NÂNG CAO DUNG LƯỢNG VÀ CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN DÙNG MIMO-OFDM VBLAST

Phạm Minh Triết *
Trần Thị Bích Hạnh **

Tóm tắt

Dung lượng và chất lượng truyền dẫn là mối quan tâm hàng đầu trong hệ thống thông tin vô tuyến, thời gian qua nhiều biện pháp kỹ thuật đã được nghiên cứu và áp dụng để nâng cao. Trong bài viết này, chúng tôi trình bày và phân tích kỹ thuật MIMO-OFDM VBLAST(Multiple Input Muliple Output-Orthogonal Frequency Division Multiplexing Vertical Bell Laboratories Layered Space Time) cho phép tăng dung lượng và chất lượng của hệ thống một cách đáng kể. Sự thành công của việc kết hợp hệ thống MIMO (Multiple Input Muliple Output) với kỹ thuật OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) đã đưa nó trở thành nền tảng cho sự phát triển của các thế hệ thông tin tiếp theo.

Từ khóa: Thông tin vô tuyến, dung lượng, chất lượng truyền dẫn, tần số, nhiễu.

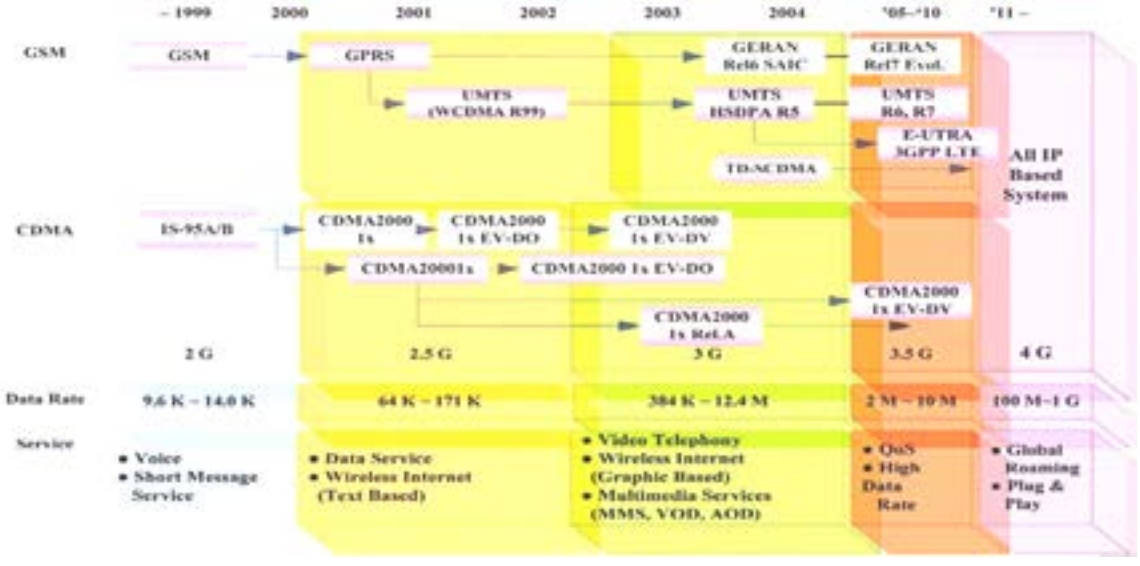
Abstract

Capacity and transmission quality are top concerns in wireless communications systems that some techniques are studied and applied in recent time. In this paper, it will present and analyze MIMO-OFDM VBLAST Technique that enables to increase the capacity and quality of the system significantly. The success of combining MIMO System with OFDM Technique creates the foundation for the development of the next generation of information.

Keywords: wireless communications, Capacity, Transmission quality, Frequency, Noise.

1. Đặt vấn đề

Trong hơn một thập kỷ qua, thế giới đã chứng kiến sự thành công to lớn của mạng thông tin di động thế hệ thứ hai 2G, tiếp sau đó là mạng thông tin di động thế hệ thứ ba 3G đã và đang được triển khai nhiều nơi trên thế giới. Cải tiến nổi bật nhất của mạng 3G so với mạng 2G là khả năng cung ứng truyền thông gói tốc độ cao nhằm triển khai các dịch vụ truyền thông đa phương tiện. Tuy nhiên, đối tượng sử dụng thông tin di động rất đa dạng và nhu cầu ngày càng tăng dẫn đến yêu cầu bức thiết cho sự ra đời và phát triển của hệ thống thông tin di động thế hệ thứ tư 4G.



