

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ,  
ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТА РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Одарченко Р.С.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

**Тема:** «Корпоративна SDN мережа на базі обладнання Lucent technologies»

**Виконавець:** \_\_\_\_\_ Панімаш Я.С.  
(підпис)

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Мачалін І.О.  
(підпис)

**Нормоконтролер:** \_\_\_\_\_ Бахтіяров Д. І.  
(підпис)

**Київ 2021**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Одарченко Р.С.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

### на виконання дипломної роботи

Панімаша Ярослава Станіславовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи: «Корпоративна SDH мережа на базі обладнання Lucent technologies»

затверджена наказом ректора від «06» квітня 2021 р. №559

2. Термін виконання роботи: з 17.05.2021 р. по 18.06.2021 р

3. Вихідні дані до роботи: SDH мережа в Київській області: Київ, Бориспіль, Бровари, Васильків, Обухів, Біла Церква на базі обладнання Lucent technologies.

4. Зміст пояснювальної записки:

Загальні відомості SDH ;

Опис мультиплексорів Metropolis ;

Розрахунок мережі ;

Перевірка характеристик за допомогою прибору РСМ – 4.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: Синхронна цифрова ієрархія; Головна інформація Metropolis; Вихідні дані для побудови

SDH мережі; Схеми організації мережі; Головна інформація РСМ-4;  
Вимірювання параметрів.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Розробити деталізований зміст розділів диплому	22.05.21 –23.05.21	Виконано
2	Вступ	24.05.21-25.05. 21	Виконано
3	Загальні відомості SDH	26.05. 21-27.05. 21	Виконано
4	Опис мультиплексорів Metropolis	28.06. 21-30.05. 21	Виконано
5	Розрахунок мережі	31.06. 21-02.06. 21	Виконано
6	Перевірка характеристик за допомогою прибору РСМ – 4	03.06. 21-04.06. 21	Виконано
7	Усунення недоліків дипломної роботи	05.06. 21-10.06. 21	Виконано

7. Дата видачі завдання: “30” квітня 2021 р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ Мачалін І.О.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Панімаш Я.С.  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота «Корпоративна SDH мережа на базі обладнання Lucent technologies» містить 83 сторінок, 67 рисунків, 27 таблиці, 6 використаних джерел.

СИНХРОННА ЦИФРОВА ІЄРАРХІЯ, ОПТИЧНИЙ КАБЕЛЬ, МУЛЬТИПЛЕКСОР METROPOLIS AMS, ETHERNET НАД МЕРЕЖЕЮ SDH, КОНФІГУРАЦІЯ.

Об'єкт дослідження – це телекомунікаційна SDH мережа підприємства.

Предмет дослідження – це використання обладнання Lucent Technologies для SDH мережі підприємства.

Мета дипломної роботи – це створення SDH мережа підприємства. При цьому використовуючи новітні мультиплексори від компанії Lucent Technologies. Такі мультиплексори, як Metropolis AM та Metropolis AMS. В залежності від розрахунків розділу 3 підберемо найбільш підходящий мультиплексор.

Метод дослідження – створення схеми мережі, розрахунковий метод, метод вимірювання, метод моделювання, метод аналізу даних.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при для проектування SDH мережі підприємства із використанням обладнання Lucent Technologies Дипломну роботу цілком можна використовувати для створення мережі підприємств.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ SDH	9
1.1 SDH(Синхронна цифрова ієрархія)	9
1.2 Особливості синхронної цифрові мережі	13
1.3 Особливості побудови SDH	16
1.4 Ethernet над мережею SDH	21
РОЗДІЛ 2. ОПИС МУЛЬТИПЛЕКСОРІВ METROPOLIS	24
2.1 Головна інформація Metropolis	24
2.2 Головна плата Metropolis	27
2.3 Технічні характеристики	35
2.4 Технічні характеристики вентиляторного пристрою	39
2.5 Встановлення блока АМ	40
2.6 Короткі відомості про блок AMS	44
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ	51
3.1 Створення схеми організації мережі	51
3.2 Розрахунок еквівалентних чисел	53
3.3 Вибір кабелю	55
3.4 Вибір мультиплексору	58
3.5 Розрахунок інтерфейсів	60
3.6 Розрахунок довжини регенераційних ділянок	61
3.7 Розподіл слотів Metropolis AMS	63
3.8 Розробка схеми організації мережі SDH	68
РОЗДІЛ 4. ПЕРЕВІРКА ХАРАКТЕРИСТИК ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИБОРУ РСМ – 4	72
4.1 Головна інформація РСМ-4	72
4.2 Вимірювання параметрів: D-D, помилок та мультиплексування	75
	5

ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- SDH (Synchronous Digital Hierarchy) - Синхронна цифрова ієрархія.
- PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) - Плезіохронна цифрова ієрархія.
- STM (Software Transactional Memory) - Программна транзитна пам'ять.
- SFP (Small Form-factor Pluggable) - Промисловий стандарт модульних компактних приймачів.
- ESD (Electrostatic Discharge) - Захищена зона.
- SRU (Search/Retrieve via URL) - Пошук/Отримання через URL.
- DIP (Dual in-line package) - Двохрядний пакет.
- EMC - Американська мультинаціональна корпорація.
- OS (Operating system) - Операційна система.
- UTP (Unshielded twisted pair) - Вита пара.
- FTP (Foiled twisted pair) - Фольгована вита пара.
- EMI (Electric and Music Industries) - Електрична та музична галузі.
- SRPP (Secure Remote Password Protocol) - Протокол парольної аутентифікації.
- MDI (Manual Data Input) - Графічний інтерфейс.
- MDO (Miscellaneous Discrete Outputs) - Різні дискретні результати.
- ESPS (Electronic Stability Program) - Електронна програма стабілізації.
- LTU - Базова станція.
- SHDSL (Symmetric High bit-rate DSL) - Одна из xDSL-технологій.
- SC (Subscriber Connector) - Оптичний конектор з наконечником 2,5 мм.
- LC (Link Control) - Оптичний конектор з наконечником 1,25 мм.
- ASCII (American standard code for information interchange) - Американський стандартний код для інформаційного обміну.
- AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) - Магнітний альфа-спектрометр.

## ВСТУП

Синхронна цифрова ієрархія аббревіатура SDH. Це мультиплексійна технологія, що використовується в телекомунікаційних системах, за допомогою якої багато окремих потоків даних можна об'єднати в один потік даних та передавати через оптичний кабель із високою швидкістю .

Характерною особливістю мережі є те, що різні елементи працюють синхронно із загальним годинником. Синхронність дає можливість безпосередньо отримати доступ до окремих потоків даних або взяти їх із мультиплексованого загального сигналу та замінити іншими. Цифрова синхронна ієрархія на фізичному рівні використовує з'єднання на основі мідних ліній, супутникових, спрямованих радіоліній або волоконної оптики.

Відповідно до рівнів визначених стандартом, синхронна цифрова ієрархія розпізнає різні ієрархії, такі як STM-1, STM-4, STM-16 або STM-64.

Основна перевага синхронна цифрова ієрархія - це можливість збереження працездатності мережі навіть у випадках відмови одного з елементів та можливість організації мереж при яких досягається висока надійність роботи мережі.

**Метою дипломної роботи** є створення SDH мережа підприємства. При цьому використовуючи новітні мультиплексори від компанії Lucent Technologies. Такі мультиплексори, як Metropolis AM та Metropolis AMS. В залежності від розрахунків розділу 3 підберемо найбільш підходящий мультиплексор.

Також Metropolis AMS може працювати із Ethernet та технологією Ethernet поверх синхронної цифрової ієрархії. За допомогою цього можливо впроваджувати бездротовим операторам нові високошвидкісні служби.



# РОЗДІЛ 1.

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ SDH

### 1.1 SDH (Синхронна цифрова ієрархія)

Синхронна цифрова ієрархія (SDH) - це стандартизована мультиплексна технологія для телекомунікаційних систем. За допомогою SDH багато окремих потоків даних можна об'єднати в потоки даних із високою швидкістю передачі даних. Мережа SDH працює синхронно із загальним годинником. Американською версією SDH є SONET (синхронна оптична мережа). [1]

Метою розробки була ієрархія, яка дозволяла би:

- вхідні / вихідні потоки вводити або виводити без необхідності додавати / розкладати;
- систематизувати ієрархічний ряд швидкості передачі та розширити його за межі PDH;
- розробити стандартні інтерфейси для покращення стикування обладнання. [1]

Для досягнення цих цілей американські експерти головним чином передбачали:

- Використовувати синхронну схему передачі, замість плезіохоронної, іззмінними байтами (замість побітових) при мультиплексуванні;
- Покласти в ієрархію SONET на первинній швидкості передачі OS1 = 50,688 Мбіт/с, заснованій на використанні стандартного періоду повторення кадру 125 мкс, який має форму двовимірного масиву 3x264 байта (264x3x8x8000), вона може продовжуватися відділення ієрархій PDH у USA, тобто 1,5 - 6 - 45 Мбіт/с, останній рівень яких, додавши необхідні заголовки, може стати першим рівнем нової ієрархії OC;

- Включити в ієрархію достатню кількість (спочатку 48) рівнів OC1 - OCn (на даний момент включає набагато більше рівнів) і взяти кратність наступних рівнів в ієрархії, яка дорівнює номеру рівня, що становить:  $OC3 = 3 \times OC1 = 3 \times 50,688 = 152,064$  Мбіт |с;

- Використовувати відому на той час технологію інкапсуляції даних, що пропонує технологію віртуального контейнера, його упаковку та транспортування, що дозволяє завантажувати та передавати PDH-кадри ієрархії зі швидкістю 1,5 - 6 - 45 Мбіт |с;

- Зосередьте ієрархію на використанні оптичного (а не електричного) носія передачі сигналу. [1]

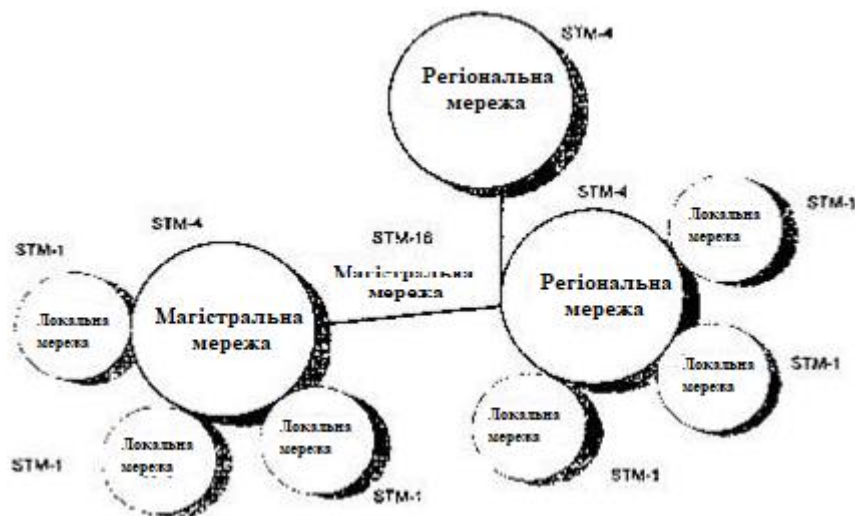


Рис. 1.1. Первісна мережа SDH із кільця магістральної мережі STM-16

Фіксовані коефіцієнти мультиплексу та швидкості передачі даних дозволили нам обговорити три схеми мультиплексу: європейську, японську та американську. [1]

Оптичні мережі з волоконно-оптичними кабелями мають важливе значення для сучасних інформаційних технологій з основного значення, їх можна використовувати для передачі високих бітових швидкостей без перешкод. [1]

Однак після поглиблення використання більш високої бітової швидкості обмежені ефекти можуть бути обумовлені дисперсією режиму поляризації та залежністю поляризації загасання у взаємодії з взаємодією мод та протидії двосторонньому розширенню. Важливо усунути ці недоліки в оптичних хвилях, припускаючи, що незалежне від поляризації ослаблення вже компенсується волоконно-оптичними підсилювачами та хроматичною дисперсією волоконних мереж Бреґга. [1]

Оптичні принципи технологій точного вимірювання стають все більш важливими. У волоконно-оптичних сенсорних мережах, сумісних з компонентами технології передачі інформації, вимірювання вимірюваних змінних з високою чутливістю та достатньою нейтральністю шляху. Бажання використовувати високоточні методи в метрологічному обліку фізичних величин, крім того, має такі наслідки, що вони є обмежуючим ефектом відомих з'єднань оптичних систем. [1]

Через загальну відсутність синхронізації вхідних потоків, що подаються в мультиплексор різними абонентами та користувачами, метод мультиплексування з альтернативними бітами був використаний у схемах другого та більш високого рівня мультиплексору. Використовуючи жорстку синхронізацію при прийманні / передачі, можна було б використовувати метод мультиплексування з альтернативними бітами або байтами, щоб мати можливість ідентифікувати байти або групи байтів кожного каналу загального потоку. У цьому методі мультиплексор генерує другий рівень, наприклад, цифрову вихідну послідовність шляхом чергування бітів вхідних послідовностей різних каналів. [1]

Оскільки мультиплексор не утворює структури, яка може бути використана для визначення бітового положення кожного каналу, а вхідні швидкості різних каналів можуть не збігатися, він використовує внутрішню бітову синхронізацію, в якій мультиплексор сам врівноважує струми сигналу. в'їзд. Інформація про вставлені | видалені біти передається по каналах обслуговування і складається з окремих бітів у структурі кадру. Додавання

бажаної кількості бітів еквалайзера до каналів із відносно меншою швидкістю передачі даних в мультиплексорі вивести синхронізовану цифрову послідовність. [1]

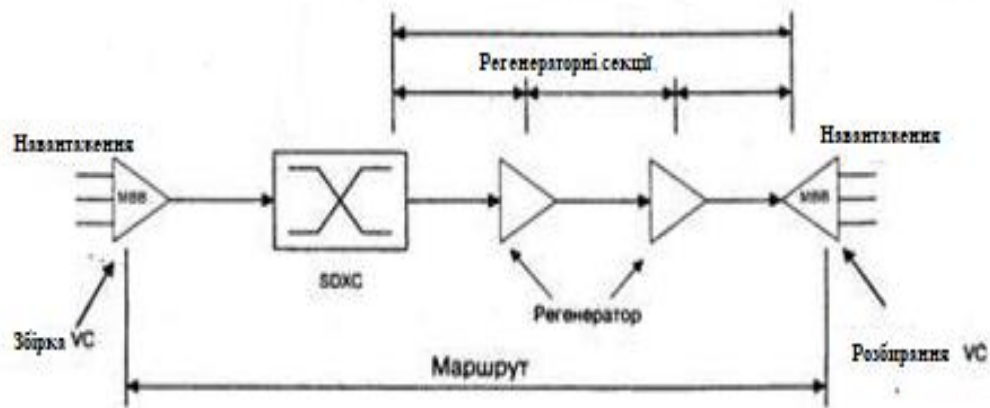


Рис. 1.2. SDH із декількома секціями

В 1984-1986р., розглянувши ряд альтернатив, Комітет T1 (США) запропонував використовувати сигнал із швидкістю передачі 50,688 Мбіт/с, як основний синхронний транспортний сигнал STS-1. Враховуючи провал практичної реалізації перехресного мультиплексування існуючих ієрархій PDH, я не міг ігнорувати необхідність сприяти взаємодії європейської та американської ієрархій PDH та ігнорувати стандарти CCITT для цифрової ієрархії, яка включає діапазони швидкостей 1,5 - 140 Мбіт/с, а також подібні європейські розробки, що називаються SDH Hierarchy або SDH technology. В останньому, як основний формат синхронного сигналу, був прийнятий синхронний транспортний модуль STM-1, який має швидкість передачі 155,52 Мбіт/с і дозволяє інкапсулювати всі кадри європейської ієрархії PDH, включаючи E4 кадр. (140 Мбіт/с). [1]

Як результат, комітет SONET вирішив відмовитись від введення іншої окремої ієрархії (SONET) і розробити на її основі синхронну цифрову ієрархію SONET / SDH, перший рівень OC1 прийнятий рівним 51,84 Мбіт/с, що зробило це можливо розробити схему, розроблену на основі мультиплексування та перехресного мультиплексування, вона пропонує

уніфікований набір віртуальних контейнерів, що дозволяє вмістити всі стандартні растрові формати американської та європейської ієрархії PDH у свої оболонки. [1]

Синхронний транспортний модуль STM - 1 (155,52 Мбіт /с), запропонований для європейської версії SDH, з одного боку, збігся з новою швидкістю SONET OS3 ( $51,84 \times 3 = 155,52$ ), а з іншого - дозволив включити в схему, яка мультиплексує максимальну швидкість європейської ієрархії PDH - 140 Мбіт /с. [1]

## **1.2 Особливості синхронної цифрові мережі**

На приймальному кінці мережі було простіше відкинути неправильно прийняті кадри, ніж ініціювати відновлення синхронізації з повторною передачею втраченого фрагмента, як це робиться, наприклад, у локальних мережах. До появи синхронних мережевих технологій SONET / SDH, були впроваджені цифрові мережі - це асинхронні системи, оскільки вони не використовували зовнішню синхронізацію з центрального джерела посилань. У них втрата бітів призводила до втрати інформації та до порушення синхронізації. Ця інформація буде втрачена назавжди.

Місцеві таймери можуть дати значне відхилення від точної швидкості передачі даних. Для сигналів DS3 - 44,736 Мбіт /с це відхилення від різних джерел може досягати 1789 біт /с. [1]

Основною метою SDH є забезпечення стандартної синхронної оптичної ієрархії з достатньою гнучкістю для розміщення цифрових сигналів, які в даний час існують у сучасній мережі, а також тих, які заплановані на майбутнє.

На даний момент SDH визначає стандартні тарифи та формати та оптичні інтерфейси. Сьогодні зустріч середнього діапазону можлива на рівні оптичної передачі. Ці та інші супутні питання продовжують розвиватися через комітети MCE-T. [1]

Також ситуація з виділенням певного фрагмента потоку (DS1 або E1) спрощується, якщо ввести покажчики з початку цього фрагмента в структуру, яка приховує його кадр. [1]

Середня частота всіх локальних таймерів в синхронних мережах однакова або близька до однакової, завдяки використанню центрального (вихідного) таймера з точністю не менше 10, немає необхідності в вирівнюванні кадрів або багатокадровості. [1]

Основними особливостями та перевагами SDH є:

- Сумісність передавального обладнання та мереж у всьому світі;
- Уніфіковані фізичні інтерфейси;
- Просте перехресне підключення сигналів на вузлах мережі;
- Можливість передачі сигналів притоку PDH (Плезіохоронна цифрова ієрархія) зі швидкістю передачі даних, яка використовується сьогодні;
- Простота додавання та видалення окремих каналів без спеціальних мультиплексорів (простота додавання / скидання);
- Легкий перехід на вищі швидкості передачі;
- Завдяки стандартизації функцій елементів мережі, SDH підтримує а чудове управління мережею та нові функції та можливості моніторингу транспортна ємність та протоколи (Мережа телекомунікаційного управління, TMN) для цього в накладних витратах мультиплексних сигналів;
- Велика гнучкість та прості у використанні можливості моніторингу, наприклад. Наприклад, кінець в кінець моніторинг бітової помилки. [1]

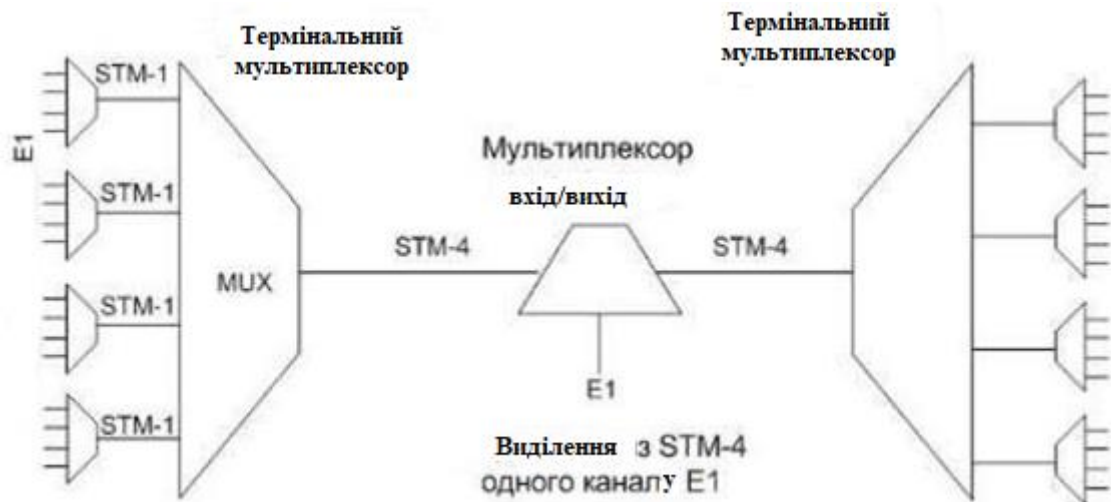


Рис. 1.3. Мережа SDH з проміжним вихідним потоком E1

Використання показників дозволяє складати гнучко внутрішню структуру транспортного контейнера. Збереження показників у буфері та його додатковий захист за допомогою кодів, що виправляють помилки, дозволяє отримати надзвичайно надійну систему для визначення внутрішньої структури корисного навантаження, що передається по мережі. [1]

Деякі міркування свідчать про те, що синхронні мережі мають низку переваг перед використанням асинхронних мереж, основними з яких є:

- Мультиплексори синхронного перегляду;
- Захист трафіку;
- Організація каналів обслуговування та бронювання для нових додатків;
- Організація універсальних носіїв потоку даних;
- Перенос потоків з усього спектру ієрархій PDH європейських та американських стандартів: один, два, 5, 6, 8, 34, 45, 140 Мбіт/с;
- Групувати контейнери для полегшення розподілу цифрових потоків;
- Зв'язок з SONET, де основним транспортним модулем є STS-1;
- Стикування контейнерів для передачі різних формат даних (Ethernet).

