



ESERCIZIO 1 (Link budget)

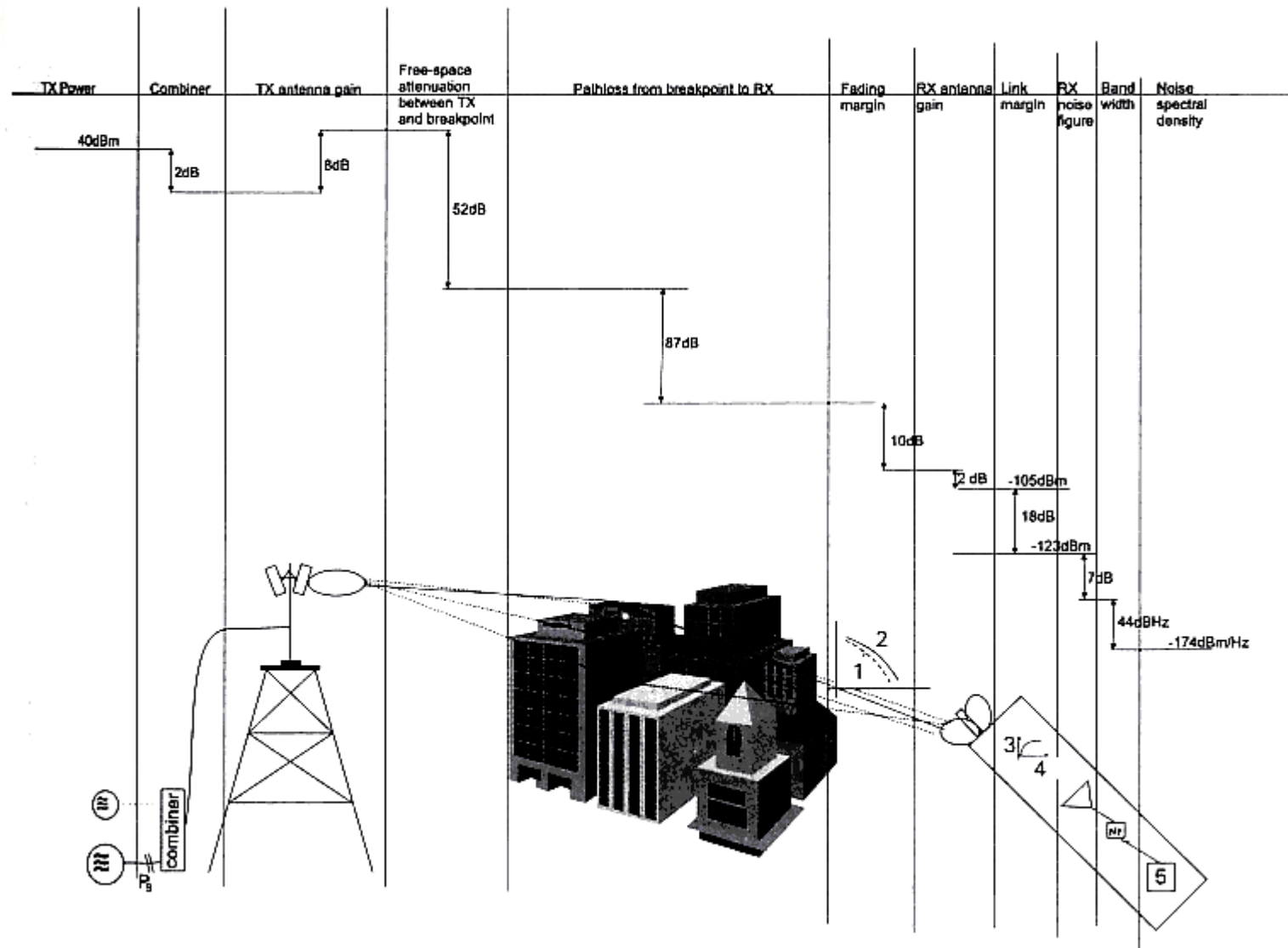
Consideriamo il downlink di un sistema GSM. La frequenza portante è 950 MHz, la sensibilità del ricevitore, in accordo con le specifiche, è -102 dBm. La potenza in uscita dall'amplificatore di trasmissione è 30 W. Il guadagno della antenna di trasmissione è 10 dB, mentre le perdite dovute alle varie componenti sono 5 dB. Il margine di fading è 12 dB e il punto di rottura è alla distanza di 100 m. Quale è la distanza che può essere coperta da questo sistema GSM?



ESERCIZIO 2 (Link budget)

Consideriamo un sistema radio mobile con una portante di 900 MHz e una banda di 25 KHz affetto solo da rumore termico (la temperatura dell'ambiente è $T=300^{\circ}\text{K}$). I guadagni di antenna in trasmissione e ricezione sono rispettivamente 8 dB e -2 dB. Le perdite in trasmissione dovute alle componenti sono 2 dB. La figura del rumore dal lato ricevente è 7 dB, il SNR operativo richiesto 18 dB e il range di copertura desiderato è 2 Km. Il punto di rottura è alla distanza di 10 m, dopo il punto di rottura l'esponente della path loss è 3.8, mentre il fading margin è 10 dB.

Calcolare la potenza di trasmissione minima richiesta.



ESERCIZIO 1

$$P_{TX_{dBm}} = 10 \log_{10} (P_{TX_W} \cdot 10^3) = 45 \text{ dBm}$$

(IL dBm è riferito a potenze espresse in mW)

$$1 \text{ dB} = (1 + 30) \text{ dBm}$$

$$EIRP = P_{TX_{dBm}} - L_{dB} + G_{TX_{dB}} = 45 \text{ dBm} - 5 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 50 \text{ dBm}$$

IL RISULTATO È IN dBm PERCHÉ L e G_{TX} SONO ADIMENSIONALI, INFATTI IN SCALA ASSOLUTA AVREMMO:

$$EIRP = \frac{P_{TX} \cdot G_{TX}}{L} \begin{matrix} \leftarrow \text{adimensionale} \\ \text{e in Watt} \end{matrix} \Rightarrow \text{IL RISULTATO È IN WATT}$$

$$P_{min_{RX}} = P_{SENS} + FADING = -102 \text{ dBm} + 12 \text{ dB} = -90 \text{ dBm}$$

$$\text{MAX PATH LOSS AMMISSIBILE} = EIRP - P_{min_{RX}} = 50 \text{ dBm} - (-90 \text{ dBm}) = 140 \text{ dB}$$

IL RISULTATO È IN dB PERCHÉ È UN RAPPORTO DI POTENZE ED È ADIMENSIONALE (NON HA SENSO PARLARE DI dBm), INFATTI IN SCALA ASSOLUTA AVREMMO

$$\text{MAX P.L.} = \frac{EIRP_{mW}}{P_{min_{RX}_{mW}}}$$

$$\text{LA PATH LOSS FINO AL PUNTO DI ROTTURA È } \left(\frac{\lambda}{4\pi d_{BREAK}} \right)^2$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{950 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 0,31578 \text{ m}$$

APPLICANDO LA FORMULA OTTENIAMO IN dB UN VALORE NEGATIVO IN QUANTO LA PATH LOSS PRODUCE UN'ATTENUAZIONE DEL SEGNALE. IN QUESTO CASO NOI VOGLIAMO PERÒ QUANTIFICARE LA PATH LOSS QUINDI PRENDIAMO IL VALORE CON SEGNO POSITIVO.

$$A_{PL_{BREAK}} = \text{ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA PATH LOSS} = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{0,31578 \text{ m}}{4 \cdot \pi \cdot 100 \text{ m}} \right)^2 \right] = -72 \text{ dB}$$

$$PL_{BREAK} = 72 \text{ dB}$$

$$PL_d = 140 \text{ dB} - 72 \text{ dB} = 68 \text{ dB}$$

$$-PL_d = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{d}{d_{BREAK}} \right)^{-m} \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = d_{BREAK} \cdot 10^{PL_d / 10m}$$

$$se \ m = 3,5 \Rightarrow d = 8,8 \text{ Km}$$

ESERCIZIO 2

POTENZA RUMORE TERMICO

$$P_n = k_B T_e B = N_0 B$$

SE $T_e = 300^\circ K$ (SI ASSUME SPESO QUESTA TEMPERATURA AMBIENTE COME RIFERIMENTO)

