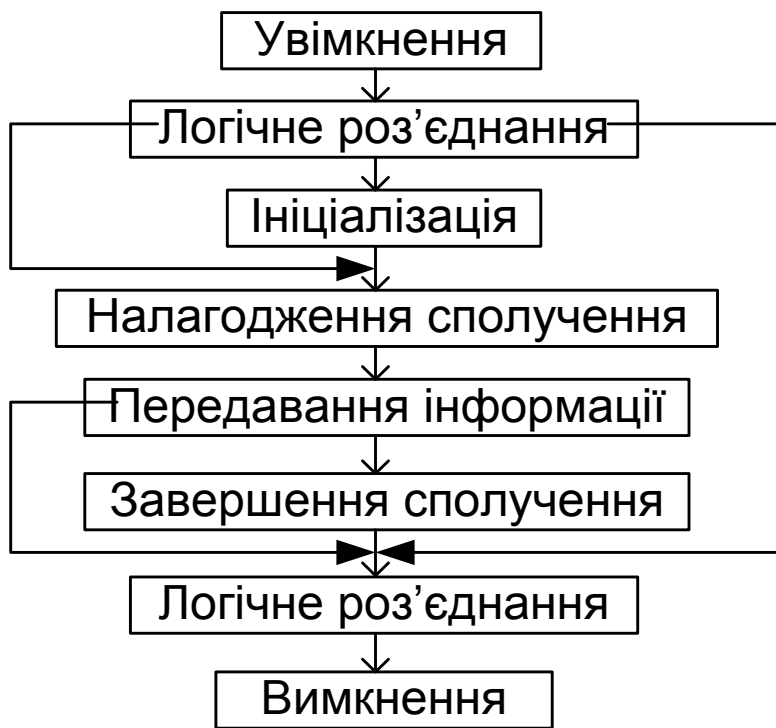


ПРОТОКОЛ HDLC (HIGH-LEVEL DATA LINK PROTOCOL)

ISO 4335, 6256, 3309



Високорівневий протокол керування каналом зв'язку. Він описує роботу двопунктової ланки передавання даних. Повний цикл функціонування двопунктової ланки передавання даних складається з таких фаз:

Логічне роз'єднання. Фаза автоматично розпочинається після вмикання і вимкненням станцій.

Ініціалізація. Призначена для обміну інформації про параметри програми, потрібної в інших фазах. Ця фаза є необов'язковою.

Налагодження сполучення. Налагодження якісного сполучення.

Передавання інформації. Основна фаза. Відбувається обмін інформацією.

Завершення сполучення. Після закінчення попередньої фази.

Якщо характеристики каналу різко погіршаться, тоді можливий перехід до фази логічного роз'єднання або налагодження сполучення.

Фаза завершення сполучення є перехідною між фазами передавання інформації та логічного роз'єднання. Для передавання інформації використовуються три типи кадрів:

Тип кадру	Біти							
	8	7	6	5	4	3	2	1
I	N ₂			P/F	N ₁			0
S	N ₂			P/F	s	s	0	1
V	u	u	u	P/F	u	u	1	1

I – інформаційний кадр

S – службовий кадр нумерований

V – службовий кадр ненумерований

I-кадр має службову та інформаційну частину, а V і S – тільки службову.

Службова частина займає один байт. Якраз в таблиці подана службова частина.

Всі I-кадри з метою реалізації підтвердження приймання нумеруються; оскільки на номер кадру відводиться тільки 3 біти, нумерація іде за модулем 8.

s-розряди і u-розряди – це біти, які ідентифікують функцію S-кадру або V-кадру.

P/F – спеціальний біт, правила встановлення якого такі:

- у відповідь на правильно прийнятий I-кадр з бітом P=1 станція повинна передати у відповідь V- або S-кадр з бітом F=1;
- якщо прийнято некоректно I- або S-кадр з бітом P = 1, станція повинна відправити V-кадр з бітом F = 0.

Усі кадри можна поділити на команди та відповіді. Команди показують що робити, а відповіді надсилаються після одержання команди. Деякі кадри можуть бути тільки командами, інші – тільки відповідям, а ще інші – і командами, і відповідями.

ПРОТОКОЛИ МЕРЕЖНОГО ТА ТРАНСПОРТНОГО РІВНІВ

Канальний рівень забезпечує зв'язок між двома сусідніми станціями в одній мережі. Якщо ж треба сполучити кілька станцій з проміжними вузлами опрацювання або одну локальну мережу з іншою мережею – локальною чи глобальною, – використовується мережний рівень. Одна з головних функцій мережного рівня – побудова маршруту руху пакета в мережі з багатьма вузлами, тобто функція маршрутизації.

Транспортний рівень пов'язує окремі процеси на зв'язку вузлів в мережі.

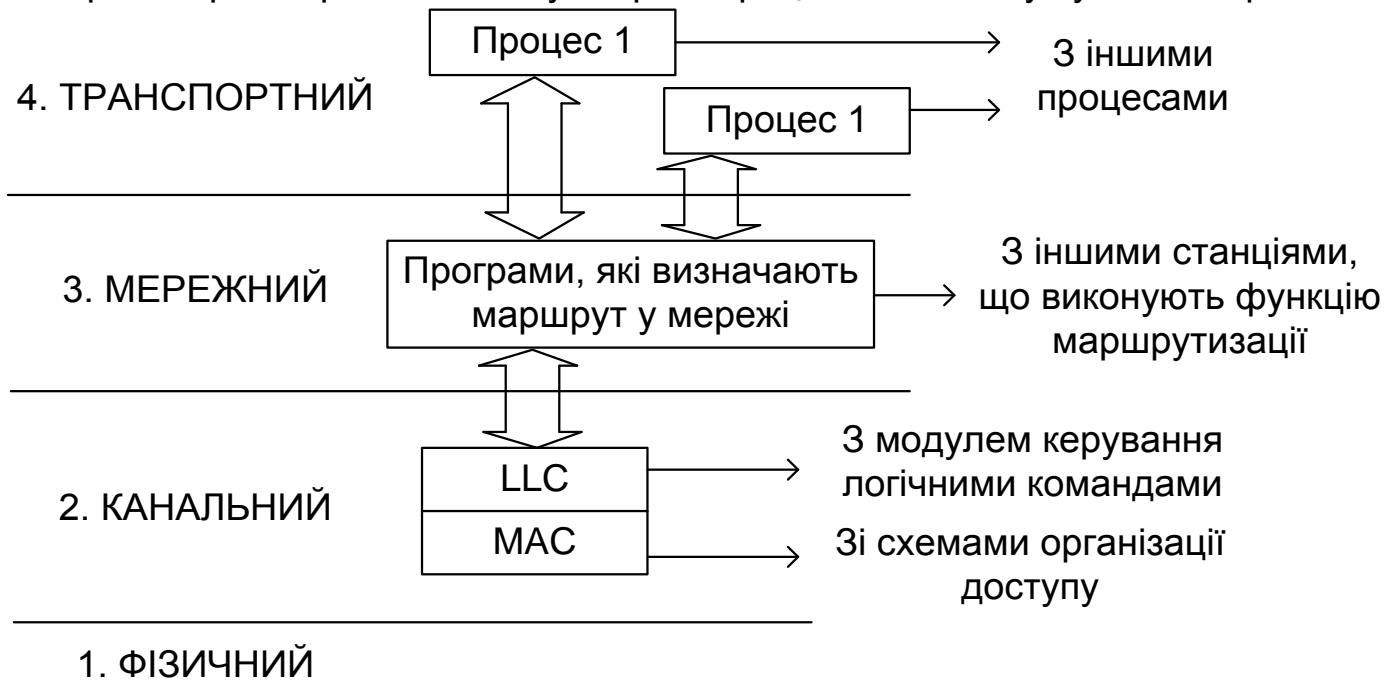


Рис. Структура зв'язків анального, мережного і транспортного рівнів.

МЕРЕЖНИЙ РІВЕНЬ

Призначений для організації зв'язку станцій, приєднаних до різних логічних каналів і можливо роз'єднаних іншими логічними каналами. Функції мережного рівня головним чином полягають у вибиранні послідовності каналів між станціями під час передавання протокольного блоку даних на рівні мережі, тобто пакета. Історично перші протоколи рівня мережі були розроблені для глобальних мереж, бо вони багато вузлові. Основна проблема в таких мережах – досягнення ефективної маршрутизації. Виникли дві стратегії передавання:

- 1) данограма,
- 2) віртуальні канали.

Данограмна – це така транспортна мережа, в якій передаються окремі непов'язані між собою пакети, подібно до того, як функціонує звичайна пошта.

Мережі віртуальних каналів перед початком передавання між парою процесів налагоджується постійне сполучення – віртуальний канал, який функціонує протягом усього сеансу зв'язку (подібно до звичайного телефону).

Данограмна мережа надсилає пакети значно швидше, ніж мережа віртуальних каналів, але нема гарантії, що пакет дійде до адресата, тобто порядок надходження пакетів випадковий.

В мережі віртуальних каналів зв'язок повільніший, але є гарантія, що пакет дійде до адресата. Порядок надходження пакетів зберігається. Якщо вузол переповнений, то надходження пакетів від джерела припиняється.

ПРОТОКОЛИ МЕРЕЖНОГО РІВНЯ

ПРОТОКОЛ X.25/3

ISO 8208

Описує данограмно-віртуальну мережу (мережу віртуальних каналів), у якій за певних умов можна передавати данограми. Відповідно до протоколу у транспортній мережі між абонентами налагоджується тимчасові (на один сеанс зв'язку) та постійні віртуальні транспортні канали.

Тимчасовий канал називається віртуальним викликом, а постійний – віртуальним ланцюжком. Кожному віртуальному виклику або ланцюжку присвоюється номер групи віртуальних каналів (від 0 до 15) і номер окремого віртуального каналу (від 0 до 255). Номера віртуальних викликів змінюються циклічно по мірі їх створення і знищення. Номера віртуальних ланцюжків зберігаються довше. Структура мережної адреси така:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	18	
Код держави (присвоює організація ІТУ)			Код мережі (присвоює поштове відомство; на Україні – міністерство зв'язку)					Адреса абонента (задає адміністратор конкретної мережі)			

Після налагодження віртуального каналу пакети передаються по-чегрово. Механізм підтвердження і виправлення помилок аналогічний механізму HDLC. Структура пакета віртуального виклику така:

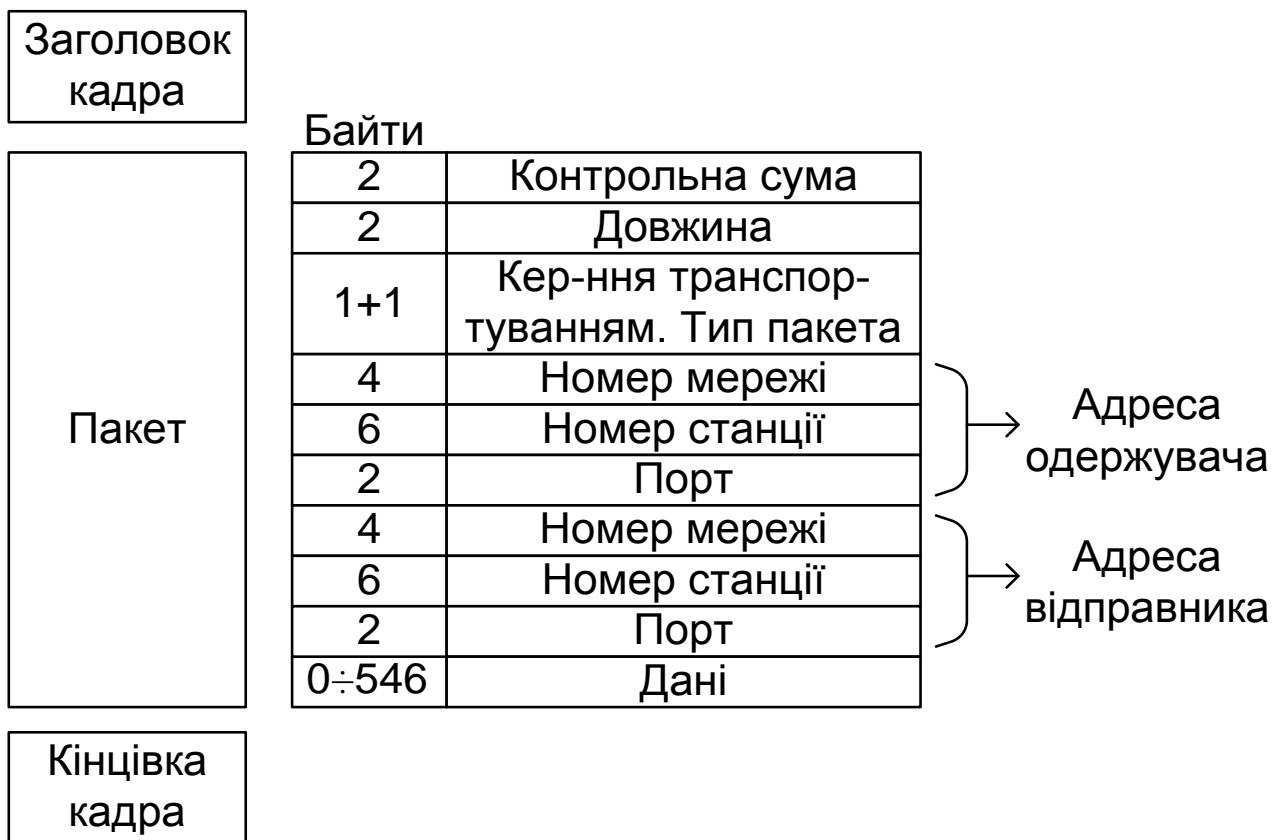
Номер віртуального аналу	Номер пакета	Номер прийнятого пакета	Дані
Ідентифікатор пакета			

МІЖ МЕРЕЖНИЙ ДОПОМІЖНИЙ ПРОТОКОЛ ФІРМИ XEROX — XSYS

(Xerox System Integration Standards)

Це набір протоколів мережного та каналного рівнів, спеціально призначений для локальних мереж. Був запропонований в 1981 році.

Такий протокол призначений для обслуговування систем, які об'єднують одну або кілька мереж архітектури Ethernet, які сполучені орендованими каналами зв'язку глобальних мереж, що побудовані за стандартом X.25. Максимальна кількість проміжних каналів між двома віддаленими локальними мережами не більше 14. Дані та інформація керування передаються у вигляді між мережних данограм. Структура пакета данограми така:



Цей пакет може стати елементом кадра і передаватись на каналному рівні. Адреси одержувача і відправника мають таку ієрархічну структуру:



Номер мережі може задавати мережу типу Ethernet або будь-яку іншу, в яку надсилають пакет.

Номер станції – внутрішня адреса станції в мережі, оскільки структура адреси ієрархічна, о номери станції в окремих мережах можуть дублюватись. Можна також надіслати пакет усім станціям мережі одночасно. Для цього є спеціальний номер.

Порт – це точка контакту з транспортним рівнем. Номер визначає певну програму або модуль опрацювання, якому призначено пакет. Номер порту – 16 біт.

Тип пакета – це поле, призначене для вибору відповідного транспортного протоколу. Для цього визначені певні кадри.

Байт керування транспортуванням в старших 4-ох бітах має лічильник кількості передавань пакета з однієї мережі в іншу. Пакет, який надходить, у 16 за порядком модуль маршрутизації, знищується. Це дає змогу ліквідувати за циклювання пересилань пакета у великих мережах.

ТРАНСПОРТНИЙ РІВЕНЬ

Цей рівень керує взаємодією процесів, а не станцій, мереж або каналів. Відповідно до міжнародного стандарту протокол транспортного рівня повинен задовольняти такі вимоги:

1. забезпечувати наскрізне передавання. Тобто характеристики транспортного сервісу не залежать від типу комунікаційної мережі або мереж.

2. користувач транспортного рівня має змогу вибрати якість сервісу, що передбачає вибір перепускної здатності, транспортної затримки, коефіцієнта невиявлених помилок і т. п.
3. транспортний рівень є прозорим, тобто не залежить від форматів та кодів інформації, яка передається
4. адресація на транспортному рівні не залежить від адресації на інших рівнях. Транспортні об'єкти мають унікальні адреси.

Головні функції транспортного рівня такі:

1. налагодження сполучень
2. узгодження партнерами якості сервісу
3. передавання звичайних даних
4. передавання термінових даних
5. керування потоками блоків даних
6. аварійне розірвання сполучень
7. нормальне завершення сполучень

Під час вибору якості сервісу узгоджують застосування таких функцій:

1. забезпечення кількох транспортних сполучень з одним мережним(функція мультиплексування) або навпаки – одного транспортного з кількома мережними
2. вибір оптимального розміру транспортних блоків
3. використання функції виявлення та виправлення помилок
4. узгодження допустимої частоти помилок, тобто втрати, дублювання або спотворення даних
5. здатність транспортного рівня до поновлення після збою
6. регулювання перепускної здатності сполучення

Існує 5 класів транспортного сервісу:

Клас „0” призначений для використання в найкращих системах. Він налагоджує транспортне сполучення, керує ним. Але цей клас не перевіряє правильність переданої інформації, не виправляє помилок, не дає змоги застосовувати функцію мультиплексування.

