

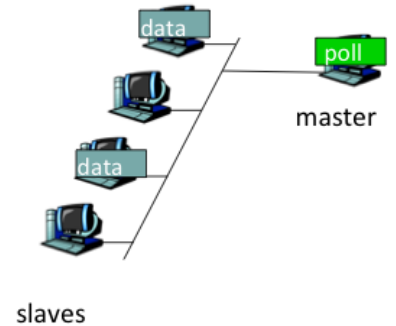
## Protocolli MAC a turni

L'accesso si può organizzare anche evitando deterministicamente le collisioni, creando un insieme di regole.

Il primo esempio:

### Sistema a polling

Una sola stazione assume la funzione di master e tutte le altre sono slaves. La regola è che solo il master può prendere le iniziative, le slaves rispondono solo se interrogate. Il trasferimento dei dati avviene ciclicamente il master interroga gli slaves, chiedendogli se ha dei dati da inviare o invia i suoi dati allo slave se ne ha. Lo slave può rispondere con un breve messaggio dicendo che non ha nulla da trasmettere oppure trasmette le informazioni. Completata l'interrogazione con eventuale trasferimento di dati, passa al secondo slave. Completato il giro di interrogazioni, torna allo slave numero uno.



Un vantaggio di questo metodo è che non ci sono collisioni, è adatto per carichi alti, ma offre un ritardo maggiore (magari solo uno slave deve mandare le informazioni ma deve aspettare che tutti vengano interrogati). In slotted ALOHA non c'è questo problema.

Il tempo di ciclo:

$$T_{\text{cycle}} = N T_{\text{poll}} + N T_{\text{data}}$$
$$U = \frac{T_{\text{data}}}{N T_{\text{poll}} + N T_{\text{data}}}$$

utilizzazione                      ← T<sub>cycle</sub>

Questo si chiama round robin, quando ogni stazione ha lo stesso tempo per trasmettere.

Si può usare anche un round robin pesato: invece di far trasmettere tutti uno stesso tempo, si fa trasmettere ognuno ad un tempo specifico. Ognuno avrà il tempo in base a quanto deve trasmettere, il tempo lo decide il master e lui sa quanti bit ha nel buffer lo slave che attende di trasmettere perché glielo chiede, lo interroga. Il master fa un algoritmo di scheduling pesato.

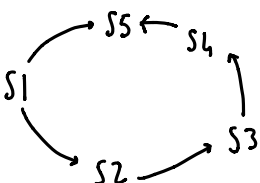
Esiste in questo caso un elemento critico che potrebbe bloccare interamente la rete, nel caso in cui viene spento il master (si allontana o va fuori servizio). In slotted aloha se un nodo si spegne non succede nulla. Quindi la difficoltà del codice per questo protocollo è per gestire il master.

Un sistema che utilizza questo protocollo master slave è il Bluetooth.

Il secondo esempio:

### Protocolli a token (a pegno)

Esiste un token, un testimone, da una stazione all'altra e solo la stazione che ha il testimone è abilitato a trasmettere. Il token viene trasferito ciclicamente tra le stazioni.



La topologia logica è ad anello. Si evitano collisioni e tutti hanno possibilità di trasmettere. Come si implementa il concetto di testimone? È una PDU del protocollo MAC che non ha dati, solo la parte di controllo, il token è come un pacchetto speciale.

Chi riceve il token fa una copia del protocollo, controlla l'indirizzo di destinazione per vedere se era per lui e nel caso lo manda al livello superiore, se non è per lui lo manda al vicino di anello. Ogni stazione appena vede passare un pacchetto lo copia e lo rilancia a valle (se non lo rilanciasse i pacchetti non arriverebbero a destinazione).

In questo processo ogni stazione non ha bisogno di sapere dove si trovano le altre stazioni. Oltre la regola del rilancio a valle, se il pacchetto che arriva è il token allora me lo tengo perché devo mandare pacchetti, sennò lo copio e lo rilancio.

La stazione con il token trasmette il pacchetto, ogni altra stazione riceve il pacchetto lo copia e lo rilancia. Alla fine il pacchetto ritorna indietro, quindi chi manda quel pacchetto quando vede arrivare di nuovo il pacchetto lo deve eliminare dal ciclo.

La stazione s1 una volta che ha trasmesso, ritrasmette il token.

Ci sono più elementi critici: il token essendo un pacchetto potrebbe contenere degli errori, quando la stazione riceve un pacchetto con errori lo butta ma se butta il token la rete smette di funzionare.

È necessaria una stazione monitor che controlla che il token continui a circolare nell'anello. Se una nuova stazione vuole entrare nel giro, due stazioni devono momentaneamente scollegarsi per collegarsi alla nuova stazione, cambia il predecessore e successore di ogni stazione.

Se una stazione si spegne, bisogna realizzare un meccanismo per farlo saltare.

