



## CAPACIDADE DO IEEE 802.15.4 EM DESVANECIMENTO ETA-MU

Henrique Cazuzza Bondezan, Elvio João Leonardo,  
hcbondezan@hotmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

### 3.04.06.03-0 – Telecomunicações, Sistemas de Telecomunicações

**Palavras-chave:** IEEE 802.15.4, eta-mu, desvanecimento

#### Resumo:

Este trabalho investiga a vazão do protocolo IEEE 802.15.4, também conhecido comercialmente como ZigBee, para o ambiente de desvanecimento eta-mu. A abordagem considerada inclui o modelo de captura de sinal com adição incoerente dos sinais interferentes e atenuação uniforme para todos os terminais. A metodologia empregada foi da análise matemática e verificação dos resultados por meio de técnicas numéricas.

#### Introdução

O padrão IEEE 802.15.4 visa fornecer os fundamentos para as camadas inferiores em uma rede do tipo Redes Pessoais Sem Fio (Wireless Personal Area Network ou WPAN ou RPSF em português). A ênfase está em minimizar os custos, a estrutura e o menor consumo de energia possível. Estas redes são utilizadas para interconexão de dispositivos centrados na área de trabalho de uma pessoa em que as ligações são sem fio. Para atender aos terminais de dados e seu perfil característico de tráfego de rajadas, RPSF utilizam transmissão por pacotes com acesso aleatório ao canal de transmissão. Especificamente, variações da técnica de Acesso Múltiplo com Detecção de Portadora (Carrier Sense Multiple Access ou CSMA) são geralmente usadas para acessar o meio sem fio. Conseqüentemente, a capacidade (vazão) do canal é influenciada pela probabilidade de colisão de pacotes e pela degradação do sinal devido a interferência mútua e ao desvanecimento do sinal. A capacidade deste





último modelo em um ambiente com desvanecimento genérico  $\eta$ - $\mu$  é o objetivo deste trabalho.

## Materiais e métodos

### *Mecanismo de acesso e cadeia de Markov*

Funcionamento do mecanismo de gerenciamento de envio de pacotes:

Canal livre, transmissão é realizada. Caso contrário, o pacote entra em uma janela de contenção da cadeia de Markov, onde aguardará sua vez para ser transmitido. Quando sua vez chega, é realizada uma confirmação da desocupação do canal e a transmissão é realizada. Caso o canal esteja ocupado, a transmissão deverá ser reagendada para a próxima janela de contenção. Após a transmissão, se houver um novo quadro de dados, eles serão transmitidos após a recepção do quadro de reconhecimento, que é um confirmador da transmissão bem sucedida. Caso não existam mais dados a serem transmitidos, o canal entra no estado ocioso.

### *A distribuição $\eta$ - $\mu$*

A distribuição  $\eta$ - $\mu$  foi proposta por (Yacoub, 2002). É uma distribuição de desvanecimento utilizada para modelagem de variações em um sinal em pequenas escalas. Tal distribuição tem uma Função Densidade de Probabilidade (FDP) determinada por:

$$f_Z(z) = \frac{2u^{2\mu_x} z^{4\mu_x-1}}{h_x^{\mu_x} h_y^{\mu_y} (1+uz^2)^{2\mu_x+2\mu_y}} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(i+\mu_y)B(\mu_y, i+1)B(2i+2\mu_y, \mu_x)} \\ \times \left[ \frac{H_y}{h_y(1+uz^2)} \right]^{2i} {}_2F_1 \left[ i+\mu_x+\mu_y, i+\mu_x+\mu_y+\frac{1}{2}, \mu_x+\frac{1}{2}, \left( \frac{H_x}{h_x} \frac{uz^2}{1+uz^2} \right)^2 \right]$$

Onde o parâmetro  $u$  é dado por:

$$u = \frac{\mu_x h_x \hat{y}^2}{\mu_y h_y \hat{x}^2}$$



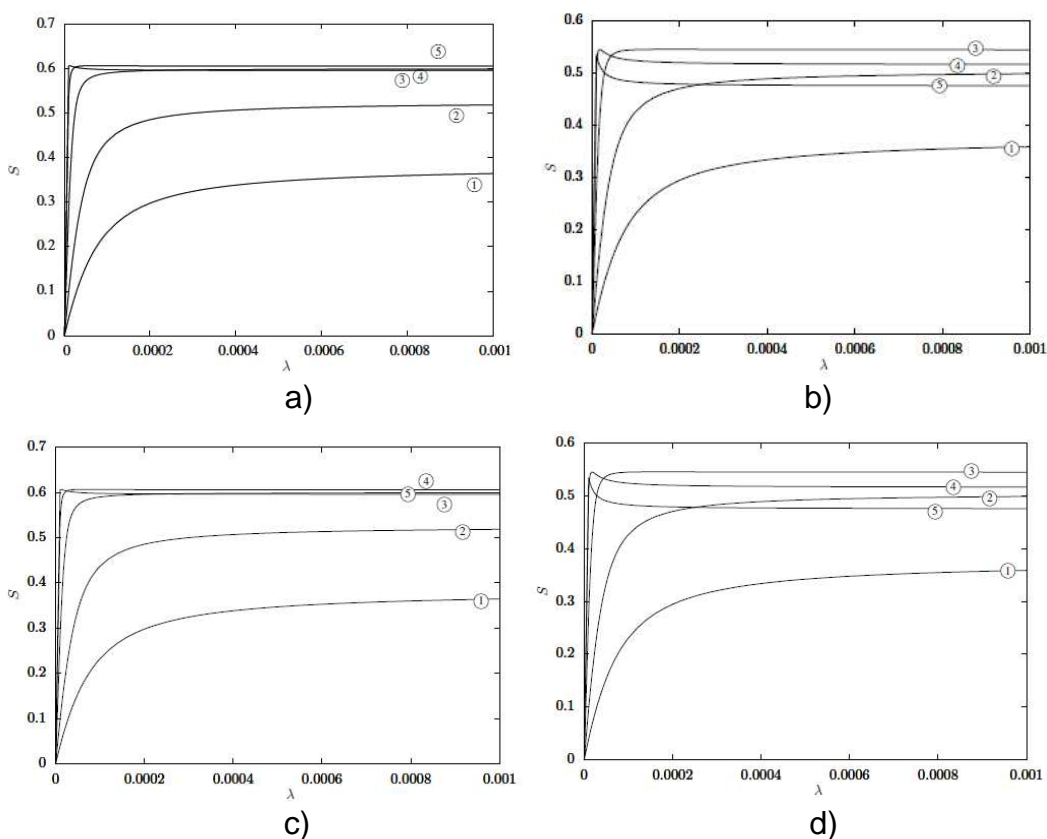


## Resultados e Discussão

Resultados são apresentados na Figura 1 para o número de estações da rede variando entre 20, 50, 150, 350 e 700 estações. A tabela 1 apresenta os numeros de estações e a curva correspondente. O eixo das abscissas representa a taxa de geração de quadros " $\lambda$ ", medida em pacotes por segundo. O eixo das ordenadas representa a capacidade do canal " $S$ ", variando entre 0 e 1, onde 0 um canal não utilizado e 1 um canal completamente ocupado.

**Tabela 1** Relação entre curvas e o números de estações

Curva	1	2	3	4	5
Estações	20	50	150	350	700





**Figura 1** – As figuras representam a capacidade do canal no padrão IEEE 802.15.4 em desvanecimento  $\eta$ - $\mu$ , variando o número de estações na rede. A figura a)  $\eta = 1$  e  $\mu = 0,5$ . A figura b)  $\eta = 1$   $\mu = 1$ . A figura c)  $\eta = 0,5$  e  $\mu = 0,5$ . A figura d)  $\eta = 0,5$  e  $\mu = 1$ .

## Conclusões

As principais observações foram a mudança perceptível nas curvas com aumento do número de dispositivos na rede. A confirmação do aumento da ocupação do canal de acordo com o aumento do número de dispositivos na rede e a alta importância dos mecanismos de controle de acesso para estabilizar a comunicação em uma rede.

## Agradecimentos

Agradeço ao professor Elvio pela oportunidade; à Fundação Araucária pelo suporte financeiro e a Rafael Pedriali e Rafael Citelli pela ajuda na conclusão deste trabalho.

## Referências

Farahani S. **Zigbee Wireless Networks and Transceivers**. Elsevier Ltd, 2008.

Leonardo E. J and Yacoub M. D., **Throughput of CSMA in  $\eta$ - $\mu$  Fading Channels**. 22nd IEEE Personal Indoor Mobile Radio Communications, 2011.

Leonardo E. J., **Product and Ratio of Generalized Fading Variables and Applications in the Performance of Communication Systems**. Campinas, 2013.

Wen H., Chen Z. and Dutkiewicz E., **An Improved Markov Model for IEEE 802.15.4 Slotted CSMA/CA Mechanism**. Journal of computer science and technology 24(3): 495-504, May 2009.