[1]

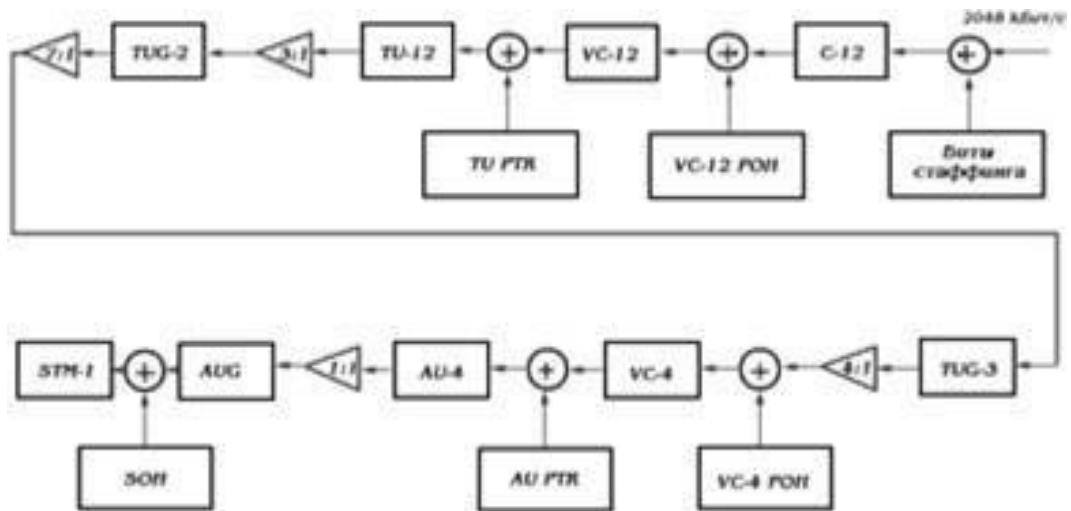


Рис. 1.4. Формування синхронного модуля STM-1 із E-1.

### 1.3 Особливості побудови SDH

Розглянемо загальні особливості побудови синхронної цифрової ієрархії SDH. Незважаючи на очевидні переваги мереж SDH перед мережами PDH, вони не мали б такого успіху, якби не забезпечували спадкування та підтримку стандартів PDH. Як уже зазначалося, розвиток технології SONET забезпечив американську спадщину та розвиток SDH, європейської ієрархії PDH. Зрештою, стандарти SONET / SDH підтримували обидві ієрархії. Це знайшло своє відображення в тому, що мультиплексори мережних терміналів SONET / SDH та мультиплексори вводу-виводу, через які здійснюється доступ до мережі, були розроблені для підтримки лише тих вхідних каналів або каналів доступу, швидкість передачі яких відповідає об'єднаній стандартній серії мережі. Американська та європейська ієрархія PDH, а саме: 1,5, 2, 6, 8, 34, 45, 140 Мбіт/с. Цифрові сигнали каналів доступу, швидкість передачі яких відповідає зазначеному ряду, будуть називатися PDH-племенами (або в термінології комунікатора - компонентними сигналами) та сигналами, швидкість, яких відповідає стандартному діапазону швидкостей SDH - племенам SDH. [1]

Перша характеристика ієрархії SDH полягає в тому, що лише племена PDH і SDH приймають як вхідні сигнали. [1]



Друга особливість - процедура формування структури кадру.

Існують два загальних правила: якщо існує ієрархія, структуру вищого рівня можна побудувати із структур нижчого рівня, кілька структур одного рівня можна об'єднати в більш загальну структуру. Інші правила відображають специфіку технології. Наприклад, на вході мультиплексору доступу ми маємо племена PDH, які повинні бути упаковані в оболонку кадру, щоб їх можна було легко вводити та передавати у потрібному місці за допомогою мультиплексора вводу-виводу. Для цього самого кадру досить відобразити у вигляді контейнера стандартного розміру (через синхронність мережі його розмір не повинен змінюватися), до якого додається документація: заголовок, який збирає всі необхідні параметри для обробки та маршрутизації контейнера, де він повинен мати подібні менші контейнери (нижчі рівні), які також повинні мати назву та корисне навантаження тощо за принципом матрьошки, або методом послідовних упаковок або інкапсуляцій.

Для реалізації цього методу пропонується використовувати концепцію контейнера, в який вкладено плем'я. За розміром контейнери поділяються на 4 рівні, які відповідають рівням PDH. На контейнері повинна бути розміщена мітка, що містить контрольну інформацію для збору статистики руху контейнерів. Контейнер з цією міткою використовується для передачі інформації, тобто він є логічним об'єктом, а не фізичним, і тому називається віртуальним контейнером. [1]

Отже, друга характеристика ієрархії SDH: племена повинні бути упаковані в стандартні марковані контейнери, розмір яких визначається рівнем племені в ієрархії PDH. Віртуальні контейнери можна згрупувати двома різними способами. Контейнери нижчого рівня можуть бути мультиплексованими (тобто комбінованими) і використовуватися як корисне навантаження контейнерів вищого рівня (тобто більших), які, в свою чергу, є корисним навантаженням контейнера вищого рівня (найбільшого розміру): рамка STM- 1. [1]

## Перші шість рівнів ієрархії SDH

<b>Позначення потоків SDH</b>	<b>Швидкість потоку Мбит/с</b>
STM-1	155,52
STM-4	622,08
STM-16	2488,32
STM-64	9953,28
STM-256	39813,12
STM-1024	159252,48

Таке групування можна здійснити за жорсткою синхронною схемою, в цій схемі місце відокремленого контейнера в полі для розміщення вантажу суворо фіксовано. З іншого боку, кілька (більших) багатоканальних утворень можуть складатися з безлічі кадрів. Через можливі відмінності у типі компонентів фрейму контейнера та непередбачені затримки під час завантаження кадру, положення контейнера в мультiframe може не бути виправленим, що може призвести до помилки вводу-виводу контейнера через загальну нестабільність синхронізації мережі. Для усунення цього факту для кожного віртуального контейнера створюється покажчик, який містить фактичну адресу початку віртуального контейнера на карті поля, виділеного для корисного навантаження. Покажчик надає контейнеру певний ступінь свободи, тобто здатність «плавати» під впливом непередбачених коливань часу, але в той же час гарантує, що він не буде втрачений. [1]

Третя характеристика ієрархії SDH: позиція віртуального контейнера може бути визначена за допомогою покажчиків, які усувають конфлікти між коефіцієнтом синхронної обробки та можливими змінами положення контейнера в полі корисного навантаження. Хоча розміри контейнерів різні, а ємність контейнерів верхнього рівня досить велика, може статися, що їх недостатньо або краще розмістити кілька контейнерів (включаючи дробову

частину) менших розмірів під навантаженням. Для цього технологія SDN забезпечує можливість стикування або конкатенації контейнерів (збирання декількох контейнерів разом у структуру, яка називається «стиківка»). Складений контейнер відрізняється за відповідним індексом від основного і розглядається (з точки зору розташування вантажу), як великий контейнер. Ця функція дозволяє, з одного боку, оптимізувати використання асортименту контейнерів, з іншого боку, дозволяє технологію легко адаптувати до нових видів вантажів, невідомих на момент її розробки. [1]

Четверта характеристика ієрархії SDN полягає в тому, що кілька однорангових контейнерів можуть бути пов'язані і розглядатись, як єдиний контейнер, що використовується для розміщення нестандартних корисних навантажень. [1]

П'ята характеристика ієрархії SDN полягає в тому, що вона забезпечує формування окремого розміру поля заголовка (типового для технологій обробки пакетів у локальних мережах)  $9 \times 9 = 81$  байт. Незважаючи на те, що загальні накладні витрати на заголовки невеликі - 3,33%, вони достатньо великі, щоб вмістити необхідну інформацію управління та управління та виділити частину байтів для організації необхідних внутрішніх (службових) каналів передачі. Оскільки передача кожного байта в структурі кадру еквівалентна потоку даних зі швидкістю 64 кбіт / с, передача зазначеного заголовка відповідає потоку службової інформації, еквівалентному 5,184 Мбіт / с. [1]

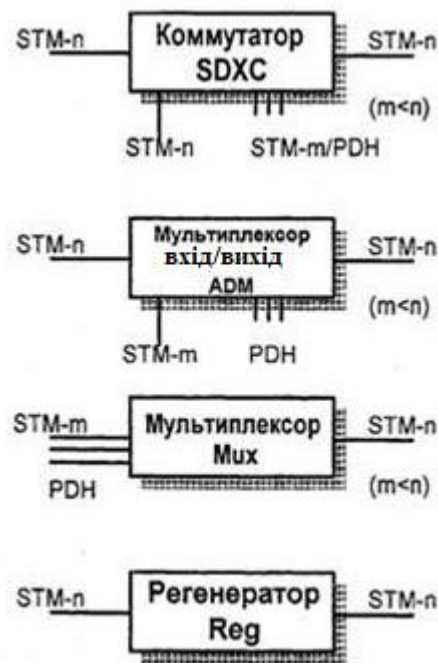


Рис. 1.5. Компоненти SDN мережі

Існує три версії узагальненої блок-схеми мультиплексору у SDN. Перше видання мало багато недоліків, головним з яких було різноманіття та складність навчання модуля STM-1. Найменшу підтримку отримали E2 і T2. E2 було виключено з обов'язкового списку у другому виданні, T2 залишилось у третьому виданні. Це поставило виробників обладнання SDN у скрутне становище та негативно вплинуло на їх об'єднання, а також на коло підтримуваних PDH. Лише в узагальненій схемі мультиплексору SONET / SDN і було виключено комітетом ETSI зі списку обов'язкових в європейській версії узагальнена схема мультиплексору SDN. Це свідчить про те, що T2 не є обов'язковим для жодного з восьми основних виробників обладнання SDN.

Фактором що породжує багатовимірність є припущення про перехресне мультиплексування, тобто TUG-21 у VC-31 відображення', а також відображення TUG-21 та TUG-22 безпосередньо у VC-4 з різними співвідношеннями мультиплексування 5, 16 та 21. Для зменшення дисперсії схема мультиплексування була спрощена у виданнях стандартів G.708 та G.709. [1]

Схеми мультиплексування SDH, широко запропонованої у стандарті G.708 та більш детально у стандарті G.709. Основні відмінності цієї схеми від схеми першого видання полягають у:

- відсутність E2 та пов'язаних з ним блоків VC-22 та TU-22;
- зовнішній вигляд блоку TUG-3 та коротке замикання виходу блоку TUG-2;
- асиметричне використання TU-3 спільно з VC-3 та відсутність можливості перехресного мультиплексування, виконаного TUG-21 - VC -31, за його відсутність. [1]

При побудові будь-якої ієрархії необхідно визначити ряд стандартних швидкостей цієї ієрархії або правило її формування та першого члена цієї серії. Якщо для PDH значення DS0 (64 кбіт / с) було розраховано досить просто, то для SDH значення першого члена серії можна було отримати лише після визначення структури кадру та його розміру. Схема логічних міркувань проста. [1]

Поле його навантаження мало вмістити максимальний розмір віртуального контейнера VC - 4, який формується під час інкапсуляції племені 140 Мбіт / с. Його розмір:  $9 \times 261 = 2349$  байт визначав розмір поля корисного навантаження корисного STM-1, а додавання поля заголовка визначало розмір синхронного транспортного модуля STM-1:  $9 \times 261 + 9 \times 9 = 9 \times 270 = 2430$  байт або  $2430 \times 8 = 19440$  біт, що при частоті повторення 8000 Гц дозволяє визначити першого члена серії для ієрархії SDH:  $19440 \times 8000 = 155,52$  Мбіт / с. [1]

Цей розділ містить детальну інформацію про місцезнаходження та функції різних байтів службових витрат для кожного з наступних розділів ліній та шляхів SDH:

- Регенеративна секція;
- Мультиплексна секція;
- Шлях. [1]

Накладні витрати (РОН) генеруються для всіх плезіохоронних сигналів приток відповідно до Рекомендації МСЕ-Т. G.709. РОН забезпечує цілісність

зв'язку між точкою монтування віртуального контейнера VC та точкою його демонтажу. У наступній таблиці наведено байти POH та їх функції. [1]

#### **1.4 Ethernet над мережею SDH**

Інтегрований Ethernet в SDH забезпечує багато переваг, механізми швидкого відновлення трафіку та наявність перевірених інструментів ОА та М. В Lucent Technologies Metropolis (Metropolis AMS, Metropolis AM, Metropolis AMU, Metropolis ADM Compact, Metropolis ADM Universal) входять мультисервісні платформи SDH наступного покоління, які оптимізовані для надання послуг Ethernet без витрат на створення та підтримку мережі.

Рішення Lucent Technologies Ethernet над мережею SDH базується на картках та модулях, встановлених в обладнанні Metropolis SDH. [2]

Вони доступні в таких версіях:

- 4 порти 10/100 BaseT для встановлення в AMS, AM та AMU Metropolis;
- 8 портів 10/100 BaseT, для встановлення в Metropolis ADM Compact та Universal;
- 2 гігабітних порти Ethernet (SX або LX), для Metropolis ADM Compact та Universal;
- 8 портів 10/100 BaseT EPL для AMS, AM та AMU Metropolis;
- 2 x 10/100 BaseT + 2 x 10/100/1000 BaseT або 2 x GbE (SX або LX з роз'ємами SFP) + 4 x E1 (120 або 75 Ом), для Metropolis AMU;
- 4 x 10/100 BaseT + 32 x E1 (75 Ом), для Metropolis AMU. [2]

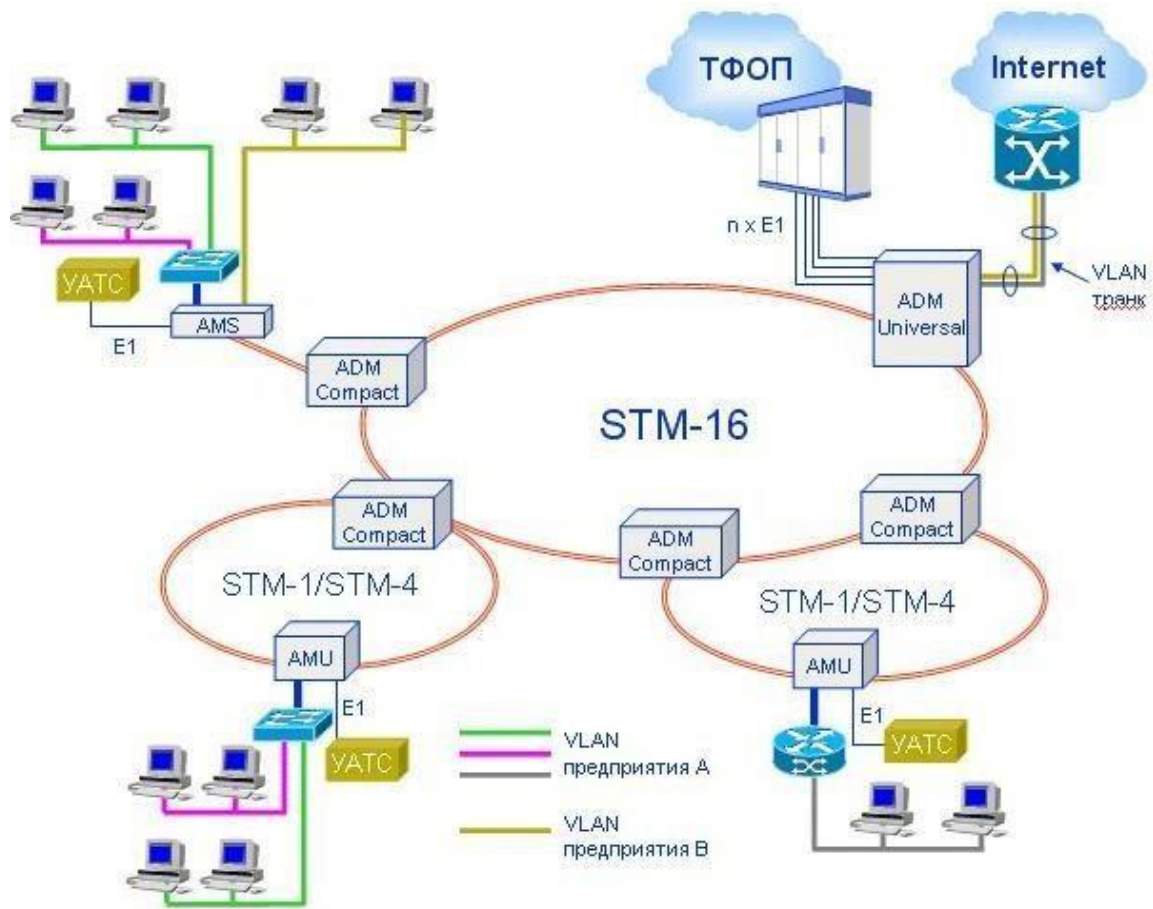


Рис. 1.6 Ethernet над мережею SDH для доступу в Інтернет і організації зв'язку корпоративних мереж

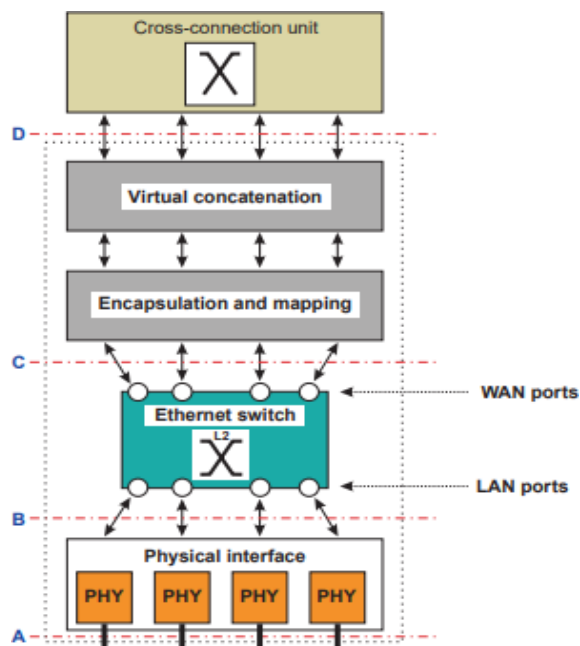


Рис. 1.7 Ethernet над мережею SDH

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У першому розділі дипломної роботи розглянули синхронні цифрові мережі на основі технології SDH(Синхронна цифрова ієрархія).

Синхронна цифрова ієрархія - це мультиплексна технологія, що використовується в телекомунікаційних мережах, за допомогою якої багато окремих потоків даних можна об'єднати в потік даних із високою швидкістю передачі/прийому через скловолокно кабель.

Переваги SDH, перш за все, технологія SDH з самого початку була зосереджена на використанні скловолоконної оптики, як середовища передачі. SDH(синхронна цифрова ієрархія) поширилась далеко за межі всіх ієрархій PDH і зараз досяг 40 Гбіт /с. Була розроблена нова структура модулів, що дозволила маршрутизувати потоки в мережі.

SDH має нову функцію розподіл смуги пропускання - це функція динамічного пропускання, під час самого сеансу зв'язку, забезпечуючи з'єднання з більш швидкісним каналом.

Синхронність технології SDH полягає не тільки у фіксованому розмірі модулів, але і у використанні центрального джерела тактових імпульсів, що виключає можливість синхронізації у разі втрати інформаційних імпульсів. Краща керованість мережею незалежно від її складності, більша надійність мережі завдяки надмірності.



## РОЗДІЛ 2

### ОПИС МУЛЬТИПЛЕКСОРІВ METROPOLIS

У другому розділі розглянемо правила при роботі із Metropolis, головну інформацію та технічні характеристики Metropolis. Розглянемо боки AM і AMS та варіанти їх встановлення.

#### **2.1 Основна інформація Metropolis**

Блоки Metropolis AM та Metropolis AMS є компактними та економічно вигідними мультиплексорами STM-1 та STM-4 (лише AM), призначений для встановлення в приміщеннях замовника для додатків. Волокно для підприємств або у вуличних шафах для використання з волокном до бордюру.

