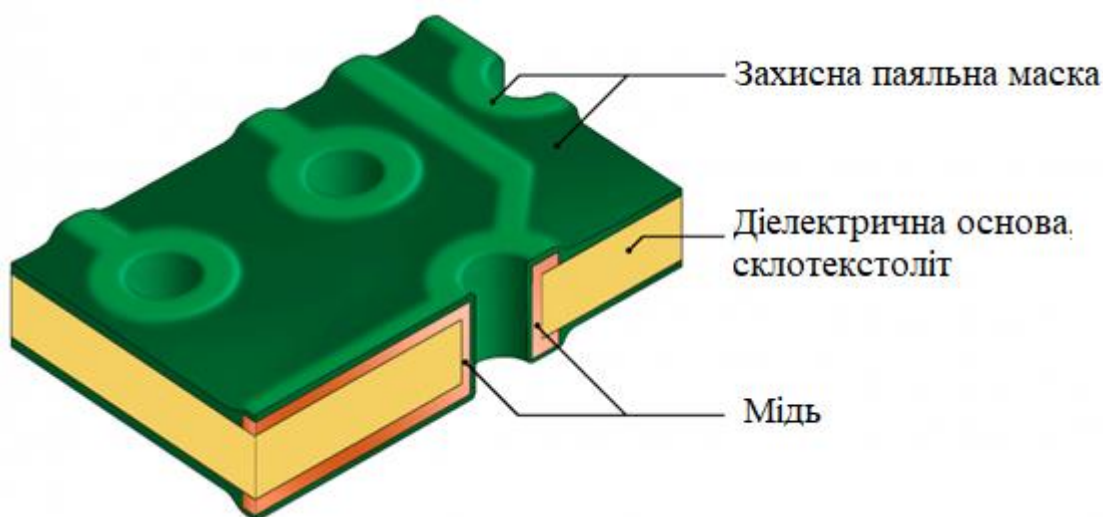


Рисунок 1.39 – Плата з нанесеною захисною паяльною маскою

Для захисту поверхні плати і мідних ділянок, що не підлягають нанесення фінішного покриття, на плату наноситься захисна паяльна маска. Найбільш широко поширена рідка двокомпонентна фоточутлива паяльна маска.

Суша плівкова паяльна маска забезпечує хороші результати по тентуванню перехідних отворів, наноситься методом ламінування, але в даний час використовується рідко, тому що не підходить для друкованих плат вище 3 класу точності. Рідка паяльна маска наноситься методом сеткографії через сітчастий трафарет, причому існує два варіанти нанесення. Через готовий трафарет, коли в сітці вже сформовані всі вікна розтину, і маска наноситься тільки на захищені ділянки друкованої плати (такий варіант має невисоке розширення і застосовується, як правило, на односторонніх друкованих платах нижче 3 класу точності), і суцільне нанесення маски з використанням методу трафаретного друку і подальшим експонуванням через фотошаблон або прямим експонуванням. Перед нанесенням маски поверхню міді очищається, потім розвивається необхідна шорсткість для гарної адгезії маски.

1.9 Розрахунок вібростійкості друкованого вузла

Відомим фактом є те, що в техпристроях, які не є захищеними від впливу випадкових або примусових вібрації або ударів, друкований вузол модему є чутливий до динамічного перевантаження та виходить з ладу.

Процес виготовлення вузла модему має бути достатньо міцними, аби він витримав максимальне динамічне перевантаження, є недоцільним, оскільки з приростом показників міцності відбувається приріст маси модему, а як наслідок до приросту динамічного перевантаження.

Головним методом захищеності модему від вібраційних впливів та різного роду ударів є монтаж вузла на опори пружні. Опорами можуть бути амортизатори гумового, металогумового, та металопружного виду.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 48 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Амортизатори є низькочастотними, середньо частотними та високочастотними. Низькочастотні амортизатори забезпечують частоту коливань в стані невантаженому не більше 4 Гц, середньої частоти - 8–12 Гц, а високої частоти - 20–30 Гц. Низької частоти амортизатори амортизують частоти власних коливань, що базуються в межах 5–600 Гц, середньої частоти – 15–600 Гц, а високої частоти – 35–2000Гц.

Зовнішнє навантаження на модем викликає внутрішнє механічне навантаження його конструктивно виконаних елементів. Навантаженням можуть бути механічні навантаження модему, які викликані коливаннями різного частотного діапазону та амплітуди під час випробування, транспортувань та використання. Значення власної частоти може варіювати в широких межах.

