



**Politecnico
di Milano**

**Dipartimento di
Elettronica e
Informazione**

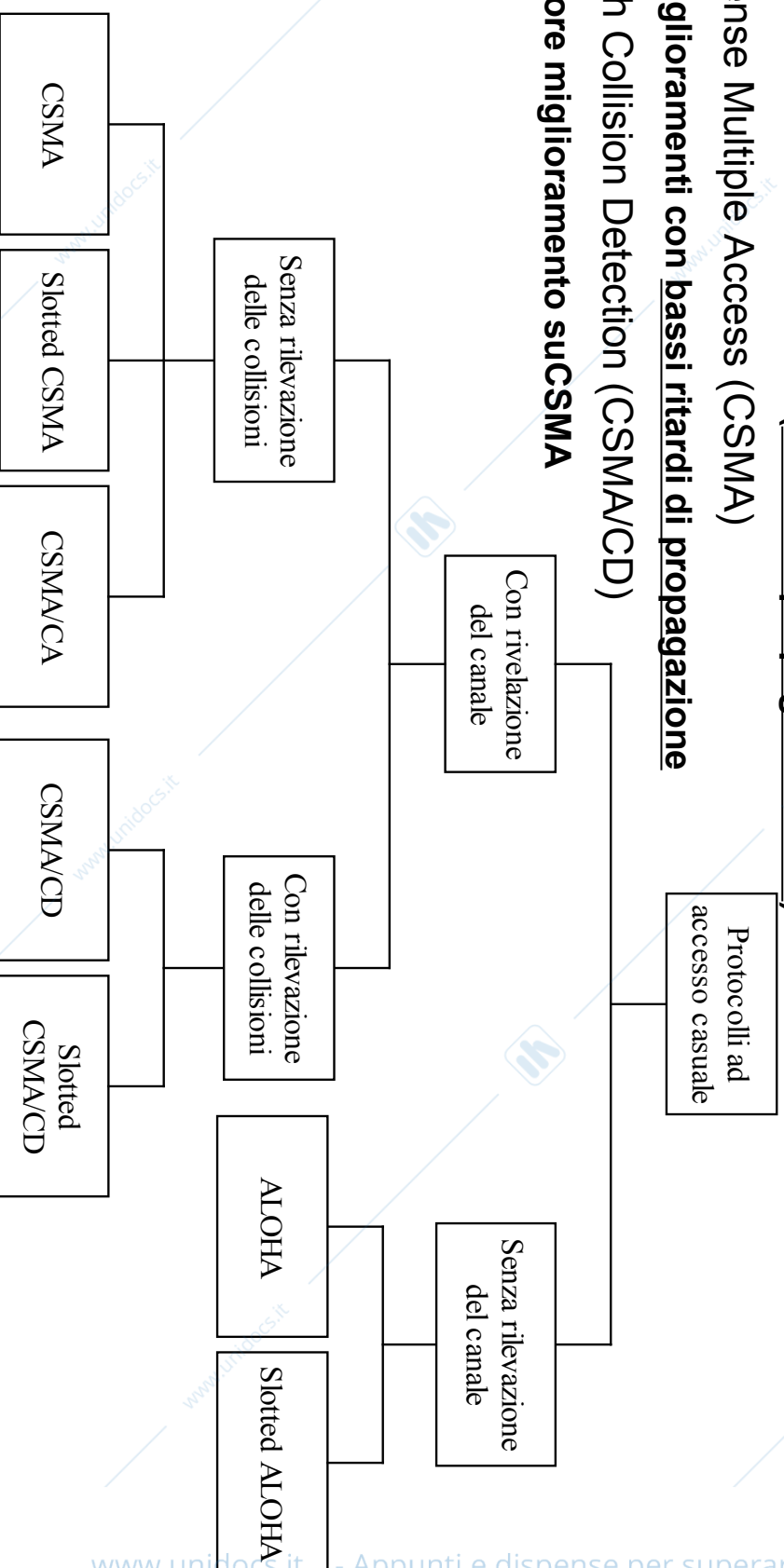
Reti di Telecomunicazione

Reti in area locale – LAN
Prestazioni



Reti ad accesso casuale

- **Ciascuna stazione decide autonomamente quando accedere al mezzo**
- **Protocolli di accesso multipli a contesa (in ordine di complessità)**
 - ◆ ALOHA
 - ◆ Slotted ALOHA
 - Stazioni sincronizzate, con pacchetti di lunghezza fissa
 - Tipico in reti radio o satellitari (ritardo di propagazione alto)
 - ◆ Carrier Sense Multiple Access (CSMA)
 - Dà miglioramenti con bassi ritardi di propagazione
 - ◆ CSMA with Collision Detection (CSMA/CD)
 - **Ulteriore miglioramento su CSMA**





Sommario

■ Reti di accesso casuale

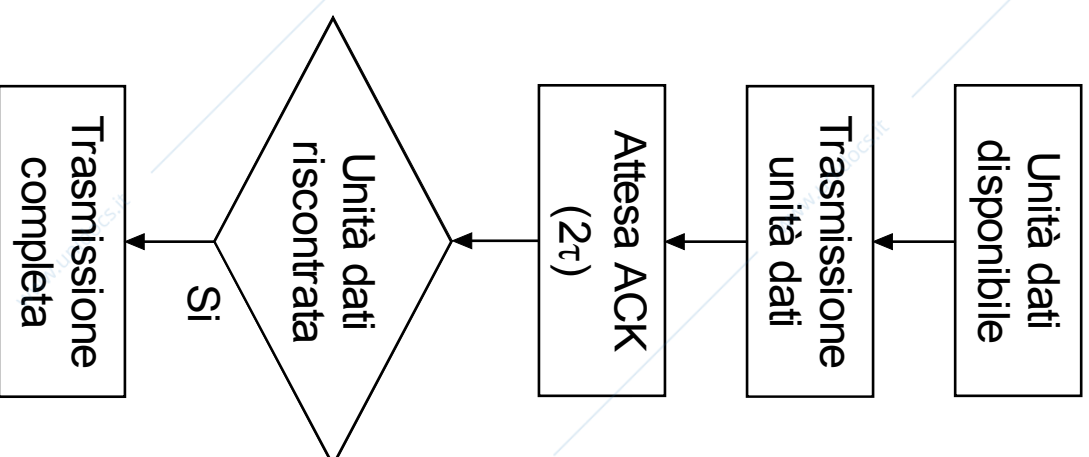
- ◆ **Protocolli ALOHA**
- ◆ Protocolli CSMA



ALOHA

- T : tempo di trasmissione di una trama
- τ : tempo di propagazione tra le stazioni più lontane
- La collisione è rilevata quando non si riceve ACK entro un certo periodo prefissato (ad es. 2τ)