Клас „1” виконує всі функції класу 0, а також гарантує контроль інформації з виявленням та виправленням помилок.

Клас „2” - всі функції класу 0 і допускає мультиплексування.

Клас „3” комбінація класів 1 і 2. Сумісний з класами 0 – 2.

Клас „4” виконує найповніший набір функцій: мультиплексування, найповніше виправлення помилок, перевіряє та формує прийнятну послідовність блоків даних, забезпечує роботу на мережному рівні не тільки віртуальних аналів, але й дано грам

Досить часто один мережний рівень підтримує кілька різних транспортних протоколів, які забезпечують різні рівні обслуговування. Практично використовуються такі різновиди транспортних потоків:

1. передавання суцільного потоку даних з малою затримкою відповіді(використовується в цифровій телефонії та для передавання графічної інформації)
2. передавання дано грам з квитанціями(використовується для організації доступу для до файлів деяких видів)
3. передавання нумерованих пакетів(застосовується для транспортних файлів і електронної пошти)

Набір протоколів X SIS має кілька транспортних протоколів, зокрема:

ПРОТОКОЛ „ЛУНА”(ЕХО)

Призначений для перевірки цілісності мережі та готовності станцій до взаємодії.

Структура пакету така:

Міжмережевий заголовок	Операція	Дані	Кінцівка
------------------------	----------	------	----------

Станція, яка прийняла пакет протоколу „луна” здійснює в полі операцій код запиту на код відповіді і надсилає пакет станції – відправнику. Якщо пакет спотворено, то повідомлення про це передають засобами протоколу „помилка”

ПРОТОКОЛ „ОБМІН ПАКЕТАМИ”

Міжмережевий заголовок	Ідентифікатор	Тип користувача	Дані	Кінцівка
------------------------	---------------	-----------------	------	----------

Використовується для таких операцій, як запит про стан станції або про час роботи під час доби. Він не забезпечує цілісності даних та надійності передавання.

Поле „Ідентифікатор” ідентифікує номер поточного обміну, а поле „Тип користувача” відповідає порту призначення. Відправник, який надіслав запит, очікує на відповідь. Якщо відповіді немає, то запит повторюється.

ПРОТОКОЛ „НУМЕРОВАНІ ПАКЕТИ”

Це протокол віртуального виклику, який підтримує взаємодію процесів. Він дає змогу надсилати повідомлення, які складаються з багатьох пакетів, гарантує цілісність і правильну їх послідовність, а також організовує повторне передавання спотворених пакетів. Дані пересилаються як між мережні данограми.

Міжмережевий заголовок		
Керування зв'язком	1	
Тип потоку даних	2	
Ідентифікатор зв'язку відправника	3	„Увага”
Ідентифікатор зв'язку одержувача	4	„Кінець повідомлення”
Послідовний номер	5	
Номер підтвердження	6	
Максимальний номер	7	
Дані	8	
Кінцівка		

Поле „ідентифікатор зв'язку” призначене для адресування. Спочатку, щоб налагодити віртуальний виклик, станція відправляє пакет з ідентифікатором відправника – ідентифікатор одержувача може бути невідомий – на адресу потрібного порту. Станція-одержувач записує свій ідентифікатор у перший пакет відповіді. Далі відбувається передавання пакетів інформації. Правильність приймання підтверджує інформація в полі „номер підтвердження”. Квитанції приймання можуть відсилатись як на окремий пакет, так і на групу пакетів. Виняток становлять пакети з бітом „відсилати підтвердження”. Квитанції для таких пакетів відсилаються негайно.

Поле „максимальний номер” призначене для керування потоком. Станція-одержувач дає передавачу максимальний номер, яким вона може скористатись для нумерації пакетів. Значення цього поля змінюється після кожного надсиланням квитанції. В полі „послідовний номер” записують номер пакета, який надсилають.

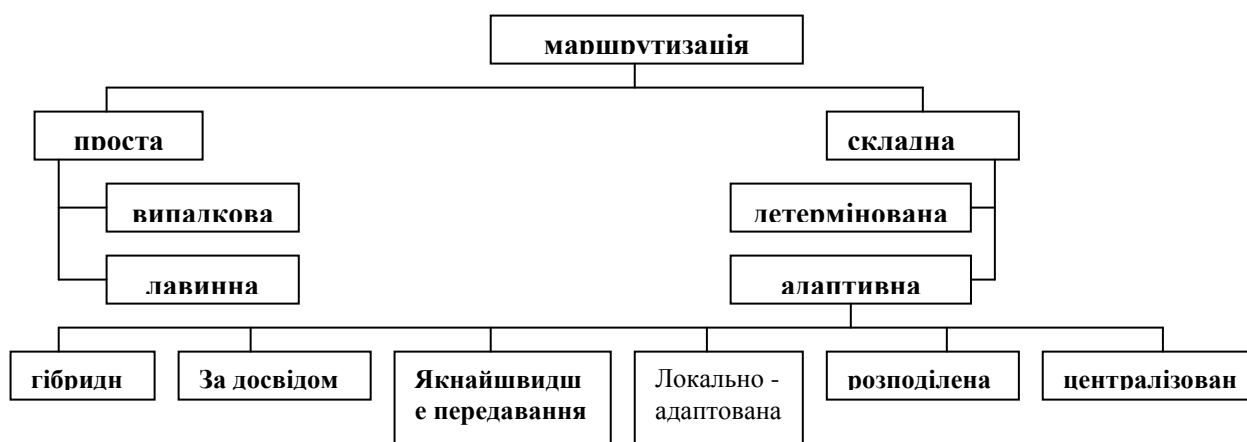
Поле „тип потоку даних” призначене для протоколу сеансового рівня. Поле „керування зв'язком” має 1 байт. Четвертий біт „кінець повідомлення” також призначений для протоколу верхнього рівня. По ньому можна зафіксувати кінець повідомлення, яке складається з багатьох пакетів. Це може бути логічний запис, фізичний блок на диску і т. п. х.

Для завершення віртуального виклику в полі „тип потоку даних” записується код 254, на що станція-одержувач відповідає значенням у цьому полі 255.

Пакет може не мати даних, а бути системним. Його використовують для підтвердження і керування потоком. Пакет з бітом „увага” відразу передається протоколу верхнього рівня.

МЕТОДИ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Проблема маршрутизації полягає у виробленні маршруту, за яким рухається пакет у багато вузловій мережі. Цей маршрут повинен задовольняти певним вимогам. Найчастіше треба мінімізувати час проходження пакета мережею. Маршрутизацію переважно забезпечує розміщення у вузлах мережі маршрутної інформації або маршрутних таблиць та програм, які реалізують алгоритм маршрутизації. Тобто залежно від адреси призначення та маршрутної інформації. Маршрутизація буває таких типів:



ПРОСТІ МЕТОДИ

Не потребують у вузлах мережі маршрутних таблиць та складного ПЗ.

Випадкова полягає у тому, що вузол, який одержав транзитний, тобто не призначений йому кадр, пересилає його у один зі своїх вихідних аналів. Анал вибирається випадково та рівно ймовірно. Для запобігання безмежному блукання пакета в мережі в нього вмонтовують лічильник кількості пройдених вузлів. Якщо значення лічильника перевищує певне число – пакет знищується. Такий метод не є оптимальним, не гарантує передавання пакета адресату і створює значний додатковий трафік у мережі.

Лавинна – кожен вузол передає транзитний пакет у всі вихідні його анали. Як і в попередньому випадку кожен пакет має лічильник кількості пройдених вузлів. Генерується значний додатковий трафік, але є повна гарантія передавання пакету.

СКЛАДНІ МЕТОДИ

Детерміновані передбачають використання таблиць маршрутизації або наборів таблиць, які не змінюються залежно від стану мережі, або їх змінюють вручну.

При адаптивній підхід більш гнучкий: маршрутна інформація може змінюватись від завантаження окремих ланок, виходу її з ладу і т. п. х. Слабою стороною є неможливість передбачити стан мережі, оскільки маршрутна інформація старіє.

Метод за досвідом. Спочатку транзитні пакети кожного вузла спрямовуються у випадкові вихідні анали. Кожен пакет, окрім адрес відправника і одержувача, містить також лічильник кількості пройдених анализів. Вузол аналізує цю інформацію і будується таблиця найближчих вузлів у випадку надсилання пакета до конкретного абонента. Після закінчення побудови таблиць, вузол працює в режимі детермінованої маршрутизації.

Централізована маршрутизація

В таких мережах є центральна інстанція, в яку усі вузли передають інформацію про завантаженість анализів і наявність черг. На підставі такої інформації така інстанція розраховує таблиці маршрутизації і пересилає їх усім вузлам мережі. В такому випадку генерується невеликий додатковий трафік.

Недоліки:

- ❖ Інформація у вузлів старіє
- ❖ Надійність мережі залежить від надійності сервера централізованої маршрутизації

ПРОТОКОЛИ СЕАНСОВОГО РІВНЯ

Головним завданням сеансового рівня є організація обміну інформацією між об'єктами прикладного рівня за посередництвом об'єктів рівня відображення. Цей обмін відбувається як послідовність окремих діалогів сеансів. Усі функції сеансового рівня можна розділити на такі 2 групи:

- 1) функції налагодження або розірвання сеансу;
- 2) функції нормального передавання;
- 3) функції нестандартних ситуацій.

1. ФУНКЦІЇ НАЛАГОДЖЕННЯ АБО РОЗІРВАННЯ СЕАНСУ

Під час налагодження сеансу виконуються такі операції:

- 1) визначається місце де потрібна функція або потрібні дані;
- 2) налагоджується зв'язок із станцією, яка має необхідну функцію або дані і одержує її згоду на проведення сеансу;
- 3) приміряють чи мають станції необхідні для взаємодії ресурси, необхідний об'єм пам'яті, буфери та ін;
- 4) перевіряються станції щодо наявності потрібного програмного забезпечення;
- 5) обмінюються інформацією про протоколи, які будуть використані.

В найпростішому випадку для налагодження сполучення необхідна пара пакетів: запит на сполучення і підтвердження сполучення, і відповідно, запитна розірвання, підтвердження розірвання.

У більш складних ситуаціях необхідно виконувати проїждуру зв'язування (bind). Ця процедура розпочинається з того, що сеансові об'єкти обмінюються інформацією про протоколи, які будуть використані, ресурси сеанса (буфера пам'яті, ємність дискового простору для файлів та ін.), режим обміну і формати інформації, тобто узгоджуються параметри передавання. Якщо узгодження досягнуто, то об'єкти обмінюються командами bind і це завершує етап зв'язування. Після завершення зв'язування починається сеанс зв'язку.

2. ФУНКЦІЇ НОРМАЛЬНОГО ПЕРЕДАВАННЯ;

Під час передавання можуть виконуватись функції:

- 1) відображення та перетворення виразів на мовах високого рівня або запитів протоколів транспортного рівня;
- 2) співставлення запитів та відповідей на ці запити;
- 3) керування чергами повідомлень та їх пріоритетами;
- 4) поділ повідомлень на частини, якщо вони задані для транспортного рівня і зворотне їх об'єднання;
- 5) робота з порядковими номерами пакетів, якщо транспортна підсистема не забезпечує правильної послідовності їх передавання;
- 6) керування потоком і темпом передавання;
- 7) керування використанням ресурсів;
- 8) розподіл повідомлень на звичайні та термінові. Термінові повідомлення необхідні для виконання деяких процедур керування. Для передавання термінових повідомлень не треба дозволу і їх відправляють поза чергою. Для керування використанням ресурсів під час передавання призначається процедура передавання повноважень. Ця процедура має на меті запобігти конкуруванню декількох об'єктів сеансового рівня для захоплення одного ресурсу. Для керування цим процесом вводиться поняття ознаки. Ознака – це атрибут сеансового сполучення, який динамічно призначається в кожний момент часу тільки одному користувачу сеансового рівня і це дає йому права користування певним ресурсом.

Керування темпом у сеансовій системі гнобхідне для ефективної роботи приєднаних до системи пристроїв, кожен з яких має свою ефективну швидкість роботи. Так буфер пристрою має обмежену ємність. Кожне обладнання має свої часові параметри і характеристики доступу на які треба звертати увагу. Узгодження часових параметрів під час процедури зв'язків, а під час передавання даних система враховує часові параметри для керування темпом передавання.

3. ФУНКЦІЇ НЕСТАНДАРТНИХ СИТУАЦІЙ.

Для заезпечення надійності роботи сенсових підсистеми і нестандартних ситуаціях передбачені такі функції і операції:

- 1) контроль за групами операцій;
- 2) відновлення під час поновлення работ транспортної підсистеми без розірвання сеансу;
- 3) забезпечення якщо потрібно примусового завершення сеансу із збереженням цілісності даних;
- 4) рестарт з контрольних точок та синхронізації;
- 5) розробка варіантів можливої роботи в ручному режіиі під час масових відказів системи.

Усі відкази і помилки, які виникають на сеансовому рівні можна розділити на такі, що потребують відміни сеансової привязки та такі, що їх можна нейтралізувати за допомогою невеликих коректив. Можливість сеансового рівня автоматчно відновлюватись хараткеризує його живучість. Для реалізації сеансового рівня не обв'язково виконувати всі функції. Стандарт визначає для цього функціональні блоки, тобто логічні набори пов'язують між собою функції. Визначають такі блоки:

- 1) базовий;
- 2) узгоджене вивільнення ознак;
- 3) дуплексний і напівдуплексний;

- 4) передавання службових і термінових даних;
- 5) головної синхронізації;
- 6) керування діяльністю та інші

На сеансовому рівні обов'язково треба реалізувати блок, який передбачає функції налагодження і розірвання сеансу і передавання інформації.

Стандарт ЕСМА-75 визначає 4 класи сервісу для сеансового рівня:

Клас А: налагодження сполучення, їх ідентифікація, надсилання підтверджень про цілісність і безпомилковість інформації.

Клас В: взаємодія з протоколюванням віртуального інтерфейсу. Вибір дуплексної або напівдуплексної форми передавання. Можливість передавання великих неподільних повідомлень.

Клас С: організований в діалогі із синхронізацією для протокола віртуального файлу. Керування роботою за допомогою передавання повноважень.

Клас D: визначає спрощені процедури діалогу для простих прикладних процесів.

Вибір класу сервісу відбувається під час виконання процедури зв'язку (bind).

ПРОТОКОЛИ РІВНЯ ВІДОБРАЖЕННЯ

Протоколи рівня відображення призначені для відображення та перетворення даних у вигляді зручному для різноманітних прикладних процесів. Міжнародні організації із стандартизації в основу означення сервісу відображення поклали принцип контекстаю.

Контекст – це набір форм опису даних, які використовуються в конкретному сеансі передавання. Рівень відображення визначає кількість контекстів і дає змогу вибрати той, який потрібний у конкретному сеансі. Головні види сервісу за представлення ISO такі:

- 1) налагодження та розірвання сполучень на рівні відображення;
- 2) вибір потрібних контекстів;
- 3) передавання форматованої інформації користувачу;
- 4) контроль передаваних даних.

Європейська асоціація виробництва комп'ютерів розробила стандарт для рівня відображення : ЕСМА-86, який визначає головні принципи відображення даних і координує структури інших стандартів.

Групи функцій:

- 1) редагування;
- 2) забезпечення діалогу;
- 3) віртуальні операції та прозорості;
- 4) стиснення;
- 5) безпеки та контролю.

ПРОТОКОЛИ ПРИКЛАДНОГО РІВНЯ

Забезпечує різні форми взаємодії прикладних процесів. На цьому рівні ISO рекомендує такі протоколи:

- 1) FTAM (File Transmission Application Method) – керування передаванням файлів;
- 2) JTM (Job Transmission Method) – передавання завдань;

3) VTSP (Virtual Terminal Service and Processing) – керування передаванням файлів.

В основі передавання і керування файлами лежить принцип віртуального файлоховища. В цій моделі абстрактно описані структура файла і його характеристики, і означено процедури доступу користувача до файлів. Передавання та опрацювання завдань ґрунтується на віддалених у введенні та виведенні програм з використанням зовнішніх пристроїв віддалених комп'ютерів. В цьому випадку користувач повинен технічні засоби та мови керування завданнями тієї станції на яку він передає дані. Сервіс віртуального терміналу призначений для роботи користувачів перерміналів з процесами різних робочих станцій. Форма обміну інформації – діалог коротких повідомлень.

Стандарт ECMA-85 визначає протокол віртуального файлу. В ньому визначається загальна модель файлу незалежну від комп'ютера і операційної системи. Сервіс цього стандарту поділяється на 2 категорії:

- 1) правила доступу до віртуального файлу або його частини;
- 2) процедури керування віртуальними файлами.

Адресація файлів дворівнева. Перша адреса визначає ім'я файла. Крім того містить інформацію про захист файлу від несанкціонованого доступу. Для нього протоколом передбачене ведення списку осіб, які мають певні права. На прикладному рівні визначають такі групи функцій:

- 1) виконання макрокоманд;
- 2) керування програмами;
- 3) функції доступу до файлів;
- 4) функції оплати.

