



LAN

Local Area Network

Silvano GAI

Silvano@polito.it

<http://www.polito.it/~silvano>



Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

LAN (Local Area Network)

- È un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro entro un'area delimitata utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso di errore.

DEFINIZIONE IEEE 802

Perchè le LAN?

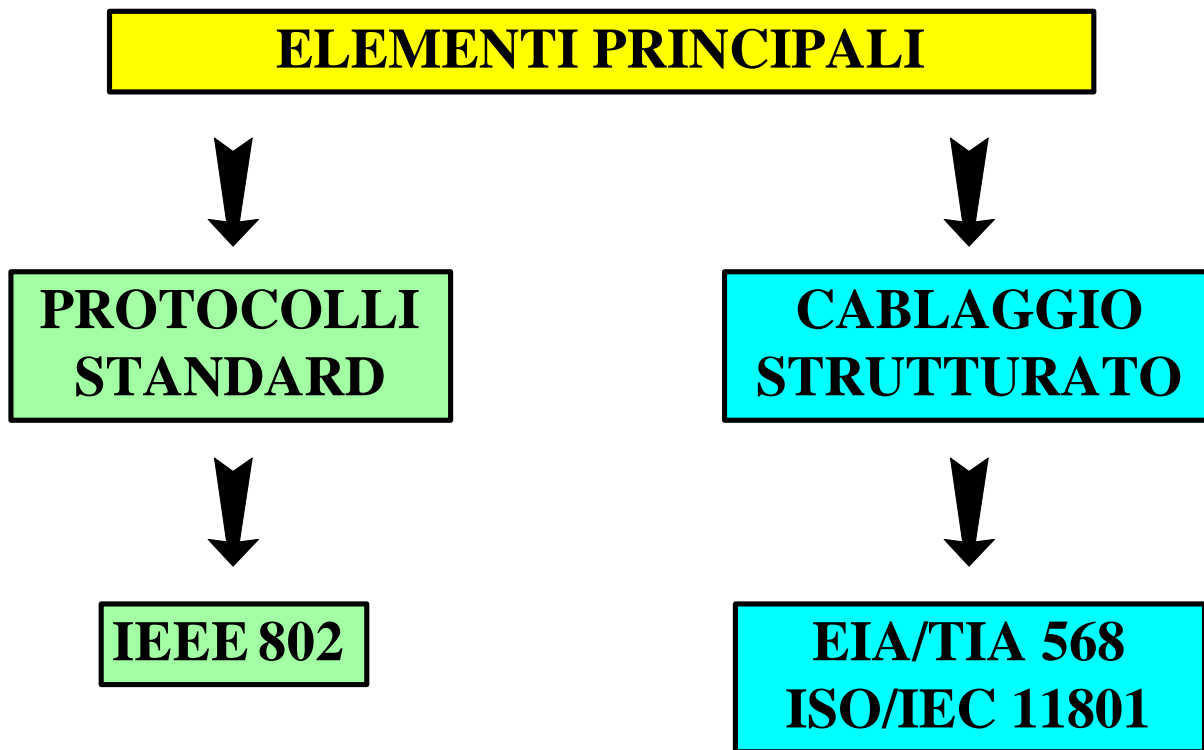
- Perchè la maggior parte delle informazioni è trasmessa localmente

Le trasmissioni locali
sono tipicamente
a burst

La velocità richiesta
è elevata

Mezzo trasmissivo
condiviso da
tutti gli utenti

Gli elementi principali



Attributi di una LAN

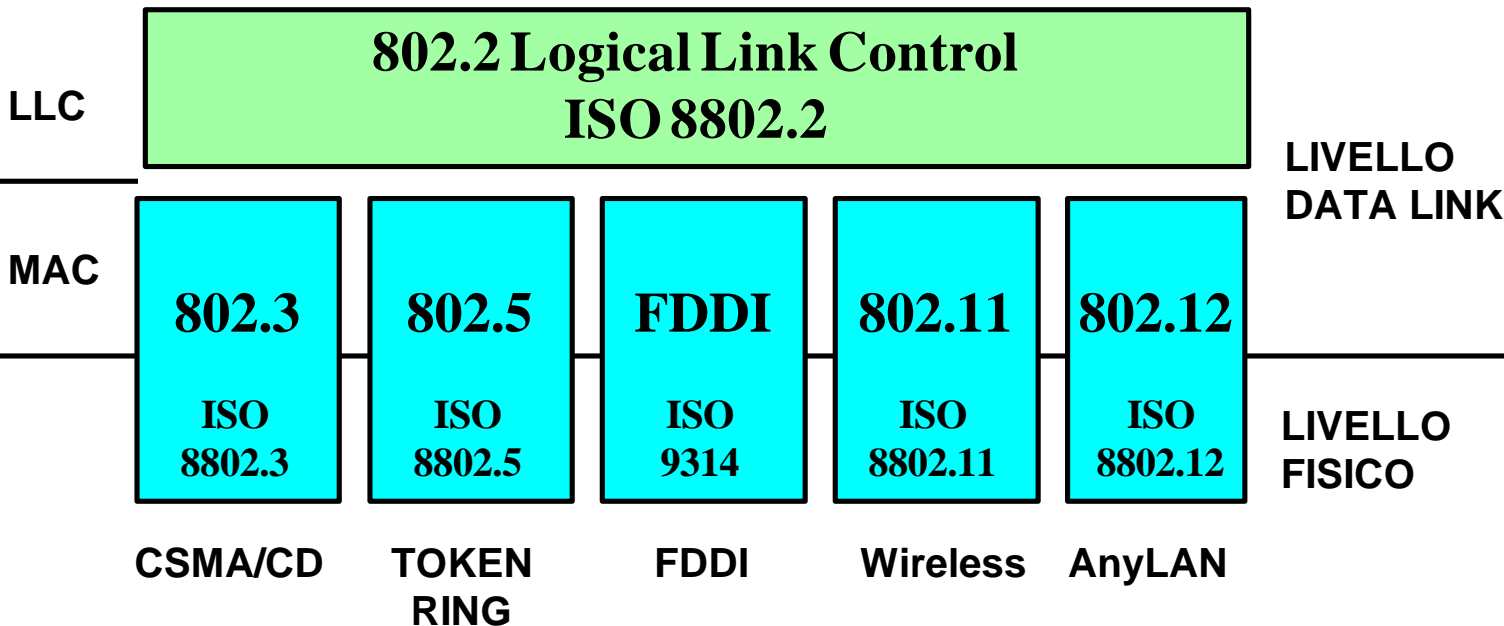
- **Affidabilità:** tecnologia consolidata
- **Flessibilità:**
 - LAN di soli PC o integrazione PC-Mainframe
 - supporto simultaneo di più architetture di rete tra di loro incompatibili ai livelli più alti
- **Modularità:** componenti standard di molti costruttori perfettamente interscambiabili
- **Espandibilità:** secondo le esigenze dell'utente, facilitata da una accurata progettazione a priori
- **Gestibilità:** tramite protocolli di management (SNMP)

Il progetto IEEE 802

(Local and Metropolitan Area Network)

