

Técnicas de Acesso Múltiplo: FDMA e TDMA

CMS 60808 2016-1

Bruno William Wisintainer

bruno.wisintainer@ifsc.edu.br

Histórico

- Buscando uma maior eficiência do uso do espectro disponível aos serviços de rádio móvel, foram criadas técnicas que permitem o acesso de múltiplos usuários ao meio de transmissão, ou seja, compartilhamento de canais de rádio.
- A alocação de canais sob demanda é conhecida por *Demand-Assigned Multiple Access* (DAMA).
- Três métodos de acesso ao meio se destacaram nos sistemas de comunicação móvel celular diferenciados apenas pela manipulação adequada da frequência, tempo ou código.

Tipos de Acesso Múltiplo

- O Acesso Múltiplo por Divisão da Frequência (*Frequency Division Multiple Access* – FDMA).
- O Acesso Múltiplo por Divisão do Tempo (*Time Division Multiple Access* – TDMA).
- O Acesso Múltiplo por Divisão do Código (*Code Division Multiple Access* – CDMA).
- Enquanto o FDMA é uma técnica de faixa estreita e o CDMA de faixa larga, o TDMA permite ambas as formas de implementação.

Acesso Múltiplo

- O FDMA é caracterizado pela alocação de diferentes faixas do espectro para os canais e voz.
- O TDMA faz uso do processamento digital do sinal de voz e multiplexa a informação de diferentes usuários em *slots* de tempo diferentes dentro de um mesmo canal físico.
- Já o CDMA multiplica a informação digital por códigos de taxa mais elevada espalhando o espectro do sinal em uma faixa larga compartilhada com outros códigos.

Acesso Múltiplo

- Assim a comunicação *duplex* pode ser feita por divisão da frequência, de tempo ou de código, ou seja, utilizando *Frequency Division Duplex* (FDD), *Time Division Duplex* (TDD) ou *Code Division Duplex* (CDD).

Arquitetura de faixa estreita

- Em geral, a arquitetura faixa estreita está associada a sistemas com alta capacidade – o número de canais em que a banda é dividida dá uma dimensão da capacidade do sistema quanto ao número de usuários – mas, muitas vezes, baixa qualidade de transmissão – muitos canais significa banda pequena para cada canal.
- Nesse sentido, há um esforço para que se utilize técnicas de modulação que permitam qualidade de voz aceitável sem que se aumente a banda ocupada pelos canais, ou até, que se reduza a banda ocupada.

Arquitetura de faixa estreita

- Outro aspecto é a necessidade de se utilizar filtros estreitos para minimizar a interferência de canal adjacente, o que contribui para o aumento no custo de equipamento.
- E ainda, em sistemas faixa estreita, o sinal propagante sofre o chamado desvanecimento não-seletivo em frequência, ou seja, quando ocorre um desvanecimento toda a informação contida no canal é afetada, pois o canal é, em geral, muito estreito.

Arquitetura de faixa larga

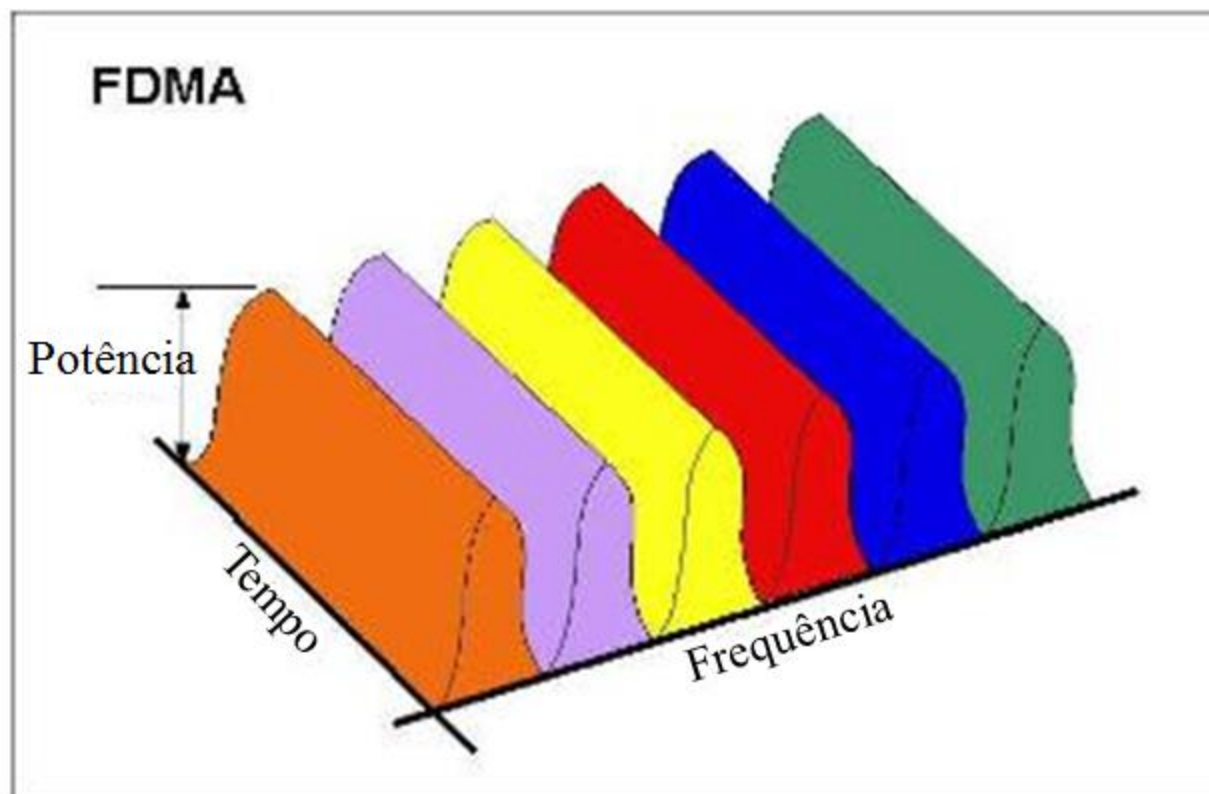
- As técnicas de acesso que se utilizam dessa arquitetura são o TDMA faixa larga e o CDMA, sendo que este último frequentemente usa toda a faixa disponível.
- Como grande vantagem dessa abordagem, pode-se citar o fato de que a banda utilizada é maior que a banda dentro da qual ocorre desvanecimento não-seletivo (banda de coerência).