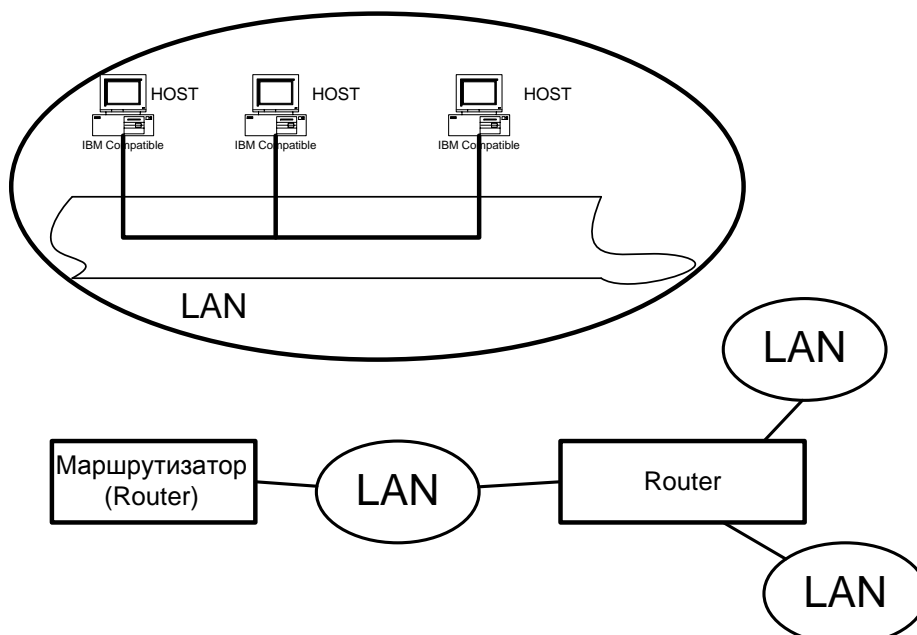
ПРОТОКОЛЬНІ СТЕКИ

Конкретна реалізація набору протоколів називається протокольним стеком. Цей набір підтримують усі рівні зваємодії відкритих систем. Найбільш поширені протокольні стеки це TCP/IP і SPX/IPX.

TCP/IP – використовується в мережах під керуванням операційних систем Unix і в мережі Internet.

SPX/IPX – використовується у продуктах фірми Novell.

Структура мережі стеку протоколу TCP/IP.



Мережу TCP/IP характеризують як об'єднання локальних мереж. Окремі локальні мережі сполучені через маршрутизатор. Кожна локальна мережа має унікальну адресу. Комп'ютери в локальній мережі називаються host. Кожен host має унікальну адресу. Оскільки мережа протоколу TCP/IP об'єднує декілька локальних мереж в англійських термінах її називають internet. Велика корпоративна мережа, яка побудована за принципом та з використанням програмного забезпечення internet називається intranet. Така ж корпоративна мережа, але з великим ступенем взаємодії з зовнішніми мережами називається extranet.

СТРУКТУРА ПРОТОКОЛЬНОГО СТЕКА TCP/IP

7. Прикладний	Telnet	FTP	SNMP		SMTP	DNS	...
6. Відображення			ASN1				
5. Сеансовий							
4. Транспортний	TCP			UDP			
3. Мережний	Протоколи маршрутизації		ICMP	GMP	IP		
2. Анальний					ARP	RARP	
1. Фізичний	Ethernet	Token Ring	FDDJ	ATM	PPP	SLIP	...

На каналному рівні використовуються протоколи відомих мережевих архітектур Ethernet, FDDI та ін. Особливе місце посідають протоколи PPP і SLIP. Їх використовують для передавання даних низькочастотними послідовним каналами. Найчастіше через послідовний порт ПК та модем призначеною або комутованою телефонною лінією.

Протокол IP (інтернет протокол) – міжмережевий данограмний протокол, що забезпечує сервіс передачі пакетів між вузлами мережі. Він не підтримує функції початку передавання пакетів і не гарантує надійності їх передавання. IP є основним протоколом мережевого рівня стеку TCP/IP. Його використовують усі інші протоколи.

ICMP основний діагностичний протокол для передачі інформації між вузлами мережі про помилки та збої, а також для діагностування мережі. Окрім того протоколи верхніх рівнів використовують його для адміністрування мережі.

ARP трансформує IP адресу в каналну адресу станцій.

RARP виконує зв'язкову функцію, за каналними адресами визначається початок IP адреси. Кожен IP пакет містить IP адреси відправника та одержувача. Воодночас для правильного передавання пакета на каналному рівні відправник повинен знати і каналну адресу одержувача. Якщо ж канална адреса одержувача не відома, то IP розсилає спеціальний пакет запиту із зазначенням IP адреси вузла, з яким треба налагодити зв'язок. Цей запит сприймають усі вузли, де діє протокол ARP, а вузол чия IP адреса є в запиті повідомить свою каналну адресу. Вузол відправник одержить це повідомлення і зкорегує свої таблиці з маршрутами і в подальшому буде користуватись цією інформацією.

TCP протокол транспортного рівня з попереднім налагодженням сполучень. Гарантує надійну передачу пакетів, забезпечує вірну їхню послідовність і під час передавання використовує сервіс протокола IP.

UDP данограмний протокол транспортного рівня, який використовується замість протоколу TCP, якщо немає потреби в додаткових заходах, щодо забезпечення надійності передавання. Він не гарантує передавання пакета, а також послідовності передавання.

Серед протоколів прикладного рівня та рівнів відображення, виділяють протокол TelNet – емуляція віддаленого терміналу.

ftp – протокол передачі файлів.

Smtп – пртокол електронної пошти

Snmp – протокол керування мережею

Dns – протокол служби логічних імен.

ПРОТОКОЛЬНИЙ СТЕК SPX/IPX

Використовується в мережах фірми Novell. Орієнтований на сполучення як в окремих локальних мережах, так і в їхніх об'єднаннях, тобто в мережах класу Internet. В цьому стеку використовуються протоколи та елементи протокольних архітектур фірми Херох. Стек SPX/IPX визначений як міжмережний, транспортний та данограмний.

IPX – це простий данограмний протокол мережного рівня, який не гарантує передавання пакету адреси. Формат IPX пакета збігається з форматом пакета міжмережної данограми фірми Херох. SPX, який ґрунтується на протоколі IPX, також забезпечує надійне передавання пакетів та їх послідовностей. Їх надходження в SPX пакеті до IPX пакета додається 12-байтне поле керування. Схема адресації в стеку SPX/IPX; адреса складається з таких частин:

- 1) адреса хоста – 48 біт;
- 2) номер мережі – 32 біти;
- 3) номер порта – 16 біт (ще називається номером гнізда або сокета, він ідентифікує процес верхнього рівня, якому призначається пакет).

ТЕХНОЛОГІЇ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Існує багато архітектур локальних мереж.

ТЕХНОЛОГІЯ ETHERNET

В мережі Ethernet реалізується метод доступу з контролем несучої/виключення колізії (МДКН/ВК). Усі параметри протоколу Ethernet підібрані таким чином, щоби при нормальній роботі вузлів мережі колізії завжди чітко розпізнавались. Саме для цього мінімальна довжина поля даних кадру повинна бути не менша 46 байт, що разом із службовими полями дає мінімальну довжину кадру в 72 байти (576 біт).

Довжина кабельної системи вибирається таким чином, щоб за час передачі кадру мін'єтної довжини, сигнал колізії встиг би досягнути найбільш віддаленого вузла мережі. Тому при швидкості передачі 10 Мбіт/с, максимальна відстань між двома довільними вузлами мережі не повинна перевищувати 2500 м. З ростом швидкості передачі кадрів в мережі із вдосконаленням мережі Ethernet максимальна довжина відстані між двома довільними вузлами зменшується пропорційно швидкості роботи мережі. Так, мережа швидкого Ethernet має довжину 210 м., а мережа Gigabit Ethernet – 25 м. Для звичайного Ethernet із швидкістю 10

Мбіт/с, незалежно від варіанта фізичного середовища, треба виконувати таке обмеження:

- 1) максимальна відстань між двома довільними вузлами – 2500м;
- 2) в мережі має бути не більше 1024 вузли.

Кожний варіант фізичного середовища додає до цих двох обмежень свої обмеження.

Операції передавання передавання та приймання кадрів в мережі Ethernet.

Операції передавання передавання та приймання кадрів в мережі Ethernet такі:

- 1) станція, яка хоче передати кадр, повинна спочатку, за допомогою протоколів MAC-рівня запакувати дані в кадр відповідного формату. Потім для виключення перемішування сигналів із сигналами іншої передаючої станції MAC-вузол повинен прослуховувати електричні сигнали на кабелі і у випадку виявлення несучої частоти 10 МГц або 100МГц або 1ГГц відключити передавання свого кадру;
- 2) після завершення передачі по кадру, станція повинна зробити невелику додаткову паузу, яка називається міжкадровий інтервал. Це дозволяє вузлу призначення прийняти і обробити кадр, який передається, і після цього почати процедуру передачі свого кадру;
- 3) одночасно з передачею бітів кадру, приймач-передавач вузла слідкує за бітами, що приймають по спільному кабелю, для своєчасного виявлення колізій. Якщо колізію не виявлено, то передається весь кадр, після чого MAC-рівень вузла готовий прийняти кадр з мережі або від рівня LLC;
- 4) якщо фіксується колізія, то MAC-вузол припиняє передачу кадру і посилає JAM-послідовність, яка підсилює стан колізій. Після посилки в мережу JAM-послідовності, MAC-вузол робить випадкову паузу і намагається повторно передати свій кадр. При повторних колізіях існує максимальне можливе число спроб повторної передачі кадру (attempt limit), яке дорівнює 16. Після чого фіксується помилка передачі кадру, а повідомлення про помилку передає протокол верхнього рівня;
- 5) для того, щоб зменшити інтенсивність колізій, кожний MAC-вузол з кожною новою спробою випадковим чином збільшує тривалість менопаузи між спробами. Тривалість менопаузи визначається на основі усіченого двійкового експоненціального алгоритму відтермінування. Менопауза завжди складає ціле число так званих інтервалів відтермінування;
- 6) інтервал відтермінування (Slow time) – це час, на протязі якого станція гарантовано може визначити, чи є в мережі колізія. Цей час тісно пов'язаний з іншими важливими часовим параметром мережі – вікном колізій;
- 7) Вікно колізій (collision window) – дорівнює часу дворазового проходження сигналу між найбільш віддаленими вузлами мережі. Це найгірший випадок затримки, при якому станція ще може виявити колізію. Інтервал відтермінування вибирається рівним величині вікна колізій+деяка додаткова затримка для гарантій:

$$T_{\text{інтервалу відтермінувань}} = T_{\text{вікна колізій}} + t_{\text{додаткова}}$$

Таке співвідношення прийнято стандартом IEEE 802.3. Більшість часових інтервалів вимірюють в кількості міжбітових інтервалів, величина яких при

швидкості передачі 10 Мбіт/с складає 0,1 мкс і дорівнює часу передачі одного біта. Величина інтервалів відтермінування в цьому стандарті визначена величиною 512 бітових інтервалів і розрахована на максимальну довжину кабеля 2500 м. Величина 512 бітових інтервалів визначає і мінімальну довжину кадру – 64 байти, оскільки при кадрах меншої довжини станція може передати кадр і не встигнути виявити факт виникнення колізій через те, що спотворені колізією сигнали дійдуть до станції. У найгіршому випадку, після завершення передачі, такий кадр буде просто втрачений.

Основні параметри передачі кадрів такі:

1. Бітова швидкість	10 Мб/с
2. Інтервал відтермінування	512 бітових інтервалів
3. Міжкадровий інтервал	9,6 мкс
4. Максимальне число передаючих спроб	16
5. Максимальне число зростання діапазони менопаузи	10
6. Довжина JAM-послідовності	32 біти
7. Максимальна довжина кадру без преамбули	1518 байт
8. Мінімальна довжина кадру без преамбули	64 байти (512 біти)
9. Довжина преамбули	64 біти (8 байт)

Використовуючи ці параметри, можна розрахувати максимальну продуктивність сегменту мережі Ethernet в таких одиницях як кількість переданих пакетів мін'єтної довжини в секунду (packets per second - PPS). Кількість пакетів, що обробляються Ethernet в одну секунду часто використовуються при оцінці продуктивності, наприклад, маршрутизаторів, які вносять додаткову затримку при обміні між вузлами. Тому цікаво і корисно оцінити чисто максимальну продуктивність сегмента Ethernet в ідеальному, коли на кабелі немає колізій і немає додаткових затримок. Оскільки пакет мін'єтної довжини разом з преамбулою складає 72 байти або 576 біт, то на його передачу витрачається 57,6 мкс. Якщо додати міжкадровий інтервал 9,6 мкс, отримаємо, що період надходження мінімальних пакетів дорівнює 67,2 мкс, а це відповідає максимально можливій пропускній здатності мережі Ethernet 14880 PPS (для мережі в 10 Мбіт/с).

ФОРМАТ КАДРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET



Формат кадра MAC-рівня дає стандарт IEEE 802.3, а формат LLC-рівня – IEEE 802.2. Кадр рівня LLC вкладається в кадр MAC-рівня, тому за прийнятим стандартом в мережі Ethernet може використовуватись тільки єдиний варіант кадра анального рівня, утворений комбінаціями заголовків MAC і LLC-підрівня. На практиці існує 4 типи заголовків, які склались історично. Більшість мережних адаптерів, мостів і маршрутизаторів вміє працювати з усіма форматами кадрів. Заголовок кадра – це весь набір полів, які відносяться до анального рівня і цей стандарт IEEE 802.3 визначає такі поля заголовків:

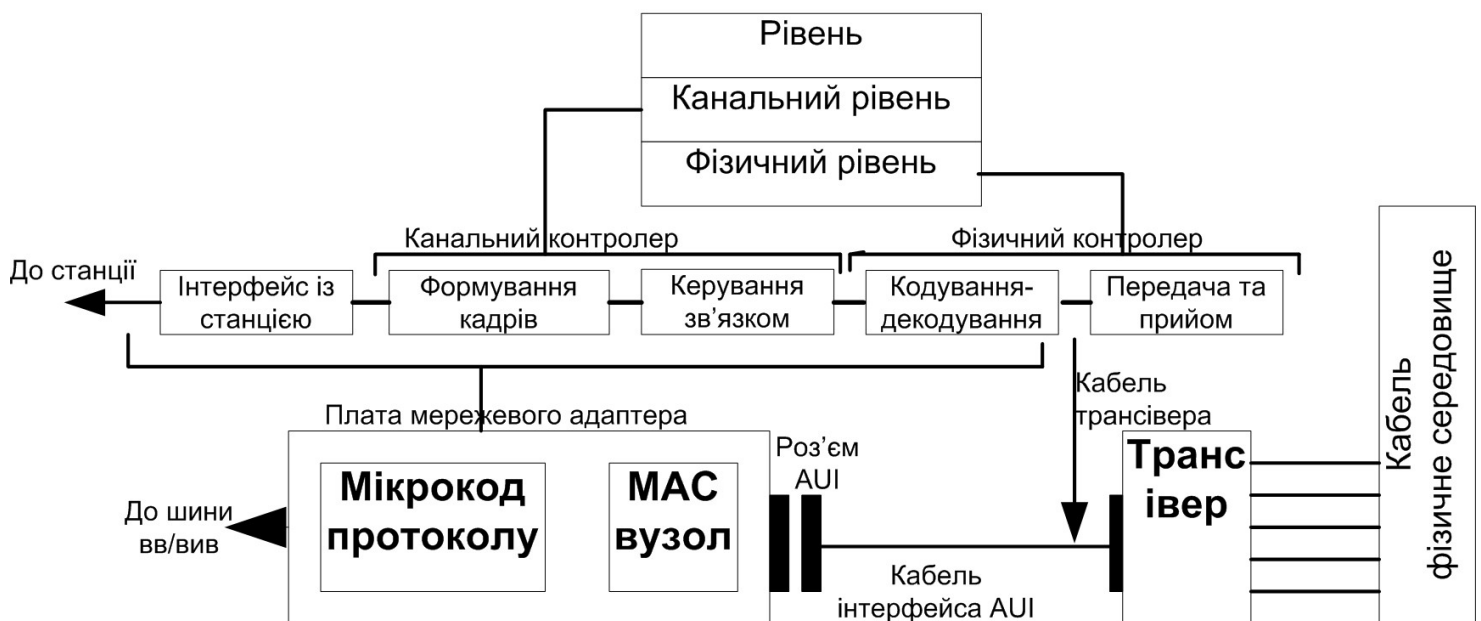
- **Поле преамбули** складається з 7 байт, кожен байт вміщує однакову інформацію (“10101010”). При манчестерському кодуванні ця комбінація представляється у фізичному середовищі періодичним хвильовим сигналом. Преамбула використовується для того, щоб дати та можливість трансівера перейти у стійку синхронізацію з тактовим сигналом, які приймаються.

- **Початок-обмежувач** складається з одного байту – “10101011”. Поява цієї комбінації є вказівкою на приймання кадру, яке має відбутися. Адреса отримувача може бути довжиною в 2 або 6 байтів. Це так звана MAC-адреса отримувача. Перший біт – ознака того, чи є адреса індивідуальною або груповою. Якщо 0 – це адреса певної станції, якщо 1 – це групова адреса декількох, можливо всіх, адрес мережі.