$$\Rightarrow N_0 = -174 \text{ dBm/Hz}$$

$$P_{n_{\text{dBm}}} = \left[-174 + \underbrace{10 \log_{10}(B)}_{\text{dBHz}} \right] \text{ dBm} = [-174 + 44] \text{ dBm} = -130 \text{ dBm}$$

$$P_{S_{RX}} = P_{n_{\text{dBm}}} + F + \text{SNR} = -130 \text{ dBm} + 7 \text{ dB} + 18 \text{ dB} = -105 \text{ dBm}$$

$$P_{\text{min}_{RX}} = P_{S_{RX}} - G_{RX} + \text{FADING} = -105 \text{ dBm} - (-2 \text{ dB}) + 10 \text{ dB} = -93 \text{ dBm}$$

(IL GUADAGNO DI ANTENNA DELLA MS PUÒ ESSERE NEGATIVO IN QUANTO L'ANTENNA INTERAGISCE CON IL CORPO DELL'UTENTE)

$$A_{PL_d} = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{2000}{10} \right)^{-3,8} \right] = -87 \text{ dB}$$

$$A_{PL_{\text{dBREK}}} = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{0,3333}{4 \cdot \pi \cdot 10} \right)^2 \right] = -52 \text{ dB}$$

$$\lambda = c/f = 0,3333 \text{ m}$$

$$PL_{\text{TOT}} = (87 + 52) \text{ dB} = 139 \text{ dB}$$

$$EIRP = P_{\text{min}_{RX}} + PL_{\text{TOT}} = -93 \text{ dBm} + 139 \text{ dB} = 46 \text{ dBm}$$

$$P_{TX} = EIRP - G_{TX} + L = 46 \text{ dBm} - 8 \text{ dB} + 2 \text{ dB} = 40 \text{ dBm}$$

consideriamo un antenna radiomobili composta da cluster formati da 4 celle. La portante del sistema sia 1200 MHz e si consideri una banda di 200 kHz. Si supponga che il sistema stia lavorando ad una temperatura di 300°K.

I guadagni di antenna in trasmissione e ricezione siano rispettivamente 10 dB e 12 dB. Le perdite in trasmissione dovute alle componenti siano 4 dB. La figura di merito lavorante sia la temperatura equivalente di rumore pari a 7 dB. Il range di copertura desiderato sia 4 km con un punto di rottura posto ad una distanza di 25 m. L'esponente della path loss dopo il punto di rottura sia pari a 5 ed in ultimo si consideri un margine di fading di 15 dB.

Calcolare il rapporto segnale-interferenza (SIR) considerando solo il primo tier.

Calcolare la potenza in trasmissione minima richiesta.

$$SIR = \frac{(3K)^{\frac{n}{2}}}{6} = \frac{(3 \cdot 4)^{\frac{5}{2}}}{6} = \frac{(12)^{2,5}}{6} = 83,13 \rightarrow 19,19 \text{ dB}$$

$$P_{Srx} = P_m + F + SIR = \quad T_e = T_0 [F - 1] \Rightarrow F = \frac{T_e}{T_0} + 1 \approx 1 \rightarrow 0 \text{ dB}$$

$$= -121 + 0 + 19,19 = -101,81 \text{ dBm} \quad P_m = k_B T_0 B = N_0 B \rightarrow -174 + 10 \log_{10} B = -174 + 53 = -121 \text{ dBm}$$

$$P_{m,Rx} = P_{Srx} - G_{rx} + F_{ad} = -101,81 - 12 + 15 = -98,81 \text{ dBm}$$

$$PL_{FS} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi \cdot 25}{0,1666} \right)^2 = 65,50 \text{ dB} \quad PL_d = \left(\frac{d}{d_{BREAK}} \right)^5 = \left(\frac{1400}{25} \right)^5 = 87,40 \text{ dB}$$

$$PL_{TOT} = PL_{FS} + PL_d = 65,50 + 87,40 = 152,90 \text{ dB}$$

$$EIRP = P_{m,Rx} + PL_{TOT} = -98,81 + 152,90 \approx 54,1 \text{ dBm}$$

$$EIRP = P_t + G_t - L \Rightarrow P_t = EIRP - G_t + L = 54,1 - 10 + 4 = 48,1 \text{ dBm} \rightarrow 18,1 \text{ dBW} \approx 64,5 \text{ W}$$