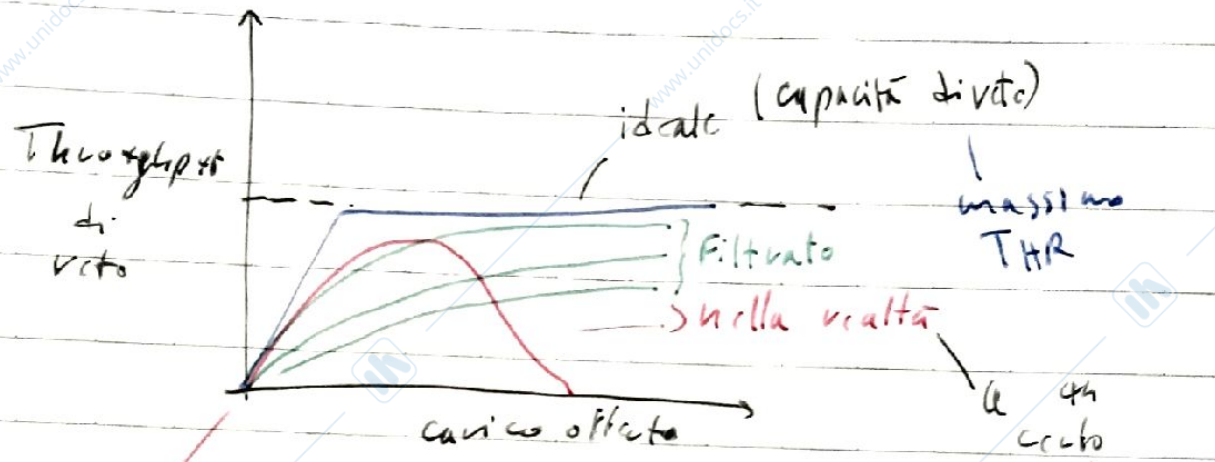


# Controllo di flusso e congestione

Non è partito necessariamente solo a livello 2 o 3

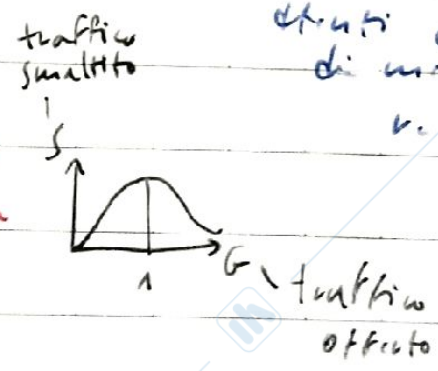
È necessario impedire a una certa quantità di traffico in una rete



insieme di carichi: un gli utenti cercano di mettere in rete

è un certo punto in rete non è il punto di snobbare nulla

più vite per Aloha



controllo di flusso

FILTRARE il traffico



si applica alla sorgente e alla destinazione

# Controllo di congestione



gli algoritmi vengono applicati a tutta la rete

possiamo classificare gli algoritmi di controllo di flusso e congestione in base a:

- portata

controllo di flusso e congestione solo in accesso

ossia a quali estremi mi collo per filtrare il traffico

controllo tra vari nodi

controllo tra terminali e terminale

- tipologia

controllo reattivo: mi base su una variabile di feedback in base alla quale poi agisco

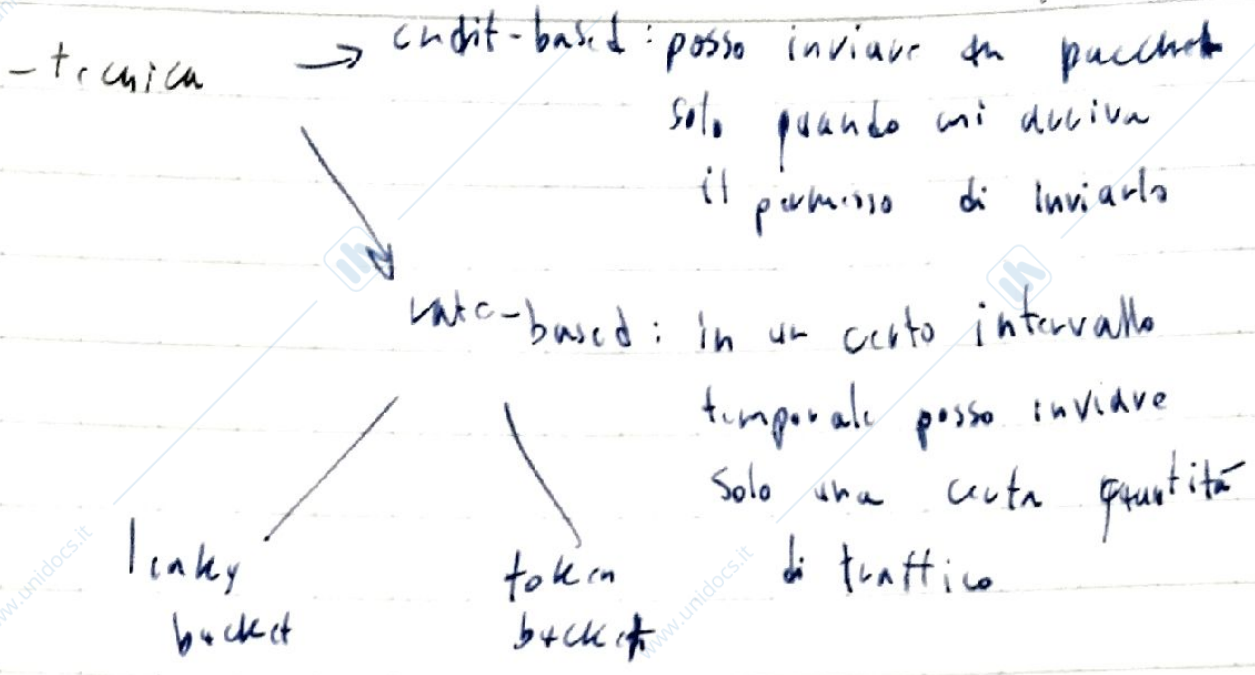
controllo proattivo: per non sbagliare quello aperto ← filtro all'inizio



