

TS. HOÀNG VĂN VÕ

# MẠNG THÔNG TIN QUANG

## thế hệ sau

YÊN  
EU



NHÀ XUẤT BẢN BƯU ĐIỆN

TS. HOÀNG VĂN VÕ

MẠNG THÔNG TIN QUANG  
**thế hệ sau**

NHÀ XUẤT BẢN BƯU ĐIỆN  
Hà Nội - 2008

# LỜI NHÀ XUẤT BẢN

Nhu cầu lưu lượng tăng mạnh do sự bùng nổ của các loại hình dịch vụ Internet và các dịch vụ băng rộng đã tác động mạnh mẽ tới việc cải tiến, xây dựng cấu trúc mạng viễn thông. Việc xây dựng mạng quang thế hệ sau là một giải pháp hữu hiệu nhằm thỏa mãn nhu cầu mạng lưới. Mạng quang thế hệ sau là khâu quan trọng nhất có nhiệm vụ truyền dẫn thông suốt lưu lượng trao đổi thông tin của người dùng với tất cả các loại hình dịch vụ trên mạng, được xem là huyết mạch chính. Do vậy để xây dựng được mạng quang thế hệ sau, ta cần phải tìm hiểu về các vấn đề liên quan đến mạng.

Nhằm giới thiệu một cách tổng quan và chi tiết về mạng quang thế hệ sau, NXB Bru điện xuất cuốn sách "*Mạng thông tin quang thế hệ sau*" do TS. Hoàng Văn Võ biên soạn giới thiệu đến bạn đọc.

Cuốn sách gồm 6 chương bao quát toàn bộ các vấn đề liên quan đến mạng quang thế hệ sau. Chương 1 giới thiệu tổng quan về kiến trúc mạng truyền tải gồm các giải pháp tổ chức các mạng viễn thông, giao thức thống nhất mạng truyền tải, mạng truyền tải truyền thống và mạng truyền tải thế hệ sau. Chương 2 giới thiệu về tình hình tiêu chuẩn hóa mạng quang của các tổ chức ITU-T, IEEE, các hoạt động của ủy ban T1, ETST, NGN-I,... Chương 3 là phần trọng tâm của cuốn sách giới thiệu các công nghệ cơ bản của mạng quang thế hệ sau gồm công nghệ truyền dẫn quang, hệ thống truyền dẫn quang ghép kênh theo bước sóng, công nghệ truyền số liệu, các nguyên tắc an toàn mạng. Chương 4 giới thiệu các phương pháp điều khiển trong mạng quang thế hệ sau. Chương 5 giới thiệu các ứng dụng điển hình của mạng quang thế hệ sau. Đặc biệt chương 6 trình bày một số ứng dụng mạng quang thế hệ sau cho mạng viễn thông Việt Nam bao gồm giải pháp tổng thể mạng NGN cho Việt Nam và giải pháp cụ thể ứng dụng mạng quang thế hệ sau cho mạng viễn thông Việt Nam đến năm 2010 và sau 2010. Ngoài ra ở cuối cuốn sách còn có phần *Các chữ viết tắt* cho bạn đọc tiện tra cứu.

Cuốn sách sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích cho những người làm công tác chuyên ngành trong việc đề xuất giải pháp xây dựng cấu trúc mạng quang thế hệ sau. Ngoài ra cuốn sách cũng là tài liệu tham khảo thiết thực cho các giáo viên, học viên ở các trường đại học, các trung tâm đào tạo chuyên ngành Điện tử - Viễn thông và các cán bộ làm công tác quản lý, các doanh nghiệp trong và ngoài ngành.

Nhà xuất bản xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc cuốn sách và rất mong nhận được ý kiến góp ý của quý vị. Mọi ý kiến xin gửi về *Nhà xuất bản Bưu điện* - 18 Nguyễn Du, Hà Nội.

Trân trọng cảm ơn./.

