

# Programmazione e Architetture (Modulo B)

Lezione 19

Lo stack di rete

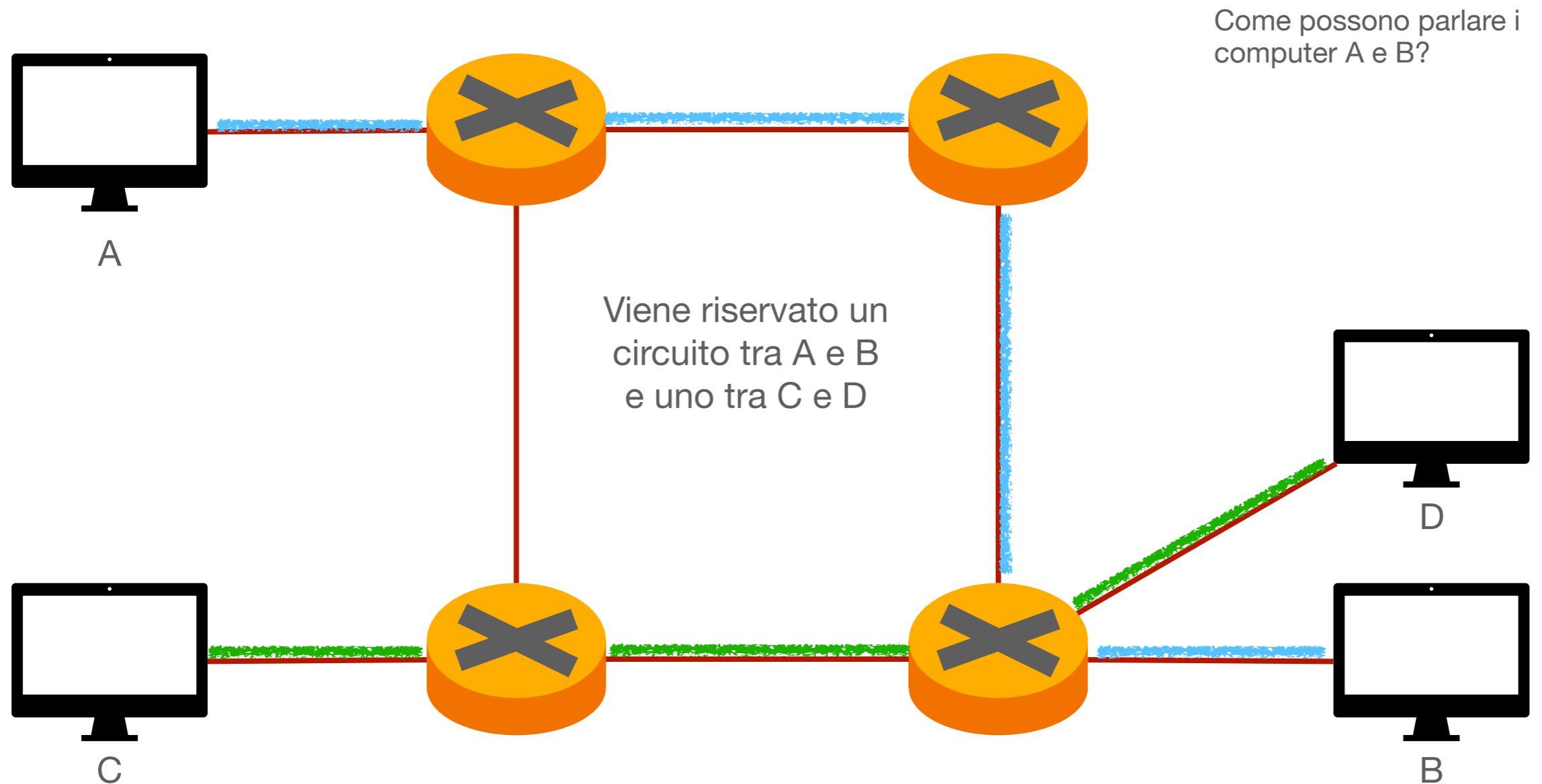
# Reti di calcolatori

## Comunicazione tra calcolatori

- Quando abbiamo più computer vorremmo scambiare informazioni tra di loro
- Un modo è scambiare direttamente dei dispositivi di storage...
- ...ma è molto più pratico permettere direttamente a due computer di scambiarsi dati
- Vediamo come possiamo far parlare un processo del computer A con un processo del computer B...
- ...senza che A e B siano direttamente connessi

