

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



PHẠM THỊ THU GIANG

**NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG
TRUYỀN DẪN ĐƯỜNG TRỰC SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ DWDM
VỚI MỘT SỐ LOẠI TÍN HIỆU ĐIỀU CHẾ MQAM**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Viễn thông
Mã số: 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - NĂM 2020

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: **PGS TS Đặng Hoài Bắc**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: ... giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

MỞ ĐẦU

Hiện nay, nhu cầu lưu lượng tăng mạnh do sự phát triển bùng nổ của các loại hình dịch vụ Internet và các dịch vụ băng thông rộng đã tác động không nhỏ tới việc xây dựng cấu trúc mạng viễn thông. Vì vậy việc xây dựng các mạng truyền dẫn tốc độ cao đang được quan tâm như một giải pháp hữu hiệu nhằm thoả mãn nhu cầu dung lượng trong thời gian tới. Để thoả mãn việc thông suốt lưu lượng và băng tần lớn, các hệ thống thông tin quang sử dụng công nghệ DWDM được xem là ứng cử quan trọng cho mạng truyền dẫn quang tốc độ cao.

Công nghệ DWDM đã và đang cung cấp cho chúng ta tốc độ truyền dẫn cao trên một đôi sợi quang đơn mode; nhiều kênh quang truyền đồng thời trên một sợi, trong đó mỗi kênh tương đương với một hệ thống truyền dẫn độc lập tốc độ cao. Công nghệ DWDM cho phép các nhà thiết kế mạng lựa chọn được phương án tối ưu nhất để tăng dung lượng đường truyền với chi phí thấp nhất.

Cho đến nay hầu hết các hệ thống thông tin quang đường trục, các hệ thống mạng lớp lõi (Core) có dung lượng cao đều sử dụng công nghệ DWDM. Ban đầu từ những tuyến DWDM điểm – điểm đến nay đã xuất hiện các mạng với nhiều cấu trúc phức tạp. Ngoài ra, nhờ sự phát triển vượt bậc về các công nghệ ghép/tách bước sóng, laser phát, bộ khuếch đại, nhiều nhà quản lý mạng viễn thông trên thế giới đã triển khai và đưa vào hoạt động những tuyến truyền dẫn quang DWDM có tốc độ truyền dẫn quang rất lớn (hàng THz), với cự ly truyền rất xa (hàng trăm km mới cần sử dụng trạm lặp).

Công nghệ DWDM thực tế đã và đang được triển khai ở nước ta, do nhiều nhà quản lý mạng viễn thông thực hiện như: Viettel, VNPT, BTL TTLL, và hiện đang ở thời kỳ mà có thể có nhiều đột biến về các giải pháp, công nghệ cho từng thiết bị. Do vậy, việc thảo luận, nghiên cứu mô phỏng hoạt động của

hệ thống truyền dẫn đường trục bằng công nghệ DWDM có một ý nghĩa thiết thực.

Với nhận thức ấy, tôi quyết định thực hiện luận văn cao học “*Nghiên cứu mô phỏng hoạt động của hệ thống truyền dẫn đường trục sử dụng công nghệ DWDM với một số loại tín hiệu điều chế MQAM*” để tìm hiểu về những vấn đề chung về hệ thống DWDM và mô phỏng hoạt động của hệ thống. Luận văn gồm có 3 chương với nội dung tóm tắt cụ thể như sau:

Chương 1: Tổng quan về công nghệ DWDM.

Chương 2: Các thành phần cơ bản của hệ thống DWDM.

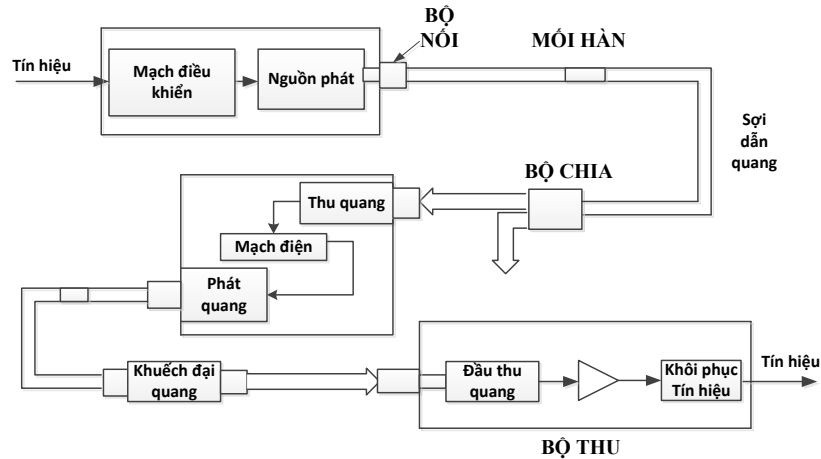
Chương 3: Mô phỏng hoạt động của hệ thống DWDM sử dụng một số loại tín hiệu điều chế MQAM.

CHƯƠNG 1- TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ DWDM

1.1 Tổng quan về thông tin sợi quang

1.1.1 Giới thiệu chung về thông tin sợi quang

Mô hình chung của một tuyến thông tin quang được thể hiện trong hình 1.1[9].



Hình 1.1: Sơ đồ khối cơ bản hệ thống thông tin quang [9]

1.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền tín hiệu quang

- Suy hao: Gồm có suy hao trong bản thân sợi quang và suy hao do uốn cong sợi.
- Tán sắc: Làm cho các xung ánh sáng lan truyền trong sợi quang bị dãn rộng ra và gây nên méo tín hiệu. Tán sắc làm hạn chế đặc tính hệ thống đặc biệt là hạn chế tốc độ truyền dẫn của hệ thống.
- Các hiệu ứng phi tuyến: Là các hiệu ứng quang mà các tham số của nó phụ thuộc vào cường độ ánh sáng. Hiệu ứng phi tuyến quang có thể bỏ qua đối với các hệ thống thông tin quang hoạt động ở mức công suất vừa phải (vài mW) với tốc độ bit lên đến 2.5Gbps. Tuy nhiên ở tốc độ cao từ 10Gbps trở lên việc xét các hiệu ứng phi tuyến rất quan trọng.

