

Consumo de Energia Elétrica e Jitter em redes IEEE 802.11

Power Consumption and Jitter in IEEE 802.11 Networks

DOI:10.34117/bjdv7n8-457

Recebimento dos originais: 18/07/2021

Aceitação para publicação: 18/08/2021

Valéria Cristina Silva

Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das
Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: silvvavaleria@gmail.com

Lia Toledo Moreira Mota

Doutora em Engenharia Elétrica

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das
Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: lia.moreira.mota@gmail.com

Alexandre de Assis Mota

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das
Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: mota.profalexandre@gmail.com

Marcus Fabius Henriques de Carvalho

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição de atuação atual: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das
Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: marcius@puc-campinas.edu.br

Marina Lavorato

Doutora em Engenharia Elétrica

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das
Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: mlavorato@gmail.com

Cláudia Cotrim Pezzuto

Doutora em Engenharia Civil

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das
Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: claupezzuto@gmail.com

José Ricardo Alves

Mestre em Gestão de Redes de Telecomunicações

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das

Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: jricardoalves@gmail.com

Daniel Braga Barros

Mestre em Gestão de Redes de Telecomunicações

Instituição: PUC-Campinas

Endereço: Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque das

Universidades, Campinas - SP, 13087-571

E-mail: danielbragabarro@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo verificar a relação entre o consumo de energia elétrica e o jitter em redes de comunicação. Foram realizados estudos sobre as redes de comunicação, QoS, potência ativa, e foi implementada uma bancada de testes para a aferição dessa relação. Todos os ensaios foram realizados nos laboratórios da PUC-Campinas. Como conclusão, foi observado que não existe relação entre o aumento do consumo de energia elétrica e o aumento de valores de jitter.

Palavras-Chave: Jitter, QoS, Consumo de Energia.

ABSTRACT

This paper aims to verify the relationship between power consumption and jitter in communication networks. Studies about communication networks, QoS, active power, and a test bench was implemented to check this relationship. All tests were performed in the PUC-Campinas laboratories. As a conclusion, it was observed that there is no relationship between the increase in power consumption and the increase in jitter values.

Keywords: Jitter, QoS, Power Consumption.

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão mundial do setor de telecomunicações, o consumo de energia associado às redes de comunicações vem crescendo de forma significativa, sendo que esse crescimento pode estar associado ao aumento do número absoluto de equipamentos, ao aumento do consumo de energia (potência ativa) desses equipamentos e ao aumento do tempo de utilização diário da rede.

Contudo, outro fator que deve influenciar de forma importante o aumento do consumo de energia em uma rede de comunicação é o desempenho da mesma. É esperado que o consumo de energia elétrica aumente com a degradação da qualidade de serviço, pois o esforço associado à repetição da informação requer, na realidade, que um maior

número de tentativas de transmissão seja feito. Portanto, em função das características de desempenho da rede como, por exemplo, relação sinal-ruído, perda de pacotes, necessidade de retransmissão de dados, atraso, jitter, pode haver um aumento do consumo de energia necessário para a realização da troca de informação.

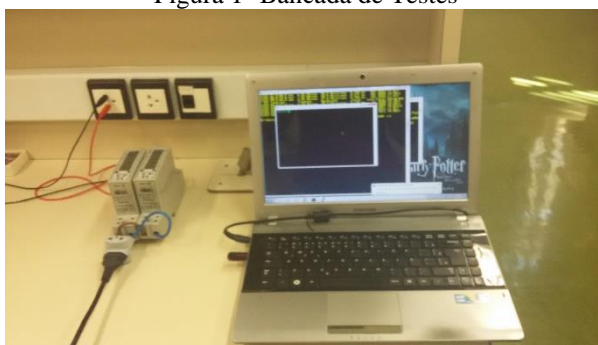
Assim, a determinação do consumo de energia de uma rede deve considerar a modelagem tanto dos equipamentos presentes na própria rede quanto da influência dos parâmetros de desempenho no consumo de energia associado à rede em análise. Dessa maneira, o consumo de energia de uma rede de comunicação pode ser entendido como um parâmetro de Qualidade de Serviço da mesma. Torna-se, então, de fundamental importância a avaliação do consumo de energia elétrica nessas redes, considerando todos os componentes das mesmas, em especial as redes sem fio regidas pelo padrão IEEE802.11 (Wi-Fi – Wireless Fidelity), dado seu atual grau de penetração na sociedade.