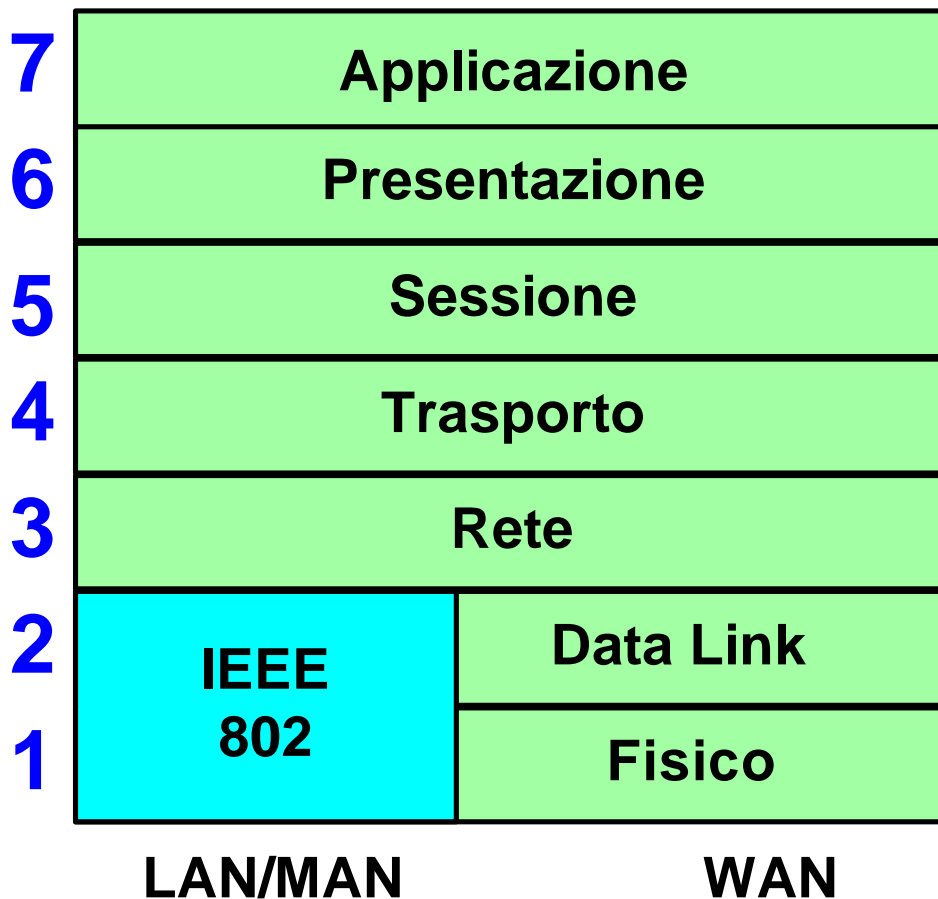
Interfaccia unificata con il livello network

LIVELLO NETWORK



Tecnologie trasmissive differenziate


ISO/OSI e IEEE 802





IEEE 802.1

(Higher Layers and Management)

- IEEE 802.1 è lo standard che contiene le specifiche generali del progetto 802
 - IEEE 802.1 è uno standard composto da molte parti tra cui:
 - 802.1 Part A: Overview and Architecture
 - 802.1 Part B: Addressing Internetworking and Network Management
 - 802.1 Part D: MAC Bridges
- 



I Sottolivelli del livello Data-Link

- IEEE 802 ha suddiviso il livello Data-Link in due sottolivelli:
 - LLC: Logical Link Control
 - MAC: Media Access Control
- LLC è comune a tutte le LAN ed è l'interfaccia verso il livello network.
 - I servizi e i protocolli di questo sottolivello sono descritti nello standard IEEE 802.2
- MAC è specifico per ogni LAN e risolve il problema della condivisione del mezzo trasmissivo.
 - Esistono vari tipi di MAC: ad allocazione di canale fissa o dinamica, deterministici o statistici, ecc.

Il livello MAC

- **Nelle LAN il livello MAC realizza sempre una rete di tipo broadcast**
 - ogni stazione a livello data link riceve le trame inviate da tutte le altre stazioni
- **Il broadcast può essere realizzato:**
 - con topologie intrinsecamente broadcast quali il bus
 - con topologie punto a punto quali l'anello
- **I canali trasmissivi sono sufficientemente affidabili e non è necessario in genere correggere gli errori a livello MAC**
 - le LAN sono connectionless a livello MAC

IEEE 802.3 (CSMA/CD)


- Topologia: bus
- Cablaggio: bus, stella
- Arbitraggio del canale trasmissivo: tramite contesa
- Tipologia del protocollo: non deterministico, tempo di attesa non limitato superiormente
- Velocità Trasmissiva: 10 Mb/s
- Throughput massimo: 4 Mb/s
- Evoluzione della rete Ethernet proposta da Digital, Intel, Xerox (DIX)
- IEEE 802.3u: versione a 100 Mb/s

IEEE 802.5 (*Token Ring*)

- Topologia: anello
- Cablaggio: stella
- Arbitraggio del canale trasmissivo: token
- Tipologia del protocollo: deterministico con tempo di attesa limitato superiormente
- Velocità Trasmissiva: 4 o 16 Mb/s
- Throughput massimo: 3 o 12 Mb/s
- Rete proposta da IBM in alternativa a Ethernet



ISO 9314 (*FDDI:* *Fiber Distributed Data Interface*)

- **Topologia: anello**
 - **Cablaggio: anello o stella**
 - **Arbitraggio del canale trasmissivo: token**
 - **Tipologia del protocollo: deterministico con tempo di attesa limitato superiormente**
 - **Velocità Trasmissiva: 100 Mb/s**
 - **Throughput massimo: 80 Mb/s**
 - **Primo standard per reti locali concepito per operare su fibra ottica**
 - **ora anche disponibile su rame**
- 



IEEE 802.11 (Wireless)

- Standard per LAN senza fili
- Fenomeno fisico: onde radio o infrarosso
- Arbitraggio del canale trasmissivo: vari algoritmi adottati
- Velocità Trasmissiva: qualche Mb/s
- Lo standard è piuttosto complesso poiché deve considerare:
 - problematiche di propagazione
 - occupazione delle frequenze
 - inaffidabilità del canale trasmissivo
 - potenza ridotta
 - sicurezza

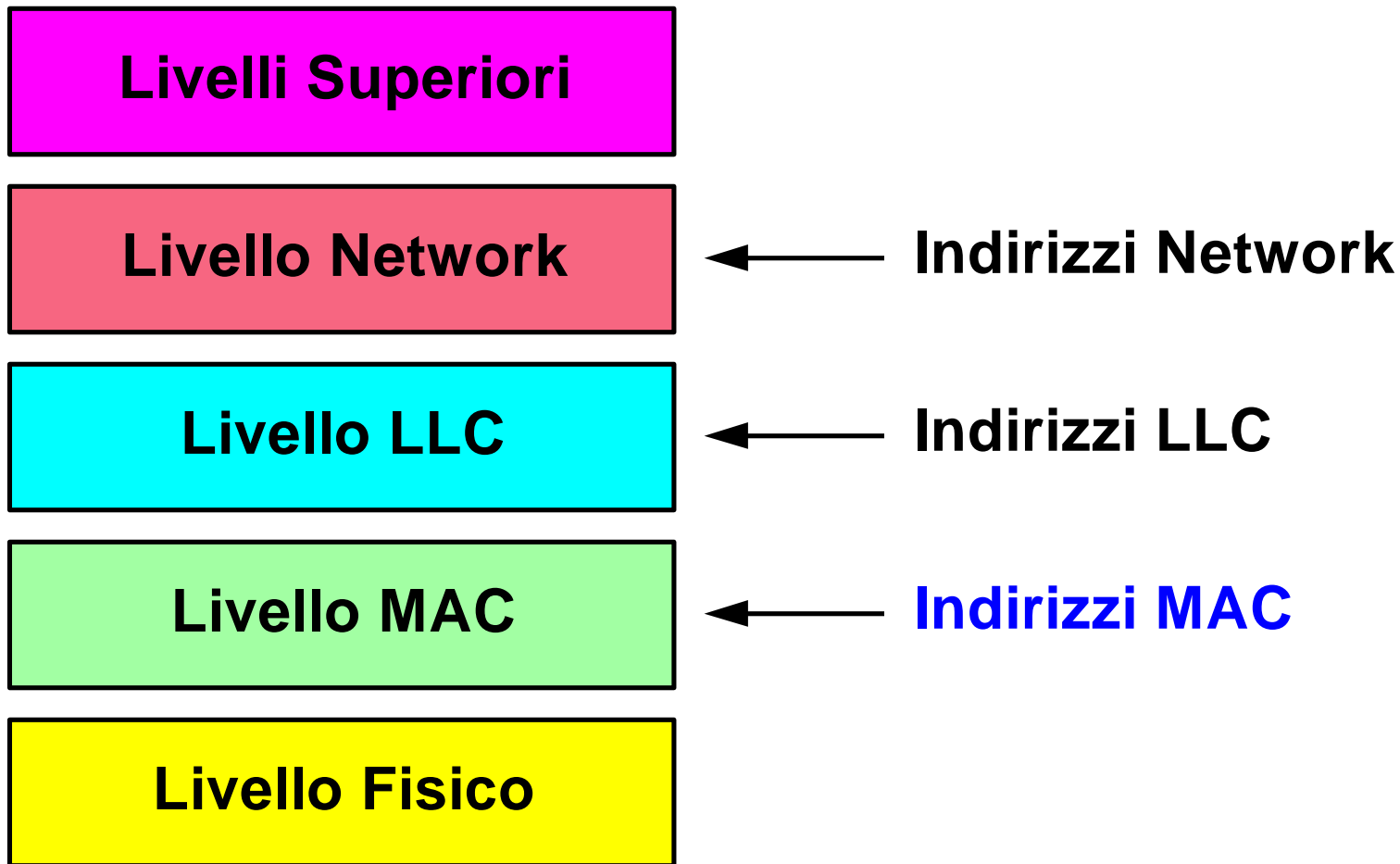
IEEE 802.12 (*AnyLAN*)

