

Introdução

Neste relatório foi proposto a criação de uma calculadora para a taxa de transmissão de pico do LTE release 10, mostrando essa taxa a partir de uma fórmula de cálculo e também pela tabela padrão de valores de *Throughput* de pico para o LTE, realizando estes cálculos a partir de parâmetros fornecidos conforme será mostrado a seguir.

Desenvolvimento

As redes LTE tem sua taxa de transmissão dependente das condições de Largura de banda (BW), qualidade de canal (CQI), de uso da rede e também dos parâmetros que são utilizados na eNodeB e UE que formam os cálculos. A calculadora, que foi nomeada de calculadora_LTE, por isso recebe como os parâmetros de entrada a largura de banda, que no LTE é flexível e mapeiam a quantidade de PRBs relativos a cada BW, que de acordo com os padrões do 3GPP estão expostas na tabela 1 abaixo.

	Channel bandwidth, MHz					
	1.4	3	5	10	15	20
Number of Resource Blocks	6	15	25	50	75	100

Tabela 1: Largura de Banda x PRB.

Os parâmetros de CQI, no LTE funciona assim: Quanto melhor as condições de rádio, maior taxa de transferência. O eNodeB seleciona o esquema de modulação e codificação (MCS) com base nas condições de rádio que recebe do UE que mede a qualidade do canal de rádio e envia o CQI para o eNodeB que seleciona o MCS. Quanto maior o MCS, mais bits podem ser transmitidos por unidade de tempo, assim o eNodeB seleciona o MCS e é a partir dele que se mapeia a modulação e a taxa de codificação, além do bloco de transporte (TBS), com base na tabela 2.

MCS INDEX	MODULATION ORDER	TBS INDEX	SPECTRAL EFFICIENCY	COMMENTS	CODE RATE
0	2	0	0.2344	from CQI table (CQI index=2)	0.1171875
1	2	1	0.3057	Average Efficiency	0.15332031
2	2	2	0.377	from CQI table (CQI index=3)	0.18847656
3	2	3	0.4893	Average Efficiency	0.24511719
4	2	4	0.6016	from CQI table (CQI index=4)	0.30078125
5	2	5	0.7393	Average Efficiency	0.37011719
6	2	6	0.877	from CQI table (CQI index=5)	0.43847656
7	2	7	1.0264	Average Efficiency	0.51367188
8	2	8	1.1758	from CQI table (CQI index=6)	0.58789063
9	2	9	1.3262	Average Efficiency	0.66308594
10	4	9	1.3262	overlap	0.33203125
11	4	10	1.4766	from CQI table (CQI index=7)	0.36914063
12	4	11	1.69535	Average Efficiency	0.42382813
13	4	12	1.9141	from CQI table (CQI index=8)	0.47851563
14	4	13	2.1602	Average Efficiency	0.54003906
15	4	14	2.4063	from CQI table (CQI index=9)	0.6015625
16	4	15	2.5684	Average Efficiency	0.64257813
17	6	15	2.5684	overlap	0.42773438
18	6	16	2.7305	from CQI table (CQI index=10)	0.45507813
19	6	17	3.0264	Average Efficiency	0.50488281
20	6	18	3.3223	from CQI table (CQI index=11)	0.55371094
21	6	19	3.6123	Average Efficiency	0.6015625
22	6	20	3.9023	from CQI table (CQI index=12)	0.65039063
23	6	21	4.21285	Average Efficiency	0.70214844
24	6	22	4.5234	from CQI table (CQI index=13)	0.75390625
25	6	23	4.8193	Average Efficiency	0.80273438
26	6	24	5.1152	from CQI table (CQI index=14)	0.85253906
27	6	25	5.33495	Average Efficiency	0.88867188
28	6	26	5.5547	from CQI table (CQI index=15)	0.92578125
29	2	reserved			
30	4				
31	6				

Tabela 2: Relação CQIxMCSxCodeRatexTBSxModulação.

No caso da calculadora, para o release 10 é possível atingir uma taxa de 100MHz de BW com a *carrier aggregation* (CA) agregando 5 subportadoras de 20MHz, além disso foi adicionado também o mimo até 8x8 no *Downlink* e 4x4 no *uplink*, a figura que mostra a interface implementada da calculadora é mostrada na figura 1.

Calculadora_LTE

Entrada

CALCULADORA LTE

BW

20 MHz

CP

Normal

MCS

28

MIMO

8 x 8

CA

5

CALCULAR

Saída

PRB

100

TBS INDEX

26

VALOR TBS

75376

MODULAÇÃO

64 QAM

No. RE

84

QTD SIMBOLOS

7

TAXA DE TRANSMISSÃO DO LTE RELEASE 10

EQUAÇÃO

2799.56

Mbps

PADRÃO (TABELA)

3015.04

Mbps

Figura 1: Interface da Calculadora LTE.

Finalmente a calculadora como pôde ser visto, será dois valores de taxa de transmissão, um deles que é obtido através da tabela padronizada pelo 3GPP e que será

determinado a partir dos parâmetros de entrada que são mapeados como exposto acima e também pela fórmula que pode ser obtida por:

$$Throughput(MHz) = (PRB * sp * bit_por_simbolos * cp * CA * Code_rate * mimo * 0,75) / (0,5 * 10^{-3})$$

Onde:

- mimo: Número de antenas
- PRB: Número de PRBs
- cp: Normal ou Extendido
- sp: 12 que é o número de subportadoras
- bit_por_simbolos: Quantidade de bits por símbolos da modulação
- CA: Número de carrier aggregation
- $0,5 * 10^{-3}$ É o tempo de slot
- 0,75 porque há 25% de Overhead.

Link YouTube: <https://youtu.be/STQ9TYy9bTY>

Referências

1. HOW to calculate LTE throughput. Disponível em: <http://anisimoff.org/eng/lte_throughput.html>. Acesso: 23, Jul. 2020.
2. Understanding LTE-Advanced Disponível em: <<https://www.aglmediagroup.com/wp-content/uploads/2015/03/Understanding-Carrier-Aggregation-150303.pdf>>. Acesso em 23, Jul.2020.
3. RODOVALHO, Tércio Naves. Análise de Desempenho Experimental de Redes LTEAdvanced Baseadas em MIMO e Agregação de Portadoras. Dissertação (Mestrado em Telecomunicações). Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL). Santa Rita do Sapucaí.