CDMA

Acesso Múltiplo por divisão de Código

CDMA é uma das tecnologias usadas para comunicação sem fio onde o fluxo de informações ocorre por meio de ondas de rádio. O CDMA foi desenvolvido primeiro nos sistemas militares de telecomunicações via rádio. Ele gasta pouca energia; usa as freqüências disponíveis de forma muito eficiente, simplifica o planejamento, pois todas as máquinas transmitem e recebem na mesma freqüência; usa exclusivo sistema de códigos que permitem receber o sinal desejado mesmo em condições adversas.

Outra grande vantagem está na segurança porque é muito difícil interferir numa transmissão via rádio que use CDMA, e também, rastrear e ouvir clandestinamente esta transmissão.

O CDMA difere tanto dos sistemas convencionais, que se torna difícil estabelecer comparações. No celular analógico AMPS (Advanced Mobile Phone System) em uso no Brasil, por exemplo, cada telefone usa um par de freqüência de rádio (canal) quando se quer falar, sendo um par transmitir informações e outro para recebê-las.

Em 1989, os militares americanos liberaram a tecnologia CDMA para aplicações comerciais, Lucent, Motorola, Nec, Sansung e muitas outras vêm investindo nesta tecnologia. Hoje ela esta sendo usada comercialmente em vários países.

Cada assinante utiliza um só canal. Esses canais são semelhantes aos de TV: cada um deles está numa freqüência específica , exclusiva, e não se mistura com os outros. Para ver uma emissora é preciso sintonizar seu canal (suas freqüências).

No sistema CDMA, todos os assinantes transmitem e recebem informações usando o mesmo canal, ao mesmo tempo!

A diferença entre CDMA e os outros sistemas

A cada assinante é atribuído em código exclusivo. Para receber as informações de um assinante específico, só conhecendo seu código. Seria como se todas as emissoras de TV fossem transmitidas no mesmo canal, ao mesmo tempo. A imagem recebida ficaria uma bagunça completa. Contudo, se antes da transmissão fosse associado um código a cada emissora, bastaria informar ao aparelho de TV o código desejado, e a imagem da TV ficaria nítida.

Imagine duas pessoas conversando numa sala. É mais ou menos assim que o sistema analógico AMPS funciona. Imagine agora que em numa sala muitas pessoas estão falando ao mesmo tempo, mas você consegue entender uma pessoa por vez. Isto é porque seu cérebro pode separar as características de uma voz e diferenciá-la das outras que estão falando. À medida que a festa fica maior, cada pessoa tem que falar mais alto, e o tamanho da sua zona da conversa fica menor. Isto ficaria ainda mais dramático se cada conversa fosse num idioma diferente. Com o CDMA é semelhante, mas o reconhecimento baseia-se no código. A interferência é a soma de todos os demais usuários da mesma freqüência CDMA , tanto dentro como fora das células domiciliares e com as versões retardadas destes sinais. Ainda é preciso incluir o ruído térmico habitual e os distúrbios atmosféricos. É mais ou menos assim que o CDMA funciona.

A tecnologia

No sistema AMPS, quando o usuário conversa, ocupa duas posições fixas no espectro de freqüências: as portadoras para transmitir e receber informações ou seu canal de voz. No sistema digital TDMA, ele divide o mesmo canal com dois outros assinantes, cada um a seu tempo. Numa ERB (Estação Rádio- Base) CDMA os sinais de 60 assinantes são transmitidos na mesma freqüência portadora, todos ao mesmo tempo.

É uma portadora mais larga de 1,25Mhz, que ocupa o espectro de seis canais AMPS, nesta ERB, em grupos de sete células. Os assinantes são distinguidos por um código atribuído a cada um conforme a figura 01.

1. O sistema CDMA é digital, isto é, a voz dos assinantes é digitalizada (convertida em bits) antes de qualquer coisa. Pelo processo mais comum de conversão PCM (Pulse Code Modulation), a digitalização de 1 segundo de conversa resulta em 64.000 bits ou 64Kbps. Por que digitalizar? Porque o CDMA é um equipamento computadorizado; como todo computador, trabalha apenas com zeros e uns. E, além disso, é mais fácil fazer cálculos complexos usando bits do que sinais analógicos.