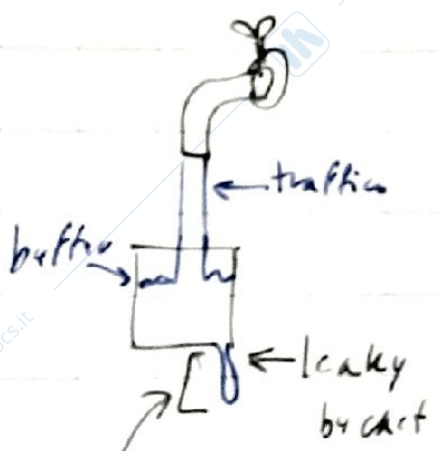
Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
----	----	----	----	----	----	----

No. ATA DI TELE.

Date 12/11/19



→ leaky bucket:

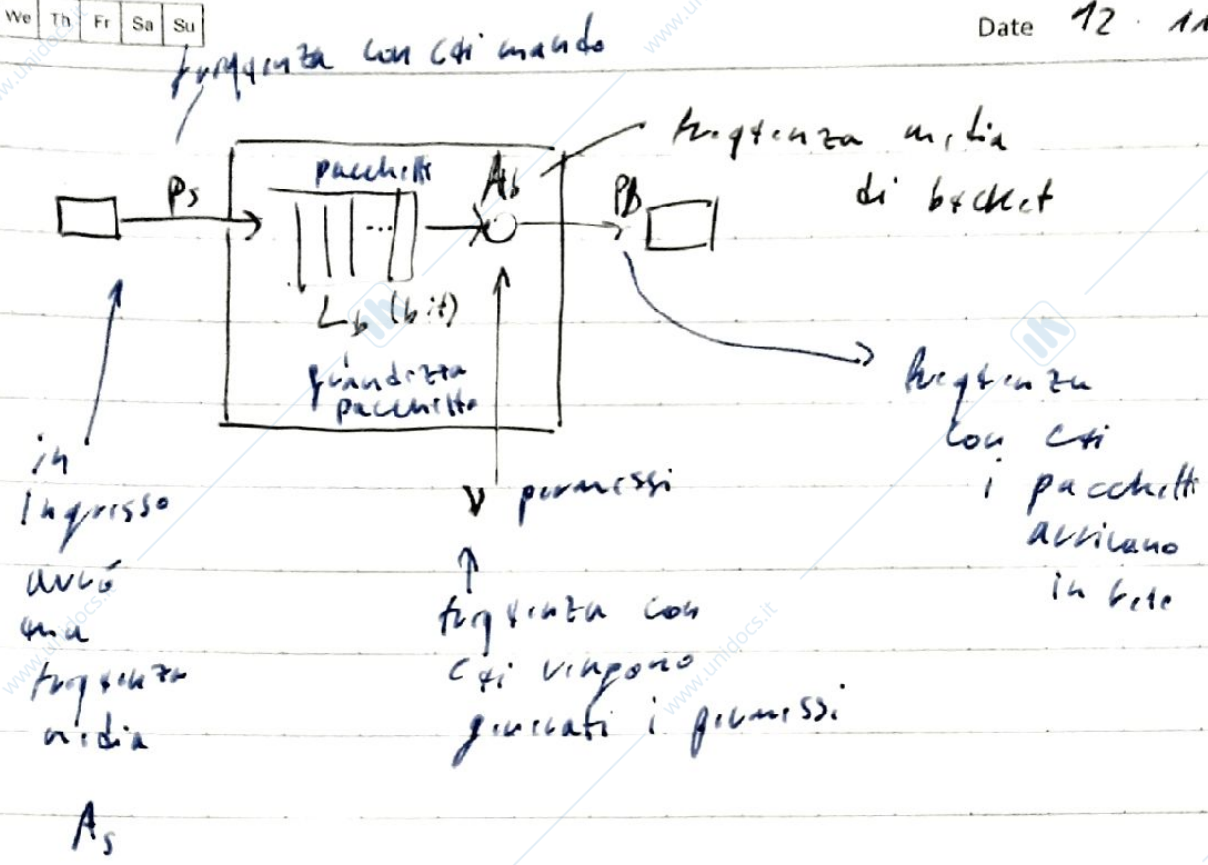
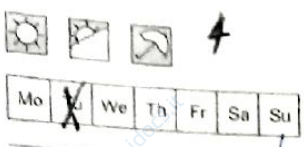