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo verificar se existe uma relação entre o consumo de energia elétrica e a degradação de uma rede de comunicação IEEE 802.11 através de um parâmetro de QoS (*Quality of Service*), o *jitter*.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através da incorporação de softwares, testes experimentais, ensaios e análise dos resultados obtidos. Na figura 1 têm-se a bancada de testes contendo a estação e o medidor de consumo de energia elétrica.

Figura 1- Bancada de Testes

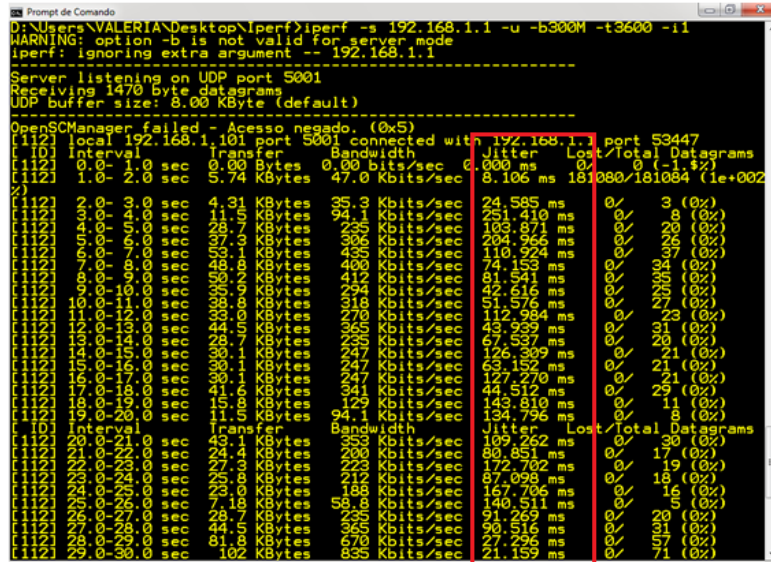


É importante ressaltar que o jitter é definido, basicamente, como a variação no tempo e na sequência de entrega de pacotes. Dessa forma, o jitter é importante para as aplicações executadas em rede, cuja operação adequada depende da garantia que os pacotes sejam processados em períodos de tempo bem definidos.

A partir de testes experimentais, utilizando a bancada de testes, foi observado que o software Iperf fornecia o resultado do cálculo do jitter instantâneo quando configurado no

protocolo UDP (User Datagram Protocol). No Iperf, o protocolo UDP é adotado por ser utilizado por streaming de voz e vídeo onde os valores de jitter interferem diretamente. Na figura 2, segue a tela do Iperf onde são apresentados os valores de jitter calculados em tempo real.

