

Técnica de Acesso ao Meio: CDMA

CMS 60808 2016-1

Bruno William Wisintainer

bruno.wisintainer@ifsc.edu.br

Histórico

- O Acesso Múltiplo por Divisão de Código foi desenvolvido nos EUA pelo segmento militar. Sua primeira utilização foi para a comunicação entre aviões de caça e rádio controle de mísseis teleguiados.
- Neste método de acesso as EMs transmitem na mesma portadora e ao mesmo tempo, mas cada comunicação individual é provida com um código particular.

Histórico

- Isto garante alta privacidade na comunicação. Fazendo uma analogia, podemos considerar vários pares de pessoas em uma sala se comunicando, só que cada par fala um idioma diferente que só eles entendem.
- Quanto mais diferentes os idiomas utilizados nesta sala, menor a probabilidade de confusão na comunicação (interferência entre os códigos). Por exemplo, o português e o espanhol são idiomas bastante parecidos; já o português e o alemão têm bastante diferenças.

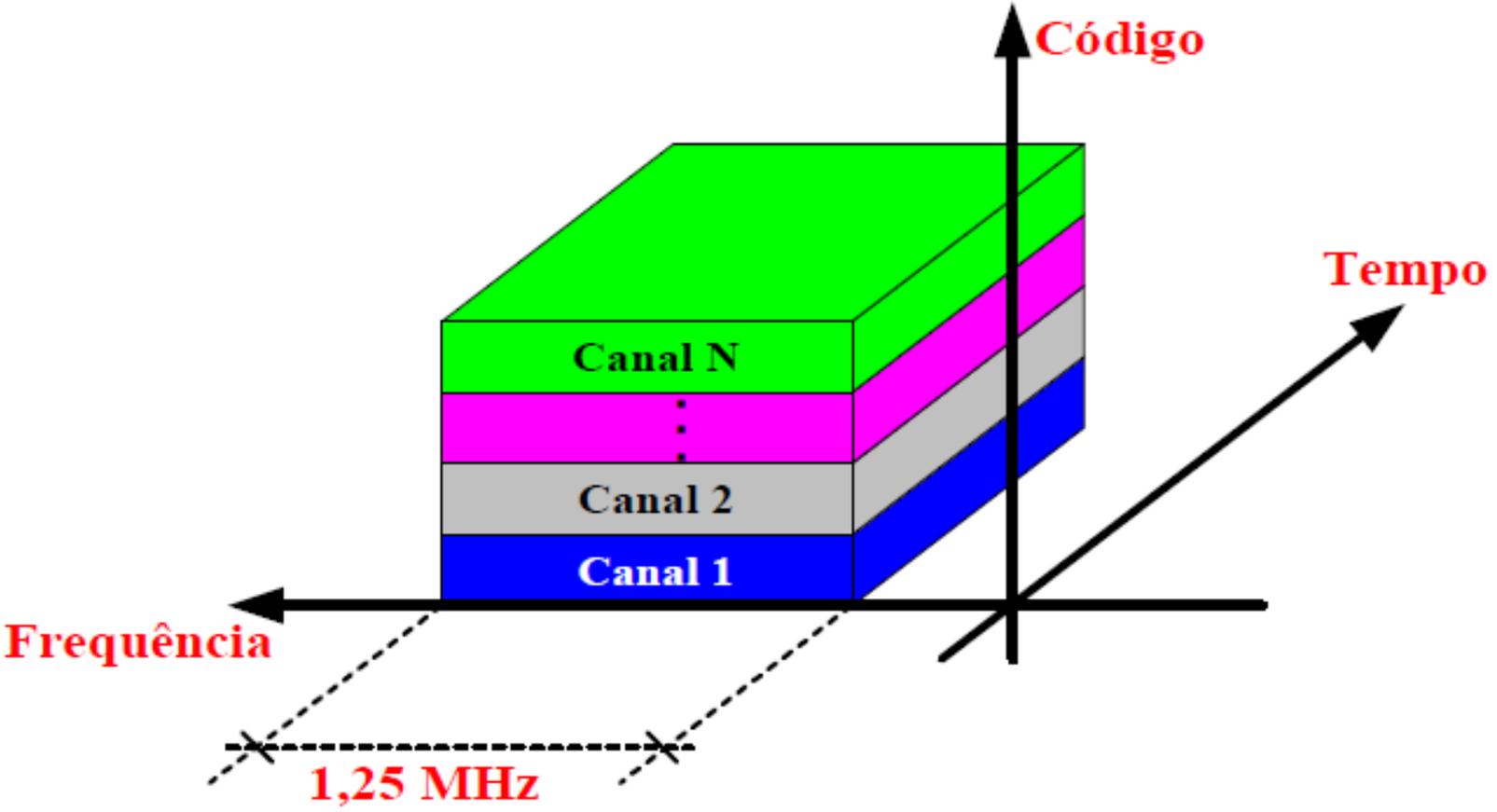
CDMA

- A técnica CDMA possui as seguintes características básicas: todos os usuários podem transmitir simultaneamente, nas mesmas frequências e utilizando toda a banda disponível.
- Ao invés de se fazer a separação entre usuários através de frequência ou frequência/tempo, a cada usuário é designado um código, de forma que sua transmissão possa ser identificada.

CDMA

- Os códigos usados têm baixa correlação cruzada (é frequentemente utilizada quando se deseja procurar por um sinal de curta duração que esteja inserido em um sinal mais longo) idealmente zero, ou seja, são ortogonais, fazendo com que as informações contidas nas várias transmissões não se confundam.
- No outro extremo da comunicação, o receptor tem conhecimento do código usado, tornando possível a decodificação apenas da informação de seu interlocutor.

Representação CDMA



Espalhamento espectral

- Através dessa técnica, o sinal original que se deseja transmitir é espalhado por uma banda muito maior que a necessária a sua transmissão. Esse efeito é obtido, no caso do CDMA (espalhamento espectral por sequência direta, como será explicado), pela multiplicação do sinal por um código com taxa de transmissão muito superior, de forma que o sinal resultante ocupa uma faixa muito larga.
- A energia total é mantida, sendo distribuída uniformemente por toda a banda, assemelhando-se ao espectro de ruído branco (aquele que tem a sua potência distribuída uniformemente no espectro de frequência, ou seja, é uma constante).