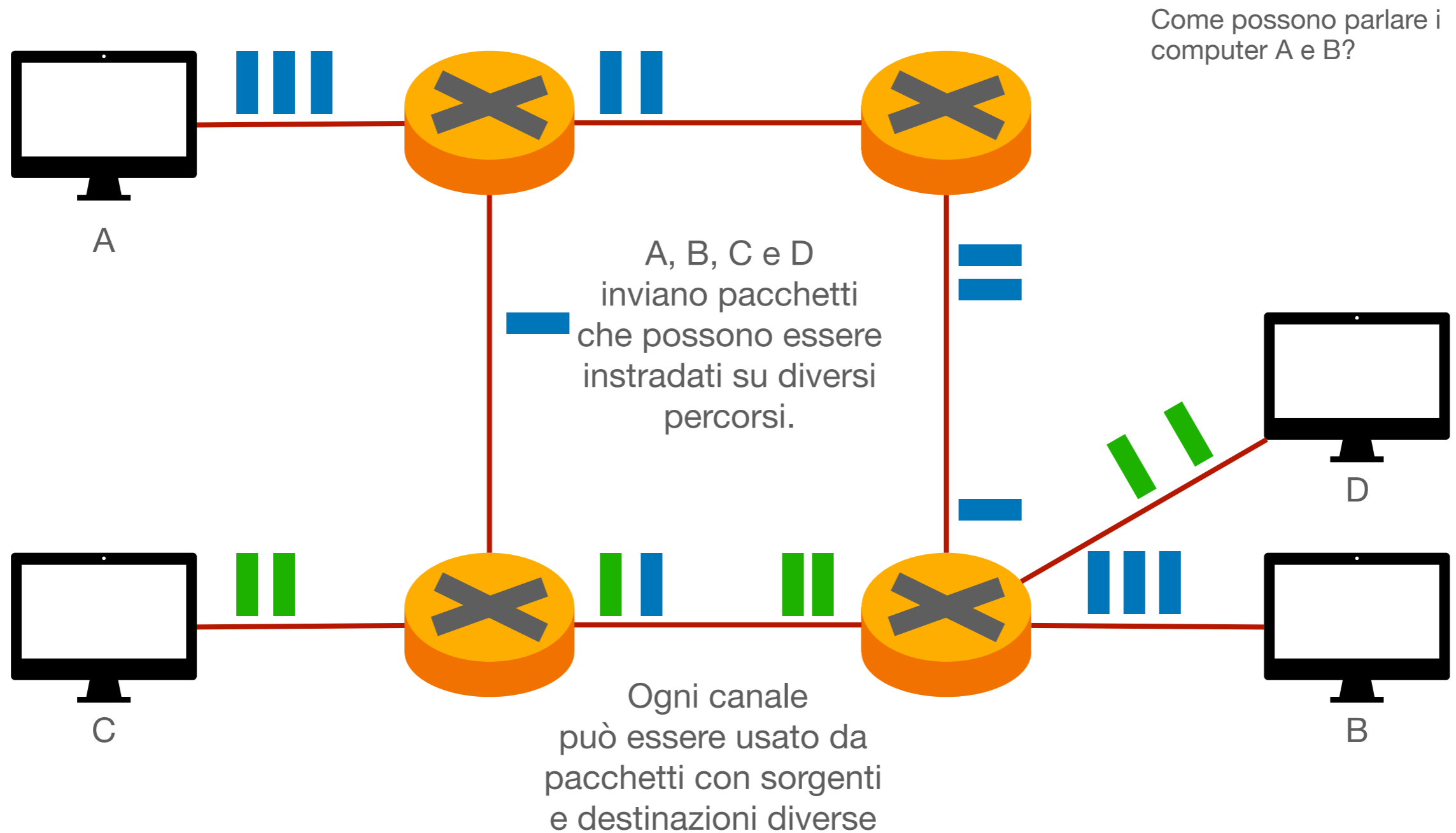
# Reti a commutazione di circuito

## Le vecchie reti telefoniche



# Reti a commutazione di pacchetto

## Le reti che vedremo noi



# Reti di calcolatori

## E protocolli

- Abbiamo visto che i computer comunicano tra di loro tramite dei pacchetti
- Però come fa il processo X nella macchina A a comunicare con processo Y nella macchina B?
- Dobbiamo specificare diverse informazioni in più:
- La comunicazione deve arrivare al processo Y
- Sulla macchina B
- A cui non sono direttamente connesso
- Ma come faccio a parlare con chi sono direttamente connesso?

