

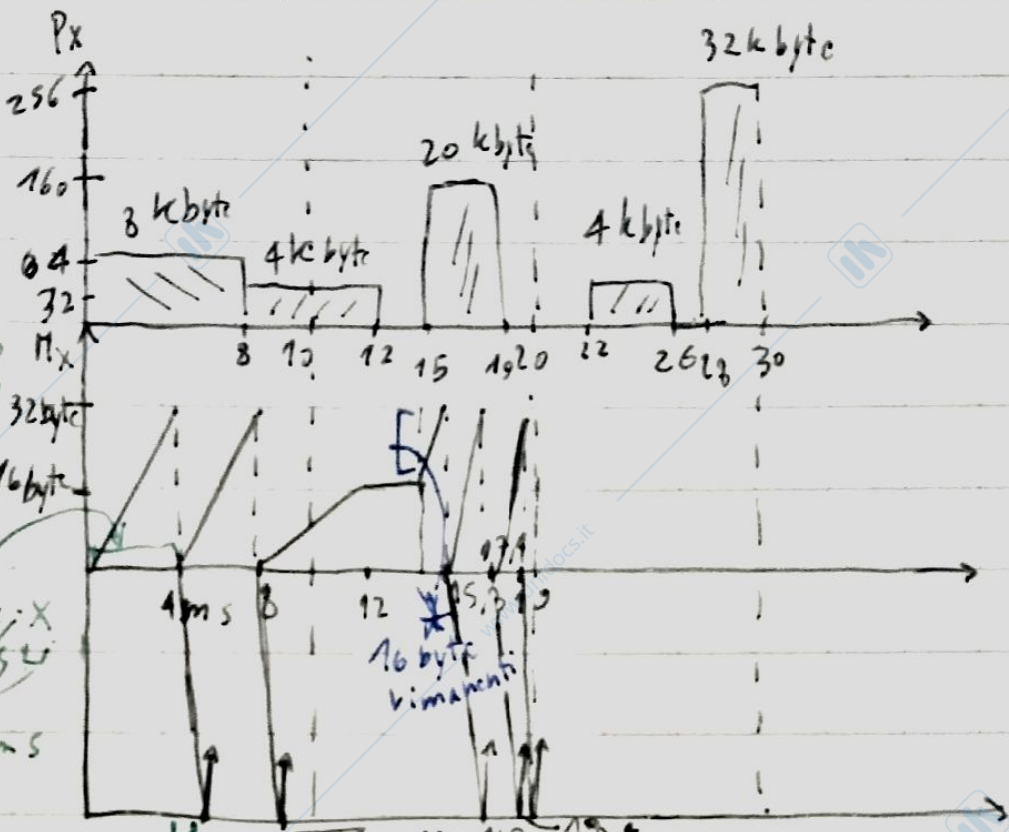
Esercizi

① (a.s. 2.5)

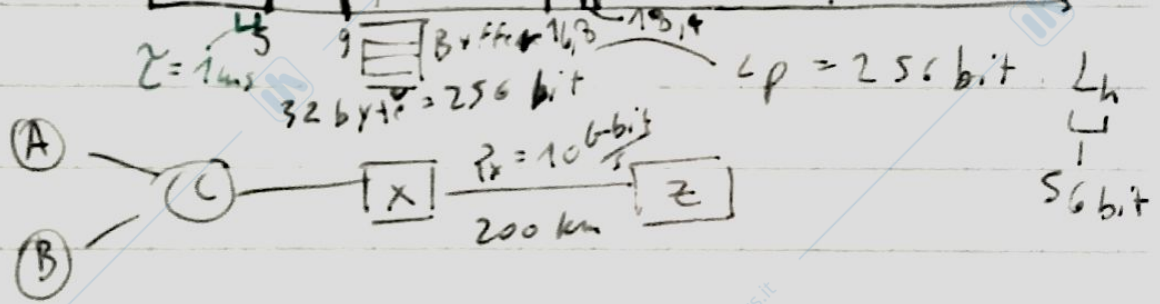
Ultima volta

profilo di riempimento del buffer

$L_p = 32 \text{ byte}$
 $= 3 \text{ kbyte} \cdot X$
 $X = 4 \text{ ms}$



b



$$\tau_{(FIBRA, 200 \text{ km})} = 5 \mu\text{s} / \text{km} \cdot 200 \text{ km} = 1 \text{ ms}$$

$$T_x = \frac{L_p + L_h}{P_x} = \frac{(256 + 56) \text{ bit}}{10^6 \text{ bit/s}} = 31,2 \text{ ns}$$

! il disoplo trascurabile

$$* 16 \text{ byte} = 20 \text{ kbyte} \cdot X$$

$$\hookrightarrow X = 0,8 \text{ ms}$$

finisci disegno da soluzioni.



