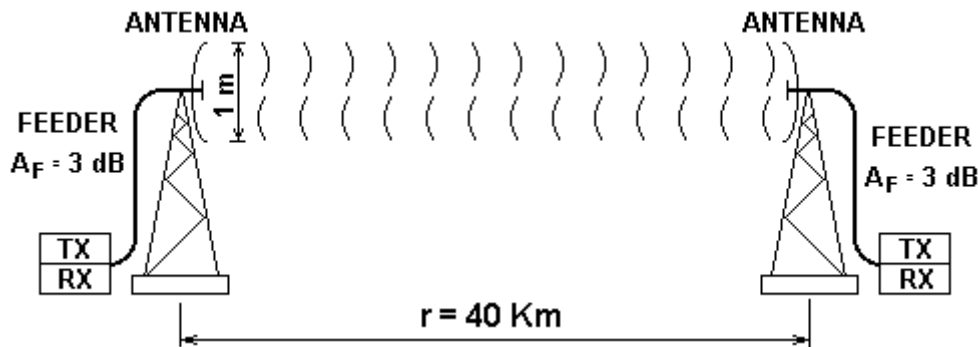


CALCOLO TRASMISSIONE IN PONTE RADIO IN FM

TRASMISSIONE IN PONTE RADIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA

Un ponte radio operante in FM alla frequenza di 2,3 GHz collega due stazioni lontane 40 Km. Il segnale modulante ha una banda che si estende fino a 1 MHz e causa una deviazione di frequenza di 4 MHz. La potenza del trasmettitore è di 10 W, l'attenuazione complessiva del feeder, costituito da una guida d'onda, è pari a 3 dB. Si impiegano due antenne paraboliche aventi il diametro: $D = 1$ m. Il ricevitore è caratterizzato da una banda uguale a quella del segnale modulato, e da una figura di rumore pari a: $F(\text{dB}) = 8$ dB.

Valutare la qualità del collegamento, se si desidera un tempo di disponibilità pari al 99%, corrispondente ad un margine di fading di 18 dB, con un rapporto S/N in ricezione, pari a 30 dB minimo.



SOLUZIONE

Il testo chiede di verificare che il rapporto S/N in ricezione non sia minore di 30 dB. Calcoliamo dunque sia S, cioè la potenza del segnale in ricezione, che N, cioè la potenza di rumore in ricezione.

CALCOLO DI S IN INGRESSO AL RICEVITORE.

In base alla formula generale della trasmissione, la potenza in ricezione vale:

$$P_R = P_T \cdot G_T \cdot G_R \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 = \frac{P_T \cdot G_T \cdot G_R}{\left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2}$$

Quest'espressione, chiamando la parentesi a denominatore attenuazione dello spazio libero:

$$A_{SL} = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2$$

viene molto più spesso calcolata facendo uso dei dB per i guadagni e l'attenuazione, e dei dBm per le potenze.

$$P_R(\text{dB}_m) = P_T(\text{dB}_m) + G_T(\text{dB}) + G_R(\text{dB}) - A_{SL}(\text{dB})$$

Ricordiamo però che i due feeder hanno un'attenuazione di:

$$A_F(\text{dB}) = 3 \text{ dB}$$

ciascuno, e che è richiesto un margine di potenza di:

$$M_F(\text{dB}) = 18 \text{ dB}$$

per sopperire alle fluttuazioni del fading, la potenza richiesta in ricezione deve risultare:

$$P_R(\text{dB}_m) = P_T(\text{dB}_m) + G_T(\text{dB}) + G_R(\text{dB}) - A_{SL}(\text{dB}) - 2A_F(\text{dB}) - M_F(\text{dB})$$

Per calcolare l'attenuazione dello spazio libero, e per calcolare i guadagni delle antenne, bisogna prima calcolare la lunghezza d'onda λ :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,3 \cdot 10^9} = 0,13 \text{ m}$$

Calcoliamo adesso il guadagno delle due antenne paraboliche e l'attenuazione dello spazio libero:

$$G_T(\text{dB}) = G_R(\text{dB}) = 10 \log_{10} 0,55 \left(\frac{\pi \cdot D}{\lambda} \right)^2 = 10 \log_{10} 0,55 \left(\frac{\pi \cdot 1}{0,13} \right)^2 = 25 \text{ dB}$$

$$A_{SL}(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 = 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi \cdot 40.000}{0,13} \right)^2 = 132 \text{ dB}$$

Calcoliamo la potenza in trasmissione in dBm:

$$P_T(dB_m) = 10 \log_{10} \frac{10}{10^{-3}} = 40 \text{ dB}_m$$

Sostituendo adesso tutti i valori dati o calcolati, troviamo finalmente la potenza in ricezione in dBm:

$$P_R(dB_m) = P_T(dB_m) + G_T(dB) + G_R(dB) - A_{SL}(dB) - 2A_F(dB) - M_F(dB) = \\ = 40 + 25 + 25 - 132 - 3 - 3 - 18 = -66 \text{ dB}_m$$

CALCOLO DELLA POTENZA DI RUMORE N.

Il rumore in ricezione è dato dalla formula:

$$N = F \cdot K \cdot T \cdot B$$

K è la costante di Boltzmann e vale:

$$K = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ W/K}^\circ \cdot \text{Hz}$$

T è la temperatura in gradi Kelvin del ricevitore, cioè la temperatura ambiente, e vale:

$$T = 273^\circ + 20^\circ = 293^\circ \text{K}$$

B è la banda utile del demodulatore che, essendo sintonizzato su di un segnale modulato in FM deve essere, in base alla formula di Carson:

$$B = 2 \cdot (f_m + \Delta f) = 2 \cdot (1 + 4) \cdot 10^6 = 10 \text{ MHz}$$

F è la figura di rumore del demodulatore ed è:

$$F(dB) = 8 \text{ dB}$$

Calcoliamo F in modo normale:

$$8 \text{ dB} = 10 \log_{10} F$$

Dividendo primo e secondo membro per 10:

$$0,8 = \log_{10} F$$

Passando dai logaritmi ai numeri:

$$10^{0,8} = F$$

Da cui:

$$F = 6,31$$

Calcoliamo finalmente il valore della potenza di rumore N in dBm:

$$N(dB_m) = 10 \log_{10} \frac{F \cdot K \cdot T \cdot B}{10^{-3}} = 10 \log_{10} \frac{6,31 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 10 \cdot 10^6}{10^{-3}} = -96 \text{ dB}_m$$

Il valore del rapporto segnale / disturbo che si ottiene è allora:

$$S/N(dB) = -66 \text{ dB}_m - (-96 \text{ dB}_m) = 30 \text{ dB}$$

Il valore ottenuto corrisponde appena a quello richiesto.