# Network e Internetwork

## Comunicare localmente o tra reti

- **Network:** ogni nodo può inviare un pacchetto a ogni altro nodo
- Ogni tipologia di rete assegna un indentificativo univoco (**indirizzo**) a ciascun nodo della rete
- Reti diverse possono differire per tipologia di indirizzi, larghezza di banda, nodi collegabili, tecnologie utilizzate...
- Ethernet: 6 byte di indirizzo, comunicazione tramite un cavo di rete, velocità da 10, 100, 1000, 10000 Mbps (*Megabit* per secondo)
- Come parlare con qualcuno al di fuori della rete?

# Network e Internetwork

## Comunicare localmente o tra reti

- **Internetwork:** rete “virtuale” che contiene due o più reti
- Ogni nodo può comunicare con qualsiasi altro nodo
- Ogni nodo ha un identificatore univoco (**indirizzo**) all'interno dell'internetwork
- Viene realizzata con dei calcolatori che “incollano” due o più reti assieme (sono connessi a entrambe). Questi sono detti **router**
- Vi è poi del software di internetwork su ogni nodo che permette di far sembrare diretta la comunicazione tra tutti i nodi anche quando non sono sulla stessa rete

# Network e Internetwork

## Comunicare localmente o tra reti

- Ogni nodo è dotato quindi di due indirizzi:
  - Un indirizzo di network
  - Un indirizzo di internetwork
- Questi sono indipendenti. Il primo ci dice con che nodo comunicare localmente, il secondo con che nodo comunicare nella rete “virtuale”
- A livello di network ci sono molte tipologie di comunicazione: Ethernet (802.3), Wi-Fi (802.11), fibra ottica, DSL, etc.
- A livello di internetwork “regna” IP (internet protocol)