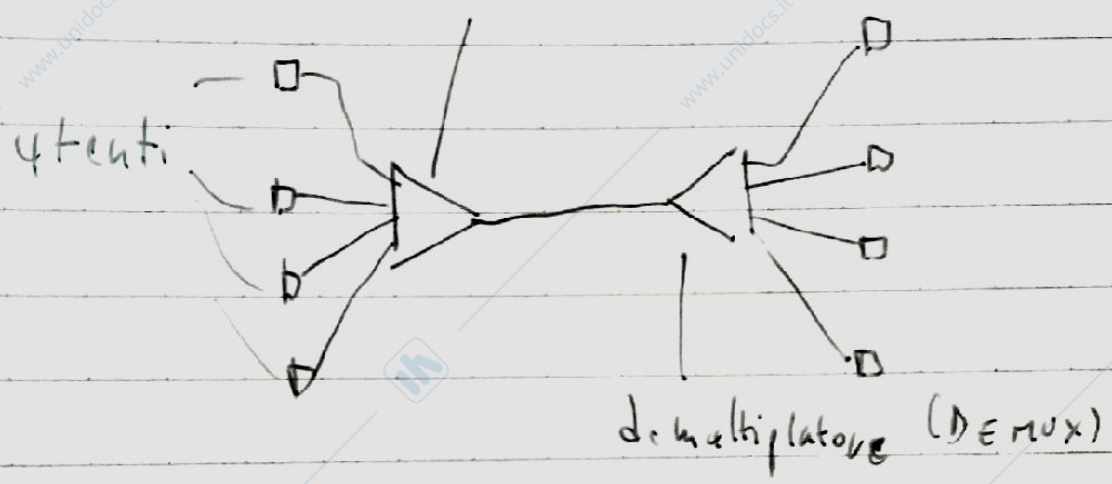
| | | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|----|
| Mo | X | We | Th | Fr | Sa | Su |
|----|---|----|----|----|----|----|

MULTIPLAZIONE

→ Praticamente condivido una risorsa con più utenti

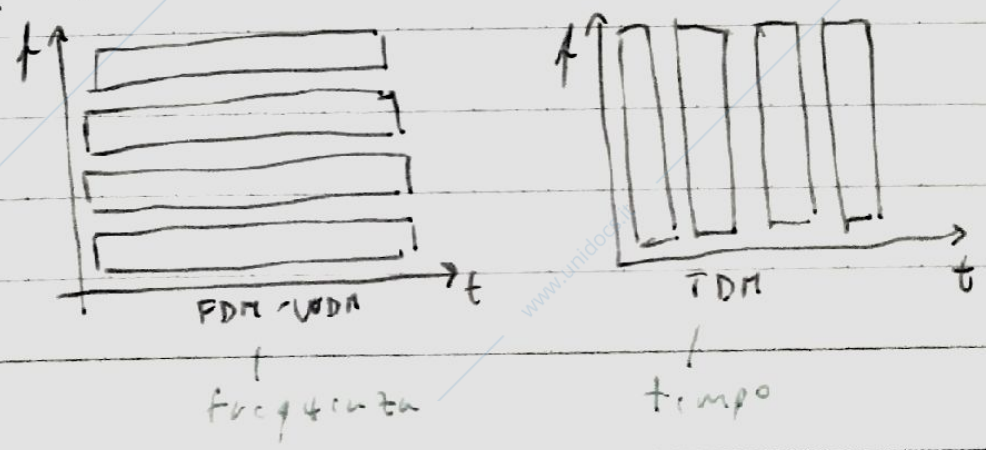
Tecniche

Multiplatore (MUX)



Supponiamo di avere un canale di una certa capacità C (frequenze) per fare moltiplicazione dobbiamo dividere C per il numero di utenti

es. 4 utenti



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

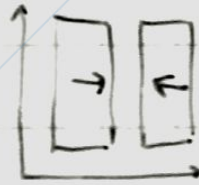
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

→ TDM è meglio perché mi dà meno ritardo (però costa di più)

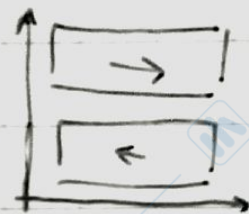
↳ esiste anche

T.D.D e F.D.D

↓
Time Division
Duplexing

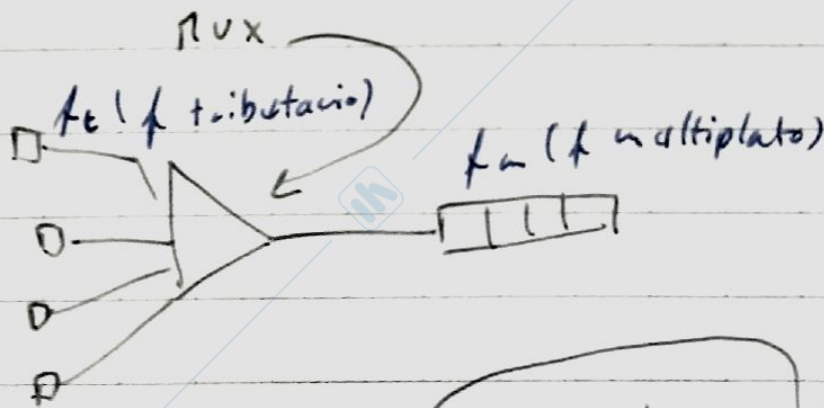


↓
Frequency Division
Duplexing



va in 2
direzioni

→ Multiplicazione deterministic



Se deterministic: $f_m = \sum_{i=1}^N f_{t,i} = N f_t$

Consideriamo:

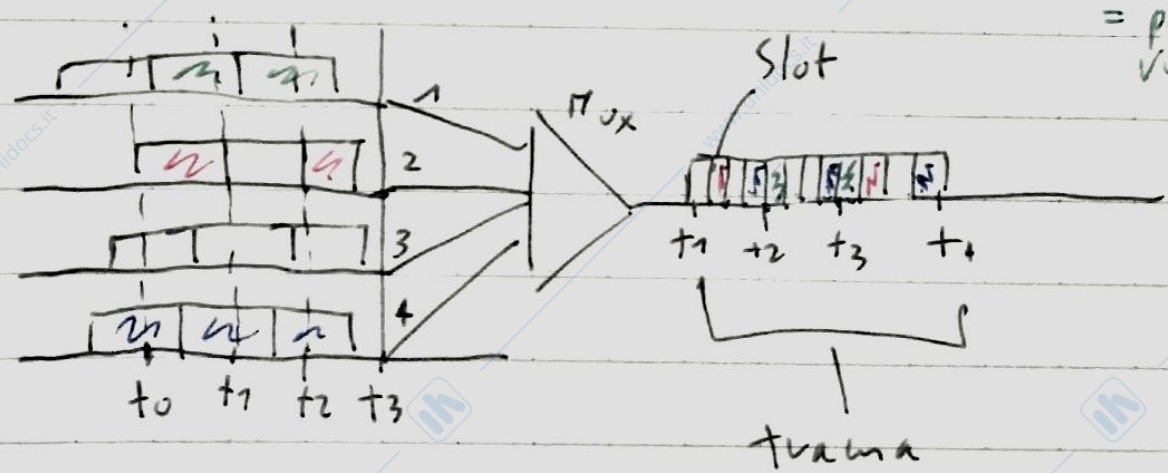
T_t = TEMPO DI TRASMISSIONE DEL TRIBUTARIO

f_t = FREQUENZA DI TRASMISSIONE DEL TRIBUTARIO

Nel caso deterministico viene seguito l'ordine degli utenti (es. 1° postazione, 1° utente, 2° postazione, 2° utente)

il segnale in uscita ha una frequenza N volte superiore a quella in entrata

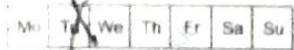
nella slide
casell. branch. = pacchetti vuoti



T_s = TEMPO DI SLOT

T_m = TEMPO DELLA TRAMA

INSIEME DI SLOT



Dunque se abbiamo

DATI f_c, L_t, N, μ_m



↓
TROVIAMO
 T_t, T_s, T_m

$$\textcircled{1} T_t = \frac{L_t}{\mu_m}$$

$$\textcircled{2} T_s = ? \Rightarrow L_t = L_s \left. \begin{array}{l} T_s = \frac{L_t}{\mu_m} \\ T_s = \frac{L_t}{N \mu_m} \end{array} \right\} T_s = \frac{L_t}{N \mu_m} = \frac{T_t}{N}$$

$$\textcircled{3} T_m = N \cdot T_s = N \frac{T_t}{N} = T_t$$



6

| | | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|----|
| Mo | X | We | Th | Fr | Sa | Su |
|----|---|----|----|----|----|----|

Date 01.10.19

→ Multiplicazione Statistica

Molto in uscita una capacità minore
rispetto a quella in entrata

perché c'è una probabilità
bassa che tutti gli utenti
mandino informazioni
nello stesso momento

es. ragionevole per sorgenti
VBR

$$\hookrightarrow f_m \leq N \cdot A$$

$$N \cdot A \leq f_m \leq N \cdot P$$

non può essere inferiore alla frequenza media

può essere inferiore alla frequenza di picco

es. $P = 100 \text{ kbit/s}$ $A = 10 \text{ kbit/s}$ $C = 1 \text{ Mbit/s}$

Quanti utenti posso mettere?

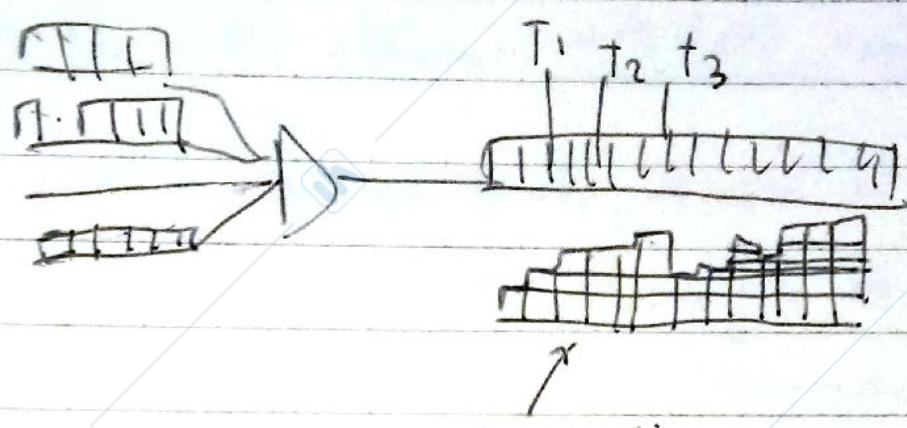
$$f_m \leq N' \cdot P \Rightarrow N' \geq 10 \rightarrow - \text{ritardo}$$

