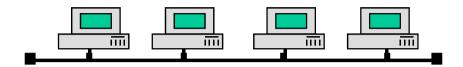


### Tecniche di accesso multiplo

#### Mezzo di comunicazione

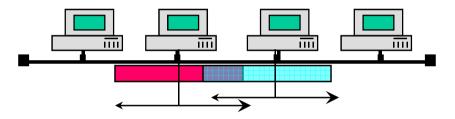


- Il mezzo è multi-accesso (<u>accesso multiplo</u>) quando comprende due o più punti distinti che sono sorgenti e/o ricevitori di informazione (stazioni)
- □ In questo caso il segnale ricevuto in una stazione dipende dal segnale trasmesso da due o più tra le altre stazioni ed è la somma delle versioni attenuate di questi segnali, corrotti da disturbi e da ritardi

### Protocolli di accesso

#### Problema:

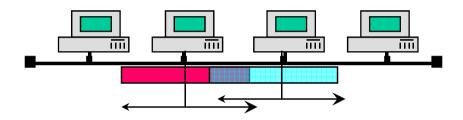
Se due o piu' trasmissioni avvengono contemporaneamente si verifica una 'collisione' che non permette di ricevere correttamente il segnale.



- □ I protocolli di accesso multiplo permettono a varie stazioni di accedere alla rete fisica sottostante che e' di tipo broadcast. Tali protocolli hanno il compito di regolare la trasmissione delle stazioni in modo tale che non si sovrappongano sul mezzo condiviso.
  - se le collisioni avvengono devono essere individuate in modo da poter ritrasmettere le trame coinvolte nella collisione.

#### Protocolli di accesso

Questa funzione e' svolta dal sottolivello MAC (MediumAccess Control) del livello di Link



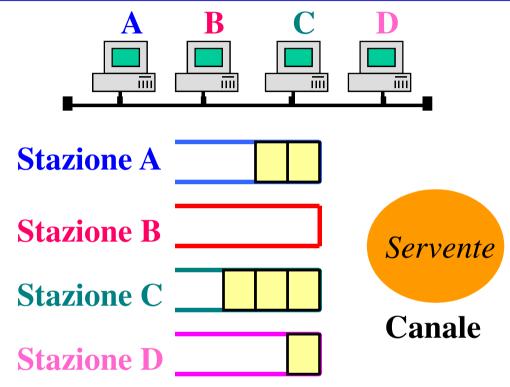
Logical Link Control

Medium Access Control

**Data Link layer** 



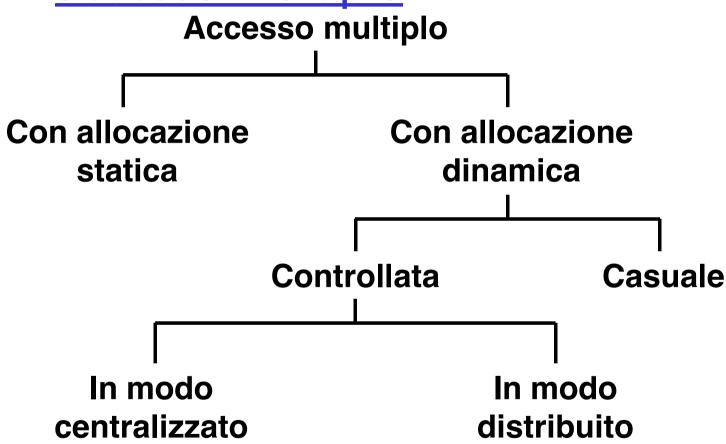
#### Modello concettuale dell'accesso multiplo



- Il servente non sa se e quanti pacchetti sono presenti in ogni coda
- Ciascuna stazione non conosce lo stato delle code delle altre stazioni