- Topologia: stella
- Cablaggio: stella
- Arbitraggio del canale trasmissivo: polling
- Tipologia del protocollo: deterministico con tempo di attesa limitato superiormente
- Velocità Trasmissiva: 100 Mb/s
- Throughput massimo: 70 Mb/s
- Compatibile con trame Ethernet e Token-Ring
- Due livelli di priorità per dati multimediali

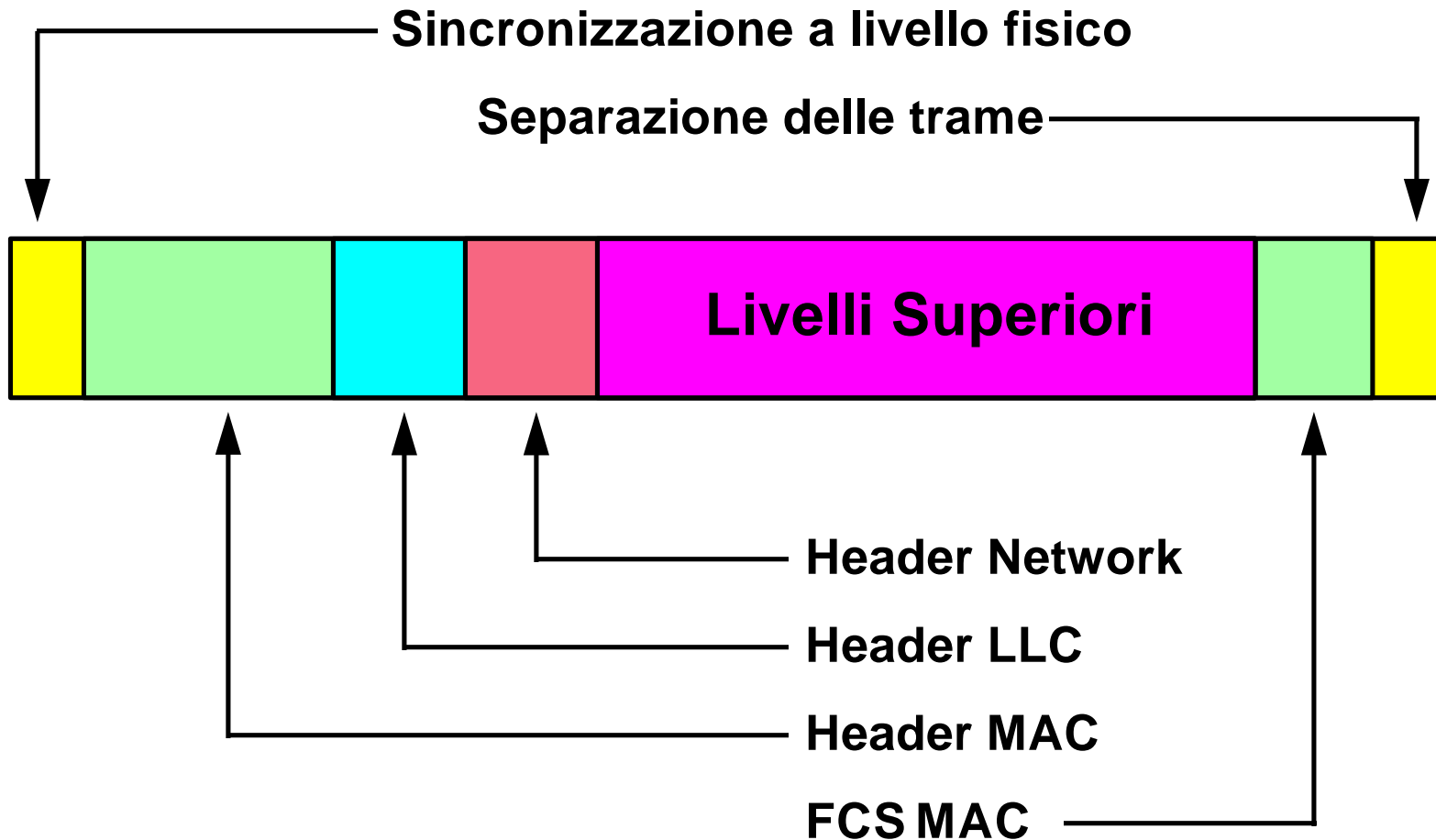
Il Sottolivello MAC

- Il sottolivello MAC è di fondamentale importanza nelle reti di tipo broadcast
- In tali reti occorre:
 - in trasmissione: determinare chi deve/può utilizzare il canale
 - in ricezione: discriminare quali messaggi sono destinati alla stazione tramite l'utilizzo di indirizzi
- Il MAC non esiste nelle WAN ad eccezione di quelle via satellite che usano tecnologie broadcast

Gli indirizzi

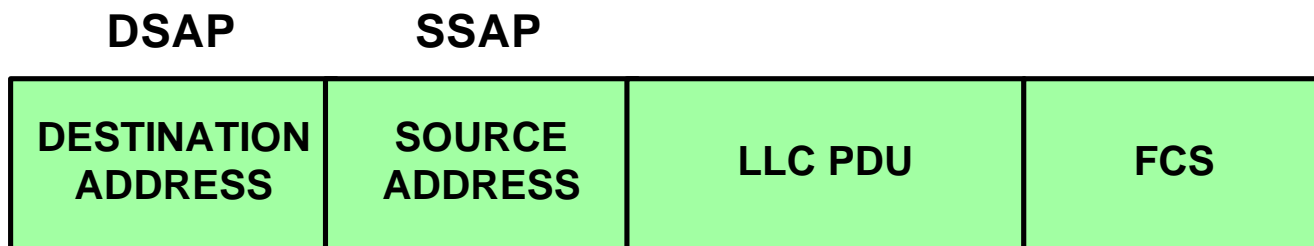


La trama nelle LAN



La MAC PDU

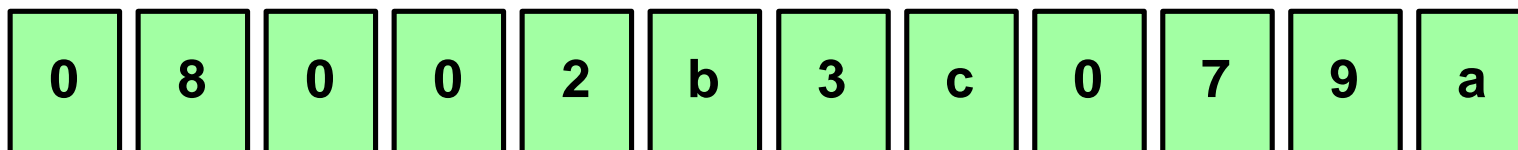
- I campi principali di una MAC PDU sono:
 - Gli indirizzi (detti SAP: Service Access Point) univoci a livello mondiale:
 - DSAP: Destination SAP
 - SSAP: Source SAP
 - La LLC-PDU contengono i dati
 - La FCS (Frame Control Sequence): un CRC su 32 bit per il controllo dell'integrità della trama