Arquitetura de faixa larga

- Ou seja, o sinal faixa larga experimenta desvanecimento seletivo em frequência e, então, apenas uma fração das frequências que o compõem é afetada pelo desvanecimento.
- Da mesma forma, interferências também podem ser minimizadas com o uso dessa arquitetura.

FDMA

- A maneira usual de se realizar um esquema FDMA é através da associação de um canal a cada portadora. Esse esquema é conhecido por Canal Único por Portadora (SCPC – *Single Channel per Carrier*).



FDMA

- Os canais possuem bandas de guarda nas suas extremidades, que são pequenas faixas de frequências destinadas a minimizar o efeito causado por filtros e osciladores imperfeitos, ou seja, minimizar a interferência de canal adjacente gerada pela invasão de um canal na faixa ocupada pelos seus canais adjacentes.
- Usualmente, o que se chama de “canal” são as duas bandas associadas ao par de portadoras, *link* direto (*downlink* – ERB para EM) e *link* reverso (*uplink* – EM para ERB).

FDMA

- O número de canais no sistema será função da largura de cada canal. Dentre os canais disponíveis, uma pequena porção é dedicada a canais de controle, sendo os demais utilizados para tráfego de voz. No caso do sistema AMPS o espectro é dividido em canais de 30 kHz usados durante toda a duração de uma chamada.
- Os canais de uma ERB podem ser acessados por qualquer EM dentro de sua área de cobertura. Para isto basta a EM sintonizar um portadora, sendo a alocação de canais feita sob demanda pela CCC.