Hình 1: Lộ trình phát triển hệ thống thông tin di động

*,** *Thạc sĩ - Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh*

4G có yêu cầu kỹ thuật dung lượng lớn và tốc độ dữ liệu cao trong khi băng thông cho phép lại không được mở rộng. MIMO là một hệ thống đa anten ở đầu phát, đầu thu, áp dụng kỹ thuật phân tập, mã hoá nhằm tăng dung lượng kênh truyền, cải thiện hiệu quả phổ mà không phải tăng công suất phát hay băng thông.

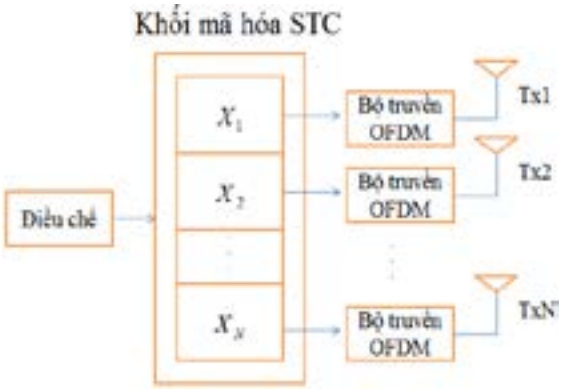
Khi tốc độ truyền dẫn tăng cao trên các kênh truyền băng rộng, đặt biệt là các kênh fading lựa chọn tần số, nhiễu liên ký tự (Inter-Symbol Interference) xuất hiện do độ trễ của kênh truyền làm tăng tốc độ lỗi bit BER (Bit Error Rate) một cách đáng kể. Để giải quyết vấn đề này, một kỹ thuật điều chế đa sóng mang ghép kênh phân chia theo tần số sóng mang trực giao OFDM đã được áp dụng cho các hệ thống truyền dẫn. Nguyên lý cơ bản của OFDM là chia một luồng dữ liệu tốc độ cao thành các luồng dữ liệu tốc độ thấp hơn và phát đồng thời trên một số các sóng mang con trực giao.

Nhận thấy những tiềm năng to lớn của MIMO và OFDM, các nhà thiết kế đã kết hợp cả hai vào một hệ thống truyền dẫn để tận dụng ưu điểm của chúng. Thành công rực rỡ đã đặt MIMO-OFDM làm nền tảng cho sự phát triển 4G. Trong tương lai, nhiều nghiên cứu sẽ được phát triển để cải tiến chất lượng, dung lượng của hệ thống MIMO-OFDM.

2. Nội dung

2.1. Mô hình hệ thống MIMO-OFDM VBLAST

Hệ thống MIMO-OFDM VBLAST được áp dụng nhằm tăng tối đa dung lượng kênh truyền fading chọn lọc tần số. Bộ mã hóa STC (Hình 2)

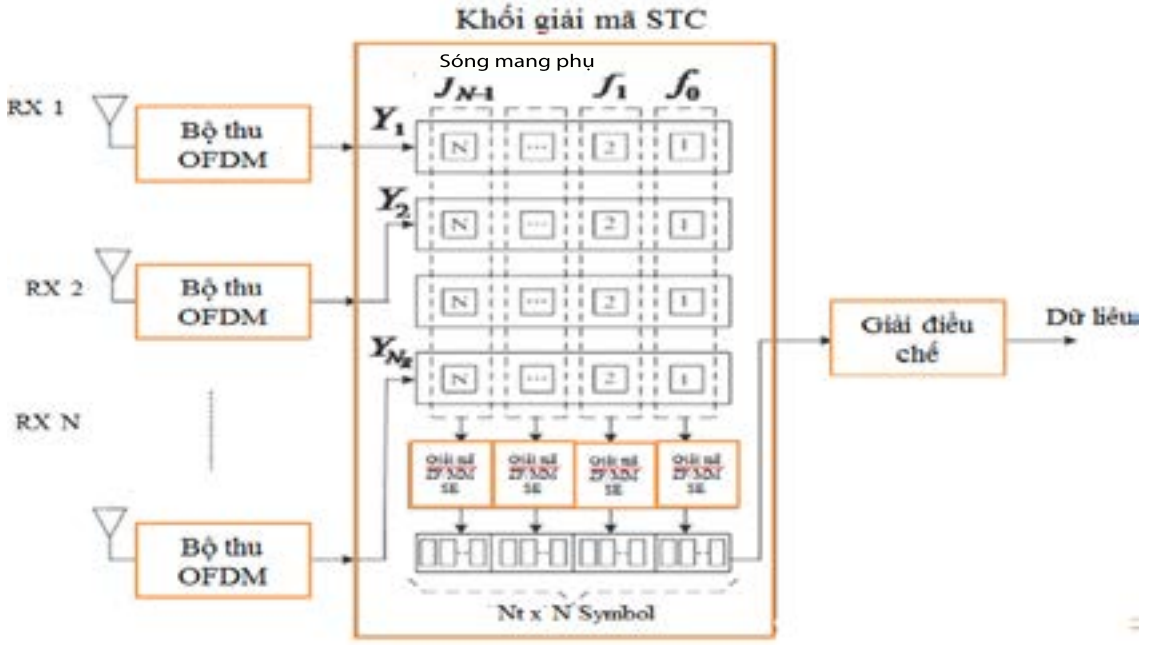


Hình 2: Máy phát MIMO-OFDM VBLAST

trong trường hợp này chỉ là một bộ S/P chia luồng dữ liệu lớn thành N_T luồng dữ liệu nhỏ, sau đó N_T luồng này được đưa vào N_T bộ truyền OFDM. Từng luồng dữ liệu sẽ được biến đổi nối tiếp sang song song thành N_T vector X_j , j = 1,2,…N_T gồm N symbol, từng vector X_j ở miền tần số sẽ được đưa qua bộ N-IFFT để đưa về miền thời gian tạo thành N_T vector gồm N mẫu rời rạc.

$$x_i = F^* X_i \quad (1)$$

Sau đó từng vector x_j sẽ được chèn khoảng bảo vệ và cho qua bộ biến đổi D/A và bộ lọc thông thấp LPF nhằm tạo N_T tín hiệu miền thời gian $s_j(t)$, lúc đó tín hiệu thời gian sẽ được cho qua khối Up-Converter được dùng để dịch chuyển phổ tín hiệu s(t) lên tần số cao tạo thành tín hiệu cao tần S_j^{RF} (t) đưa ra phát đồng thời trên N_T anten phát. Phía thu sẽ sử dụng bộ thu OFDM để thu tín hiệu cao tần. Lúc này bộ thu OFDM loại bỏ khoảng bảo vệ CP



Hình 3: Máy thu MIMO-OFDM VBLAST

khối symbol OFDM tiếp đến khối giải mã STC và giải điều chế tín hiệu để lấy lại dữ liệu mong muốn.

2.2. Mô phỏng hệ thống MIMO-OFDM VBLAST

Chúng tôi sẽ mô phỏng hệ thống MIMO-OFDM VBLAST theo mô hình dùng phương pháp điều chế QPSK và ở phần máy thu sử dụng giải thuật giải mã MMSE VBLAST (Minimum Mean Sqare Error Vertical Bell Laboratories Layered Space Time).

Tiến trình mô phỏng được thực hiện như sau:

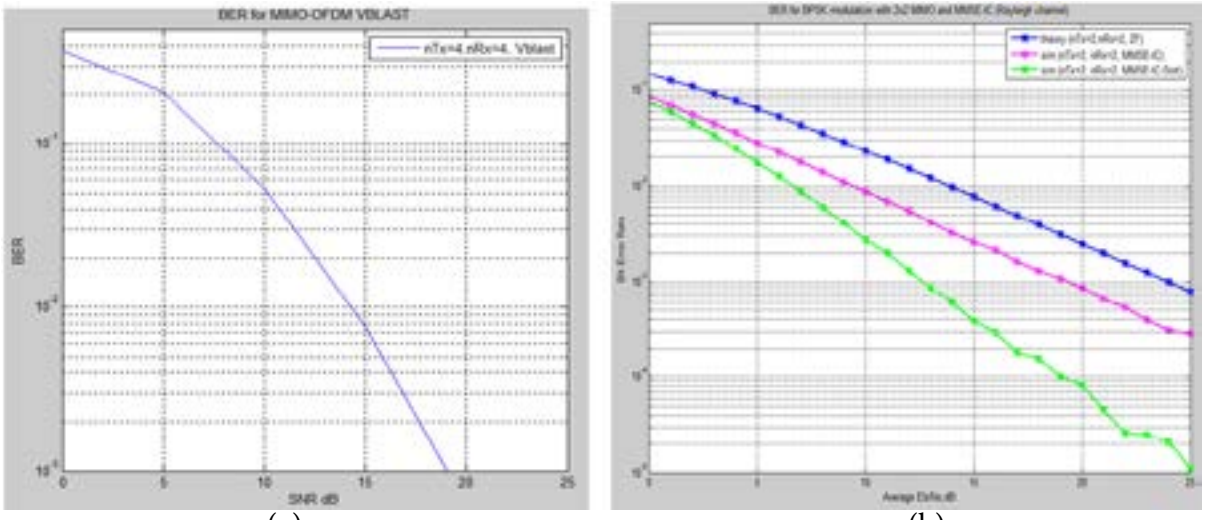
- Xác định các tham số đầu vào

Hệ thống MIMO-OFDM có số anten phát là 4, số anten thu 4. Size của bộ FFT bằng 16. Độ dài khoảng bảo vệ bằng 4. Xác định tham số cần mô phỏng là BER của hệ thống với SNR. Tạo các mẫu tín hiệu nguồn. Sử dụng điều chế QPSK. Truyền dữ liệu. Tạo các Tap kênh.

- Xử lý tín hiệu nhận

Dùng giải thuật giải mã MMSE VBLAST. Đếm lỗi xảy ra trong quá trình truyền. Tính toán BER. Vẽ kết quả mô phỏng.

Kết quả mô phỏng được thể hiện trong hình sau:



(a) (b)

Hình 4.10: (a) Mô phỏng MIMO-OFDM VBLAST, (b) Mô phỏng MIMO MMSE 2x2

Quan sát đồ thị BER của hệ thống MIMO-OFDM VBLAST với phương pháp điều chế QPSK và sử dụng giải thuật giải mã MMSE, ta thấy khi tỉ số tín hiệu trên nhiễu tăng thì BER của hệ thống sẽ giảm mạnh, và BER của hệ thống sẽ tăng khi ta tăng số anten phát và anten thu của hệ thống.

3. Kết luận

Việc kết hợp hệ thống MIMO với kỹ thuật OFDM và đặc biệt là mô hình VBLAST cho phép tăng dung lượng và chất lượng của hệ thống một cách đáng kể.

Chính nhờ sự thành công của việc kết hợp hệ thống MIMO với kỹ thuật OFDM nên nó đã trở thành nền tảng cho sự phát triển của 4G và các thế hệ thông tin tiếp theo.

Một trong các hướng nghiên cứu vẫn cần tiếp tục phát triển là việc đề xuất ra các bộ tách tín hiệu MIMO - OFDM hiệu quả, có phẩm chất BER tốt trong khi lại không yêu cầu độ phức tạp tính toán cao.

Tài liệu tham khảo

Chung G. Kang, Won Young Yang, Jaekwon Kim, Yong Soo Cho. 2010. "*MIMO-OFDM Wireless Communications With Matlab*".

Hamid Jafarkhani. 2005. "*Space-Time Coding Theory And Practice*".

Harry Zhi Bing Chen. 2010. " *Signal Design For MIMO-OFDM Systems*".

Nguyen Tuan Duc. 2008. "*MIMO - MIMO OFDM Techniques*". State of Art and Future. PhD student. IRISA/Universite de Rennes.