

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG.....**

LUẬN VĂN

**Giải pháp điều khiển mạng trong OBS
trong phương pháp làm lịch hướng**



CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU MẠNG THÔNG TIN QUANG

Giới thiệu chương

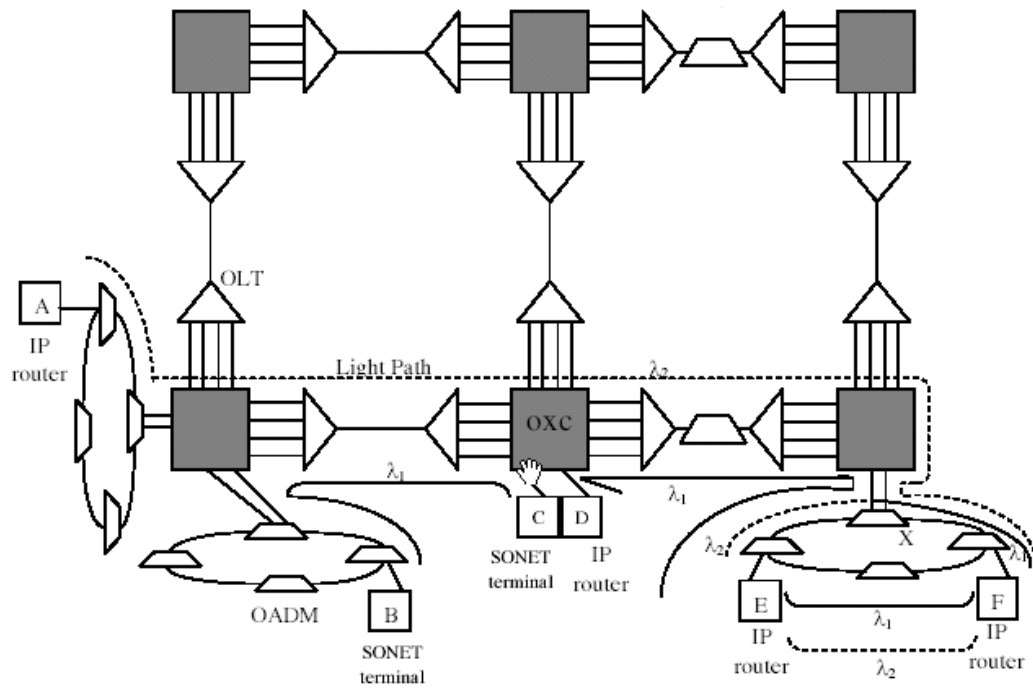
Lượng thông tin trao đổi trong các hệ thống thông tin ngày nay tăng lên rất nhanh. Bên cạnh gia tăng về số lượng, dạng lưu lượng truyền thông trên mạng cũng thay đổi. Dạng dữ liệu chủ yếu là lưu lượng Internet. Phần lớn những nhu cầu hiện nay là truyền dữ liệu hơn là tiếng nói. Số lượng người sử dụng Internet ngày càng đông và thời gian mỗi lần truy cập thường kéo dài hơn nhiều lần hơn một cuộc gọi điện thoại. Và nhu cầu cần sử dụng băng thông lớn, đường truyền tốc độ cao và chi phí thấp. Mạng thông tin quang ra đời đáp ứng những nhu cầu trên. Thông tin quang cung cấp một băng thông lớn, tỉ lệ lỗi rất thấp. Bên cạnh dung lượng cao, môi trường quang còn cung cấp khả năng trong suốt. Tính trong suốt cho phép các dạng dữ liệu khác nhau chia sẻ cùng một môi trường truyền và điều này phù hợp cho việc mang các tín hiệu có đặc điểm khác nhau. Vì vậy truyền thông quang được xem như là một kỹ thuật cho hệ thống thông tin băng rộng trong tương lai. Kỹ thuật ghép kênh được quan tâm nhất hiện nay là kỹ thuật ghép kênh phân chia theo bước sóng (WDM) và kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM).

Trong chương này sẽ giới thiệu sơ lược một số mạng chuyển mạch quang ứng dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo bước sóng. Và những ứng dụng của các mạng này trong thực tế như thế nào.

1.1. Mạng quang định tuyến bước sóng.

Kiến trúc mạng được mô tả trong hình 1.1. Mạng cung cấp những tuyến quang cho người sử dụng, như các thiết bị đầu cuối SONET hoặc các bộ định tuyến IP. Tuyến quang là các kết nối quang được mang từ đầu cuối đến đầu cuối bằng một bước sóng trên mỗi tuyến trung gian. Ở các nút trung gian trong mạng, các tuyến được định tuyến và chuyển mạch từ tuyến này sang tuyến khác. Trong một số trường hợp các tuyến cũng có thể được chuyển từ một bước sóng này thành một

bước sóng khác dọc theo đường đi. Các tuyến trong mạng định tuyến bước sóng có thể sử dụng cùng bước sóng khi nó không dùng chung một tuyến truyền dẫn nào. Điều này cho phép cùng một bước sóng được sử dụng lại ở các phần tử khác của mạng.



Hình 1.1. Mạng quang định tuyến bước sóng.

Tuyến quang giữa B và C, tuyến quang giữa D và E và một trong những tuyến quang giữa E và F không dùng chung tuyến liên kết nào trong mạng và vì thế có thể được thiết lập sử dụng một bước sóng λ_1 . Đồng thời tuyến quang A và E dùng chung một kết nối với tuyến giữa B và C nên phải sử dụng bước sóng khác λ_2 . Tương tự hai tuyến giữa E và F phải được gán một bước sóng khác. Chú ý rằng tất cả các tuyến sử dụng cùng bước sóng trên mọi liên kết trong đường đi của nó. Đây là một ràng buộc mà ta phải giải quyết nếu ta không có khả năng chuyển đổi bước sóng, ta sẽ không thể thiết lập được tuyến này. Giả sử ta chỉ có hai bước sóng có sẵn trong mạng và muốn thiết lập tuyến giữa nút E và F. Không có chuyển đổi bước sóng ta sẽ không thể thiết lập tuyến này. Nói cách khác, nếu nút trung gian X có thể

chuyển đổi bước sóng thì ta có thể thiết lập tuyến này sử dụng bước sóng λ_2 trên tuyến EX và λ_1 trên tuyến XF.

Sự hạn chế trong mạng quang định tuyến bước sóng là giới hạn số lượng bước sóng trên sợi. Rất khó để thiết lập mạng lưới tuyến giữa các user trong mạng rộng. Việc thiết lập tuyến trong mạng quang định tuyến bước sóng mất ít nhất một lượng trễ phản hồi với số lượng bước sóng ít ỏi sử dụng nếu thời gian giữ kết nối ngắn.

1.2. Chuyển mạch gói quang (OPS)

Ta nói mạng quang cung cấp các tuyến quang, các mạng này về bản chất là các mạng chuyển mạch. Những nhà nghiên cứu đang làm việc trên mạng quang mà có thể thực hiện chuyển mạch gói trong miền quang. Với một kết nối ảo, mạng cung cấp một kết nối chuyển mạch giữa hai nút. Tuy nhiên băng thông được cấp trên kết nối có thể nhỏ hơn toàn bộ băng thông có sẵn trên một tuyến liên kết. Ví dụ như, những kết nối riêng lẻ trong một mạng tốc độ cao trong tương lai có thể hoạt động ở 10Gbps, trong khi tốc độ bit truyền dẫn trên một bước sóng có thể là 100Gbps. Vì vậy mạng phải hợp nhất một số dạng ghép kênh phân chia thời gian để kết hợp nhiều kết nối thành một tốc độ bit. Ở những tốc độ này có thể thực hiện ghép kênh trong miền quang dễ dàng hơn trong miền điện.

Một nút chuyển mạch gói quang được mô tả, mục đích nhằm tạo ra nút chuyển mạch gói với dung lượng cao hơn nhiều so với chuyển mạch gói điện. Một nút lấy một gói điện đi vào, đọc header của nó và chuyển mạch đến ngõ ra thích hợp. Nút cũng có thể áp đặt một header mới trên gói. Nó cũng phải xử lý tranh chấp cho các cổng ra. Nếu hai gói đi vào trên các cổng khác nhau muốn đi ra trên cùng một cổng, một trong hai phải được đệm hoặc gửi ra trên một cổng khác.

Một cách lí tưởng, tất cả các chức năng bên trong nút đều được thực hiện trong miền quang, nhưng thực tế một số chức năng nào đó như là xử lý header và điều khiển chuyển mạch phải thực hiện bằng điện. Điều này do khả năng xử lý bị giới hạn trong miền quang. Bản thân header có thể được gửi ở một tốc độ bit thấp hơn so với dữ liệu cho nên nó có thể xử lý điện.

Nhiệm vụ của chuyển mạch gói quang là cho phép khả năng chuyển mạch gói ở các tốc độ mà không thể đạt được ở chuyển mạch gói điện. Tuy nhiên các nhà thiết kế bị cản trở nhiều về mặt xử lý tín hiệu trong miền quang. Một yếu tố quan trọng là thiếu các bộ truy xuất ngẫu nhiên quang để đệm. Thay vì đó các bộ đệm quang được thực hiện bằng cách sử dụng một chiều dài sợi quang và những đường dây trễ thời gian mà không phải là các bộ nhớ. Vì vậy làm trễ gói trong thời gian dài và vấn đề nữa là trễ trong cấu trúc chuyển mạch mỗi gói ngõ vào.

1.3. Chuyển mạch chùm quang (OBS).

Chuyển mạch chùm quang là chuyển mạch truyền đi chùm lưu lượng. Các công nghệ chuyển mạch chùm quang khác nhau dựa trên việc làm thế nào và khi nào các nguồn tài nguyên mạng như độ rộng băng thông bị chiếm dụng và được giải phóng. OBS dựa trên chuẩn ITU-T cho chuyển mạch chùm cho các mạng có chế độ truyền bất đồng bộ (ATM), như truyền khối ATM (ABT). Có hai phiên bản ABT: ABT với trễ truyền và ABT truyền tức thời. Trong phiên bản đầu tiên, khi một nút nguồn muốn truyền một chùm, nó gửi một gói tới các chuyển mạch ATM trên đường kết nối thông tin để báo cho chúng biết nó muốn truyền một chùm. Nếu tất cả các chuyển mạch trên đường truyền sẵn sàng, yêu cầu được chấp nhận và nút nguồn được phép truyền. Ngược lại yêu cầu bị từ chối và nút nguồn phải gửi yêu cầu khác sau đó. Trong ABT với chế độ truyền tức thời, nguồn gửi gói tin yêu cầu và sau đó truyền ngay mà không nhận thông tin xác nhận. Nếu một chuyển mạch dọc theo đường truyền không thể chuyển chùm do tắc nghẽn, chùm sẽ bị loại bỏ. Hai công nghệ đó đã được lựa chọn cho các mạng quang.

Chuyển mạch chùm quang cho phép chuyển mạch toàn bộ các kênh dữ liệu trong miền quang nhờ việc cấp phát tài nguyên trong miền điện. Trong chuyển mạch chùm quang thì gói điều khiển đi trước chùm dữ liệu. Gói điều khiển và chùm dữ liệu tương ứng được tạo ra tại nguồn cùng một lúc và được tách biệt bằng offset. Gói điều khiển chứa thông tin cần thiết để định tuyến chùm dữ liệu qua lõi mạng truyền dẫn quang, gói điều khiển được gửi trên kênh điều khiển. Gói điều khiển được xử lý điện tại từng nút trung gian (các kết nối chéo quang) để đưa ra quyết định

định tuyến (giao diện và bước sóng ra), tiếp đó các kết nối chéo quang được lấy cấu hình để chuyển mạch chùm dữ liệu mong muốn sẽ đến đích sau khoảng thời gian đưa ra ở trường offset trong gói điều khiển. Chùm dữ liệu sau đó được chuyển hoàn toàn trong miền quang, do vậy “nút cổ chai” điện trong đường dẫn dữ liệu đầu cuối-đầu cuối sẽ được hủy bỏ. Điều này dẫn đến việc cấp phát bước sóng phụ, tức là tại giao diện ra bước sóng chỉ được cấp phát chỉ trong khoảng thời gian có chùm dữ liệu.

1.4. Nghẽn trong mạng chuyển mạch chùm quang.

Mạng bị gọi là nghẽn khi những dịch vụ đòi hỏi trong mạng nhiều tài nguyên hơn mạng phải cung cấp. Nghẽn trong mạng liên quan tới độ trễ của chùm đến, mức độ suy hao chùm...Có thể khắc phục nghẽn bằng việc sử dụng phương pháp ngăn chặn hoặc phương pháp tác động lại.

Trong điều khiển ngăn chặn nghẽn, băng thông được phân phối tạo kết nối trong thời gian thiết lập vì vậy đạt được QoS.

Trong điều khiển tác động lại thì tốc độ lưu lượng tại đầu cuối trong mạng có thể được điều chỉnh hoặc định tuyến lưu lượng có thể được biến đổi để giảm tranh chấp gói tại những nút trung gian.

Những phương pháp điều khiển nghẽn đã được đưa ra cho mạng OBS là:

- Biến đổi bước sóng: nếu hai chùm đi đến cùng ngõ ra trong cùng một lúc, chúng vẫn có thể được truyền trên hai bước sóng khác nhau. Bộ biến đổi bước sóng được sử dụng để biến đổi chùm ngõ vào với một bước sóng khác.
- Bộ đệm quang: bộ đệm quang có thể được áp dụng bằng việc sử dụng FDL. Một FDL có thể làm trễ chùm trong một khoảng thời gian xác định và có quan hệ với độ dài đường truyền.
- Làm lệch hướng đi: trong phương pháp này, khi có hai xung đột chùm, một sẽ được định tuyến đến một ngõ ra chính xác và một sẽ được định tuyến đến ngõ ra khác. Tuy nhiên, làm lệch hướng đi có thể làm tuyến đi của chùm đến đích sẽ dài hơn. Và có thể độ trễ đầu cuối- đầu cuối của một chùm có thể

không chấp nhận. Cũng có thể những chùm bị phân tán ra nhiều hướng đến đích vì vậy chúng cần phải sắp xếp lại.

- Phân đoạn chùm: Khi xảy ra tranh chấp, thay vì loại bỏ toàn bộ chùm, một nút phân chia chùm thành những đoạn và chỉ những đoạn bị chồng lấp sẽ bị loại bỏ.

Kết luận chương

Các mạng chuyển mạch quang ngày nay đã được đưa vào ứng dụng trong thực tế. Nội dung chương 1 đã giới thiệu khái quát về các mạng chuyển mạch gói quang, mạng quang phân chia theo bước sóng và chuyển mạch chùm quang. Và cụ thể về nội dung mạng chuyển mạch chùm quang sẽ được giới thiệu ở chương tiếp theo.

CHƯƠNG 2 : MẠNG CHUYỂN MẠCH CHÙM QUANG (OBS)

Gới thiệu chương

Chuyển mạch chùm quang là một giải pháp cho phép truyền tải lưu lượng một cách trực tiếp qua mạng WDM mà không cần bộ đệm quang.

OBS được thiết kế để đạt được sự cân bằng giữa chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói. OBS sử dụng các sơ đồ định trước một hướng với quá trình truyền tức thời, chùm dữ liệu truyền đi sau gói điều khiển tương ứng mà không đợi phản hồi (báo nhận) từ nút đích.

Thực chất, OBS xem xét lớp quang học đơn thuần như một phương tiện truyền thông trong suốt cho các ứng dụng. Tuy nhiên chưa có định nghĩa chung cho chuyển mạch chùm quang.

Một số đặc trưng chung của OBS như sau:

- Tách biệt giữa kênh điều khiển và kênh dữ liệu: thông tin điều khiển được truyền trên một bước sóng (kênh) riêng biệt.
- Sự dành riêng một chiều: những tài nguyên được cấp phát sử dụng dành riêng một chiều. Nghĩa là nút nguồn không cần đợi thông tin phản hồi từ nút đích trước khi nó bắt đầu truyền chùm.

- Độ dài chòm thay đổi được: kích thước của chòm có thể thay đổi được theo yêu cầu.
- Không cần bộ đệm quang: nút trung gian trong mạng quang không yêu cầu phải có bộ đệm quang. Các chòm đi xuyên qua các nút trung gian mà không có bất kì sự trễ nào.

Bảng 1 tổng kết ưu nhược điểm của chuyển mạch kênh, chuyển mạch gói và chuyển mạch chòm quang.

Chuyển mạch	Khả năng tận dụng băng thông	Mức trễ	Đệm quang	Xử lý/đồng bộ hóa mào đầu	Khả năng thích ứng (với lưu lượng và lỗi)
Kênh	Thấp	Cao	Không yêu cầu	Thấp	Thấp
Gói	Cao	Thấp	Yêu cầu	Cao	Cao
OBS	Cao	Thấp	Không yêu cầu	Thấp	Cao

Bảng 1

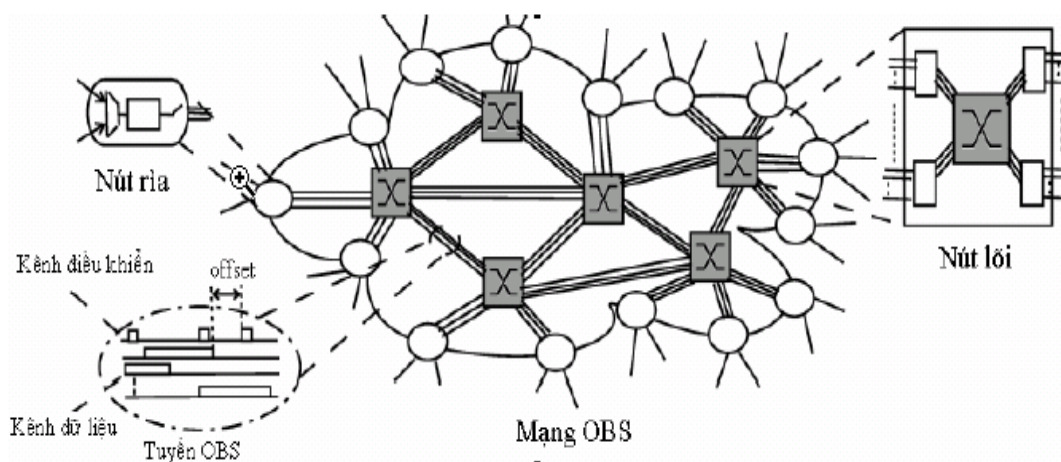
Những đặc trưng của OBS là xử lý điện các thông tin mào đầu trong khi dữ liệu vẫn ở dạng quang trong toàn bộ thời gian truyền, sự dành riêng một chiều, độ dài chòm có thể thay đổi được, và không bắt buộc phải có bộ đệm. Sau đây xem xét một số kiến trúc mạng chuyển mạch chòm quang.

2.1. Kiến trúc mạng chuyển mạch chòm quang.

2.1.1. Kiến trúc mạng OBS dạng mắc lưới:

Trong mạng chuyển mạch chùm quang các chùm dữ liệu bao gồm tổ hợp nhiều gói được chuyển qua mỗi nút mạng ở dạng toàn quang. Một thông báo điều khiển (gói mào đầu) được truyền trước chùm dữ liệu với mục đích thiết lập các chuyển mạch dọc theo đường đi của chùm. Chùm dữ liệu được truyền theo sau gói mào đầu mà không đợi báo nhận để thiết lập kết nối.

Hình 2.1 thể hiện một mạng OBS dạng mắt lưới bao gồm các nút rìa và các nút lõi. Mạng OBS bao gồm các chuyển mạch chùm quang được nối với các tuyến WDM. OBS phát một chùm từ cổng đầu vào tới cổng đầu ra, dựa trên thiết kế chuyển mạch nó có thể có hoặc không được trang bị bộ đệm quang. Các tuyến WDM mang tổ hợp nhiều bước sóng và mỗi bước sóng coi như một kênh truyền. Gói điều khiển kết hợp với một chùm cũng có thể truyền trên băng tần qua cùng một kênh như là dữ liệu, hoặc trên một kênh điều khiển riêng biệt. Chùm có thể được cố định để mang một hoặc nhiều gói IP.



Hình 2.1 Mô hình mạng OBS dạng mắt lưới.

Một nút chuyển mạch đặc trưng bao gồm những thành phần sau:

- Giao diện đầu vào: Tiếp nhận gói mào đầu và chùm dữ liệu, chuyển đổi gói mào đầu thành tín hiệu điện.