*Hà Nội, tháng 12 năm 2007*

**NHÀ XUẤT BẢN BƯU ĐIỆN**

## LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, thế giới đang bước sang kỷ nguyên của nền kinh tế tri thức, trong đó thông tin là động lực thúc đẩy sự phát triển của xã hội. Do đó, nhu cầu truyền thông ngày càng lớn với nhiều dịch vụ mới băng rộng và đa phương tiện trong đời sống kinh tế - xã hội của từng quốc gia cũng như kết nối toàn cầu. Để đáp ứng được vai trò động lực thúc đẩy sự phát triển của kỷ nguyên thông tin, mạng truyền thông cần phải có khả năng linh hoạt cao, tốc độ truyền dẫn lớn, băng thông rộng, dung lượng lớn, đa dịch vụ đáp ứng mọi nhu cầu trao đổi thông tin của xã hội. Các nhà khoa học và công nghệ, các tổ chức viễn thông quốc tế, các hãng cung cấp thiết bị, các nhà khai thác,... luôn luôn tìm mọi giải pháp về mạng, các giải pháp về công nghệ để phát triển mạng viễn thông. Chính vì thế, trong thập niên qua các giải pháp mạng và công nghệ viễn thông đã có những thay đổi và phát triển rất nhanh.

Một giải pháp mạng viễn thông có khả năng linh hoạt cao, tốc độ truyền dẫn lớn, băng thông rộng, đa dịch vụ đáp ứng mọi nhu cầu trao đổi thông tin của xã hội hiện tại, đó là mạng thế hệ sau (NGN - Next Generation Network). Sự ra đời của mạng NGN đã tạo nên một cuộc cách mạng trong công nghệ viễn thông, công nghệ thông tin, truyền hình. Mạng NGN là mạng hội tụ giữa các dịch vụ, hội tụ giữa các mạng thoại và dữ liệu, giữa cố định và di động, giữa truyền tải và tính toán,... Mặt khác, một ưu việt quan trọng nữa của NGN là phân tách cơ sở hạ tầng mạng truyền thông khỏi lớp dịch vụ và ứng dụng, tạo khả năng thuận tiện cho xã hội sử dụng trao đổi thông tin mà không cần phải quan tâm đến hạ tầng cơ sở mạng.

Mạng hội tụ băng rộng (BCN - Broadband Convergence Network) là bước phát triển tiếp theo của các mạng NGN với sự hội tụ băng rộng, tốc độ cao của mạng lưới. Đó là một mạng truyền số liệu thế hệ mới tốc độ cao và cấu trúc của nó đáp ứng cho tất cả các dạng truy cập, các loại dịch vụ.

Mạng BCN là một xu hướng tất yếu để phát triển các mạng viễn thông của các nước trên thế giới và đã được triển khai ở nhiều nước trên thế giới. Để triển khai và phát huy hiệu quả mạng NGN cũng như mạng BCN trong tương lai, việc nghiên cứu lựa chọn các giải pháp công nghệ cho mạng NGN/BCN, đặc biệt là công nghệ của lớp truyền tải là một trong những yếu tố đóng vai trò quyết định.

Ngày nay, công nghệ thông tin quang, trong đó có công nghệ truyền dẫn quang ghép kênh theo bước sóng -WDM (Wavelength Division Multiplexing), mà giai đoạn tiếp theo của nó là ghép kênh quang theo bước sóng mật độ cao - DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), cùng với công nghệ chuyển mạch quang, đặc biệt là chuyển mạch quang tự động, ra đời với những ưu điểm vượt trội về chất lượng truyền dẫn cao, đặc biệt là băng thông rộng/tốc độ lớn (tới hàng ngàn Terabit) đã là một cuộc cách mạng không chỉ trong công nghệ truyền dẫn mà còn là giải pháp phát triển mạng viễn thông. Vì vậy, công nghệ thông tin quang đã và đang là một trong những công nghệ chủ đạo của mạng viễn thông, đồng thời sẽ là ứng cử viên số một của mạng truyền tải trong mạng NGN và BCN trong tương lai.

Chính vì vậy, các hãng trên thế giới đã tập trung nghiên cứu, phát triển và ngày càng hoàn thiện các giải pháp công nghệ thông tin quang cho lớp truyền tải của mạng NGN và BCN. Đối với nước ta, các công ty viễn thông trong nước đang triển khai mạng NGN. Về vấn đề lựa chọn công nghệ thông tin quang và mô hình tổ chức cho mạng truyền tải của mạng NGN của các công ty ở nước ta đang được nghiên cứu lựa chọn và triển khai.