При захисті модему від механічних впливів необхідно перш за все забезпечити захист найслабшого його елемента – друкованої плати. Для цього необхідно забезпечити таку умову, щоб значення резонансної частоти плати друкованої модему

$$f_0 = \left(\frac{1}{2\pi} \right) \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad (1.8)$$

і значення частоти резонансу її компонентів

$$f_{0i} = \left(\frac{1}{2\pi} \right) \sqrt{\frac{c_i}{m_i}}, \quad (1.9)$$

локалізувалися за діапазоном частот вхідного впливу $f_{0\min} \dots f_{0\max}$, де c, c_i, m, m_i , - параметри жорсткості та маси навантаженої плати друкованої модему і компонентів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Значення резонансної частоти плати модему при рівномірній по площині плати компонентів визначається згідно формули::

$$f_0 = \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{m_e}{m_n}}} \right] \left(\frac{\pi}{4\sqrt{3}} \right) (1 + \Delta^2) \left(\frac{\lambda S}{B^2} \right) \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}, \quad (1.10)$$

де m_e - значення маси компонентів;

m_n - значення маси плати;

Δ - показник ділення сторони плати меншої по відношенню до більшої;

S – значення товщини плати;

B – значення більшої сторони плати;

ε - значення модуля Юнга ($\varepsilon = 3.2 \cdot 10^{10} \text{ м}^2$);

ρ - значення густини матеріалу плати склотекстолітної ($2.5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$);

λ - коефіцієнт кріплення в 4-ох точках, $\lambda=1.2$.

З метою обчислення усієї маси компонентів використаємо табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні показники компонентів

| Найменування виробу | К-сть, шт. | Вага, г | Загальна вага, г |
|-----------------------------|------------|----------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Конденсатори | 29 | 6 | 174 |
| Конденсатори електrolітичні | 7 | 13 | 91 |
| Резистори пос. | 31 | 0,3 | 9,3 |
| Резистори змін | 3 | 6 | 18 |
| Діод | 2 | 0,45 | 0,9 |
| FX919A | 1 | 1,5 | 1,5 |
| AT89LS8252 | 1 | 2 | 2 |

Продовження табл.1.2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|---|------|-----|
| КР145ЕН5 | 1 | 2 | 2 |
| ADM660AN | 1 | 2 | 2 |
| К561ЛА7 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| ОРА2168 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| АОТ128Б | 2 | 1,5 | 3 |
| Світлодіод | 3 | 0,3 | 0,9 |
| Стабілітрон | 2 | 0,6 | 1,2 |
| КТ3102Б | 3 | 0,3 | 0,9 |
| КТ315Б | 2 | 0,25 | 0,5 |
| Трансформатор 1 | 1 | 23 | 23 |
| Трансформатор 2 | 1 | 10 | 10 |
| Кварц | 2 | 4 | 8 |
| Перемикач | 1 | 10 | 10 |
| Роз'єм | 3 | 3 | 13 |
| Всього | | | 372 |

На підставі даних значення частоти рівне:

$$f_0 = \left(1 + \sqrt{\frac{0,372}{0,100}}\right) \left(\frac{\pi}{4} \cdot \sqrt{3}\right) (1 + 0,47^2) \left(1,2 \cdot \frac{0,0015}{0,0441}\right) \sqrt{\frac{3,2 \cdot 10^{10}}{2,5 \cdot 10^3}} = 695 \text{ Гц}$$

Згідно ОСТ ГО.010.009, плати друковані без наявності амортизаційних засобів мають належати за значенням частоті не більше 60 Гц. Отже, можна стверджувати, що виріб задовольняє вимоги ОСТ (60 Гц < 695 Гц).

1.10 Висновки до розділу 1

У розділі наведено опис процесу проектування модему електромережевого для передавання інформації по електромережі, а саме

описано етапи розроблення структурної схеми, на базі якої здійснено процес опису розробки схем електричної принципової. Здійснено вибір компонентної бази на підставі синтезу вузлів схеми принципової електричної.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

2.1 Регіональні системи управління охороною праці

Регіональна система управління охороною праці (РСУОП) в області (районі, місті, районі у місті, селищі, селі) — це комплекс органів управління адміністративно-територіальною одиницею, який на підставі чинних нормативно-правових актів здійснює цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо виконання встановлених завдань роботи з охорони праці з метою забезпечення здоров'я і працездатності працівників підприємств, установ і організацій на підпорядкованій території.