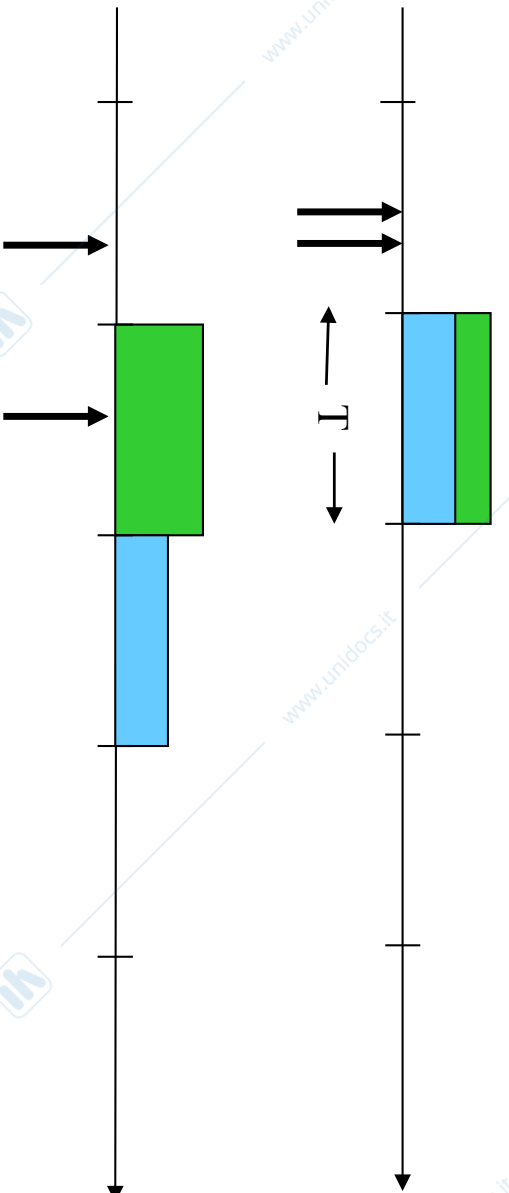
- Se avviene una collisione: **rescheduling casuale delle UI (algoritmo di BACKOFF)**
 - ◆ Si sceglie di ritrasmettere dopo un multiplo i del tempo T
 - ◆ i scelto casualmente in un intervallo $[0;K-1]$ serve a distribuire il carico e ridurre il rischio di nuove collisioni





Efficienza: Slotted ALOHA

- Facciamo una piccola analisi partendo da Slotted ALOHA
- Date N (nell'esempio 2) stazioni che vogliono accedere al canale Si possono verificare due situazioni:



↑ Istante in cui una stazione ha una unità dati disponibile

- ◆ Le collisioni si verificano quando le trasmissioni sono nello stesso slot
- ◆ Periodo di vulnerabilità = T



Efficienza: Slotted ALOHA

- **Ipotesi del modello di prestazione**
 - ◆ **N stazioni**
 - ◆ Ogni stazione trasmette in uno slot T con probabilità p
 - La probabilità che una stazione **NON** trasmetta è $(1-p)$
- **Affinchè una stazione x trasmetta con successo devono verificarsi due condizioni:**
 - ◆ Le altre $N-1$ stazioni non trasmettano
 - evento con probabilità $P_S = (1-p)^{N-1}$
 - ◆ La stazione x trasmetta
 - evento con probabilità p

Breve cenno al calcolo di probabilità congiunta di eventi indipendenti



Efficienza: Slotted ALOHA

- La probabilità che in uno slot arbitrario una particolare stazione trasmetta e abbia successo è dunque

$$p(1 - p)^{N-1}$$

- E dunque la probabilità che una **qualunque** stazione trasmetta e abbia successo è

$$S = Np(1 - p)^{N-1}$$

- Questo è anche il numero medio di trasmissioni con successo in uno slot, che chiamiamo **throughput (S)**
 - ◆ nb: S è analoga a quella che chiamavamo efficienza η in GBN/SR, cioè un numero che sta tra zero e uno



Efficienza: Slotted ALOHA

- Dato che il numero medio di tentativi di trasmissione, che chiamiamo **traffico (G)**, è dato da:

$$G = Np$$

- Sostituendo nella formula del throughput $p=G/N$ si ha:

$$S = Np(1-p)^{N-1} = G \left(1 - \frac{G}{N}\right)^{N-1}$$

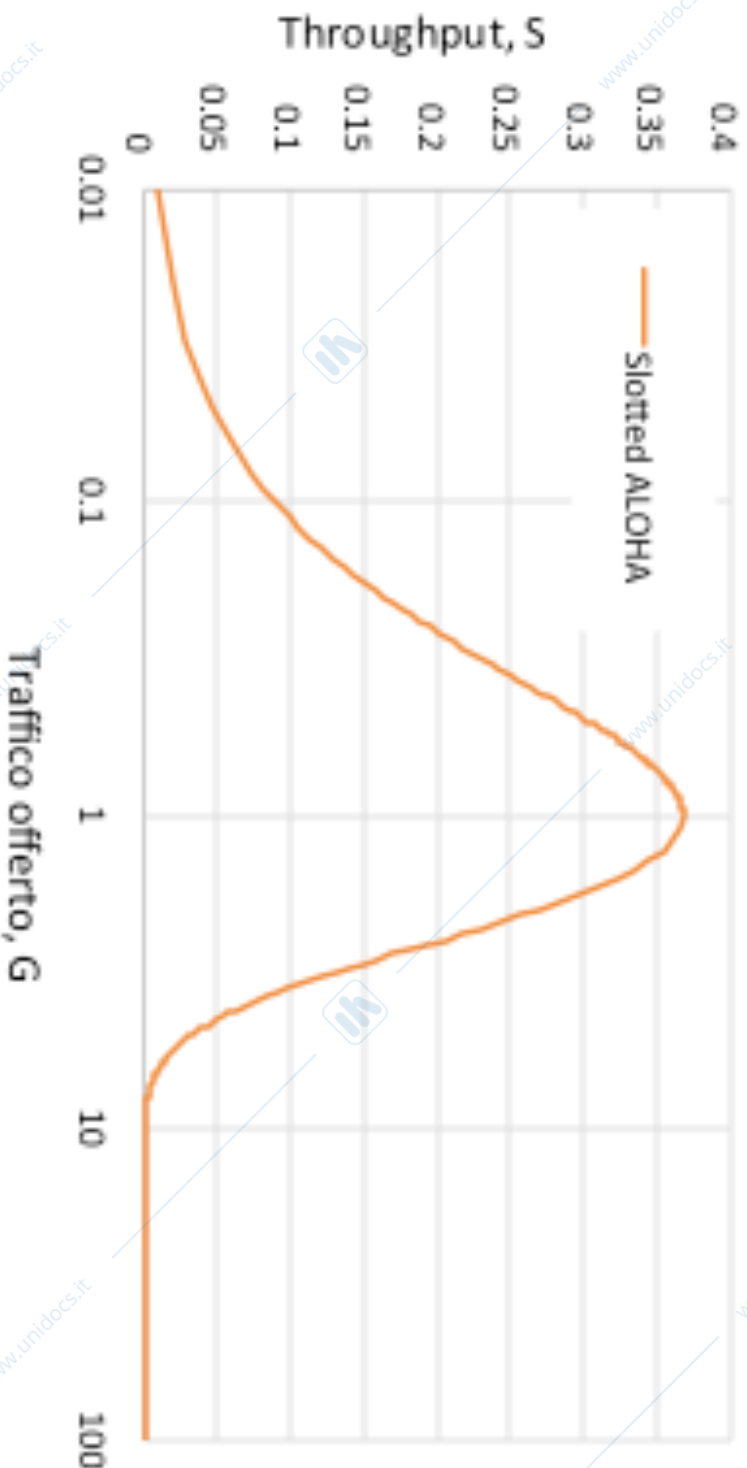
- Questa formula dà il **numero medio di successi in funzione del numero medio di tentativi**
 - ◆ Frazione di slot utilizzati proficuamente (efficienza)