1.2 Tổng quan DWDM

1.2.1 WDM và DWDM

Ghép kênh WDM là công nghệ ghép kênh cho phép sử dụng nhiều bước sóng quang khác nhau truyền trên cùng một tuyến cáp.

Có 3 loại công nghệ ghép kênh WDM đang được sử dụng hiện nay:

- Ghép kênh bước sóng 1310/1550nm: Công nghệ được sử dụng những năm trước 1970, sử dụng 2 sóng mang có tần số trung tâm là 1310nm và 1550nm.

- Ghép kênh theo bước sóng mật độ (DWDM): DWDM là công nghệ ghép kênh phân chia theo bước sóng với khoảng cách giữa các sóng mang nhỏ. Thông thường các sóng mang được sử dụng trong cửa sổ có bước sóng trung tâm là 1550nm. Với công nghệ ghép kênh DWDM, chúng ta có thể sử dụng cùng lúc từ 8 đến 160 bước sóng truyền trên cùng một sợi quang.

- Ghép kênh theo bước sóng dạng thô (CWDM): CWDM là công nghệ ghép kênh phân chia theo bước sóng tương tự như DWDM tuy nhiên trong CWDM, khoảng cách giữa các sóng mang con được sử dụng lớn hơn (thường lớn hơn 20nm). CWDM sử dụng các sóng mang nằm trong cửa sổ từ 1200nm đến 1700nm.

So sánh về ưu, nhược điểm của các công nghệ đó chúng ta có thể thấy DWDM đã thể hiện sự ưu việt so với các công nghệ khác với các ưu điểm:

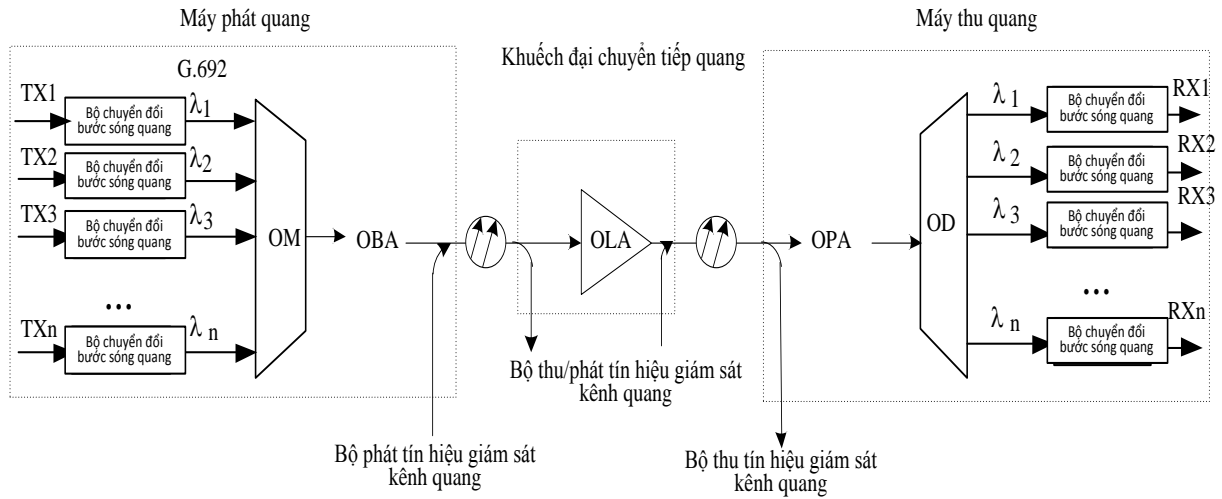
- Khoảng vượt lớn
- Sử dụng triệt để băng thông của cáp quang
- Tăng hiệu quả của việc đầu tư mạng truyền dẫn

1.2.2 Hệ thống DWDM

Một hệ thống DWDM trong thực tế gồm rất nhiều các thành phần với những chức năng khác nhau.

Cấu trúc hệ thống DWDM đơn giản được mô tả như hình 1.4 [6]

- Bộ phát và thu trong hệ thống DWDM
- Bộ khuếch đại quang OLA
- Kênh giám sát quang
- Hệ thống quản lý mạng

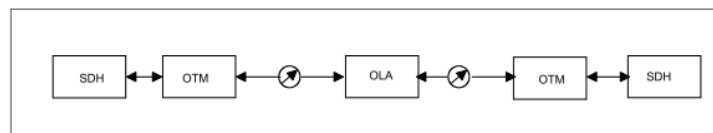


Hình 1.4: Cấu trúc hệ thống DWDM đơn giản [6]

1.3 Mạng DWDM

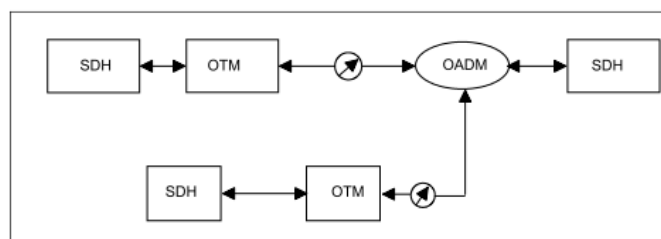
1.3.1 Những mô hình mạng cơ bản

Mạng kết nối điểm-điểm



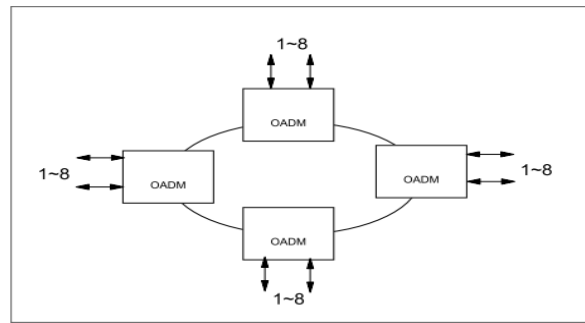
Hình 1.5: Mạng kết nối điểm điểm [6]