Gli indirizzi MAC

- Sono standardizzati dalla IEEE
 - sono lunghi 6 byte, cioè 48 bit
 - si scrivono come 6 coppie di cifre esadecimali
- Ad esempio:

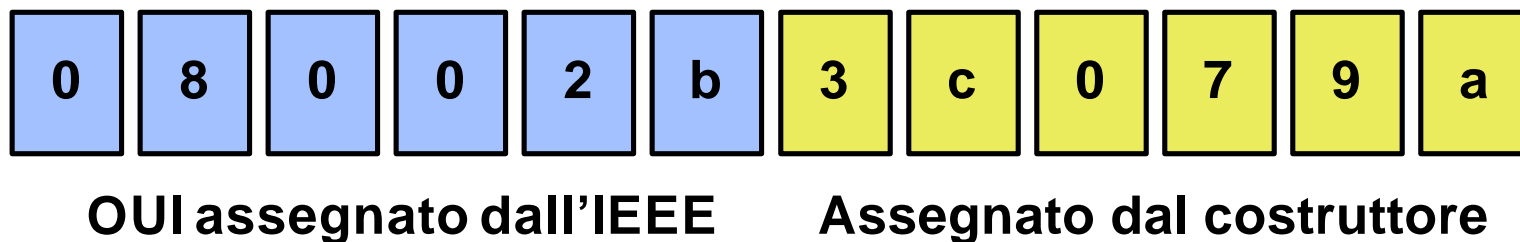
000010000000000000101011001111000000011110011010



08-00-2b-3c-07-9a

Indirizzi MAC

- Si compongono di due parti grandi 3 Byte ciascuna:
 - I tre byte più significativi indicano il lotto di indirizzi acquistato dal costruttore della scheda, detto anche *vendor code* o *OUI (Organization Unique Identifier)*.
 - I tre meno significativi sono una numerazione progressiva decisa dal costruttore

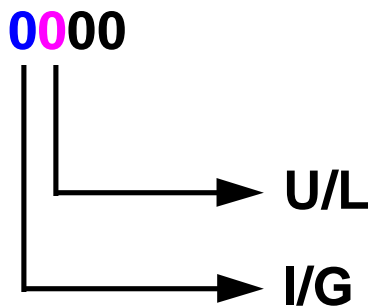
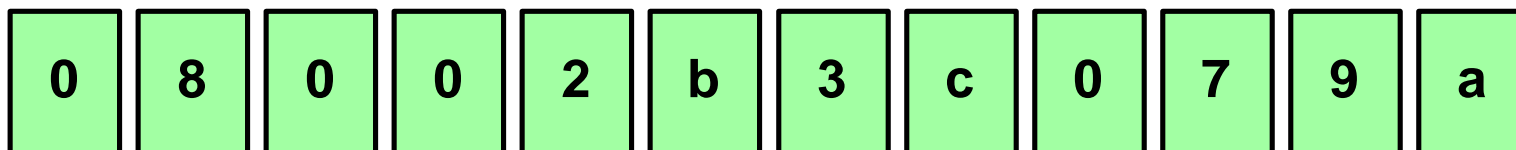


Alcuni OUI

Organization	Address Block
Cisco	0000Ch
DEC	08002B (et. al.)
IBM	08005A (et. al)
Sun	080020h
Proteon	000093h
Bay-Networks	0000A2h

I/G e U/L

- I primi due bit trasmessi sul canale hanno un significato particolare:
 - il primo è I/G Individual/Global (Individual = 0)
 - il secondo è U/L Universal/Local (Universal = 0)



In questo esempio siamo in presenza di un indirizzo individuale e universale

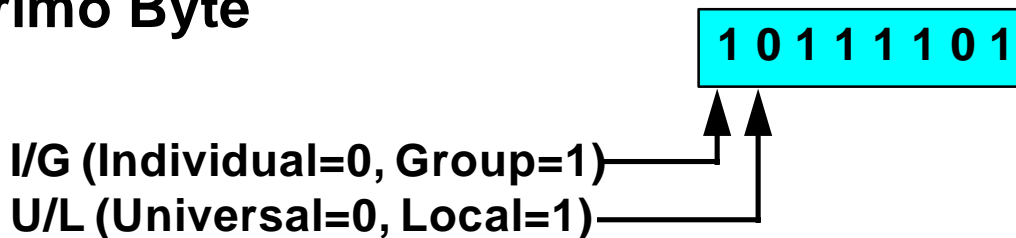
Problemi di non standardizzazione

■ Il primo bit trasmesso sul filo (I/G) è:

- in IEEE 802.3 e IEEE 802.4 il bit meno significativo del primo Byte



- in IEEE 802.5 e FDDI il bit più significativo del primo Byte



Esempi di Indirizzi MAC

- Per convenzione gli indirizzi MAC vengono scritti in Canonical Order
 - coincide con il Native Order 802.3 e 802.4

Canonical Order	Significato	Native Order 802.3 e 802.4	Native Order 802.5 e FDDI
08-00-2b-3c-56-fe	Individual Universal	08-00-2b-3c-56-fe	10-00-d4-3c-6a-7f
01-00-e5-7f-00-02	Multicast Universal	01-00-e5-7f-00-02	80-00-7a-fe-00-40
aa-00-04-00-65-27	Individual Local	aa-00-04-00-65-27	55-00-20-00-a6-e4
03-00-00-20-00-00	Multicast Local	03-00-00-20-00-00	c0-00-00-04-00-00
ff-ff-ff-ff-ff-ff	Broadcast	ff-ff-ff-ff-ff-ff	ff-ff-ff-ff-ff-ff

Indirizzi MAC

- Sono di tre tipi:
 - Single: di una singola stazione
 - Multicast: di un gruppo di stazioni
 - Broadcast: di tutte le stazioni (ff-ff-ff-ff-ff-ff)
- Ogni scheda di rete quando riceve un pacchetto lo passa ai livelli superiori nei seguenti casi:
 - Broadcast: sempre
 - Single: se il DSAP è uguale a quello hardware della scheda (scritto in una ROM) o a quello caricato da software in un apposito buffer
 - Multicast: se ne è stata abilitata la ricezione via software

