

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ЕКТ

_____ **Анатолій ОПАНАСЮК**
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»
зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньо-професійної програми «Мережеві та інтернет-технології»
на тему:

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИЙ ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ДАНИХ
ДЛЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Здобувача групи ТК-01 _____ Симоненка Нікити Андрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник, доцент, к.т.н., доцент Ігор КУЛИК

(підпис)

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ електроніки та інформаційних технологій
Кафедра _____ електроніки і комп'ютерної техніки
Напрямок підготовки _____ 172 Телекомунікації та радіотехніка
Освітня програма _____ Мережеві та інтернет-технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою _____ Опанасюк А. С.

"__" _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

1. Тема роботи _____

затверджена наказом по університету "13" березня 2024 р. № 0255-VI.

2. Термін здачі студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити):

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

6. Дата видачі завдання _____

8. Керівник роботи _____

9. Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Постановка завдання	04.05.24	
2	Огляд літератури	12.05.24	
3	Розробка структурної схеми	16.05.24	
4	Розробка функціональної схеми	21.05.24	
5	Принципова схема адаптера	22.05.24	
6	Написання висновків та додатків	29.05.24	
7	Подача електронного формату роботи для перевірки на плагіат	04.06.24	
8	Представлення роботи керівнику і отримання відгуку	09.06.24	
9	Представлення роботи кафедрі для отримання рецензії	09.06.24	

Студент _____

Керівник роботи _____

« ___ » _____ 2024 р

Зміст

ВСТУП	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЄКТУВАННЯ	6
1.1 Принципи побудови локальних мереж	6
1.2 Фізичні середовища поширення сигналів	7
1.3 Мережеві топології.....	9
1.4 Методи доступу до даних в локальній мережі.....	11
1.5 Постановка задачі проектування	15
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ АДАПТЕРАЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	Ошибка! Закладка не определена.
3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АДАПТЕРА	21
4 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ АДАПТЕРА	26
4.1 Вибір елементної бази	26
4.2 Розробка принципів схем блоків пристрою для з'єднання з локальною мережею	27
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	38
ВИСНОВКИ	36
ДОДАТОК (А)	39
ДОДАТОК (Б)	40
ДОДАТОК (С)	41

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Симоненко Н.А			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Кулик І. А.				3	41
<i>Н. Контр.</i>					СумДУ, гр. ТК-01		
<i>Затверд.</i>		Опанасюк А. С.					
Адаптер локальної мережі топології типу "зірка Пояснювальна записка							

ВСТУП

Зв'язок на невеликі відстані у обчислювальній техніці застосовувався задовго до появи перших персональних комп'ютерів. У ті часи, коли існували лише великі ЕОМ, він використовувався для підключення до них численних терміналів. Інтелектуальні можливості цих терміналів були невеликими, практично жодної обробки інформації вони не здійснювали. Головна мета організації зв'язку полягала в тому, щоб розподілити обчислювальну потужність великої та дорогої ЕОМ між користувачами, які працювали за цими терміналами. Це називалося режимом поділу часу, оскільки велика ЕОМ послідовно у часі розв'язувала завдання багатьох користувачів. При цьому досягалось спільне використання дорогих на той час обчислювальних ресурсів.

Згодом з'явилися мікропроцесори та перші мікроЕОМ (мікрокомп'ютери). Виникла можливість розмістити комп'ютер на столі у кожного користувача, оскільки обчислювальні ресурси значно подешевшали. Проте інші ресурси залишалися ще доволі дорогими. Використання високотехнологічної машини без засобів зберігання інформації та її документування було неефективним і не завжди зручним. Знову на допомогу прийшли засоби зв'язку. З'єднавши декілька мікроЕОМ, можна було організувати спільне використання ними комп'ютерної периферії. Уся обробка інформації проводилася на місці, але її результати передавалися на централізовані ресурси. Це знову показує використання найдорожчого в системі, але вже зовсім по-іншому. Тому цей режим отримав назву режиму зворотного поділу часу. Як і в першому випадку, засоби зв'язку знижували вартість усієї комп'ютерної системи загалом.

Потім з'явилися персональні комп'ютери, які відрізнялися від перших мікрокомп'ютерів тим, що мали комплект досить розвиненої для повністю автономної роботи периферії: магнітні диски, принтери, не кажучи вже про більш досконалі засоби інтерфейсу користувача (дисплеї, клавіатури, джойстики, миші тощо). Периферія подешевшала і стала за ціною цілком порівнянною з комп'ютером. У такій ситуації також є можливості, спільне використання яких ще більше розширює гнучкість системи. Найважливіше – це спільне використання ресурсу. Те саме зворотне поділення часу, але вже на іншому рівні. Це дозволяє більш ефективно використовувати ресурси всіх наявних комп'ютерів. Наприклад, мережа об'єднує обсяг дисків усіх комп'ютерів, забезпечуючи доступ кожному з них до дисків усіх інших як до

					ЕліТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

своїх власних. Найбільш наочно переваги мережі проявляються в тому випадку, якщо всі користувачі активно працюють з єдиною базою даних, запитуючи дані з неї або вносячи до неї нові.

Розподіляти за допомогою локальних мереж можна не лише диски та принтери, але й інші ресурси, наприклад, можливість виходу до глобальної мережі. Якщо б локальної мережі не було, довелося б оснащувати відповідною апаратурою кожен комп'ютер, а з локальною мережею достатньо підключити до глобальної мережі лише один з них, і всі інші вже отримають можливість доступу до неї автоматично.

Саме ці переваги локальних мереж і забезпечують їх популярність та все ширше застосування, незважаючи на всі труднощі, пов'язані з їх встановленням та експлуатацією.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЄКТУВАННЯ

1 Принципи побудови локальних мереж

Локальна мережа – це система, яка забезпечує розподілену обробку даних і складається щонайменше з двох комп'ютерів, що взаємодіють один з одним через спеціальні засоби комунікації. Комп'ютери, що входять до мережі, виконують широкий спектр завдань, основними з яких є:

- організація доступу до мережі;
- надання обчислювальних ресурсів і послуг користувачам мережі.
- керування передачею інформації.

Засоби зв'язку, в свою чергу, призначені для забезпечення надійної передачі інформації між комп'ютерами в мережі. Комп'ютерна мережа може складатися навіть з двох комп'ютерів, але зазвичай їх кількість у мережі набагато більша.

При цьому комп'ютерна мережа не є простим об'єднанням комп'ютерів, а представляє собою досить складну систему. Кожна комп'ютерна мережа характеризується своєю топологією, протоколами, інтерфейсами, а також технічними і програмними засобами мережі.

Топологія комп'ютерної мережі відображає структуру зв'язків між її основними функціональними елементами. В залежності від розглянутих компонентів, розрізняють фізичну і логічну структури локальних мереж. Фізична структура визначає топологію фізичних з'єднань між комп'ютерами. Логічна структура визначає логічну організацію взаємодії комп'ютерів між собою. Взаємодіючи, фізична і логічна структури дають більш повне уявлення про комп'ютерну мережу.

Під мережевими технічними засобами розуміють різноманітні фізичні пристрої, які забезпечують об'єднання комп'ютерів у єдину мережу. Протоколи являють собою правила взаємодії функціональних елементів мережі. Інтерфейси - це засоби з'єднання функціональних елементів мережі.

Функціональними елементами можуть бути як окремі пристрої, так і програмні модулі, що породжує існування апаратних і програмних інтерфейсів. Мережеві програмні засоби здійснюють управління роботою комп'ютерної мережі і забезпечують відповідний інтерфейс з користувачами. До мережевих

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програмних засобів відносяться мережеві операційні системи і допоміжні (сервісні) програми.

Кожен із компонентів локальної мережі характеризує її окремі властивості, і тільки їх сукупність визначає мережу в цілому. Таким чином, вибір локальної мережі включає в себе вибір її топології, протоколів, апаратних засобів і мережевого програмного забезпечення. Кожен з цих компонентів є відносно незалежним.

1.2 Фізичні середовища поширення сигналів

Для розгортання комунікаційних ліній локальних мереж зазвичай застосовують один із трьох основних типів кабелів:

- захищені і незахищені скручені пари, позначені як STP, UTP і 10BaseT;
- товсті і тонкі коаксіальні кабелі з хвильовим опором 50 Ом, позначені як 10Base5 і 10Base2 відповідно;
- оптоволоконні кабелі.

При виборі кабелю для прокладки певної мережі зв'язку впливають, насамперед, її призначення, технічні характеристики і вартість.

Вита пара складається з двох скручених провідників. В якості провідника використовується мідний одно- або багатожильний скручений провідник. Вартість кабелю першого типу менша, але кабель другого типу надійніший і зручніший для монтажу кабельних з'єднань. Зовнішньо кабель на основі виті пари схожий на телефонний кабель, але відрізняється наявністю певної кількості скруток на один погонний метр.

За рівнем екранування виті пари поділяються на неекрановані та екрановані, останні характеризуються вищими електричними параметрами. Екрановані виті пари включають виконану з фольги екрануючу ізоляцію для запобігання електромагнітних перешкод.

Існує кілька типів кабелю з витими парами провідників. Кабелі можуть містити чотири пари провідників або представляти собою пучки з 25 і більше скручених пар, які поміщаються в загальну пластмасову оболонку. У випадку екранованого кабелю використовується додатковий загальний екран.

Неекрановані проводи, як правило, мають хвильовий опір 100 Ом, а екрановані - 150 Ом. З урахуванням широкого використання в комп'ютерних

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережах кабелю на основі витих пар провідників, розроблено ряд стандартів, які визначають електричні і монтажні параметри кабелю.

Фізично коаксіальний кабель представляє собою двохпровідну лінію зв'язку, в якій один провідник (центральный) знаходиться всередині іншого. В якості центрального провідника може використовуватися як одно- так і багатожильний мідний провідник. Кабель з багатожильним провідником більш гнучкий і надійний, але вартість його дещо вища. Зовнішній провідник виконаний у вигляді циліндра, сплетеного з мідного проводу. Центральний і зовнішній провідники розділені між собою ізоляцією. Зовнішня оболонка кабелю виготовляється з полівінілхлориду або флуорополімера. Внаслідок відносно низької вартості і гнучкості полівінілхлорид широко використовується в коаксіальних кабелях. Кабель з полівінілхлоридною оболонкою використовується переважно на відкритих або легкодоступних ділянках.

