

TECNOLOGIA E PROCESSOS APLICADOS A TELEFONIA MÓVEL XI INIC / VII EPG - UNIVAP 2007

Cleber Luis Mendes Madruga¹, Landulfo Silveira Júnior²

¹Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, UNIVAP, Urbanova, clebermadruga@uol.com.br

²Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, UNIVAP, Urbanova, landulfo@univap.br

Resumo

O planejamento de uma rede celular é um roteiro para instalação de estações rádio base (ERS's ou BTS's). O planejamento de uma célula é de alguma maneira similar em qualquer sistema no que se diz respeito a levantamento de dados de campo, levantamento de espectro de rádio, planejamento da rede de transmissão, predição de desempenho do sistema e otimização do sistema móvel celular.

Palavras-chave: Projeto, Implantação e Otimização em Telefonia Móvel.

Área do Conhecimento: Engenharia Eletro-Eletrônica e Telecomunicações.

Introdução

Nos procedimentos de planejamento de sistemas móveis celulares, os seguintes pontos devem ser observados na fase inicial de projeto de uma nova rede ou na conversão de uma rede analógica existente em uma digital: **capacidade, cobertura, custos, qualidade de voz e/ou dados, qualidade de serviço e crescimento futuro.**

A demanda de tráfego, o relevo, o modelo de propagação, o tipo de atendimento proposto (in car, outdoor, indoor, etc) e o tipo de utilização (voz e/ou dados) serão a base para determinação dos parâmetros acima. A quantidade de tráfego pode ser estimada usando dados como HMM (hora de maior movimento), distribuição de população, distribuição de utilização de carros, distribuição geográfica, entre outros. Os resultados obtidos com estes cálculos são a base para o planejamento inicial.

Ao iniciar um projeto, é necessário conhecer os objetivos a serem atingidos.

Para o sistema celular são:

Cobertura: é necessário atender toda a área com o mínimo de células possível

Capacidade: esta intimamente ligada ao tráfego. A densidade de tráfego de uma área a ser coberta é o elemento crítico e deve ser determinado antes do sistema ser projetado.

Frequência: as frequências para os canais de voz e controle devem ser definidas para cada célula, obedecendo a banda existente e evitando possíveis interferências.

Custos: na execução do projeto é levado em consideração um fator chamado qualidade do sistema. O custo é definido em função da escolha desse fator.

Dados Iniciais: é necessário definir a área de serviço, ou seja, área de cobertura a ser atendida, estações disponíveis, demanda, taxa de crescimento, probabilidade de perdas, concentração de tráfego e qualidade mínima.

Metodologia

Pré-Projeto do Sistema

Relação das Estações Rádio Base Disponíveis

Faz-se necessário obter os endereços das estações rádio base disponíveis para que seja possível a realização do "Pré Survey Físico" (vistoria física nos endereços).

Pré Survey Físico

Definidos os endereços das estações, é necessário fazer uma visita a cada estação para levantar os seguintes itens:

- área disponível para implantação do sistema;
- obras necessárias;
- energia elétrica disponível;
- climatização;
- obstruções próximas à estação;
- concentração de construções;

Pré Seleção das Estações

Com os dados obtidos em campo, estudo de concentração de tráfego, são escolhidas as estações que provavelmente serão utilizadas. As estações mais convenientes são aquelas que oferecem maiores facilidades para a instalação da estação rádio base.

Estudo Topográfico

Através de mapas de níveis topográficos disponíveis, são posicionadas as prováveis estações e levantados os níveis do terreno ao redor de cada estação. Atualmente existem

disponíveis mapas digitalizados que permitem a utilização de computadores no estudo dos níveis ao redor das mesmas.

Cálculo Preliminar de Propagação

Com a aplicação de métodos de cálculo de propagação é possível se obter a área de cobertura teórica de cada estação e consequentemente a área de serviço teórica do sistema. Para isso, é necessário analisar os dados obtidos em campo, dados obtidos nos mapas de níveis e a margem de atendimento já especificada.