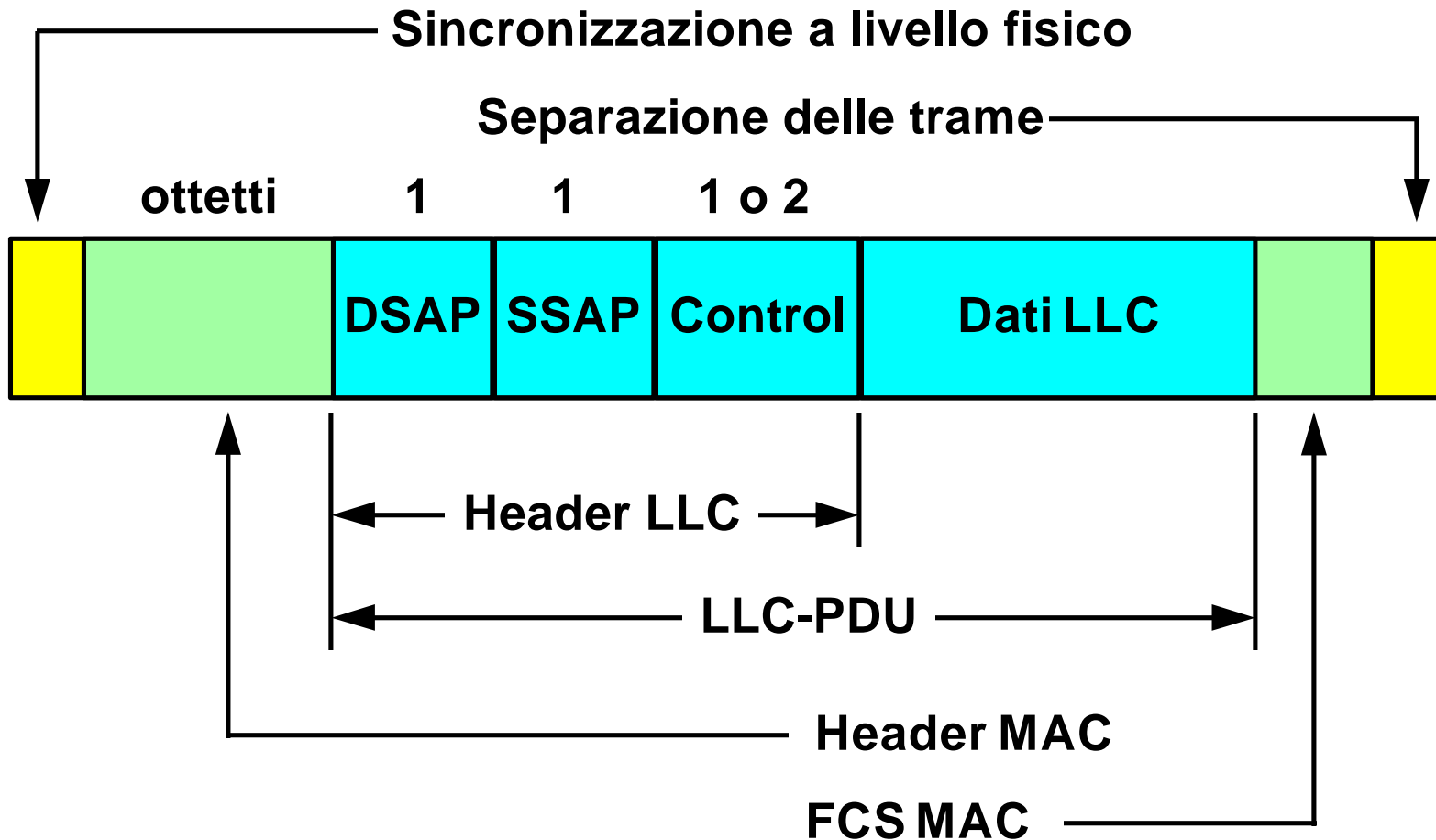
Indirizzi di Gruppo

- Servono tipicamente per scoprire i nodi adiacenti
- Esistono due modi diversi di impiego:
 - Solicitation:
 - la stazione che è interessata a scoprire chi offre un dato servizio invia un pacchetto di multicast con l'indirizzo di quel servizio
 - Le stazioni che offrono tale servizio rispondono alla solicitation.
 - Advertisement:
 - le stazioni che offrono un servizio periodicamente trasmettono un pacchetto di multicast per informare di tale offerta tutte le altre stazioni

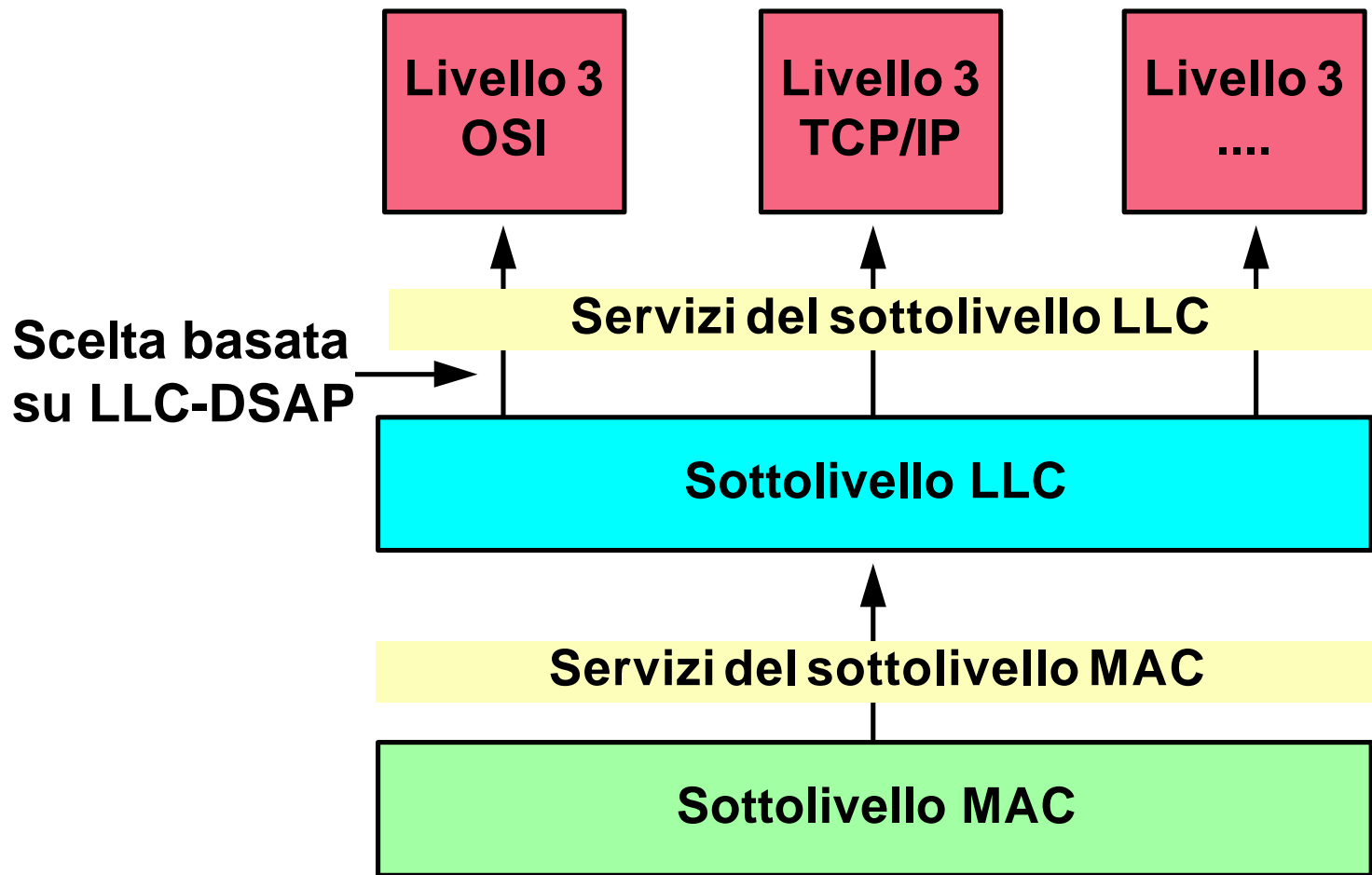
Il sottolivello LLC

- È la versione per le LAN di HDLC
- LLC è utilizzabile con un qualsiasi MAC
- LLC può offrire al Livello 3 i seguenti tipi di servizio:
 - *Tipo 1:* Unacknowledged connectionless service
 - *Tipo 2:* Connection Oriented service
 - *Tipo 3:* Semireliable service
- LLC ha sue PDU (LLC-PDU) molto simili a quelle di HDLC
- LLC ha un suo SAP (LLC-SAP) che viene utilizzato per discriminare tra più protocolli di livello superiore

La LLC-PDU



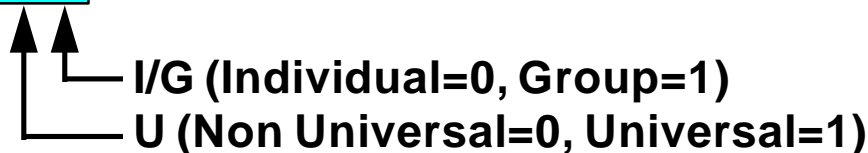
Condivisione LLC



SAP di LLC

- Sono grandi un byte
 - due bit I/G e U riservati
 - 64 indirizzi singoli, globali definibili
 - ff broadcast
 - 00 data link layer itself

