

PROPAGAZIONE E PIANIFICAZIONE DI SISTEMI D'AREA LS

PROVA DEL 23/9/2009

Si deve progettare una copertura cellulare uniforme a reticolo esagonale di un sistema GSM a 1800 MHz in area urbana. Ai fini del calcolo della attenuazione si fa riferimento alla seguente formula di Hata-like:

$$L(\text{dB}) = 69.55 + 26.16 \log(f \text{ (MHz)}) - 13.82 \log h_{\text{BS}} + (44.9 - 6.55 \log h_{\text{BS}}) \log(d \text{ (km)})$$

1 - Calcolo della potenza trasmessa

L'antenna della stazione radiobase è posta ad una altezza $h_{\text{BS}} = 20$ m. Tenendo conto di un margine di fading $M_f = 5$ dB si calcoli la potenza necessaria a servire celle di 1.5 km di raggio, essendo la sensibilità del ricevitore pari a -90 dBm e i guadagni delle antenne di stazione base e mobile sono pari rispettivamente a 7 e 3 dB.

2 - Scelta della tecnica di mo-demodulazione

Il rapporto tra il numero di utenti che si possono servire ogni cella e il numero di canali per cella è pari a 10 e le specifiche di progetto impongono di raggiungere una efficienza spettrale per cella superiore a 2.4 bit/s/Hz. È richiesto di scegliere fra i tipi di mo-demodulazione sotto elencati quelli che soddisfano le specifiche richieste. A tal fine, per semplificare i calcoli non si approssimi il valore del cluster-size all'intero consentito successivo.

mo-dem	eff. frequenziale (bit/s/Hz)	C/I richiesto (dB)
8 PSK	3	18.8
16 PSK	4	24.3
32 QAM	5	24.4
64 QAM	6	26.6

Tempo concesso: 1 ora

Giustificare per esteso ogni passaggio ed ogni risposta

SOLUZIONE

DOMANDA 1

L'equazione della tratta in questo caso è:

$$P_t(\text{dBm}) = P_r(\text{dBm}) - G_t - G_r + A + M_f$$

dove:

G_t, G_r sono i guadagni delle antenne

A , secondo il Modello di Okumura-Hata, vale:

$$\begin{aligned} A(\text{dB}) &= 69.55 + 26.16 \log(1800) - 13.82 \log(20) + (44.9 - 6.55 \log(20)) \log(1.5) = \\ &= 69.55 + 85.15 - 17.98 + (44.9 - 8.52) 0.17 = 143 \end{aligned}$$

M_f è il margine di fading.

Sostituendo nell'equazione della tratta si ottiene:

$$P_t = -90 - 7 - 3 + 143 + 5 = 48 \text{ dBm} = 18 \text{ dBW} = 63 \text{ Watt}$$

DOMANDA 2

Dalla formula di Hata si estrae il termine dipendente dalla distanza che è:

$$(44.9 - 6.55 \log h_{bs}) \log d$$

e ricordando che questo è pari a $10 \alpha \log(d \text{ in km})$ si ricava:

$$\alpha = 3.63$$

Ricordando la formula dell'efficienza spettrale si ha:

$\eta_M = \eta_F \eta_t \frac{1}{m}$ dove η_F è l'efficienza frequenziale, η_t è l'efficienza temporale e m è il cluster-size. In

particolare si può scrivere che:

$\eta_t = \frac{M_C}{n}$ dove M_C è il numero di utenti che con n canali si possono servire per ogni cella

e, nel caso di celle esagonali, il cluster-size vale: $m = \frac{1}{3} \left(6 \frac{C}{I} \right)^\alpha$

Si tratta adesso di valutare η_M per ogni tipo di mo-demodulazione e individuare quella che ha il valore più vicino a quello richiesto $\eta_M = 2.51 \text{ bit/s/Hz}$

$$8 \text{ PSK: } \quad \eta_F = 3 \quad (C/I)_{\text{lin}} = 75.85 \quad \rightarrow \quad \eta_M = 3 \cdot 10^{-1} / 9.71 = 3.08 \text{ bit/s/Hz}$$

$$16 \text{ PSK: } \quad \eta_F = 4 \quad (C/I)_{\text{lin}} = 269.15 \quad \rightarrow \quad \eta_M = 4 \cdot 10^{-1} / 19.51 = 2.05 \text{ bit/s/Hz}$$

$$32 \text{ QAM: } \quad \eta_F = 5 \quad (C/I)_{\text{lin}} = 275.42 \quad \rightarrow \quad \eta_M = 5 \cdot 10^{-1} / 19.76 = 2.53 \text{ bit/s/Hz}$$

$$64 \text{ QAM: } \quad \eta_F = 6 \quad (C/I)_{\text{lin}} = 457.08 \quad \rightarrow \quad \eta_M = 6 \cdot 10^{-1} / 26.13 = 2.29 \text{ bit/s/Hz}$$

Le tecniche di mo-demodulazione accettabili risultano essere quindi la 8PSK e la 32 QAM.