

## Corso di Propagazione e pianificazione nei sistemi d'area

### Progetto 2008

#### Problema 1)

Occorre pianificare una copertura GSM 1800 in un'area extraurbana dalle caratteristiche uniformi e con un traffico di 10 Erlang/Km<sup>2</sup>. Su può supporre che la propagazione radio sia caratterizzata mediamente dai seguenti parametri:

<i>Filtraggio spaziale</i>	$\alpha=3$
<i>Deviazione standard dello shadowing</i>	$\sigma=8\text{dB}$
<i>Base Station Antenna</i>	<i>Omnidirezionale, <math>G=3\text{ dBi}</math></i>
<i>Mobile Station Antenna</i>	<i>Omnidirezionale, <math>G=2\text{ dBi}</math></i>

Tabella 1

Il fading rapido può essere trascurato grazie all'effetto della diversità di spazio alla stazione base (BS) e di altri fattori.

L'operatore ha a disposizione una banda con 360 portanti di 200KHz, ciascuna contenente 8 canali a divisione di tempo.

Gli apparati disponibili per l'equipaggiamento delle stazioni base sono caratterizzati dalle seguenti caratteristiche:

<i>Dotazione massima per ogni BS</i>	<i>4 portanti</i>
<i>Potenza massima BS</i>	<i>43 dBm</i>
<i>Potenza massima MS</i>	<i>30 dBm</i>
<i>Sensibilità BS</i>	<i>-104 dBm</i>
<i>Sensibilità MS</i>	<i>-96 dBm</i>

Tabella 2

Si tenga conto che ogni stazione base deve avere un canale riservato al Broadcast (BCCH). Inoltre le normative comunali in vigore nel territorio in questione prevedono che le stazioni base debbano soddisfare le norme di protezione dall'esposizione di campi elettromagnetici almeno ad una distanza di 50 m sull'asse delle antenne. Tali norme impongono che il valore efficace del campo elettrico ( $|E|/\sqrt{2}$ ) non superi i 6 V/m.

Si progetti una copertura cellulare a reticolo esagonale uniforme tenendo conto dei seguenti fattori

- Dimensionamento dei canali disponibili in modo da garantire una probabilità di blocco dell'1% (Tabella della formula Erlang B in allegato)
- Dimensionamento della copertura radio in modo da garantire una probabilità di copertura del 90% sull'intero territorio (up-link) ed il soddisfacimento delle normative comunali (down-link).
- Dimensionamento della clusterizzazione in modo da garantire un C/I di 9 dB
- Si proceda ai punti a)-c) supponendo stazioni base installate su pali a centro cella e tentando di minimizzare il costo del sistema (la densità di stazioni base).

#### Problema 2)

Si calcoli l'efficienza spettrale per cella della copertura progettata assumendo un bitrate netto offerto a ciascun utente di 14.4 Kbit/s. Si calcoli il logaritmo di tale efficienza spettrale per cella in funzione di  $(C/I)_{\text{dB}}$  e del logaritmo della efficienza frequenziale  $\eta_f$  (vedi procedimento visto a lezione). Si trovi il punto di funzionamento del sistema nel grafico  $(C/I)_{\text{dB}}$  in funzione di  $\log(\eta_f)$  e si confronti tale punto con la curva di un sistema ottimo di Shannon (ottenibile dalla formula di Shannon sulla capacità di un canale rumoroso).

**Problema 3**

La settorizzazione a  $120^\circ$  permette una riduzione del 66% del numero totale di siti (e quindi di pali). Supponendo che le antenne settorizzate abbiano un lobo principale ideale dell'ampiezza di  $120^\circ$  e lobi secondari nulli, quindi abbiano un guadagno triplo rispetto alle antenne omnidirezionali di Tabella 1, come cambierebbero i passi a)-c) rispetto a prima?

Erlang B-Table for 1 to 50 channels, 0.7% - 40%

n	Loss probability (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798	3
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907	6
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598	13
14	6.9811	7.1155	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	10.747	10.922	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19
20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.312	12.503	12.677	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.105	13.303	13.484	13.651	14.896	15.778	17.132	19.692	24.064	34.464	22
23	13.904	14.110	14.297	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	14.709	14.922	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	18.805	19.053	19.279	19.487	21.039	22.140	23.833	27.053	32.614	46.074	29
30	19.637	19.891	20.123	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	20.473	20.734	20.972	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	21.312	21.580	21.823	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32
33	22.155	22.429	22.678	22.909	24.626	25.844	27.721	31.301	37.524	52.718	33
34	23.001	23.281	23.536	23.772	25.529	26.776	28.698	32.367	38.754	54.379	34
35	23.849	24.136	24.397	24.638	26.435	27.711	29.677	33.434	39.985	56.041	35
36	24.701	24.994	25.261	25.507	27.343	28.647	30.657	34.503	41.216	57.703	36
37	25.556	25.854	26.127	26.378	28.254	29.585	31.640	35.572	42.448	59.365	37
38	26.413	26.718	26.996	27.252	29.166	30.526	32.624	36.643	43.680	61.028	38
39	27.272	27.583	27.867	28.129	30.081	31.468	33.609	37.715	44.913	62.690	39
40	28.134	28.451	28.741	29.007	30.997	32.412	34.596	38.787	46.147	64.353	40
41	28.999	29.322	29.616	29.888	31.916	33.357	35.584	39.861	47.381	66.016	41

42	29.866	30.194	30.494	30.771	32.836	34.305	36.574	40.936	48.616	67.679	42
43	30.734	31.069	31.374	31.656	33.758	35.253	37.565	42.011	49.851	69.342	43
44	31.605	31.946	32.256	32.543	34.682	36.203	38.557	43.088	51.086	71.006	44
45	32.478	32.824	33.140	33.432	35.607	37.155	39.550	44.165	52.322	72.669	45
46	33.353	33.705	34.026	34.322	36.534	38.108	40.545	45.243	53.559	74.333	46
47	34.230	34.587	34.913	35.215	37.462	39.062	41.540	46.322	54.796	75.997	47
48	35.108	35.471	35.803	36.109	38.392	40.018	42.537	47.401	56.033	77.660	48
49	35.988	36.357	36.694	37.004	39.323	40.975	43.534	48.481	57.270	79.324	49
50	36.870	37.245	37.586	37.901	40.255	41.933	44.533	49.562	58.508	80.988	50
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Loss probability (E)										n