**Trabalho Final 1**

**Statistical Analysis of Multiple Antenna**

Strategies for Wireless Energy Transfer

Aline Aires Teixeira - Matrícula 51

Emmanuel Priestley Titus - Matr´ıcula 924

02 de maio de 2024

# Introdução

# O artigo é uma pesquisa sobre a estratégia de transferência de energia sem fio (WET) com múltiplas antenas ,focando em características práticas de hardware de energia (EH) e a internet das coisas(IoT) para estender a vida útil da bateria dos dispositivos em redes sem fio de baixa potência.Essas duas tecnologias jogam um papel importante na colheita de energia de sinais de radiofrequência (RF) e suas aplicações em redes como as de sensores sem fio (WSNs) e identificação por radiofrequência (RFID). Explorando cenários de transmissão em redes RF-EH, como a WET e a Rede de Comunicação Alimentada sem Fio (WPCN), destaca-se a busca por otimizar a eficiência energética e a confiabilidade das redes, abordando desafios como a aquisição de informações de canal (CSI). Além disso, se discute estratégias para melhorar a previsibilidade e justiça na distribuição de energia em dispositivos EH sob diversas condições de canal, refletindo a busca contínua por soluções inovadoras para promover a viabilidade e o desempenho desses sistemas em ambientes práticos [1].

# Modelo do Sistema

# O modelo de sistema apresentado no artigo aborda a transferência de energia sem fio (WET) com múltiplas antenas de transmissão, considerando características práticas de hardware de energia. A Equação 1 representa a energia colhida no nó do sensor único , é a eficiência da colheita de energia calculada através de sua divisão com , onde significa o número de nós, esse cálculo multiplicado pelo somatório pela magnitude de todos os canais . A expressão explicada é usada para plotar a Figura 1 e 2:

# (1)

# 

|  |
| --- |
|  |

Figura 1. Comparativo entre PDF Teórica de Rayleigh e PDF Estimada por Monte Carlo para .

|  |
| --- |
|  |

Figura 2. Comparativo entre PDF Teórica de Rayleigh e PDF Estimada por Monte Carlo para .

1. **Procedimentos e Simulações**

# O procedimento adotado no estudo inclui a análise estatística de estratégias de múltiplas antenas para a transferência de energia sem fio (WET) em um contexto de comunicações sem fio. Os códigos abaixo ilustram a reprodução da simulação da Figura 2 do artigo [1] para e .

# Para :

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

from scipy.stats import rayleigh

from scipy.stats import gaussian\_kde

ne = 1   # Eficiência da colheita de energia

M = 4    # Número de nós

num\_amostras = 10000  # Número de amostras

# Simulação das amostras dos canais

h1 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h2 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h3 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h4 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

# Calculando a soma dos quadrados de h1, h2, h3 e h4

htotal = h1\*\*2 + h2\*\*2 + h3\*\*2 + h4\*\*2

# Calculando epsilon\_SA^0

epsilon\_SA\_0 = (ne / M) \* htotal

# Parâmetro de escala da distribuição Rayleigh

sigma = 1

# Simulação das amostras da energia colhida

energia\_colhida\_simulada = np.random.rayleigh(scale=sigma, size=num\_amostras)

# Criando um intervalo de valores para x

x = np.linspace(0, max(epsilon\_SA\_0), 1000)

# Calculando a PDF de Rayleigh teórica

pdf\_rayleigh = rayleigh.pdf(x, scale=sigma)

# Estimando a PDF de Monte Carlo simulada

kde = gaussian\_kde(energia\_colhida\_simulada)

pdf\_monte\_carlo = kde(x)

pdf\_monte\_carlo = pdf\_monte\_carlo / np.trapz(pdf\_monte\_carlo, x)  # Normalização

# Plotando a PDF de Rayleigh teórica

plt.plot(x, pdf\_rayleigh, color='black', linestyle='-', label='PDF de Rayleigh Teórica')

# Plotando a PDF de Monte Carlo simulada

plt.plot(x, pdf\_monte\_carlo, color='red', linestyle='-', label='PDF de Monte Carlo Simulada')

plt.xlabel('x')

plt.ylabel('Densidade de Probabilidade')

plt.legend()

plt.grid(True)

plt.show()

# Para :

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

from scipy.stats import rayleigh

from scipy.stats import gaussian\_kde

ne = 1   # Eficiência da colheita de energia

M = 16    # Número de nós

num\_amostras = 10000  # Número de amostras

# Simulação das amostras dos canais

h1 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h2 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h3 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h4 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h5 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h6 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h7 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h8 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h9 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h10 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h11 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h12 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h13 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h14 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h15 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

h16 = np.random.rayleigh(scale=1, size=num\_amostras)

# Calculando a soma dos quadrados de h1, h2, h3, h4, h5, h6, h7, h8, h9, h10, h11, h12, h13, h14, h15 e h16

htotal = h1\*\*2 + h2\*\*2 + h3\*\*2 + h4\*\*2 + h5\*\*2 + h6\*\*2 + h7\*\*2 + h8\*\*2 + h9\*\*2 + h10\*\*2 + h11\*\*2 + h12\*\*2 + h13\*\*2 + h14\*\*2 + h15\*\*2 + h16\*\*2

# Calculando epsilon\_SA^0

epsilon\_SA\_0 = (ne / M) \* htotal

# Parâmetro de escala da distribuição Rayleigh

sigma = 1

# Simulação das amostras da energia colhida

energia\_colhida\_simulada = np.random.rayleigh(scale=sigma, size=num\_amostras)

# Criando um intervalo de valores para x

x = np.linspace(0, max(energia\_colhida\_simulada), 1000)

# Calculando a PDF de Rayleigh teórica

pdf\_rayleigh = rayleigh.pdf(x, scale=sigma)

# Estimando a PDF de Monte Carlo simulada

kde = gaussian\_kde(energia\_colhida\_simulada)

pdf\_monte\_carlo = kde(x)

pdf\_monte\_carlo = pdf\_monte\_carlo / np.trapz(pdf\_monte\_carlo, x)  # Normalização

# Plotando a PDF de Rayleigh teórica

plt.plot(x, pdf\_rayleigh, color='black', linestyle='-', label='PDF de Rayleigh Teórica')

# Plotando a PDF de Monte Carlo simulada

plt.plot(x, pdf\_monte\_carlo, color='pink', linestyle='-', label='PDF de Monte Carlo Simulada')

plt.xlabel('x')

plt.ylabel('Densidade de Probabilidade')

plt.legend()

plt.grid(True)

plt.show()

1. **Conclusão**

# O estudo investigou estratégias de transferência de energia sem fio com múltiplas antenas, enfocando características práticas do hardware de energia. Ao analisar a eficácia dessas estratégias, constatou-se que abordagens livres de informações de canal são mais vantajosas à medida que o número de dispositivos aumenta. Isso ressalta a relevância de considerar não apenas aspectos teóricos, mas também as características reais do hardware ao projetar sistemas de comunicação sem fio. Essas descobertas têm implicações significativas para o desenvolvimento futuro de tecnologias WET para otimizar o desempenho e a eficiência desses sistemas em ambientes práticos.

**Referência**

# [1] O. L. A. Lopez, H. Alves, R. D. Souza, and S. Montejo-Sanchez, “Statistical analysis of multiple antenna strategies for wireless energy transfer,” IEEE Transactions on Communications, vol. 67, no. 10, pp. 7245–7262, 2019.