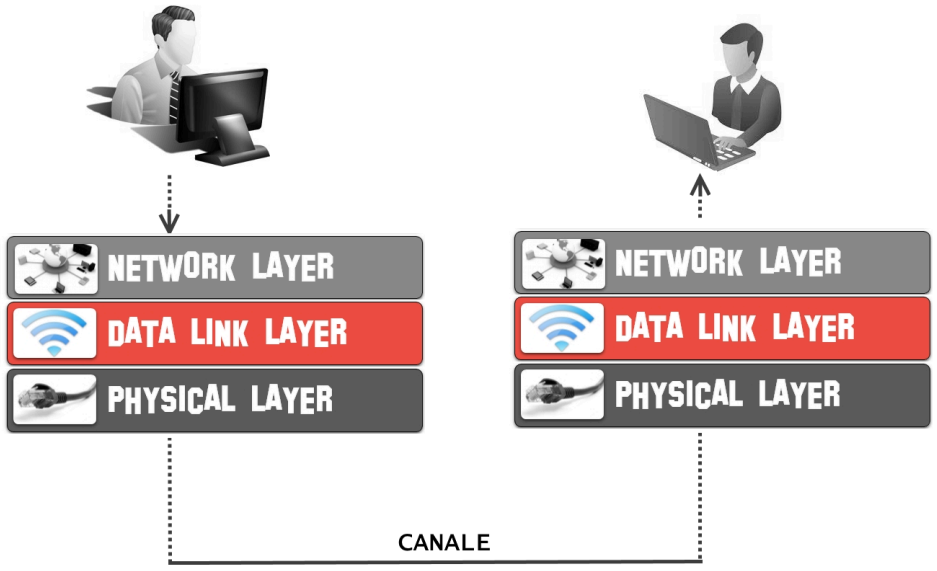
Livello link

Il livello di collegamento dati (o data link layer) si trova sotto il livello di rete e sopra il livello fisico.
Questo livello riceve i pacchetti dal livello di rete e li incapsula in unità che vengono poi trasmesse attraverso il livello fisico.
Il suo compito è gestire la comunicazione su un singolo collegamento locale, usando regole adatte alla tecnologia utilizzata, per esempio Ethernet o Wi-Fi.

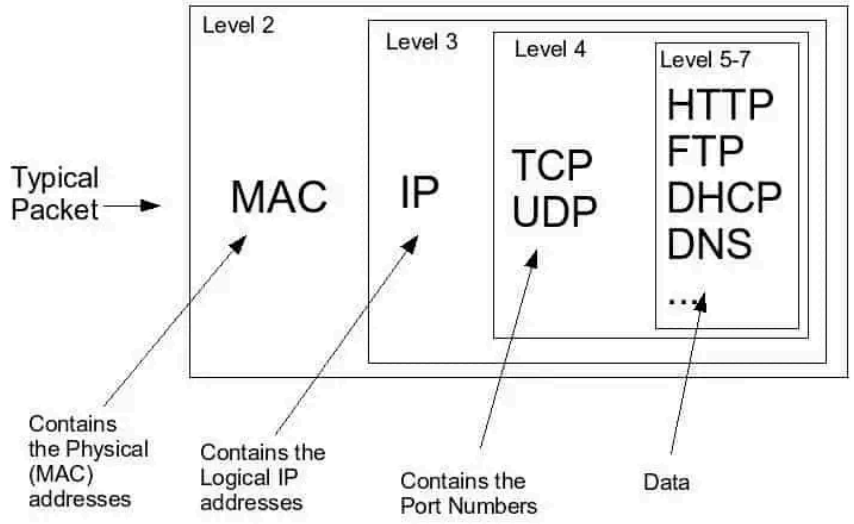


Il livello Data Link ha il compito di:

- Organizzare i bit grezzi trasmessi dal livello fisico in unità leggibili e gestibili.
- Indirizzare i dispositivi nella rete locale usando indirizzi *MAC*.
- Controllare gli errori nella trasmissione locale:
    - Controllare se i dati sono arrivati integri, usando dei codici di controllo errore (strategia che utilizza l'ethernet).
    - Richiedere una ritrasmissione in caso di errore (strategia che non usa ethernet ma altre tecnologie) .
- Evitare conflitti e collisioni, specialmente nelle reti condivise.

