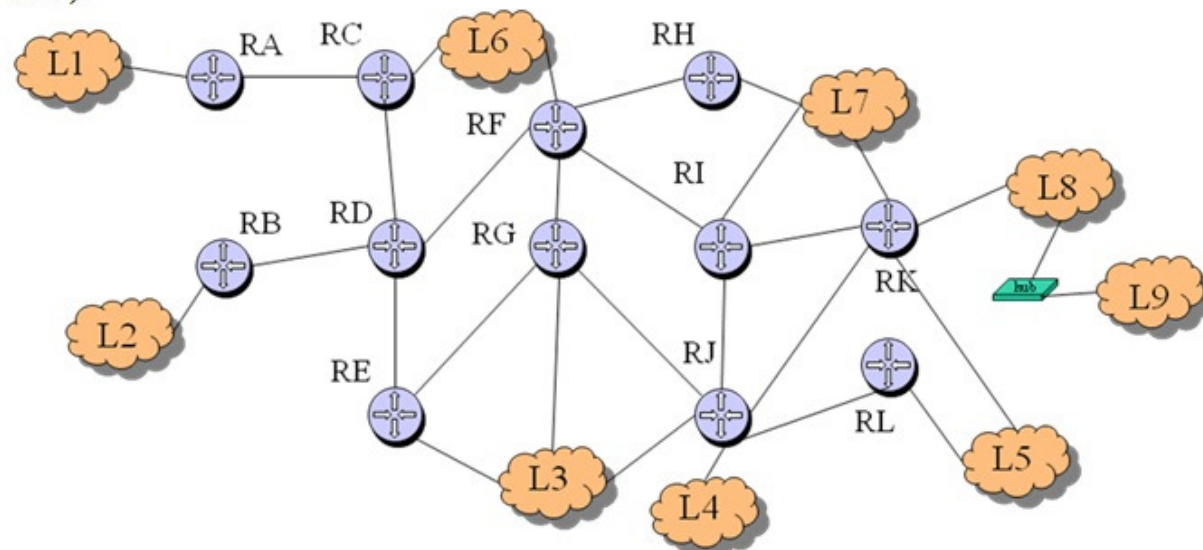


FONDAMENTI DI TELECOMUNICAZIONI

A.A. 2009/2010

ESERCITAZIONE DEL 11 MAGGIO 2010

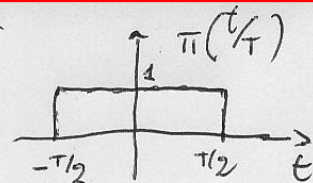
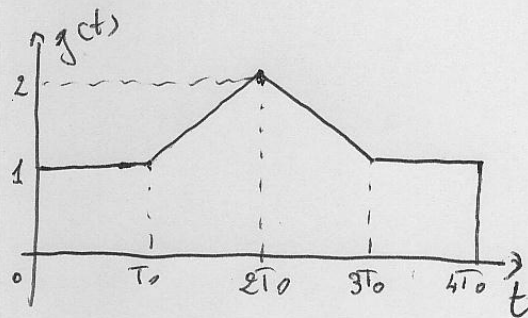
Dato l'insieme di sottoreti interconnesse in figura, progettare un piano di indirizzamento *IPv4* ottimizzato in termini di percentuale di utilizzo degli indirizzi e che soddisfi i vincoli illustrati di seguito, a partire dall'indirizzo base 218.64.4.0 (seguire la regolamentazione RFC 1812 e RFC 1878):



