

Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Aula 11

Rede de Telefonia Celular – Introdução

“Sempre que houver alternativas, tenha cuidado. Não opte pelo conveniente, pelo confortável, pelo respeitável, pelo socialmente aceitável, pelo honroso. Opte pelo que faz o seu coração vibrar. Opte pelo que gostaria de fazer, apesar de todas as consequências.” (Osho)

O que Aprenderemos?

- Compreender o funcionamento básico das redes de telefonia celular.
- Identificar os principais componentes e tecnologias utilizadas nas redes celulares.
- Aprender como é possível a reutilização de faixas de frequência;
- Entender como se dá o processo de *handoff* e *roaming*;



Introdução

O sistema de comunicações móveis, como conhecemos hoje, surgiu no pós-guerra, em 1947 na empresa Bell Laboratories (fundada por Graham Bell, inventor do telefone). Estas redes utilizavam tecnologia analógica, permitindo apenas a transmissão de voz. Ele faz uso de células (áreas de cobertura) para permitir transmissão em baixa potência (consumindo menos energia) e aparelhos que permitisse portabilidade. Implementações comerciais surgiu em 1969 nos EUA.

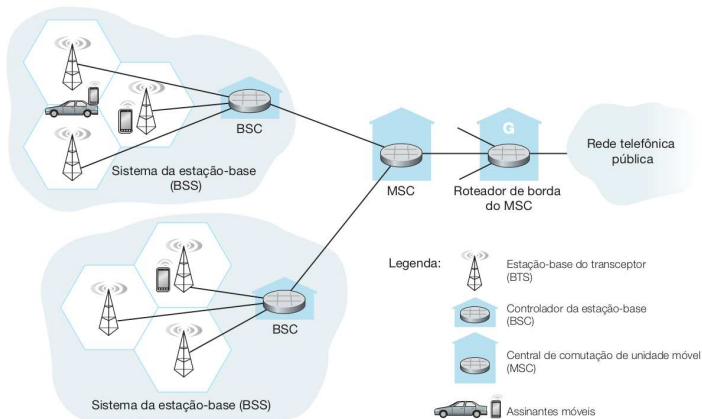


Introdução

As redes de telefonia celular desempenham um papel vital na sociedade moderna, proporcionando conectividade ininterrupta e impulsionando o avanço tecnológico em vários setores. Hoje, pessoas de diferentes partes do mundo podem se conectar instantaneamente por meio de chamadas de voz, mensagens de texto e videochamadas. Essa conectividade promove a troca cultural, facilita negócios internacionais e mantém laços familiares e sociais, independentemente da distância geográfica.

Profissionais com habilidades e conhecimentos nesta área são altamente valorizados em diversos setores. Além disso, a demanda por profissionais qualificados nesta área tende a aumentar, proporcionando carreiras recompensadoras.

O termo celular refere-se ao fato que a geográfica é dividida em várias áreas de cobertura conhecidas como células. Cada célula contém uma estação-base (BTS) que transmite e recebe sinais de estações móveis dentro de sua célula.



Arquitetura – Estação-Base

Cada célula contém uma estação-base (BTS), também conhecidas como torres de celular: transmitem e recebem sinais de rádio dos dispositivos móveis e conectam-se ao restante da rede. A área de cobertura de uma célula depende de muitos fatores, incluindo potência da BTS, potência dos aparelhos do usuário, obstáculos na célula (como prédios e construções) e altura das antenas da torre.

A partir do 4G a rede de telefonia é uma rede “toda em IP”, pois voz e dados são transportados em datagramas IP. As estações base são interligadas por fibra óptica.



Arquitetura – Controlador de Estação Rádio Base

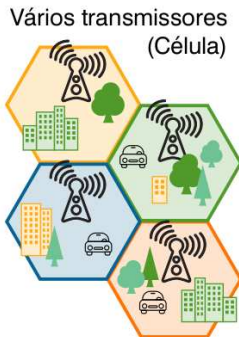
Um controlador de estação-base (BSC): gerencia múltiplas BTS, controlando canais de rádio e realiza a transferência de chamadas e dados entre diferentes BSCs (handovers) e administrar a potência de transmissão.