Uno dei protocolli più usati a questo livello è il protocollo **Ethernet** e il pacchetto che gestisce si chiama **frame**.
Un frame ethernet è diviso in questo modo:

- Header: Contiene informazioni come l'indirizzo *MAC* del mittente e del destinatario.
- Payload: I dati veri e propri (per esempio un pacchetto *IP*).
- Trailer: Contiene un codice di controllo per rilevare eventuali errori.



Controllo errori

Il codice di controllo usato da Ethernet si chiama ***FCS***, Frame Check Sequence.
L'*FCS* è un valore di 32 bit calcolato a partire dal contenuto del frame tramite un algoritmo chiamato ***CRC***, Cyclic Redundancy Check.

- Se il valore calcolato dal destinatario coincide con quello presente nel campo FCS, il frame viene considerato corretto.
- Se invece i valori non coincidono, significa che probabilmente il frame è stato alterato durante la trasmissione e viene scartato.

Il *CRC* offre questi vantaggi:

- Rileva tutti gli errori singoli (un bit sbagliato in mezzo a bit giusti).
- Rileva molti errori doppi o multipli (più bit sbagliati consecutivi in mezzo a bit giusti).
- Rileva burst di errore (cioè errori concentrati in una porzione).
- È molto efficiente da calcolare, anche in hardware.

Sotto si vede il funzionamento del *CRC* da parte del mittente e destinatario

<u>Il mittente</u>

- Prende tutto il contenuto del frame, escluso il campo *FCS* (che verrà aggiunto dopo).
- Calcola il *CRC* sul contenuto del frame.
- Ottiene un valore di 32 bit.
- Inserisce questo valore nel campo *FCS* alla fine del frame.

<u>Il destinatario</u>

- Riceve l'intero frame, incluso il campo *FCS*.
- Esegue il controllo *CRC* sul frame ricevuto.
- Confronta il risultato ottenuto con il valore presente nel *FCS*:
    - Se i due valori coincidono, si assume che il frame sia corretto.
    - Se i due valori non coincidono, il frame viene scartato (Ethernet non prevede ritrasmissione automatica). Se serve ritrasmissione, sarà compito dei livelli superiori (es. *TCP* al livello di trasporto).

Viaggio di una richiesta web nella rete

Come funziona il flusso di invio pacchetti da un host sorgente a un host di destinazione?

Sotto esaminiamo i vari passaggi di un flusso di messaggi che utilizza a livello di applicazione il protocollo *HTTP*, usato per richiedere e trasferire pagine web
In particolare vediamo una richiesta *HTTP* (il client chiede al server la pagina web):

Creazione del pacchetto: Il browser genera una richiesta *HTTP*. Il livello di trasporto, usando *TCP*, incapsula i dati *HTTP* in un segmento *TCP*.

Livello di rete**:** Il segmento *TCP* passa al livello di rete, che incapsula il segmento in un pacchetto *IP*. Questo pacchetto contiene l'indirizzo *IP* di destinazione (ottenuto tramite DNS a partire dal nome di dominio) e il payload del messaggio.

Livello link: Questo pacchetto viene poi incapsulato all'interno di un frame Ethernet. Questo frame contiene il *MAC* del gateway come destinazione visto che la destinazione finale è fuori dalla *LAN*. L'host ottiene il *MAC* del gateway tramite **ARP**, nel caso IPv4, o tramite **Neighbor Discovery**, nel caso *IPv6*. Queste tabelle servono per associare un indirizzo *IP* a un indirizzo *MAC* solo nelle reti direttamente connesse.

Inoltro al gateway: Il frame Ethernet contenente il pacchetto viene inviato sulla rete locale e raggiunge il gateway, che funge da punto di accesso tra la rete locale e la rete esterna, in questo caso Internet.

Instradamento e inoltro: Il gateway, estrapola il pacchetto *IP* dal frame ed esamina l'indirizzo *IP* di destinazione nel pacchetto e utilizza le proprie tabelle di routing per determinare la prossima destinazione (solitamente un altro router) per inoltrare il pacchetto verso la rete esterna.

Ricerca *MAC*: Individuato il next hop, tramite la sua tabella *ARP* (per *ipv4*) o tabella Neighbor Discovery (per *ipv6*), ottiene il *MAC* associato.

