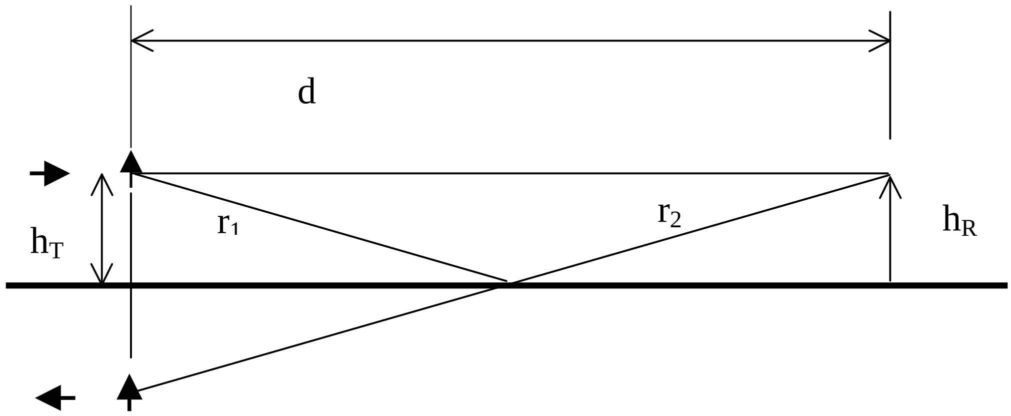
ESERCIZIO

Si consideri un collegamento fra due antenne su un suolo piano e buon conduttore alla frequenza f= 600 MHz Le antenne di dimensione D=3m siano poste ad un'altezza hT=hR = 40 m.

a) Si può ipotizzare un collegamento per onda diretta e riflessa?
b) Le antenne possono essere considerate alte sul suolo?
c) Quale tipo di polarizzazione è più conveniente?
d) Calcolare l'attenuazione Ls quando la ricevente è posta a d= 7 e a 70 km
e) Determinare quali possono essere le condizioni ottimali di ricezione in questi casi muovendosi



La lunghezza d'onda a 600 MHz è di 0.5 metri

Per cui le antenne possono essere considerate alte sul suolo

Anche nel punto più vicino si può pensare di essere nella zona di campo lontano per cui un collegamento per onda diretta e riflessa costituisce un modello adatto

$$\overline{E}_R = \overline{E}_o + \Gamma\ \overline{E}_o e^{-j\,\Delta\phi} = \overline{E}_o + \overline{E}_o \left|\Gamma\right| e^{\,j\,\varphi}\ e^{-j\,\Delta\phi}$$

$\Delta\phi$ è l'angolo dovuto alla differenza di percorso r_2-r_1

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\,(r_2 - r_1) \qquad r_2 - r_1 = \frac{2\,h_1\,h_2}{d} \qquad\qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\,\frac{2\,h_1\,h_2}{d} = \frac{4\pi}{\lambda}\,\frac{h_1\,h_2}{d}$$

SUOLO PIANO BUON CONDUTTORE

$$\left|\frac{\overline{E}_R}{\overline{E}_o}\right| = \left|1 + \left|\Gamma\right| e^{\,j\,\varphi}\ e^{-j\,\Delta\varphi}\right| = \sqrt{(1+\left|\Gamma\right|\cos(\Delta\,\varphi-\varphi))^2 + \left|\Gamma\right|^2\ (\,\mathrm{sen}(\Delta\varphi-\varphi))^2} = \sqrt{1+\left|\Gamma\right|^2 + 2\left|\Gamma\right|\ (\,\cos(\Delta\,\varphi-\varphi\,)}$$

Si può ritenere che per piccoli angoli di elevazione (<1 grado)il coefficiente di riflessione Γ ha $|\Gamma| = 1$ e $\varphi = \pi$

sia per polarizzazione orizzontale che verticale

$$\left|\frac{\overline{E}_R}{\overline{E}_o}\right| = \left|1 - \ e^{\,j\,\Delta\phi}\right| = \sqrt{2(1-\cos\Delta\,\phi\,)} = 2\left|\mathrm{sen}\,\frac{\Delta\,\phi}{2}\right|$$

$$Ls = \left|\frac{\overline{E}o}{\overline{E}_R}\right|^2 \qquad Per \quad d \quad molto\ \ grande \qquad \mathrm{sen}\,\frac{\Delta\,\phi}{2} = \frac{\Delta\,\phi}{2} \qquad per\ \ cui \qquad Ls = \left(\frac{\lambda\ d}{4\pi\,h_1\,h_2}\right)^2$$

