**Universidade Federal do Paraná**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

**TE815 – Rede de Comunicação de Dados**

**Prof. Dr. Eduardo Parente Ribeiro**

**Aluno: Rafael Domingues Gonçalves**

# introdução

A atividade proposta consiste em simular uma fonte que envia pacotes de tamanho fixo com intervalo aleatório de distribuição exponencial, onde o fator de utilização u (Rin/Rout) varia de u=[0.5, 0.8, 0.9, 0.95] e, para cada um dos fatores, realizar ao menos sete simulações a fim de obter mais amostrar e calcular posteriormente o intervalo de confiança. Para a seguinte atividade, foi utilizado o software OMNeT++ para obter os dados e o Matlab para simular os gráficos desejados.

Deseja-se apresentar como resultado desta atividade um gráfico relacionando a curva obtida para uma taxa de utilização teórica que varia de 0.1 até 0.99 a um passo de 0.01 com os valores obtidos das médias das simulações tal como os respectivos intervalos de confiança.

# desenvolvimento

A fim de validar os resultados provenientes das simulações, será calculado e exibido um gráfico para os fatores de utilização partindo de 0 indo até 0.99 com um passo de 0.01. Tendo em vista que em um sistema M/D/1 o tempo de serviço é fixo, foi adotado para tal experimento o tempo de 0.025s. A equação utilizada para calcular o atraso médio em fila para um sistema M/D/1 é demonstrada pela equação seguinte:

Onde:

s = Tempo de Serviço.

u = Taxa de Utilização (Rin/Rout).

Após calcular o tempo de atraso em fila teórico para cada um dos 100 valores de u, o gráfico contendo o resultado com os mesmos pode ser observado na Figura 1.



Figura 1-Curva teórica.

Como dito anteriormente, a simulação proposta pela atividade foi desenvolvida utilizando o ambiente OMNeT++. Nele, foi utilizado o exemplo de fila FIFO que já acompanha o código fonte do mesmo, realizando apenas algumas alterações no documento ”omnetpp.ini” (Figura 2) para implementar todas as rotinas desejadas.

Um detalhe que deve ser observado é com relação a geração dos valores aleatórios utilizados na simulação. Para que a cada nova simulação fosse gerada uma nova combinação de números aleatórios, foi alterado o tipo da geração dos números (da padrão que é do tipo “cMersenneTwister” para cLCG32”) e também implementada uma variáveis que auxilia na troca do valor referente a semente utilizada para gerar a sequência de números aleatórios.

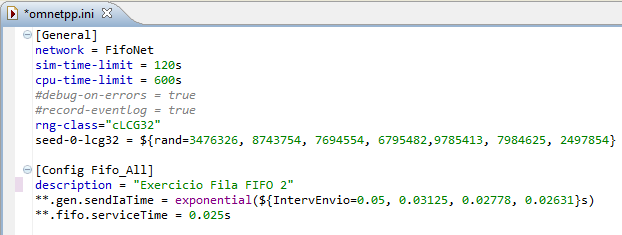


Figura 2-Script omnet++ alterado.

Observa-se que o valores fornecidos para a exponencial, que indica o tempo de envio dos pacotes, foram obtidos a partir da relação entre o tempo de serviço e o fator de utilização descrita por (Castro, 2013), que pode ser observada a seguir:

Como dito anteriormente, os valores calculados do sendlaTime foram inseridos como variável de entrada para a exponencial presente no arquivo ”omnetpp.ini” e os mesmos estão disposto na tabela a seguir:

|  |  |
| --- | --- |
| Taxa de utilização | sendlaTime |
| 0.50 | 0.05000 |
| 0.80 | 0.03125 |
| 0.90 | 0.02778 |
| 0.95 | 0.02631 |

Para os testes, as simulações foram executadas ao longo de 120 segundos, e os valores extraídos foram os da variável *queueingTime:mean*. A Figura 3 apresenta os valores do tempo médio de fila em função dos respectivos valores de taxa de utilização.