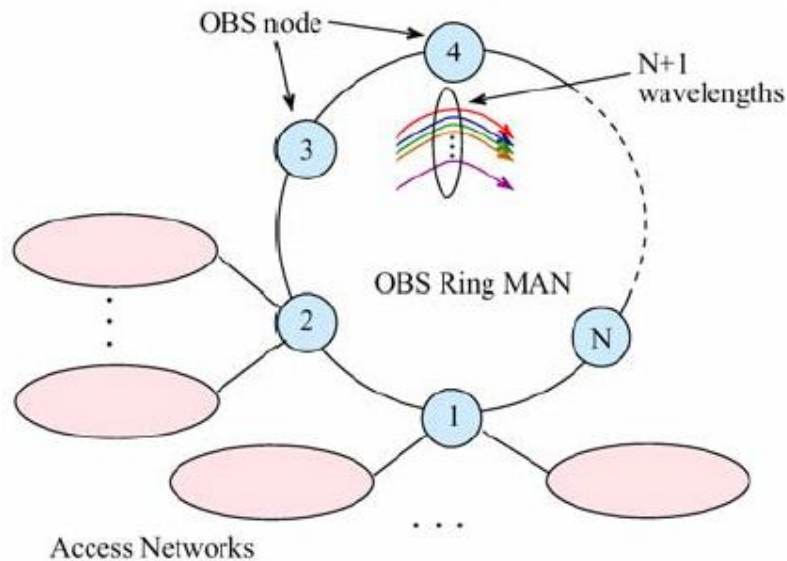
- Đơn vị điều khiển chuyển mạch: Phiên dịch gói mào đầu, đặt lịch trình và giải quyết xung đột, định tuyến, điều khiển ma trận chuyển mạch, tạo gói mào đầu và điều khiển biến đổi bước sóng.
- Các bộ biến đổi bước sóng và các đường trễ quang (ODL): đường trễ quang sử dụng như bộ đệm để chứa chùm trong một khoảng thời gian trễ nhất định.
- Đơn vị chuyển mạch quang: Các chuyển mạch không gian làm nhiệm vụ chuyển chùm dữ liệu.

Các nút rìa có thêm chức năng tạo chùm bởi sự kết hợp và giải kết hợp. Với các cách thực hiện khác nhau như có thể sử dụng một ngưỡng hoặc khoảng thời gian quy định để kết hợp các gói dữ liệu tạo ra một chùm quang và gửi chùm vào mạng.

Các nút lõi sẽ có các bộ thu WDM, các bộ phát WDM, các bộ ghép kênh, các bộ giải ghép kênh và các bộ khuếch đại nút, các đơn vị điều khiển chuyển mạch, các bộ biến đổi bước sóng, các đường tạo trễ, các bộ chuyển mạch phân chia không gian.

2.1.2. Kiến trúc mạng OBS dạng Ring.

Chúng ta xem xét mạng gồm N nút OBS được tổ chức trong một Ring đơn hướng như hình vẽ 2.2.



Hình 2.2. Mô hình mạng OBS dạng Ring

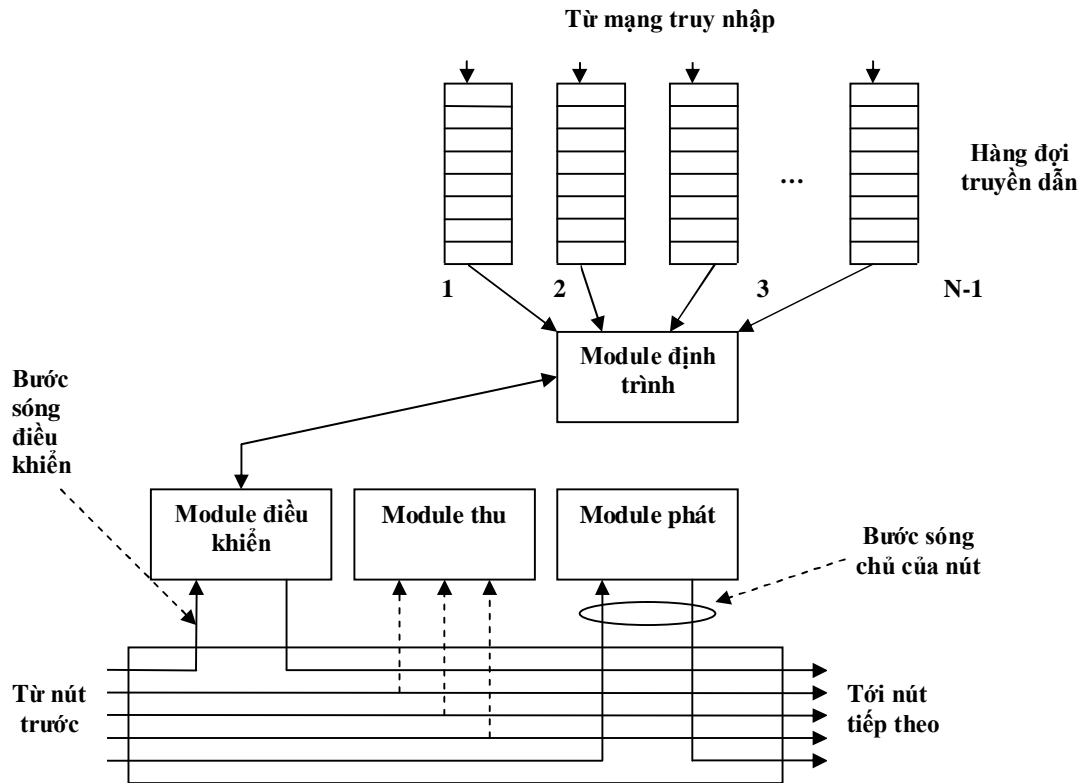
Ring có thể là một mạng vùng đô thị (MAN) phục vụ như mạng Backbone kết nối một số mạng truy nhập, và truyền dẫn nhiều kiểu lưu lượng từ nhiều người dùng như giao thức IP, giao thức ATM, Frame Relay, ...

Mỗi sợi kết nối giữa hai nút OBS liên tiếp trong Ring có thể hỗ trợ N+1 bước sóng. Trong đó N bước sóng được sử dụng để truyền chùm, bước sóng thứ N+1 được sử dụng như một kênh điều khiển.

Mỗi nút OBS được gắn với một hoặc nhiều mạng truy cập. Theo chiều hướng mạng truy cập đến Ring, các nút OBS hoạt động như một bộ tập trung. Dữ liệu từ người sử dụng cần chuyển qua mạng Ring được tập hợp, lưu trữ (đệm) ở dạng điện rồi sau đó được nhóm lại cùng nhau và được truyền trong chùm tới nút OBS đích. Mỗi chùm có thể có kích thước bất kỳ giữa giá trị cực đại và cực tiểu. Các chùm được truyền đi ở dạng tín hiệu quang dọc theo Ring mà không phải qua bất kỳ sự chuyển đổi quang điện nào ở những nút trung gian.

Theo hướng từ Ring đến các mạng truy nhập, nút OBS ngắt các chùm quang đã được định sẵn tới chính nó, chuyển tín hiệu quang thành tín hiệu điện, xử lý dữ liệu điện chứa đựng trong chùm và chuyển giao chúng tới những người dùng trong các mạng truy nhập gắn liền với nó.

Kiến trúc của một nút OBS được cho thấy trong hình 2.3, mỗi nút được trang bị một bộ tách ghép kênh quang (OADM), và hai cặp thu phát quang. Cặp đầu tiên gồm có một máy thu và máy phát cố định được điều khiển bởi bước sóng điều khiển, và là bộ phận của module điều khiển.



Hình 2.3. Kiến trúc nút chuyển mạch quang

Bước sóng điều khiển được tách bởi OADM ở mỗi nút, và được ghép trở lại sau khi module điều khiển đã đọc thông tin điều khiển và có thể chèn thông tin mới vào.

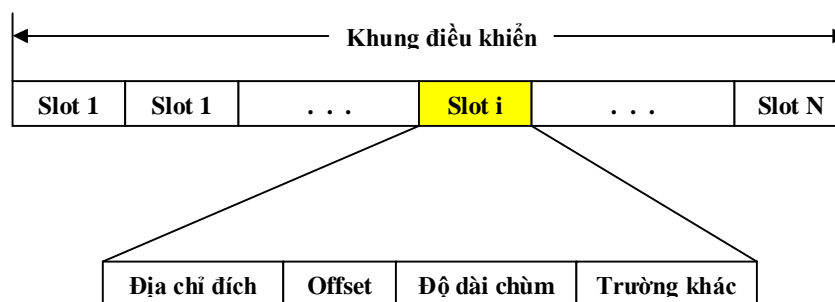
Cặp thứ hai của bộ phận thu và phát được cố định để điều chỉnh tới bước sóng chủ và một máy thu nhanh (hoặc một mảng máy thu) để có thể nhận các chùm từ tất cả N bước sóng truyền tới. Mỗi nút OBS có một bước sóng chủ chuyên dụng để truyền các chùm của chính nó. Bộ OADM ở mỗi nút loại bỏ tín hiệu quang từ bước sóng chủ của nút bằng cách tách bước sóng tương ứng, như đã minh họa trong hình 2.2. Bộ OADM cũng tách tín hiệu quang trên những bước sóng khác nhau, mỗi khi các bước sóng đó chứa đựng các chùm cho nút này.

Trong trường hợp khi có nhiều chùm đến, mỗi chùm trên một bước sóng khác nhau, ở một nút OBS, module thu trong hình 2.3 sử dụng một chiến lược giải quyết xung đột để xác định chùm nào sẽ được chấp nhận.

Dữ liệu đợi truyền đi được tổ chức thành những hàng đợi truyền (logic) dựa theo đích của chúng. Bộ đệm dữ liệu ở mỗi nút OBS được chia sẻ thành N-1 hàng đợi, mỗi hàng đợi tương ứng với một trong số N-1 nút đích.

2.1.3. Hoạt động của bước sóng điều khiển

Bước sóng điều khiển được sử dụng để truyền các khe điều khiển (slot control). Trong một Ring có N nút, có N khe điều khiển, mỗi khe cho một nút, được nhóm lại trong một khung điều khiển liên tục lưu thông quanh Ring. Phụ thuộc vào độ lớn của Ring, có thể có vài khung điều khiển lưu thông đồng thời. Mỗi nút là chủ của một khe điều khiển trong mỗi khung điều khiển. Mỗi khe điều khiển chứa một số trường như trong hình 2.4



Hình 2.4. Cấu trúc của khung điều khiển.

Khuôn dạng và kiểu của các trường phụ thuộc vào giao thức OBS được sử dụng. Thông thường mỗi khe điều khiển bao gồm các trường như: địa chỉ đích, giá trị offset và kích thước của chùm. Các trường khác như trường thẻ bài (token) trong một số giao thức nếu cần.

Khi hoạt động như một nút nguồn, nó đợi khung điều khiển tiếp theo và ghi thông tin về chùm (địa chỉ đích, chiều dài chùm, và có thể cả giá trị offset) vào trong khe điều khiển của chính nó. Nếu nó không có nhu cầu truyền, thì nó chỉ việc xóa sạch tất cả các trường trong khe điều khiển của nó. Ở mỗi nút, trước tiên toàn bộ khung điều khiển được đọc để xác định liệu có phải khe điều khiển nào đó chỉ thị một sự truyền chùm tới nút này hay không.

Như vậy với giả sử nút đó không phải đang trong quá trình nhận chùm khác, nó báo cho máy thu điều chỉnh tới bước sóng thích hợp để nhận chùm đến. Trong trường hợp có một xung đột máy thu (nghĩa là khi địa chỉ của nút này được ghi rõ trong nhiều khe điều khiển), nút đích sẽ lựa chọn một trong các chùm để thu.

Chúng ta chú ý rằng mỗi nút trong Ring hoạt động như một nút nguồn (chèn các chùm trong bước sóng chủ), như một nút trung gian (cho các chùm đi qua tới các nút trong Ring), hoặc như một nút đích (nhận những chùm gửi cho nó). Vì vậy mỗi nút phải đọc toàn bộ khung điều khiển chuyển đến nó trước khi quyết định hoạt động như thế nào (ví dụ, ghi vào khe điều khiển để chỉ báo dự định muốn truyền một chùm, hoặc thừa nhận yêu cầu cho sự truyền chùm).

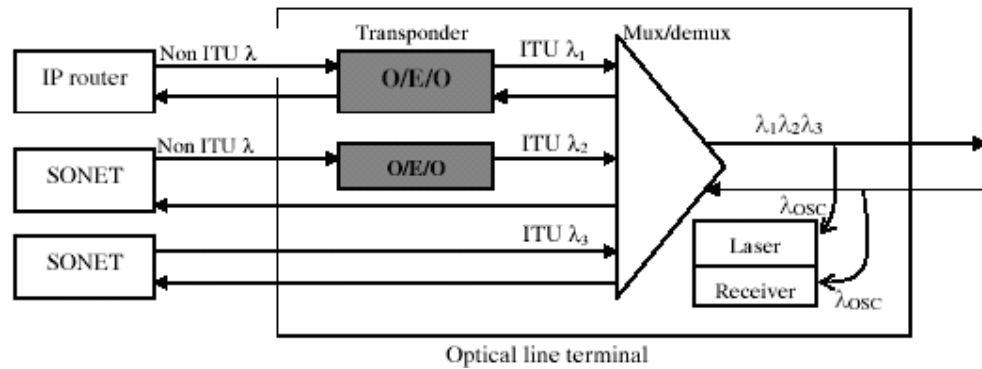
Bởi vậy, trong một mạng Ring thời gian để xử lý một khung điều khiển là như nhau cho cả nút đích và nút trung gian (nghĩa là $T_i^{(P)} = T_d^{(P)}$). Khung điều khiển bị trễ một lượng thời gian như nhau khi nó đi qua mỗi nút.

Giá trị trễ này là tổng thời gian truyền khung điều khiển cộng với thời gian để xử lý khung điều khiển, và giá trị trễ này có thể được tối thiểu hóa bởi việc dùng một giao thức đơn giản thực hiện trong phần cứng.

2.2. Các thành phần chính trong mạng chuyển mạch chùm quang

2.2.1. Thiết bị đầu cuối(OLT)

Thiết bị đầu cuối là các thiết bị mạng tương đối đơn giản về mặt cấu trúc. Chúng được dùng ở đầu cuối của một liên kết điểm nối điểm để ghép và phân kênh các bước sóng. Hình 2.5 chỉ ra ba phần tử chức năng bên trong một OLT: bộ tiếp sóng (transponder), bộ ghép kênh các bước sóng (wavelength multiplexer) và bộ khuếch đại (optical amplifier) không được vẽ ra trên hình. Bộ tiếp sóng làm thích ứng tín hiệu đi vào từ một người sử dụng mạng thành một tín hiệu phù hợp sử dụng trong mạng. Tương tự, ở hướng ngược lại, nó làm thích ứng tín hiệu từ mạng quang thành một tín hiệu phù hợp cho người sử dụng. Giao diện giữa người sử dụng và bộ chuyển tiếp có thể thay đổi phụ thuộc vào người sử dụng, tốc độ bit và khoảng cách hoặc suy hao giữa người dùng và bộ chuyển tiếp. Giao diện phổ biến nhất là SONET/SDH.



Hình 2.5. Thiết bị đầu cuối.

Sự thích nghi bao gồm nhiều chức năng. Tín hiệu có thể cần được chuyển thành một bước sóng thích hợp trong mạng quang. Các bước sóng được tạo ra bởi bộ tiếp sóng tuân theo các tiêu chuẩn được đưa ra bởi ITU trong cửa sổ 1.55 μm , trong khi tín hiệu đến có thể là tín hiệu 1.3 μm . Bộ tiếp sóng có thể thêm vào các phần mào đầu (overhead) nhằm mục đích quản lý mạng. Nó cũng có thể thêm vào phần sửa lỗi hướng tới (FEC), đặc biệt cho các tín hiệu 10 Gbps và các tốc độ cao hơn. Bộ tiếp sóng điển hình cũng giám sát tỉ lệ lỗi bit của tín hiệu ở các điểm đi vào và đi ra trong mạng. Vì những lí do này, sự thích nghi được thực hiện qua quá trình chuyển đổi quang – điện – quang (O/E/O).

Trong một số tình huống, sự làm thích nghi chỉ cho theo hướng đi vào và bước sóng ITU ở hướng ngược lại được gửi trực tiếp đến thiết bị người dùng, như trong hình 2.5. Trong một số trường hợp khác, ta có thể tránh sử dụng bộ tiếp sóng bằng cách thực hiện chức năng thích nghi bên trong thiết bị người sử dụng, như phần tử mạng SONET được chỉ ra ở cuối hình 2.5. Điều này làm giảm chi phí và là giải pháp hiệu quả hơn. Tuy nhiên, các chi tiết kỹ thuật về giao diện WDM thuộc quyền sở hữu của nhà sản xuất và không có tiêu chuẩn chung.

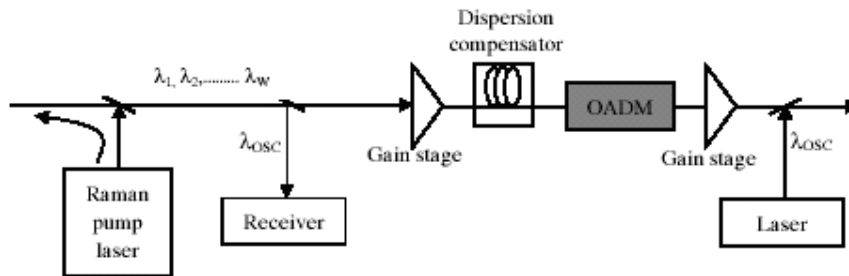
Tín hiệu ra khỏi bộ tiếp sóng được ghép kênh với các tín hiệu khác ở các bước sóng khác nhau sử dụng bộ ghép kênh theo bước sóng trên một sợi quang. Thêm vào đó, bộ khuếch đại quang có thể được dùng để đẩy công suất tín hiệu lên nếu cần thiết trước khi chúng được gửi đến bộ phân kênh. Những bước sóng này lại được kết thúc trong một transponder (nếu có) hoặc kết thúc trực tiếp trong thiết bị người

sử dụng.

Cuối cùng, OLT cũng kết thúc một kênh giám sát quang (OSC). OSC được mang trên một bước sóng riêng rẽ, khác với các bước sóng mang lưu lượng thật sự. Nó dùng để giám sát sự thực hiện của các bộ khuếch đại dọc theo liên kết cũng như cho các chức năng quản lý.

2.2.2. Bộ khuếch đại quang.

Các bộ khuếch đại được triển khai giữa các kết nối sợi quang ở những khoảng cách định kỳ, điển hình từ 80 km đến 200 km. Hình 2.6 chỉ ra các sơ đồ khối của bộ khuếch đại đường dây khá chuẩn. Phần tử cơ bản là khối EDF. Các bộ khuếch đại tiêu biểu sử dụng hai khối hoặc nhiều hơn nối liên tiếp. Đặc điểm này cho phép một vài phân tử có mất mát được đặt giữa hai giai đoạn khuếch đại mà không ảnh hưởng đáng kể toàn bộ nhiều của bộ khuếch đại. Các phân tử này bao gồm những bộ bù tán sắc do tán sắc sắc thể tích lũy dọc theo liên kết và các bộ ghép kênh xen/rót quang.