Компактна конструкція дозволяє контролювати або контролювати кріплення на стіну, стійку або стіл неконтрольовані місця згідно класу ETSI 300 019-1-3. У Metropolis AM та Metropolis AMS блоки також можуть виконувати роль терміналів Лінійні пристрої SHDSL (LTU), якщо вони оснащені додатковою картою SHDSL. Сторонні одиниці мережевих терміналів (NTU) можуть бути підключені до LTU. [3]

В Metropolis AM та Metropolis AMS можна замовити з джерелом живлення постійного або змінного струму. [3]

Обидва блоки також можуть живитися від змінного струму за допомогою джерела живлення постійного струму в поєднанні з додатковим перетворювачем змінного / постійного струму. [3]

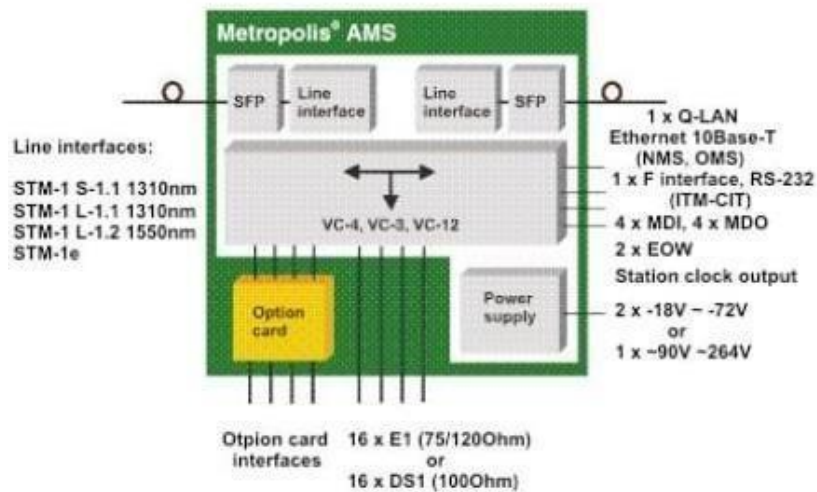


Рис. 2.2 Alcatel-Lucent Metropolis AMS

Таблиця 2.1

Характеристика перетворювача AC/DC

Елемент	DR-120-48 Перетворювач	DR-75-48 Перетворювач
AC input	88 ... 132 VAC or 176 ... 264 VAC (selectable by switch)	85 ... 264 VAC
DC output	48V, 0 ... 2.5A	48V, 0 ... 1.6A
Діапазон температур	-10°C ... +60°C	-10°C ... +60°C

*Віддалене живлення*

Блоки Metropolis AM та Metropolis AMS, такі як SHDSL LTU, підключені до NTU та регенеративні блоки SHDSL (SRU). Щоб увімкнути дистанційне управління живлення від SRU, зовнішньої коробки живлення, що називається коробкою Fernspeisemodul (FSP) або коробка зовнішнього джерела живлення SHDSL (ESPS) постачається разом із пристроєм. [3]

Управління цим зовнішнім блоком живлення здійснюється через розташовані інтерфейси MDI / MDO. Контроль за блоком живлення здійснюється вручну, встановивши DIP-перемикач на коробці до "Керований" та встановлення NE на керований режим. Існують також окремі DIP перемикачі для контролю кожного порту на коробці. Система управління відображає стан, "FSP вкл. / Вимк.", DIP-перемикачів на порт. [3]

Інтерфейси MDI / MDO блоку живлення можуть використовувати Metropolis AM та пристрої Metropolis AMS як інтерфейси MDI / MDO для зовнішньої сигналізації. [3]

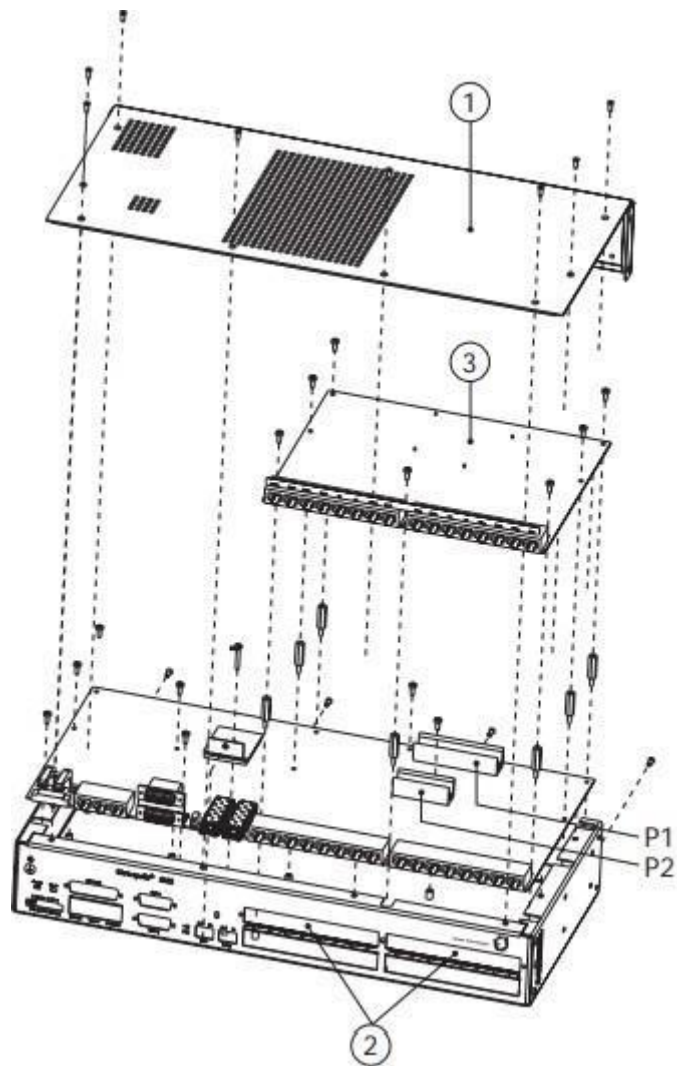


Рис. 2.3 Корпус Metropolis AMS

Таблиця 2.2

Характеристика FSP12AMS

Елементи	FSP12AMS
Робоча напруга	40.5 ... 75.0 VDC
Робоча температура	-5°C ... +45°C
Відносна вологість	10 ... 93 % (non condensing)

## 2.2 Основна плата Metropolis

Основна плата Metropolis містить наступне:

- Одна або дві STM-1 або дві пари інтерфейсу оптичної лінії STM-4 (передача / прийом). [3]
- Оптичні інтерфейси мають тип роз'єму SC. Оптичні адаптери, FC і ST, вони також постачаються в комплекті. [3]
- Оптичні інтерфейси з вибором між коротким контуром STM-1 (два варіанти доступні) або міжміські або STM-4 на короткі або великі відстані.
- Шістнадцять інтерфейсів електричної притоки 2048 кбіт / с (E1) з роз'ємами RJ45, підходить для симетричних витих парних кабелів з імпедансом 120 Ом або для коаксіальні кабелі з імпедансом 75 Ом.
- F-інтерфейс для ITM-CIT із роз'ємом RJ45.
- Інтерфейс Q-LAN для OMS із роз'ємом RJ45.
- Один синхросигнал синхронізації 2 МГц із роз'ємом RJ45, підходить для симетричні кабелі з крученою парою з імпедансом 120 Ом або для коаксіальних кабелів з імпедансом 75 Ом.
- Подвійне живлення постійного струму або один роз'єм живлення змінного струму.
- Чотири різні порти з дискретним входом (MDI)
- Чотири порти різного дискретного виходу (MDO)
- Два світлодіоди (червоний та зелений), що вказують на стан пристрою.
- Немає, одна або дві пари інтерфейсу живлення / оптичної лінії STM-1 (передача / прийом).
- F-інтерфейс для ITM-CIT із роз'ємом RJ45.
- Інтерфейс Q-LAN для OMS із роз'ємом RJ45. [3]

### *Знімний SFP*

Оптичні / електричні лінійні інтерфейси блоку Metropolis® AMS можуть бути оснащені кілька SFP (малий форм-фактор, що підключається). Зверніть увагу, що GE SFP застосовується лише до додаткової плати X5IP. [3]

Доступні такі SFP:

- STM-1, S1.1 (CC109469809), короткий переліт, 1300 нм, 15 км;
- STM-1, L1.1 (CC109469825), велика відстань, 1300 нм, 40 км;
- STM-1, L1.2 (CC109469817), далека відстань, 1500 нм, 80 км;
- STM-1, 155E (CC109543561), електричний;
- STM-1 / STM-4, SWF 1-1, (CC109559500), 1480/1500 нм, двонаправленне

одно волокно;

- STM-1 / STM-4, SWF 1-2, (CC109559492), 1490/1310 нм, одне волокно двонаправлений;

GE SX (CC109526483), 850 нм, 550 м багатомодовий (лише для додаткової плати X5IP);

GE LX (CC109526491), 1310 нм, одиночний режим від 5 до 10 км (лише додаткова плата X5IP);

GE ZX (CC109534347), 1550 нм, одиночний режим 80 км (лише опціональна карта X5IP). [3]



Рис. 2.4 Оптичний модуль SFP



Рис. 2.5 Модуль SFP155E

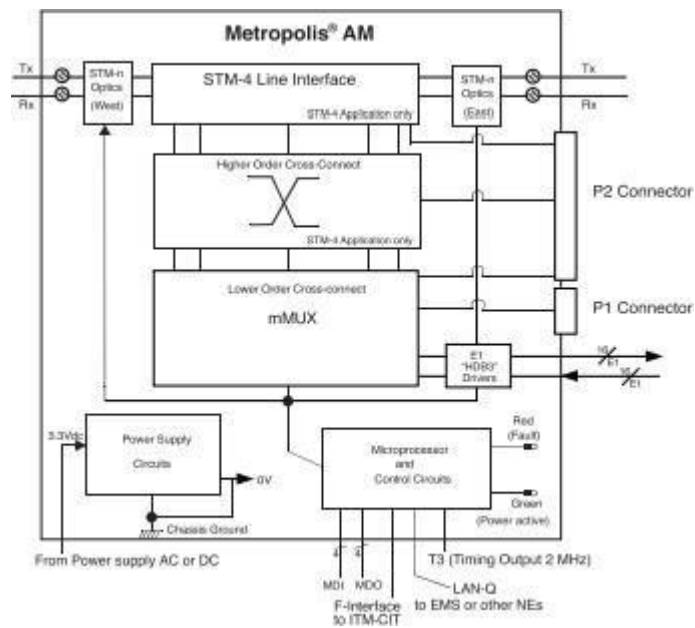


Рис. 2.6 Блок схема

Основна плата може бути оновлена додатковими картами

## Доступні опційні картки

Варіант картки	Функція	Comcode
X16E1-V3	Надає шістнадцять сигналів 2048 кбіт / с (подвійний опір, 75/120Ω) <i>AM:</i> Для загальної комбінації тридцяти двох E1 <i>AMS:</i> Для загальної комбінації шістнадцяти DS1 та шістдесяти E1 (материнська плата AMS DS1) або тридцяти двох E1 (материнська плата AMS E1)	109011528 en
X16DS1	Надає шістнадцять сигналів 1544 кбіт / с <i>AM:</i> Для загальної комбінації шістнадцяти E1 та шістнадцяти DS1 <i>AMS:</i> Для загальної комбінації шістнадцяти E1 і шістнадцяти DS1 (материнська плата AMS E1) або тридцяти двох DS1 (материнська плата AMS DS1)	108756081
X12SHDSL-V2	Забезпечує дванадцять інтерфейсів SHDSL з функціями R6.1 Для отримання LTU <i>ПРИМІТКА:</i> Його не можна використовувати для пристрою AM змінного	109579912
X2E3-V2	струму. Забезпечує два сигнали 34368 кбіт / с <i>AM:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 та двох E3 <i>AMS:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 та двох E3 (материнська плата AMS E1) або шістнадцяти DS1 та двох E3 (материнська плата AMS DS1)	108756107

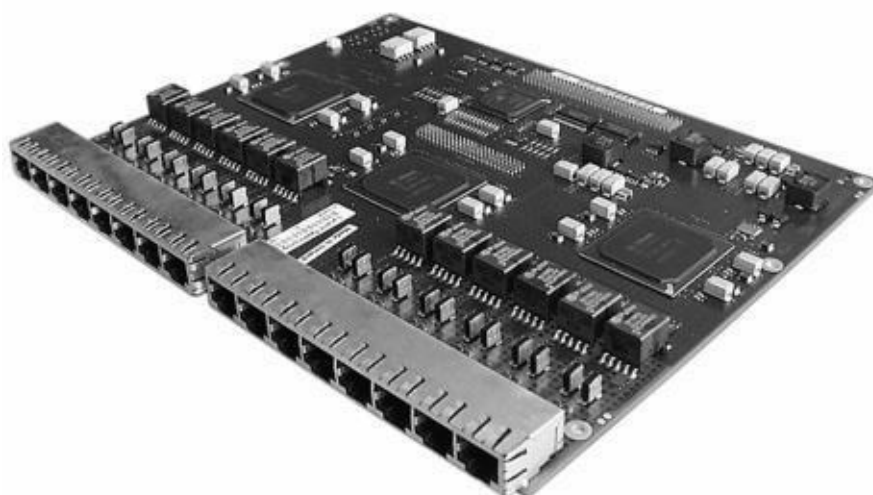


Рис. 2.7 Приклад додаткової картки

## Доступні опційні картки (продовження)

Варіант картки	Функція	Comcode
X2DS3-V2	Забезпечує два сигнали 44736 кбіт / с <i>AM:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 та двох DS3 <i>AMS:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 і двох DS3 (материнська плата AMS E1) або шістнадцяти DS1 і двох DS3 (материнська плата AMS DS1)	108756099
X4IP-V2	Забезпечує чотири канали Ethernet 10/100 Base-T <i>AM:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 і чотирьох каналів 10/100 Base-T. <i>AMS:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 і чотирьох каналів 10/100 Base-T (материнська плата AMS E1) або шістнадцяти DS1 та чотирьох каналів 10/100 Base-T (материнська плата AMS DS1) <i>TransLAN™</i> (Опційна плата X4IP) підтримує гнучку пропуску здатність для кожного порту LAN (10 Мбіт / с або 100 Мбіт / с). Він також може бути використаний як інтегрований комутатор рівня 2 для точкових до багатоточкових локальних мереж.	108865064
X5IP	Забезпечує один 10/100/1000 Base-T канал, три Eternal2e8t 0028093 10/100 Base-T канали і один Gigabit Ethernet оптичний канал на основі SFP  <i>AM:</i> Для поєднання шістнадцяти E1, трьох 10/100 Base-T каналів, одного 10/100/1000 Base-T каналу та одного 10/100/1000 оптичного SFP-каналу. <i>AMS:</i> Для поєднання шістнадцяти E1, трьох 10/100 Base-T каналів, одного 10/100/1000 Base-T каналу та одного 10/100/1000 оптичного каналу на основі SFP (материнська плата AMS E1) або шістнадцяти DS1, трьох 10 / 100 каналів Base-T, один канал 10/100/1000 Base-T та один оптичний канал на основі SFP 10/100/1000 (материнська плата AMS DS1).  <i>TransLAN™</i> (Опційна карта X5IP) підтримує гнучку пропуску здатність для кожного порту LAN (3 x 10/100 Мбіт / с, 1 x 10/100/100 Мбіт / с, додатково 1 x GbE SFP). Він також може бути використаний як інтегрований комутатор рівня 2 для точкових до багатоточкових локальних мереж.	
X8PL	Забезпечує вісім інтерфейсів Ethernet у режимі приватної лінії 109480707 <i>AM:</i> Для поєднання шістнадцяти E1 і восьми каналів Ethernet в режимі приватної лінії. <i>AMS:</i> Для поєднання шістнадцяти каналів E1 та восьми каналів Ethernet у режимі приватної лінії (материнська плата AMS E1) або шістнадцяти каналів DS1 та восьми каналів Ethernet у режимі приватної лінії (материнська плата AMS DS1).  Опційна плата X8PL підтримує гнучкий розподіл смуги пропускання SDH між портами LAN.	

*Обробка додаткових карток та SFP*

При роботі з опціональними картками та / або слід дотримуватися



наступних інструкцій щодо електростатичного розряду SFP:

- Носіть робочий одяг із 100% бавовни, щоб уникнути електростатичного заряду.
- Торкайтеся додаткових карт / карт SFP лише по краях.
- Переконайтесь, що блоки Metropolis AM та Metropolis AMS заземлені.
- Одягніть браслети, що прикріплені до струмопровідних проводів, і підключіться до з'єднання ESP точка.
- Робота в зоні, захищеній від електростатичного розряду.
- Використовуйте водіння килимки для підлоги та лави, які провідноз'єднані з точкою кріплення ESP.
- Провідно підключіть все випробувальне обладнання та візки до точки підключення ESP.
- Зберігайте та відвантажуйте додаткові картки / картки SFP у коробці.
- Картки / SFP слід упаковувати та розпаковувати лише на належним чином захищених робочих місцях проти накопичення заряду.
- По можливості підтримуйте відносну вологість повітря вище 20%. [3]

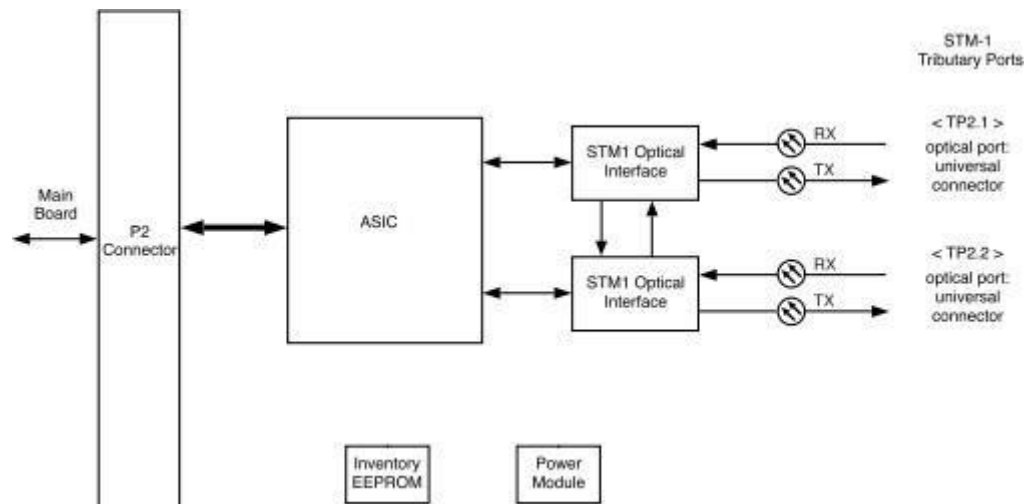


Рис. 2.8 Блок схема STM-1

### Вимоги ITM-CIT

Для ITM-CIT потрібен персональний комп'ютер, який відповідає

наведеним нижче мінімальним вимогам:

- Процесор Pentium з частотою 450 МГц;
- 128 МБ оперативної пам'яті;
- Клавіатура;
- Миша;
- 300 МБ вільного місця на жорсткому диску;
- Зчитувач компакт-дисків;
- Дисплей 1024 x 768, рекомендовано 16 мільйонів кольорів;
- Порт зв'язку RS-232 ;
- Операційна система Microsoft® Windows® 2000 або Windows XP®;
- Кабель роз'єму ITM-CIT (інтерфейс F) (один кінець RS-232, а інший кінець

RJ-45 модульний роз'єм), CC848069795. [3]

Продуктивність можна покращити, використовуючи персональний комп'ютер більш високої продуктивності. Незалежно від перелічених вище вимог, мінімальні вимоги операційна система повинна відповідати. Має бути компакт-диск, що містить програмне забезпечення ITM-CIT бути доступним. [3]

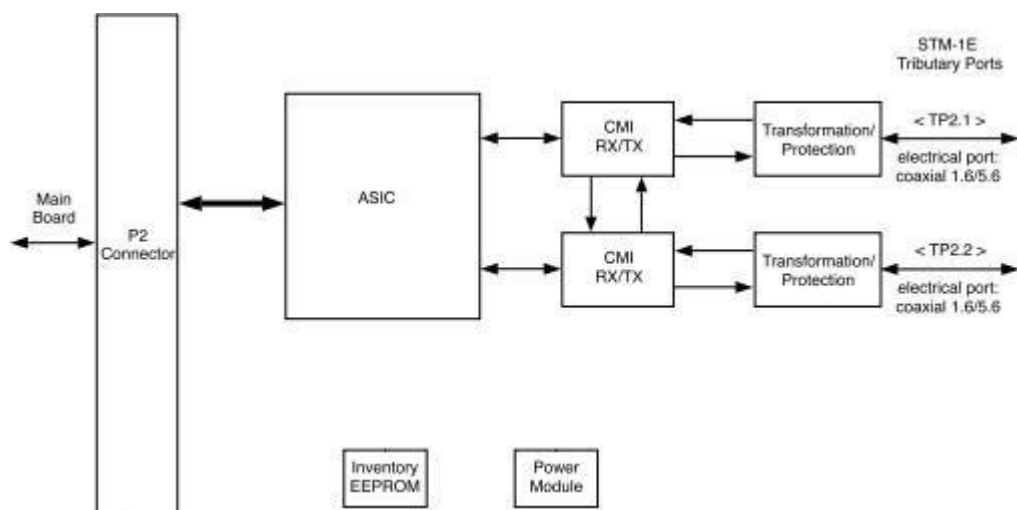


Рис. 2.9 Блок схема STM-E

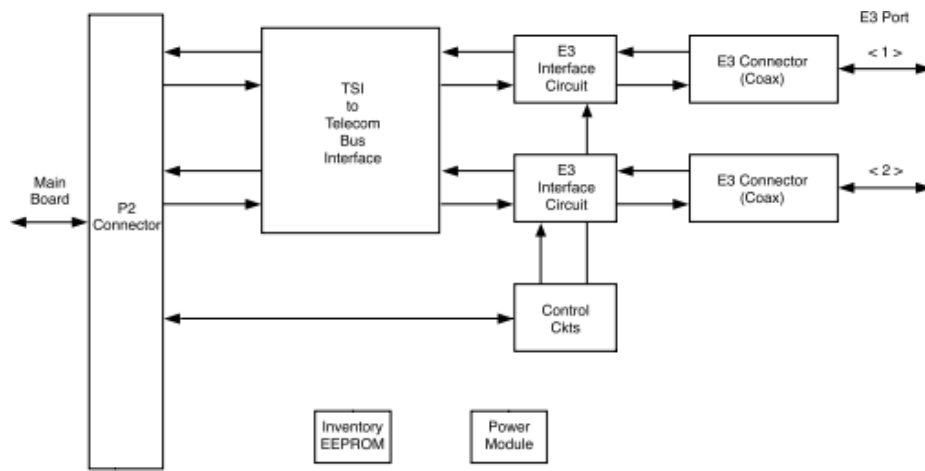


Рис. 2.10 Блок схема E3

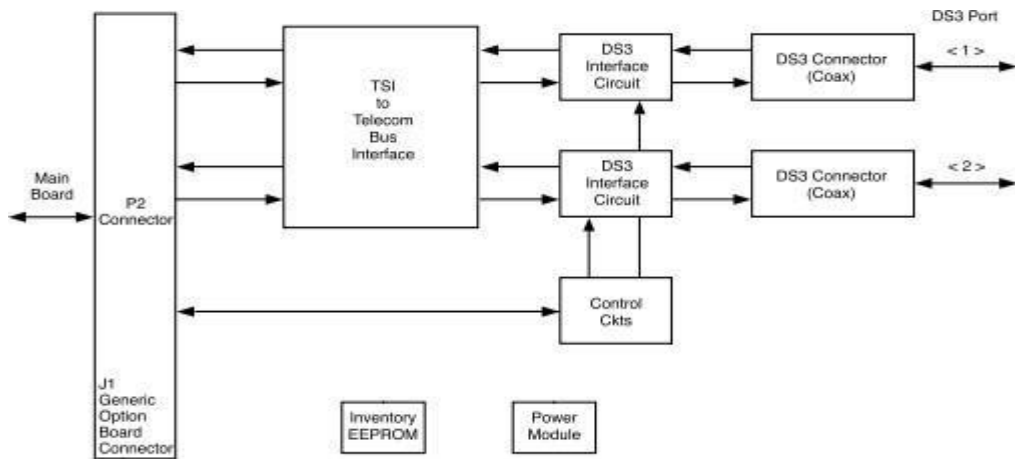


Рис. 2.11 Блок схема DS3

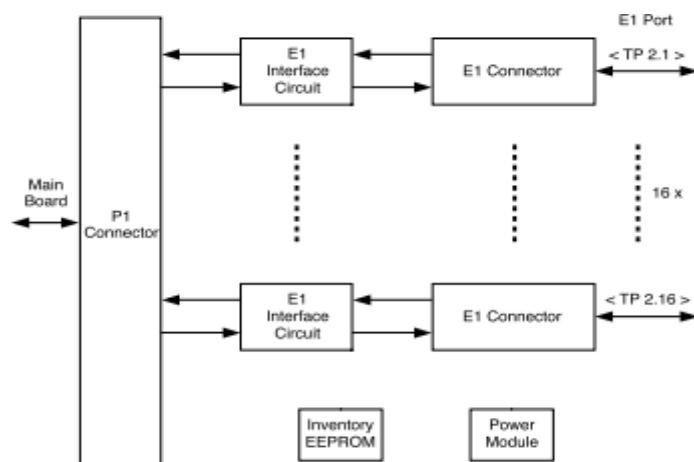


Рис. 2.12 Блок схема E1

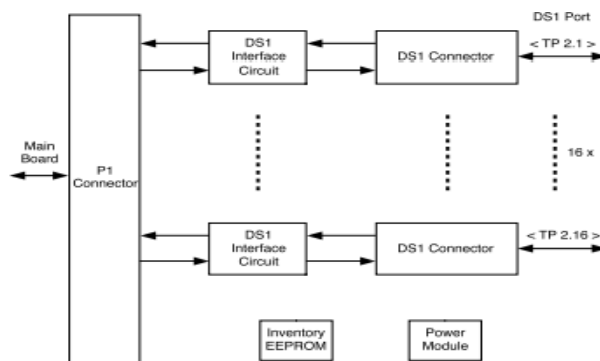


Рис. 2.13 Блок схема DS1

### 2.3 Технічні характеристики

Система була розроблена відповідно до вимог ETSI Mesh Ground.

