

Телекомунікаційні та інформаційні мережі

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА АРХІТЕКТУРА
ЛОКАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Особливості локальних комп'ютерних мереж

- ▶ Локальні комп'ютерні мережі (**Local Area Networks, LAN**) — це об'єднання комп'ютерів, які зосереджені на локальній території.
- ▶ Призначення - об'єднання обчислювальних систем і устаткування в межах локальної території (приміщення, будинку, кількох близько розташованих будинків) з метою надання користувачам доступу до інформаційних послуг та ресурсів.

Особливості архітектури локальних комп'ютерних мереж

**Канальний
рівень**

Підрівень управління логічним каналом
Logical Link Control,
LLC

Підрівень управління доступом до
середовища
Media Access Control,
MAC

Фізичний рівень

Основні функції підрівня MAC

- ▶ формування кадрів;
- ▶ розпізнавання кадрів на рівні MAC- адрес (адрес мережевих плат);
- ▶ виявлення помилок;
- ▶ реалізація алгоритму доступу до середовища

Основні функції підрівня LLC

- ▶ забезпечення єдиного, незалежного від використовуваного методу доступу, інтерфейсу з верхнім рівнем;
- ▶ управління передачею кадрів на рівні логічного каналу між передавачем і приймачем

Процедури підрівня LLC

Підрівень LLC надає верхнім рівням OSI три види процедур :

- ▶ - LLC1 — процедура без встановлення з'єднання і без підтвердження;
- ▶ - LLC2 — процедура зі встановленням з'єднання і з підтвердженням;
- ▶ - LLC3 — процедура без встановлення з'єднання і з підтвердженням.

Особливості стандартизації LAN

- ▶ **IEEE - (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Інститут інженерів з електротехніки та електроніки)** - міжнародна некомерційна асоціація фахівців в області розробки стандартів з радіоелектроніки та електротехніки.
- ▶ **IEEE** – організація з розробки стандартів , технологій та рекомендацій по комп'ютерних мережах.
- ▶ Специфікації **IEEE.802.x** визначають стандарти для компонентів локальних комп'ютерних мереж, які відповідають фізичному і каналному рівням моделі OSI.

Структура стандартів IEEE 802

- ▶ **802.1 - Internetworking** - об'єднання мереж;
- ▶ **802.2 - Logical Link Control, LLC** - управління логічної передачею даних;
- ▶ **802.3 - CSMA/CD (Ethernet)** Ethernet з методом доступу CSMA / CD;
- ▶ **802.4 - Token-Passing Bus Access Method**- локальні мережі з методом доступу Token Bus;

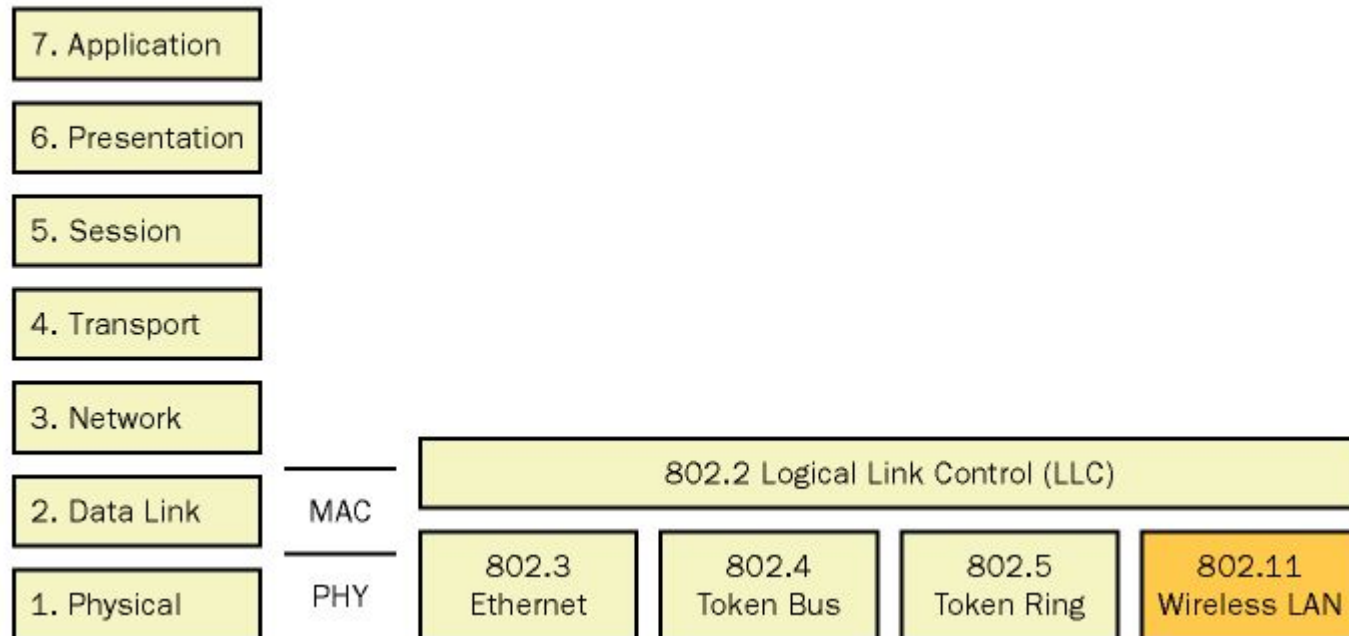
Структура стандартів IEEE 802

- ▶ **802.5 - Token Ring Access Method** - локальні мережі з методом доступу Token Ring;
- ▶ **802.6 - Metropolitan Area Network, MAN** - мережі мегаполісів;
- ▶ **802.7 - Broadband Technical Advisory Group** - технічна консультативна група по широкомовній передачі;
- ▶ **802.8 - Fiber Optic Technical Advisory Group** - технічна консультативна група по волоконно-оптичних мережах;
- ▶ **802.9 - Integrated Voice and data Networks** - інтегровані мережі передачі голосу і даних;

Структура стандартів IEEE 802

- ▶ **802.10 - Network Security** - мережева безпека;
- ▶ **802.11 - Wireless Networks** - бездротові мережі; (IEEE 802.11n - для мереж Wi-Fi)
- ▶ **802.12 - Demand Priority Access LAN, 100VG-AnyLAN** - локальні мережі з методом доступу на вимогу з пріоритетами.
- ▶ **802.15 Wireless Personal Area Networks** -Стандарт на радіоінтерфейс Bluetooth для побудови персональних бездротових мереж WPAN
- ▶ **802.16 Broadband Wireless Metropolitan Area Networks-** Стандарт на побудову міських бездротових мереж WiMAN

OSI Reference Model



OSI Reference Model

7. Application

6. Presentation

5. Session

4. Transport

3. Network

2. Data Link

1. Physical

ТСР-орієнтований

ІР-орієнтований

802.2 Logical Link Control (LLC)

MAC

PHY

802.3
Ethernet

802.4
Token Bus

802.5
Token Ring

802.11
Wireless LAN

PL

"товстий"
коаксіал

10 Base - 5

"тонкий"
коаксіал

10 Base - 2

неекранована віта
пара (УТР)