Коаксіальний кабель є широкосмуговим засобом зв'язку, який дозволяє передавати інформацію в достатньо великому частотному діапазоні. Він може використовуватися як для одноканальної, так і багатоканальної передачі.

У сучасних локальних мережах переважно використовується передача інформації через один канал. У локальних комп'ютерних мережах використовуються коаксіальні кабелі з різними хвильовими опорами - від 50 Ом до 120 Ом, проте перевага віддається кабелю з хвильовою опорою в 50 Ом. Значення хвильової опори кабелю повинно відповідати параметрам, вказаним в технічних умовах для конкретної локальної мережі. Перш за все, значення хвильової опори повинно бути узгоджене зі значенням вихідної хвильової опори використовуваних мережевих адаптерів. Невиконання цього умови призводить до нестабільної роботи локальної мережі. У локальних мережах найчастіше використовуються два види коаксіального кабелю з хвильовою опорою 50 Ом: RG-11 - так званий "товстий" або "жовтий" кабель, і RG-58 - "тонкий" кабель.

Найбільш перспективним середовищем передачі, що забезпечує високу швидкість передачі інформації на великі відстані, є оптичний кабель. У якості середовища передачі в оптичному кабелі використовується оптичне волокно (світловод), яке представляє собою тонку скляну або пластмасову нитку товщиною 8,3-100 мкм. Світловод покритий скляною оболонкою з іншим коефіцієнтом відбивання, ніж у самого світловода. Скляна оболонка відбиває світло, направляючи його вздовж світловода. Між оболонкою світловода та зовнішньою пластиковою оболонкою може розміщуватися рідкий гель (легкий кабель) або посилюючі жилки (підсилений кабель). Внутрішня скляна оболонка

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує необхідну жорсткість та стійкість до розривів, перегріву та переохолодженню. Гель і посилюючі жилки забезпечують додатковий захист від механічного впливу та впливу навколишнього середовища. Кабель може містити одне світлопровідне волокно, але зазвичай їх декілька.

Сигнал через оптичне волокно може поширюватися по одному шляху у вигляді досить тонкого пучка світла або по кількох пучках світла. У першому випадку говорять про одномодовий, у другому - про багатомодовий кабель.

Слід зазначити, що прозорість оптичного волокна на кілька порядків вища за прозорість звичайного скла, що дозволяє передавати світловий сигнал на десятки кілометрів без значного зниження рівня сигналу.

Оптичне волокно має високу гнучкість, що дозволяє розміщувати оптичний кабель практично в тих самих місцях, де і коаксіальний. За допомогою відповідної технології виробництва оптоволоконного кабелю можна забезпечити, що світло буде поширюватися вздовж кабелю і не виходитиме на поверхню, навіть якщо кабель буде скручуватися. Крім того, оптоволоконний кабель має значно меншу вагу і товщу порівняно зі звичайним кабелем. До переваг кабелю з оптичним середовищем передачі варто віднести стійкість до електричних перешкод, що дозволяє його використовувати поблизу джерел сильних електромагнітних полів, наприклад, електросварювальних апаратів.

Вартість обладнання для оптоволоконних мереж і його встановлення значно перевищує вартість інших типів мережевого обладнання. Через це оптоволоконний кабель зараз використовується переважно у великих мережах, де є високий рівень електромагнітних перешкод, а також для захисту від несанкціонованого зняття інформації з передавального середовища.

1.3 Мережеві топології

При створенні мережі, у якій використовуються лише мережеві адаптери без таких засобів, як роутери, концентратори і т. д., може бути реалізована одна з трьох мережевих топологій: зіркова, шинна або кільцева.

Зіркова мережа (див. рисунок 1.1) характеризується наявністю центрального вузла комутації - мережевого сервера, до якого (або через який) надсилаються всі повідомлення. У цьому випадку на мережевий сервер, крім основних функцій, можуть бути покладені додаткові функції щодо збігу швидкостей

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи станцій та перетворення протоколів обміну, що дозволяє в рамках однієї мережі об'єднувати різнотипіві робочі станції.

Наряд з певними перевагами, подібні локальні мережі мають і ряд недоліків. Зокрема, при підключенні великої кількості робочих станцій підтримка високої швидкості комутації потребує значних апаратних витрат. Крім того, значне функціональне навантаження центрального вузла визначає його складність, що, звичайно, впливає на надійність.

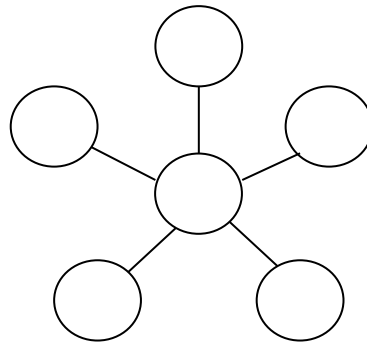


Рис. 1.1 - Зіркова топологія мережі

У мережах із шинною топологією (див. рисунок 1.2) робочі станції за допомогою мережевих адаптерів підключаються до загальної магістралі (шини). Також до загальної магістралі підключаються інші мережеві пристрої. Під час роботи мережі інформація від передавальної робочої станції надходить на адаптери всіх робочих станцій, проте сприймається лише адаптером тієї робочої станції, якій вона адресована.

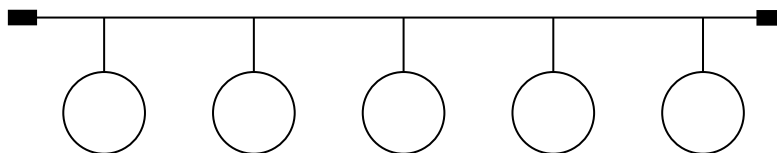


Рис 1.2 – Шинна топологія мережі

Така пряма топологія відрізняється простотою організації та можливістю підключення нових робочих станцій без застосування додаткового обладнання, що є економічно вигідним з точки зору збереження кабелю. Однак наявність загального передавального середовища не дозволяє абонентським системам одночасно передавати інформацію. Недоліком такого з'єднання є те, що будь-який перерив у кабелі або поганий контакт призводить до відмови всієї мережі (сегмента).

Кільцева мережа (див. рисунок 1.3) характеризується наявністю замкненого однонаправленого каналу передачі даних у вигляді кільця або петлі. У цьому випадку інформація передається послідовно між адаптерами робочих станцій, доки не буде прийнята отримувачем і потім видалена з мережі. Зазвичай за видалення інформації з мережі відповідає її відправник. Управління роботою кільцевої мережі може здійснюватися централізовано за допомогою спеціальної моніторної станції або децентралізовано за рахунок розподілу функцій управління між усіма робочими станціями. Недоліком кільцевої топології є те, що відмова одного звена кільця може вивести з ладу всю локальну мережу. З метою підвищення надійності кільцевих структур використовують спеціальні неперервні комутатори, що дозволяють автоматично відключати неробочі комп'ютери або окремі сегменти мережі.

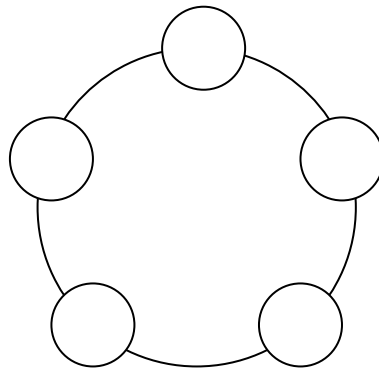


Рис. 1.3 – Кільцева топологія мережі

Використання додаткового апаратного забезпечення дозволяє об'єднувати мережі (сегменти мережі) різних топологій, надаючи можливість отримати достатньо складні змішані архітектури.

1.4 Методи доступу до даних в локальній мережі

Многокористувацький доступ з аналізом несучої частоти та виявленням помилок (CSMA/CD), який використовується в мережах Ethernet. CSMA/CD - це протокольний алгоритм доступу, призначений для архітектури Ethernet. Технологія CSMA/CD дозволяє робочим станціям або пристроям локальної мережі (вузлам), що намагаються передати дані по кабельній мережі Ethernet, переконатися, чи не відбувається в цей момент передача в мережі інших даних. Принцип роботи CSMA/CD відображено в самому назві цього протоколу.

Припускається, що станції Ethernet виконують передачу лише тоді, коли в кабелі відсутній який-небудь інший потік даних, і контроль несучої (Carrier

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Sensing) саме означає здатність мережевої плати Ethernet "прослуховувати" мережу та виявляти в ній наявність будь-яких сигналів, пов'язаних з передачею даних. Тільки за відсутності таких передач від інших вузлів (несуча частота) станція може передати свої дані.

Ethernet є мережею з багатокористувацьким доступом (Multiple Access). Це означає, що будь-яка станція може намагатися передати дані у той момент, коли мережа не використовується жодною іншою станцією. Якщо дві станції в цей час "прослуховують" і намагаються ініціювати свою передачу одночасно, вони потрапляють у конфлікт.

Будь-яка станція, яка виявляє "накладання" декількох передач або їх взаємодію (Collision Detection), висилає у мережу додаткові дані для ініціювання процесу, що називається блокуванням (jamming). Цей процес забезпечує розповсюдження повідомлення про конфлікт по мережі до всіх інших станцій Ethernet, які у цьому випадку утримуються від спроб передачі. Ці станції залишаються бездіяльними протягом певного періоду часу, після чого знову намагаються розпочати передачу. Зазначений період часу може бути різним і, як правило, визначається алгоритмами роботи апаратних та програмних засобів в мережевій інтерфейсній платі Ethernet.

Принцип, що використовується протоколом доступу CSMA/CD, полягає в тому, щоб полегшити вузлам передачу даних за рахунок мінімально можливого обсягу даних у мережі. Робочі станції повинні вміти визначити, чи відбувається певна передача, перед тим як передати свої дані. По суті, вузли контролюють наявність несучої частоти, що дозволяє багатьом станціям здійснювати організований доступ до мережі.

Конфлікт у мережі Ethernet можна визначити як результат спроби двох або більше станцій Ethernet одночасно передати свої дані по мережі Ethernet. Конфлікти не є загрозою для роботи мережі, якщо рівень обсягу даних про виникнення конфліктів у окремій мережі Ethernet не перевищує 1%. У разі виникнення конфліктних ситуацій можливі порушення кадрів (певні вузли можуть виявляти це явище як "укорочені" кадри).