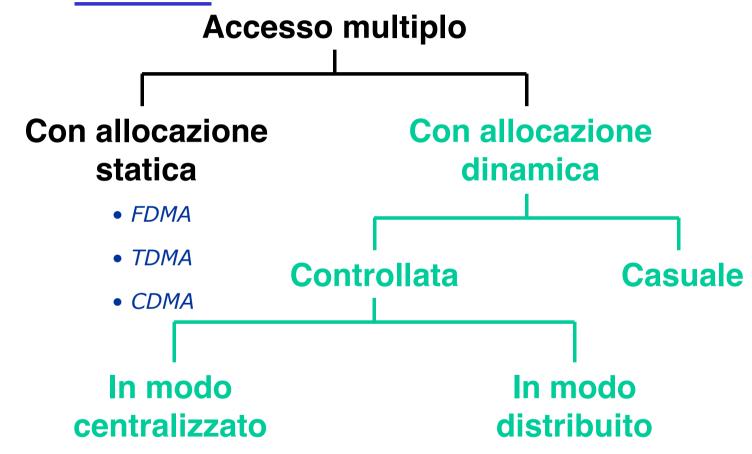


## Classificazione delle tecniche di accesso multiplo





## Accesso multiplo con allocazione statica





### Accesso multiplo con allocazione statica

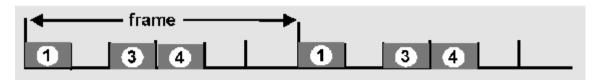
- Noti anche come tecniche di Channel **Partitioning** 
  - Si divide il canale in "pezzi" più piccoli (tempo, frequenza, codice)
  - Si assegna ogni "pezzo" ad uso esclusivo di una stazione
- Nessuna contesa di utilizzazione
- ☐ Ritardi controllabili



### <u>TDMA</u>

#### TDMA: time division multiple access

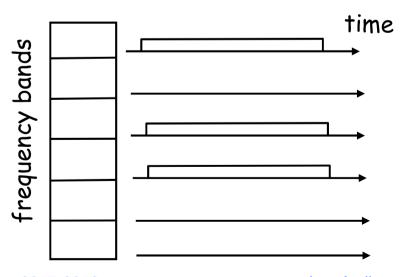
- accesso al canale "a turno"
- ad ogni stazione viene assegnato uno slot di lunghezza fissa (lunghezza =tempo trasmissione del pacchetto) ad ogni turno
- gli slot non utilizzati restano "idle"
- esempio: LAN con 6 stazioni, gli slot 1,3,4
   trasportano pacchetti, gli slot 2,5,6 sono idle



### **FDMA**

#### FDMA: frequency division multiple access

- spettro del canale diviso in bande di frequenza
- ad ogni stazione è assegnata una banda di frequenza fissa
- i tempi di trasmissione non utilizzati nelle bande di frequenza restano "idle"
- esempio: LAN con 6 stazioni, le bande 1,3,4 trasportano pacchetti, le bande di frequenza 2,5,6 sono idle





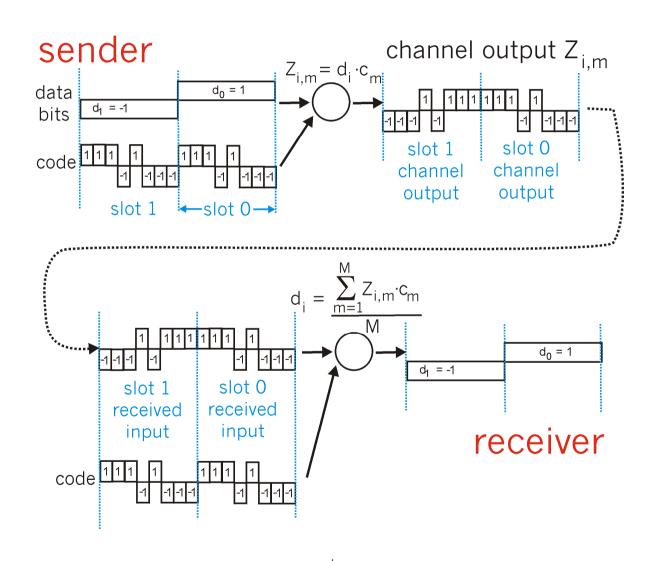
#### **CDMA**

#### CDMA (Code Division Multiple Access)

- unico "codice" assegnato a ogni utente
- usato soprattutto in canali wireless broadcast (cellulare, satellite, ecc.)
- tutti gli utenti condividono la stessa frequenza, ma ognuno usa la propria sequenza di "chip" (cioè il codice) per codificare i dati
- segnale codificato = (dati originali) X (sequenza di chip)
- decodifica: prodotto del segnale codificato per la sequenza di chip
- permette a più utenti di "coesistere" e trasmettere simultaneamente con interferenza minima (se i codici sono "ortogonali")