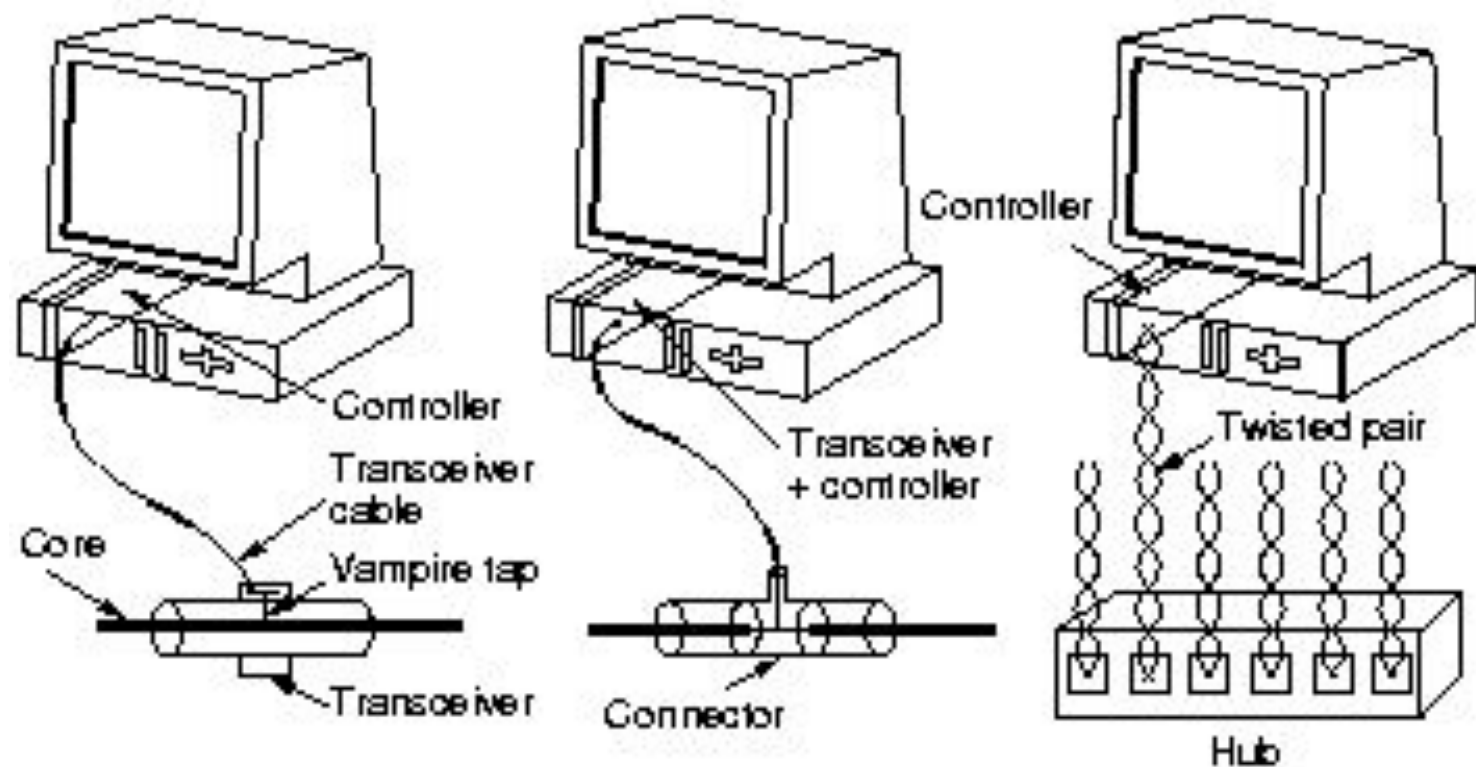
10 Base - T

оптоволокло

10 Base - F

неекранована віта
пара (УТР)
оптоволокло

100 Base - T



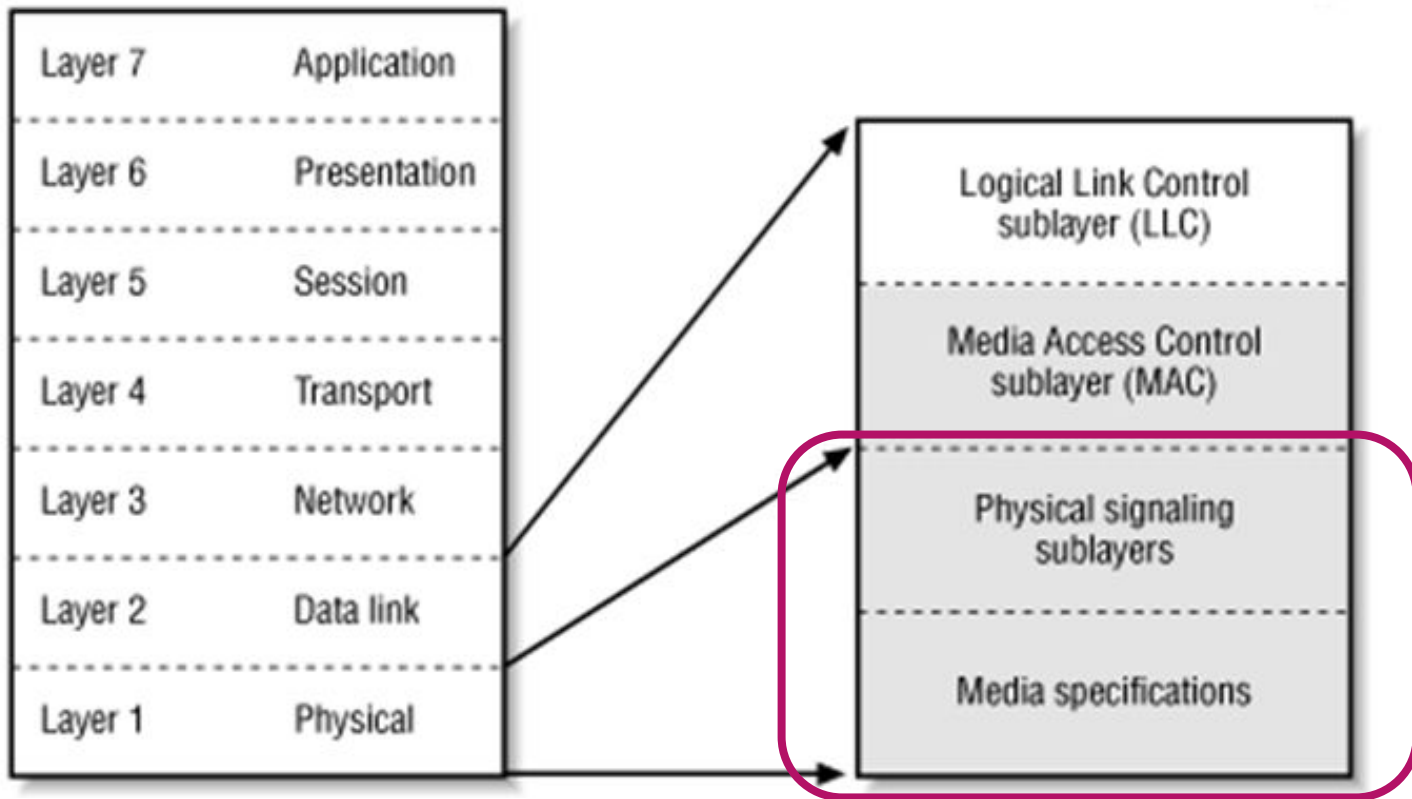
(a) 10Base5.

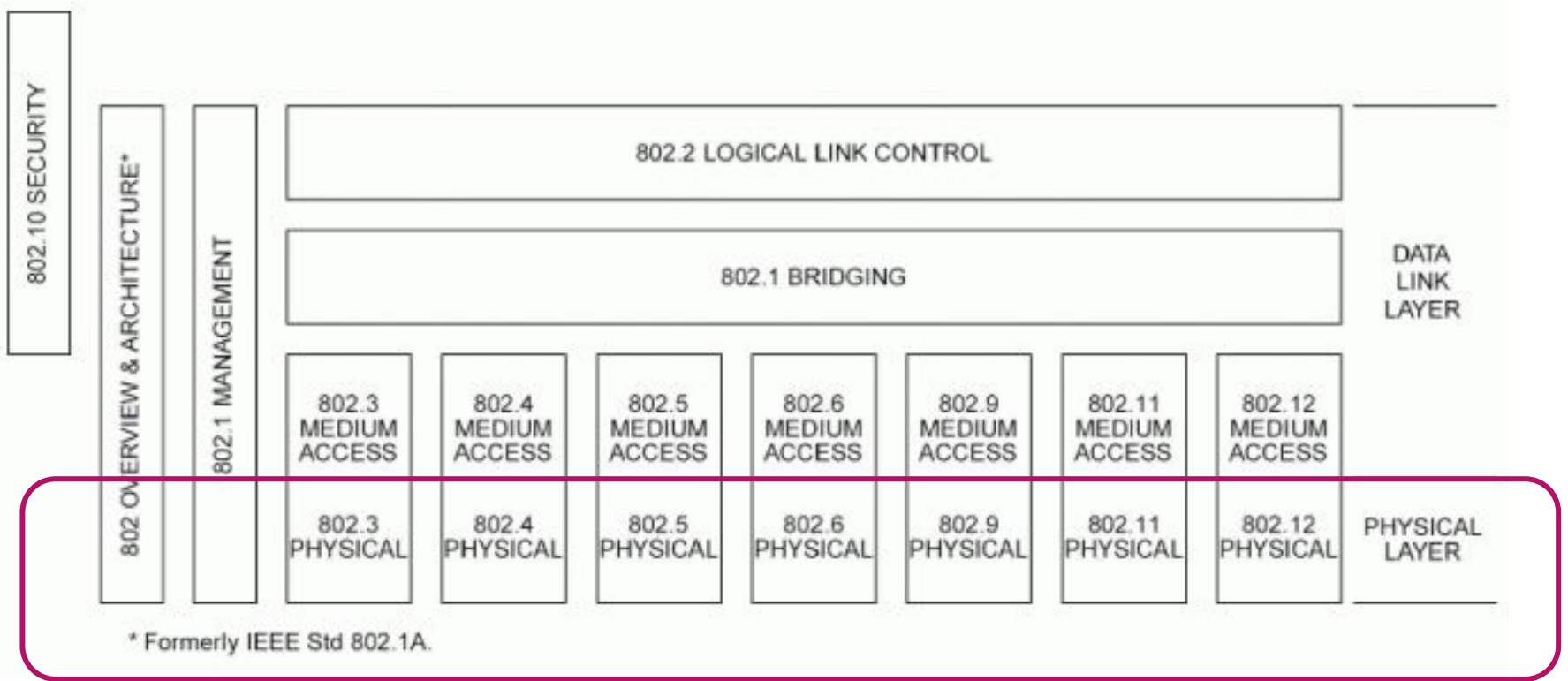
(b) 10Base2.

(c) 10Base-T.

Three kinds of 802.3 cabling.

Особливості фізичного рівня



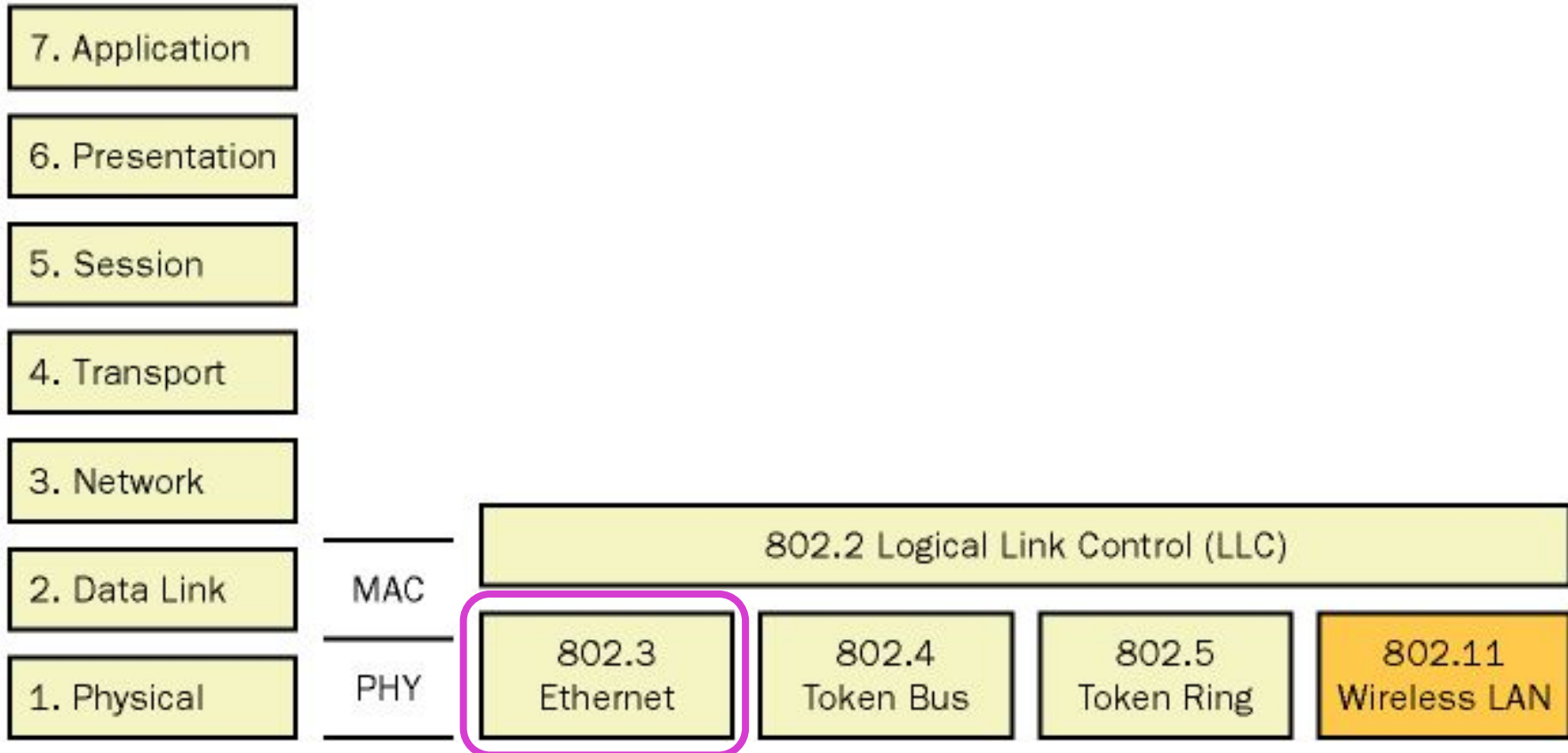


Фізичний рівень визначається середовищем передавання, топологією та типом LAN



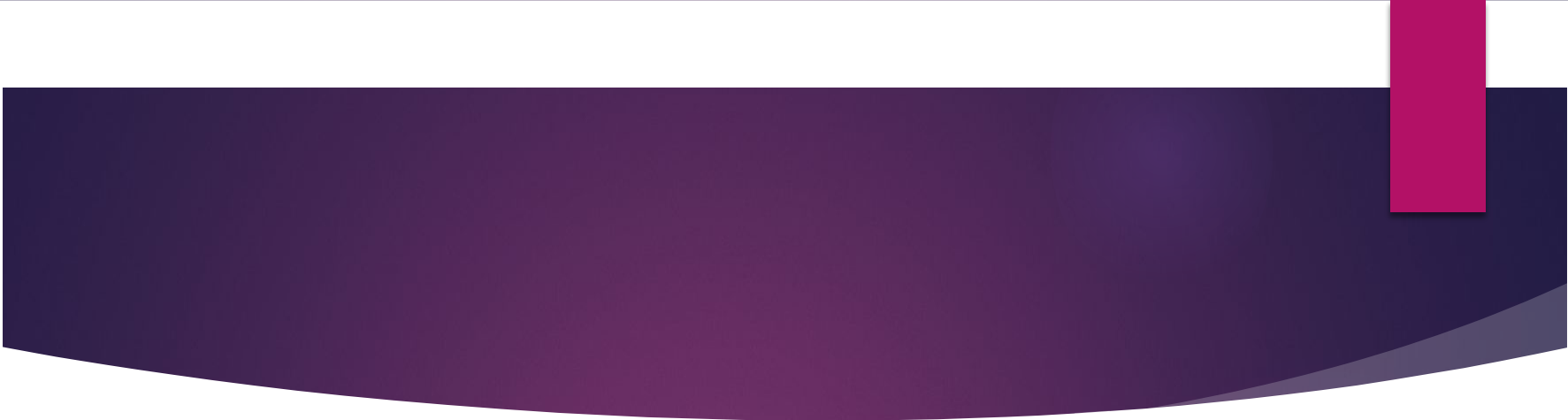
Технологія Ethernet (802.3)