Efficienza: Slotted ALOHA

- Il limite per N che tende ad infinito del throughput è noto (vedi corso Analisi 1*) ed è

$$S = Ge^{-G}$$



Massima efficienza
(slotted ALOHA) in $G=1$

$$S = 1/e \approx 0.368$$

$$* \lim_{x \rightarrow +\infty} \left(1 + \frac{a}{x}\right)^{bx} = e^{ab}$$



Efficienza: ALOHA

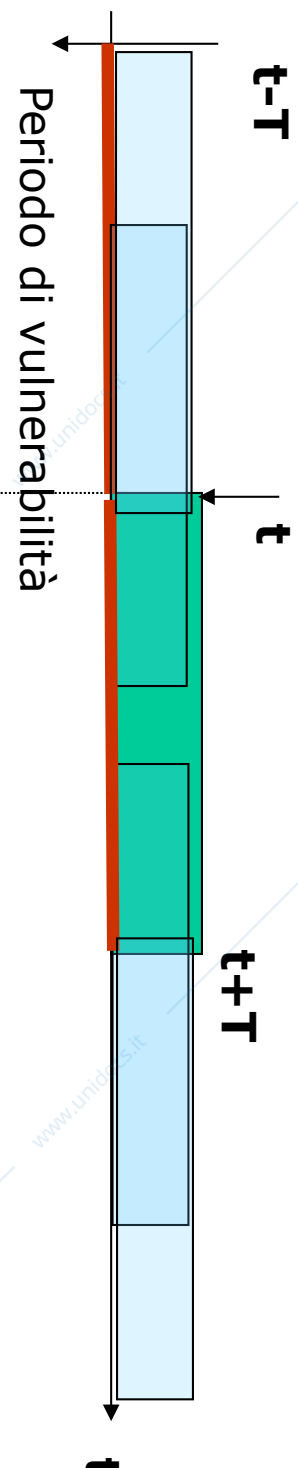
- Nel caso dell'ALOHA (niente slot), l'analisi è molto simile
- Osservazione: sono possibili collisioni con sovrapposizione parziale
- ◆ Periodo di vulnerabilità = $2T$

$$P_S = (1 - p)^{2(N-1)}$$

- E quindi:

$$S = Np(1 - p)^{2(N-1)}$$

$$S = G \left(1 - \frac{G}{N} \right)^{2(N-1)}$$

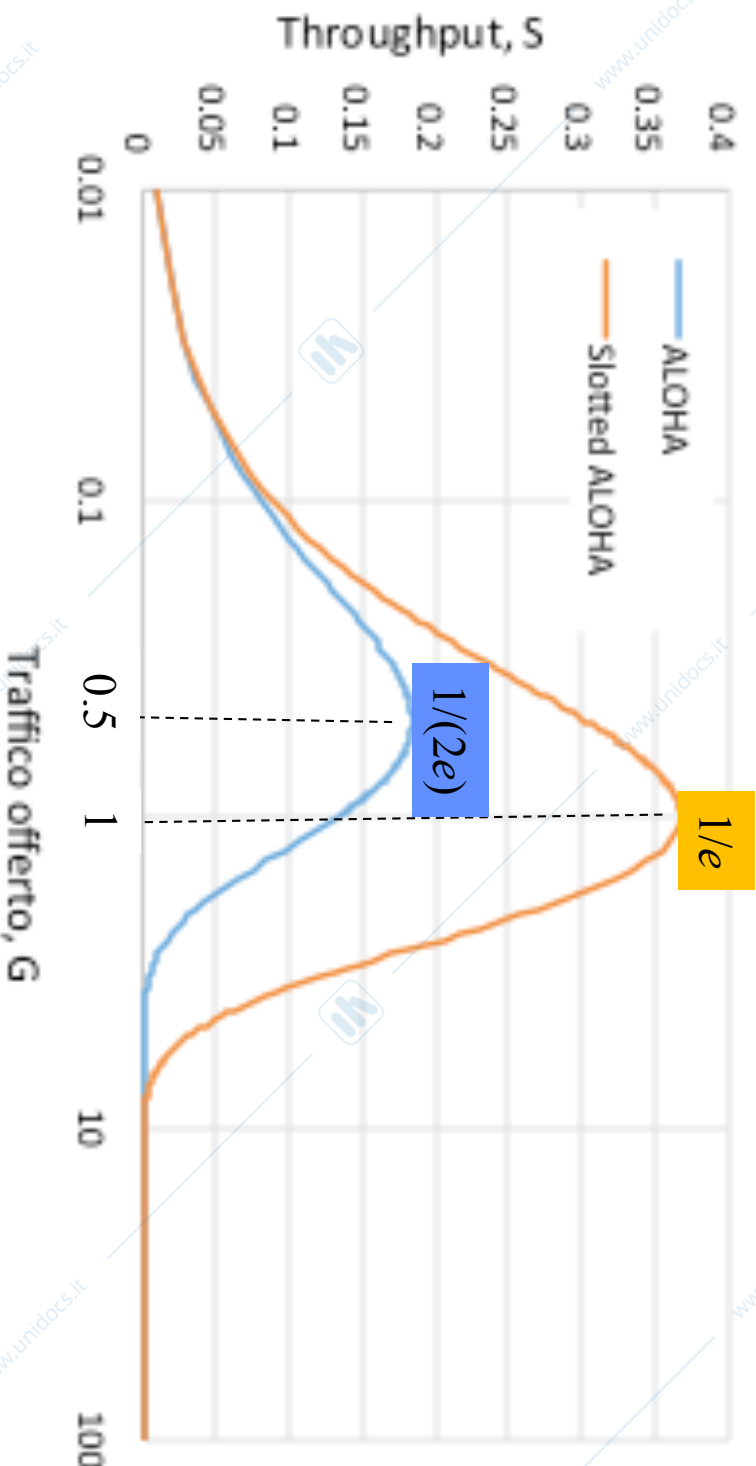




Efficienza: Aloha vs. Slotted ALOHA

- **Facendo il limite per N che tende ad infinito**

$$S = Ge^{-2G}$$



Massima efficienza
(slotted ALOHA) in
 $G=1$

$$S=1/e \approx 0.368$$

Massima efficienza
(ALOHA) in $G=0.5$

$$S=1/(2e) \approx 0.184$$



Sommario

■ Reti di accesso casuale

- ◆ Protocolli ALOHA
- ◆ Protocolli CSMA



Reti ad accesso casuale

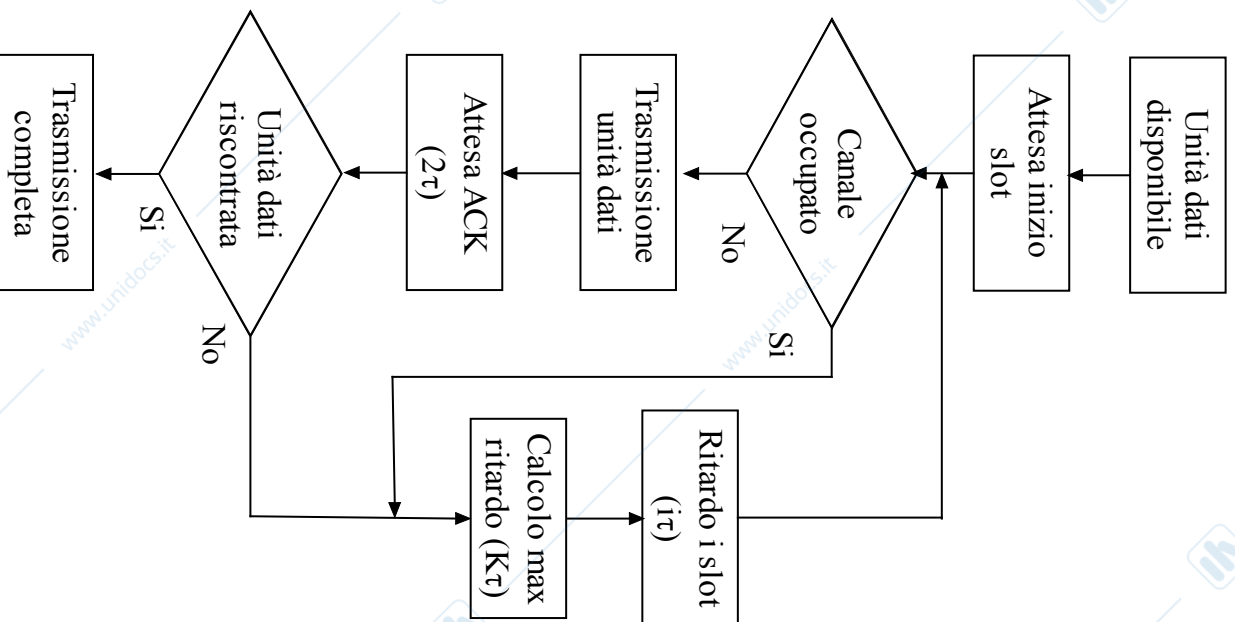
CSMA

- **Carrier sensing: listen-before-transmit**
- Carrier sensing viene usato per ridurre le collisioni
- Stesse operazioni di AL-OHA a cui aggiungo carrier sensing
- I tentativi di accesso possono essere:
 - ◆ Slottati (**lunghezza dello slot è uguale al ritardo di propagazione end-to-end τ**)
 - Tutte le stazioni devono essere sincronizzate
 - NB: si ipotizza negli esercizi che il carrier sensing venga fatto alla fine dello slot
 - ◆ Non slottati
- **Operazioni a valle del carrier sensing:**
 - ◆ Non-persistent: canale occupato → back-off
 - ◆ 1-pers.: se il canale è occupato, rimango in attesa, poi trasmetto
 - ◆ p-pers.: se il canale è occupato, rimango in attesa, poi trasmetto con prob. p
- **Backoff**
 - ◆ Avviene se non si riceve un ACK entro 2τ dalla fine della trasmissione
 - **Assunzione di canale di ritorno ideale**