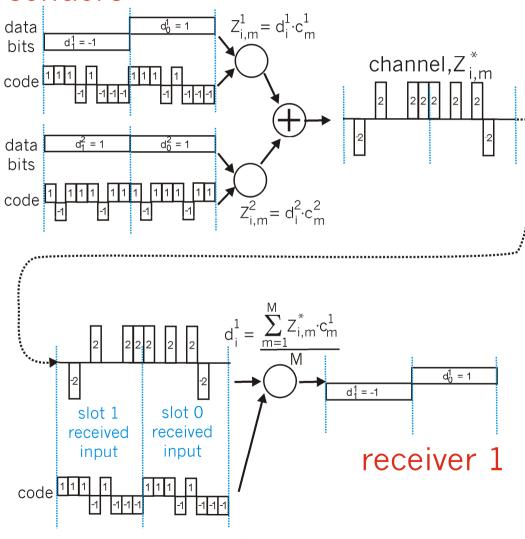


### **CDMA Codifica/Decodifica**



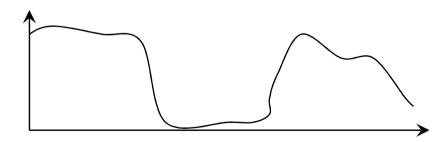
### CDMA: interferenza di 2 utenti

#### senders



#### Limiti dell'allocazione statica

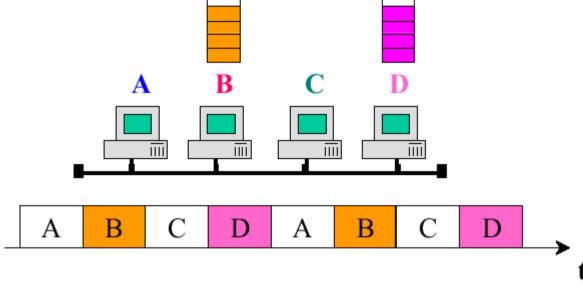
- L'accesso multiplo nelle reti locali non viene normalmente risolto con tecniche di allocazione statica a causa della natura del traffico su tali reti.
- Il traffico sulle LAN è molto variabile e ogni stazione è caratterizzata da periodi di attività nei quali genera pacchetti ad un ritmo sostenuto e periodi di silenzio durante i quali non emette pacchetti.
- Il traffico nelle LAN e' tipicamente bursty



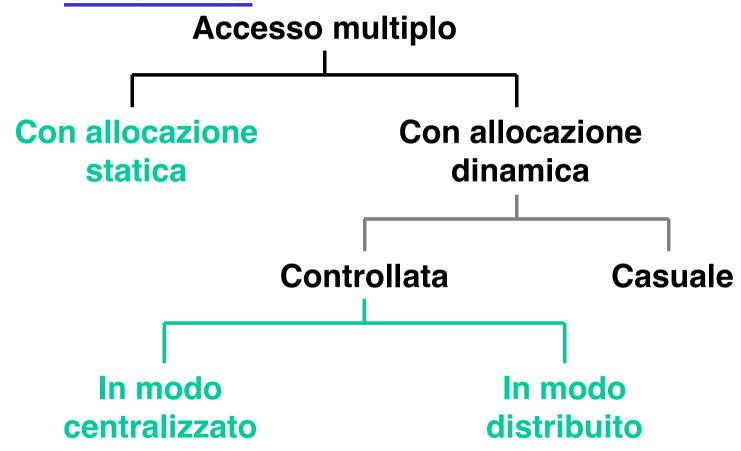
#### Limiti dell'allocazione statica

Le tecniche statiche suddividono in modo rigido le risorse tra le stazioni e quindi durante i periodi di silenzio le risorse (slot, frequenza, codice) assegnate a una stazione rimarrebbero inutilizzate, mentre altre stazioni potrebbero averne necessità per smaltire più velocemente i pacchetti in attesa di essere trasmessi

Es. TDMA



Inefficiente: ritardi elevati, throughput basso!