Do đó, việc nghiên cứu, tìm hiểu mạng quang thế hệ sau và ứng dụng cho mạng viễn thông Việt Nam là một vấn đề cấp thiết. Cuốn sách "*Mạng thông tin quang thế hệ sau*" ra đời nhằm cung cấp cho các bạn một số kiến thức cơ bản cũng như một số thông tin cần thiết để các bạn đọc tiếp tục phát triển hay vận dụng vào giải quyết các yêu cầu mà các bạn muốn.

Do thời gian và trình độ còn hạn chế, nên không thể tránh khỏi thiếu sót, xin các bạn đọc thông cảm và mong nhận được các ý kiến góp ý của các bạn.

Hà Nội, tháng 12 năm 2007

**Tác giả**

## Chương 1

# TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC MẠNG TRUYỀN TẢI

### 1.1. GIẢI PHÁP TỔ CHỨC CÁC MẠNG VIỄN THÔNG [1]

Trong những năm cuối thế kỷ 20 đầu thế kỷ 21, công nghệ truyền thông, tin học đã có những bước phát triển mạnh mẽ, đã có những ảnh hưởng sâu sắc đến đời sống kinh tế xã hội. Sự phát triển này làm thay đổi hẳn cách sống, cách làm việc của con người và đã đưa loài người sang một kỷ nguyên mới - kỷ nguyên của nền kinh tế tri thức.

Để đáp ứng được vai trò động lực thúc đẩy sự phát triển của kỷ nguyên thông tin, cũng trong thời gian qua công nghệ điện tử - viễn thông - tin học đã phát triển như vũ bão và tạo nên nhiều thay đổi trong nền kinh tế nói chung và trong bản thân ngành Viễn thông nói riêng. Có thể nhận thấy một đặc điểm nổi bật trong sự phát triển của công nghệ Viễn thông trong thời gian qua, cũng như trong thời gian tới, đó là công nghệ thay đổi rất nhanh, sản phẩm được tạo ra thay đổi thường xuyên, năng lực tích hợp càng nhiều; công nghệ IP tốc độ ngày càng cao, ngày càng đáp ứng được tất cả các loại hình dịch vụ băng rộng chất lượng cao; tốc độ truyền của các đường cáp quang tăng theo hàm số mũ với sự ra đời của công nghệ DWDM. Một số công nghệ mang tính cách mạng, ví dụ như IP/DWDM,... sẽ xuất hiện và làm thay đổi toàn bộ bộ mặt của ngành công nghiệp này.

Đồng thời, chúng ta cũng nhận thấy một số xu hướng phát triển công nghệ viễn thông của tất cả các hãng cung cấp thiết bị viễn thông trên thế giới: Xu hướng tích hợp giữa viễn thông và tin học ngày càng phát triển mạnh mẽ và trở thành động lực chủ yếu phát triển các sản phẩm viễn thông. Phát triển công nghệ tích hợp cao về cả linh kiện và hệ thống thiết bị. Xu hướng tăng tỷ trọng phần mềm và cứng hóa phần mềm nhằm tăng độ linh hoạt, tăng hiệu quả sử dụng của thiết bị viễn thông.

Xu hướng phát triển công nghệ và các sản phẩm viễn thông - tin học đó đã ảnh hưởng rất lớn đến các giải pháp và công nghệ phát triển mạng viễn thông. Dưới đây ta sẽ xem xét các giải pháp và công nghệ phát triển mạng viễn thông trong thời gian qua và hướng phát triển trong tương lai.

Khi công nghệ viễn thông và tin học phát triển đến trình độ cao, chúng luôn luôn tác động và hỗ trợ cho nhau cùng phát triển. Quá trình này dẫn đến sự hội tụ của công nghệ viễn thông và tin học, tạo nên một mạng truyền thông thống nhất đáp ứng mọi nhu cầu dịch vụ đa dạng, phong phú của xã hội.