Arquitetura – Controlador de Estação Rádio Base

A central de comutação móvel (MSC): é um componente central da rede de núcleo que gerencia a comunicação de voz e dados entre a rede de telefonia móvel e outras redes, como a rede telefônica pública comutada e a Internet. Ele é responsável ainda pela autenticação de usuários e manutenção de registros de chamadas.

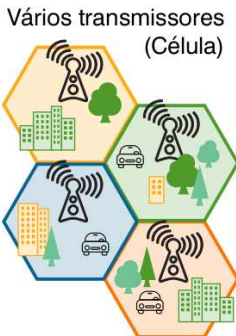
Arquitetura – Tamanho das Células

Em todos os sistemas de telefonia móvel, região geográfica da rede é dividida em células. O tamanho da célula não é fixo e pode ser aumentado ou diminuído. O raio de cobertura típico de uma célula é de 1 a 20 km.



Arquitetura – Tamanho das Células

Células menores significam menor necessidade de energia, o que possibilita menor consumo de energia nos aparelhos celulares. Além disso, áreas densamente povoadas requerem células geograficamente menores para atender às exigências de tráfego.



Reutilização de Frequência

As faixas de frequência utilizadas pela telefonia celular é bem variada, iniciando em 700 MHz até 2690 MHz (no 4G) e 3,5 GHz (no 5G). A Anatel controla a utilização destas faixas de frequência no Brasil.

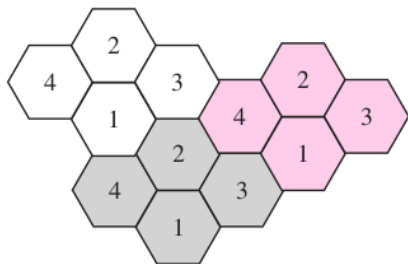
Reutilização de Frequência

Cada célula utiliza um conjunto de frequências. Este conjunto não pode ser utilizado pelas células vizinhas, pois poderão gerar interferência para os usuários localizados próximos às fronteiras das células. Entretanto, é possível criar um padrão de reutilização de frequências.

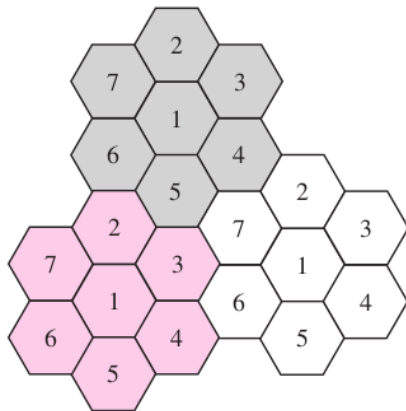
Vários transmissores
(Célula)



Reutilização de Frequência

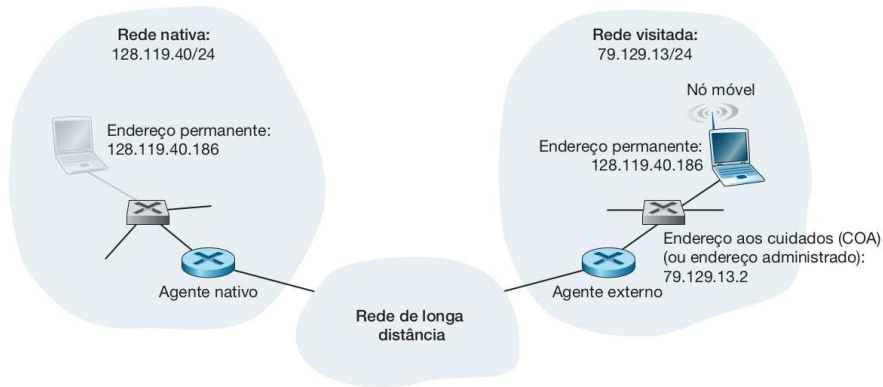


a. Fator de reutilização igual a 4

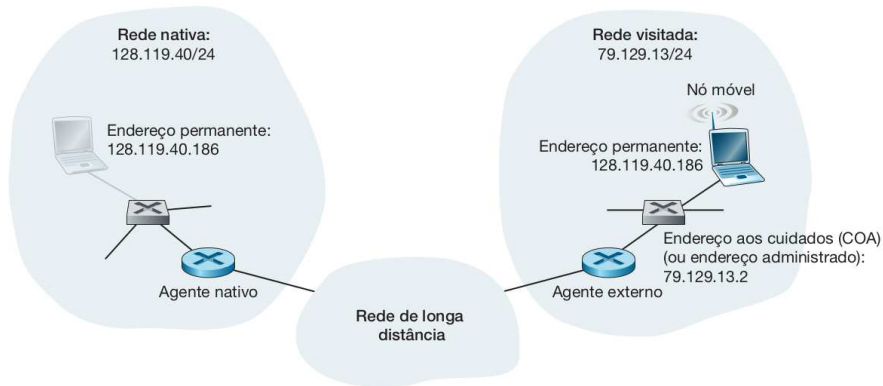


b. Fator de reutilização igual a 7

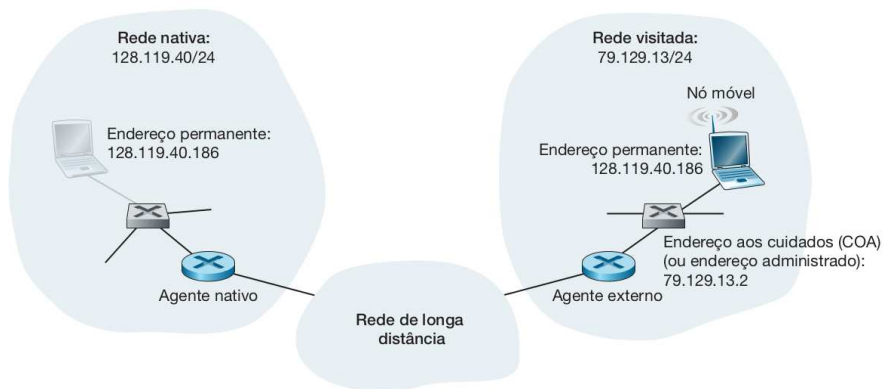
São atribuídos aos equipamentos uma célula chamada de residência permanente, onde ele normalmente passa grande parte do tempo, e a unidade de controle desta célula é chamada de agente nativo. Por exemplo, as redes nativas possivelmente seriam as redes das residências dos usuários.



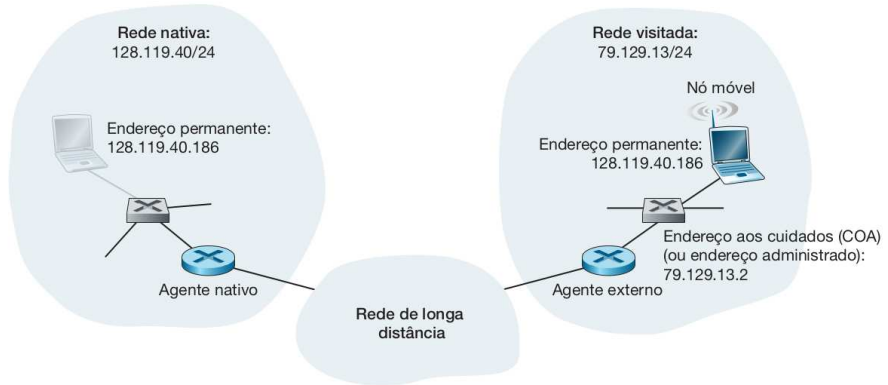
A controladora da rede nativa (agente nativo) mantém um registro com as informações do assinante e as informações sobre a localização atual dos dispositivos móveis. Este registro é chamado de Registro de Localização de Assinantes (HLR). Além da localização, ele contém informações de informações de autenticação e serviços.



Quando o dispositivo móvel se desloca para outro endereço, a nova célula é conhecida como rede externa (ou rede visitada), e a entidade controladora dentro da rede externa que auxilia o nó móvel no gerenciamento das funções é conhecida como agente externo.



A controladora da rede visitada também mantém um banco de dados que contém um registro para cada usuário móvel que está atualmente na parte da rede atendida por ela. Este registro é chamado de Registro de Localização de Visitantes (VLR) e inclui dados de identificação, localização atual, e serviços permitidos.



Registro na Rede de Telefonia

Quando o telefone celular é ligado, o aparelho procura a rede da sua operadora. As BTSs da operadora próxima ao aparelho recebem a consulta e informam a Central. Esta por sua vez, informa a controladora nativa do assinante. A controladora nativa localiza as informações do cliente em sua base de dados, atualiza os dados do assinante e o associa a uma BTS visitante que obteve o melhor nível de sinal e libera a rede. Depois disso, o dispositivo poderá se registrar na ERB mais próxima.

A Central monitora a localização dos dispositivos para se necessário trocar a sua rede nativa, caso ele passe a ficar com mais frequência em uma outra BTS.



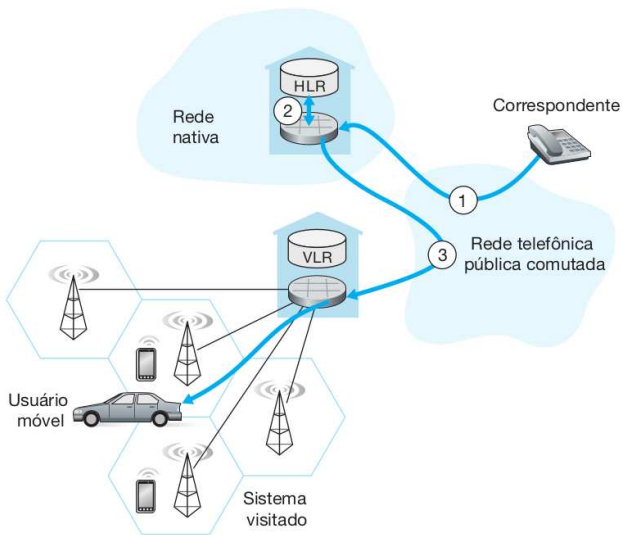
Estabelecimento de uma Chamada

1. O usuário disca o número do destinatário no seu dispositivo móvel que envia um pedido de chamada à Estação Rádio Base mais próxima através de um canal de controle. Este pedido contém informações como o número discado e a identificação do chamador.
2. O pedido de chamada é encaminhado pelo Controlador de Estação Rádio Base ao Centro de Comutação Móvel (MSC), que é responsável por gerenciar a configuração da chamada.
3. A Central verifica a autenticidade do dispositivo móvel e a validade do serviço do assinante através de um processo de autenticação.

Estabelecimento de uma Chamada

4. O MSC verifica se o número chamado está na mesma rede ou se precisa ser encaminhado para outra rede (por exemplo, outra operadora móvel).
5. Se o destinatário está na mesma rede, o MSC consulta o o controlador da rede nativa (HLR) para determinar a localização atual do destinatário e a ERB mais próxima a ele.
6. Na sequência, a Central estabelece uma ligação até a o controlador da rede visitada e instrui o controlador para alocar um canal de tráfego livre.
7. Finalmente, o celular toca. Quando o destinatário atende a chamada, um canal de voz bidirecional é estabelecido entre os dois dispositivos móveis, permitindo a comunicação.

Estabelecimento de uma Chamada



Encerrando de uma Chamada

Quando um dos participantes da chamada encerra a ligação, o dispositivo móvel envia uma mensagem de liberação à ERB. A ERB informa ao controlador e a Central sobre o fim da chamada. O controlador então libera todos os recursos alocados, incluindo os canais de voz e controle. A rede atualiza os registros de chamadas no sistema de faturamento.

