

PROPAGAZIONE E PIANIFICAZIONE LS
PROVA SCRITTA DEL 17/07/2009

Domanda 1 [punti 12]

Si definisca il concetto di ellissoide di Fresnel e si mostri brevemente perché può essere utilizzato per valutare il grado di ostruzione di un radiocollegamento.

Domanda 2 [punti 20]

Si consideri un collegamento radio a microonde fisso alla frequenza di 10 GHz tra due antenne poste su due torri uguali distanti tra loro 50 Km. Si calcolino le altezze delle torri in modo tale che le antenne stesse risultino in condizione di piena visibilità, ovvero il primo ellissoide di Fresnel non sia intersecato dalla superficie terrestre, considerando un gradiente verticale di rifrattività G pari a +50 unità/Km (condizione di atmosfera sub-standard).

Con riferimento alla figura 1 si consideri il cammino radio rettilineo e la curvatura della terra quella del raggio equivalente.

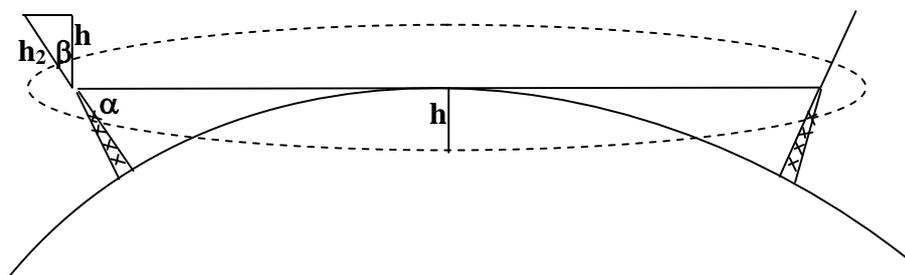


Figura 1

Si noti che viste le distanze in questione rispetto al raggio terrestre (6370 Km), $\alpha \cong 90^\circ$ e quindi $h = h_2 \cos \beta \cong h_2$.

Tempo concesso: 1 ora

Si giustifichi ogni passaggio matematico ed ogni risposta.

SOLUZIONE

Domanda 1

Il primo ellissoide di Fresnel corrisponde al luogo dei punti di un fronte d'onda per cui la somma delle distanze da Tx ed Rx è pari a

$$d = R + \frac{\lambda}{2}$$

ove R è la distanza di tratta. Tale ellissoide interseca il fronte d'onda su un cerchio che delimita la *prima zona di Fresnel*.

Ora, dal grafico della attenuazione supplementare da knife-edge in funzione della sua altezza h rispetto alla congiungente Tx-Rx emerge che tale attenuazione è contenuta in una fascia di ± 1 dB se:

$$h \leq -\frac{\rho_1}{\sqrt{2}}$$

Dove ρ_1 è il raggio del primo ellissoide di Fresnel. Di conseguenza l'ellissoide di Fresnel è importante perché se esso non viene intercettato dall'ostacolo di tipo knife-edge l'attenuazione supplementare può essere considerata trascurabile.

Domanda 2

Il raggio equivalente vale:

$$R_{eq} = kR_0 = \frac{1}{1 + R_0 \cdot G \cdot 10^{-6}} \cdot R_0 = \frac{1}{1 + 6370 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} \cdot 6370 = 0.7584 \cdot 6370 = 4831 \text{ Km}$$

L'altezza complessiva di ogni torre vale $h = h_1 + h_2$ dove h_1 è l'altezza per avere visibilità geometrica (cammino radio tangente alla superficie terrestre) e h_2 è la sporgenza necessaria perché il primo ellissoide di Fresnel non intersechi la superficie terrestre.

Essendo la frequenza di lavoro 10 GHz la lunghezza d'onda è:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^9} = 0.03 \text{ m}$$

e h_1 :

$$h_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{d}{R_{eq}} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{(25 \cdot 10^3)^2}{4831 \cdot 10^3} = \frac{1}{2} \frac{625 \cdot 10^6}{4831 \cdot 10^3} = 64.7 \text{ m}$$

e h_2 :

$$h_2 = \frac{\sqrt{\lambda \cdot d}}{2} = \frac{\sqrt{0.03 \cdot 50 \cdot 10^3}}{2} = \frac{38.73}{2} = 19.365 \text{ m}$$

Le torri devono quindi essere alte $h = h_1 + h_2 = 64.7 + 19.365 = 84.065 \text{ m}$.