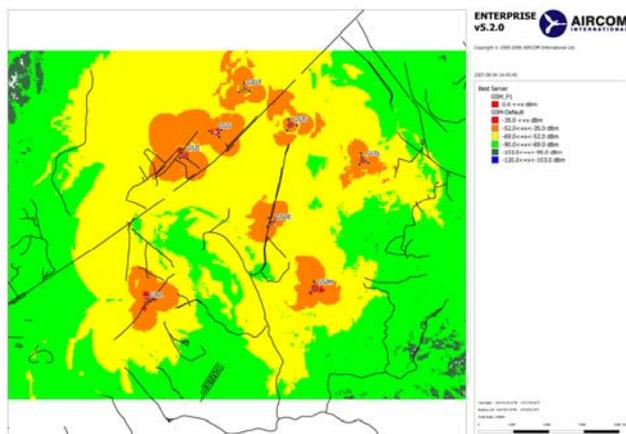


Fig. 1 (Simulação de teste de propagação de Estações Rádio Base)

Grau de Serviço

Indica a porcentagem de chamadas que podem ser perdidas devido ao congestionamento do sistema. O valor que é utilizado para este parâmetro é 2%, que, na prática, fornece um alto grau de confiabilidade ao sistema.

Tráfego por Assinante

Define qual é o tráfego que cada assinante gera no sistema na HMM (hora de maior movimento), ou seja, o tempo que cada assinante pode ocupar o sistema. Normalmente determina-se 100 s (cem segundos) para o tempo de ocupação do sistema por assinante móvel, o que gera um valor de tráfego, em **erlangs**, conforme descrito a seguir:

$$T = (1 \cdot 100) / 3600 = 0,028 \text{ ERL (erlangs)}$$

Número Mínimo de Canais Para Atender o Tráfego

Sabendo-se o tráfego que deve ser atendido em uma determinada área e do grau de serviço que deve ser adotado, podemos encontrar o número de canais de voz necessários para atender este determinado tráfego através da tabela a seguir que relaciona estes três parâmetros (tráfego (em erlangs), grau de serviço e quantidade de canais de voz):

Grau de Serviço = 2%							
Ch	Erlang	Ch	Erlang	Ch	Erlang	Ch	Erlang
1	0,02	6	2,28	11	5,84	16	9,83
2	0,22	7	2,94	12	6,62	17	10,66
3	0,60	8	3,63	13	7,41	18	11,49
4	1,09	9	4,34	14	8,20	19	12,33
5	1,66	10	5,08	15	9,01	20	13,18

Tab. 1 (Tráfego em Erlang por canal de voz – perda de 2%) ERLANG B

Definição Preliminar do Número de Células

Com a obtenção da área de cobertura teórica do sistema através do cálculo de propagação, é possível definir o número de células necessárias que atendam a área.

Normalmente, na definição de células, são levadas em consideração as estações já existentes e pré-selecionadas. Isso é fácil de entender pois o uso de estações já existentes elimina eventuais custos com construções e infraestrutura.

Para se chegar ao resultado final do número de células que atendam ao sistema, são levadas em consideração as seguintes informações:

- estudo da concentração de tráfego;
- dados do cliente;
- padrões de reuso de freqüência;
- número de canais disponíveis;
- área de cobertura de cada estação.

Cálculo Preliminar de Número de Canais

Com a área de cobertura de cada célula, o padrão de reuso de freqüência e quais células compartilham do sistema para atender o tráfego, é possível dimensionar o número de canais de cada célula. Para se fazer este cálculo devemos ter em mãos a distribuição de tráfego da região a ser atendida.

Definição Preliminar do Plano de Freqüência

Após a definição do número de canais de cada célula e a disposição das mesmas no sistema, é feita uma distribuição dos grupos de freqüências, de maneira que se evite a ocorrência de interferência co-canal, de canal adjacente ou intermodulação. **(Vide anexo I)**

Teste de Propagação (Survey)

Faz-se necessário confirmar a área de cobertura de cada célula/setor ora definida no pré projeto para obter a área de serviço real do sistema. O survey de propagação é constituído por duas atividades: **em campo (indoor e outdoor) e em laboratório**.

Teste de Propagação Outdoor

Teste de propagação realizado para a obtenção dos dados para o estudo da área de cobertura de uma determinada ERB. Este teste pode ser realizado em campo ou por meio de programas que fazem a simulação de propagação.

