



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Santa Catarina
Campus São José
Área de Telecomunicações
CMS60808 – Comunicações Móveis

Avaliação Teórica 01 Telefonia Celular

Data: 18/11/15

Nome do aluno: _____

Nos problemas a seguir, apresente a sequência dos cálculos e/ou raciocínios realizados.

Questões sem apresentar o desenvolvimento até a solução serão consideradas erradas.

Não esqueça as unidades e prefixos das grandezas físicas!

Na tabela abaixo, constam informações demográficas de cidades do estado de Santa Catarina. As informações foram retiradas do site do IBGE.

#	Município	Área (km ²)	hab/km ²
1	Araranguá	303,30	202,14
2	Blumenau	518,50	595,97
3	Braço do Norte	211,86	136,97
4	Brusque	283,22	372,51
5	Chapecó	626,06	293,15
6	Concórdia	799,88	85,79
7	Criciúma	235,70	815,87
8	Curitibanos	948,74	39,79
9	Fraiburgo	547,85	63,07
10	Garopaba	115,41	157,17
11	Gaspar	386,78	149,91
12	Gov. Celso Ramos	117,19	110,93
13	Herval d'Oeste	217,33	97,73
14	Jaraguá do Sul	529,45	270,28
15	Joinville	1126,11	457,58

#	Município	Área (km ²)	hab/km ²
16	José Boiteux	405,23	11,65
17	Lages	2631,50	59,56
18	Laguna	336,40	116,77
19	Luiz Alves	259,88	40,16
20	Massaranduba	374,08	39,23
21	Navegantes	112,03	540,56
22	Orleans	548,79	38,98
23	Pinhalzinho	128,16	127,44
24	Rio Negrinho	907,31	43,92
25	St. Amaro da Imperatriz	344,05	57,62
26	São Miguel do Oeste	234,06	155,12
27	Urupema	350,04	7,09
28	Videira	384,52	124,09
29	Xanxerê	377,76	116,81

1) Exercício: sua empresa recebeu concessão e financiamento para planejar o serviço de dados móveis do sistema de telefonia celular 4G no município _____.

Requisitos de Projeto:

Considere o uso de **setorização (120°)** para o projeto.

Sistema com filas Erlang **C**: deve atender o critério de **Pr[haver atraso] ≤ 40%**.

$$SIR_{dB} \geq 13 \text{ dB}$$

$$\text{Raio de célula } R_c = \begin{cases} 600 \text{ m, para cidades com população } > 100 \text{ mil habitantes} \\ 1000 \text{ m, para cidades com população } < 100 \text{ mil habitantes} \end{cases}$$

$$n (\text{fator de ambiente}) = \begin{cases} 5, \text{ para cidades com população } > 100 \text{ mil habitantes} \\ 3, \text{ para cidades com população } < 100 \text{ mil habitantes} \end{cases}$$

A tecnologia 4G LTE utiliza dois canais de comunicação de dados (*1CH Uplink + 1CH Downlink = 1CH full-duplex*) cuja largura de banda é variável. Um valor típico de largura de banda para serviços multimídia de alta velocidade é de 10 MHz (*full-duplex: assuma simetria de 5 MHz para downlink e 5 MHz para uplink*). Podemos dizer que esses canais são de **banda larga**.

A faixa de frequência destinada para sua empresa oferecer esse serviço é de:

1710 MHz a 1770 MHz para os canais de **uplink** e

2110 MHz a 2170 MHz para os canais de **downlink**.

A Tabela abaixo contém estatísticas típicas obtidas para cada serviço.

Estatística	Símbolo e unidade	Serviços de Multimídia
# sessões por hora e usuário	$\lambda \left(\frac{\text{chamadas/hora}}{\text{usuário}} \right)$	0,15
Duração média de chamadas <i>ou</i> sessões	H (segundos)	3000
fator de atividade	F (adimensional)	0,05

Considere o tráfego individual de usuário como:

$$A_u = \frac{\text{tráfego em Erlang}}{1 \text{ usuário} \times 1 \text{ célula}} = \lambda \times H \times F$$

- Qual o fator de reuso (N)? **Explique** o significado de reuso de frequências.
- Desenhe **um** Cluster para exemplificar o seu sistema, e numere as células de 1 a N e os setores de 1 a 3.
- Mostre quais faixas de frequência correspondem **a cada célula & a cada setor** do seu cluster. Especifique para o *downlink* e para o *uplink*.
- Determine o número máximo de canais *full-duplex* de serviços multimídia do sistema de reuso (*cluster*).
- Qual o número total de clusters na área de cobertura e o número total de ERBs (*considere uma ERB por célula*)?
- Qual a capacidade (C) de cada célula (*número de canais por célula*)?
- Qual a capacidade (C_{setor}) de cada setor (*número de canais por setor*)?
- Qual o tráfego **de cada setor** (A_{setor} , em Erlangs)?
- Qual o tráfego total (A , em Erlangs) por célula?
- Qual o número total de usuários atendidos pelo sistema, respeitando os critérios de projeto?
- Qual o número total de usuários que podem ser atendidos simultaneamente no sistema? Compare com o resultado o item anterior.
- Calcule a razão de reuso q e explique o seu significado.
- Explique o conceito da razão sinal-para-interferência (SIR). Recalcule o valor da SIR (dB). O valor é exatamente 13 dB, conforme o critério mínimo especificado? Explique o resultado.
- Calcule o GoS em % considerando $\text{Pr}[\text{atraso} > 15 \text{ s}]$.
- Porcentagem de usuários da população total atendidos pelo serviço da sua empresa. Faça uma avaliação do resultado do seu planejamento, observando a densidade populacional da região.

