

LTE/LTE-A

Long Term Evolution / Long Term Evolution Advanced

Hartur Barreto Brito - hbb@ecomp.poli.br

Felipe Jorge Pereira - fjp@ecomp.poli.br

2014.2

1 Introdução

O LTE (Long Term Evolution) é a nova geração das redes móveis que foi padronizada pelo 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Os principais objetivos desta tecnologia são o esforço para minimizar a complexidade do sistema e dos equipamentos dos usuários, permitir a distribuição flexível do espectro através de novas frequências ou das faixas já utilizadas e permitir a coexistência desta rede com outras redes já implantadas como o GSM (Global System for Mobile Communications) e o WCDMA (Wide-Band Code-Division Multiple Access) além de oferecer altas taxas de downlink e uplink.

2 Características

Inicialmente o LTE foi desenvolvido para prover serviços de dados. Esta tecnologia está programada para fornecer suporte ao tráfego baseado em IP (Internet Protocol) com QoS (Quality of Service) fim-a-fim e conta com o apoio das tecnologias Multiple Input Multiple Output (MIMO), multiplexação Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) no downlink e Single Carrier FDMA no uplink para conseguir utilizações eficientes do espectro.

Apesar do LTE ter sido especificado para trabalhar com canais de 1.4, 3.5, 10, 15 e 20 MHz, as velocidades mais altas só são obtidas com canais de 20 MHz, quando é possível obter 100 Mb/s de velocidade de pico de downlink e 50 Mb/s de uplink.

Ao contrário do High Speed Packet Access (HSPA), que foi acomodado dentro da arquitetura Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) Release 99, o 3GPP está especificando um novo núcleo baseado em comutação por pacotes, o Evolved Packet Core (EPC), para apoiar as outras camadas de rede através de uma redução no número de elementos de rede, simplificando a sua arquitetura.

Em 2009 a 3GPP lançou a Release 8 na qual o LTE foi descrito e se adequava aos padrões exigidos pelo IMT2000.

Com o lançamento do IMT-Advanced(4g) logo a 3GPP procurou se adequar aos padrões desenvolvendo o seu padrão de comunicação. Então, com o lançamento da Release 10, o LTE passou a ser conhecido como LTE-Advanced por se adequar aos padrões do 4g.

Para ser considerada uma tecnologia 4G é preciso ser reconhecido como um sistema IMT-Advanced(4G). Assim como algumas versões do WiMAX, o LTE-Advanced é considerado uma tecnologia 4G. Abaixo podem ser observados os pré requisitos para ser reconhecido como uma tecnologia IMT-Advanced(4G):

- Ser baseado em comutação por pacote IP
- Ter interoperabilidade com os padrões wireless conhecidos
- Uma taxa nominal de 100 Mbit/s quando o cliente está em alta velocidade com relação à estação e 1 Gbit/s quando o cliente e a estação estão estáticas.
- Uso e divisão dinâmicas de recursos de rede para suportar acessos simultâneos de usuários por célula (ENodeB - Estação Rádio-Base utilizado no LTE).
- Canal variável com comprimento de onda entre 5 e 20 MHz. Opcionalmente acima de 40 MHz.
- Pico de eficiência espectral de 15bit/s/Hz no downlink e 6.75 bit/s/Hz no uplink (Significa que um downlink de 1 Gbit/s deve conseguir pelo menos 67MHz de comprimento de onda).
- Eficiência espectral do sistema a partir de 3 bit/s/Hz/cell no downlink e 2.25 bit/s/Hz/cell no uplink para uso interno.
- Boa conectividade com um handover (transição entre ENodeBs) imperceptível.
- Capaz de oferecer um serviço de suporte à multimídia de alta qualidade.

3 Cenário da Comunicação Móvel

A demanda por maiores taxas de transmissão está aumentando exponencialmente aplicações como compartilhamento P2P e Streaming de vídeo que consomem o maior percentual da rede cresceram nos últimos anos.

Esses rápidos aumentos na demanda defasaram rapidamente e as tecnologias 3.xG, assim para acompanhar a demanda e oferecer ao usuário uma melhor experiência o LTE-Advanced (4G) foi desenvolvido assim como cada um de seus predecessores.

4 Diferenças e modificações do LTE-Advanced desde o Release 8

- O esquema OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access), uma versão do OFDM direcionado para vários usuários, foi introduzido no Downlink (DL) dando robustez a interferência de vários caminhos, também conhecida como eco, e cassando com técnicas mais avançadas como MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) e Frequency Domain CDS (Channel-Dependent Scheduling).
- O Single Carrier FDMA (SC-FDMA), foi adotado no Uplink (UL), como forma de minimizar o Peak-To-Average Power Ratio (PAPR), aplicado nos User-Equipaments (UE) para melhorar a eficiência da potência de transmissão.
- MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) técnica de multi-antenas é os recursos mais importante do LTE (disponível desde a versão 9) utilizada para aumentar o trafego de dados, a partir do release 10, utiliza-se a configuração de 8x8 no DL (8 antenas no EnodeB transmissor e 8 antenas no EU receptor) e 4x4 no UL.
- Baixa latência devido ao baixo tempo de setup e pequenos intervalos de transmissão, este é um recurso básico para muitas aplicações e sendo as principais transferências de vídeo e voz, que dependem de baixos tempos de latência.
- Bandwidth variáveis assimétricas e maiores bandas (máximo de 100MHz), no LTE-A as bandas de DL e UL podem assumir tamanhos diferentes, esse recurso foi implementado por causa da natureza assimétrica da rede. Para alocação que aumentar as bandas e aloca-las eficientemente o conceito de Carrier Aggregation foi criado, basicamente ele

permite que um mesmo canal de comunicação ocupe diferentes parcelas Component Carriers (CC) da faixa de frequência sendo distribuídas ou em diferentes continuamente ou não.

- Transmissão e recepção multiponto (CoMP) que melhora o sinal recebido do terminal do usuário. As células servidoras e vizinhas são usadas de forma que o co-canal de interferência das células vizinhas são reduzidos. Isso possibilita uma coordenação dinâmica entre pontos de transmissão geograficamente separados no downlink e recepção no uplink. Esse mecanismo proporciona uma grande taxa de dados, aumentando assim, a taxa de bit do sistema.
- A retransmissão aumenta a área coberta e a capacidade da rede. Dispositivos móveis de usuários se comunicam com o nó de retransmissão, que se comunica com uma Donor eNB. Nós de retransmissão também podem suportar funcionalidades de camadas superiores, como decodificar dados do usuário vindos da Donor eNB e re-codificar os dados antes de transmiti-los pelo terminal do usuário.
- Retransmissão Tipo 1: Utilizada para garantir a compatibilidade com os releases anteriores, a torre de retransmissão do Tipo 1 tem como principais funções a transmissão de canais de sincronização e símbolos de transferência. A torre de retransmissão do Tipo 1 controlam suas células com suas próprias IDs.

Type 1

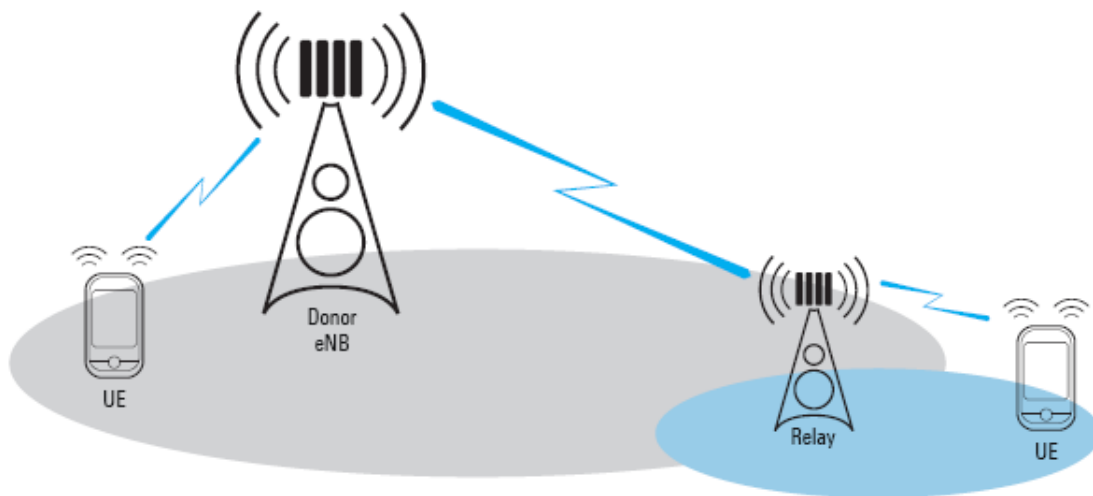


Figura 1: Retransmissão tipo 1.

- Retransmissão Tipo 2: Diferente das torres de retransmissão do tipo 1, elas não possuem ID próprias, o que faz com que o dispositivo do usuário não consiga distinguir se a transmissão veio de uma Donnor eNB ou de uma torre de retransmissão. As Donnor eNBs transmitem dados de controle e as torres de retransmissão, dados de usuários.

Type 2

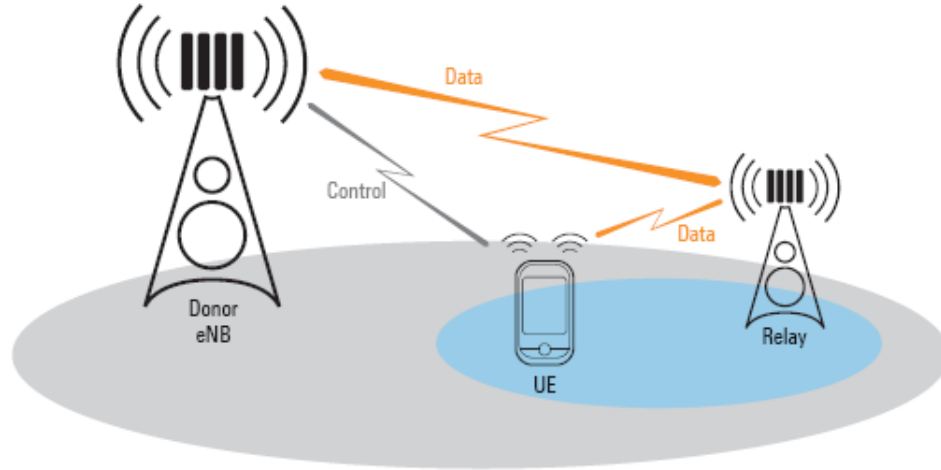


Figura 2: Retransmissão tipo 2.

