

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

NGUYỄN THẾ ĐÀN

**MÃ KHỎI KHÔNG THỜI GIAN TRONG HỆ THỐNG
TIN BĂNG RỘNG**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Điện tử
Mã số: 60 52 70

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SỸ

Hà Nội – 2011

MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, nhu cầu thông tin liên lạc của con người ngày càng gia tăng và đã có những bước tiến vượt bậc. Sự phát triển nhanh chóng của các loại hình dịch vụ như Video, thoại và thông tin dữ liệu trên Internet, điện thoại di động, cũng như nhu cầu về truyền thông đa phương tiện ngày càng một phát triển. Sự hoạt động của các hệ thống vô tuyến tiên tiến này phụ thuộc rất nhiều vào đặc tính của kênh thông tin vô tuyến như: Pha đỉnh, giới hạn về băng thông, điều kiện đường truyền thay đổi một cách nhanh chóng và tác động qua lại của các tín hiệu. Vì vậy vấn đề khám phá tài nguyên, sử dụng hiệu quả tài nguyên nhưng vẫn đảm bảo chất lượng truyền luôn là những chủ đề được quan tâm nghiên cứu, triển khai.

Hai kỹ thuật OFDM và MIMO được coi là kỹ thuật chủ đạo cho các hệ thống vô tuyến thế hệ sau như WIMAX và 4G: Từ quan điểm lập luận này, vấn đề có tính chất then chốt là xây dựng các giải thuật để khai thác và xử lý triệt để đặc tính của kênh truyền vô tuyến. Hệ thống MIMO ra đời là một giải pháp hiệu quả để cải thiện dung lượng của hệ thống thông tin vô tuyến. Hệ MIMO có ưu điểm là hiệu suất sử dụng phổ và độ phân tập cao. Một cách tăng phẩm chất, giảm (BER) của MIMO là thực hiện mã hóa không thời gian, một kỹ thuật mã hóa được thiết kế với nhiều anten phát, thu. Việc sử dụng hệ thống đơn sóng mang truyền thống cho những dịch vụ này dẫn đến cấu trúc của hệ thống thu phát có độ phức tạp cao hơn rất nhiều so với việc sử dụng hệ thống đa sóng mang, ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) là một trong những

giải pháp đang được quan tâm để giải quyết vấn đề này. Trong đề tài này đi sâu vào tìm hiểu một số kỹ thuật về mã hóa, đặc biệt là mã khối trực giao và ảnh hưởng của nó đối với kỹ thuật OFDM. Với cơ sở lý thuyết này, em đã mô phỏng trực quan chứng minh sự ảnh hưởng của mã khối đối với hệ thống truyền thông OFDM.

Luận văn gồm có 5 chương :

Chương 1: Trình bày về kênh fading trong môi trường vô tuyến. Bao gồm những khái niệm cơ bản về hệ truyền thông vô tuyến và những ảnh hưởng của fading đối với môi trường vô tuyến.

Chương 2: Trình bày về mã không gian thời gian, bao gồm một số loại mã không gian thời gian và tập trung chủ yếu vào mã khối không gian thời gian.

Chương 3: Trình bày về hệ OFDM, bao gồm sơ đồ khối và nguyên lý hoạt động của hệ OFDM cũng như những ưu nhược điểm của hệ OFDM.

Chương 4: Trình bày về mã khối không gian thời gian trong hệ OFDM, nội dung của chương tập trung đánh giá vấn đề hiệu năng của hệ thống OFDM có sử dụng mã hóa không gian thời gian.

Chương 5: Đây là chương mô phỏng nhằm đánh giá một số kết quả của một số vấn đề đã trình bày trong các chương trước. Bao gồm mô phỏng hệ truyền thông STBC-OFDM và so sánh hiệu năng của hệ OFDM có sử dụng mã hóa và không sử dụng mã hóa.

CHƯƠNG 1: KÊNH FADING TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN

1.1. Các đặc tính của kênh truyền vô tuyến

Các kênh vô tuyến là các kênh mang tính ngẫu nhiên, nó có thể thay đổi từ các đường truyền thẳng đến các đường bị che chắn đối với các vị trí khác nhau. Do đó, xem xét các đặc tính của kênh truyền vô tuyến ta phải xem xét chúng ở một số đặc tính như không gian, tần số, thời gian.

1.1.1. Miền không gian

Đối với các mô hình truyền sóng truyền thống việc đánh giá công suất thu trung bình tại một khoảng cách cho trước so với máy phát được gọi là đánh giá tổn hao đường truyền. Khi khoảng cách thay đổi trong phạm vi một bước sóng thì kênh thể hiện các đặc tính ngẫu nhiên rất rõ rệt. Điều này được gọi là tính chọn lọc không gian.

1.1.2. Miền tần số

1.1.2.1. Thay đổi tần số:

Thay đổi tần số do hiệu ứng Doppler gây ra khi có sự chuyển động tương đối giữa máy thu và máy phát dẫn đến thay đổi tần số một cách ngẫu nhiên. Dịch tần số trong tần số thu do chuyển động tương đối này được gọi là dịch tần số Doppler

1.1.2.2. Chọn lọc tần số

Trong khuôn khổ nội dung của luận văn này sẽ phân tích vấn đề chọn lọc tần số cùng với một thông số khác trong miền tần số đó là băng thông kết hợp. Băng thông kết hợp (coherence bandwidth) là một số đo thống kê của dải tần số trên một kênh pha đỉnh được coi là kênh pha đỉnh "phẳng" (là kênh trong đó tất cả các thành phần phổ được truyền qua với độ khuếch đại như nhau và tuyến tính về pha).

1.1.3. Miền thời gian

1.1.3.1. Trải trễ trung bình quân phương, RDS

Thông số thời gian quan trọng của tán thời là trải trễ trung bình căn quân phương (RDS: Root Mean Squared Delay Spread). RDS là một số đo thích hợp cho trải đa đường của kênh.

1.1.3.2. Trễ trội cực đại

Trễ trội cực đại (XdB) của hồ sơ về trễ công suất được định nghĩa là trễ thời gian mà ở đó năng lượng đa đường giảm XdB so với năng lượng cực đại.

1.1.3.3. Thời gian kết hợp

Một thông số khác trong miền thời gian là thời gian kết hợp (coherence time). Thời gian kết hợp xác định tính "dừng" của kênh. Thời gian kết hợp là thời gian mà ở đó kênh tương quan rất mạnh với biên độ của tín hiệu thu, ký hiệu T_c .

1.1.4. Quan hệ giữa các miền khác nhau

1.1.4.1. Băng thông kết hợp và trải trễ trung bình quân phương

Ta có thể trình bày kênh trong miền tần số bằng cách sử dụng các đặc tính đáp ứng tần số của nó. Tương tự như các thông số trải trễ trong miền thời gian, ta có thể sử dụng bằng thông kết hợp cho đặc trưng kênh trong miền tần số.

1.1.4.2. Thời gian kết hợp và trải Doppler

Thời gian kết hợp chịu ảnh hưởng trực tiếp của dịch Doppler, nó là thông số kênh trong miền thời gian đối ngẫu với trải Doppler

1.2. Vấn đề pha đình trong môi trường vô tuyến

1.2.1. Pha đình là gì?

Pha đình là quá trình mô tả sự dao động của tín hiệu thu khi tín hiệu đến được anten thu.

1.2.2. Nguyên nhân gây nên pha đình

Pha đình có thể được miêu tả do những nguyên nhân cơ bản là *đa đường hoặc Doppler*.

1.2.3. Phân loại pha đình

Về cơ bản có thể phân pha đình thành các loại sau: pha đình phẳng, pha đình chọn lọc tần số, pha đình nhanh, pha đình chậm

1.2.3.1. Pha đình đa đường

Pha đình đa đường xảy ra do sự tồn tại của nhiều đường tín hiệu từ máy phát tới máy thu.

1.2.3.2. Pha đình phẳng và pha đình chọn lọc tần số

Nếu tất cả các thành phần phổ của tín hiệu truyền bị ảnh hưởng một cách như nhau, pha đỉnh được gọi là không lựa chọn tần số hoặc pha đỉnh phẳng.

Nếu các thành phần phổ của tín hiệu truyền bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi của biên độ và pha, thì pha đỉnh được gọi là pha đỉnh chọn lọc tần số.

1.2.3.3. Pha đỉnh chậm và pha đỉnh nhanh

Khái niệm này có liên quan đến thời gian kết hợp T_c của kênh, pha đỉnh được cho là chậm nếu độ kéo dài của ký hiệu T_s nhỏ hơn thời gian kết hợp T_c của kênh, ngược lại được coi là nhanh.

1.2.4. Mô hình pha đỉnh theo quan điểm thống kê

1.2.4.1. Pha đỉnh Rayleigh

Có thể coi phân bố pha đỉnh Rayleigh là phân bố đường bao của tổng hai tín hiệu phân bố Gauss vuông góc

1.2.4.2. Pha đỉnh Rice

Pha đỉnh Rice không chỉ là hệ quả của hiện tượng đa đường đó là thêm vào một số đường ngẫu nhiên của tín hiệu, nó còn thể hiện sự truyền sóng LOS giữa máy phát và máy thu

CHƯƠNG 2: MÃ KHÓI KHÔNG GIAN THỜI GIAN

2.1. Giới thiệu chương

Làm thế nào để có thể tối đa hóa tốc độ truyền bằng cách sử dụng mã đơn giản, thuật toán giải mã đơn giản cũng như là

xác suất lỗi bit được giảm thiểu? **Mã khối không thời gian là một nguyên lý đáp ứng được các yêu cầu này**, và đây cũng là nội dung sẽ được đề cập chủ yếu trong chương này.

2.2. Phân tập

2.2.1. Các kỹ thuật phân tập

Phân tập thời gian:

Nếu cùng một tín hiệu được phát đi tại các khe thời gian khác nhau, thì các tín hiệu thu được sẽ là các tín hiệu không tương quan.

Phân tập tần số:

Phân tập tần số truyền một tín hiệu trên nhiều tần số sóng mang khác nhau.

Phân tập không gian:

Phân tập không gian, còn gọi là phân tập anten là một trong các loại phân tập phổ biến dùng trong hệ thống không dây.

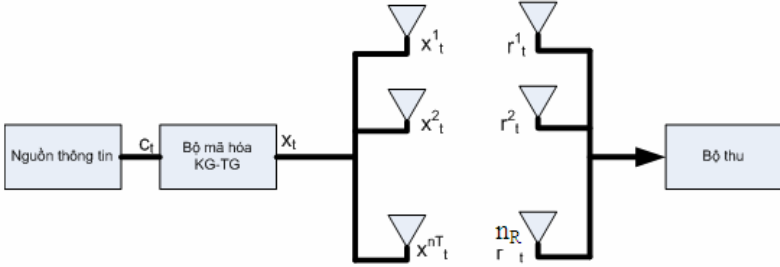
2.2.2. Phân tập thu – phát

Trong các hệ thống thông tin di động tổ ong hiện nay, nhiều anten thu được sử dụng cho các trạm thu phát cơ sở với mục đích là khử nhiễu đồng kênh và giảm thiểu ảnh hưởng của pha đình

2.3. Hệ thống mã không gian thời gian

Chúng ta xem xét một hệ thống thông tin sử dụng mã hóa không thời gian trên băng gốc với N_T anten phát và N_R anten

thu như sau. Các dữ liệu phát đi được mã hóa bởi bộ mã hóa không thời gian.



2.3.1. Xét về mặt hiệu năng

Trong phân tích hiệu năng chúng ta giả sử rằng chiều dài khung dữ liệu phát là L ký hiệu cho mỗi anten. Chúng ta định nghĩa một ma trận từ mã không thời gian $n_T \times L$, bằng cách sắp xếp chuỗi phát trong một mảng như sau.

$$\mathbf{X} = [\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_L] = \begin{bmatrix} x_1^1 & \dots & x_L^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^{n_T} & \dots & x_L^{n_T} \end{bmatrix}$$

2.3.2. Xét về mặt cấu trúc

Mã hóa không thời gian có thể thực hiện phân tập phát và tăng ích công suất so với hệ thống không mã hóa mà không làm thiệt hại băng tần.

Một cách tổng quát, mã khối không thời gian có thể được xem như là sự ánh xạ một chuỗi của n_N ký hiệu $\{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ vào ma trận S kích thước $n_t \times N$:

$$\{s_1, s_2, \dots, s_N\} \rightarrow S$$

Ma trận mã khối không thời gian S có thể được mô tả dưới dạng sau đây:

$$S = \sum_{n=1}^{n_N} (\bar{s}_n A_n + j \tilde{s}_n B_n) \{s_1, s_2, \dots, s_N\} \rightarrow S$$

2.4. Mã Alamouti

Nguyên lý Alamouti là mã khối không thời gian đầu tiên đưa ra đạt được phân tập đầy đủ ở mọi tốc độ dữ liệu đối với hệ hai anten phát.

2.4.1. Mã hóa không thời gian Alamouti.

Sơ đồ khối của bộ mã hóa không thời gian Alamouti được mô tả như hình sau.



2.4.2. Ma trận kênh ảo tương đương của mã Alamouti

Ma trận kênh ảo tương đương của mã Alamouti phụ thuộc vào cấu trúc của mã và hệ số kênh. Khái niệm đơn giản về các EVCN là phân tích phát STBC. Sự tồn tại của EVCN là một trong những đặc điểm quan trọng của STBCs

2.4.3. Tổ hợp và giải mã hợp lý nhất

Nguyên lý phát Alamouti là một nguyên lý phát phân tập đơn giản giúp cải thiện chất lượng tín hiệu ở đầu thu bằng cách sử dụng một thuật toán xử lý tín hiệu đơn giản (STC) ở máy phát. Sự phân tập thu được thực hiện bằng cách áp dụng tổ

hợp tỷ số tối đa (MRC) với một anten tại máy phát và hai anten tại nơi tiếp nhận các tín hiệu.

2.4.4. Nguyên lý Alamouti với nhiều anten thu

Nguyên lý Alamouti có thể được ứng dụng đối với một hệ thống với hai anten phát và n_R anten thu. Việc mã hóa và phát đối với mô hình này giống với trường hợp một anten thu

2.4.5. Mã khối không gian thời gian với các chuỗi tín hiệu thực

Dựa vào kiểu của các chuỗi tín hiệu, mã khối không thời gian có thể được chia thành mã khối không thời gian với các tín hiệu thực và mã khối không thời gian với các tín hiệu phức

2.4.6. Mã khối không thời gian với các chuỗi tín hiệu phức

Nguyên lý Alamouti có thể được coi như một mã khối không thời gian với các tín hiệu phức đối với hai anten phát

2.5. Kết luận chương

Cụ thể, trong chương đã trình bày:

- Một số khái quát chung về hệ thống mã không thời gian
- Phân tích hiệu năng của hệ thống mã không thời gian
- Tìm hiểu mã Alamouti, một loại mã khối không thời gian, trong đó sử dụng tính trực giao của dãy tín hiệu trong mã để đơn giản tính toán, giúp cho việc giải mã dễ dàng.

CHƯƠNG 3: HỆ OFDM

3.1. Giới thiệu chương

Hiện nay, OFDM được sử dụng trong nhiều hệ thống như ADSL, các hệ thống không dây như IEEE802.11 (Wi-Fi) và IEEE 802.16(WiMAX), phát quảng bá âm thanh số (DAB), và phát quảng bá truyền hình số mặt đất chất lượng cao (HDTV). Để hiểu rõ về OFDM ta sẽ lần lượt xét:

3.2. Tính trực giao

3.3. Mô hình hệ thống truyền dẫn OFDM

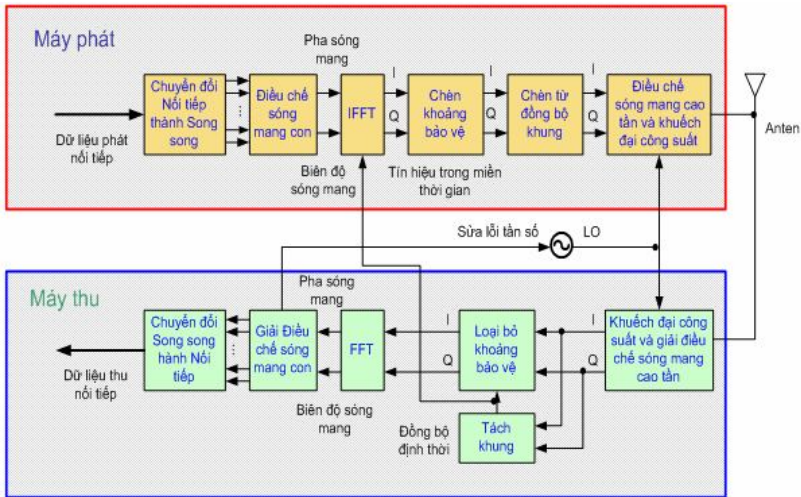
3.3.1. Mô tả toán học tín hiệu OFDM

$$s_{RF,k}(t - kT) = \begin{cases} \text{Re} \left\{ w(t - kT) \sum_{i=-N/2}^{\frac{N}{2}-1} x_{i,k} \exp \left[j2\pi \left(f_c + \frac{1}{T_{FFT}} \right) (t - kT) \right] \right\}, & kT - T_{win} - T_G \leq t \leq kT + T_{FFT} + T_{win} \\ 0, & \text{nếu khác} \end{cases} \quad (3.8)$$

3.3.2. Sơ đồ hệ thống truyền dẫn OFDM

Máy phát: Chuyển luồng dữ liệu số phát thành pha và biên độ sóng mang con. Các sóng mang con được lấy mẫu trong miền tần số, phổ của chúng là các điểm rời rạc. Sau đó sử dụng biến đổi Fourier rời rạc ngược (IDFT) chuyển phổ của các sóng mang con mang dữ liệu vào miền thời gian.

Máy thu: Thực hiện hoạt động ngược lại của phía phát.



3.3.2.1. Tầng chuyển đổi nối tiếp sang song song

Tầng chuyển đổi nối tiếp sang song song chuyển luồng bit đầu vào thành dữ liệu phát trong mỗi ký hiệu OFDM.

3.3.2.2. Tầng điều chế sóng mang con

Tầng điều chế sóng mang con làm nhiệm vụ phân phối các bit dữ liệu người dùng lên các sóng mang con.

3.3.2.3. Tầng chuyển đổi từ miền tần số sang miền thời gian

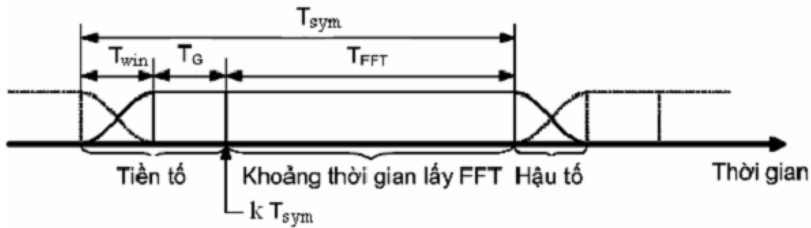
Phép biến đổi Fourier ngược nhanh (IFFT) sẽ chuyển tín hiệu OFDM trong miền tần số sang miền thời gian.

3.3.2.4. Tầng điều chế sóng mang RF

Đầu ra của bộ điều chế OFDM là một tín hiệu băng tần cơ sở, tín hiệu này được trộn nâng tần lên tần số truyền dẫn vô tuyến.

3.4. Các thông số đặc trưng và dung lượng hệ thống truyền dẫn OFDM

3.4.1. Cấu trúc tín hiệu OFDM



Cấu trúc của các ký hiệu OFDM trong miền thời gian.

T_{FFT} là thời gian để truyền dữ liệu hiệu quả, T_G là thời gian bảo vệ. Cũng thấy các thông số khác, T_{win} là thời gian của sở. Thấy rõ quan hệ giữa các thông số là.

$$T_{sym} = T_{FFT} + T_G + T_{win}$$

Cửa sổ được đưa vào nhằm làm mịn biên độ chuyển về không tại các ranh giới ký hiệu, và để giảm tính nhạy cảm của dịch tần số.

3.4.2. Các thông số trong miền thời gian TD

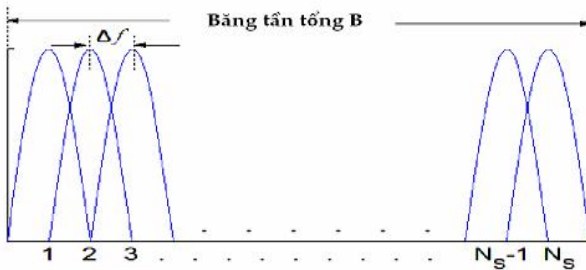
$$FSR = \frac{T_{FFT}}{T_{sym}}$$

Thông số này đánh giá hiệu quả tài nguyên được dùng trong miền thời gian và có thể được dùng để tính toán thông lượng (throughput).

3.4.3. Các thông số trong miền tần số FD

Toàn bộ độ rộng băng tần cho tất cả các sóng mang con B , độ rộng băng tần sóng mang con Δf , và số sóng mang con N_{sub} . Quan hệ giữa chúng là

$$B = N_{sub} \times \Delta f$$



. 3.4.4. Quan hệ giữa các thông số trong miền thời gian và miền tần số.

Thông số miền thời gian T_{FFT} và thông số miền tần số Δf có quan hệ với nhau, nghĩa là chúng là tỉ lệ nghịch của nhau. Vì vậy, việc đặt giá trị cho một thông số là đủ để thiết kế hệ thống.

3.4.5. Dung lượng của hệ thống OFDM

Dung lượng kênh theo Shannon.

Dung lượng kênh phụ thuộc vào tỷ số tín hiệu trên tạp âm (SNR) và độ rộng băng thông của tín hiệu được xác định bằng công sau:

$$C = B \log_2(1 + SNR) [bps] \quad (3.16)$$

Dung lượng kênh cho các hệ thống OFDM.

Tốc độ bit tổng của hệ thống OFDM bằng:

$$R_{tb} = \frac{(số\ bit / sóng\ mang / ký\ hiệu) \times số\ sóng\ mang\ con}{thời\ gian\ ký\ hiệu} [bps] \quad (3.17)$$

3.5. Các nhân tố ảnh hưởng của kênh pha đỉnh lên hiệu năng hệ thống OFDM và cách khắc phục

3.5.1. Ảnh hưởng của ISI

- Nguyên nhân do tính chọn lọc của kênh pha đỉnh trong miền thời gian, tính phụ thuộc thời gian của kênh pha đỉnh, tính bất ổn định của kênh gây ra giao thoa giữa các ký hiệu ISI truyền qua nó.
- Hậu quả ISI: làm cho máy thu quyết định ký hiệu sai, khó khăn trong việc khôi phục định thời

3.5.2. Ảnh hưởng của ICI

- ICI xảy ra do tính chọn lọc tần số của kênh pha đỉnh (kênh pha đỉnh chọn lọc tần số), nguyên nhân chính là hiện tượng dịch Doppler do tính di động của máy thu.
- Hậu quả là sẽ không phân biệt được ranh giới giữa các ký hiệu truyền trên các sóng mang con, dẫn đến phía thu sẽ quyết định sai ký hiệu mất tính trực giao.

Để khắc phục các ảnh hưởng này, có nhiều cách khác nhau, như đã nói là dùng phần bảo vệ (với ISI) và tiền tố vòng (ICI)

3.6. Kết luận

Trong chương này ta đã nghiên cứu các vấn đề sau:

Nguyên lý hoạt động cơ bản của OFDM

Sơ đồ khối và hoạt động của các khối: bao gồm phân tích các phần tử của mô hình và các thông số đặc trưng cùng dung lượng hệ thống OFDM

Ưu điểm:

- Phân tích hiệu quả phổ tần vượt trội của OFDM.
- Loại bỏ ảnh hưởng của ICI và ISI gây ra do pha đỉnh đa đường, chọn lọc tần số do dùng CP.
- Dùng IFFT và FFT đơn giản phân cứng cho phát và thu.

Nhược điểm:

- PAPR lớn
- Nhạy với nguyên nhân gây mất đồng bộ.

CHƯƠNG 4: STBC-OFDM

Việc thiết kế và phân tích hiệu năng của mã không gian thời gian đã được thảo luận cho các hệ thống không dây băng hẹp, được đặc trưng bởi kênh pha đỉnh phẳng không lựa chọn tần số. Gần đây, đã có sự quan tâm ngày càng tăng trong việc cung cấp các dịch vụ dữ liệu tốc độ cao như hội nghị truyền hình, đa phương tiện, và máy tính di động trên các kênh băng rộng không dây. Trong truyền thông không dây băng rộng, chu

kỳ ký hiệu ít liên quan hơn so với trải trễ của kênh, do đó, mong muốn của các tín hiệu truyền là các kênh pha đỉnh lựa chọn tần số. Công nghệ mã hóa không thời gian có thể được sử dụng để đạt được tốc độ dữ liệu rất cao trong các hệ thống băng rộng. Vì vậy, nghiên cứu sự ảnh hưởng của pha đỉnh chọn lọc tần số trên hiệu năng của mã hóa không thời gian là vấn đề thiết yếu.

Nội dung của chương này sẽ trình bày vấn đề hiệu năng của mã hóa không gian thời gian trên các kênh băng rộng không dây với pha đỉnh chọn lọc tần số, phân tích và đánh giá hiệu năng của mã không gian thời gian đối với hệ thống băng rộng. Mã không gian thời gian có thể được ứng dụng trong một số hệ thống băng rộng như OFDM và CDMA nhưng trong giới hạn luận văn này chỉ trình bày các vấn đề liên quan đến hệ OFDM

CHƯƠNG 5: MÔ PHỎNG

Để hiểu hơn một số vấn đề đã được trình bày trong những chương trước. Trong chương cuối này sẽ trình bày chương trình mô phỏng ảnh hưởng của mã khối không thời gian trong hệ OFDM. Luận văn đã chọn ngôn ngữ Matlab để mô phỏng vì lí do sau: Matlab là ngôn ngữ lập trình bậc cao, ngôn ngữ kỹ thuật, ngôn ngữ chuyên gia có thư viện toán học cực mạnh, giao diện đồ họa phong phú, khả năng tương thích các ngôn ngữ khác, cho phép tạo giao diện người dùng tiện lợi. Matlab có ưu việt nổi trội là khả năng mô phỏng hệ thống động, cho phép thể hiện tín hiệu và hệ thống trong nhiều miền xét

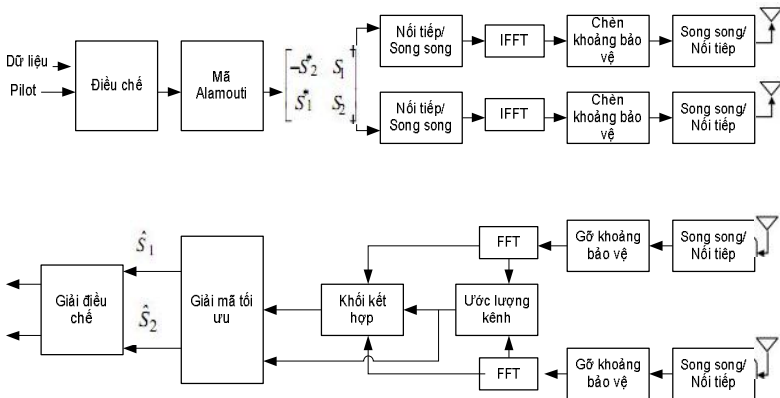
(miền thời gian, miền tần số, miền Z ...). Có lẽ vì thế mà hầu hết các trường đại học, các viện lớn đều chọn Matlab để phục vụ công tác đào tạo, nghiên cứu phát triển.

Theo đó mục đích chính của chương trình này là mô phỏng hai trường hợp sau:

- Thứ nhất: mô phỏng hệ thống truyền thông STBC - OFDM (MIMO OFDM có dùng mã).
- Thứ hai mô phỏng để đánh giá hiệu năng của OFDM có sử dụng mã khối không thời gian so với hệ thống OFDM không sử dụng mã khối không thời gian.

Qua đó nhằm làm rõ ảnh hưởng của mã khối không thời gian đối với hệ OFDM thông qua các tác động của kênh Rayleigh và ảnh hưởng đến giá trị BER.

Mô hình mô phỏng hệ thống STBC – OFDM được cho ở hình sau. Dữ liệu của người dùng là dãy ngẫu nhiên với các bit 0,1. Dữ liệu nhị phân này được đưa qua bộ điều chế (BPSK, QPSK, 16QAM...), tiếp theo dữ liệu sau điều chế được đưa đến khối STBC (alamouti 2x2) và sau đó đưa tới bộ điều chế OFDM. Dữ liệu sau điều chế OFDM được phát qua kênh vô tuyến đến máy thu. Máy thu sẽ thực hiện ngược các công việc với phía phát. Dữ liệu nhị phân sẽ được khôi phục và so sánh với dữ liệu ban đầu.



Chương này đã giới thiệu tính năng của chương trình mô phỏng hệ thống truyền dẫn STBC – OFDM. Phân tích phương pháp mô phỏng STBC - OFDM, phân tích các thông số hệ thống truyền dẫn STBC - OFDM. So sánh hiệu quả của hệ thống OFDM sử dụng mã STBC và không sử dụng mã STBC, tiêu chí so sánh được thể hiện thông qua đánh giá tỷ số bit lỗi qua 2 hệ thống này. Chính kết quả rất quan trọng này giúp đánh giá hiệu năng BER của hệ thống có sử dụng STBC đối với mọi loại điều chế đều tốt hơn hệ thống không dùng STBC.

KẾT LUẬN

Qua quá trình thực hiện đồ án, em đã tìm hiểu và thu nạp thêm nhiều kiến thức về công nghệ mạng di động cũng như những kỹ thuật tiên tiến như MIMO và OFDM. Đồ án cũng đã thực hiện mô phỏng thành công hệ thống OFDM có sử dụng mã khối không thời gian qua đó đánh giá được hiệu năng của

hệ thống OFDM có sử dụng mã khối không thời gian so với trường hợp không sử dụng mã. Đồ án đã thực hiện được các công việc sau:

- Tổng quan về hệ thống tin vô tuyến nhiều anten, mô hình hệ thống MIMO.

- Đi sâu vào tìm hiểu kỹ thuật phân tập anten, đây là kỹ thuật rất quan trọng trong hệ MIMO để nâng cao ổn định trong quá trình truyền dữ liệu.

- Tìm hiểu nguyên lý Alamouti, mã khối không thời gian. Mã hóa không thời gian là một kỹ thuật nhằm nâng cao dung lượng truyền dữ liệu, giải quyết nhu cầu ngày càng cao của người dùng về tốc độ đường truyền.

Tuy vậy, đồ án mới chỉ dừng ở mức mô phỏng mã khối Alamouti 2x2.

Mã không thời gian Alamouti trong kỹ thuật MIMO hiện đang là kỹ thuật được kỳ vọng trong hệ thống truyền thông vô tuyến hiện đại. Nó có ứng dụng vào cuộc sống thực tế là rất rộng rãi. Kết hợp MIMO vào công nghệ khác như MIMO - OFDM, hay ứng dụng vào công nghệ WIMAX- một công nghệ băng rộng không dây đang phát triển rất mạnh hiện nay. Khóa luận tuy chỉ đề cập tới khía cạnh nhỏ và còn nhiều thiếu

sốt nhưng nó gợi lên khả năng phát triển mới- công nghệ MIMO - OFDM.

Trong thời gian tới, mục đích phát triển của đề án sẽ là thực hiện mô phỏng toàn bộ thuật toán băng gốc. Các thuật toán nâng cao hiệu năng của hệ thống như ghép xen, mã hóa kênh, xóa trộn...Các lựa chọn khác về MIMO như ghép kênh theo không gian SM hay mã lưới không gian thời gian STTC cũng có thể được lựa chọn thay cho mã STBC Alamouti. Các cấu hình MIMO mới như 4x4, 8x8 phức tạp hơn cũng sẽ được đề cập đến.