2. No padrão CDMA IS - 95 (International Standard) , o sinal PCM de 64 Kbps é comprimido para um sinal de velocidade menor. Esta compressão é realizada pelo vocoder ou codificador de voz . Há vários tipos de vocoders, que produzem velocidade diferentes, sendo mais utilizado o 8Kbps EVCR (de ótima qualidade de voz). Vocoders são importantes para aproveitar melhor o espectro de freqüências : onde caberia só um sinal de 64Kbps cabem vários sinais de 8Kbps.

3. A seqüência digital na saída do vocoder é transformada em outra seqüência de taxa maior. Isso se consegue somando- se o sinal digital de voz através de um circuito " OU_EXCLUSIVO" com uma seqüência pseudo- aleatória gerada por meio de um código específico de 128 bits (no caso do IS- 95), ou seja, cada bit de informação será substituído por este código. Ao bit zero atribui- se um código (entre trilhões de combinações) e ao bit 1 atribui-se o código inverso ao do bit zero como mostra a figura 02.

No receptor, se aparecer o código, recupera-se o bit zero, se aparecer o inverso do código, recupera- se o bit 1. Importante: os 128 bits do código ocuparão o mesmo tempo do bit original, ou seja, a velocidade do código é muito maior. Se o vocoder produzir um sinal de 8Kbps, depois de codificado este sinal será de 1,228 Mbps, tornando mais fácil a recuperação posterior do sinal, ainda em condições adversas.

Esta técnica de expansão do espectro chama-se, em inglês, spread spectrum, ou espalhamento espectral, a essência do CDMA.

4. A seqüência resultante do sinal codificado modula uma portadora "fo" produzindo o sinal que é transmitido. No meio de transmissão, este sinal se junta a outros sinais modulados na mesma freqüência, mas que utilizam seqüências pseudo-aleatória que foi utilizada na transmissão. Não haverá então, mistura de canais recebidos, desde que as seqüências de transmissão utilizadas sejam não correlatas.

O ser humano também consegue identificar códigos extensos mais facilmente. Por exemplo, é mais fácil notar a diferença entre as palavras "consubstanciação" e " telecomunicações", quando gritadas por alguém , do que distinguir as palavras "pé " e "do". Daí por que é mais fácil recuperar uma informação de muitos bits que de um único bit.

5. No meio de transmissão, o canal desejado fica mergulhado sob os canais compartilhantes da mesma faixa espectral. Após correlação com a seqüência local correta, o canal desejado agrega-se tornando-se estreito e fica muito mais intenso. Com isso ele emerge acima do nível do conjunto de canais compartilhantes, que continuam espalhados. Em seguida, este canal desejado estreito passa por um filtro adequado à sua largura de faixa estreita e a seguir é demodulado.

Quando existe um sinal interferente estreito no meio de transmissão, o correlator espalha esta interferência diluindo a sua energia ao longo da faixa espalhada. Portanto, a interferência se torna ineficaz, com isto, basta ir decodificando os zeros e uns originais, descomprimi-los e, a partir do sinal PCM, recuperar o sinal analógico. Os outros códigos, que não interessam, são simplesmente ignorados (figura 04). Todas as células (ERB's) trabalham com as mesmas freqüências portadoras, inclusive as adjacentes.

Dentro da célula, as portadoras devem estar transmitindo com a mesma potência, para que não possam ser diferenciadas pela intensidade do sinal. As portadoras das células adjacentes chegam atenuadas e comportam-se como ruído.

No AMPS a necessidade de reutilizar freqüências (dos canais) impede que os mesmos canais sejam utilizados nas células adjacentes (cluster). Como conseqüência, os 416 canais da banda A, por exemplo, são reduzidos a 59 canais por célula, no caso do cluster de 7 células.

Planejamento clusters de 21 células, pode-se ter apenas 19 canais por célula, que fica mais vulnerável a congestionamentos por que, uma hora ou outra, poderá haver mais de 19 assinantes querendo falar naquela célula. Estes problemas não ocorrem no CDMA porque todas as células estão transmitindo na mesma freqüência, usando toda a capacidade disponível no espectro .

A recepção do sinal original e dos sinais refletidos (fenômeno de propagação por vários caminhos) é algo muito sério nos sistemas AMPS, GSM e TDMA. O sinal original e suas réplicas refletidas têm fase, atenuação e atraso distintos: pode acontecer que um sinal cancele o outro.

Os telefones celulares CDMA podem receber estes vários sinais ao mesmo tempo, compará-los e aproveitar o melhor sinal de cada um deles. Isto se faz usando receptores conhecidos como Rake. Três receptores trabalham cada um com uma réplica do sinal. Por meio da comparação entre estas três réplicas, a degradação do sinal é corrigida, resultando num único sinal mais robusto e saudável.

O controle da potência irradiada pelos telefones conforme eles se movimentam, é muito importante para minimizar a interferência sobre às vezes uma ERB ordena 20 comandos por segundo de alteração na potência de transmissão para cada telefone celular. Isto garante que na ERB não chegue nenhum sinal de telefone forte o bastante para se sobrepor aos outros. (Voltando ao exemplo das pessoas

falando línguas diferentes numa mesma sala: se uma delas começar a berrar, vai ser difícil distinguir as outras).

Todo o controle de potência do sistema CDMA faz com que tanto telefones quanto ERBs transmitam sempre na menor potência possível, economizando energia. Também o controle de potência de transmissão das ERBs e muito mais acurado. Isto porque todos os telefones celulares que estão dentro da célula medem as mesmas freqüências. E todos eles transmitem sua medidas para a ERB, que tem um panorama completo do sinal na sua região. Soft handoff ocorre quando o móvel inicia comunicação com uma nova ERB sem interromper a comunicação com a ERB anterior. Este tipo de handoff só pode ocorrer entre canais CDMA que utilizam a mesma freqüência, ou seja , o solft handoff só ocorre entre canais CDMA de mesma portadora. Durante a conversação, o terminal procura continuamente por outras ERBs. Se for encontrada alguma com potência suficiente, o móvel solicitará o solf handoff. Durante algum tempo manterá contato com as duas ERBs. O enlace com a primeira ERB só será interrompido quando o nível do sinal cair de um certo limiar.

Durante o soft handoff o móvel estabelece comunicação com duas ou mais ERBs (ou setores se for o caso) simultaneamente. Ou seja, ele utiliza canais de tráfego direto e reverso para trocar dados (voz e sinais de controle) com todas as ERBs participantes. As ERBs envolvidas enviam seus frames para a CCC (Central de Comutação e Controle), que escolhe o melhor deles. Da mesma forma, o móvel recebe o sinal das ERBs envolvidas (canal direto) e efetua uma correção coerente no seu rake receiver. Isto proporciona um ganho de capacidade nos canais direto e reverso, aumentando a qualidade do sinal recebido nos dois extremos (telefone e CCC). Tipicamente o soft handoff ocorre na região de fronteira entre as células, onde o enlace está mais fragilizado. Uma vez que não há interrupção no enlace, o solf handoff é imperceptível ao usuário.

Nos sistemas AMPS e TDMA, há troca de canais (ou de freqüências portadoras) quando o usuário sai de uma célula e entra em outra, o que pode ocasionar um pequeno clique. Também pode ocorrer que a ERB de destino não canais disponíveis, resultando em brusca de qualidade ou na queda da ligação.

Violar o sigilo de uma conversa CDMA não é fácil, ao menos por enquanto, pois o sistemas é muito complexo.

Não há, ainda, a venda no mercado de equipamentos especiais para escuta telefônica ou para a construção de clones. Para o padrão AMPS, há sites na Internet que explicam como construir cópias ilegais, cujos equipamentos necessários são vendidos em lojas de dispositivos eletrônicos.

Material extraído do site www.webtecnologia.cjb.net