Figura 2- Interface do Iperf



```

Prompt de Comando
D:\Users\VALERIA\Desktop\Iperf>iperf -s 192.168.1.1 -u -b300M -t3600 -i1
WARNING: option -b is not valid for server mode
iperf: ignoring extra argument -- 192.168.1.1
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
OpenSCManager failed - Acesso negado. (0x5)
[112] local 192.168.1.101 port 5001 connected with 192.168.1.1 port 53447
[112] interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams
[112] 0.0- 1.0 sec 0.00 Bytes 0.00 Kbytes/sec 0.000 ms 0 0 (-1%)
[112] 1.0- 2.0 sec 5.74 KBytes 47.0 Kbytes/sec 8.106 ms 181080/181084 (1e+002%)
[112] 2.0- 3.0 sec 4.31 KBytes 35.3 Kbytes/sec 24.585 ms 0 0 (0%)
[112] 3.0- 4.0 sec 11.65 KBytes 94.1 Kbytes/sec 112.984 ms 0 0 (0%)
[112] 4.0- 5.0 sec 28.77 KBytes 235 Kbytes/sec 201.410 ms 0 0 (0%)
[112] 5.0- 6.0 sec 37.33 KBytes 306 Kbytes/sec 103.871 ms 0 0 (0%)
[112] 6.0- 7.0 sec 32.81 KBytes 269 Kbytes/sec 204.966 ms 0 0 (0%)
[112] 7.0- 8.0 sec 40.90 KBytes 327 Kbytes/sec 110.924 ms 0 0 (0%)
[112] 8.0- 9.0 sec 50.00 KBytes 400 Kbytes/sec 74.153 ms 0 0 (0%)
[112] 9.0- 10.0 sec 50.00 KBytes 412 Kbytes/sec 81.541 ms 0 0 (0%)
[112] 10.0- 11.0 sec 38.95 KBytes 324 Kbytes/sec 42.616 ms 0 0 (0%)
[112] 11.0- 12.0 sec 38.95 KBytes 318 Kbytes/sec 51.576 ms 0 0 (0%)
[112] 12.0- 13.0 sec 44.30 KBytes 370 Kbytes/sec 49.539 ms 0 0 (0%)
[112] 13.0- 14.0 sec 28.77 KBytes 235 Kbytes/sec 67.537 ms 0 0 (0%)
[112] 14.0- 15.0 sec 30.11 KBytes 247 Kbytes/sec 126.309 ms 0 0 (0%)
[112] 15.0- 16.0 sec 30.11 KBytes 247 Kbytes/sec 63.152 ms 0 0 (0%)
[112] 16.0- 17.0 sec 41.66 KBytes 341 Kbytes/sec 127.770 ms 0 0 (0%)
[112] 17.0- 18.0 sec 41.66 KBytes 341 Kbytes/sec 44.512 ms 0 0 (0%)
[112] 18.0- 19.0 sec 15.00 KBytes 129 Kbytes/sec 143.810 ms 0 0 (0%)
[112] 19.0- 20.0 sec 11.50 KBytes 94.1 Kbytes/sec 134.796 ms 0 0 (0%)
[112] Total Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams
[112] 20.0- 21.0 sec 24.44 KBytes 200 Kbytes/sec 109.262 ms 0 0 (0%)
[112] 21.0- 22.0 sec 24.44 KBytes 200 Kbytes/sec 80.851 ms 0 0 (0%)
[112] 22.0- 23.0 sec 27.77 KBytes 223 Kbytes/sec 172.702 ms 0 0 (0%)
[112] 23.0- 24.0 sec 29.33 KBytes 242 Kbytes/sec 87.098 ms 0 0 (0%)
[112] 24.0- 25.0 sec 42.10 KBytes 343 Kbytes/sec 167.706 ms 0 0 (0%)
[112] 25.0- 26.0 sec 42.10 KBytes 343 Kbytes/sec 140.511 ms 0 0 (0%)
[112] 26.0- 27.0 sec 28.77 KBytes 235 Kbytes/sec 91.269 ms 0 0 (0%)
[112] 27.0- 28.0 sec 44.30 KBytes 370 Kbytes/sec 90.516 ms 0 0 (0%)
[112] 28.0- 29.0 sec 81.00 KBytes 670 Kbytes/sec 27.226 ms 0 0 (0%)
[112] 29.0- 30.0 sec 102.00 KBytes 839 Kbytes/sec 21.159 ms 0 0 (0%)
  
```

Após a escolha do Iperf, foi incorporado, junto a estação, um medidor de consumo de energia elétrica (Figura 3) para verificar como os valores de tensão e corrente se comportavam perante a variação do parâmetro jitter. A rede de acesso é configurada através de um Access Point (AP) com o firmware modificado.

