



Marco Listanti

Architettura a strati

Testo di riferimento:

J. Kurose, K. Ross: *"Reti di calcolatori e Internet (4a edizione)"*. Pearson Addison Wesley

Telecomunicazioni - Prof. Marco Listanti - A.A. 2019/2020



Livelli di protocollo

Le reti sono sistemi complessi

- host
- router
- svariate tipologie di mezzi trasmissivi
- applicazioni
- protocolli
- hardware, software

Domanda

In che modo è possibile
organizzare l'architettura
delle reti ?



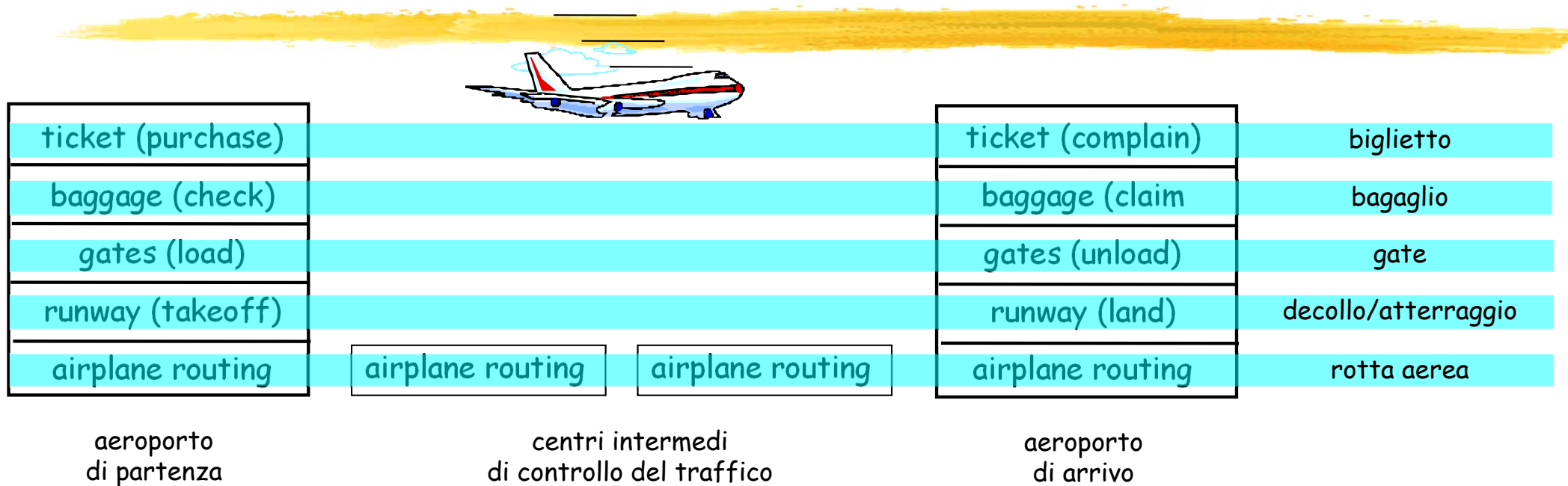
Esempio: organizzazione di un viaggio aereo



- Il processo complessivo è il prodotto di una sequenza di passi elementari



Stratificazione delle funzionalità



■ Livelli: ciascun livello realizza un servizio

- effettuando determinate azioni all'interno del livello stesso
- utilizzando i servizi del livello immediatamente inferiore



Perché la stratificazione ?

- Quando si ha a che fare con sistemi complessi
 - Una struttura "esplicita" consente l'identificazione dei vari componenti di un sistema complesso e delle loro possibili interazioni
 - **modello di riferimento a strati**
- La modularizzazione facilita la manutenzione e l'aggiornamento di un sistema
 - modifiche implementative al servizio di uno dei livelli risultano trasparenti al resto del sistema
 - es.: modifiche nelle procedure effettuate al gate non condizionano il resto del sistema



Perchè la stratificazione ?

- Partiziona il processo di comunicazioni in parti indipendenti
- Semplifica il progetto, la realizzazione ed il test dei sistemi di telecomunicazione
- I protocolli
 - possono essere progettati separatamente ad ogni livello
 - effettuano "chiamate" ai servizi offerti dallo strato inferiore
 - Possono essere modificati senza cambiare i protocolli di altri strati sottostanti
- Architetture monolitiche sono costose, scarsamente flessibili e sono soggette a rapida obsolescenza



Open Systems Interconnection (OSI)

- **Architettura di rete**
 - Definizione dell'insieme degli strati
 - Definizione dei protocolli di ogni strato
- Dagli anni '70 ogni produttore ha sviluppato la propria architettura a strati
- **Problema**
 - computers di "vendor" diversi non possono essere interconnessi
- L'architettura OSI (Open Systems Interconnection) è stata creata per consentire l'interconnessione di sistemi "multivendor"

