

Título: Planeamento Celular e Engenharia de Teletráfego em Redes Móveis.

Title: *Cellular Planning and Teletraffic Engineering in Mobile Communication Networks*

Autor/Author: Alberto de Jesus Nascimento

Orientador/Advisor: Rui Jorge Valadas

Data Apresentação/Acceptance Date: 24/11/99

Palavras Chave: Redes móveis celulares de segunda geração, grau de serviço, factor de interferência co-canal, factor de interferência por canal adjacente, chamadas por *handover*, reutilização de frequências, bloqueamento de chamadas, técnicas de planeamento celular, modelos de tráfego, modelos de propagação do sinal rádio.

Key Words: Second generation cellular mobile networks, grade of service, co-channel and adjacent interference factor, handover calls, frequency reuse, call blocking, cellular planning methods, teletraffic models, signal propagation models.

Mestrado/M.S.

Resumo

Nos últimos anos, o desenvolvimento de novas técnicas de processamento digital do sinal, por um lado, e os avanços tecnológicos na área da microelectrónica que possibilitaram a implementação dos mesmos, por outro, levaram a uma miniaturização dos terminais móveis utilizados, quando comparados com os terminais analógicos utilizados nas redes de primeira geração. Este efeito, que permitiu uma melhoria significativa na qualidade da transmissão de voz e dados, aliado a uma crescente diversificação de novos serviços disponibilizados aos assinantes, levou a um aumento explosivo da taxa de penetração do serviço de rádio móvel celular. Da mesma forma, o tráfego oferecido, que antes era essencialmente de mobilidade, uma vez que os terminais instalados no interior das viaturas se destinavam à efectivação de chamadas quando em movimento nas estradas, passou a ser também do tipo estacionário. O tamanho reduzido, a elevada autonomia e portabilidade dos novos terminais permitem aos assinantes a efectivação de chamadas telefónicas nos mais variados lugares: dentro de casa, em centros comerciais, ou mesmo enquanto se deslocam nas ruas. O resultado de todo este processo de mudança foi um aumento explosivo do tráfego oferecido que passou a condicionar a qualidade do serviço prestado ao cliente e veio trazer novos desafios no projecto e implementação deste tipo de redes.

Este trabalho tem como objectivo estudar as implicações que este aumento explosivo do tráfego oferecido, tem tido no projecto e implementação das redes móveis celulares dos sistemas de segunda geração, nomeadamente no que respeita à manutenção da qualidade do serviço prestado ao assinante. Para tal, é feita uma análise detalhada do conjunto de técnicas e métodos de planeamento celular que foram desenvolvidos nos últimos anos, como forma de dar resposta a este problema. Algumas destas técnicas

estão já a ser implementadas por muitos operadores. Estudam-se os modelos de propagação do sinal rádio normalmente utilizados, uma vez que são estes modelos que permitem derivar os parâmetros fundamentais, normalmente utilizados no planeamento celular, como sejam: os factores de interferência co-canal e de canal adjacente. São estudadas e comparadas diferentes técnicas de planeamento celular: decomposição de células (*cell splitting*), sectorização de células, *overlaid/underlaid*, utilização dos saltos de frequência (*frequency hopping*), partilha de carga (*load sharing*), implementação de estruturas hierárquicas (microcélulas e picocélulas), transmissão descontinuada nos sentidos ascendente e descendente (*discontinuous transmission - uplink and downlink*). São estudados modelos para o cálculo da probabilidade de bloqueio para diferentes métodos de atribuição de canais: fixo (*fixed channel allocation*), dinâmico (*dynamic channel allocation*) e híbrido (*hybrid channel allocation*). São também apresentados diversos métodos para melhoria da probabilidade de bloqueio: canais de guarda para *handover* (*guard channels*) e utilização de filas de espera para ambos os tipos de chamada (novas ou por *handover*).

Abstract

In the last few years, the development of new methods on digital signal processing by one hand, and the technological outcomes in microelectronics, which made that possible, by another, carried out the decrease in the size of the mobile terminals when compared with the ones used in the analogue networks of the first generation systems. This effect, which allowed a significant improvement on the transmission of quality voice and data, coupled with an increasing mixture of new services made available to the subscriber, provoked an explosion of the service penetration rate. By the same way, the offered traffic, which was in its whole of mobility type in the past, since the terminal sets were designed for in-car use, turned out to be a stationary one. The smaller size, longer batteries life and ease of portability of the new handsets allow subscribers to carry out calls in a mixture of places: inside home, in shopping centres or even while on the move on the streets. The final result of this whole changing process was a tremendous increase on the traffic being offered. This process impose restrictions on the quality of the service made available to the subscriber and brought up new challenges in the design and implementation of these new networks.

The main purpose of this work is to analyse the implications that the increasing demand on the offered traffic have in the design and implementation of second generation mobile cellular networks, particularly to the maintenance of the quality of the service made available to the subscriber. For this reason a detailed analysis of a group of techniques and methods of cellular planning is carried out. Some of these techniques are already being implemented by many operators. Some signal propagation

models are analysed, since these models allow the calculation and derivation of the parameters that describe the network performance, thus being used in the network planning process: co-channel and adjacent channel interference factors. A few planning techniques are analysed and compared to each other: cell splitting, sectorization, overlaid/underlaid, implementation of frequency hopping, load sharing, implementation of hierarquical networks (microcells and picocells), discontinuous transmission - uplink and downlink). Some models for the calculation of the probability of blocking of new calls for different methods of channel allocation: fixed (fixed channel allocation), dynamic (dynamic channel allocation) and hybrid (hybrid channel allocation) allocation methods. A few methods for the improvement of the probability of blocking of calls are also introduced: guard channels (cut-off channels) and queuing of new and handover calls.