Згідно з протоколом CSMA/CD лише один комп'ютер може передавати дані через кабельну середу Ethernet у кожний конкретний момент часу. За виявлення сеансу зв'язку в мережі або конфліктів відповідають секції трансіверів та мережевої плати вузла Ethernet.

Метод доступу за маркером на прикладі мережі Token Ring. Станції (ПК) отримують доступ до передаючого середовища за допомогою маркера, який

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

передається по кільцю. Маркер представляє собою трьохбайтовий кадр, який циркулює по кільцю, залишаючись у пасивному стані, доки якій-небудь станції не знадобиться виконати передачу даних по кільцю. Станція, яка намагається передати дані, повинна захопити маркер.

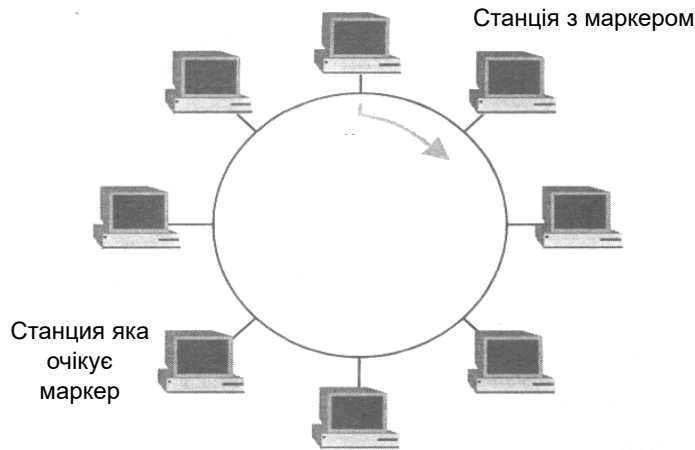


Рис 1.4 - Станція, яка має намір передати дані,

Кожна станція в мережі кільцевої топології має змогу захопити маркер, але це можливо лише у випадку, коли інші станції не використовують його.

Перш ніж передати маркер далі, станція додає до кадру маркера інформаційний блок. Після цього маркер перетворюється на кадр керування доступом до передавальної середи (MAC) або кадр керування логічним каналом передачі даних (LLC). Ця інформація також включає адресу (або адреси) отримувача переданих даних.

Коли станція-адресат (або кілька таких станцій) отримує дані, маркер повертається до вихідної станції (джерела).

Завершивши передачу, вихідна станція очищає кадр маркера, видаляючи будь-яку додаткову інформацію, пов'язану з пакетом, і повертає маркер у кільце.

Головна відмінність між 4 Мбіт/с і 16 Мбіт/с Token Ring полягає в пропускній здатності, а також є інші різниці. Наприклад, 16 Мбіт/с Token Ring підтримує кадри більшого розміру, ніж 4 Мбіт/с Token Ring. Кадри 4 Мбіт/с Token Ring мають приблизно 4500 байтів, а кадри 16 Мбіт/с Token Ring в чотири рази більше - 18000 байтів. Таке збільшення пропускну здатності забезпечує більшу пропускну спроможність.

Важною особливістю мережі зі швидкістю 16 Мбіт/с є введення поняття раннього звільнення маркера (Early Token Release - ETR) у архітектурі Token Ring. ETR дозволяє пересувати по кільцю два маркера одночасно. При швидкості 4 Мбіт/с тільки один маркер рухається по кільцю в будь-який момент часу.

ETR забезпечує можливість наявності двох маркерів у кільці одночасно завдяки тому, що при швидкості 16 Мбіт/с кадри даних витрачають менше часу на переміщення по кільцю, і саме кільце має більшу вільну зону пропускної здатності. Для заповнення цієї вільної зони пропускної здатності архітектура Token Ring вимагає передачі нуль-символів. Ця вільна зона пропускної здатності витрачається безпродуктивно, але в разі ETR передавальна станція звільняє маркер одразу після відправлення кадру даних. Це суттєво відрізняється від кільця зі швидкістю 4 Мбіт/с, де маркер утримується до тих пір, поки "старий" кадр даних не повернеться на передавальну станцію. Станція, яка очікує моменту, коли вона зможе розпочати передачу даних, затратить на це менше часу. В даний час мережі зі швидкістю 16 Мбіт/с частіше використовуються як магістралі в складі великих мереж з топологією Token Ring.

Метод доступу та кадри для мереж ARCNet. При підключенні пристроїв до ARCNet використовують топологію шини або зірки. Адаптери ARCNet підтримують метод доступу Token Bus (маркерна шина) та забезпечують продуктивність 2,5 Мбіт/с. Цей метод передбачає такі правила:

- всі пристрої, що приєднані до мережі, можуть передавати дані лише після отримання дозволу на передачу (маркер);
- в будь-який момент часу тільки одна станція в мережі має такий дозвіл;
- кадр, який передається однією станцією, одночасно аналізується всіма іншими станціями мережі.

У мережах ARCNet використовується асинхронний метод передачі даних (у мережах Ethernet та Token Ring застосовується синхронний метод), тобто передача кожного байта в ARCNet виконується відправленням ISU (Information Symbol Unit), що складається з трьох службових старт/стоп бітів і восьми бітів даних.

У мережі ARCNet визначено 5 типів кадрів:

- ITT (Invitations To Transmit) – запрошення на передачу. Станція, яка отримує цей кадр, отримує право на передачу даних;
- FBE (Free Buffer Enquiries) – запит про готовність до прийому даних. Цим кадром перевіряється готовність вузла до прийому даних;
- DATA – через цей кадр передається пакет даних;
- ACK (ACKnowledgments) – підтвердження прийому. Відповідає на запит FBE або підтверджує прийом кадру DATA без помилок;
- NAK (Negative ACKnowledgments) – вузол не готовий до прийому даних або отриманий кадр містить помилки.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі станції в мережі ARCnet ідентифікуються 8-бітовим ID (Identification – фізична адреса мережевого адаптера), який встановлюється за допомогою перемикачів на платі.

У мережі ARCnet послідовність передачі даних визначається фізичними адресами станцій (ID). Першою є станція з найбільшим адресою, потім станція з найменшим адресою, і так далі за зростанням адрес. Кожна станція знає адресу наступної за нею станції (NextID або NID), визначену під час реконфігурації системи. Після передачі даних станція передає право передачі наступній станції за допомогою кадру ITT, встановлюючи адресу NID в поле DID. Таким чином, кожній станції надається можливість передати свої дані.

Для передачі пакету станція спочатку повинна отримати маркер. Отримавши маркер, вузол відправляє кадр FBE тій станції, якій мають бути передані дані. Якщо станція-отримувач не готова, вона відповідає кадром NAK, в іншому випадку - ACK. Отримавши ACK, вузол, який має маркер, починає передавати кадр DATA. Після відправлення кадра передавач очікує відповіді протягом певного часу. Якщо отримано відповідь ACK, то передавач передає маркер наступній станції. Якщо отримано відповідь NAK, то передавач повторно передає отримувачеві кадр DATA. Потім маркер передається наступній станції.

Кожна станція починає приймати кадр DATA, виявляючи передачу початкового роздільника АВ. Потім порівнює значення адреси DID зі своїм адресом. Якщо адреси однакові або прийшов ширококомовний кадр, дані записуються в буфер станції, в іншому випадку кадр ігнорується. Кадр вважається нормально прийнятим, якщо він прийнятий повністю, і контрольна сума збігається зі значенням в полі CRC. Отримавши нормальний кадр DATA, станція відправляє відповідь ACK. Якщо при прийомі виявлена помилка, то передається відповідь NAK. У відповідь на ширококомовний кадр DATA кадри ACK і NAK не передаються.

1.5 Постановка задачі проектування

Згідно проведеного аналізу, всі функції проектованого адаптера локальної мережі типу "зірка" можна розділити на дві групи:

- функції з'єднання пристрою з'єднання з комп'ютером (функції системної магістралі)
- функції з організації обміну в мережі (мережеві функції).

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Функції першої групи визначаються пристроєм комп'ютера, що підключається до мережі, а функції другої групи визначаються типом мережі і можуть бути дуже різноманітними залежно від типу мережевого кабелю, прийнятого протоколу управління, топології мережі і т.д.

Під системними магістральними функціями проєктованого адаптера розуміється організація з'єднання з системною магістраллю персонального комп'ютера. Найбільше поширення серед системних магістралей персональних комп'ютерів типу IBM PC отримала ISA, що представляє собою 16-розрядну магістраль з окремими шинами адреси і даних. Тому розроблений пристрій призначений для з'єднання саме з цією системною магістраллю.

Серед сетевих функцій пристрою відносяться ті, що реалізують прийнятий у мережі протокол обміну. Частина цих функцій може виконуватися як апаратною частиною адаптера, так і програмним забезпеченням персонального комп'ютера. Перенесення їх на програмні засоби дозволяє спростити апаратну частину адаптера і значно збільшити гнучкість обміну, проте таке рішення призведе до уповільнення роботи системи.

Проектований пристрій призначений для встановлення в клієнтський персональний комп'ютер, сумісний з IBM PC/AT, і має в своєму складі інтерфейс ISA. Пристрій повинен бути орієнтований на спільну роботу з апаратним забезпеченням центрального абонента мережі (сервера), на якого покладені функції управління обміном і арбітражу мережі. Таким чином, адаптер локальної мережі типу "зірка" повинен задовольняти такі технічні вимоги:

- швидкість передачі ≤ 8 Мбіт/с;
- максимальна довжина кабелю мережі між сервером і робочою станцією ≤ 3 км;
- максимальна кількість робочих станцій на один сервер 8;
- середа передачі інформації - оптичний кабель;
- метод кодування інформації - RZ;
- метод доступу до мережі - централізований з опитуванням;
- спосіб обміну інформацією - побайтовий;
- спосіб передачі інформації - півдуплексний (по двома однонаправленим кабелям).

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ АДАПТЕРА ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Функції адаптера локальної мережі можна розподілити на дві основні групи. Перша включає в себе функції з'єднання пристрою з комп'ютером, а друга - функції організації обміну в мережі.