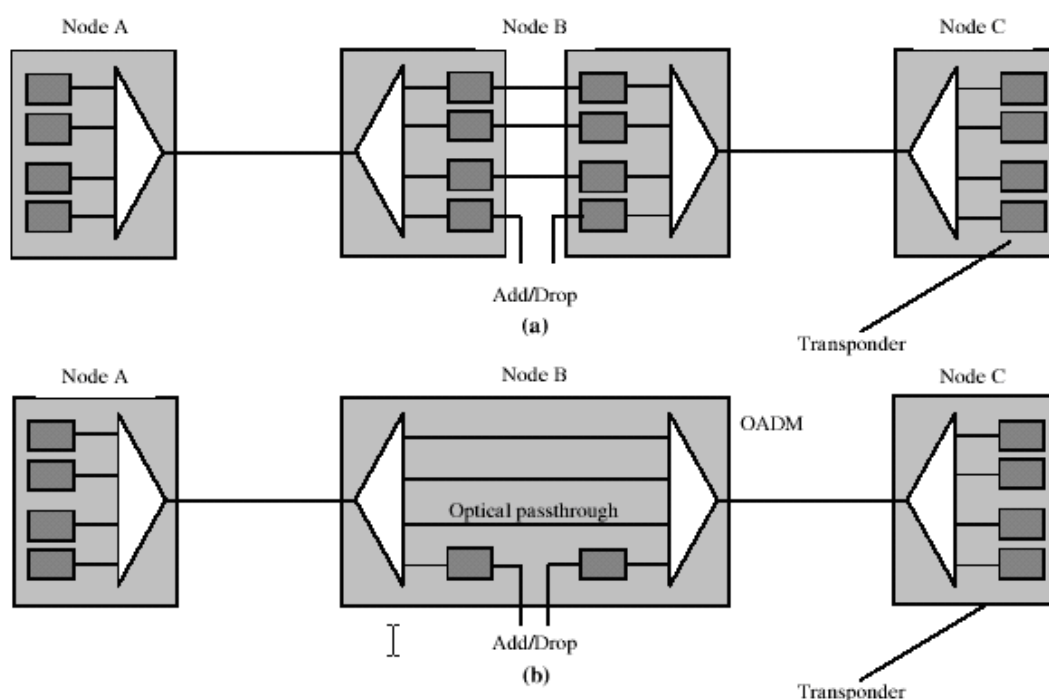


Hình 2.6. Sơ đồ bộ khuếch đại quang

2.2.3. Bộ ghép kênh xen/rót quang (OADM)

Bộ ghép kênh xen/rót quang cung cấp một phương tiện điều khiển lưu lượng trong mạng hiệu quả kinh tế. OADM có thể dùng ở những vị trí khuếch đại trong các mạng đường dài nhưng cũng có thể sử dụng như những phần tử mạng độc lập. Để hiểu được các lợi ích của bộ xen/rót quang, ta xét một mạng giữa ba nút A, B, và C như trong hình 2.7, với các bộ định tuyến IP được đặt ở các node A, B, C. Dựa vào cấu trúc mạng, lưu lượng giữa A và C đi xuyên qua node B. Để đơn giản, ta giả thuyết các tuyến liên kết hoàn toàn song công và các kết nối song công. Đây là trường hợp trong hầu hết các mạng ngày nay.

Giả sử yêu cầu lưu lượng như sau: một bước sóng giữa A và B, một bước sóng giữa B và C, và ba bước sóng giữa A và C. Bây giờ ta triển khai các hệ thống WDM điểm nối điểm để cung cấp nhu cầu lưu lượng này. Giải pháp được đưa ra trong hình 2.7a. Hai hệ thống điểm nối điểm được triển khai, một giữa A và B, một giữa B và C. Như ta đã thấy ở trên, mỗi hệ thống điểm nối điểm sử dụng một OLT ở cuối liên kết. OLT gồm có các bộ ghép kênh, các bộ phân kênh, và các bộ tiếp sóng. Các bộ tiếp sóng này cấu thành một phần quan trọng của chi phí mạng.



Hình 2.7. Vai trò của OADM trong một mạng có 3 nút

Nút B có hai OLT. Mỗi OLT kết thúc bốn bước sóng và vì vậy yêu cầu bốn bộ tiếp sóng. Tuy nhiên, chỉ có một trong bốn bước sóng này là dành cho nút B. Các bộ tiếp sóng còn lại được sử dụng để cung cấp lưu lượng giữa A và C. Vì thế sáu trong tám bộ tiếp sóng ở nút B được dùng để điều khiển lưu lượng. Đây là một việc làm tốn kém.

Xét giải pháp dùng OADM trong hình 2.7.b. Thay vì thực hiện các hệ thống WDM điểm nối điểm, bây giờ ta triển khai một mạng định tuyến bước sóng. Mạng

sử dụng một OLT ở node A và C và một OADM ở node B. OADM “rót” một trong bốn bước sóng, sau đó kết thúc trong các transponders. Ba bước sóng còn lại đi xuyên qua trong miền quang sử dụng các kỹ thuật lọc tương đối đơn giản, mà không phải kết thúc trong các transponders. Hiệu quả là chỉ có hai transponders cần thiết ở node B, thay vì tám transponders yêu cầu cho giải pháp ở hình 2.7.a. Điều này cho thấy sự giảm bớt chi phí đáng kể.

Trong các mạng tiêu biểu, phân lưu lượng đi xuyên qua một nút mà không yêu cầu được kết thúc ở nút đó có thể khá lớn ở nhiều nút mạng. Vì vậy các OADMs thực hiện chức năng quyết định cho qua lưu lượng này theo một cách tiết kiệm chi phí.

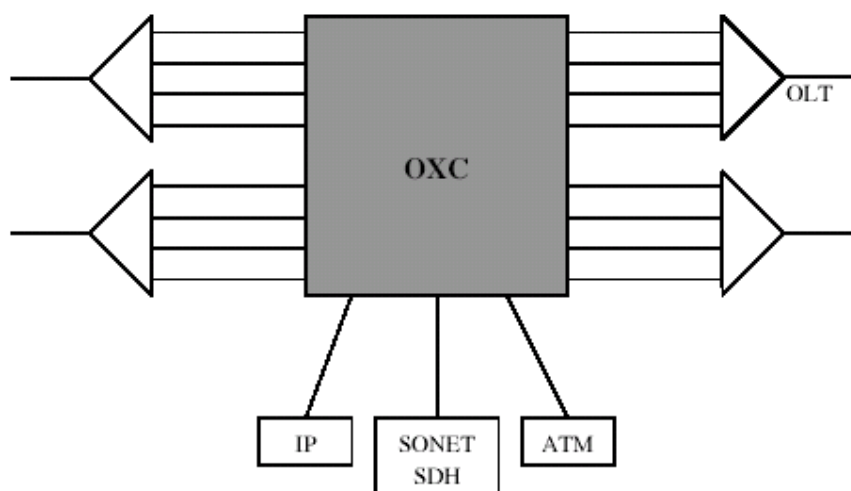
Có thể hỏi tại sao các transponders cần thiết ở giải pháp trong hình 2.7.a để điều khiển lưu lượng đi qua. Nói cách khác, tại sao ta không thể đơn giản loại bỏ các transponders và kết nối các bộ ghép kênh và phân kênh WDM giữa hai OLT ở node B một cách trực tiếp, như chỉ ra trong hình 2.7.b, hơn là thiết kế một OADM riêng biệt? Thực ra, điều này là có thể, các OLT được thiết kế để hỗ trợ khả năng này. Lớp vật lý được xây dựng cho các mạng phức tạp hơn nhiều các hệ thống điểm nối điểm. Ví dụ như trong một thiết kế hệ thống điểm nối điểm đơn giản, mức công suất đi vào node B từ node A có thể thấp đến mức nó không thể đi qua một đoạn khác được để đến node C. Tuy nhiên, cũng có những phương pháp đơn giản và rẻ tiền hơn để xây dựng các OADM.

2.2.4. Bộ kết nối chéo quang (OXC)

OADM là những phần tử mạng hữu ích để điều khiển các cấu trúc liên kết mạng đơn giản, như là cấu trúc tuyến tính trong hình 2.7 hoặc cấu trúc Ring, và số bước sóng tương đối vừa phải. Một phần tử mạng được yêu cầu thêm vào để điều khiển các cấu trúc mắt lưới phức tạp hơn và số các bước sóng lớn hơn, đặc biệt ở các vị trí trung tâm điều khiển một lượng lưu lượng lớn. Phần tử này là bộ kết nối chéo OXC. Một OXC cũng là phần tử mạng chính cho phép cấu hình lại các mạng quang, ở đó

các tuyến quang (lightpath) có thể được thiết lập và kết thúc khi cần thiết, mà không phải được cung cấp cố định.

Xét một trung tâm cung cấp dịch vụ lớn, ở đây có thể kết thúc nhiều kết nối, mỗi kết nối mang nhiều bước sóng. Một số bước sóng này không cần được kết thúc ở vị trí đó mà muốn đi đến node khác. OXC trong hình 2.8 thực hiện chức năng này. OXC làm việc kế bên các phần tử mạng SONET/SDH cũng như các bộ định tuyến IP và các chuyển mạch ATM, các thiết bị đầu cuối WDM và các bộ ghép kênh xen rớt như trong hình 2.8. Một cách điển hình một số các cổng OXC được kết nối đến các thiết bị WDM, các cổng khác nối đến những thiết bị kết cuối như là SONET/SDH ADMs, IP routers, ATM switches. Vì vậy, OXC cung cấp dung lượng hiệu quả hơn cho lưu lượng không kết thúc ở hub cũng như tập hợp lại lưu lượng từ những thiết bị được gắn vào mạng. Một số người nghĩ rằng một OXC như là một bộ chuyển mạch kết nối chéo với các thiết bị đầu cuối OLT xung quanh. Tuy nhiên, định nghĩa của chúng ta về OXC không chứa các OLT bao quanh, bởi vì nhà cung cấp nhìn OXC và OLT như những sản phẩm riêng biệt và thường mua OXC và OLT từ các nhà sản xuất khác nhau.



Hình 2.8. Một OXC cung cấp nhiều chức năng chính trong một mạng rộng.

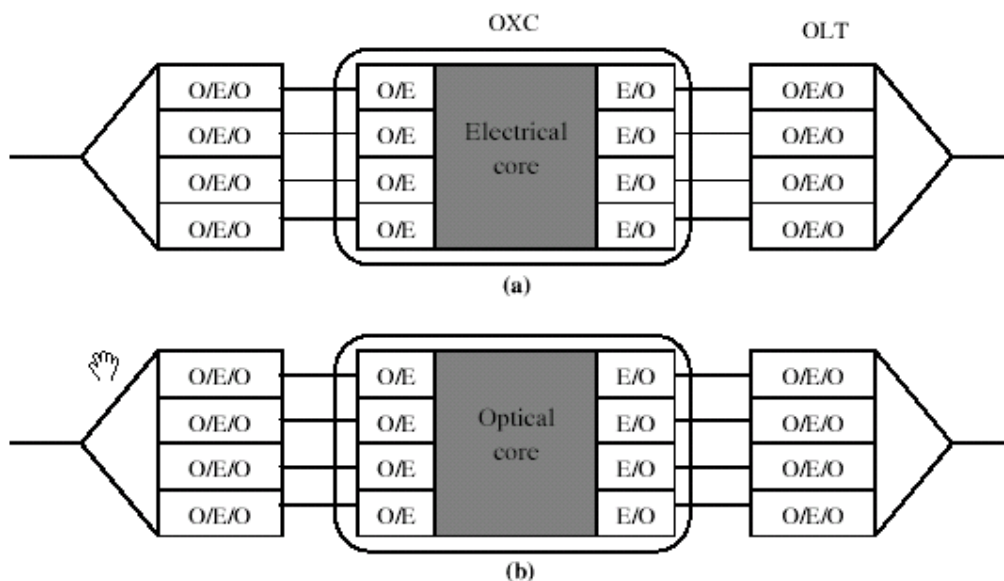
- **Cung cấp dịch vụ:** Một OXC có thể dùng để cung cấp các tuyến quang (lightpath) trong một mạng lớn theo một cách tự động, mà không phải thao tác bằng tay. Khả năng này trở nên quan trọng khi giải quyết số bước sóng lớn trong một nút

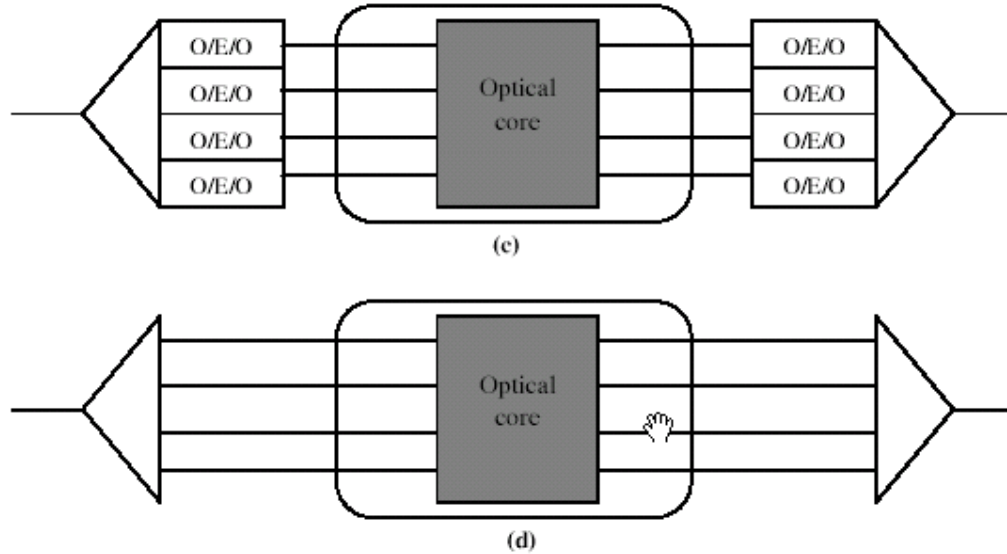
hoặc với số nút trong mạng lớn. Nó cũng quan trọng khi các tuyến quang (lightpath) trong mạng cần được cấu hình lại để đáp ứng với sự thay đổi lưu lượng. Các OXC có thể cấu hình từ xa đảm nhận chức năng này.

- **Bảo vệ:** Bảo vệ các tuyến quang (lightpath) khi sợi bị đứt và khi thiết bị gặp sự cố trong mạng là những chức năng quan trọng nhất được mong đợi từ một bộ kết nối chéo. Bộ kết nối chéo là một phần tử mạng thông minh mà có thể phát hiện ra sự cố trong mạng và nhanh chóng định tuyến lại các tuyến quang (lightpath). Các bộ kết nối chéo cho phép các mạng mắt lưới thật sự được triển khai. Các mạng này cung cấp hiệu quả sử dụng băng thông mạng một cách đặc biệt, so với các mạng Ring SONET/SDH.

- **Trong suốt đối với tốc độ bit:** Khả năng chuyển mạch các tín hiệu với tốc độ bit và các định dạng khung tùy ý là một thuộc tính mong muốn của các OXC.

- **Giám sát thực hiện, định vị lỗi:** Các OXC cho thấy các tham số của một tín hiệu ở những nút trung gian. OXC cho phép kiểm tra thiết bị và giám sát các tín hiệu đi xuyên qua nó.





Hình 2.9. Các cách triển khai OXC

- **Chuyển đổi bước sóng:** Ngoài việc chuyển mạch một tín hiệu từ cổng này sang cổng khác, OXC cũng có thể kết hợp thêm khả năng chuyển đổi bước sóng bên trong.

- **Ghép kênh:** Các OXC điều khiển các tín hiệu ngõ vào và ngõ ra ở tốc độ đường dây quang. Tuy nhiên, chúng có thể sáp nhập các khả năng ghép kênh để chuyển mạch lưu lượng nội tại.

Một OXC có thể được phân chia theo chức năng thành một trung tâm chuyển mạch và một khu liên hợp cổng. Trung tâm chuyển mạch chứa bộ chuyển mạch mà thực hiện chức năng kết nối chéo thực sự. Khu liên hợp cổng chứa các card được dùng như các giao diện để liên lạc với thiết bị khác. Các cổng giao tiếp có thể bao gồm các bộ chuyển đổi quang-điện (O/E), điện-quang (E/O) hoặc không.

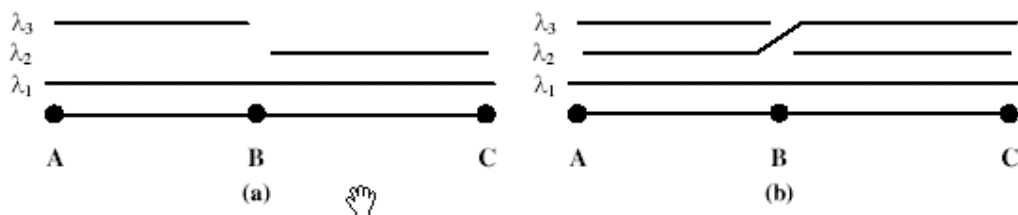
Các cấu hình OXC toàn quang:

Một số vấn đề liên quan đến cấu hình toàn quang ở hình 2.9. Như đã nói, cấu hình có thể hiệu quả về chi phí cao hơn so với các cấu hình khác, nhưng thiếu các chức năng chính như chuyển đổi bước sóng, và tái sinh tín hiệu. Các tín hiệu quang cần được khôi phục lại một khi đã truyền qua đoạn sợi hoặc các phân tử có suy hao khác.

Chuyển đổi bước sóng cần thiết để cải thiện sự sử dụng mạng. Ta sẽ minh họa

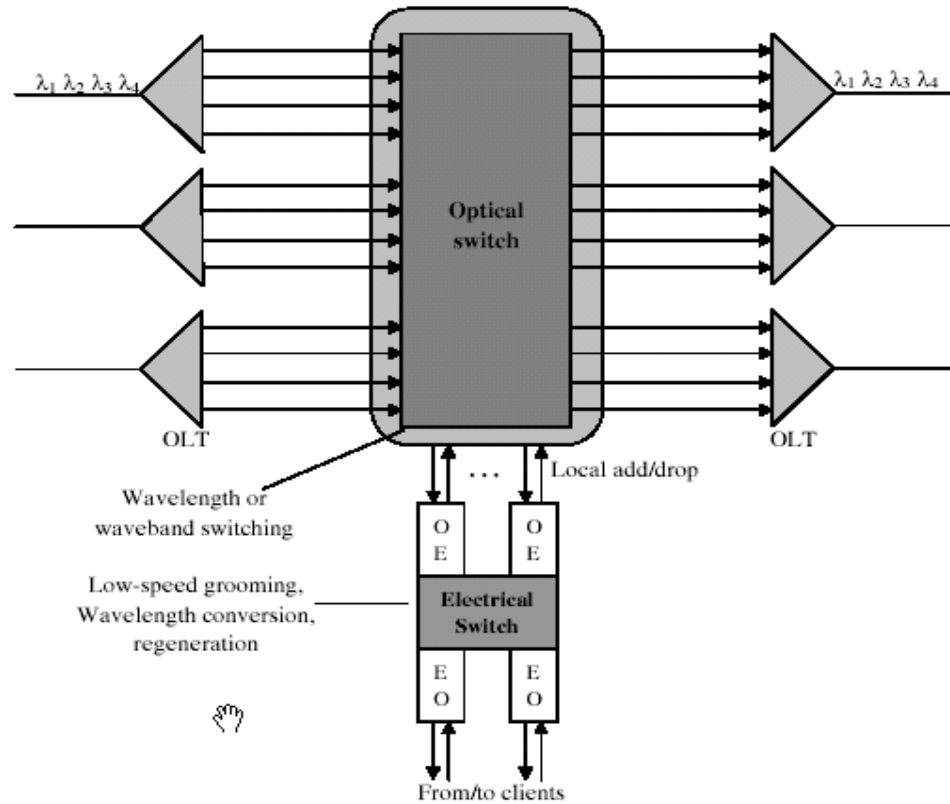
điều này với ví dụ được chỉ ra trong hình 2.10. Mỗi đường truyền trong mạng ba nút có thể mang ba bước sóng. Hiện thời ta có hai tuyến quang (lightpath) được thiết lập trên mỗi đoạn truyền dẫn trong mạng và cần thiết lập một tuyến quang (lightpath) mới từ nút A đến nút C. Hình 2.10.a chỉ ra trường hợp nút B không thể thực hiện chuyển đổi bước sóng. Mặc dù có những bước sóng rồi có thể dùng được trong mạng, nhưng cùng một bước sóng không có sẵn trên cả hai tuyến. Kết quả là, ta không thiết lập được tuyến quang (lightpath) mong muốn. Nói cách khác, nếu nút B có thể chuyển đổi bước sóng, ta có thể thiết lập lightpath như trong hình 2.10.b.

Lưu ý rằng các cấu hình 2.9.a, b và c đều cung cấp sự chuyển đổi bước sóng và tái sinh tín hiệu trong bản thân OXC hoặc sử dụng các bộ tiếp sóng gắn vào các OLT. Để các khả năng phục hồi tín hiệu, và chuyển đổi bước sóng, cấu hình ở hình 2.9.d được bổ sung để thêm vào bộ kết nối chéo lõi điện tử như trong hình 2.11. Cấu hình này cho phép hầu hết các tín hiệu được chuyển mạch trong miền quang, tối thiểu chi phí và làm cực đại dung lượng mạng, trong khi cho phép ta định tuyến các tín hiệu xuống lớp điện khi cần thiết. Như đã thảo luận ở trên, ta có thể tiết kiệm số cổng chuyển mạch quang bằng cách chuyển mạch các tín hiệu trong các băng bước sóng.