## Accesso multiplo con allocazione dinamica

Assegnazione a domanda

Contese di utilizzazione

- con collisione → accesso

casuale ---

- senza collisione accesso

controllato

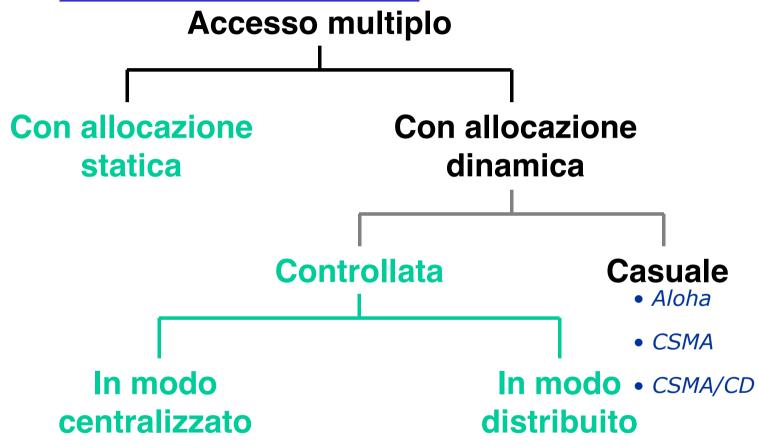
Ritardi non sempre controllabili



## Accesso multiplo con allocazione dinamica

- L'assegnazione a domanda è regolata da un protocollo di accesso al mezzo (protocollo MAC: Medium Access Control)
- □ I protocolli MAC si distinguono in base alla modalità di risoluzione delle contese di utilizzazione:

protocolli MAC con collisione protocolli MAC senza collisione

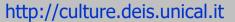




- Quando una stazione ha un pacchetto da inviare lo trasmette alla max velocità (bit/s) permessa dal canale
- □ Se il mezzo è libero la emissione ha successo, altrimenti occorre riprovare successivamente
- No coordinazione *a priori* tra i nodi, quindi se due o più nodi trasmettono -> "collisione"
  - assunzione: in caso di collisione i pacchetti vanno tutti distrutti (vero nel caso di reti cablate; può non essere vero per reti wireless =>effetto cattura).
- Se il traffico generato dalle stazioni aumenta, cresce anche il numero delle collisioni: ciò può limitare fortemente il traffico globale smaltito dal sistema



- Un protocollo MAC di accesso random specifica:
  - come accorgersi delle collisioni
  - come recuperare in caso di collisione (es., ritrasmissioni ritardate in modo casuale)
- L'informazione minima per il protocollo è quella del riscontro (ACK) dell'avvenuta corretta ricezione
  - può essere fornito da osservazione diretta (es. canale broadcast o con eco)
     o indiretta (è il ricevente che segnala la corretta ricezione).
- Altre informazioni sono fornite dal feedback di canale, che una stazione può ottenere da un'osservazione del canale.
- Esempi di protocolli MAC ad accesso random:
  - ALOHA e slotted ALOHA
  - CSMA e CSMA/CD



- L'esempio più noto di tecnica a contesa è il protocollo ALOHA, nato per comunicazioni via satellite
- Ogni utente accede al sistema non appena ha dati da trasmettere;
   quindi si pone in ascolto per ricevere un ACK/NACK
  - ACK/NACK generato dalla stazione ricevente (protocollo "senza feedback di canale")
- In caso di collisione, l'utente aspetta un tempo casuale prima di ritrasmettere il pacchetto
- Le prestazioni di una tecnica a contesa sono valutate tramite:
  - throughput (S), cioè il numero medio di pacchetti trasmessi con successo per unità di tempo
  - ritardo medio (D) per pacchetto

### Protocolli MAC: finora...

#### Protocolli ad allocazione statica

- o condivisione efficiente del canale a carico alto
- inefficienti a basso carico: ritardo nel canale di accesso; 1/N banda allocata anche se c'e' 1 solo nodo attivo!