Функції першої групи визначаються складом комп'ютера, який підключається до мережі, і не відрізняються великим різноманіттям, а функції другої групи визначаються типом мережі і можуть бути дуже різноманітними в залежності від типу мережного кабелю, прийнятого протоколу управління, топології мережі і т. д. З'єднання з системною магістраллю (шиною, каналом) персонального комп'ютера буде здійснюватися на основі системної магістралі ISA персональних комп'ютерів, яка є 16-розрядною магістраллю з окремими шинами адреси та даних. Вона підтримує програмний обмін, обслуговування переривань і прямий доступ до пам'яті.

Одна з особливостей ISA - окремі сигнали обміну з пристроями введення/виведення та з пам'яттю. Ця магістраль використовується практично в усіх комп'ютерах. Більшість мережевих адаптерів, що випускаються серійно, розраховані на неї.

Серед основних магістральних функцій адаптера локальної мережі виділяють три основні:

- розпізнавання власної адреси на магістралі (так звана селекція або декодування адреси);
- електричне буферування сигналів магістралі;
- обробка стробів обміну на магістралі (генерація внутрішніх управляючих сигналів).

Основна магістральна функція - селекція або декодування адреси - виконується адаптерами, які працюють в режимі програмного обміну. Цю функцію виконує вузол, який називається селектором адреси, який повинен згенерувати сигнали (ADR), відповідні виставленню на шині адреси магістралі коду адреси, що належить даному адаптеру, або коду адреси зі зони адрес даного адаптера.

Буферування сигналів магістралі використовується для електричного взаємозв'язку та має дві основні функції: електрична ізоляція (для всіх сигналів) та передача сигналів у потрібному напрямку (лише для двонапрямлених

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

сигналів). Для буферування найчастіше використовуються мікросхеми магістральних приймачів, передавачів та приймально-передавальних пристроїв. Електрична ізоляція передбачає забезпечення потрібних вхідних та вихідних струмів. Невиконання цього правила може призвести до збоїв у роботі комп'ютера навіть до виходу з ладу окремих його вузлів.

Ще одна функція магістралі адаптера - генерація сигналів апаратних переривань. Переривання часто використовуються в схемах мережевих адаптерів для інформування комп'ютера про завершення операцій обміну по мережі, наприклад, про завершення прийому пакета або передачі пакета.

Всі переривання в персональних комп'ютерах типу IBM PC - радіальні, тобто для переведення процесора в режим обробки переривання достатньо відправити запит, в якості якого виступає позитивний фронт сигналу на одній з ліній IRQ. Адреса в системній таблиці, за якою знаходиться адреса початку програми обробки переривання, однозначно визначається номером використаної лінії IRQ.

Функціями зв'язку, які відносяться до мережі, є ті, які реалізують прийнятий у мережі протокол обміну. Частина цих функцій може виконуватися як апаратурою адаптера, так і програмним забезпеченням персонального комп'ютера. Перенесення їх на програмне забезпечення дозволяє спростити апаратуру адаптера і значно збільшити гнучкість обміну, але таке рішення призведе до сповільнення роботи системи. Інші функції обов'язково повинні виконуватися апаратурою.

Нижче перераховані основні мережеві функції адаптера локальної мережі:

- 1) Гальванічна ізоляція комп'ютера та локальної мережі. У деяких випадках, таких як використання оптоволоконного кабелю, радіоканалу чи інфрачервоного каналу, така ізоляція може виявитися зайвою.
- 2) Конвертування рівнів сигналів з логічних в мережеві під час передачі та з мережевих в логічні під час отримання.
- 3) Кодування сигналів під час передачі та їх декодування під час отримання. Ця функція не потрібна при використанні в мережі простого коду NRZ.
- 4) Розпізнавання власного пакета під час отримання.
- 5) Конвертування паралельного коду в послідовний під час передачі та послідовного коду в паралельний під час отримання.
- 6) Буферизація передаваних та отримуваних даних у буферній оперативній пам'яті.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- 7) Проведення арбітражу обміну даними по мережі, включаючи контроль стану мережі та вирішення конфліктів.
- 8) Обчислення контрольної суми пакета під час передачі та отримання.

Функція електричної відокремлення не є необхідною для оптоволоконного середовища передачі інформації, яке використовується в даній мережі. Функція перетворення рівнів сигналів з логічних в мережеві при передачі і з мережевих в логічні при отриманні полягає у перетворенні електричних сигналів одного рівня або виду (оброблюваного адаптером) в інший (передаваний по середовищу) і навпаки: з сигналів рівня TTL в світловий потік, що використовується в оптоволоконному середовищі.

Розпізнавання свого пакета при отриманні актуально для мереж з іншою ніж "зірка" топологією та іншим методом доступу (багатокористувацьким або маркерним). У нашому випадку обмін інформацією строго регламентується "активним" центральним комп'ютером, тому ця функція лишена необхідності в даному пристрої. Передавана по лінії зв'язку інформація зазвичай піддається спеціальному кодуванню, що сприяє підвищенню надійності передачі. При цьому необхідні додаткові апаратні витрати на кодування і декодування, і збільшується вартість адаптерів мережі, але переваги кодування все ж очевидні - підвищення достовірності передачі інформації. У нашому випадку має місце використання самосинхронізуючого коду RZ. Даний код є трьохрівневим, оскільки після значущого рівня сигналу в першій половині переданого біта інформації слідує повернення до певного "нульового" рівня. Перехід до нього завжди відбувається в середині біта, отже, з цього коду приймач може виділити синхроімпульс (строб). Кодування інформації відповідно до даного коду здійснюється безпосередньо перед передачею, а декодування - після отримання перед наступними перетвореннями отриманих сигналів. Наступна важлива функція - перетворення паралельного коду в послідовний при передачі і послідовного в паралельний при отриманні. Комп'ютер передає дані байтами (8 біт) або словами (16 біт або 32 біта), але в мережі дані повинні передаватися послідовно біт за бітом, щоб можна було обмежитися єдиним кабелем, оскільки паралельна передача, хоча і є швидшою, проте вимагала б раптового збільшення апаратних витрат (приймач і передавач для кожної лінії зв'язку).

Перетворення послідовного коду в паралельний і навпаки може бути реалізовано також програмним шляхом з використанням команд арифметичного зсуву процесора, який входить до складу комп'ютера. Це дозволило б значно спростити апаратуру пристрою. Однак значне уповільнення передачі даних від

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

комп'ютера до пристрою зв'язку і від пристрою зв'язку до комп'ютера робить такий підхід практично неприйнятним.

Наступною важливою функцією мережевого пристрою є буферизація даних у буферній оперативній пам'яті. Основне завдання буферизації полягає у звільненні комп'ютера від контролю за станом мережі. Якщо буферна пам'ять не використовується, то під час передачі комп'ютер повинен аналізувати можливість передачі своїх даних та здійснювати цю передачу у потрібний момент.

При отриманні пакета з мережі комп'ютер має швидко припинити виконання інших завдань та почати приймати пакет у свою пам'ять. Використання буферної ОЗ дозволяє узгоджувати швидкість пересилання даних комп'ютером і швидкість обміну по мережі, уникаючи переривань та затримок.

Ще одна важлива функція - арбітраж мережі, яка здійснюється центральним комп'ютером в мережі з топологією "зірка". Обчислення контрольних сум даних дозволяє виявляти помилки при передачі інформації, проте в оптоволоконних мережах ризик помилок дуже низький, тому кодування з контрольними сумами не завжди є необхідним.

Отже, адаптер локальної мережі складається з наступних блоків:

- буфер даних, що використовується для тимчасового зберігання та адаптації сигналів даних;
- буфер адрес, який служить для тимчасового зберігання та адаптації сигналів адрес;
- селектор адрес, що використовується для визначення та фіксації зони адрес адаптера;
- схема генерації апаратних переривань, призначена для формування запиту на переривання для персонального комп'ютера;
- схема генерації внутрішніх управляючих стробів, яка використовується для синхронізації роботи блоків адаптера;
- конвертер коду, призначений для перетворення кодів з паралельної форми у послідовну та навпаки;
- кодер коду RZ, що використовується для перетворення двійкових сигналів в лінійний код RZ;
- декодер коду RZ, призначений для перетворення лінійного коду RZ у двійкові сигнали;
- передавач, який відповідає за відправку сигналів у лінію зв'язку;
- приймач, який використовується для отримання сигналів з лінії зв'язку.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

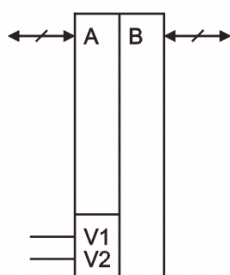
3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АДАПТЕРА ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Вибір типу буфера для кожного магістрального сигналу (приймач, передавач або приймально-передавальний пристрій) залежить від призначення цього сигналу та можливих режимів роботи пристрою сполучення. У разі, коли адаптер функціонує в режимі програмного обміну, приймачі використовуються для сигналів адреси SA0...SA9 і для керуючих сигналів -IOR, -IOW, AEN, BALE, -SBHE, тоді як передавачі застосовуються для сигналів I/O CH RDY та I/O CS 16 (сигнали магістралі ISA). Для сигналів даних зазвичай застосовуються приймально-передавальні пристрої, оскільки адаптер функціонує в режимах читання і запису. Якщо можливий обмін через переривання, додається передавач для сигналу IRQ, а якщо використовується ПДП, застосовується передавач для сигналу DRQ і приймач для сигналу DACK.

Передавачі повинні забезпечувати великий вхідний струм та підтримувати відключення виходу (наприклад, для шини даних), тобто мати виходи з відкритим колектором і тристабільними виходами. Це необхідно для переведення адаптера в пасивний стан при відсутності запитів до нього.

Мікросхеми приймально-передавальних пристроїв існують у двох основних типах: з двома двонаправленими шинами або з трьома шинами (одна двонаправлена, одна вхідна і одна вихідна). Частіше потрібні приймально-передавальні пристрої з окремими вхідними та вихідними шинами даних, але при використанні багаторозрядних мікросхем ОЗП або зсувних регістрів, що мають двонаправлену шину даних, зручніше використовувати приймально-передавальні пристрої з об'єднаними вхідними/вихідними даними.

На малюнку 3.1 зображено приймально-передавальний пристрій з двома двонаправленими шинами. Другою магістральною функцією адаптерів, що працюють в режимі програмного обміну, є селекція або дешифрація адреси. Селектор адреси може бути реалізований на мікросхемах дешифраторів, кодових компараторів, ПЗП (малюнок 3.2) або ПЛМ, а також на логічних елементах.