Hình 2.10. Hình vẽ minh họa sự cần thiết chuyển đổi bước sóng

Lưu ý rằng trong hình 2.11 bộ chuyển mạch quang không phải chuyển các tín hiệu từ bất cứ cổng vào đến bất cứ cổng ra. Ví dụ như, nó không cần chuyển mạch một tín hiệu đi vào ở bước sóng 1 đến một cổng ra mà được kết nối đến bộ ghép kênh khác thu vào bước sóng 2.

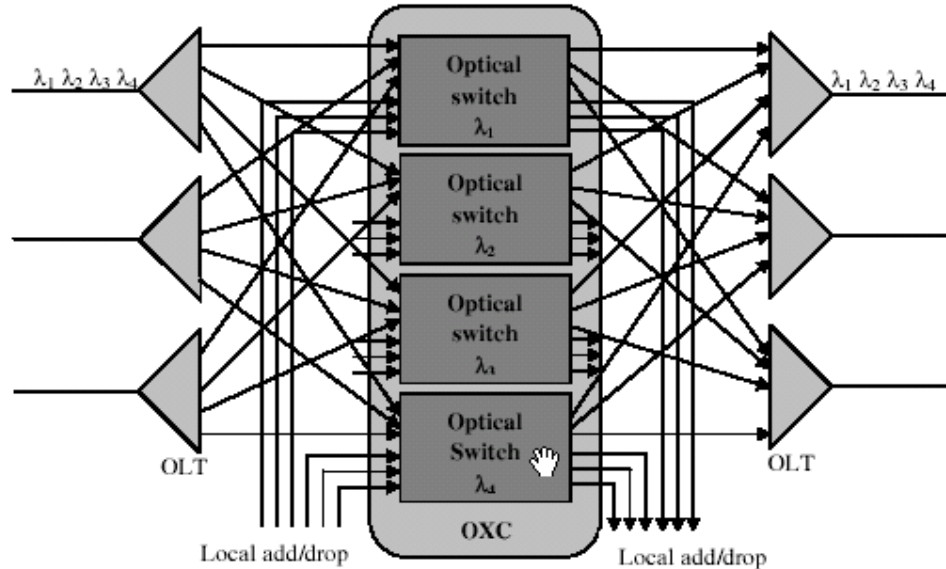


Hình 2.11. Nút mạng kết nối các bộ chéo lõi quang và bộ kết nối chéo lõi điện

Trong hình 2.12, tín hiệu vào trong các đôi sợi khác nhau trước tiên được phân kênh bởi các OLT. Tất cả các tín hiệu ở cùng một bước sóng cho trước được gửi đến một bộ chuyển mạch dành cho bước sóng đó, và các tín hiệu từ các ngõ ra của các chuyển mạch được ghép lại với nhau bằng các OLT. Trong một nút với F đôi sợi WDM và W bước sóng trên mỗi cặp sợi, sự xếp đặt này sử dụng F OLT và W bộ chuyển mạch $2F \times 2F$. Điều này cho phép bất cứ tín hiệu trên bất kỳ bước sóng vào được “rót” cục bộ. Ngược lại, cấu hình 2.12 sử dụng F OLT và một bộ chuyển mạch $2WF \times 2WF$ để cung cấp cùng dung lượng. Xét $F = 4$, $W = 32$, là những con số thực tế được dùng ngày nay. Trong trường hợp này, cấu hình 16 sử dụng 4 OLT và 32 bộ chuyển mạch 8×8 . Ngược lại, hình 2.12.b cần 4 OLT và một chuyển mạch 256×256 . Như đã biết, các bộ chuyển mạch quang càng lớn thì càng khó xây dựng hơn nhiều so với những chuyển mạch nhỏ.

Hình 2.11: Nút mạng kết nối các bộ kết nối chéo lõi quang và bộ kết nối chéo lõi

điện



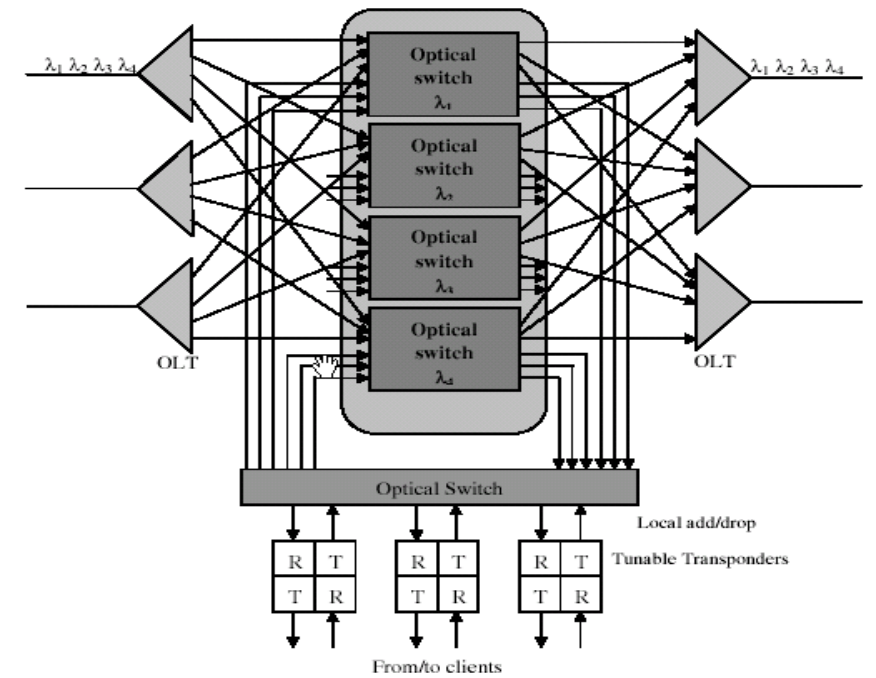
Hình 2.12

Do vậy, khi sử dụng phương pháp hình 2.12 mang lại một chọn lựa rẻ tiền hơn cho các bộ chuyển mạch quang kích thước lớn, không nghẽn. Tuy nhiên, ta không xem xét làm thế nào để tối ưu số bộ kết cuối xen/rót (là các transponder hoặc các giao diện O/E). Cả hai hình 2.11 và 2.12 giả thuyết rằng có đủ các cổng để kết thúc tất cả WF tín hiệu. Hầu như đây là trường hợp không khi nào xảy ra, vì chỉ một phần lưu lượng sẽ cần được lấy xuống và các thiết bị cuối thì đắt tiền. Và lại, nhận thấy rằng nếu ta thật sự cần WF kết thúc trên một chuyển mạch điện, giải pháp tốt nhất là sử dụng cấu hình lõi điện trong hình 2.10.a.

Nếu ta có tổng cộng T thiết bị cuối, tất cả đều có các laser chỉnh được bước sóng và ta muốn “rót” bất cứ tín hiệu nào trong số WF tín hiệu, điều này yêu cầu một chuyển mạch quang $T \times WF$ thêm vào giữa những bộ chuyển mạch và các thiết bị cuối, như trong hình 2.13. Ngược lại, với một bộ chuyển mạch không nghẽn kích thước lớn, ta chỉ đơn giản kết nối T thiết bị cuối đến T cổng của bộ chuyển mạch này, tạo ra một chuyển mạch $(WF + T) \times (WF + T)$.

Tóm lại, sử dụng phương pháp hình 2.12, ta cần phải tính luôn vào số sợi, phần

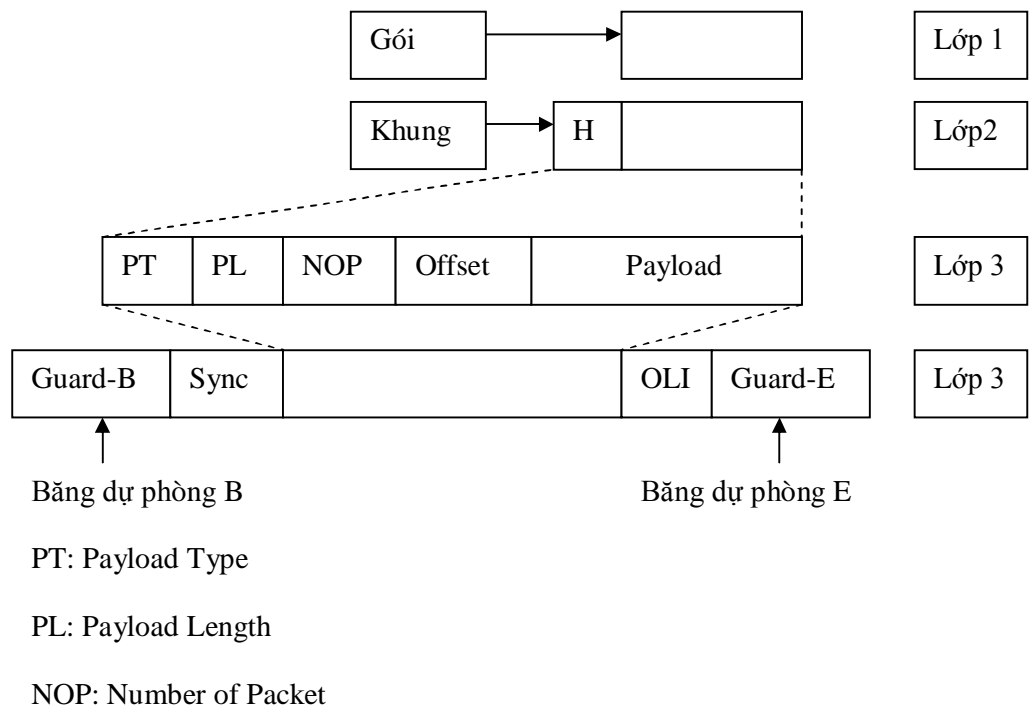
lưu lượng được “xen/rót”, số bộ kết cuối và các khả năng điều chỉnh cũng như các thông số riêng biệt trong thiết kế.



Hình 2.13

2.3. Quá trình tạo chòm.

2.3.1. Cấu trúc khung của chòm.



Hình 2.14. Cấu trúc khung của chùm.

2.3.2. Giá trị offset của chùm

Offset là khoảng thời gian tính từ khi truyền bit đầu tiên của gói điều khiển đến khi truyền bit đầu tiên của chùm dữ liệu (xét tại nút nguồn). Trên cơ sở độ lớn của giá trị offset, OBS có thể được chia thành 3 loại như sau:

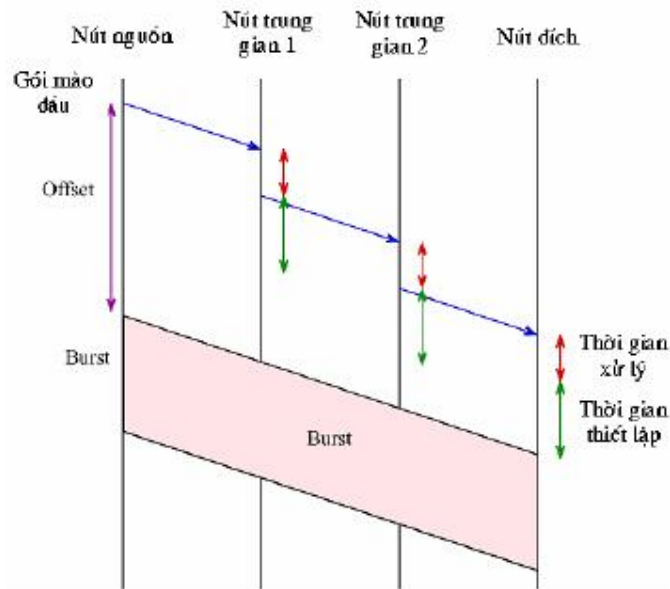
- Không có sự dành riêng nào: Chùm được gửi tức thì sau khi gửi gói điều khiển. Như vậy giá trị Offset chỉ là thời gian truyền của gói điều khiển. Sơ đồ này chỉ được ứng dụng khi thời gian thiết lập cấu hình chuyển mạch và thời gian xử lý chuyển mạch cho một gói điều khiển là rất ngắn. Sơ đồ này hoạt động gần giống với sơ đồ chuyển mạch gói quang.
- Dành riêng một chiều: Chùm được gửi sau một thời gian ngắn sau gói điều khiển và nút nguồn không cần đợi phản hồi từ nút đích. Bởi vậy giá trị Offset là khoảng giữa thời gian truyền của gói điều khiển và trễ một chiều của gói điều khiển.

- Dành riêng hai chiều: Offset là thời gian cần thiết để nhận được một sự xác nhận (phản hồi) của nút đích. Loại này giống chuyển mạch kênh quang, nó phải chịu một thời gian trễ hai chiều để thiết lập đường truyền dẫn, và từ đó duy trì tài nguyên gói điều khiển, sự phân phát các chùm được bảo đảm. Tuy nhiên thời gian offset dài, gây trễ dữ liệu lớn.

Trong mạng OBS, gói điều khiển và chùm dữ liệu được tách biệt tại nút nguồn (cũng như các nút trung gian kế tiếp) bởi một giá trị offset. Giá trị offset này đã tính đến thời gian gói mào đầu được xử lý tại mỗi nút trong khi chùm được đệm ở nút nguồn, do đó không cần dây trễ quang ở các nút trung gian. Thông báo điều khiển cũng cho biết chiều dài chùm với mục đích để một nút được nhận biết khi nó muốn định lại cấu hình chuyển mạch của nó cho các chùm tiếp theo, công nghệ này gọi là sự định trễ (DR: Delay Reservation).

Gọi $T_i^{(p)}$ là trễ xử lý gói mào đầu chùm ở một nút chuyển mạch trung gian; $T_d^{(p)}$ là trễ xử lý gói mào đầu chùm ở một nút chuyển mạch đích; $T_d^{(s)}$ là thời gian thiết lập cấu hình chuyển mạch ở nút đích. Giá trị offset ứng với giao thức JET là:

$$Offset_{JET} = (\sum_i T_i^{(p)}) + T_d^{(p)} + T_d^{(s)} \quad (2.1)$$



Hình 2.15. Giá trị Offset trong giao thức JET

Việc tính giá trị offset trong giao thức JET được minh họa trong hình 2.15 với một đường truyền gồm hai nút chuyển mạch trung gian giữa nút nguồn và nút đích của chùm. Giá trị offset cần phải đủ lớn để bù vào thời gian xử lý gói mào đầu chùm ở hai nút chuyển mạch trung gian và nút đích cộng với thời gian thiết lập chuyển mạch ở nút đích. Nếu thời gian offset nhỏ hơn giá trị đó, thì có khả năng chùm đến một nút chuyển mạch trước khi nút sẵn sàng để chuyển chùm qua.

Một vấn đề nảy sinh trong việc tính toán giá trị offset cho JET là phải xác định được số nút chuyển mạch trung gian (hops) giữa nguồn và đích. Trong các mạng OBS, thông tin về số lượng các hops trong một đường dẫn thông thường là không sẵn có; thậm chí khi những thông tin này bằng cách nào đó được biết thì do ảnh hưởng của lộ trình thay đổi, nó cũng không được đảm bảo tính hợp lệ khi sử dụng.

Như vậy cần phải có một giá trị offset mà không phụ thuộc vào đường truyền sử dụng và không yêu cầu sự trao đổi thông tin giữa các nút mạng với nhau. Như chúng ta đã biết từ biểu thức (2.1), thành phần của giá trị offset mà phụ thuộc vào đường dẫn giữa nút nguồn và nút đích là tổng thời gian xử lý tại nút trung gian. Dựa vào những tiến bộ gần đây trong chế tạo phần cứng cho các giao thức truyền thông, có thể giả thiết thời gian xử lý $T_i^{(p)}$ trong biểu thức (2.1) là rất ngắn trong hầu hết các chức năng chung của giao thức báo hiệu. Trong trường hợp này, các dây trễ quang có thể được sử dụng một cách hợp lý ở các nút trung gian làm trễ mỗi chùm ngõ vào một lượng thời gian cân bằng với $T_i^{(p)}$. Như vậy, bằng cách dùng các dây trễ, số hạng đầu tiên bên vế phải của biểu thức (2.1) có thể được bỏ qua khi tính toán giá trị offset. Chúng ta gọi sơ đồ mới này là giao thức có trễ đích (ODD: Only Destination Delay) và giá trị offset trong biểu thức (2.1) được viết lại:

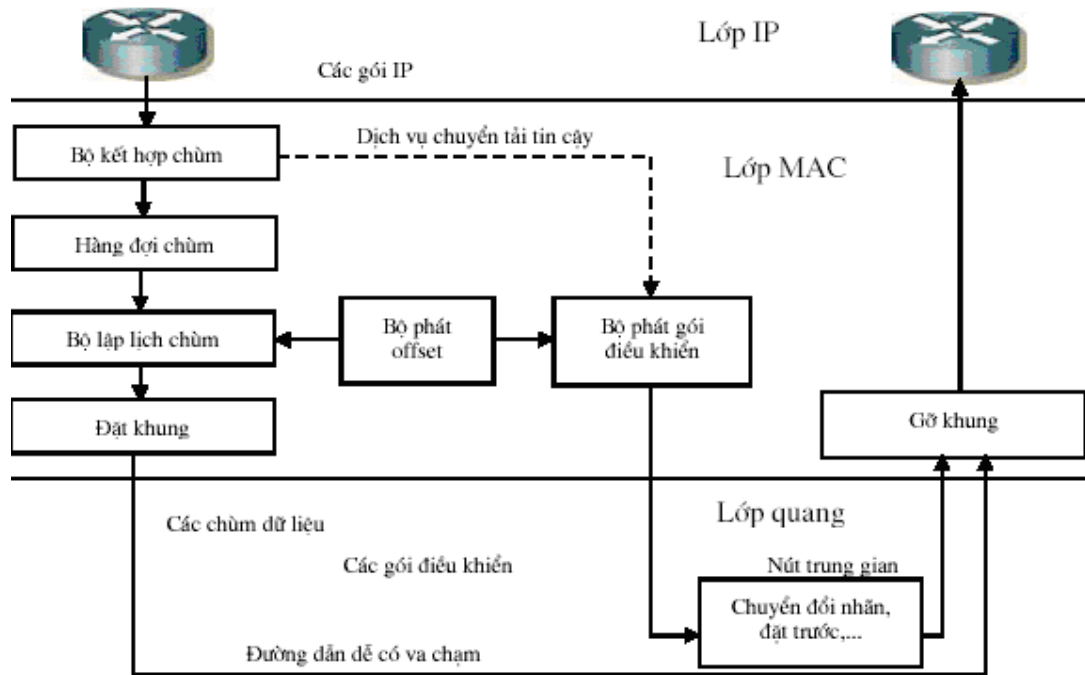
$$Offset_{ODD} = T_d^{(p)} + T_d^{(s)} \quad (2.2)$$

Hơn nữa, thay vì sử dụng các giá trị đặc trưng của nút đích như trễ xử lý và trễ chuyển mạch trong biểu thức (2.2), một phương pháp sử dụng một giá trị offset không thay đổi bằng cách lấy giá trị offset lớn nhất của những tham số này ở tất cả các nút chuyển mạch đích. Một hằng số offset mà không phụ thuộc vào đường dẫn (số các hops) tới nút đích đã làm đơn giản hóa đáng kể trong việc thiết kế và thực

thi các giao thức báo hiệu và các chuyển mạch quang cho mạng chuyển mạch chùm quang.

Như vậy, có một khoảng trễ giữa truyền gói điều khiển và truyền chùm quang. Trễ này có thể được đặt lớn hơn tổng thời gian xử lý của gói điều khiển dọc đường dẫn. Khi chùm đến mỗi nút trung gian, gói điều khiển được xử lý xong và một kênh trên cổng ra đã được chỉ định. Do đó không cần đệm chùm tại nút. Đây là đặc trưng rất quan trọng của OBS, vì các bộ đệm quang rất khó thực hiện.