### Portata media massima

Calcolo della portata complessiva del sistema, ogni stazione trasmette L byte+H di intestazione, il token ha solo l'H. Il tempo per compiere un ciclo interno è il tempo per trasmettere il pacchetto più il tempo per trasmettere il pacchetto.

$$T_{pkT} = \frac{L+H}{C} \quad T_{TkN} = \frac{H}{C} \quad \text{per } N \text{ stazioni}$$

va considerato  
anche il ritardo di propagazione  $\tau_N$

$$\Lambda = \frac{NL}{\underbrace{N(H+L)/C + NH/C + \tau_N}_{\text{tempo di ciclo}}}$$

*quantità byte usiamo a trasferire in ogni giro di token*

(ignorare q delle slides)

$$U = C \cdot \frac{NL}{N \cdot \frac{L+H}{C} + N \cdot \frac{H}{C} + \tau_{\text{anello}} C}$$

se è » di 1, allora il rapporto è molto minore di 1 e quindi l'utilizzazione molto piccola rispetto alla capacità.

questo dipende dalla lunghezza del cavo, per questo si usa per reti locali

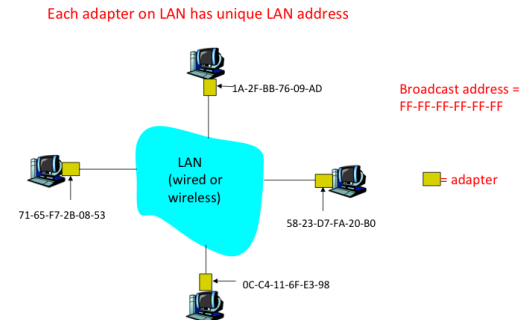
è necessario che il rapporto banda ritardo sia piccolo

## MAC ADDRESSES

Queste appena viste sono reti che vengono utilizzate localmente, queste si chiamano LAN. Sono reti che utilizzano protocolli MAC. Si fornisce un mezzo di comunicazione che è condiviso tra tutte le stazioni, quindi abbiamo bisogno di regole per condividere al meglio questo canale di comunicazione (regole = protocolli MAC).

Nell'area locale c'è un problema di indirizzamento, quando la stazione deve trasferire non può limitarsi a mandare pacchetti, deve anche specificare a quale stazione deve mandarlo.

Quindi sono necessari degli indirizzi che vengono scritti nelle MAC PDU. Questi indirizzi sono specificati in un organismo chiamato IEEE, ogni stazione ha un proprio indirizzo MAC che la distingue da tutte le stazioni. Si scrive in carattere esadecimale.

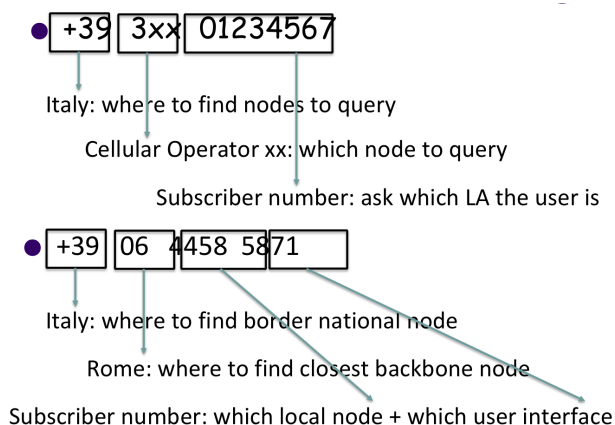


L'indirizzo MAC è attribuito all'entità di livello MAC di ciascuna interfaccia del dispositivo (tipo all'hardware di Wi-Fi di questo PC, non al PC), uno per ogni architettura protocollare dove c'è il MAC. L'indirizzo è un'entità unica associata ad un certo strato, serve quando devo associare un destinatario. (Se ho un unico possibile destinatario, non è necessario l'indirizzo).

L'indirizzo MAC lo mette il costruttore dell'interfaccia, come si fa a garantire l'unicità dell'indirizzo? Con un sistema simile a quello dei codici fiscali o le targhe delle macchine: esiste una piramide organizzativa che ha un unico vertice che possiede tutti gli indirizzi e li distribuisce ai vari utenti. Nel caso delle LAN, IEEE detiene tutti gli indirizzi e gestisce lo spazio di indirizzi: ogni indirizzo MAC è lungo 48 bit, gli indirizzi Mac che esistono sono

Uno schema così fatto si dice piatto, "flat", che non ha  $2^{48}$  una struttura, tutti gli indirizzi sono equivalenti.

L'altro modo per gestire gli indirizzi è il metodo gerarchico: un esempio è il numero di telefono.



Momentaneamente tutti i numeri di telefono appartengono all'ONU.

L'ITU dà degli indirizzi agli stati che poi se la gestiscono loro.

L'indirizzo MAC piatto consente portabilità, quello gerarchico no.

## ETHERNET

È uno standard creato nei primi anni 80 e poi evoluto. Lo standard, IEEE.802.3 di Ethernet specifica come deve essere il livello fisico e come il livello MAC, poi questi standard sono numerosissimi seguono dei numeri e lettere dopo il 3.

Una LAN è un insieme di stazioni che condividono un canale di comunicazione e per questo motivo hanno bisogno di un protocollo MAC di Ethernet, che è CSMA/CD, si chiama dominio di collisione. Nel tempo le reti LAN Ethernet sono diventate delle strutture molto complesse che hanno diversi domini di collisione. Ad ogni dominio di collisione c'è un protocollo Ethernet.