					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Рисунок 3.1 – Приймально-передавальний пристрій з двома шинами

Якщо адаптер функціонує як пристрій вводу/виводу, то на селектор адреси, окрім сигналів адреси, повинен надходити сигнал AEN, що використовується для блокування роботи селектора адреси. Тобто, при прямому доступі до пам'яті через магістраль, пристрій вводу/виводу (в даному випадку – адаптер) повинен бути відключений від магістралі і не повинен реагувати на адресні коди, виставлені на шині.

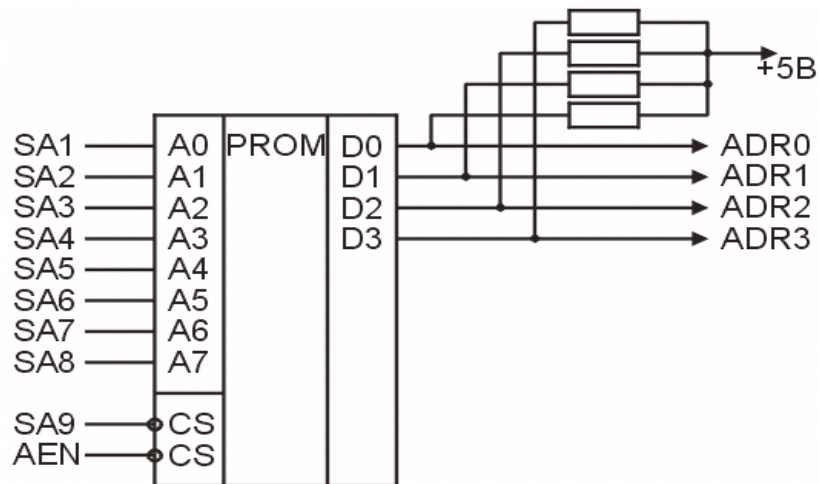


Рисунок 3.2 – Селектор адреси на ПЗП

Наступна важлива функція інтерфейсної частини адаптера – генерування внутрішніх стробуючих сигналів (STR) синхронно з магістральними командними сигналами (-IOR, -IOW, -MEMR, -MEMW) при зверненні за адресами адаптера (тобто активних сигналів STR). Якщо потрібно небагато таких внутрішніх стробів, найраціональніше використати двохходові елементи І або АБО (з інверсією вихідного сигналу або без, залежно від полярності сигналів ADR і STR) для їх генерації. У разі потреби в великій кількості внутрішніх стробуючих сигналів доцільно застосовувати мікросхеми дешифраторів. Приклад такого рішення показаний на малюнку 3.3. Тут два молодших розряди адреси подаються не на селектор адреси (AS), а безпосередньо на дешифратор, верхня частина якого керується сигналом із селектора адреси та сигналом -IOR, а нижня частина – сигналом із селектора адреси та -IOW. Таким чином, виходи STR0...STR3 відповідають циклам читання з чотирьох послідовних адрес, а STR4...STR7 – запису в ці адреси. Використовувати всі виходи дешифратора необов'язково.

Ще одна важлива функція – перетворення паралельного коду в послідовний при передачі та послідовного в паралельний при прийомі. У найпростішому

випадку для цього застосовуються зсувні регістри з паралельним входом і послідовним виходом для передачі, регістри з послідовним входом і паралельним виходом для прийому, а також універсальні двонаправлені зсувні регістри для прийому і передачі. Останні дуже зручні для спільної роботи з буферним ОЗП, що має двонаправлену шину даних.

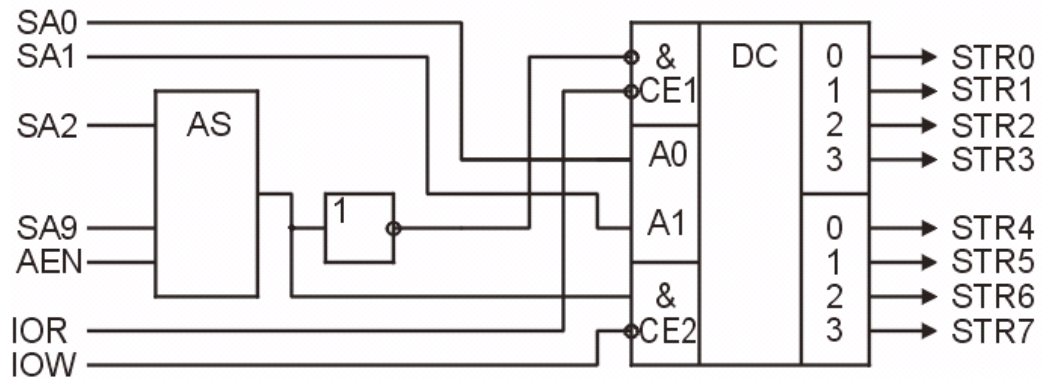


Рисунок 3.3 – Пристрій генерування внутрішніх стробів

Як приклад, на малюнку 3.4 показано підключення універсального зсувного регістра для організації передачі даних. У цій схемі тактовий генератор (Г) працює з частотою передачі в мережі. Восьмибітні паралельні дані у режимі передачі записуються в регістр один раз за вісім тактів (нульовий рівень на вході S1 регістра).

Кодування інформації в самосинхронізуючий код RZ відбувається перед передачею інформації в мережу, а декодування – після прийому даних з мережі.

Для шифрування коду RZ можна використати схему, показану на малюнку 3.5. У цій схемі не врахована можливість появи паразитних імпульсів через неодновременність фронтів сигналу даних і стробу. Щоб запобігти їх виникненню, можна використовувати запис цих сигналів перед їх змішанням у регістр, стробований сигналом удвічі більшої частоти, ніж строб даних.

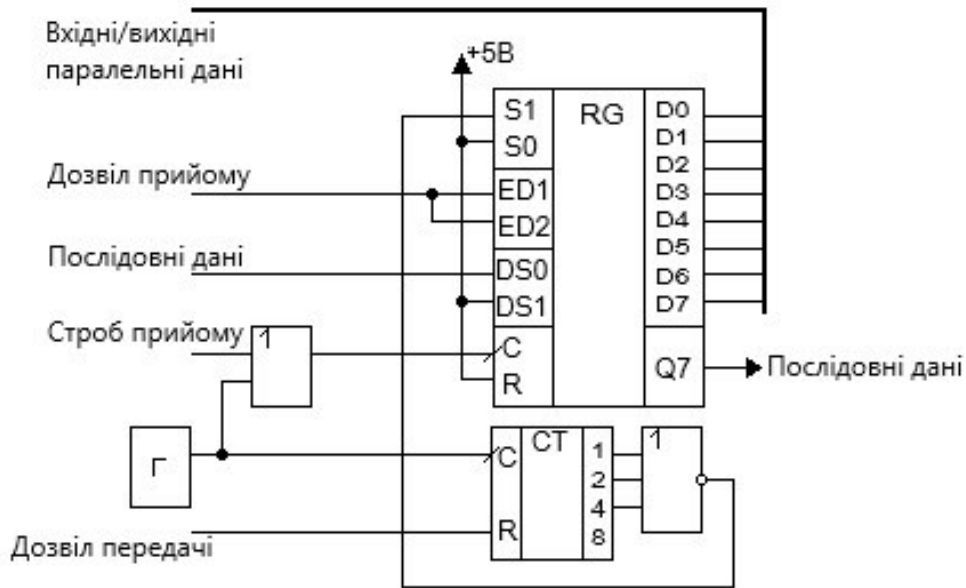


Рисунок 3.4 - Перетворювач даних на універсальному зсувному реєстрі

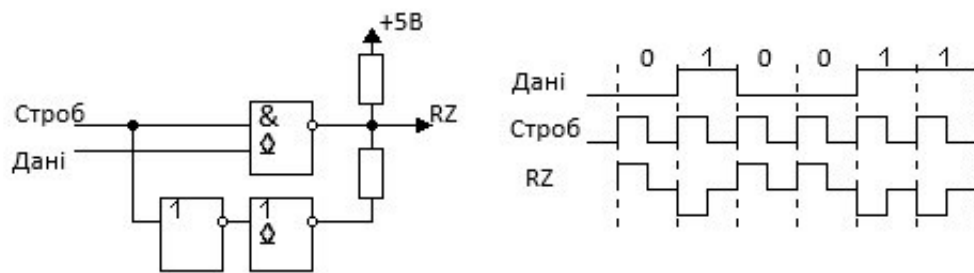


Рисунок 3.5 – Шифратор коду RZ

Декодування коду RZ вимагає розрізнення рівнів сигналів. Для цього можна застосувати схему, представлену на малюнку 3.6. Тут використовуються два компаратори напруги, пороги спрацьовування яких знаходяться по обидві сторони від середнього рівня сигналу RZ. Сигнали з виходів цих компараторів перемикають тригер, на виході якого утворюється сигнал даних. Стробуючим сигналом при цьому є об'єднання по І або сигналів з виходів обох компараторів. У розглянутій схемі не враховується ослаблення сигналу RZ у лінії зв'язку, що призводить до зниження всіх рівнів і вимагає гнучкої адаптації порогів спрацьовування компараторів до отриманого в результаті середнього рівня вхідного сигналу. У випадку, коли прийняті сигнали надходять від різноудалених абонентів, це може призвести до серйозних проблем. Але така ситуація є характерною і для всіх інших кодів, що використовуються в локальних мережах.

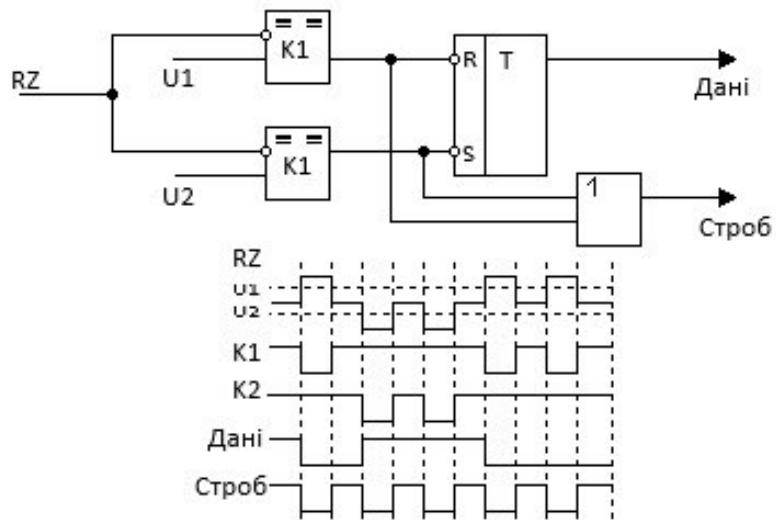


Рисунок 3.6 – Схема дешифратора коду RZ

4 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ АДАПТЕРА ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

4.1 Вибір елементної бази

Для побудови пристрою були обрані мікросхеми малої та середньої ступені інтеграції, переважно серії КР1533. Вхідні та вихідні струми, а також часові затримки сигналів мікросхем цієї серії відповідають вимогам, що пред'являються до буферних елементів, які працюють з магістраллю ISA (таблиця 4.1).