2.3.3. Hoạt động lớp OBS MAC



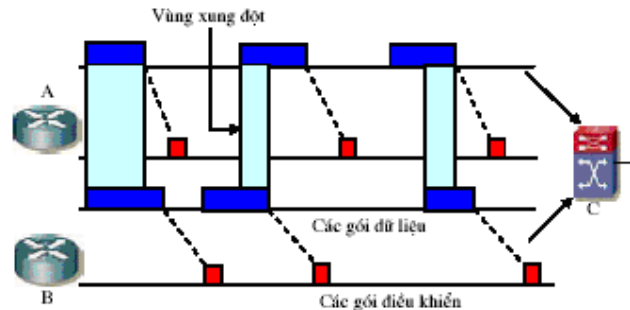
Hình 2.16. Giao diện MAC giữa các lớp IP và OBS

Lớp MAC được yêu cầu giữa các lớp IP và quang để thực thi các chức năng này, lớp quang sử dụng OBS là một trung gian truyền dẫn tin cậy đảm bảo xác suất suy hao chùm thấp. Hình 2.16 minh họa các khối chức năng cần thiết tại lớp OBS MAC. Các chức năng chính mà lớp OBS MAC phải thực hiện tại router vào là:

- Kết hợp các gói IP vào các chùm.
- Khi một chùm nằm ở đầu của hàng đợi chùm thì xác định giá trị offset được sử dụng cho chùm này và tạo ra gói điều khiển chứa thông tin về offset này, độ dài của chùm và thông tin định tuyến (nhãn).
- Đóng khung chùm sau khi thời gian offset đã hết và gửi chùm vào lớp quang. Tại router ra, lớp OBS-MAC chỉ đơn giản bỏ khung các chùm và tách các gói IP ra khỏi chùm.

Một vấn đề thiết kế OBS MAC quan trọng là xác định offset giữa gói điều khiển và chùm dữ liệu tương ứng. Tất nhiên, offset cần phải đủ lớn để cho phép xử lý các gói điều khiển tại các kết nối chéo quang nhằm tối thiểu hoá hoặc loại bỏ ðệm quang. Hơn nữa, thuật toán xác định offset có thể được phát triển để giảm xung ðột giữa các chùm dữ liệu từ các router vào khác nhau đến một nút trong lớp quang.

Phương thức thiết lập offset cố định JET (Just Enough Time) được đề xuất để đưa ra QoS tốt hơn cho lưu lượng mức ưu tiên cao nhờ việc gán các giá trị offset dài hơn cho các chùm của nó. Tuy nhiên, phương thức này không ổn định trong môi trường phân tán vì sự va chạm tại các nút trung gian giữa các chùm đi từ các nguồn phân tán rải rác.



Hình 2.17. Minh họa các gói điều khiển đi từ router A và B

Hình 2.17 minh họa trường hợp các gói điều khiển đi từ hai router A và B gần như đồng bộ. Nếu cơ chế offset được sử dụng, nút C trung gian có thể đáp ứng (giả thiết không có bộ đệm) yêu cầu đặt trước của A và B. Điều này dẫn đến tỉ lệ nghẽn chùng cao.

Một giải pháp khác là ngẫu nhiên hoá quá trình tạo offset. Thí dụ có thể sử dụng phương thức thống kê để xác định các offset tại router vào. Giải pháp này có một số ưu điểm sau:

- Nó điều chỉnh tốc độ trung bình mà các chùm dữ liệu được phóng đi vào lớp OBS WDM.

- Chiến lược thiết lập offset ở trên tác động đến đặc tính ưu tiên đối với dòng các chùm dữ liệu tại từng nút mà nó đi qua giữa cặp router vào-ra. Điều này là có ích cho kỹ thuật lưu lượng và các mục đích cung cấp QoS.

Việc kết hợp các gói IP thành các chùm dữ liệu là một chức năng quan trọng khác được thực hiện tại lớp OBS MAC ở router vào. Ở đây, kích thước chùm là một tham số thiết kế quan trọng. Tốc độ xử lý điện của kênh điều khiển sẽ hạn chế số gói điều khiển và do vậy sẽ hạn chế các chùm dữ liệu có thể được chuyển tải trên một đơn vị thời gian qua kênh quang. Chú ý rằng tất cả các gói đi qua kết nối chéo

có nghĩa là một chùm dữ liệu được chuyển tiếp qua nút đó trong phạm vi toàn quang. Do vậy nếu tỉ số của độ dài chùm dữ liệu với độ dài gói điều khiển là α thì việc truyền dữ liệu có thể thực hiện ở tốc độ gấp α lần tốc độ điện. Tuy nhiên, kích thước chùm không được quá lớn vì nó tạo trễ do các gói IP gây ra. Đây là vấn đề quan trọng đối với các ứng dụng thời gian thực yêu cầu trễ end-to-end một cách chặt chẽ. Hơn nữa, một số loại phương thức lập lịch ưu tiên có thể được sử dụng để cung cấp QoS khác nhau cho các gói IP khác nhau. Các hàng đợi riêng biệt sau đó có thể được cung cấp cho các chùm dữ liệu tại router vào tùy thuộc vào mức QoS của chùm.

Các gói IP phải đi qua các lớp WDM MAC và quang. Trễ do các gói IP gặp phải bao gồm thành phần cố định của trễ truyền qua lớp quang và thành phần thay đổi khi luồng lưu lượng đi qua lớp WDM MAC. Trước tiên, các gói IP phải chịu trễ trong quá trình kết hợp chùm. Đây là thời gian khi một gói IP được cung cấp cho việc kết hợp chùm và thời gian mà chùm có chứa gói này được đưa vào hàng đợi chùm. Trễ này chủ yếu được xác định bằng kích thước chùm tối đa và có thể được giới hạn trên bằng việc kết hợp chùm dựa trên bộ định thời. Trễ này phụ thuộc vào kiểu thống kê quá trình đến của gói và bản chất của thuật toán lập lịch trình chùm được sử dụng. Cuối cùng, trễ offset bổ sung có thể là cố định (do tạo offset cố định) hoặc thay đổi. Do vậy, tổng trễ T_{MAC} của gói ở lớp OBS WDM sẽ bao gồm T_{BA} , T_{BQ} và T_{BO} tương ứng với các trễ gặp phải trong khi kết hợp chùm, hàng đợi và duy trì offset giữa gói điều khiển và chùm. Trễ trung bình tại lớp OBS MAC cho gói đầu tiên trong chùm có thể được tính như sau:

$$T_{MAC} = \frac{\overline{S_B}}{R_{IP}} + T_{BQ} + T_{BO} \quad (2.3)$$

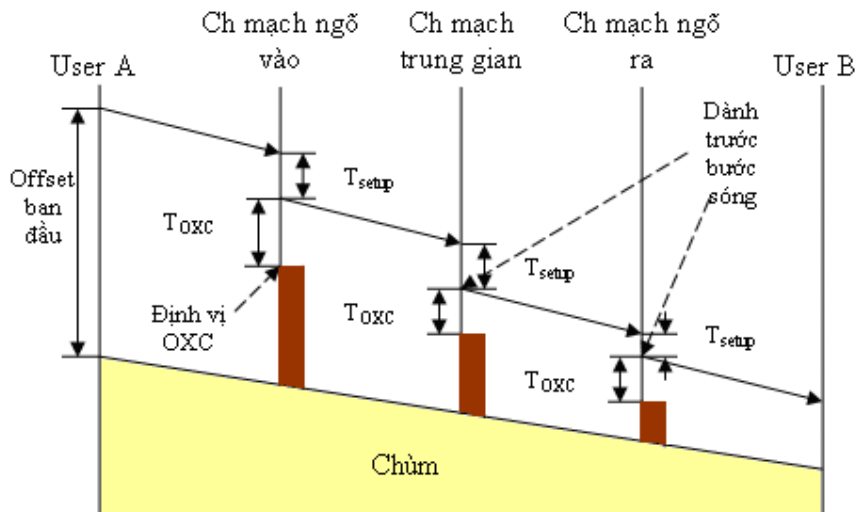
Trong đó $\overline{S_B}$ là kích thước chùm tối đa và R_{IP} là tốc độ đến trung bình của lưu lượng IP.

2.4. Các giao thức thiết lập kết nối

2.4.1. Tell And Go (TAG)

Đây là chiến lược dành trước lập tức (trực tiếp). Trong TAG, gói điều khiển được truyền đi trên một kênh điều khiển và theo sau là chùm dữ liệu, chùm dữ liệu được truyền trên kênh dữ liệu có offset là zero hay không đáng kể. Gói điều khiển dành trước bước sóng và đệm tại mỗi nút trung gian trên dọc tuyến cho chùm dữ liệu. Khi chùm dữ liệu đến một nút trung gian, nó được đệm bằng cách sử dụng FDL trong khi xử lý gói điều khiển đã hoàn tất. Sau đó chùm dữ liệu được truyền trên kênh đã dành trước. Nếu không có bước sóng nào hiệu lực để dành trước, chùm sẽ bị loại bỏ và một bản tin NACK được gửi về nguồn. Nút nguồn sẽ gửi gói điều khiển khác để phóng thích dành trước bước sóng trên tuyến. Bộ đệm quang là một hạn chế của phương pháp này. Hơn thế nữa, nếu gói điều khiển “phóng thích” được gửi để phóng thích dành trước bằng thông trên tuyến bị mất, thì những bước sóng này sẽ không được phóng thích và điều này gây lãng phí băng thông.

2.4.2. Just In Time (JIT)



Hình 2.18. Giao thức JIT

Đây cũng là phương pháp dành trước bước sóng lập tức. Ở đây, một bước sóng ngõ ra được dành trước cho chùm khi xử lý gói điều khiển đã hoàn tất. Nếu bước sóng không hiệu lực, chùm bị loại bỏ. Sự khác nhau JIT và TAG là việc đệm chùm dữ liệu tại mỗi nút được loại bỏ bằng việc thêm vào một khoảng thời gian

(offset) giữa gói điều khiển và chùm dữ liệu. Khi đó băng thông được dành trước ngay lập tức sau khi xử lý gói điều khiển, bước sóng sẽ không dùng đến từ lúc dành trước được thiết lập cho đến khi bit đầu tiên của chùm dữ liệu đến nút, đây là nguyên nhân có offset giữa gói điều khiển và chùm dữ liệu. Khi giá trị offset giảm thì gói điều khiển gần như đến đích, khoảng thời gian trống không dùng đến cũng giảm. Một thiết bị báo hết băng được đặt tại mỗi nút khi mỗi chùm kết thúc được sử dụng để phóng thích bước sóng dành trước sau khi truyền đi chùm dữ liệu. Sự dành trước bước sóng trong giao thức JIT tại một nút trung gian được thể hiện trong hình 2.18.

t là thời gian một gói điều khiển đến tại một nút OBS trên tuyến đến đích.

T_{Setup} là lượng thời gian mà một nút OBS phải mất để xử lý gói điều khiển.

T_{offset} là giá trị offset của một chùm, được tính là khoảng thời gian giữa gói điều khiển và chùm dữ liệu. Giá trị offset phụ thuộc vào:

- ✓ Phương pháp dành trước bước sóng.
- ✓ Số lượng nút mà chùm phải qua.

T_{OXC} là lượng thời gian để OXC định hình cấu trúc chuyển mạch để thiết lập kết nối từ ngõ vào đến ngõ ra.

Đầu tiên, việc xử lý gói điều khiển được hoàn tất trong thời gian $t+T_{Setup}$, một bước sóng được dành trước ngay lập tức cho chùm vào và hoạt động định vị cấu trúc OXC để chuyển mạch chùm được bắt đầu. Khi hoạt động này hoàn thành lúc $t+T_{setup}+T_{OXC}$, OXC sẵn sàng chuyển mạch chùm.

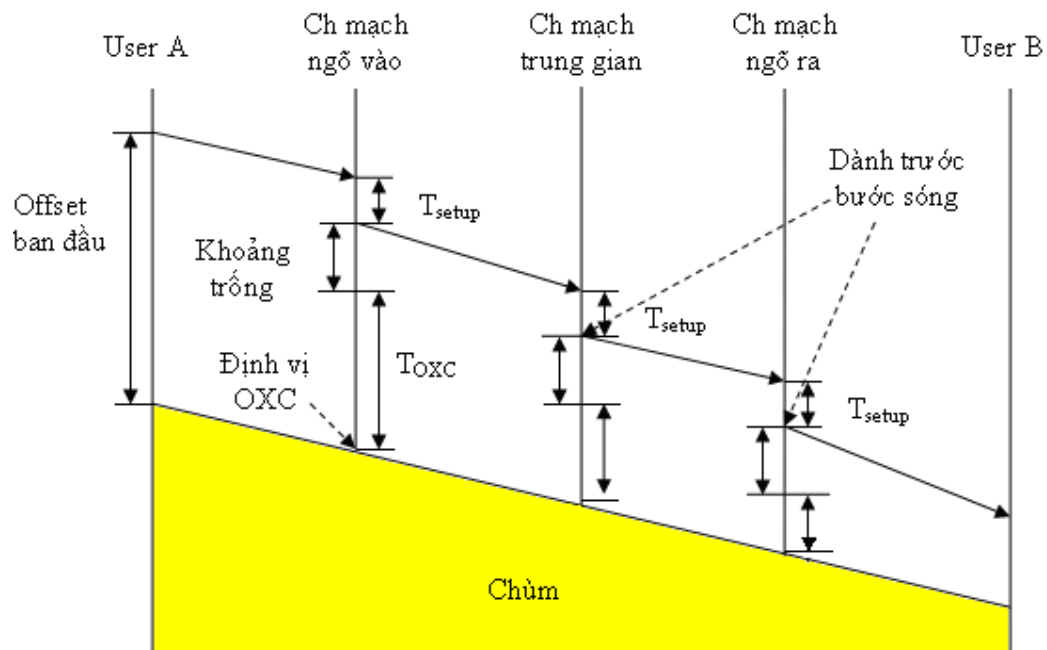
Chú ý rằng chùm sẽ không đến nút OBS cho đến khi thời gian là $t+T_{offset}$. Vì vậy kết quả bước sóng còn lại không dùng là khoảng thời gian $T_{offset}-T_{setup}-T_{OXC}$. Dẫn đến giá trị offset giảm trên dọc tuyến đến đích.

2.4.3. Just Enough Time (JET)

Đây không là phương pháp dành trước lập tức, ở đây kích thước chùm được quyết định trước khi gói điều khiển được truyền đi từ nguồn. Offset giữa gói điều khiển và chùm dữ liệu cũng được tính toán trên cơ sở lượng bước sóng truyền giữa nguồn và đích. Tại mỗi nút, nếu băng thông có hiệu lực, gói điều khiển dành trước

bước sóng cho chùm đưa vào trong khoảng thời gian xác định. Sự dành trước được tạo từ lúc khi bit đầu tiên của chùm dữ liệu đến nút cho đến khi bit cuối cùng của chùm dữ liệu được truyền đến ngõ ra. Sự khác nhau thời gian không sử dụng bước sóng giữa JET và JIT, khi bước sóng được dành trước có khoảng thời gian xác định, không cần có tín hiệu để phóng thích dành trước bước sóng dọc tuyến. Khi đó không có lãng phí băng thông trong phương pháp này.

Hoạt động dành trước từ từ của JET được thể hiện trong hình 2.19



Hình 2.19. Giao thức JET

Gói điều khiển đến tại một nút OBS trong thời gian t , lượng offset là T_{offset} và độ dài của chùm dữ liệu là Δ . Bit đầu tiên của chùm đòi hỏi đến trong thời gian $t_1 = t + T_{\text{offset}} - T_{\text{OXC}}$ và kết thúc tại $t_1 + \Delta$. Tại thời gian t_0 , nút OBS chỉ thị cấu trúc OXC để định vị nó chuyển mạch để mang chùm dữ liệu, và hoạt động này hoàn thành trước khi bit đầu tiên của chùm đến. Vì vậy, trong khi giao thức dành trước lập tức chỉ thừa nhận chú ý dành trước cho mỗi bước sóng ngõ ra. Phương pháp dành trước từ từ cho phép nhiều bản tin setup để thiết lập dành trước tiếp theo trên một bước sóng. Một khoảng trống được tạo trên bước sóng ngõ ra trong khoảng thời gian

$t+T_{\text{setup}}$, khi hoạt động dành trước cho chùm ngõ vào được hoàn tất và thời gian $t_1=t+T_{\text{offset}}-T_{\text{OXC}}$. Khi đó bước sóng ngõ ra mới thật sự được dành trước

2.5. Các giải pháp điều khiển nghẽn.

Giải quyết nghẽn cần thiết để trong trường hợp hai hay nhiều chùm cùng chiếm giữ trên cùng một liên kết và cùng bước sóng trong cùng thời gian. Trong chuyển mạch gói quang thì điều này được khắc phục bằng việc đệm những gói tranh chấp. Trong chuyển mạch chùm quang, khi hai hay nhiều chùm cùng tranh chấp cùng bước sóng và cùng trong khoảng thời gian đó, thì chỉ một trong số chiếm giữ băng thông.

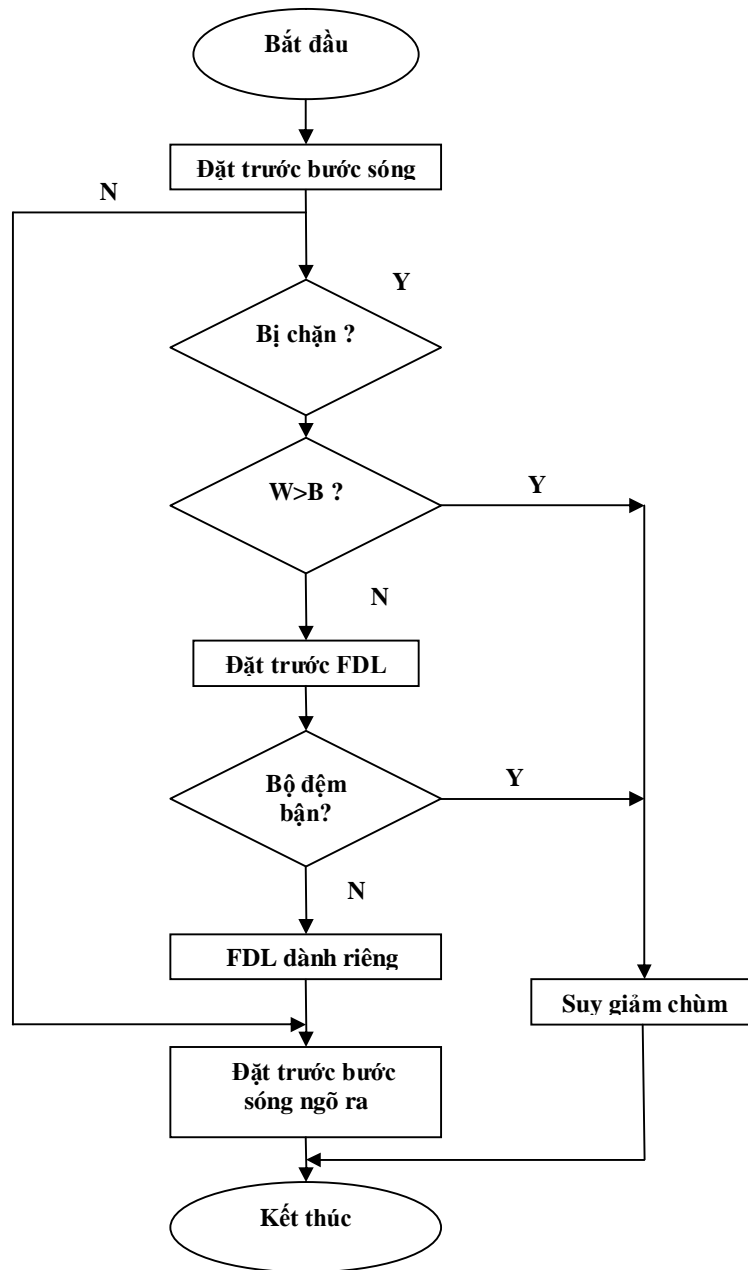
- Yêu cầu bước sóng: thể hiện ý nghĩa của chuyển đổi bước sóng, một chùm có thể được gửi đi trên kênh bước sóng ngõ ra khác nhau.
- Yêu cầu thời gian: bằng việc sử dụng một FDL đệm, một chùm có thể được làm trễ cho đến khi nghẽn được giải quyết. Trái với việc đệm trong điện, FDL chỉ cung cấp một độ trễ xác định và dữ liệu đưa vào FDL cùng một kiểu mà chúng đăng kí.

Khi không có kênh nào có hiệu lực và nghẽn không thể giải quyết được bởi những yêu cầu ở trên, một hay nhiều chùm phải bị loại bỏ.