posso aumentare o diminuire il traffico in ingresso (flusso in ingresso regolabile)

in uscita la perdita è sempre a velocità costante

→ frequenza in uscita } 0 → se non c'è traffico } port max

oss. se straborda perde solo il carico che straborda



quanto vale  $A_b(\text{MAX}) = L_b \cdot \nu$

ossia se trasmetto sempre

al massimo mi lascia passare pacchetti grandi  $L_b$  con frequency  $\nu$

Vogliamo trovare una correlazione tra  $A_s$  o  $A_b(\text{MAX})$

$A_s < A_b(\text{MAX})$

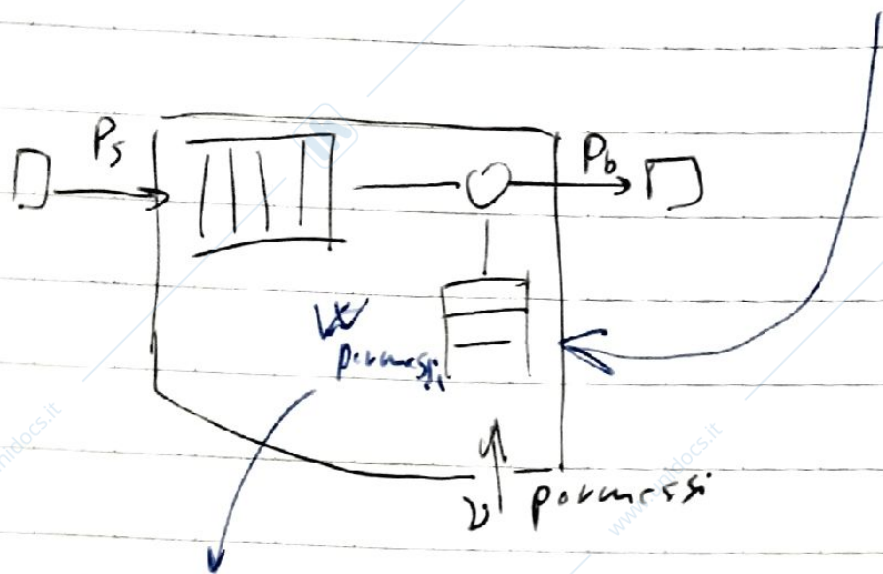
alimenti continuo a mandare traffico, il buffer si riempie e allora perdo traffico

Oss. Consideriamo  $A_b(\text{MAX})$  perché se il bucket è vuoto non esce traffico, mentre dobbiamo considerare il caso più estremo in cui si trasmette sempre

Mo	Xu	We	Th	Fr	Sa	Su
----	----	----	----	----	----	----

→ Token bucket

Se mettiamo 40 buffer anche per i pacchetti



Così quando non c'è traffico posso evitare di continuare a mandare permessi che andrebbero persi

Utile per sorgenti interm. Attivi (BURSTY)

$A_{b(max)} = L_b \cdot v \rightarrow$  per il Token bucket

è uguale a leaky bucket perché si comportano egualmente quando il traffico è continuo

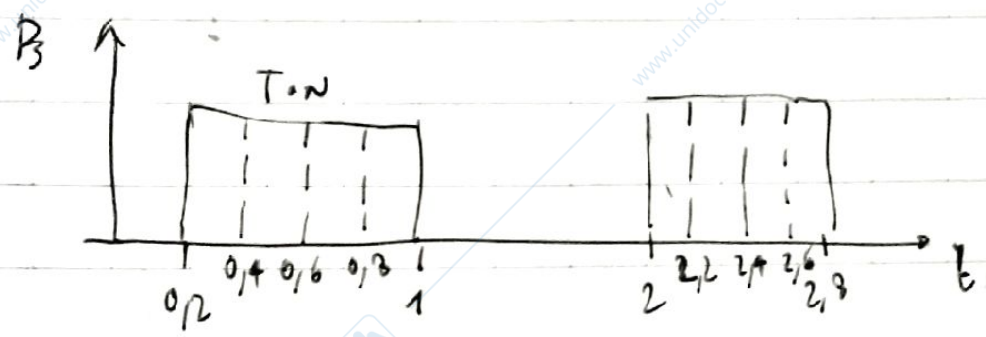
il token bucket migliora la frequenza di arrivo effettiva

Oss.  $A_{b(max)} = L_b \cdot v \leq P_b$

es.