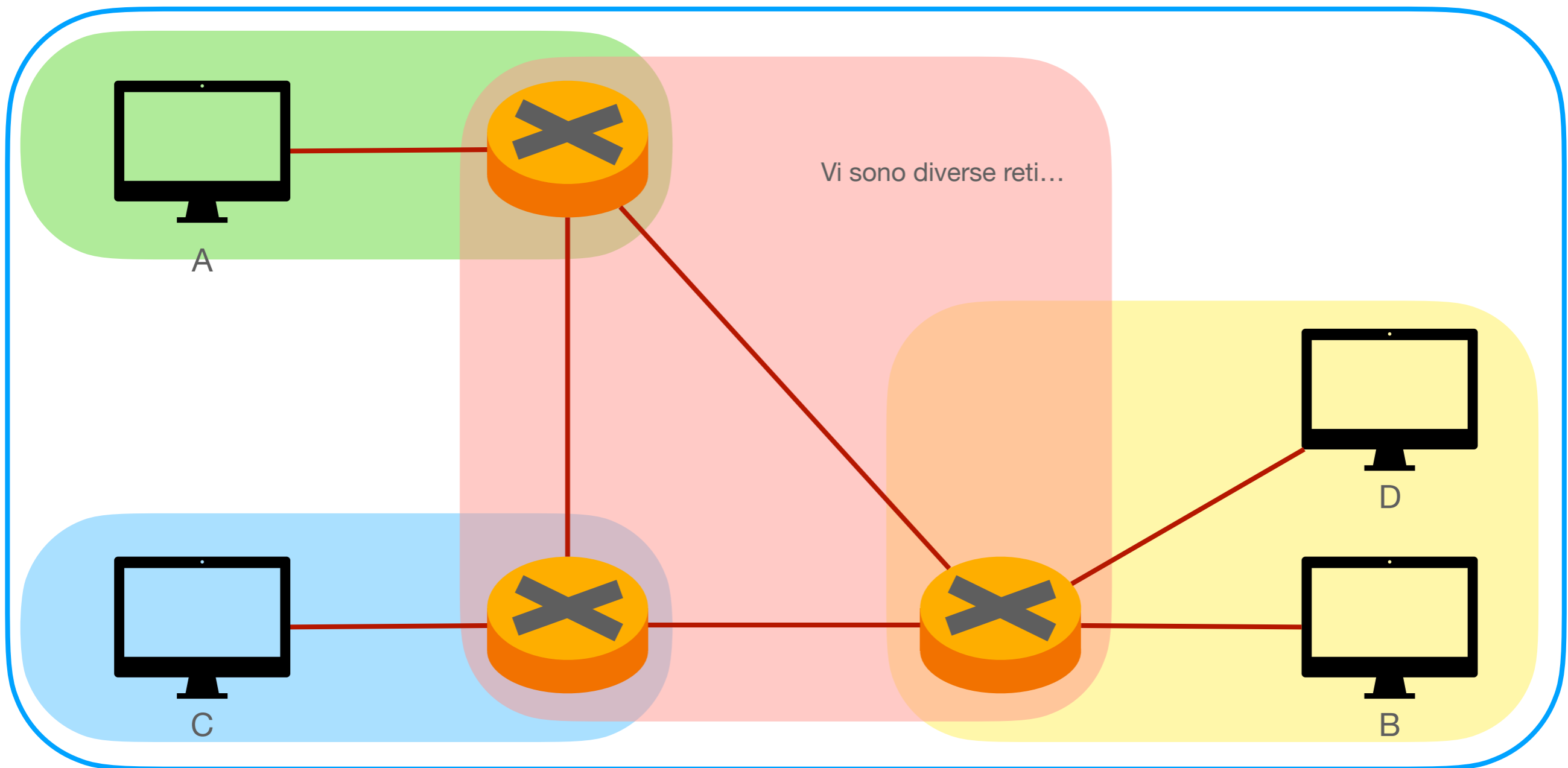
# Internet Protocol Suite

## Protocolli di comunicazione



# Network e Internetwork

## Due “tipologie” di rete

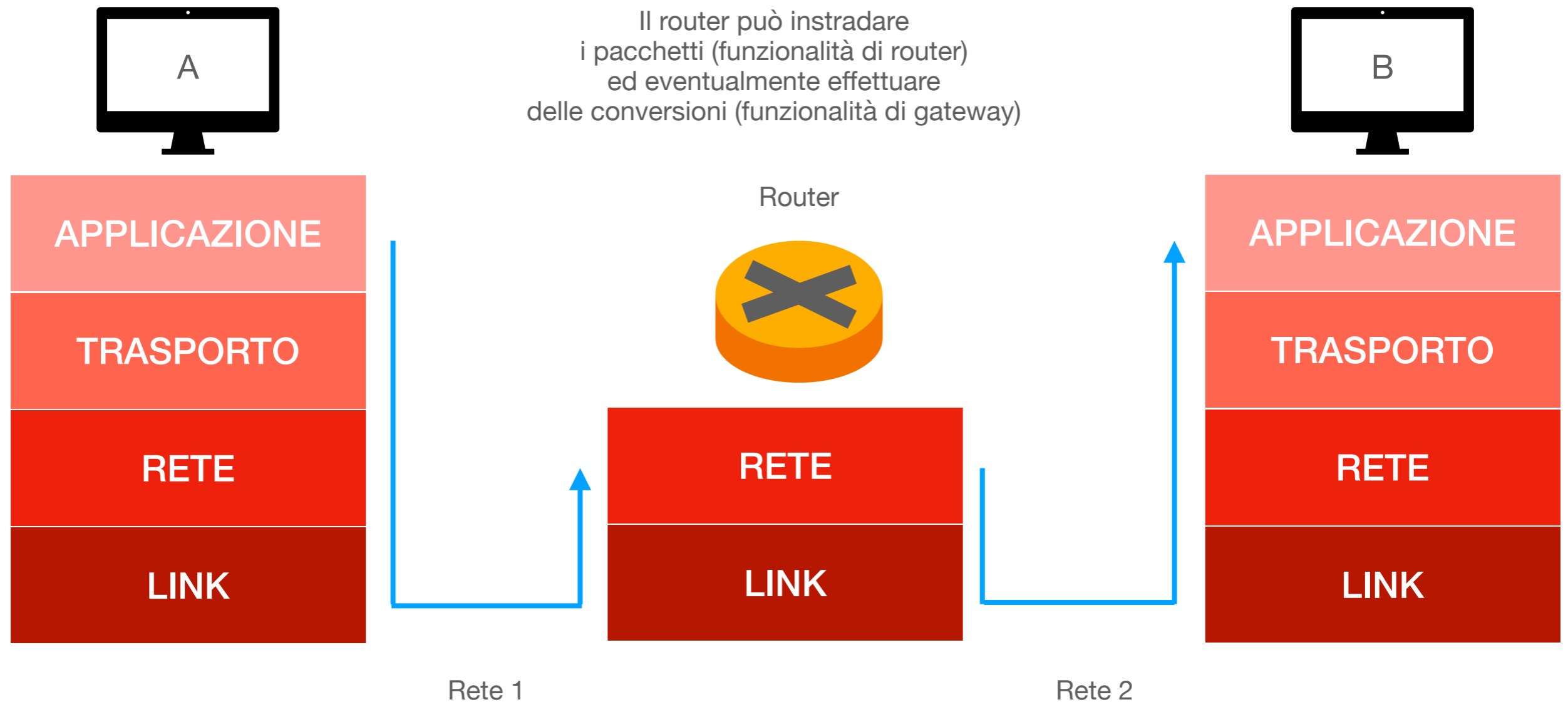


Vi sono diverse reti...

