

**Однорог П. М.
Котенко М. О.
Михайленко Є. В.
Омецінська О. Б.**

під редакцією Катка В. Б.



ВИДАННЯ ПЕРШЕ

КИЇВ 2005

Зміст

	Стор.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 МАРКУВАННЯ КАБЕЛІВ	4
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ XDSL	7
§2.1 Використання технології xDSL на мережі доступу	7
§2.2 Різновиди інтерфейсів xDSL	9
§2.3 Модуляція, що використовується в обладнанні xDSL	18
§2.4 ПАРАМЕТРИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ДЕЯКИХ КАБЕЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ В УКРАЇНІ	21
РОЗДІЛ 3 СТАНДАРТИ, ЩО ОПИСУЮТЬ ТЕХНОЛОГІЮ, ПАРАМЕТРИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ОБЛАДНАННЯ XDSL	22
РОЗДІЛ 4 ПАРАМЕТРИ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ОБЛАДНАННЯ З ІНТЕРФЕЙСАМИ XDSL	28
РОЗДІЛ 5 ІНТЕРФЕЙСИ RS232, V35, V36, X.21	31
§5.1 ФІЗИЧНІ З'ЄДНУВАЧІ ІНТЕРФЕЙСІВ RS232, V35, V36, X.21	31
§5.2 МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ІНТЕРФЕЙСІВ RS232, V35, V36, V37, X.21	38
СЛОВНИК ІНШОМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	43
ЛІТЕРАТУРА	45

Вступ

Технологія xDSL вже давно широко застосовується на мережі зв'язку в Україні. Існує багато навчальної та довідкової літератури з цієї тематики, тому автори ставили перед собою мету лише пояснити деякі моменти стосовно впровадження цієї технології на мережі доступу в Україні, а також окремі питання, котрі, на думку авторів, в літературі досі недостатньо висвітлювались.

Більш докладну інформацію з багатьох питань, що описані в цьому посібнику можна отримати з літератури, наведеної в кінці посібнику.

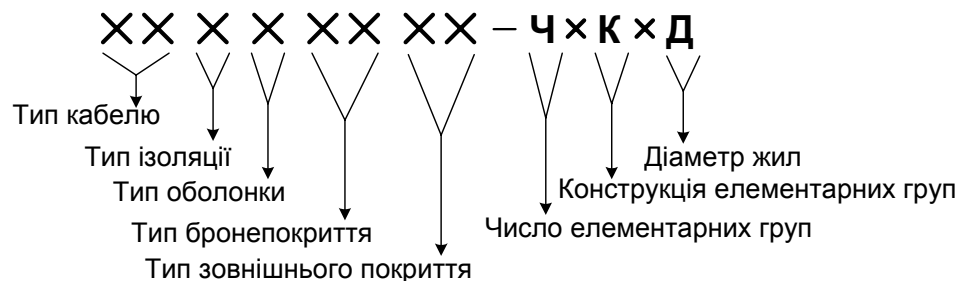
Автори будуть вдячні на зауваження та доповнення щодо інформації, наданої в цьому посібнику. За можливості, висилайте Ваші зауваження та пропозиції на електронні адреси Petro_mo2005@ukr.net та Eugene_mv@ukr.net.

Виражаємо щирі подяку старшому науковому співробітнику НІЦ ЛКС **Ю. Б. Нікітченку** за допомогу та поради при написанні цього посібника.

Розділ 1 Маркування кабелів

Марка кабелю є сукупністю літер та цифр, що характеризують конструктивні особливості побудови кабелю, кількість та діаметр струмоведучих жил.

Марку симетричного кабелю (тобто пари якого є однаковими в електричному та конструктивному відношенні ізольованими провідниками) у загальному вигляді можна записати наступним чином:



Наприклад: МКСАБпШп-7х4х1,2

МК – тип кабелю (міжміський кабель)

С – тип ізоляції (кордельно-стерофлексна)

А – тип оболонки (алюмінієва)

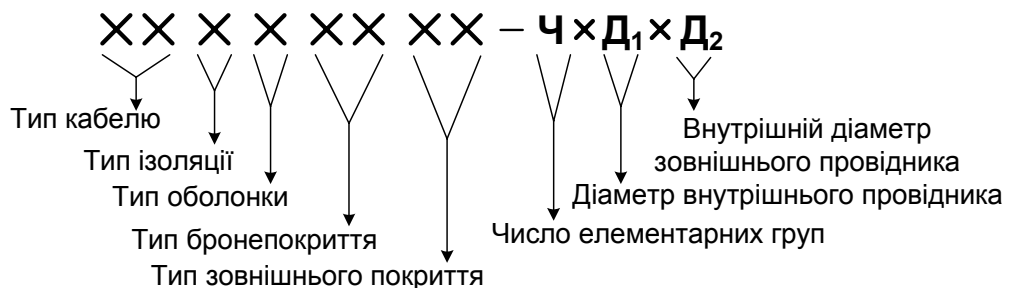
Бп – тип бронепокриття (броня з двох сталевих стрічок з підбронною подушкою)

Шп – тип зовнішнього покриття (шланг поліетиленовий)

7х4 – число та конструкція елементарних груп (сім елементарних груп та зіркова скрутка)

1,2 – діаметр жил (мм)

Марку коаксіального кабелю (тобто, пари якого є двома циліндрами, котрі мають спільну вісь (внутрішній циліндр є суцільною струмоведучою жилою, концентрично розташованою всередині іншої струмоведучої жили, що є порожнинним циліндром)) у загальному вигляді можна записати наступним чином:



Наприклад: КМБ-4х2,6/9,4

КМ – тип кабелю (коаксіальний магістральний)

Б – тип бронепокриття (броня з двох сталевих стрічок)

4 – число елементарних груп (чотири коаксіальні пари)

2,6 – діаметр внутрішнього провідника (мм)

9,4 – внутрішній діаметр зовнішнього провідника (мм)

Якщо певний елемент відсутній у конструкції кабелю, то відсутнє його позначення в маркованні кабелю. Однак, існують певні елементи конструкції, що не позначаються.

Позначки основних типів кабелів:

Тип	Назва	Опис
Коаксіальні кабелі		
КМ	Коаксіальний магістральний	3 розмірами коаксіальних пар 2,6/9,5 мм
МКТ	Малогабаритні коаксіальні з трубчато-поліетиленовою ізоляцією	3 розмірами коаксіальних пар 1,2/4,6 мм
ВК	Внутрішньозоновий коаксіал	3 розмірами коаксіальних пар 2,1/9,7 мм
Симетричні кабелі		
МК	Міжміський кабель	3 діаметром жил 1,2 мм
ЗК	Зоновий кабель	3 діаметром жил 1,2 мм
КС	Кабель сільського зв'язку	3 діаметром жил 0,9; 1,0; 1,2 мм
Т	Телефонний	3 діаметром жил 0,32 ÷ 0,64 мм
ТЗ	Телефонний зіркової скрутки	3 діаметром жил 0,8; 0,9; 1,2 мм
ТС	Телефонний станційний	3 діаметром жил 0,4; 0,5 мм
ПР	Провід радіофікації	3 діаметром жил 0,8; 0,9; 1,2 мм

Позначки основних елементів конструкції:

Елемент конструкції	Позначка
Струмоведача жила	
Мідна	-
Алюмінієва	А
Стальна	Ж
Ізоляція коаксіальних пар	
Шайбова	-
Трубчато-балонна	Т
Пористо-поліетиленова	П
Ізоляція симетричних пар	
Кордельно-паперова	-
Суцільно-поліетиленова	П
Пористо-поліетиленова	-
Кордельно-стирофлексна	С
Суцільна полівінілхлоридна	В
Екран	
Алюмінієвий	-
Алюмо-поліетиленовий	еп
Гідрофобний заповнювач	З
Оболонка	
Свинцева, в неброньованих кабелях	Г
Свинцева, в броньованих кабелях	-
Свинцева, в кабелях типу МТ	С
Алюмінієва	А
Стальна	Ст
Поліетиленова	П
Полівінілхлоридна	В
Захисне покриття	
Броня з двох сталевих стрічок з подушкою та джутовим зовнішнім покриттям	Б

Елемент конструкції	Позначка
Броня з двох сталевих стрічок з подушкою без зовнішнього покриття	БГ
Броня з двох сталевих стрічок з поліетиленовою подушкою та джутовим зовнішнім покриттям	Бп
Броня з двох сталевих стрічок з подушкою із поліетиленових стрічок та джутовим зовнішнім покриттям	Бл
Броня з круглих сталевих дротів з подушкою та джутовим зовнішнім покриттям	К
Броня з круглих сталевих дротів з поліетиленовою подушкою та джутовим зовнішнім покривом	Кп
Броня з круглих сталевих дротів з подушкою із поліетиленових стрічок та джутовим зовнішнім покриттям	Кл
<i>Зовнішнє покриття</i>	
Шланг поліетиленовий	Шп
Шланг полівінілхлоридний	Шв
<i>Вбудований носійний трос</i>	Т

Розділ 2 Технологія xDSL.

§2.1 Використання технології xDSL на мережі доступу

На мережі доступу використовується велика кількість різнопланового обладнання, котре має в своєму складі інтерфейси xDSL.

Технології xDSL висувають певні вимоги до параметрів фізичної лінії зв'язку:

1. за діаметром мідної жили, котрий необхідний для забезпечення заданої швидкості передавання на відповідну відстань.
2. за якістю кабелю, що характеризується питомим загасанням на робочій частоті xDSL обладнання, надійністю фізичних з'єднань на кросах та рознімах, рівнем шуму. За наявності кабельних відводів вноситься додаткове загасання (значна кількість подібних відводів на лінії може унеможливити використання xDSL обладнання (оскільки приблизне загасання на один відвід становить 2 дБ), а використання xDSL обладнання на кабелях зі штучно підвищеною індуктивністю взагалі є неможливим (подібні кабелі практично відсутні на мережі зв'язку в Україні).

Інтерфейси xDSL на мережі доступу, в залежності від призначення обладнання, забезпечують передачу інформації від користувача до прикінцевого обладнання системи передачі, від прикінцевого обладнання системи передачі до АТС, або з'єднання АТС між собою.

На мережі доступу в Україні також існують мультиплексори, котрі призначені для формування мережі доступу, наприклад HI-FOCuSTM виробництва ECI або LiteSpan1540 виробництва Alcatel, вони мають в своєму складі великий набір інтерфейсів xDSL.

Узагальнена спрощена схема організації мережі доступу зображена на рисунку 2.1, наведеному нижче.

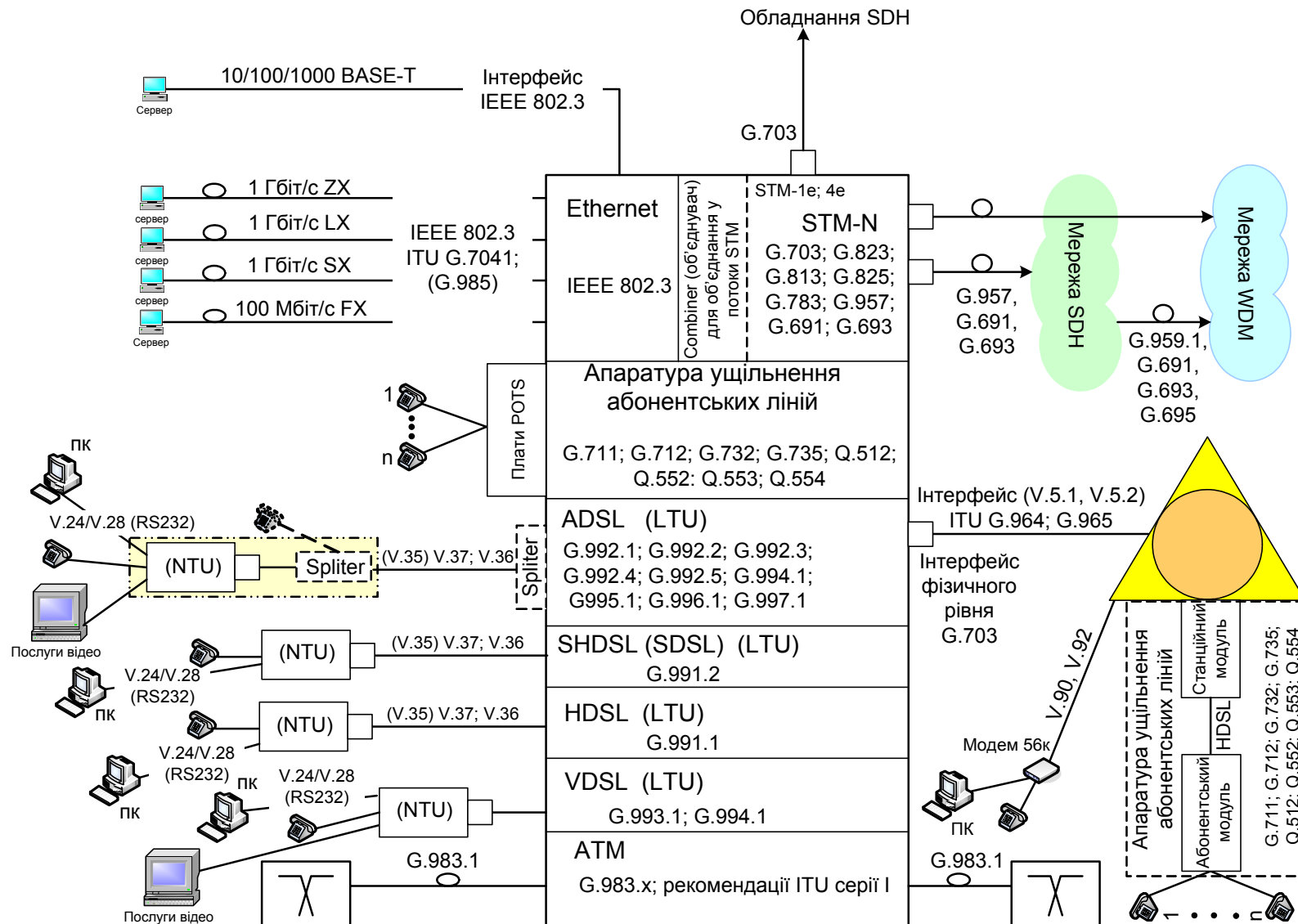


Рисунок 2.1 Організація мережі доступу

xDSL

Однорог П. М., Котенко М. О., Михайленко Є. В., Омеціньська О. Б.
під редакцією Катка В. Б.