Mạng chuỗi



Hình 1.6: Mạng kết nối dạng chuỗi [6]

Mạng vòng



Hình 1.7: Mạng kết nối dạng vòng [6]

1.3.2 Điểm nút của mạng DWDM

1.3.2.1 Điểm nút OXC

1.3.2.2 Điểm nút OADM

1.4 Kết luận chương

Trong chương 1 giới thiệu về tổng quan về hệ thống thông tin sợi quang, các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền tín hiệu quang bao gồm suy hao, tán sắc, hiệu ứng phi tuyến. Đồng thời cũng đã tìm hiểu tổng quan về công nghệ WDM, DWDM và cấu trúc hệ thống DWDM đơn giản. Trong chương sau chúng ta sẽ tìm hiểu tới các mô hình mạng DWDM trong thực tế, các thành phần trong hệ thống DWDM và các loại điều chế khác nhau được sử dụng.

CHƯƠNG II: CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG DWDM

2.1 Các thành phần trong hệ thống DWDM

2.1.1 Nguồn phát trong hệ thống truyền dẫn DWDM

2.1.1.1 Nguồn phát trong hệ thống truyền dẫn quang

- Nguồn phát LED là những nguồn phát có độ chính xác thấp, công suất thấp, độ rộng phổ lớn và tốc độ điều chế thấp. Nguồn phát LED được áp dụng cho các hệ thống tốc độ thấp và các tuyến truyền có khoảng vượt ngắn.

- Nguồn phát Laser là những nguồn phát có độ chính xác cao, công suất cao, độ rộng phổ nhỏ và tốc độ điều chế cao. Nguồn phát Laser được áp dụng cho các hệ thống có tốc độ cao và các tuyến truyền có khoảng vượt lớn. Nguồn phát Laser được sử dụng trong hệ thống DWDM

2.1.1.2 Đặc điểm của nguồn phát được sử dụng trong hệ thống DWDM

2.1.2 Ghép kênh và giải ghép kênh phân chia theo bước sóng

2.1.2.1 Tổng quan bộ ghép kênh và giải ghép kênh

Bộ ghép kênh và giải ghép kênh quang phân chia theo bước sóng, còn được gọi là bộ ghép và giải ghép kênh quang có bản chất là các bộ lọc quang.

Một số loại ghép kênh và giải ghép kênh quang:

- Ghép kênh và giải ghép kênh cách tử: Bộ ghép và giải ghép kênh sử dụng cách tử để tổng hợp và tách các tín hiệu quang ở những bước sóng khác nhau.

- Ghép kênh và giải ghép kênh sử dụng màng phim mỏng (TFF- Thin Film Filter): TFF bao gồm nhiều màng phim mỏng được cấu tạo từ các vật liệu khác nhau với hệ số phản xạ và độ dày khác nhau. Do đó các màng phim mỏng đóng vai trò như các bộ lọc thông dải, cho phép tách ra các tín hiệu quang có bước sóng khác nhau.

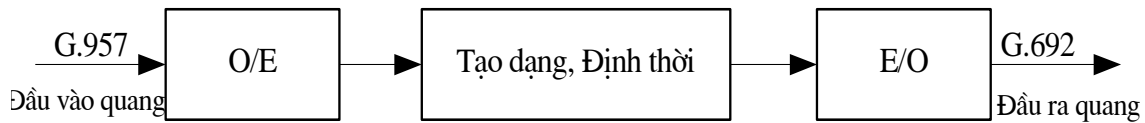
- Ghép kênh và giải ghép kênh sử dụng ma trận các ống dẫn sóng (AWG-Array WaveGuide): Bộ ghép kênh sử dụng kỹ thuật giao thoa ánh sáng để ghép và tách các tín hiệu quang tại các bộ ghép kênh (giải ghép kênh).

2.1.2.2 Đặc điểm chính của bộ ghép kênh và giải ghép kênh quang

2.1.3 Phát đáp quang trong hệ thống DWDM

2.1.3.1 Nguyên lý làm việc của bộ phát đáp

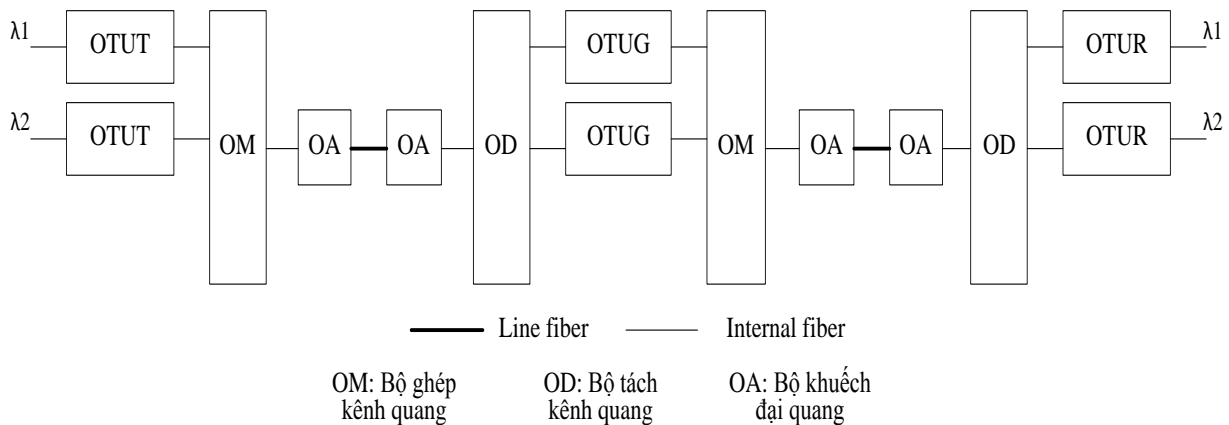
Nguyên lý làm việc của bộ phát đáp quang được trình bày trong hình 2.1 [6].