- При широкомовній адресації усі біти поля адреси встановлюються в 1. Загальноприйнятим є використання 6-ти байтових адрес. Адреса відправника – це 2-х або 6-ти байтове поле, яке вміщує поле адреси відправника. Поле довжини – двобайтне і визначає довжину поля даних в кадрі. Поле даних може становити від 0 до 1500 байт, але якщо довжина поля менша 46 байт, то використовуються поле заповнення. Поле заповнення складається з такої кількості байтів, яке забезпечує мінімальну довжину поля даних – 46 байт. Це забезпечує коректну роботу механізму виявлення колізій. А якщо довжина поля достатня – поле доповнення відсутнє.

- **Поле контрольної суми** (4 байта) вміщують значення, яке обчислюється за певним алгоритмом - так званий поліном CRC-32. Цей поліном дозволяє виявити помилки. Після отримання кадра, робоча станція виконує власне обчислення, потім виконуються порівняння і визначається, чи був створений код, чи не був.

АРХІТЕКТУРА І ТИПОВА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ETHERNET



ФІЗИЧНІ СПЕЦИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET

Технологія 10Base 5

Використовується коаксіальний кабель в якості фізичного середовища діаметром 0,5" (товстий). Хвильовий опір – 50 Ом. Максимальна довжина 1 сегмента мережі – 500м без повторювачів.

Технологія 10 Base 2

Фізичне середовище коаксіальний кабель 0,2" (тонкий). Хвильовий опір – 50 Ом. Максимальна довжина 1 сегмента без повторювачів – 180м.

Технологія 10 Base T

Фізичне середовище – скручена пара (UTP). Утворюється зіркова типологія між концентратором і кінцевим вузлом – не більше 100м.

Технологія 10 Base F

Фізичне середовище – волоконнооптичний кабель. Типологія аналогічна 10 Base T. Максимальна довжина 1 сегмента – до 2000м, є декілька різновидів цієї технології.

(Розшифровка 10 – 10 Мбіт/с; Base – передавання ведеться на одній несучій частоті (10). Якщо використовується декілька несучих частот, то тоді має місце широкополосна передача (broad band).

ТЕХНОЛОГІЯ 10 BASE 5

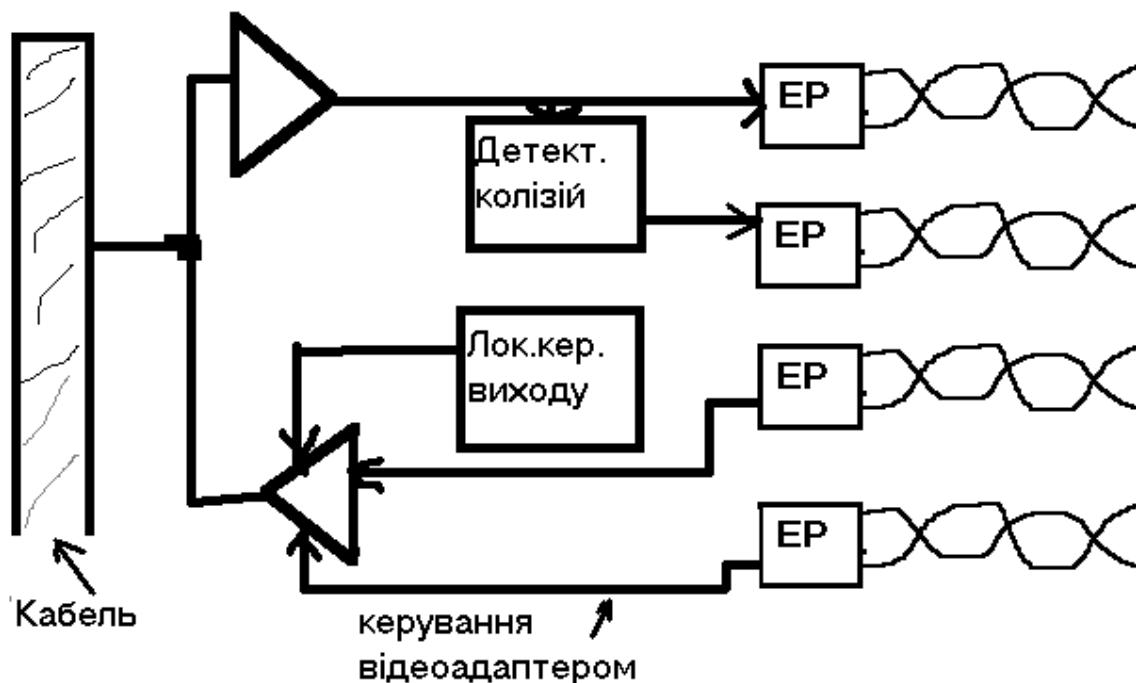
Трансіввер встановлюється безпосередньо на кабелі і живиться від мережного адаптера комп'ютера. До одного кабелю підключається не більше 100 трансівверів скручених пар кабелю AUI.

Функції трансіввера:

1. Приймання та передавання даних з кабелю на кабель.
2. Визначення колізій.
3. Електрична розв'язка між кабелем і іншою частиною адаптера.
4. Захист кабелю від некоректної роботи адаптера.
5. Контроль балакучості (Jabber control).

При виникненні несправностей в адаптері може виникнути ситуація коли на кабель буде неперервно передаватися послідовність випадкових сигналів. В результаті робота мережі буде заблокована одним не справленим адаптером. Щоб цьому запобігти на виході передавача ставиться пристрій, який перевіряє кількість бітів переданих пакетів. Якщо максимальна довжина пакета переведена, то ця схема від'єднує вихід передавача від кабелю.

Структурна схема трансіввером така:



Детектор колізій визначає наявність колізій в кабелі слідкуючи за підвищенням рівнем постійної складової сигналів. Якщо постійна складова перевищує певний поріг, то це означає, що на кабель працює більш ніж 1 передавач.

Преваги:

1. хороша захищеність кабелю від зовнішніх факторів.
2. Досить велика відстань між вузлами. Не менше 2,5м між двома робочими станціями.
3. Можливість досить вільного переміщення станцій в межах кабелю AUI. (не більше 500м).

Недоліки:

1. Висока вартість кабелю.
2. Складність прокладки кабелю.
3. Необхідність спеціального інструмента для прокладки кабелю.

4. При пошкодженні кабелю зупиняється вся мережа.
5. Необхідно заздалегідь забезпечити підводку кабелю до всіх робочих місць. Ця технологія є „Відмираючою”

ТЕХНОЛОГІЯ 10BASE 2

Трансівер знаходиться безпосередньо на платі адаптера. В одному сегменті знаходиться до 30 станцій. Кабель під'єднано безпосередньо до мереженого адаптера і це робить ускладнено заміну позицій відносно кабелю.

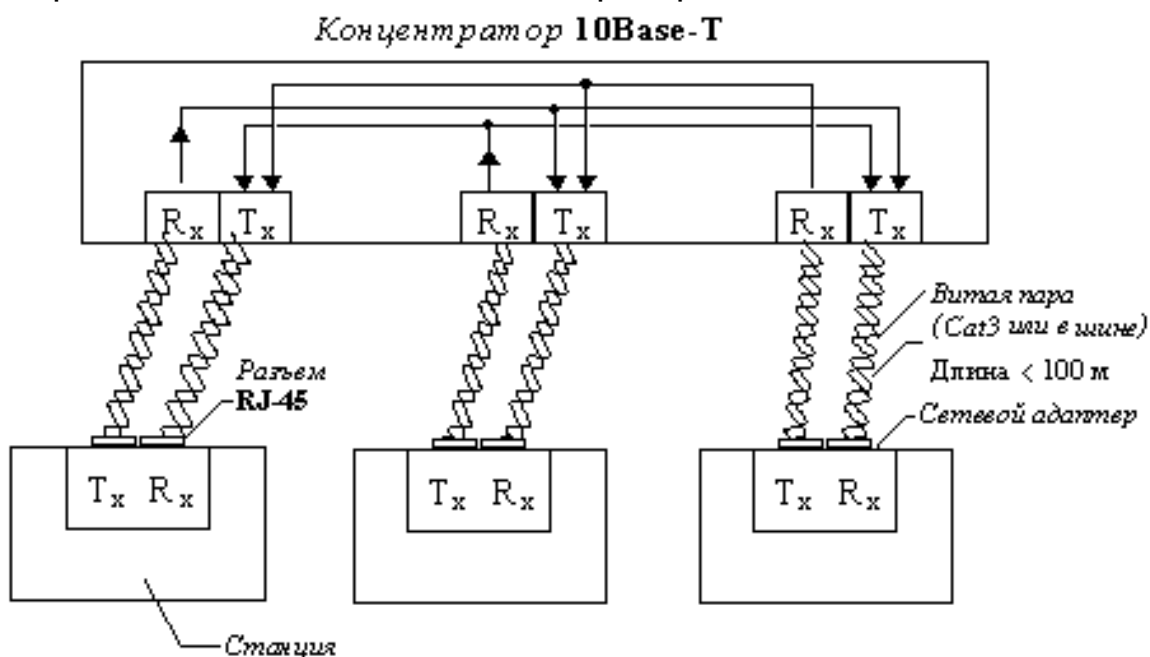
Недоліки:

1. Багато механічних з'єднань.
2. Кожний користувач має доступ до роз'ємів.
3. Треба створювати запас кабелю при формуванні мережі.

Загальний недолік цих двох технологій – відсутність оперативної інформації про стан моно аналу. Для цього існує спеціальний пристрій кабельний тестер, який дозволяє виявити несправності в цій системі. Мінімальна відстань між станціями – 1м.

ТЕХНОЛОГІЯ 10 BASE T

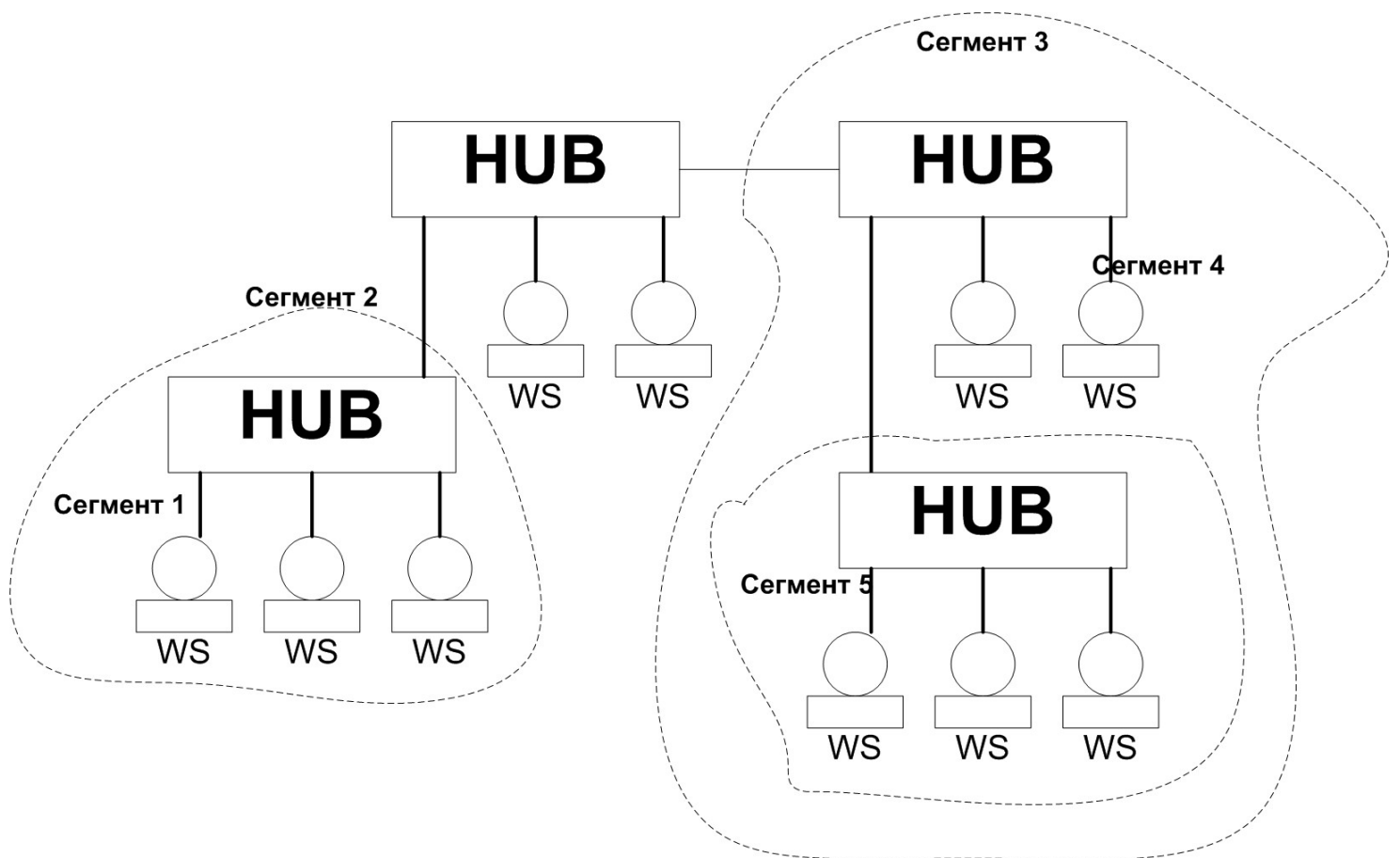
Було прийнято в 1990р. Основою побудови мережі стандарту 10Base T є концентратор або Hub. Блок-схема концентратора така:



В цій технології кабель (фізичне середовище) – це подвійна неекранована скручена пара UTP. Станція (PC) з'єднується за допомогою багатопортового повторювача або концентратора. Одна пара провідника використовується для передачі даних від станції до повторювача, друга пара навпаки. Концентратор виконує функції повторювача сигналів – підсилення за потужністю на всіх відрізках скручених пар під'єднуються до його портів. Так, що утворюється єдине середовище передавання даних – моноанал, або фізичне кільце моноаналу.

Повторювач виявляє колізію в сегменті у випадку одночасної передачі сигналу по декільком своїм **Rx** входам і посилає Jamr послідовності на всі свої **Tx** виходи. Максимальна відстань відрізка скрученої пари між двома безпосередніми своїми вузлами не більше 100м. при використанні скрученої пари не нище категорії 3.

При створенні мережі концентратори можна з'єднувати в дерево:



В загальному випадку має місце правило 4-ох хабів. Із врахуванням кожної можливої довжини 4-ох сегментів можна визначити коректність мережі.

Преваги:

1. Дешевий кабель який легко прокладається.
2. спільний фізичний кабель розподіляється на окремі кабельні відрізки. Ці відрізки утворюють спільний домен колізій. Їх фізичний розпоіл дозволяє контролювати їх стан і при необхідності відключити. Це значно спрощує експлуатацію великих мереж Ethernet.
3. Концентратор автоматично виконує функції контролю за доменом колізій .
10Base T – найбільш розповсюджена мережа.

ТЕХНОЛОГІЯ 10BASE F

Середовище передачі даних - оптоволокно. Функціонально складається з таких самих елементів, що і 10Base T. Тобто мережеві адаптери, концентратори, відрізки кабеля для з'єднання адаптера з портом повторювачів.

Використовується 2 типи оптоволокна. В цій технології є декілька повторювачів.

1. 10 Base F

Найбільш старий із них є: FOIRL (Fiber Optic Inter Repeated Link). Він гарантує довжину між вузлами до 1км. при загальній довжині – 2.5 км.

2. Стандарт 10 Base FL

Його призначення з'єднання кінцевих вузлів мережі із концентраторів. Працює з оптоволоконних сегментів до 2000м. при загальній довжині мережі не > 2.5 км. максимальне число повторювачів – 4.

3. Стандарт 10 Base FB.

Цей стандарт призначений для магістрального з'єднання повторювачів. Дозволяється мати в мережі до 5 повторювачів, при максимальній довжині

сегментів - 2000м і довжина мережі – 2740м. Повторювачі, які з'єднуються за цим стандартом постійно обмінюються спеціальними послідовними сигналами, які відмінні від сигналів кадрів даних і які використовуються для виявлення відказів своїх портів. Тому концентратор цього стандарту можуть підтримувати стандартні зв'язки, автоматично переходити на резервний порт при виявленні відказу основного порта за допомогою тестових спеціальних сигналів.

Концентратори цього стандарту передають як дані, так і сигнали простою лінією синхронно. Тому біти синхронізації кадра не потрібні і не передаються.

Цей стандарт ще називається синхронний Ethernet.