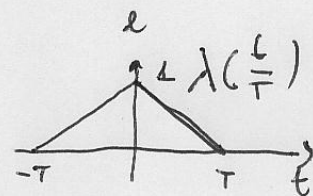
- L1. Numero di hosts indirizzabili 3753;
- L2. Numero di hosts indirizzabili 125; eseguire successivamente la suddivisione in 2 sottoreti logiche di uguale dimensione;
- L3. Numero di hosts indirizzabili 251; una volta determinato il blocco di indirizzi adeguato e averlo assegnato alla rete, effettuare subnetting variabile in 8 sottoreti di dimensione diversa (n.b.: almeno 2 sottoreti devono avere dimensione diversa); nella fase di subnetting si considerino trascurabili gli indirizzi relativi alle interfacce dei router;
- L4. Sapendo che l'indirizzo di broadcast della rete dev'essere 218.64.33.255, assegnare il più grande blocco C.I.D.R. disponibile (in termini di numero di hosts indirizzabili); quanti hosts *fisici* può indirizzare quindi L4? Quale sarebbe stato il blocco più piccolo?
- L5. Determinare il range di indirizzi adeguato, sapendo che esso deve contenere l'indirizzo 218.64.36.31, con un numero di hosts indirizzabili pari a 60;
- L6. Determinare il blocco CIDR più piccolo che possa gestire 124 hosts e che contenga l'indirizzo 218.64.36.128;
- L7. Determinare un insieme di blocchi contigui di classe C, tale che contenga gli indirizzi 218.64.40.71 e 218.64.47.218; nel caso in cui fosse stato richiesto anche l'indirizzo 218.64.47.255 (assegnabile ad un host), quale sarebbe stata la soluzione?
- L8. Numero di hosts indirizzabili 120;
- L9. Numero di hosts indirizzabili 201.

Quali sono gli indirizzi IP eventualmente non ancora utilizzati? Determinare, secondo la metodologia studiata, a quale delle sottoreti è destinato il seguente datagramma IP:

TRASFORMATE E PROPRIETÀ



durata T
ampiezza 1



durata $2T$
ampiezza 1

Ricordiamo che $\mathcal{F}[\pi(t/T)] = T \text{sinc}(\pi f T)$ dove $\text{sinc}(x) \triangleq \frac{\sin x}{x}$

$$\text{e } \mathcal{F}[\lambda(t/T)] = T \text{sinc}^2(\pi f T)$$

$g(t)$ è data da un impulso rettangolare di durata $4T_0$ e ampiezza 1 e da un segnale triangolare di ampiezza 1 e durata $2T_0$. Indichiamo le due funzioni con $s(t)$ e $p(t)$, avremo:

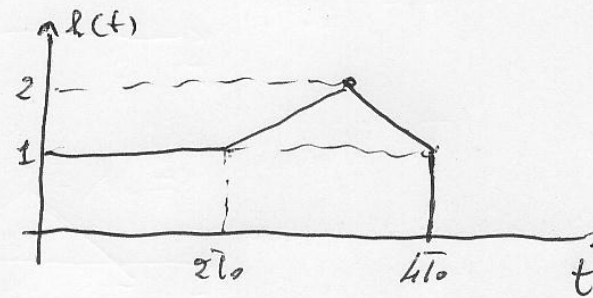
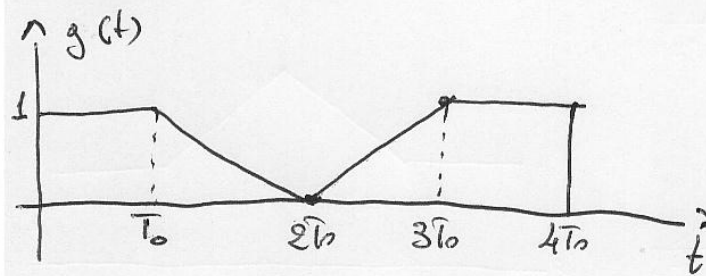
$$s(t) = \Pi\left(\frac{t-2T_0}{4T_0}\right) \text{ e } p(t) = \Lambda\left(\frac{t-2T_0}{T_0}\right)$$

Sapendo (per la proprietà di traslazione temporale) che $\mathcal{F}[w(t-T_d)] = W(f)e^{-j\omega T_d}$, allora avremo:

$$\mathcal{F}[s(t) + p(t)] = 4T_0 \text{sinc}(\pi f T_0) e^{-j\omega 2T_0} + T_0 \text{sinc}^2(\pi f T_0) e^{-j\omega 2T_0} =$$