Dati sorgente VBR:

$t_s = 0,2 \text{ s}$   
 $P_s = 1 \text{ Mbit/s}$   
 $T_{ON} = 0,8 \text{ s}$   
 $T_{OFF} = 1 \text{ s}$   
 $L_{ON} = T_{ON} \cdot P_{ON} = 800 \text{ kbit}$



→  
 Sorgente  
 in ingresso

$B = \frac{0,8}{1+0,8} = \frac{4}{9}$

$B = \frac{A_s}{P} \Rightarrow A_s = 444,4 \text{ kbit/s}$

Dati bucket:  $L_b = 200 \text{ kbit} \rightarrow L_{ON} = 4 L_b$

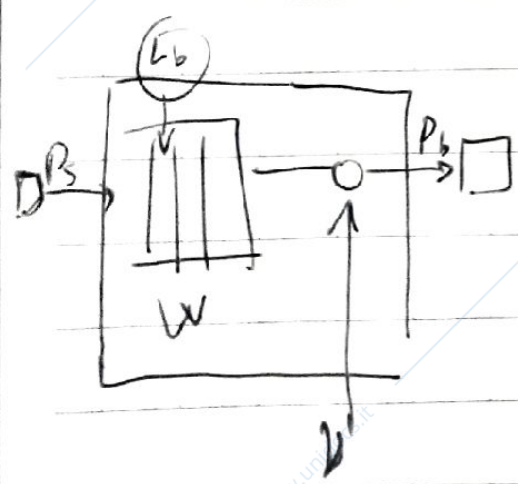
$t_b = 0,1 \text{ s}$

$P_b = 4 \text{ Mbit/s}$

$\frac{1}{V} = 0,4 \text{ s} = t \rightarrow V = 2,5 \text{ P/s}$

$W = 10 L_b$

Permessi  
 x pacchetti

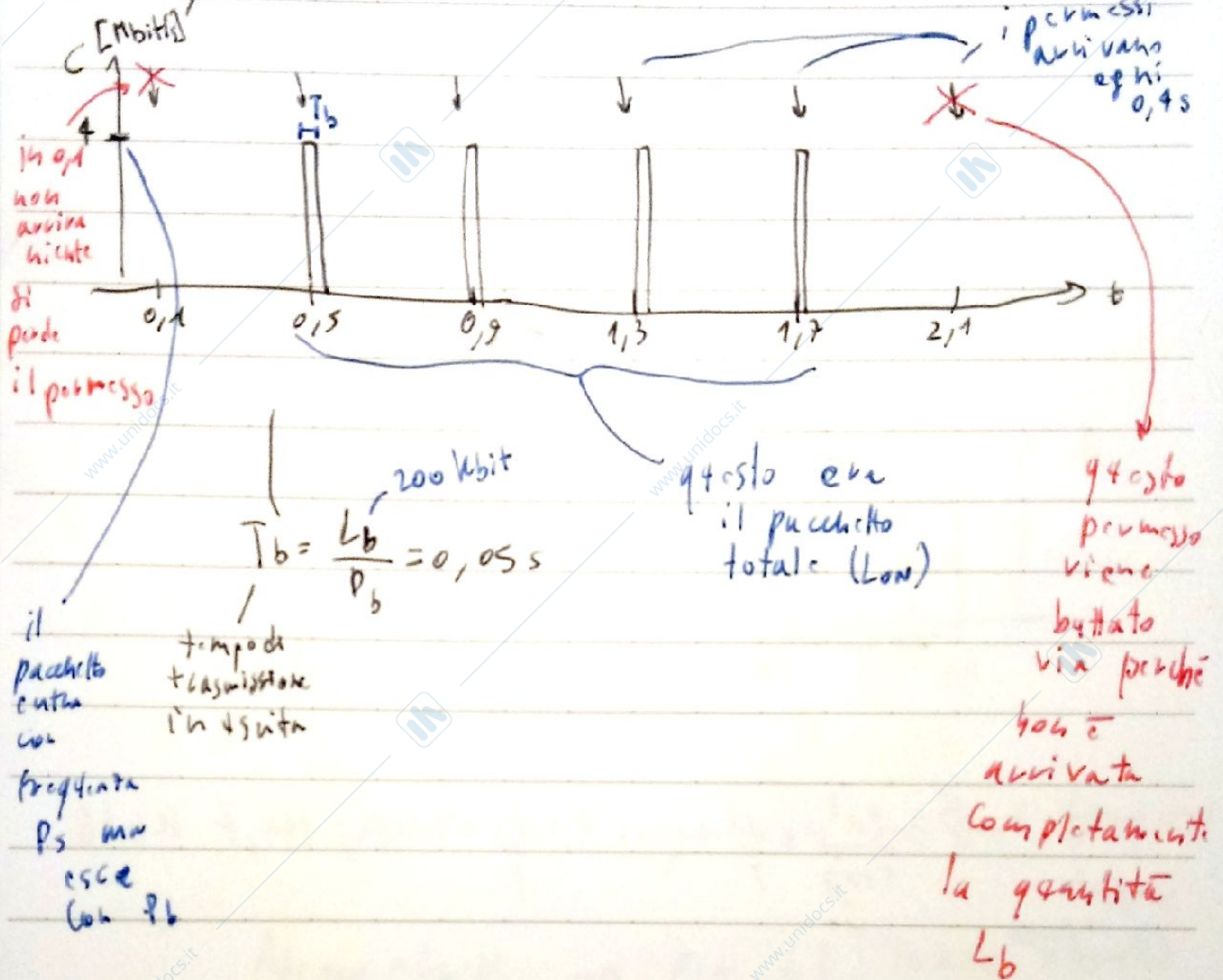


$A_{b(max)} = L_b \cdot V = 500 \text{ kbit/s}$

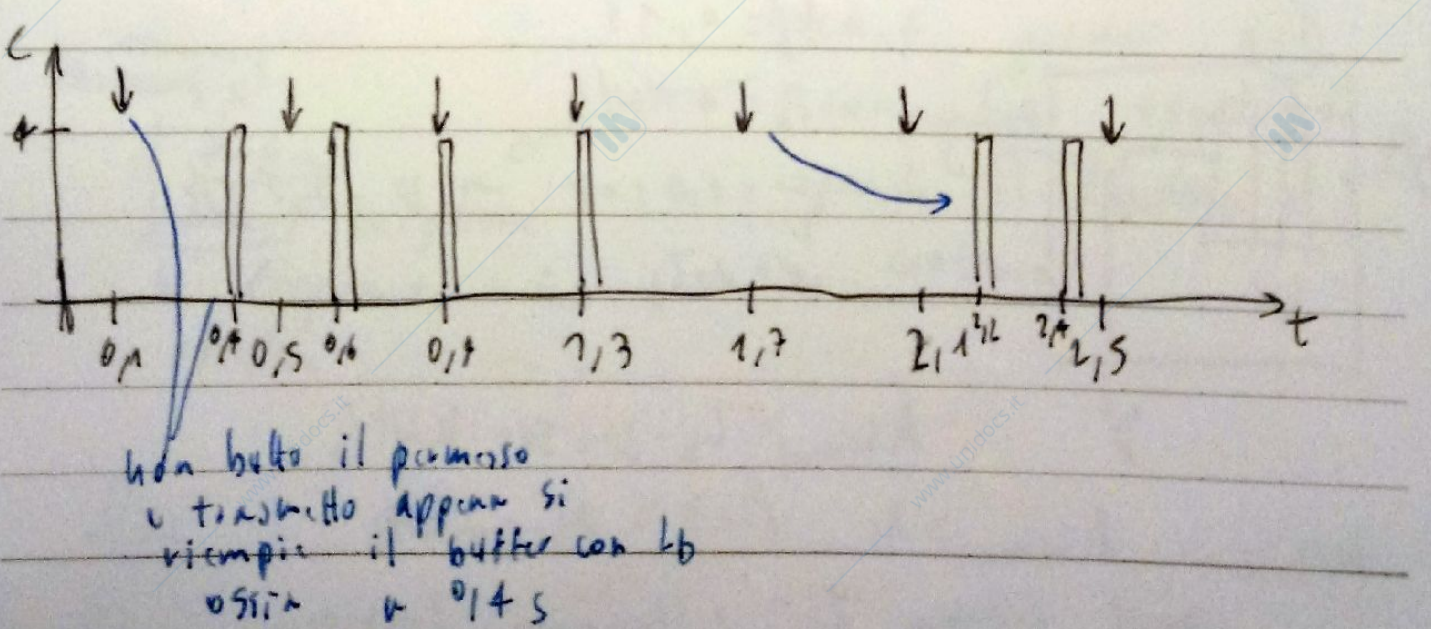