Hình 2.1: Nguyên lý làm việc của bộ phát đáp quang [6]

2.1.3.2 Phân loại và ứng dụng của các bộ phát đáp quang

Tùy thuộc vào vị trí được sử dụng trong hệ thống DWDM, các bộ phát đáp quang có thể phân loại thành các 3 loại: OTUT, OTUR và OTUG. Vị trí và ứng dụng của các bộ phát đáp được thể hiện trong hình 2.2 [6] .

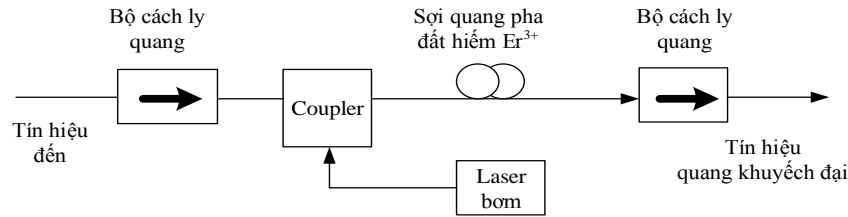


Hình 2.2: Vị trí các bộ phát đáp quang trong hệ thống DWDM [6]

2.1.4 Khuếch đại quang trong hệ thống DWDM

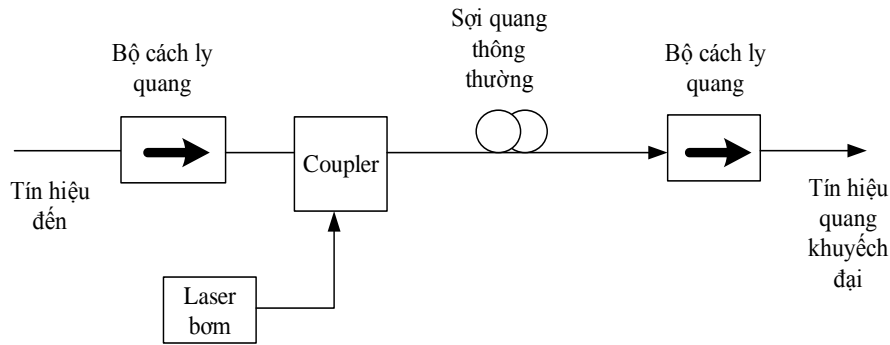
2.1.4.1 Bộ khuếch đại quang EDFA

- Bộ khuếch đại quang EDFA bao gồm cáp EDF, nguồn sáng kích thích, phần kết nối, bộ cách ly (hình 2.3 [9]).



Hình 2.3: Cấu trúc của bộ khuếch đại quang sợi EDFA [9]

2.1.4.2 Bộ khuếch đại RAMAN



Hình 2.4: Cấu trúc bộ khuếch đại quang RAMAN.

2.2 Điều chế tín hiệu quang

2.2.1 Điều chế OOK

2.2.2 Điều chế M-PSK

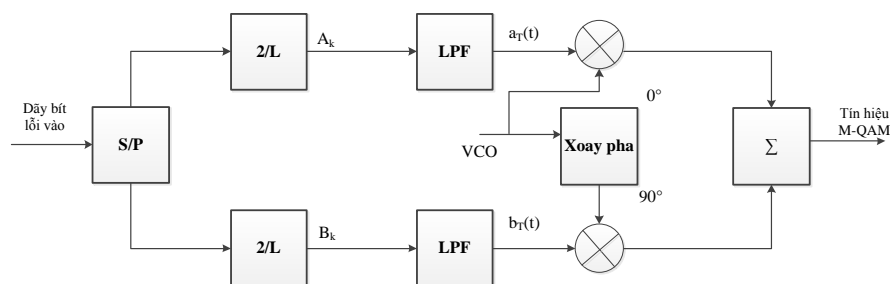
2.2.3 Điều chế M-QAM

Điều chế M-QAM là phương pháp điều chế kết hợp giữa điều chế biên độ và điều chế pha. Tên gọi điều chế biên độ trực giao xuất phát từ thực tế là tín hiệu MQAM được tạo ra bằng cách cộng các tín hiệu điều chế biên độ \sqrt{M} mức có các sóng mang trực giao (vuông góc) với nhau.

Bảng 2.1: Phân loại các điều chế QAM

STT	Loại điều chế	Số bit I (Q)	Số bit/ký hiệu	Số trạng thái
1	4QAM (QPSK)	1	2	4
2	16QAM	2	4	16
3	64QAM	3	6	64
4	256QAM	4	8	256