$$f_m \geq N'' \cdot A \Rightarrow N'' \leq 100 \rightarrow + \text{ritardo}$$



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

Nella slide



pacchetti in coda

— finché non è stato totalmente trasmesso \forall pacchetto si dice in coda

Nel caso della moltiplicazione statistica posso avere moltiplicazioni

— a slot

— continua

header dimensioni non precise

in questo caso bisogna aggiungere \forall header di delimitazione

☀ ☑ ☑ 8

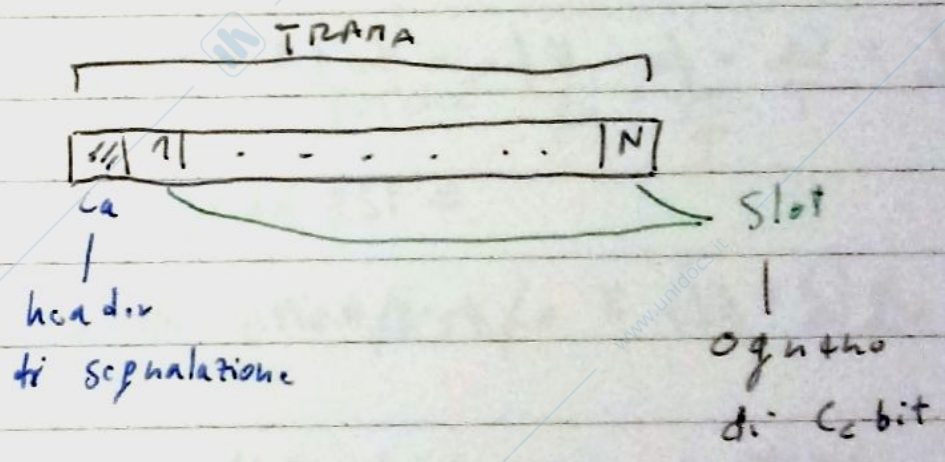
| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| Mo | Tu | We | Th | Fr | Sa | Su |
|----|----|----|----|----|----|----|

→ stessa cosa vale per l'indirizzamento

nel caso
continuo

va specificato
dove andrà
inviato

Riprendiamo il caso della moltiplicazione
detronistica:



Quanti bit ci sono in totale nella
trama:

$$C_m = C_a + C_c \cdot N$$

$$f_m = \frac{C_m}{T} = \frac{C_a + N C_c}{T} = \frac{C_a}{T} + N \frac{C_c}{T}$$

Attenzione!

$$T_s = \frac{C_c}{f_m}$$

diventa
trama

$$= f_a + N f_c$$

Esercizi

① (cs. 3.4 libro) 30 telefoni allo stesso momento

E1

durato
frame

$$T = 125 \mu s$$

$$N = 30 \text{ canali}$$

$$f_m = 2048 \text{ kbit/s}$$

$$C_c = 8 \text{ bit/slot}$$

Troviamo:

f_c = Capacità singolo canale

f_a , f_m

f_{min} = sotto moltiplicazione

f_{max} = sovra moltip.

$$f_c = \frac{C_c}{T} = \frac{8}{125 \mu s} = 64 \text{ kbit/s}$$

$$f_a = \frac{C_a}{T} = f_m - N f_c = 2048 \text{ kbit/s} - 30 \cdot 64 \text{ kbit/s} = 128 \text{ kbit/s}$$

$$C_a = f_a \cdot T = 128 \text{ kbit/s} \cdot 125 \mu s = 16 \text{ bit/slot}$$

$$f_{min} = \frac{h}{T} \quad \text{con } 1 \leq h \leq C_c$$

Sotto moltiplo di C_c → In questo caso f_{min} è minimo se $h=1$

$$\hookrightarrow f_{min} = \frac{1}{125 \mu s} = 8 \text{ kbit/s}$$

$$f_{max} = \frac{h \cdot C_c}{T} \quad \text{con } 1 \leq h \leq N$$

↳ $f_{max} = 30 \cdot f_c = 1920 \text{ kbit/s}$
↳ libro

② (es. 3.1)

$$f_m = f_L = 40 \text{ Mbit/s}$$

quintario

LINK

$$f_U = 155 \text{ kbit/s}$$

$$f_H = \frac{f_U}{2}$$

header

$$C_H = \frac{C_U}{2}$$

$$N_U = ?$$

poiché

$$f_H = \frac{C_H}{T}$$

$$f_L = N_U \cdot f_U + f_H = \left(N_U + \frac{1}{2}\right) f_U$$

$$N_U = \frac{f_L}{f_U} - \frac{1}{2} = \frac{40 \text{ Mbit/s}}{155 \text{ kbit/s}} - \frac{1}{2} = 257,56$$

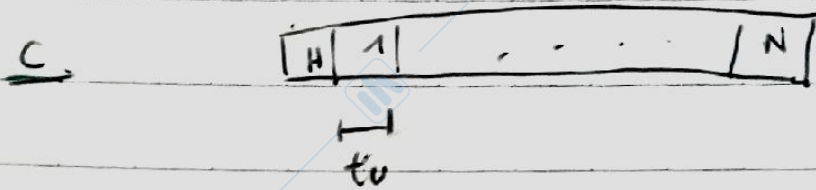
b

$$T_S = T - T_U = (N_U - 1) T_U + T_H \stackrel{C_U}{=} \frac{T_U}{2} = \left(N_U - \frac{1}{2}\right) T_U$$

$T_U = 0,25 \mu s$

257

Continuo es. 3.1



$$C_U = t_0 \cdot f_c = 10 \text{ bit}$$

$$C_H = \frac{C_U}{2} = 5 \text{ bit}$$

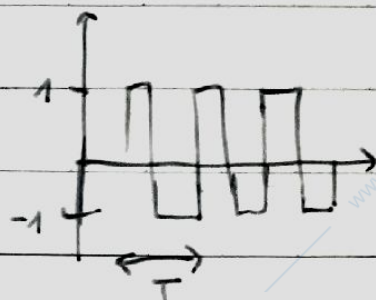
TRASMISSIONE DI DATI

| | |
|----|---------------|
| L5 | APPLICAZIONE |
| L4 | TRASPORTO |
| L3 | RETE |
| L2 | DATA LINK |
| L1 | TRASFERIMENTO |