dove  $A_{b(max)} > A_s$  e  $A_{b(max)} < P_b$

$\Rightarrow$  il sistema di filtraggio funziona

Disegno all'uscita del bucket:



Nel token bucket avremo:



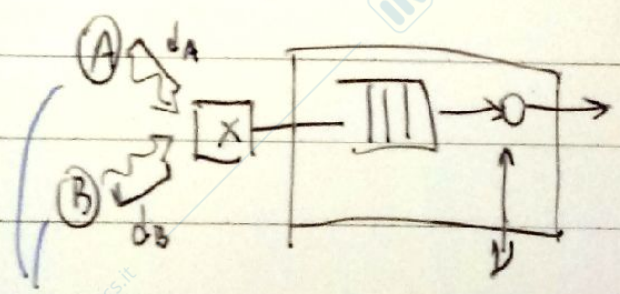


Esistono delle modalità di leaky e token bucket che non sono store & forward (vicino tutto il pacchetto e solo dopo lo invio), ma sono CUT-THROUGH (si può fare un salto di bit prima di aver ricevuto tutto il pacchetto)

non appena arriva il 1° bit viene mandato in uscita il pacchetto

Esercizi

file S4 Bcep (domanda 3), Foglio



$d_A = 15,32 \text{ km} \Rightarrow \tau_A = 51 \mu\text{s}$   
 $d_B = 6,32 \text{ km} \Rightarrow \tau_B = 21 \mu\text{s}$   
 $\Delta \tau = \tau_A - \tau_B = 30 \mu\text{s}$

