



**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**

Đồ án môn học:

TỔNG QUAN HỆ THỐNG MIMO VÀ KỸ THUẬT OFDM

GVHD: Ths. Trương Tấn Quang.

Nhóm TH:

- | | |
|---------------------------|----------------|
| 1. Võ Tấn Tài | 0920218 |
| 2. Nguyễn Tấn Phát | 0920081 |
| 3. Trần Minh Đức | 0920026 |
| 4. Lê Hồng Phúc | 0920088 |

Tháng 11/2012



NỘI DUNG TRÌNH BÀY

**CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN
KHÔNG DÂY**

1

3

KỸ THUẬT OFDM

HỆ THỐNG MIMO

2

4

**KẾT HỢP KỸ THUẬT OFDM
VÀ HT MIMO**



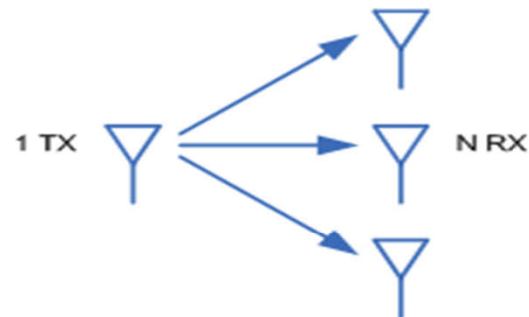
	802.11a	802.11b	802.11g		802.11n
Band	5.7 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz		Unconfirmed Possibly 2.4 and 5 GHz bands
Channels*	Up to 23	3	3		
Modulation	OFDM	DSSS	DSSS	OFDM	MIMO-OFDM
Data Rates	Up to 54 Mbps	Up to 11 Mbps	Up to 11 Mbps	Up to 54 Mbps	Speculated to be 248 Mbps for two MIMO streams
Range	~150 feet or 35 meters	~150 feet or 35 meters	~150 feet or 35 meters		~230 feet or 70 meters
Release Date	October 1999	October 1999	June 2003		Expected in 2008
Pros	Fast, less prone to interference	Low cost, good range	Fast, good range, not easily obstructed		Very good data rates, improved range
Cons	Higher cost, shorter range	Slow, prone to interference	Prone to interference from appliances operating on 2.4 GHz band		

CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG DÂY

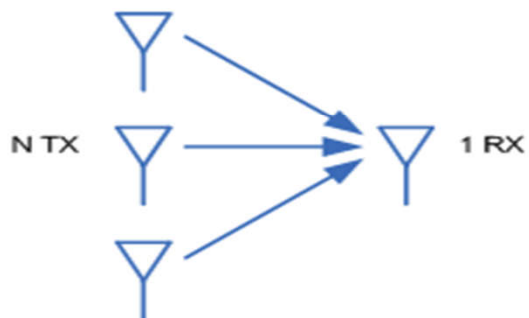
Hệ thống truyền thông



Hệ thống anten thông minh

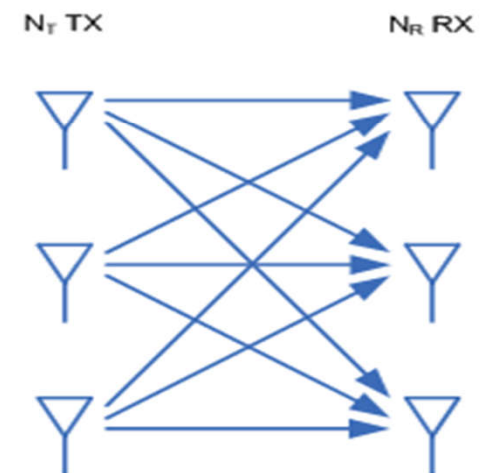


SIMO
Single Input Multiple Output



MISO
Multiple Input Single Output

Hệ thống MIMO



MIMO
Multiple Input Multiple Output

CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG DÂY

Hệ thống SISO

Chỉ sử dụng 1 anten phát và 1 anten thu.

Thường được sử dụng trong **phát thanh và truyền hình**, các HT truyền dẫn vô tuyến cá nhân như **wifi, bluetooth**.

Dung lượng HT phụ thuộc vào tỷ số SNR theo công thức Shannon

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR}) \text{ bit/s/Hz}$$

CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG DÂY

Hệ thống SIMO

- Sử dụng 1 anten phát và nhiều anten thu -> cải thiện chất lượng HT.
- Máy thu có thể **lựa chọn hoặc kết hợp** tín hiệu nhằm tối đa tỷ số SNR bằng cách sử dụng giải thuật beamforming hoặc MMRC(Maximal Ratio Receive Combining).
- Khi máy thu biết thông tin về kênh truyền, thì dung lượng của HT sẽ tăng theo hàm logarit của số anten thu.

$$C = B \cdot \log_2(1 + N_R \cdot \text{SNR}) \text{ bit/s/Hz}$$

CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG DÂY

Hệ thống MISO

- Sử dụng nhiều anten phát và 1 anten thu.
- Phân tập phát sử dụng mã Alamouti -> cải thiện chất lượng tín hiệu.
- Sử dụng beamforming -> tăng hiệu suất phát và vùng phủ.
- Khi máy phát biết thông tin về kênh truyền, thì dung lượng của HT sẽ tăng theo hàm logarit của số anten phát.

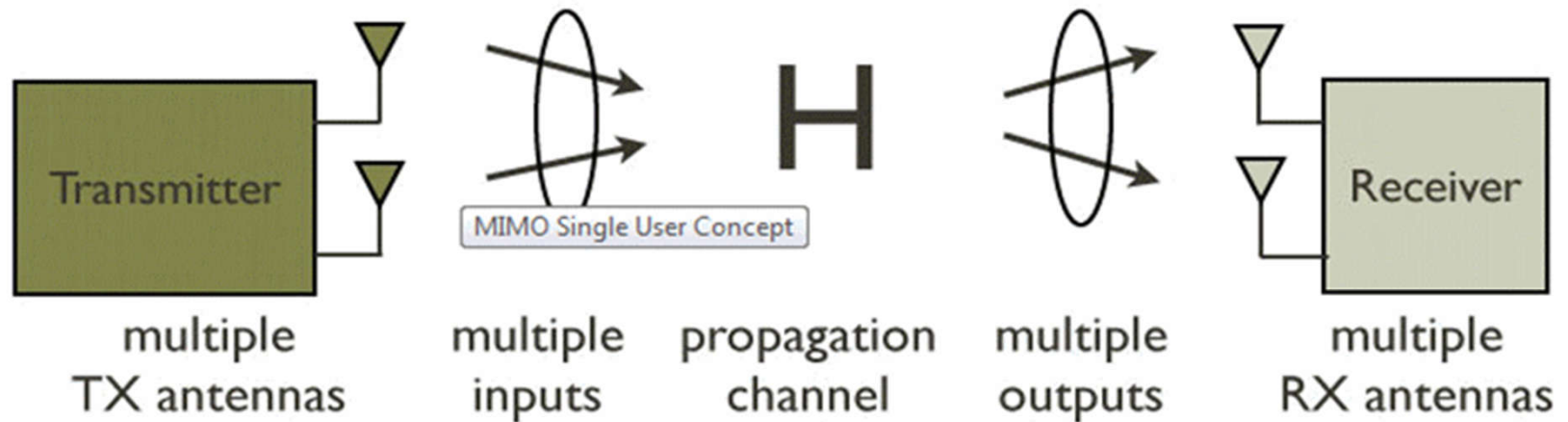
$$C = B \cdot \log_2(1 + N_T \cdot \text{SNR}) \text{ bit/s/Hz}$$

CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG DÂY

Hệ thống MIMO

- Sử dụng nhiều anten phát và nhiều anten thu.
- **Phân tập** phát /thu nhờ nhiều anten tại đầu phát/thu -> tăng chất lượng HT
- Sử dụng **beamforming** tại phía phát và phía thu -> tăng hiệu suất sử dụng công suất và triệt can nhiễu.
- Dung lượng của HT có thể được cải thiện nhờ vào độ lợi ghép kênh bằng cách sử dụng **mã không gian_thời gian** (V-BLAST)
- Khi kênh truyền được biết tại cả phía phát và phía thu, HT có thể cung cấp độ phân tập cực đại và độ lợi ghép kênh cực đại.
- Dung lượng của HT trong trường hợp đạt được phân tập cực đại là:
$$C = B \cdot \log_2(1 + N_T \cdot N_R \cdot \text{SNR}) \text{ bit/s/Hz}$$
- Dung lượng của HT trong trường hợp đạt độ lợi ghép kênh cực đại là:
$$C = \min(N_T, N_R) \cdot B \cdot \log_2(1 + \text{SNR}) \text{ bit/s/Hz}$$

CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG DÂY



$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{v}$$

receive vector

matrix channel

transmit vector

noise vector

NỘI DUNG TRÌNH BÀY

**CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN
KHÔNG DÂY**

1

3

KỸ THUẬT OFDM

HỆ THỐNG MIMO

2

4

**KẾT HỢP KỸ THUẬT OFDM
VÀ HT MIMO**



KỸ THUẬT PHÂN TẬP

Khái niệm

- Phân tập: Là kỹ thuật giúp cho phía thu (MS,BTS) cải thiện chất lượng tín hiệu thu bị suy giảm do fading nhờ việc **kết hợp tín hiệu thu đa đường** đến từ cùng một nguồn phát.
- Phân tập được thực hiện tại cả MS hoặc BTS tùy công nghệ.

KỸ THUẬT PHÂN TẬP

Phân loại

- Theo cách thức triển khai:
 - Phân tập phát
 - Phân tập thu
- Theo kỹ thuật phân tập:
 - Phân tập không gian (Space Diversity)
 - Phân tập tần số (Frequency Diversity)
 - Phân tập thời gian (Time Diversity)
 - Phân tập phân cực (Polarization Diversity)

KỸ THUẬT PHÂN TẬP

Phân tập không gian

Tín hiệu được *truyền trên nhiều đường khác nhau*

- **Trong mạng hữu tuyến:** tín hiệu được truyền trên nhiều line khác nhau.
- **Trong mạng vô tuyến:** Thường sử dụng phân tập anten (phân tập phát/thu) là phân tập trên nhiều anten phát/thu (VD: MIMO).

Phân tập gần: Khi các anten đặt gần nhau **khoảng vài bước sóng**

Phân tập xa: Khi các anten đặt cách xa nhau

KỸ THUẬT PHÂN TẬP

Phân tập tần số

Tín hiệu được truyền trên *nhiều tần số khác nhau* hoặc trên một **dải phổ tần rộng** -> bị tác động bởi fading lựa chọn tần số.

KỸ THUẬT PHÂN TẬP

Phân tập thời gian

- Nếu truyền cùng 1 tín hiệu ngoài khoảng coherent time thì ta có thể tạo ra 2 tín hiệu độc lập -> Độ lợi tăng
- Nhược điểm: Tại phía thu phải mất một khoảng thời gian để xử lý tín hiệu-> Không thích hợp với các ứng dụng thời gian thực.

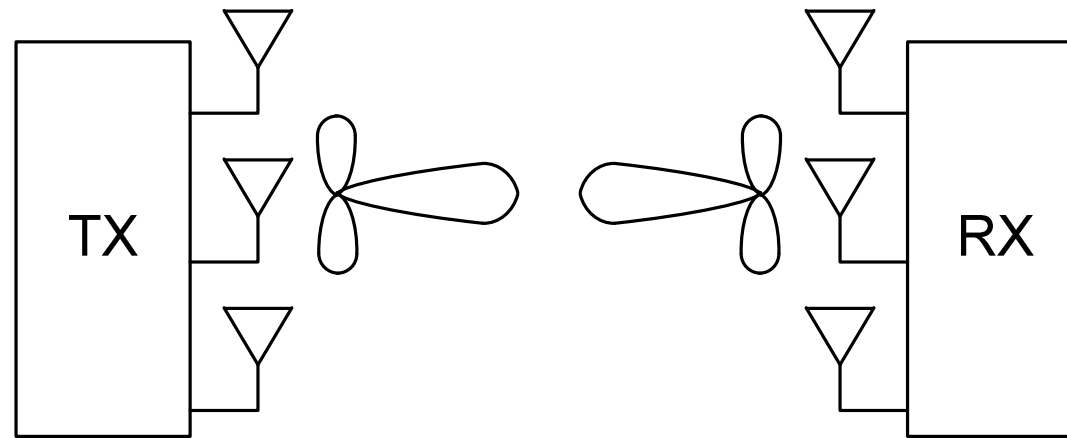
KỸ THUẬT PHÂN TẬP

Phân tập cực

Phát tín hiệu trên các nhánh có tính phân cực khác nhau (tín hiệu được chia đều cho các nhánh) -> chất lượng thu giảm

ĐỘ LỢI TRONG HỆ THỐNG MIMO

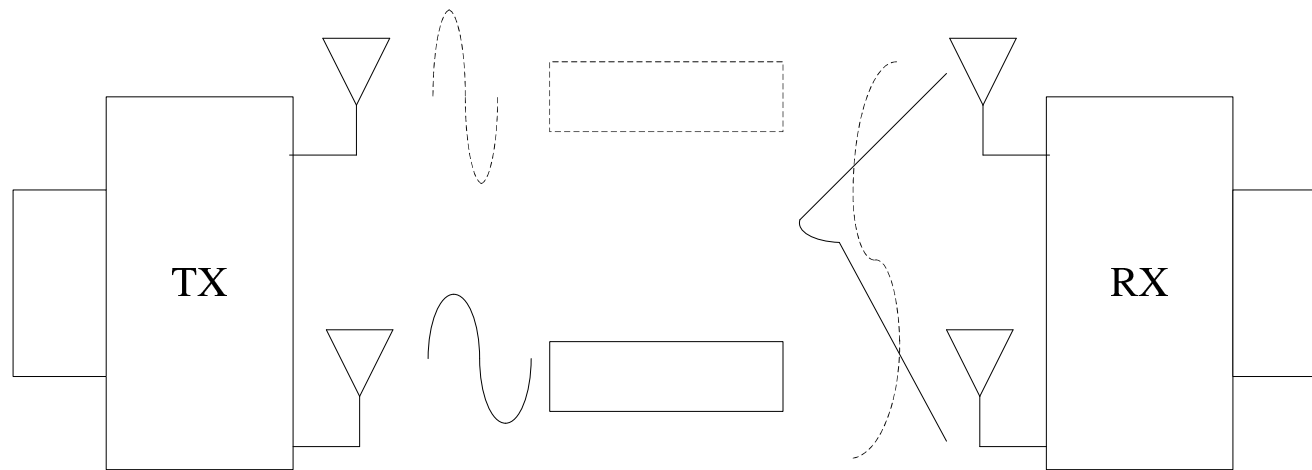
Độ lợi Beamforming



- Khoảng cách giữa các anten trong hệ thống MIMO thường nhỏ hơn bước sóng .
- Beamforming thường được thực hiện trong môi trường ít tán xạ.

