

CORSO DI PROPAGAZIONE E PIANIFICAZIONE LM
Prova scritta del 3 settembre 2013

Un ponte radio numerico alla frequenza di 2.3 GHz deve essere installato in una zona pianeggiante, priva di rilievi e ostacoli. La distanza di tratta è di 2 km. L'altezza di entrambi i tralicci è di 30 m. Al fine delle domande seguenti si consideri la situazione ideale in cui sono presenti solo due cammini: quello diretto e quello riflesso dal terreno

Domanda 1) [punti 15]

Si determini se la distanza del collegamento è superiore o inferiore al breakpoint. In ciascuno di questi due casi si illustri a parole come dovrebbe essere dimensionato il collegamento, in particolare per quanto riguarda l'attenuazione da considerarsi nel power-budget di progetto.

Domanda 2) [punti 16]

Si calcoli il modulo della funzione di trasferimento (normalizzata) del canale radio nel caso in cui il cammino riflesso abbia ampiezza pari alla metà del cammino diretto. In particolare si calcoli la profondità delle oscillazioni in frequenza e la distanza fra due minimi (notches). Si determini la condizione sulla banda a radiofrequenza affinché il collegamento sia soggetto a solo fading piatto in frequenza.

E' consentito consultare testi.

Giustificare ogni risposta. Non è richiesto di ripetere sul testo del compito la teoria vista a lezione ma di usarla e ottenere risultati in maniera sintetica.

Tempo concesso: 1 ora

Soluzione

1) Breakpoint e power-budget

La distanza di breakpoint può essere stimata tramite la formula:

$$d_{BP} = \frac{\pi h_{Tx} h_{Rx}}{\lambda} = 3.14 \cdot 30 \cdot 30 / 0.13 = 21.6 \times 10^3 [m]$$

Quindi la tratta in oggetto opera ben al di sotto del breakpoint.

Il dimensionamento di power-budget è diverso a seconda che la distanza del collegamento sia superiore o inferiore alla distanza d_{BP} . Se è inferiore la componente dominante dell'attenuazione aumenta con un fattore $\alpha=2$, ma è presente anche un'oscillazione dovuta all'interferenza dei due cammini principali. Tale oscillazione è in effetti un fading rapido di cui occorre tenere conto nel power-budget tramite un opportuno margine di fading.

Se la distanza di tratta è superiore a d_{BP} allora occorrerà stimare la componente dominante dell'attenuazione tramite una formula Hata-like con $\alpha=4$, mentre si potrà trascurare il fading rapido a meno di effetti particolari.

In entrambi i casi, in presenza di eventuali ostruzioni occorrerà tenere conto anche dello shadowing tramite opportuno margine di fading.

2) Funzione di trasferimento e condizione di fading piatto

Come noto la funzione di trasferimento in questo caso vale:

$$H(F) = 1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} e^{-j\{2\pi(f+t_0)t_2 - \vartheta_2\}} = 1 + \rho e^{-j\{2\pi F\Delta t - \vartheta\}}$$

ove $\rho=0.5$ e $\Delta t = t_2 - t_1$, con t_1 ritardo del cammino diretto e t_2 ritardo del cammino riflesso. Naturalmente i calcoli devono essere svolti con adeguata precisione, siccome Δt può essere dell'ordine dei nanosecondi. Per evitare problemi di precisione la differenza può essere svolta sui percorsi dei singoli raggi, come segue:

$$\Delta t = (d_2 - d_1)/c = 0.9/(3 \times 10^8) = 3.03 \times 10^{-9} [s]$$

Si può stimare perciò la banda di coerenza del canale nel seguente modo: $B_c \approx 1/\Delta t = 330$ MHz.

Per avere fading piatto si tratta perciò di applicare la nota condizione

$$B \ll B_c$$

Inoltre si ricava facilmente da quanto visto a lezione che la profondità delle oscillazioni della H vale $1 + \rho - (1 - \rho) = 2\rho = 1$.