Espalhamento espectral

- Todos os sinais oriundos dos diversos usuários/ERBs e o próprio ruído agregado à transmissão são superpostos no espectro. Através do código apropriado, a informação do usuário desejado é extraída em meio ao “ruído”.
- Nessa breve descrição, já é possível observar a alta imunidade intrínseca do espalhamento espectral a ruído e interferência, uma vez que sinais de outros usuários bem como ruído/interferência são tratados da mesma forma e seus danos à informação de determinado usuário são eliminados, teórica e idealmente, quando da aplicação do código de recuperação.

Espalhamento espectral

- Há duas formas principais de se realizar o espalhamento espectral: Salto em Frequência – *Frequency Hopping* (FH) e Sequência Direta – *Direct Sequence* (DS).
- O que se chama comumente de CDMA é, na verdade, a técnica de múltiplo acesso por sequência direta.

Salto em Frequência (FH)

- Nessa técnica, a portadora “salta” entre as várias frequências do espectro alocado. A faixa original do sinal é mantida, porém, como a portadora percorre rapidamente uma faixa muito grande de frequências, o efeito final é de espalhamento espectral. Um sistema FH pode ser pensado como um sistema FDMA com diversidade de frequência.
- Esta técnica provê um alto nível de segurança, uma vez que um receptor que queira interceptar a comunicação e que não saiba a sequência pseudo-aleatória usada para gerar a sequência de “saltos”, necessitará buscar por frequências de forma muito rápida e acertar a frequência em uso em cada instante (e no *slot* de tempo exato).
- Pode apresentar problemas de colisão entre usuários e é crítico quanto à necessidade de sincronização entre transmissor e receptor.

Sequência Direta (SD)

- No CDMA como dito, a técnica baseia-se em associar códigos ortogonais aos usuários, de forma que suas comunicações não interferem entre si mesmo compartilhando o mesmo espectro e tempo. Para determinado usuário, todos os outros são vistos como sendo ruído.
- O código utilizado na transmissão deverá ser conhecido na recepção. Cada EM gera uma parcela do ruído total do sistema que é proporcional ao número de chamadas em curso.
- Assim, o receptor correlaciona os sinais recebidos com o código gerador multiplicando-os, detectando o sinal desejado que agora se destaca sobre os demais.