OSI Reference Model



Історична довідка

- ▶ Перша мережа множинного доступу: радіомережа ALOHA, Гавайський університет
- ▶ **Ethernet** — це мережевий стандарт, заснований на експериментальній мережі Ethernet Network, який фірма **Xerox** розробила і реалізувала в **1975 році**
- ▶ **У 1980 році** фірми **DEC, Intel і Xerox** спільно розробили й опублікували стандарт **Ethernet версії II** для мережі, побудованої на основі коаксіального кабелю, який став останньою версією фірмового стандарту Ethernet.
- ▶ На основі стандарту Ethernet II був розроблений стандарт **IEEE 802.3**

- 
- ▶ у 1995 році був прийнятий стандарт Fast Ethernet
 - ▶ у 1998 році був прийнятий стандарт Gigabit Ethernet

Ethernet. Узагальнення

Ethernet – архітектура мереж:

- на основі ЛОГІЧНІЙ ТОПОЛОГІЇ ШИНИ,
- з множинним доступом до середовища передавання,
- з методом доступу до середовища передавання CSMA/CD,
- на основі **стандарту IEEE 802.3.**

Ethernet. Узагальнення

За фізичною реалізацією розрізняють:

- ▶ **10Base5 – Thick ("товстий") Ethernet;**
- ▶ **10Base2 – Thin ("тонкий") Ethernet;**
- ▶ 10BaseT – Twisted–pair Ethernet (Ethernet на витій парі);
- ▶ 10BaseF – стандарти мережі на оптоволоконному кабелі;
- ▶ 100BaseT – стандарти FastEthernet на витій парі (100BaseT4, 100BaseTX)
- ▶ Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet

- ▶ **1000BASE-T** - Стандарт Ethernet із швидкістю 1 Гбіт/с., на основі UTP категорії 5e/6. **1000BASE-TX**, - використовує тільки UTP категорії 6.
- ▶ **1000BASE-SX** - Стандарт Ethernet із швидкістю 1 Гбіт/с., на основі багатомодового волокно (без повторювача до 550 метрів).
- ▶ **1000BASE-LX** - Стандарт Ethernet із швидкістю 1 Гбіт/с., оптимізовано для використання одномодового волокна (без повторювача до 10 кілометрів).
- ▶ **1000BASE-LH** (Long Haul) - технологія, використовує одномодовий оптичний кабель, дальність без повторювача до 100 кілометрів.

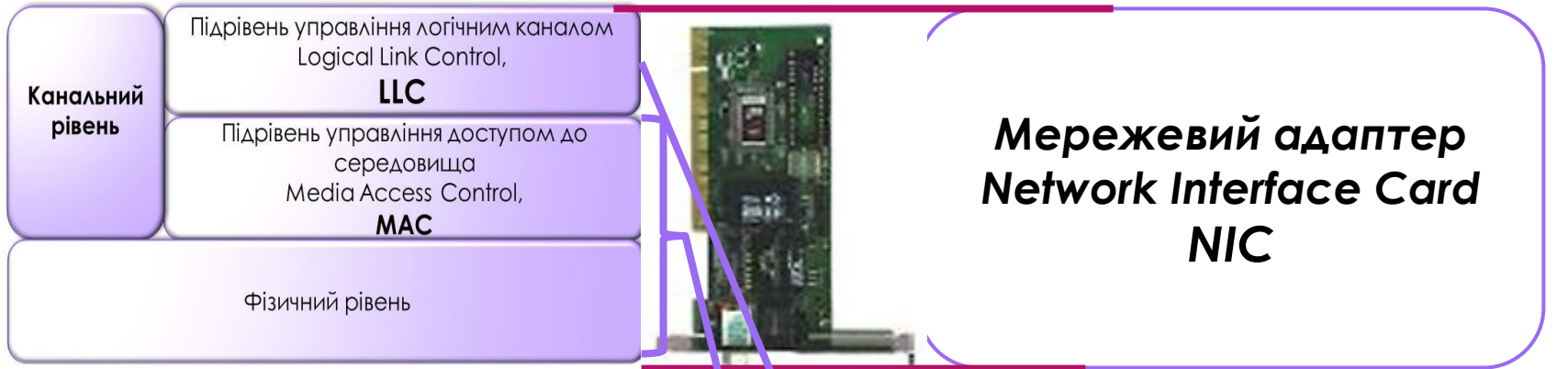
10 Gigabit Ethernet

- ▶ **10GBASE-CX4, 10GBASE-T** - технологія 10-гігабітного Ethernet для коротких відстаней до 15 метрів, та до 100 метрів (UTP 6) відповідно.
- ▶ **10GBASE-SR** - технологія 10-гігабітного Ethernet для коротких відстаней (до 26 або 82 метрів, залежно від типу кабелю). Підтримує відстані до 300 метрів з використанням багатомодового волокна.
- ▶ **10GBASE-LX4 , 10GBASE-LR і 10GBASE-ER** - до 300 метрів по багатомодовому волокні, до 10 кілометрів, 40 кілометрів відповідно.
- ▶ **10GBASE-SW, 10GBASE-LW і 10GBASE-EW** - використовуюються інтерфейс OC-192/STM-64 SONET/SDH

Перспективи

Розробляються стандарти Ethernet

- ▶ - 40 Gigabit Ethernet (40GbE)
- ▶ - 100 Gigabit Ethernet (100GbE).



LLC реалізується модулем операційної системи (NDIS)

MAC та фізичний рівень реалізується парою мережевий адаптер+ драйвер

Кадри Ethernet

- ✓ ФОРМАТ MAC-АДРЕСИ
- ✓ ФОРМАТИ КАДРІВ
ETHERNET
- ✓ ФОРМАТИ КАДРІВ LLC

Формати кадрів Ethernet

- ▶ **Кадр Ethernet DIX, Ethernet Version, 2 Ethernet II.** З'явився в результаті роботи консорціуму трьох фірм **Digital, Intel і Xerox** в 1980 році, який представив на розгляд комітету 802.3 свою фірмову версію стандарту Ethernet в якості проекту міжнародного стандарту.
- ▶ **Кадр 802.3/LLC (кадр Novell 802.2)**
- ▶ **Кадр Raw 802.3 (кадр Novell 802.3)**
- ▶ **Кадр Ethernet SNAP**

Структура кадра (фрейма) Ethernet

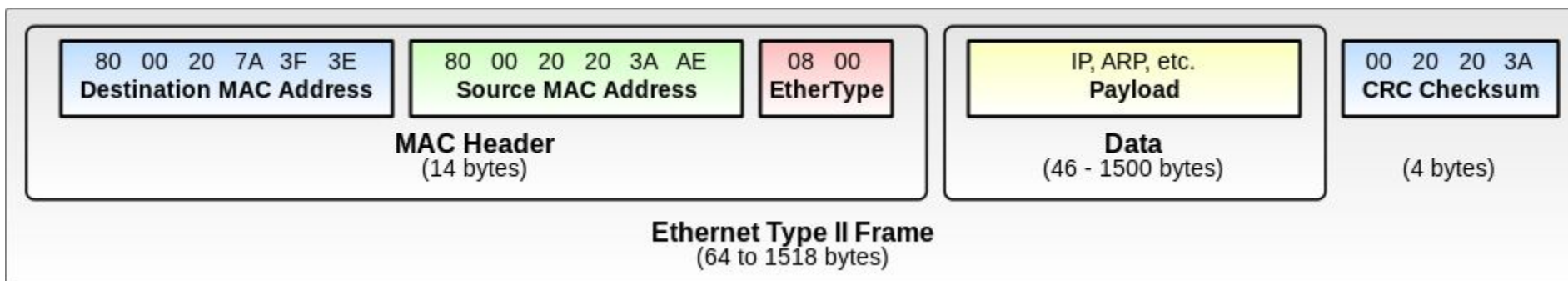
Преамбула	Заголовок	Дані	Контрольна сума
8 байтів	14 байтів	46–1500 байтів	4 байтів

Послідовність для синхронізації приймача, що закінчується маркером початку пакета

Містить MAC-адреси пунктів призначення та передавання (по 6 байтів) та поле довжини (IPX/SPX) або типу протоколу (TCP/IP)

Вмістиме цього блока залежить від типу кадру

CRC-код для контролю вірогідності передавання



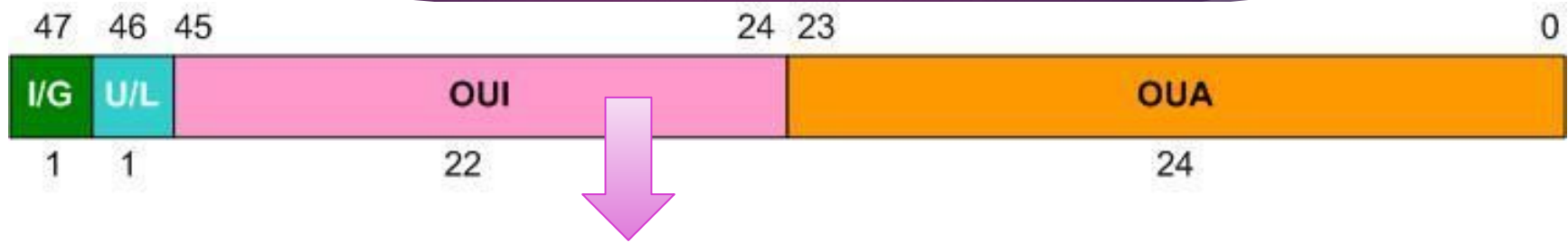
Призначення MAC-адреси

- ▶ Служать для ідентифікації мережевих інтерфейсів мережі Ethernet
- ▶ Регламентовані стандартом IEEE 802
- ▶ Довжина 6 байт (48 біт)
- ▶ Форма запису - шість шістнадцяткових чисел:

1C-75-08-D2-49-45

1C: 75: 08: D2: 49: 45

Формат MAC-адреси

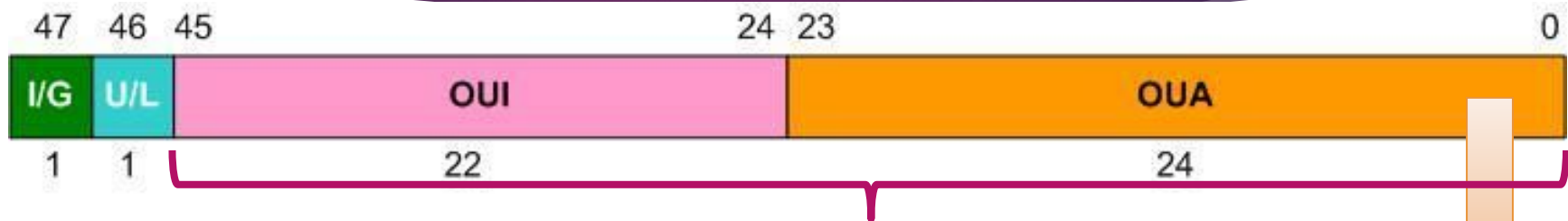


Організаційно-унікальний ідентифікатор
-Organizationally Unique Identifier - **OUI**

IEEE виділяє **унікальні ідентифікатори** для виробників мережевого устаткування.