Це означає, що дотримання норм електромагнітної сумісності та безпека персоналу можуть бути досягнуті лише за умови роботи системи підключений до системної опорної площини потенціалу (SRPP) у багатьох місцях, таких як описаний у ETS 300253 (див. малюнок нижче). Все периферійне обладнання та його захисний заземлювач також повинні бути підключені до SRPP для одного або декількох нерухомих кабелів. [3]

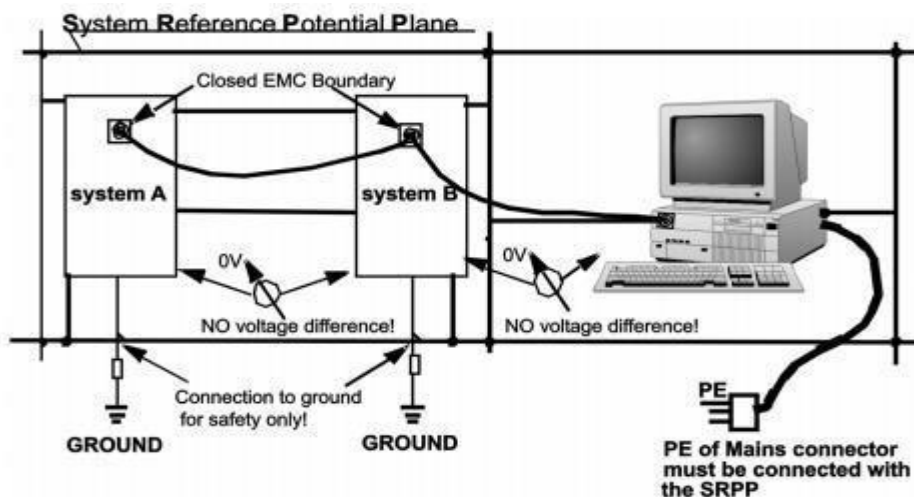


Рис. 2.14 Приклад комплекції

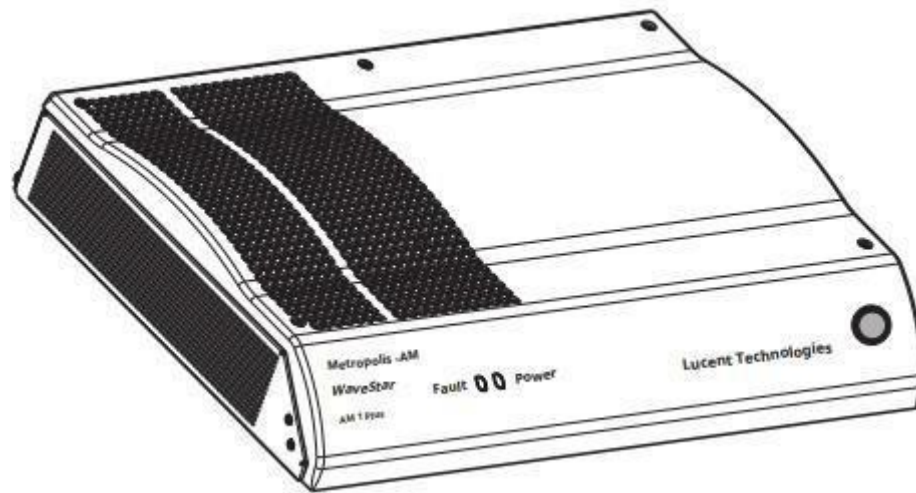


Рис. 2.15 Вид спереду

Таблиця 2.4

Технічні характеристики АМ

Елемент	Кількість / вартість
<b>АМ постійного струму</b> Номінальне джерело живлення Напруга хв. / Макс.	• - 24 В, -48 В та -60 В - 18 В / -72 В
<b>АМ змінного струму</b> Номінальне джерело живлення Напруга хв. / Макс.	• 100 В - 240 В 90 В / 264 В
Подача живлення	Два джерела живлення постійного струму (А, В) або один роз'єм живлення змінного струму
Споживання енергії	<i>Лінійні порти STM-1:</i> 13 Вт без додаткової плати 25 Вт без будь-якої додаткової плати <i>Лінійні порти STM-4:</i> 25 Вт без додаткової плати 40 Вт з будь-якою додатковою платою
Вага	5 кг із додатковою картою
Розміри (В x Ш x Г)	83 мм [3,110 "] x 439 мм [17,244"] x 295 мм [11,614 "] (без кріпильних кронштейнів)

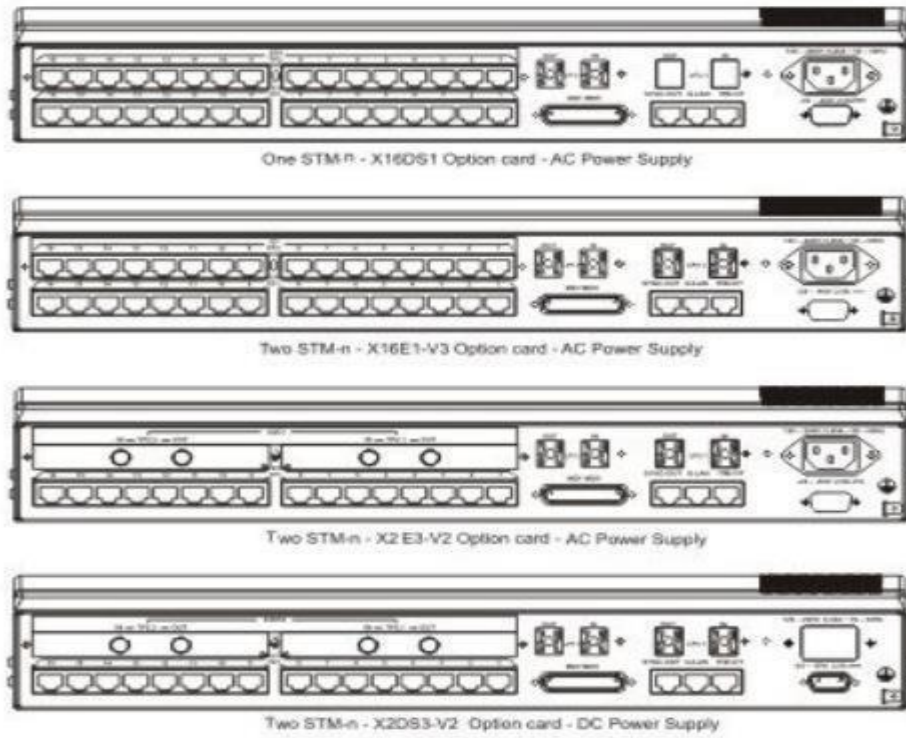


Рис. 2.16 Вид ззаду АС/DC

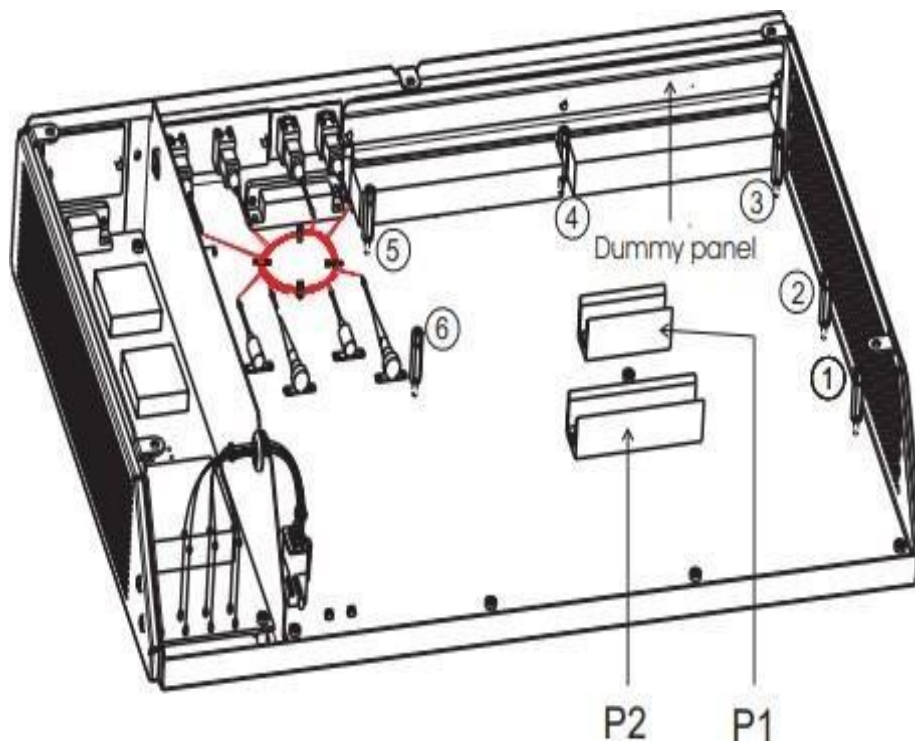


Рис. 2.17 Розташування додаткової картки АМ

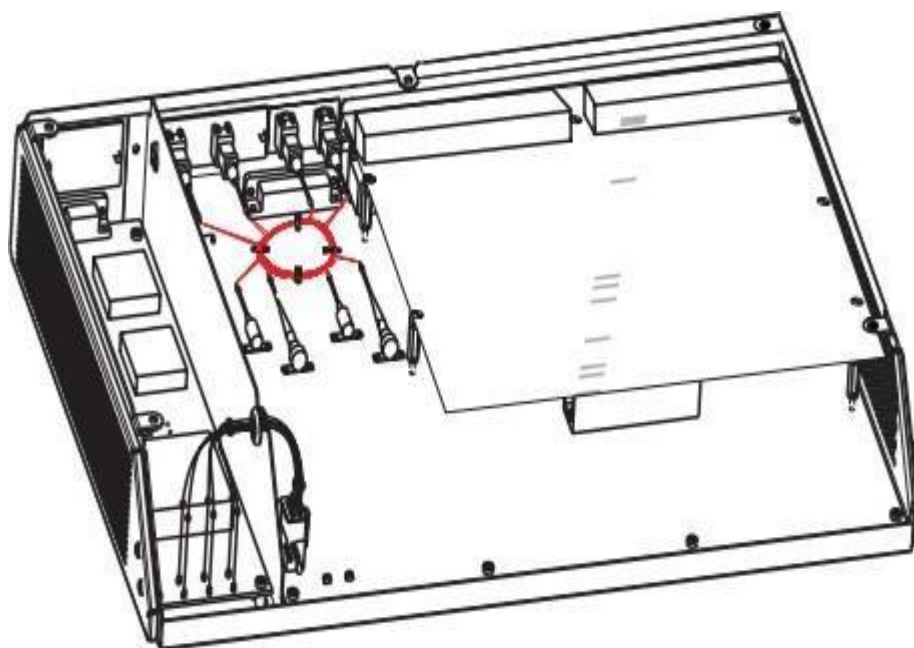


Рис. 2.18 Встановлена додаткова плата АМ

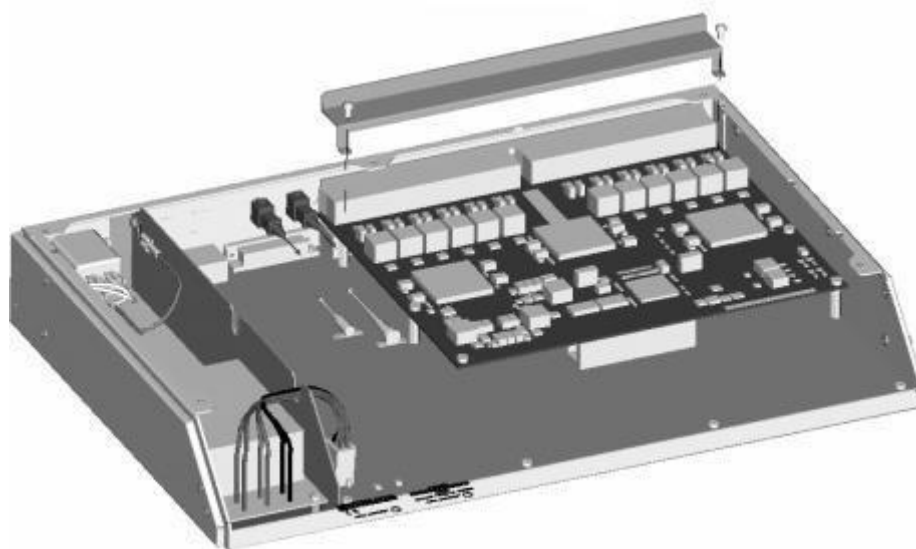


Рис. 2.19 Блок АМ монтаж кронштейна ЕМС

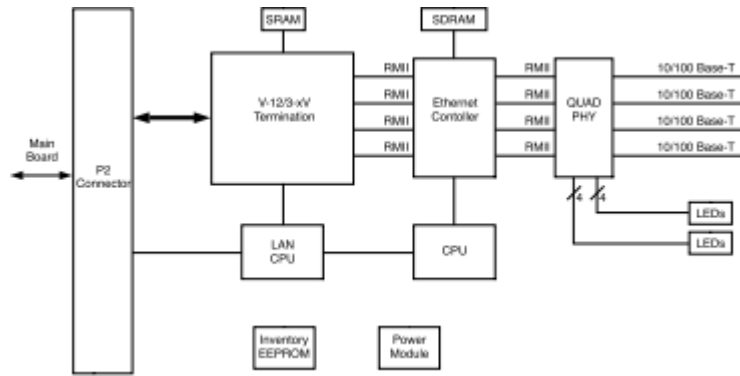


Рис. 2.20 Блок схема додаткової карти

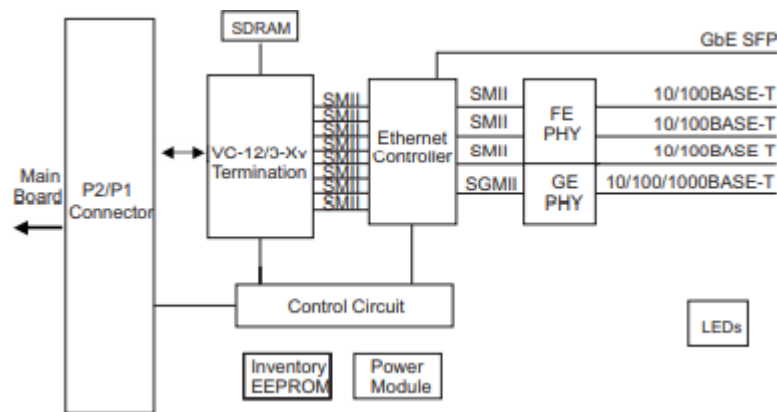


Рис. 2.21 Блок схема додаткової карти X51P

## 2.4 Технічні характеристики вентиляторного пристрою

Рекомендується використовувати вентилятор, якщо повітря достатньо для охолодження. Для цього потрібен вентилятор, встановлюється у вуличній шафі на вулиці, оскільки вентилятор забезпечує достатній потік повітря охолоджувати пристрій у термічно ворожих умовах, таких як вуличні шафи.

Охолодження гарантоване до тих пір, поки вентилятор продовжує працювати. Вентилятор не має повітряного фільтра і можна використовувати лише разом із блоком постійного струму. [3]

Наступні два типи вентиляторних установок можна використовувати разом із блоком Metropolis :



- CC848841888;
- CC848949657. [3]

Таблиця 2.5

Технічні характеристики АМ

Розмір (CC8 48841888, ВхШхГ)	69 мм [2,716 "] x 54 мм [2,126"] x 242 мм [9,527 "]
Розмір (CC8 48949657, ВхШхГ)	69 мм [2,716 "] x 47 мм [1,850"] x 242 мм [9,527 "]
Номинальна напруга	48 В постійного струму
Діапазон робочої напруги Потік повітря	Від 36 до 60 В постійного струму
потоку	> 1,44 м <sup>3</sup> /хв
Статичний тиск повітря	70 Па
Номинальна потужність	10,8 Вт
Робоча температура діапазон	- 20 °С ... + 70 °С
Відносна вологість	10 ... 95% (без конденсації)
Абсолютна вологість	1 ... 29 г / м <sup>3</sup>
Очікуваний час життя	7 років
Запобіжники F1 та F2, позначені на друкованій платі вентиляторного блоку	0,5 А, 125 В, швидкий

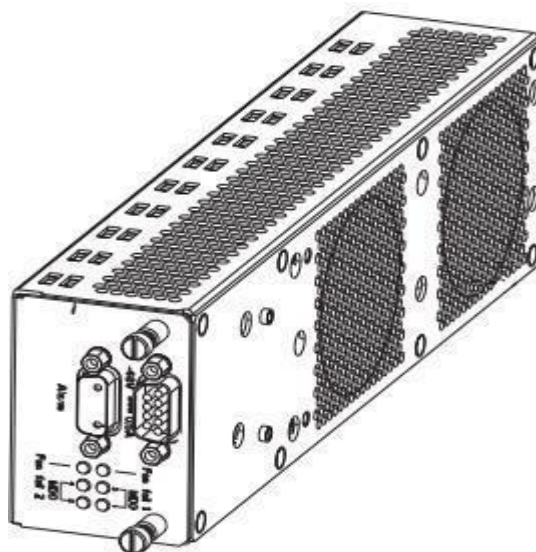


Рис. 2.22 Блок вентилятора

## 2.5 Встановлення блока АМ

Стандартний Metropolis АМ без додаткової картки може мультиплексувати до шістнадцять сигналів 2 Мбіт / с в один сигнал STM-1 або STM-4. Команда доступна незахищений або з 1 + 1 захистом MSP (лише з доданим STM-1). Програми SNC / N та захист для кільцевих додатків. [3]

Існують наступні п'ять варіантів кріплення для блоку Metropolis АМ:

- Кріплення на стіл;
- Настінне кріплення;
- Горизонтальне кріплення в стійку;
- Вертикальне кріплення в стійку;
- Вуличне кріплення шафи (з вентилятором). [3]

Вентилятор (CC848841888 або CC848949657) можна використовувати, лише якщо пристрій Metropolis АМ працює від постійного струму. [3]

Перш ніж встановлювати пристрій Metropolis АМ на стіл, необхідно закріпити чотири самоклеючі подушечки, що постачаються під блоком. [3]

### *Настінне кріплення*

Виконайте наступні дії, щоб встановити пристрій Metropolis® АМ на рівну вертикальну поверхню:

1. Прикріпіть обидва кріпильні кронштейни (елементи 1 і 2) до нижньої частини блоку Metropolis АМ з чотирма гвинтами М3х8 (див. малюнок 3-7, "Кріплення настінних кронштейнів (блок АМ)").

2. Вирішивши, де встановити пристрій, притисніть його до стіни, вирівняйте вертикально або горизонтально, і позначте всі чотири отвори. [3]

Рекомендації:

- Вертикальне настінне кріплення слід віддавати перевагу завдяки кращому охолодженню повітря.

- Рекомендується спочатку просвердлити два верхні отвори. Потім слід провести перевірку вирівнювання. Якщо вирівнювання правильне, два отвори в нижній частині можна просвердлити.