Figura 3- Medidor de Consumo



Todos os ensaios foram realizados nos laboratórios do CEATEC (Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias) da PUC-Campinas. A seguir, tem-se as especificações da estação e do ponto de acesso utilizados nos ensaios:

Estação: Notebook Samsung R411; Sistema Operacional Windows 7- 32 bits;
Processador Intel Core i3 M380; Clock do Processador 2,53 GHz; Memória
RAM 2GB

Acess Point: TL- WR841ND

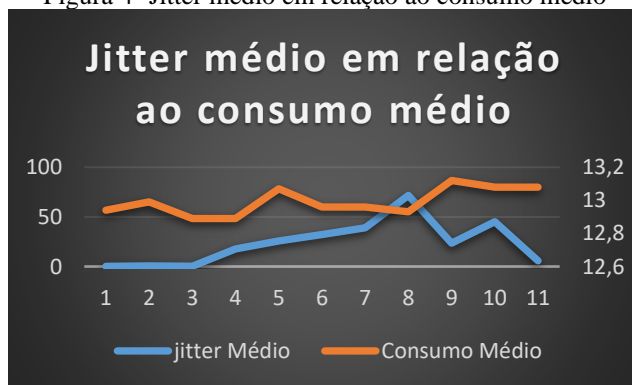
3 RESULTADOS

Foram realizados 11 ensaios, variando-se a distância e a presença de obstáculos entre a estação e o AP. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para esses 11 ensaios.

Ensaio – Distância entre a estação e o AP	Jitter médio (ms)	Consumo Médio (Wh)	Jitter médio/Consumo médio (ms/Wh)
1	0,1985	12,94	0,0153
2	0,5911	12,99	0,0455
3	0,4198	12,89	0,0325
4	17,7034	12,89	1,3729
5	25,8554	13,07	1,9774
6	32,098	12,96	2,4754
7	38,9838	12,96	3,0068
8	71,629	12,93	5,5392
9	23,4352	13,12	1,7857
10	45,0923	13,08	3,4472
11	5,8164	13,08	0,4444

Na Figura 4, é possível observar como o jitter médio se comporta em relação ao consumo de energia médio para o Ensaio 10. No eixo “x” tem-se o número das amostra, no eixo “y” à esquerda tem-se o jitter (ms) e no eixo “y” à direita tem-se o consumo de energia elétrica (Wh).

Figura 4- Jitter médio em relação ao consumo médio



5 CONCLUSÕES

De acordo com ensaios e pesquisas realizados, foi possível observar que não existe uma relação direta entre o consumo de energia elétrica e o aumento ou a diminuição do *jitter* em uma rede de comunicação IEEE 802.11.

Enquanto o parâmetro de *QoS* varia, os valores de consumo se mantêm com pequenas variações médias.

O aumento da relação entre o *jitter* e o consumo observados quando analisados os valores médios pode ser explicado pelo fato de ocorrer um aumento nos valores do parâmetro *Jitter* e o consumo se manter constante.

REFERÊNCIAS

- [1] NEVES, Maurício dos Santos. O setor de telecomunicações. Elizabeth Maria de São Paulo; Jorge Kalache Filho.(Org.). BNDES, v. 50, p. 297-319, 2002
- [2] Iperf. Disponível em <https://iperf.fr/> em 30-10-2014.
- [3] Biazotto, Luiz Henrique, et al. "Metodologia para mapeamento do consumo de energia em redes de telecomunicações." *Proceedings of COPEC World Congress*. Vol. 5. 2014.
- [4] PERIS, A. J. F., MARQUES, C. P. C., MOTA, A. D. A., & MOTA, L. T. M. Bancada de Testes para Controle de Vazão em Redes Wi-Fi.
- [5] Análise de Jitter em VoIP utilizando o modelo E. Disponível em http://www2.uniriotec.br/ppgi/banco-de-dissertacoes-ppgi-unirio/ano_2010/analise-de-jitter-em-trafego-voip-utilizando-o-modelo-e/view em 10-11-2014.