§2.2 Різновиди інтерфейсів xDSL

Цифрова мережа з інтеграцією служб (ISDN Integrated Services Digital Network) надає користувачу як доступ до засобів цифрового передавання, по однонаправлених каналах В на швидкості 64 кбіт/с (на один В канал), так і доступ до мережі сигналізації по каналах сигналізації D (зі швидкістю 16, 32 або 64 кбіт/с)

Протокол канального рівня доступу крізь D канал (LAPD – Link Access Procedure on the D-channel) визначено в рекомендаціях I.441 та Q.921. Основними функціями канального рівня передавання даних є контроль помилок, відновлення каналу передавання даних, новий прийом даних у випадку помилки, впорядкування повідомлень. Мережний рівень протоколу D каналу визначено у рекомендаціях I.451 та Q.931, цей рівень забезпечує встановлення з'єднання, оповіщення, маршрутизацію та роз'єднання викликів ISDN.

Протокол В каналу для пакетного доступу визначено у рекомендації ITU X.25.

Були стандартизовані два рівня цифрового доступу до мережі ISDN:

- Доступ на базовій швидкості (2B+ D) BRI (Basic Rate Interface)
- Доступ на первинній (2048 кбіт/с) швидкості (30B+ D) PRI (Primary Rate Interface).

Доступ на базовій швидкості до мережі ISDN показано на рисунку 2.2

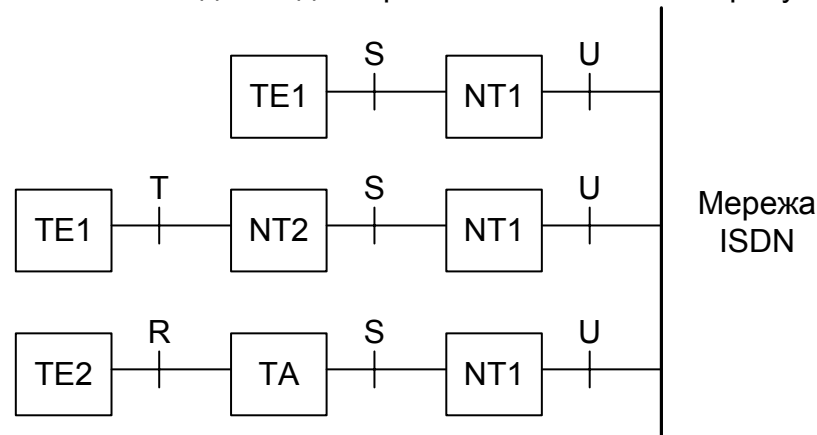


Рисунок 2.2

NT1 Модуль мережного закінчення 1-го рівня, що забезпечує фізичне та електричне закінчення лише каналу передавання. NT1 фактично ізолює користувача від технології передавання, не демультимплексує і не обробляє повідомлення D каналу.

NT2 Модуль мережного закінчення 2-го рівня, демультимплексує і виконує обробку повідомлень D каналу. (Таким обладнанням є, наприклад, відомча АТС, мультимплексори та шлюзи LAN)

TE1 Термінальне обладнання 1-го типу, наприклад цифровий телефон, що відповідає інтерфейсу S для ISDN

TA Термінальний адаптер, для узгодження довільного інтерфейсу R з інтерфейсом S для ISDN

TE2 Термінал 2-го типу, не сумісний з ISDN, наприклад аналоговий телефон, термінал даних (ПК) з інтерфейсом RS232.

Інтерфейс R — не ISDN інтерфейс, наприклад інтерфейс аналогового телефону, або асинхронний RS232 інтерфейс терміналу даних.

Інтерфейс S/T — визначено в рекомендації ITU I.430. Інтерфейс призначено для підтримки кінцевого мережного обладнання NT2/NT1. В інтерфейсі використовується дві пари проводів (по парі в кожний напрямок передавання),

максимальна дальність передавання 1 км, швидкість 192 кбіт/с, включно з 48 кбіт/с для кадрової синхронізації та керування.

Інтерфейс U — є інтерфейсом доступу до мережі ISDN зі швидкістю 160 кбіт/с.

Лінією доступу на базовій швидкості в ISDN є стандартна мідна пара, для підтримки двонаправленого передавання на швидкості 160 кбіт/с. Технологію, необхідну для отримання доступу на базовій швидкості, називають DSL (Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія).

З розвитком технології DSL виникла ціла група технологій, котрі узагальнено визначають як xDSL.

Широкому застосуванню технології xDSL сприяє цілий ряд переваг:

- За умови доступу в Інтернет може залишатись можливість використання телефону одночасно з роботою в Інтернет.
- Висока швидкість передачі (xDSL системи широко застосовують для заміни застарілого обладнання K-60П, та ІКМ-30 (причому, може бути досягнуто значного економічного ефекту, оскільки обладнання типу K-60 та ІКМ-30 є двокабельними системами, а для організації дуплексного зв'язку за допомогою, наприклад, SDSL використовується одна пара) і швидкісного доступу до мережі Інтернет).
- Застосування xDSL не потребує прокладання оптичного волокна для отримання прийнятної швидкості обміну даними.

Обмеженнями застосування xDSL є:

- Лінії зі штучно підвищеною індуктивністю, що робить не можливим застосування xDSL;
- Поганий стан лінії, що робить неможливим застосування xDSL або зменшує регенераційну ділянку;
- Швидке загасання високочастотних сигналів та інтерференція (поділяється на внутрішню інтерференцію (NEXT) – взаємний вплив сигналів в середині лінії, та зовнішню інтерференцію (FEXT) – перехресні наведення між лініями (в кабелі) переданих сигналів, що зменшує регенераційну ділянку

Контрольні точки для обладнання, що базується на xDSL технології, визначаються згідно з рекомендаціями G.995.1, як показано на рисунку 2.3:

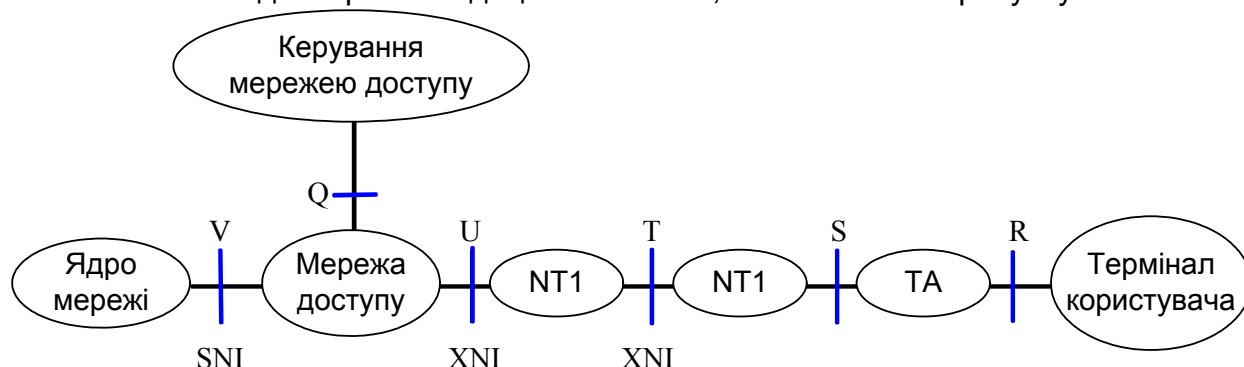


Рисунок 2.3 (у відповідності до рисунку 1/G.995.1

На рисунку окрім вище визначених інтерфейсів R, S, T, та U, наведено інтерфейси Q та V:

- Інтерфейс Q є інтерфейсом взаємодії між системою керування (терміналом що містить керуюче програмне забезпечення) та обладнанням системи передавання. Інтерфейс описано в рекомендації ITU G.773.

- Інтерфейс V є універсальним інтерфейсом, що призначений для підключення обладнання мережі доступу до комутаційної станції. Місцезаповнення інтерфейсу визначено у рекомендації I.411. Можливі варіанти доступу в контрольній точці V наведено на рис. 2.4 (відповідно до рис.1/Q.512 рекомендації ITU Q.512).

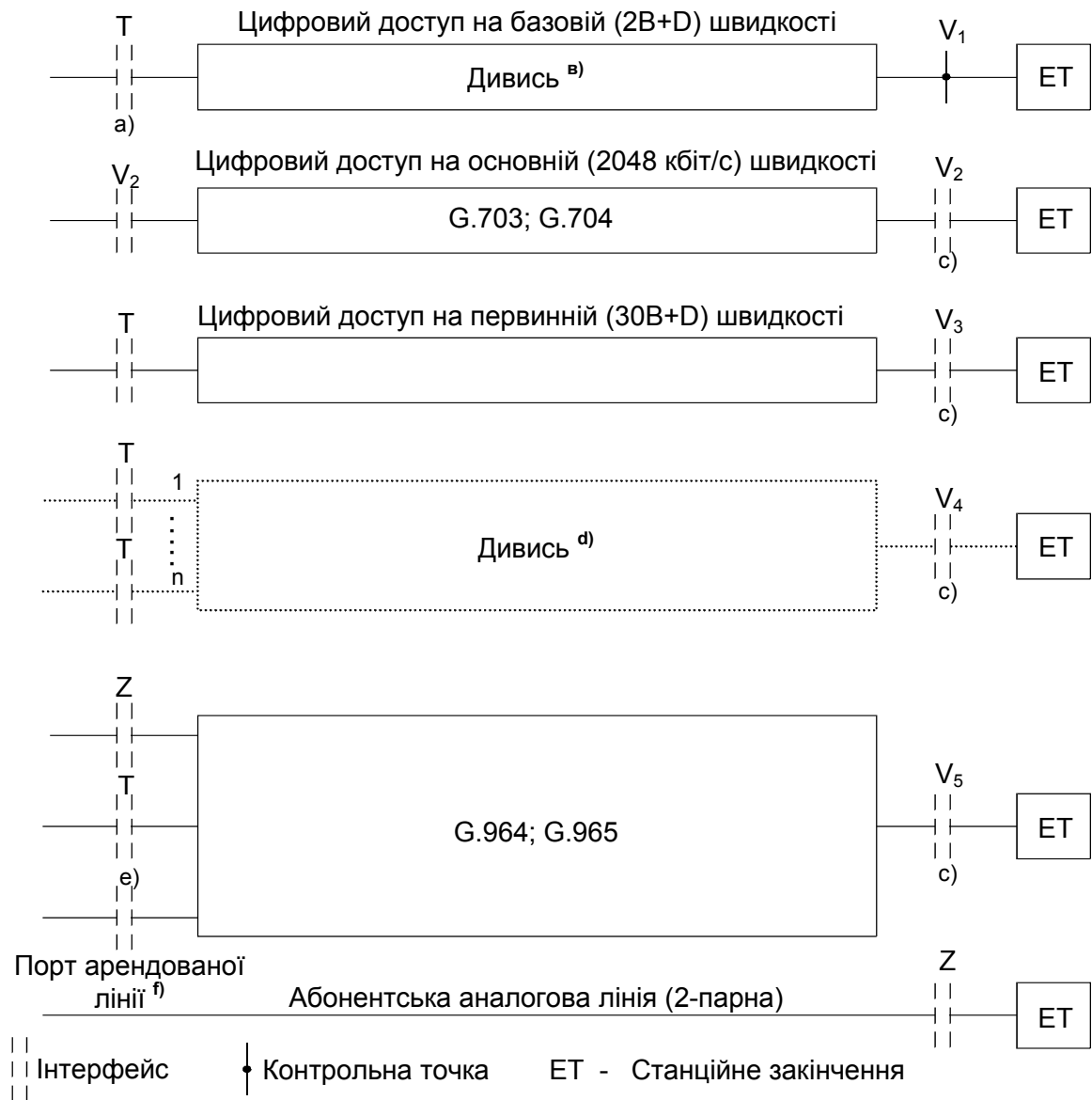


Рисунок 2.4 Інтерфейси та опорні точки

a) Інтерфейс T визначено в рекомендації ITU I.411

b) Характеристики цифрової системи передавання на металевих локальних лініях для доступу на базовій швидкості ISDN, котрі можуть формувати частину цифрової секції базового доступу, як визначено в рекомендації G.961.

c) Відмінність між V.2; V.3; V.4 та V.5 на рівні систем сигналізації. Характеристики передавання по суті однакові (визначаються рекомендаціями ITU G.703, G.704).

d) Не специфікується ITU.

e) може підключатись обладнання доступу на базовій (2B+D) та первинній (30B+D) швидкості. Обладнання доступу на первинній швидкості підключається виключно за наявності інтерфейсу V5.2.

f) Для резервних з'єднань, прийнятих на контроль телефоній станції, без контролю звичайної сигналізації між користувачем та місцевою телефонною станцією.