2.5.1. Bộ đệm quang

Bộ đệm quang đạt được qua việc sử dụng FDL. Vì thiếu bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên, hiện tại FDL chỉ là phương pháp để thi hành đệm quang. Một bộ đệm có thể được sử dụng giữ một gói trong một lượng thời gian. Trong cấu trúc một số bộ đệm quang, kích thước những bộ đệm bị giới hạn nghiêm ngặt, không chỉ bởi việc đảm bảo tín hiệu mà cả giới hạn về không gian vật lý. Những FDL thì thường công kênh. Để làm trễ một gói trong 5us thì cần trên một km sợi quang. Bởi vì giới hạn kích thước của bộ đệm quang, một nút không thể điều khiển tải lớn hay chùm lưu lượng lớn. Hơn thế nữa, sự phân tán tín hiệu và suy giảm tín hiệu là hạn chế mà FDL gặp phải. Vì những hạn chế đó, FDL chỉ có thể chấp nhận trong những chuyển mạch đầu tiên nhưng không mang lại tính thương mại.

Chiến lược đặt trước để giải quyết nghẽn bằng bộ đệm quang gồm hai giai đoạn: đặt trước bước sóng tại ngõ ra và đặt trước FDL trong bộ đệm quang. Trong suốt giai đoạn đặt trước bước sóng, trước tiên người lập trình kiểm tra yêu cầu bước sóng tại ngõ ra, nếu bước sóng rảnh tại $t+\Delta$ và khoảng thời gian rảnh đủ lớn để cấp cho chùm dữ liệu, thì lập tức bước sóng này được đặt trước. Nếu bước sóng đó không hiệu lực trong khoảng thời gian đó, thì đợi một thời gian cực tiểu W để tính toán đặt trước bước sóng. Nếu $W>D$ (độ trễ của sợi quang), chùm dữ liệu phải bị loại bỏ, kể từ đó FDL không tạo được độ trễ. Trong trường hợp $W\leq D$, đặt trước của FDL được thực hiện. Bước sóng đặt trước được tạo trong thời gian lâu nhất và cho đến khi chùm dữ liệu được đệm qua FDL đã đặt trước. Chùm dữ liệu sẽ được truyền đi từ FDL đến bước sóng ngõ ra đã được đặt trước. Trong trường hợp cả yêu cầu bước sóng và FDL không hiệu lực thì chùm sẽ bị loại bỏ. Bộ đệm quang được sử dụng kết hợp với những phương pháp giải quyết nghẽn như biến đổi bước sóng và định lệch hướng đi. Tuy nhiên chúng không khả thi cho phát triển mạng lớn.



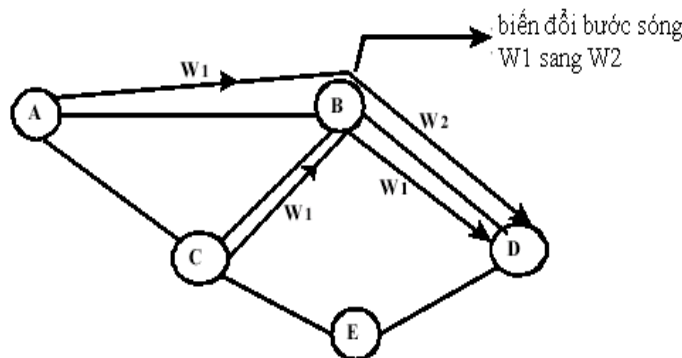
Hình 2.20. Giải quyết nghẽn sử dụng FDL

2.5.2. Biến đổi bước sóng

Trong những mạng định tuyến bước sóng, các tuyến quang (lighpath) đòi hỏi phải vận chuyển các bản tin, tính liên tục của bước sóng phải đáp ứng thông tin thành công. Nếu một tuyến rảnh nhưng không có bước sóng nào hiệu lực trên tuyến đó thì nó không thể sử dụng để thiết lập một lighpath.

Biến đổi bước sóng là quá trình biến đổi một bước sóng ở một kênh ngõ vào đến bước sóng khác trên kênh ngõ ra khác. Bộ biến đổi bước sóng là thiết bị làm nhiệm vụ đó. Biến đổi bước sóng được phân thành: biến đổi quang-điện, và biến đổi toàn quang. Bất lợi của biến đổi quang – điện (độ phức tạp và tiêu hao công suất lớn) thì lớn hơn biến đổi toàn quang.

Khái niệm biến đổi bước sóng được thể hiện trong hình 2.21. Thấy rằng kết nối yêu cầu thiết lập giữa hai nút (C,D) và (A,D). Cả hai kết nối này sẽ chọn bước sóng W_1 trên liên kết BD. Chỉ có một trong hai kết nối được chấp nhận, đó là kết nối (C,D). Bước sóng W_2 có hiệu lực trên liên kết BD. Khi đó kết nối (A,D) không thể đáp ứng liên tục bước sóng, nó sẽ bị loại bỏ, nhưng bằng việc biến đổi bước sóng của kết nối (A,D) từ W_1 sang W_2 , kết nối có thể được định tuyến trên liên kết BD. Vì vậy kết nối sẽ thành công bằng việc sử dụng khả năng biến đổi bước sóng.



Hình 2.21. Biến đổi bước sóng

2.5.3. Làm lệch hướng đi

Làm lệch hướng **CHƯƠNG 3. GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN**

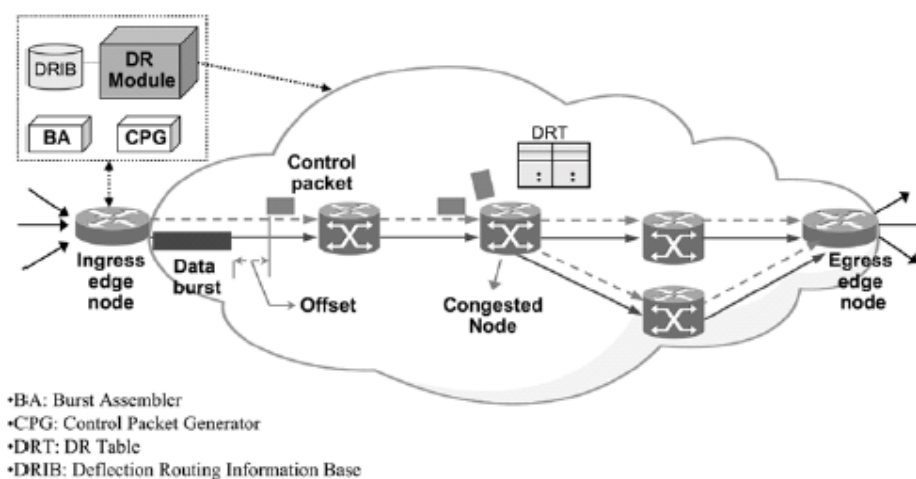
NGHẼN TRONG MẠNG OBS BẰNG PHƯƠNG PHÁP LÀM LỆCH HƯỚNG ĐI

Giới thiệu chương

Có nhiều phương pháp có thể giải quyết nghẽn trong mạng chuyển mạch chùm quang, giải pháp đưa ra trong phần này là thuật toán làm lệch hướng đi của

chùm dữ liệu khi xảy ra sự cố làm nghẽn mạng. Phần này giới thiệu phương pháp làm lệch hướng đi của chùm và quyết định chọn tuyến làm lệch hướng như thế nào.

3.1. Thuật toán định tuyến làm lệch hướng đi.



Hình 3.1. Cấu trúc mạng OBS với kỹ thuật làm lệch hướng đi

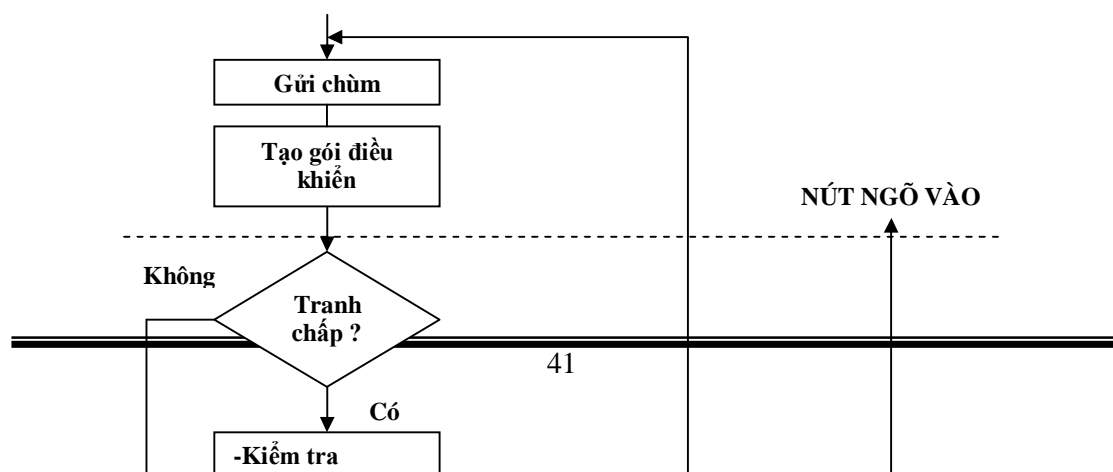
Hình 3.1 chỉ cấu trúc mạng OBS cơ bản, và có thể hiện thuật toán làm lệch hướng đi. Trong khi xử lý gói điều khiển để truyền đi chùm trên tuyến chính, nếu chùm cảm thấy nghẽn thì một gói điều khiển khác được bắt đầu từ nút nghẽn trung gian và chùm được truyền qua một tuyến lựa chọn từ nút trung gian đó. Tuy nhiên thuật toán của chúng ta có thêm nhiều yếu tố để quyết định định tuyến. trước hết nó xác định có lựa chọn tuyến cho cho một chùm được hay không hay loại bỏ và thực hiện gửi lại từ nút nguồn. Xác định đó dựa trên những tiêu chuẩn. Trong hình 3.2 chỉ ra sơ đồ quan hệ với hình 3.1. Để thực hiện thuật toán làm lệch hướng trong hình 3.1 và 3.2 có database quản lý quan hệ mật thiết với thông tin định lệch hướng (DRIB) tại nút OBS rìa. DRIB lưu trữ những thông tin quản lý lớp quang với lớp DWDM và IP của mạng.

Nút rìa gửi đi những gói điều khiển đặc biệt mang thông tin cần thiết cho mạng OBS, thể hiện cấu trúc hoạt động, quản lý và bảo dưỡng. Cấu trúc này cập nhật DRIB để giúp cho việc định lệch hướng, những gói điều khiển này không kết hợp riêng rẽ với chùm dữ liệu. Khi trạng thái mạng thay đổi và việc quản lý chùm dữ liệu nên được cập nhật, những gói điều khiển OAM được tạo và gửi đi trên một kênh

điều khiển riêng biệt, những kênh điều khiển riêng biệt này được hiểu như là một kênh giám sát (OSC), OSC sử dụng một bước sóng riêng, bước sóng này được duy trì cho OSC trên tất cả những liên kết. Vì vậy bằng cách sử dụng những gói OAM này, mỗi chuyển mạch có thể thông tin trạng thái của mạng gồm tốc độ suy hao chùm vì tranh chấp, nút ngõ ra OBS và số lượng hop cho kết nối truyền chùm qua.

Những gói điều khiển bình thường là những gói được kết hợp riêng rẽ với mỗi chùm. Những gói điều khiển này mang thông tin liên quan tới số lượng hop mà chùm đi qua và độ dài chùm. Những gói điều khiển chùm được xử lý tại một nút. Nếu gói điều khiển xác nhận rằng chùm cảm thấy tranh chấp với chùm khác, khi đó thuật toán làm lệch hướng đi được cầu khẩn và nó bắt đầu sử dụng những thông tin kết hợp trong gói điều khiển, những thông tin khác từ DRIB tại nút nghẽn. Lúc này nút nghẽn sàng sàng kết hợp thuộc tính ngõ ra của nó gồm trạng thái tranh chấp và số lượng hop từ những gói OAM. Thêm nữa, một nút lõi cũng có thể yêu cầu một gói điều khiển OAM từ nút rìa khi cần thiết.

Cập nhật thông số về tranh chấp chùm cần thiết tại tất cả các nút trong mạng để thuật toán định lệch hướng đạt tốt nhất. Lược đồ hình 3.2 minh họa giải pháp khi xảy ra tranh chấp và cập nhật thông số tranh chấp chùm. Một nút ngõ vào là nút ở đó bắt đầu kết nối chùm và nút ngõ ra là nút kết thúc. Mỗi nút ngõ vào cập nhật về trạng thái nghẽn chùm trên tuyến chính và những tuyến lựa chọn. Những thông tin cập nhật một trong hai loại bản tin NACK: NACK_C và NACK_D thể hiện cho tuyến chính và tuyến lựa chọn. Những bản tin này giúp cho việc cập nhật DRIB tại nút ngõ vào của mỗi kết nối chùm. Như minh họa trong hình 3.2 bản tin NACK_C được gửi tại nút nghẽn trung gian đến nút ngõ vào khi tranh chấp xảy ra trên tuyến chính. NACK_D được gửi tại nút nghẽn trung gian khi có tuyến lựa chọn nào có hiệu lực trong bảng định lệch hướng (DRT).



Hình 3.2. Lược đồ thuật toán

3.1.1. Tính toán tuyến lựa chọn

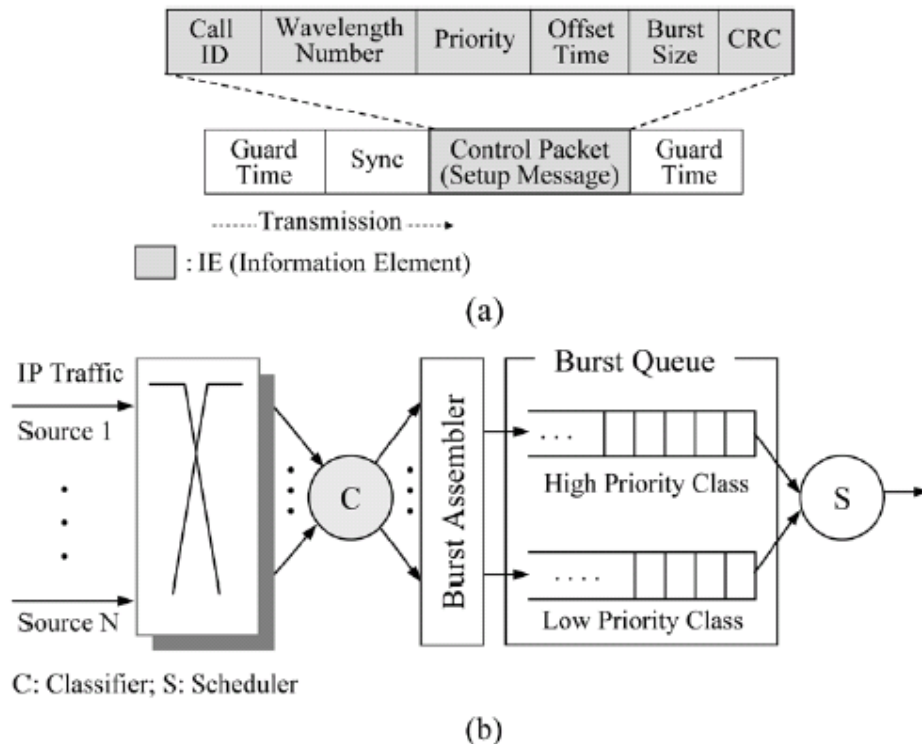
Trong mạng OBS, cấu trúc làm lệch hướng tại mỗi chuyển mạch tự động lựa chọn tuyến khi một gói điều khiển gặp một nút nghẽn trên tuyến chính, như minh họa trong hình 3.1. Tuy nhiên mỗi chuyển mạch có sự thông tin trạng thái tài nguyên mạng (khả năng của bước sóng, trạng thái nghẽn liên kết...), tương tự với thông tin liên quan tới những nút khác. Vì vậy quyết định định tuyến cho tuyến lựa chọn tại một nút có thể gây nên giảm thể hiện toàn bộ mạng khi mạng hoạt động lâu dài. Tuy nhiên điều đó được giảm bớt trong thuật toán làm lệch hướng hạn chế tranh chấp bằng việc thực hiện có tính chu kỳ luân phiên toàn bộ những tuyến lựa chọn

dựa trên việc cập nhật quá trình nhận từ những nút khác giảm bớt trạng thái tranh chấp. Một bản tin cần thiết để cập nhật xử lý được minh họa trong hình 3.2.

Những ứng dụng trong mạng được chia: lưu lượng thời gian thực và ưu tiên cao; lưu lượng không thời gian thực và ưu tiên thấp.

Một chùm thuộc thời gian thực được chỉ định ưu tiên lớn hơn một chùm không thuộc thời gian thực. Ví dụ chùm lưu lượng ưu tiên cao như là VoIP... Chùm ưu tiên thấp là loại sử dụng cho dòng lưu lượng mà có độ trễ và có độ suy hao nghiêm ngặt. Mức ưu tiên của mỗi chùm được thấy rõ trong trường “ưu tiên” trong gói điều khiển.

Mỗi trường trong gói điều khiển có thể là thông tin phần cứng hoặc là phần mềm phụ thuộc vào cấu trúc mạng OBS. Hình 3.3b chỉ một ví dụ cho một gói, tạo chùm và hàng đợi ưu tiên chùm tại đầu ra của nút ngõ vào. Tại nút ngõ ra mỗi chùm được tách thành những gói, được gửi đi đến nút đích hoặc nút kế.



Hình 3.3. a) trường ưu tiên trong gói điều khiển; b) lớp ưu tiên chùm ở ngõ vào.

Những chùm ưu tiên mức thấp thì được quan tâm để làm lệch hướng, trong khi những chùm ưu tiên mức cao thường có bước sóng và thời gian lớn hơn, thường ít

ứng dụng rộng để định lệch hướng. Trong trường hợp đó những yếu tố trọng lượng nên được ứng dụng để giảm chùng và độ trễ cho những loại khác nhau khi tính toán những tuyến lựa chọn.

Trong phần này mô tả những tuyến chọn lựa được tính toán như thế nào để cập nhật thông tin định tuyến trong DRT và những tuyến được lựa chọn này sử dụng khi thực hiện làm lệch hướng. Đưa ra vấn đề làm lệch hướng gồm những thành phần: topo mạng, cấu hình nút, những thông số liên quan tới nút và tài nguyên liên kết, những số liệu liên quan tới giới hạn của tài nguyên.

Yêu cầu định tuyến qua những tuyến chọn lựa trong mạng được thể hiện những thông số tốt nhất, thì vấn đề là tìm tuyến tối ưu sao cho lượng tranh chấp đảm bảo thấp khi chùng truyền qua nút.

Có thể xem như mạng là mạng vật lí được thể hiện bởi đồ thị $G(N,L)$, N là số nút và L là số liên kết mỗi nút. Thấy rằng mỗi liên kết giữa nút i và j có bước sóng W_{ij} ứng với dung lượng C Gbps.

Tại mỗi nút n ($n=1\dots N$), số lượng bộ truyền và bộ nhận được kí hiệu $P_n^{(t)}$ và $P_n^{(r)}$. Nếu một nút n có P_n port thì rõ ràng $\sum_n P_n$ cần thiết cho topo. Đặt Ω là yêu

cầu lưu lượng thuộc loại dịch vụ không suy hao giữa những nút rìa, ở đây $\lambda_{ii}^{sd} \in \Omega$ thể hiện tốc độ đến của chùng từ nguồn đến đích qua liên kết giữa i và j . Hơn nữa, đặt $\lambda_{s_k d_k}$ là lưu lượng chùng trung bình thích hợp với lưu lượng yêu cầu thứ k . Công thức đưa ra làm lệch hướng được định nghĩa:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{có liên kết } (i,j). \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (3.1)$$

Ở đây $i,j = \{1,2\dots N\}$ và $i \neq j$

Quyết định x_{ij} liên quan tới lưu lượng yêu cầu thứ k được thể hiện bởi lưu lượng trung bình của chùng $\lambda_{s_k d_k}$.

Ở đây, mục đích của quyết định định tuyến chúng ta coi như tốc độ bit của chùng định hướng yêu cầu như một tốc độ bit không đổi với băng thông có hiệu lực

của $\lambda_{s_k d_k}$. Đáng chú ý, một chùm đặc biệt yêu cầu một bước sóng đảm bảo trong khoảng thời gian ngắn cần thiết cho chùm có thể được truyền đi trên một liên kết. Vì vậy, một chùm theo sau từ những yêu cầu khác nhau yêu cầu phải đi qua cùng bước sóng.

Công thức được thể hiện bên dưới, số lượng những lighpath bắt đầu và kết thúc ở một nút thì không nhiều hơn những nút ngõ ra và ngõ vào. Vì vậy chỉ một lighpath trên port được thiết lập tại mỗi nút.

$$\begin{aligned} \sum_{\forall j \in N} x_{ij} &\leq P_i^{(t)} \\ \sum_{\forall i \in N} x_{ij} &\leq P_j^{(t)} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Một số công thức liên quan đến dòng lưu lượng trong một topo ảo cho tất cả liên kết i và j . Trước tiên chúng ta thiết lập một tuyến lựa chọn cho chùm lưu lượng, những chùm này yêu cầu $\lambda_{s_k d_k}$ không bị phân đoạn tại những nút nghẽn. Hơn nữa, dòng lưu lượng mà có yêu cầu đặc biệt không bị phân thành đoạn trên những liên kết khác. Vì vậy có thể phát biểu rằng lưu lượng yêu cầu $\lambda_{s_k d_k}$ được định tuyến từ nút i đến nút j trên một tuyến lệch hướng.

$$\lambda_{ij}^{s_k d_k} \in \{0, \lambda_{s_k d_k}\}, \forall i, j \in N \quad (3.3)$$

Toàn bộ dòng lưu lượng trên liên kết từ nút i đến nút j được biểu diễn và kết hợp với yêu cầu lưu lượng thứ k là

$$\lambda_{ij} = \sum_{s,d} \lambda_{ij}^{sd} + \lambda_{s_k d_k}, \forall i, j \in N \quad (3.4)$$

Dòng lưu lượng trên mỗi liên kết, chúng ta định nghĩa đảm bảo rằng lưu lượng qua một liên kết không vượt quá tổng dung lượng liên kết.

$$\lambda_{ij} \leq W_{ij} \times C, \forall i, j \in N \quad (3.5)$$

Ở đây W_{ij} là số lượng bước sóng và C là dung lượng bước sóng cho liên kết ij . Nếu liên kết giữa nút i và j không phải là tuyến lựa chọn, chùm không kết hợp với dòng lưu lượng thứ k tồn tại trên liên kết đó. Thì công thức được biểu diễn như sau:

$$\lambda_{ij}^{s_k d_k} \leq x_{ij} \times \lambda_{s_k d_k}, \forall i, j \in N \quad (3.6)$$

Ở đây λ_{sd} ($\forall s, d \in N$) gồm $\lambda_{s_k d_k}$. Công thức 3.7 chắc rằng những chùm từ dòng lưu lượng thứ k không chỉ chảy qua một tuyến lựa chọn. Công thức đáp ứng dòng chảy tại mỗi nút.

$$\sum_j x_{ij} - \sum_i x_{ji} = \begin{cases} 1, i = s_k \\ -1, i = d_k \\ 0, \neq \end{cases} \quad (3.7)$$

Công thức 3.8 thể hiện yếu tố mà lưu lượng đưa vào một nút nên được tính toán để dòng chảy của nút đó từ nguồn đến đích cho mỗi dòng lưu lượng thứ k .

Những thông số đã nêu ở trên và dòng lưu lượng thứ k . Bây giờ có thể đưa ra một phương pháp để tìm một tuyến lựa chọn từ nút nguồn đến nút đích.

Đặt $D = \{D_{ij}\}$ là khoảng cách từ nút i đến nút j thể hiện độ trễ truyền từ nút i đến nút j ($i \neq j$)

Đặt b_{ij} là tốc độ chùng bị chặn. Ta có:

$$\text{Min } g_d \sum_{i,j} x_{ij} D_{ij} + g_b \left[\lg \left(1 - \prod_{i,j} (1 - x_{ij} b_{ij}) \right) \right] \quad (3.8)$$

Ở đây g_b và g_d thể hiện trọng lượng bị chặn (block) và trễ (delay).

Để giảm nhẹ tính toán ta có thể xem công thức 3.8 tương tự như:

$$\text{Min } g_d \sum_{i,j} x_{ij} D_{ij} + g_b \sum_{i,j} x_{ij} \lg b_{ij} \quad (3.9)$$

Giá trị tốc độ chùng tranh chấp, b_{ij} sử dụng thông số dữ liệu được tập hợp trong DRIB, trọng lượng g_d, g_b thường được cung cấp bởi người quản lý mạng. Những tuyến lựa chọn được xác định và nạp trong DRT phù hợp giá trị x_{ij} xác định ở phần trên.

Công thức 3.2 đến 3.7 áp dụng cho thuật toán định lệch hướng, những chùng đến đích thành công trên tuyến lựa chọn được tính toán bởi thuật toán, một lượng offset hay thực hiện đệm cần thiết để được phép sử dụng. Khi làm lệch hướng được thực hiện vì tranh chấp tại nút trung gian, lượng offset trên tuyến lựa chọn khác trên tuyến chính (thường lớn hơn). Giải quyết vấn đề này là cung cấp khả năng offset đầy đủ đến mỗi chùng, một cách giải quyết khác là sử dụng FDL để làm trễ chùng tại nút trung gian. Nó cũng có những hạn chế là khi offset quá lớn sẽ làm tăng trễ chùng quá mức. Vì vậy, $t_{o,c}$ thể hiện giới hạn lớn nhất lượng offset cho dịch vụ loại c , gồm lượng offset cơ bản và lượng offset thêm vào thì:

$$\sum_{i,j} x_{ij} D_{ij} \leq t_{o,c} \quad , \quad \forall i, j \quad (3.10)$$

Và áp dụng độ trễ của bộ đệm thì:

$$\sum_{i,j} x_{ij} D_{ij} \leq t_{b,c} , \forall i, j \quad (3.11)$$

Trong đó $t_{b,c}$ là giới hạn độ trễ của bộ đệm cho dịch vụ loại c.

Nhiều tuyến lựa chọn được xem xét khi tranh chấp xảy ra. Vì vậy mỗi nút trong mạng đòi hỏi duy trì một DRT chứa list số tuyến lựa chọn đến mỗi nút đích. Khi đó việc cập nhật DRT phải liên tục.

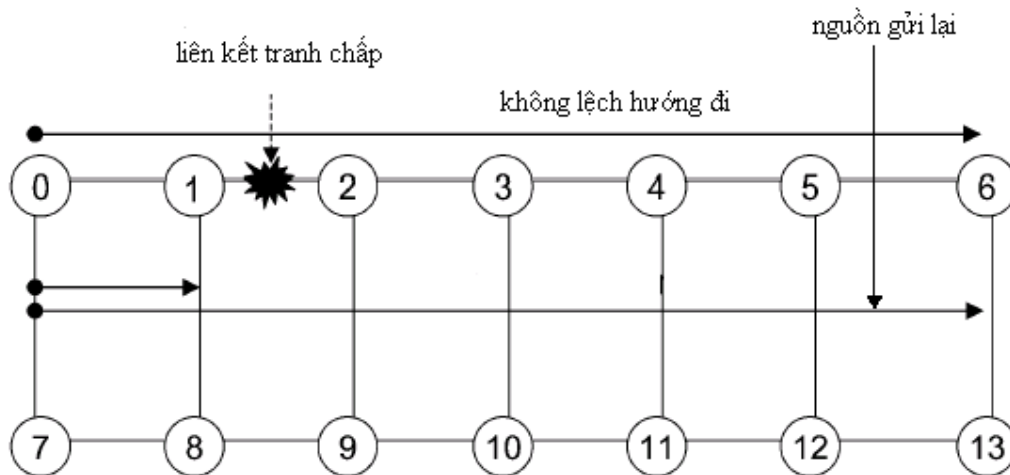
3.1.2. Phương pháp định tuyến làm lệch hướng đi

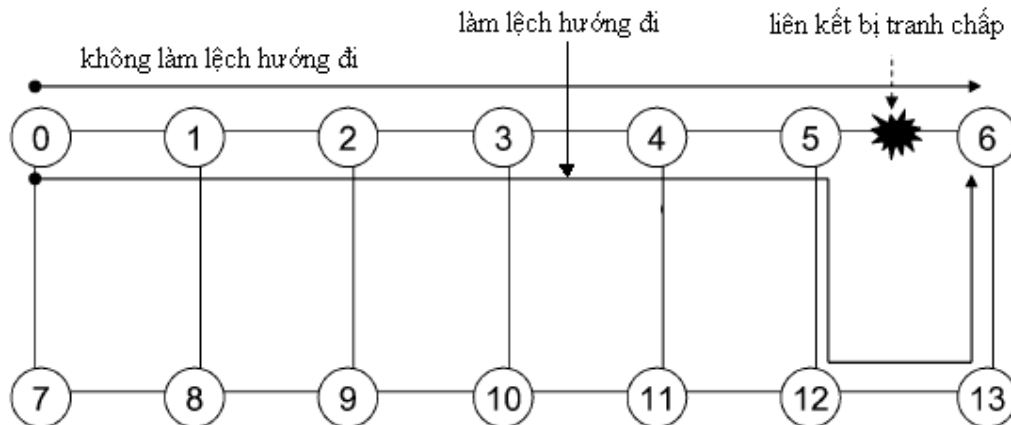
Thuật toán của chúng ta gồm có:

- Phương pháp chọn lựa tuyến tối ưu để làm lệch hướng hạn chế tranh chấp.
- Cơ chế định lệch hướng.

Tại nút chuyển mạch, nếu không có liên kết ngõ ra nào có hiệu lực và nguồn thực hiện kiểm tra trước khi làm lệch hướng, nguồn truyền lại thay việc định lệch hướng đi nếu nó kiểm tra nút nghẽn là nút nguồn. Chúng ta đưa ra một cấu trúc kiểm tra để quyết định có nên làm lệch hướng hay không tại nút nghẽn.

Ý nghĩa của định lệch hướng được thể hiện trong hình 3.4. Đưa ra quyết định có định lệch hướng hay loại bỏ và gửi lại từ nguồn được thực hiện tại nút nghẽn dựa trên những thông số thể hiện.





Hình 3.4. Ảnh hưởng của định lệch hướng

Hình 3.4 chỉ một ví dụ truyền chùm trong mạng OBS, có ảnh hưởng của việc định lệch hướng. Ta thấy nguồn là nút 0 và đích là nút 6. Thông thường một chùm truyền từ nguồn sẽ truyền trên tuyến ngắn nhất 0-1-2-3-4-5-6.

- Trường hợp 1: tranh chấp xảy ra trên liên kết giữa nút 5 và nút 6, chùm bị loại bỏ và gửi lại từ nguồn. Trong trường hợp này, tổng số hop là 11 ($11=5+6$).
- Trường hợp 2: tranh chấp xảy ra trên liên kết giữa nút 1 và nút 2, chùm bị loại bỏ và gửi lại từ nguồn. Trong trường hợp này, tổng số hop là 7 ($7=1+6$).
- Trường hợp 3: Định lệch hướng được sử dụng (thay vì loại bỏ và truyền lại) trong trường hợp tại nút 5. Chùm được truyền qua một tuyến lựa chọn. Vì vậy tổng số hop là $5+\alpha$. α là số hop trên tuyến lệch hướng.
- Trường hợp 4: Định lệch hướng được sử dụng (thay vì loại bỏ và truyền lại) trong trường hợp tại nút 1. Chùm được truyền qua một tuyến lựa chọn. Vì vậy tổng số hop là $1+\alpha$. α là số hop trên tuyến lệch hướng.

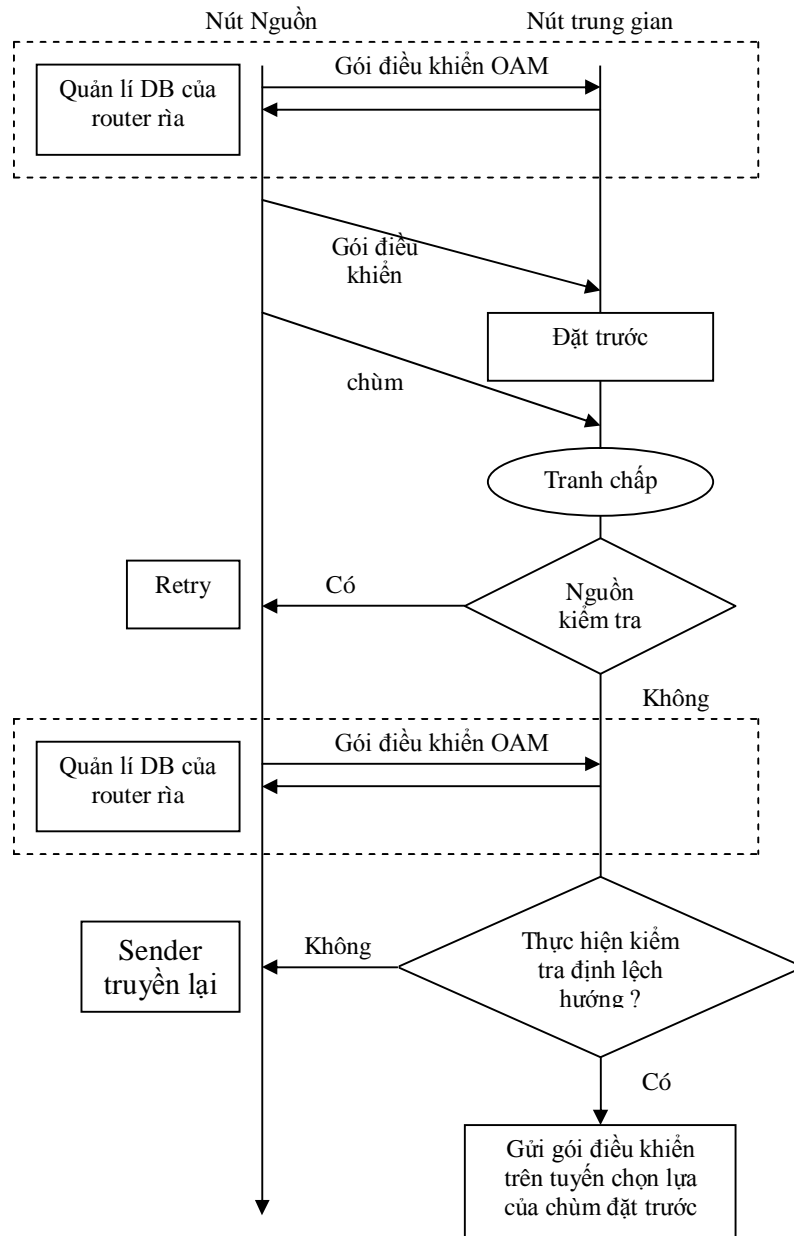
Đưa vào thuật toán làm lệch hướng một cấu trúc kiểm tra được thực hiện trước khi quyết định làm lệch hướng so với việc nguồn thực hiện gửi lại cho mỗi trường hợp trong 4 trường hợp ở trên.

Cấu trúc kiểm tra đưa ra thông số thể hiện chính xác quyết định lựa chọn tuyến hay loại bỏ. Nó cũng được thiết kế đảm bảo sao cho chiếm dụng tài nguyên mạng

đạt nhỏ nhất và cung cấp tốt hơn lưu lượng đưa vào mạng. Trong cấu trúc kiểm tra quan tâm đến tổng số nút từ nút nghẽn đến nút đích. Trường hợp 1 và 2 sẽ được quan tâm khi nghẽn xảy ra trên liên kết 1-2 và liên kết 5-6.

Vì vậy nếu tranh chấp xảy ra trên liên kết nghẽn đến nút nguồn, như liên kết 1-2 thì cho phép loại bỏ và truyền lại thay vì thực hiện làm lệch hướng.

 **Phương pháp định lệch hướng:**



Hình 3.5. Phương pháp định lịch hướng.

- **Bước 1:** Nút nguồn truyền đi một gói điều khiển.
- **Bước 2:** Nút trung gian xử lý gói điều khiển và cố gắng dành trước một kênh hoạt động cho chùm.
- **Bước 3:** Nút nguồn truyền đi chùm sau một khoảng offset.

- **Bước 4:** Nếu tại một nút không có kênh ngõ ra nào hiệu lực cho chùm, trước hết nó kiểm tra có phải nút hiện tại là nguồn hay không. Nếu nút hiện tại là nút nguồn thì định lệch hướng không thực hiện. Thay vì đó, sau khi đợi một khoảng thời gian, nguồn truyền lại gói điều khiển rồi sau đó chùm được truyền đi. Nếu nút hiện tại là nút trung gian thì chuyển sang bước 5.
- **Bước 5:** Nút hiện tại được xem như là một nút trung gian. Vì vậy nút hiện tại tính toán thông số thể hiện và thực hiện kiểm tra dựa trên những thông số đó. Do vậy nó quyết định có làm lệch hướng hay là loại bỏ và thông báo cho nguồn thực hiện truyền lại. Nếu quyết định là làm lệch hướng đi, thì tuyến chọn lựa được chọn trong DRT. Tuy nhiên, nếu không có tuyến nào có hiệu lực trong DRT thì nút hiện tại loại bỏ chùm và gửi bản tin NACK đến nguồn để truyền lại từ nguồn.

✚ Cấu trúc kiểm tra:

Đưa ra cấu trúc kiểm tra để quyết định có nên loại bỏ hay thực hiện làm lệch hướng hay không.

Đặt s , d , c là nút nguồn, nút đích và nút hiện tại.

Đặt N là số nút trong mạng.

Đặt N_c và N_d là số nút từ nút nguồn đến nút hiện tại và số nút từ nút hiện tại đến nút đích.

Trong công thức (1.1) $x_{i,i+1}$ là một giá trị nhị phân phù hợp liên kết $(i, i+1)$ giữa nút i và nút kế tiếp $i+1$.

Trước hết định nghĩa cấu trúc kiểm tra trên cơ sở số lượng hop.

$$C_h (\text{count hop}) = \sum_{\forall i, i+1 \in N_c} x_{i,i+1} - \sum_{\forall j, j+1 \in N_d} x_{j,j+1} \quad (3.12)$$

Đưa ra quyết định:

- Nếu $C_h \geq 0$, làm lệch hướng đi chùm.
- Nếu khác thì loại bỏ chùm.

Nếu số lượng nút trên tuyến chính từ nguồn s đến nút nghẽn c lớn hơn từ nút nghẽn c đến nút đích d , điều đó thì $C_h \geq 0$, thực hiện làm lệch hướng để giải quyết tranh chấp. Ngược lại chòm sẽ bị loại bỏ.

Công thức (3.12) được sử dụng để nhằm đạt được mục đích:

- Tài nguyên mạng và cải tiến thể hiện của chòm bằng việc định lệch hướng đi nếu nút nghẽn gần nút đích và truyền lại nếu nút nghẽn gần nút nguồn.
- Giảm bớt việc xử lý tải và mào đầu (thời gian và tài nguyên đặt trước bởi những gói điều khiển).

Đặt b^* là tốc độ chặn có thể chịu được từ đầu cuối – đầu cuối trên một tuyến.

Cấu trúc kiểm tra để thỏa b^* :

$$C_b = \lg b^* - \lg \left[1 - \prod_{i=1}^{d-1} (1 - b_{i,i+1}) \right], \quad \forall i, i+1 \in N_d \quad (3.13)$$

Đưa ra quyết định:

- Nếu $C_b \geq 0$, làm lệch hướng đi chòm.
- Nếu khác thì loại bỏ.

Ở đây $b_{i,i+1}$ thể hiện khả năng (xác suất) tranh chấp giữa nút i và $i+1$. Mong muốn lựa chọn tuyến với xác suất tranh chấp nhỏ để giảm mức độ suy hao chòm và mức độ bị chặn trong mạng.