Mạng NGN, mà giai đoạn tiếp theo của nó là mạng BCN, là một xu hướng hội tụ tất yếu của các dịch vụ thoại, dữ liệu, truyền thanh và truyền hình, hội tụ của các mạng thoại và dữ liệu, giữa cố định và di động, giữa truyền tải tính toán,... và nó đang được triển khai trên nhiều nước trên thế giới. Đó chính là giải pháp tổ chức mạng tích hợp các mạng viễn thông.

Giải pháp mạng tích hợp các mạng viễn thông (gọi tắt là giải pháp tích hợp) là giải pháp tổ chức các mạng viễn thông cung cấp các dịch vụ khác nhau, như thoại, dữ liệu, truyền thanh và truyền hình, mạng cố định và di động, mạng truyền tải tính toán,... thành một mạng thống nhất và duy nhất. Đây cũng là một xu hướng quan trọng để phát triển các mạng viễn thông (xu hướng tổ chức mạng tích hợp).

Mặt khác, khi công nghệ truyền dẫn quang ghép kênh phân chia theo bước sóng - WDM (Wavelength Division Multiplexing), mà giai đoạn tiếp theo của nó là ghép kênh phân chia theo bước sóng mật độ cao - DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), ra đời với những ưu điểm vượt trội về chất lượng truyền dẫn cao, đặc biệt là băng thông rộng/tốc độ lớn (tới hàng ngàn Terabit) đã là một cuộc cách mạng không chỉ trong công nghệ truyền dẫn mà còn cả giải pháp phát triển mạng viễn thông.

Với sự ra đời của công nghệ truyền dẫn quang ghép kênh theo bước sóng làm cho khả năng tổ chức mạng trở nên đơn giản, tính hiệu quả kinh tế cao, mà chất lượng dịch vụ cũng cao hơn nhiều so với giải pháp tích hợp các dịch vụ cũng như các mạng viễn thông bằng cách truyền dẫn độc lập các dịch vụ trên các bước sóng khác nhau, ví dụ như thoại, dữ liệu, truyền thanh và truyền hình, giữa truyền tải và tính toán,..., thậm chí giữa các mạng, các thế hệ mạng trên các bước sóng khác nhau, như PDH, SDH, PSTN, NGN, mạng truyền số liệu, mạng truyền thanh, truyền hình,...

Giải pháp tổ chức mạng như vậy gọi là "Giải pháp tổ chức mạng phân tán", gọi tắt là "Giải pháp mạng phân tán". Bản chất của "Giải pháp mạng phân tán" là tổ chức các mạng cung cấp dịch vụ khác nhau cũng như các loại mạng và các thế hệ mạng khác nhau trên các bước sóng khác nhau trên một sợi quang.

Tuy nhiên, xét về mặt sợi quang vật lý thì vẫn tích hợp các dịch vụ cũng như các loại mạng và các thế hệ mạng.

Xu hướng phát triển các mạng viễn thông dựa trên giải pháp mạng tích hợp được gọi là xu hướng tổ chức mạng tích hợp.

Mặt khác, để bảo đảm tính kế thừa cũng như tính hiệu quả đầu tư trong quá trình phát triển các mạng viễn thông theo xu hướng hội tụ các mạng viễn thông và xu hướng phân tán các mạng viễn thông. Trong đó phân tán là hạ tầng và hội tụ là giải pháp. Đó chính là "Giải pháp hỗn hợp" phát triển các mạng viễn thông.

Do đó, để tổ chức mạng viễn thông trong tương lai ta có 3 giải pháp:

- Giải pháp mạng tích hợp
- Giải pháp mạng phân tán
- Giải pháp mạng hỗn hợp



Trên cơ sở của 3 giải pháp tổ chức mạng, sự phát triển các mạng viễn thông hiện nay và trong tương lai trên thế giới diễn ra theo 3 xu hướng: Hội tụ, phân tán và hỗn hợp giữa hội tụ và phân tán các mạng viễn thông.