ĐỘ LỢI TRONG HỆ THỐNG MIMO

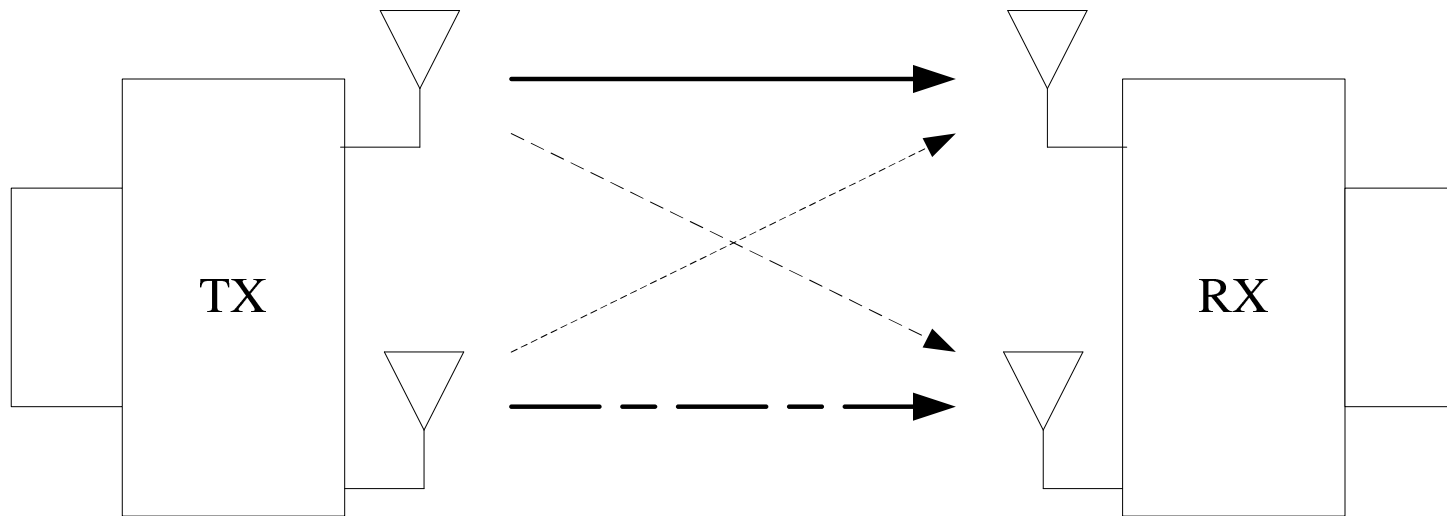
Độ lợi ghép kênh không gian



- Tận dụng các kênh truyền song song có được từ đa anten tại phía phát và phía thu trong hệ thống MIMO.
- Các tín hiệu sẽ được phát độc lập và đồng thời ra các anten nhằm tăng dung lượng kênh truyền mà không cần tăng công suất phát hay tăng băng thông hệ thống.

ĐỘ LỢI TRONG HỆ THỐNG MIMO

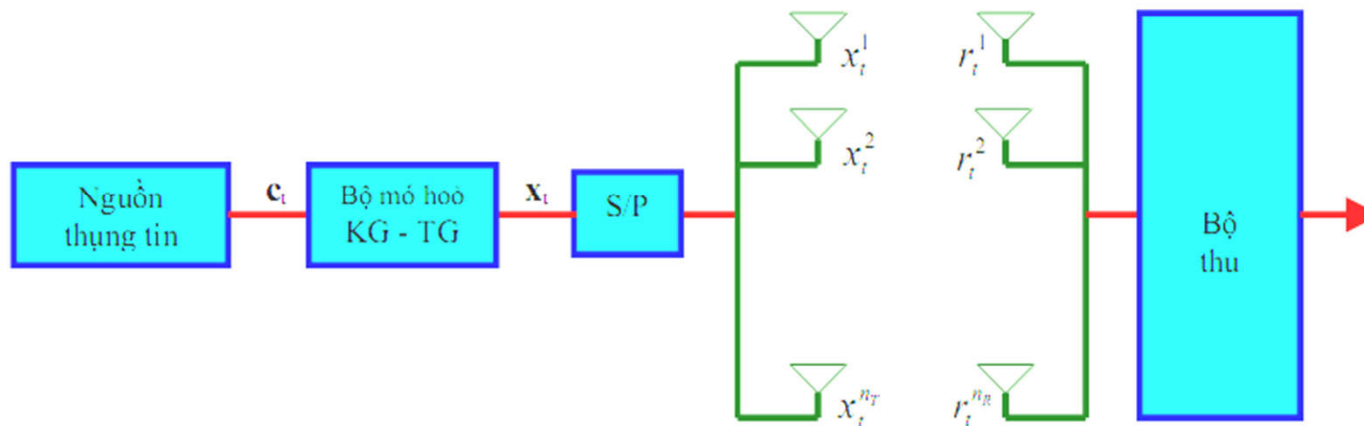
Độ lợi phân tập



- Cung cấp cho các bộ thu các **bản sao tín hiệu giống nhau** qua các kênh truyền Fading khác nhau.
- Bộ thu có thể **lựa chọn hay kết hợp hay kết hợp** các bản sao tín hiệu này để giảm thiểu tốc độ sai bit BER, chống Fading qua đó tăng độ tin cậy của hệ thống.

MÃ HÓA KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN

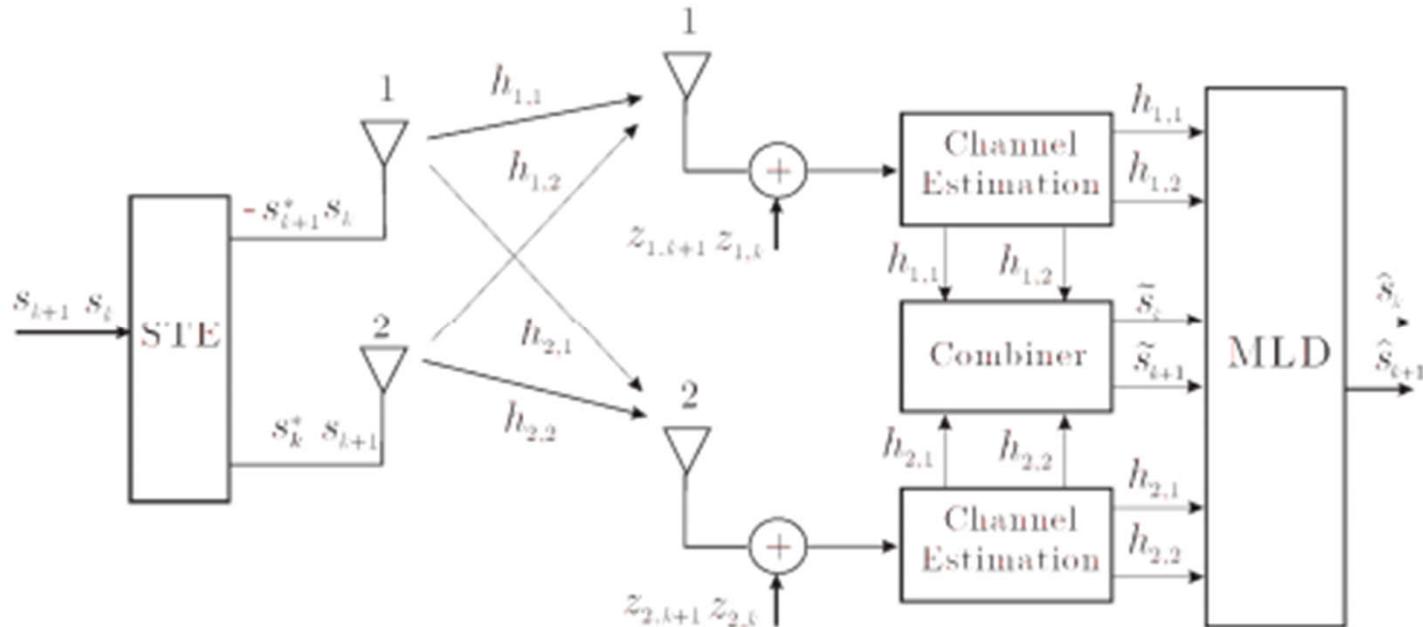
- Là phương pháp **mã hóa** cho **phân tập** phát, đạt được độ lợi phân tập và cả độ lợi mã hóa.
- Được cho làm 2 loại: Mã hóa khối không gian thời gian(**STBC**) và mã hóa lưới không gian – thời gian(**STTC**).



