

1 Introdução

A idéia de transmitir energia, e informação, sem a utilização de fios remonta ao final do século 19. Maxwell desenvolveu a teoria eletromagnética em 1850, mas só em 1888 Heinrich Hertz conseguiu demonstrar que um transmissor de 600 MHz podia gerar uma centelha num receptor próximo, iniciando assim a era do rádio. Na virada do século 20 Marconi finalmente conseguiu fazer um dispositivo de rádio comercial. Nos anos seguintes houve um enorme desenvolvimento na área de rádio comunicações, com o advento do telégrafo sem fio, a rádio-difusão, televisão, troncos de microondas para telefonia a longa distância, comunicações por satélite. Na última década o mercado de telecomunicações foi dominado pelo surgimento da telefonia móvel celular, e nas comunicações fixas a Internet. É esperado que num futuro próximo, ocorra o casamento dos dois sistemas surgindo a Internet móvel. Para isso outros modelos de topologia de rede como o MANET (mobile AD HOC networks) irão se tornar comuns. Existe ainda a previsão que grande parte das comunicações ocorrerão entre máquinas, dispensando a atenção de usuários humanos.[119]

Os problemas de engenharia envolvendo comunicações de rádio são extremamente críticos: o meio de comunicação é limitado em capacidade; a perda de propagação é usualmente grande, incluindo aí problemas de multipercurso, sombreamento e desvanecimento; por fim o canal é suscetível a várias fontes de interferência de origem tanto internas aos sistemas, como externas e completamente fora de controle de qualquer agente.

Para os sistemas de rádio modernos o espectro de radiofrequência é um bem extremamente escasso, portanto é desejável maximizar a capacidade de

informação transmitida. Assim, os canais de rádio ortogonais¹ são utilizados de maneira intensa, fazendo que esses sistemas sejam limitados pela interferência cocanal² de transmissores de rádio do próprio sistema, ou de sistemas concorrentes na mesma faixa. Como exemplo do caso de interferência intra-sistema, na telefonia móvel celular células razoavelmente próximas compartilham os mesmos canais de rádio, e mesmo com o criterioso planejamento para intercalar células utilizando canais distintos, alguma interferência ocorre. Na interferência entre sistemas o caso que hoje está mais preocupando os engenheiros é o compartilhamento da faixa livre de 2.4 GHz por vários sistemas como IEEE802.11B, Bluetooth e outros.

O tremendo sucesso e crescimento das comunicações pessoais implicam num cuidadoso gerenciamento dos recursos de rádio. Devido à escassez de espectro disponível, alguma forma de compartilhamento de recursos tem que ser desenvolvida. Como a demanda para serviços de voz está crescendo, e está surgindo uma demanda nova para serviços de dados, deve haver um aumento considerável na necessidade de banda de transmissão em um futuro próximo. Isto vai requerer o desenvolvimento de técnicas de gerenciamento de recursos eficazes com base nos novos paradigmas de comunicações. Na prática todos os métodos de compartilhamento introduzem algum nível de interferência, prejudicando a capacidade de comunicação. A técnica chave para combater e reduzir a interferência desnecessária é a de controle de potência. Ajustando a potência transmitida, um melhor balanço entre o sinal desejado e a interferência pode ser obtido no receptor. Como consequência a capacidade do sistema pode crescer, permitindo acomodar um maior tráfego de informação entre os usuários, enquanto se reduz o consumo de energia no transmissor.

¹ Canais ortogonais são aqueles entre os quais não ocorre interferência (ou pelo menos nos quais a interferência é bastante minimizada). Podem ser obtidas com transmissões em faixas de frequência diferentes, ou em instantes de tempo disjuntos.

² Interferência causada por outro transmissor de rádio utilizando o mesmo canal de comunicação.

Como a comunicação de dados requer especificações diferentes e variadas de qualidade de serviço (“QoS”), quando comparada à comunicação de voz tradicional nos sistemas telefônicos celulares, que exige um fluxo constante de bits (mesmo que a uma taxa baixa se comparada com as usadas atualmente em comunicações de dados), torna-se possível uma maior liberdade na alocação de recursos de comunicação. Em compensação o preço a pagar por esta maior liberdade é o aumento do nível de complexidade dos sistemas propostos.

O grande problema das comunicações de rádio no futuro se resumirá a uma palavra: ESPECTRO. A quantidade de bits por segundo que podem ser trafegados em uma determinada banda de rádio não deve crescer muito, já que a tecnologia atual permite um aproveitamento de espectro bem próximo aos limites teóricos da teoria de comunicação digital de Shannon. Portanto, um uso mais parcimonioso desse espectro se faz necessário para “superar” as limitações da comunicação digital. Como o uso do espectro é dividido dentro de uma área (a região em que a interferência mútua entre dispositivos rádio não é desprezível), aproveitar espectro de uma área que tenha alguma “folga”, e realocá-lo onde ocorre saturação é o último meio de ganhar alguma margem a mais nos já saturados canais de comunicação por rádio.

Este trabalho versa sobre alocação de canais e nível de potência em sistemas de comunicação por rádio. O método abordado visa a solução de problemas através do controle da relação sinal ruído interferência (“SINR”), que está associada diretamente a vários parâmetros de qualidade (“QoS”) que serão requeridos pelos usuários dos sistemas vindouros. A “SINR” também é um parâmetro fácil de se medir nas unidades móveis. Esta técnica de controle de potência é clássica e já foi estudada em vários trabalhos como [119].

A contribuição deste trabalho são novas técnicas de solução do problema de alocação de maneira mais rápida, e sua comparação com as soluções ótimas. Entre estas técnicas destaca-se a utilização de determinantes ao invés de raio espectral para verificar se uma partição de enlaces em canais ortogonais com determinadas potências é viável.

No capítulo dois será apresentado uma introdução do modelo de ambiente que será base do trabalho objetivando a padronização de algumas idéias que serão discutidas nos outros capítulos. No capítulo três é apresentada a formulação básica, e comum na literatura, para o tratamento do problema proposto. No capítulo quatro estão concentradas todas as formulações e resultados teóricos desenvolvidas nesta tese. No capítulo 5 estão os resultados numéricos de algumas das proposições teóricas, ilustrando a aplicabilidade dos resultados do capítulo 4. Por fim, no capítulo seis, estão expostas as conclusões do trabalho.