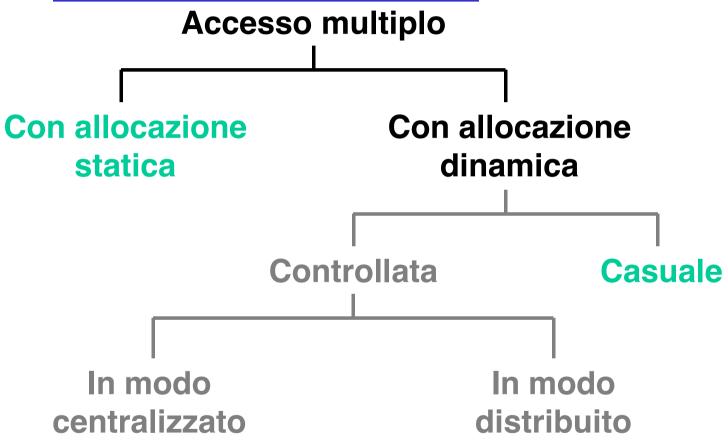
#### Protocolli ad accesso random

- efficienti a basso carico: un solo nodo può sfruttare tutto il canale
- alto carico: overhead per collisioni

#### Altro approccio:

 Protocolli con allocazione dinamica controllata (protocolli "taking turns")



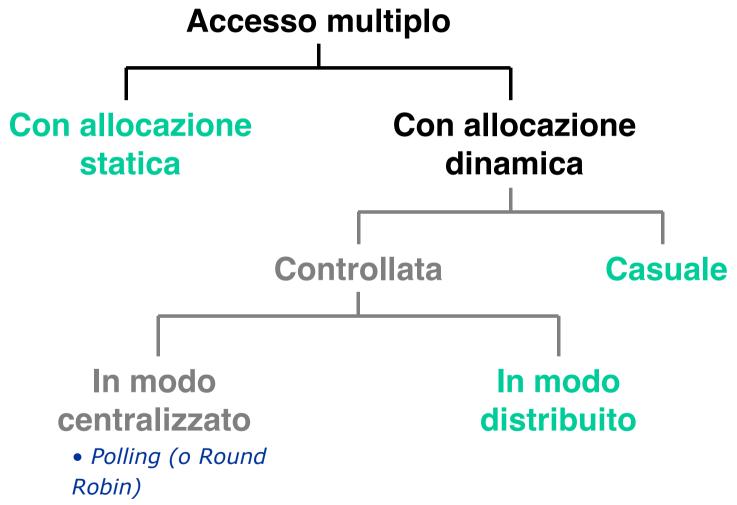




☐ Si distinguono i casi di:

- controllo centralizzato
- controllo distribuito







#### Controllo centralizzato:

- Una delle stazioni (<u>primaria</u>) provvede ad abilitare ognuna delle altre (<u>secondarie</u>) ad emettere
- Polling o Round-robin



### Esempio: Polling

- Ciascuna stazione a turno ha l'opportunità di trasmettere
- Quando viene il suo turno la stazione:

se non ha trame in coda:

declina l'opportunità di trasmettere

se ha trame in coda:

trasmette le trame fino ad un numero massimo

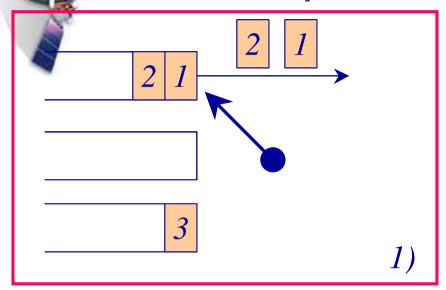
Il diritto a trasmettere passa quindi alla stazione successiva