Обласна РСУОП є підсистемою єдиної державної системи управління охороною праці. Вона включає місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, Фонд соціального страхування від нещасних випадків, органи Держнаглядохоронпраці, інші державні наглядові інспекції, профспілки, асоціації спеціалістів охорони праці, підприємства, установи й організації, які здійснюють управління процесом запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, аваріям і пожежам на підприємствах, в установах, організаціях області.

На територіальному рівні РСУОП є цільовою підсистемою загальної системи управління адміністративно-територіальною одиницею (областю, районом, містом, районом у місті, селищем, селом). Ця система повинна в процесі функціонування забезпечувати підготовку, прийняття і реалізацію рішень щодо здійснення правових, організаційних, соціально-економічних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Згідно з Законом України "Про охорону праці" служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Основні завдання служби охорони праці:

- забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з питань охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- вибору оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;
- інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

Функції служби охорони праці:

- а) опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці;
- б) оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- в) участь у складанні комплексних заходів щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | <i>СМІ 2.000.001 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- г) проведення для працівників вступного інструктажу з охорони праці;
- д) розгляд фактів наявності небезпечних виробничих ситуацій у разі відмови з цих причин працівників від виконання дорученої роботи;
- е) організація забезпечення підрозділів правилами, стандартами, нормами, інструкціями з охорони праці; розробка планів роботи підприємства щодо створення безпечних і здорових умов праці тощо;
- є) участь у розслідуванні нещасних випадків, профзахворювань, аварій;
- ж) контроль за дотриманням чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих стандартів, нормативних актів та інструкцій з охорони праці, виконання робіт з охорони праці у підрозділах; забезпечення працюючих засобами захисту тощо;

Права працівників служби охорони праці:

- представляти підприємство в державних і громадських установах при розгляді питань охорони праці;
- безперешкодно відвідувати виробничі об'єкти, зупиняти роботу виробництв у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення з питань охорони праці;
- перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, видавати керівнику об'єкта, що перевіряється, обов'язковий для виконання припис;
- вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу з охорони праці;
- надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці;
- порушувати клопотання про заохочення працівників, які беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | <i>СМІ 2.000.001 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 Комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного та техногенного характеру з врахуванням особливостей регіону, що проводиться на промисловому об'єкті

Надзвичайні ситуації природного характеру – це наслідки небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських та прісноводних явищ, деградації ґрунтів чи надр, природних пожеж, змін стану повітряного басейну, інфекційних захворювань людей, сільськогосподарських тварин, масового ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів та біосфери тощо [4].

Надзвичайні ситуації природного характеру класифікують за ознаками, які наведено на рис. 2.1 [2].

На території України можливе виникнення практично всього спектра небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного та метеорологічного походження.

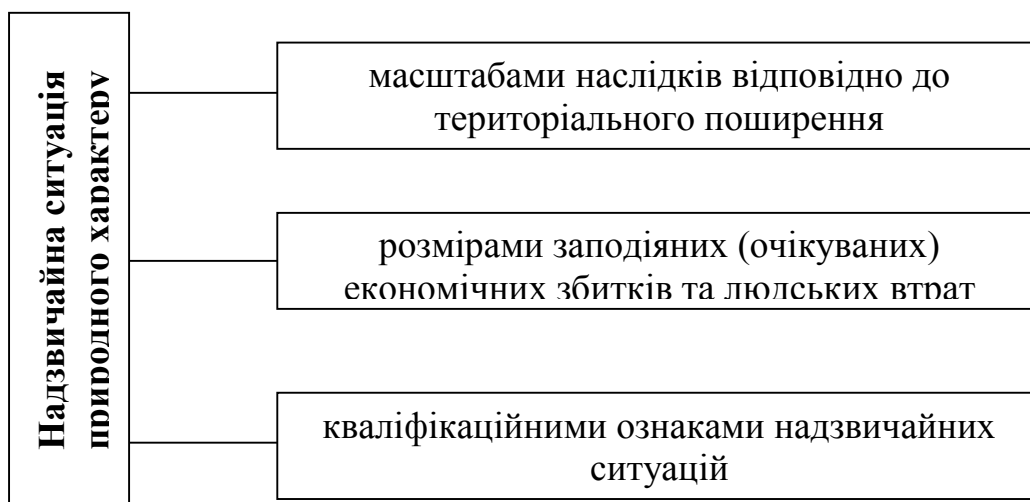


Рисунок 2.1 – Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій

Відповідно до розділу IV «Кодексу цивільного захисту України» основними заходами у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є:

- 1) інформування та оповіщення;
- 2) спостереження;
- 3) укриття та захист споруд;
- 4) евакуаційні заходи;
- 5) інженерний захист;
- 6) медичний захист.