Características

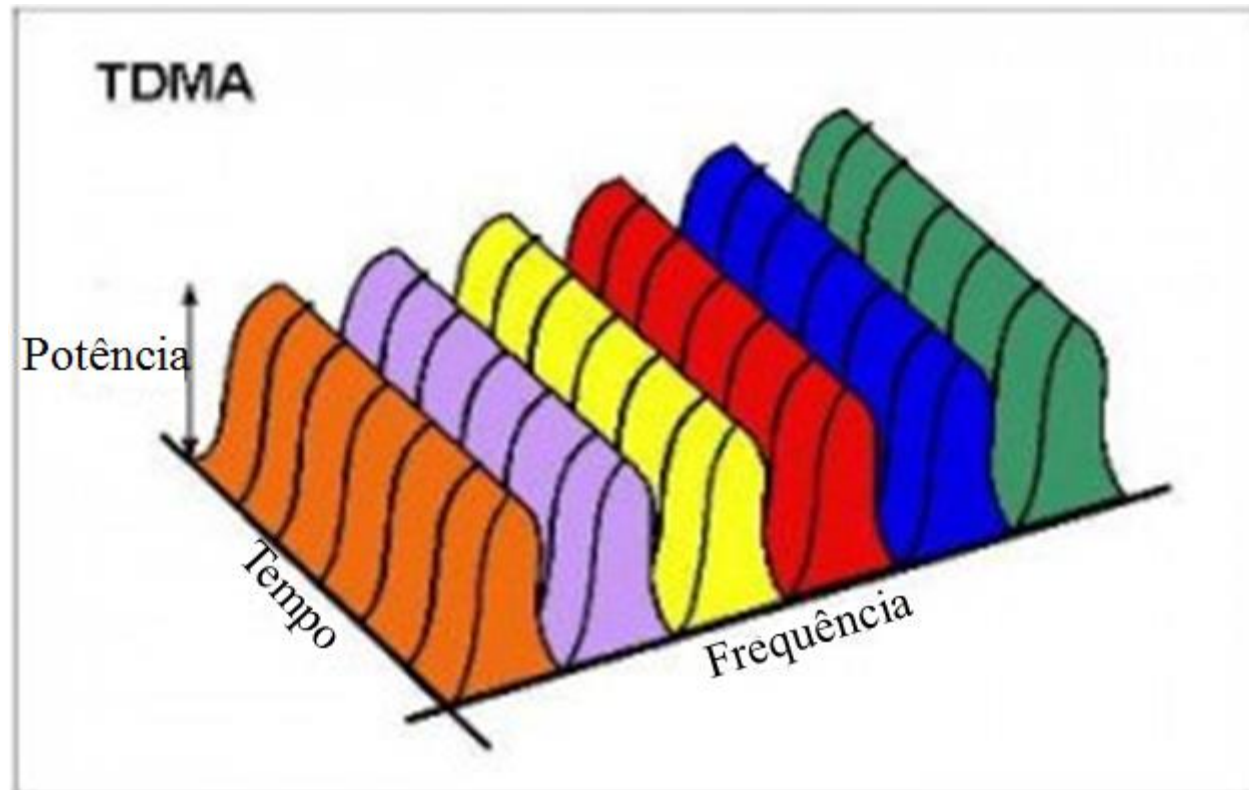
- A faixa de transmissão é dividida em determinado número de canais;
- Os canais são atribuídos aos usuários através do processo de consignação por demanda;
- Cada sinal de informação a ser enviado modula uma portadora;
- Na recepção os sinais de cada usuário são separados por filtros passa-faixa adequados;
- A probabilidade de interferência mútua é maior que nos esquemas digitais.

TDMA

- O TDMA permite implementação em faixa estreita e faixa larga.
- No TDMA faixa larga, toda ou grande parte da banda disponível é alocada a cada usuário por determinado intervalo de tempo, denominado *slot*. Em cada *slot* de tempo apenas um usuário terá acesso a toda (ou grande parte) da banda.
- No TDMA faixa estreita, o usuário tem acesso a uma pequena porção da banda por determinado intervalo de tempo (*slot*).

TDMA

- O canal TDMA é definido pelas duas combinações [porção da banda (faixa), *slot*] alocadas ao usuário, para o *link* direto e reverso. O TDMA permite utilização tanto de FDD como de TDD.



TDMA

- Como visto, uma única portadora é compartilhada em vários *slots* de tempo, ou seja, é compartilhada por vários usuários, cada qual em seu instante determinado.
- Esse mecanismo diferencia o TDMA do FDMA pois, no último, o esquema SCPC fazia com que cada portadora fosse alocada a apenas um usuário até o fim de sua comunicação.

TDMA

- O TDMA reparte um canal físico em diversos *slots* de tempo fazendo com que cada canal possa ser usado por mais de uma pessoa, uma de cada vez.
- A cada assinante é alocado uma sequência periódica e *slots* de tempo dentro de um canal físico, assim uma mesma portadora pode ser compartilhada por diferentes assinantes.
- Desta forma o TDMA utilizado pelos sistemas digitais é, na verdade, uma combinação FDMA/TDMA.

TDMA

- Este método apresenta um aumento significativo no tráfego atendido em relação ao FDMA.
- Pela característica digital do sistema há maior imunidade a ruído e interferência e também mais segurança no enlace de comunicação promovendo privacidade ao usuário. Há também a necessidade de equalização, mas esta pode ser usada para combater o desvanecimento.
- Uma grande vantagem deste método é que as taxas de transmissão podem ser variáveis em múltiplo da taxa básica do canal. A potência do sinal e a taxa de erros de bit podem controladas facilitando e acelerando o processo de *handoff*.

Características

- Vários canais por portadora;
- Transmissão em rajadas (*bursts*);
- Faixa larga ou faixa estreita ;
- Alta interferência intersimbólica (causada pela resposta no tempo do canal que causa uma modificação no formato de um símbolo devido a outro(s));
- Alta sobrecarga de informações de controle (*overhead*);

Características

- Eletrônica complexa;
- Não requer o uso de duplexador;
- Baixo custo de estações base;
- *Handoff* eficiente;
- Uso eficiente da potência.

- Neo Marketing Trend: <http://www.neomarketingtrend.com/fdma-frequency-division-multiple-access/>
- Two Way Direct: <http://blog.twowaydirect.com/customer-education/what-does-tdma-mean/>