Ma una sola internetwork

# Internet Protocol Suite

## Protocolli di comunicazione



Il router ha due indirizzi di rete, uno per la rete 1 e uno per la rete 2

# Ethernet 802.3

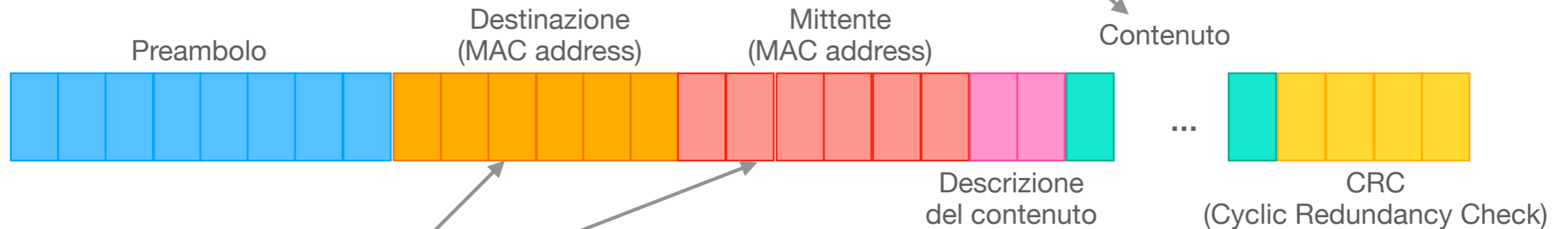
## Un esempio di protocollo a livello di “link”

- Ogni **frame** (l'unità a livello di link) è composto da:
  - 8 byte di preambolo
  - 6 byte di indirizzo del destinatario
  - 6 byte di indirizzo del mittente
  - 2 byte per descrivere il contenuto
  - Da 46 a 1500 byte di contenuto
  - 4 byte di CRC (servono per rilevare se il frame è stato corrotto)

# Ethernet

## Un singolo frame

La parte del frame che effettivamente contiene il messaggio che ci interessa è quella del contenuto, il resto serve solo per far arrivare il messaggio nel posto giusto!



MAC address (indirizzi MAC) sono gli indirizzi a livello di link.  
MAC sta per Media Access Control e non ha nulla a che vedere con le “mele”

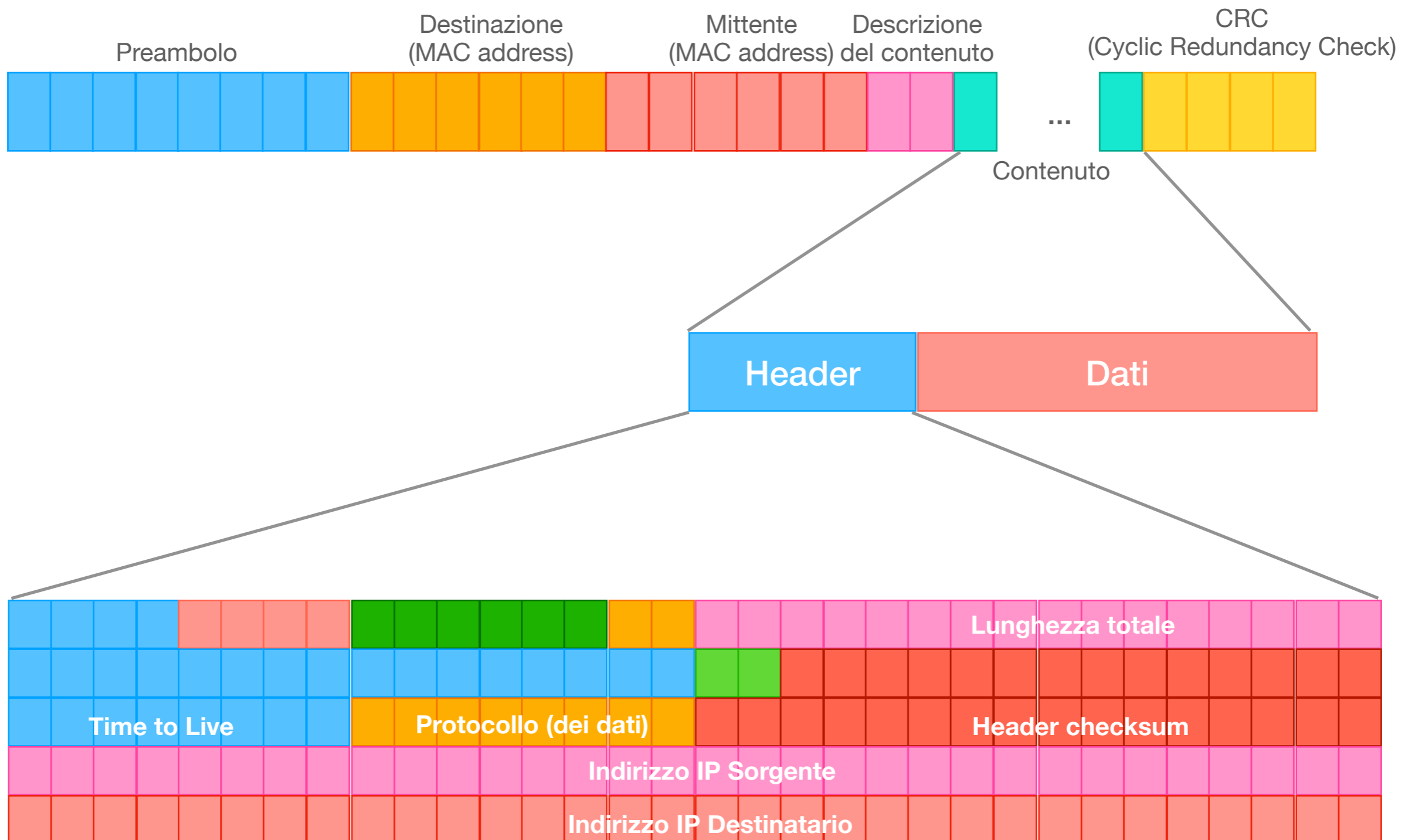
# Internet Protocol (IP)