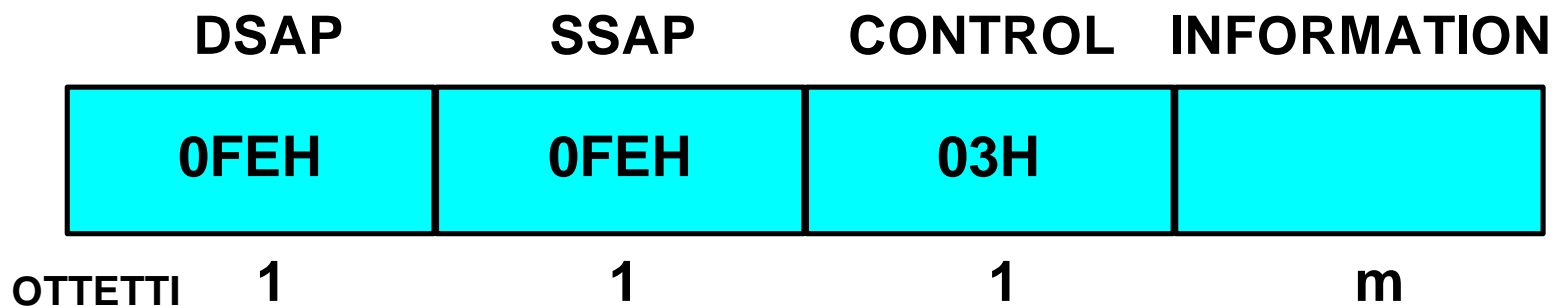
1 0 1 1 1 1 0 1



- Gli indirizzi universali sono assegnati dall'ISO solo per i protocolli progettati da un comitato di standardizzazione

Esempi di SAP-LLC

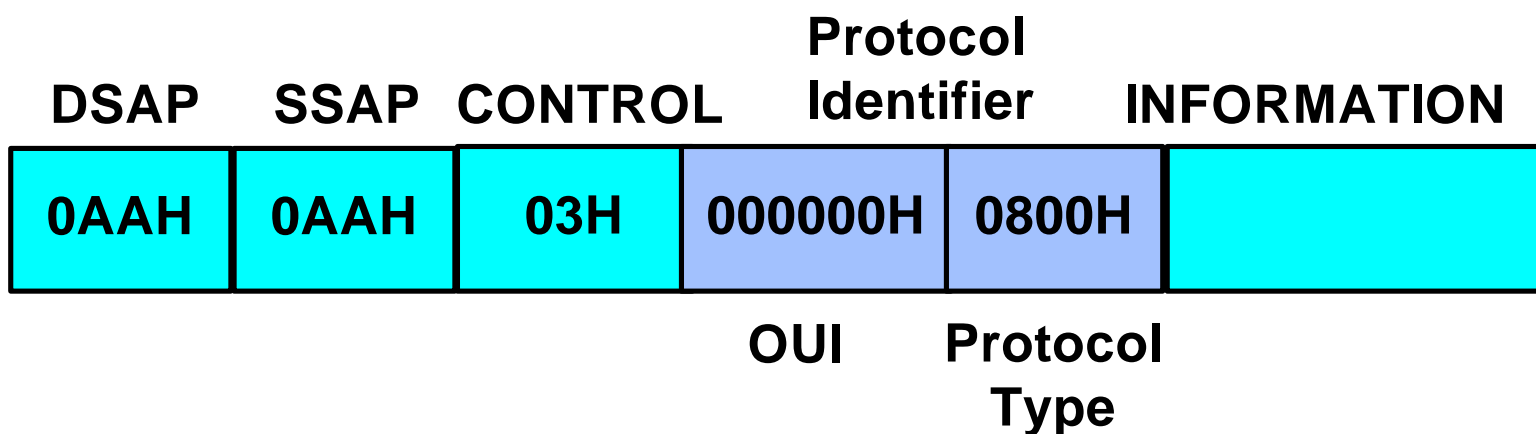
- **Codifiche di DSAP e SSAP**
 - 0FEH - protocollo ISO 8473
 - 042H - protocollo IEEE 802.1D Spanning Tree
 - 0AAH - pacchetto LLC di tipo SNAP
- **Nel campo control la codifica 03H indica un pacchetto UI (Unnumbered Information)**



SNAP PDU

■ Subnetwork Access Protocol (SNAP)

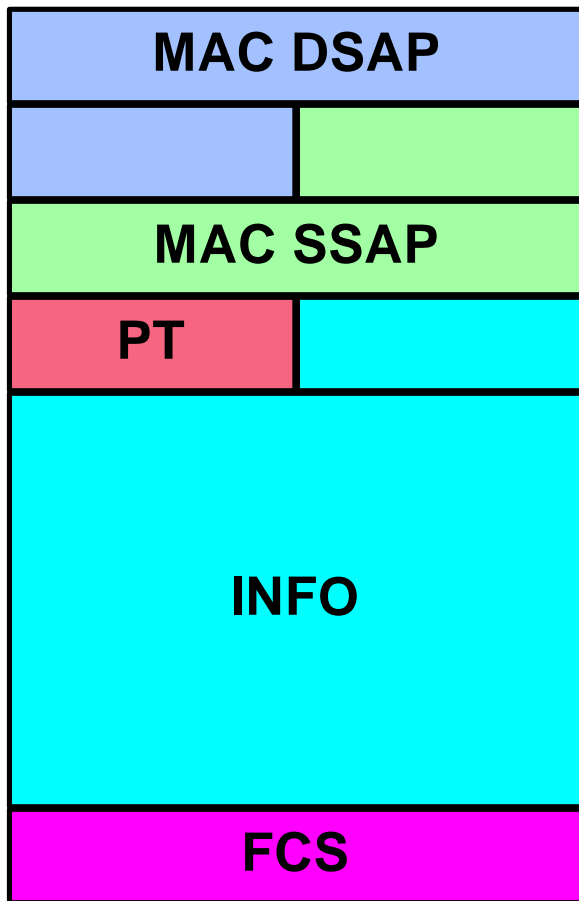
- Si riconoscono dalla codifica 0AAH in DSAP e SSAP
- Si utilizzano quando i pacchetti LLC contengono dati derivati da protocolli non OSI
- Esiste un Header aggiuntivo su 5 ottetti detto Protocol Identifier



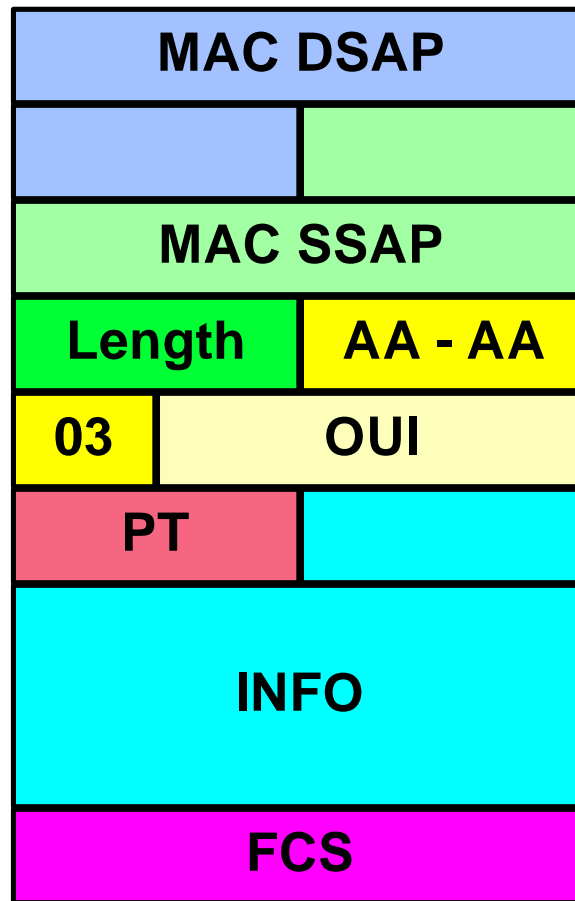
Il Protocol Identifier

- È composto da due parti:
 - L'OUI (su 3 ottetti) che indica chi ha progettato il protocollo
 - Il protocol type (2 ottetti) che identifica il protocollo
- Se l'OUI è uguale a zero il protocol type è quello usato in ethernet v2.0, ad esempio:
 - 6003 Decnet fase IV
 - 6004 LAT
 - 8137/8 IPX
 - 0800 IP
 - 0806 ARP
 - 809B EtherTalk (AppleTalk over Ethernet)