3. Закріпіть пристрій Metropolis® AM на стіні за допомогою чотирьох гвинтів М3х8. [3]

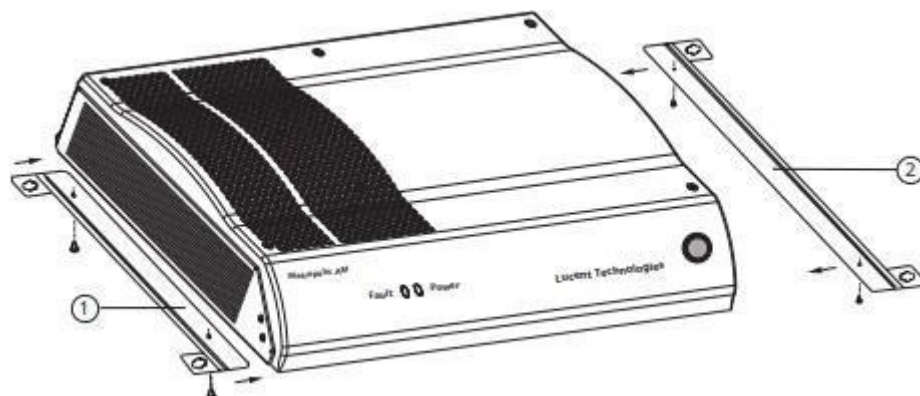


Рис. 2.23 Кріплення кронштейнів для настінного монтажу (блок AM)

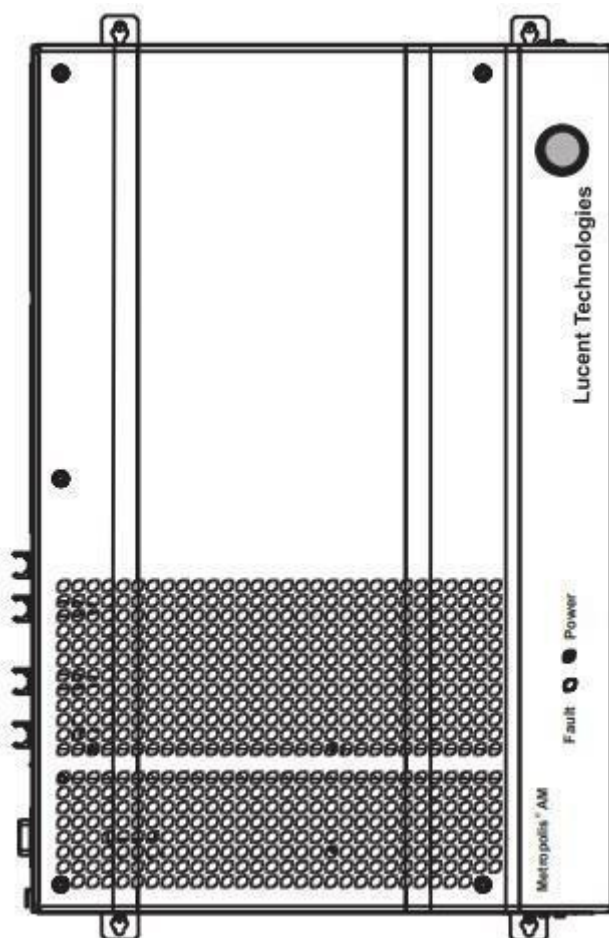


Рис. 2.24 Вертикальне настінне кріплення (блок AM)

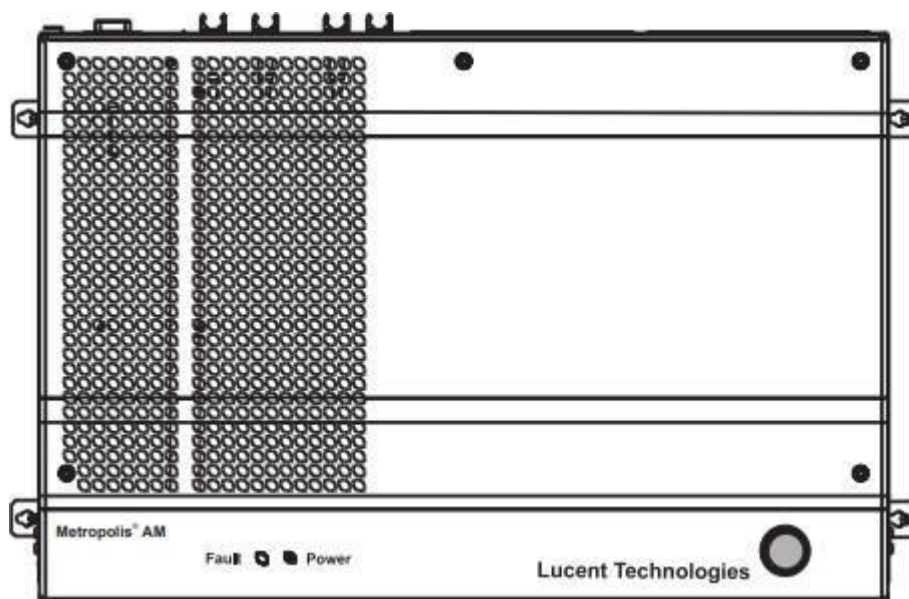


Рис. 2.25 Горизонтальне настінне кріплення (блок АМ)

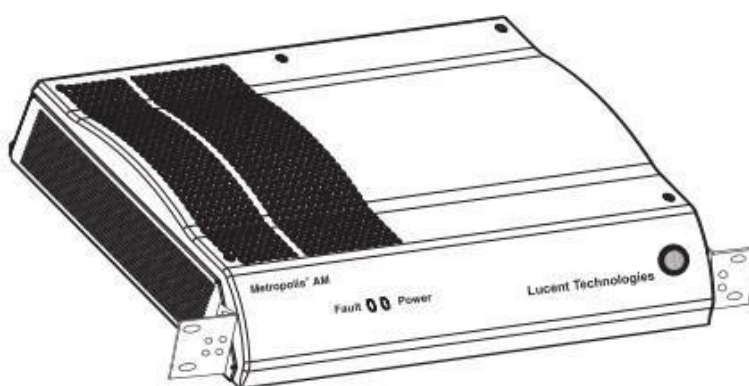


Рис. 2.26 Кронштейн (блок АМ)

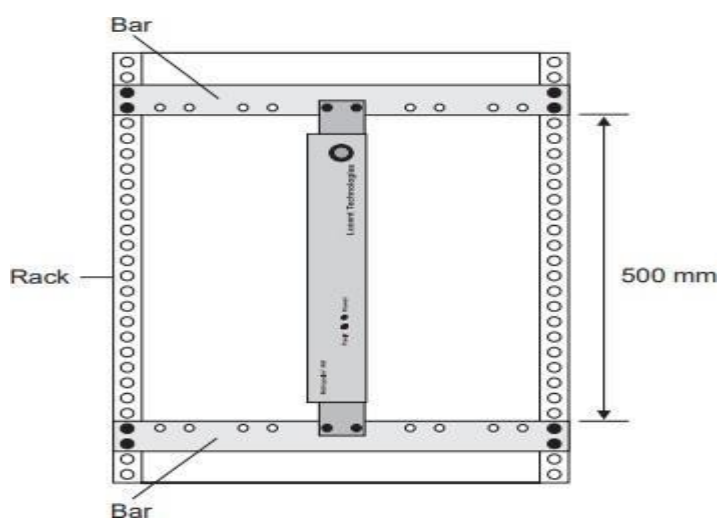


Рис. 2.27 Вертикальне кріплення (блок АМ)

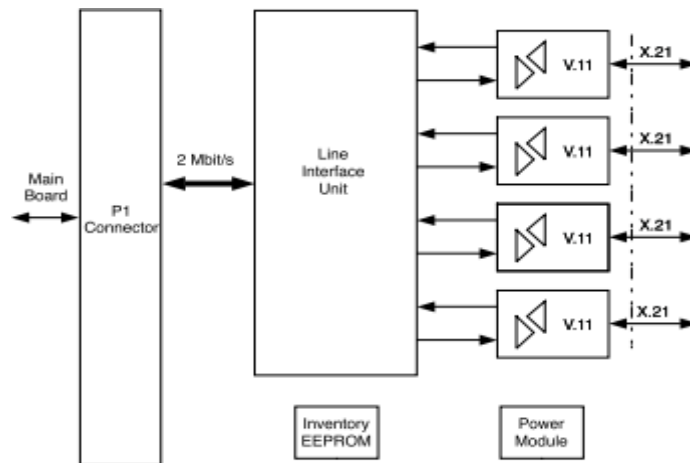


Рис. 2.28 Блок схема головної карти

## 2.6 Короткі відомості про блок AMS

Metropolis AMS відрізняються високою ємністю, гнучкістю та економічністю широкосмугові мультиплексори, які можуть мультиплексувати стандартні швидкості передачі даних PDH та SDH. Сигнали Ethernet на швидкості лінійного транспорту. Ці системи є корисними елементами в будівництві ефективні та гнучкі мережі завдяки своїй великій ємності, крім компактна та гнучка конструкція. [4]

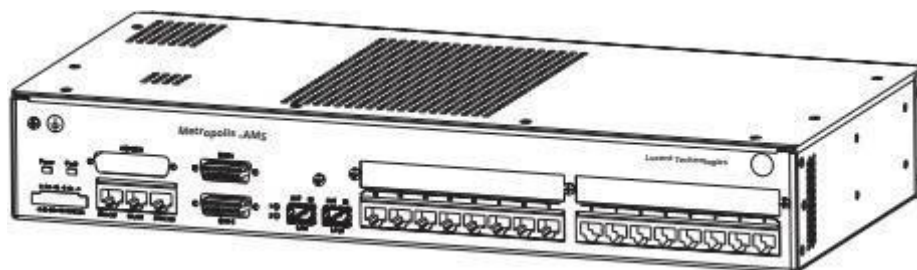


Рис. 2.29 Вид спереду блок AMS

## Технічні характеристики AMS

Елемент	Кількість / вартість
<b>AMS-E1 / DS1-16-DC</b> Номінальне джерело живлення Напруга хв. / Макс.	. - 24 В, -48 В та -60 В - 18 В / -72 В
<b>AMS-E1-16-AC</b> Номінальне джерело живлення Напруга хв. / Макс. Діапазон частот Максимальний струм	. 100 В - 240 В 90 В / 264 В 50 Гц - 60 Гц 0,3 А
Подача живлення	Два джерела живлення постійного струму (А, В) або один роз'єм живлення змінного струму
Споживання енергії	13 Вт без додаткової плати 25 Вт без будь-якої додаткової плати
Вага	5 кг із додатковою картою
Розміри (В x Ш x Г)	70 мм [2,756 "] x 448 мм [17,587"] x 204 мм [8,04 "] (без кріпильних кронштейнів)

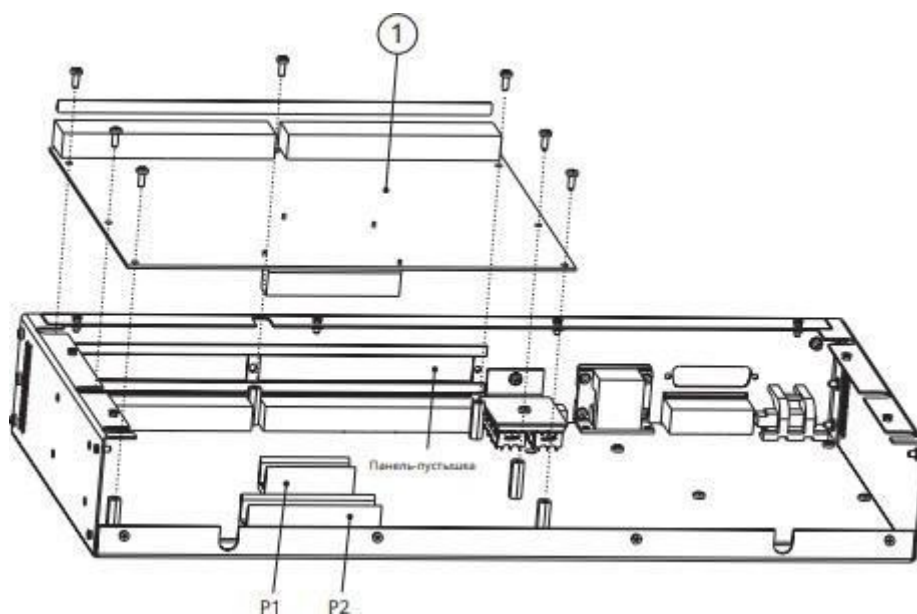


Рис. 2.30 Встановлення додаткової карти

Встановіть цей кронштейн ЕМС після встановлення одного з наступних додаткових плат:

- X16E1-V3;
- X16DS1;

- X12SHDSL-V2. [4]

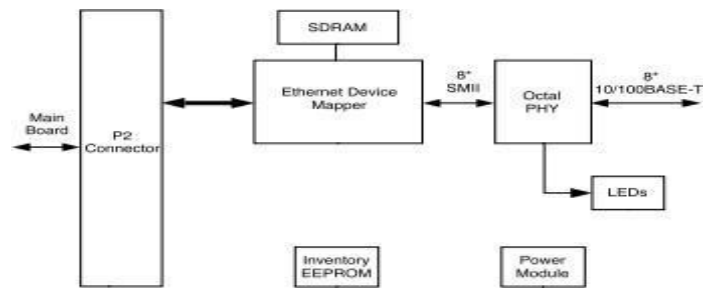


Рис. 2.31 Схема додаткової плати X16E1-V3

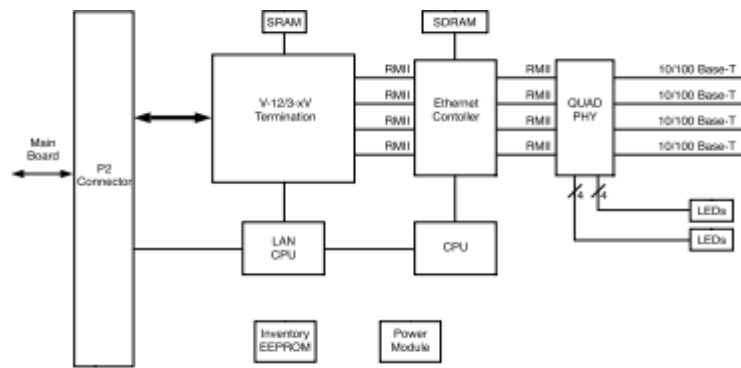


Рис. 2.32 Схема додаткової плати X16DS1

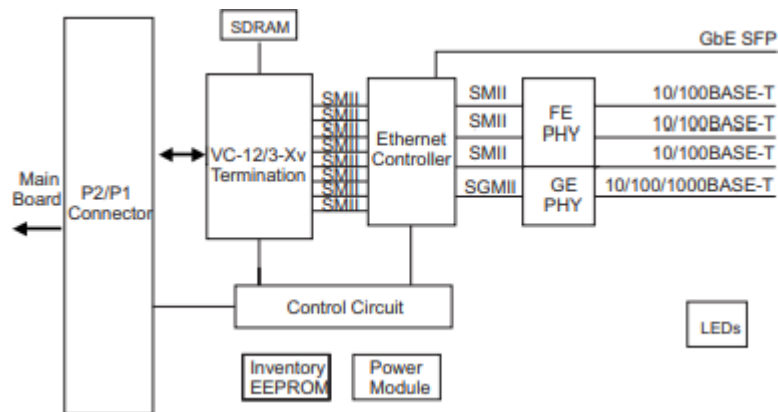


Рис. 2.33 Схема додаткової плати X12SHDSL-V2

*Встановлення блоку AMS*

Існують наступні п'ять можливостей кріплення блоку Metropolis AMS:

- Кріплення стільниці;

- Настінне кріплення;
- Горизонтальне кріплення в стійку;
- Вертикальне кріплення в стійку;
- Вуличне кріплення шафи (з вентилятором). [4]
- 

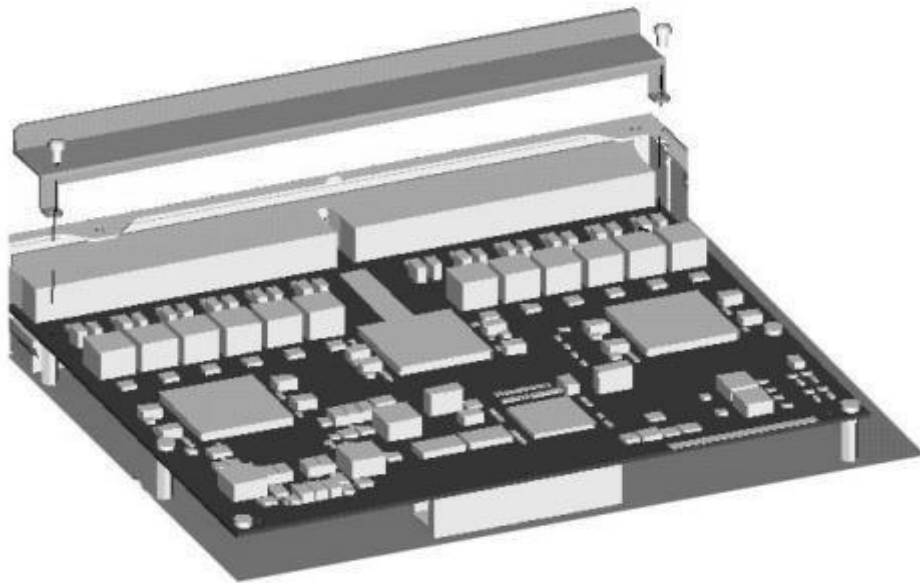


Рис. 2.34 Монтаж кронштейна EMC (блок AMS)

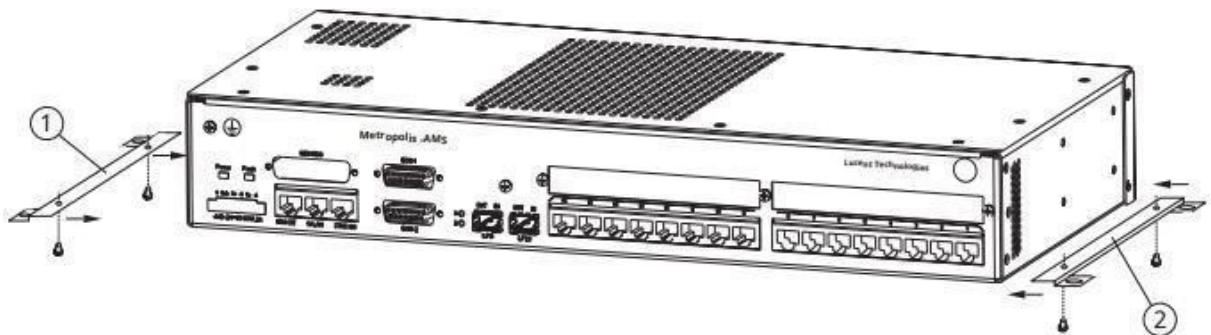


Рис. 2.35 Кріплення для настінного кріплення (блок AMS)



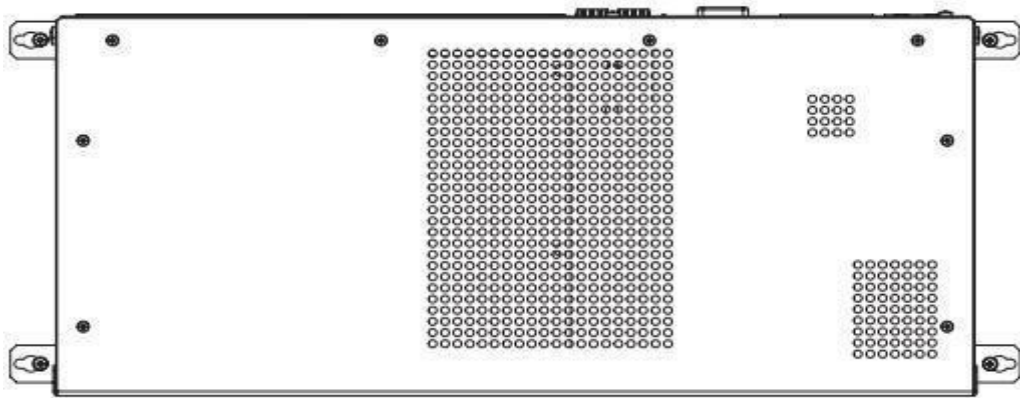


Рис. 2.36 Горизонтальне настінне кріплення (блок AMS)

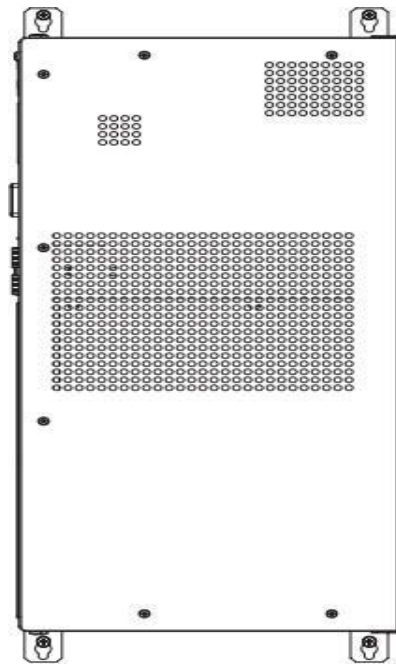


Рис. 2.37 Вертикальне настінне кріплення (блок AMS)

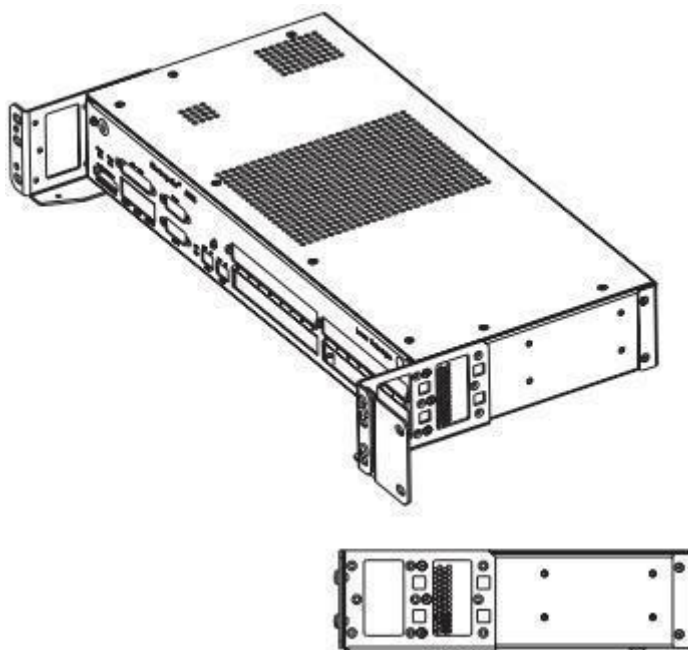


Рис. 2.38 Позиція кріплення для компактних стійок MADM, Wavestar

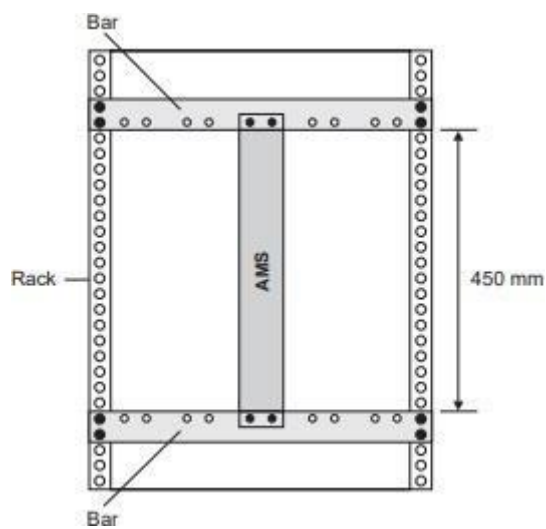


Рис. 2.39 Вертикальне кріплення AMS

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі дипломної роботи було розглянуто обладнання SDH покоління Metropolis від Lucent Technologies.

Metropolis дозволяє мобільним операторам економічні та ефективні рішення для будівництва транспортної інфраструктури. Це можливо завдяки наявності міні-пристроїв SDH (Metropolis AMS, Metropolis AM, Metropolis AMU) та більш потужних модульних систем (Metropolis ADM Compact, Metropolis ADM Universal).

Metropolis AM та Metropolis AMS використовується для перенесення потоків від базових станцій до мобільних комутаційних центрів. Привабливість використання через поєднання функціональних характеристик цих пристроїв (початкова необхідна кількість припливних портів у базовій конфігурації та можливість їх розширення, наявність обох STM- 1 та лінійні порти STM-4) та його цінові характеристики.