Già a 3.5 km l'angolo di elevazione vale 0.65 gradi
Se considero il caso d=7km

$$r_2 - r_1 = \frac{2 h_1 h_2}{d} = 0.457 \qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{4\pi}{\lambda}\frac{h_1 h_2}{d} = 5.744 \qquad \left|\mathrm{sen}\frac{\Delta\phi}{2}\right| = 0.266$$

fornisce $(E_R/E_o)^2$= 0.283, Ls=3.53 (5.47 dB)

Muovendomi di 500 m d=6500

$$r_2 - r_1 = \frac{2 h_1 h_2}{d} = 0.492 \qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{4\pi}{\lambda}\frac{h_1 h_2}{d} = 6.186 \qquad \left|\mathrm{sen}\frac{\Delta\phi}{2}\right| = 0.048$$

fornisce $(E_R/E_o)^2$=9.2 10^{-3} ,   Ls=108.5 (20.35 dB)

d=7500

$$r_2 - r_1 = \frac{2 h_1 h_2}{d} = 0.426 \qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{4\pi}{\lambda}\frac{h_1 h_2}{d} = 5.361 \qquad \left|\mathrm{sen}\frac{\Delta\phi}{2}\right| = 0.444$$

fornisce $(E_R/E_o)^2$=0.788, Ls=1.26 (1.03 dB)

Se considero il caso d=70km

$$r_2 - r_1 = \frac{2 h_1 h_2}{d} = 0.045 \qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{4\pi}{\lambda}\frac{h_1 h_2}{d} = 0.574 \qquad \left|\mathrm{sen}\frac{\Delta\phi}{2}\right| = 0.283$$

$(E_R/E_o)^2$= 0.320, Ls=3.125 (4.948dB)
Muovendomi di 500 m d=69.5 km

$$r_2 - r_1 = \frac{2 h_1 h_2}{d} = 0.046 \qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{4\pi}{\lambda}\frac{h_1 h_2}{d} = 0.578 \qquad \left|\mathrm{sen}\frac{\Delta\phi}{2}\right| = 0.285$$

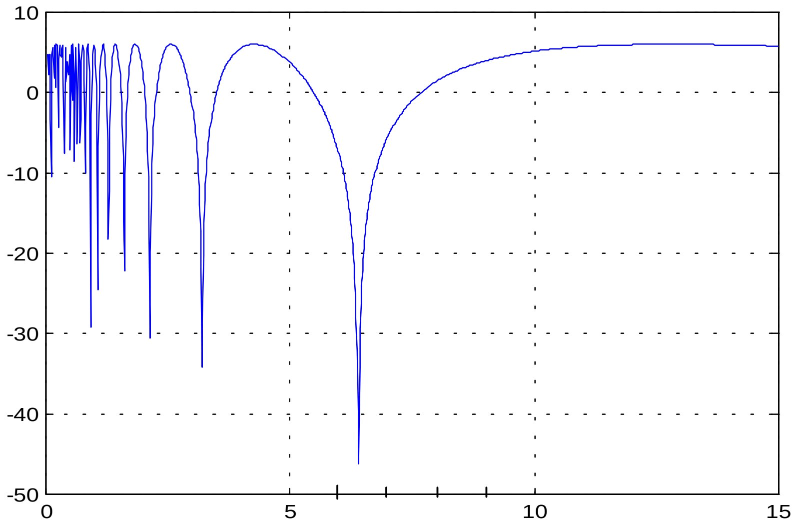
fornisce $(E_R/E_o)^2$=0.324, Ls=3.086(4.89dB)
d=7.5 km

$$r_2 - r_1 = \frac{2 h_1 h_2}{d} = 0.045 \qquad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{4\pi}{\lambda}\frac{h_1 h_2}{d} = 0.570 \qquad \left|\mathrm{sen}\frac{\Delta\phi}{2}\right| = 0.281$$

fornisce $(E_R/E_o)^2$=0.3158, Ls=3.166(5.00 dB)
La forte variazione dell'attenuazione a 7 km fa capire che il campo oscilla fra un minimo e un massimo
mentre il valore lentamente decresente del secondo caso fa capire che si ha sol attenuazione al crescere della distanza

Un esame completo delle due situazioni si ottiene osservando la variazione di $\left|\frac{\overline{E}_R}{\overline{E}_o}\right|^2$ al variare della distanza

$\left|\frac{\overline{E}_R}{\overline{E}_o}\right|^2$



$\left|\frac{\overline{E}_R}{\overline{E}_o}\right|^2$