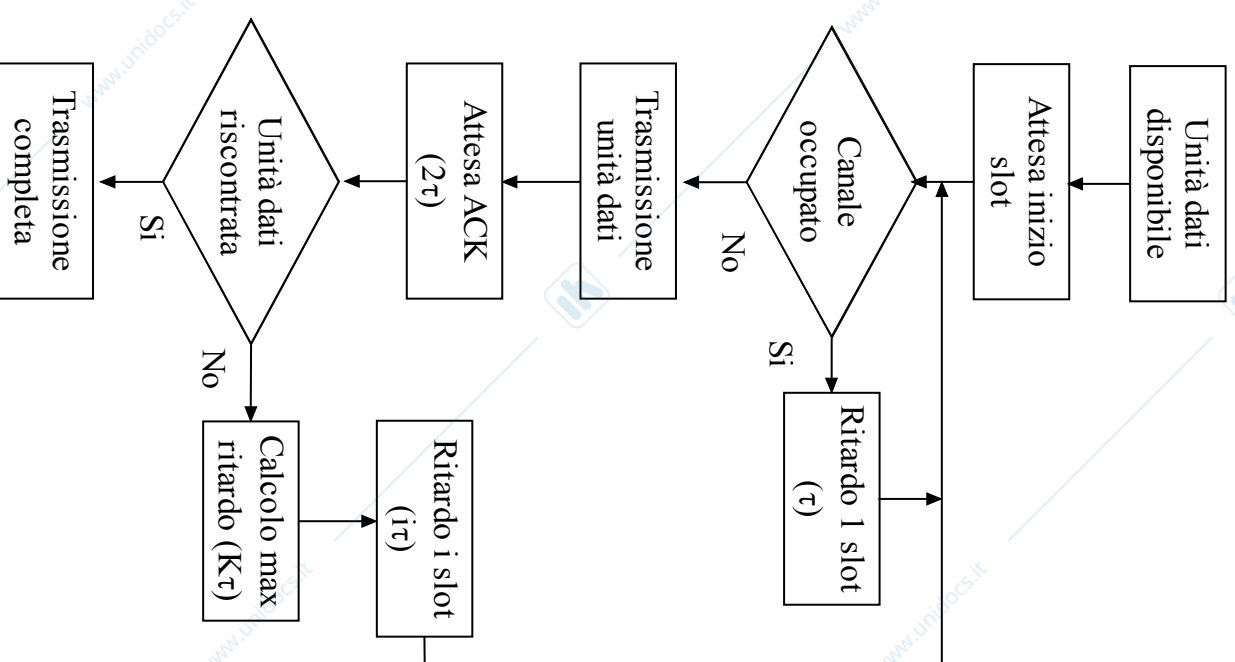


Slotted CSMA

Non-persistent



1-persistent

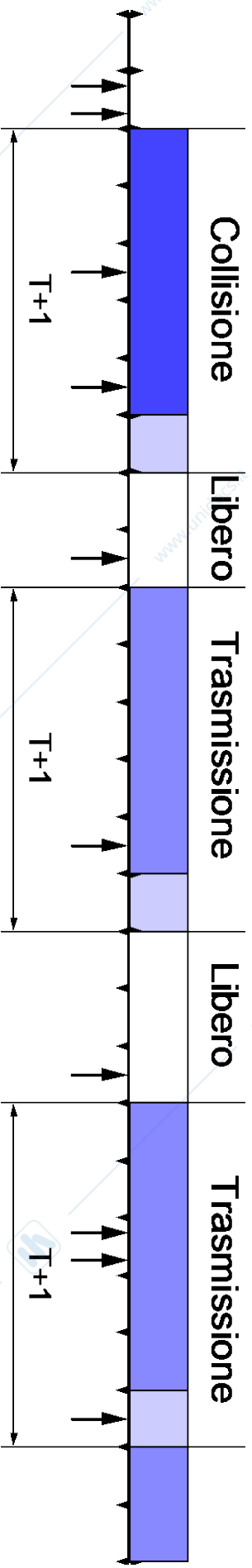




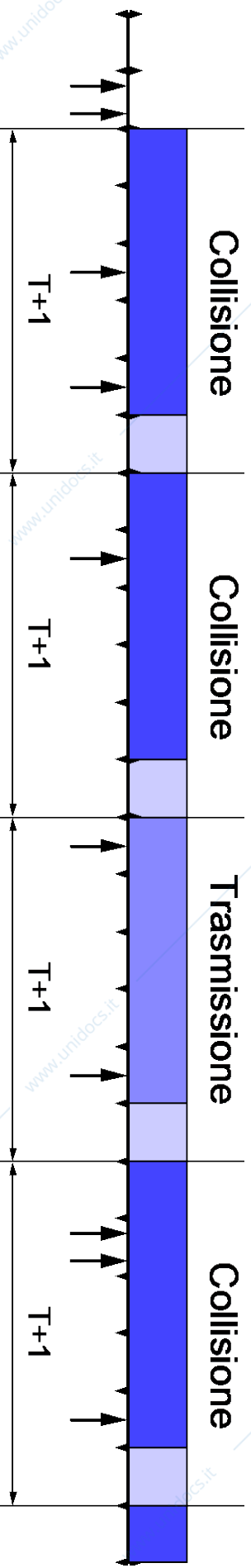
Slotted CSMA

Non-persistent, 1-persistent

- **Ipotesi**
 - ◆ Il tempo di back off molto più lungo del tempo osservato
 - ◆ $T = 5\tau$
- **Non-persistent**



- **1-persistent**





CSMA

Throughput performance

- Non – persistent CSMA

$$S = \frac{Ge^{-aG}}{G(1+2a) + e^{-aG}}$$

- Slotted non – persistent CSMA

$$S = \frac{aGe^{-aG}}{1 - e^{-aG} + a}$$

- 1 – persistent CSMA

$$S = \frac{G[1 + G + aG(1 + G + aG/2)]e^{-aG(1+2a)}}{G(1+2a) - (1 - e^{-aG}) + (1 + aG)e^{-G(1+a)}}$$

- Slotted 1 – persistent CSMA

$$S = \frac{Ge^{-G(1+a)}(1 + a - e^{-aG})}{(1 + a)(1 - e^{-aG}) + ae^{-G(1+a)}}$$