## “Incollare” assieme reti

- IP è un cosiddetto protocollo di instradamento
- Ogni indirizzo IP è composto da 4 byte (32 bit)
- Il “contenitore” a questo livello si chiama pacchetto e contiene una serie di informazioni:
- Mittente (IP del mittente)
- Destinatario (IP del destinatario)
- TTL (time to live)
- etc.

# Pacchetto IP

## Dentro un frame ethernet



# Internet Protocol (IP)

## Come è fatto un indirizzo IP?

- Un indirizzo IP viene solitamente rappresentato come una sequenza di 4 numeri tra 0 e 255 separati da punto (notazione **dotted decimal**)
- E.g., 192.168.0.1, 127.0.0.1, 1.2.3.4
- Possiamo dividere l'indirizzo IP in due parti:
  - Network number
  - Host number
- Guardando solo l'indirizzo IP non è possibile stabilire quale sia la parte network e quale sia la parte host



# Internet Protocol (IP)

## Restrizioni sugli indirizzi

- In generale se due indirizzi condividono lo stesso network number allora possono “parlare” direttamente
- Gli indirizzi hanno le seguenti restrizioni (riferite alla rappresentazione in binario):
- Il network number e l’host number **non** possono essere tutti zero
- Il network number **non** può essere tutti uno.
- Se l’host number è tutti uno ha il significato speciale di “tutti i nodi della rete”, questo viene chiamato un indirizzo di broadcast

