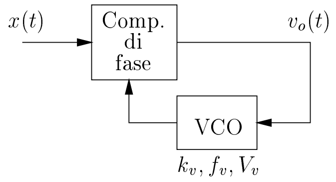
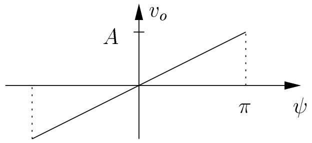
Prova scritta di Comunicazioni Elettriche del 6 Giugno 2001

Esercizio 1

Si consideri il PLL del primo ordine riportato in figura.





Il VCO ha sensibilità $k_v = 1$ MHz/V, la sua frequenza di oscillazione a riposo è $f_1 = 100$ MHz e l'ampiezza della tensione alla sua uscita è $V_v = 1$ V. La caratteristica del comparatore di fase è periodica con periodo 2π ed è riportata in figura (per semplicità si è rappresentato l'andamento in un solo periodo); la costante A vale 1 V.

1. Si determini il campo d'aggancio del PLL.On
2. Si determini l'espressione della tensione all'uscita del VCO a regime quando il segnale $x(t)$ in ingresso al PLL è:
   (a) $x(t) = V_0 \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$;
   (b) $x(t) = V_0 \sin(2\pi f_0 t)$ con $f_0 = 100.5$ MHz.

Esercizio 2

Si dia, in modo rigoroso, l'enunciato della ***Formula di Friis*** per la cifra di rumore di più quadripoli in cascata.

Inoltre, si dimostri tale formula considerando il caso di 3 quadripoli.

Esercizio 3

Si descriva la ***modulazione Delta***. In particolare, si discutano i seguenti punti:

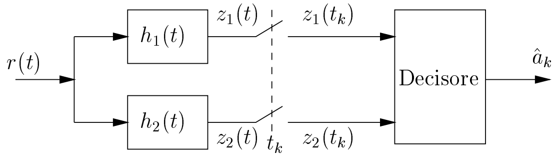
1. Principio di funzionamento;
2. Principali sorgenti di rumore e possibili rimedi;
3. Occupazione di banda in riferimento ad un sistema PCM. In questo caso si consideri un segnale di prova sinusoidale avente ampiezza V_m e frequenza 800 Hz.

Esercizio 4

Nel sistema FSK riportato in figura il segnale ricevuto è:

$$r(t) = \sqrt{E_R} \sum_i \mathrm{p}(t - iT) \cos\left[2\pi\left(f_0 + \frac{a_i}{T}\right)t\right] + n(t)$$

I simboli a_i sono indipendenti e possono assumere i valori -1 e $+1$ con uguale probabilità. La frequenza f_0 vale 1 MHz mentre $1/T$ vale 10 kHz.



L'impulso $p(t)$ è del tipo a radice di coseno rialzato con roll-off 0. Il rumore $n(t)$ è gaussiano con densità spettrale di potenza

$$S_n(f) = \begin{cases} N_0/2 & \text{per } |f \pm f_0| \leq 2/T \\ 0 & \text{altrove} \end{cases}$$

Le risposte impulsive dei due filtri di ricezione valgono rispettivamente:

$$h_1(t) = 2\mathrm{p}(t) \cos\left[2\pi\left(f_0 + \frac{1}{T}\right)t\right]$$

$$h_2(t) = 2\mathrm{p}(t) \cos\left[2\pi\left(f_0 - \frac{1}{T}\right)t\right]$$

1. Si calcoli l'espressione di $z_1(t_k)$ e di $z_2(t_k)$ condizionata alla trasmissione di -1 e di $+1$.
2. Si determini la strategia ottima di decisione e si calcoli la probabilità di errore. A tale proposito si ponga $E_R = 4$ V^2 e $N_0 = 0.125$ V^2. (Si riporti il valore numerico degli argomenti delle funzioni Q)