Ethernet e IEEE 802

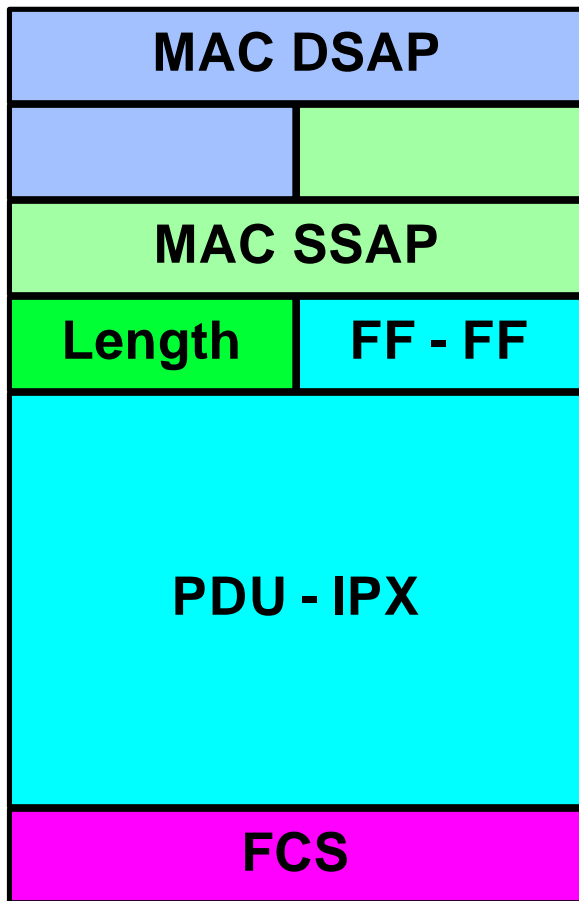


Ethernet

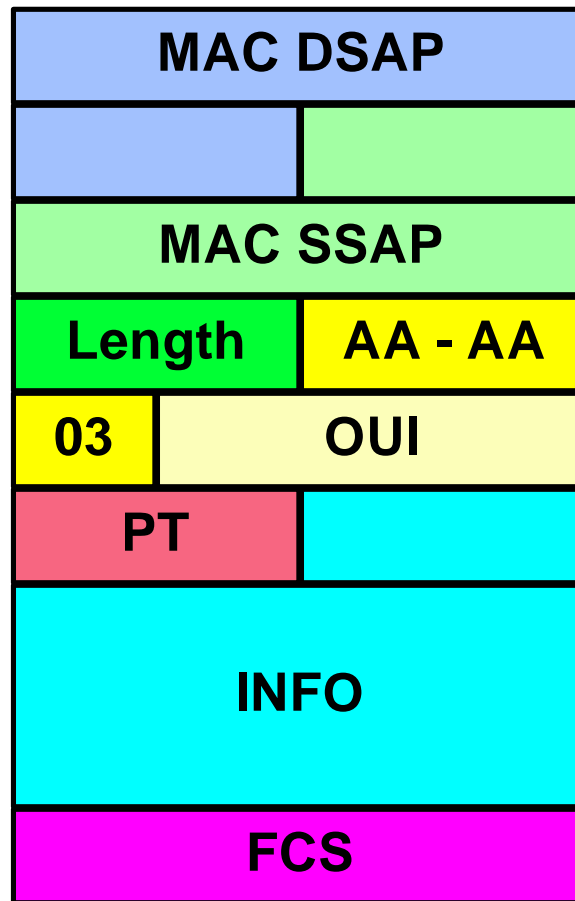


IEEE 802.3 + SNAP

Novell IPX e IEEE 802



Novell IPX



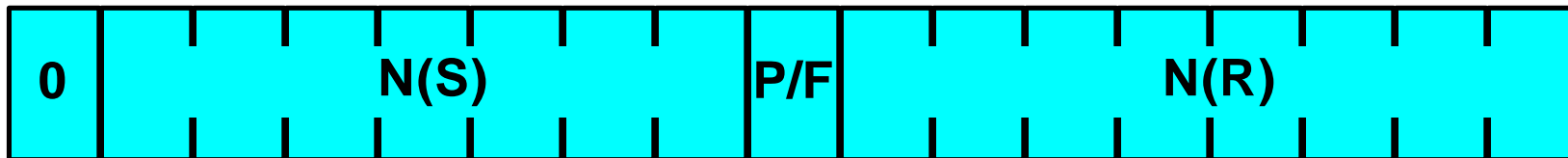
IEEE 802.3 + SNAP

Il campo Control

- È indentico all'omonimo campo di HDLC
- Può assumere tre formati in corrispondenza di tre tipi diversi di LLC-PDU
 - Information
 - Supervisor
 - Unnumbered
- Permette ad LLC di funzionare
 - sia come protocollo non connesso
 - sia come protocollo connesso
- È lungo 1 o 2 ottetti
 - 2 ottetti solo in modalità connessa con numerazione estesa

Il campo Control

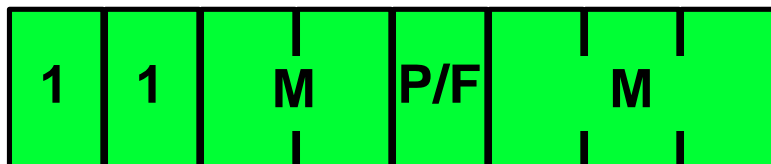
INFORMATION



SUPERVISOR



UNNUMBERED



- N(S) e N(R): SEND & RECEIVE SEQUENCE NUMBER
- P/F: POLL/FINAL
- M: MODIFIER
- S: SUPERVISOR

LSB

MSB

Unnumbered

- **Il campo Control è sempre lungo un ottetto:**
 - **UI: Unnumbered information**
 - **Contiene i dati in modalità non connessa**
 - **XID: exchange identification.**
 - **Usato da due stazioni per scambiarsi i loro identificativi e le loro caratteristiche.**
 - **Ci sono due tipi di XID: Command e Response**
 - **TEST**
 - **Si invia un pacchetto di test di tipo Command a cui la stazione deve rispondere copiando il contenuto del campo dati in un pacchetto di test di tipo Response**
- **Queste tre primitive unnumbered sono quelle utilizzate nel LLC di tipo 1.**

Unnumbered

- altri pacchetti utilizzati dal LLC di tipo 2:
 - **SABME: Set Asynchronous Balanced Mode Extended.**
 - creazione di una connessione punto-punto paritetica
 - **DISConnect**
 - richiede la terminazione di una connessione.
 - **DM: Disconnect Mode**
 - è l'ack a un pacchetto DISC
 - **FRMR: FRaMe Reject**
 - Indica ricezione di un messaggio corretto, ma con semantica non valida, es. fuori sequenza
 - **UA: Unnumbered Acknowledge.**
 - è la risposta a un DISC o a un SABME

Supervisor

- Il campo control è lungo 2 ottetti:
 - RR: Receiver Ready
 - è un ACK frame quando non esiste traffico per piggybacking
 - RNR: Receiver Not Ready
 - come RR, ma invita il trasmettitore a sospendere la trasmissione
 - REJ: Reject
 - indica un errore di trasmissione. Il sender deve ritrasmettere tutti i pacchetti a partire da N(R)