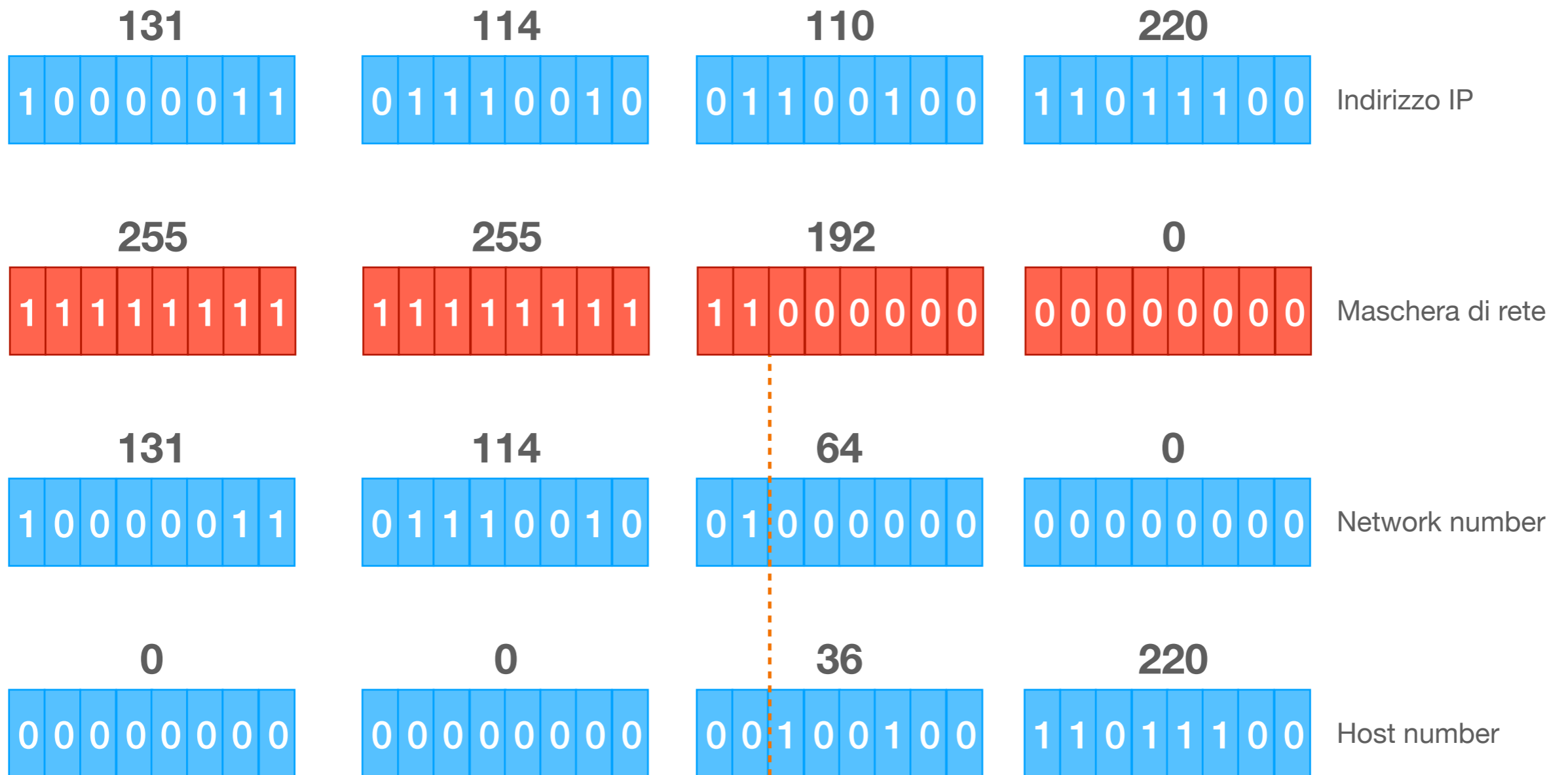
# Maschere di rete

## Stabilire la parte network e host

- Per stabilire quale parte di un indirizzo IP rappresenta la parte network e quale la parte host si usano le **subnet mask** o maschere di (sotto)rete
- Sono sequenze di 32 bit con le seguenti proprietà:
  - Iniziano con tutti uno (indicano la parte di network)
  - Dal primo zero il resto sono tutti zeri (indicano la parte di host)
  - In pratica è nella forma 11...10...0
  - Rappresentato anche questo in notazione dotted decimal