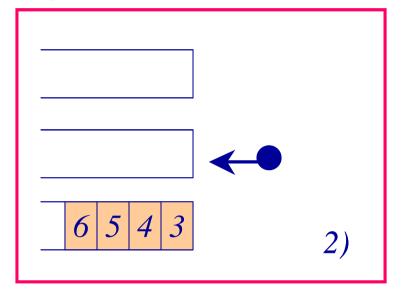


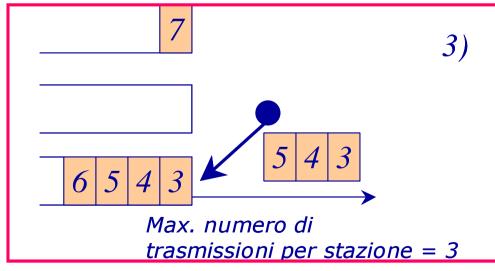
### Polling: tempo di servizio

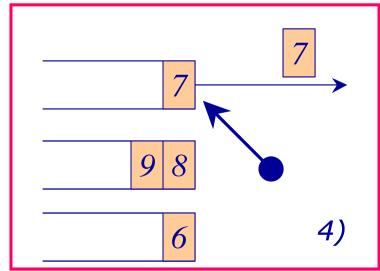
- ☐ Il tempo di servizio, ossia il tempo per cui una stazione può trasmettere una volta ottenuto il permesso può essere:
  - Illimitato => servizio esaustivo
  - Limitato => servizio limitato e k-limitato se si consente la trasmissione di k pacchetti consecutivi prima di rilasciare il controllo.

### **Esempio: Polling**











### Polling: considerazioni

- I messaggi di polling ricevuti dalle stazioni in successione ciclica, e i successivi messaggi di rilascio del canale inviati alla fine della trasmissione da ogni stazione usano le risorse trasmissive del sistema e quindi riducono la banda disponibile per i messaggi di informazione d'utente
  - se il canale è sequenziale, ossia prevede già un ordinamento fisico fra le stazioni, come nel caso della topologia ad anello, il passaggio del controllo può non essere esplicitamente indirizzato. Basta, infatti, un solo simbolo logico (token) che venga fermato dalla stazione che ne ha bisogno e poi rilasciato verso la successiva=> protocolli a controllo distribuito.
  - Anche in questo caso esiste un overhead dovuto all'invio del token



### Polling: considerazioni

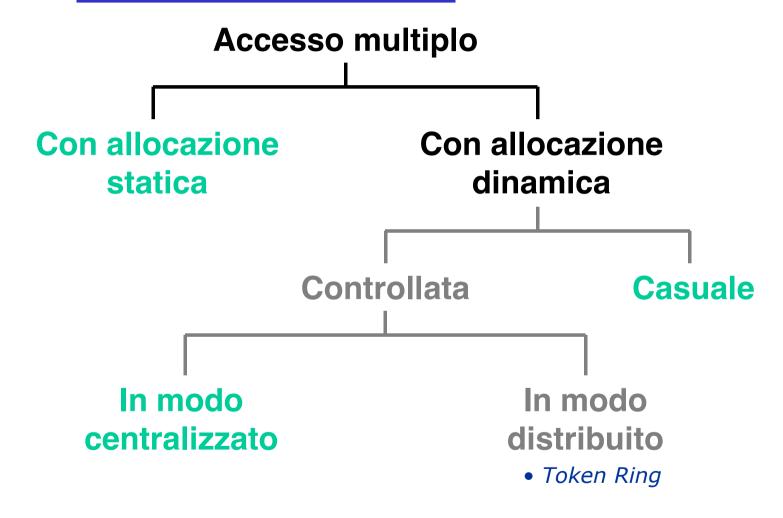
- Pro: consente un perfetto coordinamento tra le stazioni senza possibilità di sovrapposizione nelle trasmissioni
- Contro: bassa efficienza nel caso di reti con molte stazioni che generano poco traffico in modo fortemente intermittente
  - ad ogni istante il numero di stazioni che ha qualcosa da trasmettere è solo una piccola frazione del totale. Il messaggio di polling viene inviato a un gran numero di stazioni che non ne hanno bisogno e quindi la risorsa trasmissiva viene sprecata => efficienza molto bassa e tempi di attesa delle poche stazioni che devono trasmettere molto elevati!