Параметр	Значення	
	КР1533	КР556
Серія, мікросхема	КР1533	КР556
Споживаний струм, <i>mA</i>		140
Логічного нуля	3	
Логічної одиниці	0,85	
Вихідний струм, <i>mA</i>		
Логічного нуля	-0,2	- 0,25
Логічної одиниці	0,02	0,04
Вихідний струм, <i>mA</i>		
Логічного нуля	12	10
Логічної одиниці	-3	
Вихідна напруга, <i>V</i>		
Логічного нуля	0,4	0,5
Логічної одиниці	2,4	2,4
Час переходу		
0, 1	13	
1, 0	13	
Час вибірки		
Дозвіл		30
Адреса		90

Таблиця 4.1 – Деякі параметри застосовуваних мікросхем

В якості приймача та передавача використані оптичні приймач і передавач МПД-3-1 (модуль передавача) та МПР-3-1 (модуль приймача) виробництва саратовського НПО "Рефлектор". Особливістю цих модулів є їх робота в самосинхронізуючому коді RZ, а також наявність вбудованих схем кодування в передавачі та декодування в приймачі. Це сприяє підвищенню надійності пристрою та вирішенню проблеми синхронізації переданої інформації. Під час розробки тракт "передавач – оптоволоконний кабель – приймач" можна розглядати як два провідники: по одному передаються дані в послідовному коді, а по іншому – стробуючі імпульси цих даних. Довжина таких провідників може

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк. 26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сягати 3 км. Однак ці модулі мають обмежене швидкодію: вони фактично працюють на швидкості передачі до 10 Мбіт/с.

4.2 Розробка принципових схем блоків пристрою для з'єднання з локальною мережею

Як було зазначено раніше, функції мережевих адаптерів поділяються на магістральні (забезпечують взаємодію пристрою з системним інтерфейсом, в даному випадку з шиною ISA) та мережеві (здійснюють обмін інформацією з іншими абонентами мережі через середовище передачі інформації – оптоволоконний кабель). Тому розгляд конкретної реалізації певних функцій буде виконано у такій послідовності.

До мережевих функцій належать наступні:

- буферування електричних сигналів магістралі;
- визначення власної адреси на магістралі (так звана селекція або дешифрування адреси);
- обробка стробів обміну на магістралі (створення внутрішніх керуючих сигналів).

Для буферування сигналів даних була обрана ІМС КР1533АП6, яка представляє собою двонаправлений восьмирозрядний буфер з трьома станами виходів. Підключення ІМС показано на рисунку 4.1.

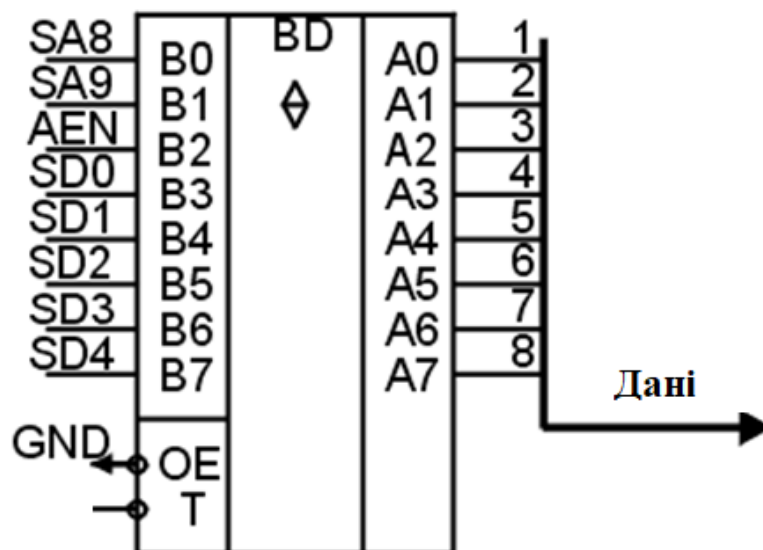


Рисунок 4.1 – Двонаправлений буфер даних КР1533АП6

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлення ІМС +5В подається на вивід 20, загальний провід («земля») — на вивід 10. Строб читання даних надходить від формувача внутрішніх стробів обміну.

Для буферування керуючого слова використовується восьмирозрядний формувач з трьома станами виходів КР1533АП5, який містить два чотирирозрядних порти, керованих кожен окремим стробом. Підключення до магістралі показане на рисунку 4.2. Живлення ІМС +5В подається на вивід 20, загальний провід — на вивід 10.

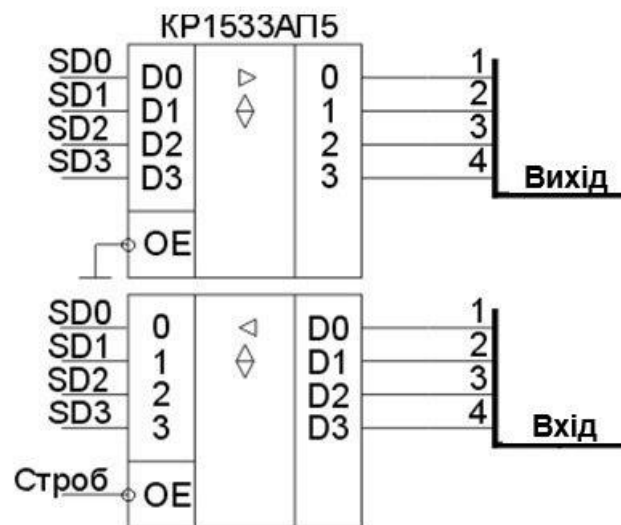


Рисунок 4.2 – Буфер керуючого слова

Наступною магістральною функцією є розпізнавання власної адреси на магістралі. Для цього використовується мікросхема ППЗУ КР556РТ4 з організацією 256х4. Це ПЗУ повинно бути перед тим запрограмовано таким чином, щоб при встановленні адреси на шину та у випадку співпадіння цієї адреси з адресою пристрою (адаптера) в системі на виході селектора адреси з'являвся логічний нуль (сигнал вибору). Включення ІМС представлено на рисунку 4.3. Живлення +5В подається на вивід 16, загальний провід — на вивід 8.

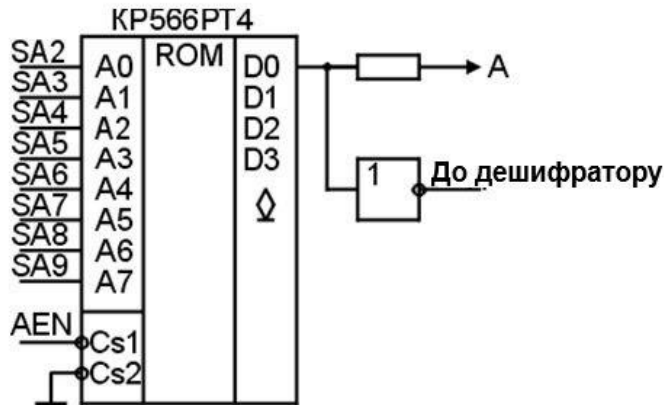


Рисунок 4.3 – Селектор адреси на ППЗУ KP556PT4

Для реалізації наступної функції – генерації внутрішніх керуючих стробів обміну – використаний подвійний дешифратор-демультиплексор KP1533ИД4. Підключення даної мікросхеми показано на рисунку 4.4. Живлення +5В подається на вивід 16, загальний провід – на вивід 8. При звертанні до мережевого адаптера селектор адреси генерує відповідний сигнал, який подається на входи вибору каналу дешифратора. Генерація керуючих сигналів у відповідному каналі пристрою відбувається при одночасному подаванні на входи "&" одного з сигналів -IOR, -IOW. При цьому програмно узгоджується комбінація сигналів на входах A0, A1 дешифратора для кожного з генерованих сигналів.

Також в схемі інтерфейсної частини використані мікросхеми тригерів KP1533TM2 (два тригери затримки). Живлення +5В подається на вивід 14, загальний провід – на вивід 7. Тригер Т1 генерує сигнал, що дозволяє приймати інформацію з мережі.

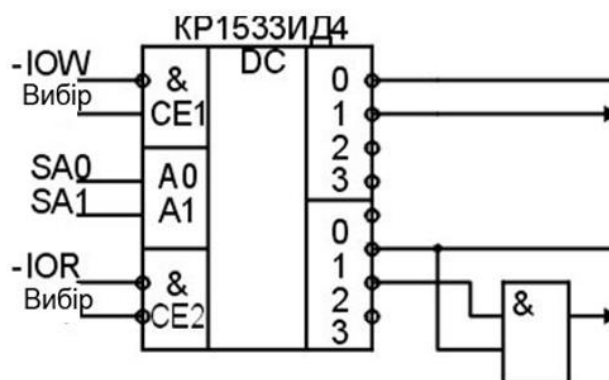


Рисунок 4.4 – Підключення сдвоєного дешифратора-демультиплексора KP1533ИД4

С допомогою тригерів T2 і T3 реалізована ще одна важлива функція – генерація сигналів апаратних переривань. Вихідний сигнал тригера T2 дозволяє переривання, а тригер T3 генерує магістральний сигнал переривання (IRQ), номер якого вибирається перемикачем.

Далі розглянуті мережеві функції, що виконуються адаптером:

- Перетворення рівнів сигналів з логічних на мережеві при передачі та з мережевих на логічні при отриманні.
- Кодування сигналів при передачі та декодування при отриманні.
- Перетворення паралельного коду на послідовний при передачі та послідовного коду на паралельний при отриманні.
 - Буферування переданих та отриманих даних в буферній ОЗП.
 - Проведення арбітражу обміну по мережі (контроль стану мережі, вирішення конфліктів і т.д.).

