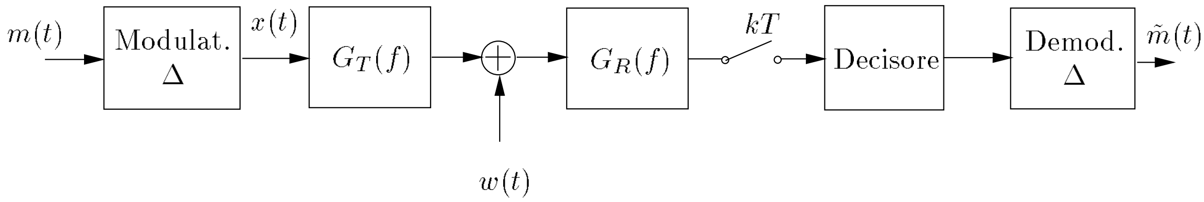
Compito di Comunicazioni Elettriche del 4 Giugno 1996

In figura è riportato lo schema a blocchi di un sistema di trasmissione numerico in banda base. Il segnale telefonico $m(t)$, che ha una escursione picco-picco pari a $V_0 = 1$V, viene codificato tramite un modulatore Δ. Il segnale numerico in uscita da tale modulatore è del tipo:

$$x(t) = \sum_i a_i \delta(t - iT)$$

I simboli a_i assumono i valori $\pm\Delta$ essendo Δ l'ampiezza dell'intervallo di quantizzazione del segnale $m(t)$. Il rumore $w(t)$ è gaussiano, bianco con densità spettrale di potenza monolatera pari ad $\eta = 6.6 \times 10^{-6}$ V^2/Hz.



1. Supponendo che $V_0/\Delta = 100$, si determini la banda minima B_m necessaria per trasmettere l'informazione. A tale proposito si supponga di poter sostituire $m(t)$ con un segnale sinusoidale avente ampiezza pari alla sua ampiezza massima e frequenza pari a $800 Hz$.

2. Si dimensionino i filtri $G_T(f)$ e $G_R(f)$ in modo che il sistema di trasmissione numerico sia ottimo con banda pari al doppio di quella minima trovata al punto precedente. Si determini inoltre l'espressione del segnale in uscita dal campionatore e si calcoli il valore del rapporto tra il quadrato del campione utile e la varianza del rumore.

3. Supponendo che i simboli a_i siano indipendenti e che $Pr\{a_i = +\Delta\} = 0.6$, $Pr\{a_i = -\Delta\} = 0.4$, si determini il valore ottimo della soglia del decisore e la probabilità di errore corrispondente.
   Si ricordi che per $\alpha > 5$ è possibile utilizzare la seguente approssimazione:

$$\mathrm{Q}(\alpha) \simeq \frac{\exp\left(-\alpha^2/2\right)}{\alpha\sqrt{2\pi}}$$