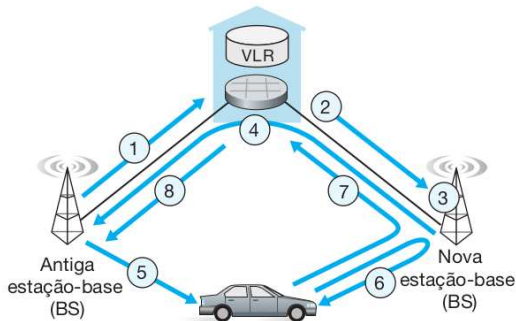
O dispositivo móvel e a ERB monitoram continuamente a qualidade do sinal. Parâmetros como a intensidade do sinal recebido (RSSI), a relação sinal-ruído (SNR), e a taxa de erro de bit (BER) são avaliados. Quando a qualidade do sinal cai abaixo de um limiar predefinido ou quando uma célula vizinha oferece um sinal significativamente melhor, o processo de modificação de célula deverá acontecer. Este processo, quando ocorre durante uma ligação, é chamado de handoff ou handover.



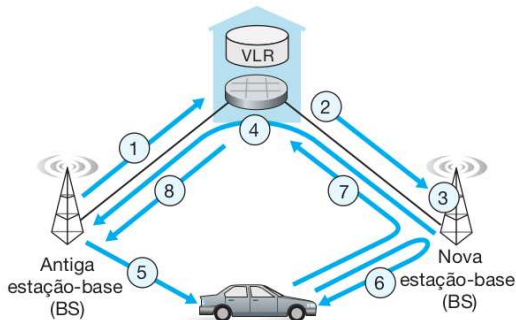
Há diversas razões possíveis para ocorrer um handoff, por exemplo:

- O sinal entre a estação-base corrente e o usuário móvel pode ter-se deteriorado a tal ponto que a chamada corre perigo de “cair”;
- Uma célula pode ter ficado sobrecarregada, manipulando grande número de chamadas. Esse congestionamento pode ser aliviado transferindo usuários móveis para células próximas, menos congestionadas.

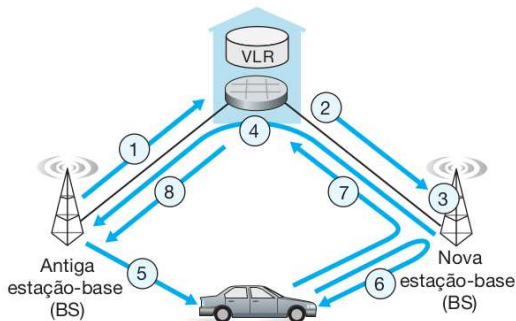
1. Quando a estação-base (BTS) detecta que está perdendo o sinal do usuário, ela informa à Central (MSC) que deve ser feita uma transferência de um usuário para outra BTS;
2. A Central consulta as BTS vizinhas, verifica a que possui maior sinal do cliente e inicia a transferência para a nova BTS, alocando os recursos necessários para a chamada ser redirecionada;



3. A nova BTS reserva um canal de rádio para ser utilizado pelo usuário móvel e informa à MSC e à antiga BTS, que o usuário pode ser realocado;
4. O usuário móvel é informado pela BTS atual de que deve realizar uma transferência para outra BTS. Ele e a nova BTS trocam mensagens para configuração;

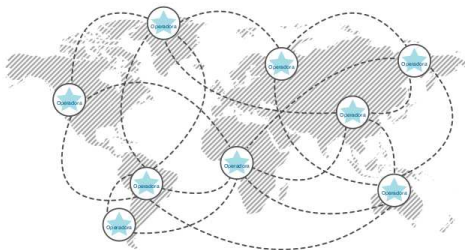


5. O usuário móvel envia à nova BTS uma mensagem de conclusão de transferência (que está pronto). Esta mensagem é repassada para a central MSC que irá redirecionar a chamada em curso para o usuário móvel.



Roaming

Um provedor de serviços normalmente tem cobertura limitada. Desta forma, provedores de serviços podem fazer parcerias para estender sua cobertura por meio de contratos de roaming, que permite que assinantes operem em áreas diferentes da sua operadora. As chamadas efetuadas pelo celular visitante, agora são comutadas e roteadas pela operadora parceira, se as operadoras tiverem acordo para tal.



Dúvidas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE