

# Erlang C

CMS 60808 2016-1

Bruno William Wisintainer

[bruno.wisintainer@ifsc.edu.br](mailto:bruno.wisintainer@ifsc.edu.br)

# Erlang C – *Blocked calls delayed*

- No segundo tipo de sistema troncalizado se todos os canais estão ocupados, então uma nova chamada é bloqueada e o usuário é colocado em uma fila de espera.
- Esse tipo de troncalização é chamado de *blocked calls delayed*.

# Erlang C

- O *GoS* é definido como a probabilidade de que uma chamada seja bloqueada após esperar um determinado intervalo de tempo na fila. Para se determinar a *GoS* é necessário primeiro se determinar a probabilidade de uma chamada ter o acesso ao sistema inicialmente negado. A probabilidade de uma chamada não receber o acesso imediato a um canal é determinada pela expressão:

$$P_r[\text{Atraso} > 0] = \frac{A^C}{A^C + C! \left(1 - \frac{A}{C}\right) \sum_{k=0}^{C-1} \frac{A^k}{k!}}$$

- Esta expressão é chamada de Erlang C

# Erlang C

- A probabilidade de uma chamada esperar mais do que  $t$  segundos é dada por:

$$\begin{aligned} P_r[\text{Atraso} > t] &= P_r[\text{Atraso} > 0] \cdot P_r[\text{Atraso} > t \mid \text{Atraso} > 0] \\ &= P_r[\text{Atraso} > 0] e^{-\frac{(C-A)t}{H}} \end{aligned}$$

- Esta expressão é a *GoS* no sistema *blocked calls delayed*.
- Ou seja, a probabilidade de uma chamada atrasar mais do que  $t$  segundos é dada pela probabilidade de uma chamada atrasar multiplicada pela probabilidade condicional de que o atraso seja maior do que  $t$  segundos.

# Erlang C

- O atraso médio  $D$  para todas as chamadas em um sistema com fila é dado por:

$$D = P_r[\text{Atraso} > 0] \frac{H}{C - A}$$

- Em que o atraso médio para as chamadas que estão na fila é dado por:

$$\frac{H}{C - A}$$



# Erlang C

- Ver arquivo [ErlangC\\_tabela.pdf](#)

# Exercício

1) Uma célula hexagonal em um sistema de 4 células tem um raio de 1387 km. O total de 60 canais são usados pelo sistema. Se a carga por usuário é de 0,029 Erlang e  $\lambda = 1$  chamada/hora, calcule o seguinte para um sistema Erlang C que tem uma probabilidade de 5% de chamadas atrasadas:

- (a) Número de usuários por km quadrado;
- (b) Qual a probabilidade de uma chamada atrasada ter que esperar mais do que 10 s?
- (c) Qual a probabilidade de uma chamada atrasar mais do que 10 s?



# Exercício: Erlang B e C

- a) Qual é a capacidade máxima do sistema (total e por canal) em Erlang quando ele oferece uma probabilidade de bloqueio de 2% com 4, 20 e 40 canais?
- b) Quantos usuários podem ser admitidos com 40 canais com 2% de bloqueio? Considere  $H = 105$  s,  $\lambda = 1$  chamada/hora.
- c) Usando a intensidade de tráfego calculada na parte a), ache o grau de serviço em um sistema adiado com chamada perdida para o caso de atrasos maiores do que 20 s. Suponha que  $H = 105$  s e determine o *GoS* para 4, 20 e 40 canais.
- d) Comparando a parte a) e a parte c), um sistema adiado com chamada perdida e uma fila de 20 s funciona melhor do que um sistema que libera todas as chamadas bloqueadas?