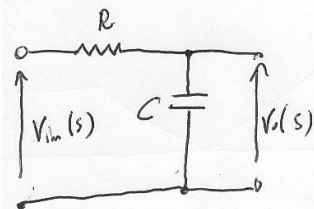
$$= \underbrace{[4T_0 \text{sinc}(4\pi f T_0) + T_0 \text{sinc}^2(\pi f T_0)]}_{\text{modulo}} e^{-j\underbrace{2\omega T_0}_{\text{FASE}}} \quad [\text{N.B. } \omega = 2\pi f]$$

ESEMPI PER CASA :



Calcolare $G(f)$ e $H(f)$

Derivazione delle forme di trasferimento (senza distorsione)



$$C \Rightarrow q = C V \Rightarrow \frac{dq}{dt} = C \frac{dV}{dt} \Rightarrow \boxed{I = C \frac{dV}{dt}}$$

$$I \Rightarrow \Phi = L i \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = L \frac{di}{dt} \Rightarrow \boxed{V = L \frac{di}{dt}}$$

$$\Rightarrow i(t) = C \frac{dv(t)}{dt} [C]$$

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt} [I]$$

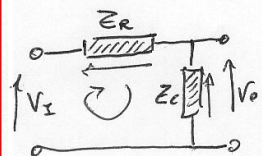
$$\mathcal{F}[i(t)] = C j\omega V(f) = I(f) \quad \text{e} \quad \mathcal{F}[v(t)] = L j\omega I(f)$$

$$I = C \cdot j\omega V \quad (\text{Condensatore}) \quad \text{e} \quad V = L \cdot j\omega I$$

$$V = Z I \quad \Rightarrow \quad Z = \frac{V}{I}$$

\uparrow impedenza

$$c) \quad Z_c = \frac{V}{I} = \frac{1}{j\omega C} \quad 1) \quad Z_L = \frac{V}{I} = j\omega L$$



$$\Rightarrow V_I - V_R - V_C = 0 \Rightarrow V_I = V_R + V_C$$

$$V_R = Z_R I \quad \text{e} \quad V_C = Z_C I$$

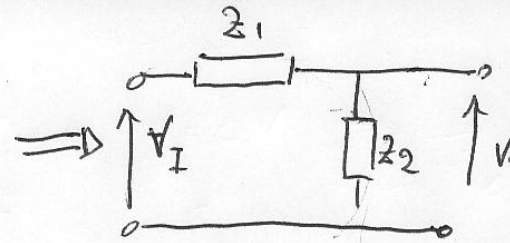
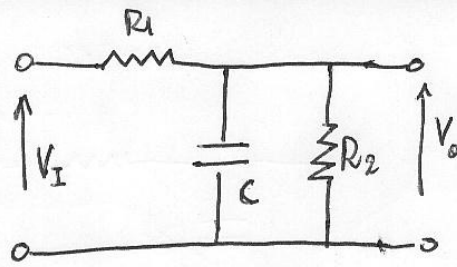
$$V_R = R I \quad V_C = \frac{1}{j\omega C} \cdot I$$

$$V_I = R I + \frac{1}{j\omega C} I = I \cdot \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right)$$

$$V_O = V_C = Z_C \cdot I = \frac{1}{j\omega C} \cdot \frac{V_I}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$\Rightarrow H \Rightarrow \frac{V_O}{V_I} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\left(R + \frac{1}{j\omega C} \right) \cdot j\omega C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{H = \frac{1}{j\omega R C + 1}}$$



$$\omega = 2\pi f$$

$$Z_1 = R_1 \quad Z_2 = C \parallel R_2$$

$$V_O = Z_2 I = Z_2 \cdot \frac{V_I}{Z_1 + Z_2}$$

$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$\text{SERIE } Z_1 \quad Z_2 \Rightarrow Z_S = Z_1 + Z_2$$

$$\text{PAR. } Z_1 \quad Z_2 \Rightarrow \frac{1}{Z_P} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

$$\Rightarrow Z_P = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$Z_2 = \frac{Z_C \cdot Z_{R2}}{Z_C + Z_{R2}}$$

