Fondamenti di Telecomunicazioni

RISPOSTE ALLE DOMANDE FREQUENTI ALL'ESAME

CRISTIAN MERCADANTE
UNIMORE | ULTIMO AGGIORNAMENTO: 05/10/2019

Esercizi

1. Esprimere nel dominio delle frequenze la condizione necessaria e sufficiente perché una funzione x(t) assuma i valori:
$$x_n = x(nT) = \begin{cases} x_0, & x = 0 \\ 0, & x \neq 0 \end{cases}$$
commentando adeguatamente i diversi casi (tre) che possono presentarsi.
2. Si consideri un apparato di interconnessione a cui giungono, destinati verso la stessa linea di uscita, 150.000 flussi di dati che racano mediamente 60 pacchetti/minuto ciascuno. Si vuole che un pacchetto rimanga nel sistema meno di 0.1ms con probabilità 0.95.
   a. Si determini qual è il numero di minimo di pacchetti al secondo che il processore che opera sulla linea di uscita deve essere in grado di trattare.
   b. Si determini la dimensione della memoria RAM di uscita in modo tale che la probabilità di perdita di un pacchetto sia minore di 10^{-3}.
3. Calcolare e disegnare gli spettri di ampiezza e di fase di una successione periodica di impulsi rettangolari (oppure “di un impulso rettangolare”) aventi ampiezza A, durata τ e periodo T. Commentare.
4. Si abbia il seguente set di k = 11 bit da proteggere con un codice polinomiale durante una trasmissione ***101 1010 1001*** utilizzando il polinomio generatore G(x) ottenuto dal seguente set di 3 bit: ***101***. Si determini il polinomio T che viene trasmesso contenente i bit di ridondanza necessari per la rilevazione di eventuali errori da parte del ricevitore. Per ricavare l’espressione dei polinomi si assegni il grado dei termini leggendo i set di bit in modo decrescente da sinistra a destra.
5. Calcolare lo spettro di un segnale PAM con codice AMI, cifre binarie prima della codifica equiprobabili, impulsi rettangolari di ampiezza unitaria con duty cycle 0.5.

Domande teoriche

1. Descrivere, e anche rappresentare con grafici e schemi a blocchi, il processo di conversione digitale-analogica per la ricostruzione del segnare originario. Aggiungere commenti opportuni.
2. Descrivere, e anche rappresentare con grafici e schemi a blocchi, il processo di conversione analogico-digitale. Aggiungere commenti opportuni.
3. Calcolare il ritardo medio di TDMA e FDMA e, poi, commentare il loro confronto.
4. Il protocollo CSMA/CD: ricavare l’espressione del throughput S in funzione del parametro a. Disegnarne il grafico.
5. Calcolare la funzione di trasferimento e le caratteristiche di ampiezza e di fase di una rete RC. Disegnare i grafici.
6. Segnale PAM: definizione e calcolo dei due spettri.
7. Il protocollo ALOHA: ricavare l’espressione del throughput normalizzato in funzione del traffico totale normalizzato.
8. Ricavare e spiegare l’efficienza dei protocolli sliding window in assenza di errori, con i relativi diagrammi temporali.
9. Definire la risposta impulsiva di una rete lineare, con anche i relativi schemi, e dimostrare il legame con la funzione di trasferimento di una rete lineare.
10. Disegnare lo schema a blocchi di un filtro trasversale e scrivere la relativa funzione di trasferimento H(ω).
11. Modulatori e demodulatori a prodotto. Modulazione QAM: definizione e schemi relativi.
12. Dimostrare e descrivere il teorema del campionamento nel dominio dei tempi.
13. Ricavare e disegnare gli spettri di ampiezza e fase di un’oscillazione modulata a prodotto.

ESERCIZIO 1

La trasformata di Fourier di una serie temporale si ricava dalla formula:

$X_s(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x_n \cdot e^{-j\omega nT}$, ma dato che $x_n = \begin{cases} x_0 , & n=0 \\ 0 , & n \neq 0 \end{cases}$ risulta

$X_s(\omega) = 0.$

Esiste una relazione fra $X_s(\omega)$ e $X(\omega)$ (trasformata di Fourier della funzione originaria $x(t)$)

$X_s = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} X(\omega + n\omega_0)$ che risulterà $= x_0$

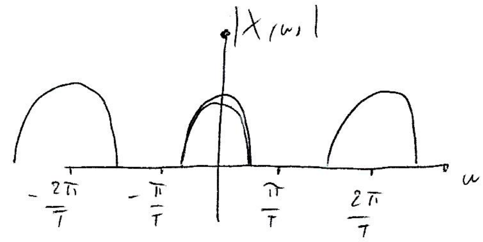
quindi

$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} X(\omega + n\omega_0) = x_0 \cdot T$ → è necessario verificare questa condizione.