(<http://standards.ieee.org/regauth/oui/index.shtml> організована можливість пошуку інформації про виробника за значенням OUI)

Формат MAC-адреси

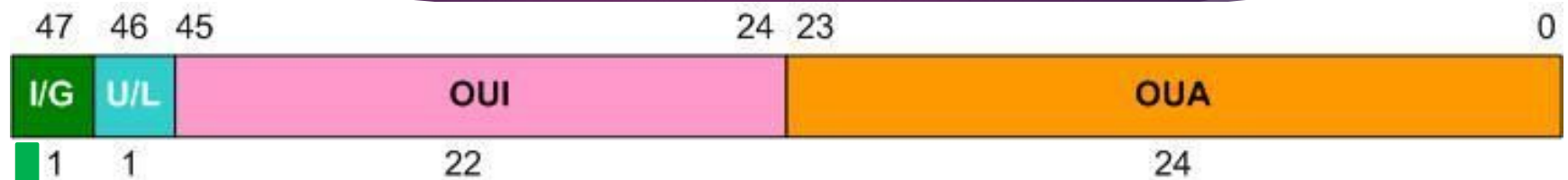


OUI + OUA забезпечує унікальність MAC-адреси

Організаційно-унікальна адреса
Organizationally Unique Address- **OUA**,

Призначається виробником мережевого обладнання.

Формат MAC-адреси



I/G -Індивідуальний –unicast/ Груповий-multicast

I/G=0 – Індивідуальний (unicast)

I/G=1- Груповий (multicast)

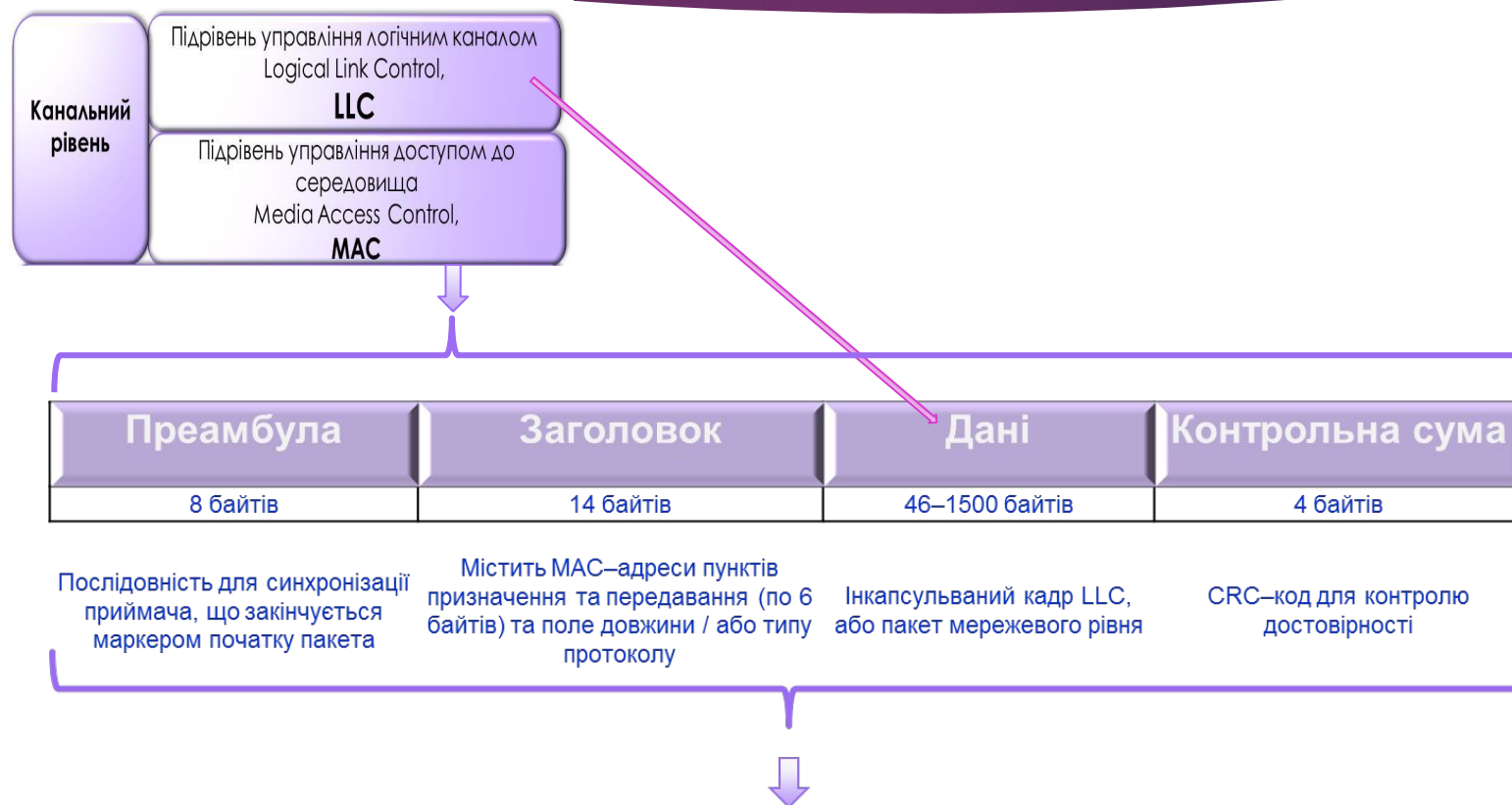
U/L –унікальний/локальний

U/L=1 вказує на локальну адресацію

U/L=0 унікальний в глобальному аспекті

U/L=0 I/G=0 стандартні унікальні адреси, присвоєні інтерфейсу його виробником

Структура кадра (фрейма) Ethernet



64-1518 байт !!!

Ethernet II (Ethernet DIX)

Історично першим типом кадру є так званий кадр **Ethernet II** або **Ethernet DIX**, де DIX - перші літери назв фірм **DEC**, **Intel** і **Xerox**, які розробили цей формат.

Ethernet II з'явився під час появи і розвитку Інтернет і в даний час він використовується для перенесення в локальних мережах пакетів протоколу **IP** із стеку TCP / IP.

Ethernet II

Preamble	SFD	DA	SA	E-Type	Payload	FCS
7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46–1500 байт	4 байт
Препамбула (8 байт)		Заголовок (14 байт)			Поле даних	Поле контролю

Preamble –відповідає за синхронізацію передавання та приймання даних мережевими адаптерами, містить код -**10101010**

Початковий обмежувач кадру-SFD,Start-of-Frame-Delimiter містить код- **10101011**.

Ethernet II

Preamble	SFD	DA	SA	E- Type	Payload	FCS	
7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46–1500 байт	4 байт	
Преамбула (8 байт)		Заголовок (14 байт)			Поле даних		Поле контролю

DA (Destination Address) – Адрес призначення. MAC адрес порта- отримувача.

SA (Source Address) – Адрес відправника. MAC адрес порта- відправника.

Ethernet II

Preamble	SFD	DA	SA	E-Type	Payload	FCS	
7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46–1500 байт	4 байт	
Препамбула (8 байт)		Заголовок (14 байт)			Поле даних		Поле контролю

E-TYPE (EtherType) – тип протоколу. Ідентифікує L3 (Layer 3) протокол. Перевищує значення 1500 байт (05DC_H)!!!

Наприклад:

IPv4 : 0x0800

IPv6 : 0x86DD

802.1Q : 0x8100

Список всіх EtherType

standards.ieee.org/develop/regauth/ethertype/eth.txt

Ethernet II

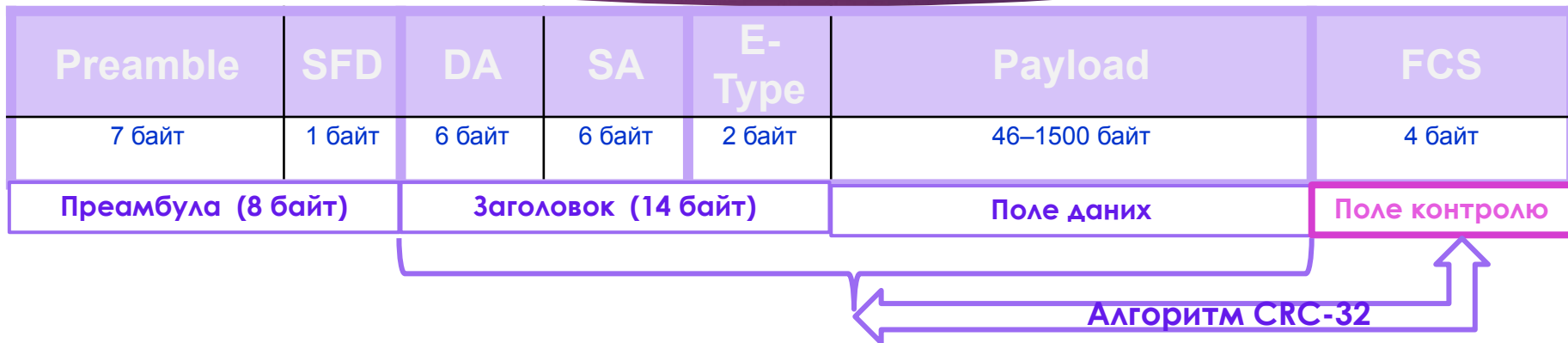
Preamble	SFD	DA	SA	E-Type	Payload	FCS
7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46–1500 байт	4 байт
Препамбула (8 байт)		Заголовок (14 байт)			Поле даних	Поле контролю

Payload- поле даних – L3 (Layer 3) пакет розміром від 46 до 1500 байт.

Тип пакету L3 визначається полем E-Type

Preamble	SFD	DA	SA	86DD	IPv6	FCS
7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46–1500 байт	4 байт

Ethernet II



FCS (Frame Check Sequences) – поле контрольної суми – контрольна сума кадру (поля DA, SA, E-Type, Payload), обчислена за алгоритмом CRC-32.