Wireless

Velocità luce = c

$T_A = 12 \mu\text{s}$      $P_A = 16 \text{ Mbit/s}$   
 $T_B = 9 \mu\text{s}$      $P_B = 64 \text{ Mbit/s}$

→ arriva prima il pacchetto da B

Istante 0 = 21  $\mu\text{s}$

leaky →  $t_s = 6 \mu\text{s}$      $A_{\text{cassa}} = L_b \cdot \nu = 13,71 \text{ Mbit/s}$   
 $L_b = 12 \text{ byte} = 96 \text{ bit}$  →  $r = \frac{1}{\nu} \cdot 7 \mu\text{s}$

da  $L_B = T_B \cdot P_B = 576$      $L_A = T_A \cdot P_A = 16 \text{ Mbit/s} \cdot 12 \mu\text{s} = 1,92$

No. **RETI DI TELE.**Date **12. 11. 19**

Il leaky bucket emette a

$$P_b = 32 \text{ Mbit/s}$$

$$T_b = \frac{L_b}{P_b} = 3 \mu\text{s}$$

token bucket  $\rightarrow$  stessi dati leaky $\hookrightarrow$  3 token iniziale  
a  $t_s = 6 \mu\text{s}$

$$L_A = P_A \cdot T_A = 192$$

$$\frac{L_A}{L_b} = 2$$

$$L_B = P_B \cdot T_B = 576$$

$$\frac{L_B}{L_b} = 6$$

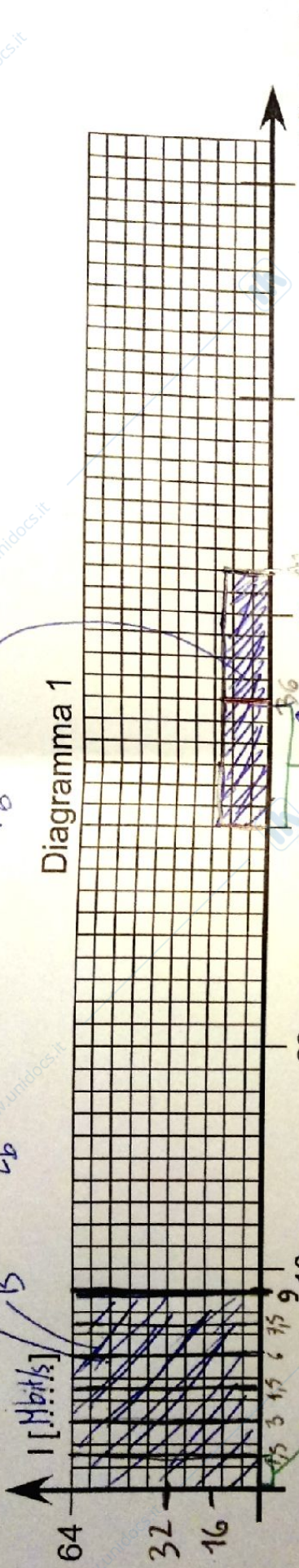


Diagramma 1



Diagramma 2

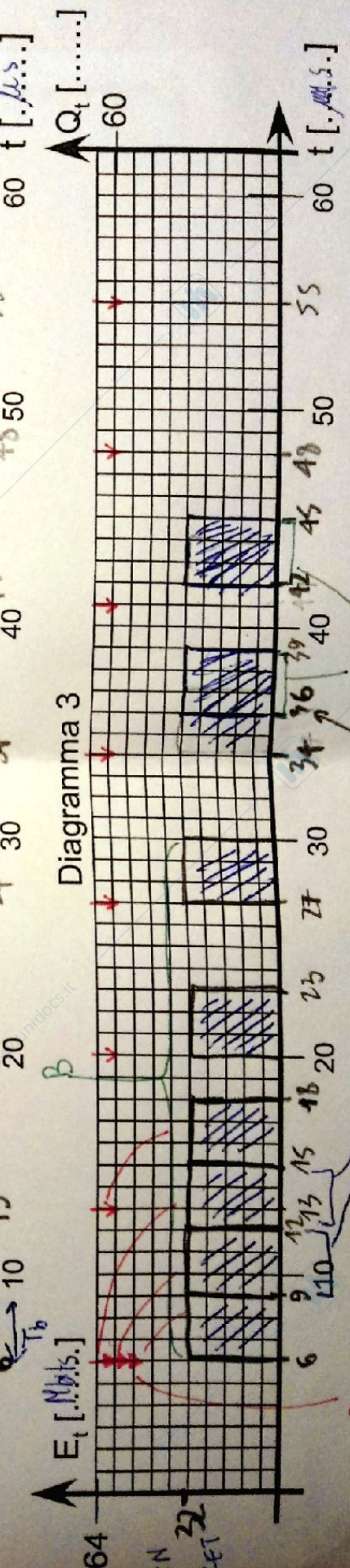


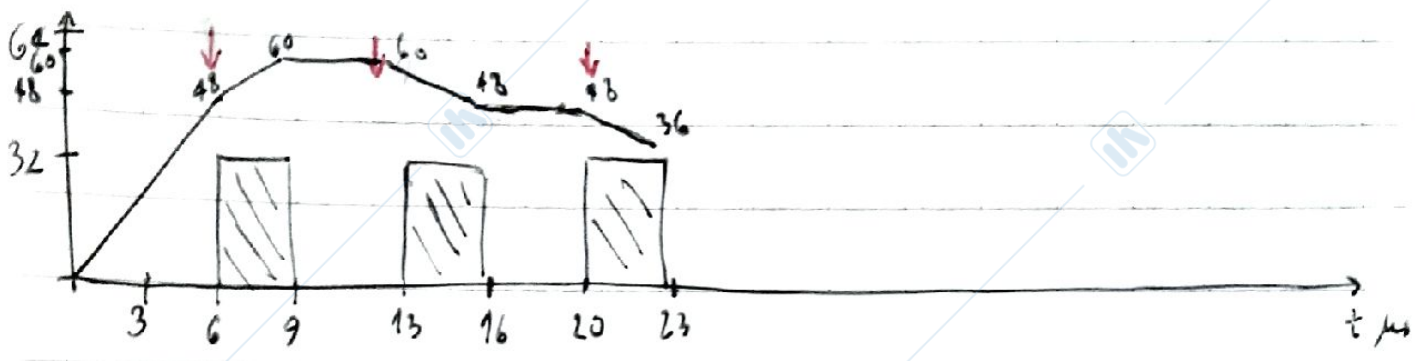
Diagramma 3

viceversa di  $L_b$

3 token iniziali  
30 token

Secondo token

Condizione esercizio



- da 0 a 6s  $f_{in} = 64 \text{ Mbit/s} \rightarrow 8 \text{ Mbyte/s}$

in 1  $\mu\text{s} \Rightarrow f'_{in} = 8 \text{ Mbyte/s} \cdot 1 \mu\text{s} = 8 \text{ byte}$

- da 6 a 9s  $f_{R} = f_{in} - f_{out} = (64 - 32) \text{ Mbit/s} = 32 \text{ Mbit/s}$

di riempimento a cui sto scaricando

$f'_{R} = 4 \text{ byte in } 1 \mu\text{s}$

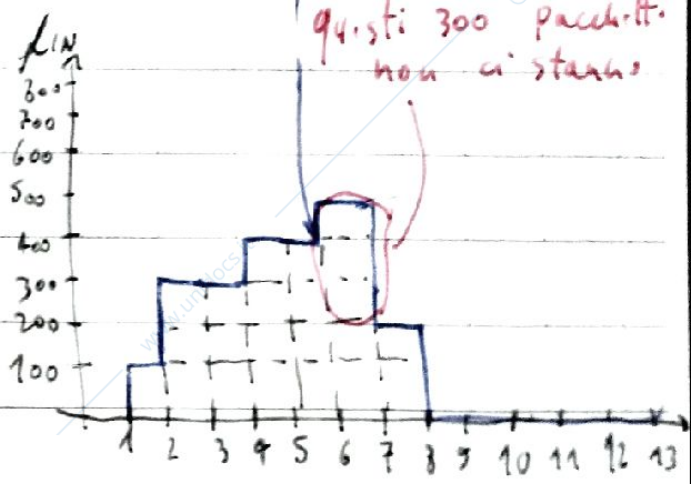
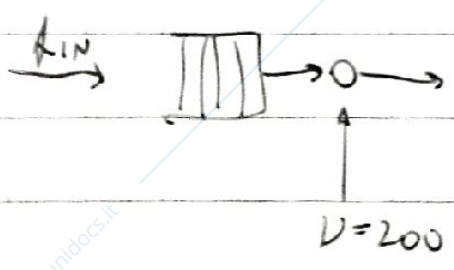
→ continuare a casa

es.

