## 3.4 .Mã hóa không gian thời-gian khối STBC

STBC thực hiện mã hóa một khối các ký tự đầu vào thành một ma trận đầu ra với các hàng tương ứng các anten phát (không gian) và cột tương ứng thứ tự phát (thời gian). STBC cho phép phân tập đầy đủ và có độ lợi nhỏ tùy thuộc vào tốc độ mã của bộ mã, quá trình giải mã đơn giản, dựa trên các bộ giải mã tương quan tối đa ML (Maximun Likelihood).

### 3.4.1.Sơ đồ Alamouti

Trong sơ đồ Alamouti (hình 3.7) bộ mã hóa space-time encoder sẽ mã hóa 2 ký tự liên tiếp [c1 c2] với c1,c2 thuộc chòm sao điều chế  thành ma trận.

 (3.33)

Ma trận C gọi là ma trận mã,ma trận này là ma trận trực giao có tính chất

  (3.34)

Trong chu kỳ thứ nhất bộ phát sẽ phát đồng thời 2 tín hiệu c1 và c2 ra 2 anten 1 và 2, chu kì tiếp theo, bộ phát sẽ phát 2 tín hiệu –c2\* và c1\* ra 2 anten 1 và 2 (hình 3.7).



Hình 3.7 Sơ đồ alamuti 2 anten phát và 1 anten thu



Hình 3.8 Các ymbol phát và thu trong sơ đồ Alamouti

Giả sử kênh truyền quasi-static, độ lợi kênh truyền không thay đổi qua 2 chu kỳ symbol

 (3.35)

Với T là chu kỳ Symbol

Tín hiệu tại máy thu chu kỳ 1 và chu kỳ 2

 (3.36a)

  (3.37b)

Việc giải mã , dựa trên việc tìm 2 giá trị  sao cho tín hiệu thu được khi truyền x1, x2 qua kênh truyền sẽ giống r1, r2 nhất

 (3.38)

 Ta thấy việc giải mã đồng thời  tương đương việc giải mã riêng lẻ

 (3.39)

 (3.40)

Do và không phụ thuộc vào , tức là không ảnh hưởng tới việc tìm min của biểu thức trong ngoặc nên ta có thể bỏ qua và  trong biểu thức tìm c1. Tương tự ta có thể bỏ qua  và  trong biểu thức tìm c2

Bộ kết hợp sẽ tạo ra các tín hiệu ước lượng  từ r1, r2 như sau .

  (3.41)

  (3.42)

Nếu kênh truyền không tương quan, h1, h2 sẽ không tương quan nguồn nhiễu  sẽ có phương sai xấp xỉ gấp 2 lần nhiễu gốc.

Hệ thống cung cấp phân tập đôi do hệ số 

 Biểu thứa tìm  trở thành :

 (3.43)

Đối với tín hiệu PSK  nên và 

Không ảnh hưởng tới việc tìm min của biểu thức, biểu thức quyết định  (3.43) trở nên đơn giản hơn

 (3.44)

 sẽ được gửi tới bộ ML để so sánh với tất cả ký tự có thể, dựa trên (3.43) hoặc (3.44) để giải 

Sơ đồ Alamouti mở rộmg

Sơ đồ Alamoti có thể được mở rộng sử dụng 2 anten phát và M anten thu như hình 3.8 .Trong trường hợp này tín hiệu thu được có dạng sau

 

  (3.45)

 …

 



Hình 3.9 Sơ đồ Alamouti 2 anten phát và M anten thu

Bộ kết hợp sẽ tạo ra các tín hiệu ước lượng

  (3.46)

 (3.47)

 (3.48a)

  (3.48b)

Khi này hệ thống cung cấp phân số 2M do hện số

Biểu thức tìm  trở thành

  (3.49)

STBC hoạt động trên việc thiết kế trực giao ma trận mã. Sơ đồ Alamouti chính là sơ đồ STBC cơ bản và tiêu biểu nhất cho thiết kế trực giao (orthogonal design) với tốc độ mã R=1 độ phân tập D = 2.

### 3.4.2 Thiết kế trực giao

Thiết kế trực giaocung cấp độ lợi phân tập đầy đủ (tốc độ mã cực đại R=1). C là 1 thiết kế trực giao khi và chỉ khi C-C’ khả đảo với mọi .Thiết kế trực giao thực chỉ tồn tại với N=2, 4 và 8, và chỉ tồn tại thiết kế trực giao phức với N=2.

Thiết kế trực giao tổng quát GOD (Generalized Orthogonal Design) nới lỏng điều kiện khắt khe của thiết kế trực giao. K symbol thực [x1,x2,…, xk] được mã hóa bằng ma trận mã C kích thước NT x NC NC (), C có tính chất sau:

 (3.50)

Tốc độ mã hóa khi này là R=k/Nc

Độ lợi mã hóa STBC là Gc= RD (3.51)

Với R là tốc độ mã hóa

D là độ phân tập D = NT.NR

Tiêu chí thiết kế GOD là cực tiểu Nc với R và NT cho trước

Một số ví dụ về thiết kế trực giao

* R = 1
* k = 2, Nc = 2 vaø NT = 2

  hoaëc 

 

* k = 4, Nc = 4 vaø NT = 4

 

 

* R = 3/4
* k = 3, Nc = 4 vaø NT = 3

 



* k = 3, Nc = 4 vaø NT = 4





* R = 1/2
* k = 4, Nc = 8 vaø NT = 3

 



* k = 4, Nc = 8 vaø NT = 4



 