

1. La portante  $p(t) = A \cos(2\pi f_0 t)$  viene modulata mediante modulazione FM dal segnale sinusoidale  $A_m \cos(2\pi f_m t)$  e contemporaneamente mediante modulazione DSB dal segnale  $x(t)$  passa-basso con banda monolatera pari a  $B_x$ , dando luogo ad una modulazione ibrida DSB/FM. Determinare:
  - (a) l'espressione analitica del segnale modulato;
  - (b) la banda occupata dal segnale modulato;
  - (c) le condizioni che rendono possibile il recupero del segnale  $x(t)$ ;
  - (d) un possibile ricevitore per il recupero del segnale  $x(t)$ .

2. Si consideri una segnalazione quaternaria, su canale AWGN con densità spettrale di rumore  $\eta_0$ , con le seguenti forme d'onda:

$$s_1(t) = (2 \cos(2\pi f_0 t) - \sin(2\pi f_0 t)) \Pi\left(\frac{t - T/2}{T}\right), \quad s_2(t) = (6 \cos(2\pi f_0 t) - 3 \sin(2\pi f_0 t)) \Pi\left(\frac{t - T/2}{T}\right),$$
$$s_3(t) = (\sin(\pi f_0 t) - 2 \cos(2\pi f_0 t)) \Pi\left(\frac{t - T/2}{T}\right), \quad s_4(t) = (3 \sin(2\pi f_0 t) - 6 \cos(2\pi f_0 t)) \Pi\left(\frac{t - T/2}{T}\right),$$

dove  $f_0 T \gg 1$ , con  $T$  intervallo di simbolo. Nell'ipotesi di simboli equiprobabili, proporre un ricevitore ottimo a singolo correlatore e valutarne le prestazioni.