Кадр Raw 802.3/Novell 802.3

Формат Ethernet II (DIX) має недолік:

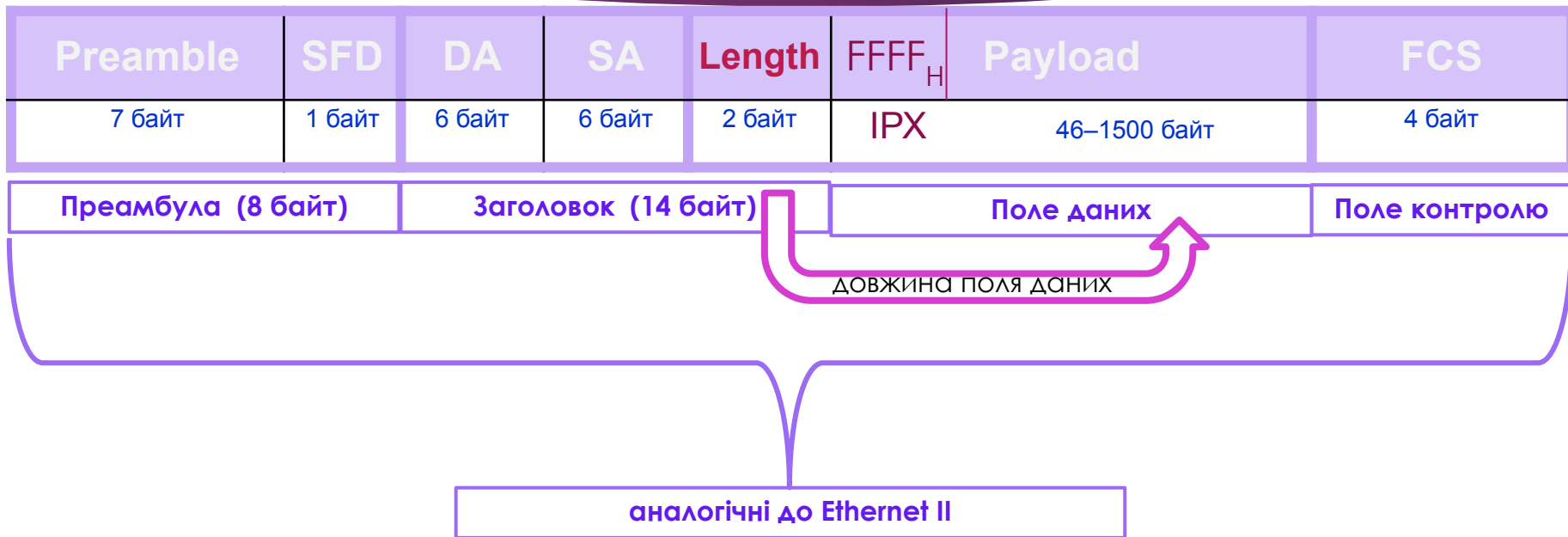
- ▶ *якщо передача кадру раптово перервалася, то одержувач такого незавершеного кадру буде приймати його як цілий і знайде помилку тільки після повного його приймання та розрахунку контрольної суми.*

Фірма Novell запропонувала формат кадру **Novell 802.3 або Raw 802.3**, в якому поле тип протоколу (E-TYPE, EtherType) замінено на **Length**, L -довжина поля даних.

Незавершений кадр буде видалений без розрахунку контрольної суми,

Використовується для перенесення стека протоколів IPX / SPX операційної системи Novell Netware, оскільки відсутня ідентифікація протоколів.

Кадр Raw 802.3/Novell 802.3

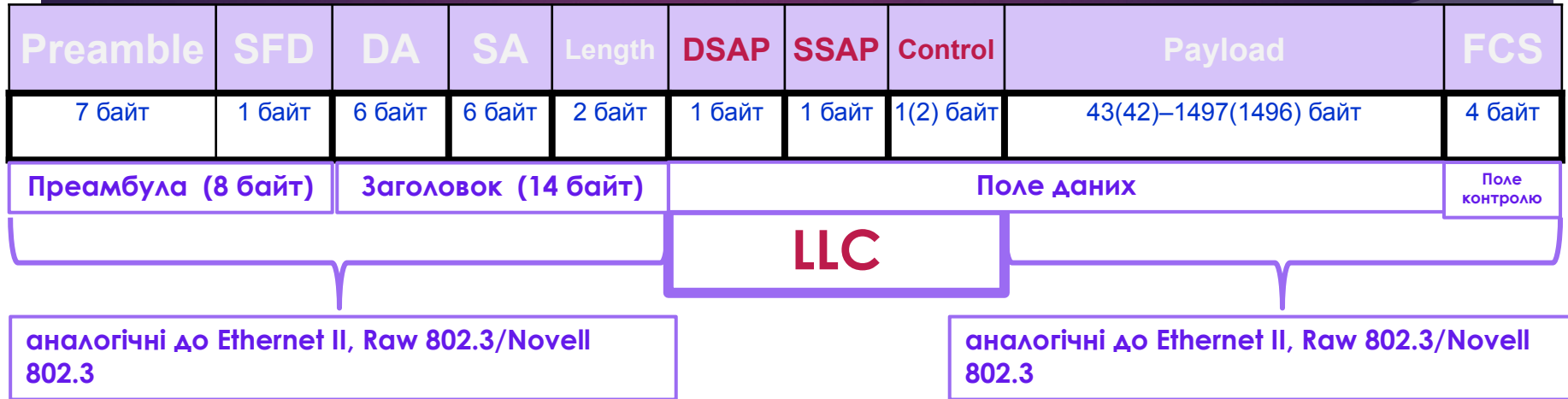


L-Length- довжина поля даних (Length Payload)

Кадр Ethernet 802.3/802.2 LLC

- ▶ Оскільки технологія Ethernet стала масово використовуватись, тому IEEE розробив третій формат кадру **Ethernet 802.3 / LLC**, в якому додано так званий підзаголовок LLC з ідентифікаторами протоколів верхніх рівнів на стороні одержувача і на стороні відправника.

Ethernet 802.3/802.2 LLC



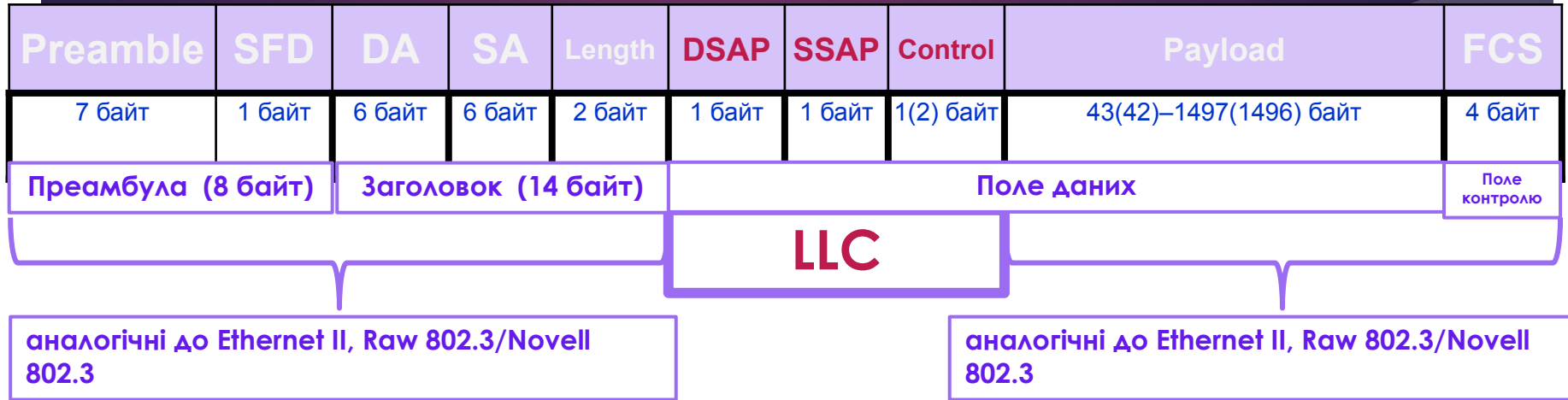
- ▶ **DSAP, Destination Service Access Point** -точка доступу до сервісу одержувача
- ▶ **SSAP, Source Service Access Point**-точки доступу до сервісу відправника

Як правило ці поля мають однакові значення

Наприклад: для протоколу **IP** - **06_H**, **IPX** - **E0_H**, для **NetBIOS** -**F0_H**.

- ▶ Список всіх **DSAP,SSAP**—standards.ieee.org/develop/regauth/llc/public.html

Ethernet 802.3/802.2 LLC



Поле управління, Control –

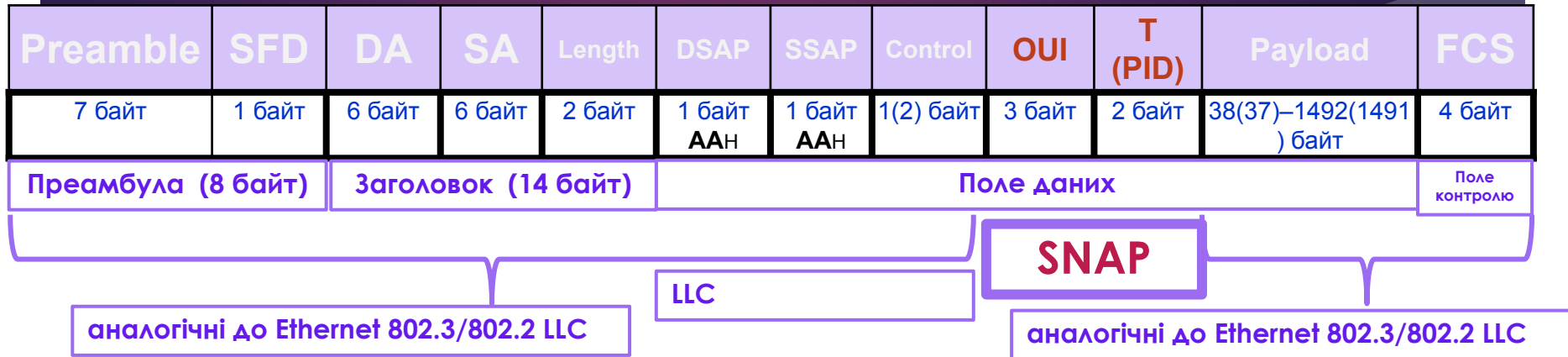
- ▶ залежить від виду процедур **LLC**: LLC1, LLC2, LLC3
 - ▶ використовується для позначення типу кадру даних: інформаційний, керуючий або нумерований
- Зазвичай в **Ethernet** використовуються **нумеровані кадри** (значення поля 03н).
- ▶ Максимальний розмір поля даних зменшується до 1497 (1496) байт.

Кадр Ethernet SNAP

- ▶ **SNAP, SubNetwork Access Protocol** - протокол доступу до підмереж.

Однобайтові поля DSAP і SSAP можуть адресувати не більше 256 унікальних ідентифікаторів.