Figura 3-Curva com valores da simulação.

Estando em posse dos dados adquiridos a partir da simulação realizada no OMNeT++, foi possível calcular o intervalo de confiança para o estimador da média. Primeiramente calculou-se a média dos valores referente a cada uma das taxas de utilização. Em seguida, foi possível calcular o desvio padrão entre outros dados fundamentais para o êxito do trabalho, como descrito por (RIBEIRO, 2008). Em seguida, será exibido um gráfico com a curva teórica calculada previamente, juntamente com os valores das médias e desvios padrões obtidos através das simulações.



Figura 4-Comparção entre curvas obtidas.

Em seguida está presente o *script* gerado para exibir os gráficos utilizados para a composição deste relatório tal como uma tabela apresentando um resumo dos valores obtidos.



%% Script taxa de confiança M/D/1 %%

close all

clear all

clc

format long

%declaracao de variaveis

P=.95;

L=7;

u=[.5 .8 .9 .95];

C=size(u,2);

%% Cálculo da Curva Teórica

serviceTime=0.025;

ut=0:0.01:0.99;

Ew=((ut\*serviceTime)./(2\*(1-ut)));

figure

plot(ut,Ew)

title('Atraso médio na fila -TEÓRICO-')

xlabel('Utilização (u)')

ylabel('Atraso médio (Ew)')

%% Gráfico da curva simulada

EwS7=load('data.txt');

media=zeros(C,1);

d=zeros(C,1);

%calculo da media e desvio padrao

for j=1:C

media(j,1)=mean(EwS7(j\*(1:L)));

d(j,1)=std(EwS7(j\*(1:L)));

end

%calcula o desvio padrao do estimador

s=d/sqrt(L); % com desvio estimado

%calcula os intervalos de confianca

alfa=1-P;

z=tinv(alfa/2, L-1);

ci=[media'-z\*s'; media'+z\*s'];

figure

plot(u,media,'-ro')

hold on

title('Atraso médio na fila -SIMULAÇÃO-')

xlabel('Utilização (u)')

ylabel('Atraso médio (Ew)')

%% Comparação entre curvas obtidas

figure

plot(ut,Ew,u,media','ro')

hold on

%plota intervalos de confiança

plot([u; u],ci,'k-+')

hold on

%verifica quais intervalos nao contem a media teorica e plota em vermelho

fora = (ci(2,:)>u(1,:)) | (ci(1,:)<u(1,:));

[f i]=find(fora>0);

plot([u(i); u(i)],ci(:,i),'r-+')

Confianca=P\*100

Nfora=sum(fora)

Acertos=(1-Nfora/C)\*100

msg=sprintf('%d intervalos nao contem a media. %2.0f%% dos intervalos contem a media',Nfora, Acertos);

text(.32,.3,msg)

title('Atraso médio na fila -COMPARAÇÃO-')

xlabel('Utilização (u)')

ylabel('Atraso médio (Ew)')

axis([0.3,1,0,0.6])

# conclusão

A partir dos resultados obtidos foi possível perceber que, com o tempo de serviço utilizado, os valores que representam as médias referente a cada uma das taxas de utilização, não estão contidas dentro do intervalo de 95% de confiança proposto pelo exercício.

Para este trabalho, como foi alterado o método de geração dos números aleatórios, vale ressaltar que futuramente deve-se verificar se tal modificação pode ter gerado impactos significativos nos resultados.

## **REFERÊNCIA**

SOUZA, D. M. de. **Simulação do *Stream Control Transmission Protocol* (SCTP)**

**no OMNeT++.** 2013. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) –

Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

Artigo OMNet++ sobre arquitetura de números aleatórios. Disponível em:

< <https://omnetpp.org/component/content/article/8-news/3533>>. Acesso em 17 de julho de 2017.

RIBEIRO, E. P. **Intervalo de Confiança para o Estimador da Média.** 2008. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.