Teste de Propagação Indoor

Teste específico para se verificar as características de propagação em áreas internas de aeroportos, shoppings centers, etc, de forma a poder elaborar o projeto do sistema de auxílio para o atendimento dos serviços de telefonia móvel destas localidades.

Equipamento de Medição

A medição do nível na área de interesse é efetuada por equipamentos que permitem a medição do nível de intensidade de campo. Estes equipamentos possuem uma antena de recepção (GPS) de forma que os instrumentos façam a continuação das informações de localização do deslocamento com os níveis obtidos.

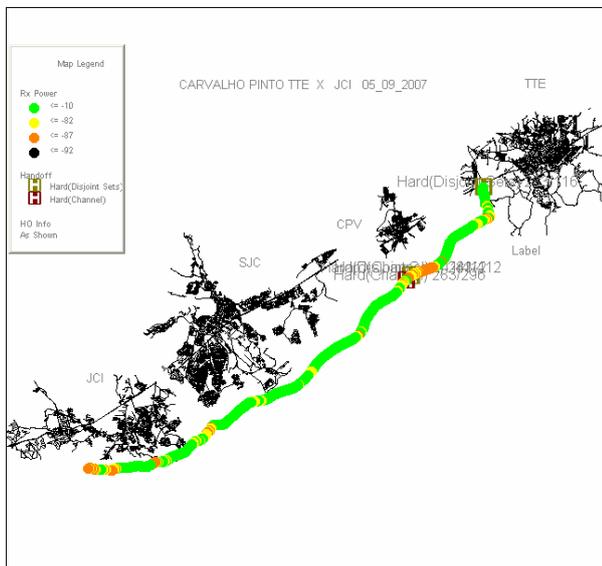


Fig. 2 (Mapa de cobertura do Serviço Móvel Celular em rodovia)
A graduação de cores representa a intensidade do nível de sinal dada em -dBm.



Fig. 3 (Mapa de cobertura do Serviço Móvel Celular na cidade)
A graduação de cores representa a intensidade do nível de sinal dada em -dBm.

Processamento e Análise dos Dados Obtidos

Os dados obtidos em campo através dos testes de propagação devem ser processados de tal forma a permitir o estudo da área de cobertura decorrente de uma ERB. Consiste basicamente em:

- Transposição, sobre um mapa, da rota percorrida no teste, através de um processador de dados/mapas e plotador.
- Correção dos níveis de intensidade de sinal baseado no diagrama de irradiação devido ao tipo e ganho das antenas.
- Análise e definição da área de cobertura prevista, observando-se as características geográficas de cada localidade.

Otimização do Projeto

Após o survey de propagação são realizados os seguintes procedimentos:

- Seleção definitiva das estações;
- Elaboração do mapa digitalizado do sistema completo de cobertura de cada estação;
- Definição final do padrão de reuso de freqüência;
- Determinação do número de canais de controle e voz;
- Definição final do plano de freqüência.

Dimensionamento das ERB's

Após a otimização do projeto, teremos os dados necessários para dimensionar as ERB's. Este envolve:

- Número de dispositivos de canais de voz e controle e seus respectivos gerenciadores;
- Infra-estrutura necessária;
- Lay out das estações;
- Sistema de energia;
- Sistema de Meio de Transmissão;
- Material;
- Metodologia de instalação do sistema irradiante;
- Climatização.

Informações para o Sistema de Comutação

Nesta fase são fornecidos os dados para o dimensionamento e programação do sistema de comutação:

- Número de assinantes;
- Tráfego e grau de serviço;
- Número de dispositivos de canais de voz e controle.
- Classe de potência máxima;
- Nível de hand off;
- Freqüência de cada canal;
- Sinalização;
- Entroncamentos.

Todos os dados são utilizados para dimensionamento do número de processadores,

implementação de serviços suplementares, além da programação dos dados da central.

Discussão

Tomando como dados as informações relativas à primeira etapa, realiza-se o projeto normalmente. Sendo que este será o projeto efetivamente implantado.

Após a definição do projeto da primeira fase, são realizados os estudos de distribuição de tráfego por célula para as etapas seguintes.