Metropolis AM та Metropolis AMS мають дуже важливі експлуатаційні характеристики:

- простота монтажу;
- можливість встановлення на вулиці;
- низькі витрати на обслуговування.

Тому ці мультиплексори необхідні для побудови високоякісної первинної транспортної мережі, мінімізуючи інвестиції.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ

SDH(Синхронна цифрова ієрархія) реалізуються на апаратному рівні з використанням цифрових інформаційних структур, що формуються в мережевих шарах та трактив.

Щоб побудувати мережу SDH, нам потрібно:

- Скласти схему організації мережі, вибрати оптичний кабель, розрахувати кількість компонентних потоків між вузлами та вибрати мультиплексор;
- Обрати схеми захисту для мережі;
- Розрахувати довжину секції регенерації, оперуючись на обладнання та кабельні дані.

Формули для розрахунків взяті із посібника “Кузенний В.А.

Волоконно-оптичні системи передачі”.[5]

#### 3.1 Створення схеми організації мережі

Таблиця 3.1

Відстань між вузлами

Бровари - Київ	Бориспіль- Київ	Київ - Васильків	Бровари- Обухів	Бориспіль - Біла Церква
24 км	26 км	46 км	30 км	65 км

Таблиця 3.2

Необхідне число цифрових потоків

Напрямок передачі Цифрові потоків	Бровари -Київ	Бориспіль -Київ	Київ - Васильків	Бровари- Обухів	Бориспіль - Біла Церква
E1	30	15	20	15	20
E3	2	3	—	3	—
E4	—	2	—	—	—
STM1	—	—	—	—	2

## Орієнтовні функції обладнання в вузлах

Вузол	Кінцевий мультіплексор (TM)	Мультіплексор вводу-виводу (ADM)	Кросс-коннект (DXC)
Бровари	Так	—	—
Біла Церква	—	Так	—
Обухів	Так	—	—
Бориспіль	Так	—	—
Київ	—	Так	Так
Васильків	—	Так	—

По даним із таблиць 3.1-3.3 побудували схему:

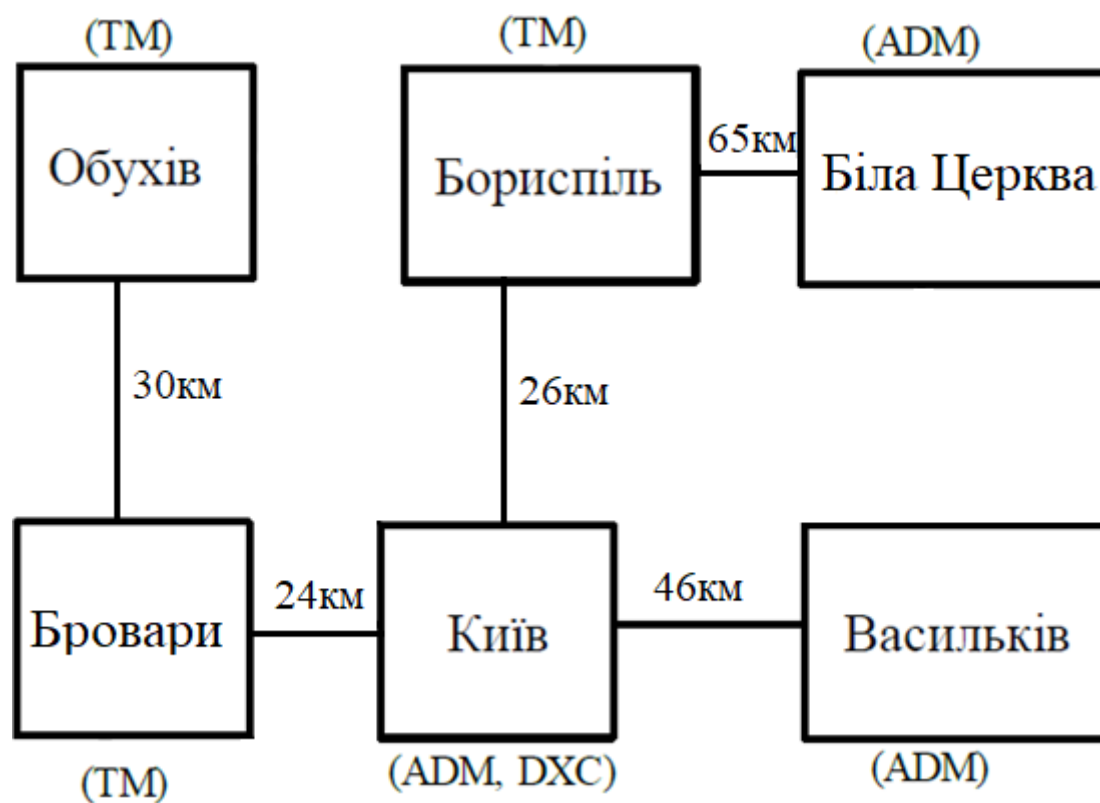


Рис. 3.1 Схема організації мережі

### 3.2 Розрахунок еквівалентних чисел

Еквівалентне число E1 визначається як співвідношення: E2 еквівалентний 4x2 M;

E3 еквівалентний 16x2 M; E4 еквівалентний 64x2 M;

STM-1 еквівалентний 63x2 M.

1. Бровари - Київ:

$$30E1+2E3 = 30E1+32E1 = 62E1;$$

2. Бориспіль - Київ:

$$15E1+3E3+2E4 = 15E1+48E1+128E1 = 191E1;$$

3. Київ - Васильків:

$$20E1;$$

4. Бровари- Обухів:

$$15E1+3E3 = 15E1+48E1 = 63E1;$$

5. Бориспіль - Біла Церква:  $20E1+2STM1 = 20E1+126E1 = 146E1$ .

Таблиця 3.4

Еквівалентні числа первинних потоків

Локальні вузли	Бровари	Біла Церква	Обухів	Бориспіль	Київ	Васильків
Бровари	—	—	63E1	—	62E1	—
Біла Церква	—	—	—	146E1	—	—
Обухів	63E1	—	—	—	—	—
Бориспіль	—	146 E1	—	—	191E1	—
Київ	62E1	—	—	191E1	—	20E1
Васильків	—	—	—	—	20E1	—
<b>Сума</b>	<b>125E1</b>	<b>146E1</b>	<b>63E1</b>	<b>337E1</b>	<b>273E1</b>	<b>20E1</b>

Ємність між вузловими цифрових лінійних трактів

Ділянки	Бровари - Київ	Бориспіль-Київ	Київ - Васильків	Бровари-Обухів	Бориспіль - Біла Церква
Напрямки					
Бровари - Київ	62E1	62E1	62E1	62E1	—
Бориспіль-Київ	—	191E1	191E1	—	—
Київ - Васильків	—	20E1	20E1	—	20E1
Бровари-Обухів	—	—	63E1	63E1	—
Бориспіль - Біла Церква	—	—	—	146E1	146E1
<b>Сума</b>	<b>62E1</b>	<b>273E1</b>	<b>336E1</b>	<b>271E1</b>	<b>166E1</b>

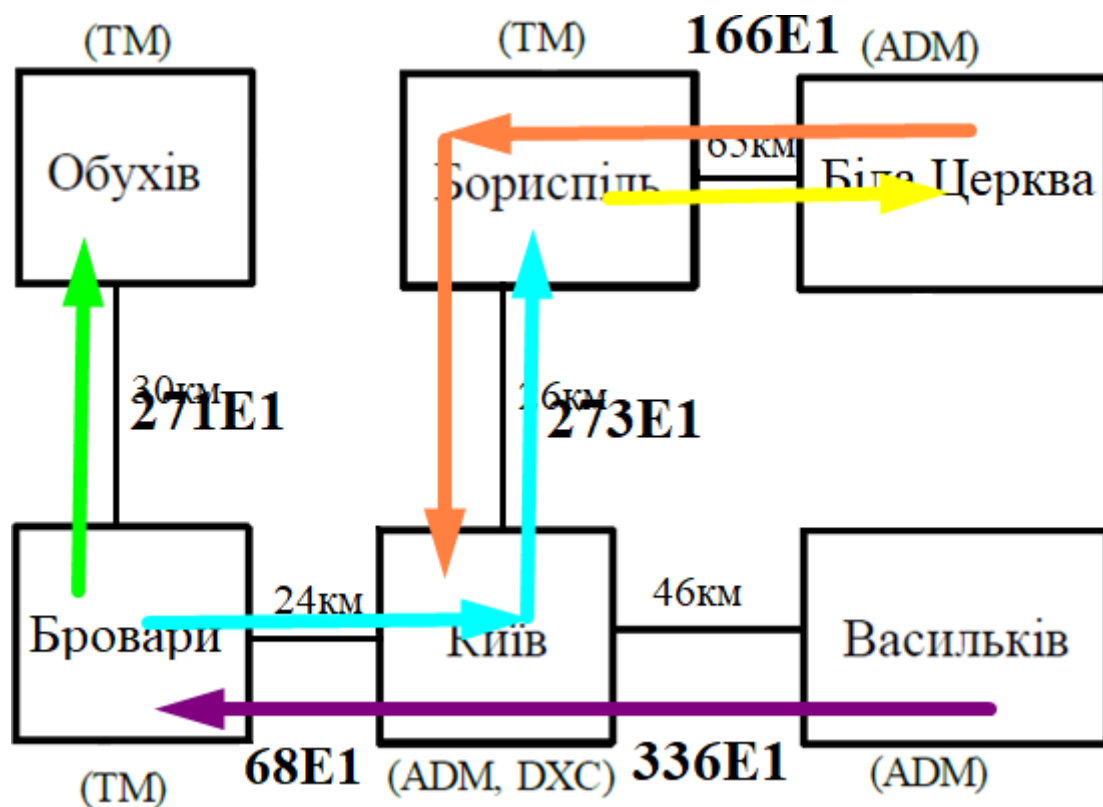


Рис. 3.2 Схема ємності між вузлами цифрових лінійних

### 3.3 Вибір кабелю

При побудові мережі необхідно керуватися зручністю використання того чи іншого типу кабелю. Для підключення до комп'ютера в невеликому офісі чи будинку оптимально підходить вита пара. Для банківського та військового секторів використовують оптоволоконні кабелі.

Найпопулярніші кабелі:

- Коаксіальні;
- Вита пара;
- Оптоволоконні.



Рис. 3.3 Коаксіальний кабель



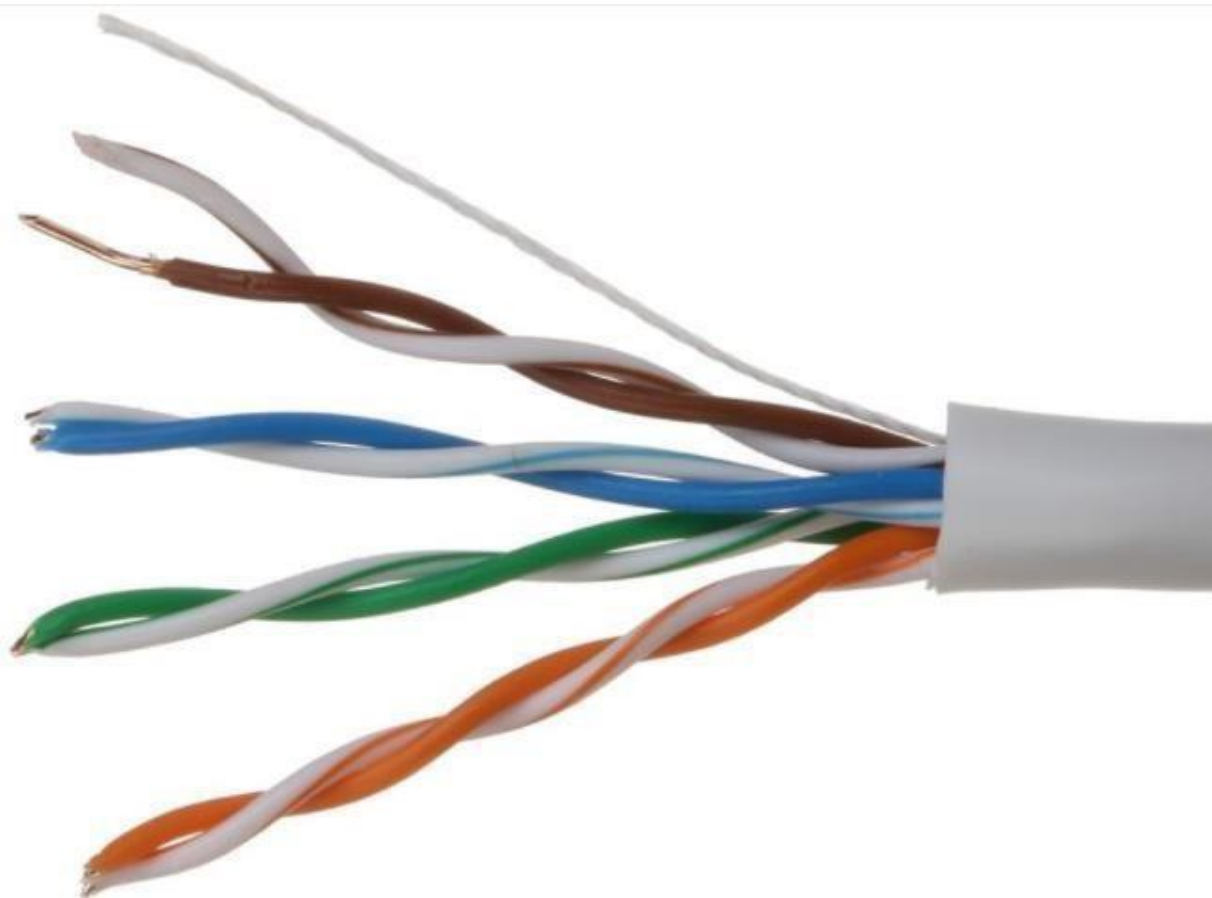


Рис. 3.4 Виты пара кабель



Рис. 3.5 Оптоволоконный кабель

Подібність та відмінності між кабелями STP та UTP:

- STP і UTP можуть передавати дані зі швидкістю 10 Мбіт / с, 100 Мбіт / с, 1 Гбіт / с та 10 Гбіт / с.
- Оскільки кабель STP містить більше матеріалів, він дорожчий, ніж кабель UTP.
- Обидва кабелі використовують однакові модульні роз'єми RJ-45 (зареєстрований роз'єм).
- STP забезпечує більше шуму та стійкості до ЕМІ, ніж UTP-кабель.
- Максимальна довжина сегмента для обох кабелів становить 100 км.
- Обидва кабелі можуть вмістити максимум 1024 вузли на кожному сегменті.

Кабель UT-02 дещо дорожчий серед інших у цій лінійці, але механічно найбільш довговічний. Броня із сталевого дроту надійно захищає, тому цей кабель зручніше прокласти. У той же час, малі розміри захисної трубки і товщина кошука роблять її досить гнучкою для встановлення. Кількість волокон до 24.

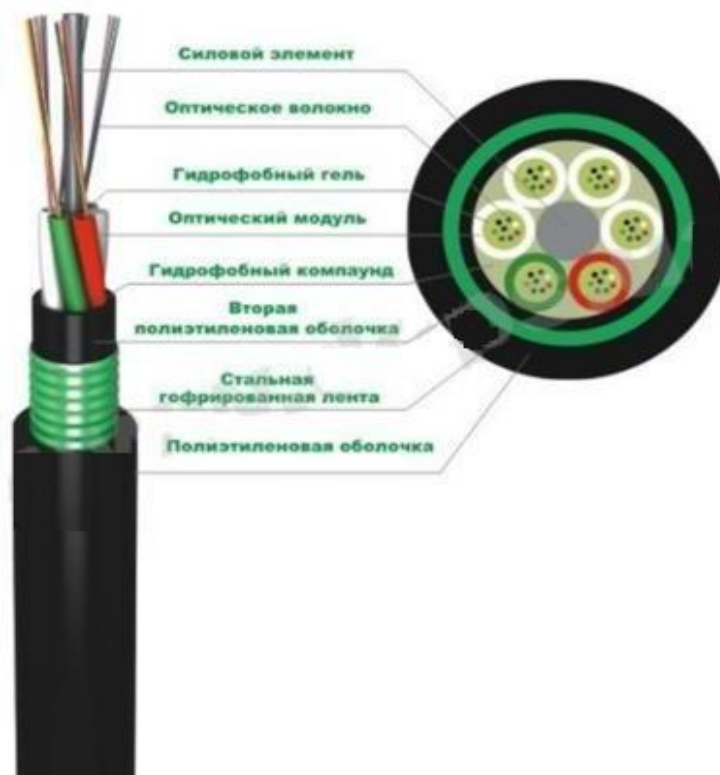


Рис. 3.6 UT-02 кабель

## Характеристики UT-02 кабелю

Тип оптичних волокон	G.957 G.703
Коефіцієнт затухання, дБ/км	0,4 0,25
Довжина хвилі відсічки, нм	1550
Хроматична дисперсія, пс/(нм*км)	≤5,5
Номинальний діаметр кабелю, мм	14,1 - 30
Температура експлуатації, °С	- 50 ... +70
Нормована будівельна довжина, км	4,0
Допустиме розтягуюче зусилля, кН	7 - 15
Кількість волокон	24
Строк служби	50 років

### 3.4 Вибір мультиплексору

Так як в мультиплексорі під час введення та виведення максимальне число потоків подвоюється:

1. Бровари

$$62E1 \times 2 = 124E1;$$

2. Бориспіль

$$273E1 \times 2 = 546E1;$$

3. Київ

$$336E1 \times 2 = 672E1;$$

4. Обухів:

$$271E1 \times 2 = 542E1;$$

5. Біла Церква:

$$166E1 \times 2 = 332 E1. \text{ Найбільший потів Київ - } 672E1.$$

Грунтуючись на даних із таблиць та розрахунків вибираємо Metropolis AMS. Компактний мультиплексор Alcatel-Lucent Metropolis AMS SDH розроблений для оптичних мереж доступу і допоможе розширити їх межі, забезпечить економічно ефективний мультисервісний доступ та забезпечить обслуговування для підприємств. [4]

## Технічні характеристики Alcatel-Lucent Metropolis AMS

габаритні розміри	Один блок 447,6 × 70 × 204,3 мм
харчування	Постійного струму (змінним струмом через зовнішній адаптер)
Материнська плата	Два посадочних місця для приймально-передавачів SFP і 16 портів 2 Мбіт / с G.703 (E1). Посадочне місце для одного додаткового інтерфейсного модуля
Типи SFP для комплектації мультиплексора термінування або вставки / виділення	Оптичний STM-1, 1310 нм, коротку відстань, G.957 S-1.1 Оптичний STM-1, 1550 нм, далеку відстань, G.957 L-1.1 Оптичний STM-1, 1550 нм, далеку відстань, G.957 L- 1.2
Додаткові інтерфейсні модулі	16 × 2 Мбіт / с G.703 (E1) 2 × 34 Мбіт / с (E3) 4 × 2 Мбіт / с X.21 12 × SHDSL (доступна версія SHDSL Lucent NTU) 4 × 10/100 Base-T Ethernet 8 × 10/100 Base-T Ethernet (для виділених ліній - Ethernet Private Line)
служби Ethernet	Fast Ethernet (10/100 Base-T) ITU-T G.7041 з упаковкою GFP-F Конкатенція віртуальних контейнерів (VCAT) Комутація IEEE 802.1D «Точка-точка» Ethernet Private Line «Точка-багато точок» Ethernet Private LAN Services ( TLS) «Точка-багато точок» для служб віртуальних локальних мереж VLAN в пакетному кільці при поділі смуги пропускання і статичному мультиплексуванні Алгоритм швидкого покриття дерева RSTP по IEEE 802.1w Маркування / транкінг VLAN по IEEE 802.1Q і стеки міток VLAN GVRP IEEE 802.1p / DiffServ QoS Управління смугою CIR / PIR
резервування	1 + 1 резервування MSP VC-12 і VC-3 SNP RSTP по IEEE 802.1w
Мережеве управління	Система управління елементами Wavestar ITM-SC. Система мережевого управління оптичними мережами Navis. Локальний термінал ITM-CIT з функціями віддаленого доступу і Поллінг в режимі реального часу.

## Параметри інтерфейсів Alcatel-Lucent Metropolis AMS

	S-1.1	L-1.1	L-1.2
Робоча довжина хвилі (nm)	1270...1360	1270...1360	1530...1565
Максимальна ширина спектра на рівні -20 дБ	Class I/1	Class I/1	Class I/1
Максимальна середня випромінювана потужність	-6 дБм	+6 дБм	-7 дБм
Мінімальна середня випромінювана потужність	-7 дБм	-3 дБм	-19 дБм
Загасання	0-12 дБ	10-28 дБ	10-28 дБ
Дисперсія ps/nm	185	246	-
Мінімальна чутливість	-20 дБм	-40 дБм	-50 дБм
Максимальне перенавантаження	-6 дБм	-17 дБм	-15 дБм
Тип роз'єму	LC	LC	LC

### 3.5 Розрахунок інтерфейсів

Після того ми вибрали рівень інтерфейсу системи передачі(розділ 3.4) та тип оптичного кабелю(розділ 3.3), ми можемо визначити довжину регенераційної ділянки ( $L_{py}$ ) По мірі поширення сигналу з одного боку він слабшає, а з іншого - накопичується. Це призводить до обмеження пропускної здатності. Обчислимо довжину секції регенерації для використаних інтерфейсів обладнання рівня STM-1 та для обраного кабелю UT-02.

$$L_{\alpha_{\max}} < \frac{A_{\max} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}}; \quad (3.1)$$

$$L_{\alpha_{\min}} > \frac{A_{\min} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}}; \quad (3.2)$$

$L_{\alpha \max}$  - max довжина місця регенерації;

$L_{\alpha \min}$  – min довжина місця регенерації;

$A_{\max}$  - max значення накладеного ослаблення обладнання, яке забезпечує до кінця періоду;

$A_{\min}$  - min значення накладеного ослаблення обладнання, яке забезпечує значення коефіцієнта ослаблення обладнання;

$\alpha_{нс}$  - середнє значення ослаблення потужності оптичного випромінювання;

$L_{стр}$  - середнє значення довжини споруди на місці регенерації ;

$\alpha_{pc}$  - ослаблення потужності оптичного випромінювання знімного оптичного роз'єму;

$\alpha_{ок}$  - загасання оптичного кабелю UT-02 ;

$n$  - кількість знімних оптичних роз'ємів в зоні регенерації;

$M$  - запас волоконно-оптичної кабельної системи на секції регенерації.