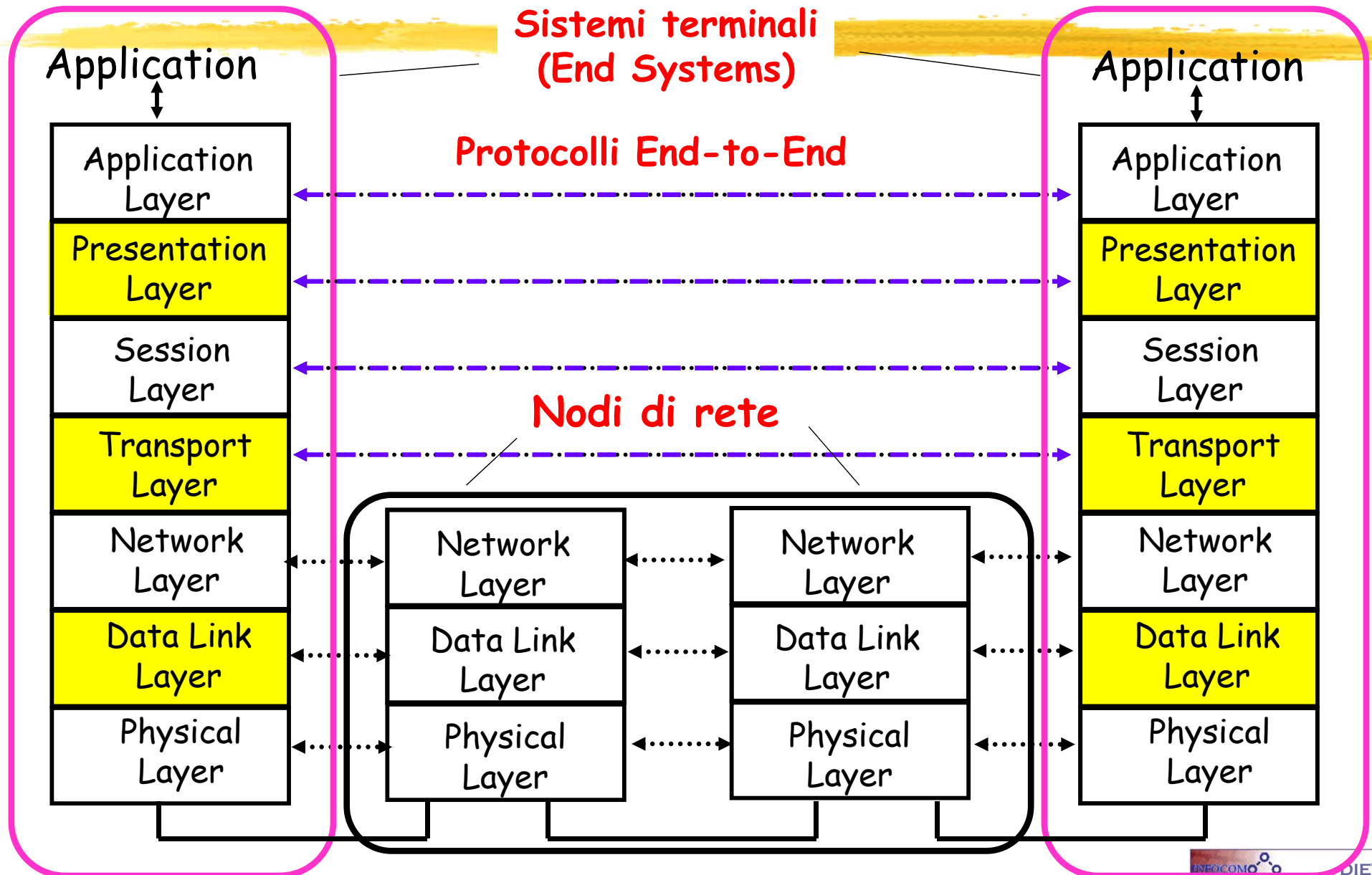


OSI Reference Model

- Descrive un modello di riferimento a sette strati per l'architettura di una rete
- Fornisce un riferimento per lo sviluppo dei protocolli di comunicazione
- Il modello OSI definisce i concetti di **strato**, **protocollo** e **servizio** che hanno ancora oggi piena validità
- Sono stati definiti gli standard dei protocolli per i sette strati, ma nel tempo sono stati abbandonati
- Il modello a strati TCP/IP ha superato il modello OSI utilizzando esattamente gli stessi concetti

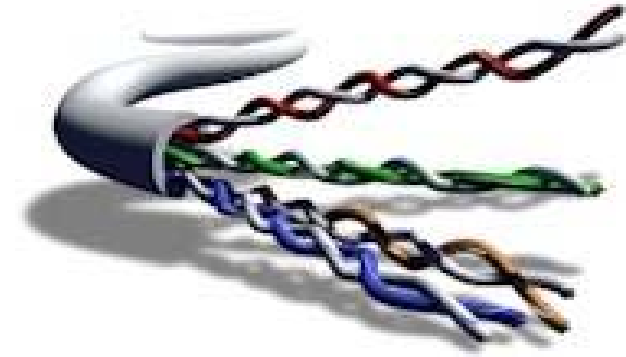


7-Layer OSI Reference Model





Physical Layer



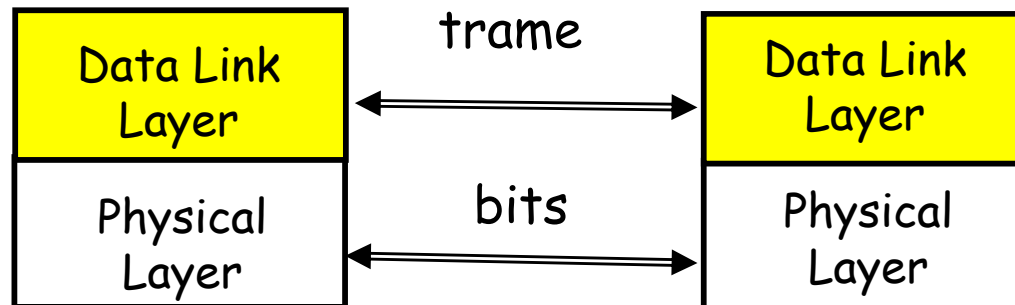
- Ha lo scopo di trasferire i bit informativi sui mezzi trasmissivi
- Definizione degli caratteristiche fisiche di un link di comunicazione
 - Meccaniche
 - tipo di cavi, connettori (plug, pin, ...)
 - Elettriche/ottiche
 - modulazione, potenza dei segnali, livelli di tensione, temporizzazione, ...
 - Funzionali/procedurali
 - Procedure per attivare, mantenere e deactivated i link fisici
- Ethernet, xDSL, modem in banda fonica, ...
- Coppie in rame, cavi coassiali, fibre ottiche, mezzi radio, infrarossi, ...





Data Link Layer

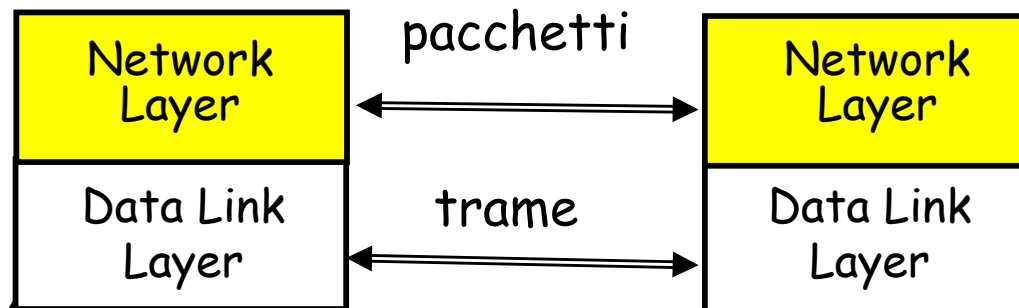
- Ha lo scopo di realizzare il trasferimento affidabile delle informazioni in un link trasmissivo
- **Formazione di unità dati denominate frame** (frame)
- **Rivelazione degli errori** nelle trame ed eventuale loro **correzione**
- Attivazione, supervisione e deattivazione delle connessioni a livello di link
- **Funzioni MAC** (Medium Access Control) in reti locali (LAN)
- **Controllo di flusso**





Network Layer

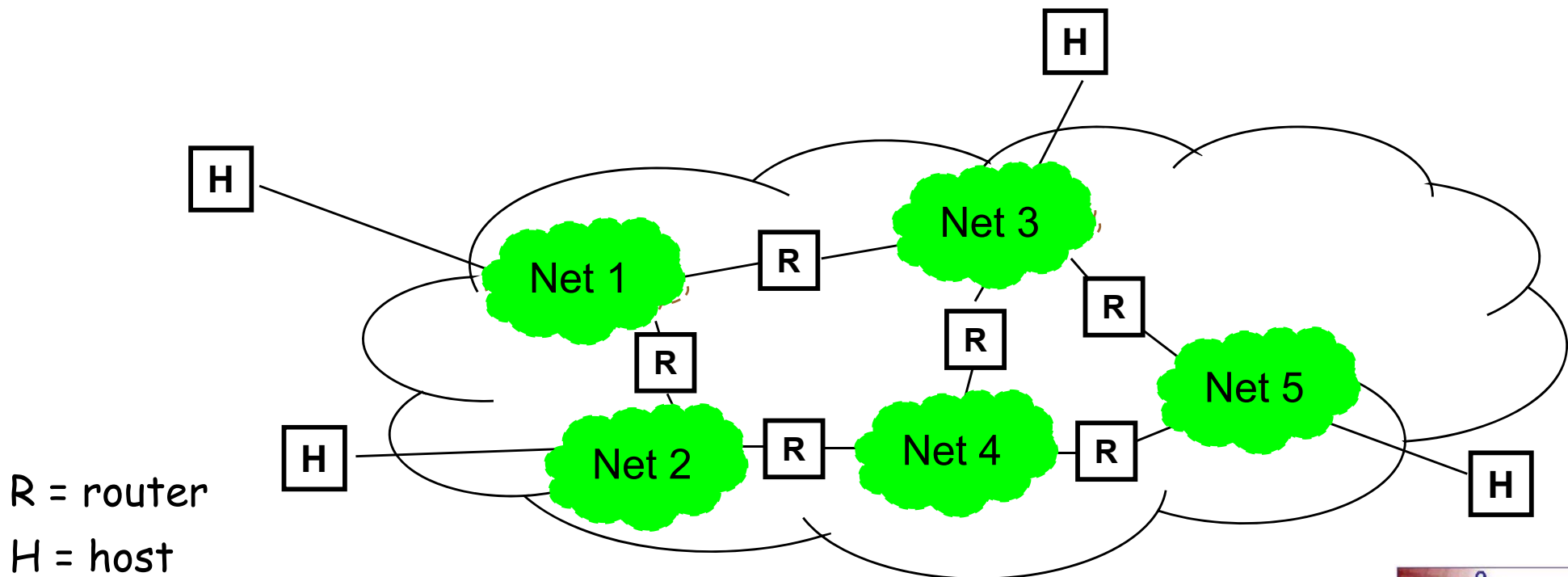
- Trasferisce i **pacchetti** attraverso una serie di link o attraverso una serie di reti
- Gestisce l'**indirizzamento** di rete
- Definisce le procedure di **instradamento** (routing) eseguite dai nodi per la determinazione dei cammini di rete
- Definisce le procedure di rilancio (**forwarding**) dei pacchetti nei nodi
- Definisce le funzioni di **controllo di congestione**
- Definisce le procedure di setup, gestione e teardown delle connessioni di rete (modalità connection-oriented)