Obviamente um aumento de tráfego implicará em um aumento do número de canais de voz e novas frequências deverão ser incluídas. Cabe, então, um novo estudo de planificação de frequências de forma a garantir a separação entre as mesmas dentro de cada célula.

Também como consequência do aumento de tráfego, pode ocorrer a necessidade de incluir novas células no sistema. A localização de novas prováveis Estações Rádio Base deve ser determinada para que se tenha uma previsão de investimentos futuros.

A setorização de uma célula é outra possibilidade de se distribuir o tráfego. O crescimento demasiado do tráfego em uma região pode resultar na divisão de uma célula em outras menores.

Terminados os estudos relativos à segunda fase, tem-se em mãos as informações direcionadas a localização de novas Estações Rádio Base, divisão ou setorização das antigas células, nova planificação de frequência, aumento do número de canais e consequente aumento de equipamentos de comutação, controle e transmissão, nova parametrização e todos os dados necessários para um projeto de telefonia móvel. Tudo isso será usado para para um levantamento dos custos desta nova etapa mas não acarreta nenhuma consequência no projeto inicial.

Existindo outras etapas, o processo é o mesmo, mas, sempre tomando como base a anterior à que estamos tratando. Ao final tem-se toda a previsão de evolução do sistema tanto do ponto de vista técnico (canais, planificação, equipamentos, etc.) quanto do ponto de vista de custos.

Em verdade, a análise da expansão do sistema é refazer o projeto para as condições de tráfego de cada fase.

Conclusão

O sistema de telefonia móvel é dinâmico. Aumentos e reduções de tráfego em determinadas áreas sempre podem ocorrer ao passar dos anos.

Normalmente, em uma fase inicial, é difícil prever o que ocorrerá com a distribuição do

tráfego em um horizonte de tempo. Contudo, algumas operadoras apresentam estudos próprios com informações sobre esta previsão.

Pode-se também efetuar expansões no sistema tomando como base as mudanças de distribuição de tráfego verificadas pela equipe de comutação e realimentadas pela equipe de projeto.

Referências

- Acervo do Centro de Treinamento da Telesp; Apostila Básico de Telefonia Celular.
- Acervo do Centro de Treinamento da Lucent do Brasil; Apostila de Engenharia de Sistemas.
- Acervo do Centro de Treinamento da Nortel Networks; Apostila de Rádio SMC.
- Acervo do Centro de Treinamento Motorola; Apostila Overview CDMA Motorola, Implantação e Otimização de Sistema Móvel Celular.
- Acervo do Centro de Treinamento Ericsson, Apostila Engenharia de RF.
- Siemens A.G.; tradutor: de Faria, Paulo Murilo B.; revisor técnico: Wilken, Dieter; São Paulo; ed. Edgard Blucher – 1975; Teoria do tráfego telefônico: tabelas e gráficos.
- Shappley, Antônio; Ehrlich, Stephen; Melo, Daniel; Sverzut, José; Mauro Ophélia; Pavarini, Paulo; Elementos Básicos CDMA e produtos SuperCell – Motorola, 2000.
- McElvaney, Tracy; Kapko, Bob; Edgeton, Frank; Colwell, George; Jones, Mike; Ehrlich, Stephen; Elementos Básicos 1xEVDO – Motorola; 2005.
- Doucette, Paul; Fontana, Greg; Nguyen, Ha Kim; Vargason, Ron; Butler, John; Flowers, Kim; Brand, Zach; 1xEVDO Packet Data – Motorola; 2005.

Anexo I

Exemplo de tabela de alocação de plano de frequências

No. Do Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C
VCh-1													991	992	993	994	995	996	997	998	999
VCh-2	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020
VCh-3	1021	1022	1023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
VCh-4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
VCh-5	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
VCh-6	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
VCh-7	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
VCh-8	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
VCh-9	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
VCh-10	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
VCh-11	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
VCh-12	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
VCh-13	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
VCh-14	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249
VCh-15	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
VCh-16	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291
VCh-17	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
CCh	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333
VCh-18	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687
VCh-19	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708
VCh-20	709	710	711	712	713	714	715	716	717												