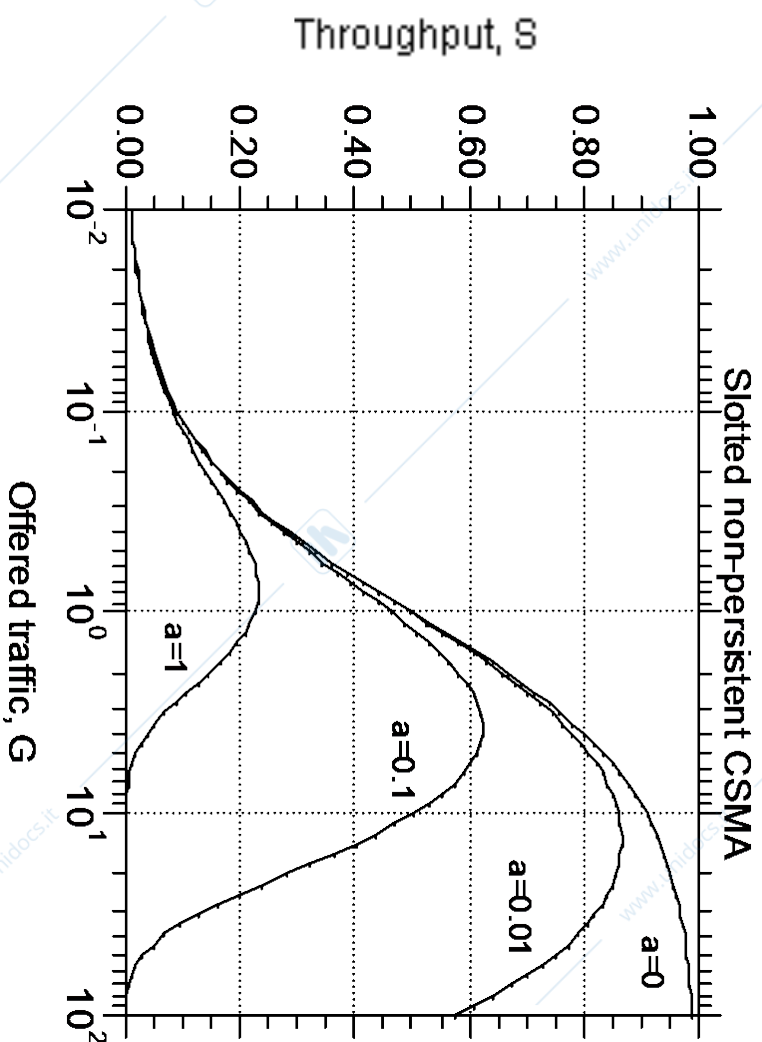
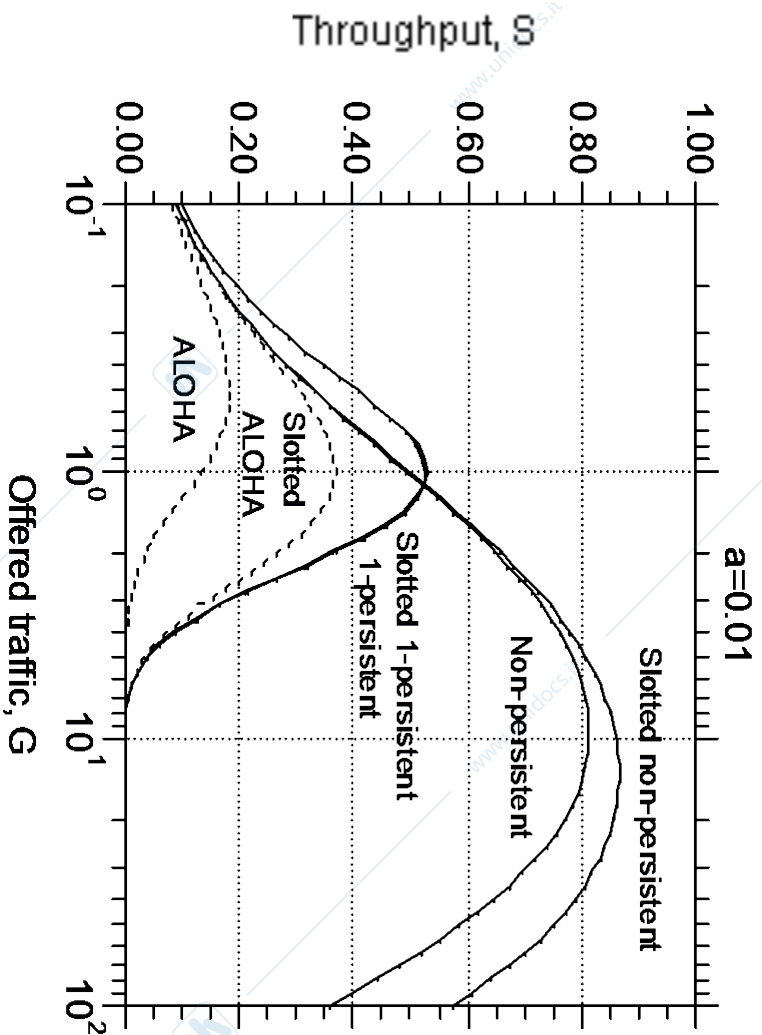
**Non richieste all'esame!
da a**
Notare solo la dipendenza