Information

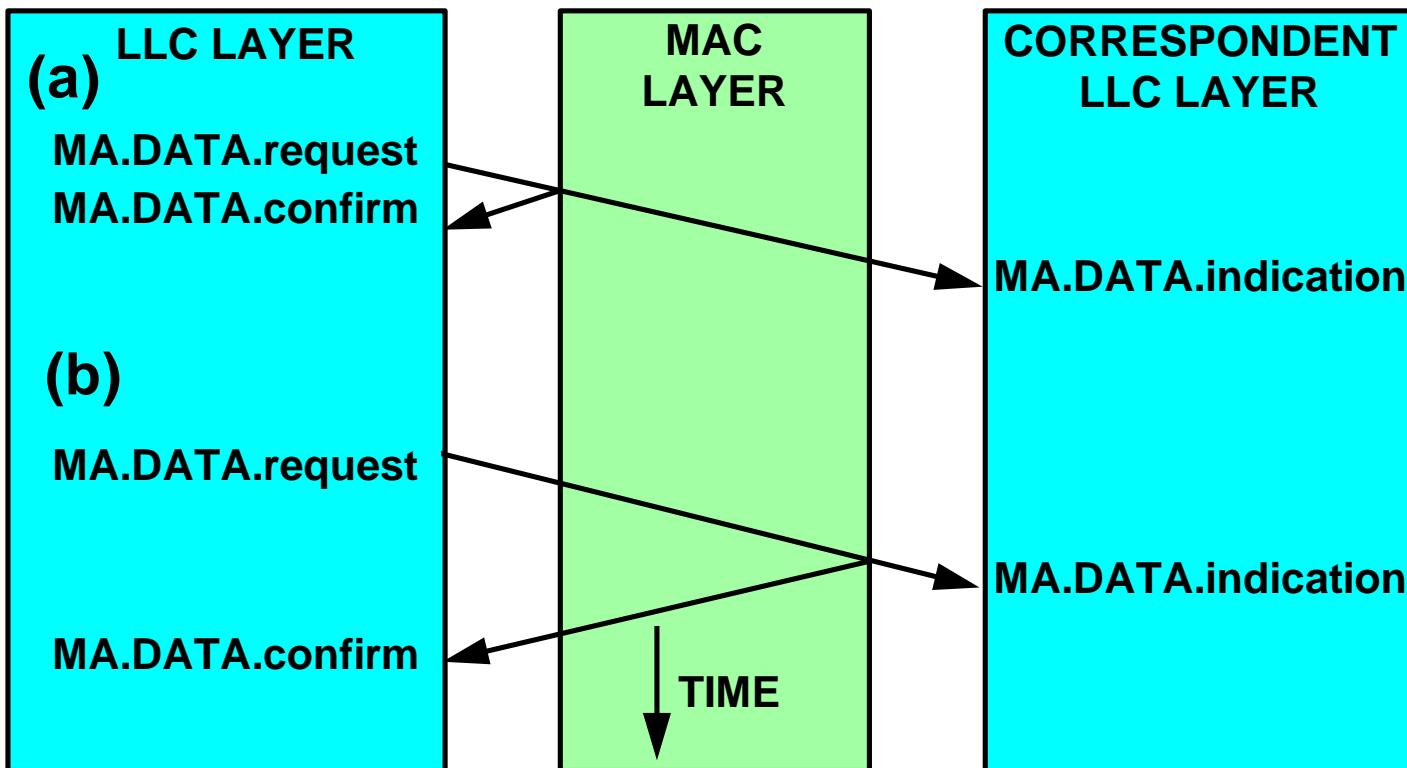
- Il campo control è lungo 2 ottetti:
 - I: information
 - è il pacchetto dati in modalità connessa
 - I campi N(S) e N(R) sono lunghi 7 bit



Primitive di Servizio

- A livello LLC esistono solo tre delle quattro primitive di servizio presenti ai livelli superiori:
 - Request
 - Indication
 - Confirm
- La Response non è usata
- Confirm viene generata o dal protocollo locale come indicazione dell'avvenuta trasmissione o dal protocollo remoto come indicazione dell'avvenuta ricezione.

Primitive di Servizio



- (a) usato da 802.3
- (b) usato da 802.5, FDDI

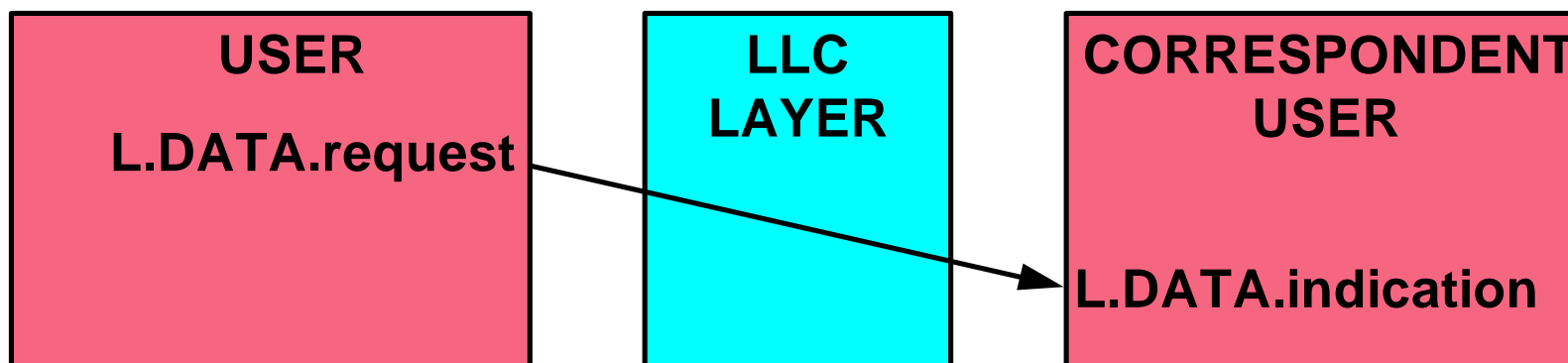
LLC tipo 1

■ Unacknowledged Connectionless Service

- La sorgente invia direttamente i messaggi al destinatario senza stabilire a priori nessuna forma di connessione
- Il destinatario non invia nessun tipo di acknowledge (ACK)
- Se il messaggio è perso o rovinato dai disturbi non viene fatto nessun tentativo a questo livello di recuperare l'errore
- Nessuna procedura di controllo di flusso
 - le trame non sono numerate
- La trasmissione può essere punto-punto, multipunto o broadcast

Primitive per LLC tipo 1

- Questo servizio LLC è molto semplice e richiede solo due primitive:
 - L.DATA.request
 - L.DATA.indication



LLC tipo 2

■ Connection-Oriented Service

- sorgente e destinazione aprono una connessione prima di trasferire i dati e la chiudono al termine
- i frame sono numerati e il livello 2 garantisce che:
 - ogni frame inviato sia ricevuto correttamente
 - ogni frame sia ricevuto esattamente solo una volta
 - tutti i frame siano ricevuti nell'ordine corretto
- è l'equivalente di un bit-stream affidabile

Primitive per LLC tipo 2

■ Instaurazione della Connessione:

- L.CONNECT.request
- L.CONNECT.indication
- L.CONNECT.confirm

■ Trasferimento dei dati:

- L.DATA_CONNECT.request
- L.DATA_CONNECT.indication
- L.DATA_CONNECT.confirm

■ Chiusura della Connessione:

- L.DISCONNECT.request
- L.DISCONNECT.indication
- L.DISCONNECT.confirm

Primitive per LLC tipo 2

■ Reset della Connessione:

- L.RESET.request
- L.RESET.indication
- L.RESET.confirm

■ Flow control:

- L.FLOWCONTROL.request
- L.FLOWCONTROL.indication

■ Le primitive RESET e FLOWCONTROL servono per controllare il flusso dati.

- In particolare L.FLOWCONTROL.request specifica quanti dati possono essere accettati da LLC.
 - Zero significa che occorre sospendere la trasmissione