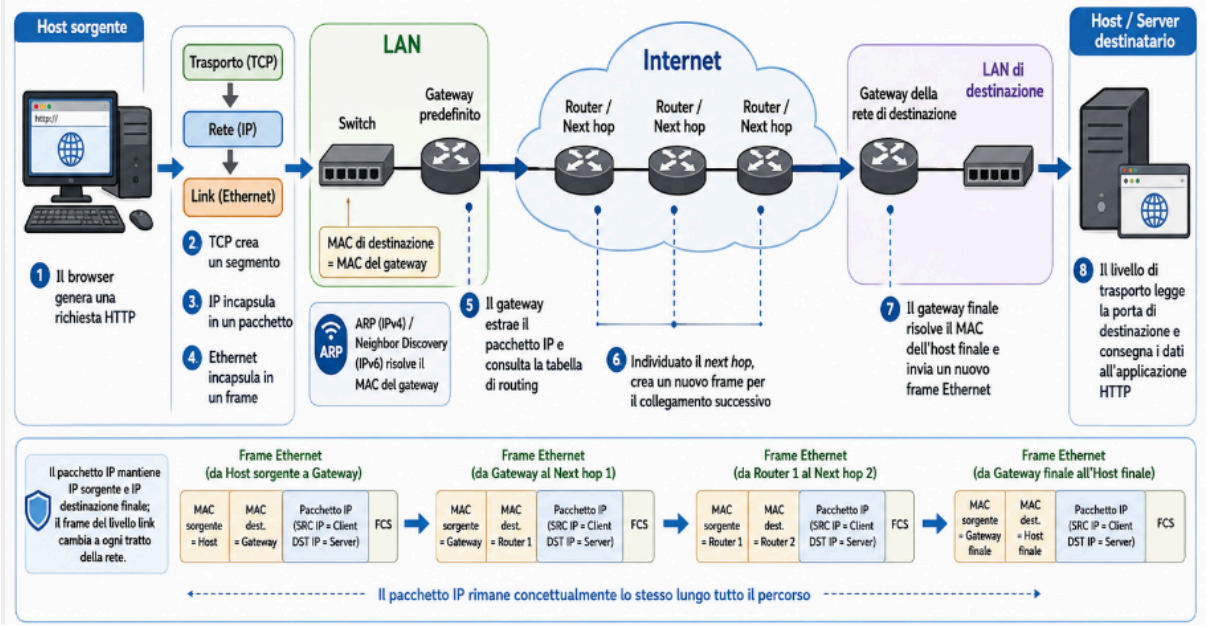
Sostituzione del *MAC*: il router mantiene lo stesso pacchetto *IP*, salvo alcune modifiche tecniche, ma lo incapsula in un nuovo frame del livello link adatto al collegamento successivo. In questo nuovo frame, il *MAC* di destinazione sarà quello del prossimo router o dell'host finale, se si trova su una rete direttamente collegata.

Inoltrare verso il prossimo router: il pacchetto *IP* viene messo dentro un frame Ethernet che viene inviato al prossimo router, che continua, a livello di rete, a esaminare l'indirizzo *IP* di destinazione e inoltrare il pacchetto nel router successivo tramite il *MAC* del router di destinazione trovato.

Ripetizione del processo di inoltro**:** Questo processo di inoltro viene ripetuto lungo la catena di router fino a quando il pacchetto raggiunge il gateway del destinatario finale.

Consegna all'host destinatario: Il gateway finale riceve il pacchetto,estrae il pacchetto IP dal frame ricevuto e crea un nuovo frame Ethernet con l'indirizzo *MAC* del destinatario (può risolvere l'indirizzo MAC dell'host finale tramite *ARP*/Neighbor Discovery). Successivamente, il gateway inoltra il pacchetto all'host destinatario nella rete locale utilizzando il nuovo frame Ethernet.

Ricezione risposta: Il livello di trasporto del destinatario legge la porta di destinazione del segmento TCP e consegna i dati alla socket/applicazione corretta, in questo caso al software *HTTP* (il programma che implementa l'*HTTP*).



Nota: E' importante sottolineare che durante il percorso, il pacchetto *IP* mantiene l'indirizzo IP del mittente e del destinatario finale, mentre il frame del livello link cambia a ogni tratto della rete. Ogni router estrae il pacchetto IP dal frame ricevuto e lo inserisce in un nuovo frame adatto al collegamento successivo.