Ad un certo punto si è pensato fosse utile partizionare logicamente in modo logico quando si hanno più domini di collisione. È possibile ritagliare in queste reti delle isole autonome, LAN virtuali.

**Virtual LAN:** insieme di nodi con indirizzi e struttura di pacchetti che fanno sì che questi nodi pensino di formare una LAN fisica, ma in realtà la loro LAN fa parte di una LAN più grande.

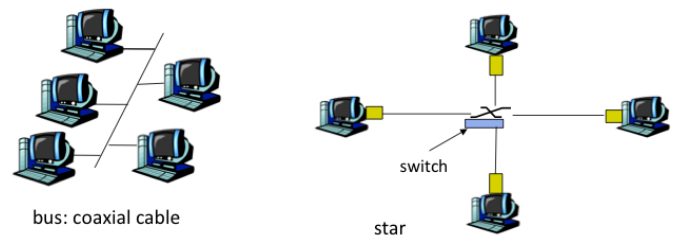
All'inizio la rete Ethernet era proprio un filo di rame, che era come un bus, che collegava i terminali.

Successivamente si è passati ad uno schema di tipo stella, ogni terminale è collegato ad un dispositivo che non è un terminale ma che ha il solo scopo di connettere i terminali tra loro.

Il cablaggio che si fa da 30 anni per questo tipo di rete è collegare ogni terminale a uno switch (un commutatore).

Un terminale : origine e destinazione di pacchetti MAC

Uno switch: smista i pacchetti.

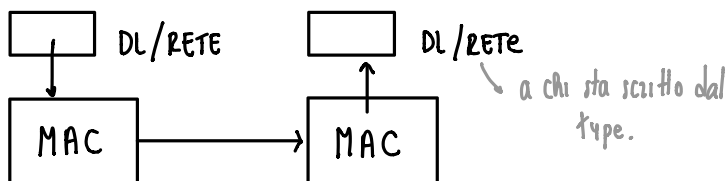
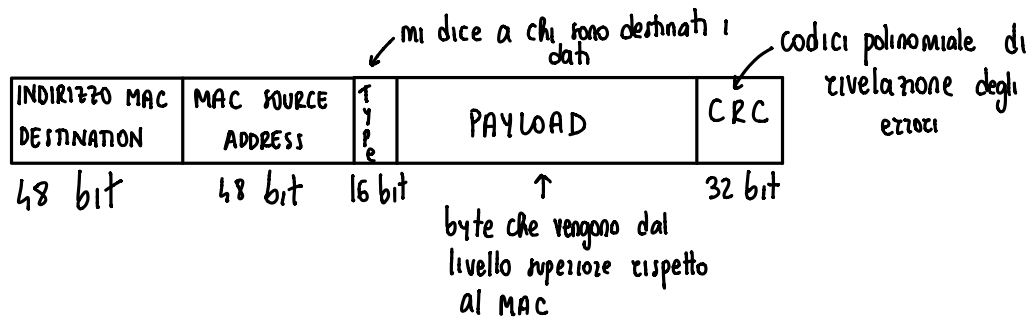


Oltre gli switch esistono anche gli hub, la differenza tra i due è che:

- se si mette al centro un nodo di interconnessione un hub, questa avviene a livello fisico (è un ripetitore multiporta), **hub interconnessione a livello fisico**. Con questo metodo ci possono essere collisioni, perché il segnale viene trasmesso a tutti, è un unico dominio di collisione.
- **Switch interconnessione a livello MAC**, estrae i bit, riconosce la MAC PDU, legge l'indirizzo del destinatario e lo lancia solo a quello (non a tutti). I domini di collisione che ci sono se al centro c'è uno switch sono tanti quanti sono i terminali. La collisione non c'è tra i terminali al massimo tra terminale e switch se comunicano contemporaneamente.

## Ethernet Frame Structure

Le PDU si rappresentano attraverso schemi , una PDU è sempre e solo una sequenza di byte (0 e 1) ma per noi sono grafici.



Il livello fisico una volta che gli arrivano tutti questi byte più quelli di payload ci aggiunge un preambolo, è un overhead che non fa parte della MAC PDU ma fa parte del livello fisico. Serve al destinatario per allentare il clock di ricezione e allinearsi temporaneamente al clock che ha trasmesso e a rivelare il segnale.

Il protocollo MAC usato da Ethernet è CSMA uno persistente con CD (collision detection): si ascolta prima di trasmettere, uno persistente, con collision detection ossia rimango in ascolto per un tempo minimo (che ha che fare con la lunghezza minima delle PDU), se mi accorgo della collisione parte la procedura di back off, se non c'è collisione finisco di trasmettere e finisce così.

Il trasferimento Ethernet è inaffidabile, l'unica cosa di cui si occupa è di rivelare collisioni. Se ricevo una PDU con errori la scarto.

Questo perché non vale la pena fare nient'altro, con Ethernet la probabilità di ricevere pochi è bassissima. Questo semplifica nettamente il protocollo.