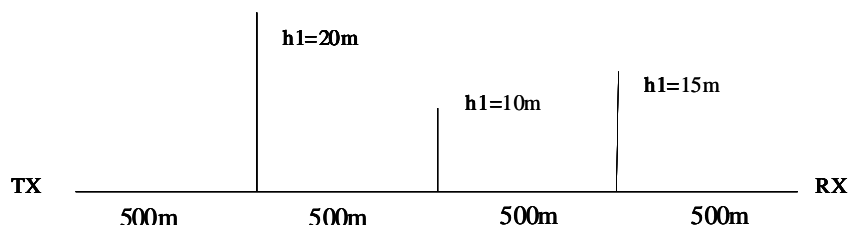


**PROVA SCRITTA DI PROPAGAZIONE E PIANIFICAZIONE LS
DEL 25/6/2008**

Domanda 1 [10 punti]

Si consideri un collegamento radiomobile a 900 MHz con raggio di copertura $R = 2$ Km. A causa della presenza degli edifici il collegamento e' ostruito. Si calcoli l'attenuazione supplementare per diffrazione con il metodo di Epstein Peterson (eventualmente applicando preliminarmente il metodo della corda tesa) considerando un profilo medio degli edifici con 3 ostacoli a 500m, 1000 m e 1500m dalla BS di altezza (intercetta rispetto alla congiungente Tx-Rx) rispettivamente di 20 m, 10 m e 15 m (vedi figura).

Si utilizzi la formula: $A_s[\text{dB}] = 6.4 + 20\text{Log}(\sqrt{v^2 + 1} + v)$,



Domanda 2 [10 punti]

Se la sensibilità del ricevitore e' di -110 dBm, il guadagno delle antenne è di 7 e 3 dB per la stazione base ed il mobile rispettivamente, si calcoli il margine di fading e la potenza minima in trasmissione affinché sia garantita copertura a bordo cella nel 95% dei casi assumendo fading lognormale con deviazione standard $\sigma=10$ dB. Si tenga conto di un' attenuazione supplementare media da ostacoli pari a quella calcolata al punto precedente.

Si ricordi che la cumulativa di una distribuzione Gaussiana vale:

$$F(x_0) = 0.5 [1 + \text{erf}((x_0 - \mu) / (\sqrt{2} \sigma))]$$

I valori di erf(x) sono riportati in tabella 1.

Domanda 3 [10 punti]

Si esprima con parole proprie qual è l'utilità pratica dei modelli di propagazione e quali principali classi di tali modelli si conoscono. Si scriva non più di una pagina.

Tempo concesso: 1 ora.

Si giustifichi ogni passaggio matematico ed ogni risposta.

x	Erf(x)				
		1.00	.843	1.51	.967
.50	.520	1.01	.847	1.52	.968
.51	.529	1.02	.851	1.53	.970
.52	.538	1.03	.855	1.54	.971
.53	.546	1.04	.859	1.55	.972
.54	.555	1.05	.862	1.56	.973
.55	.563	1.06	.866	1.57	.974
.56	.572	1.07	.870	1.58	.975
.57	.580	1.08	.873	1.59	.975
.58	.588	1.09	.877	1.60	.976
.59	.596	1.10	.880	1.61	.977
.60	.604	1.11	.884	1.62	.978
.61	.612	1.12	.887	1.63	.979
.62	.619	1.13	.890	1.64	.980
.63	.627	1.14	.893	1.65	.980
.64	.635	1.15	.896	1.66	.981
.65	.642	1.16	.899	1.67	.982
.66	.649	1.17	.902	1.68	.982
.67	.657	1.18	.905	1.69	.983
.68	.664	1.19	.908	1.70	.984
.69	.671	1.20	.910	1.71	.984
.70	.678	1.21	.913	1.72	.985
.71	.685	1.22	.916	1.73	.986
.72	.691	1.23	.918	1.74	.986
.73	.698	1.24	.921	1.75	.987
.74	.705	1.25	.923	1.76	.987
.75	.711	1.26	.925	1.77	.988
.76	.718	1.27	.928	1.78	.988
.77	.724	1.28	.930	1.79	.989
.78	.730	1.29	.932	1.80	.989
.79	.736	1.30	.934	1.81	.990
.80	.742	1.31	.936	1.82	.990
.81	.748	1.32	.938	1.83	.990
.82	.754	1.33	.940	1.84	.991
.83	.760	1.34	.942	1.85	.991
.84	.765	1.35	.944	1.86	.991
.85	.771	1.36	.946	1.87	.992
.86	.776	1.37	.947	1.88	.992
.87	.781	1.38	.949	1.89	.992
.88	.787	1.39	.951	1.90	.993
.89	.792	1.40	.952	1.91	.993
.90	.797	1.41	.954	1.92	.993
.91	.802	1.42	.955	1.93	.994
.92	.807	1.43	.957	1.94	.994
.93	.812	1.44	.958	1.95	.994
.94	.816	1.45	.960	1.96	.994
.95	.821	1.46	.961	1.97	.995
.96	.825	1.47	.962	1.98	.995
.97	.830	1.48	.964	1.99	.995
.98	.834	1.49	.965		
.99	.839	1.50	.966		