CDMA

- No processo de transmissão pelo método do CDMA a voz é primeiramente codificada, passa por um espalhador (*spreader*) que a multiplica por sequência preestabelecida e única para cada EM, o sinal de espectro agora espalhado é modulado em amplitude e transmitido.
- O ruído pode ser trabalhado utilizando-se taxas menores nos períodos de silêncio em uma conversação. O controle da potência nas EMs equaliza o nível de interferência provocado por usuários próximos ou distantes da ERB. A utilização de antenas diretivas limitando o ângulo de chegada dos sinais também reduz o nível do ruído.

CDMA

- Verifica-se que o fator limitante do método CDMA é a relação sinal-ruído por EMs. Assim, a capacidade do sistema é determinada pelo nível da relação sinal-ruído e pelo ganho de processamento.
- Mesmo assim considera-se um ganho da ordem de 8 vezes em relação à capacidade do método FDMA.
- Os sistemas que utilizam o método CDMA tem como padrão de reuso somente uma célula por *cluster*. Isto dispensa o planejamento de frequências.

CDMA

- O que diferencia uma célula de outra são os conjuntos de códigos utilizados já que todas as células utilizam a mesma frequência portadora.
- Isto facilita a implementação do procedimento de *soft handoff* (uma EM pode ser ativamente ligado a múltiplas ERBs, simultaneamente, durante um período de tempo considerável).
- Neste procedimento a EM cruzando a fronteira entre duas células poderá utilizar os sinais das duas ERBs ao mesmo tempo, transmitindo o mesmo código, combinando os sinais recebidos para melhorar a recepção.

CDMA

- Os sistemas que utilizam o CDMA seguem o padrão IS-95 com taxa de espalhamento a 1,2288 Mbps utilizando uma portadora de 1,25 MHz de faixa. O uso de uma taxa básica de 9,6 kbps implica em maior capacidade do sistema e em menor qualidade de transmissão.
- Utilizando 14,4 kbps teremos uma menor capacidade do sistema, porém uma melhor qualidade de transmissão. Um fato curioso é que as operadoras podem prover serviços em ambas as taxas com tarifas diferenciadas.
- Para a expansão de um sistemas baseado em CDMA basta aceitar uma degradação do grau de serviço pelo o aumento do número de usuários no sistema, o que simplesmente aumenta a interferência total, e não implica em nenhuma alteração física do sistema.

Características

- Usuários comunicam-se usando as mesmas frequências, simultaneamente, por divisão de código;
- Não tem um limite de capacidade bem definido;
- Efeitos do canal nocivos e seletivos em frequência podem ser minimizados;
- *Handoff* entre células co-canal pode ser suave;
- Problema perto-distante;
- Sigilo na comunicação.

CDMA x FDMA e TDMA

- Uma vantagem básica do CDMA é sua capacidade muito maior de tolerar sinais interferentes, se comparado a FDMA e a TDMA.
- Como resultado dessa qualidade, problemas de alocação da banda e interferência entre células adjacentes são simplificados, enquanto que sistemas FDMA e TDMA precisam de cauteloso estudo de alocação de frequência e *slots* para evitar interferência, exigindo filtros sofisticados e tempos de guarda entre *slots*.
- Aumento de capacidade no CDMA pode ser conseguido através do fator de atividade de voz, utilizando-se os instantes de tempo nos quais não é detectada voz para prover aumento de usuários atendidos (utilização de *vocoders* (codificador de voz) eficientes).

CDMA x FDMA e TDMA

- Em termos de capacidade, teoricamente o CDMA possui uma vantagem sobre sistemas analógicos por um fator de 20.
- Por outro lado, toda a vantagem teórica do CDMA exige que uma série de requisitos como, controle de potência eficiente, ortogonalidade entre códigos e necessidade de sincronismo perfeito (bases são sincronizadas por GPS – Sistema de Posicionamento Global, e passam o sincronismo aos móveis), entre outros, sejam atendidos.
- Na prática, dada a dificuldade de se implementar todos os requisitos, sistemas CDMA em geral não exploram toda a capacidade teórica prevista para essa técnica, embora os avanços tecnológicos os levem cada vez mais próximos a esse ideal.

CDMA x FDMA e TDMA