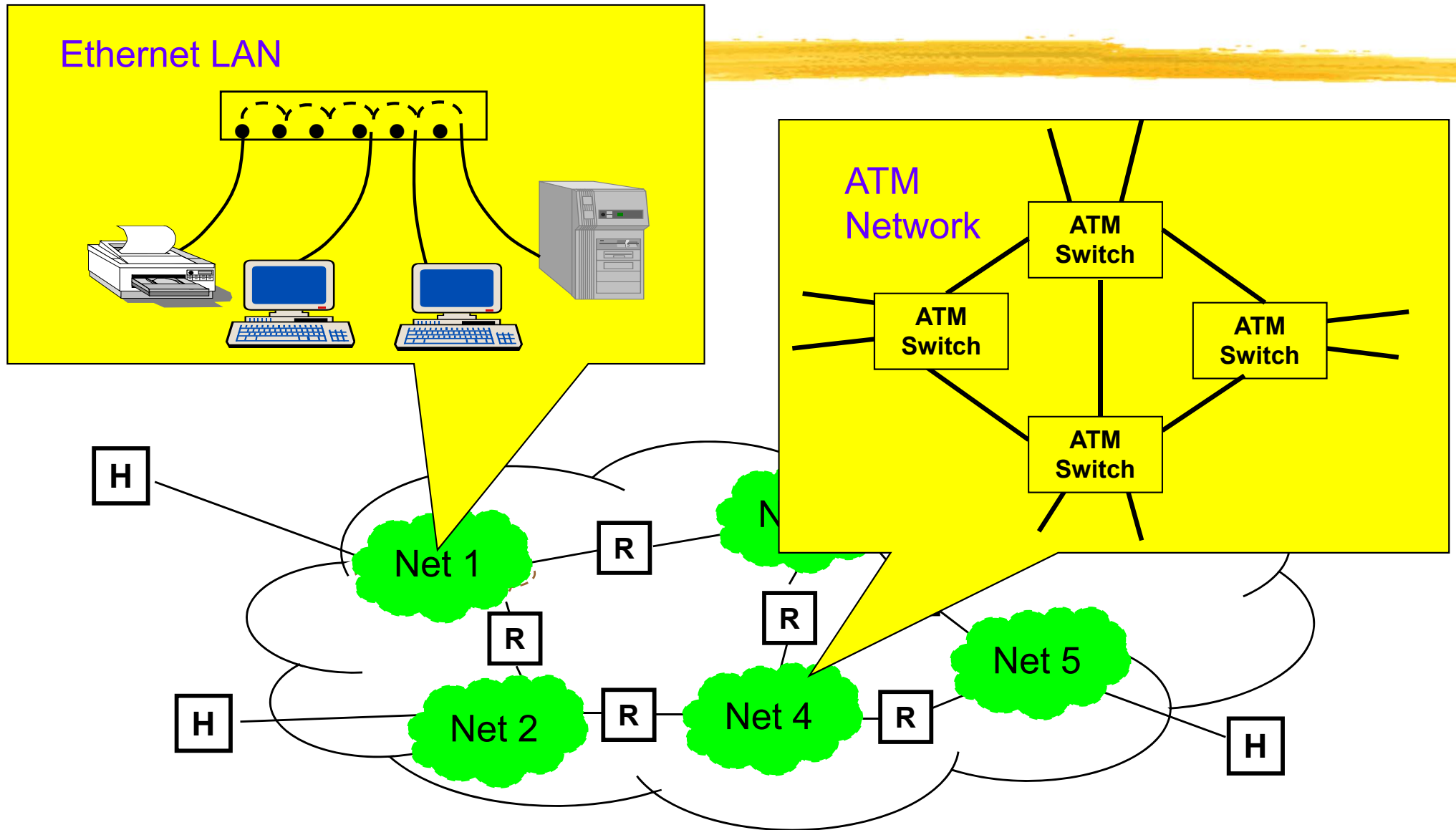
Internetworking

- Internetworking è una specifica funzione dello strato di rete, ha lo scopo di **gestire il trasferimento dei pacchetti attraverso una serie di reti diverse**
- I router rilanciano i pacchetti tra le reti





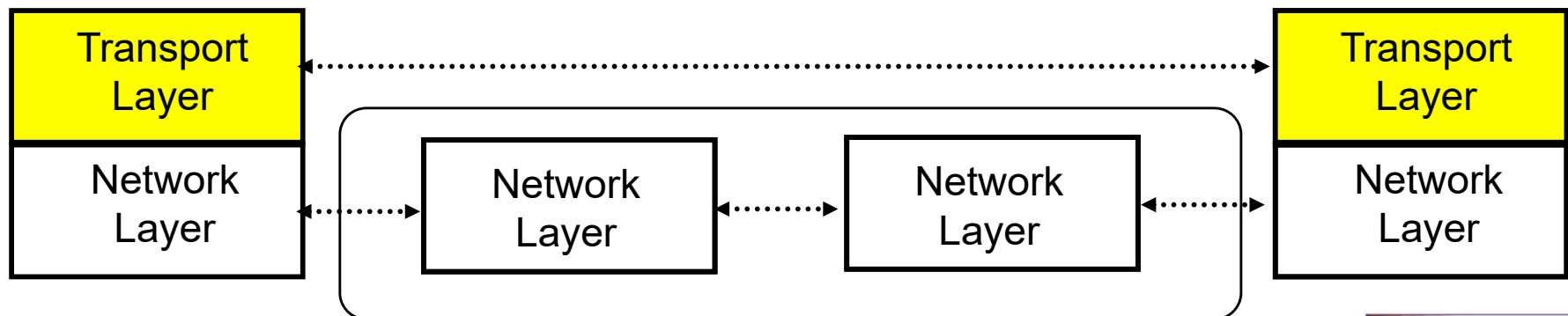
Internetworking





Transport Layer

- Trasferisce i dati end-to-end dal processo attivo in un host al processo residente nell'host remoto
- Garantisce l'**affidabilità** del trasferimento di stream di dati
- Offre un trasferimento rapido e semplice di singoli blocchi di dati
- Gestisce i "**port numbers**" (indirizzi interni ai sistemi terminali)
- Funzioni di **segmentation and reassembly** dei messaggi
- Connection setup, maintenance, and release





Application & Upper Layers

■ Application Layer

- fornisce i servizi richiesti dalle applicazioni
- DNS, web access, file transfer, email...