#### Controllo centralizzato sulle LAN?

- □ Protocolli a controllo centralizzato: un controllore riceve le richieste di trasmissione e dà i permessi alle stazioni in funzione delle esigenze ed evitando sovrapposizioni
- □ Problema: necessità di definire le modalità con le quali le stazioni e il controllore si scambiano le informazioni di servizio (coda piena o coda vuota, permessi di trasmissione, ecc.)
  - tale informazione di servizio dovrà necessariamente utilizzare il mezzo condiviso stesso per la trasmissione.
- Non è usato nelle LAN a causa della complessità di gestione dovuta al controllore centralizzato e alla scarsa affidabilità in caso di guasti
  - è comunemente adottato nei nuovi sistemi di trasmissione dati a pacchetto per sistemi radiomobili (es. GPRS, General Packet Radio Service, il servizio dati a pacchetto del GSM)





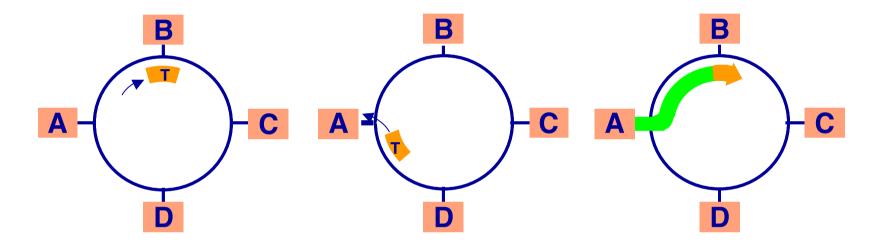


#### Controllo distribuito

- Il controllo passa ordinatamente da stazione a stazione
- Le stazioni non attive non assorbono risorse
- Si consegue un'efficiente ripartizione della capacità di trasferimento del mezzo di comunicazione fra le sole stazioni attive



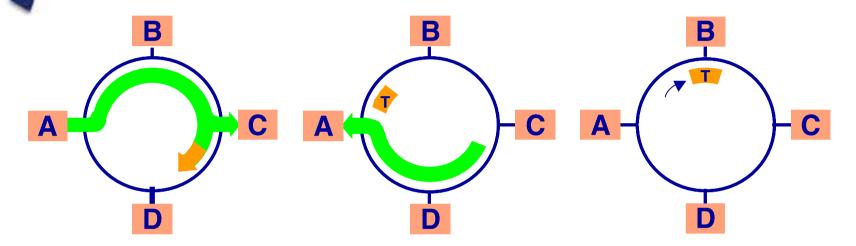
# Protocolli ad accesso controllato: Token Ring



- All'interno dell'anello ruota un <u>Token</u>
- Il nodo mittente attende la ricezione del Token
- Modifica il Token on the fly e gli accoda la trama informativa



## Protocolli ad accesso controllato: Token Ring



- Ogni nodo riceve la trama dall'interfaccia di ingresso e la rilancia su quella di uscita; il nodo destinatario riconosce l'indirizzo e legge la trama, ovvero la inoltra agli strati superiori.
- Quando la trama giunge di nuovo al nodo mittente, questi la rimuove dall'anello ed emette un nuovo Token che può essere catturato dai nodi a valle.

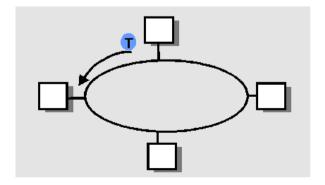
## Protocolli "Taking Turns": confronto

#### Polling:

- □ il nodo master "invita" i nodi slave a trasmettere a turno
- messaggi Request to Send, Clear to Send
- □ criticità:
  - polling overhead
  - latenza
  - singolo punto di fallimento (master)

#### Token passing:

- token passato da un nodo all'altro in modo sequenziale
- token message
- criticità:
  - token overhead
  - latenza
  - singolo punto di fallimento (token)





## Controllo distribuito: considerazioni

- □ Protocolli a controllo distribuito: intrinsecamente più robusti a guasti o malfunzionamenti rispetto a quelli a controllo centralizzato, ma rinunciano alla conoscenza completa dello stato del sistema (stato delle code, tempi di attesa, ecc.) e quindi accettano gestioni che possono non essere le migliori.
- □ La segnalazione necessaria al coordinamento può essere più schematica che nel caso centralizzato e l'efficienza del protocollo (massimo grado di utilizzo delle risorse) più alta.