Segnali

Segnali periodici

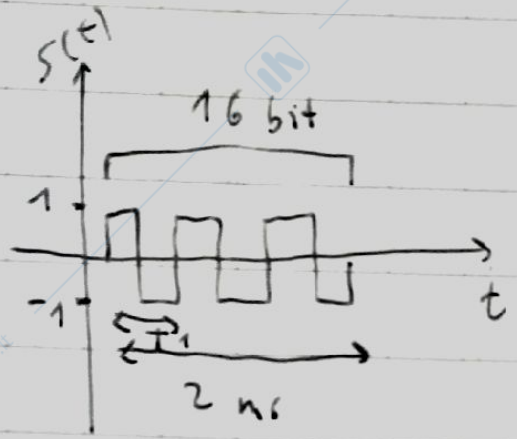
$$s(t+T) = s(t)$$



dopo T ha lo stesso andamento → periodico

$$C = \frac{L_b}{T}$$

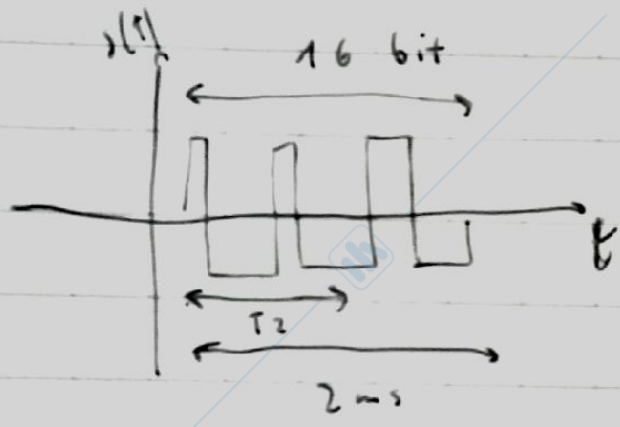
es.



$$C = \frac{16}{2ms} = 8 \text{ kbit/s}$$

$$T_1 = 500\mu s = 4 \cdot \frac{1}{C}$$

$$T_2 = 1ms = 8 \cdot \frac{1}{C}$$



La serie di Fourier di $s(t)$

frequenza armonica
 $f_0 = \frac{1}{T}$ (hai periodici)

$$s(t) = a_0 + 2 \sum_{h=1}^{\infty} [a_h \cos(2\pi h f_0 t) + b_h \sin(2\pi h f_0 t)]$$

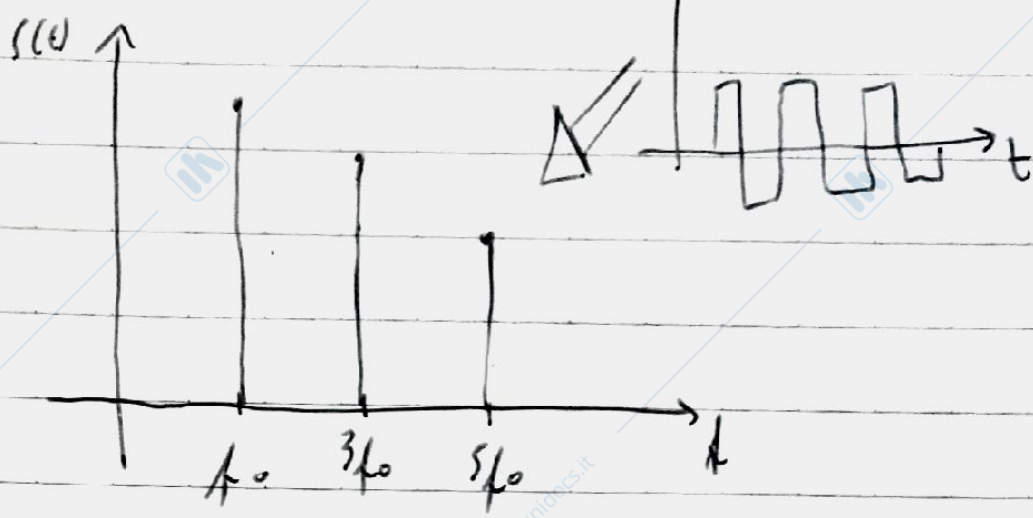
$$a_h = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} s(t) \cos(2\pi h f_0 t) dt$$

$$b_h = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} s(t) \sin(2\pi h f_0 t) dt$$

↳ Qualunque segnale può essere rappresentato come somma di sinusoidi e cosinusoidi

