

# **HỆ THỐNG THÔNG TIN TRẢI PHỔ VỚI KỸ THUẬT XỬ LÝ TÍN HIỆU DƯỚI TRÊN WAVELETS ỨNG DỤNG CHO VIỆC TRIỆT NHIỀU**

**Lê Tiến Thường - Hoàng Đình Chiến - Hồ Quang Dũng.**

**Phạm Thị Thúy Ngọc - Hà Hoàng Kha**

Trường Đại học Kỹ thuật

(Bài nhận ngày 23/05/2000)

**TÓM TẮT :** Đa truy cập phân chia mã (CDMA) ứng dụng kỹ thuật trải phổ là một trong những công nghệ nổi bật nhất được sử dụng trong các dịch vụ thông tin liên lạc tế bào. Những ưu điểm của trải phổ trong các dịch vụ này là khả năng hoạt động trong các môi trường đa luồng, tính mềm dẻo trong việc cấp phát kênh, tính bảo mật, và dung lượng lớn trong các kênh fading. Ưu điểm lớn nhất của CDMA trải phổ là các hệ thống trải phổ có thể chia sẻ băng thông với các hệ thống thông tin băng hẹp khác mà không làm ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng của chúng. Tuy nhiên, các nghiên cứu cho thấy rằng chất lượng của các hệ thống trải phổ khi có can nhiễu băng hẹp có thể được cải thiện đáng kể khi triệt nhiễu trước khi nén phổ. Việc này không chỉ làm giảm xác suất lỗi bit mà còn tăng dung lượng của hệ thống tế bào CDMA và khả năng đồng bộ mã [14].

Bài báo này được tổ chức thành ba phần bao gồm những nghiên cứu nghiêm túc liên quan đến đề tài này. Phần đầu giới thiệu hai kỹ thuật phổ biến nhất được sử dụng trong các hệ thống trải phổ – trải phổ chuỗi trực tiếp, trải phổ nhảy tần và các vấn đề khác có liên quan. Wavelets và dây mạch lọc cũng sẽ được đề cập đến. Tiếp theo, các thuật toán triệt nhiễu dùng wavelets sẽ được các tác giả đề nghị để cải thiện chất lượng các hệ thống thông tin trải phổ.

Phần hai trình bày phần mềm mô phỏng trên máy tính được thực hiện trên môi trường Matlab 5.3. Mục đích của phần này là cung cấp một công cụ để tìm hiểu trực quan hơn về quá trình trải/nén phổ và vấn đề chất lượng hệ thống như đã đề cập ở phần trên. Chất lượng hệ thống trong môi trường nhiễu Gauss và nhiễu băng hẹp với khâu triệt nhiễu dùng wavelets sẽ được tập trung khảo sát và các kết quả mô phỏng sẽ trình bày dưới dạng đồ thị xác suất lỗi (BER – Bit-Error Rate) tương ứng với các giá trị tỷ số tín hiệu trên nhiễu (SNR – Signal-to-Noise Ratio) khác nhau biến thiên từ - 4 dB đến 8 dB.

Cuối cùng, bài này sẽ đưa ra một số kết luận được đúc kết từ mô phỏng cũng như mở ra các hướng phát triển cho đề tài này.

**Từ khóa:** Đa truy cập phân chia mã, trải phổ chuỗi trực tiếp, trải phổ nhảy tần, wavelets, dây mạch lọc, can nhiễu băng hẹp, quá trình triệt nhiễu.

## **1. GIỚI THIỆU VỀ CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN TRẢI PHỔ**

Trong các hệ thống trải phổ, tín hiệu truyền đi có băng thông lớn hơn băng thông dữ liệu thông tin (thường là lớn hơn nhiều lần) và có thể được xem như là không phụ thuộc vào băng thông dữ liệu [1]. Các kỹ thuật trải phổ có rất nhiều ưu thế khi giải quyết các vấn đề trong thông tin như can nhiễu xung, xác suất tách sóng thấp. Trải phổ chuỗi trực tiếp (DSSS: *Direct-Sequence Spread-Spectrum*) và trải phổ nhảy tần (FHSS: *Frequency-Hop Spread-Spectrum*) là hai kỹ thuật được sử dụng phổ biến nhất [1].

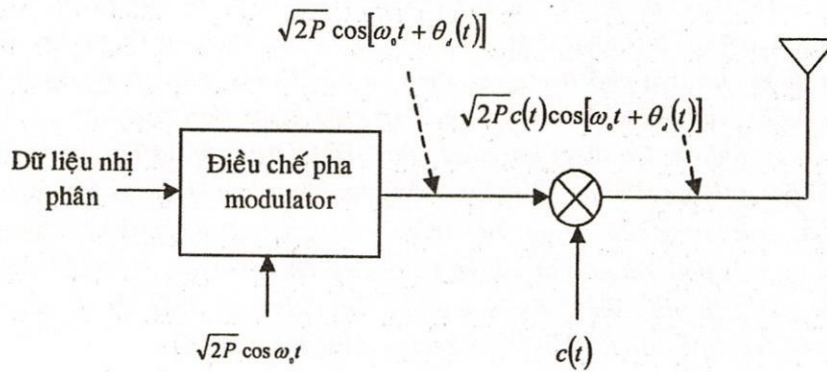


### 1.1. Hệ thống DSSS

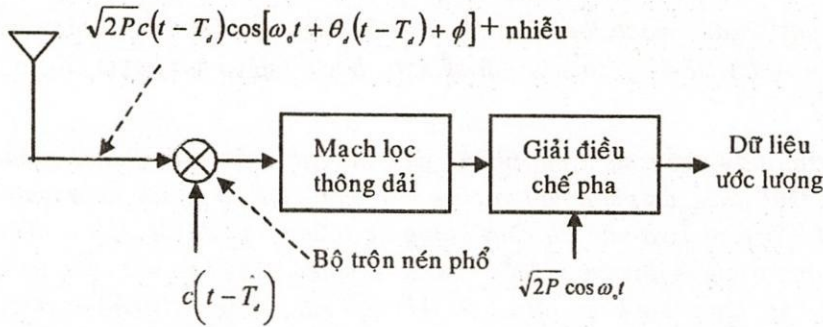
Trong hệ thống DSSS, dữ liệu được điều chế với tín hiệu giả nhiễu (PN: *PseudoNoise*) hay còn được gọi là mã trải (*spreading code*) có băng thông gần như phẳng trước khi truyền; do đó băng thông truyền rất lớn hơn băng thông dữ liệu. Quá trình này được gọi là trải phổ. Tại máy thu, tín hiệu nhận được sẽ được nén phổ bằng cách tương quan nó với tín hiệu PN.

Quá trình trải phổ/nén phổ của hệ thống DSSS BPSK được minh họa trong hình 1.1a và 1.1b

(Về cơ sở toán học, có thể hoán vị khối trải phổ và khối điều chế).



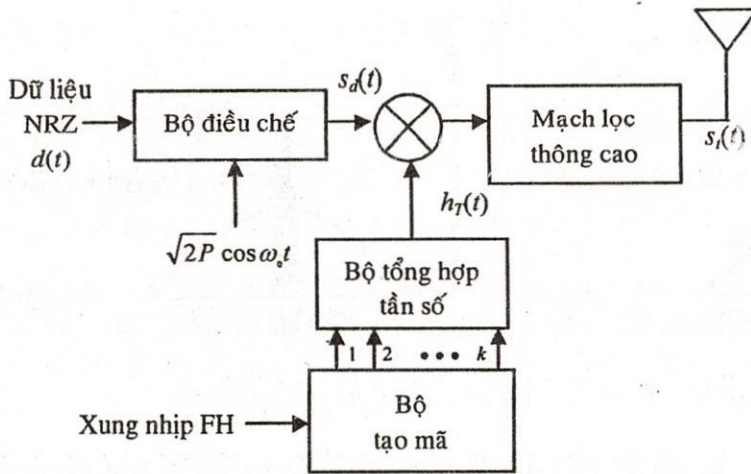
Hình 1.1a: Máy phát BPSK DSSS



Hình 1.1b: Máy thu DSSS BPSK

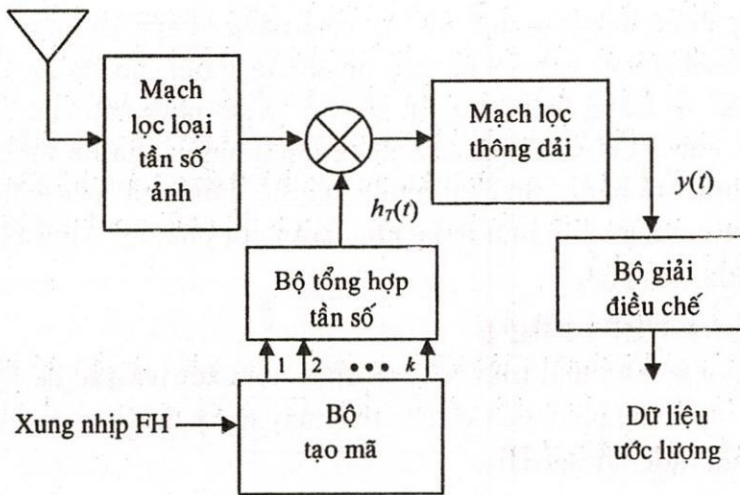
### 1.2. Hệ thống FHSS

Phương pháp thứ hai để mở rộng phổ của tín hiệu là thay đổi tần số sóng mang một cách tuần hoàn. Như được chỉ ra trong hình 1.2, mã trải trong trường hợp này không trực tiếp điều chế sóng mang nhưng được sử dụng để lái bộ tổng hợp tần số, điều khiển chuỗi các tần số sóng mang.



NRZ: None Returned to Zero

Hình 1.2a: Máy phát FHSS

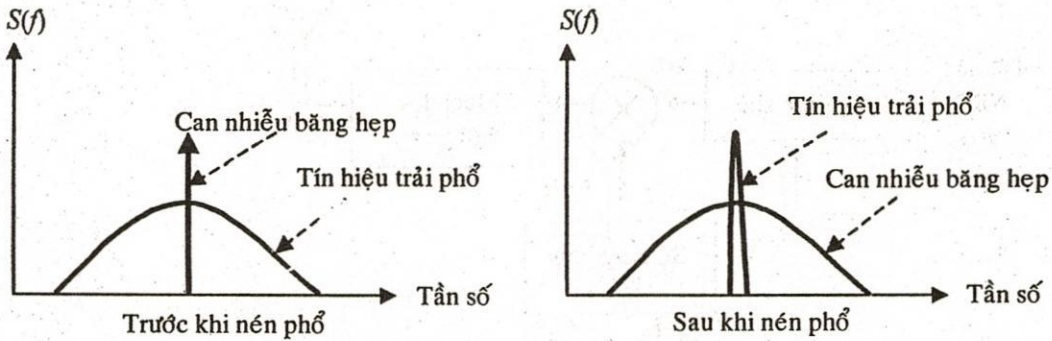


Hình 1.2b: Máy thu FHSS

### 1.3. Phân tích tần số

Trong hệ thống DSSS, quá trình trải năng lượng tín hiệu dữ liệu trên một băng đủ rộng cho phép nó có thể cùng tồn tại với các tín hiệu băng hẹp khác với can nhiễu nhỏ nhất. Rõ ràng, mật độ phổ công suất thấp của tín hiệu trải phổ bảo đảm rằng nó sẽ gây ảnh hưởng không đáng kể đến tín hiệu băng hẹp trong kênh truyền. Nói cách khác, mặc dù tín hiệu băng hẹp có mật độ phổ công suất rất lớn nhưng năng lượng này chỉ tập trung xung quanh một tần số và có băng thông rất hẹp. Quá trình nén phổ tại máy thu trải phổ có tác dụng trải năng lượng băng hẹp này trên một băng thông rộng, đồng thời đưa năng lượng của tín hiệu trải phổ về băng thông dữ liệu gốc. Do đó, sau quá trình nén phổ, phân bố năng lượng của can nhiễu băng hẹp (giờ là băng rộng) và dữ liệu gốc (giờ là băng hẹp) đã hoán đổi nhau. Máy thu có thể dùng một mạch lọc thông dải để sao cho chỉ năng lượng của can nhiễu trong băng thông của tín hiệu trải phổ gây nhiễu [14]. Quá trình này được minh họa trong hình 1.3.





Hình 1.3: Phổ tín hiệu trong hệ thống DSSS

Đối với hệ FHSS, do tần số sóng mang liên tục nhảy từ tần số này sang tần số khác nên chỉ trong khoảng thời gian hệ thống nhảy vào băng tần số của can nhiễu thì chất lượng mới bị suy giảm. Điều này cũng có nghĩa là quá trình nhảy tần làm giảm đáng kể xác suất lỗi khi chịu ảnh hưởng của can nhiễu băng hẹp.

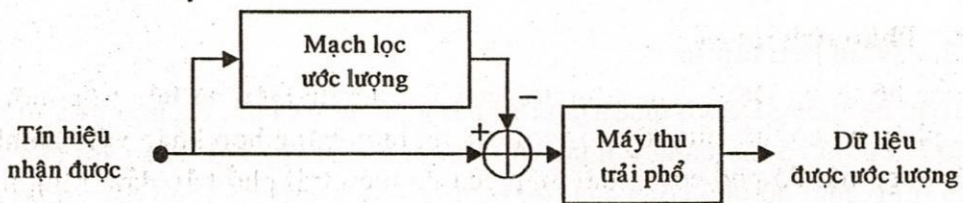
Như vậy, các hệ thống thông tin trải phổ có khả năng kháng can nhiễu băng hẹp (NBI: *NarrowBand Interference*) gây ra do các hệ thống thông tin thông thường trên kênh truyền. Trong thực tế, băng thông truyền sẵn có và độ phức tạp của hệ thống đã giới hạn chiều dài của chuỗi PN và do đó khả năng miễn nhiễu của hệ thống thông tin trải phổ cũng bị giới hạn. Để nâng cao chất lượng của hệ thống trải phổ cũng như tăng dung lượng của hệ thống trong cùng một băng tần, cần thiết phải áp dụng kỹ thuật triệt nhiễu băng hẹp trước khi nén phổ.

## 2. CÁC KỸ THUẬT TRIỆT NHIỄU

Trong bài này, một số kỹ thuật triệt NBI sẽ được xem xét, và sau đó kỹ thuật dựa trên wavelets sẽ được tập trung phân tích để cho thấy đây là kỹ thuật có nhiều ưu điểm.

### 2.1. Phương pháp ước lượng/trừ

Phương pháp này thực hiện quá trình lọc chắn dải trong miền thời gian: trừ tín hiệu nhận được với ước lượng của NBI để tăng cường các thành phần băng rộng.



Hình 2.1: Phương pháp ước lượng/trừ

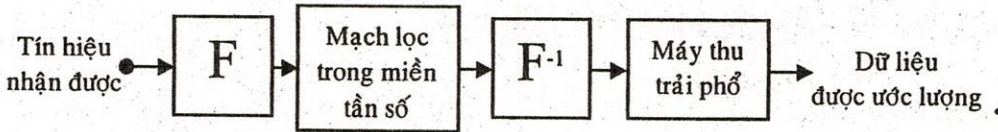
Quá trình này, về mặt tác dụng, thực hiện quá trình trắng hóa (*whitening*) tín hiệu nhận được (xem hình 2.1). Tuy nhiên, phương pháp này làm méo dạng sóng [14].

### 2.2. Phương pháp miền biến đổi

Nguyên lý chung của phương pháp này là ánh xạ tín hiệu thu vào miền biến đổi. Các can nhiễu băng hẹp có độ tập trung phổ cao trong khoảng tần số hẹp, trong khi tín hiệu trải phổ và nhiễu Gauss có băng thông rất rộng. Do đó ta có thể nhận dạng can



nhiều băng hẹp và loại bỏ chúng, sau đó biến đổi ngược sang miền thời gian để giải điều chế dữ liệu. Các kỹ thuật kinh điển cho phương pháp này thường sử dụng là biến đổi Fourier rời rạc (DFT – *Discrete Fourier Transform*), và biến đổi cosin rời rạc (DCT – *Discrete Cosine Transform*). Tuy nhiên, phương pháp này có một số nhược điểm do độ phân giải tần số và thời gian cố định.



Hình 2.2: Phương pháp miền biến đổi (biến đổi Fourier)

### 2.3. Phương pháp dựa trên biến đổi wavelets

Cách tiếp cận wavelets dễ dàng nhất là so sánh biến đổi wavelets với các phép biến đổi quen thuộc trong xử lý tín hiệu – biến đổi Fourier và biến đổi Fourier thời gian ngắn (STFT – *Short-Time Fourier Transform*)

#### 2.3.1. Biến đổi Fourier

Biến đổi Fourier được viết như sau

$$F(\Omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\Omega t} dt \quad (1)$$

Tập hàm cơ sở của phép biến đổi Fourier được định nghĩa bằng tập hàm  $e^{j\Omega t}$  khi thay đổi  $\Omega$ . Đặt  $\Omega = 1/a$ , khi đó

$$\psi_a = \psi\left(\frac{t}{a}\right) = e^{j\Omega t} = e^{j(t/a)} \quad (2)$$

Phép biến đổi Fourier có các tính chất sau

- Tập hàm cơ sở không cục bộ thời gian (*time-localized*).
- Tập hàm cơ sở được tạo ra bằng cách thay đổi  $a$ , hệ số tỷ lệ.

Vì các hàm cơ sở trải rộng trên toàn trục thời gian nên cách biểu diễn các tín hiệu cục bộ thời gian bằng biến đổi Fourier là không hiệu quả. Một trong những cách để giải quyết hạn chế này của phép biến đổi Fourier là xét tín hiệu cần phân tích trong từng khoảng thời gian ngắn, dẫn đến biến đổi Fourier thời gian ngắn (STFT – *Short-Time Fourier Transform*) hay biến đổi Gabor.

#### 2.3.2. Biến đổi Fourier thời gian ngắn

Biến đổi Fourier thời gian ngắn được viết như sau

$$F(\Omega, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)g^*(t - \tau)e^{-j\Omega t} dt \quad (3)$$

trong đó  $g(t)$  là cửa sổ thời gian định vị tại thời điểm  $\tau$ . Vì độ rộng của  $g(t)$  cố định nên STFT cho ta độ phân giải thời gian-tần số cố định.

### 2.3.3. Biến đổi wavelets

Nếu như phép biến đổi Fourier ánh xạ một tín hiệu một chiều thành một tín hiệu một chiều khác thì biến đổi wavelets ánh xạ một tín hiệu một chiều thành một tín hiệu hai chiều [5-12]

$$w(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{ab}^*(t) dt \quad (4)$$

trong đó \* ký hiệu cho toán tử liên hợp phức.

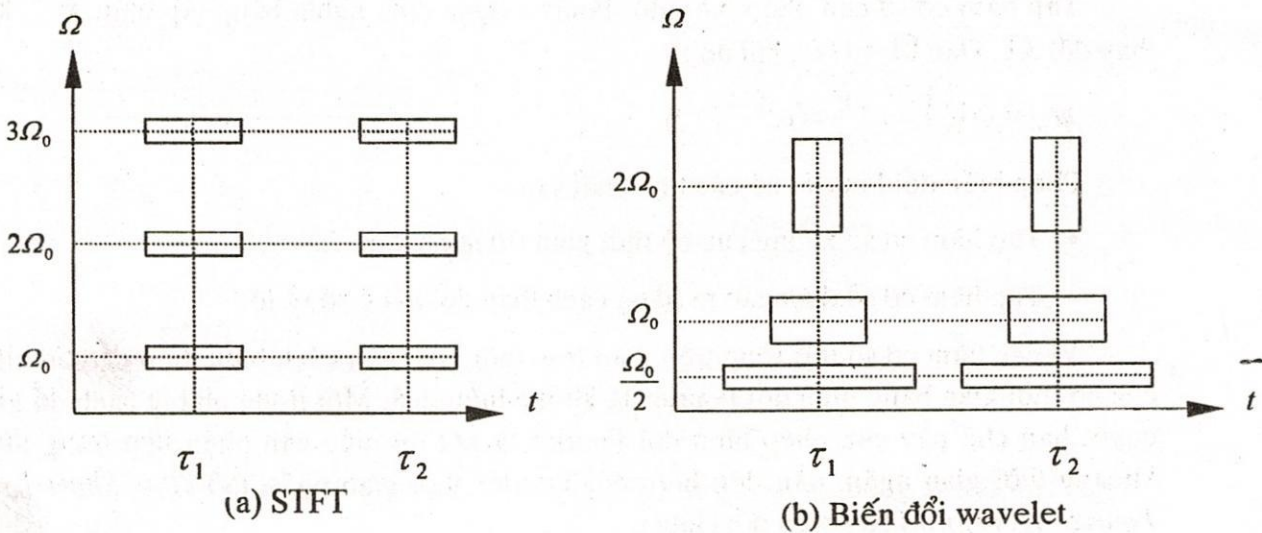
$$\psi_{ab}(t) \equiv \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (5)$$

với  $a$  là hệ số tỷ lệ (tần số), và  $b$  là hệ số dịch (thời gian)

Phép biến đổi wavelets có các tính chất sau

- Tập hàm cơ sở cục bộ thời gian.
- Tập hàm cơ sở được tạo ra bằng cách thay đổi  $a, b$ ; được gọi tương ứng là phép định tỷ lệ (*scaling* hay *dilation*) và phép dịch (*translation*).

Khi cho  $a=1, b=0$  thì ta được wavelet mẹ (*mother wavelet*). Các bản dịch và định tỷ lệ của wavelet mẹ hợp thành họ các wavelet con (*daughter wavelets*). Phép biến đổi wavelets dẫn đến đa phân giải thời gian-tần số.



Hình 2.3: Cell độ phân giải thời gian-tần số của STFT và biến đổi wavelets

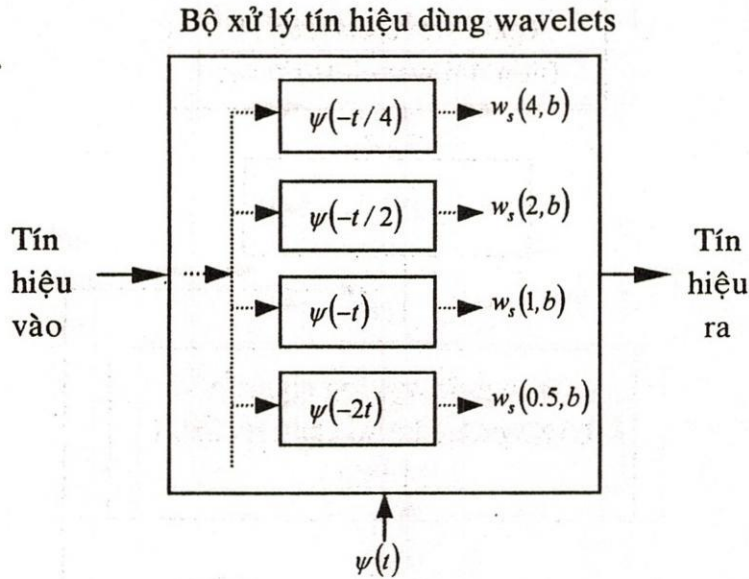
Như vậy, theo định nghĩa, phép biến đổi wavelets là tương quan của tín hiệu và tập các wavelets: wavelet mẹ và wavelet con.

### 2.4. Biến đổi wavelets và dãy mạch lọc

Nếu wavelet mẹ là một mạch lọc thông dải có tần số trung tâm  $f_0$  và băng thông  $\Delta f_0$  thì wavelet con  $\psi_{ab}(t)$  cũng là một mạch lọc thông dải với các thông số tương ứng là



$af_0$  và  $a\Delta f_0$ . Bằng thông tương đối  $f_0 / \Delta f_0$  do đó là hằng số, không phụ thuộc vào hệ số tỷ lệ  $a$ . Từ đó phép biến đổi wavelets có thể được xem như là một dãy mạch lọc được xây dựng từ các bản giãn/nén của wavelet mẹ  $\psi(t)$ , tương ứng với việc phân tích thông tần số thấp/cao của tín hiệu  $f(t)$  [13]. Dãy lọc được minh họa trong hình 2.4.



Hình 2.4: Thực hiện biến đổi wavelets bằng dãy mạch lọc

Biến đổi wavelets rời rạc thực hiện trên mỗi đoạn (*record*) của tín hiệu thu nên có khả năng thích ứng nhanh với sự thay đổi của tín hiệu. Mặt khác khả năng định vị phổ tín hiệu của biến đổi wavelets rời rạc cho phép định vị chính xác thành phần can nhiễu trong đoạn biến đổi.

Biến đổi wavelets phân tích tín hiệu thành hai thành phần xấp xỉ (*approximation*) và chi tiết (*detail*). Nhiễu thường tác động vào thành phần chi tiết của tín hiệu thu do đó kỹ thuật triệt nhiễu thường áp dụng trên thành phần chi tiết.

Phương pháp này liên quan chặt chẽ đến quá trình lấy ngưỡng được thực hiện trong miền biến đổi. Nếu biên độ phổ vượt quá mức ngưỡng thì các thành phần tương ứng có thể là can nhiễu băng hẹp. Ngược lại, nếu biên độ phổ nhỏ hơn mức ngưỡng thì các thành phần tương ứng có thể là nhiễu Gauss. Tất cả các thành phần phổ nằm ngoài mức ngưỡng cho phép sẽ được loại bỏ và sau đó thực hiện biến đổi wavelets ngược để cho ra tín hiệu

### Quá trình triệt nhiễu gồm ba bước

#### 1. Khai triển wavelets

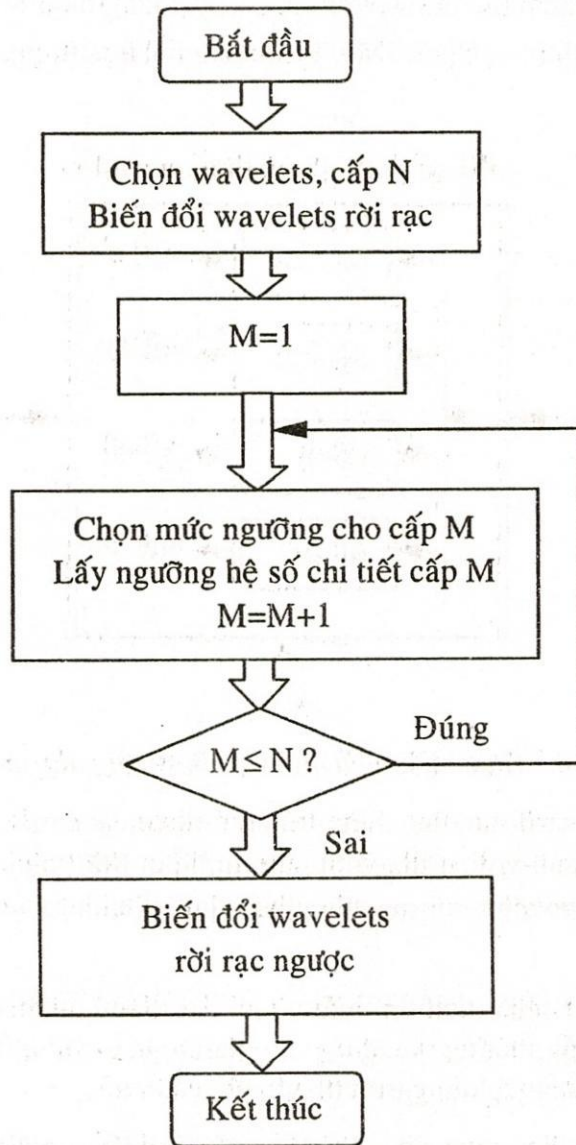
Chọn một wavelets, chọn mức khai triển  $N$ . Khai triển wavelets tín hiệu thu ở mức  $N$ .

#### 2. Lấy ngưỡng các hệ số chi tiết

Với mỗi mức từ 1 đến  $N$ , chọn một mức ngưỡng rồi áp dụng phương pháp lấy ngưỡng mềm cho các hệ số chi tiết.

#### 3. Khôi phục wavelets

Tính toán khôi phục wavelets dựa trên các hệ số xấp xỉ của mức  $N$  và tất cả các hệ số chi tiết đã hiệu chỉnh của các mức từ 1 đến  $N$ .



Hình 2.5: Thuật toán triệt nhiễu dùng wavelets

### 3. CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

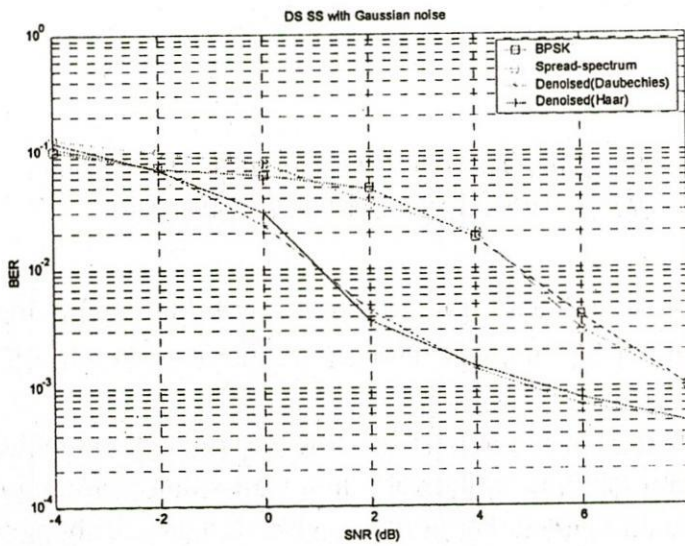
Phần này trình bày và phân tích các kết quả mô phỏng được thực hiện trên PC. Đối với nhiễu Gauss, vùng SNR được khảo sát là đoạn từ  $-4$  dB đến  $8$  dB. Nhiễu băng hẹp sẽ có các giá trị SIR (*Signal-to-Interference Ratio*) lần lượt là  $-10$  dB,  $-15$  dB, và  $-20$  dB. Phần mềm mô phỏng thực hiện 7 vòng lặp tương ứng với các trường hợp có SNR biến thiên từ  $-4$  dB đến  $8$  dB với bước thay đổi  $2$  dB. Do mất khá nhiều thời gian để thực hiện một mô phỏng với số bit dữ liệu lớn nên số bit được chọn trong các trường hợp là  $2000$ . Tuy nhiên, bài này cũng trình bày hai kết quả được thực hiện với số bit lớn ( $100000$  bit) và SNR từ  $-4$  dB đến  $14$  dB tương ứng với hai đồ thị ở hình 3.2 và 3.10. Hai loại wavelets được dùng là Haar và Daubechies (Haar và Daubechies là tên của hai nhà toán học lập ra loại wavelets tương ứng)



### 3.1. Triệt nhiễu Gauss

Các thông số mô phỏng cho hệ thống DSSS

| Thông số         | Giá trị  | Đơn vị  |
|------------------|----------|---------|
| Tốc độ bit       | 3000     | bps     |
| Tần số sóng mang | 1        | MHz     |
| Tốc độ chip      | 0,3      | Mchip/s |
| Chiều dài mã     | 1023     | chip    |
| Nhiều Gauss      | -4 đến 8 | dB      |
| Tần số lấy mẫu   | 3,072    | MHz     |

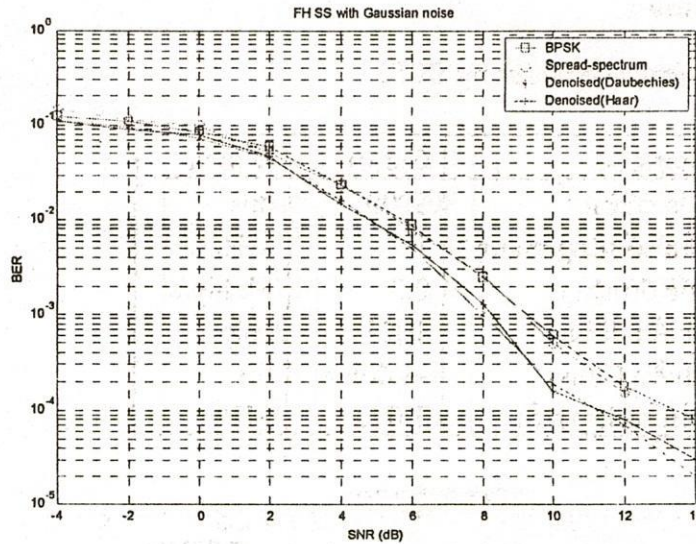


Hình 3.1: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss

Dựa vào kết quả mô phỏng, ta thấy hai hệ thống trải phổ và không trải phổ trong môi trường nhiễu Gauss đều có chất lượng xấp xỉ nhau. Chất lượng hệ thống trải phổ có sử dụng kỹ thuật triệt nhiễu tăng lên từ 0,1 đến 1 dB. Các loại wavelets sử dụng là Daubechies và Haar đều cho kết quả tương đương nhau.

Các thông số mô phỏng cho hệ thống FH SS

| Thông số         | Giá trị  | Đơn vị  |
|------------------|----------|---------|
| Tốc độ bit       | 9600     | bps     |
| Tần số sóng mang | 0,2      | MHz     |
| Tốc độ nhảy tần  | 0,2      | hop/bit |
| Chiều dài mã     | 15       | chip    |
| Nhiều Gauss      | -4 đến 8 | dB      |
| Tần số lấy mẫu   | 9,6      | MHz     |



Hình 3.2: Chất lượng của hệ thống FHSS khi triệt nhiễu Gauss (số bit mô phỏng: 100 000, và SNR: -4 dB đến 14 dB)

Tương tự trường hợp trải phổ chuỗi trực tiếp, hệ trải phổ nhảy tần cũng không có khả năng chống nhiễu Gauss. Chất lượng hệ thống trải phổ nhảy tần khi triệt nhiễu gia tăng từ 0,1 đến 0,3 dB.

Kết quả mô phỏng cho thấy triệt nhiễu Gauss trong hệ trực tiếp cho kết quả tốt hơn trong nhảy tần. Như đã phân tích, quá trình triệt nhiễu Gauss dựa trên nguyên tắc triệt các hệ số chi tiết nhỏ hơn mức ngưỡng. Điều đó có nghĩa là ngay cả những thành phần tín hiệu nhỏ hơn mức ngưỡng cũng có thể bị xem như là nhiễu. Đối với trải phổ chuỗi trực tiếp, các hệ số chi tiết rất nhỏ và có thể bỏ đi mà không làm ảnh hưởng đến tín hiệu ban đầu. Đối với trải phổ nhảy tần, do tần số tín hiệu thay đổi từ tần số này sang tần số khác, các hệ số chi tiết đóng vai trò quan trọng hơn so với trải phổ chuỗi trực tiếp. Vì vậy khi triệt nhiễu, các hệ số chi tiết bị triệt, có thể làm mất mát một phần tín hiệu.

### 3.2. Triệt can nhiễu đơn tone

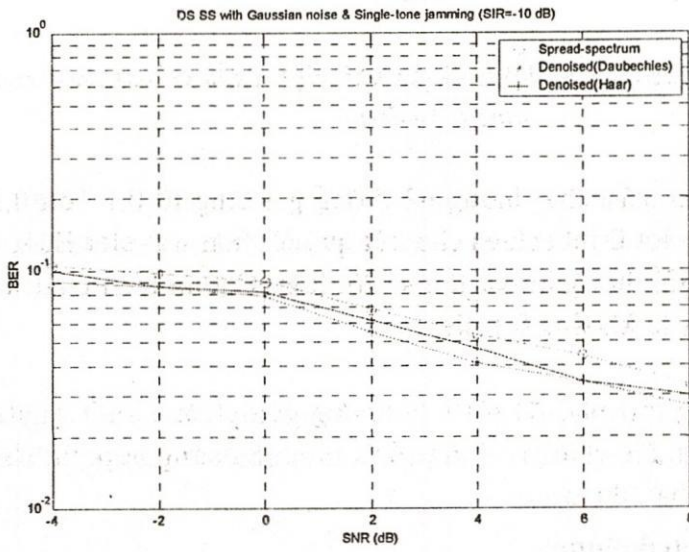
Can nhiễu đơn tone chỉ có tác động đáng kể trong hệ thống trải phổ chuỗi trực tiếp. Đối với hệ nhảy tần, tần số sóng mang thay đổi liên tục, can nhiễu đơn tone chỉ tác động vào một thành phần tần số nên không đáng kể. Do đó chương trình chỉ mô phỏng can nhiễu đơn tone trong hệ thống trải phổ chuỗi trực tiếp.

Tín hiệu trải phổ được truyền qua môi trường nhiễu Gauss với SNR = -4 đến 8 dB, can nhiễu đơn tone sẽ được thay đổi tuần tự với các giá trị SIR = -10, -15, -20 dB. Tần số can nhiễu trùng với tần số tín hiệu truyền.

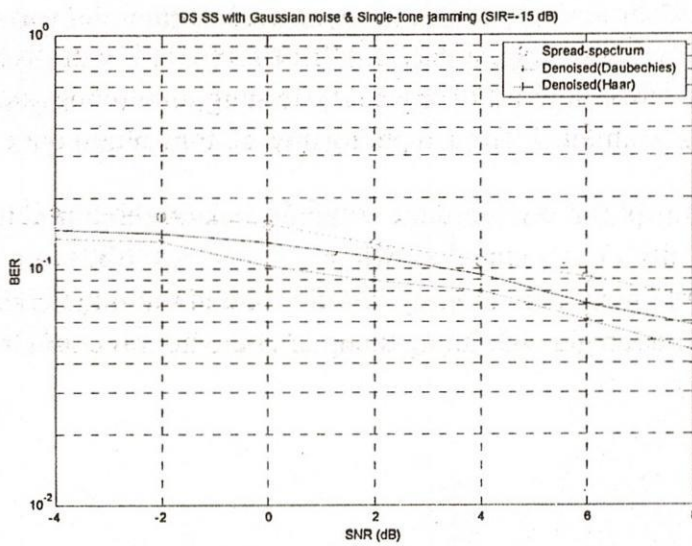


Các thông số mô phỏng cho hệ thống DSSS

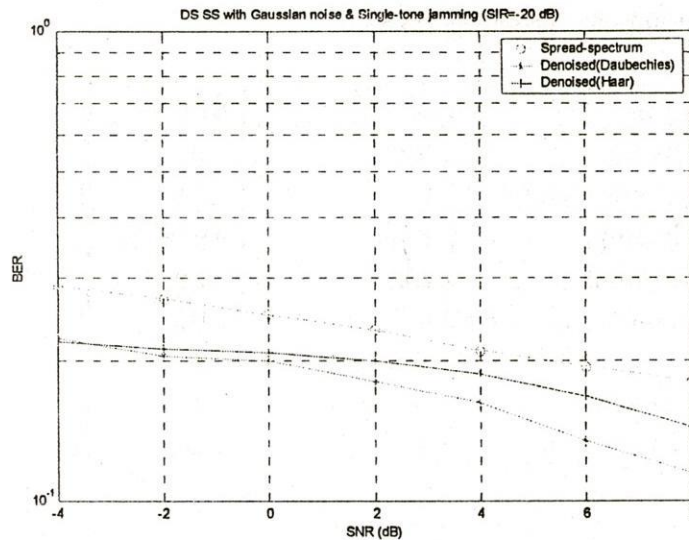
| Thông số           | Giá trị       | Đơn vị  |
|--------------------|---------------|---------|
| Tốc độ bit         | 3000          | bps     |
| Tần số sóng mang   | 1             | MHz     |
| Tốc độ chip        | 0,3           | Mchip/s |
| Chiều dài mã       | 1023          | chip    |
| Can nhiễu đơn tone | 1             | MHz     |
| SIR                | -10, -15, -20 | dB      |
| Nhiễu Gauss        | -4 đến 8      | dB      |
| Tần số lấy mẫu     | 3,072         | MHz     |



Hình 3.3: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đơn tone (-10 dB)



Hình 3.4: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đơn tone (-15 dB)



Hình 3.5: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đơn tone (-20 dB)

Các kết quả trên cho thấy chất lượng hệ thống gia tăng từ 0,1 đến 0,3 dB. Triệt nhiễu băng hẹp bằng wavelet Daubechies cho kết quả tốt hơn wavelet Haar do wavelet Daubechies có độ phân giải thời gian và tần số tốt hơn. Chênh lệch chất lượng khi sử dụng hai loại wavelets này là khoảng 0,1 dB.

Chất lượng hệ thống trải phổ đã tốt hơn nhưng vẫn chưa cao. Tuy nhiên, khi sử dụng chung băng thông truyền, chịu tác động của can nhiễu băng hẹp, thì chất lượng hệ trải phổ như vậy là chấp nhận được.

### 3.3. Triệt can nhiễu đa tone

Xét tác động của nhiễu đa tone và hiệu quả triệt nhiễu ứng với cả hai hệ trải phổ: trải phổ chuỗi trực tiếp và trải phổ nhảy tần.

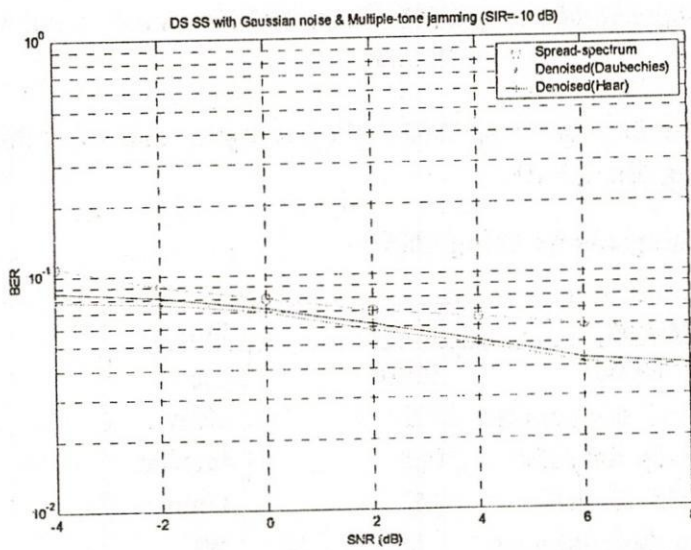
Tín hiệu trải phổ chuỗi trực tiếp được truyền qua kênh chịu nhiễu Gauss với SNR thay đổi từ -4 đến 8 dB. Can nhiễu lần lượt thay đổi SIR = -10, -15, -20 dB. Nếu với cùng một công suất nhiễu mà số tone nhiễu thì công suất của từng tone (công suất tổng chia số tone) không đủ lớn để gây nhiễu. Trong mô phỏng này, số tone nhiễu được chọn là 3.

Tương tự, tín hiệu trải phổ nhảy tần được truyền qua kênh chịu nhiễu Gauss với SNR thay đổi từ -4 đến 8 dB và can nhiễu có SIR = -10, -15, -20 dB, tần số các nhiễu này rơi đúng vào các tần số nhảy của hệ nhảy tần. Số tone nhiễu được chọn là 4. Các phương pháp triệt nhiễu và đánh giá chất lượng tương tự như ở hệ trải chuỗi trực tiếp.

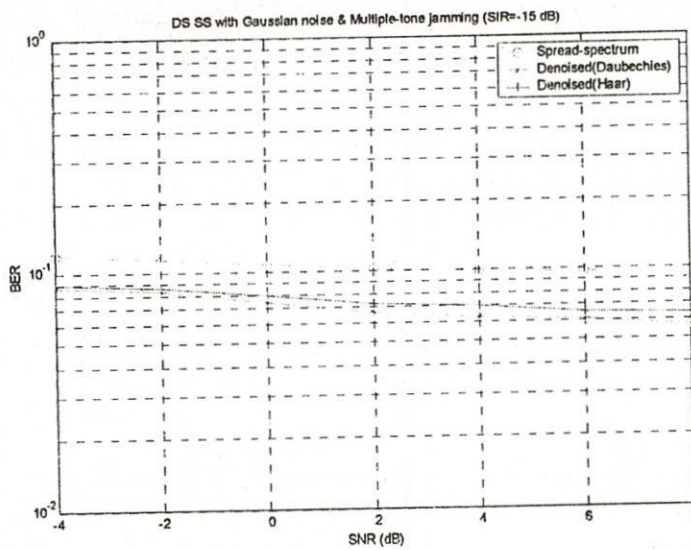


Các thông số mô phỏng cho hệ thống DSSS

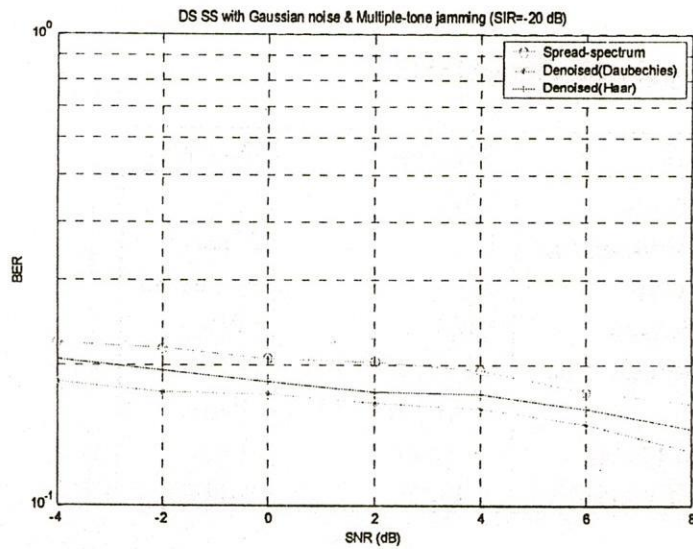
| Thông số          | Giá trị         | Đơn vị  |
|-------------------|-----------------|---------|
| Tốc độ bit        | 3000            | bps     |
| Tần số sóng mang  | 1               | MHz     |
| Tốc độ chip       | 0,3             | Mchip/s |
| Chiều dài mã      | 1023            | chip    |
| Can nhiễu đa tone | 0,999; 1; 1,001 | MHz     |
| SIR               | -10, -15, -20   | dB      |
| Nhiễu Gauss       | -4 đến 8        | dB      |
| Tần số lấy mẫu    | 3,072           | MHz     |



Hình 3.6: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đa tone (- 10 dB)



Hình 3.7: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đa tone (- 15 dB)

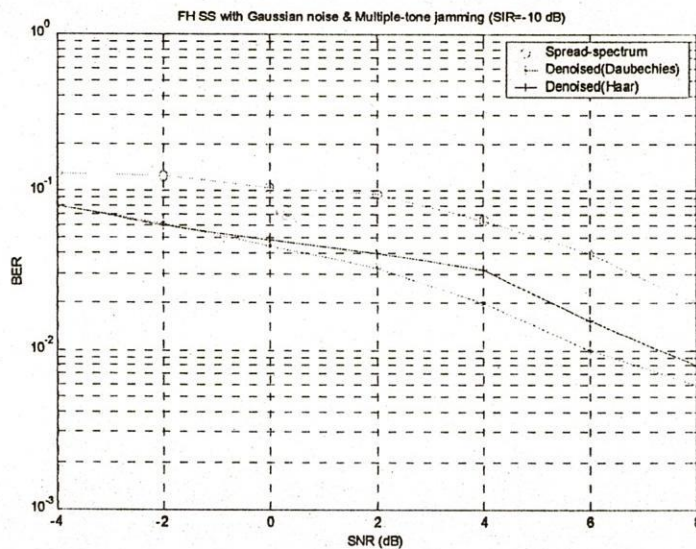


Hình 3.8: Chất lượng của hệ thống DSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đa tone (-20 dB)

Hiệu quả triệt nhiễu đa tone trong DSSS cũng tương tự như triệt nhiễu đơn tone. Chất lượng có thể gia tăng đến 0,3 dB.

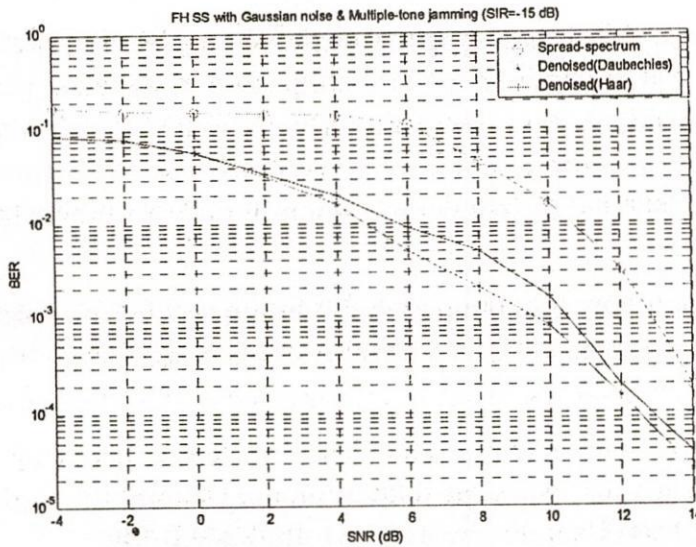
Các thông số mô phỏng cho hệ thống FHSS

| Thông số          | Giá trị       | Đơn vị  |
|-------------------|---------------|---------|
| Tốc độ bit        | 9600          | bps     |
| Tần số sóng mang  | 0,2           | MHz     |
| Tốc độ nhảy tần   | 0,2           | hop/bit |
| Chiều dài mã      | 15            | Chip    |
| Can nhiễu đa tone | -10, -15, -20 | dB      |
| Nhiều Gauss       | -4 đến 8      | dB      |
| Tần số lấy mẫu    | 9,6           | MHz     |

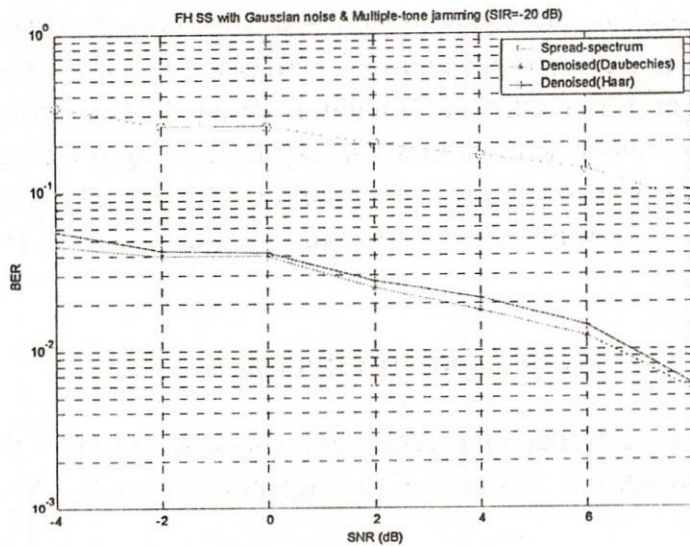


Hình 3.9: Chất lượng của hệ thống FSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đa tone (-10 dB)





Hình 3.10: Chất lượng của hệ thống FSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đa tone (-15 dB) (số bit mô phỏng: 100 000, và SNR: -4 dB đến 14 dB)



Hình 3.11: Chất lượng của hệ thống FSSS khi triệt nhiễu Gauss và can nhiễu đa tone (- 20 dB)

Các đồ thị thu được chứng minh can nhiễu đa tone có tác động lớn đối với hệ trải phổ nhảy tần. Kết quả triệt nhiễu cho thấy khi tỉ số tín hiệu trên nhiễu càng lớn, việc nhận dạng nhiễu càng dễ và do đó hiệu quả triệt nhiễu càng cao. Đối với trường hợp SIR = -20, hiệu quả triệt nhiễu có khi đạt đến 1,3 dB, trong khi với SIR = -10 dB, hiệu quả tối đa chỉ có thể là 0,5 dB.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng cho thấy khả năng triệt can nhiễu trong hệ nhảy tần cho kết quả tốt hơn hệ trực tiếp. Đó là do trong hệ nhảy tần, khi phân tích wavelets với từng đoạn của tín hiệu thu, khả năng nhận dạng can nhiễu tốt. Do tần số tín hiệu nhảy vào, ra khỏi các tần số của can nhiễu, trong từng đoạn có thể chỉ có thành phần tín hiệu và can nhiễu không cùng tần số, khi đó khả năng nhận dạng nhiễu sẽ tốt hơn và hiệu quả triệt nhiễu cao hơn.

Đối với hệ trực tiếp, trường hợp mô phỏng ở trên ứng với tần số can nhiễu trùng với tần số tín hiệu, nhiễu chỉ được triệt ở những hệ số lớn hơn ngưỡng. Như vậy đối với hệ trải phổ nhảy tần việc triệt nhiễu sẽ càng có hiệu quả khi triệt trên các đoạn ngắn.

Triệt nhiễu bằng hẹp đòi hỏi loại phải chọn loại wavelets có khả năng định vị thời gian và tần số cao. Trong hai loại wavelets được sử dụng, Daubechies có độ phân giải tốt hơn nên cho kết quả tốt hơn Haar, thường là từ 0,1 dB đến 0,2 dB.

Các kết quả mô phỏng này đã khẳng định hiệu quả đạt được khi ứng dụng kỹ thuật triệt nhiễu dùng wavelets trong các hệ thống thông tin trải phổ. Đây sẽ là một đánh giá đáng tin cậy trước khi thiết kế các chip triệt nhiễu chuyên dụng trong thực tế.

Tuy nhiên, đề tài còn một vài hạn chế. Trước hết, do tốc độ xử lý của máy tính (PC) bị giới hạn, các thông số mô phỏng hệ thống (tần số sóng mang, tốc độ tín hiệu PN, số bit truyền, ...) chưa cao như các thông số thực tế. Những kết quả mô phỏng với số bit lớn hơn đang được khảo sát. Các kỹ thuật triệt nhiễu khác tuy đã được giới thiệu nhưng chưa được mô phỏng để có thể so sánh, làm nổi bật kỹ thuật dùng wavelets. Bên cạnh đó, khâu triệt nhiễu dùng wavelets mặc dù đã cho kết quả đạt yêu cầu nhưng cần phát triển thêm để hoạt động linh hoạt hơn như có khả năng nhận dạng được loại nhiễu trong các môi trường khác nhau.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Roger L. Peterson, Rodger E. Ziemer and David E. Borth, "Introduction to Spread-Spectrum Communications", Prentice Hall International, Inc, 1995, ISBN: 0-13-098080-8.

[2] Dr. Kamilo Feher, "Wireless Digital Communications, Modulation and Spread-Spectrum Applications", Prentice Hall PTR, Inc, 1995.

[3] Bernard Skalar, "Digital Communications", Prentice Hall, Inc, 1995, ISBN: 0-13-212713.

[4] Froakis, "Digital Communications", McGraw Hill, 3<sup>rd</sup> Edition, 1995, ISBN: 981-3026-56-1.

[5] Martin Vetterli and Jelena Kovacevic, "Wavelets and subband coding", Prentice Hall PTR, 1995, ISBN: 981-3026-56-1.

[6] Brani Vidakovic, Peter Muller, "Wavelets for Kids", Duke University, 1995 (Internet source).



- [7] Amara Graps, "An introduction to wavelets", IEEE Computational Science and Engineering, vol. 2, num. 2, 1995, (Internet source).
- [8] Charles K. Chui, "An introduction to wavelets", Academic press, Inc, 1992 (Internet source).
- [9] Bjorn Jawerth, Wim Sweldens, "An overview of wavelets-based multiresolution analyses", Department of Mathematics, University of South Carolina, Columbia SC 29208, (Internet source).
- [10] Tim Edwards, "Discrete wavelet transforms, Theory and Implementation", Stanford University, September 1991, (Internet source).
- [11] Wim Sweldens, "Wavelet sampling techniques", University of South Carolina, 1996 (Internet source).
- [12] M. Oslick, I. R. Linscott, S. Maslakovic, J. D. Twicken, "Computing derivatives of scaling functions and wavelets", STAR Laboratory, Standford University, Standford, CA 94305, (Internet source).
- [13] Ali N.Akansu, Mehmet V.Tazebay, Michael J.Medley, Pankaj K.Das, "Wavelet and Subband Transforms, Fundamentals and Communication Applications", IEEE Communications Magazine, pp. 104-115, December 1997, (Internet source).
- [14] H. Vincent Poor and Leslie A. Rusch, "Narrowband interference suppression in spread spectrum CDMA", IEEE Personal communications, Third Quarter, 1994, pp. 14-27, (Internet source).
- [15] T. Le-Tien, H. Talhami, D. T. Nguyen, N. Martin, "Target signature extraction based on the continuous wavelet transform in ultra-wideband radar", IEE Electronic letter, Vol. 33, No 1, 2<sup>nd</sup> Jan, 1997.
- [16] T. Le-Tien, H. Talhami, D. T. Nguyen, "Joint time-frequency and time-scale analysis for Radar Signal Processing", Proceedings of IEEE International Conference on Communication Systems and Workshop on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, ICCS/ISPAC'96, Singapore, pp 65-69, November 1996.
- [17] Vũ Văn Tấn, "Xây dựng mô hình baseband cho bộ thu trải phổ và đề nghị thuật toán triệt nhiễu băng hẹp dùng wavelets trong hệ thống trải phổ chuỗi trực tiếp", Luận văn tốt nghiệp Thạc Sĩ (M.Eng.), hướng dẫn: TS. Lê Tiến Thường, Bộ môn Viễn thông, khoa Điện -Điện tử, trường Đại học Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, tháng 07 năm 1999.
- [18] Hồ Quang Dũng, Phạm Thị Thúy Ngọc, "Hệ thống thông tin trải phổ và triệt nhiễu dùng wavelets", Luận văn tốt nghiệp Kỹ sư (B.Eng.), Hướng dẫn: TS. Lê Tiến Thường, Bộ môn Viễn thông, khoa Điện -Điện tử, trường Đại học Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2000.



**SPREAD-SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEMS CORRELATED WITH THE PROPOSED  
WAVELET-BASED SIGNAL PROCESSING FOR NOISE SUPPRESSION**

**Le Tien Thuong – Hoang Dinh Chien – Ho Quang Dung  
Pham Thi Thuy Ngoc – Ha Hoang Kha**

*ABSTRACT : Code-Division Multiple-Access (CDMA) implemented with spread-spectrum signaling is one of the most promising multiplexing technologies for integrated and cellular communication services. The advantages of Spread Spectrum (SS) for these services include superior in multipath environments, flexibility in the location of channels, privacy, and increased capacity in fading channel. Also a significantly attractive feature of spread spectrum CDMA is the ability of SS systems to share the bandwidth with narrowband communication systems without undue degradation of either system's performance. However, it has been demonstrated that the performance of spread spectrum in the presence of narrowband interference can be enhanced significantly through the use of noise suppression prior to despreading. Not only does suppression improve error-rate performance, but it also leads to increase CDMA cellular system capacity and improves acquisition capability of communication systems [14].*

*The paper is organized into three parts including most of our thoughtful works related to the topic.*

*The first part of this paper introduces the two most common techniques used in SS communications systems – direct-sequence SS, frequency-hopping SS, and other related topics. The wavelets and filter bank are discussed. Then noise suppression algorithms using wavelets are proposed to improve SS systems' performance.*

*The second part is concerned about computer simulation programmed in the Matlab package with version 5.3. The purpose of this part is to give an aid in understanding the SS system performance in noisy environment. The system performance in Gaussian noise and narrowband interference environment with noise suppression algorithms using wavelets will be concentrated and simulation results will be presented by plotting BER curves corresponding to different values of SNR between -4 dB and 8 dB. Consequently, the paper ends with conclusions drawn from simulation and directs to some further studies for developing this work.*

**Keywords :** Code-Division-Multiple-Access, Direct-Sequence Spread-Spectrum, Frequency-Hop Spread-Spectrum, Cellular Communication Systems, Wavelets, Filter Bank, Narrowband Interference, Noise Suppression.