Перетворення рівнів сигналів, а також кодування при передачі та декодування інформації при отриманні здійснюються в передавачі та приймачі (МПД-3-1 і МПР-3-1) відповідно. Як вже згадувалося вище, використання цих пристроїв дозволило суттєво спростити завдання при розробці пристрою і спростити схему самого пристрою. Приймач і передавач працюють у самосинхронізуючому коді RZ. Призначення виводів модулів оптичних приймачів і передавачів представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Призначення виводів модулів оптичних приймачів і передавачів

Номер	Передавач МПД-3-1	Приймач МПР-3-1
1	Загальний	Загальний
2	Вхідні дані	Вихідні дані
3	Вхідний строб	Вихідний строб
4	Дозвіл передачі	Живлення (-5 В)
5	Не використовується	Живлення (+24 В)
6	Живлення (+5 В)	Живлення (+5 В)
7	Не використовується	Не використовується
8	Не використовується	Не використовується

Один зі значущих недоліків цих моделей полягає в тому, що їх металеві корпуси мають електричне з'єднання з різними напругами живлення. У МПД-3-1 корпус з'єднаний з напругою живлення +5В, а у МПР-3-1 — з загальним проводом, тобто корпуси приймача і передавача не повинні контактувати між собою та з корпусом комп'ютера. Ще одним недоліком є те, що приймач не генерує сигналу про цілісність кабелю мережі.

Основні характеристики використовуваних модулів оптичних приймачів і передавачів наведені у таблицях 4.3 і 4.4.

Таблиця 4.3 – Основні характеристики модуля оптичного передавача МПД-3-1

Параметр	Значення
Довжина хвилі випромінювання, <i>мкм</i>	0,8
Максимальна частота передачі, <i>МГц</i>	8,5
Рівні вхідних сигналів	ТТЛ
Напруга живлення, <i>В</i>	+5
Максимальний споживаний струм, <i>мА</i>	200
Габарити, <i>мм</i>	60x30x10

Таблиця 4.4 – Основні характеристики модуля оптичного приймача МПР-3-1

Параметр	Значення
Довжина хвилі випромінювання, <i>мкм</i>	0,8
Максимальна частота сигналу, <i>МГц</i>	20
Рівні вихідних сигналів	ТТЛ
Напруга живлення, <i>В</i>	+5, -5, +24
Максимальний споживаний струм, <i>мА</i>	
по +5 <i>В</i>	200
по -5 <i>В</i>	90
по+24 <i>В</i>	5
Габарити, <i>мм</i>	60x30x10

Трансформація паралельного коду у послідовний при передачі та послідовного коду у паралельний при прийманні виконується за допомогою універсального двонапрявленого зсувного регістра КР1533ІР24 та чотириразрядних двійкових реверсивних лічильників КР1533ІЕ7 для підрахунку восьми тактових імпульсів під час приймання та передачі (рисунок 4.5). Під час передачі байта в мережу дані з інтерфейсної частини за сигналом -Зап.дан. записуються в регістр зсуву. Одночасно з цим встановлюється тригер Т4, фіксуючи заявку на початок передачі. За допомогою тригера Т5 момент початку передачі прив'язується до найближчого тактового імпульсу. Вихідний сигнал Т5 дозволяє проходження тактових імпульсів до регістра зсуву та дозволяє працювати лічильнику (верхній на рисунку), що підраховує вісім тактових імпульсів. Вихід Q7 регістра зсуву - це вихідні дані у послідовному коді, що виводяться в мережу.

Після завершення передачі за сигналом адаптер автоматично переходить у стан дозволу прийому. Якщо прийом даних з мережі дозволено (після завершення передачі або програмно), тобто встановлений сигнал, то дані з оптичного приймача, супроводжувані стробом, записуються в регістр зсуву. Після восьмого прийнятого біта за сигналом з виходу нижнього на рисунку лічильника формується сигнал завершення прийому, який скидає дозвіл прийому.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

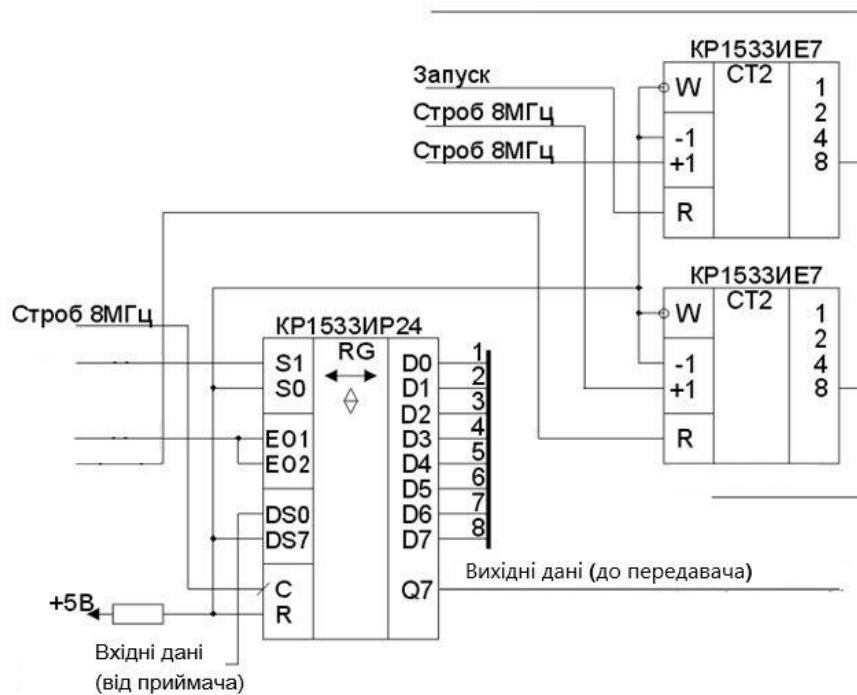


Рисунок 4.5 – Конвертер даних

Якщо читання отриманого байта з мережі відбувається з другої адреси адаптера, то за сигналом автоматично запускається передача отриманого байта назад у мережу. Сигнали з шини адаптера робочої станції не використовуються, а на шину адаптер видає нульові сигнали.

У просторі адрес пристроїв введення/виведення комп'ютера адаптер має три адреси (обмін відбувається байтами). Перша адреса призначена для запису та читання керуючого слова у форматі, показаному на рисунку 4.6.

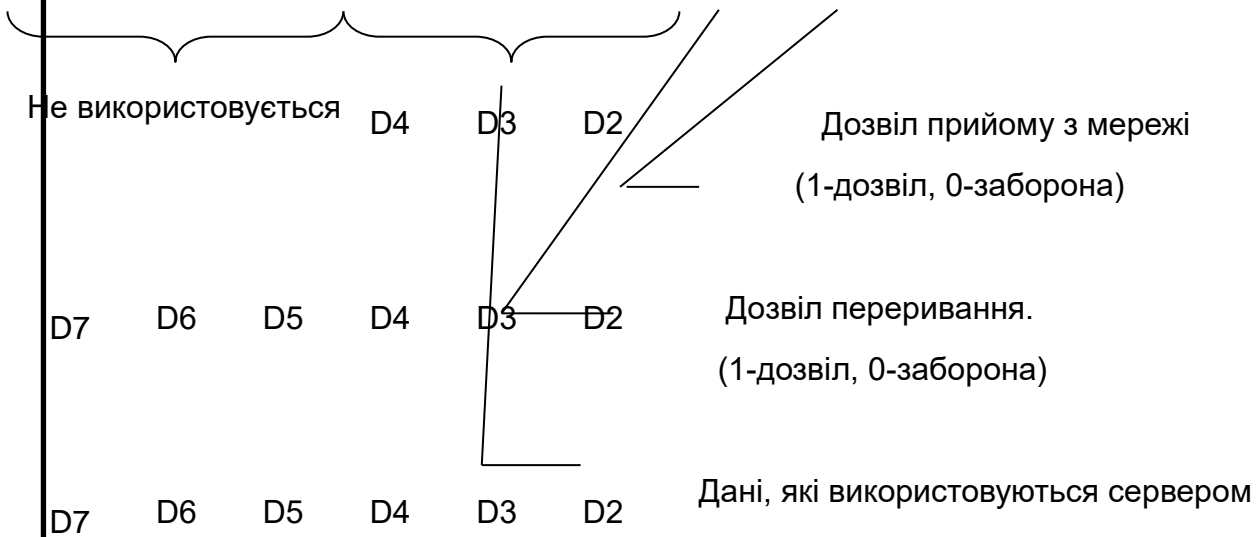
Робоча станція завжди вважає, що вона спілкується з абонентом, який має нульову мережеву адресу. Тому вона передає відповідні нульові біти при записі керуючого слова та отримує відповідні нульові біти при читанні керуючого слова.