CSMA

Throughput performance

■ $a = \tau/T$

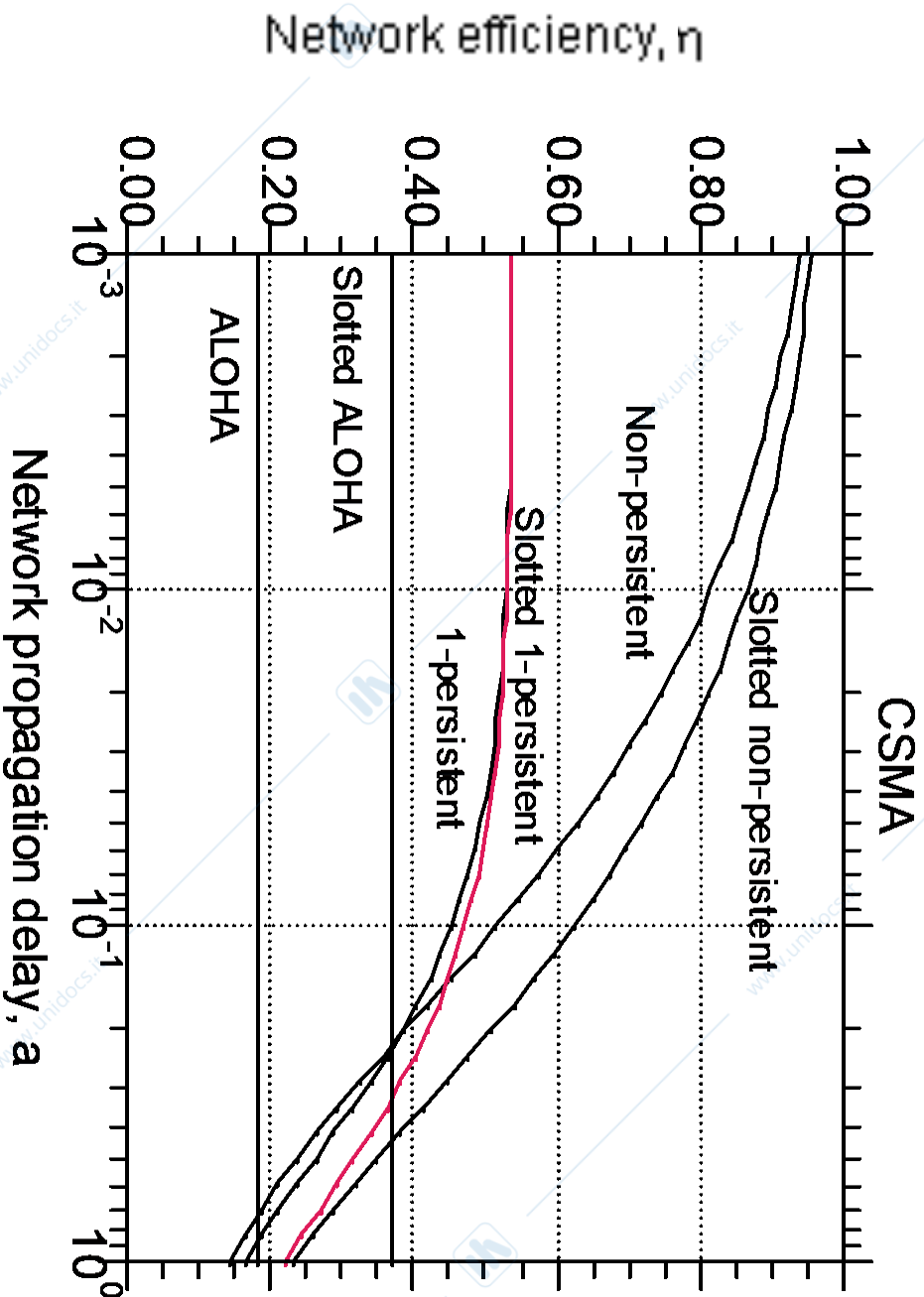




CSMA

Network efficiency

- Massima efficienza η in funzione di a





Reti ad accesso casuale

CSMA/CD

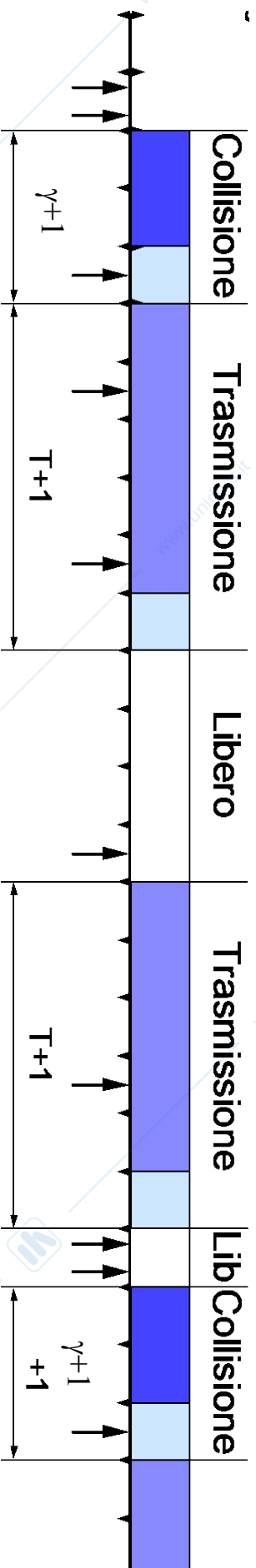
- **Come CSMA + “listen-while-transmit” (collision detection)**
 - ◆ Adesso, dopo aver osservato una collisione, la trasmissione si interrompe e si invia un segnale di jamming
- **Si minimizza così l'intervallo di tempo speso in collisione**
 - ◆ γ : durata dell'intervallo di collisione



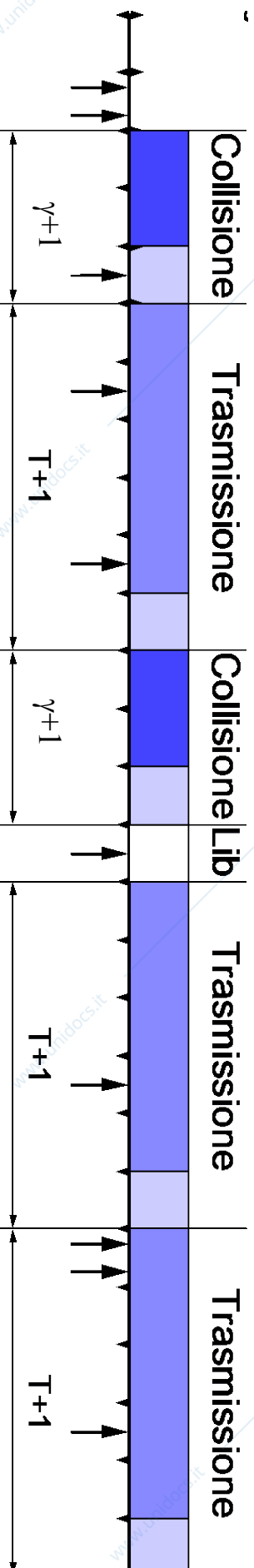
Slotted CSMA/CD

Non-persistent, 1-persistent

- **Ipotesi**
 - ◆ Il tempo di back off molto più lungo del tempo osservato
 - ◆ $T = 5\tau$, $\gamma = 2\tau$
- **Non-persistent**



- **1-persistent**





CSMA/CD

Throughput

**Non richieste all'esame!
da a**
Notare solo la dipendenza

- Non – persistent CSMA/CD

$$S = \frac{Ge^{-aG}}{Ge^{-aG} + \gamma aG \left(1 - e^{-aG}\right) + 2aG \left(1 - e^{-aG}\right) + 2 - e^{-aG}}$$