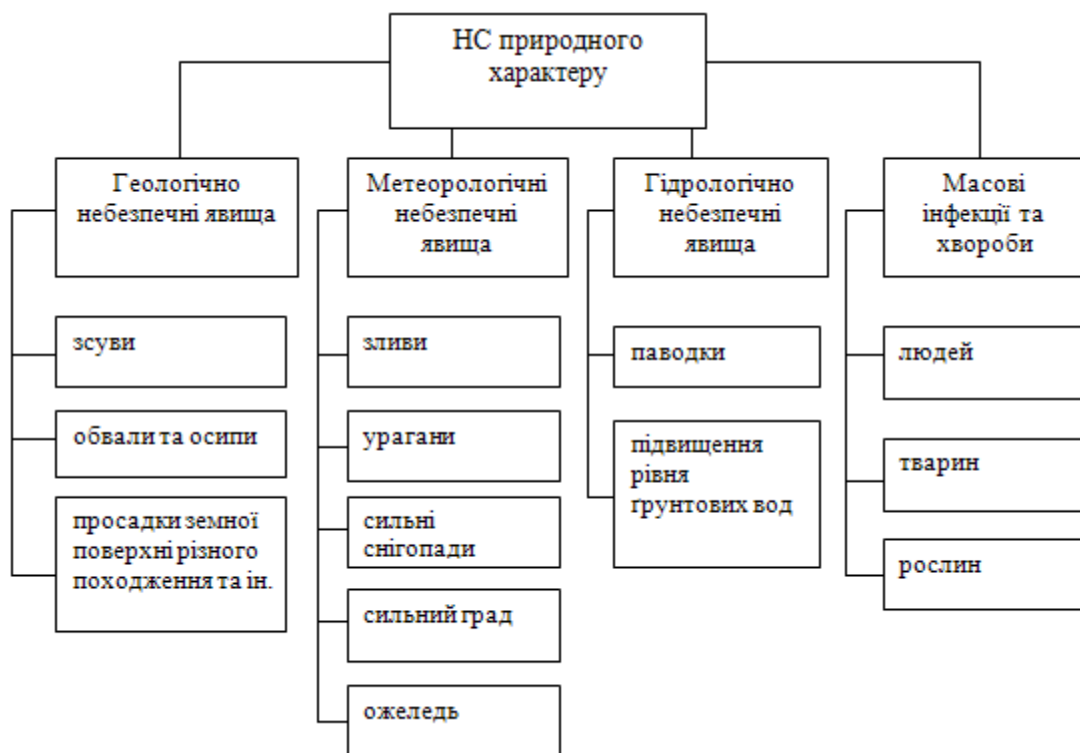


Рисунок 2.2 – Надзвичайні ситуації природного характеру України

Інформування та оповіщення у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є основним принципом та головним і невід'ємним елементом усієї системи заходів такого захисту.

Інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру становлять відомості про надзвичайні ситуації

природного характеру, що прогноуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи та методи реагування на них.

Центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру, про виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру, методи та способи їх захисту, вжиття заходів щодо забезпечення безпеки.

Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру і постійне інформування населення про них забезпечуються шляхом:

1) завчасного створення і підтримки в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;

2) організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання;

3) завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання з системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших об'єктів підвищеної небезпеки;

4) централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передавання інформації.

Спостереження. З метою своєчасного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 58 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

реагування на них відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади здійснюються:

1) створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю;

2) організація збирання, опрацювання і передавання інформації про стан довкілля, забруднення харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами.

Укриттю в захисних спорудах, у разі необхідності, підлягає населення відповідно до його належності до груп (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечних зонах).