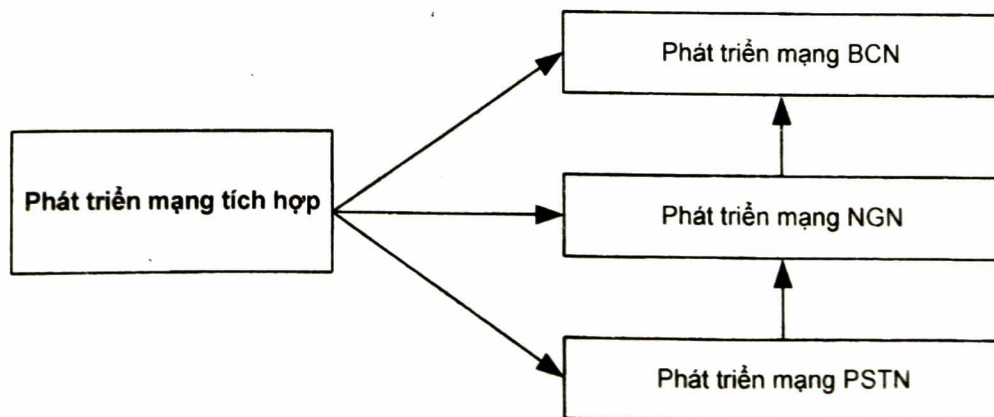
**1.1.1. Giải pháp tích hợp phát triển mạng viễn thông**

Như trên đã trình bày, giải pháp mạng tích hợp các mạng viễn thông là tất cả các mạng viễn thông cung cấp các dịch vụ khác nhau, như thoại, dữ liệu, truyền thanh và truyền hình, mạng cố định và di động, mạng truyền tải và tính toán,... được tích hợp thành một mạng thống nhất và duy nhất.

Hiện nay, trên thế giới đã, đang tồn tại và sẽ phát triển 3 thể hệ mạng để cung cấp các dịch vụ viễn thông, tin học như thoại, dữ liệu, truyền thanh và truyền hình, cố định và di động, truyền tải và tính toán,... Đó là các mạng điện thoại chuyển mạch công cộng PSTN (mạng hiện tại), mạng thế hệ sau (NGN) và mạng hội tụ băng rộng (BCN).

Mặt khác, tổ chức và phát triển mạng là một quá trình. Do đó, trong quá trình tổ chức phát triển mạng viễn thông để hội tụ các mạng cung cấp các dịch vụ khác nhau, các mạng cố định và di động, các mạng truyền tải và tính toán,... tạo thành một mạng thống nhất và duy nhất cần phải có tính kế thừa và phát triển. Tính kế thừa thể hiện ở chỗ, mạng mới phải kết nối được với mạng cũ cũng như tận dụng được khả năng của mạng cũ để đảm bảo tính hiệu quả kinh tế đầu tư. Tính phát triển thể hiện ở chỗ, mạng mới phải đáp ứng được yêu cầu của nhà thiết kế tổ chức mạng mới.

Do đó, giải pháp tích hợp mạng phải được thực hiện trên cả ba thể hệ mạng. Ví dụ, khi xây dựng mạng NGN cho hiện tại phải suy nghĩ và tính toán khả năng cho sự phát triển mạng BCN trong tương lai; đồng thời cũng phải quan tâm đến sự khấu hao và nhu cầu chuyển đổi của mạng PSTN lên mạng NGN. Bên cạnh đó, khi xây dựng mạng BCN cũng phải quan tâm đến sự khấu hao và nhu cầu chuyển đổi của mạng NGN lên mạng BCN. Và khi phát triển mạng PSTN nếu có nhu cầu thì cũng phải quan tâm đến sự khấu hao và nhu cầu chuyển đổi của mạng PSTN lên mạng NGN. Tuy nhiên, trường này cần cố gắng hạn chế tới mức tối đa. Do đó, sơ đồ thực hiện giải pháp tích hợp mạng được biểu diễn ở hình 1.1.