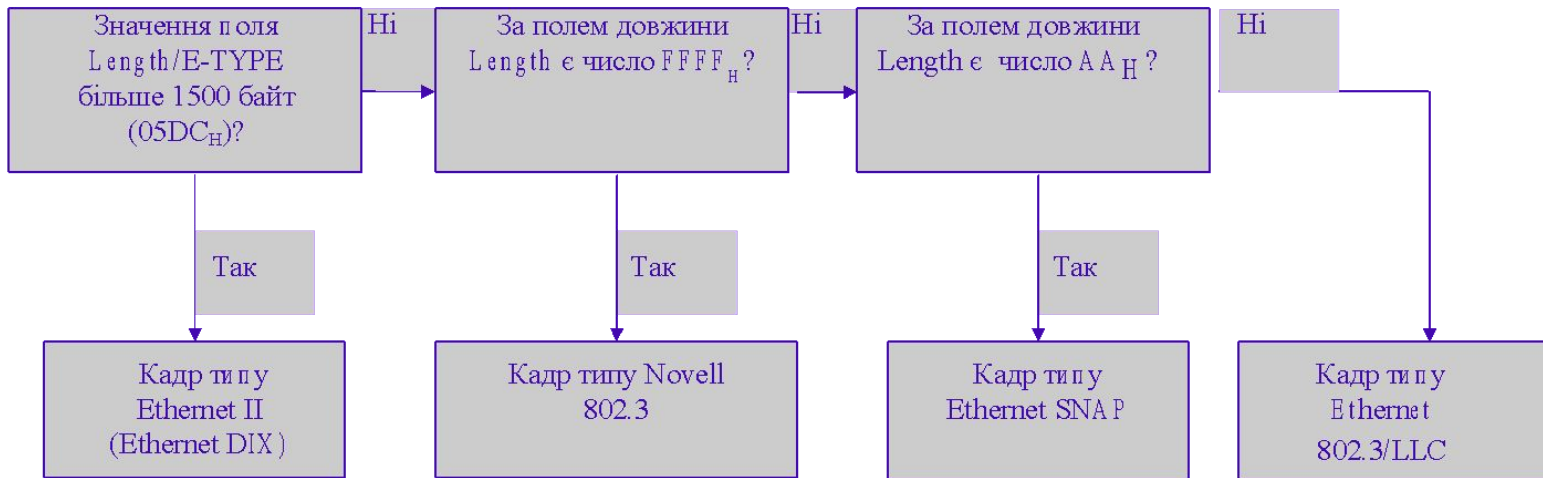
Кадр Ethernet SNAP



- ▶ В поля DSAP та SSAP при використанні SNAP записуються значення **AAH**
- ▶ **OUI (Організаційно-унікальний ідентифікатор)**- Унікальний ідентифікатор організації виробника мережевого обладнання.
Наприклад: Cisco Systems=00 00 0C H
- ▶ **T (PID)-Type (Protocol ID)**- тип (ідентифікатор) протоколу L3. Аналогічно полю **E-TYPE (EtherType)** кадру **Ethernet II**

Преамбула (8 байт)		Заголовок (14 байт)			Поле данных				Поле контроля		
Кадр Ethernet II (Ethernet DIX)											
Preamble	SFD	DA	SA	E- Type	Payload 46–1500 байт				FCS		
Кадр Raw 802.3/Novell 802.3											
Preamble	SFD	DA	SA	Length	FFFF _H	Payload 46–1500 байт			FCS		
Кадр Ethernet 802.3/802.2 LLC											
Preamble	SFD	DA	SA	Length	DSAP	SSAP	Control	Payload 43(42)–1497(1496) байт		FCS	
Кадр Ethernet SNAP											
Preamble	SFD	DA	SA	Length	DSAP AAH	SSAP AAH	Control 03	OUI	T (PID)	Payload 38(37)–1492(1491) байт	FCS
7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46–1500 байт				4 байт		

Алгоритм визначення типу кадру



Формат кадру LLC

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1(2) байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

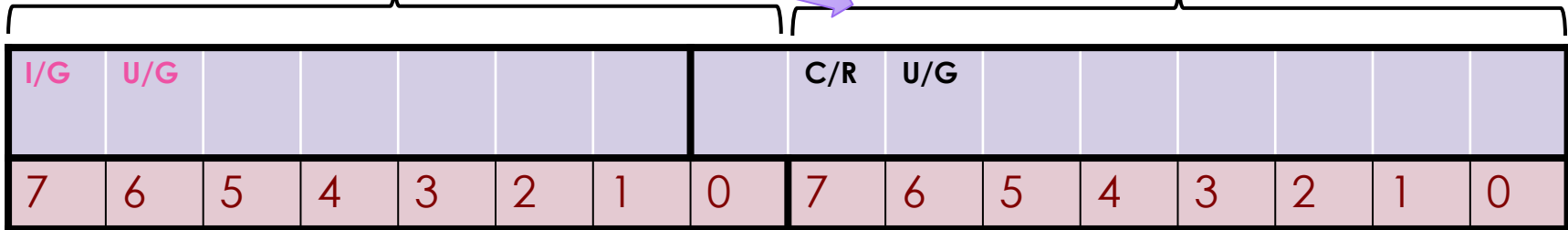
- ▶ **Стартовий байт (прапор)/Стоповий байт (прапор)**
послідовність 0111 1110. Унікальність забезпечується біт-стафінгом!!!.
- ▶ **DSAP, Destination Service Access Point** -точка доступу до сервісу отримувача
- ▶ **SSAP, Source Service Access Point**-точка доступу до сервісу відправника
- ▶ **DATA**- данні L3

Формат кадру LLC



DSAP

SSAP



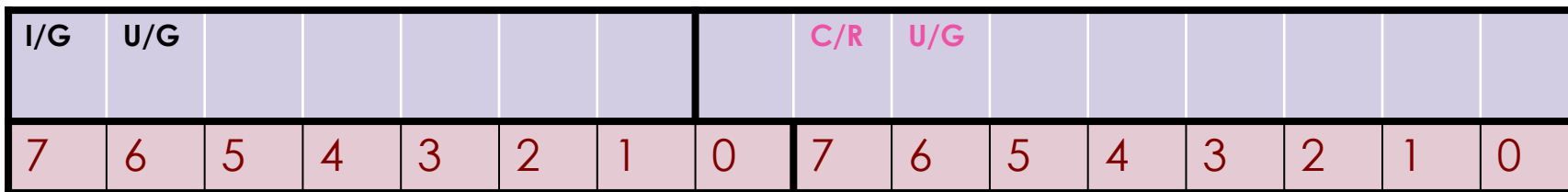
- ▶ **I/G = 0** індивідуальна (unicast) точка доступу до сервісу
- ▶ **I/G = 1** групова (multicast) точка доступу до сервісу
- ▶ **U/G = 0** глобально адміністрована точка доступу до сервісу
- ▶ **U/G = 1** локально адміністрована точка доступу до сервісу

Формат кадру LLC

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1(2) байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

DSAP

SSAP



- ▶ **C/G = 0** КОМАНДА
- ▶ **C/G = 1** ВІДПОВІДЬ
- ▶ **U/G = 0** глобально адміністрована точка доступа до сервісу
- ▶ **U/G = 1** локально адміністрована точка доступа до сервісу

Формат кадру LLC

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1(2) байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

Відповідно до стандарту IEEE 802.2 **Підрівень управління логічним каналом**, *Logical Link Control, LLC надає* верхнім рівням три типи процедур:

- ▶ **LLC1, Type 1, Connectionless** - процедура без встановлення з'єднання і без підтвердження;
- ▶ **LLC2, Type 2, Connection-Oriented** - процедура з встановленням з'єднання і з підтвердженням;
- ▶ **LLC3, Type 3, acknowledged connectionless**- процедура без встановлення з'єднання, але з підтвердженням.

Формат кадру LLC

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1(2) байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

- ▶ **LLC1** дейтаграмний режим, використовується у стеках протоколів **TCP/IP, IPX/SPX**;
- ▶ **LLC2** використовується у стеках протоколів -**NetBEUI (NetBIOS)** ;
- ▶ **LLC3** використовується в системах управління технологічними процесами

Формат кадру LLC

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	2 Байт I-FRAME,S-FRAME	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

За своїм призначенням всі кадри підрівня LLC поділяються на три типи:

- ▶ **Інформаційні кадри (Information, I-frame)** призначені для передачі інформації в процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2 і повинні обов'язково містити поле інформації. В процесі передачі інформаційних блоків здійснюється їх нумерація.
- ▶ **Керуючі кадри (Supervisory, S-frame)** призначені для передачі команд і відповідей у процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2, в тому числі і запитів на повторну передачу.

Формат кадру LLC

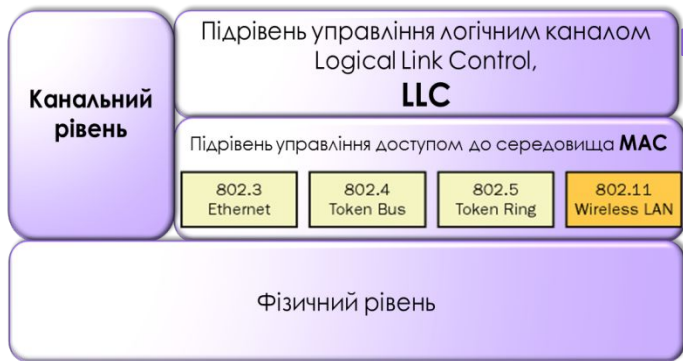
Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1 байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

Ненумеровані кадри (Unnumbered, U-frame) призначені для :

- ▶ в процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2 - встановлення і роз'єднання логічного з'єднання, передавання інформації про помилки.
- ▶ в процедурах без встановлення логічного з'єднання LLC1, LLC3 - передачі інформації (нумерованих команд і відповідей) ідентифікацію та тестування LLC-підрівня.

**Принципи побудови
та архітектура
локальних
комп'ютерних мереж**

**ПРОЦЕДУРИ ТА
РЕЖИМИ LLC**



Формат кадру LLC

Режими

LLC1, Type 1, Connectionless - процедура без встановлення з'єднання і без підтвердження; використовується у стеках протоколів **TCP/IP, IPX/SPX**;

LLC2, Type 2, Connection-Oriented - процедура з встановленням з'єднання і з підтвердженням; використовується у стеках протоколів **-NetBEUI (NetBIOS)** ;

LLC3, Type 3, acknowledged connectionless- процедура без встановлення з'єднання, але з підтвердженням; використовується в системах управління технологічними процесами.



Інформаційні кадри (Information, I-frame) призначені для передачі інформації в процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2 і повинні обов'язково містити поле інформації. В процесі передачі інформаційних блоків здійснюється їх нумерація.

Керуючі кадри (Supervisory, S-frame) призначені для передачі команд і відповідей у процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2, в тому числі і запитів на повторну передачу.

Ненумеровані кадри (Unnumbered, U-frame) призначені для :

- в процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2 – встановлення логічного з'єднання і роз'єднання, передавання інформації про помилки.
- в процедурах без встановлення логічного з'єднання LLC1, LLC3 - передачі інформації, команд і відповідей, ідентифікацію та тестування LLC-підрівня.

LLC протокол

LLC протокол – синхронний біт-орієнтований протокол, що базується на процедурах високорівневого управління каналом передачі даних.

LLC протокол забезпечує передачу кадрів через фізичні канали, спотворення в яких викликають:

- ▶ помилки в кадрах,
- ▶ втрату та дублювання кадрів,
- ▶ порушення порядку поступлення кадрів.

LLC протокол дозволяє організувати надійний канал передавання кадрів через фізичні канали із спотворенням.

LLC протокол

- ▶ LLC протокол визначає режим логічного з'єднання для дуплексного або напівдуплексного зв'язку.
- ▶ LLC протокол забезпечує з'єднання типу «unicast» або «multicast»
- ▶ LLC протокол використовує механізм **ARQ з N-поверненням** з метою відновлення спотворених або втрачених кадрів.

Способи конфігурування каналу зв'язку.