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

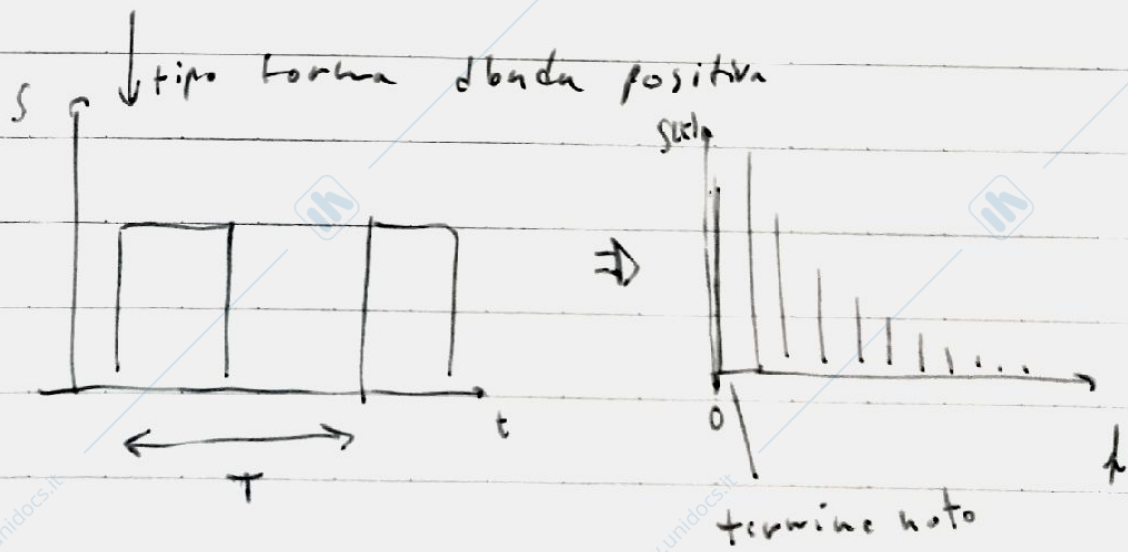
→ Rappresentazione sp. trale



↳ Lo spettro di un segnale è una funzione che rappresenta il peso delle sue componenti in frequenza (coefficienti spettrali).

es.

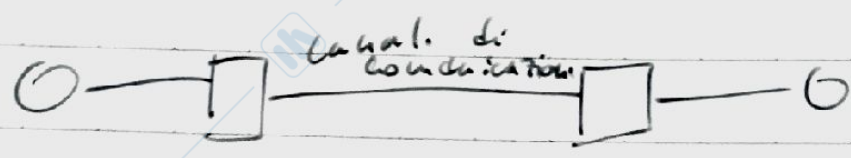
Se c'è un'onda quadra con a_0 (media) non nulla (c'è un termine a frequenza zero).





| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| Mo | Tu | Ve | Th | Fr | Sa | Su |
|----|----|----|----|----|----|----|

Banda occupata



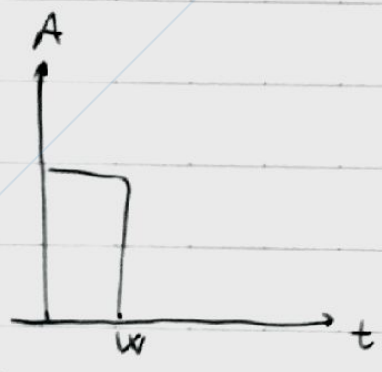
Lo spettro entra nel canale e si modifica

13. centro con onda quadra o con onda sinusoidale come approssimazione praticamente l'onda quadra essendo somma di sinusoidi

2 tipi di canali:

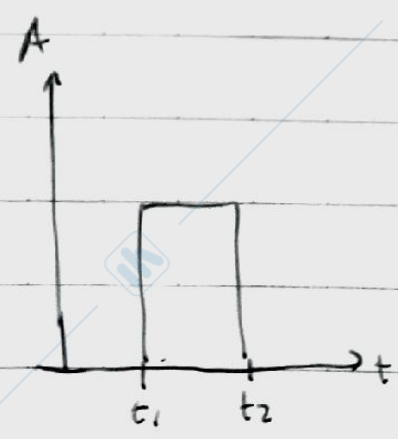
- passa-basso

la serie passano solo da fino a un tipo di frequenza



- passa-alto

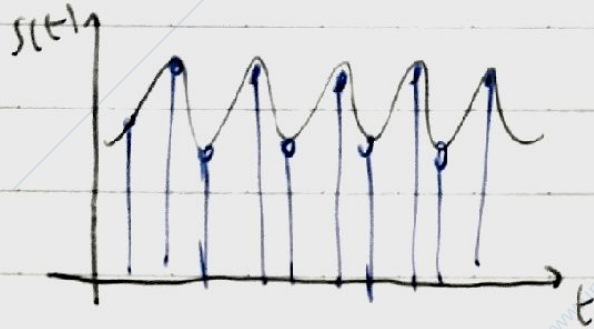
la serie passano solo in un intervallo di frequenze