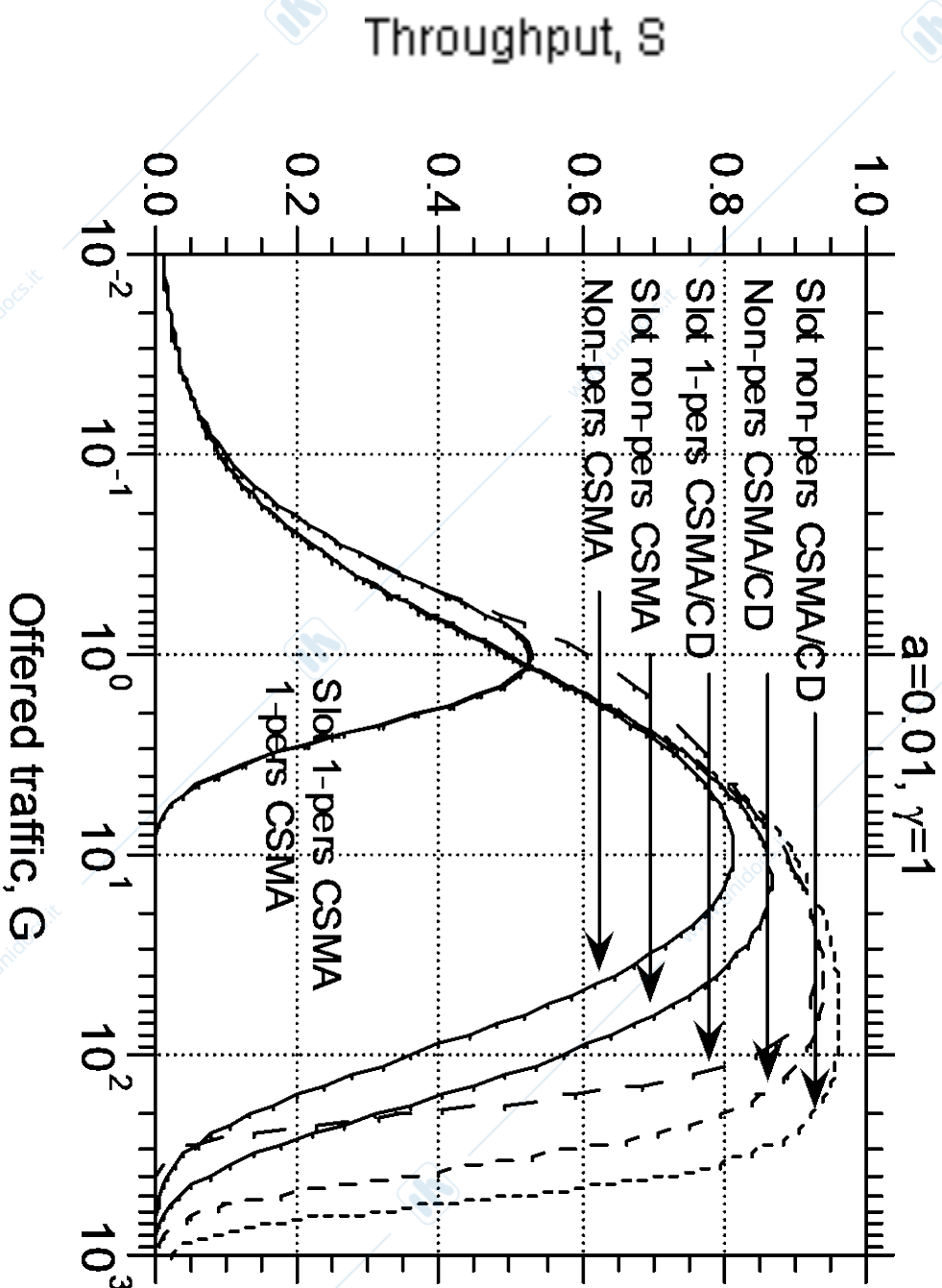
- Slotted non – persistent CSMA/CD

$$S = \frac{Ge^{-aG}}{Ge^{-aG} + \gamma \left(1 - e^{-aG} - aGe^{-aG}\right) + 2 - e^{-aG} - aGe^{-aG}}$$



CSMA/CD

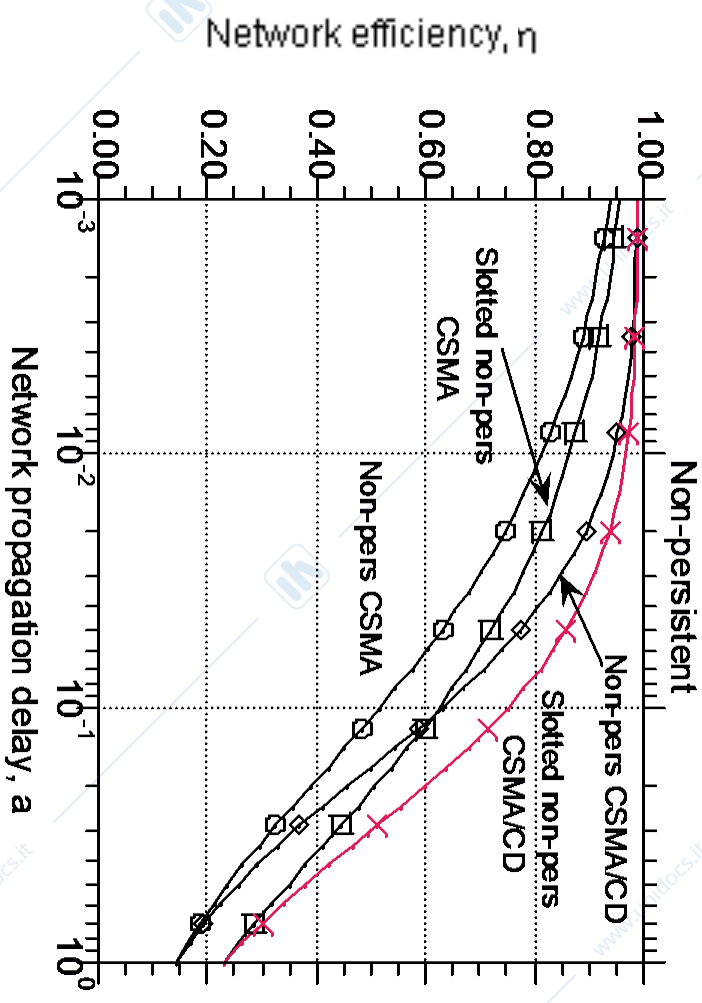
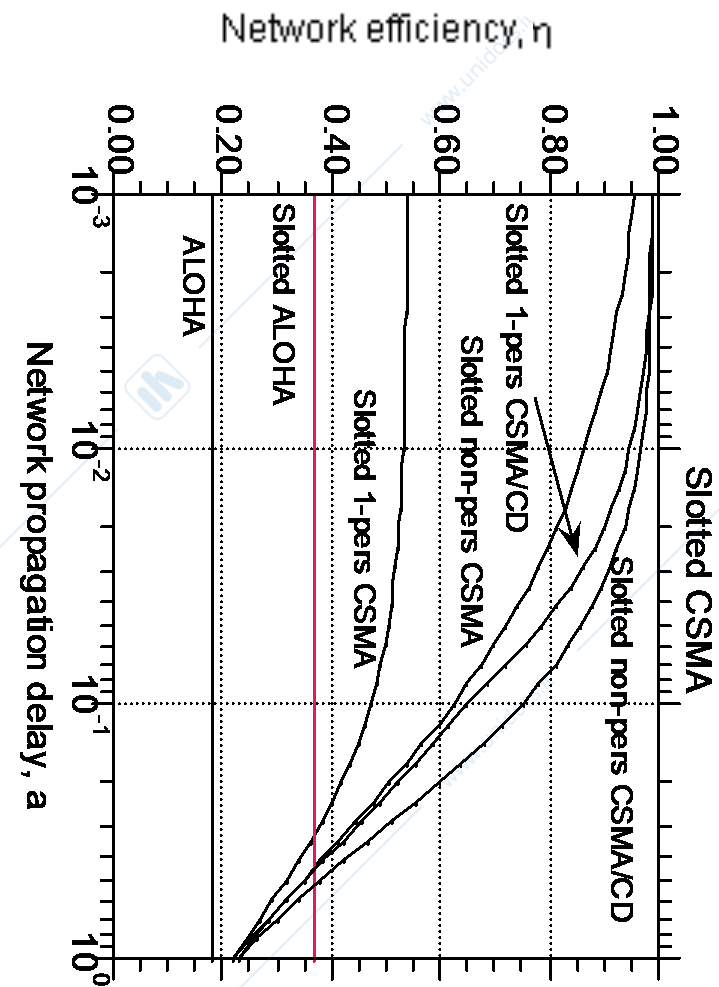
Performance comparison - Throughput





CSMA/CD

Network efficiency





LAN - Performance

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

FINE

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari