

Identificação do Grupo:

1) Proceda à programação do cartão SIM atribuído, tal como indicado pelo procedimento abaixo.

NOTA: ao seu cartão SIM será atribuído o IMSI 00101000000000xx, em que 'xx' indica o nº do seu grupo.

```
sudo ./program_uicc --port /dev/tty1 --adm 12345678 --isdn 00000001 --acc 0001
--key fec86ba6eb707ed08905757b1bb44b8f --opc C42449363BBAD02B66D16BC975D77CC1
--spn "OpenAirInterface" --authenticate --imsi 00101000000000xx
```

Explicação dos parâmetros:

--adm Administrative Code
--isdn Integrated Services Digital Network
--acc Access Control Class
--key secret authentication key, commonly called K
--opc Operator Code
--spn Service Provider Name
--authenticate valida a chave, opc, e outros dados no SIM/UICC
--imsi International Mobile Subscriber Identity

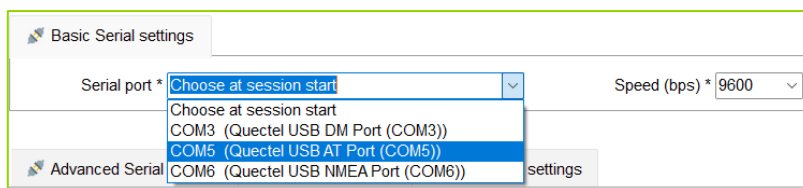
2) Após configuração, insira agora o cartão SIM no UE que foi atribuído ao seu grupo (Quectel RMU500EK) Preste atenção aquele que deverá ser o posicionamento correto do SIM card.

3) Ligue o UE ao PC usando o cabo USB providenciado. Aguarde que os dois indicadores led do UE fiquem ativos (aprox. 30s).

4) Inicie a aplicação MobaXterm.

A aplicação MobaXterm é um emulador de terminal versátil, sendo usada neste contexto para executar comandos no UE (comandos AT).

- a) Clique em “**Session**” e depois em “**Serial**”. De seguida selecione a porta série que inclui a designação “**AT**”, a velocidade deverá ser **9600**, tal como ilustrado pela figura abaixo. De seguida faça **OK**.



- b) Na janela de linha de comandos que apareceu, execute os seguintes comandos e tome nota das respostas recebidas:

Comando	Propósito	Resposta devolvida pelo UE
AT	Verifica se o modem está ativo	
ATE1	Ativa o eco dos caracteres introduzidos	
ATI	Obtém informações sobre o modem	
AT+CIMI	Obtém o valor do IMSI configurado no SIM card	

AT+CGDCONT?	Questiona sobre contextos PDP e respetivas configurações	Indique apenas quais os contextos presentes:
AT+CGDCONT=1,"IP","oai"	Configura o contexto PDP 1 com as informações dadas	
AT+CGDCONT=2	Configura o contexto PDP 2 como vazio	
AT+CGDCONT=3	Configura o contexto PDP 3 como vazio	
AT+CGDCONT?	Questiona novamente sobre contextos PDP	Indique apenas quais os contextos presentes:

- c) Aguarde que o gNB (estação base 5G) seja iniciado por um dos formadores. Após indicação por parte do formador, execute o seguinte comando e transcreva a resposta observada.

Comando				Propósito				Resposta devolvida pelo UE					
AT+QENG="servingcell"				Questiona sobre a célula (gNB) que atualmente está a servir o UE.				Preencher a tabela abaixo					
Mode	Duplex	MCC	MNC	cellID	PCID	TAC	ARFCN	band	Bandwidth	RSRP	RSRQ	SINR	scs
NR5G-SA													

Formato da resposta esperado:
+QENG: "servingcell",<state>,"NR5G-SA",<duplex_mode>,<MCC>,<MNC>,<cellID>,<PCID>,<TAC>,<ARFCN>,<band>,<NR_DL_bandwidth>,<RSRP>,<RSRQ>,<SINR>,<scs>,<srxlev>

- 5) Observe a *Dashboard* do gNB e tome nota de quantos UEs se encontram associados a este.

Nº de UEs ligados ao gNB:

Explicação:

- 6) Tome nota do valor do RSRP observado na *Dashboard* para o dispositivo móvel (iPhone), nas seguintes situações:

Distância ao gNB	Valor médio do RSRP (dBm)
10 cm	(valor aprox. -60 dBm)
1m	(valor aprox. -80 dBm)
5m	(valor aprox. -95 dBm)

- 7) Aguarde por indicação do formador e observe, na *Dashboard*, qual o valor da largura de banda (*bandwidth*) e a configuração TDD, pré-configurada para o gNB.

Valor de largura de banda pré- configurado no gNB:

Configuração TDD:

Periodicidade:

- 8) Aguarde pela indicação do formador e depois use o seu PC para aceder ao url **https://172.31.0.100** Inicie um *speedtest* e tome nota dos valores médios observados:

gNB Bandwidth	Configuração TDD	Métrica / KPI	Valor médio observado (Mbps)
20 MHz	DDDFU	Download throughput:	
		upload throughput:	
Análise dos valores observados com base nos cálculos teóricos			VER ANEXO
Nº máx. de <i>resource blocks</i> para transmissão:		51 (para 20 MHz)	Tabela 1
Nº de subportadoras por cada <i>resource block (slot)</i> :		12	Figura 1
Nº de símbolos usados para PDSCH em cada <i>resource block (slot)</i> :		11 (tipo D), 10 (tipo U)	Figura 1
Duração de cada <i>resource block (slot)</i> :		500 μs (0,5 ms)	Figura 1
Duração de cada trama TDD:		2,5 ms (5 x 0,5)	Figura 1
Padrão de transmissão (configuração da trama TDD):		DDDFU	---
Total de <i>resource elements</i> para downlink nos <i>resource blocks</i> do tipo D :		12 x 11 x 51 = 6.732	Figura 1
Total de <i>resource elements</i> para downlink nos <i>resource blocks</i> do tipo F :		12 x 4 x 51 = 2.448	Figura 2
Total de <i>resource elements</i> para uplink nos <i>resource blocks</i> do tipo F :		12 x 2 x 51 = 1.224	Figura 2
Total de <i>resource elements</i> para uplink nos <i>resource block</i> do tipo U :		12 x 10 x 51 = 6.120	Figura 1
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo D :		1200 [(1/0,0025) x 3]	
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo F :		400 (1/0,0025)	
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo U :		400 (1/0,0025)	
Total <i>resource elements</i> para downlink :		1.200 x 6.732 + 400 x 2.448 = 9.057.600	
Total <i>resource elements</i> para uplink :		400 x 6.120 + 400 x 1.224 = 2.937.600	
Ritmo de transmissão para downlink (256 QAM <i>code rate</i> = 1):		8 x 9.057.600 = 72.460.800 bit/s	
Ritmo de transmissão para uplink (16 QAM <i>code rate</i> = 0,6):		4 x 2.937.600 x 0,6 = 7.050.240 bit/s	

9) Aguarde que o formador altere a largura de banda do gNB para **40MHz**.

Quando for a vez do seu grupo, volte a executar *speedtest* e tome nota dos valores médios observados:

gNB Bandwidth	Configuração TDD	Métrica / KPI	Valor médio observado (Mbps)
40 MHz	DDDFU	Download throughput:	
		Upload throughput:	
Análise dos valores observados com base nos cálculos teóricos			VER ANEXO
Nº máx. de <i>resource blocks</i> para transmissão:		51 (para 20 MHz)	Tabela 1
Nº de subportadoras por cada <i>resource block (slot)</i> :		12	Figura 1
Nº de símbolos usados para PDSCH em cada <i>resource block (slot)</i> :		11 (tipo D), 10 (tipo U)	Figura 1
Duração de cada <i>resource block (slot)</i> :		500 μs (0,5 ms)	Figura 1
Duração de cada trama TDD:		2,5 ms (5 x 0,5)	Figura 1
Padrão de transmissão (configuração da trama TDD):		DDDFU	---
Total de <i>resource elements</i> para downlink nos <i>resource blocks</i> do tipo D :		12 x 11 x 106 = 13.992	Figura 1
Total de <i>resource elements</i> para downlink nos <i>resource blocks</i> do tipo F :		12 x 4 x 106 = 5.088	Figura 2
Total de <i>resource elements</i> para uplink nos <i>resource blocks</i> do tipo F :		12 x 2 x 106 = 2.544	Figura 2
Total de <i>resource elements</i> para uplink nos <i>resource block</i> do tipo U :		12 x 10 x 106 = 12.720	Figura 1
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo D :		1200 [(1/0,0025) x 3]	
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo F :		400 (1/0,0025)	
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo U :		400 (1/0,0025)	
Total <i>resource elements</i> para downlink :		1.200 x 13.992 + 400 x 5.088 = 18.825.600	
Total <i>resource elements</i> para uplink :		400 x 12.720 + 400 x 2.544 = 6.105.600	
Ritmo de transmissão para downlink (256 QAM <i>code rate</i> = 1):		8 x 18.825.600 = 150.604.800 bit/s	
Ritmo de transmissão para uplink (16 QAM <i>code rate</i> = 0,6):		4 x 6.105.600 x 0,6 = 14.653.440 bit/s	

10) Aguarde por indicação do formador e observe, na *Dashboard*, a alteração da configuração TDD para

DDFUU

a) Aguarde que o UE restabeleça a ligação e depois aceda ao url **https://172.31.0.100**

Inicie um *speedtest* e tome nota dos valores médios observados:

gNB Bandwidth	Configuração TDD	Métrica / KPI	Valor médio observado (Mbps)
40 MHz	DDFUU	Download throughput:	
		Upload throughput:	
Análise dos valores observados com base nos cálculos teóricos			VER ANEXO
Nº máx. de <i>resource blocks</i> para transmissão:		106 (para 40 MHz)	Tabela 1
Nº de subportadoras por cada <i>resource block (slot)</i> :		12	Figura 1
Nº de símbolos usados para PDSCH em cada <i>resource block (slot)</i> :		11	Figura 1
Duração de cada <i>resource block (slot)</i> :		500 μs	Figura 1
Duração de cada trama TDD:		2,5 ms	Figura 1
Padrão de transmissão (configuração da trama TDD):		DDFUU	
Total de <i>resource elements</i> para downlink nos <i>resource blocks</i> do tipo D :		12 x 11 x 106 = 13.992	Figura 1
Total de <i>resource elements</i> para downlink nos <i>resource blocks</i> do tipo F :		12 x 4 x 106 = 5.088	Figura 2
Total de <i>resource elements</i> para uplink nos <i>resource blocks</i> do tipo F :		12 x 2 x 106 = 2.544	Figura 2
Total de <i>resource elements</i> para uplink nos <i>resource block</i> do tipo U :		12 x 10 x 106 = 12.720	Figura 1
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo D :		800 [(1/0.025) x 2]	
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo F :		400 (1/0.025)	
Total de <i>resource blocks (slots)</i> /segundo do tipo U :		800 [(1/0.025) x 2]	
Total <i>resource elements</i> para downlink :		800 x 13.992 + 400 x 5.088 = 13.228.800	
Total <i>resource elements</i> para uplink :		800 x 12.720 + 400 x 2.544 = 11.193.600	
Ritmo de transmissão para downlink (256 QAM <i>code rate</i> = 1):		8 x 13.228.800 = 105.830.400 bit/s	
Ritmo de transmissão para uplink (16 QAM <i>code rate</i> = 0,6):		4 x 11.193.600 x 0,6 = 26.864.640 bit/s	

ANEXO

Tabela 1: Número máximo de Resource Blocks para transmissão

Bandwidth [MHz]	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
N_{RB}	11	24	38	51	65	78	106	133	162	189	217	245	273

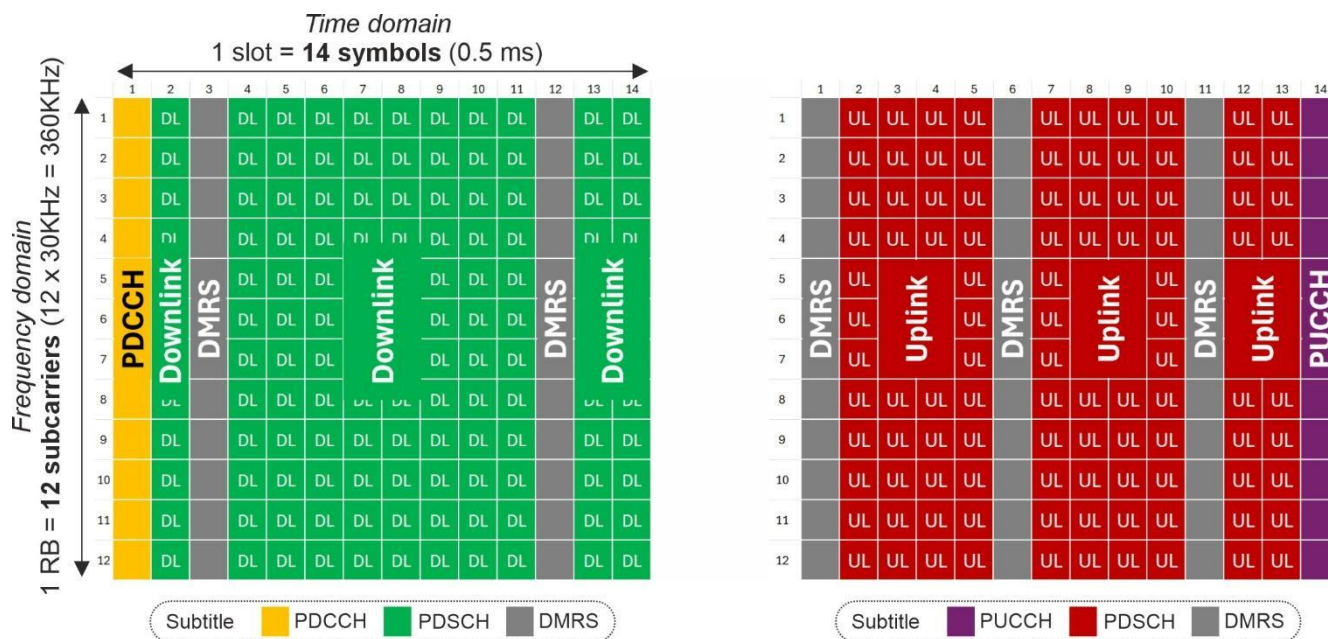


Figura 1: Estrutura de um Resource Block no 5G - tipo **D** (esquerda) e tipo **U** (direita)

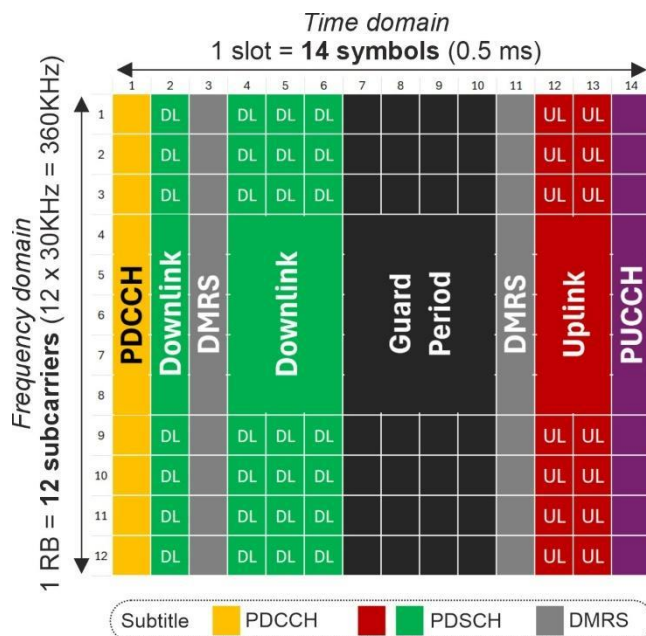


Figura 2: Estrutura de um Resource Block do tipo **F**