Створення фонду захисних споруд забезпечується шляхом:

1) комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру;

2) обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору міст, гірничих виробок і природних порожнин;

3) дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвальних та інших заглиблених приміщень;

4) будівництва заглиблених споруд, які окремо розташовані від об'єктів виробничого призначення та пристосовані для захисту.

Евакуаційні заходи. В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна та часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення.

Інженерний захист. Заходи інженерного захисту населення і території повинні передбачати:

1) врахування під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування можливих проявів у окремих регіонах та на окремих територіях небезпечних і катастрофічних явищ;

2) раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності у разі виникнення аварій для безпеки населення і довкілля;

3) спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;

4) створення комплексної схеми захисту населених пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів;

5) розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру;

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано питання регіональних систем управління охороною праці та комплексу заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного та техногенного характеру

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Висновки

У кваліфікаційній роботі описано етапи розроблення модему електромережевого для передавання інформації по електромережі.

Проаналізовано технічного завдання, відомі модеми та обґрунтовано актуальність теми кваліфікаційної роботи.

Здійснено опис етапів проектування модему, а саме етап розроблення структурної схеми, на основі підґрунті якої було описано етап розробки схеми принципової електричної. При виборі бази компонентної здійснено синтез вузлів схеми електричної принципової.

Описано етапи технології виготовлення друкованого вузла модему електромережевого.

Здійснено розрахунки вібростійкості друкованого вузла модему електромережевого.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 61 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаних джерел

1. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навч. посібник/ В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К.: Видавництво УАННП “Фенікс”, 2004. – 328с.
2. Горобец А.И. и др. Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры (печатные узлы). -К.: Техника, 1985. 312 с.
3. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник — Львів: УАД, 2006 – 336 с.
4. Матвійків М.Д. Елементна база електронних апаратів [Текст]: підручник для студентів вищ. навч. закладів/ М.Д.Матвійків, В.М.Когут, О.М.Матвійків.- 2-ге вид.- Львів: Львівська Політехніка, 2007.- 428 с.
5. Мевис А.Ф., Несвижский В.В., Фефер А.И. Допуски и посадки деталей радиолелектронной аппаратуры: Справочник / Под ред. О.А. Луппова. – М.: Радио и связь, 1984. -152с.
6. 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.
7. Михайлівський Ю. Ергономіка. Основи конструювання: Тексти лекцій / Ю. Михайлівський, Н. Кузан, М. Пагута. – Дрогобич:РВВ ДДПУ, 2008 . – 268 с.
8. Мікропроцесорна техніка: Підручник/ Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є.І. Сокол та ін. За ред. Т.О. Терещенко.- 2-ге вид.,- К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»; «Кондор», 2004.- 416 с.
9. Мэндл М. 200 избранных схем электроники: пер. с англ. 2-е изд., стереотип.,–М:–Мир,1985
10. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів:Підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Ш.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 62 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Невлюдов. – Харків:ТОВ "Компанія СМІТ",2006 .-592 с.

11. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2001, 672 с.: ил. ISBN 5-8046-0133-4

12. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н.Ткачук, М.О.Халімовський, В.В.Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006 – 448 с.

13. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: справ. радиолобителя /Р.М. Терещук, К.М. Терещук, С.А. Седов. - 4-е изд. стер.- Киев: Наук, думка, 1988. – 800с.: ил. – Библиогр.: с.765-800.

14. Скорость передачи информации// В кн. Зюко А.Г. Помехоустойчивость и эффективность систем связи. – М.:«Связь», 1972. – 360 с.

15. Справочник инженера-схемотехника / Р.Корис, Х.Шмидт-Вальтер. – М.: Техносфера, 2008. – 608 с.

16. Справочник разработчика и конструктора РЭА: Элементная база. Книга 2. – М.: ТОО “Прибор“, 1994. – 148 с.

17. Устинов Г.Н. Основы информационной безопасности систем и сетей передачи / Г.Н.Устинов. – М.: Синтег, 2000. – 248 с.

18. Яворський Б.І. Теоретичні основи побудови електронних апаратів та систем [навчальний посібник] / Б.І. Яворський, Є.Б. Яворська. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2004. – 410 с.

