

Projeto II

Execução:

1. Trabalho individual
2. Pontuação final dependerá de todas as etapas do projeto
 - a. Código em Matlab bem comentado e atendendo os requisitos deste documento. Nessa pasta deve ter um arquivo chamado README.txt. Por meio dele, um usuário terá instruções de como rodar seu código. Isso precisa ser feito sem consulta do projetista do código e é um item muito importante da avaliação final do projeto.
 - b. Relatório em Latex contendo toda formulação, razões de cada cálculo, **indicação de referências** e devidas discussões. Referencie o documento com todo material usado (isso é muito importante), especialmente as normas!!! Especifique a seção e /ou tabela específica que foi usada em cada norma. O relatório valerá a metade da pontuação e **é limitado a 5 páginas. Cada página a mais renderá um ponto a menos.**
3. A entrega deve conter: um arquivo zip com duas pastas: (i) code; (ii) report, com o relatório em Latex (arquivos fontes e pdf), o qual irei compilar na minha máquina.

Objeto do projeto:

Até semestre passado esse projeto tinha como alvo o Release 8 do LTE. Agora, o alvo é o Release 10 do LTE. O sistema LTE foi introduzido no Release 8 do 3GPP em dezembro de 2008, sua evolução, no Release 10 trouxe as funcionalidades para o atendimento dos requisitos dos sistemas 4G (IMT-Advanced). Seguindo as especificações do Release 8, as seguintes características se destacam no LTE:

- Largura de banda flexível: 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz e 20 MHz;
- Pico de taxa de transmissão: 300 Mbps no downlink ao usar o MIMO 4x4 e 20 MHz de largura de banda e 64-QAM;
- Rede all-IP com baixo RTT (round trip time): 5 ms de latência de pacotes IP (em condições ideais de rádio)

Para o Release 10 (LTE-Advanced), as seguintes funcionalidades foram adicionadas:

- Densification (uso de small cells, resultando em um deployment denso em termos de eNBs);
- Relaying;
- MIMO (Downlink 8 x 8 MIMO e Uplink 4 x 4 MIMO);
- Carrier Aggregation (até 100 MHz de banda - 5 portadoras de 20 MHz).

Essas melhorias, principalmente o Carrier Aggregation, possibilitam taxas de transmissão teóricas de 1,5 Gbps (em 100 MHz no Uplink) e 3 Gbps (em 100 MHz no

Downlink). Fazer uma calculadora para calcular as diversas taxas de transmissão do LTE-Advanced é o objetivo desse projeto, assim, uma das funcionalidades importantes é o Carrier Aggregation.

Um frame LTE de 10 ms é dividido em 10 subframes de 1 ms cada, com cada subframe sendo formado por 2 slots de 0,5 ms cada. O subframe facilita a alocação de recursos, enquanto o slot é útil para sincronização e estimação de canal. O frame é a unidade de envio de informação do sistema. Cada slot contém 6 ou 7 símbolos OFDM, dependendo do tamanho do prefixo cíclico. Na frequência, múltiplos de 12 subportadoras de 15 kHz cada são agrupados em blocos de 180 kHz, denominados Physical Resource Blocks (PRBs). O número de PRBs existentes depende diretamente da banda disponível no sistema. Por exemplo, em 20 MHz de banda, existem 100 PRBs disponíveis para alocação. A mínima unidade de alocação de recurso se chama Resource Block (RB), o qual corresponde a meio subframe no tempo (1 slot) e um PRB na frequência. Assim, a cada TTI (Time Transmission Interval, igual a 1ms), a eNodeB escalona RBs para os UEs do sistema. Este projeto estimula o aluno a entender com mais detalhes a alocação de recursos do LTE e sua capacidade máxima teórica.

Para tal, o objetivo é entender a formulação de capacidade máxima do downlink (peak throughput) do LTE-Advanced e prototipar uma calculadora que indique a taxa de transmissão máxima (teórica) para a variação dos parâmetros importantes da camada PHY. Para o LTE Release 8, tais parâmetros eram:

- Banda disponível: 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz e 20 MHz;
- Tamanho do prefixo cíclico (CP): CP normal ou CP estendido;
- Valor da MCS: 0 a 28
- Esquema MIMO: Sem MIMO, MIMO2X2 e MIMO 4X4

Um dos grandes objetivos desse projeto é também identificar quais os parâmetros de camada PHY influenciam no cálculo do peak throughput do LTE-Advanced. Isso está bem mapeado para o Release 8, ficando como desafio o mapeamento para o Release 10.

Para release 8, o Downlink throughput é calculado baseado na especificação 3GPP 36.213, principalmente pelas tabelas 7.1.7.1-1 e 7.1.7.2.1-1. Outro desafio importante é mapear a norma que tem as tabelas do LTE-Advanced, e usá-las para a sua calculadora. Será a mesma normal, em sua versão mais atualizada?

Faça uma interface gráfica para facilitar o uso da calculadora. O formato da interface é livre. Sugiro o uso do Matlab. Para o LTE Release 8, a calculadora devia conter, pelo menos, os seguintes campos:

- Parâmetros de entrada (especificados acima, com a adição de novos parâmetros do Release 10);

- Informação do número de PRBs, dependendo da escolha da banda;
- Informação da modulação, do TBS Index e tamanho do bloco de transporte, dependendo da MCS escolhida;
- Claro, o valor do throughput de pico do DL.

A seguinte tela foi feita para a calculadora do Release 8. A mesma deve ser atualizada para o Release 10.

Existem duas maneiras de calcular a taxa de pico: (i) Pelas tabelas da norma (que incluem valores mais precisos em relação ao overhead); e (ii) Via equações que relacionam a capacidade do PRB e a disponibilidade de PRBs dependendo da banda escolhida. Fica a critério do aluno fazer das duas formas, **mas o projeto requisita minimamente os cálculos pelas tabelas da norma do Release 10 do LTE.**

O aluno que fizer e explicar as duas maneiras de realizar o cálculo, ganhará pontuação extra.

Algumas referências interessantes:

<http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/97-lte-advanced>

<http://www.simpletechpost.com/p/throughput-calculator.html>

<https://www.aglmediagroup.com/wp-content/uploads/2015/03/Understanding-Carrier-Aggregation-150303.pdf>

<http://www.techplayon.com/lte-fdd-system-capacity-and-throughput-calculation/>

http://anisimoff.org/eng/lte_throughput_calculator.html

http://anisimoff.org/eng/lte_throughput.html

<http://www.techtrained.com/what-downlink-throughput-theoretical-can-you-achieve-in-lte-advanced-tdd/>

Tabela comparativa de algumas taxas do LTE e LTE-A:

LTE User Equipment Categories including LTE-A

	Class 1	Class 2	Class 3 Class 4		Class 5	Class 6	Class 7	Class 8
Peekrate DL/UL	10/5 Mbps	50/25 Mbps	100/50 Mbps	150/50 Mbps	300/75 Mbps	300/50 Mbps	300/100 Mbps	3000/1500Mbps
RF Bandwidth	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz	40 MHz	40 MHz	100 MHz
Modulation DL	64 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM
Modulation UL	16 QAM	16 QAM	16 QAM	16 QAM	64 QAM	16 QAM	16 QAM	64 QAM
MIMO DL	optional	2 x 2	2 x 2	2 x 2	4 x 4	2 x 2 or 4 x 4	2 x 2 or 4 x 4	8 x 8
MIMO UL	no	no	no	no	no	no	2 x 2	4 x 4
Defined in initial LTE release (3GPP Release 8)					Defined in initial LTE-A release (3GPP Rel. 10)			

Fonte: Bong Youl, NSN, LTE Advanced Overview, May 10, 2012.