Lucky bucket

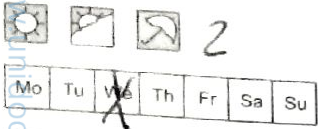
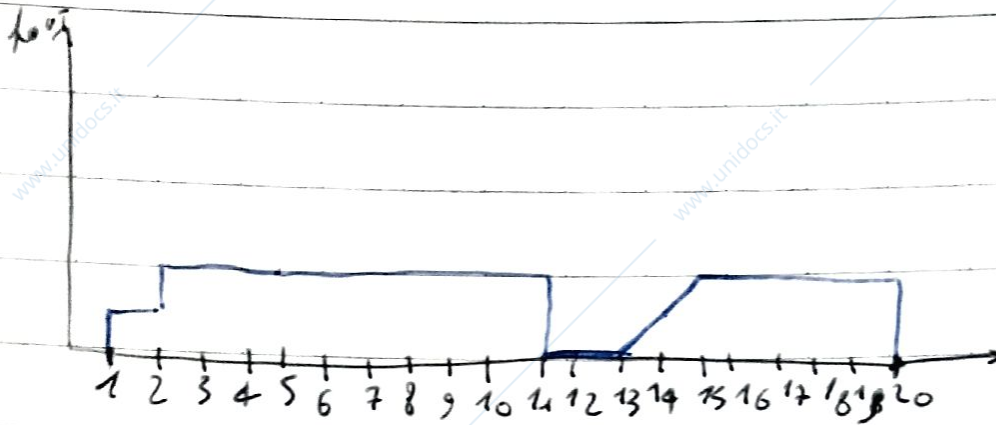
$\frac{1}{V} = 5 \mu\text{s}$

$W = 600$



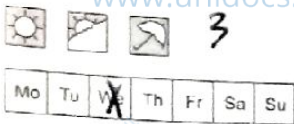
a t=6s ho già riempito il buffer di 600

questi 300 pacchetti non ci stanno

No. RETI DI TELEDate 13.11.19

$$k_{\text{ovrmax}} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ pacchetti/s}$$

E poi gratuito riempimento del buffer



## LIVELLO 3

A livello 3 c'è solo un protocollo → Internet Protocol

Internet mette al centro di ogni rete autonoma un router che lo collega a tutte quelle adiacenti.

↓  
 attraverso  
 un indirizzo  
 specifico  
 del Layer 3

Ho un computer in una rete, ho in un'altra rete, queste 2 reti sono collegate da una rete ISP (Internet Service Provider)

ogni volta che salto da una rete all'altra cambio

l'indirizzo di livello 2

ma l'indirizzo di livello 3 rimane

uguale poiché globale

# Architettura di Internet

ISP si dividono in:

- Tier-1 ISPs: operatori che hanno una rete mondiale e struttano altri

Si chiamano operatori grandi come loro che  
accordi di peering lasciano passare i loro dati in  
percing cambio dello stesso processo

- Tier-2 ISPs: sempre grandi, ma non mondiali (nazionali)

- Tier-3 ISPs: operatori regionali, locali.

Ci sono in generale accordi di Peering trasversali tra Tier di diverso livello ma anche dello stesso livello.

tipicamente si paga per i link verticali, e non si paga per quelli orizzontali



Nel mondo ci sono circa 50000 reti autonome che vengono collegate con 150000 link.



Il livello 3 maschera al livello 4 la complessità di tutte le reti sottostanti

attraverso le funzioni:

- Indirizzamento
- Instradamento
- Frammentazione/Riasssemblaggio
- Multiplexione
- Controllo di flusso e congestione
- Interconnessioni di reti diverse

Il layer 3 è una commutazione a pacchetti

Servizio datagramma

Le informazioni viene divise in pacchetti, che vengono gestiti in modo indipendente

→ attraverso tabelle di routing (instradamento) che evolvono nel tempo.



Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
----	----	----	----	----	----	----

## Tipi di errori

### Prassi sequenza

Nella fase di instradamento più avanzata che i pacchetti arrivano fuori sequenza, se ogni pacchetto prende una strada diversa.

### Perdite

I pacchetti in arrivo si possono perdere senza che lo sappia niente, perché per questo livello non arrivano riscontri.

### Duplicazioni

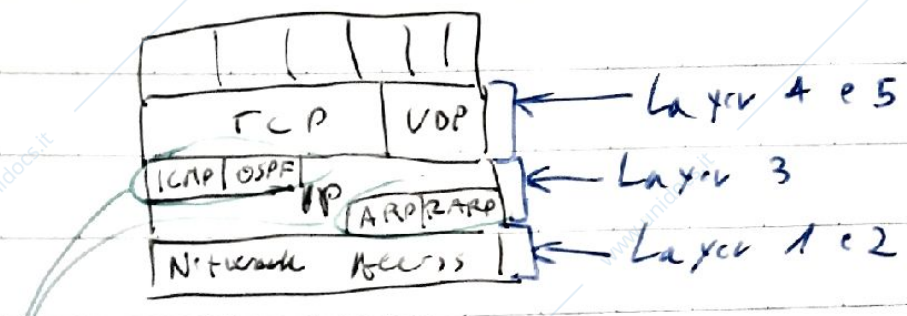
Se un pacchetto da un nodo all'altro si perde, ma viene ricevuto da un altro nodo potrebbe accadere, dunque ci sarebbero 1° giro 2 copie dello stesso pacchetto.

↓  
rivelando l'errore almeno a livello 2

no circuiti virtuali

# Protocollo IP

## Architettura dei protocolli TCP/IP



Protocolli appartenenti a IP

Questo modello è stato costruito dall'ISOC (Internet Society)