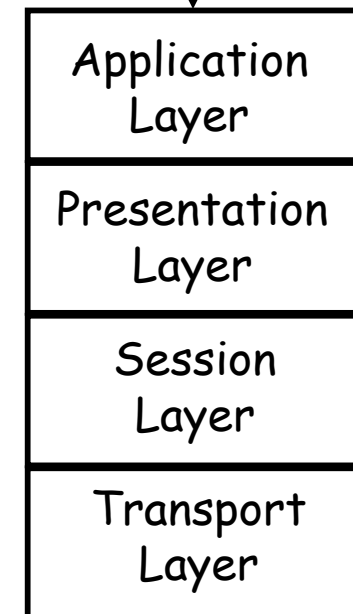
■ Presentation Layer

- consente alle applicazioni di interpretare il significato dei dati (es. cifratura, compressione, convenzioni specifiche della macchina)

■ Session Layer

- sincronizzazione e controllo del dialogo, recupero dei dati

Applicazione





Application & Upper Layers

■ Application Layer

- fornisce i servizi richiesti dalle applicazioni
- DNS, web access, file transfer, email...

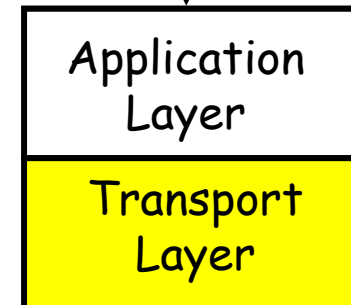
■ Presentation Layer

- consente alle applicazioni di interpretare il significato dei dati (es. cifratura, compressione, convenzioni specifiche della macchina)

■ Session Layer

- sincronizzazione e controllo del dialogo, recupero dei dati

Applicazione



Incorporati nello strato di applicazione



Protocol stack di Internet

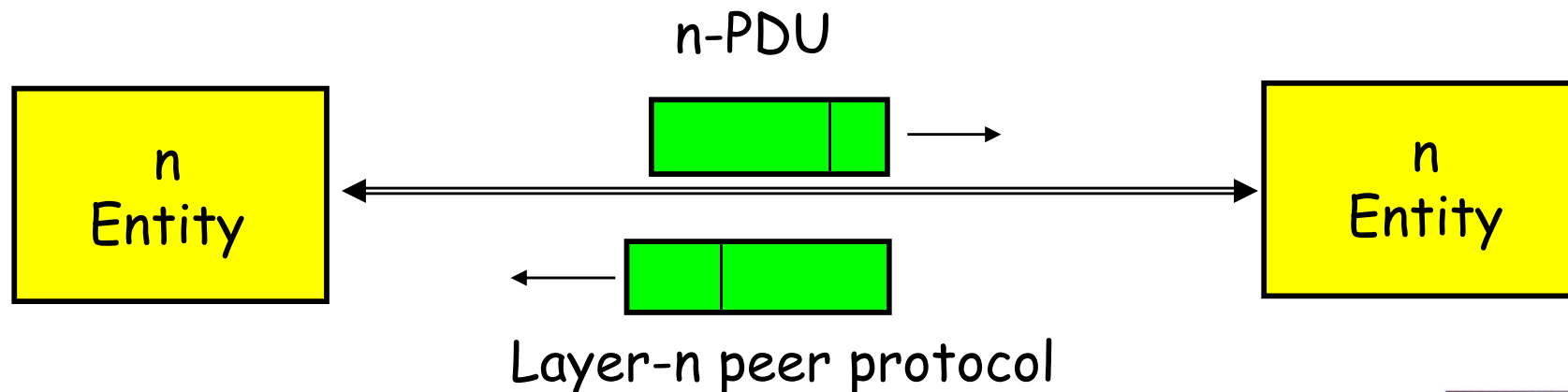
- **Applicazione**: supporto le applicazioni di rete
 - FTP, SMTP, HTTP
- **Trasporto**: trasferimento dei messaggi a livello di applicazione tra il modulo client e server di un'applicazione
 - TCP, UDP
- **Rete**: trasferimento dei pacchetti dall'origine al destinatario
 - IP, protocolli di instradamento
- **Link (collegamento)**: trasferimento dei pacchetti all'interno di una sottorete
 - PPP, Ethernet
- **Fisico**: trasferimento dei singoli bit





Concetto astratto di protocollo

- Lo strato n in un sistema interagisce con lo strato n in un altro sistema per fornire servizio allo strato $n+1$
- Le entità che eseguono le funzioni di uno strato all'interno di sistemi comunicanti sono dette *peer processes*
- La cooperazione tra entità dello stesso strato è regolata dal protocollo di strato n (*layer- n protocol*)
- Le entità di strato n (*Layer- n peer processes*) si scambiano unità dati denominate *Protocol Data Unit (PDU)*



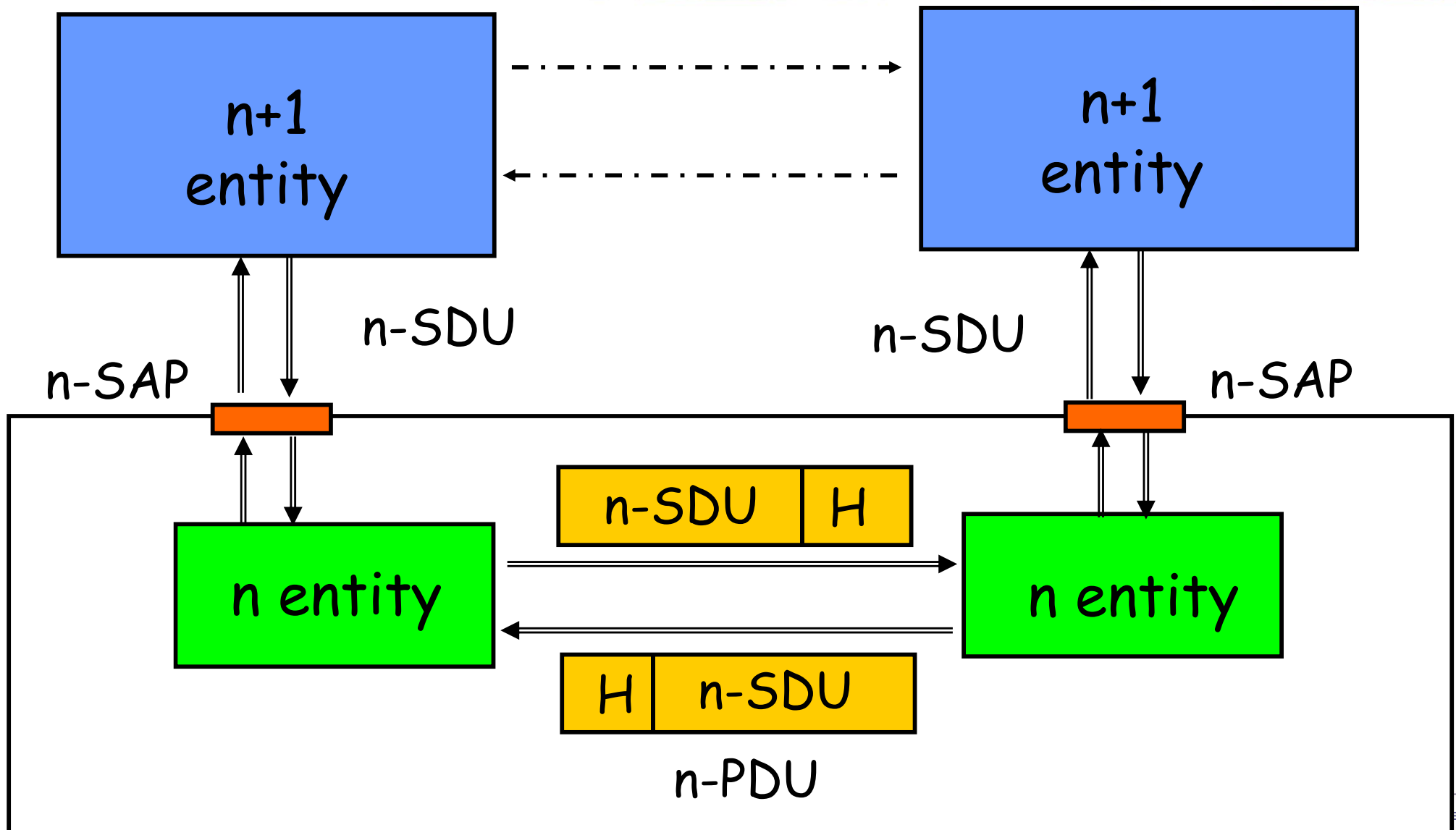


Concetto astratto di servizio

- La comunicazione tra due entità è **virtuale** ed **indiretta**
- Lo strato $n+1$ trasferisce le proprie informazioni invocando il servizio fornito dallo strato inferiore (strato n)
- I servizi dello strato n sono disponibili all'interfaccia tra i due strati (**Service Access Points - SAP**)
- Ogni strato passa dati e informazioni di controllo allo strato inferiore fino a che è raggiunto lo strato fisico che si occupa dell'effettivo trasferimento
- I dati che sono ricevute da uno strato da quello superiore sono denominate **Service Data Unit (SDU)**
- Le SDU sono incapsulate nelle PDU nelle quali sono anche aggiunte le informazioni di controllo per l'esecuzione delle funzioni di strato

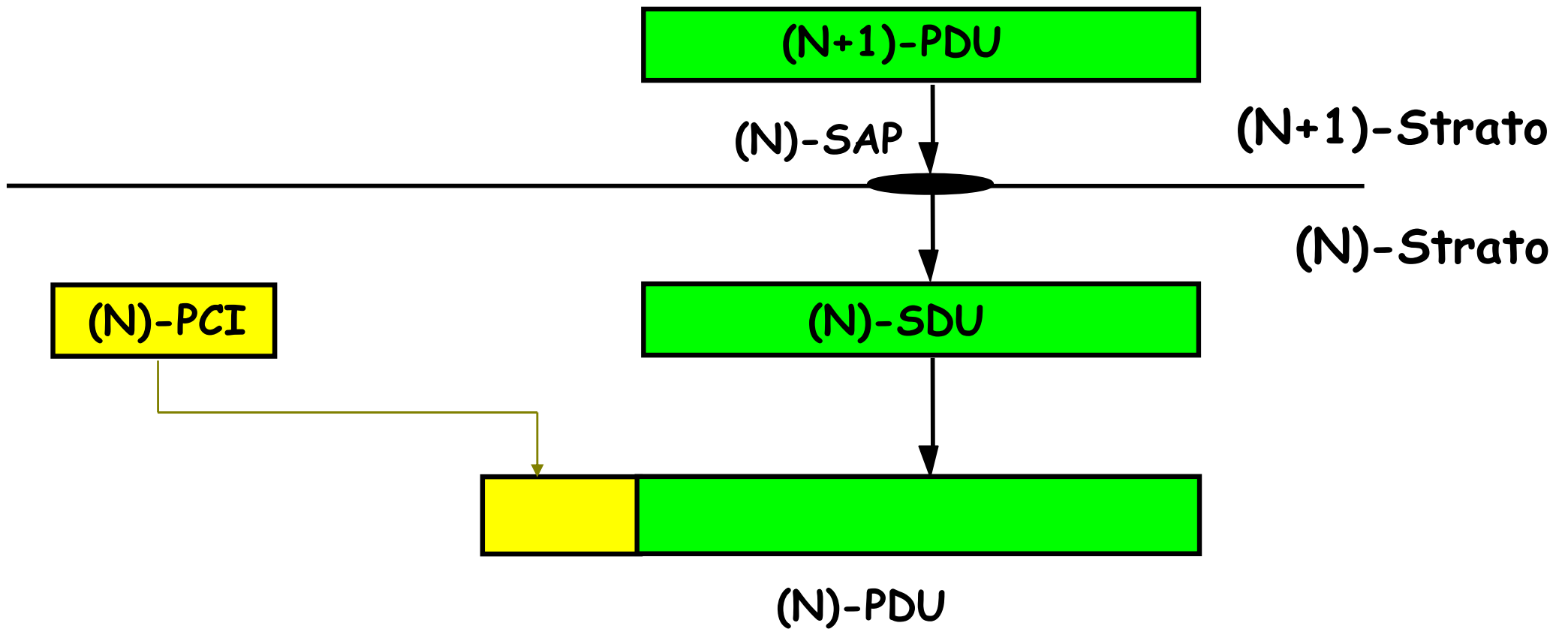


Strati, Servizi e Protocolli





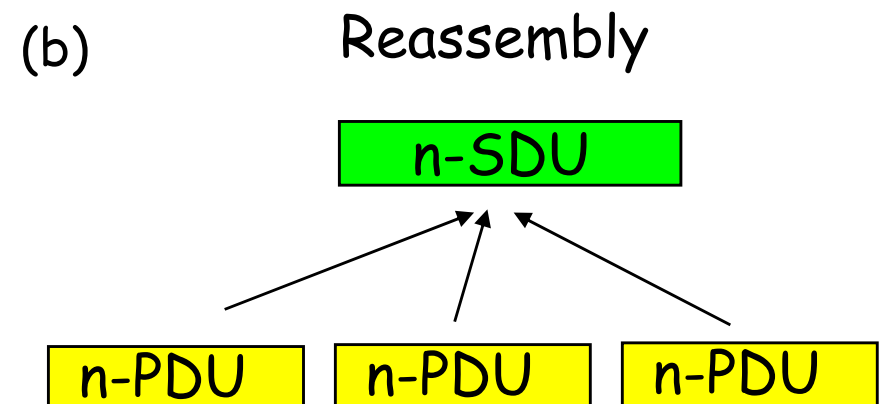
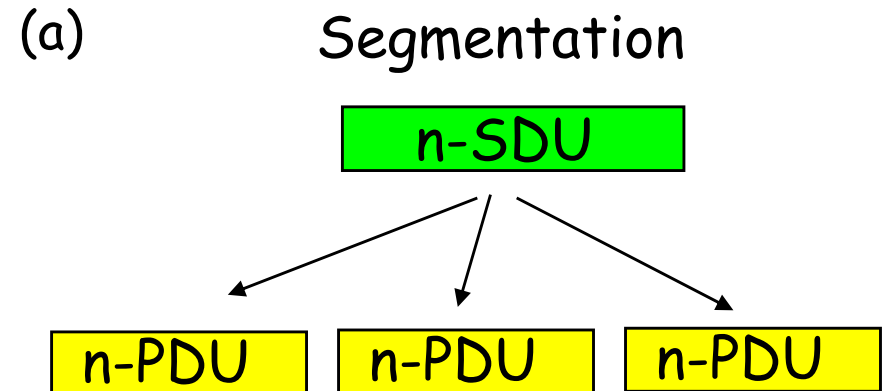
Unità informativa





Segmentation & Reassembly

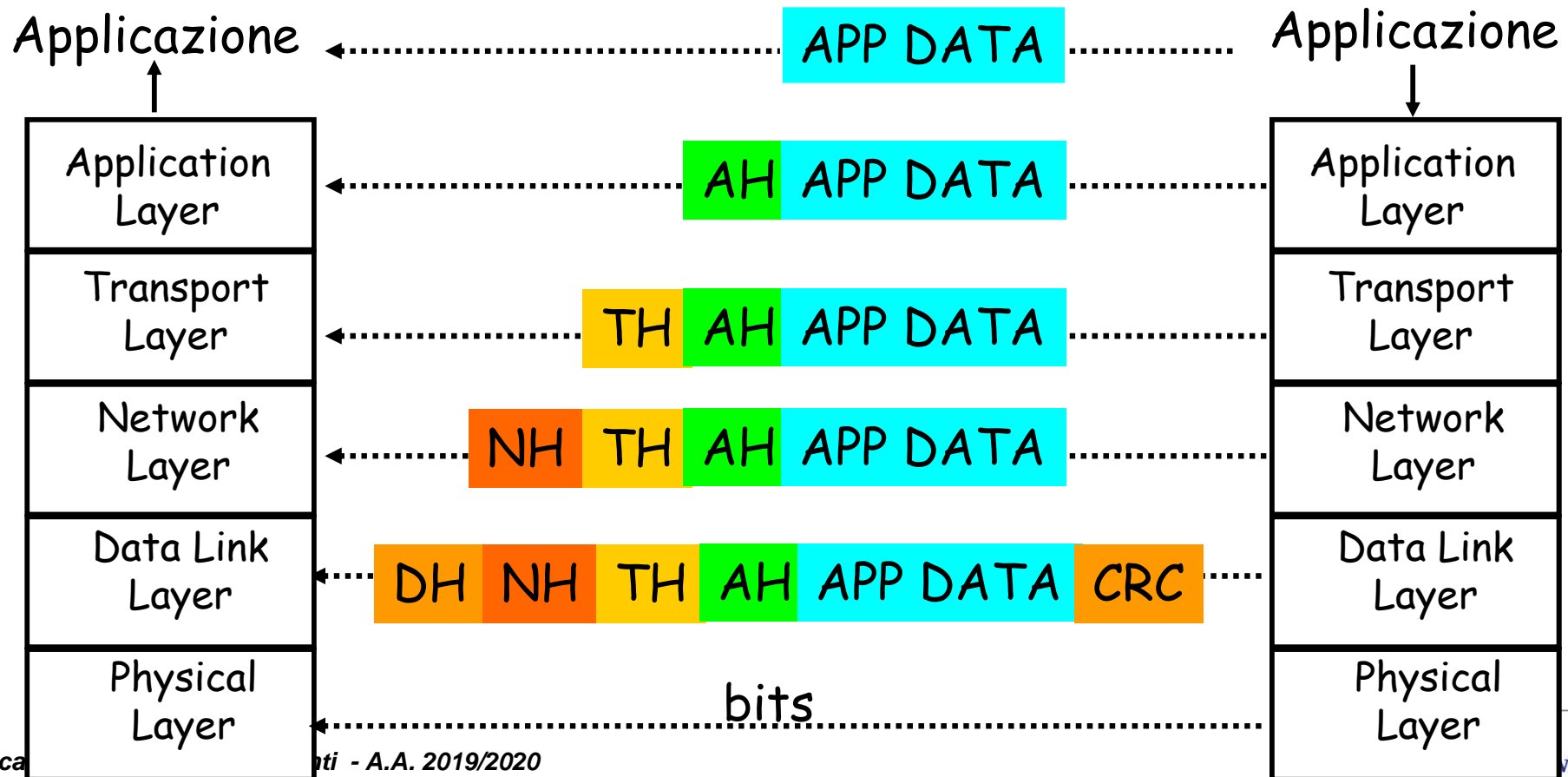
- Uno strato può imporre un limite massimo alla dimensione del blocco dati che può essere trasferito
- Se le n-SDU superano questo limite non possono essere trasferite in un'unica n-PDU
- Lato emittente: la SDU è segmentata in PDU multiple
- Lato ricevente: la SDU is riassembleata a partire dalla sequenza di PDU ricevute





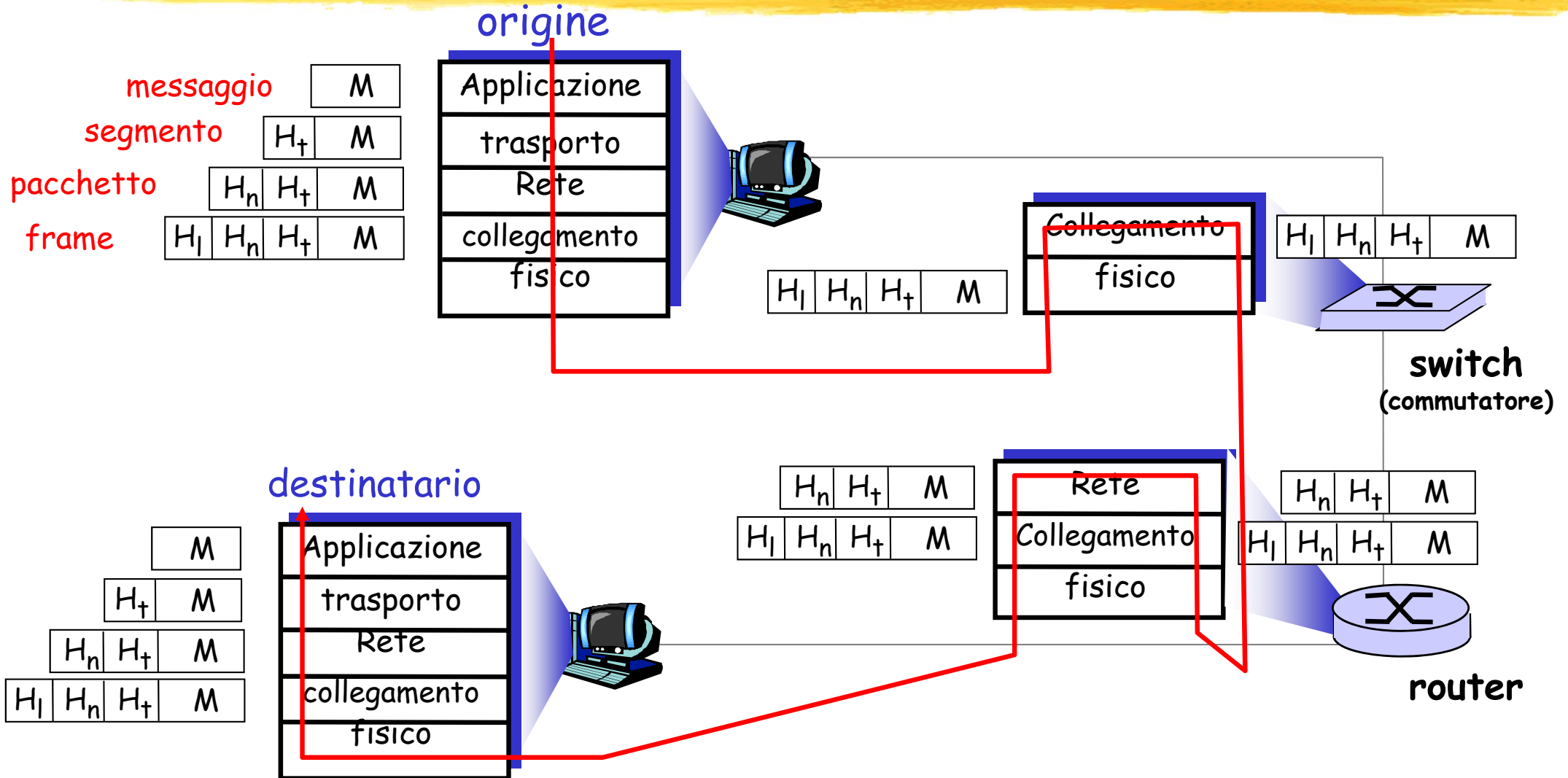
Headers & Trailers

- Ogni protocollo usa un'intestazione (**header**) e un suffisso (**trailer**) che contengono le informazioni di controllo necessarie per l'esecuzione delle funzioni di strato
 - indirizzi, numeri di sequenza, flag, codici di controllo d'errore, ecc.

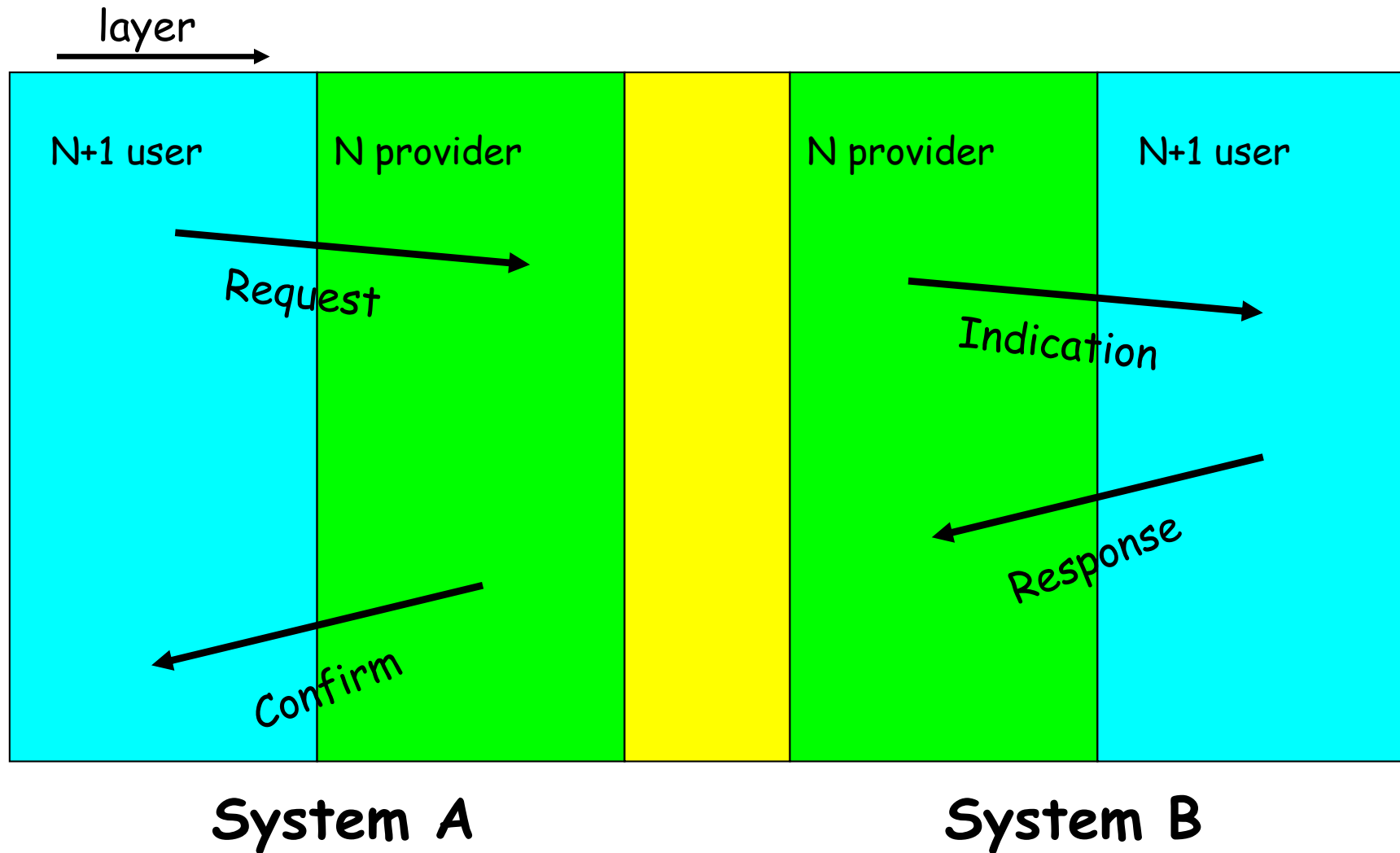




Esempio Incapsulamento

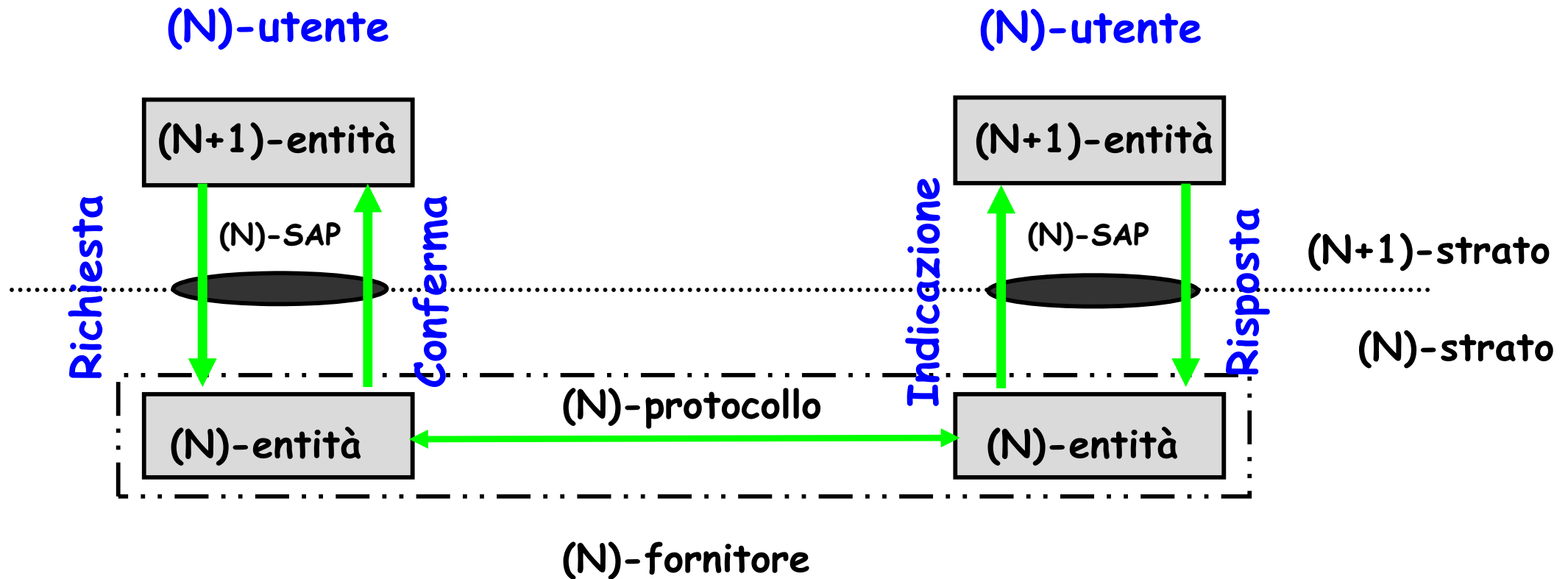


Interazione tra strati





Primitive di servizio





-
- The diagram illustrates the encapsulation and decapsulation process in a network layer. It shows two 'n entity' blocks (green) connected by a horizontal line representing the network. Above this line are four 'n+1 entity' blocks (cyan). The left side shows an 'n entity' sending an 'n-SDU' and 'H' to an 'n+1 entity' via an 'N-SAP' interface. The right side shows an 'n entity' receiving an 'n-SDU' and 'H' from an 'n+1 entity' via an 'N-SAP' interface. The 'n-PDU' is shown as a yellow box containing 'H' and 'n-SDU'.



Modi di servizio

- Un servizio di strato dalle entità di strato superiore con o senza un'intesa preliminare
 - nel caso in cui l'intesa sussista si parla di servizio con connessione (**connection oriented**)
 - legame, almeno logico e in alcuni casi anche fisico, che viene stabilito tra le parti in comunicazione
 - nel caso contrario si tratta di un servizio senza connessione (**connectionless**)



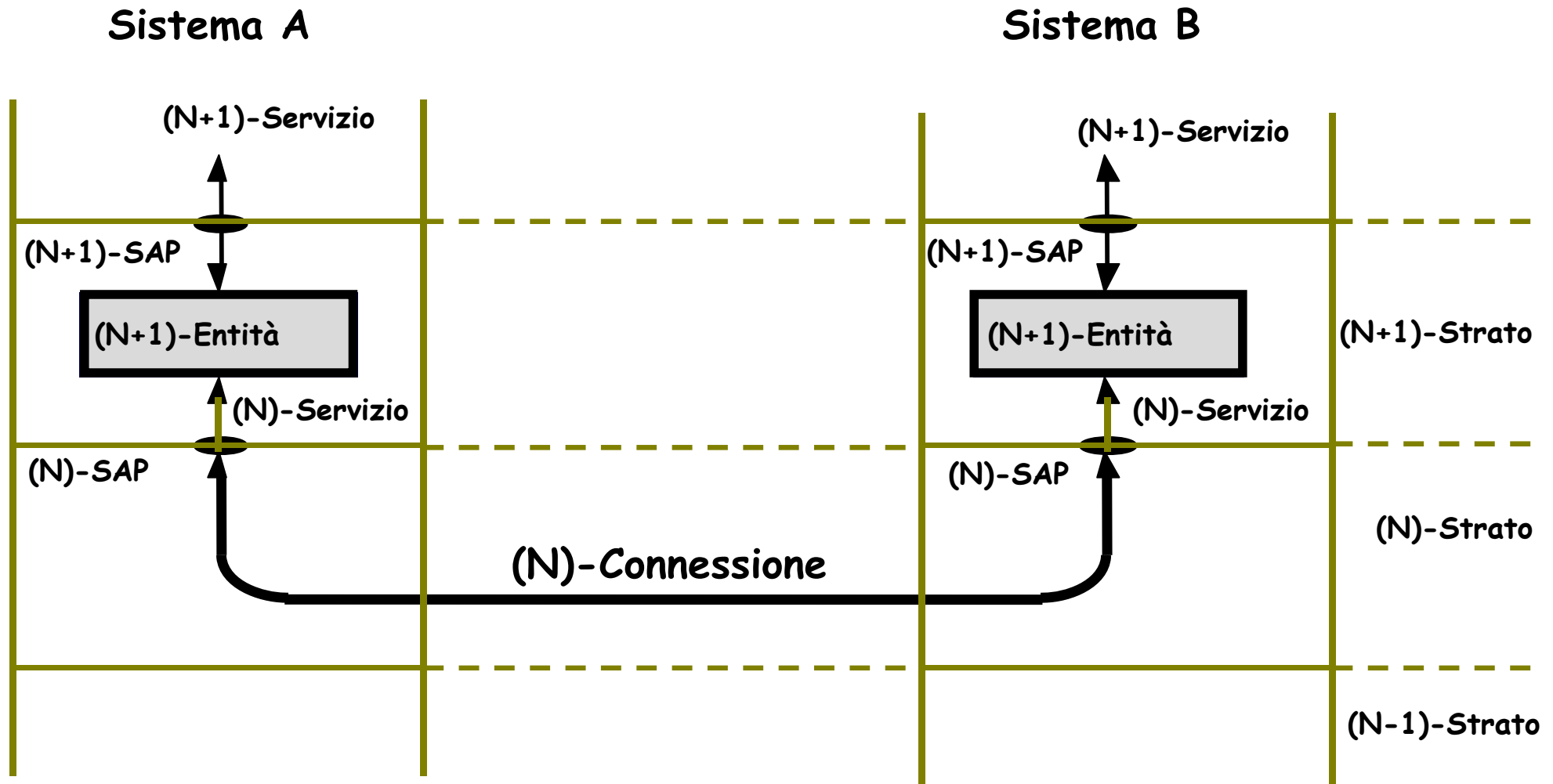
Servizio con connessione

- Servizio di strato con connessione
 - strutturazione in tre fasi temporali
 - negoziatura dei parametri di trasferimento
 - indirizzamento con identificatori di connessione
 - legame logico tra i segmenti informativi scambiati

- Es. TCP, Telefonia



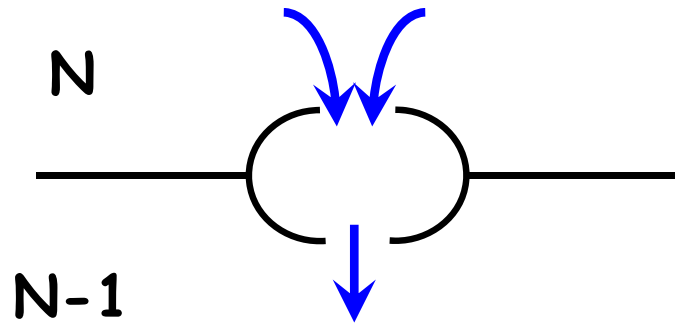
Connessione di strato





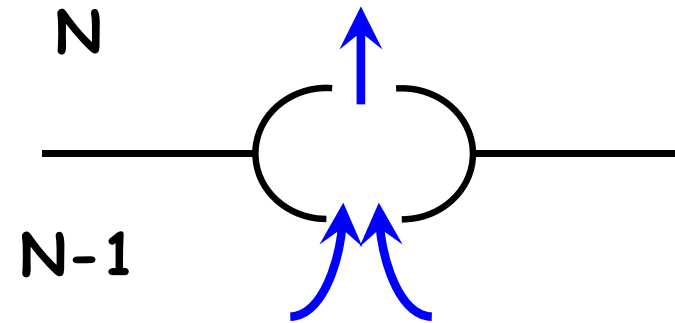
Corrispondenze tra connessioni

Emettitore



**Multiplicazione
allo strato N**

Ricevitore



**Demultiplicazione
allo strato N**



Servizio senza connessione

- Servizio di strato senza connessione
 - una sola fase temporale
 - assenza di negoziazione
 - uso di indirizzi espliciti per l'origine e la destinazione
 - indipendenza e autoconsistenza dei segmenti informativi scambiati

- Es. IP, UDP



Architettura protocollare