Інтерфейс V1 призначено для підключення до станційного закінчення АТС користувачів ISDN з базовим доступом 2B+D.

Інтерфейси V1, V2, V3, V4, V5 на фізичному рівні є цифровими трактами 2048 кбіт/с і відповідають рекомендаціям ITU G.703, G.704. Розрізняються ці інтерфейси системами сигналізації.

Для V2 протокол сигналізації не визначено (передбачається, що він індивідуальний для кожного конкретного типу АТС).

Інтерфейс V3 призначено для підключення до станційного закінчення АТС користувачів ISDN з первинним доступом 30B+D.

Інтерфейс V4 не специфікується рекомендаціями ITU.

Інтерфейс V5 став універсальним інтерфейсом для доступу на швидкості 2048 кбіт/с до АТС.

Існує дві модифікації цього інтерфейсу:

- V5.1 для підключення по цифровому тракту 2048 кбіт/с до 30 аналогових абонентських ліній або В-каналів. Сигналізація здійснюється по спільному каналу. Функції інтерфейсу описано у рекомендації G.964, Q.824.5, Q.831, Q.920, Q.921.
- V5.2 для підключення до 16 трактів 2048 кбіт/с. В кожному тракті може бути передбачено кілька каналів сигналізації. Функції інтерфейсу описано у рекомендації G.965, Q.824.5, Q.831, Q.920, Q.921.

Функціональна модель доступу посередньо інтерфейсу V5 наведено на рис. 2.5 (відповідно до рис.5/G.964 рекомендації ITU G.964 та рис.5/G.965 рекомендації ITU G.965). Кольором позначено функції, властиві виключно інтерфейсу V5.2

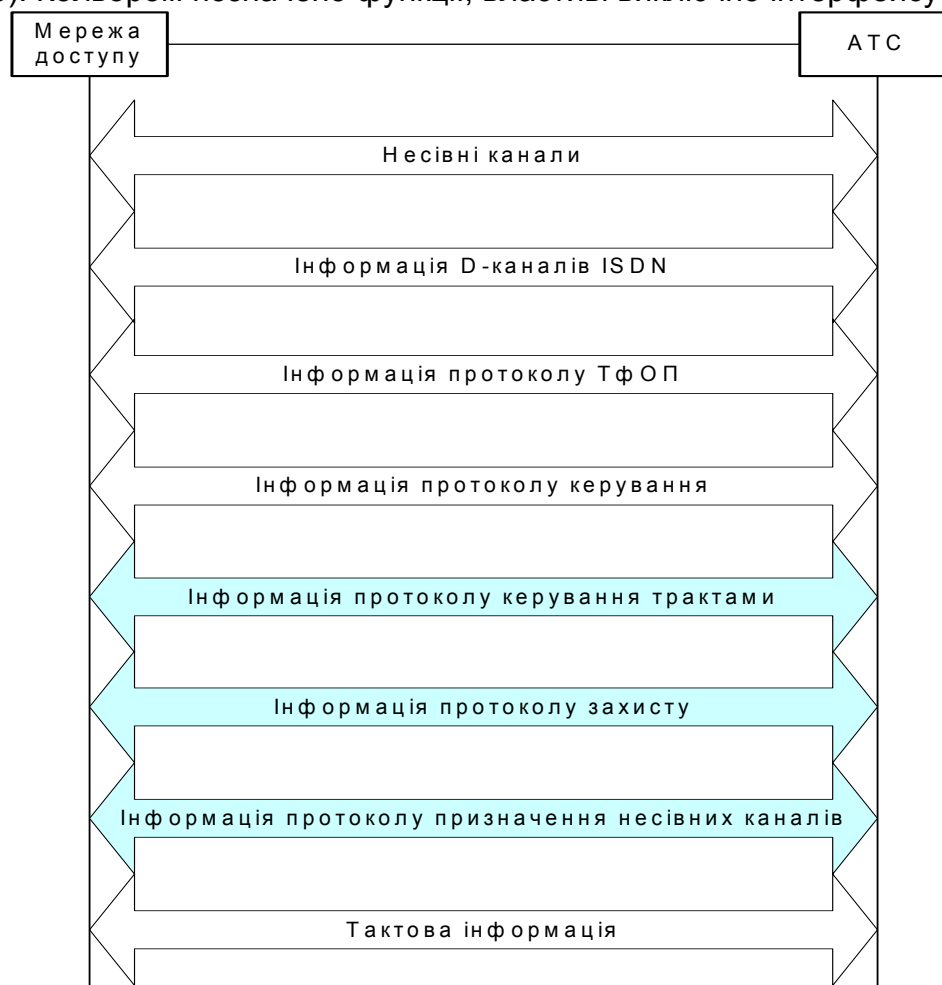


Рисунок 2.5 Функціональна модель доступу посередньо інтерфейсу V5

ISDL (ISDN Digital Subscriber Line) — ISDN цифрова абонентська лінія.

Технологія забезпечує повну дуплексну передачу зі швидкістю 160 кбіт/с по одній парі проводів.

HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line) — високошвидкісна цифрова абонентська лінія була розроблена компанією Bellcore в кінці 80-х років і почала застосовуватись в США з 1991 року.

Технологія забезпечує повну дуплексну передачу інформації на швидкості до 2 Мбіт/с. Для дуплексної передачі по парі проводів DSL обладнання використовує модулі компенсації відлуння. Для передачі використовуються одну, дві або три кабельні пари.

Тобто за умови трьохпарної системи швидкість по кожній парі 784 кбіт/с; за двохпарної 1168 кбіт/с; та за однопарної 2320 кбіт/с.

Технологія використовує 2B1Q кодування або CAP модуляцію.

Технологія описана у рекомендації ITU G.991.1.

Узагальнення структура організації HDSL показано на рисунку 2.6:

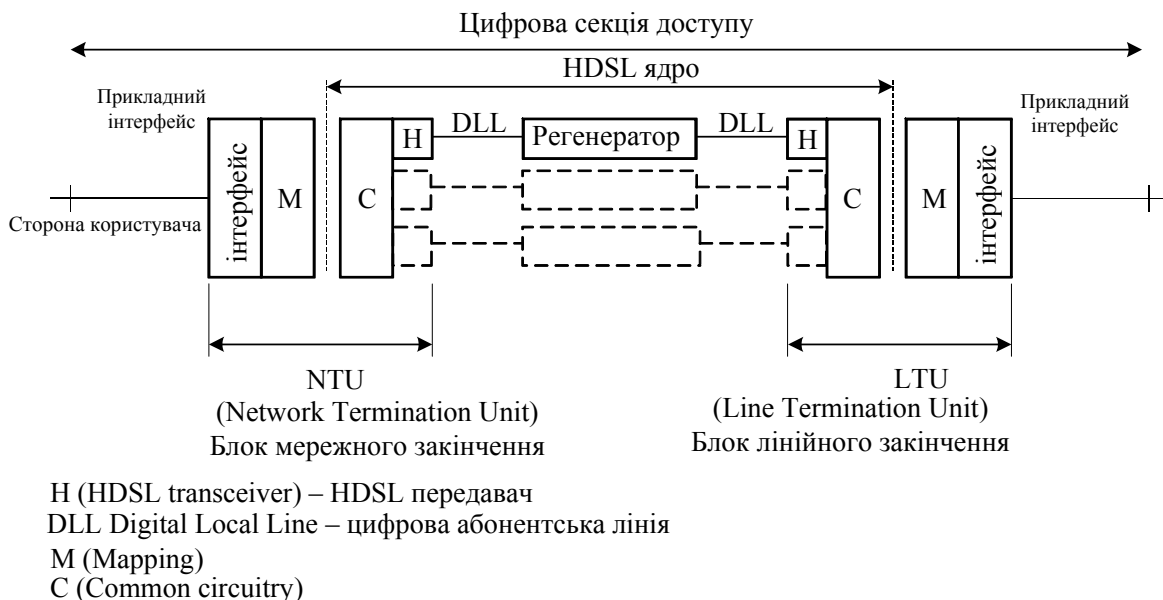


Рисунок 2.6

Потрібно зауважити:

- Повна структура HDSL може включати до трьох комплектів HDSL передавачів, DLL (цифрова абонентська лінія) та регенераторів.
- Наявність регенератора не є обов'язковою.

Функція мапінгу (М) вставляє структуру циклу, що надійшов від інтерфейсу (І), у 144 байтовий (1152 біта) цикл. Блок (С) виконує функції вставлення бітів вирівнювання і передає потік на DSL передавач.

SDSL (Single line, Symmetric Digital Subscriber Line) — однопарна симетрична цифрова абонентська лінія (різновид HDSL), використовує для дуплексної передачі одну пару проводів.

Технологія використовує TCPAM модуляцію.

Власне SDSL – це європейський варіант специфікованої європейськими організаціями зі стандартизації технології HDSL2, що специфікована [ANSI](#) — (Американський Національний Інститут Стандартів). Обидва варіанти описані у ITU G.991.2 як SHDSL.

SHDSL (Single-pair high-speed digital subscriber line) — однопарна високошвидкісна цифрова абонентська лінія.

Технологія забезпечує дуплексну передачу по одній парі проводів, підтримуючи швидкості від 192 кбіт/с до 2312 кбіт/с.

Технологія використовує TCPAM модуляцію.

Технологія описана у рекомендації ITU G.991.2.

В додатку F цієї рекомендації описані можливості застосування SHDSL за умови підтримування дуплексної швидкості передавання від 2320 кбіт/с до 3840 кбіт/с, та навіть від 768 кбіт/с до 5696 кбіт/с.

MSDSL (Multirate Symmetrical Digital Subscriber Line) — симетрична цифрова абонентська лінія з варіацією швидкості передачі (різновид HDSL)

Технологія використовує CAP модуляцію.

MDSL (Multirate Digital Subscriber Line) — цифрова абонентська лінія з варіацією швидкості передачі (різновид HDSL)

Технологія використовує 2B1Q кодування.

ADSL (Asymmetric digital subscriber line) — асиметрична цифрова абонентська лінія. Технологія розроблялась на початку 90-х років минулого сторіччя. На відміну від наведених вище DSL технологій, котрі є симетричними (в розумінні того, що швидкість прийому та передачі інформації тотожна), у ADSL технології швидкість передачі інформації від користувача до станції (висхідний потік) — до 640 кбіт/с та передачі інформації від станції до користувача (низхідний потік) — до 6,144 Мбіт/с по одній парі проводів.

(У **ADSL2** технології швидкість передачі інформації у висхідному потоці до 800 кбіт/с та у низхідному потоці до 8 Мбіт/с по одній парі проводів, технологія описана у рекомендаціях ITU G.992.3 та G.992.4

Існує також варіант **ADSL2+** з розширеною смугою передачі, що описано у рекомендації ITU G.992.5)

Технологія використовує DMT модуляцію.

Технологія ADSL описана у рекомендаціях ITU G.992.1; G.992.2; G.992.3; G.992.4; G.992.5; G.994.1; G.995.1; G.996.1; G.997.1. та у стандарті ANSI T1.413.

Еталонна модель, котра ілюструє функціональні блоки згідно з рис. 1-1/G.992.1 для надання послуг ADSL, показана на рисунку 2.7.