$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{\frac{Z_C \cdot Z_{R2}}{Z_C + Z_{R2}}}{Z_1 + \frac{Z_C \cdot Z_{R2}}{Z_C + Z_{R2}}}$$

\Downarrow

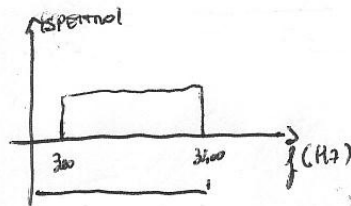
$$\frac{V_O}{V_I} = H(f) = \frac{\frac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_2}{(\frac{1}{j\omega C} + R_2)}}{R_1 + \frac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_2}{\frac{1}{j\omega C} + R_2}} = \frac{\frac{R_2}{j\omega C}}{R_1 \left(\frac{1}{j\omega C} + R_2 \right) + \left(\frac{1}{j\omega C} \cdot R_2 \right)}$$

$$= \frac{R_2}{R_1 (1 + R_2 j\omega C) + (R_2)} \Rightarrow H = \frac{R_2}{R_1 (1 + R_2 j\omega C) + R_2}$$

CONVERSIONE A/D :

1) DATO UN SEGNALE CHE OCCUPA LA BANDA TRA 300 Hz e 3400 Hz, STABILIRE LE CARATTERISTICHE PCM PER EFFETTUARE LA TRASFORMAZIONE DIGITALE :

1) FREQ. DI CAMPIONAMENTO :



$$f_{\text{MIN}} = 2 \cdot B = 2 \cdot 3400 = 6800 \text{ Hz (samples/s)}$$

Scegliamo ad esempio $f_s = 8 \text{ kHz}$

2) RATE DI TRASMISSIONE : $R = m f_s$; scegliamo una precisione di 8 bit $\Rightarrow m = 8 \Rightarrow R = 8 \cdot 8000 = 64 \text{ kbit/s [kbps]}$

$$[R] = \frac{\text{bit}}{\text{samples}} \cdot \frac{\text{samples}}{\text{s}} = \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

3) OCCUPAZIONE DI BANDA :

- con impulsi $\frac{\sin x}{x}$: $B_{\text{min}} = B = \frac{R}{2} = 32 \text{ kHz}$

- con impulsi rettangolari : $B = R = 64 \text{ kHz}$

B) DATO UN SEGNALE DI BANDA 3200 Hz, ~~DESSO~~ LO SI VUOLE CONVERTIRE IN PCM USANDO $f_s = 7000$ samples/s E QUANTIZZATORE A 64 LIVELLI. SI IPOTIZZA UNA PROB. DI ERRORI IN MISTIONE DI 10^{-4} .

CALCOLARE:

a) LA BANDA DEL SEGNALE PCM (IMPULSI RETTANGOLARI):

$$M=64 \Rightarrow m=6 \Rightarrow R=m \cdot f_s = 6 \cdot 7000 = 42 \text{ kbps} \Rightarrow \boxed{B=R=42 \text{ kHz}}$$

b) RAPPORTO S/N MEDIO: $\left(\frac{S}{N}\right) = \frac{M^2}{1+4(M^2-1)P_e} = 1552,7$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{dB}} = 10 \log_{10} 1552,7 \approx 32 \text{ dB}$$

c) SEGNALE DI BANDA 4.2 MHz DA CONVERTIRE IN PCM e $\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{pk-dB}}$ DI ALMENO 55 dB. CALCOLARE:

a) med M (SI SUPPONE $P_e=0$) $\Rightarrow 55 = 6.02m + 4.77 \Rightarrow m = \lceil 8.343 \rceil = 9$ bit
da cui $M = 2^9 = 512$;

b) VELOCITA' DI TRASMISSIONE: sic $f_s = 2B = 2 \times 4.2 \times 10^6 = 8.4 \times 10^6$ samples/s
da cui $R = m \cdot f_s = 9 \cdot 8.4 \times 10^6 = 75.6 \text{ Mbps}$

c) $B_{\text{PCM}} = R = 75.6 \text{ MHz}$