# Indirizzo IP

## E maschera di rete



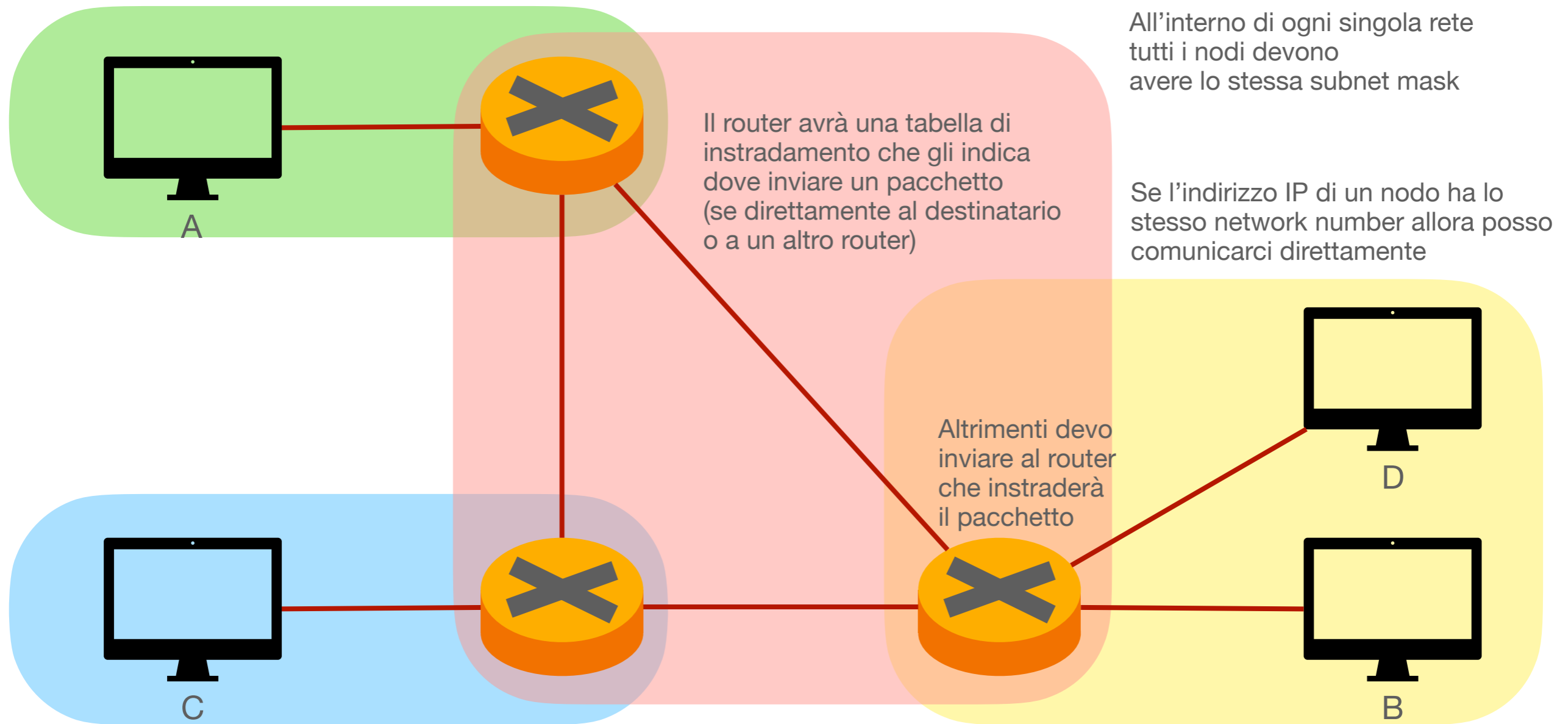
# Indirizzo IP

## Maschere di rete: altre notazioni

- In pratica la maschera di rete ci dice quanti bit dedicare alla parte network e quanti alla parte host
- Una notazione comune per il network number è:
  - 131.114.0.0/16  
Sono 16 bit dedicati al network number e 16 all'host number quindi 255.255.0.0 come maschera di rete
  - 131.114.100.192/26  
Sono 26 bit dedicati al network number e 6 all'host number quindi 255.255.255.192 come maschera di rete

# Indirizzi IP

## Instradamento



# IP Pubblici e Privati

## Alcuni indirizzi riservati

- Non tutti gli indirizzi sono uguali. Dei circa 4 miliardi di indirizzi (32 bit, ma alcuni consono validi) ce ne sono:
  - IP pubblici che vengono assegnati pagando a un organismo internazionale (IANA)
  - Una serie di indirizzi sono riservati per l'uso su reti private (non vengono instradati su internet). I più comuni sono:
    - 10.0.0.0/8
    - 192.168.0.0/16
  - L'indirizzo 127.0.0.1 serve a mandare messaggi a se stessi (indirizzo di loopback)

# Protocollo IP

## Affidabilità

- IP non è **affidabile**
- Il pacchetto viene inviato ma nessuno ci assicura che arrivi a destinazione (**unreliable**)
- Nessuno ci assicura che due pacchetti siano consegnati nell'ordine corretto (**connectionless**)
- Spesso però vogliamo costruire un protocollo tale per cui:
- Si sappia se un pacchetto è arrivato a destinazione o no (**reliable**)
- Conservi l'ordine dei pacchetti (**connection-oriented**)

# Protocollo IP

## E Multiplexing

- IP ci permette di comunicare tra il nodo A e il nodo B...
- ...ma come facciamo per far comunicare il processo X su A col processo Y su B?
- Ci serve la possibilità di distribuire i pacchetti tra più processi (una operazione di “multiplexing”)
- I problemi del multiplexing e dell’affidabilità sono affrontati da protocolli nel livello successivo (trasporto):
  - TCP è reliable e connection oriented (consente multiplexing)
  - UDP è unreliable e connectionless (consente multiplexing)