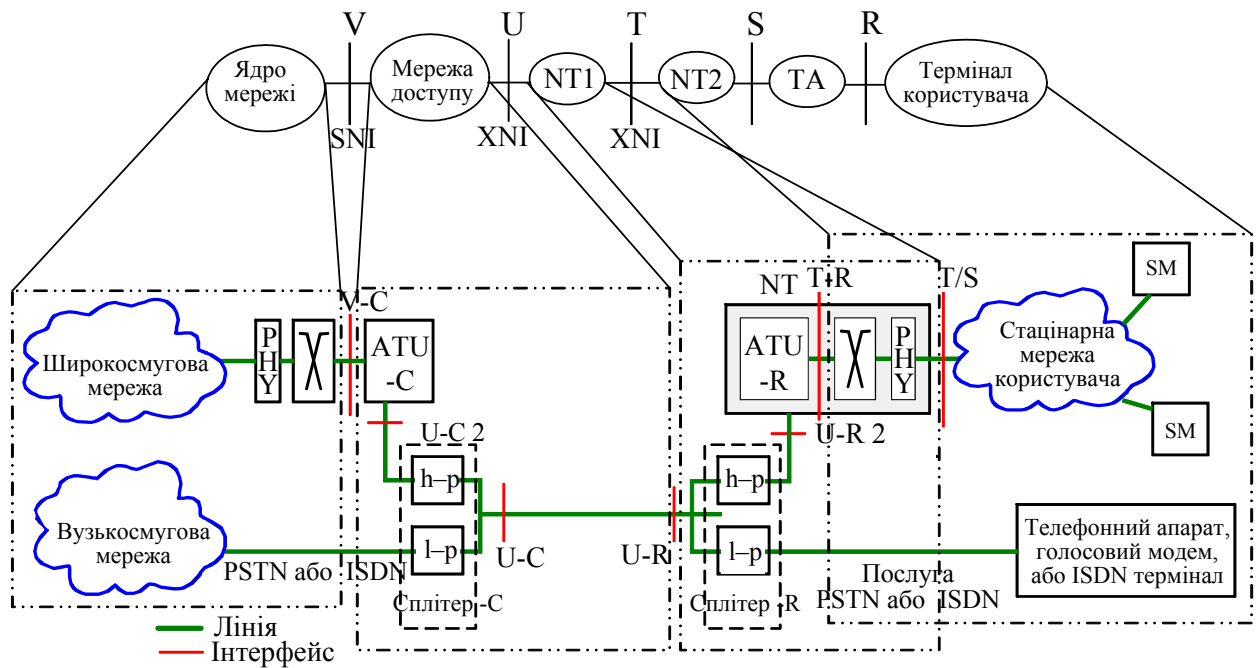


Рис 2.7

(Призначення деяких елементів описане у поясненні до рисунків 2.2 та 2.3)

PHY (Physical Layer) — Фізичний рівень

h-p (high-pass) — Фільтр верхніх частот

l-p (Low-pass) — Фільтр нижніх частот

Сплітер –C— Розгалужувач (Сплітер –C) призначено для розділення телефонних каналів (POTS) та ADSL на станційній стороні.

Сплітер –R — Розгалужувач (Сплітер –R) призначено для розділення телефонних каналів (POTS) та ADSL на боці користувача

SNI (Service Node Interface) — Інтерфейс вузла послуг

XNI (Access Network Interface) — Інтерфейс мережі доступу.

NT1 (Network Termination 1) — Модуль мережного закінчення 1-го рівня

NT2 (Network Termination 2) — Модуль мережного закінчення 2-го рівня

TA (Terminal Adapter) — Термінальний адаптер, для узгодження довільного інтерфейсу R з інтерфейсом S

SM (Service Module) — Модуль послуг

ATU-C (ADSL Transceiver Unit-Central Office End) — Модуль прийомопередавача ADSL – закінчення точки доступу до мереж передавання даних телефонії загального користування (ATU-C). Призначається для під'єднання лінії ADSL з мережами загального користування

ATU-R (ADSL Transceiver Unit-Remote Terminal End) — Модуль прийомопередавача ADSL – закінчення віддаленого термінала, для підключення безпосередньо користувача (групи користувачів за допомогою віддаленого концентратора) до лінії, що уцілюється ADSL (ATU-R).

U-C — Контрольна точка інтерфейсу U на станційному боці.

U-R — Контрольна точка інтерфейсу U на боці користувача

U-C2 — Контрольна точка інтерфейсу U на станційному боці на виході розгалужувача (сплітеру)

U-R2 — Контрольна точка інтерфейсу U на боці користувача на виході розгалужувача (сплітеру)

X — концентратор (комутатор)
V-C — Контрольна точка інтерфейсу V
T-R — Контрольна точка інтерфейсу T
T/S — Контрольна точка інтерфейсу T/S
NT (Network Termination) — Модуль мережного закінчення
V — інтерфейс V
U — інтерфейс U
T — інтерфейс T
S — інтерфейс S
R — інтерфейс R

Послуга ADSL організовується з допомогою модему ADSL (у користувача) та стояка модемів ADSL (у провайдера; телефонній станції), що називається DSL Access Module. Практично всі DSLAM мають порт Ethernet, що дозволяє використовувати на вузлах доступу звичайні концентратори, комутатори або маршрутизатори.

Часто DSLAM має інтерфейси ATM, що дозволяє напряму підключати їх до ATM комутаторів.

UADSL (Universal Asymmetric Digital Subscriber Line) або G.liteADSL (GADSL) або ADSL lite — універсальна асиметрична цифрова абонентська лінія. Це технологія ADSL без сплітерів (на боці користувача), за рахунок чого знижується вартість обладнання, але зменшується швидкість обміну інформацією до 1536 кбіт/с у низхідному потоці та до 512 кбіт/с у висхідному потоці.

Технологія описана у рекомендації ITU G.992.1.

RADSL (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line) — адаптивна за швидкістю асиметрична цифрова абонентська лінія.

Технологія використовує CAP модуляцію.

VDSL (Very high-bit-rate Digital Subscriber Line) — надшвидкісна цифрова абонентська лінія.

Технологія дозволяє асиметричну дуплексну передачу даних зі швидкостями до десятків Мбіт/с, хоча на невелику (сотні метрів) відстань.

Технологія використовує DMT модуляцію.

Технологія описана у рекомендаціях ITU G.993.1 та G.994.1.

Скорочення **WDSL (W-wireless); AiDSL; syDL; FDSL (F-fiber); PDSL (P-powerline)** не мають відношення до абонентських мідних ліній.

Інтерфейси користувачів

Для підключення обладнання xDSL до корпоративної мережі частіше за все використовується стандартний інтерфейс E1 (ITU-T G.703), котрий забезпечується всіма виробниками обладнання xDSL. Для застосування обладнання xDSL в мережах передачі даних (часто за умови використання в мережі мобільного зв'язку) використовують інтерфейси, що дозволяють програмувати швидкість передачі даних посередньо інтерфейсу з кроком 64 кбіт/с (V.35, V.36, X.21). Для зв'язку локальних мереж як правило використовують інтерфейс Ethernet 10/100 Base-T.

Безпека xDSL технологій

Рішення на базі xDSL технологій використовуються найчастіше для організації доступу в мережу Інтернет та для передавання трафіку E1. В організації високошвидкісного доступу до мережі Інтернет зазвичай використовується статична IP-адреса. Користувач, як правило, під'єднаний до мережі на весь час роботи комп'ютера. Сервери великих корпорацій взагалі не вимикають цілодобово, що створює умови для небажаного стороннього проникнення.

За умови використання xDSL технології можливе зняття інформації сторонніми користувачами як контактним так і безконтактним способом. Для цього як мінімум потрібно мати обладнання, аналогічне обладнанню користувача.

Керування xDSL модемами

Керування xDSL модемами може здійснюватись за допомогою інтерфейсу RS232 з будь-якого персонального комп'ютера чи терміналу.

Виробники також надають можливість здійснювати дистанційне керування багатьма модемами, що спрощує експлуатацію мережі і не вимагає фахової кваліфікації від кінцевого користувача.

Програма керування модемами надає можливість по конфігурації мережі відслідковувати і зберігати статистичну інформацію про стан обладнання

§2.3 Модуляція, що використовується в обладнанні xDSL

На сьогодні існує кілька основних технік модуляції сигналів в трактах xDSL

Модуляція 2B1Q

2B1Q (2 binary 1 quaternary – два біта передаються одним чотирьохпозиційним символом) використовувалась в ISDN. Це 4-х рівневе кодування, тобто в кожен момент часу передається 2 біта інформації (4 кодовий стан).

2B1Q є варіантом амплітудно-імпульсної модуляції 4-ма рівнями вихідної напруги без повернення до нульового стану (NRZ).

Спектр лінійного сигналу симетричний та достатньо високочастотний. Наявна також низькочастотна та постійна складова. Цей метод використовується в HDSL. Порівняння зі спектром коду HDB3 (традиційного для телефонії) G.703, ICM-30 показане на рис. 2.8

Завдяки більш низькочастотному спектру, дальність передавання в HDSL з кодом 2B1Q суттєво більша. Але наявність постійною складової в спектрі 2B1Q робить його чутливим до спотворень

Загасання в кабелі росте з ростом частоти, тому в залежності від потрібної дальності передавання застосовується одна з трьох швидкостей лінійного сигналу (748 кбіт/с, 1168 кбіт/с або 2320 кбіт/с)

Технологія 2B1Q передбачає для передавання потоку 2048 кбіт/с одну, дві або три пари мідного кабелю. По кожній парі передається частина потоку з наведеними вище швидкостями.

Найбільша дальність досягається за використання трьох пар, найменша за використання однієї пари (за однакового діаметра жил)

Модуляція CAP

Carrierless Amplitude Phase (CAP) Modulation — амплітудно-фазова модуляція без передавання несівної. Така 64-х позиційна модуляційна діаграма в 32 рази порівняно з HDB3 збільшує інформативність сигналу, що дозволяє скоротити спектр в десятки разів. На рис. 2.8 показано спектри сигналу з кодом HDB3 та 2B1Q і CAP модуляцією.

CAP модуляція є різновидом квадратурноамплітудної модуляції (КАМ), особливістю є те, що перед відправленням сигналу в лінію зі спектра модульованого сигналу усувають частоту, котра відповідає несівній частоті в модуляції КАМ. На прийомі спершу відновлюється ця частота, а після цього обробляється потік даних.

Це зменшує рівень перехресних завад між сигналами та збільшує дальність передавання.

Переваги CAP модуляції

- Відсутність низькочастотних та високочастотних складових, що збільшує стійкість до імпульсних шумів, низькочастотних наведень та спотворень.
- Сигнал CAP модуляції створює мінімальне (порівняно з деякими іншими) наведення на сусідні пари, що зумовлено відсутністю випромінювання енергії на частотах вище 250 кГц (рівень перехресних завад збільшується з ростом частоти сигналу).

- Відсутність інтерференції (взаємних впливів) та завад в спектрі нижче 6 кГц (тобто, в частотному діапазоні телефонного каналу), що знімає обмеження на використання в сусідніх парах для звичайних (аналогових) з'єднань.
- Модуляція CAP менш чутлива до якості кабелю (його електричних параметрів).

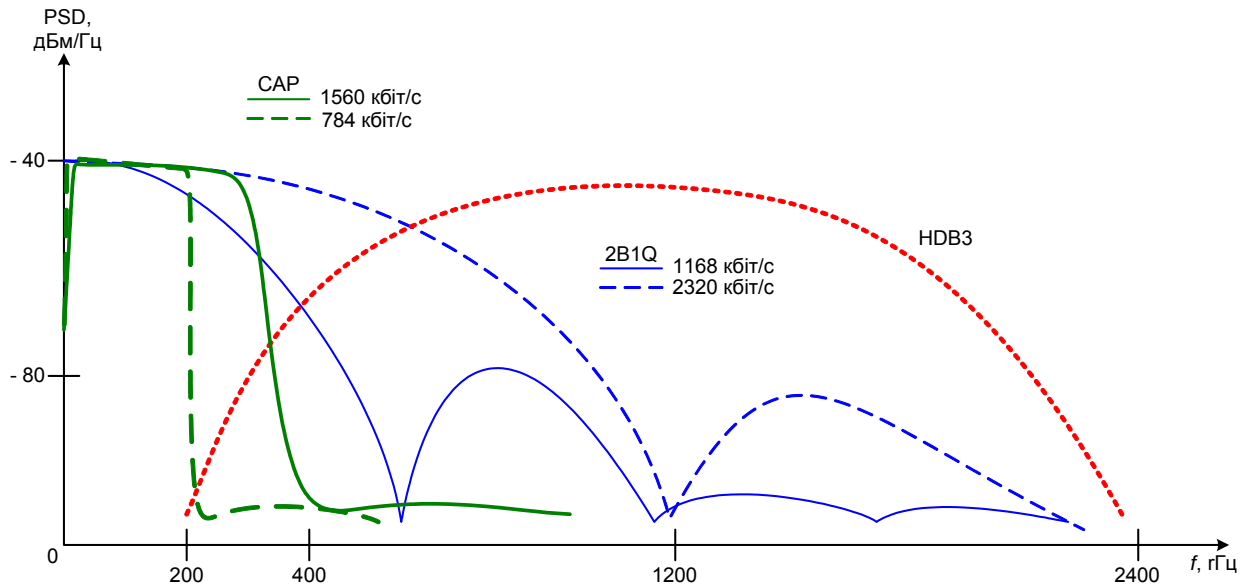


Рисунок 2.8 Енергетичні спектри лінійних сигналів

Модуляція TSPAM

TSPAM (Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation) — імпульсно-амплітудна модуляція з трейліс-кодуванням. Суть цього методу полягає в збільшенні числа рівнів (кодових станів) з 4-х (як у 2B1Q) до 16, та застосуванні механізму корекції помилок.

Модуляція TSPAM має більш вузький частотний спектр ніж 2B1Q та CAP, чим забезпечує більшу дальність передавання та кращу електромагнітну сумісність з іншими DSL технологіями. За однакової довжини абонентської лінії використання TSPAM забезпечує збільшення швидкості на 15÷45% порівняно з 2B1Q та CAP, а за фіксованої швидкості використання TSPAM забезпечує збільшення дальності передавання на 10÷20%.

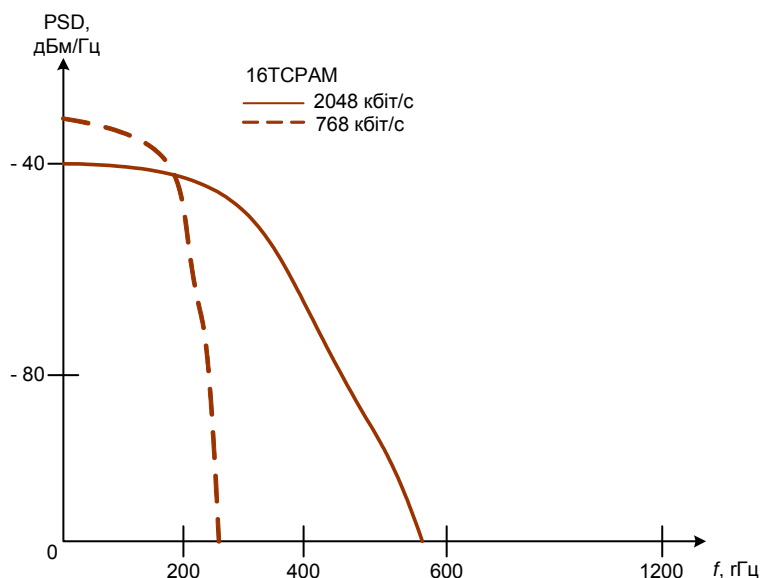


Рис. 2.9 Граничні значення для спектральної щільності потужності модуляції 16TSPAM

Модуляція DMT

Digital Multi-Tone (DMT) — багатотонава модуляція (модуляція з багатьма несівними), використовує частотний діапазон від 26 кГц до 1,1 МГц, котрий поділяється на 256 частотних каналів по 4,3125 кГц. Кожна несівна в цих каналах модулюється за методом КАМ (квадратурно-амплітудна модуляція).

Кількість біт даних, переданих в кожній несівній, залежить від якості лінії та відношення сигнал/шум). Модуляція DMT є адаптивною (тобто, в кожному частотному каналі здійснюється індивідуальний вибір швидкості передавання таким чином, щоб вона була максимально можливою за наявного в каналі відношення сигнал/шум. Адаптивно обирається і рівень несівної.

DMT використовує багатоканальне передавання, що дозволяє уникнути зашумлених діапазонів.

Труднощі з реалізацією алгоритму DMT модуляції до останнього часу стримували широке застосування алгоритму.

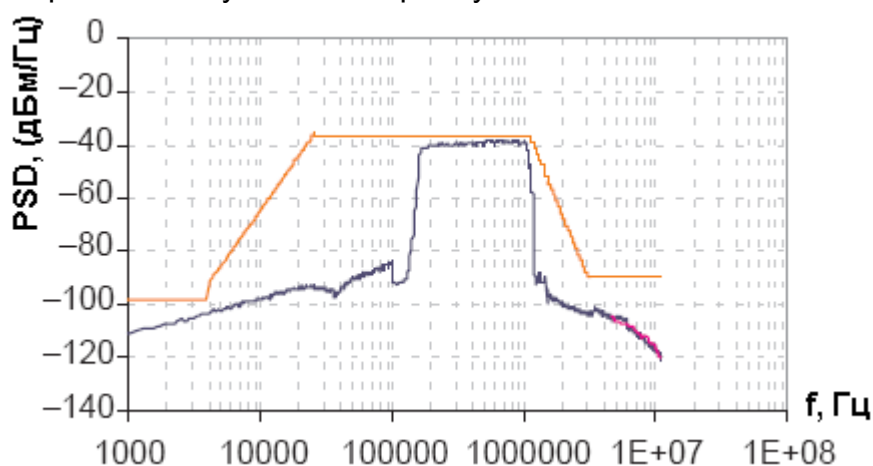


Рис. 2.10 Приклад вимірної спектральної щільності потужності для ADSL з модуляцією DMT

§2.4 Параметри дистанційного живлення для деяких кабелів, що використовуються на мережі зв'язку в Україні

В деяких випадках для надання послуг xDSL потрібна організація дистанційного живлення обладнання xDSL. При цьому важливо зважати на вимоги щодо параметрів дистанційного живлення кабелів, на котрих потрібно встановити обладнання xDSL. Врахування цього чинника на етапі проектування і вибору типу обладнання xDSL допоможе уникнути труднощів в подальшій роботі.

Величина напруги дистанційного живлення може бути різною для кабелю однієї марки, виготовленого в різний час та різними виробниками, як це видно з таблиці нижче.

Вимоги з напруги дистанційного живлення (ДЖ) для деяких кабелів на мережі зв'язку загального користування в Україні

Напруга ДЖ	Нормативний документ та марки кабелів
не більше ~145 В та не більше =200 В	ГОСТ 22498-88 (кабелі марок ТПП, СТПА)
не більше ~145 В (частотою 50 Гц) та не більше =200 В	ТУ 16.К71-008-87 (кабелі марок ТГ, ТСтШп, ТАШп)
не більше ~145 В та 225 В (частотою 50 Гц) або до =200 В та 315 В	ТУ У 05758730-014-2000 (кабелі марок ТПП)
~ 380 В та = 700 В	ТУ У 31.3-05758730-018-2001 (кабелі марок СБВГ, СБЭВГ, СБЗПу, СБП)
До ~ 500 В (з частотою 50 Гц) та до = 700 В	ТУ У 31.3-31600918-003-2002 (кабелі марок МКБА)
до =500 В	ТУ У 05758730.010-98 (кабелі марок КСП)
до 380 В (з f до 10 кГц)	ТУ У 05758730.009-98 (кабелі марок ПРППМ, ПРПВМ)
до ~145 В (в частотних діапазонах до 16; 20; 100 та 125 МГц)	ТУ У 31.1-05758730-020-2002 (кабелі марок КПВ-ВП)
до ~690 В до =1000 В	ГОСТ 15125-92 (кабелі марок МКС)
до ~690 В (50 Гц)	ТУ 16-505.33-96 (кабелі марок ЗКП)
до ~300 В до =430 В	ТУ 16.К78-03-88-ЛУ (кабелі марок ТЗ і ТД)
до ~500 В (50 Гц) до =700 В	ТУ У 3.67-05798014-020-98 (кабелі марки МКБАБп)
~ — змінний струм; = — постійний струм.	

Розділ 3 Стандарти, що описують технологію, параметри та експлуатаційний контроль обладнання xDSL

Світовими організаціями, котрі розробляють стандарти для обладнання мереж доступу, є:

- ISO (International Organization for Standardization) Міжнародна Організація зі Стандартизації.
- IEC (International Electrotechnical Commission) Міжнародна Електротехнічна Комісія.
- TIA (Telecommunication Industry Association) Асоціація виробників засобів зв'язку працює під егідою EIA (Electronics Industries Alliance) Альянсу Електронної промисловості.
- ITU (International Telecommunications Union) Міжнародний союз телекомунікацій

Окрім цих організацій для обладнання мереж доступу застосовують також стандарти IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Інститут інженерів електротехніки та електроніки).

Короткий опис рекомендацій ITU, що описують характеристики інтерфейсів та деяких параметрів обладнання xDSL, розглянутих в цьому посібнику.

Рекомендація	Дата випуску	Назва, та параметри, що розглядаються
G.821	12-2002	Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an Integrated Services Digital Network Рекомендація наводить характеристики помилок для цифрового з'єднання на швидкості меншій первинної, та формуючого частини цифрової мережі з інтеграцією служб. Рекомендація визначає характеристики подій, параметрів та властивостей за появи помилок в ланцюгах комутації цифрових з'єднань NX64 кбіт/с, що використовуються для передавання голосового трафіку та послуг передавання даних.
G.826	12-2002	End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections Рекомендація визначає наскрізні параметри помилок та вимоги до міжнародних трактів з постійною швидкістю передавання та з'єднань Рекомендація визначає структуру міжнародних еталонних ліній з параметрами погіршення якості передачі які не повинні перевищуватись. Визначає умови проведення випробувань на ці параметри для таких ліній. Рекомендація визначає ДОВГОТЕРМІНОВІ вимірювання (на термін від 1 місяця). Для визначання параметрів помилок на

Рекомендація	Дата випуску	Назва, та параметри, що розглядаються
		періодичних і робочих вимірюваннях застосовуються рекомендації M.2100, M.2101 та M.201 для відповідних типів обладнання.
G.960	03-1993	Access digital section for ISDN basic rate access Рекомендація описує характеристики секції цифрового доступу на базовій швидкості між інтерфейсами мережі користувача (в контрольній точці T, яка визначена в рекомендації I.411) та місцевої комутаційної станції (в контрольній точці V1, що визначена в рекомендації Q.512), які підтримують рекомендовану структуру каналу 2B + D. Рекомендація (якщо це не вказано інакше) визначає аспекти функціональних груп TE1, TA и NT2 1-го рівня мережного закінчення. Коли термін TE вказує на аспект TE1 1-го рівня мережного закінчення, тоді згідно рис. 2/I.411, контрольні точки S та T співпадають. Термінологія, котру використовує ця рекомендація, міститься у рекомендаціях I.112 та G.701.
G.961 G.961 Erratum	03-1993 08-2000	Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access Рекомендація описує 4 системи передавання, що використовують різні коди лінії та методи передавання. Erratum No. 1 to Recommendation ITU-T G.961 (03/93) Містить виправлення до Рис. "Figure II.15/G.961"
G.962 G.962 (1993) Amendment 1	03-1993 06-1997	Access digital section for ISDN primary rate at 2048 kbit/s Рекомендація на відміну від G.961 використовується для обладнання, призначеного для формування потоків 2048 кбіт/с по лініях мереж доступу
G.991.1	10-1998	High bit rate Digital Subscriber Line (HDSL) transceivers Рекомендація описує техніку передавання HDSL як засіб для надання різних типів послуг. Рекомендація визначає вимоги для систем HDSL, параметри передавання та процедури технічного обслуговування HDSL. Рекомендація не визначає всіх вимог для опису NTU, LTU або REG. Вона наводить лише опис необхідної функціональності
G.991.2 Amendment 1	02-2001 11-2001	Single-Pair High-Speed Digital Subscriber Line (SHDSL) transceivers Рекомендація описує техніку передавання SHDSL та лінійний код (TCPAM)

Рекомендація	Дата випуску	Назва, та параметри, що розглядаються
G.992.1 Corrigendum 1 Corrigendum 2 Amendment 1 G.992.1 Annex H	07-1999 11-2001 07-2002 03-2003 10-2000	<i>Asymmetrical digital subscriber line (ADSL) transceivers</i> Рекомендація описує техніку передавання ADSL. В рекомендації розглянуто аспекти взаємодії технології ADSL спільно з іншими технологіями: • Послуга ADSL на парі, що використовується для надання послуг POTS та послуг передавання даних в смузі голосового каналу. • Послуга ADSL на парі, що використовується для ISDN як визначено у рекомендації G.961 частина I та II. • Послуга ADSL на парі, що використовується спільно з голосовими та ISDN, послугами (включно з POTS та послугами передавання даних в смузі голосового каналу), як визначено у рекомендації G.961 частина III. <i>(Specific requirements for a synchronized symmetrical DSL (SSDSL) system operating in the same cable binder as ISDN as defined in G.961 Appendix III)</i>
G.992.2 Corrigendum 1 Amendment 1	07-1999 07-2002 03-2003	<i>Splitterless asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceiver</i> Рекомендація описує техніку передавання ADSL без сплітерів (розгалужувачів).
G.992.3 Amendment 1	07-2002 05-2003	<i>Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2)</i> Рекомендація описує техніку передавання ADSL другого покоління.
G.992.4	07-2002	<i>Splitterless asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (splitterless ADSL2)</i> Рекомендація описує техніку передавання ADSL другого покоління без сплітерів (розгалужувачів).
G.992.5	05-2003	<i>Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) transceivers - Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2+)</i> Рекомендація описує техніку передавання ADSL другого покоління з розширеною робочою смугою. Рекомендація описує інтерфейси між мережею зв'язку та пристроями користувача в сфері їх взаємодії та електричних характеристик.
G.993.1 Amendment 1	11-2001 03-2003	<i>Very high speed digital subscriber line foundation</i> Рекомендація описує техніку передавання VDSL, котра дозволяє передавання асиметричних та симетричних цифрових потоків до десятків Мбит/с по витих мідних парах.
G.994.1	05-2003	<i>Handshake procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers</i> Рекомендація описує процедури встановлення

Рекомендація	Дата випуску	Назва, та параметри, що розглядаються
		зв'язку для прийомопередавачів DSL. Рекомендація визначає сигнали, повідомлення та процедури обміну між обладнанням DSL
G.995.1 Amendment 1	02-2001 11-2001	Overview of digital subscriber line (DSL) Recommendations В рекомендації наведено огляд рекомендацій, що описують технологію DSL та їхній взаємозв'язок. Рекомендація визначає еталонні схеми та конфігурацію для технологій DSL. Рекомендація має інформативну структуру і не висуває певних вимог
G.996.1 Erratum 1 Amendment 1	02-2001 01-2003 03-2003	Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers Рекомендація визначає процедури тестування та тестові лінії для прийомопередавачів DSL
G.997.1	05-2003	Physical layer management for digital subscriber line (DSL) transceivers Рекомендація визначає параметри керування для прийомопередавачів DSL. В рекомендації наведено параметри елементів керування мережею
V.10	03-1993	Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits operating at data signalling rates nominally up to 100 kbit/s Рекомендація містить електричні параметри та методи перевірки для інтерфейсів зі швидкістю передавання до 100 кбіт/с
V.11	10-1996	Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits operating at data signalling rates up to 10 Mbit/s Рекомендація містить електричні параметри та методи перевірки для інтерфейсів зі швидкістю передавання до 10 Мбіт/с
V.24	02-2000	List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) Рекомендація містить опис ліній і набору сигналів між ПОД–ОКД (DTE–DCE). Рекомендація не визначає електричних характеристик та інші фізичні аспекти реалізації, такі як тип розніму, розташування контактів, довжина кабелю, швидкість обміну інформацією
V.28	03-1993	Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits Рекомендація визначає електричні характеристики інтерфейсу V.24. Рекомендація не визначає фізичні аспекти реалізації, такі як тип розніму, розташування

Рекомендація	Дата випуску	Назва, та параметри, що розглядаються
		контактів, довжина кабелю.
V.35	відмінена	Рекомендація специфікувала інтерфейс між пристроями доступу до мережі (мультиплексором, модемом, тощо) та високошвидкісною мережею з комутацією пакетів. В додатку до рекомендації визначається вид електричного з'єднувача, що забезпечує високошвидкісний послідовний інтерфейс між мультиплексором і комутаційним обладнанням мережі. Рекомендація V.35 була відмінена у 1988 році, але інтерфейс V.35 існує і використовується як заміна інтерфейсу RS232 в мультиплексорах, модемах та іншому типу обладнання, для забезпечення швидкості передавання інформації 2 Мбіт/с
V.36	11-1988	<i>Modems for synchronous data transmission using 60-108 kHz group band circuits</i> Рекомендація містить опис ліній і набору сигналів між ПОД–ОКД (DTE–DCE). Рекомендація не визначає електричних характеристик та інші фізичні аспекти реалізації, такі як тип розніму, (рекомендується використовувати електричні характеристики рекомендацій V.10 та V.11 і тип розніму за ISO4902). Рекомендація V.36 відповідає стандарту RS449 стосовно електричного інтерфейсу з типом розніму визначеному у EIA RS449.
V.37	11-1988	<i>Synchronous data transmission at a data signalling rate higher than 72 kbit/s using 60-108 kHz group band circuits</i> Рекомендація містить опис ліній і набору сигналів між ПОД–ОКД (DTE–DCE). Рекомендація не визначає електричних характеристик та інші фізичні аспекти реалізації, такі як тип розніму, (рекомендується використовувати електричні характеристики рекомендацій V.10 та V.11 і тип з'єднувача за ISO4902).
X.21	09-1992	<i>Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit-terminating Equipment for synchronous operation on public data networks</i> Рекомендація визначає фізичні характеристики та процедури обміну між пристроями ПОД–ОКД (DTE–DCE), в режимі передавання даних.

Взаємозв'язок між стандартами різних організацій зі стандартизації, що описують технології xDSL

Тип DSL	ETSI	ANSI	ITU
HDSL	TS 101135	TR 28	G.991.1
ADSL	TS 101338 ETR 328	T1. 413	G.992.1; G.992.2; G.992.3; G.992.4; G.992.5
SHDSL (SDSL, HDSL2)	TS 101 524-1 TS 101 524-2	T1E1.4-006	G.991.2
VDSL	TS 101 270-1 TS 101 270-2	T1E1.4-004	G.993.1

Не завжди норми та загальні положення стандарту (рекомендації) однієї організації збігаються з положеннями інших стандартів та рекомендацій.

Методи випробування наведено в стандартах IEC та частково в рекомендаціях ITU.

Розділ 4 Параметри, що характеризують обладнання з інтерфейсами xDSL

Загасання відбиття

Величина, що вказує міру узгодженості хвильових опорів лінії та інтерфейсу. Даний параметр визначає частину енергії сигналу, що відбивається від розніму інтерфейсу та внаслідок свого розповсюдження в зворотньому напрямку створює додаткові вторинні сигнали зворотнього відбиття на прийомі, що погіршує відношення сигнал/шум та веде к до зростання коефіцієнта помилок.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені в п.5.8.2 та п.В.5.8.2 та рисунку В.22 рекомендації G.991.1.

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені в п.В.5.2 та Рисунку 11-6 рекомендації G.991.2.

Мінімальна поздовжня асиметрія

Величина визначає ефективність придушення синфазних перешкод, що виникають в симетричній лінії при незначних відхиленнях параметрів плеч симетрії. Це впливає на величину відношення сигнал/шум при прийомі сигналів.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені в п.5.8.5.1 та п.В.5.8.5.1 та рисунку В.22 рекомендації G.991.1.

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені в п.В.5.4 та Рисунку 11-2 рекомендації G.991.2.

Для ADSL даним, що наведені в п.А.4.3.1 G.992.1.

Для ADSL (зі сплітерами) даним, що наведені в п.А.4.3.1 G.992.1.

Поздовжня вихідна напруга

Як і попередня величина визначає ефективність придушення синфазних перешкод, але не в певних точках діапазону частот, а по всьому діапазону загалом. Ця величина також впливає на величину відношення сигнал/шум при прийомі сигналів.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені в п.5.8.5.2 та п.В.5.8.5.2 і G.991.1.

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені в п.В.5.5 рекомендації G.991.2.

Спектральна щільність потужності

Оскільки в лінії передається квадратурно-модульований сигнал зі спектром та амплітудою, що постійно змінюються, то неможливо визначити частотні характеристики сигналу в загальноприйнятому вигляді через напругу на певних частотах. Тут треба користуватися інтегральним параметром – спектральною щільністю потужності сигналу. Цей параметр вказує діапазон частот, який займає енергія сигналу за передавання, і потрібен для узгодження спектральних характеристик середовища передавання – лінійного тракту і сигналу.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені в п.5.8.4.3 та п.В.5.8.4.2 G.991.1.

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені у п.В.4 G.991.2.

Для ADSL даним, що наведені у п.А.1.2; п.А.1.3; п.А.2.4; п.В.1.3; п.В.2.2; п.С.4.8; Рисунок А.1; Рисунок А.2; Рисунок А.3; Рисунок В.1; Рисунок В.4, G.992.1.

Для ADSL (зі сплітерами) даним, що наведені у п.А.1; п.А.2; п.В.1; п.В.2; Рисунок А.1; Рисунок А.2; Рисунок А.3; Рисунок В.1; Рисунок В.4 G.992.2.

Амплітуда та форма імпульсу

Ці параметри визначають сумарні енергетичні та часові параметри сигналу, що передається в лінію. Є вирішальними при розрахунку довжини лінії, та її якісних характеристик за відношенням с/ш та коефіцієнтом помилок.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені п.5.8.4.1 та на рисунках 21; 22 рекомендації G.991.1.

Середня потужність

Визначає спроможність інтерфейсу обладнання віддавати необхідну потужність в лінію та пов'язана з попередніми параметрами.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені п.5.8.4.4 та п.В.5.8.4.1 рекомендації G.991.1.

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені у п.В.4 рекомендації G.991.2.

Тип коду

Визначає спроможність узгодженої роботи обладнання в лінії між собою та на основі середовища передачі.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені таблиці 2 та п.В.5.3.5 та відповідати формі імпульсу, що показана на рисунках 21; 22 рекомендації G.991.1.

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені таблиці 6-1 п.6.1 та п.В.5.3.5 рекомендації G.991.2.

Допустиме фазове тремтіння на вході

Як цифрові системи передачі, DSL лінії підпадають під вплив нестійкості параметрів синхронізації, що описуються різними типами тремтіння фази цифрового сигналу на вході та виході системи. В даному випадку параметр визначає здатність обладнання працювати із заданими параметрами якості при найбільшій нестабільності відліків синхронізації по відношенню до імпульсів сигналу.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені п.5.8.4.4 та В.5.8.4.1 рекомендації G.991.1.

Максимальне фазове тремтіння на виході

В даному випадку параметр визначає здатність обладнання відслідковувати (зменшувати нестабільність між синхросигналом та інфосигналом) тремтіння та зменшувати його на виході.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені п.5.8.4.4 та В.5.8.4.1 рекомендації G.991.1.

Допустимий коефіцієнт BER

Ця величина є інтегральним показником якості цифрової системи передачі. Визначає спроможність обладнання достовірно передавати інформацію. Визначає також економічні та технологічні показники системи.

Величина параметра повинна відповідати:

Для HDSL даним, що наведені п.5.8.4.4 та В.5.8.4.1 рекомендації G.991.1 (очікуваний коефіцієнт BER повинен бути меншим від 10^{-7}).

Для SHDSL (SDSL) даним, що наведені п.В.3.5.6 рекомендації G.991.1 (очікуваний коефіцієнт BER повинен бути меншим від 10^{-7}).

Коефіцієнт MTPR

Даний параметр визначає шумові характеристики каналу при нелінійних взаємодіях та за впливу сусідніх каналів. Визначається відношенням СКЗ (середньоквадратичного значення) потужності піднесівної каналу до сумарної СКЗ потужності сторонніх сигналів в смузі каналу 4,3125 кГц з центром в цій піднесівній. Таким чином визначається пригнічення сигналу шумами та погіршення якості передачі.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, що наведені у п.7.13.2, п.8.13.2 рекомендації G.992.1 та п.7.12.2 рекомендації G.992.2.

Втрати на включення

Параметр визначає допустимі межі погіршення характеристик сигналу від параметрів лінії передачі, при яких ще відбувається впевнений прийом без погіршення якості останнього.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, що наведені у таблиці 6 G.996.1.

Шум в смузі частот вище голосових каналів

При сумісній роботі трактів ICM та ADSL параметр вказує на шумові характеристики групового каналу, тобто наскільки шуми від сигналів ICM впливають на сигнали ADSL та погіршують якість передавання в каналах ADSL.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, що наведені таблиці 7 рекомендації G.712.

Розділ 5 Інтерфейси RS232, V35, V36, X.21

§5.1 Фізичні з'єднувачі інтерфейсів RS232, V35, V36, X.21

Для кожного інтерфейсу специфікуються наступні параметри:

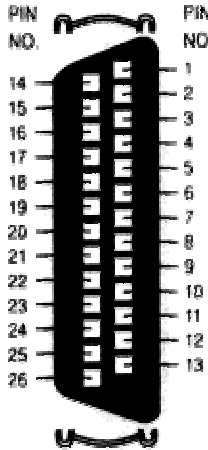
- Фізична структура інтерфейсу (тип розніму).
- Полярність інтерфейсу (що визначає, на яких контактах знаходяться сигнали передавання, приймання, синхронізації та інші для визначення логічної структури інтерфейсу).
- Фізичні параметри сигналу, що проходить скрізь інтерфейс.

Розрізняють інтерфейси пристроїв Прикінцевого обладнання Даних (ПОД), в англійській аббревіатурі DTE, та пристроїв Обладнання закінчення Каналу Даних (ОКД), в англійській аббревіатурі (DCE).

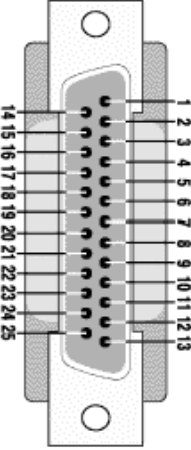
Інтерфейс RS232:

(Інтерфейс RS232 було розроблено EIA в якості рекомендованого стандарту (Recommended Standard – RS) під номером 232 (зараз існує кілька версій цього стандарту), рекомендаціями ITU, аналогічними цьому стандарту, є V.24 та V.28.)

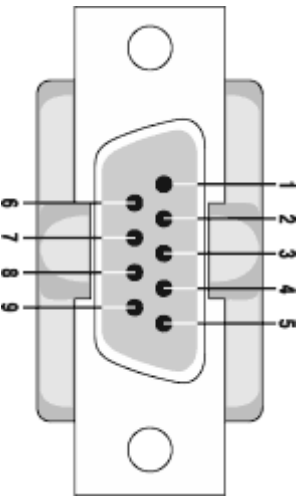
Стандарт EIA-232E (рознім UD-26)

Джерело сигналу	Призначення сигналу	Контакт	Рознім	Контакт	Призначення сигналу	Джерело сигналу
ОКД	Передавання даних	14		1	Екран	Спільний
ОКД	Синхронізація передавання	15		2	Передавання даних	ПОД
ОКД	Приймання даних	16		3	Приймання даних	ОКД
ОКД	Синхронізація приймання	17		4	Запит на передавання	ПОД
ПОД	Локальний шлейф	18		5	Готовність до передавання	ОКД
ПОД	Запит на передавання	19		6	Готовність даних	ОКД
ПОД	Готовність передавача	20		7	Сигнальне заземлення	Спільний
ПОД	Віддалений шлейф/Індикатор якості сигналу	21		8	Детектування несівної	ОКД
ОКД	Індикатор виклику	22		9	Резерв	-
ПОД/ОКД	Вибір швидкості	23		10	Резерв	-
ПОД	Синхронізація передавання	24		11	Не використовується	-
ОКД	Тест	25		12	Детектування несівної	ОКД
*	Не використовується	26		13	Готовність до передавання	ОКД

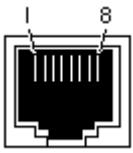
Стандарт EIA-232 (рознім DB-25)

Рознім	Контакт	Код контакту	Сигнал	Від пристрою ОКД	До пристрою ОКД
	1	AA	Корпус		
	2	BA	Передавання		дані
	3	BB	Приймання	дані	
	4	CA	Запит на передавання		керування
	5	CB	Готовність до передавання	керування	
	6	CC	Готовність даних	керування	
	7	AB	Сигнальна "земля"		
	8	CF	Детектування несівної	керування	
	9		Тестова напруга (+)		
	10		Тестова напруга (-)		
	11		Не використовується		
	12	SCF	Детектування несівної	керування	
	13	SCB	Готовність до передавання	керування	
	14	SBA	Передавання		дані
	15	DB	Тактування	Синхронізація	
	16	SBB	Приймання	дані	
	17	DD	Тактування	Синхронізація	
	18		Локальний шлейф		
	19	SCA	Запит на передавання		керування
	20	CD	Готовність терміналу		керування
	21	CG	Детектування якості сигналу		керування
	22	CE	Індикатор виклику	керування	
	23	CI	Вибір швидкості		керування
	24	DA	Тактування передавання		Синхронізація
	25		Не використовується		

Стандарт EIA-574 (рознім DB-9)

Рознім	Контакт	Сигнал
	1	Детектування несівної
	2	Приймання
	3	Передавання
	4	Готовність терміналу
	5	Сигнальна "земля"
	6	Готовність даних
	7	Запит на передавання
	8	Готовність до передавання
	9	Індикатор виклику

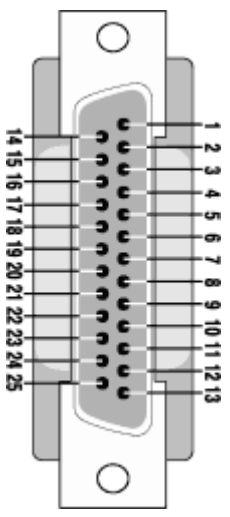
Стандарт EIA-561 (рознім RJ-45)

Рознім	Контакт	Сигнал
	1	Індикатор виклику
	2	Детектування несівної
	3	Готовність терміналу
	4	Сигнальна "земля"
	5	Приймання
	6	Передавання
	7	Готовність до передавання
	8	Запит на передавання

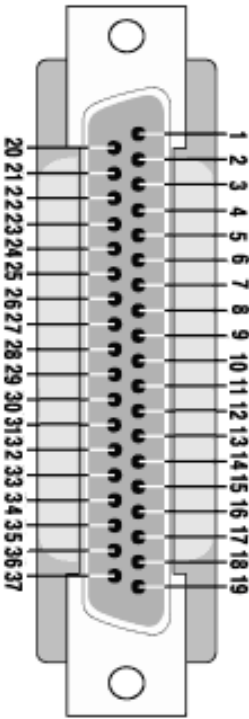
Інтерфейс V.36:

Стандарт EIA-530 (RS-530, V.36) (рознім DB-25) (відповідає електричним специфікаціям стандартів EIA RS-422 та EIA RS-423, за сигналами сумісний з EIA RS-499 (рознім DB-37))

EIA RS-530 (рознім DB-25)

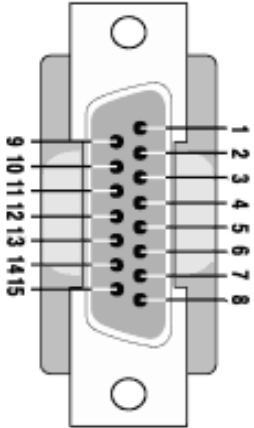
Рознім	Контакт	Сигнал	Джерело сигналу
	1	Екран	
	2	Передавання даних	ПОД
	3	Приймання даних	ОКД
	4	Запит на передавання	ПОД
	5	Готовність до передавання	ОКД
	6	Готовність ОКД	ОКД
	7	Сигнальне заземлення	
	8	Детектування несівної	ОКД
	9	Синхронізація приймання	
	10	Детектування несівної	Повернення
	11	Зовнішня синхронізація передавання	Повернення
	12	Синхронізація передавання	Повернення
	13	Готовність до передавання	Повернення
	14	Передавання даних	Повернення
	15	Синхронізація передавання	ОКД
	16	Приймання даних	Повернення
	16	Синхронізація приймання	ОКД
	18	Локальний шлейф	ПОД
	19	Запит на передавання	Повернення
	20	Готовність терміналу	ПОД
	21	Віддалений шлейф	ПОД
	22	Готовність ОКД	Повернення
	23	Готовність терміналу	Повернення
	24	Зовнішня синхронізація передавання	ПОД
	25	Тестовий режим	ОКД

EIA RS-499 (рознім DB-37)

Рознім	Контакт	Сигнал	Від пристрою ОКД	Від пристрою ПОД
	1	Екран		
	2	Індикатор швидкості	x	
	3	Не використовується		x
	4	Передавання даних	x	
	5	Синхронізація передавання		
	6	Приймання даних		x
	7	Запит на передавання	x	
	8	Синхронізація приймання	x	
	9	Готовність до передавання	x	
	10	Локальний шлейф		x
	11	Режим даних		x
	12	Вхідний запит на з'єднання	x	
	13	Готовність приймача	x	
	14	Віддалений шлейф		x
	15	Вхідний запит на з'єднання	x	
	16	Вибір частоти/швидкості передавання	x	x
	17	Синхронізація терміналу		x
	18	Режим контролю	x	
	19	Сигнальне заземлення		
	20	Спільний зворотній провід приймання	x	
	21	Не використовується		
	22	RS422, зворотне введення		x
	23	RS422, зворотне введення	x	
	24	RS422, зворотне введення	x	
	25	RS422, зворотне введення		x
	26	RS422, зворотне введення		x
	27	RS422, зворотне введення	x	
	28	Термінал працює		x
	29	RS422, відповідь	x	
	30	RS422, відповідь		x
	31	RS422, відповідь	x	
	32	Вибір резервного каналу		x
	33	Якість сигналу	x	
	34	Новий сигнал		x
	35	RS422, відповідь		x
	36	Індикатор резервного каналу	x	
	37	Спільний зворотній провід передавання		x

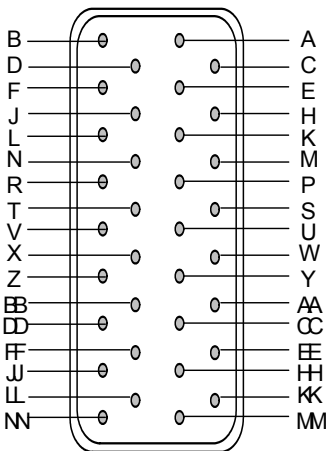
Інтерфейс X.21:

(рознім DB-15)

Рознім	Контакт	Сигнал	Від пристрою ОКД	Від пристрою ПОД
	1	Захисне заземлення	X	X
	2	Передавання		X
	3	Керування		X
	4	Приймання	X	
	5	Індикація	X	
	6	Синхронізація	X	
	7	Не використовується		
	8	Сигнальне заземлення	X	X
	9	Передавання		X
	10	Керування		X
	11	Приймання	X	
	12	Індикація	X	
	13	Синхронізація	X	
	14	Не використовується		
	15	Не використовується		

Інтерфейс V.35:

(рознім MRAC-34)

Рознім	Контакт	Сигнал	Від пристрою ОКД	Від пристрою ПОД
	A	Захисне заземлення	x	x
	B	Сигнальне заземлення	x	x
	C	Запит на передавання	x	
	D	Готовність до передавання		x
	E	Готовність ОКД		x
	F	Детектування несівної		x
	H	Підключення ОКД до лінії; Готовність терміналу	x	
	J	Індикатор з'єднання		x
	K, L, M, N	Не використовується		
	P, S	Передавання даних	x	
	R, T	Приймання даних		x
	U, W	Синхронізація передавання	x	
	V, X	Синхронізація приймання		x
	Y, AA	Синхронізація приймання		x
	Z, BB, CC, DD, EE, FF	Не використовується		
	HH, JJ, KK, LL	Не використовується		
	MM, NN	Не використовується		

§5.2 Методи перевірки інтерфейсів RS232, V35, V36, V37, X.21

Методика вимірювання параметрів інтерфейсів наведена у рекомендаціях V.10 (для швидкостей до 100 кбіт/с) та V.11 (для швидкостей до 10 Мбіт/с). Згідно з нею вимірюються наступні параметри:

Напруга на холостому ході

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.1.

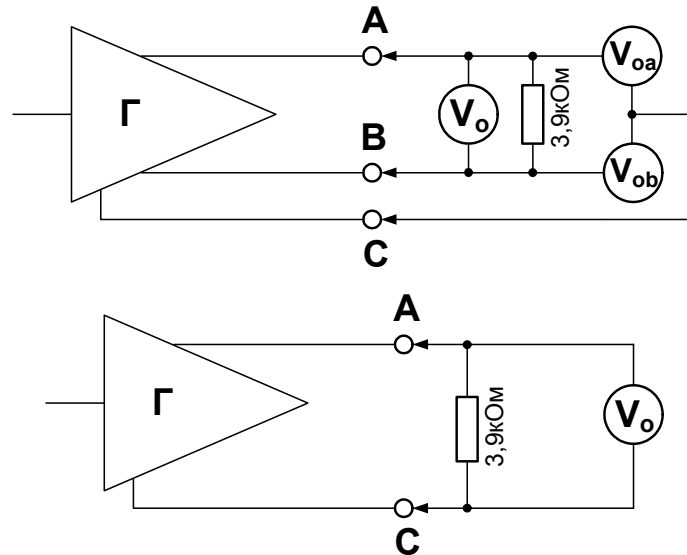


Рис. 5.1

Тут і далі на схемах точки А, С. В є точками підключення до ланцюгів інтерфейсу, (точка С є точкою нульового потенціалу).

Верхня схема використовується для інтерфейсів, що відповідають стандарту V.11 (наприклад, V.35, V.36 V.37). Нижня – для інтерфейсів, котрі відповідають стандарту V.10 (наприклад, V.28).

При наявності на вході генератора стійкого двійкового стану (логічний нуль або логічна одиниця) величина напруги V_o не повинна перевищувати 6 В (для стандарту V.10 більше чи дорівнює 4 В та менше чи дорівнює 6 В; для стандарту V.28 не більше 25 В). Абсолютні значення напруг V_{ob} , V_{oa} не повинні перевищувати 6 В.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, що наведені в п.5.2.1 рекомендації V.11.

Вимірювання при випробувальному навантаженні

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, яка наведена на рисунку 5.2.

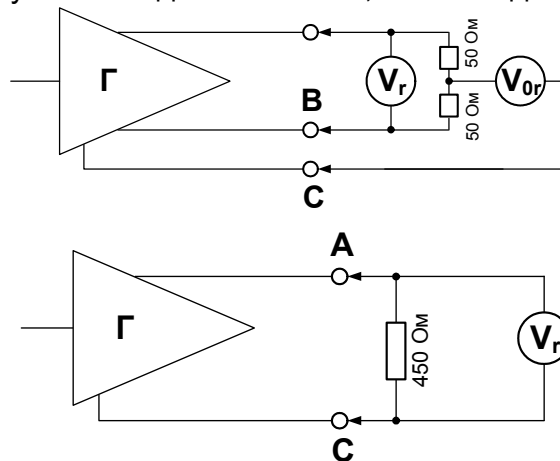


Рис. 5.2

Верхня схема використовується для інтерфейсів що відповідають стандарту V.11 (наприклад V.35, V.36 V.37). Нижня для інтерфейсів котрі відповідають стандарту V.10 (наприклад V.28).

Випробувальне навантаження у вигляді двох резисторів кожний по 50 Ом включаються послідовно між точками А та В. Напруга V_r повинна бути не меншою від 2 В але меншою ніж 50% від V_0 (параметри V_0 наведені для вимірювання без навантаження) та не більшою ніж 67% від V_0 . Абсолютна величина різниці напруги 0 та одиниці повинна бути не менше ніж 0,4 В. Абсолютне значення величини генераторного зсуву V_{0r} , котра вимірюється між серединою випробувального навантаження та точкою С, повинна бути не меншою від 3 В. Різниця значень V_{0r} при станах нуля та одиниці повинна бути не меншою від 0,4 В.

Для схем за стандартом V.10 абсолютне значення V_r повинна бути 90% від V_0 , на навантаженні 450 Ом. Для стандарту V.28 абсолютне значення V_r повинне бути в інтервалі: не менше 5 та не більше 15 В.

Для стандарту V.35 абсолютне значення V_r повинне бути в інтервалі: не менше 0,44 та не більше 0,66 В, та V_{0r} – не більше 0,6 В.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, що наведені в п.5.2.2 рекомендації V.11.

Вимірювання при короткому замиканні

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.3.

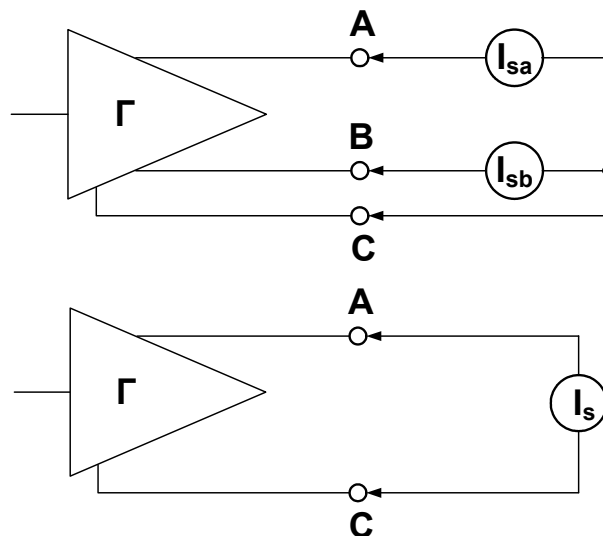


Рис. 5.3

Точки А та В закорочують з точкою С. Струм, що протікає через кожну з вихідних точок при обох двійкових станах повинен бути не більшим від 150 мА. Для стандарту V.28, що відповідає вимірюванню за нижньою схемою, струм не більшим від 500 мА.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, наведеним в п.5.2.3 рекомендації V.11.

Струм при відключеному живленні

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.4.

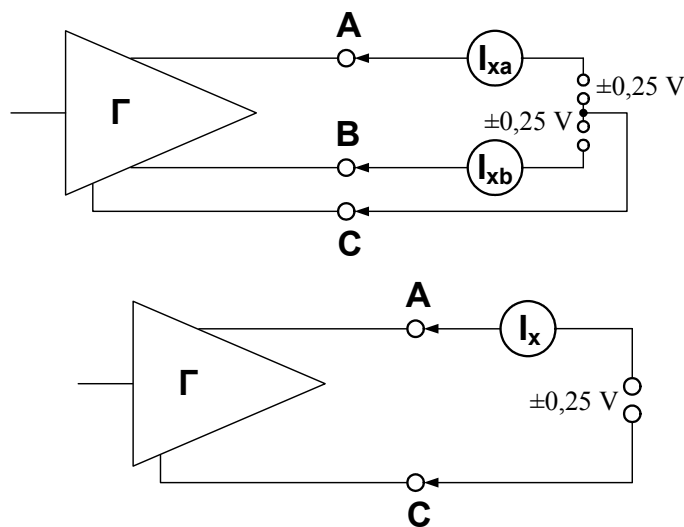


Рис. 5.4

В умовах відключеного живлення при напрузі від +0,25 В до –0,25 В, що прикладена між кожною вихідною точкою та точкою С, величини струмів витоку на виходах точок А та В не повинні перевищувати 100 мкА.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, що наведені в п.5.2.4 рекомендації V.11.

Тривалість наростання сигналу

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.5.

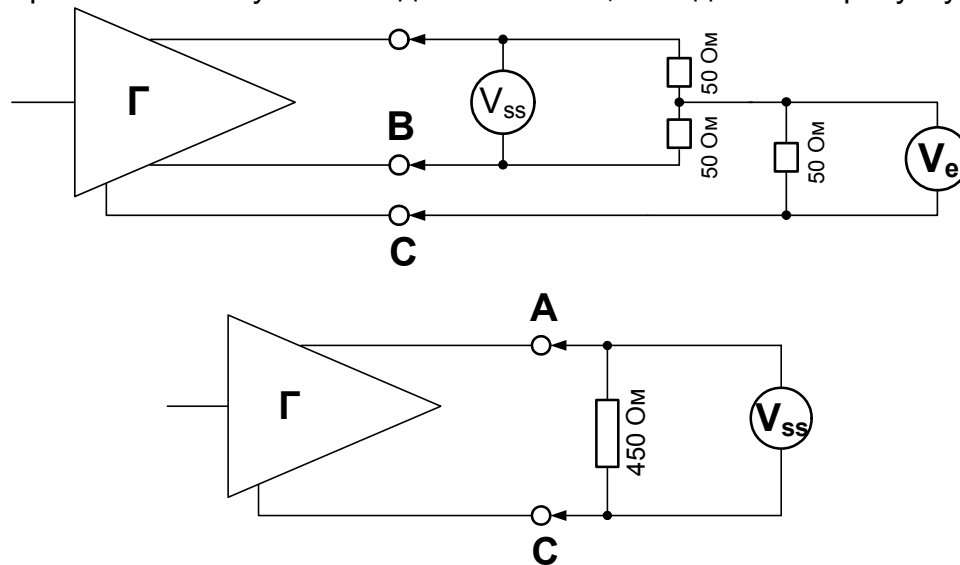


Рис. 5.5

На вхід подається випробувальний сигнал з елементами (по-черзі нулі та одиниці) з номінальною тривалістю t_b . Зміна амплітуди вихідного сигналу під час переходів з одного двійкового стану в інший від 0,1 до 0,9 значення V_{ss} повинна відбуватись монотонно за час не більший $0,1 \cdot t_b$ чи 20 нс, дивлячись, що більше. Після цього напруга сигналу не повинна відхилятися від встановленого значення більше ніж на 10% від V_{ss} .

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, наведеним в п.5.3 рис.5 рекомендації V.11 (V.10).

Струм на вході приймача

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.6.

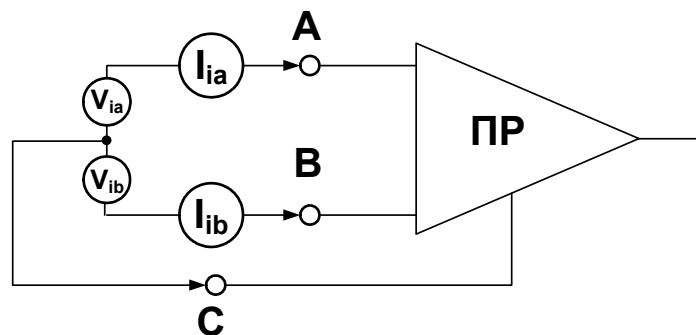


Рис. 5.6

Схема випробувань ідентична для V.10 та для V.11.

При встановленій напрузі на входах точок А та В від -10 В до $+10$ В (V_{ib} , V_{ia}) струм повинен залишатись в межах заштрихованою області, вказаної на рис.6 рекомендації V.10 та V.11.

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, наведеним в п.6.2 рекомендації V.11.

Чутливість входу на постійному струмі

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.7.

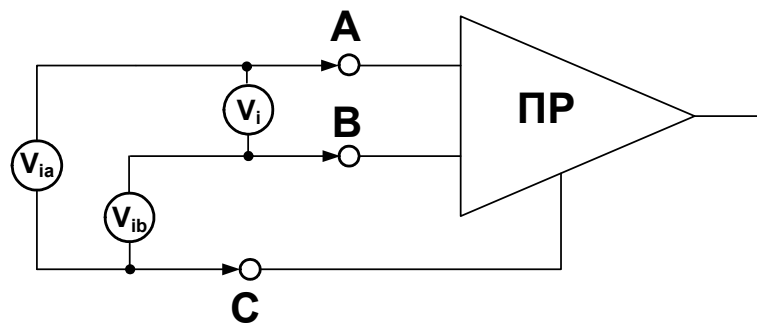


Рис. 5.7

Схема випробувань ідентична для V.10 та для V.11.

Приймач повинен переходити у заданий двійковий стан за різницевої напругі (V_i) 300 мВ у всьому діапазоні спільного проводу (V_{cm}) від +7 В до -7 В, зміна полярності V_i повинна переводити приймач у протилежний двійковий стан. Приймач повинен працювати без пошкоджень при напрузі на його входах до 12 В (див. Рис. 7 рекомендації V.11).

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, наведеним в п.6.3 рекомендації V.11.

Симетрія входу

Вимірювання виконуються згідно зі схемою, наведеною на рисунку 5.8.

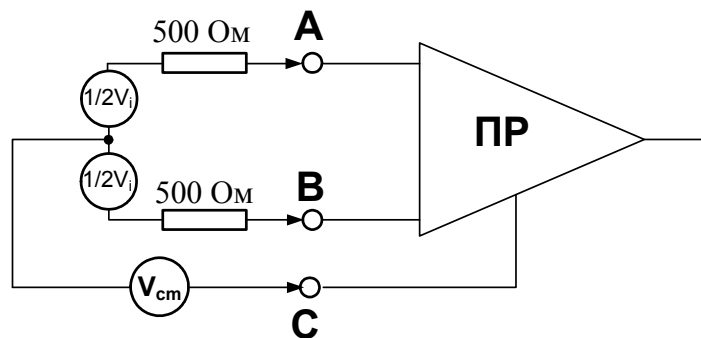


Рис.5.8

Схема випробувань ідентична як V.10 та для V.11.

Баланс вхідного опору приймача та внутрішні напруги зміщення повинні бути такими, щоб приймач зберігав заданий двійковий стан в умовах, описаних у п.6.4 рекомендації V.11 (V.10).

Отримані результати вимірювань повинні відповідати даним, наведеним в п.6.4 рекомендації V.11.

Словник іншомовних скорочень

ADSL (Asymmetric digital subscriber line) — асиметрична цифрова абонентська лінія
ATM (Asynchronous Transfer Mode) — Асинхронний режим переносу
ANSI (American National Standards Institute) — Американський Національний Інститут Стандартів
BER (Bit-Error Ratio) — Коефіцієнт помилок за бітами
BRI (Basic Rate Interface) — Доступ на базовій швидкості
CAP (Carrierless Amplitude Phase) — амплітудно-фазова модуляція без передавання несівної
DSL (Digital Subscriber Line) — цифрова абонентська лінія
DCE (Data Communications Equipment) — Обладнання закінчення Каналу Даних (ОКД)
DLL (Digital Local Line) — цифрова абонентська лінія
DMT (Digital Multi-Tone) — багатотонава модуляція (модуляція з багатьма несівними)
DTE (Data Terminal Equipment) — Прикінцеве обладнання Даних (ПОД)
EIA (Electronics Industries Alliance) — Альянс Електронної промисловості
Ethernet — Інтерфейс взаємодії, побудований за стандартом IEEE 802.x
ETSI (European Telecommunications Standards Institute) — Європейський інститут стандартизації телекомунікацій
FEXT (Far-End crosstalk) — зовнішня інтерференція (перехресні наведення між лініями в кабелі)
HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line) — високошвидкісна цифрова абонентська лінія
ISDL (ISDN Digital Subscriber Line) — ISDN цифрова абонентська лінія
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) — Інститут інженерів електротехніки та електроніки
ISO (International Organization for Standardization) — Міжнародна Організація зі Стандартизації
ISDN (Integrated Services Digital Network) — Цифрова мережа з інтеграцією служб
LAPD (Link Access Procedure on the D-channel) — Протокол каналного рівня, доступу посередньо D каналу
LAN (Local Area Network) — локальна обчислювальна мережа
MSDSL (Multirate Symmetrical Digital Subscriber Line) — симетрична цифрова абонентська лінія з варіацією швидкості передачі
MDSL (Multirate Digital Subscriber Line) — цифрова абонентська лінія з варіацією швидкості передавання
MTPR (MultiTone Power Ratio) — Багатотоновий коефіцієнт потужності
NEXT (Near-End crosstalk) — внутрішня інтерференція (взаємний вплив (наведення) сигналів всередині лінії)
POTS (Plain old telephone service; one of the services using the voiceband; sometimes used as a descriptor for all voiceband services) — проста стара телефонна служба, звичайна телефонна мережа.
PRI (Primary Rate Interface) — Доступ на первинній (2048 кбіт/с) швидкості
PSD (Power Spectral Density) — Спектральна щільність потужності
RADSL (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line) — адаптивна за швидкістю асиметрична цифрова абонентська лінія
SDSL (Single line, Symmetric Digital Subscriber Line) — однопарна, симетрична цифрова абонентська лінія
SDH (Synchronous Digital Hierarchy) — Синхронна цифрова ієрархія

SHDSL (Single-pair high-speed digital subscriber line) — однопарна високошвидкісна цифрова абонентська лінія
SNI (Service Node Interface) — Інтерфейс вузла послуг
STM (Synchronous Transport Module) — Синхронний транспортний модуль
TIA (Telecommunication Industry Association) — Асоціація виробників засобів зв'язку
UADSL (Universal Asymmetric Digital Subscriber Line) — універсальна асиметрична цифрова абонентська лінія
VDSL (Very high-bit-rate Digital Subscriber Line) — надшвидкісна цифрова абонентська лінія
WDM (Wavelength Division Multiplexing) — Спектральне розділення каналів
xDSL (Any of the various types of Digital Subscriber Lines) — сукупність типів цифрових абонентських ліній
XNI (Access Network Interface) — Інтерфейс мережі доступу

Література

1. Рекомендації ITU
2. Стандарти ІЕС
3. Стандарти ІЕЕЕ
4. Стандарти ЕІА/ТІА
5. ДСТУ та ГСТУ України
6. И. И. Роднев, Н. Д. Курбатов Линейные сооружения связи М. Связь 1974
7. Б. С. Гольдштейн «Протоколы сети доступа» М. «Радио и Связь» 1999
8. И. Г. Бакланов «ISDN и FRAME RELAY технология и практика измерений» ЭКО-ТРЕНДЗ, М. 1999
9. Ю. А. Парфёнов Д. Г. Мирошников «Последняя миля на медных кабелях» ЭКО-ТРЕНДЗ, М. 2001
10. О. И. Лагутенко «Современные модемы» ЭКО-ТРЕНДЗ, М. 2002
11. Джон К. «Беллами Цифровая телефония» ЭКО-ТРЕНДЗ, М. 2004.
12. Матеріали сайту http://www_protocols_ru