

# TRANG THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Tên đề tài luận án tiến sĩ: **Nghiên cứu giải pháp phân tích hiệu năng hệ thống thông tin vô tuyến thể hệ mới sử dụng kỹ thuật thu thập năng lượng vô tuyến**

Chuyên ngành: Kỹ Thuật Viễn Thông

Mã số: 62.52.02.08

Họ và tên NCS: **Nguyễn Anh Tuấn**

Người hướng dẫn khoa học:

**1. PGS.TS. Võ Nguyễn Quốc Bảo**

**2. TS. Trương Trung Kiên**

Cơ sở đào tạo: Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

## NHỮNG KẾT QUẢ MỚI CỦA LUẬN ÁN:

Trong luận án, ba mô hình tiêu biểu đã được nghiên cứu sinh phân tích và khảo sát đánh giá cũng như đã đề xuất được những kết quả nhằm nâng cao hiệu năng hệ thống. Cụ thể như sau:

**#Mô hình 1:** Hệ thống chuyển tiếp gồm 03 nút, nút nguồn S có đa anten, nút chuyển tiếp R có đơn anten và nút đích D có đa anten. Đối với mô hình này, nghiên cứu sinh đề xuất một phương pháp mới để phân tích xác suất dừng của hệ thống chuyển tiếp hai chặng với nút nguồn và nút đích được trang bị nhiều anten với nút chuyển tiếp sử dụng năng lượng thu thập vô tuyến để chuyển tiếp dữ liệu nhận từ nút nguồn. Phương pháp phân tích mới cho phép xấp xỉ tốt hơn xác suất dừng hệ thống so với phương pháp phân tích xấp xỉ truyền thống, vốn chỉ phù hợp cho mạng với nút mạng đơn anten. Các kết quả phân tích đề xuất được kiểm chứng với kết quả mô phỏng. Đồng thời đặc tính của mô hình đề xuất cũng được nghiên cứu và kiểm chứng bằng mô phỏng Monte-Carlo.

**# Mô hình 2.** Hệ thống vô tuyến chuyển tiếp gồm 3 nút, nút nguồn S, nút chuyển tiếp R và nút đích D. Các nút được cung cấp năng lượng từ nguồn ngoài PB. Nghiên cứu sinh đã nghiên cứu lần lượt mạng chuyển tiếp hai chiều với kênh truyền fading Rayleigh và kênh truyền Nakagami- $m$ ; Tiếp theo là khảo sát với hệ thống chuyển tiếp với nút chuyển tiếp truyền song công (FD:Full-Duplex).

Nghiên cứu hệ thống chuyển tiếp hai chiều sử dụng kỹ thuật thu thập năng lượng từ nguồn năng lượng độc lập. Các nút mạng không có năng lượng lưu trữ mà sử dụng năng lượng thu thập từ nguồn phát năng lượng để cung cấp cho các hoạt động truyền phát. Nghiên cứu sinh đã đề xuất phương pháp để phân tích xác suất dừng chính xác của hệ thống và biểu diễn dưới dạng tường minh. Kết quả mô phỏng đã xác nhận tính chính xác của kết quả phân tích và chỉ ra rằng vị trí của nguồn phát và nút chuyển tiếp ảnh hưởng rất lớn đến hiệu năng của hệ thống.

Đối với hệ thống chuyển tiếp với nút chuyển tiếp truyền song công FD, khác với những nghiên cứu trước đây, nghiên cứu sinh đã khảo sát trên trường hợp giảm nhiễu nội không hoàn hảo, đã đưa ra được dạng tường minh công thức tính xác suất dừng hệ thống với kênh truyền Nakagami- $m$ . Đồng thời khảo sát và phân tích ảnh hưởng của tham số  $m$  của kênh truyền Nakagami- $m$ , thời gian thu thập năng lượng và xem xét khả năng khắc phục nhiễu nội do hai anten của nút R gây nhiễu lẫn nhau. Kết quả mô phỏng sử dụng nguyên lý Monte-carlo để chứng minh tính đúng đắn của kết quả giải tích.

**# Mô hình 3:** Hệ thống vô tuyến nhận thức thu thập năng lượng vô tuyến từ nguồn ngoài PB và từ chính nguồn PT là máy phát của hệ thống sơ cấp với công suất lớn. Hệ thống vô tuyến nhận thức gồm nút nguồn S và nút đích D, sử dụng kênh tần số của hệ thống sơ cấp. Nút nguồn S thu thập năng lượng từ PT hoặc/và PB để phát thông tin tới nút D. Nghiên cứu được khảo sát ảnh hưởng can nhiễu của PT tới D và từ S tới PR (máy thu của mạng sơ cấp). Mức năng lượng thu thập tại S cũng có tính quyết định tới mức nhiễu tại PR và khoảng cách của D tới PT cũng quyết định mức nhiễu tại D. Nghiên cứu sinh đã đề xuất phương thức thu thập năng lượng mới tại S. Nút nguồn S có thể lựa chọn mức năng lượng cao nhất của PT và PB để thu thập và không làm ảnh hưởng nhiễu tới nút D và PR. Hơn nữa, phương thức thu thập năng lượng linh hoạt khi nút S có thể tổng hợp mức năng lượng của PT và PB để nâng cao hiệu năng của hệ thống. Nghiên cứu đã xác định được công thức dạng đóng đối với xác suất dừng hệ thống OP và khảo sát các tham số liên quan ảnh hưởng tới xác suất dừng hệ thống, đồng thời đưa ra các khuyến nghị các giá trị tham số tối ưu cho hệ thống.

## **CÁC ỨNG DỤNG, KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG THỰC TIỄN HOẶC NHỮNG VẤN ĐỀ CÒN BỎ NGỎ CẦN TIẾP TỤC NGHIÊN CỨU:**

Các kết quả nghiên cứu bao gồm phương pháp phân tích và các mô hình đề xuất, có thể ứng dụng như sau:

- Đã đề xuất một số phương pháp giải tích mới để đánh giá hiệu năng của các hệ thống vô tuyến chuyển tiếp sử dụng thu thập năng lượng. Các phương pháp này có ưu điểm là phù hợp cho cả vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu thấp và cao và áp dụng cho cả kênh truyền fading Rayleigh và Nakagami-m. Các biểu thức toán học dạng đóng của xác suất dừng hệ thống có thể sử dụng trong việc thiết kế và tối ưu hệ thống vô tuyến thế hệ mới sử dụng kỹ thuật thu thập năng lượng.
- Đã đề xuất 3 mô hình áp dụng các ưu điểm của kỹ thuật thu thập năng lượng, kỹ thuật chuyển tiếp cho phép tăng vùng phủ sóng cũng như nâng cao hiệu năng của hệ thống thu thập năng lượng vô tuyến; có thể ứng dụng cho các mạng cảm biến vô tuyến hay kết nối vạn vật IoT, ứng dụng cho quản lý năng lượng, nông nghiệp thông minh, thành phố thông minh.
- Tối ưu các tham số ảnh hưởng tới hiệu năng hệ thống vô tuyến chuyển tiếp sử dụng kỹ thuật thu thập năng lượng vô tuyến. Đưa ra các tham số tối ưu cho giao thức thu thập năng lượng vô tuyến nhằm nâng cao hiệu năng của hệ thống vô tuyến chuyển tiếp. Các mô hình đề xuất có thể tăng hiệu quả sử dụng phổ tần, kết hợp tận dụng nguồn năng lượng từ máy phát vô tuyến công suất lớn sẵn có cung cấp năng lượng vô tuyến cho các mạng vô tuyến cảm biến cũng như hệ thống thông tin di động thế hệ mới hạn chế nguồn cung cấp năng lượng.

### **Hướng nghiên cứu phát triển của luận án:**

- Nghiên cứu mô hình mạng chuyển tiếp một chiều sử dụng kỹ thuật thu thập năng lượng tại nút chuyển tiếp và nút chuyển tiếp sử dụng đa ăng ten. Với mô hình này sẽ làm tăng hiệu quả sử dụng tài nguyên tần số và nâng cao độ tin cậy khi truyền thông tin tới nút đích. Nhưng đòi hỏi việc xác định xác suất dừng hệ thống phức tạp hơn nhiều, đòi hỏi những đề xuất mới trong giải tích để tính toán xác suất dừng hệ thống.
- Nghiên cứu mô hình mạng chuyển tiếp hai chiều sử dụng kỹ thuật thu thập năng lượng tại tất cả các nút mạng, đồng thời sử dụng kỹ thuật truyền song công tại nút chuyển tiếp. Với mô hình mạng này sẽ thích hợp với mạng thông tin vô tuyến thế hệ mới nhưng việc xử lý nhiễu kênh truyền tại nút chuyển tiếp sẽ rất phức tạp. Với các nghiên cứu hiện nay chưa xác định được biểu thức tường minh của xác suất dừng hệ thống.
- Nghiên cứu mạng vô tuyến nhận thức có sử dụng kỹ thuật truyền năng lượng không dây và thu thập năng lượng vô tuyến. Đây là mô hình

phức tạp nhưng có tính ứng dụng thực tế cao trong tương lai. Tuy nhiên, bài toán giải quyết nhiều vô tuyến giữa các kênh truyền vô tuyến là tương đối phức tạp.

Trên đây là thông tin về những đóng góp khoa học của Luận án, những ứng dụng kết quả luận án và hướng nghiên cứu phát triển luận án.

**Xác nhận của đại diện tập thể người hướng dẫn khoa học**

**Nghiên cứu sinh**

**(đã ký)**

**(đã ký)**

**PGS. TS. Võ Nguyễn Quốc Bảo**  
**TS. Trương Trung Kiên**

**Nguyễn Anh Tuấn**