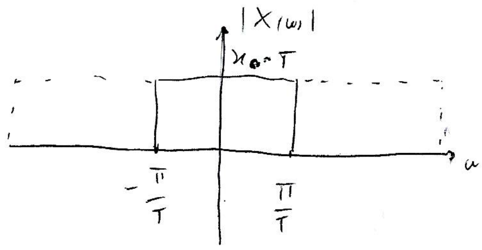
È sufficiente verificarla in $\left(-\frac{\pi}{T}, \frac{\pi}{T}\right)$ in quanto $x(t)$ periodica con periodo $2\pi/T = \omega_0$
ma essendo $X(t)$ reale vale $X(-\omega) = X^*(\omega)$ e quindi basta verificarla in $\left(0, \frac{\pi}{T}\right)$

Si possono verificare tre casi:

1) $B_\omega < \frac{\pi}{T}$ tale condizione non rispecchia quanto richiesto poiché esistono ω per cui $X(\omega) = 0$



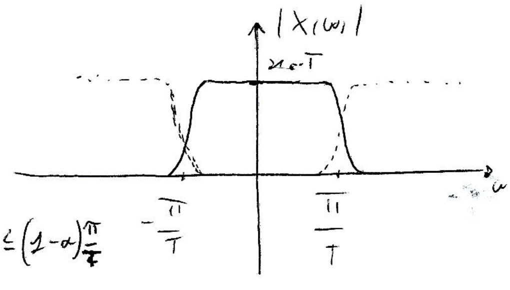
2) $B_\omega = \frac{\pi}{T}$ è la condizione ideale ma non fisicamente realizzabile.
$B_\omega = \frac{\pi}{T}$ prende il nome di "banda di Nyquist"



$$X(\omega) = \begin{cases} x_0 \cdot T , & |\omega| < \frac{\pi}{T} \\ 0 , & |\omega| > \frac{\pi}{T} \end{cases}$$

$$x(t) = \mathcal{F}^{-1}[X(\omega)] = x_0 \cdot \frac{\text{sen}\frac{t}{T}}{t/T}$$

3) $B_\omega > \frac{\pi}{T}$ è necessario che $X(\omega)$ abbia raccordi come quelli a coseno rialzato.



$$X(\omega) = \begin{cases} x_0 T , & 0 \le \omega \le (1-\alpha)\frac{\pi}{T} \\ \frac{x_0 T}{2} \cdot \left\{ 1 - \text{sen}\left[\frac{T}{2\alpha}\left(\omega - \frac{\pi}{2}\right)\right]\right\} , & (1-\alpha)\frac{\pi}{T} \le \omega \le (1+\alpha)\frac{\pi}{T} \\ 0 , & \omega \ge (1+\alpha)\frac{\pi}{T} \end{cases}$$

dove α è detto "fattore di roll-off" e se $\alpha = 0$ → caso 2

$$x(t) = x_0 \frac{\text{sen}\, \pi \frac{t}{T}}{\pi \frac{t}{T}} \cdot \frac{\cos \alpha\pi \frac{t}{T}}{1 - \frac{4\alpha^2 t^2}{T^2}}$$

ESERCIZIO 2

HP) 150'000 flussi

60 pacch/minuto · flusso $= \lambda$

$t = 10^{-4}$

TH) • μ? tale che

prob$\{\delta < 10^{-4}\} \geq 0{,}95$

• K? tale che $\Pi \leq 10^{-3}$

•

$\lambda_{tot} = 60 \cdot 150'000 = 9'000000 \dfrac{\text{pacch}}{\text{minuto}} = 150'000 \dfrac{\text{pacch}}{\text{sec.}}$

$F_\delta(\delta < t) \geq 0{,}95$

$1 - e^{-(\mu - \lambda_{tot})t} \geq 0{,}95$

$-e^{-(\mu - \lambda_{tot})t} \geq -0{,}05$

$-(\mu - \lambda_{tot})t \leq \underbrace{\ln 0{,}05}_{\sim -3}$

$(\mu - \lambda_{tot})t \geq 3$

$\mu \geq \dfrac{3}{t} + \lambda_{tot} \quad \rightarrow \mu \geq \dfrac{3}{10^{-4}} + 150'000 = 180'000 \dfrac{\text{pacch}}{\text{secondo}}$

• $\Pi < 10^{-3} \rightarrow \Pi = \dfrac{(1 - A_0)\, A_0^{K+1}}{1 - A_0^{K+2}} < 10^{-3}$, $A_0 = \dfrac{\lambda}{\mu} = \dfrac{5}{6}$

$K = 10 \rightarrow \Pi = 0{,}025\ldots$

$K = 30 \rightarrow \Pi = 5{,}87 \cdot 10^{-4}$

$K = 20 \rightarrow \Pi = 3{,}689 \cdot 10^{-3}$

$K = 25 \rightarrow \Pi = 1{,}466 \cdot 10^{-3}$

$K = 26 \rightarrow \Pi = 1{,}22 \cdot 10^{-3}$

$K = 27 \rightarrow \Pi = 1{,}01 \cdot 10^{-3}$

$K = 28 \rightarrow \Pi = 8{,}46 \cdot 10^{-4} \leftarrow K = 28$