19. http://network.xsp.ru/5_5.php - технологія PowerLine

20. <http://argoivanovo.ru/> - науково-технічний центр “ARGO”

21. http://argoivanovo.ru/download/docs/NK33_ie.pdf - модуль комутації МУР 1001.9 NK33

22. <http://www.tellink.com/offices/intro.asp?taal=nl> – фірма TelLink
<http://www.teledynecontrols.com/productsolution/telelink/TeleLink.asp> - пристрій TelLink

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | <i>СМІ 2.000.001 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 63 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 64 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Додаток А

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ _____ ” _____ 2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра
на тему: «Електромережевий модем»

Узгоджено:
Керівник роботи
Яворський Б.І. _____
“ _____ ” _____ 2021р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Скасків М.І. _____
“ _____ ” _____ 2021р.

Тернопіль, 2021

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Електромережевий модем”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Скасків М.І. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка електромережевого модему, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для електромережевого модему;
- вибір компонентної бази розроблювальної електромережевого модему;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи електромережевого модему;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Модем повинен відповідати наступним вимогам:

4.1 Частота несучої - 120кГц;

4.2 Швидкість передачі даних - до 56,2 біт/с;

4.3 Дальність передачі по одній фазі - до 10 км;

4.4 Тип термінального інтерфейсу - RS-232;

4.5 Спосіб передачі даних - пакетний;

4.6 Напруга живлення 220В з частотою 50 Гц.

4.7 Середній термін служби пристрою - не менше 6 років.

4.8 Вимоги до конструкції:

а) Маса не більше 0,6 кг

б) Габаритні розміри

– довжина,

не більше 130

– ширина,

не більше 134

– висота,

не більше 50

в) Конструкції контролерів повинні забезпечувати доступ до всіх елементів його електричної частини.

4.9. Вимоги до умов експлуатації:

а) Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;

б) Умови експлуатації

Температура навколишнього середовища

від +10°C до + 35°C

Відносна вологість повітря

80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

Примітка: габаритні розміри приладу уточнюються в процесі розробки конструкції;

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема електромережевого модему;
- електрична принципова схема електромережевого модему;
- друкована плата електромережевого модему;
- друкований вузол електромережевого модему.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

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

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

| Поз. познач. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|--------------|---------------------------|----------|----------|
| | | | |
| | Конденсатор | | |
| | <i>ОЖО.464.172 ТУ</i> | | |
| | <i>ОЖО.464.161 ТУ</i> | | |
| <i>C1</i> | <i>K50-35-16B-10мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C2</i> | <i>K10-17-3Г-82нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C3</i> | <i>K10-17-3Г—0,1мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C4</i> | <i>K50-35-16B-10мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C5</i> | <i>K50-35-16B-100мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C6</i> | <i>K50-35-16B-100мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C7</i> | <i>K10-17-3Г-56нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C8</i> | <i>K10-17-3Г—8,2нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C9</i> | <i>K10-17-3Г—3300нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C10</i> | <i>K10-17-3Г—3300нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C11</i> | <i>K10-17-3Г—2,2нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C12</i> | <i>K10-17-3Г—4,7нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C13</i> | <i>K10-17-3Г—4,7нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C14</i> | <i>K10-17-3Г-0,1мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C15</i> | <i>K10-17-3Г—0,1мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C16</i> | <i>K10-17-3Г—0,047мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C17</i> | <i>K10-17-3Г—3300нФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C18</i> | <i>K10-17-3Г-0,1мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C19</i> | <i>K10-17-3Г-0,1мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C20</i> | <i>K10-17-3Г-0,47мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C21</i> | <i>K50-35-16B-100мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C22</i> | <i>K50-35-16B-470мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C23</i> | <i>K10-17-3Г-0,1мкФ</i> | <i>1</i> | |
| <i>C24</i> | <i>K10-17-3Г-150нФ</i> | <i>1</i> | |

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|--------|------|--|------------------|------|--------|
| | | | | | СМІ 2.000.001 ПЕЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Скасків М.І. | | | | Електромережвий модем Перелік елементів | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Перевір. | Яворський Б.І. | | | | | | 1 | 4 |
| Реценз. | | | | | | ТНТУ, гр. РАС-41 | | |
| Н. Контр. | Марценюк А.С | | | | | | | |
| Затверд. | Дунець В.Л. | | | | | | | |