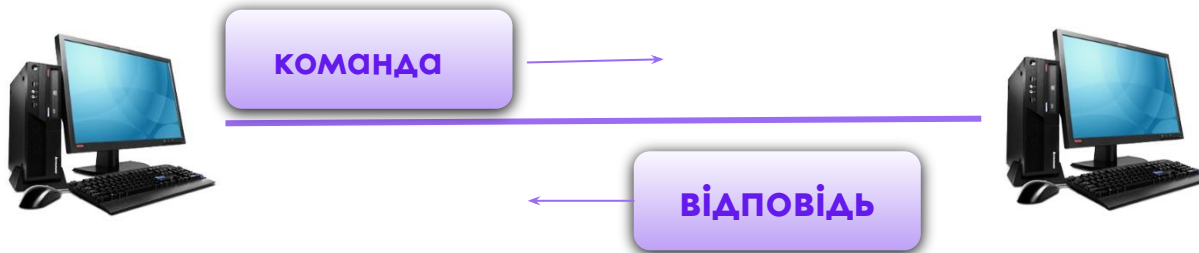
Три типи станцій (вузлів):

- ▶ Первинна (ведуча), P – Primary terminal.
- ▶ Вторинна, S - Secondary terminal
- ▶ Комбінована, C - Combine terminal

Способи конфігурування каналу зв'язку.

- ▶ **Первинна (ведуча), P – Primary terminal.** Здійснює управління каналом і відновлення його працездатності. Формує кадри команд для вторинних станцій. У з'єднаннях multicast підтримує окремі сеанси з кожною із вторинних станцій.

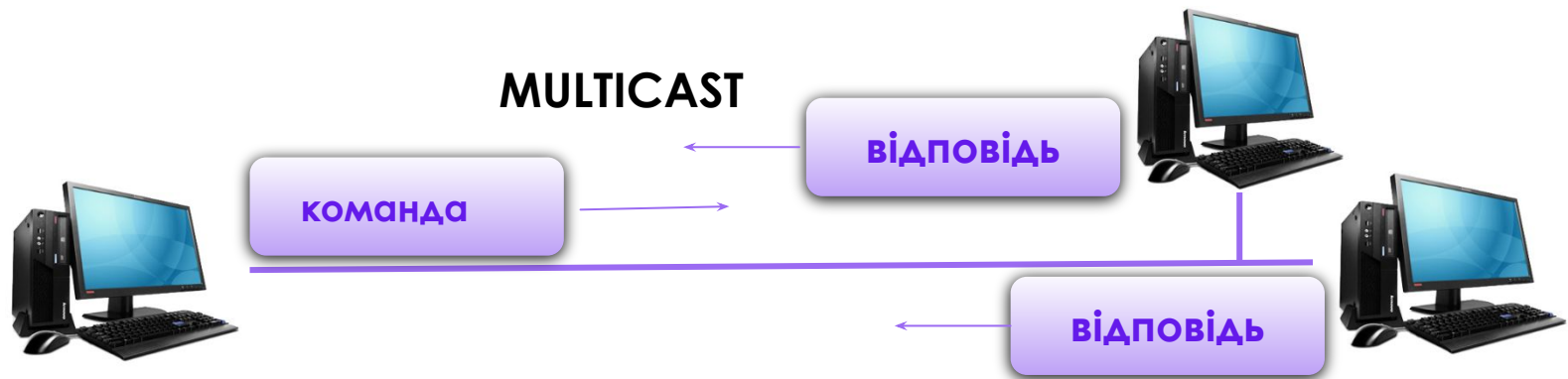
UNICAST



P – Primary terminal

S - Secondary terminal

Способи конфігурування каналу зв'язку.

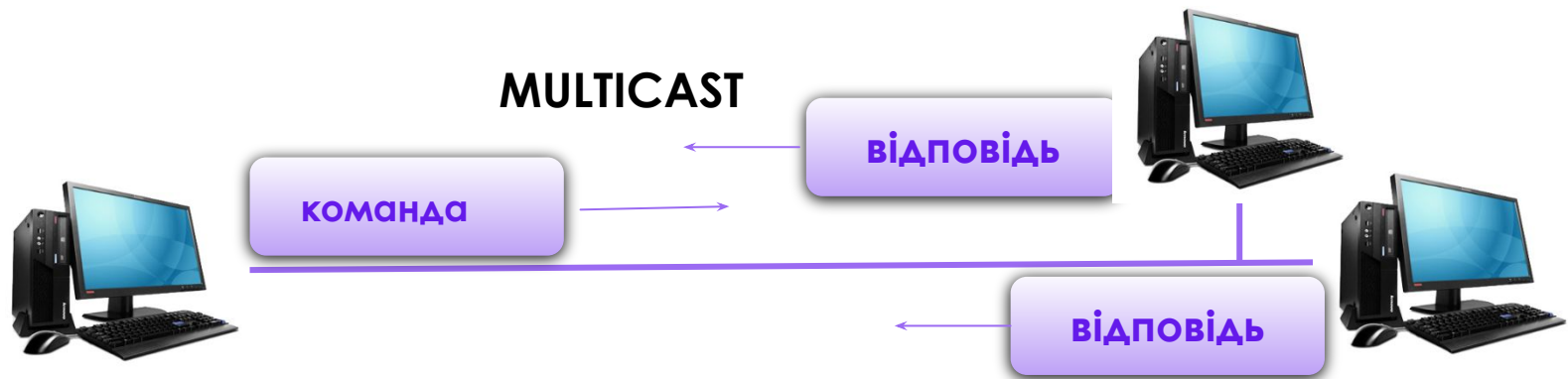


P – Primary terminal

S - Secondary terminal

Способи конфігурування каналу зв'язку.

- ▶ **Вторинна, S - Secondary terminal.** Функціонує тільки під контролем первинної, відповідаючи на її команди. Підтримує тільки один сеанс зв'язку з первинною станцією.

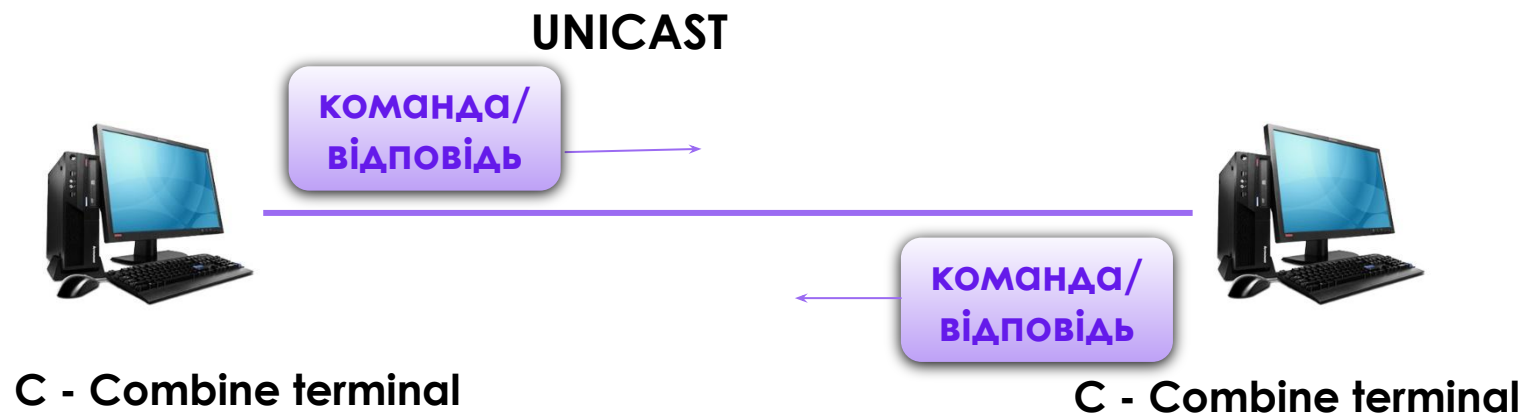


P – Primary terminal

S - Secondary terminal

Способи конфігурування каналу зв'язку.

- ▶ **Комбінована, C - Combine terminal.** Поєднує в собі функції як первинної так і вторинної станції. Формує і команди і відповіді. Підтримує тільки UNICAST.



Способи конфігурування каналу зв'язку

Три логічних стани станції:

- ▶ **Стан ініціалізації IS (Initialization State).** Використовується для передачі команд на віддалену вторинну/комбіновану станцію, обміну параметрами між станціями та їх корекцію в разі необхідності.
- ▶ **Стан передавання інформації ITS (Information Transfer State).** Станціям дозволяється передавати та приймати кадри.
- ▶ **Стан логічного завершення LDS (Logical Disconnect State).** Станція може очікувати дозволу на передавання кадрів від первинної станції, або самовільно ініціювати передачу з використанням **IS**.

Способи конфігурування каналу зв'язку

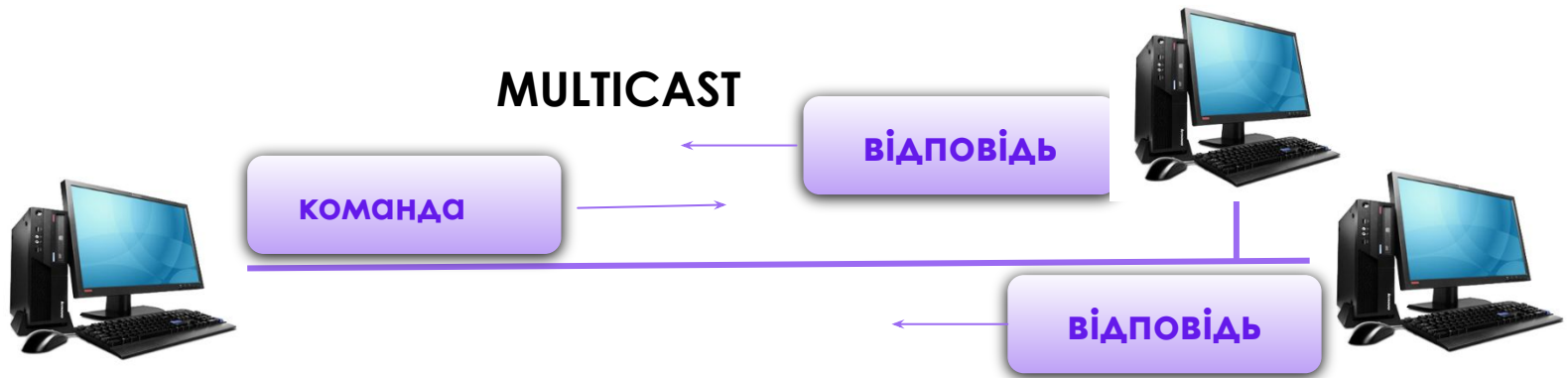
Три режими логічного з'єднання:

- ▶ **Режим нормальної відповіді (NRM - Normal Response Mode)**
- ▶ **Режим асинхронної відповіді (ARM - Asynchronous Response Mode)**
- ▶ **Асинхронний збалансований режим (ABM - Asynchronous Balanced Mode)**

Способи конфігурування каналу зв'язку

Режим нормальної відповіді (NRM - Normal Response Mode).

- ▶ Асиметричний (незбалансований) режим, при якому існує первинна та вторинна станція (**P, S**)
- ▶ Первинна станція подає команди, вторинна тільки відповіді
- ▶ Вимагається ініціація передачі у вигляді дозволу (команди запиту) на передачу кадрів від первинної станції.
- ▶ Після відповіді на команду первинної станції, для продовження передачі, очікується наступний дозвіл.
- ▶ Для вибору права на передачу первинна станція проводить опитування вторинних.
- ▶ В основному використовується в з'єднаннях MULTICAST.