Дані беремо із таблиці 3.8.

***S-1.1 Інтерфейс:***

$$A_{\max} = -7 - (-20) = 13 \text{ (дБ)}; \quad (3.3)$$

$$A_{\min} = -6 - (-6) = 0 \text{ (дБ)}. \quad (3.4)$$

***L-1.1 Інтерфейс:***

$$A_{\max} = -3 - (-40) = 37 \text{ (дБ)}; \quad (3.5)$$

$$A_{\min} = +6 - (-17) = 23 \text{ (дБ)}. \quad (3.6)$$

***L-1.2 Інтерфейс:***

$$A_{\max} = -19 - (-50) = 31 \text{ (дБ)}; \quad (3.7)$$

$$A_{\min} = -7 - (-15) = 8 \text{ (дБ)}. \quad (3.8)$$

**3.6 Розрахунок довжини регенераційних ділянок**

***S-1.1 Інтерфейс:***

*1. Розрахунок загасання*

$$L_{\alpha \max} < \frac{A_{\max} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}} = \frac{13 - 2 - 2 \cdot 0,1}{6 + \frac{0,04}{4}} = 57 \text{ км}; \quad (3.9)$$

$$L_{\alpha \min} > \frac{A_{\min} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}} = \frac{2 - 2 \cdot 0,1}{6 + \frac{0,04}{4}} = 10 \text{ км}; \quad (3.10)$$

*2. Розрахунок широкосмуговості*

Має виконуватись  $L_B > L_{\alpha \max}$

$$\Delta\lambda_{0,5} = 0,2\lambda = 0,2 \text{ нм}. \quad (3.11)$$

$$L_B = \frac{4,4 \cdot 10^5}{\tau \cdot (\Delta\lambda_{0,5}) \cdot B} = \frac{4,4 \cdot 10^5}{3,5 \cdot (0,2) \cdot 623} = 351 \text{ км}; \quad (3.12)$$

$$L_{\alpha \max} < L_B = 57 < 351. \quad (3.13)$$

### ***L-1.1 Інтерфейс:***

#### *1. Розрахунок загасання*

$$L_{\alpha\max} < \frac{A_{\max} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}} = \frac{37 - 2 - 2 \cdot 0,1}{6 + \frac{0,04}{4}} = 129 \text{ км}; (3.14)$$

$$L_{\alpha\min} > \frac{A_{\min} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}} = \frac{23 - 2 - 2 \cdot 0,1}{6 + \frac{0,04}{4}} = 44,37 \text{ км}; (3.15)$$

#### *2. Розрахунок широкосмуговості*

Має виконуватись  $L_B > L_{\alpha\max}$

$$\Delta\lambda_{0,5} = 0,2\lambda = 0,2 \text{ нм}. (3.16)$$

$$L_B = \frac{4,4 \cdot 10^5}{\tau \cdot (\Delta\lambda_{0,5}) \cdot B} = \frac{4,4 \cdot 10^5}{3,5 \cdot (0,2) \cdot 623} = 351 \text{ км}; (3.17)$$

$$L_{\alpha\max} < L_B = 129 < 351. (3.18)$$

### ***L-1.2 Інтерфейс:***

#### *1. Розрахунок загасання*

$$L_{\alpha\max} < \frac{A_{\max} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}} = \frac{31 - 2 - 2 \cdot 0,1}{6 + \frac{0,04}{4}} = 147,8 \text{ км}; (3.19)$$

$$L_{\alpha\min} > \frac{A_{\min} - M - n \cdot \alpha_{pc}}{\alpha_{ок} + \frac{\alpha_{нс}}{L_{стр}}} = \frac{8 - 2 - 2 \cdot 0,1}{6 + \frac{0,04}{4}} = 36,6 \text{ км}; (3.20)$$

#### *2. Розрахунок широкосмуговості*

Має виконуватись  $L_B > L_{\alpha\max}$

$$\Delta\lambda_{0,5} = 0,2\lambda = 0,2 \text{ нм. (3.21)}$$

$$L_B = \frac{4,4 \cdot 10^5}{\tau \cdot (\Delta\lambda_{0,5}) \cdot B} = \frac{4,4 \cdot 10^5}{3,5 \cdot (0,2) \cdot 623} = 351 \text{ км ; (3.22)}$$

$$L_{\alpha\text{max}} < L_B = 147,6 < 351. (3.23)$$

### 3.7 Розподіл слотів Metropolis AMS

Доступні оптичні SFP:

- STM-1, S1.1 (CC109469809), короткий переліт, 1300 нм, 15 км;
- STM-1, L1.1 (CC109469825), далекі перегони, 1300 нм, 40 км;
- STM-1, L1.2 (CC109469817), далекі відстані, 1500 нм, 80 км;
- STM-1, 155E (CC109543561), електричний;
- STM-1 / STM-4, SWF 1-1, (CC109559500), 1480/1500 нм, однонаправлений двонаправлений;
- STM-1 / STM-4, SWF 1-2, (CC109559492), 1490/1310 нм, одне волокно Двонаправлений;
- GE SX (CC109526483), 850 нм, багаторежимний 550 м;
- GE LX (CC109526491), 1310 нм, одномодовий 5–10 км;
- GE ZX (CC109534347), 1550 нм, одномодовий 80 км.

Агрегатні волоконні роз'єми, розташовані на основній платі, оснащені роз'ємами SC або LC блок AMS, необхідні SFP.

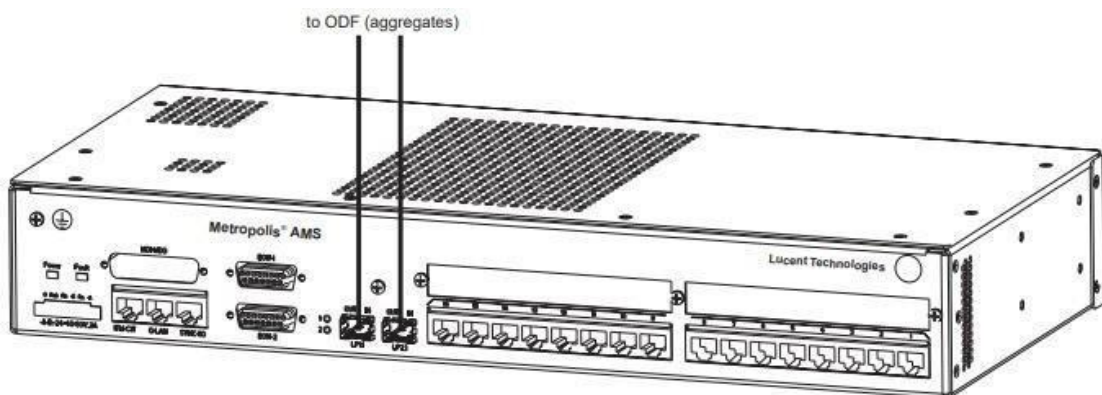


Рис. 3.8 Підключення волоконних кабелів Metropolis AMS



## Призначення контактів

№	Назва сигналу	Колір
1	-24/-48/-60 VDC, feed A	blue
2	DC RTN (return), feed A	red
3	-24/-48/-60 VDC, feed B	blue
4	DC RTN (return), feed B	red
5	DC common return for feed A+B	red
6	GND (common ground)	yellow/green

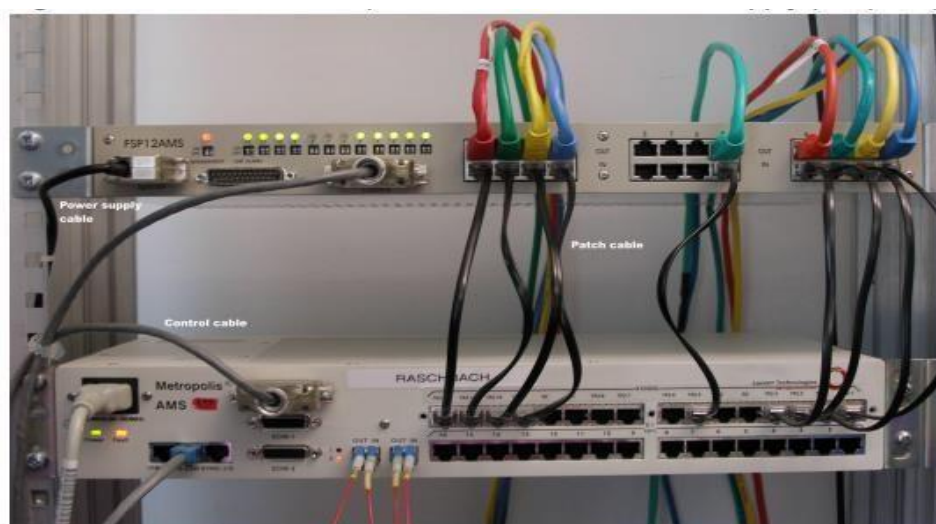


Рис. 3.9 Підключення MDI/MDO кабелів

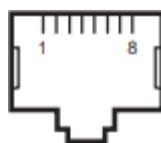


Рис. 3.10 Роз'єм ГРМ

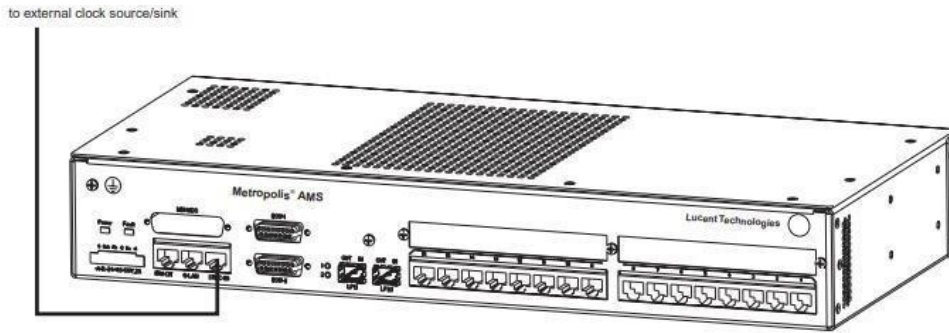


Рис. 3.10 Роз'єм ГРМ

Таблиця 3.10

Призначення штифтів

№	Назва сигналу (120 Ω, symmetrical)	Назва сигналу (75 Ω, coaxial)
1	TX positive (a-wire)	Braid of TX coaxial
2	TX negative (b-wire)	nc
3	nc	Inner conductor of TX coaxial
4	nc	nc
5	nc	nc
6	nc	nc
7	GND	GND
8	GND	GND

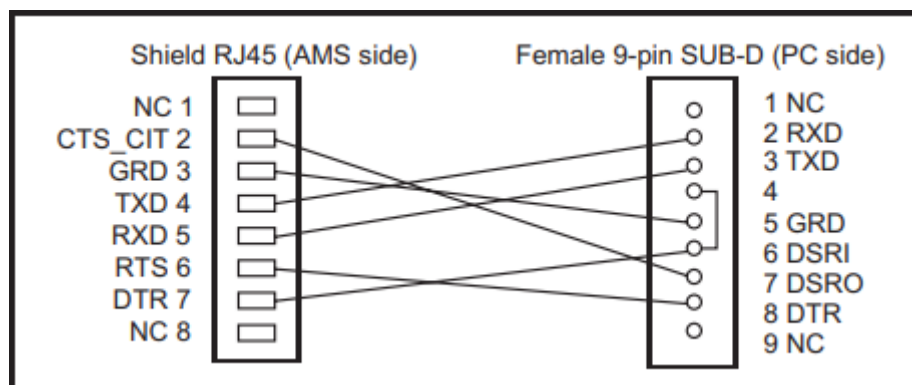


Рис. 3.11 Підключення кабелю ITM-CIT

Figure 4-33 EOW cables  
to EOW (V.11)

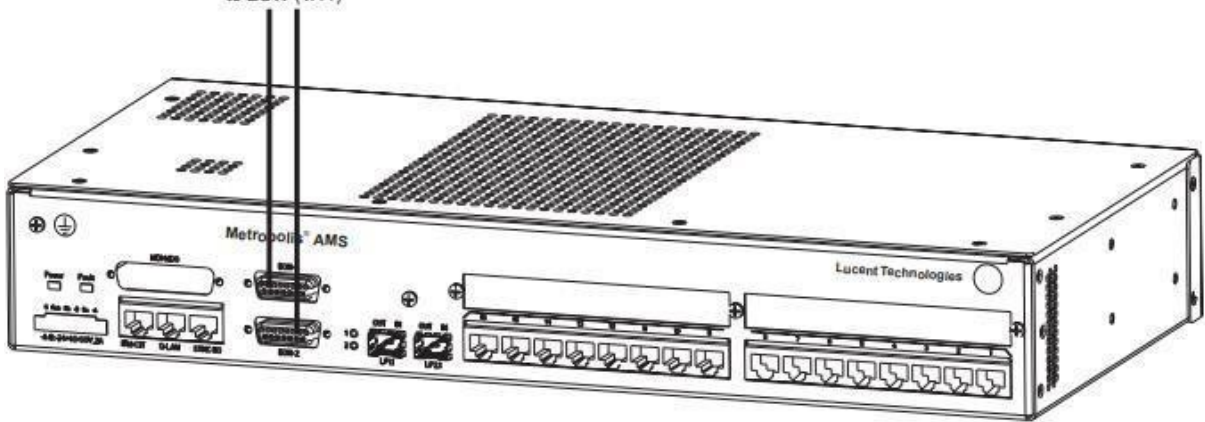


Рис. 3.12 EOW кабелі

Таблиця 3.11

Призначення штифтів EOW

№	Назва штифтів
1	GND
2	V11RCP
3	V11RSP
4	V11RDP
5	V11TCP
6	V11TSP
7	V11TDP
8	GND
9	V11RCN
10	V11RSN
11	V11RDN
12	GND
13	V11TCN
14	V11TSN
15	V11TDN

## Кількість потоків

Вузол	Порти			
	STM-1	140 Мбіт/с	34 Мбіт/с	2 Мбіт/с
Бровари	–	2 DS1	3 E3	30 E1
Біла Церква	–	–	3 E3	25 E1
Обухів	3 STM-1	–	3 E3	35 E1
Бориспіль	2 STM-1	–	–	40 E1
Київ	–	2 DS1	3 E3	15 E1
Васильків	–	–	2 E3	15 E1

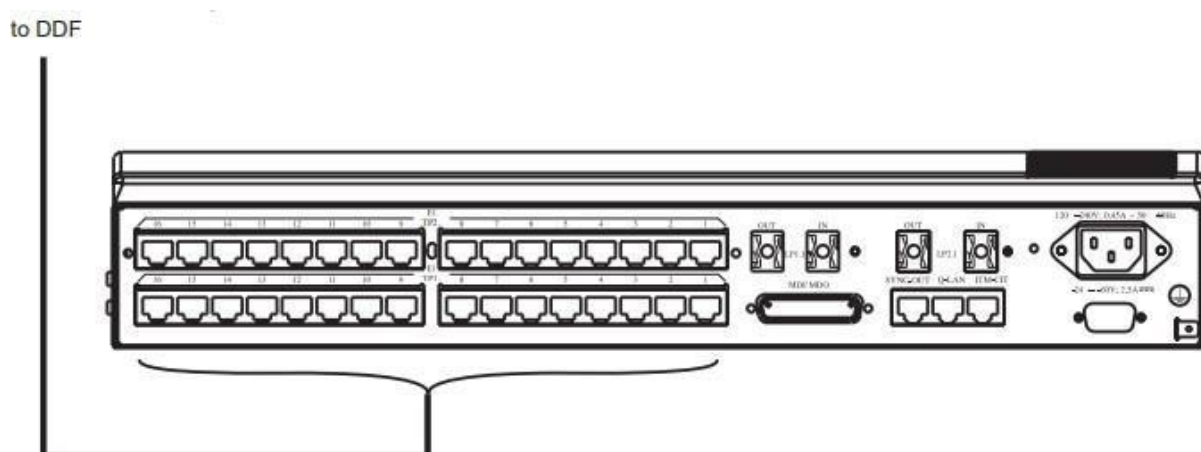


Рис. 3.13 E1 кабелі

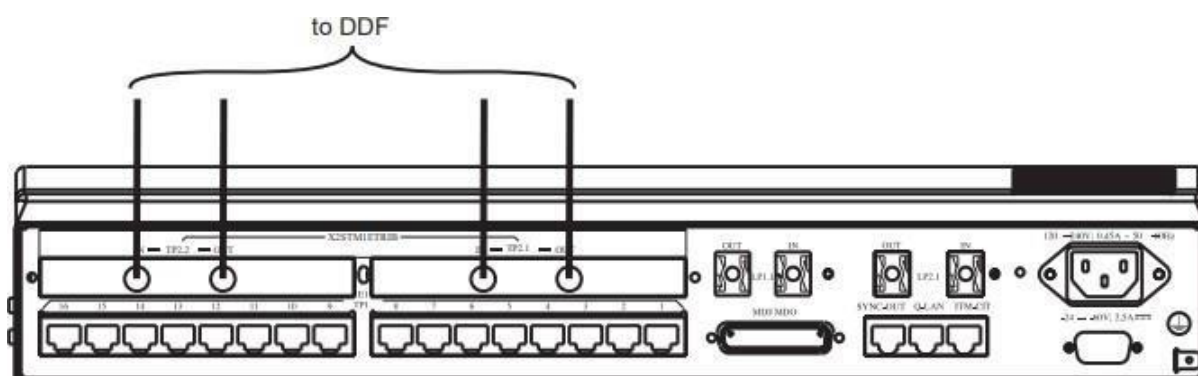


Рис. 3.14 STM-1 кабелі

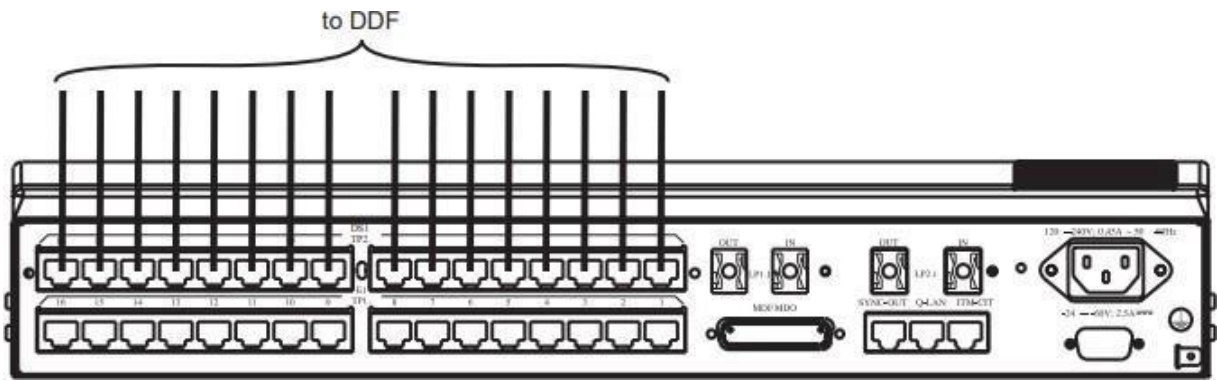


Рис. 3.15 DS1 кабелі

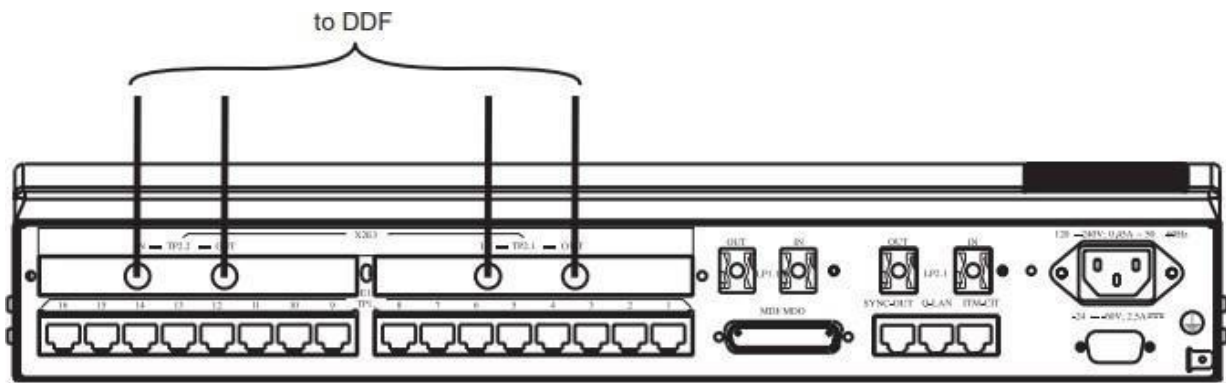


Рис. 3.16 E3 кабелі

### 3.8 Розробка схеми організації мережі SDH

Будуємо схему враховуючи розрахунки, таблиці та вибраний мультиплексор, кількість потоків E1, E3, E4 та STM-1. Також приймаємо до уваги розроблену раніше схема організації мережі.