A tabela 1 compara diferentes aspectos entre LTE e LTE-Advanced:

Tabela 1: Comparação entre LTE e LTE-A

Technology	LTE	LTE-A
Peak data rate Down Link (DL)	150Mbps	1Gbps
Peak data rate Up Link (UL)	75Mbps	100MHz
Movility	Optimized for low speeds (<15 km/hr) High Performance At speeds up to 120 km/hr Maintain Links at speeds up to 350 km/hr	Same as that in LTE
Transmission bandwidth DL	200MHz	100MHz
Transmission bandwidth UL	200MHz	40MHz (requirements as defined by ITU)
Coverage	Full performance up to 5 km	Same as LTE requirement. Should be optimized or deployment in local areas/micro cell environments.
Scalable Band Widths	1.3, 3, 5, 10 and 20MHz	Up to 20-100MHz
Capacity	200 active users per cell in 5MHz	3 times higher than that in LTE

5 MIMO - Multiple-Input e Multiple-Output

O Mimo é a utilização de múltiplas antenas tanto no transmissor como no receptor com objetivo de aumentar a eficiência da comunicação.

Distribuindo a potência total do transmissor em múltiplas antenas, esta técnica consegue obter um ganho total que melhora a eficiência espectral e a relação sinal-ruído em relação à sistemas que utilizam apenas uma antena. Assim, ela oferece um maior tráfego de dados e alcance sem consumir mais banda ou potência no transmissor.

Os transmissores de sistemas MIMO estabelecem múltiplos canais de comunicação para cada antena, cada sinal é codificado levando em conta o caminho que o sinal vai percorrer entre as antenas transmissoras e receptoras de forma tal que cada antena transmissora envia seu sinal para todas as antenas receptoras. O sinal é então tratado no receptor que recupera a informação original.

6 Esquemas de transmissão MIMO

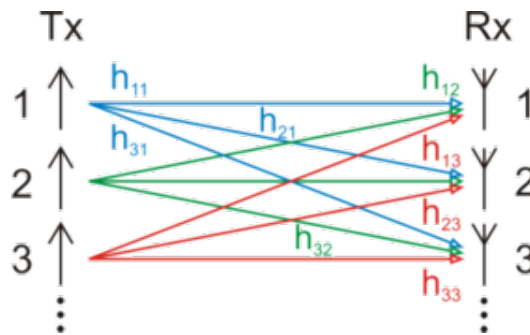


Figura 3: Retransmissão tipo 2.

6.1 Codificação espaço-tempo

Neste caso o sistema MIMO fornece ganho de diversidade para combater o desvanecimento do sinal causado por multi-percurso. Neste sistema, é feita uma cópia do sinal, porém eles são codificados de formas diferentes e são enviados simultaneamente por diferentes antenas. O fato de enviar a mesma quantidade de dados por diferentes fontes ao mesmo tempo aumenta a força total do sinal enviado. A figura 3 apresenta um sistema MIMO utilizando a codificação espaço-tempo.

6.2 Multiplexação espacial

Na Multiplexação espacial, um sinal com uma grande taxa é dividido em vários sinais com baixa taxa e são transmitidos por diferentes antenas no mesmo canal de frequência. Se esses sinais chegarem no vetor da antena receptora com caminhos de comunicação suficientemente diferentes e o receptor tiver informação precisa do estado atual do canal, ele poderá separar completamente os sinais em canais paralelos.

7 Referências

- http://www.teleco.com.br/4g_tecnologia.asp
- http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialintlte/pagina_1.asp
- http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialintlte/pagina_4.asp
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Long_Term_Evolution
- http://en.wikipedia.org/wiki/IMT_Advanced
- http://www.rohde-schwarz.com/en/applications/lte-advanced-3gpp-rel.11-technology-introduction-application-note_56280-42753.html
- http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialofdma/pagina_2.asp
- <http://www.spiral.net/hardware/ofdm.html>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Diversity_scheme
- http://en.wikipedia.org/wiki/Diversity_gain
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Beamforming>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Space-division_multiple_access
- http://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency-division_multiple_access
- http://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency-division_multiplexing
- <http://ecee.colorado.edu/ecen4242/LTE/radio.htm>
- <http://www.eit.lth.se/fileadmin/eit/courses/ets190/group-21%3Bsubj-16%3Bnr1.pdf>