MÃ HÓA KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN

STBC: Dễ thiết kế, giải mã đơn giản, nhưng chỉ cho độ lợi phân tập không cho độ lợi mã hóa.

STTC: Phức tạp, cho cả độ lợi về mã hóa và độ lợi phân tập



ƯU - NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG MIMO

Ưu điểm:

- Có hiệu suất sử dụng phổ tần cao đáp ứng được nhu cầu về dung lượng
- Khắc phục được nhược điểm của truyền đa đường để tăng dung lượng và chất lượng truyền dẫn.
- Trong các hệ thống MIMO, **phản ánh ngẫu nhiên và trải trể** có thể được sử dụng để tăng thông lượng.
- Các hệ thống MIMO cho phép tăng dung lượng mà không cần tăng băng thông và công suất.

ƯU - NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG MIMO

Nhược điểm:

- HT MIMO chứa nhiều anten dẫn đến: tăng độ phức tạp, thể tích, giá thành phần cứng so với SISO.
- Vì điều kiện kênh phụ thuộc vào môi trường vô tuyến nên không phải bao giờ hệ thống MIMO cũng có lợi.
- Khi tồn tại đường truyền thẳng (**LOS**), cường độ trường LOS cao hơn tại máy thu sẽ dẫn đến hiệu năng cũng như **dung lượng của hệ thống SISO** tốt hơn, trong khi đó dung lượng của hệ thống **MIMO** lại giảm. Lý do vì các đóng góp mạnh của LOS dẫn đến tương quan giữa các anten mạnh hơn và điều này làm giảm ưu điểm sử dụng hệ thống MIMO.

NỘI DUNG TRÌNH BÀY

**CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN
KHÔNG DÂY**

1

3

KỸ THUẬT OFDM

HỆ THỐNG MIMO

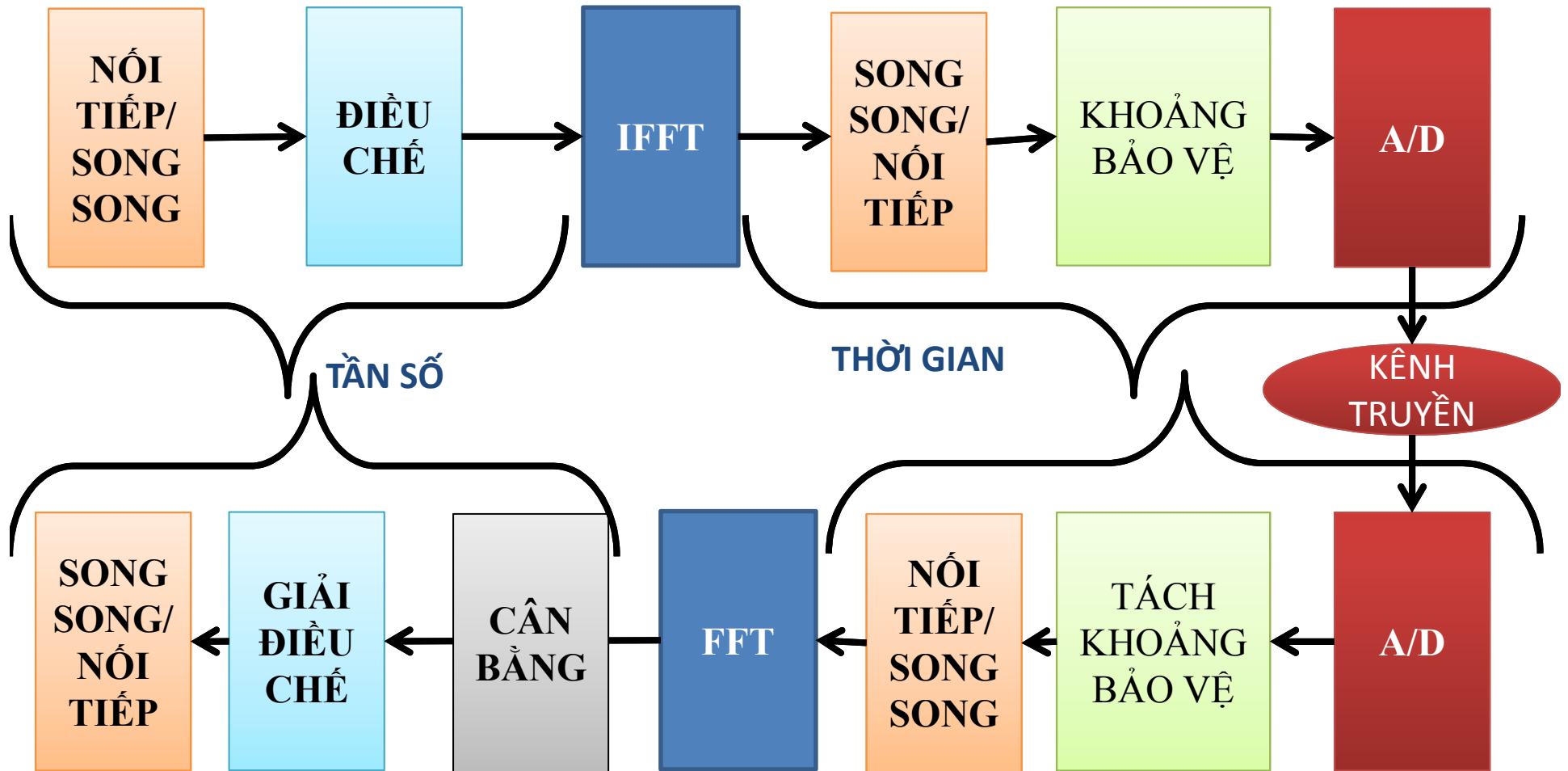
2

4

**KẾT HỢP KỸ THUẬT OFDM
VÀ HT MIMO**



MÔ HÌNH TỔNG QUÁT



MÃ HÓA KÊNH

- Là kỹ thuật thêm các bit dư thừa giúp cho đầu thu có khả năng phát hiện lỗi hoặc sửa lỗi.
- Dựa trên 2 cơ chế:

BEC(Backward Error Correction): Phát hiện sai yêu cầu truyền lại, không có khả năng sửa lỗi.