- (p) Se o preço médio que um assinante paga mensalmente por um plano do seu serviço é de R\$ 60,00, qual é a receita que a sua empresa em um ano de operação considerando que o sistema opera com 50% da sua capacidade máxima ($\frac{U}{2}$ usuários por célula)?
- (q) Explique os conceitos de Handoff e Roaming, e avalie como o seu planejamento afeta esses serviços. Existe alguma forma de melhorar o sistema quanto a quantidade de Handoff?

Parte 2: Entregar dia 25/11/2015, às 15:40.

Considere agora a **oferta de serviços de voz**. Faça o projeto do sistema para garantir que 75% da população da sua cidade possa ser atendida pela sua empresa. A fim de **reaproveitar as células instaladas para o serviço multimídia**, considere que as ERBs serão reaproveitadas. Entretanto, você tem a liberdade de instalar novas antenas em cada ERB e formar clusters de tamanhos diferentes para o sistema de voz, caso julgue necessário.

Para canais de voz, pode-se trabalhar com largura de banda 200 kHz (full-duplex, downlink/uplink simétricos). Assuma inicialmente que a largura de banda máxima a ser utilizada por cluster para o sistema de voz é **25 MHz**.

As estatísticas do serviço de voz são dadas na Tabela abaixo.

Estatística	Símbolo e unidade	Serviços de Voz
# chamadas por hora e usuário	$\lambda \left(\frac{\text{chamadas/hora}}{\text{usuário}} \right)$	3
Duração média de chamadas	H (segundos)	120
fator de atividade	F (adimensional)	0,5

Procure manter, se possível, os fatores de qualidade do sistema (SIR e $\Pr[\text{haver atraso}]$). Caso não seja possível, justifique. Ao fim do seu projeto, faça uma **análise completa** do seu serviço de voz projetado (*considere alguns cálculos do exercício anterior, caso seja relevante*). Calcule também o GoS do sistema considerando $\Pr[\text{atraso} > 10s]$.

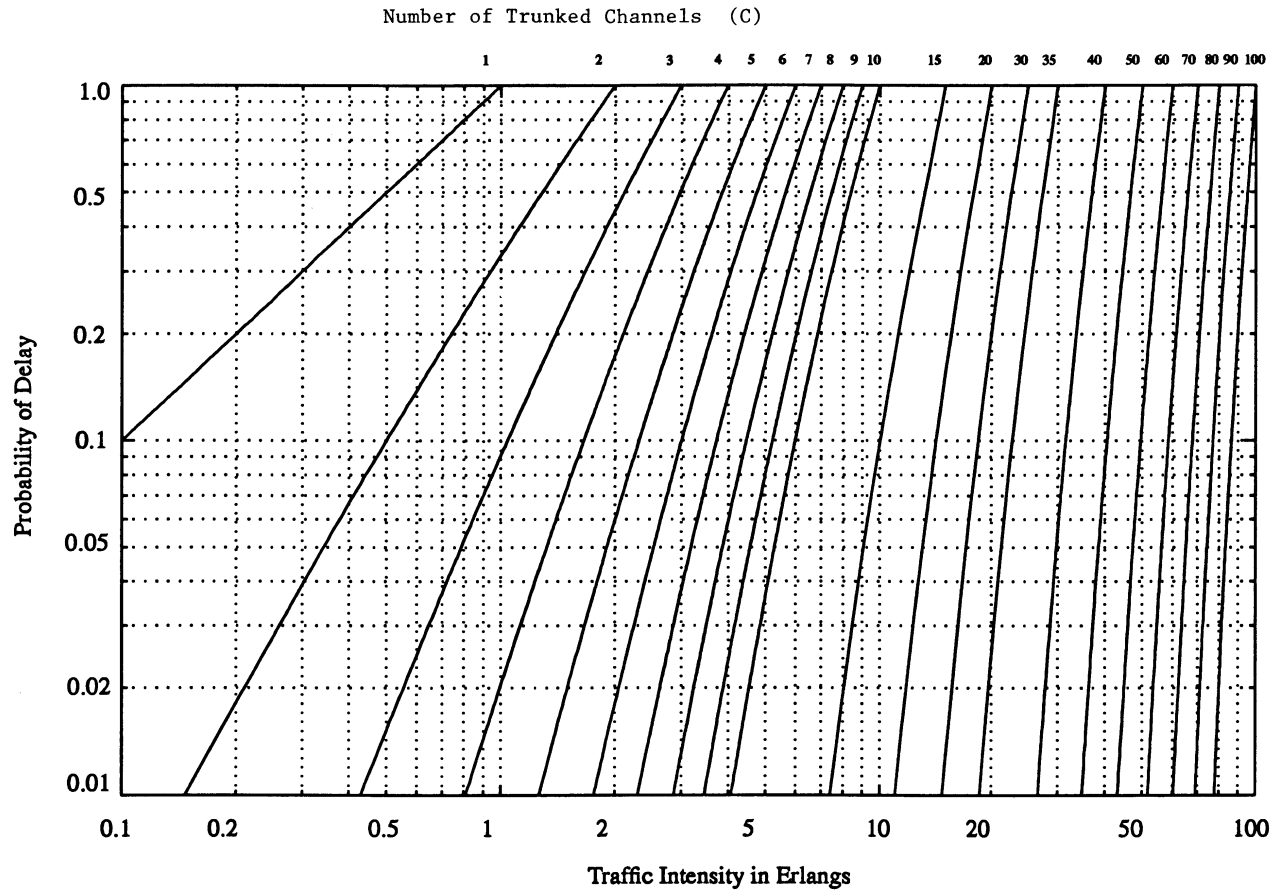


Figure 3.7 The Erlang C chart showing the probability of a call being delayed as a function of the number of channels and traffic intensity in Erlangs.