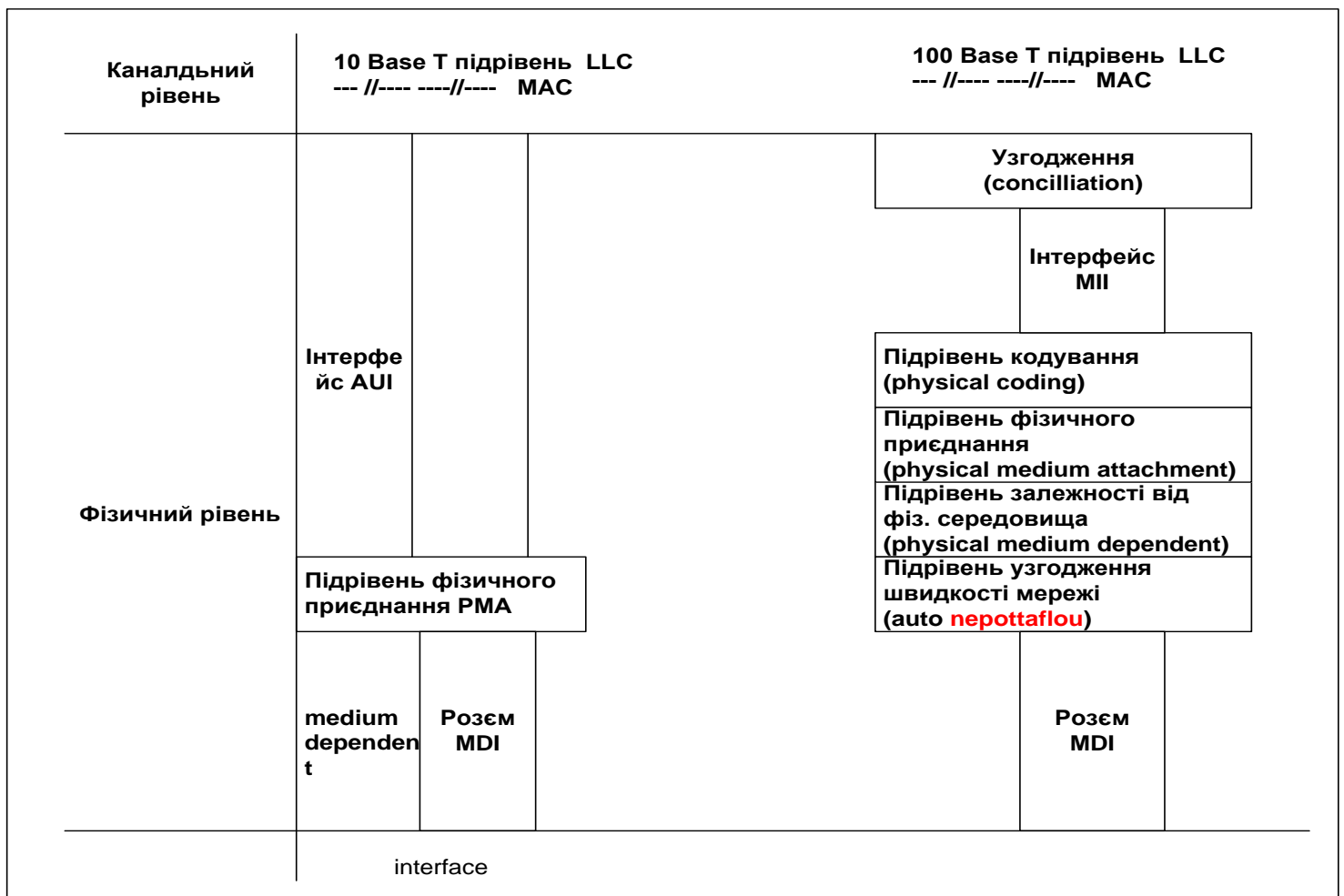
10Base FL і 10Base FB не сумісні між собою.

FAST ETHERNET

У зв'язку з розвитком технологій виготовлення концентраторів які працюють на великих тактових частотах, сегменти створюють за технологією 10 мегабіт Ethernet виявилися перевантаженими. Якщо раніше в ПК системна шина, яка створена за стандартами ISA(8 Мб/сек) і EISA(32 Мбайт/сек), то при використанні 10 мегабітного Ethernet. При таких системних шинах пропускна здатність 10 – мегабіт Ethernet складає 1/8 або 1/32 системної шини, або аналу пам'ять-диск.

Це узгоджувалось із співвідношенням обсягів локальних даних нашого ПК і зовнішніх даних для цього ПК. То із впровадженням нових процесорів, які використовують, наприклад шину PCI (133 мегабайт/сек), це співвідношення стало 1/133, що явно замало. Тому в 1992 році утворилася група FAST Ethernet Alliance. Її мета – зберегти метод доступу Ethernet, тим самим зберегти основні принципи технології. Вони запропонували стандарт IEEE 802.3u. його назвали FAST Ethernet або 100 Base.

Відмінність FAST Ethernet від Ethernet зосереджена на фізичному рівні.



Підрівні LLC і MAC не зазнали зміни у порівнянні із звичайним Ethernet і тим самим забезпечили спадковість. Більш складною частиною фізичного рівня обумовлена тим, що в цій технології використовується 3 варіанти систем: оптоволоконно двох – парна скручена пара категорії 5, 4-х, парна скручена пара категорії 2. Відмінність кожного варіанта локальних систем в FAST Ethernet значно глибше ніж звичайних Ethernet. Міняються не тільки кількість провідників, але і метод кодування. Всі варіанти FAST Ethernet створюються одночасно а не еволюційно, тому була можливість детально визначити ті підрівні фізичного рівня, які не міняються і інші підрівні які є спеціально для кожного варіанту.

Переваги технології FAST Ethernet:

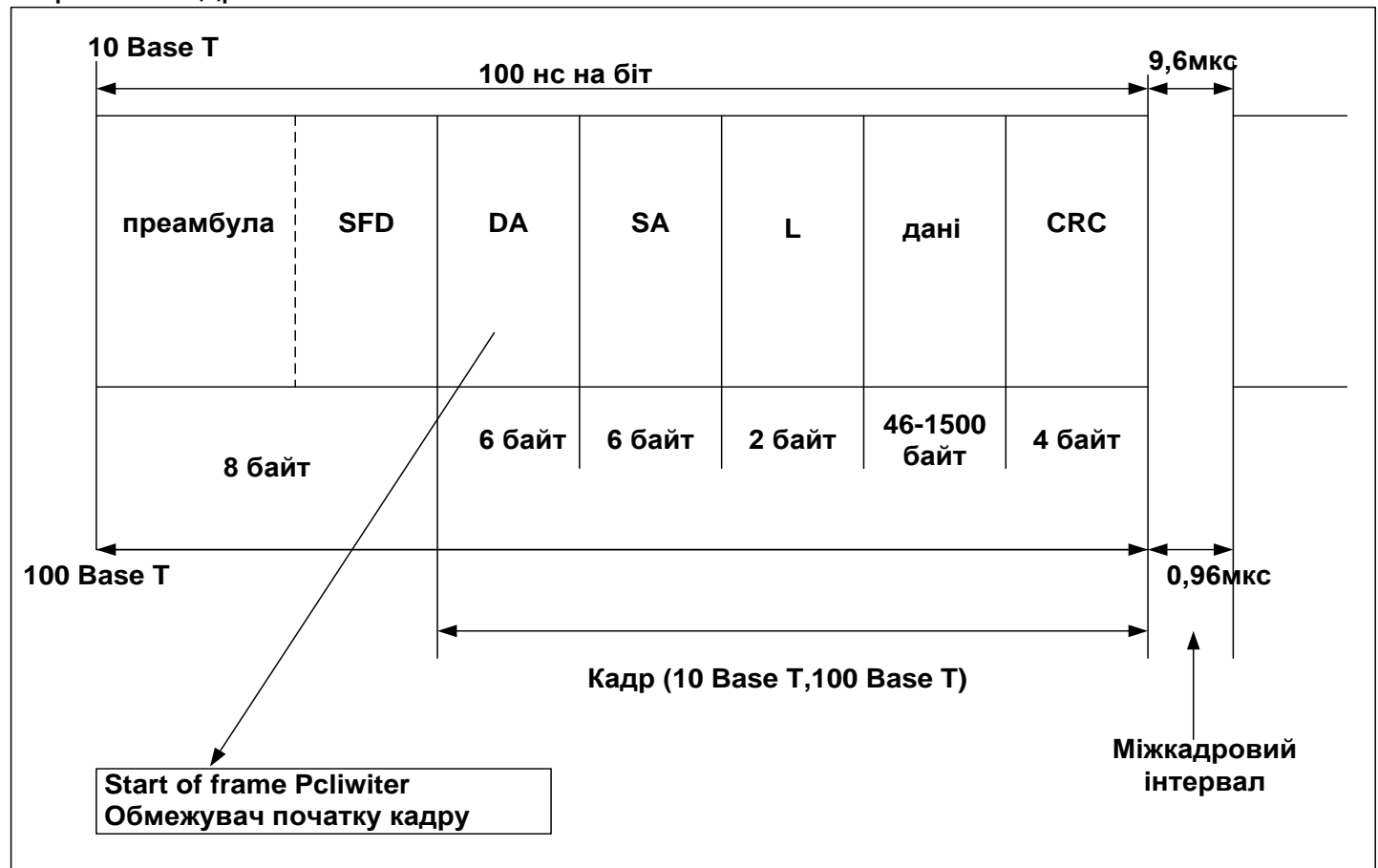
- 1) збільшення пропускної здатності сегмента мережі до 100 мб/с;
- 2) збереження методу доступу технології Ethernet;
- 3) збереження технології зірка з концентраторів і підтримка традиційних середовищ передачі даних.

Ці властивості дозволяють виконати поступовий перехід від технологій 100 Base та до FAST Ethernet не вимагаючи заміни обладнання у всіх вузлах мережі, в більшості випадків можливість зберегти кабельні системи і не вимагаючи ґрунтовних перепідготовки обслуговуючого персоналу.

Стандарт 100 base T встановив 3 групи спеціально для фізичного рівня:

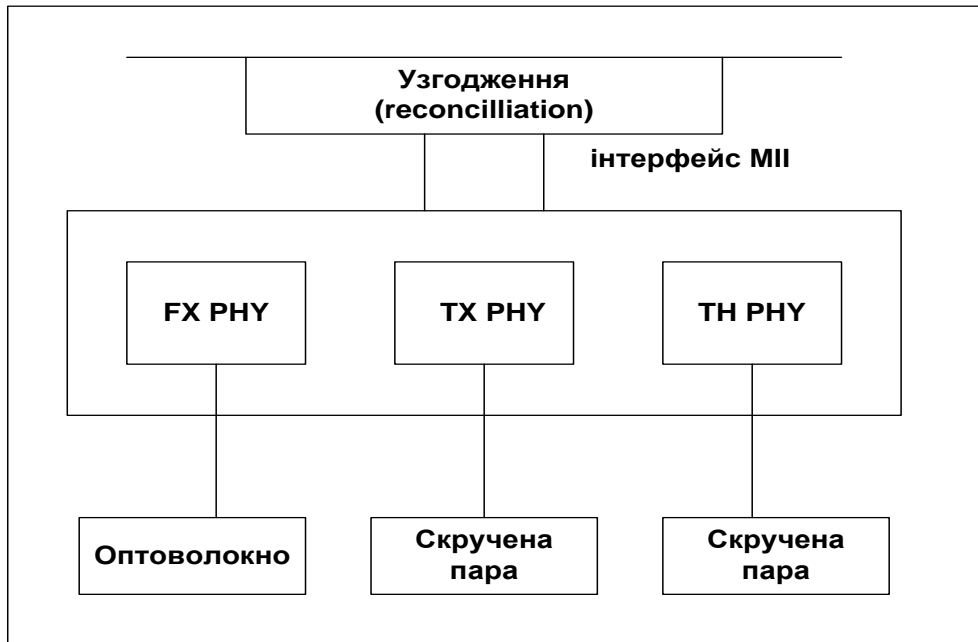
- 1) 100 Base TX – для двох парного кабеля неекранованої скрученої пари (UTP) категорії 5. Або екранованої скрученої пари (STP) категорії 1.
- 2) 100 Base T4 – для 4-х парного кабеля на неекранованій скрученій парі UTP категорії 3,4,5.
- 3) 100 Base FX -для багато шарового оптоволоконного кабеля.

Формати кадрів технології FAST Ethernet



Структура кадру 100 Base T повторює структуру кадру 10 Base T за винятком часових співвідношень. У зв'язку з тим, що види фізичного середовища

відрізняються тільки ґрунтовно ніж в 10 Base структури фізичного рівня має більш складну структуру.



PHY- пристрій фізичного рівня забезпечує кодування даних які проходять від MAC для передачі по кабелю певног типа, синхронізація даних, що передаються по кабелю, приймання і декодування даних у вузлі приймачі.

МІІ-підтримают незалежний від фізичного середовища спосіб обміну даними між MAC підрівнем і підрівнем **PHY** він аналогічний AUI 10 Base T. Підрівень узгоджений необхідністю щоб узгодити роботу MAC з **МІІ**.

Цей інтерфес розташовано між MAC-підрівнем і підрівнем кодування сигналів, яких у Fast Ethernet є три: FX, TX, T4. Підрівень узгодження потрібен для того, щоб узгодити роботу підрівня MAC з інтерфейсом МІІ.

ПЕРЕДАЧА ДАНИХ ЧЕРЕЗ МІІ

МІІ викорисовує 4-х бітні порції даних для паралельної їх передачі між підрівнями MAC і підрівнем РНІ. Цей канал передачі утворюється 4-х бітною шиною даних МІІ, яка синхронізується тактовим сигналом, що генерується MAC-підрівнем. Аналогічно анал передачі даних від РНІ до MAC утворено іншою 4-х бітною шиною даних, яка синхронізується тактовим сигналом і сигналом приймання, що генерується підрівнем РНІ. Якщо пристрій РНІ виявив помилку в стані фізичного середовища, то він може передати повідомлення про це на підрівень MAC у вигляді сигналу “помилка приймання”. MAC-підрівень повідомляють про помилку пристрою РНІ за допомогою сигналу “помилка передачі”.

Звичайно, повторувач, отримавши від РНІ довільного порта “помилка сприймання” передає на всі порти РНІ сигнал “помилка передачі”.

МЕТОД КОДУВАННЯ 4В/5В

В технології 10Mbit Ethernet використовують манчестерське кодування для представлення даних при передачі покадрово. В спеціалізації PHY FX/TX використовується потенціальний метод кодування 4В/5В. В цьому випадку кожні 4 біти даних MAC-підрівня представляються 5-ма бітами. Використання надлишкового біта дозволяє застосувати потенціальні коди при представленні кожного з п'яти біт у вигляді електронних або оптичних імпульсів.

У потенціальних кодів у порівнянні з Манчестерським кодуванням більш вузька полоса спектру сигналу і відповідно менші вимоги до полоси перепускання кадрів, але пряме використання таких кодів без надлишкового біта неможливе через погану синхронізацію приймача і джерела. При передачі довгої послідовності 1 або 0 напротязі довгого часу сигнал не змінюється і приймач не може визначити момент читання чергового біта. При використанні 5-ти біт для кодування 16-ти вхідних 4-х бітових комбінацій можна побудувати таку таблицю кодування, в якій довільний вихідний 4-х бітний код представляється 5-ти бітовим кодом, в якому чергуються 0 та 1-ці і таким чином забезпечується синхронізація.

Оскільки вихідні біти MAC підрівня повинні передаватися із швидкістю 100Мбіт/с, то наявність одного надлишкового біта примушує передавати біти результуючого коду 4В/5В із швидкістю 125Мбіт/сек, тобто міжбітна відстань пристрою РНІ складає 8 нс.

Оскільки з 32-х можливих комбінацій 5-ти бітових порцій для кодування вихідних даних треба лише 16, то інші 16 комбінацій в коді 4В/5В використовуються для службових потреб. Наявність службових символів дозволило використати в специфікації FX/TX схему неперервного обміну сигналами між передавачем і приймачем навіть при вільному стані передаючого середовища, на відміну від 10Base-T, де в незайнятому середовищі повністю відсутні імпульси інформації.

Для позначення незайнятого середовища використовується службовий символ Idle ("11111"). Цей службовий символ – середовище памивне в даний момент. Цей символ постійно циркулює між передавачем і приймачем, підтримує їх синхронізм в періоди між передачею інформації, а також дозволяє постійно контролювати фізичний стан лінії.

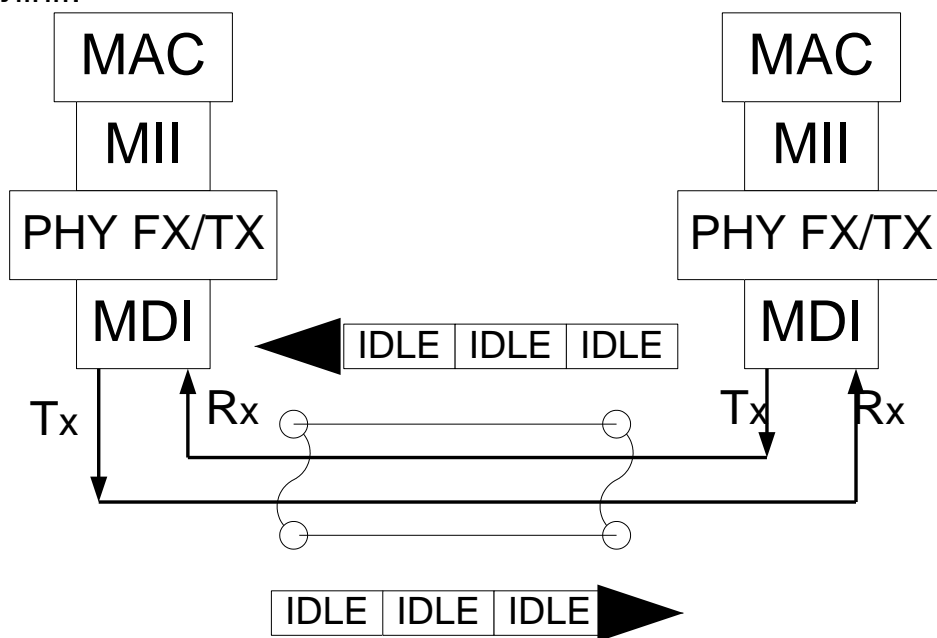


Рис. Обмін службовими символами Idle при незайманому передаючому середовищі

Тоді пакет, який ми передаємо, буде мати вигляд:

Прембула Idle	JK	Прембула	SFD	DA	SA	L	Дані	CRC	T	Прембула Idle
---------------	----	----------	-----	----	----	---	------	-----	---	---------------

Для відокремлення коду Ethernet від символів Idle використовується комбінація символів "Start Delimiter" – пара символів JK, а після завершення кадра перед

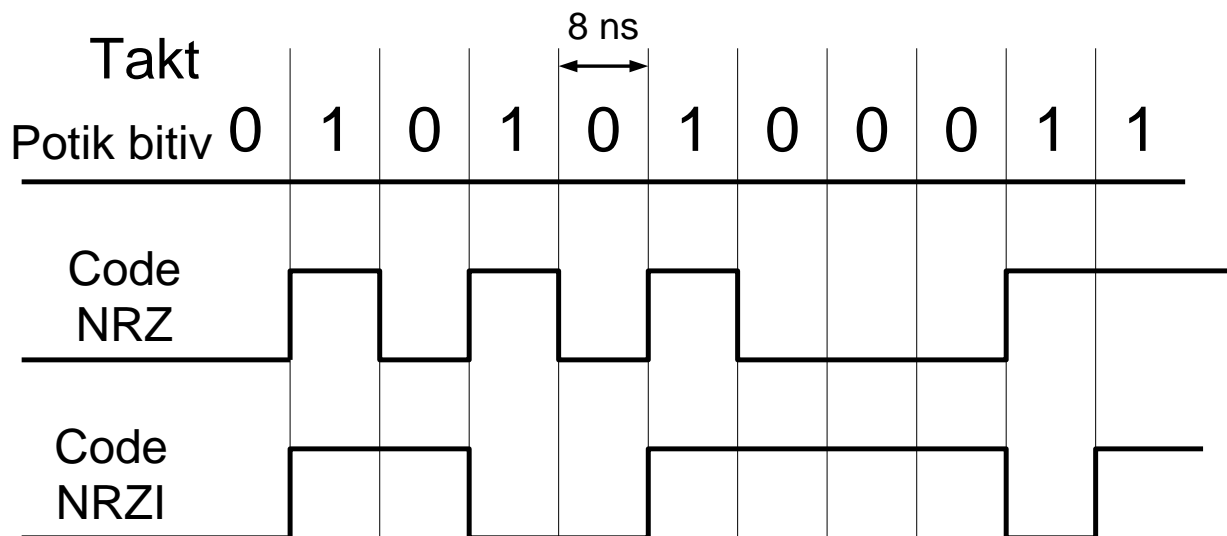
першим символом Idle вставляється символ Т (обмежувач кінця значущих символів).

ПЕРЕДАЧА П'ЯТИ БІТОВИХ КОДІВ ПО ЛІНІЇ МЕТОДОМ NRZI

Після перетворення 4-х бітових порцій MAC-підрівня в 5-ти бітові порції PHY, їх необхідно представити у вигляді оптичних або електричних сигналів в кабелі, який з'єднує вузли мережі. Специфікації PHY FX і PHY TX використовують при цьому різні методи фізичного кодування NRZI (Non return to Zero Invert to ones – метод безповернення до нуля з інверсією до 1) і MLT-3.

NRZI – це метод безповернення до нуля з інверсією до 1.

Це модифікація методу NRZ, коли для представлення 1 та 0 використовуються потенціали 2-х рівнів. В NRZI також використовуються 2 рівні, але потенціал, який використовується для кодування біжучого біта залежить від потенціалу, який використовується для кодування попереднього біта. Це так зване диференційоване кодування. Якщо біжучий біт має значення 1, то біжучий потенціал являє собою інверсію потенціала попереднього біта залежно від його значення. Якщо біжучий біт має значення 0, то біжучий потенціал повторює попередній. Таким чином для забезпечення частих змін сигналу, а значить і для підтримки самосинхронізації приймача треба визначити з коду комбінації з надто довгою послідовністю 0-лів. Коди 4В/5В побудовані так, що гарантують не більше 3-х нулів підряд при довільній комбінації біт у вихідній інформації. Це буде виглядати так:



Основна перевага NRZI у порівнянні з NRZ полягає у більш надійному розпізнаванні "1" та "0" на лінії в умовах завад.

АВТОПЕРЕГОВОРНИЙ ПРОЦЕС

Специфікації PHY TX та PHY T4 підтримують функцію Autonegotiation, за допомогою якої два взаємодіючих пристрої PHY можуть автоматично вибрати найбільш ефективний режим роботи. Схему цієї функції запропонувала компанія NwagSemiconductor. В теперішній час визначено 5 різних режимів роботи, які можуть підтримувати пристрої TX або T4 на скручених парах. В порядку пріоритетів це такі режими роботи (1-й режим має найбільший пріоритет, останній - найменший):

- 1) 100 Base-T4 – 4 пари категорії 3;
- 2) 100 Base-TX Full Duplex - 2 пари категорії 5 або кабель STP 1-го типу;
- 3) 100 Base-TX – 2 пари категорії 5 або STP типу 1а;

- 4) 10 Base-T Full Duplex – 2 пари категорії 3;
- 5) 10 Base-T – 2 пари категорії 3.

Переговорний процес відбувається при включенні живлення, а також може бути ініційованим в довільний момент модулем керування. Для організації переговорного процесу використовують службові сигнали перевірки цілісності лінії технології 10 Base-T, якщо вузол-партнер підтримує лише стандарт 10 Base-T. Вузли, які підтримують функцію автопереговорного процесу також використовують існуючі технології сигналів перевірки цілісності ліній. При цьому вони посилають пачки таких імпульсів, які інкапсулюють функції певного процесу. Такі пачки імпульсів отримали назву FLP (Fast Link Pulse burst).

Пристрій, що почав автопереговорний процес, надсилає своєму партнеру пачку імпульсів FLP, що містить 8-ми бітне слово, яке кодує пропускний режим взаємодії, починаючи із самого пріоритетного, яке підтримується даним вузлом. Якщо вузол-партнер підтримує функцію автопереговорного процесу і також може підтримувати запропонований режим, то він відповідає пачкою імпульсів FLP, яка підтверджує цей режим і переговори закінчуються. Якщо вузол-партнер може підтримувати менш пріоритетний режим, то він вказує його у відповіді і цей режим стає робочим. Таким чином вибирається найбільш пріоритетний спільний режим роботи вузлів.

Вузол, який підтримує тільки технологію 10Base-T, кожні 16 нс посилає імпульси для перевірки цілісності ліній, яка зв'язує його із сусіднім вузлом. Такий вузол не розуміє запит FLP. Вузол, який отримав у відповідь на запит FLP лише імпульси перевірки цілісності ліній, розуміє, що його партнер може працювати лише в режимі 10Base-T і встановлює цей режим роботи для себе.

ПРАВИЛА ПОБУДОВИ СЕГМЕНТІВ FAST ETHERNET ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОВТОРЮВАЧІВ КЛАССУ 1 ТА 2

Технологія Fast Ethernet розрахована на підключення кінцевих вузлів, тобто робочих станцій з відповідними адаптерами до багато портових концентраторів повторювачів або комутаторів.

ПОНЯТТЯ DTE (DATA TERMINAL EQUIPMENT)

DTE - це довільне джерело кадрів для мережі. Це мережний адаптер, порт маршрутизатора, порт моста і інші подібні пристрої. Але порт повторювача – це не DTE.

В типовій конфігурації мережі Fast Ethernet декілька DTE підключаються до портів концентраторів або комутаторів, утворюючи зірку. Для коректної побудови сегментів мережі Fast Ethernet треба:

- виконати обмеження на максимальні довжини сегментів, з'єднуючих DTE з DTE;
- виконати обмеження на максимальні довжини сегментів, з'єднуючих DTE з портом повторювачів;
- виконати обмеження на максимальний діаметр мережі;
- виконати обмеження на максимальне число повторювачів і максимальну довжину сегмента, з'єднуючого повторювачі.

Стандарт	Тип кабеля	Макс. довжина сегмента
100 Base TX	CAT 5 UTP	100 м
100 Base FX	62,5/125 МКМ (багатомодове оптоволокло)	412 м (напівдуплексний) 2000 м (дуплекс)
100 Base T4	Cat 3,4,5 UTD	100 м

ПОВТОРЮВАНІ FAST ETHERNET

поділяються на 2 класи:

- 1) повторювані класу 1 - підтримують всі типи системи керування фізичного рівня (100 Base TX, FX, T4);
- 2) повторювані класу 2 - підтримують тільки один тип систем керування фізичного рівня.

Сегменти з'єднання повторювачем утворюють один домен колізій. В одному домені колізій допускається наявність тільки одного повторювача класу 1. Це пов'язано з тим, що такий повторювач вносить велику затримку через необхідність трансляції різних систем кодування. Макс. кількість повторювачів класу 2 в одному домені колізій 2 і вони повинні з'єднуватися кабелем не більше 2 м.

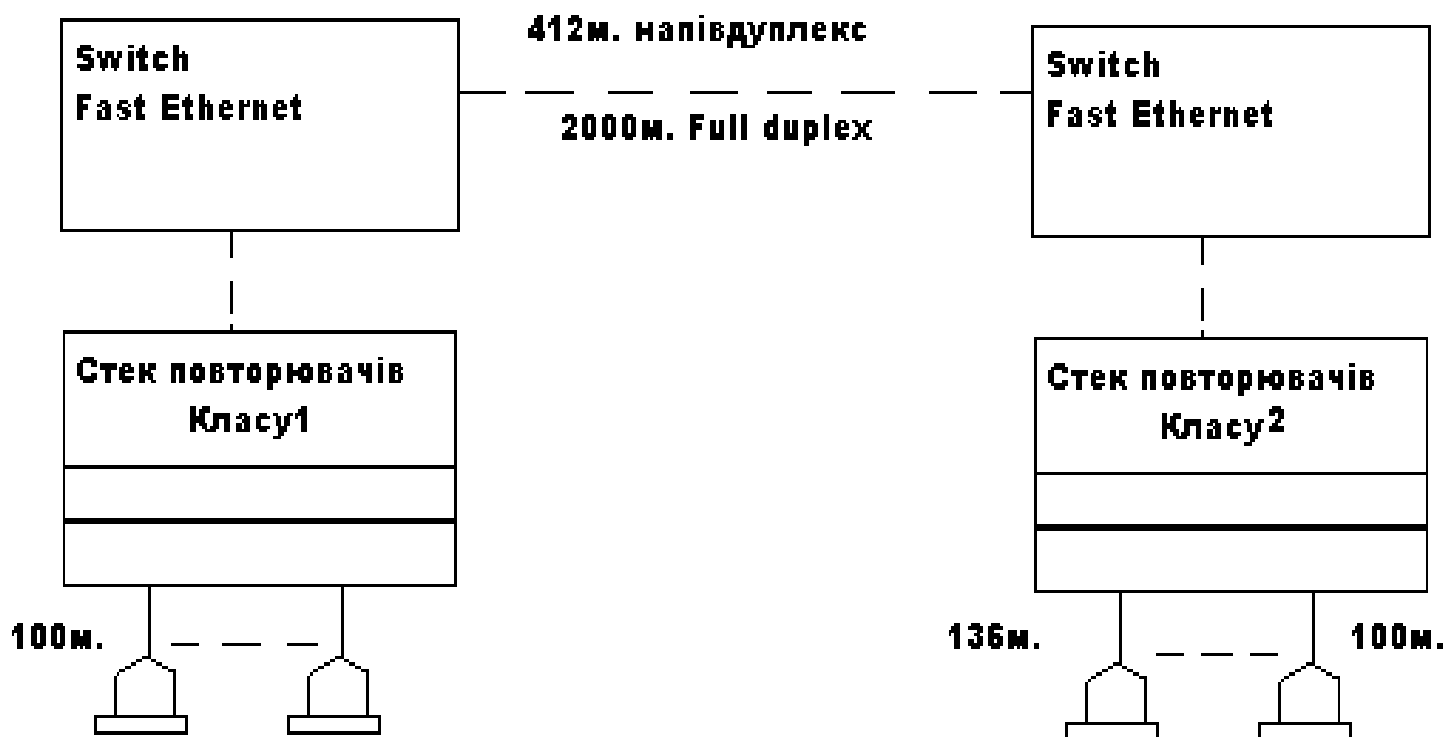
Невелика кількість повторювачів не є суттєвою перешкодою при побудові мережі Fast Ethernet, оскільки:

- наявність стекових повторювачів знімає проблему обмеженості кількості портів. Всі повторювачі в одному стеку – це 1 повторювач в якому до 100 портів;
- використання комутаторів і маршрутизаторів ділить мережу на декілька доменів колізій, в кожному з яких невелика кількість станцій.

Тип кабелю	Макс. діаметр мережі	Макс. довжина сегмента
Тільки скручена пара TX	200 м	100 м
Тільки оптоволокло FX.	272 м	136 м
Декілька сегментів на скрученій парі і 1 на оптоволоклі, довжина 200м.	100 м (TX)	160 м (FX)
Декілька сегментів на скрученій парі і декілька сегментів на оптоволоклі.	100 м (TX)	136 м (FX)

Приклад:

- скручена пара
 ----- оптоволокло



ПРОТОКОЛ GIGABIT ETHERNET

Не дивлячись на те, що Fast Ethernet використовується не так давно, Але створений G.E. alliance, який розробив технологію E. Це обумовлено тим, що нові швидкісні технології, зокрема ФЕБ не завжди виправдані з точки зору вартості і складності і в тих випадках, де важливим є швидкість обміну G.E. буде мати переваги. Зберігаючи метод доступу CSMA/CD, макс. відстань.

Найбільш популярним є повно дуплексний варіант, який працює тільки з комутаторами і допускає відстань в 500м. Між вузлом і комутатором для багатоходового кабелю. Вартість одного порта концентратора G.E. порядку 200\$.

Fast Ethernet рекомендовано використовувати там, де перед Тим використовувався 10 Base T.E. але теперішні умови або перспективи розвитку вимагають впровадження мереж з більш високою перепускною здатністю. При цьому зберігається весь попередній досвід обслуговування таких мереж, але залишаються недоліки – можливі великі затримки доступу до середовища при коефіцієнті його використання 30%. Це результат використання цього нест. доступу. Невеликі відстані між вузлами, навіть при використанні оптоволокна, через необхідність виявлення колізій. Відсутність в стандартах на E. визначених резервних зв'язків. Відсутність підтримки пріоритетного трафіку приклад програми реального часу.

FAST ETHERNET В МЕРЕЖАХ РОБОЧИХ ГРУП

Основною областю застосування Fast Ethernet – це робочі групи. Не слід міняти 10 Base T на Fast Ethernet там, де є комп'ютери із повільними системними шинами. Шина 133Мб/сек. – повільна шина. Все сучасне мережне обладнання універсальне (10/100).

FAST ETHERNET В МАГІСТРАЛЯХ БУДИНКІВ І КАМПУСІВ

Кількість вузлів в сучасних корпоративних мережах досягає кількох сотень. Мережі будинків і великих поверхів зараз практично не буває без використання комутатора, тому обмеження на мах. діаметр мережі в 250-270м. Легко долається

шляхом з'єднання комутатор-комутатор, що дозволяє продовжити мережу до 412м. при напів - дуплексному зв'язку та оптоволокні і до 2 км. при повно дуплексному зв'язку та оптоволокні. Основні фактори, які стримують застосування технології Fast Ethernet на магістралях, це:

1) широке застосування в теперішній час технології FDDI - це кільцева маркерна технологія на оптоволокні, вона була перша яка використовує оптоволокно і тому поширена.

2) Відсутність в технології Fast Ethernet засобів підтримки трафіка реального часу.

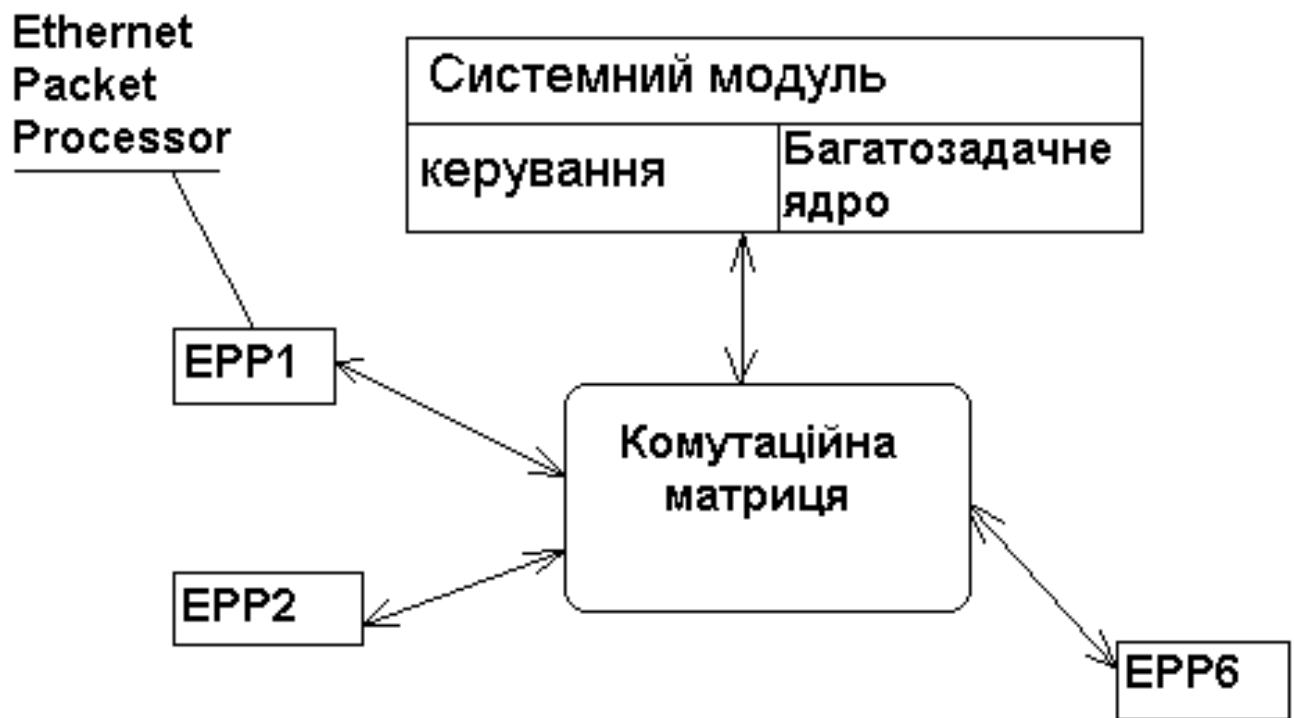
КОМУТАЦІЯ КАДРІВ (FRAME SWITCHING) В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Повторювачі і концентратори локальних мереж реалізують базові технології розроблені для середовищ передачі даних, які розділяються. В такій технології всі комп'ютери розділяють в часі єдиний анал зв'язку утворений сегментами кабелів. При передачі довжина комп. кадра даних всі інші комп. приймають його по спільному кабелю, знаходячись з передавачем у постійному побітному синхронізмі, має місце явище колізії, яке досить успішно обробляється. Але розділене середовище передавання даних має суттєві переваги:

- простота топології мережі;
- гарантія доставки кадра адресату при збереженні обмежень стандарту і коректно працюючій апаратурі;
- простота протоколів, яка забезпечує низьку вартість мережних адаптерів (hub, switch-ей) .

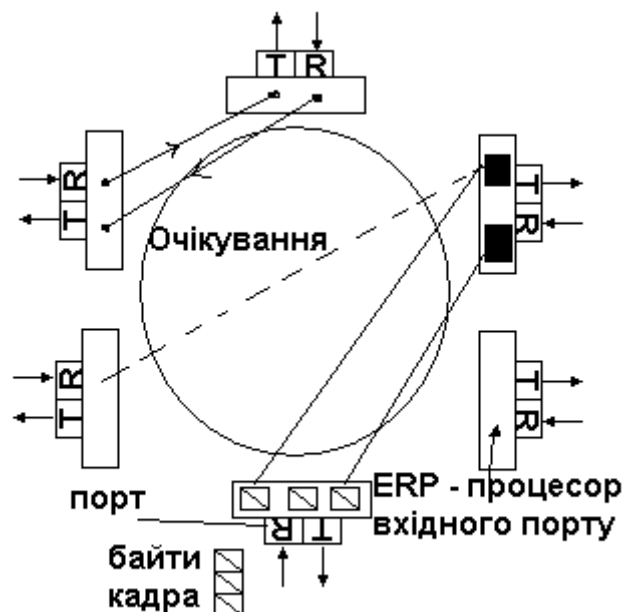
Технологія комутуваних сегментів Ethernet була запропонована у 1990р. фірмою Colpana як відповідь на необхідність підвищити перепускную здатність звуків високопродуктивних серверів з сегментами робочих станцій.

Технологія комутуваних кадрів ґрунтується на від використання розділяємих ліній зв'язку між усіма вузлами сегмента і використання комутаторів, які дозволяють одночасно передавати пакети між усіма його парами портів. Функціонально багато портовий комутатор працює на анальному рівні, аналізує заголовки кадрів автоматично будує таблиці адрес і ґрунтуючись на цій таблиці перенаправляє кадр в один із своїх вихідних портів, або фільтрує його вилучаючи із буфера комутувани кадри, що надходять в комутатор оброблення паралельно, а кадри, які надходять на міст оброблення кадрів за кадром – відмінності комут. від моста. Комутація звичайно має декілька внутрішніх процесів обробки кадрів – внутрішній паралелізм. Структурна схема комутації ф. Colpana EthernetSwitch така:



Кожний порт обслуговується таким процесором, а системний модуль координує роботу всіх процесорів. Системний модуль веде спільну адресну таблицю комутатора і забезпечує керування комутатором за протоколом SNMP. Для передачі кадрів між портами використовується комутаційна матриця того типу, які працюють у мультипроцесорних комп'ютерах з'єднуючи декілька процесорів з декількома модулями комп'ютерів. При надходженні кадра в довільний порт процесора EPP буферизує декілька перших байт кадра для того, щоб прочитати курс-призначення. Після її отримання процесор одразу приймає рішення про передачу пакета, не очікуючи надходження інших байт кадра. Для того він проглядає свій власний кеш адресної таблиці і якщо не знаходить там потрібної адреси, звертається до системного модуля, який працює в багатозадачному режимі паралельно обслуговуючи запити всіх процесорів EPP. Системний модуль виконує перегляд спільної адресної таблиці і повертає процесору знайдений рядок, який той буферизує в своєму кеші для наступного використання. Після знаходження адреси призначення в адресній таблиці, процесор знає, що треба далі робити з кадром, який надходить, а під час перегляду адреси таблиці процесор продовжує буферизацію байт кадра, які надходять у порт, якщо кадр треба відфільтрувати, то процесор просто припиняє записувати у буфер байта кадра і очікує надходження нового кадра. Якщо кадр треба передати на інший порт, то процесор звертається до комутаційної матриці і намагається встановити в ній шлях, який зв'яже його порт з портом адреси призначення. Комутаційна матриця може зробити це тільки в тому випадку, коли порт адреси призначення в цей момент вільний, тобто не з'єднаний з іншим портом. Якщо порт зайнятий, то кадр повністю буферизується процесором вхідного порту і утворення комутаційною матрицею потрібного шляху. Після того як потрібний шлях встановлено, в нього направляються буферизовані байти кадра, які сприймаються процесором вихідного порта і після отримання цим портом доступу до середовища, передаються в мережу.

ПЕРЕДАЧА КАДРА ЧЕРЕЗ КОМУТАЦІЙНУ МАТРИЦЮ

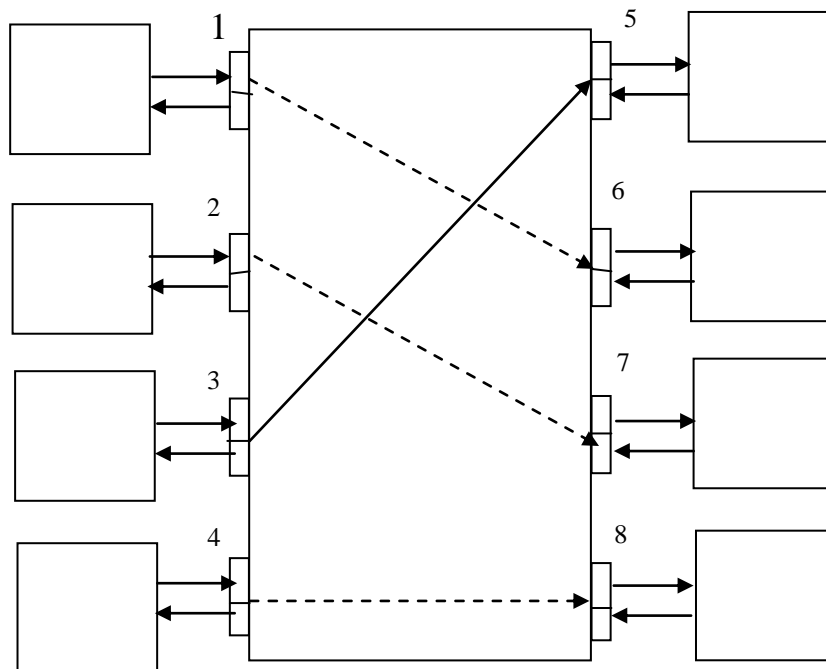


Процесор вхідного порту постійно зберігає декілька байтів кадра, що приймаються в своєму буфері, що дозволяє йому незалежно і асинхронно приймати і передавати байти кадра. При вільному, в момент прийому кадра, стані вихідного порту затримка між прийомом першого байта кадра комутатора і появою того ж байта на виході порта адреси призначення складає приблизно 40 мкс. Такий спосіб передачі кадра без його повної буферизації називається комутацією на льоту (on the fly). Це по суті конвеєрна обробка кадра, коли частково суміщаються в часі декілька етапів передачі кадра. Етапи такої комутації:

1. Сприймання 1-го байта кадра процесором вхідного порта включаючи сприймання байт адрес призначення.
2. Пошук адреси призначення в адресній таблиці комутатора, яка може знаходитись в кеші процесора, або в спільній таблиці системного модуля
3. комутація матриці
4. Сприймання інших байт кадра процесором вхідного порта
5. Сприймання байт кадра, включаючи перші, процесором вихідного порта через комутаційну матрицю.
6. отримання доступу до середовища передавання процесором вихідного порту.
7. Передача байт кадра процесором вихідного порту в мережу.

2-й і 3-й етапи сумістити неможливо, оскільки без знання номера вихідного порта комутація вихідної матриці немає сенсу, і основна причина чому підвищується продуктивність мережі в цілому – паралельна обробка декількох кадрів + конвеєризація.

Мережа Ethernet більше від інших потерпала від збільшення часу очікування доступу до середовища при зростанні завад сегмента мережі. Через це виникали колізії. Комутатори знайшли застосування в Ethernet. Розглянемо можливість паралельної обробки декількох кадрів комутатором :



Тут показана ідеальна з точки зору підвищення продуктивності мережі, коли 4 порти з 8-ми передають дані з швидкістю 100 Мбіт\сек. Передача відбувається без колізії. Якщо комутатор встигає обробити вхідний трафік навіть при максимальній інтенсивності надходження кадрів на вхідні порти, то загальна продуктивність для цього прикладу $4 \cdot 100 = 400$ мбіт/сек, а для N портів $(N/2) \cdot 100$ Мбіт/сек.

Кажуть що комутатор надає кожній станції або сегменту, підключеному до його портів виділену перепускную здатність протоколу. Розробники комутаторів пропонують неблокуючі комутатори, тобто такі, які передають кадри через свої порти з такою самою швидкістю, з якою вони до них надходять.

Перш за все необхідно виконати умову: $C_k = (\sum_i C_{p_i}) / 2$.

Де C_k – продуктивність комутатора, C_{p_i} - макс. Продуктивність протокола, який підтримується i -м портом комутатора.

Якщо порт в комутаторі працює працює в Half duplex для звичайного Ethernet це 10 мбіт/сек, то продуктивність порта буде дорівнювати 10 мбіт/сек. Якщо в повнодуплексному, то продуктивність порта 20 мбіт. Іноді комутатор підтримує миттєвий неблокуючий режим – це означає, що він може приймати і обробляти кадри від всіх своїх портів на макс швидкості протоколів, незалежно від того, забезпечується чи ні умова стійкості рівноваги між вхідним і вихідним трафіком. При цьому обробка деяких кадрів може бути неповною, оскільки при зайнятості вихідного порта кадр розміщується в буфер комутатора. В такому випадку $C_k = (\sum_i C_{p_i})$. Зручність комутатора ще в тому, що це пристрій, який сам навчається, конфігурувати його необов'язково. Оскільки комутатор – це складний обчислювальний пристрій, який має декілька процесорних модулів, то природньо навантажити його додатковими функціями корисними при побудові гнучких мереж. Одна з таких функцій – це підтримка алгоритму покриваючого дерева.

АЛГОРИТМ ПОКРИВАЮЧОГО ДЕРЕВА

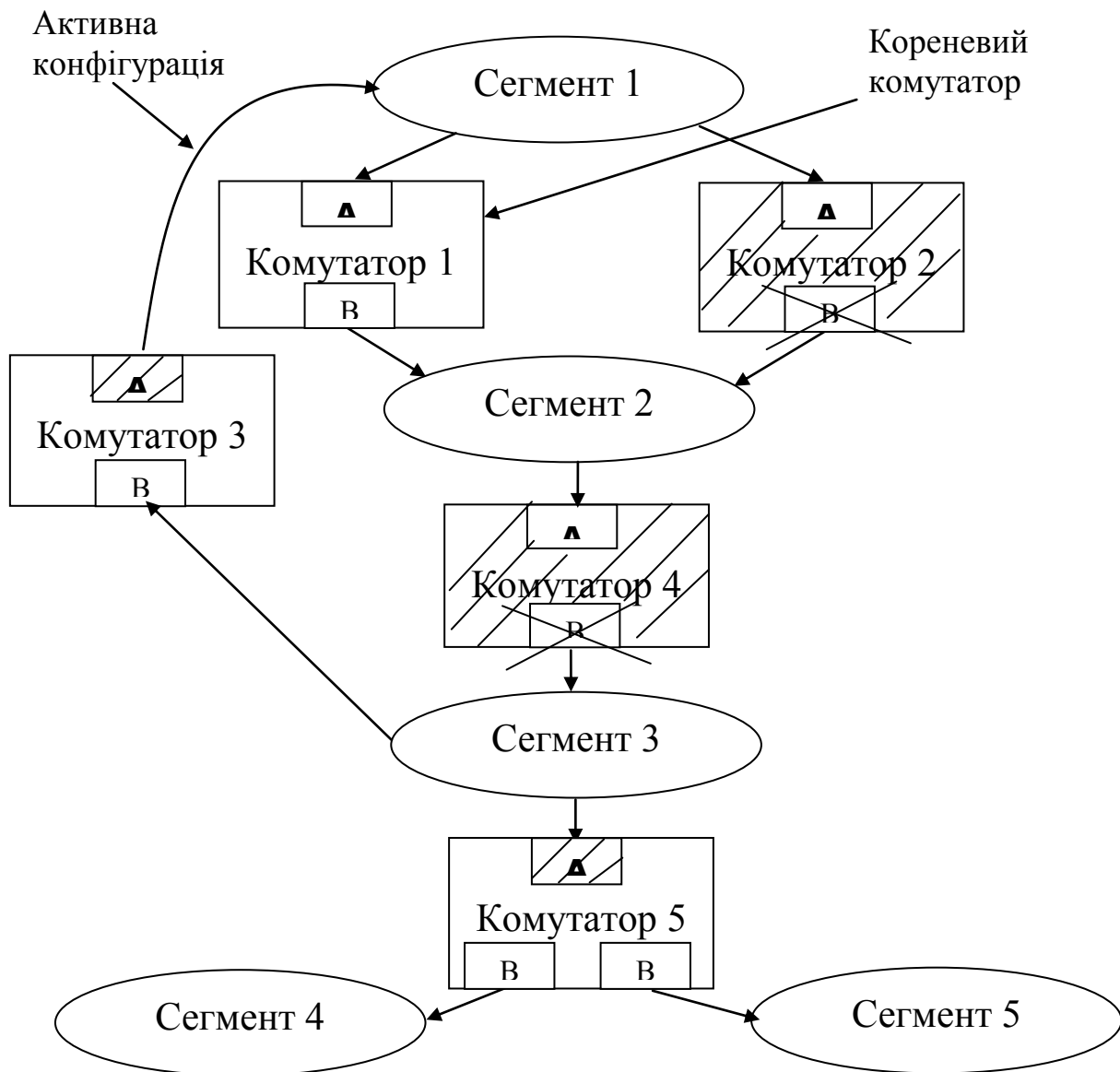
Цей алгоритм дозволяє комутатору автоматично визначати деревовидну конфігурацію зв'язків в мережі при довільному з'єднанні портів між собою. Для нормальної роботи на комутаторі необхідно відсутність замкнених маршрутів мережі. Комутатори які підтримують цей алгоритм автоматично створюють активну деревовидну конфігурацію зв'язків, тобто зв'язану конфігурацію безпеки на

множині всіх зв'язків мережі. Така конфігурація називається покриваючим деревом або основним деревом. Цей алгоритм зафіксовано стандартом IEEE802.1D. Комутатори знаходять покриваюче дерево адаптивно за допомогою обміну службовими пакетами. Цей алгоритм визначає активну конфігурацію мережі за 3 етапи:

- 1) спочатку в мережі визначається кореневий комутатор від якого будується дерево. Цей кореневий комутатор вибирається автоматично або адміністратором. При автоматичному виборі кореневий стає комутатор з меншим значенням MAC-адреси його блоку керування.
- 2) Для кожного комутатора визначається кореневий порт. Це порт, який має по мережі найкоротшу відстань до кореневого комутатора, точніше до довільного з його портів
- 3) Для кожного сегмента мережі вибирається призначений порт – це порт що має найкоротшу відстань від даного сегмента до кореневого комутатора. Після визначення кореневих і призначених портів, кожний комутатор блокує інші порти, які не попали в ці 2 групи портів. При такому довільному виборі активних портів мережі виключаються петлі і зв'язки які залишилися утворюючи покриваюче дерево. Якщо воно в принципі може бути побудоване при існуючих зв'язках в мережі.