Tabella 1

SOLUZIONE

Domanda1 - Calcolo dell'attenuazione per diffrazione

Si applica dapprima l'algoritmo della corda tesa per individuare gli ostacoli principali; in questo modo si elimina il secondo ostacolo che non tocca la corda tesa e quindi per il calcolo dell'attenuazione con il metodo di Epstein-Peterson si ottiene:

l'intercetta del primo ostacolo vale 15 m e quindi il parametro di Fresnel per il primo ostacolo è:

$$v_1 = h_1 \sqrt{\frac{2}{\lambda} \frac{a+b}{a \cdot b}} = 15 \sqrt{\frac{2}{0.33} \frac{500+1000}{500 \cdot 1000}} = 2.02$$

l'intercetta del terzo ostacolo vale 8.33 m e quindi il parametro di Fresnel per il terzo ostacolo vale:

$$v_3 = h_3 \sqrt{\frac{2}{\lambda} \frac{a+b}{a \cdot b}} = 8.33 \sqrt{\frac{2}{0.33} \frac{500+1000}{500 \cdot 1000}} = 1.12$$

Dalla formula per il calcolo dell'attenuazione si ricava per gli ostacoli:

$$A_{S1} = 6.4 + 20 \log_{10} \left(\sqrt{v^2 + 1} + v \right) = 19.01 \text{ dB}$$

$$A_{S2} = 6.4 + 20 \log_{10} \left(\sqrt{v^2 + 1} + v \right) = 14.8 \text{ dB}$$

e l'attenuazione per diffrazione vale complessivamente:

$$A_{\text{diff}} = 19.01 + 14.8 = 33.81 \text{ dB}$$

Domanda 2 - Calcolo della minima potenza trasmessa

L'equazione della tratta nel caso in esame si può scrivere:

$$P_R = P_T + G_T + G_R - A_{\gamma_0} - A_{\text{diff}} - M_f$$

dove A_{γ_0} vale: $A_{\gamma_0} = -20 \log \left(\frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot r} \right) = 97.63 \text{ dB}$

per il calcolo del margine di fading si ha:

$$0.95 = 0.5 \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{M_f}{\sqrt{2} \cdot 10} \right) \right] \text{ e quindi dalla tabella dell' erf:}$$

$$M_f = 16.4 \text{ dB}$$

E quindi sostituendo nell'equazione della tratta si ottiene per la minima potenza in trasmissione:

$$P_T = -110 - 7 - 3 + 97.63 + 33.81 + 16.4 = 27.84 \text{ dBm} = -2.16 \text{ dBW} = 0.6 \text{ Watt}$$

Domanda 3

I modelli di propagazione si possono classificare secondo vari criteri.

Un primo criterio si riferisce al tipo di ambiente: spazio libero, ambiente rurale, ambiente urbano, ambiente indoor. In spazio libero vale l'equazione di Friis, in aree aperte con presenza di terreno valgono ad esempio i modelli "dual slope" con $\alpha=2$ prima e $\alpha=4$ dopo il break-point. Sono necessari anche modelli di diffrazione per calcolare l'attenuazione supplementare dovuta ad ostacoli quali rilievi ed edifici.

In area urbana ed indoor si possono utilizzare sia modelli semplificati per il calcolo della attenuazione media sia modelli piu' complessi di natura deterministica.

Un'altra classificazione fa riferimento appunto alla natura piu' o meno deterministica del modello. Agli estremi stanno i modelli Hata-like, che prevedono solo l'attenuazione media facendo riferimento ad un determinato livello di filtraggio spaziale (α), e i modelli di ray tracing che invece prevedono interamente geometria e interazioni dei principali cammini e quindi forniscono anche le caratteristiche di dispersione del canale radio. Questi ultimi pero' hanno bisogno di un database dettagliato dell'ambiente e forniscono una previsione di natura deterministica, specifica al particolare sito e alla particolare configurazione del collegamento radio.