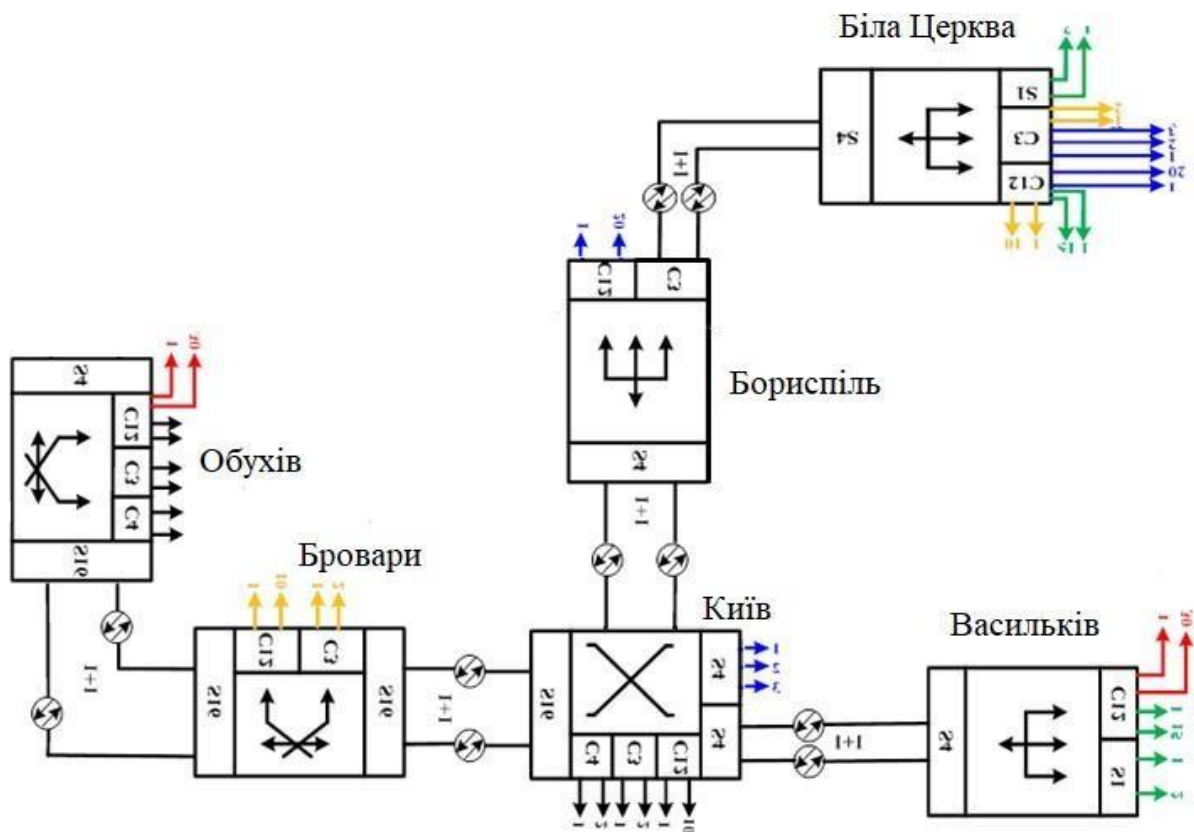


Рис. 3.17 На рисунку схема організації мережі SDH

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У третьому розділі дипломної роботи ми досягли мети дипломної роботи, а саме створення SDH мережа підприємств при цьому використовуючи новітні мультиплексори від компанії Lucent technologies. Такі мультиплексори, як Metropolis AM та Metropolis AMS.

Згідно розрахунків та характеристик мультиплексорів нам підійшов Metropolis AMS.

Провели розрахунки: розрахунок еквівалентних чисел, розрахунок інтерфейсів та розрахунок довжини регенераційних ділянок.

По технічним характеристикам мультиплексора Metropolis AMS підібрали кабель, який забезпечує запас по широкосмуговості на ділянці регенерації.

Розробили схему організації зв'язку спираючись на розрахунки, таблиці та вибраний мультиплексор, кількість потоків E1, E3, E4 та STM-1. Також приймаємо до уваги розроблену раніше схема організації мережі.

## РОЗДІЛ 4

### ПЕРЕВІРКА ХАРАКТЕРИСТИК ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИБОРУ

#### PCM – 4

#### 4.1 Головна інформація PCM-4

Пристрій для вимірювання каналів ІКМ, PCM-4 - це прилад з мікропроцесорним управлінням і усіма функціями PCM-4 можна керувати з персонального комп'ютера або пристрою управління процесами. Для цього прилад обладнаний платою дистанційного керування, що задовольняє вимогам стандартів DIN IEC 625 та IEEE 488 (система послідовного по байтам і паралельного по бітам інтерфейсу). Єдиною відмінністю від широко використовуваних систем IEEE 488/78 або HV-1B є тип застосовуваного роз'єму, що стосується електричних властивостей, то вони ідентичні. [6]

За допомогою цієї системи можна дуже легко зв'язати між собою до 15-ти приладів для освіти гнучкою, потужної вимірювальної системи. Якщо ви хочете мати ефективну систему контролю, то при виборі контролера слід приділити особливу увагу таким факторам, як реалізовані функції шини IEC, характеристики швидкодії, можливості програмування, ємність пам'яті та ін.

Всі пристрої включаються паралельно з інтерфейсною системою, яка з цього моменту буде називатися "шина IEC". Система контролю управляється комп'ютером або, іншими словами, контролером. Всі прилади, підключені до шини IEC, можуть, в залежності від типу, або передавати (Talker-розмовляючий), або приймати дані. Однак, в будь-який конкретний момент часу тільки один говорить може передати дані по шині і тільки один комп'ютер (контролер) може управляти всією системою. Вся інформація передається по шині у 7-розрядному коді ISO-7 (код ASCII). Дана інформація про дистанційне керування містить деякі приклади програм для установки



параметрів і опитування РСМ-4, так що програміст може набути досвіду в програмуванні вимірювальних приладів. Знання мови BASIC буде корисним для розуміння цих програм. Хороші практичні знання процедури ручного управління цим приладом і загальних характеристик шини ІЕС. [6]



Рис. 4.1 Вид спереду РСМ-4



Рис. 4.2 Вид ззаду РСМ-4

## Види вимірювань за допомогою РСМ-4

Режим вимірювання	Умови вимірювання	A-A	A-D	D-A	D-D
Вимірювання рівня	З сигналом sinus dal від 20 Гц до 4 кГц (72 кГц 2). З сигналом noise до Рек. О. 131 та North, американські стандарти...	•	•	•	•
Загальна втрата Відбиток відлуння від стіну Рівень стіну loes Трансгібрична втрата	З синусоїдальним сигналом на частоті 813 або 1014 Гц та рівнем -10 або дімо з шумовим сигналом ERL та рівнем 10 дБмо. До північноамериканських стандартів з шумовим сигналом SAL або SRL НІ та рівнями -10 дБмо, до північноамериканського вимірювання Level Загальні втрати Echo втрати ретубу Співзача ретума loes стандарти Двопроводне	•	•	•	•
Змінення коефіцієнта підсилення з коефіцієнтом посилення	З синусоїдальним сигналом 20 Не до 4кє та рівнем є 10 або 0 dBm0. Рет, частота 813 або 1014 Гц (одна еталонна частота, доступна за допомогою VAR MODEL.	•	•	•	•
Змінення коефіцієнта підсилення з вхідним рівнем	Трансгібрична втрата Варіація коефіцієнта посилення з коефіцієнтом посилення	•	•	•	•
Сумарне спотворення	Зміна коефіцієнта підсилення з вхідним рівнем і синусоїдальним сигналом на 813 або 1014 кГц і сигналом шуму до стандарту CCITT Rec. O 131 та північноамериканських стандартів	•	•	•	•
Шум в холостому каналі	З сигналом шуму при 350 Гц . 550 Гц або синусоїдальний сигнал при 422 Гц.	•	•	•	•
Crosstalk diff. канал Crosstalk той самий канал	Немає CCITT Rec 0,131 та North American Standards з синусоїдальним сигналом при 813 або 1014 Гц ", рсрф або G-mARsaga, зважений до CITT Rec. O 132 та північноамериканським стандартам	•	•	•	•
Вимірювання за межами смуги	З синусоїдальним сигналом при 300 Не 3350 Гц Повне спотворення При 300 Не 3350 Гц або зважування з лодьми. або С-повідомлення leg.	•	•	•	•
Гармонічні спотворення 4-гонова ітермодуляція	Активуючи розривний при 2 кГц можливий шум в режимі очування Crosstalk diff. Шарел з синусоїдальним сигналом на частоті 301, 813, 1014 "або 3343 Гц.	•	•	•	•
Зниження втрати (опція)	З' Коштовий телефонним сигналом "відповідно до Регламенту CCITT G 227 та північноамериканських стандартів.	Audio frequency ports			
Подозвжкі втрати перетворення (опція)	(BN 984/01 рсрф. wtd / BN 984/02 С-повідомлення зважене. З синусоїдальним сигналом на частотах 301,813, 1014 "або 3343 Гц. Перехресні переходи в тому ж каналі.	Audio frequency ports			
Подозвжкі перетворення растрових втрат (опція)	З синусоїдальним сигналом в діапазоні 4,8. 12 кГц 2; діапазон прийому 0,2 4 кГц.	•	•	•	•
Перевантажувальна здатність Peak load Колер змінення	З синусоїдальним сигналом в діапазоні 0,2. 4 кГц, діапазон прийому 48 - 128 кГц гармонічне співвідношення 2-го або 3-го порядку з синусцидальним апном при 1014 Гц 2-го або 3-го динаміку арлера	•	•	•	•
Абсолютна групова затримка Згрупуйте далай перегляд	При 857 Гц, 362 Гц, 1373 Гц і 1389 Гц Гармонічне спотворення 4-тональна ітермодуляція з використанням BN 984/00.	•	•	•	•
Район сигналізації	Вимірювання петлі: АМ-сигнал і 8 фіксованими вимірюваними частотами, власними на незорбований сигнал у стандартах CCITT Rec.	•	•	•	•
Втручання від сигналізації	Помилка gasio, кількість помилок та кількість помилок в секундах з псодолучайними послідовностями або програмованим 8-бітним словом	•	•	•	•
Оцінка трамвайної передачі	Коефіцієнт черговості, що встановлюється з кроком від 10 до 90% Signaling distortio Втручання від сигналізації Зважені вимірювання (до Регламенту CCITT O.41 та Півночі American standards) в голосовий канал.				•
RX Оцінка	З синусоїдальним сигналом в діапазоні 4,8. 12 кГц 2; діапазон прийому 0,2 4 кГц.	•			•
Операція MUX / DEMUX	Одноканальний мультіплексер: з вихідною частотою 64 кбіт / с (опція j) Одноканальний демутіплексер: з 64 кбіт / с автовіддачі (опція)				•

Щоб перевірити чи вірно ми побудували мережу SDH потрібно провести вимірювання таких параметрів: D-D, мультиплексування, помилок та затухання. В якості трансмультиплексора буде Metropolis AMS.

## 4.2 Вимірювання параметрів D-D, помилок та мультиплексування

D-D конфігурація встановлюється натисканням програмованої клавіші 4. Активним є цифровий генератор 2 Мбіт / с і приймач 64 кбіт / с. Аналоговий генератор вимкнений.

Типове застосування такої конфігурації - виконання вимірювань на цифрових мультиплексорах. [6]

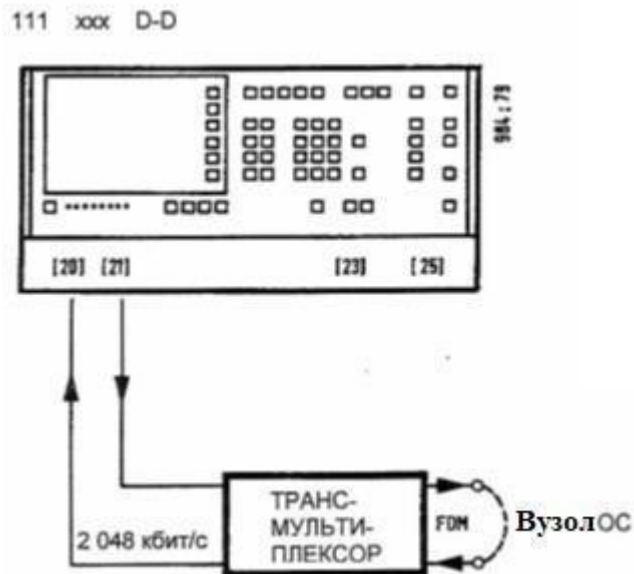


Рис. 4.3 Вимірювання параметра D-D з Metropolis AMS

Переглянути таблицю конфігурацій вимірювань, можливих з параметром 114,

TX / RX 2 Мбіт / с-64 кбіт / с:

X = посиляється сигнал;

0 = сигнал незайнятого каналу (можна змінити за допомогою або вимкнений аналоговий генератор. [6]

## Режими вимірювання

Конфігурація	2 048 кбіт/с		64 кбіт/с		аналог.	
	TX	RX	TX	RX	TX	RX
[A-A]	0				X	X
[A-D]	0			X	X	
[D-A]	X				0	X
[D-D]	X			X	0	
і от В82 до В84	X			X	0	

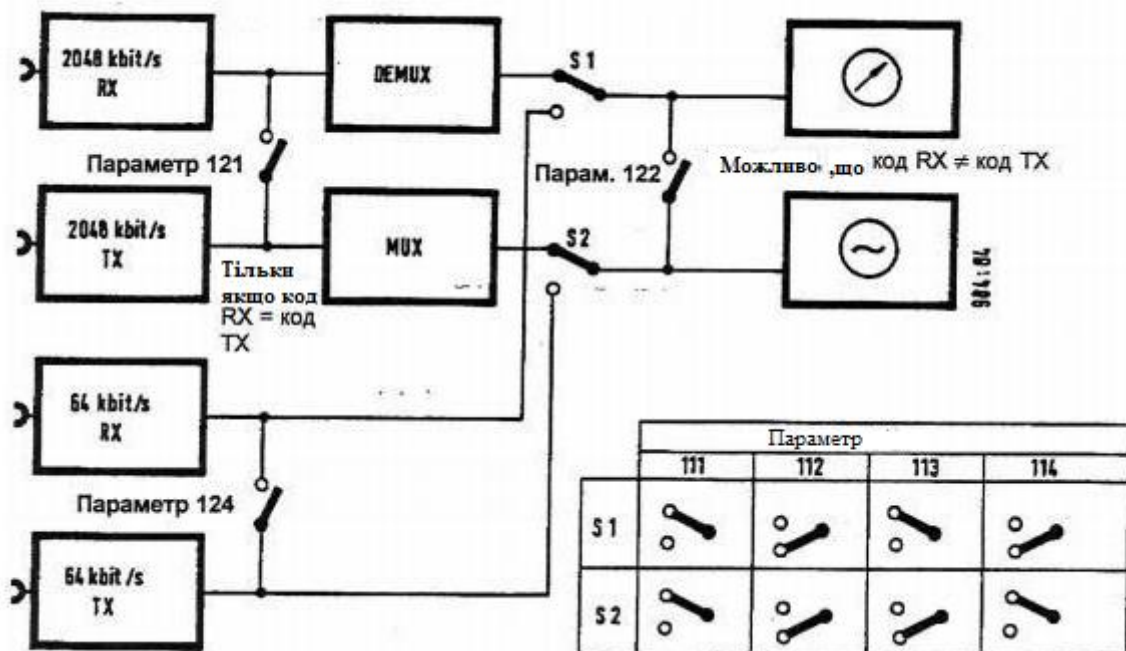


Рис. 4.4 Цифровий зворотній зв'язок

**Вимірювання помилок**

Всі вимірювання помилок виконуються протягом попередньо встановленого періоду часу.

Період вимірювання встановлюється наступним чином:

- Натискаєте / delta /;
- Введіть час в годинах (максимум 99)
- Натисніть / Enter/

## Режим вимірювання помилок

Конфігурація	2 048 кбіт/с		64 кбіт/с		аналог.	
	TX	RX	TX	RX	TX	RX
[A-A]	0				X	X
[A-A]	вузол				X	X
[A-D]	0	X			X	
[D-A]	X				0	X
[D-D]	X	X			0	
і от В82 до В84	X	X			0	

Тепер в негативному вигляді буде відображуватись наступне поле (хвилини). Хвилини і секунди встановлюються так як і години. [6]

Кожне натискання / delta / повертає поле введення на годину.

А макс. = 99ч 59мин 58с.(4.1)

Можливість вимірювання помилок сигналу циклової синхронізації:

- коефіцієнт помилок по бітам сигналу циклової синхронізації FAS;
- коефіцієнт помилок за словами сигналу FAS;
- коефіцієнт помилок за словами сигналу поверхциклової синхронізації MFAS;
- інтенсивність помилок CRC (за параметром 232).

Параметр осі X:

- до 50-ти інтервалів вимірювання у вигляді гістограми;
- інтервал вимірювання для кожного каналу.



Рис. 4.6 Вимірювання помилки FAS с  $Z_{in} > 3 \text{ кОм}$

## Конфігурації прийому/передачі

Передача	Прийом	Параметер
2 Мбит/с	2 Мбит/с	111
64 кбит/с	64 кбит/с	112
64 кбит/с	2 Мбит/с	113
2 Мбит/с	64 кбит/с	114

## Відображення результату

Вимірювання	Графічне	Числове
V82 Коефіцієнт помилок в каналі 64 кбит/с	Біт або октет програмуємої клавиши 4	Біт або октет одночасно
V83 Помилки в каналі 64 кбит/с	Біт або октет програмуємої клавиши 4	Біт або октет одночасно
V84 Секунди без помилок в каналі 64 кбит/с	Секунда без помилок або з помилками програмуємої клавиши 4	З помилками та без помилок одночасно

Після натискання програмованої клавиші 3 можна буде вручну виставити поодинокі помилки для перевірки. [6]

Результати оновлюються всі разом. Ці результати відображаються в RESULT. З лівого боку екрану і оновлюються кожні 0.5 ... 2 секунди. В кінці періоду вимірювання отримані результати відображаються в графічних і числових полях дисплея. [6]

Інтервал вимірювання попередньо встановлений на 10 секунд.

**Вимірювання мультиплексування**

Під час вимірювання режим забезпечує доступ до 64-бітного сигналу на телефонному каналі. Зовнішній сигнал 64 кбіт /с обраний цифровий канал передачі 2 Мбіт /с може подаватися через вхід 64 кбіт /с.

Сигнал 64 кбіт / с обраного каналу прийому 2 Мбіт /с присутній на виході 64 кбіт / с (на вибір). Вибір каналу здійснюється за допомогою кнопок:

RECV CHAN, SEND CHAN та BOTH CHAN. Можна вибрати 16-часовий інтервал. якби були встановлені параметри 214 і 224. [6]

Для вимірювання на координаційних графіках (64к / 2М) слід вибрати параметр 334(сигнал годинника приймача). оскільки мультиплексор і РСМ-4 мають різні тактові сигнали, і в результаті він буде працювати асинхронно. Операція MUX/DEMUX можливо виконати лише за умови:

- РСМ-4, встановлено опцію інтерфейсу 64 кбіт; інакше відобразиться повідомлення про помилку:

```
64kbit/s INTERFACES NOT PRESENT
```

що означає: "Без інтерфейсів 64 кбіт / с"

- Вибрано параметр 111 або 116; інакше відобразиться повідомлення про помилку:

```
MUX/DEMUX OPERATION NOT POSSIBLE  
SELECT PARAM. NO. 111 OR 116
```

що означає: "Операція MIS / OEM неможлива. Виберіть параметр №111 або 116".

- не вибрано параметр 212 або 222; інакше відобразиться повідомлення про помилку:

```
64kbit/s INTERFACES NOT AVAILABLE
```

що означає: "Інтерфейси 64 кбіт / с недоступні".

Якщо параметр 111 обраний у режимі В92, параметри 121 також можуть бути обрані, але не матиме ефекту, оскільки в режимі В92 цикл 2 Мбіт / с завжди відкритий. [6]

Таблиця 4.6

## Операція MUX/DEMUX із параметром 111

Режим роботи вхідного інтерфейсу	Генерація тактових сигналів	Зауваження
в одному напрямку	вибір відсутній	
противонаправлений	параметр 331 – 334	

Таблиця 4.7

## Операція MUX/DEMUX із параметром 116

Режим роботи вхідного інтерфейсу	Генерація тактових сигналів с помощью параметров	Зауваження
	вибір відсутній	ошибка: в одному напрямку операція с параметром 116 невозможна
противонаправленный	вибір відсутній	



## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

У четвертому розділі дипломної роботи провели вимірювання параметрів SDH мережі за допомогою пристрою для вимірювання каналів ІКМ, РСМ-4 та провели розрахунки.

РСМ-4 - це прилад з мікропроцесорним управлінням, усіма функціями РСМ-4 можна керувати з персонального комп'ютера або пристрою управління процесами.

Виміряли параметри мультиплексування, помилок, D-D та затухання асиметрії. Головною метою вимірювання є підтвердження, що SDH мережа підприємства була побудована вірно, якщо звернуть увагу на розрахунки і вимірювання бачимо, що мережа SDH створена вірно.

## ВИСНОВКИ

Впровадження на ринок технології синхронної цифрової ієрархії (SDH) прискорюється. Це пов'язано з великим технологічним стрибком у розвитку оптичних мереж, за який виступає SDH / SONET, а також зі зниженням інтересу до мереж PDH.

В дипломній роботі повністю розкриті технічні основи та архітектури SDH / SONET. Важливим аспектом тут є те, що технологія SDH може вирішити бізнес-завдання клієнтів за рахунок підвищення продуктивності мережі, а також пропонує інші переваги, такі як економія, менший час затримки, краще управління мережею і підготовка мереж для cloud і програмно-визначених мережевих рішень.

Впровадження мережі SDH / SONET відкриває численні можливості для подолання перешкод в області пропускну здатності, затримки і управління.

Синхронна цифрова ієрархія не тільки представляє собою великий технологічний прорив для оптичних мереж, але також пропонує бізнес-можливості для операторів мереж і постачальників послуг. Завдяки SDH / SONET мережеві оператори і постачальники послуг можуть вводити накладення комерційної мережі для об'єднання корисних навантажень SDH / SONET, Ethernet і PDH. Це дозволяє їм ефективно модернізувати свою інфраструктуру і продовжувати передавати звичайний трафік даних.

Під час виконання дипломної роботи розраховували головні параметри SDH мережі. На основі цих розрахунків підібрали мультиплексор Metropolis AMS. Metropolis AMS найкраще підходить для нас по розрахункам, також цей мультиплексор зарекомендував себе серед новітніх сучасних технологій, як один із найкращих. Розробили схему організації зв'язку спираючись на розрахунки, таблиці та вибраний мультиплексор, кількість потоків E1, E3, E4 та STM-1. Виміряли параметри за допомогою РСМ-4 та провели розрахунки з яких бачимо, SDH мережа побудована вірно.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.ip-insider.de/was-ist-sdh-synchrone-digitale-hierarchie-a-821022/>
2. [https://media.ciena.com/documents/Ciena+Experts+Guide+to+OTN+de\\_DE.pdf](https://media.ciena.com/documents/Ciena+Experts+Guide+to+OTN+de_DE.pdf)
3. ALU Metropolis AM AMS - Installation Guide
4. ALU Metropolis AM AMS - AMTC Guide
5. <https://library.kre.dp.ua/Books/2-4%20kurs.pdf>
6. <http://manuals.repeater-builder.com/te-files/W&G/W&G%20PCM-4%20Operating.pdf>