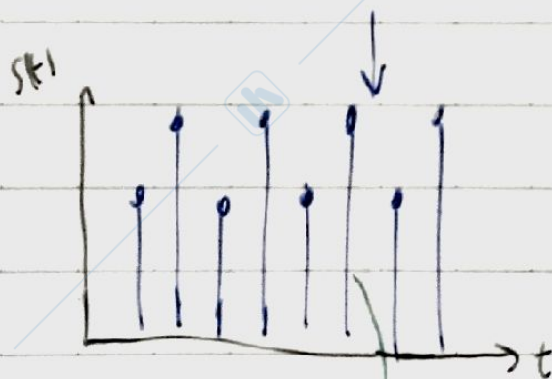
$t_2 - t_1 = W$

Tecniche del Campionamento

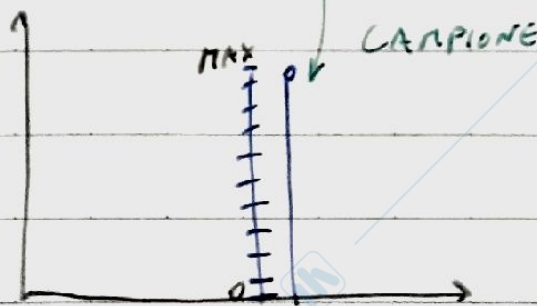
CAMPIONAMENTO: Immaginiamo di avere



DIGITALIZZO
CAMPIONANDO

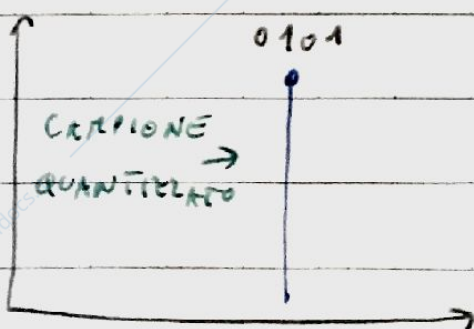


CAMPIONAMENTO



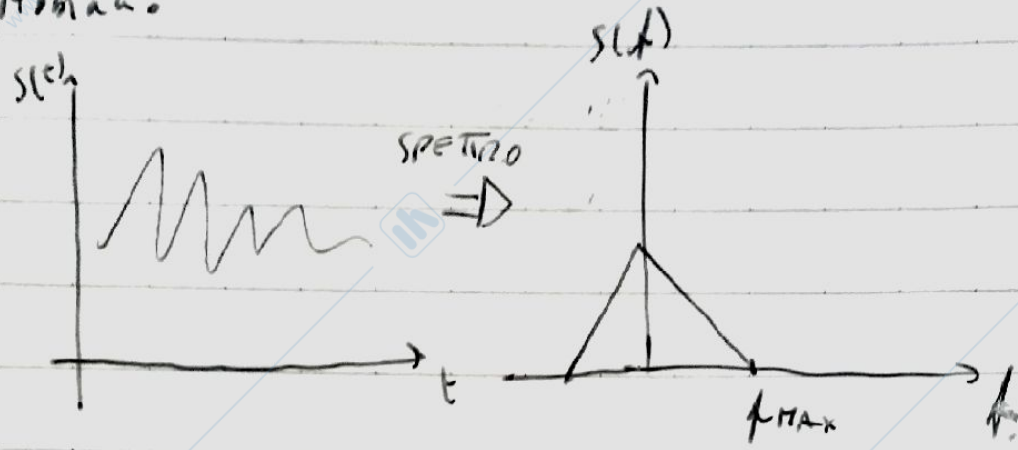
QUANTIZZAZIONE

i campioni possono assumere qualsiasi valore tra 0 e max

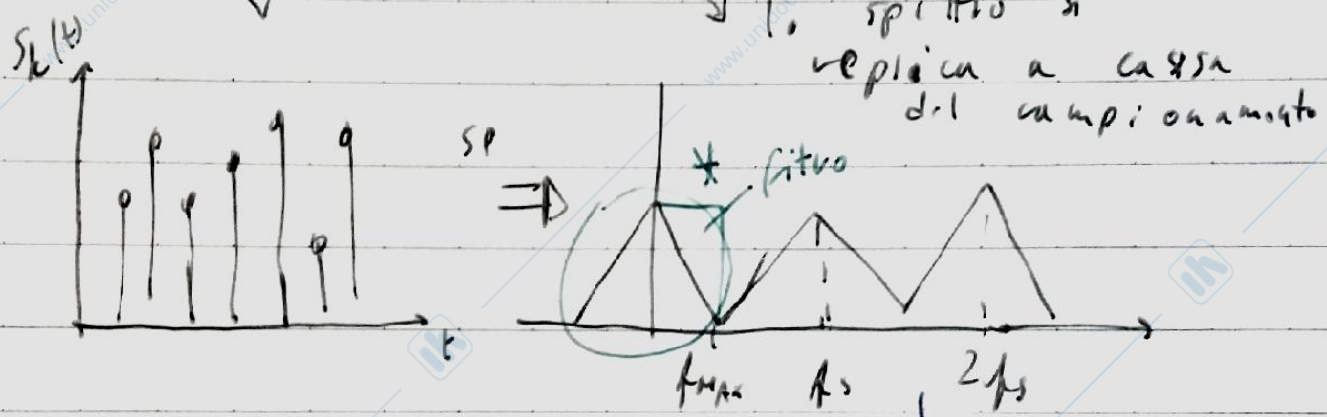


CODIFICA

Abbiamo



↓ CAMPIONAMENTO



Freq. di campionamento $f_s = \frac{1}{T_s}$ - tempo di campionamento

se $f_s < f_{max}$
i contributi

$$s_k(t = t_i = T_s \cdot i) = s(t_i)$$

$$s_k(t \neq t_i) = 0$$

spettrali si
sovrapposcono
(interferenza intersimbolica)