2.2.3.1 Sơ đồ khối bộ điều chế M-QAM



Hình 2.8: Sơ đồ khối bộ điều chế M-QAM

S/P: Biến đổi song song-nối tiếp

LPF: Bộ lọc thông thấp

2/L: Bộ biến đổi 2 mức thành L mức

VCO: Tạo sóng mang $\cos \omega t$

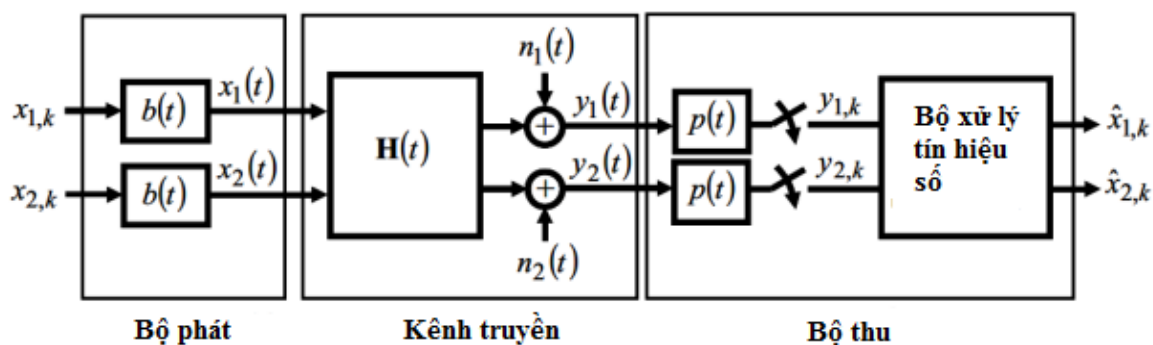
2.3 Kỹ thuật tách sóng Coherent

2.3.1 Xử lý tín hiệu số trên hệ thống thông tin quang Coherent (DSP)

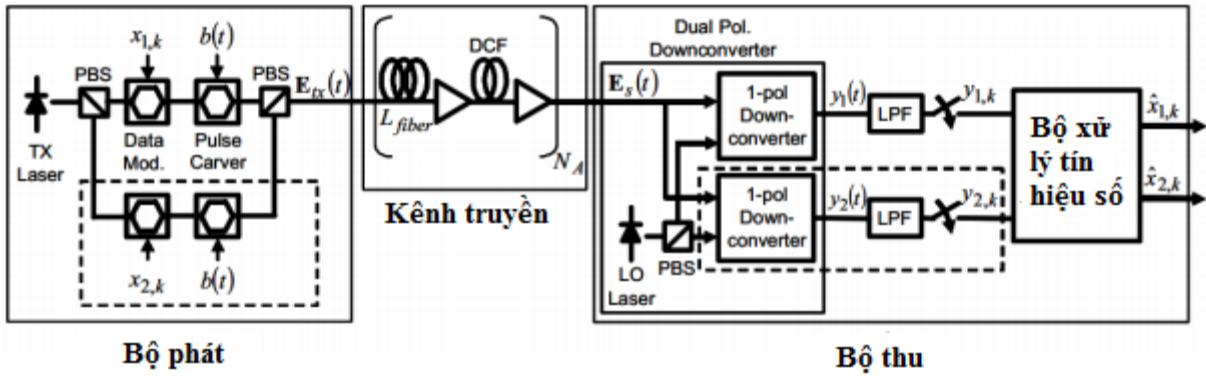
Xử lý tín hiệu số hiện đang làm phương thức ưu chuộng nhất để bù đắp cho sự suy giảm tuyến tính của truyền dẫn sợi quang đường dài. Sau khi tách sóng coherent tín hiệu DP-QPSK, bốn hàm chính được thực hiện trong miền số trước khi tách sóng tín hiệu: bộ chuyển đổi ADC, bộ bù tán sắc DC, tách kênh phân cực và xác định pha sóng mang. [7]

2.3.2 Tách sóng coherent

Tách sóng coherent trở nên linh hoạt nhất trong các dạng điều chế, khi thông tin có thể được mã hóa về pha và biên độ hoặc thay thế cho cả các thành phần của sóng mang đồng pha (I) và vuông pha (Q)



Hình 2.11: Mô hình hệ thống truyền dẫn Coherent



Hình 2.12: Hệ thống truyền dẫn Coherent

2.3.3 Kỹ thuật truyền ngược kỹ thuật số (Digital backpropagation - DBP)

DBP là một kỹ thuật để bù tất cả các khiếm khuyết sợi trong các hệ thống truyền dẫn quang. DBP là một loại bù phi tuyến tính (NLC). DBP sử dụng thuật toán lan truyền ngược trong miền kỹ thuật số bằng cách giải phương trình Schrödinger phi tuyến nghịch đảo của liên kết sợi bằng phương pháp Fourier rời rạc (SSFM) để tính toán tín hiệu truyền từ tín hiệu thu được.

Về nguyên tắc, kỹ thuật lan truyền ngược kỹ thuật số có khả năng đảo ngược hoàn toàn các tác động của lan truyền phi tuyến trong sợi quang, nhưng trong thực tế, nó bị hạn chế bởi bản chất ngẫu nhiên của một số suy giảm, như phát xạ tự phát khuếch tán và phân tán chế độ phân cực.

2.4 Kết luận chương

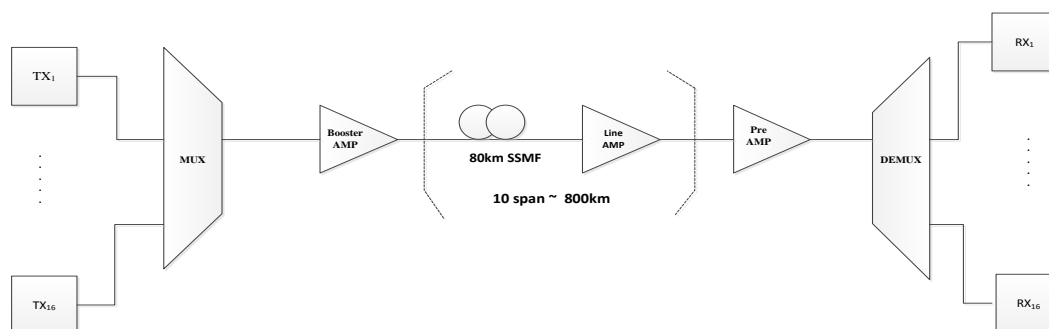
Trong chương 2 đã đề cập đến những vấn đề cơ bản về các thành phần trong hệ thống DWDM gồm nguồn phát quang, bộ ghép kênh, bộ phát đáp, bộ khuếch đại. Đồng thời cũng giới thiệu các phương pháp điều chế tín hiệu quang: điều chế OOK, điều chế M-PSK, điều chế M-QAM và kỹ thuật tách sóng Coherent.

Trong chương sau sẽ thực hiện mô phỏng hoạt động của hệ thống DWDM sử dụng điều chế QPSK, 8-QAM và 16-QAM tại tốc độ 25Gbaud và 50Gbaud.

Chương 3: MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG DWDM SỬ DỤNG MỘT SỐ LOẠI TÍN HIỆU ĐIỀU CHẾ MQAM

3.1 Giới thiệu phần mềm mô phỏng Optisystem

3.2 Cấu hình hệ thống DWDM đường trực



Hình 3.1: Mô hình hệ thống thông tin quang với chiều dài 800km

3.2.1 Tham số khởi tạo

3.2.1.1. Các tham số toàn cục

3.2.2 Tham số hoạt động các thành phần trong hệ thống

3.2.2.1 Các tham số hoạt động của bộ khuếch đại Booster-AMP

3.2.2.2 Bộ khuếch đại đường truyền Line-AMP

3.2.2.3 Bộ khuếch đại tiền xử lý tín hiệu Pre-AMP

3.2.2.4 Các chạng cáp quang

3.2.2.5 Máy phát tín hiệu điều chế 8-QAM, 16-QAM và QPSK

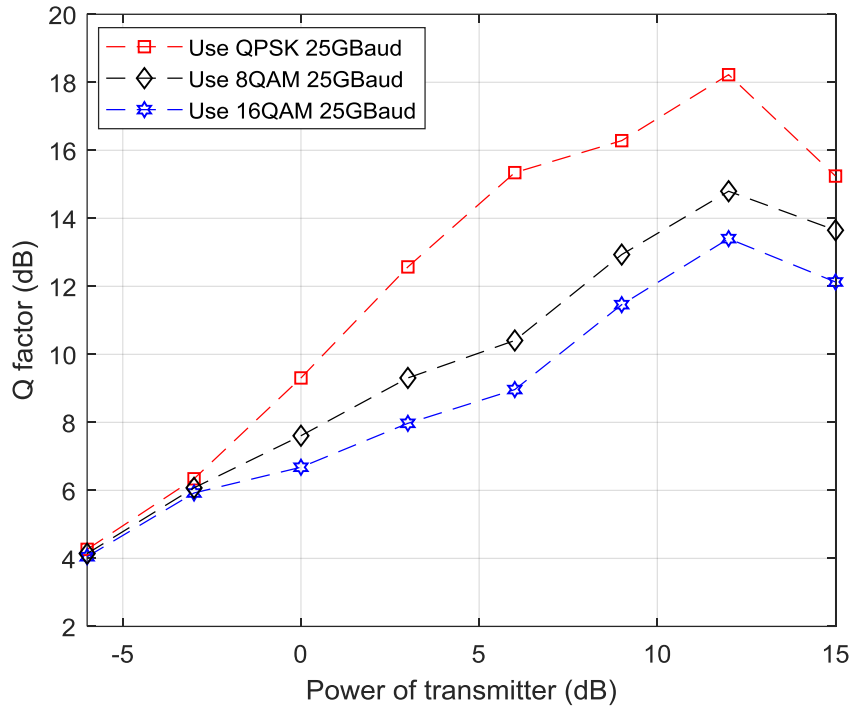
3.2.2.6 Máy thu tín hiệu điều chế Coherent QPSK, 8-QAM và 16-QAM

3.2.2.7 Bộ điều chế tín hiệu số DSP

3.3 Kết quả mô phỏng hoạt động bằng phần mềm Optisystem

3.3.1 Mô phỏng hoạt động hệ thống DWDM đường trực 16 kênh tốc độ 25Gbaud.

3.3.1.1 So sánh hoạt động của hệ thống khi sử dụng tín hiệu điều chế QPSK và M-QAM (8-QAM, 16-QAM) với cự ly truyền dẫn 800km



Hình 3.9: Biểu đồ so sánh chất lượng hệ thống sử dụng tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16QAM tốc độ 25GBaud

Bảng 3.1: So sánh chất lượng hệ thống sử dụng điều chế QPSK, 8-QAM và 16QAM tốc độ 25GBaud khi công suất thay đổi

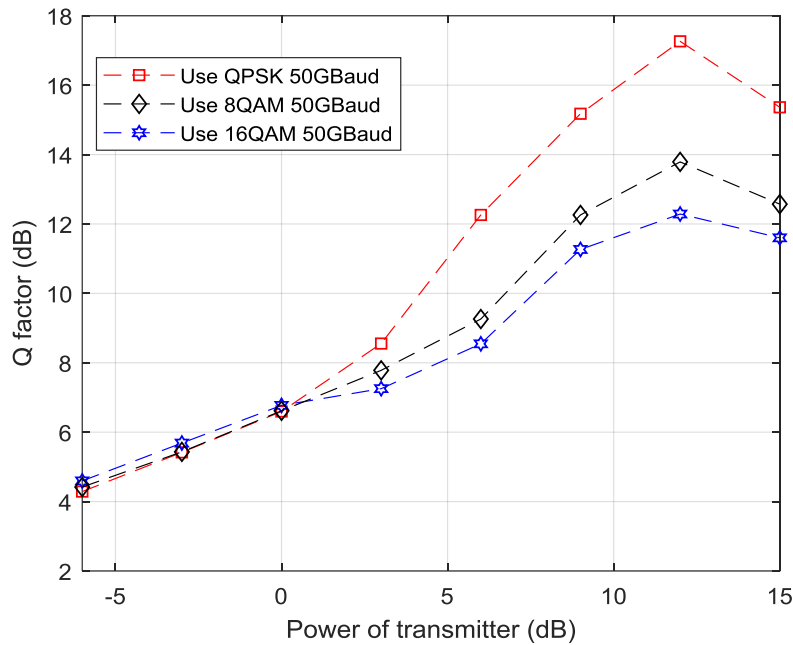
PT _x (dBm)	QPSK		8-QAM		16-QAM	
	BER	Q	BER	Q	BER	Q
-6	0.051105	4.266275	0.053598	4.1415194	0.042032	4.048773
-3	0.018983	6.341258	0.02208	6.0750022	0.023977	5.923561
0	0.001752	9.306455	0.008179	7.6071554	0.01643773	6.680304
3	1.06e-05	12.57111	0.001752	9.306455	0.006146	7.971421
6	1.09e-10	15.344	0.00046	10.407476	0.00367119	8.9643263
9	5.91e-10	16.284	4.64e-06	12.93428	3.88e-05	11.461094
12	1.81e-16	18.22398	1.97e-08	14.796847	2.01e-05	13.403022
15	3.68e-09	15.24262	7.41e-07	13.649407	3.2279e-05	12.127624

Hình 3.9 cho thấy kết quả so sánh giữa tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM tại tốc độ 25 GBaud. Có thể nhận thấy rõ ràng khi sử dụng QPSK, 8-QAM và 16-QAM chúng ta đều có một giá trị công suất phát để cho giá trị Q

đạt lớn nhất; được gọi là ngưỡng phi tuyến. Khi công suất phát lớn hơn giá trị ngưỡng thì Q không tăng hơn, thậm chí giảm đi. Đối với tốc độ 25GBaud khi sử dụng QPSK ngưỡng phi tuyến được đẩy lên cao hơn so với khi dùng 8-QAM và 16-QAM, cụ thể với tín hiệu QPSK ngưỡng phi tuyến cao hơn 16-QAM là 4,82dBm.

3.3.2 Mô phỏng hoạt động hệ thống DWDM đường trực 16 kênh tốc độ 50 Gbaud.

3.3.2.1 So sánh hoạt động của hệ thống khi sử dụng tín hiệu điều chế QPSK, 8-QAM và 16-QAM với cự ly truyền dẫn 800km.



Hình 3.10: Biểu đồ so sánh chất lượng hệ thống sử dụng tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM tốc độ 50Gbaud

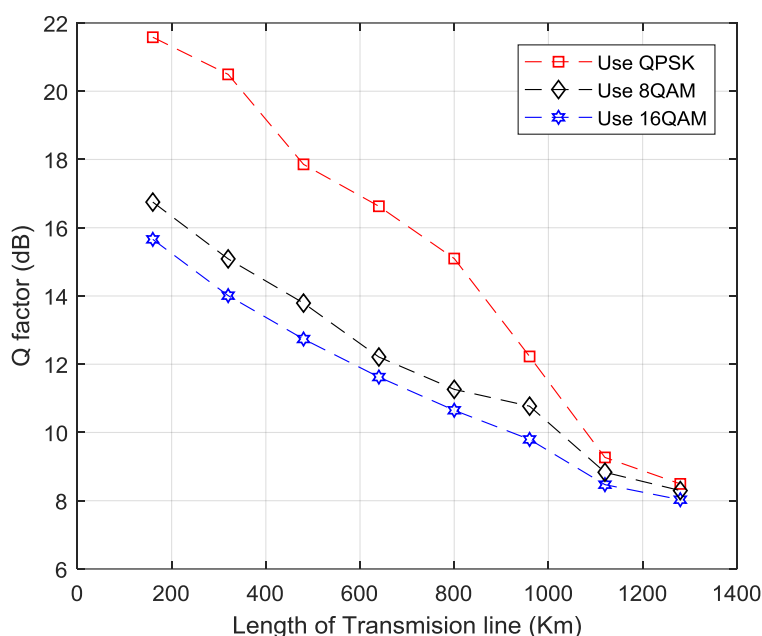
Bảng 3.2: So sánh chất lượng hệ thống sử dụng điều chế QPSK, 8-QAM và 16-QAM tốc độ 50GBaud khi công suất thay đổi

PTx (dBm)	QPSK		8-QAM		16-QAM	
	BER	Q	BER	Q	BER	Q
-6	0.096577	2.287579	0.048156	4.441799	0.044804	4.596019
-3	0.048156	4.417849	0.030814	5.352101	0.028272	5.686354
0	0.016305	6.595445	0.016104	6.683216	0.014611	6.770987
3	0.003712	8.553657	0.007152	7.9036727	0.0105813	7.2536885
6	2.05e-05	12.26005	0.001843	9.403147	0.004805	8.546244

PT _x (dBm)	QPSK		8-QAM		16-QAM	
	BER	Q	BER	Q	BER	Q
9	4.78e-09	15.17578	2.05e-05	12.120365	3.89e-05	11.26495
12	1.47e-13	17.26285	5.02e-07	13.77439	9.74e-06	12.28593
15	2.27e-09	15.36276	1.06e-05	12.481495	1.59e-05	11.60023

Hình 3.10 cho thấy kết quả so sánh giữa tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM tại tốc độ 50 GBaud. Khi sử dụng QPSK, 8-QAM và 16-QAM chúng ta thấy QPSK ngưỡng phi tuyến được đẩy lên cao hơn so với khi dùng 16-QAM là 4,97dBm. Với tốc độ 50GBaud thì giá trị ngưỡng phi tuyến này thấp hơn so với khi hệ thống ở tốc độ 25GBaud. Khi tốc độ truyền tăng, chênh lệch Q giảm. Điều này xảy ra do sự tích lũy phi tuyến gây ra bởi đường truyền và bộ khuếch đại (mức tăng phạm vi truyền càng lớn) không được bù đầy đủ ở phía máy thu, dẫn đến giảm tỷ lệ tín hiệu/tạp âm quang (OSNR).

3.3.2.2 So sánh hoạt động của hệ thống khi sử dụng tín hiệu điều chế QPSK, 8-QAM và 16-QAM với cự ly truyền dẫn thay đổi



Hình 3.15: Biểu đồ so sánh chất lượng hệ thống sử dụng tín hiệu điều chế QPSK, 8-QAM và 16-QAM tốc độ 50Gbaud

Bảng 3.3: So sánh chất lượng hệ thống sử dụng điều chế QPSK, 8-QAM và 16-QAM khi khoảng cách tuyến thay đổi

L (Km)	QPSK		8-QAM		16-QAM	
	BER	Q	BER	Q	BER	Q
160	6.81e-31	21.58233979	3.01e-12	16.751017	1.36002e-09	15.65899825
320	9.12e-23	20.493909	6.75e-09	15.086519	6.78e-07	14.01798
480	3.87e-13	17.85715779	4.97e-07	13.791379	1.20296e-05	12.73782115
640	5.6e-08	16.62930006	2.26e-05	12.211261	1.47e-04	11.62367107
800	6.5e-05	15.09739533	0.000127	11.263355	0.001681559	10.64985555
960	0.001096	12.22793632	0.000275	10.770294	0.003228142	9.79600049
1120	0.001628	9.26840069	2.85e-03	8.8331514	0.010518658	8.47049926
1280	0.013156	8.49319904	0.00057	8.297339	0.019500872	8.029936224

Nếu lấy $Q=9$ cho hệ thống hoạt động thì đối với tín hiệu QPSK, khoảng cách của tuyến có thể lên tới 1200km còn tín hiệu 16-QAM khoảng cách tuyến đạt được là 1050km. Ta nhận thấy chất lượng hệ thống giảm khi khoảng cách truyền tăng và đặc biệt giảm nhanh khi mức điều chế tăng. Lý do là do sự tích lũy phi tuyến trên đường truyền làm giảm OSNR mà hệ thống không thể bù hoàn toàn.

3.5 Kết luận chương

Kết thúc chương 3, tôi đã khảo sát được hoạt động của hệ thống sử dụng công nghệ DWDM sử dụng tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM trên đường truyền tại các tốc độ 25Gbaud và tốc độ 50Gbaud qua phần mềm OptiSystem phiên bản 16.1.0 trên hệ điều hành Win 10.

Tôi thực hiện khảo sát hoạt động của hệ thống sử dụng tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM trên đường truyền có công suất phát khác nhau và nhận thấy rõ ràng khi sử dụng QPSK, 8-QAM và 16-QAM chúng ta đều có một giá trị công suất phát để cho giá trị Q đạt lớn nhất; được gọi là ngưỡng phi tuyến.

Khi công suất phát lớn hơn giá trị ngưỡng thì Q không tăng hơn, thậm chí giảm đi. Giá trị ngưỡng này giảm khi tốc độ của hệ thống tăng lên.

Tôi cũng đã thực hiện khảo sát hoạt động của hệ thống sử dụng tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM trên các đường truyền có độ dài khác nhau và nhận thấy chất lượng hệ thống giảm khi khoảng cách truyền tăng và đặc biệt giảm nhanh khi mức điều chế tăng. Tuy nhiên, tôi chỉ thực hiện mô phỏng cho trường hợp tại công suất phát 12dBm với tốc độ truyền 50GBaud cho tín hiệu QPSK, 8-QAM và 16-QAM.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Truyền dẫn dung lượng cao theo hướng sử dụng công nghệ DWDM đang có một sức hút mạnh đối với các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông hàng đầu thế giới cũng như tại Việt Nam. Đã có hàng loạt tuyến truyền dẫn đang vận hành và khai thác theo công nghệ này, bởi vì chi phí đầu tư và tính ổn định của nó có nhiều điểm hơn hẳn so với ghép kênh truyền thống TDM, nhất là khi mà nhu cầu về dung lượng ngày càng cao như hiện nay.

Khi nâng cấp một hệ thống thông tin quang theo công nghệ DWDM, có rất nhiều vấn đề cần phải xem xét, như nhu cầu về dung lượng, cấu hình hợp lý và cấu hình tối ưu Vấn đề về mật độ ghép bước sóng, ITU-T đã ban hành chuẩn về tần số và khoảng cách ghép giữa các kênh, với các công nghệ tách/ghép bước sóng hiện nay, thì khoảng cách ghép giữa các bước sóng trong hệ thống DWDM đã giảm xuống chỉ còn 25 GHz, thậm chí 12.5 GHz. Hiện nay, đã có những trung tâm nghiên cứu của một số nước phát triển đã thử nghiệm truyền dẫn với khoảng cách kênh còn chỉ khoảng 10, hoặc 1GHz.

Công nghệ khuếch đại quang sợi ra đời, đã mở ra một chặng mới cho thông tin quang nói chung và cho thông tin WDM nói riêng, giải quyết được vấn đề về suy hao, quỹ công suất mà không cần các bộ lặp 3R công kênh, chi phí lớn và chỉ đáp ứng được tốc độ thông tin thấp. Thêm vào đó, các module bù tán sắc DCM được “nhúng” vào các thiết bị WDM, đã làm cho hệ thống WDM càng có thêm nhiều hứa hẹn. Khi đó mỗi kênh bước sóng có thể đạt đến tốc độ 10 Gbit/s hoặc hơn nữa, nhờ vậy có thể đạt được tốc độ Tbit/s trên một sợi đơn mode SSMF thông thường.

Như vậy trong luận văn đã đề cập đến những vấn đề cơ bản về DWDM - mạng DWDM, hệ thống DWDM và các phần tử trong hệ thống DWDM. Trong đó đặc biệt đề cập tới các bộ thu phát quang, bộ tách ghép bước sóng, và bộ

khuếch đại; cũng như vị trí sử dụng của các phần tử này trong hệ thống DWDM.

Với thời gian nghiên cứu và tìm hiểu thực tế mạng lưới, cũng như tìm hiểu công nghệ mới WDM còn hạn chế, những gì được đề cập trong bản luận văn này thực sự chưa nhiều, tuy nhiên có thể ứng dụng trong nghiên cứu tìm hiểu công nghệ DWDM cũng như ứng dụng trong thực tế mạng viễn thông.

Hướng phát triển của đề tài: Trong luận văn mới đề cập những vấn đề cơ bản về DWDM, trong thời gian tiếp theo có thể phát triển luận văn theo hướng nghiên cứu sâu hơn nữa về các vấn đề trong luận văn: Các phần tử DWDM, hay thiết kế mạng DWDM cho các hệ thống lớn hơn, như mạng đường trục Bắc – Nam và hoạt động của hệ thống ở tốc độ cao 100 Gbaud, 200GBaud với các mức điều chế bậc cao.