| | | Позначення | | | Назва | | Кіл. | Примітка | | | |
|------------------|-------------|------------------|--|---------------|-----------------------------|--|------|------------------|-------------|----------------|---|
| | | | | | <u>Документація</u> | | | | | | |
| | | СМІ 2.000.001 Е1 | | | Схема електрична принципова | | | | | | |
| A1 | | СМІ 2.000.001 Е3 | | | Перелік елементів | | 1 | | | | |
| | | | | | <u>Деталі</u> | | | | | | |
| A1 | 1 | СМІ 7.103.001 | | | Плата друкована | | 1 | | | | |
| | | | | | <i>Стандартні вироби</i> | | | | | | |
| | | | | | Прокладка 25x10 | | 2 | | | | |
| | | | | | <u>Інші вироби</u> | | | | | | |
| | | | | | Конденсатори | | | | | | |
| | | | | | ОЖО 461.104 ТУ | | | | | | |
| | | | | | ОЖО 461.104 ТУ | | | | | | |
| | | 2 | | | | К50-35-16В-10мкФ | 2 | С1,С4 | | | |
| | | 3 | | | | К10-17-3Г-82пФ | 1 | С2 | | | |
| | | 4 | | | | К10-17-3Г-0,1мкФ | 3 | С3,С14,С15 | | | |
| | | 5 | | | | К50-35-16В-100мкФ | 2 | С5,С6,С21 | | | |
| | | 6 | | | | К10-17-3Г-56пФ | 1 | С7 | | | |
| | | 7 | | | | К10-17-3Г-8,2пФ | 1 | С8 | | | |
| | | 8 | | | | К10-17-3Г-3300пФ | 2 | С9,С10 | | | |
| | | | | | СМІ 2.000.001 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум</i> | | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | Друкований вузол Електромережевого модему Специфікація | | <i>Лім.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> | |
| <i>Розроб</i> | | Скасків М.І. | | | | | | | | 1 | 3 |
| <i>Перевір.</i> | | Яворський Б.І. | | | | | | ТНТУ, гр. РАС-41 | | | |
| <i>Рецензент</i> | | | | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Марценюк А. | | | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | Дунець В.Л. | | | | | | | | | |

| | | Позначення | Назва | Кіл. | Примітка | |
|------|------|------------|-------------------------|------|-------------|------|
| | | 9 | K10-17-3Г-2,2пФ | 1 | C11 | |
| | | 10 | K10-17-3Г-4,7нФ | 2 | C12,C13 | |
| | | 11 | K10-17-3Г-0,047мкФ | 1 | C16 | |
| | | 12 | K10-17-3Г-3300пФ | 2 | C17,C28 | |
| | | 13 | K10-17-3Г-0,1мкФ | 3 | C18,C19,C23 | |
| | | 14 | K10-17-3Г-0,47мкФ | 3 | C20,C26,C31 | |
| | | 15 | K10-17-3Г-470мкФ | 1 | C22 | |
| | | 16 | K10-17-3Г-150пФ | 2 | C24,C25 | |
| | | 17 | K10-17-3Г-0,1мкФ | 3 | C27,C29,C30 | |
| | | 18 | K10-17-3Г-47мкФ | 1 | C32 | |
| | | 19 | K10-17-3Г-0,1мкФ | 4 | C33-C36 | |
| | | | Мікросхеми | | | |
| | | 20 | KP145EH5 бк0.348.290 ТУ | 1 | DA1 | |
| | | 21 | ADM600AN (Philips) | 1 | DA2 | |
| | | 22 | АОТ128Б бк0.410.100 ТУ | 2 | DA3, DA4 | |
| | | 23 | ОРА2168 бк0.410.100 ТУ | 1 | DA5 | |
| | | 24 | FX919B (CML) | 1 | DD1 | |
| | | 25 | K561JA7 бк0.312.180 ТУ | 1 | DD2 | |
| | | 26 | AT89S8252(ATMEL) | 1 | DD3 | |
| | | | Резистори | | | |
| | | 27 | C2-23-0.5-100Ом±5% | 1 | R1 | |
| | | 28 | C2-23-0.125-22кОм±5% | 1 | R2 | |
| | | 29 | C2-23-0.5-1МОм±5% | 1 | R3 | |
| | | 30 | C2-23-0.125-100кОм±5% | 3 | R4,R5,R14 | |
| | | 31 | C2-23-0.125-1МОм±5% | 1 | R6 | |
| | | 32 | C2-23-0.125-12кОм±5% | 1 | R7 | |
| | | 33 | C2-23-0.125-380Ом±5% | 1 | R8 | |
| | | | | | | |
| | | | СМІ 2.000.001 | | | Арк. |
| | | | | | | 2 |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