quando arrivo a destinazione

filtro solo il primo segnale e non le repliche se

$$f_s \geq 2 f_{max} \Leftrightarrow$$

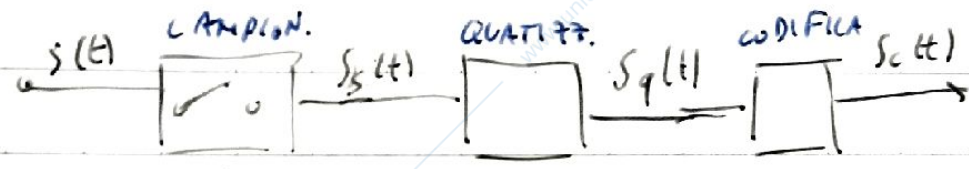
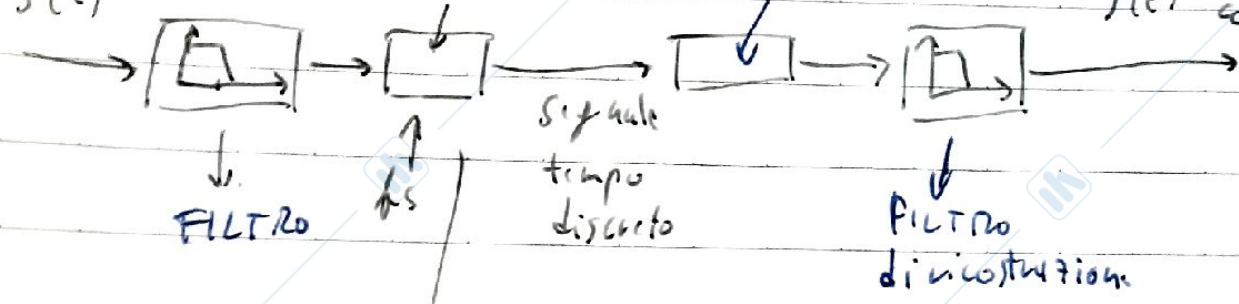
cioè un INTERF. INTERS.
ottengo un segnale con una
parte di replica sovrapposta

Segnale nel tempo continuo
 $S(t)$

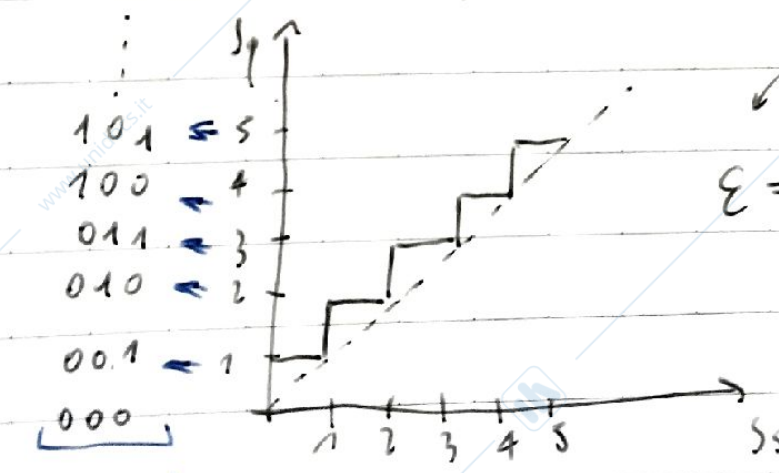
CAMPIONATORE

Mezzo trasmissivo

Segnale nel tempo continuo
 $\hat{S}(t)$



in pratica



errore di quantizzazione

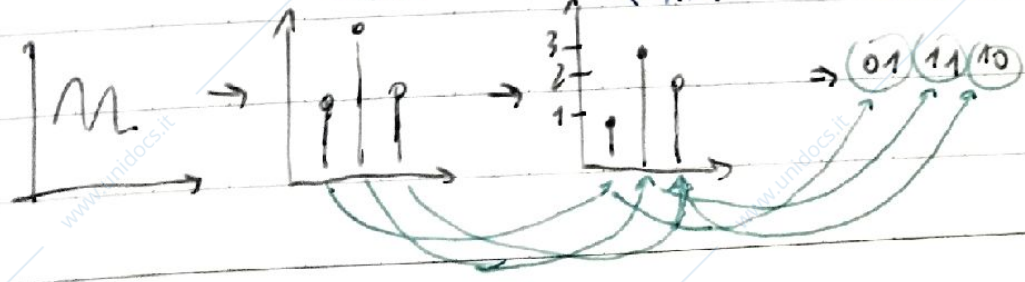
$$E = S_q - S_s$$

CODIFICA

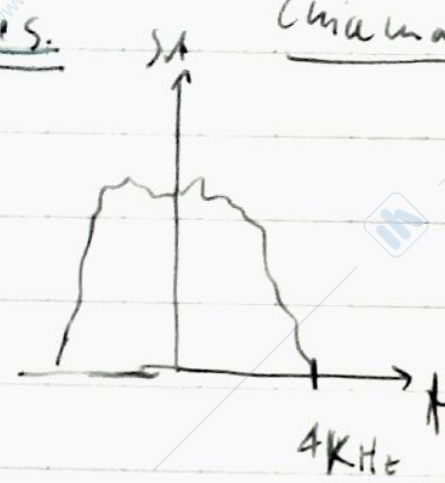
CAMP.

QUANT.

CODIFICA



15. Chiamate telefoniche.



per la voce

$$f_{max} = 4 \text{ kHz}$$

$$f_s \geq 2 f_{max}$$

$$f_s = 8 \text{ k samples/s}$$

$$b = 8 \text{ bit}$$

bit di
codifica

$$P = f_s \cdot b = 64 \text{ kbit/s}$$

frequenza
di presa

16. Hi-Fi

per la musica

$$f_{max} = 22 \text{ kHz}$$

$$f_s = 44 \text{ kHz}$$

$$b = 16$$

2 canali = 2 casse

$$P = 702 \text{ kbit/s} \quad \left(\times 2 \right) \Rightarrow DP = 1,404 \text{ Mbit/s}$$