P – Primary terminal

S - Secondary terminal

Способи конфігурування каналу зв'язку

Режим асинхронної відповіді (ARM - Asynchronous Response Mode)

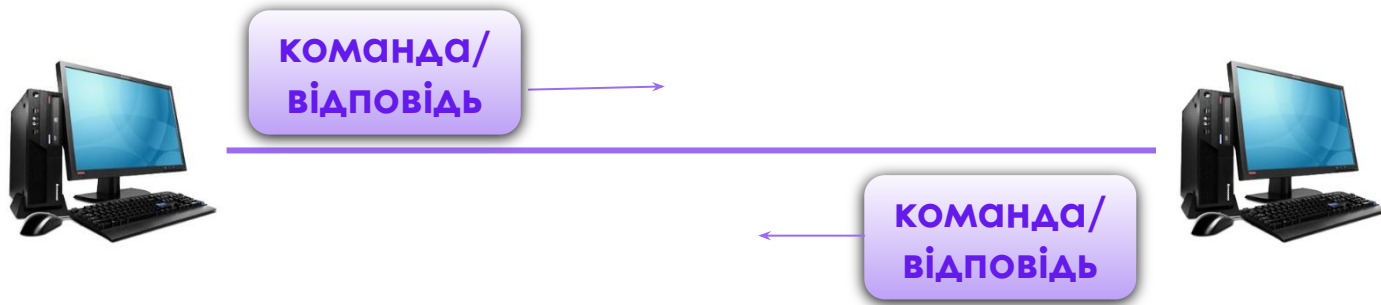
- ▶ Вторинна станція ініціює передачу без дозволу первинної.
- ▶ Дозвіл на передачу кадрів надається за типом «маркер» (token).
- ▶ Використовується в топологіях типу кільце, або маркерна шина.
- ▶ Первинна станція здійснює ініціалізацію, виправлення помилок, логічне роз'єднання.

Способи конфігурування каналу зв'язку

Асинхронний збалансований режим (ABM - Asynchronous Balanced Mode)

- ▶ Всі станції є комбінованими і рівноправними.
- ▶ Станції обмінюються кадрами, які діляться на кадри-команди і кадри-відповіді.
- ▶ Передавання кадрів може бути ініційована будь-якою станцією,
- ▶ Передавання кадрів відбувається в дуплексному режимі

UNICAST



C - Combine terminal

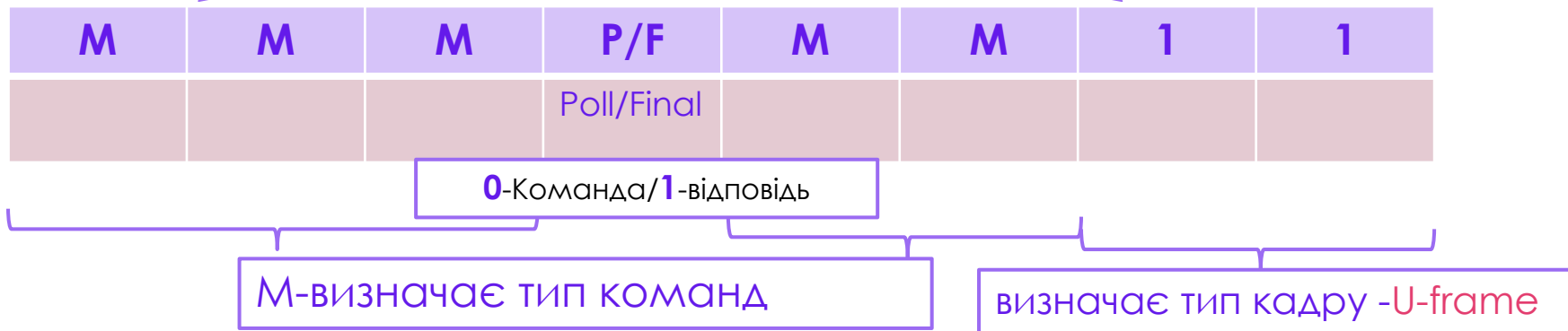
C - Combine terminal

Способи конфігурування каналу зв'язку

- ▶ **Незбалансована конфігурація (UN - Unbalanced Normal)** забезпечує роботу однієї первинної і однієї або декількох вторинних станцій в напівдуплексному і дуплексному режимах.
- ▶ **Симетрична конфігурація (UA - Unbalanced synchronous)** забезпечує взаємодію двох первинна-вторинна станцій. Використовується один канал передачі, в який по чергово передаються команди і відповіді. *(Використовується мало).*
- ▶ **Збалансована конфігурація (BA - Balanced Asynchronous)** забезпечує роботу комбінованих станцій в напівдуплексному і дуплексному режимах.

Ненумеровані кадри Unnumbered, U-frame

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1 байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110



Коди поля М

Код поля М	Мнемоніка	Призначення
00000	UI	Ненумерована інформація (unnumbered)
00001	SNRM	Установка нормальної відповіді (set normal regime mode)
00010	DISC/RD	Процедура роз'єднання (disconnect / request disconnect)
00100	UP	Ненумерований запит передачі (unnumbered poll)
00110	UA	Ненумерована відповідь (unnumbered acknowledgment)
00111	TEST	Тестування системи передавання даних
10000	SIM/RIM	Установка режиму асинхронної відповіді (set initialization mode / request initialization mode)
10001	FRMR	Відмова від кадру (frame reject)
11000	SARM/DM	Установка режиму асинхронної відповіді (set asynchronous acknowledgment regime mode / disconnect mode)
11001	RSET	Повернення в початковий стан
11010	SARME	SARM з розширеною нумерацією
11011	SNRME	SNRM з розширеною нумерацією
11100	SAMB	Установка асинхронного збалансованого режиму
11101	XID	Ідентифікація комутатора (exchange identifier)
11110	SABME	SABM з розширеною нумерацією

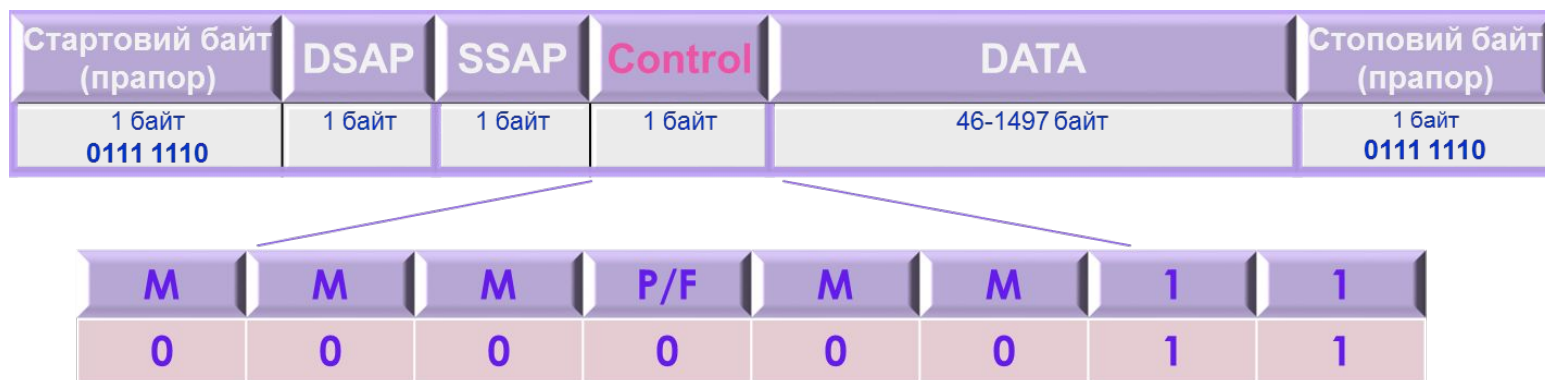
Режим LLC1

LLC1, Type 1, Connectionless - процедура без встановлення з'єднання і без підтвердження

Використовуються тільки нумеровані кадри **U-frame**.

Поле контролю LLC має розмір **1 байт**.

Формат поля наступний:



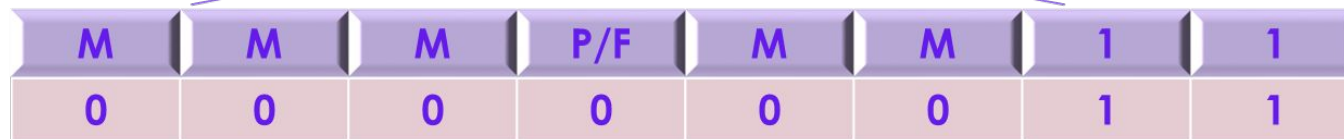
Режим LLC3

LLC3, Type 3, acknowledged connectionless- процедура без встановлення з'єднання, але з підтвердженням

Використовуються тільки нумеровані кадри **U-frame**.

Поле контролю LLC має розмір **1 байт**.

Формат поля наступний:



Передавання
даних

1 - ВІДПОВІДЬ
(підтвердження)

Керуючі кадри Supervisory, S-frame

Керуючі кадри (**Supervisory, S-frame**) призначені:

- ▶ для передачі команд і відповідей у процедурах з встановленням логічного з'єднання LLC2,
- ▶ запитів на повторну передачу,
- ▶ передавання: відмови від встановлення з'єднання; приймач не готовий; приймач готовий

Керуючі кадри Supervisory, S-frame

Стартовий байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповий байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	2 байти	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

0	0	0	0	S	S	0	1	N(R)-порядковий номер							P/F
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

визначає тип кадру -S-frame

0-Команда/1-Відповідь

S-визначає тип команди S-frame

- Відмова (**Reject, REJ**);
- Приймач не готовий (**Receiver Not Ready, RNR**);
- Приймач готовий (**Receiver Ready, RR**).

LLC

Стартовый байт (прапор)	DSAP	SSAP	Control	DATA	Стоповый байт (прапор)
1 байт 0111 1110	1 байт	1 байт	1(2) байт	46-1497 байт	1 байт 0111 1110

MAC

Преамбула (8 байт)		Заголовок (14 байт)			Поле данных				Поле контроля		
Кадр Ethernet II (Ethernet DIX)											
Preamble	SFD	DA	SA	E- Type	Payload 46-1500 байт				FCS		
Кадр Raw 802.3/Novell 802.3											
Preamble	SFD	DA	SA	Length	FFFF _H	Payload 46-1500 байт			FCS		
Кадр Ethernet 802.3/802.2 LLC											
Preamble	SFD	DA	SA	Length	DSAP	SSAP	Control	Payload 43(42)-1497(1496) байт			
Кадр Ethernet SNAP											
Preamble	SFD	DA	SA	Length	DSAP AAH	SSAP AAH	Control 03	OUI	T (PID)	Payload 38(37)- 1492(1491) байт	FCS
7 байт		1 байт	6 байт	6 байт	2 байт	46-1500 байт				4 байт	

Формат кадрів Token Ring. Формат MARKER. Token Format

Starting Delimiter Початок кадру (Початковий обмежувач)	Access Control Управління доступом	Ending Delimiter Закінчення кадру (Кінцевий обмежувач)
Зміна кодування на фізичному рівні	1 байт	Зміна кодування на фізичному рівні