Поняття відстані в алгоритмі грає важливу роль, оскільки по цьому критерію вибирається єдиний порт, який з'єднує кожний комутатор з кореневим і єдиний порт, який з'єднує кожний сегмент мережі з кореневим комутатором. Відстань до кореня визначається як сумарний умовний час на передачу одного біта даних від порта даного комутатора до порта кореневого комутатора. При цьому вважається, що час внутрішньої передачі даних з порта на порт безмежно малий, а враховується тільки час на передачу даних по сегментах мережі, які з'єднують комутатори.

Приклад використання алгоритму покриваючого дерева.



Мережа складається з 5 сегментів і з 5 комутаторів. Кореневі порти зафарбовані, а заблоковані порти перекреслені. У активній конфігурації, яка була визначена, комутатори 2 та 4 не мають портів, що передають кадри даних, тому ці комутатори зафарбовані як резервні. Відстань до кореня визначається, як сумарний умовний час на передачу одного біта даних від порта даного комутатора до порта кореневого комутатора. При цьому вважається що час внутрішньої передачі даних з порта на порт безмежно малий, а враховується лише час на передачу даних по сегментах мережі, які з'єднують комутатори. Умовний час сегмента розраховується як час, який витрачається на передачу одного біта інформації в 10 нс одиницях між безпосередньо зв'язаними по сегменту мережі портами. Так, для сегмента ETHERNET час 10 у.о., а для Token Ring – 6,25 у.о.. Алгоритм покриваючого дерева незв'язаний з конкретним стандартом каналного рівня і він може застосовуватись до комутаторів з'єднуючих мережі різних технологій.

В нашому прикладі припускаємо, що всі сегменти працюють на одній швидкості, тому вони мають однакові умовні відстані.

Для автоматичного визначення початкової активної конфігурації дерева всі комутатори мережі після їх ініціалізації починають періодично обмінюватися спеціальними пакетами, які називаються BPDU (bridge protocol data unit – протокольні блоки даних моста).

Міст відрізняється від комутатора тим, що міст має одну пару портів, які парцюють в даний момент, а комутатор має паралельні пари.

Пакет BPDU розміщується в полі даних кадрів каналного рівня, наприклад ETHERNET або FDDI.

Багато щоб ці комутатори підтримували спільну групову адресу, за допомогою якої кадри, які містять пакети BPDU одночасно передаються всім комутаторам мережі, тобто ці пакети розсилаються ширококомовно. В цьому пакеті 8 байт, це ідентифікатор комутаторів в молодших з них – MAC-адреса блока керування, старші 2 байти у вихідному стані заповнені 0, але адмін може поміняти значення цих байт просто призначивши певний комутатор кореневим. Після ініціалізації кожен комутатор вважає себе кореневим, тому через певний інтервал кожний комутатор починає генерувати через всі свої порти повідомлення BPDU конфігураційного типу. В них вказується власний ідентифікатор комутатора в якості ідентифікатора кореневого комутатора і в якості ідентифікатора даного комутатора також.

Відстань до кореня встановлюється в 0, а в якості ідентифікатора порта вказується той порт, через який передається BPDU. Як тільки комутатор отримав BPDU в якому є ідентифікатор конкретного комутатора із назвою менше, він перестає генерувати власні кадри BPDU, а починає ретранслювати тільки кадри нового претендента на звання корінного комутатора. Комутатор 1 має ідентифікатор з найменшим значенням тому і став кореневим. При ретрансляції кадрів кожен комутатор збільшує відстань до кореня вказує попереднє BPDU на умовний час сегмента по якому прийнято даний кадр. Таким чином в кадрі BPDU по мірі проходження через комутатор накопичується відстань до кореневого комутатора. Наприклад комутатор 2 приймає по сегменту 1 від першого комутатора BPDU з відстанню рівною 0 і нарощує на 10 одиниць. Ретранслюючи кадри кожен комутатор для кожного свого порта запам'ятовує мінімальну відстань до кореня яка зустрілась у всіх кадрах BPDU які були прийняті цим портом. Після завершення процедури встановлення конфігурації кореневого дерева кожен комутатор знаходить свій кореневий порт це порт для мінімальної відстані до кореня виявилось меншою ніж у інших портів.

На схемі комутатор 3 вибирає порт А в якості кореневого, оскільки для порта А мінімальна відстань буде 10, тому що BPDU з такою відстанню було прийнято від кореневого комутатора через сегмент 1. порт В комутатора 3 виявив в кадрах, які він приймає між відстанню в 20 одиниць, а це відстанню проходження кадра від порта В кореневого комутатора через сегмент 2 потім через комутатор 4 і сегмент 3. Окрім кореневого порта комутатор вибирає для кожного сегмента призначенні порти для цього виключаються кореневі порти, а для всіх інших портів порівнюють прийняті по ним мінімальні відстані до кореня з відстанню до кореня кореневого порта. Якщо у якогось свого порта прийняті зміни відстані до кореня більше ніж відстані, що пролягають через свій кореневий порт, то це означає що для сегмента до якого підключено даний порт, найкоротша відстань до кореня веде через цей порт. Комутатор робить всі свої порти для яких ця умова виконується називається призначеними. Якщо при виборі кореневого або призначеного порта вони рівноцінні то вибираються порти з найменшим ідентифікатором. Наприклад комутатор 2 для нього порти А і В мають однакові відстані до кореня по 10 одиниць, але ідентифікатор порта А має менше число значень ніж В тому А був зроблений кореневим, після цього всі порти крім кореневого і призначеного переводяться в заблокований стан.

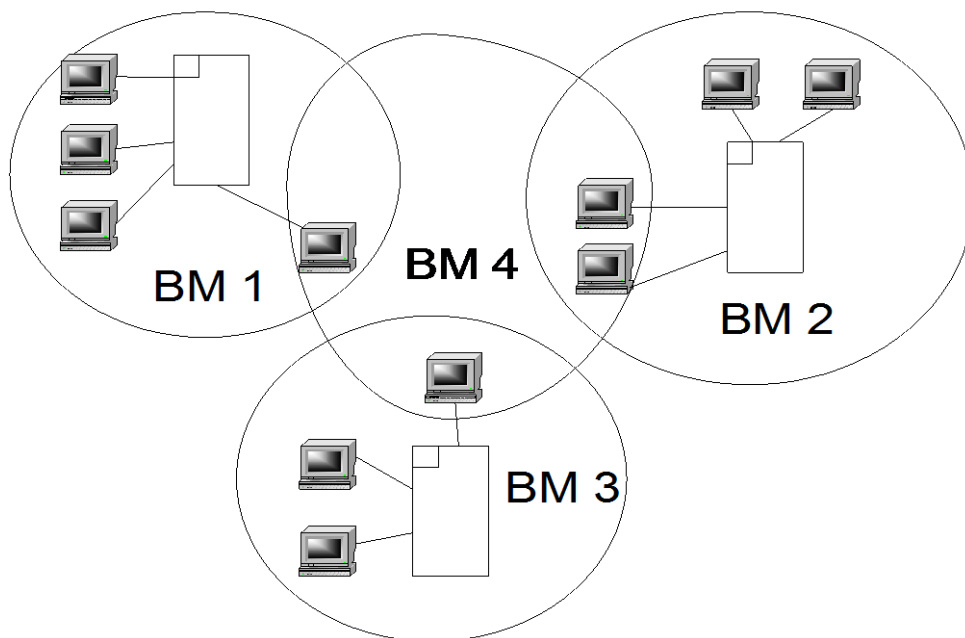
Періодично кореневий порт посилає BPDU і якщо відбулися зміни, то ця процедура повторюється.

ВІРТУАЛЬНІ ЛОКАЛЬНІ МЕРЕЖІ

Окрім свого основного призначення, а це підвищення пропускнуєї здатності зв'язків в мережі, комутатор дозволяє локалізувати потоки інформації в мережі, а також контролювати ці потоки і керувати ними. Але заборонити передачі кадрів можна тільки за конкретним адресом, а ширококомовний трафік передається всім сегментам мережі. Тому мережі на основі комутаторів називають плоскими, через відсутність бар'єрів на шляху ширококомовного трафіку. Технології VLAN дозволяє використовувати вказані обмеження.

Віртуальна мережа – це така група вузлів локальної мережі, трафік якої, в тому числі ширококомовний на анальному рівні, повністю ізольований від інших вузлів мережі.

Приклад:



Це означає що передача кадрів між різними віртуальними мережами ґрунтується на адресі анального рівня не можливо, незалежно від типу адреси. В самій VM кадри передаються за технологією комутації, тобто на той порт, який зв'язаний з адресою призначеного кадру.

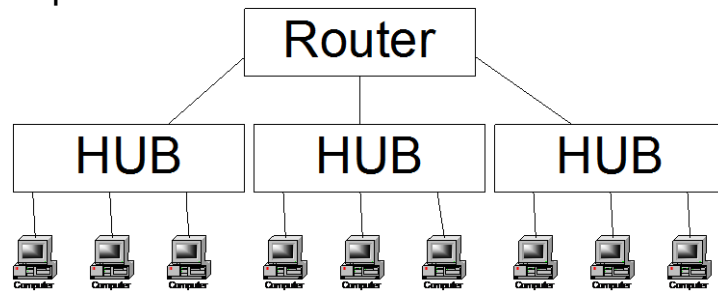
Сервер входить до складу 3 і 4 VM. Це означає, що кадр цього сервера передається комутаторами всім ПК, які входять в цю мережу, якщо якийсь комутатор входить до складу VM 3, то його кадри до VM 4 доходити не будуть, але може взаємодіяти з ПК VM 4, через спільний сервер, але може так статись, що один вузол в мережі помилково генерує ширококомовний трафік, така ситуація називається ширококомовний шторм. Таким чином VM утворює домен ширококомовного трафік.

ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VLAN

полягає у полегшенні процесу створення ізольованих мереж, які потім зв'язуються за допомогою маршрутизаторів, які реалізують протокол мереженого рівня (IP).

Така побудова мережі створює потужні бар'єри на шляху помилкового трафіку з одної мережі в іншу. Вважається, що довільна мережа повинна включати маршрутизатори, потоки кадрів будуть заливати мережу через прозорі комутатори. До появи технології VLAN, для створення окремої мережі, використовувались

ізолювані сегменти коаксіального кабелю або незалежні між собою, побудовані на повторювачах та комутаторах.



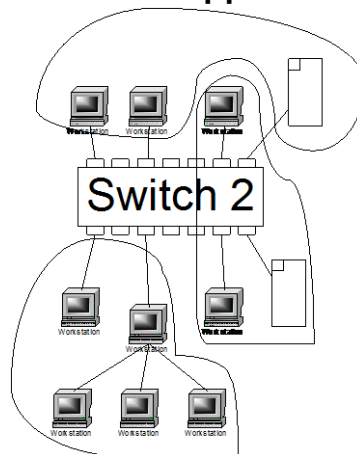
Зміна складу сегментів, в такому випадку, тобто перехід в іншу мережу, ділення витків сегментів вимагало фізичної перекомутації роз'ємів на хабах або свічах, або кросових аналах, а це вимагало багато ручної роботи і велика ймовірність помилки. При використанні технології VLAN в комутаторах вирішується 2 задачі:

1) підвищення ефективності в кожній з VM, так як комутатор передає кадр тільки вузлу призначення.

2) це ізоляція мереж одна від одної для керування доступом і створення захисних бар'єрів на шляху ширококомовного штурму.

Для зв'язку VLAN в спільну мережу використовують мережений рівень і може бути реалізовано в окремому маршрутизаторі, а може працювати в складі програмованого комутатора, який стає маршрутизатором третього рівня. Такий комутатор виконує маршрутизацію по кожному пакету, який вимагає передачу, а комутація виконується для пакетів, які належать одній мережі. На цю технологію було затверджено новий стандарт IEEE 802.1q. Цим стандартом було визначено декілька способів організації VLAN:

VLAN НА ОСНОВІ ОДНОГО КОМУТАТОРА



Використовується механізм групування мережі портів комутатора. Кожен порт пристосовується до тої або іншої VM, кадр якій прийшов від порта (VM 1) ніколи не буде переданий порту, який належить цій VM. Порт може приписати декільком VM, тоді пропадає ізоляція мережі. Групування портів для одного комутатора, це логічний спосіб утворення VM, оскільки VM побудована на основі одного комутатора не може бути більше, ніж портів в комутатора.

Якщо для одного підключити сегмент на основі повторювача, то вузли не має сенсу включати в різні VM, так як трафік вузлів буде спільним. Створення VLAN на основі групування портів не вимагає від адміна ручної роботи, достатньо кожен порт приписати до одної з кількох поіменованих VM. Ця операція виконується за допомогою спеціальної програми, яка додається до комутатора.

Якщо використовуються декілька комутаторів, то виникає проблема. Якщо вузол деякої VM підключений до різних комутаторів, то для з'єднання комутаторів з кожною такою мережею, виділяти пару портів, інакше якщо ж незв'язані одним

портом інформація о належності кадру тій або іншій ВМ буде втрачена і таким чином перший спосіб вимагає для з'єднання стільки портів скільки ВМ може підтримувати, використовуючись ефективно. Окрім того при з'єднанні VLAN через маршрутизатор для кожної VLAN виділяється окремий кабель і окремий порт маршрутизатора, що дає витрати.

ВМ ОСНОВАНІ НА ГРУПУВАННІ MAC-АДРЕСІВ.

Кожна MAC-адреса, яку запам'ятав комутатор приписується тій або іншій ВМ. Якщо в мережі багато вузлів цей спосіб вимагає багато ручної роботи, але більш гнучкий. Групування MAC-адресів в віртуальну адресу включає необхідність їх зв'язку декільком портам, так як MAC-адреса є міткою ВМ, але цей спосіб вимагає великої кількості ручних операцій на кожному комутаторі.

Ці два способи ґрунтуються на додаванні додаткової інформації до адрес комутатора і в них відсутня можливість вбудування інформації про приналежність кадру до ВМ в кадр який передається. Існують інші способи фірми Cisco для мережі FDDI, а також для мереж ATM, які використовують вже існуючі або додаткові поля кадру для збереження інформації про приналежність кадру при його переміщенні між комутатором мережі. При цьому немає необхідності запам'ятовувати в кожному switch приналежність всіх MAC-адрес VLAN. Ця інформація є в кадрах.

ПРОТОКОЛ HDLC (HIGH-LEVEL DATA LINK PROTOCOL).....	1
Протоколи мережного та транспортного рівнів	2
Мережний рівень	2
Протоколи мережного рівня	3
Протокол X.25/3	3
Між мережний допоміжний протокол фірми Xerox — X.25.....	3
Транспортний рівень	4
Протокол „луна”(echo).....	6
Протокол „обмін пакетами”.....	6
Протокол „нумеровані пакети”.....	6
Методи маршрутизації	7
Прості методи.....	7
Складні методи.....	7
Протоколи сеансового рівня	8
1.Функції налагодження або розірвання сеансу	8
2.Функції нормального передавання;	8
3. функції нестандартних ситуацій.....	9
Протоколи рівня відображення	10
Протоколи прикладного рівня.....	10
Протокольні стеки.....	11
Структура протокольного стека TCP/IP	12
Протокольний стек SPX/IPX.....	13
Технологія Ethernet.....	13
Формат кадрів технології Ethernet.....	16
Архітектура і типова реалізація локальної мережі Ethernet	17
Фізичні специфікації технології Ethernet	17
Технологія 10 Base 5.....	18
Технологія 10Base 2.....	19
Технологія 10 Base T	19
Технологія 10Base F	20
Fast Ethernet	21
Передача даних через МП.....	23
Метод кодування 4В/5В	23
Передача п'яти бітових кодів по лінії методом NRZI.....	25
Автопереговорний процес	25
Правила побудови сегментів Fast Ethernet при використанні повторювачів класу 1 та 2	26
Поняття DTE (Data terminal Equipment)	26
Повторювані Fast Ethernet.....	27
Протокол Gigabit Ethernet	28
Fast Ethernet в мережах робочих груп.....	28
Fast Ethernet в магістралях будинків і кампусів.....	28
Комутація кадрів (frame Switching) в локальних мережах.....	29
Передача кадра через комутаційну матрицю	31
алгоритм покриваючого дерева.....	32
Віртуальні локальні мережі.....	36
Призначення технології VLAN	36
VLAN на основі одного комутатора	37
VM основані на групуванні MAC-адресів	38