**Hình 1.1: Sơ đồ thực hiện giải pháp tích hợp mạng**

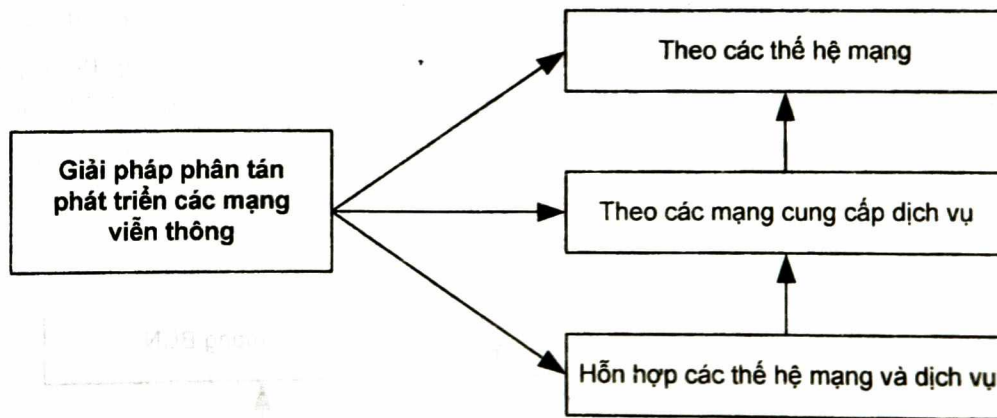
### 1.1.2. Giải pháp phân tán phát triển mạng viễn thông

Giải pháp tích hợp phát triển các mạng viễn thông có ưu điểm là giao diện người sử dụng cũng như quản lý khá đơn giản và đang là một xu hướng phát triển của các mạng viễn thông hiện tại và nó đang được triển khai ở nhiều nước trên thế giới. Tuy nhiên nó có khá nhiều nhược điểm, như: tổ chức mạng phức tạp, độ tin cậy và chất lượng truyền dẫn thấp, tính trong suốt của mạng và tính hiệu quả kinh tế thấp,...

Trong khi đó, giải pháp phân tán phát triển các mạng viễn thông có ưu điểm là tổ chức mạng đơn giản, độ tin cậy và chất lượng truyền dẫn cao, tính trong suốt của mạng và tính hiệu quả kinh tế lớn,... Chính vì vậy, đã có một số nước trên thế giới đang nghiên cứu để phát triển của các mạng viễn thông của mình. Tuy nhiên, giải pháp này cũng có một số hạn chế, như giao diện người sử dụng cũng như quản lý phức tạp hơn.

Như đã trình bày ở mục 1.1.1, giải pháp phân tán là giải pháp tổ chức các mạng cung cấp dịch vụ khác nhau, ví dụ như thoại, dữ liệu, truyền thanh và truyền hình, giữa truyền tải và tính toán,... cũng như tổ chức các mạng cho các thế hệ mạng khác nhau như mạng hiện tại PSTN (với công nghệ truyền dẫn chủ yếu là SDH và PDH), mạng thế hệ sau NGN, mạng hội tụ băng rộng BCN (giai đoạn phát triển tiếp theo của mạng NGN) trên các kênh quang khác nhau, trên một sợi quang hay một mạng quang, hoặc tổ chức hỗn hợp các mạng cung cấp dịch vụ khác nhau, các mạng cho các thế hệ mạng khác nhau trên các kênh quang khác nhau, trên một sợi quang hay một mạng quang.

Trên cơ sở phân tích ở trên, có mô hình các giải pháp phân tán phát triển mạng viễn thông được mô tả ở hình 1.2.



Hình 1.2: Mô hình các giải pháp mạng phân tán

#### **Giải pháp phân tán phát triển mạng viễn thông theo các thế hệ mạng**

Hiện nay và xu hướng phát triển mạng viễn thông trong tương lai có 3 thế hệ mạng: mạng hiện tại PSTN, mạng NGN và tương lai là BCN. Giải pháp phân tán phát triển mạng viễn thông theo các thế hệ mạng có nghĩa là các thế hệ mạng được tổ chức trên các bước sóng khác nhau. Có thể mỗi thế hệ mạng được tổ chức trên một hay một số bước sóng xác định tùy theo nhu cầu trao đổi lưu lượng của các thế hệ mạng. Tuy nhiên, sẽ ưu tiên phát triển các mạng thế