Для обміну даними використовуються дві магістральні адреси. Дані, що передаються (і одночасно видаються в мережу), записуються за адресою 2, а отримані дані можна читати як за адресою 2, так і за адресою 3. Ці два читання відрізняються наступним чином. При читанні за адресою 2 отримані дані з мережі автоматично відсилаються назад абоненту, який їх передав (це робиться для організації 100%-ного контролю правильності передачі). При читанні отриманих даних за адресою 3 вони не відсилаються назад. Це дає можливість

гнучко змінювати спосіб контролю правильності передачі (наприклад, передавати дані пакетами з програмно розрахованою контрольною сумою) або не використовувати жодного контролю

Запис:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----



Читання:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----

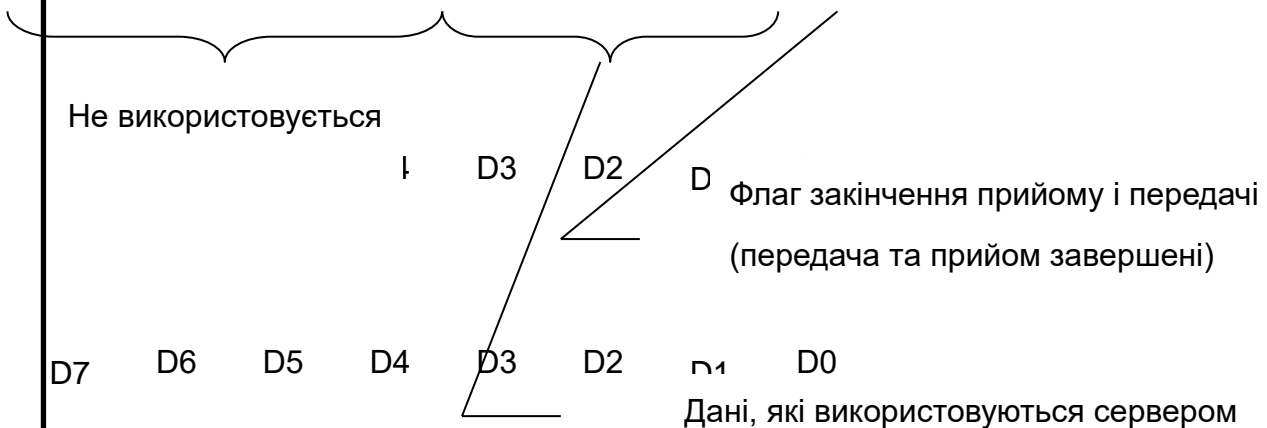


Рисунок 4.6 – Формат керуючого слова

Наступна мережева функція - буферизація передаваних та прийманих даних - здійснюється за допомогою тристабільного восьмиразрядного буфера даних. Він також виконує магістральну функцію буфера шини даних. У ньому фіксується байт інформації, що надалі подається в преобразователь коду при передачі, та отриманий з мережі байт даних, який був сформований з послідовності бітів, перетвореної у паралельний вигляд. Зчитування даних з буфера та їх запис здійснюється по мірі готовності відповідних компонентів пристрою. Це дозволяє більш раціонально використовувати час роботи всієї системи. Ще одна функція - проведення арбітражу обміну по мережі - цим пристроєм не здійснюється, що обумовлено особливістю топології "зірка з активним центральним абонентом". Будь-яку сесію зв'язку ініціює та контролює сервер, а його мережевий адаптер має дещо більш складну конструкцію.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

ВИСНОВОК

Результат виконання роботи полягає у розробці схем електричних (структурної, функціональної, принципової), а також у виправданні алгоритму роботи пристрою зв'язку з місцевою обчислювальною мережею топології "зірка" (мережевого адаптера). Цей пристрій є найменш необхідною частиною мережевого апаратного забезпечення при побудові обчислювальної мережі зазначеного типу і призначений для встановлення в клієнтський персональний ЕОМ, сумісний з IBM PC/AT та має в своєму складі інтерфейс ISA. Пристрій спрямований на спільну роботу з дещо більш складним апаратним забезпеченням центрального абонента мережі (сервера), на якого покладені функції управління обміном та арбітражу мережі. Зазначена мережа забезпечує наступні параметри:

- швидкість передачі - 8 Мбіт/с;
- топологія - типу "зірка";
- максимальна довжина кабелю мережі між сервером і робочою станцією - 3 км;
- максимальна кількість робочих станцій на один сервер - 8;
- середа передачі інформації - оптоволоконний кабель;
- метод кодування інформації - RZ;
- метод доступу до мережі - централізований з опитуванням;
- спосіб обміну інформацією - побайтний;
- спосіб передачі інформації - півдуплексний (але двом однонаправленим кабелям).

Зазначені параметри визначають переваги та недоліки розробленого апаратного забезпечення:

- швидкість передачі інформації не найвища для використаної середи передачі, проте достатня і забезпечує невеликі затримки, а також можливість віддалення робочої станції від сервера на відстань до 3 км;
- використана топологія стала досить важливим фактором для вибору середи передачі, а також відобразилася на порівняно невеликій складності апаратної частини клієнтської машини (апаратна частина сервера дещо складніша);
- використання RZ-кодування також спростило задачу забезпечення синхронізації передаваних даних, а, отже, апаратна частина пристрою.

До переваг цього пристрою також слід віднести можливість реалізації на доступній вітчизняній базі. Використана середа передачі забезпечує велику віддаленість клієнтів без застосування додаткових пристроїв ретрансляції, дуже високу достовірність передачі даних і захищеність від зовнішнього

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

втручання, а також захищеність від перешкод. Пристрій також може бути використаний в промислових контролерах, що дозволяє його ефективно використовувати в умовах виробництва. До недоліків можна віднести використання дорогої середовища передачі інформації, а також необхідність кваліфікованих спеціалістів та наявність специфічного обладнання для підключення.

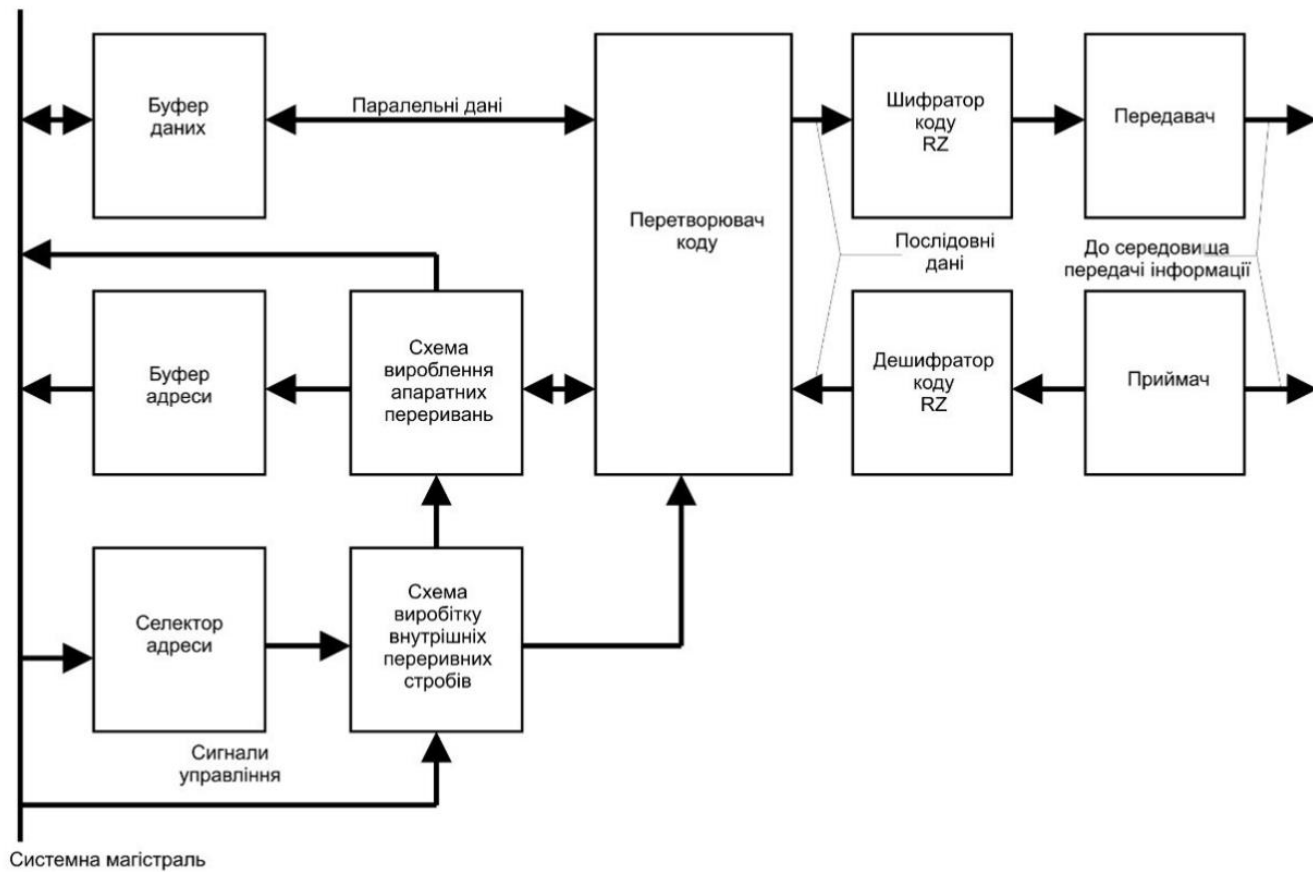
					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Таненбаум, Ендрю С. Комп'ютерні мережі / Е. Таненбаум, Д. Уезеролл. – 5-е вид.: URL: [https://kr-labs.com.ua/books/Tenenbaum_KS.pdf]
2. Столлінгс, Вільям. Мережеві архітектури і протоколи / В. Столлінгс. – 6-е вид: Вільямс, 2019.
3. Мозер, Норман. Протоколи передачі даних. Мережі та телекомунікації / Н. Мозер: Діалектика, 2017.
4. Коленда, Томас. Мережеві рішення: від теорії до практики / Т. Коленда, Д. Розенталь: Техносфера, 2020.
5. Фіцджеральд, Джеррі. Основи локальних мереж / Дж. Фіцджеральд, А. Денніс. – 4-е вид: 2021.
6. Комп'ютерні мережі: підручник / Азаров О.Д., Захарченко С.М., Кадук О.В URL: [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Azarov_2020_378.pdf]
7. Донін, Лев. Мережеві технології і системи передачі даних / Л. Донін: Гаряча Лінія - Телеком, 2017.
8. Блек, Юджин. Ethernet: керівництво з установки та експлуатації / Ю. Блек.: 2019.
9. Сівцев, Дмитро В. Основи локальних мереж: теорія і практика / Д. В. Сівцев. – Київ : Діалектика, 2018..
10. Wireless Communications by Andrea Goldsmith and Andrew Goldsmith URL: [https://web.stanford.edu/class/ee359/doc/WirelessComm_Chp1-16_March32020.pdf]
11. Олифер, Наталія А. Комп'ютерні мережі: принципи, технології та протоколи / Н. А. Олифер, В. Г. Олифер. – Санкт-Петербург : Пітер, 2019.
12. Telecommunications and exchange between information technology systems — Requirements for local and metropolitan area networks Part 3: Standard for Ethernet URL: [<https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso-iec-ieee:8802:-3-2:ed-1:v1:en>]
13. Fundamentals of Communication Systems by Marvin K. Simon and Bruce D. O'Leary URL: [<https://ru.scribd.com/document/716746181/Communication>]

					ЕЛІТ 6.172.00.02.194 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ДОДАТОК (А)



ДОДАТОК (Б)

Система
магістраль