FEC(Forward Error Correction): Phát hiện lỗi và có khả năng sửa lỗi.

KỸ THUẬT PHÂN TÁN DỮ LIỆU

Gồm Block Interleaver và Convolutional Interleaver.

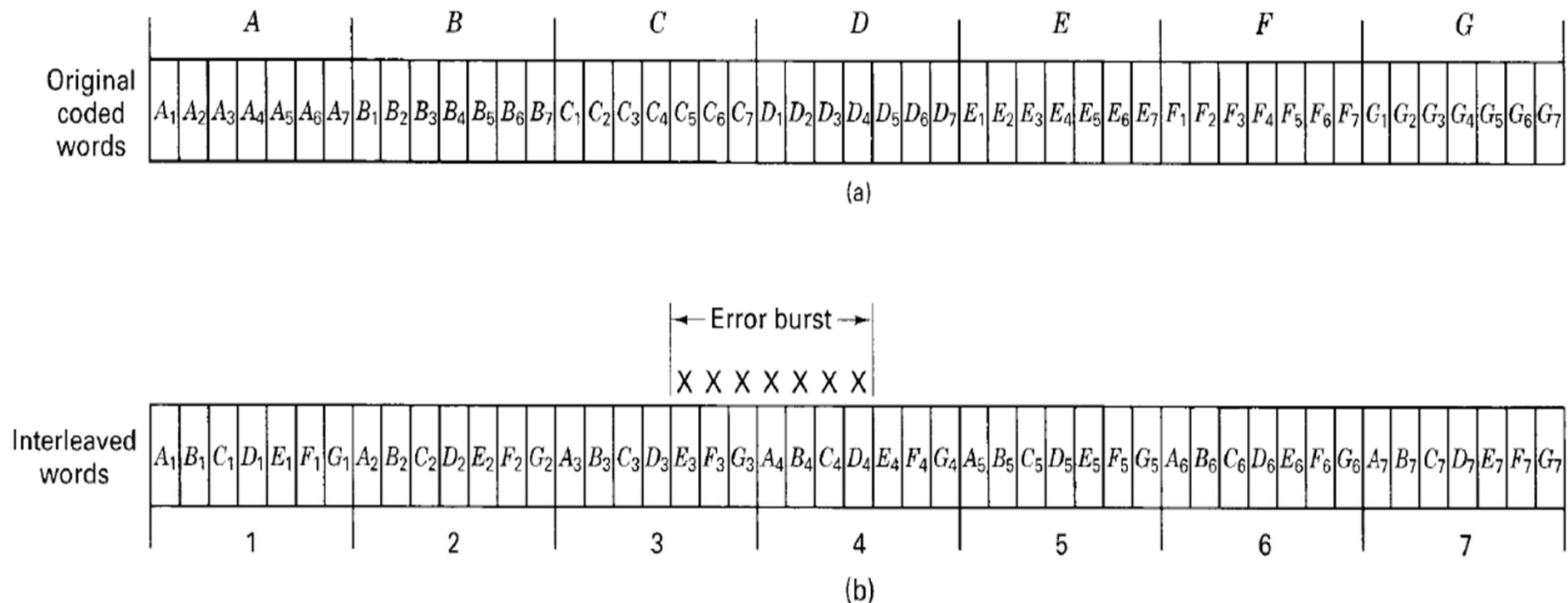


Figure 8.10 Interleaving example. (a) Original uninterleaved codewords, each comprised of seven code symbols. (b) Interleaved code symbols.



OFDM

KỸ THUẬT PHÂN TÁN DỮ LIỆU

- Block Interleaver:

Khoảng delay nhỏ nhất giữa interleaver và deinterleaver (không tính độ trễ khi truyền qua kênh truyền) là $(2MN - 2M + 2)$ thời gian truyền 1 symbol, với M là số dòng, N là số cột trong ma trận do bộ interleaver tạo ra.

Ví dụ:

$N = 6$ columns

1	5	9	13	17	21
2	6	10	14	18	22
3	7	11	15	19	23
4	8	12	16	20	24

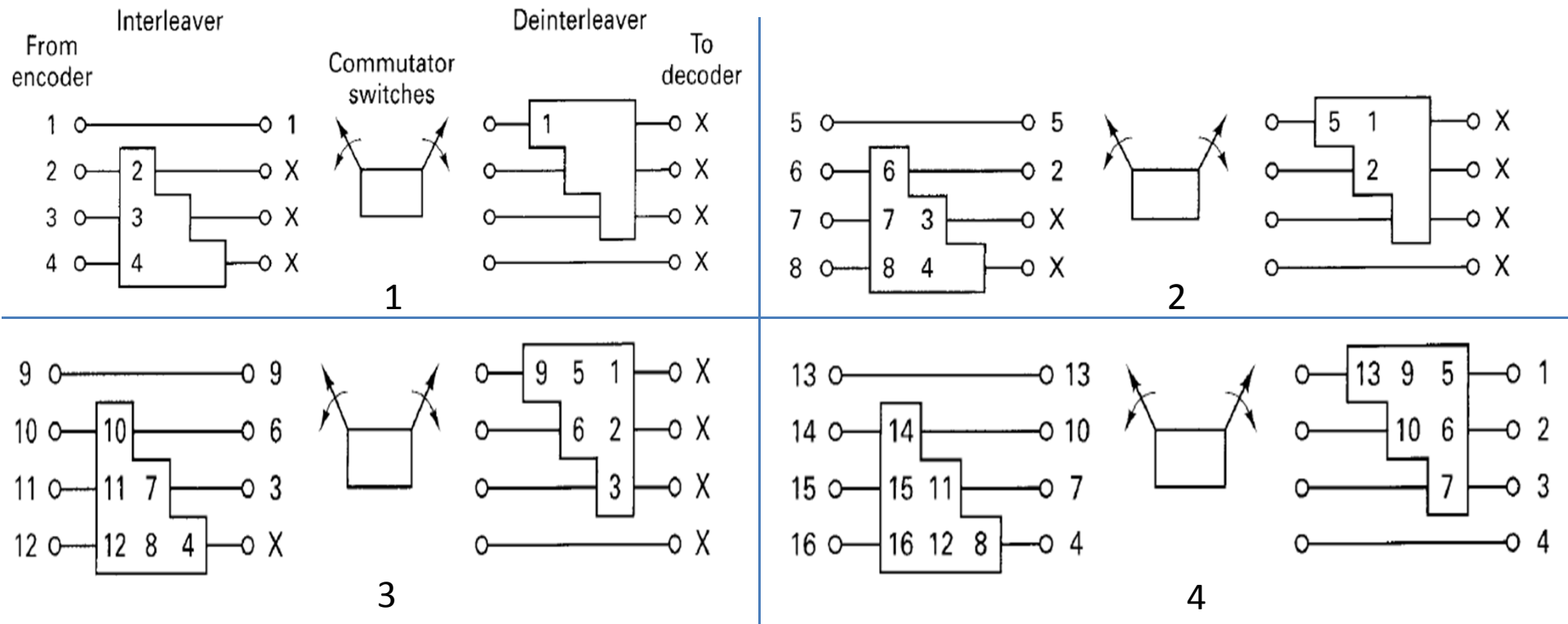
$M = 4$ rows

Khoảng delay là:
 $2MN - 2M + 2 = 2 \times 4 \times 6 - 2 \times 4 + 2 = 42 (T_s)$



KỸ THUẬT PHÂN TÁN DỮ LIỆU

- Convolutional Interleaver:



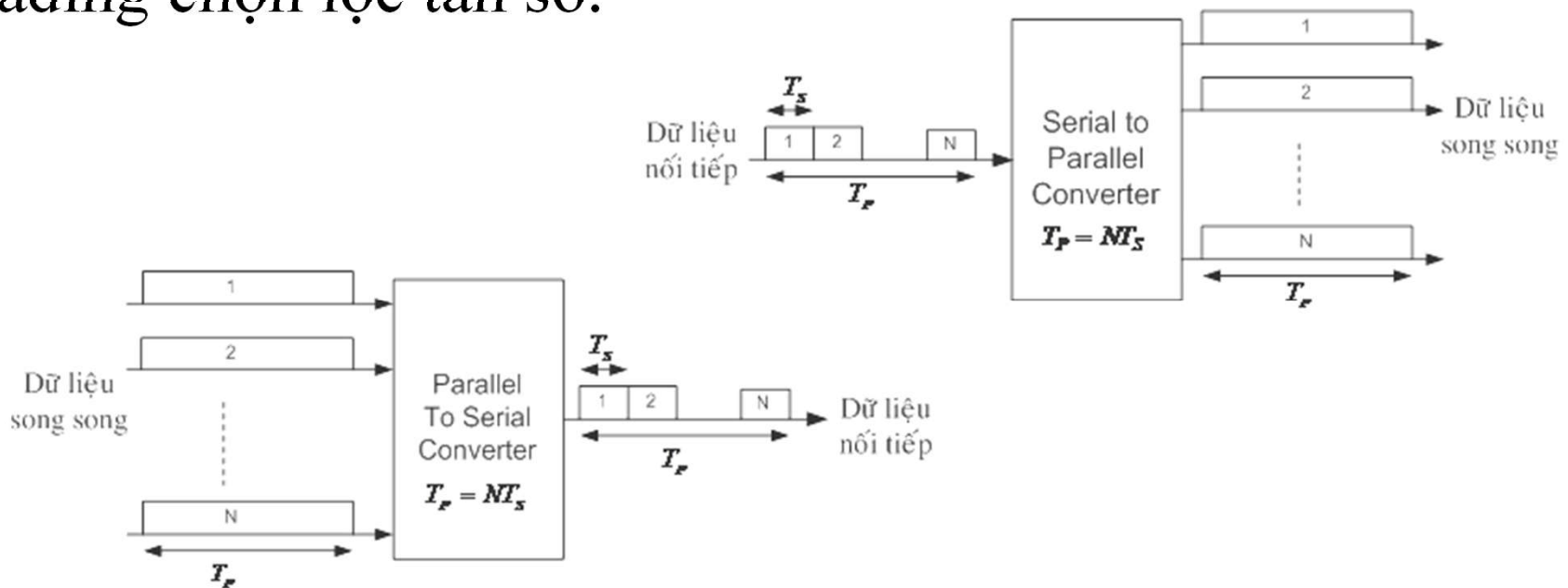
Xét trường hợp: 1 thanh ghi lưu được 1 symbol.



OFDM

NỐI TIẾP ↔ SONG SONG

Do chuỗi thông tin sau khi được interleaving sẽ có băng thông rất lớn $\Rightarrow$ chuyển serial sang parallel để có được băng thông con $<$ coherence bandwidth $\Rightarrow$ không bị fading chọn lọc tần số.

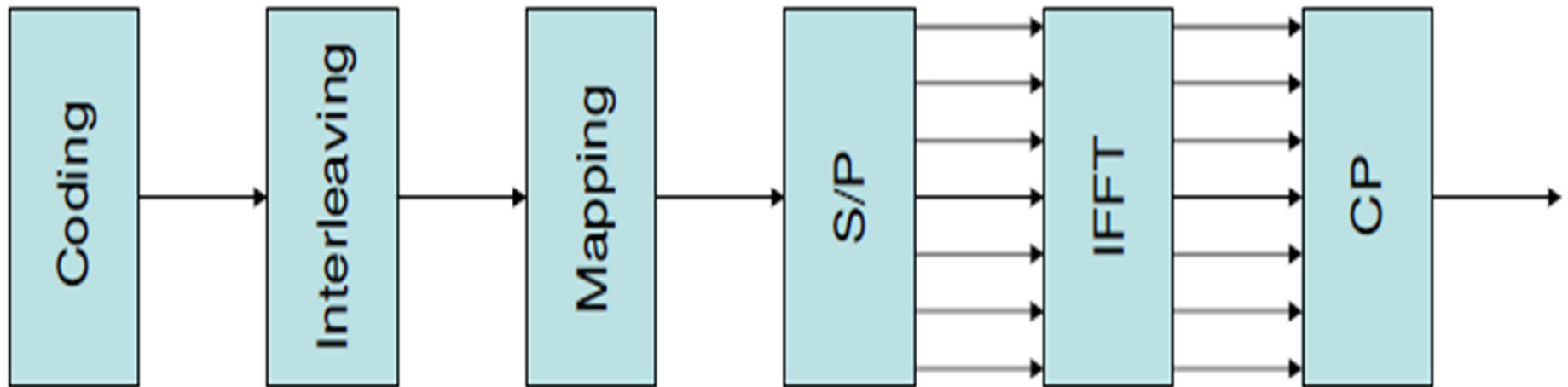


Mỗi symbol được biểu diễn bởi 2 trục: I (thực) và Q (ảo).



OFDM

ĐIỀU CHẾ SÓNG MANG CON (MAPPING)



IFFT VÀ FFT

IFFT: Chuyển từ miền **tần số** sang miền **thời gian**.

FFT: Chuyển đổi từ miền **thời gian** sang miền **tần số**.

Chuỗi tín hiệu vào $X(k)$, $0 \leq k \leq N-1$

Khoảng cách tần số giữa các sóng mang là: Δf

Chu kỳ của một ký tự OFDM là: T_s

Tần số trên sóng mang thứ k là $f_k = f_0 + k\Delta f$

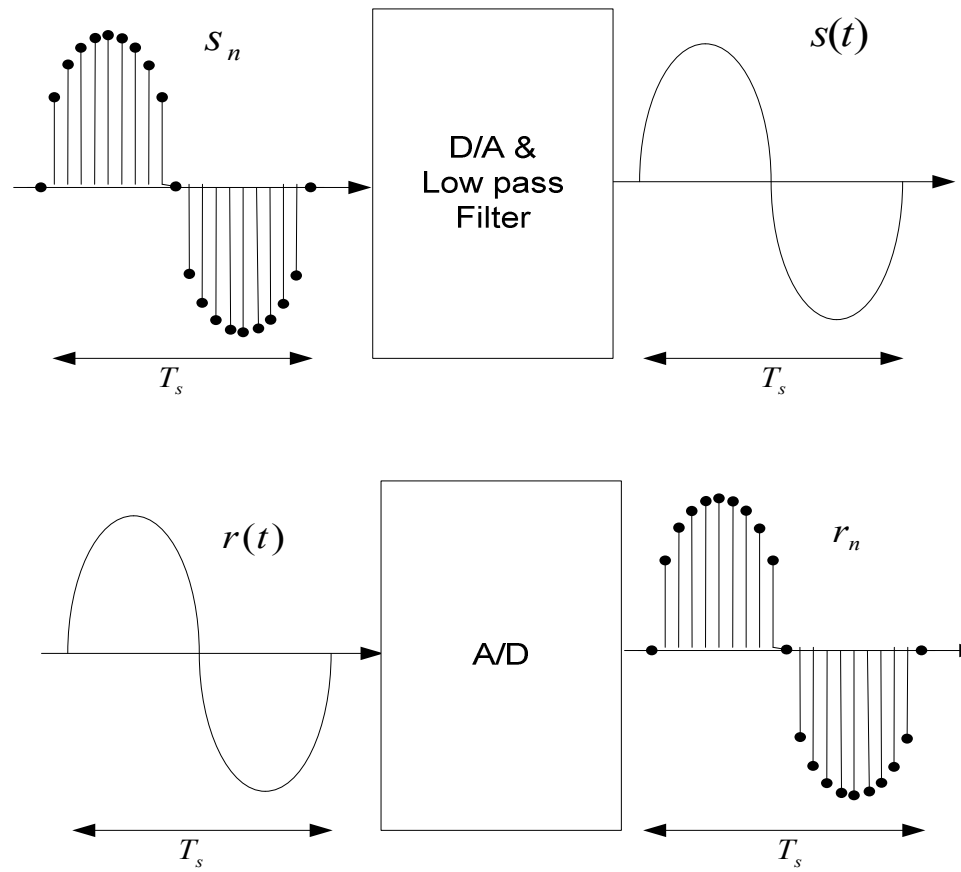
Tín hiệu phát đi có thể biểu diễn dưới dạng:

$$\begin{aligned} x(t) &= \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j2\pi(f_0 + k\Delta f)t} \quad 0 \leq t \leq T_s \\ &= e^{j2\pi f_0 t} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j2\pi k\Delta f t} \end{aligned}$$

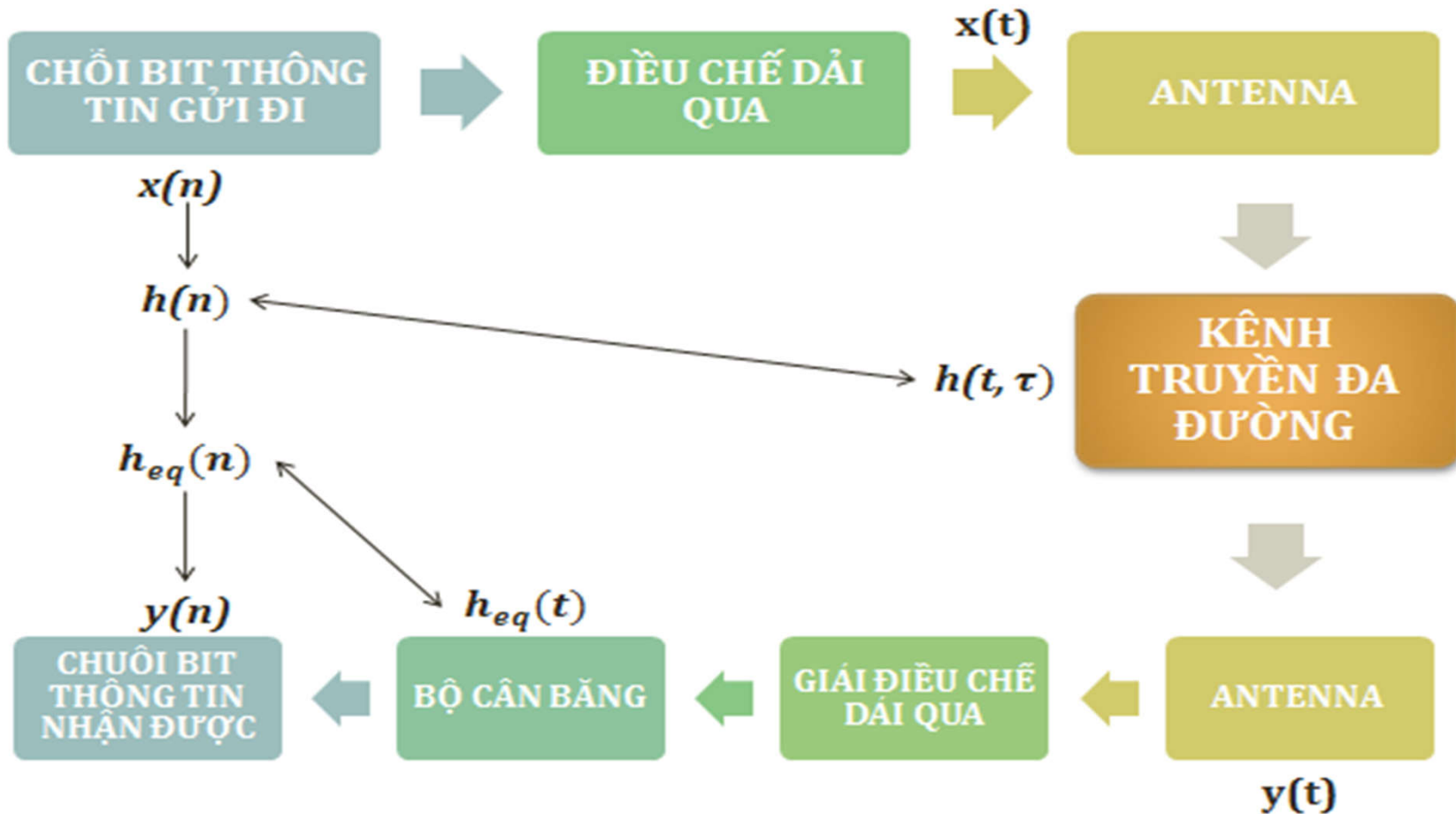
KHOẢNG BẢO VỆ

- Được chèn giữa các symbols OFDM liên tiếp.
Giúp chống lại can nhiễu ISI.
Khoảng bảo vệ phải lớn hơn độ dài trải trễ lớn nhất.
- Giảm hiệu quả băng thông
- Một phần tín hiệu được copy và chèn vào phần đầu.
- Vẫn giữ được tính trực giao.
- Một mẫu OFDM có chiều dài là T_s . Chuỗi bảo vệ có chiều dài là T_G .
- Sau khi chèn chuỗi bảo vệ thì chu kỳ của tín hiệu bây giờ là $T_s + T_G$.

BIẾN ĐỔI D/A, A/D



BỘ CÂN BẰNG



BỘ CÂN BẰNG

Mong muốn ngõ ra là dữ liệu gửi đi $x(t)$ nên:

$$y(t) = x(t) * h(t) * h_{eq}(t) = x(t)$$

$$\Leftrightarrow h(t) * h_{eq}(t) = \delta(t)$$

$$\Leftrightarrow H(f) \cdot H_{eq}(f) = 1$$

$$\Leftrightarrow H_{eq}(f) = \frac{1}{H(f)}$$

Tuy nhiên, đáp ứng kênh truyền thay đổi theo thời gian

→ Bộ cân bằng là **bộ lọc có đáp ứng là nghịch đảo** của kênh truyền và cần có khả năng thay đổi theo kênh truyền

→ **Bộ cân bằng thích nghi.**

ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA KỸ THUẬT OFDM

Ưu điểm

- OFDM tăng hiệu suất sử dụng bằng cách cho phép chồng lấp những sóng mang con.
- Bằng cách chia kênh thông tin ra thành nhiều kênh con fading phẳng băng hẹp, các hệ thống OFDM chịu đựng fading lựa chọn tần số tốt hơn những hệ thống sóng mang đơn.
- OFDM loại trừ nhiễu symbol (ISI) và xuyên nhiễu giữa các sóng mang (ICI) bằng cách chèn thêm vào một khoảng thời gian bảo vệ trước mỗi symbol.
- Sử dụng việc chèn kênh và mã kênh thích hợp, hệ thống OFDM có thể khôi phục lại được các symbol bị mất do hiện tượng lựa chọn tần số của các kênh.

ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA KỸ THUẬT OFDM

Ưu điểm:

- Kỹ thuật cân bằng kênh trở nên đơn giản hơn kỹ thuật cân bằng kênh thích ứng được sử dụng trong những hệ thống đơn sóng mang.
- Sử dụng kỹ thuật DFT để bổ sung vào các chức năng điều chế và giải điều chế làm giảm chức năng phức tạp của OFDM.
- Các phương pháp điều chế vi sai (differential modulation) giúp tránh yêu cầu vào bổ sung bộ giám sát kênh.
- OFDM ít bị ảnh hưởng với khoảng thời gian lấy mẫu (sample timing offsets) hơn so với hệ thống đơn sóng mang.
- OFDM chịu đựng tốt nhiễu xung với và nhiễu xuyên kênh kết hợp.

UÙ, NHƯỢC ĐIỂM CỦA KỸ THUẬT OFDM

Nhược điểm:

- Symbol OFDM bị nhiễu biên độ với một khoảng động lớn. Vì tất cả các hệ thống thông tin thực tế đều bị giới hạn công suất, tỷ số PARR cao là một bất lợi nghiêm trọng của OFDM nếu dùng bộ khuếch đại công suất hoạt động ở miền bão hòa đều khuếch đại tín hiệu OFDM. Nếu tín hiệu OFDM tỷ số PARR lớn hơn thì sẽ gây nên nhiễu xuyên điều chế. Điều này cũng sẽ tăng độ phức tạp của các bộ biến đổi từ analog sang digital và từ digital sang analog. Việc rút ngắn (clipping) tín hiệu cũng sẽ làm xuất hiện cả méo nhiễu (distortion) trong băng, lẫn bức xạ ngoài băng.

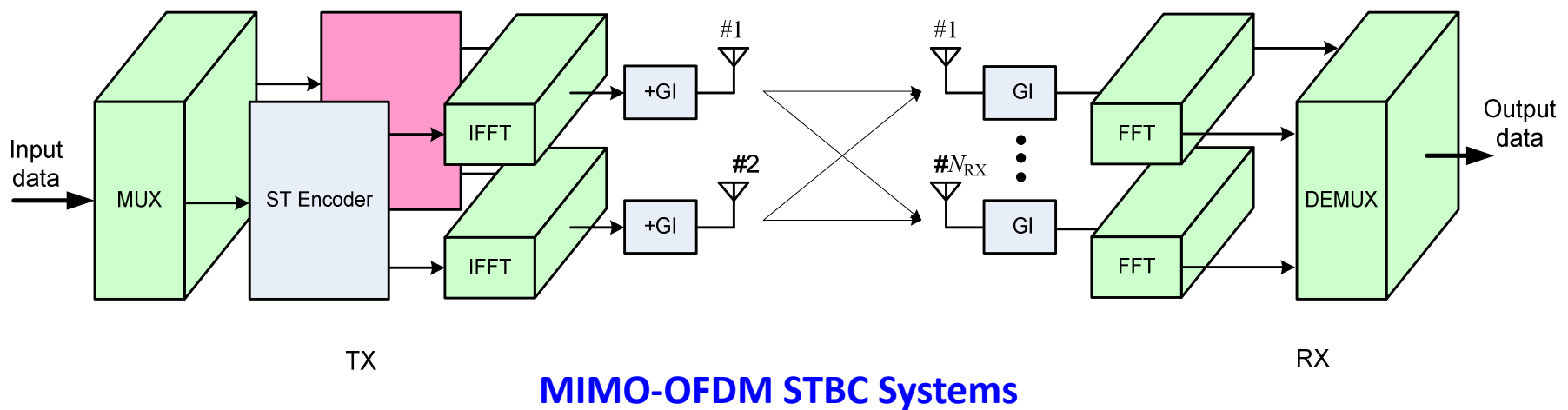
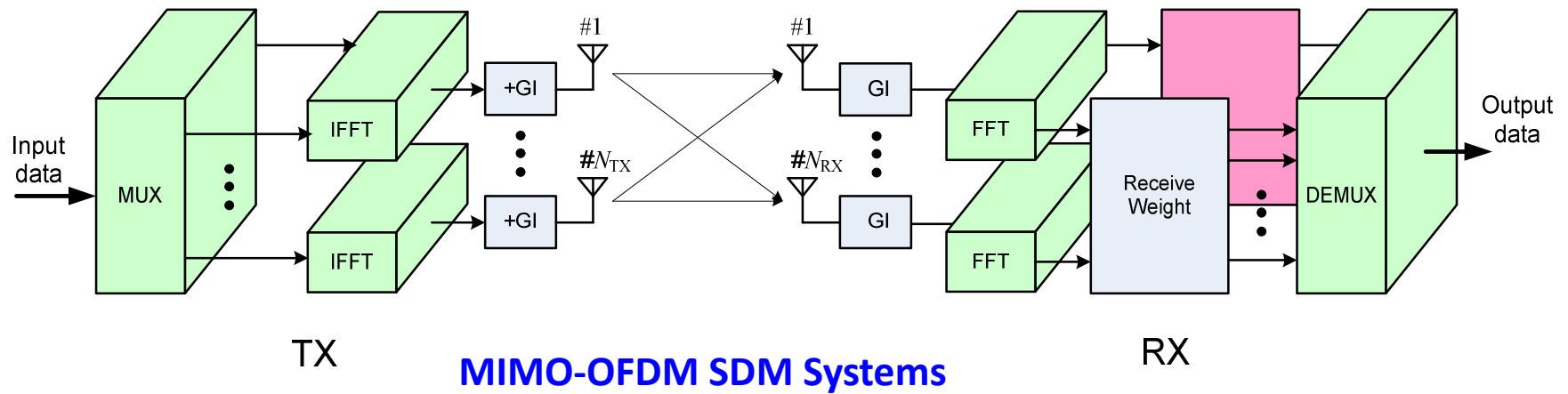
ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA KỸ THUẬT OFDM

Nhược điểm:

OFDM nhạy với tần số offset và sự trượt của sóng mang hơn các hệ thống đơn sóng mang. Vấn đề đồng bộ tần số trong hệ thống OFDM phức tạp hơn hệ thống đơn sóng mang. Tần số offset của sóng mang gây nhiễu cho các sóng mang con trực giao và gây nên nhiễu liên kênh làm giảm hoạt động của các bộ giải điều chế một cách trầm trọng.

Vì vậy, đồng bộ tần số là một trong những nhiệm vụ thiết yếu cần phải đạt trong bộ thu OFDM.

MÔ HÌNH MIMO-OFDM



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Giáo trình dạy môn “Thông Tin Di Động” của Ths. Trương Tấn Quang.
- [2] Giáo trình dạy môn “Truyền Thông Không Dây” của Ths. Đặng Lê Khoa.
- [3] “Xử Lý Tín Hiệu Số” của PGS. TS Nguyễn Hữu Phương.
- [4] “Fundamentals of Wireless Communication” của David Tse Pramod Viswanath.
- [5] Luận văn thạc sĩ kỹ thuật của Phạm Minh Triết.
- [6] www.dientuvienthong.net.
- [7] Một số nguồn khác từ internet.