Bây giờ, khái quát hóa cấu trúc kiểm tra gồm có số lượng nút trên tuyến và xác suất chặn chòm. Hai hệ số quyết định chòm bị chặn b_2^* , b_1^* và giá trị M . Đưa ra hai quyết định:

$$Q_h = \begin{cases} 1, & \text{nêu giá trị } C_h \geq 0 \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (3.14)$$

Và

$$Q_b = \begin{cases} 1, & \text{nêu } b_1^* \leq C_b \leq b_2^* \\ M, & \text{nêu } C_b < b_1^* \\ -M, & \text{nêu } C_b > b_2^* \end{cases} \quad (3.15)$$

Sử dụng hai giá trị Q_h và Q_b ở trên ta biểu diễn được một quyết định khác:

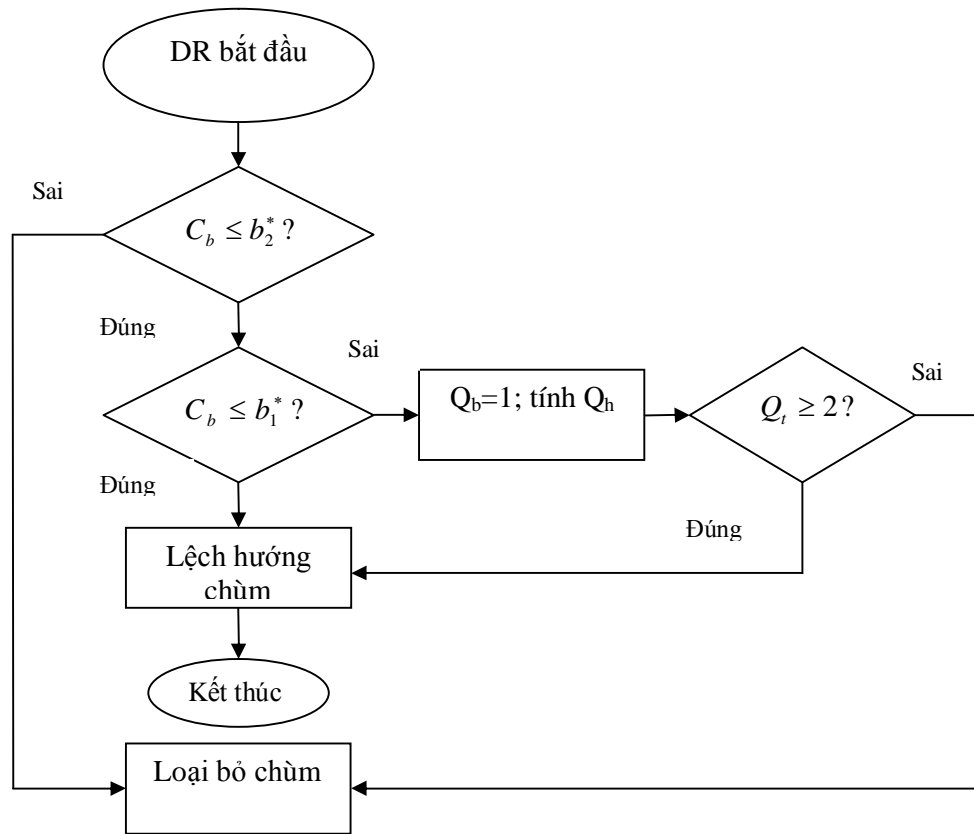
$$Q_t = w_h Q_h + Q_b \quad (3.16)$$

Ở đây $w_h \ll M$ là trọng lượng số lượng nút liên quan đến tốc độ suy hao chùm.

Kết hợp cấu trúc kiểm tra ta có được:

$$C_i = \begin{cases} 1, & \text{nếu } Q_i \geq w_h + 1 \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (3.1)$$

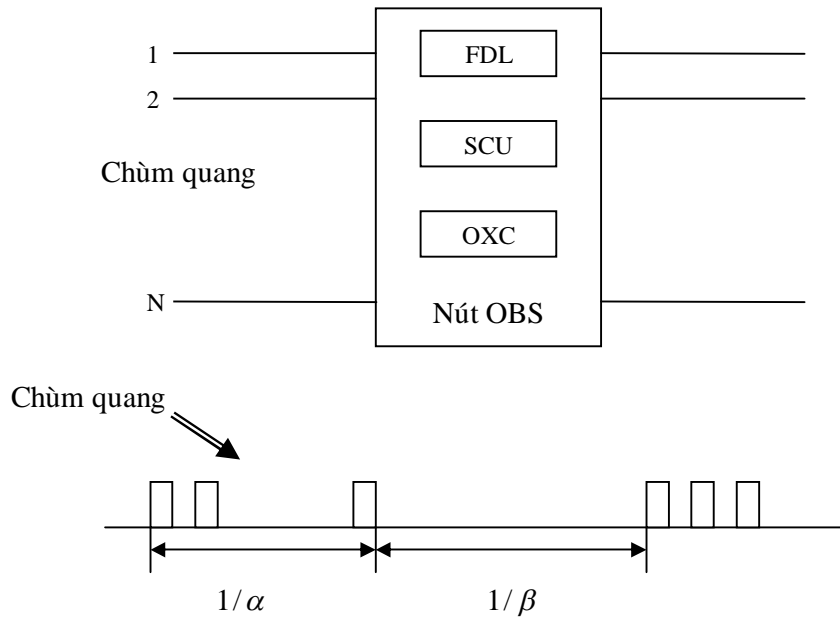
Định lệch hướng được thực hiện nếu $C_i=1$. Hình 3.6 mô tả cấu trúc kiểm tra làm việc như thế nào khi $w_h=1$.



Hình 3.6. Một ví dụ cấu trúc kiểm tra

3.2. Mô tả một số công thức.

Phân tích cấu trúc để xác định xác suất chùm suy hao ở một chuyên mạch OBS. Trong phần này cung cấp những thông số giúp thực hiện thí nghiệm và tính toán. Phân tích xác suất chùm suy hao trong mạng OBS khi sử dụng FDL và không sử dụng FDL.



Hình 3.7. Lưu lượng ngõ vào tại nút nguồn

✚ Mô tả lưu lượng nguồn:

Những nút ngõ vào tạo những chùm bằng việc kết hợp những gói đầu vào từ mỗi nguồn lưu lượng. Thấy rằng ngưỡng tạo chùm được thực hiện tại nút rìa, ở đây độ dài chùm được tạo đến một giá trị ngưỡng L (Mb), chùm được tạo và lưu trong hàng đợi quang. Trong thực tế, sẽ có một bộ định thời tạo chùm, có thể tạo chùm nhanh, chùm được tạo đến một kích thước và lưu trong hàng đợi chùm.

Hình 3.7 mô tả một nút OBS với nhiều ngõ vào và ngõ ra. Lưu lượng đưa vào trên mỗi bước sóng là sự kết hợp của những chùm lưu lượng riêng lẻ. Những chùm từ nguồn được ấn định trong khoảng ON – OFF như trong hình 3.7. Và thường khoảng OFF lớn hơn ON. Ví dụ 12 chùm đến trong khoảng ON mất 120ms và trong khoảng OFF mất 880ms.

Những thông số:

L : độ dài chùm (Mb).

C : dung lượng liên kết (Gbps).

$1/\alpha$: khoảng ON (ms).

$1/\beta$: khoảng OFF (ms).

λ : tốc độ tạo chùm trong khoảng ON (chùm/s).

n : lưu lượng nguồn (offered load_ tải trọng yêu cầu).

B : kích thước hàng đợi hay có thể là số lượng FDL dùng ở ngõ ra.

i : trạng thái hệ thống trong giới hạn lưu lượng nguồn trong khoảng ON. ($0 \leq i \leq n$).

τ_i : thời gian mà tại trạng thái i chùng trễ vượt quá kích thước bộ đệm B (ms).

p_i : xác suất hệ thống ở trạng thái i .

n_0 : số nguồn tại khoảng ON mà hệ thống tạm thời xem như quá tải.

N_s : số lượng nguồn kết hợp lúc bão hòa.

Ta có các công thức sau:

$$n_0 = \frac{10^3 C}{\lambda L} \quad (3.18)$$

$$N_s = \frac{10^3 C(\alpha + \beta)}{\beta \lambda L} \quad (3.19)$$

Khi hệ thống ở trạng thái i cho $i \geq n_0 + 1$ thì tốc độ mà chùng lấp đầy hàng đợi là $(1 - n_0)\lambda$ vì những chùng được tập hợp tại tốc độ $i\lambda$ và được đáp ứng tại tốc độ $n_0\lambda$. Khi hệ thống ở trạng thái quá tải, nó phải chuyển đến các trạng thái quá tải khác, ví dụ như $n_0 + 1$; $n_0 + 2$; ...; $i - 1$ trước khi tiến đến trạng thái i . Khi trạng thái hệ thống $i = n_0 - 1$ thì hệ thống không ở trạng thái quá tải. Khi trạng thái hệ thống $i = n_0$ thì hệ thống gần kề trạng thái quá tải. Việc đảm bảo $i - n_0 + 1$ là thông số độ sâu của hệ thống có thể thiết lập. Hệ thống ở trạng thái quá tải, cần một lượng thời gian nhỏ để có thể có được độ trễ tương đối.

Ta có thể điều chỉnh $i - n_0 + 1$ ở mẫu số công thức 3.20 để khoảng τ_i mà hệ thống cần thiết ở trạng thái i cho chùng làm trễ vượt quá B ms.

$$\tau_i = \frac{\frac{BC}{L\lambda}}{(i - n_0)(i - n_0 + 1)}, \quad \forall i \geq n_0 + 1 \quad (3.20)$$

Xác suất p_i được tính:

$$p_i = \binom{n}{i} \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right)^i \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right)^{n-i} \quad (3.21)$$

Xác suất chùm suy hao:

$$P_L = \sum_{i=n_0+1}^n p_i e^{-i\alpha\tau_i} \quad (3.22)$$

Kết luận chương

Việc giải quyết sự cố trong mạng khi lưu lượng đưa vào mạng quá lớn rất cần thiết khi mạng hoạt động, nội dung chương 3 đã nêu lên một cách giải quyết khả thi bằng thuật toán làm lệch hướng đi của chùm khi nghẽn xảy ra tại một nút trung gian trong mạng. Thuật toán đưa ra giải pháp điều khiển nghẽn khắc phục những sự cố xảy ra đối với mạng, đạt hiệu quả cao và chi phí mạng tương đối thấp.

g đi là một phương pháp giải quyết nghẽn bằng việc định tuyến một chùm tranh chấp đến một ngõ ra khác so với ngõ ra theo dự kiến. Tuy nhiên chùm lệch hướng có thể đến đích theo một tuyến dài hơn. Vì vậy kết quả là trễ đầu cuối – đầu cuối của một chùm có thể không chấp nhận được. Làm lệch hướng đi không được khả thi trong mạng chuyển mạch điện vì khả năng lập và phân tán chùm. Trong mạng WDM, thì bộ đệm bị giới hạn và biến đổi bước sóng thì không khả thi, thực hiện làm lệch hướng đi cần thiết vì nó duy trì mức độ suy hao chùm hợp lí.

Một số yếu tố cần chú ý trong phương pháp này:

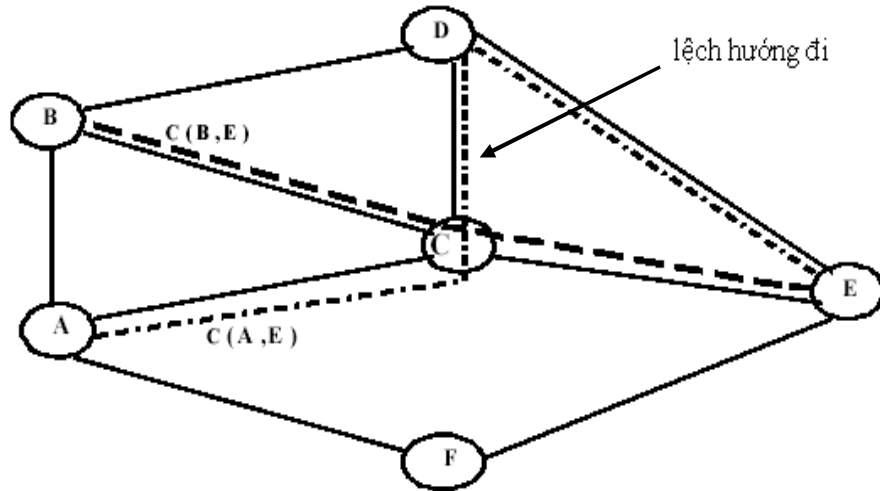
- Làm lệch hướng yêu cầu tính toán lại offset.
- Những chùm phải trễ phù hợp.
- Những tuyến lựa chọn yêu cầu được tính toán.
- Thực hiện định lệch hướng phụ thuộc có sử dụng FDL hay không.

Khi sử dụng FDL để làm lệch hướng, chúng ta có thể sử dụng thiết lập FDL ở ngõ ra hay tại OXC. Chùm được định tuyến với FDL phải có khoảng trống, nếu không chùm sẽ bị mất mát. Một phương pháp khác sử dụng FDL cho mỗi bước sóng ngõ vào, FDL sẽ làm trễ chùm để xử lí gói điều khiển. Phương pháp này không cần thiết đến tổng lượng offset.

Khi không sử dụng FDL trong làm lệch hướng, cách giải quyết này có hiệu quả khi phải sử dụng một lượng offset lớn, đủ cho tất cả các tuyến trong mạng OBS. Tuy nhiên nếu mạng OBS rộng lớn, lượng dữ liệu đưa vào có thể ảnh hưởng khi giá trị offset quá lớn, khi đó mỗi chòm phải đợi một độ trễ trước khi gửi vào mạng.

Làm lệch hướng có ảnh hưởng đến một số vấn đề của mạng. Vấn đề quan trọng là khi làm lệch hướng quá mức sẽ ảnh hưởng không tốt đến sự thể hiện của mạng. Nó gây cho những liên kết trong mạng sẽ luôn bận thay vì có những tuyến rảnh để truyền đi những chòm không lệch hướng. Vấn đề nữa là những chòm có thể bị phân tán và cần phải sắp xếp lại ở những thiết bị nhận.

Một ví dụ về làm lệch hướng trong mạng WDM được thể hiện trong hình 2.22



Hình 2.22. Làm lệch hướng đi

Cả nút A và B đang gửi chòm đến nút E. Trước khi gửi chòm, nút A và B gửi các gói điều khiển $C(A,E)$ và $C(B,E)$ trên kênh điều khiển để giành trước băng thông cho chòm dữ liệu của chúng. Giả sử $C(B,E)$ đến nút C sớm hơn $C(A,E)$. Khi đó liên kết ngõ ra CE được giành bởi $C(B,E)$. Khi $C(A,E)$ đến nút C, liên kết CE không hiệu lực. Nếu không định lệch hướng đi thì chòm này sẽ bị loại bỏ. Nhưng nút C kiểm tra những liên kết ngõ ra khác và chọn lệch hướng trên liên kết CD đang rảnh để làm lệch hướng $C(A,E)$. Nút D gửi đi $C(A,E)$ qua liên kết giữa D và E dựa trên bảng định tuyến của nó. Chòm lệch hướng đến đích với một độ trễ truyền, nó truyền qua thêm một số nút nhiều hơn so với tuyến truyền ngắn nhất. Những liên

kết quang rãnh có thể được xem như là FDL để “đệm” những chùm bị nghẽn. Những chùm nghẽn trong mạng được phân phối đến những phần rãnh mà mạng chưa sử dụng, điều đó khắc phục được nghẽn mạng. Nếu chùm không thể làm lệch hướng được thì nó sẽ bị loại bỏ.

Kết luận chương

Chuyển mạch chùm quang là động lực cho việc phát triển Internet tốc độ cao trong các mạng thông tin quang. Chuyển mạch chùm quang là sự kết hợp các lợi thế của chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh. Dữ liệu và các thông tin điều khiển được truyền đi thông qua các kênh thông tin có bước sóng khác nhau trong hệ thống ghép kênh phân chia theo bước sóng. Khi gói điều khiển và chùm dữ liệu được phân tách và truyền trên các kênh khác nhau, cần thiết có một giao thức mới để tránh mất các chùm. Chương 2 đã trình bày kiến trúc mạng chuyển mạch chùm quang, các giao thức và một số vấn đề liên quan trong việc giảm tổn thất chùm và giải quyết tranh chấp trong mạng chuyển mạch chùm quang.

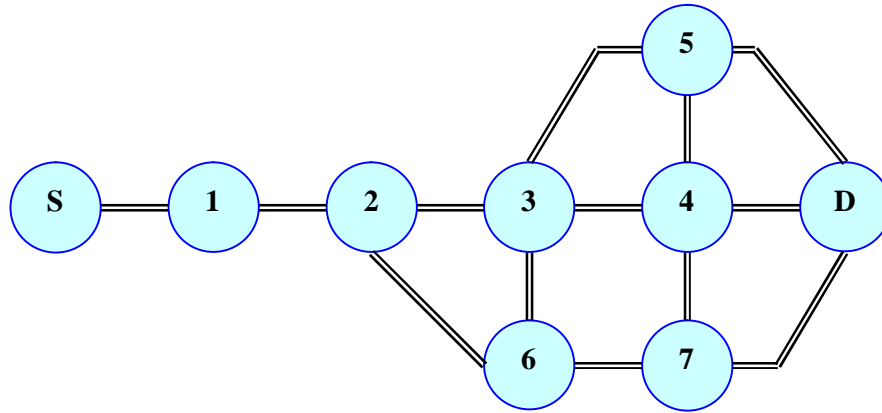
CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Giới thiệu chương

Nội dung chương này sẽ thể hiện một số kết quả tính toán xác suất chùm suy hao trong mạng và so sánh kết quả khi sử dụng các giá trị FDL khác nhau.

4.1. Thông số tính toán

- Dung lượng : 6 Gb/s
- Kích thước chùm : 1Mb
- Tốc độ tạo chùm : 1000 chùm/s
- Số lượng nút : 9 nút
- Sơ đồ mạng ảo như hình 4.1

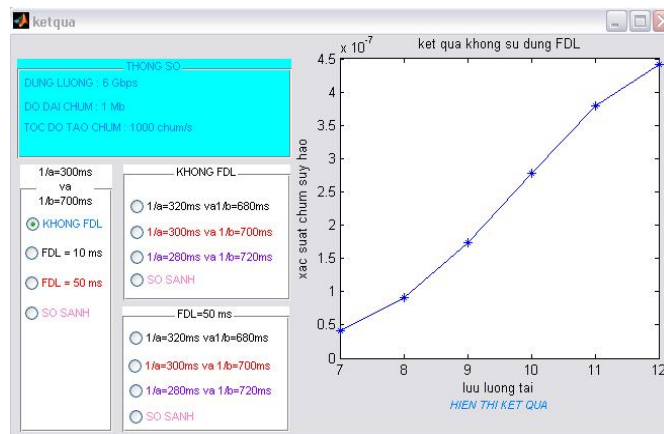


Hình 4.1. Sơ đồ mạng ảo

4.2. Kết quả

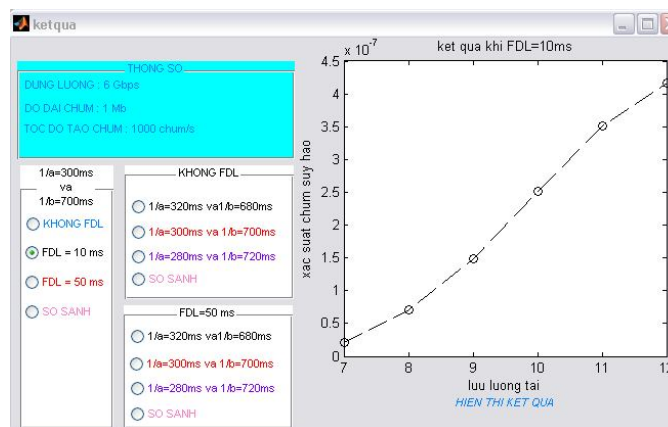
✚ Khi khoảng thời gian tạo chùm ON là $1/\alpha = 300ms$ và OFF là $1/\beta = 700ms$

❖ Nếu không sử dụng FDL ta có được kết quả như hình 4.2



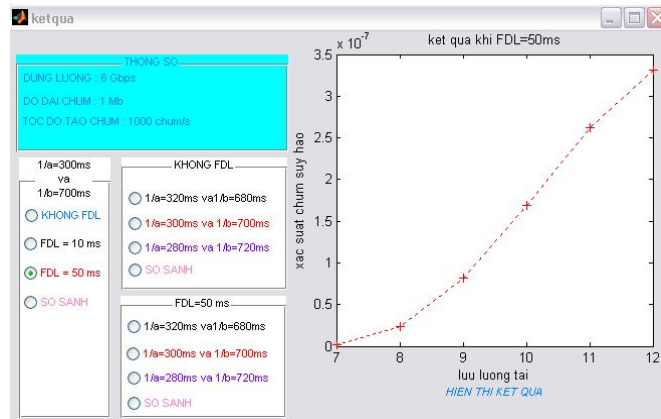
Hình 4.2. Kết quả khi không sử dụng FDL

❖ Nếu FDL = 10 ms thì ta có kết quả như hình 4.3.



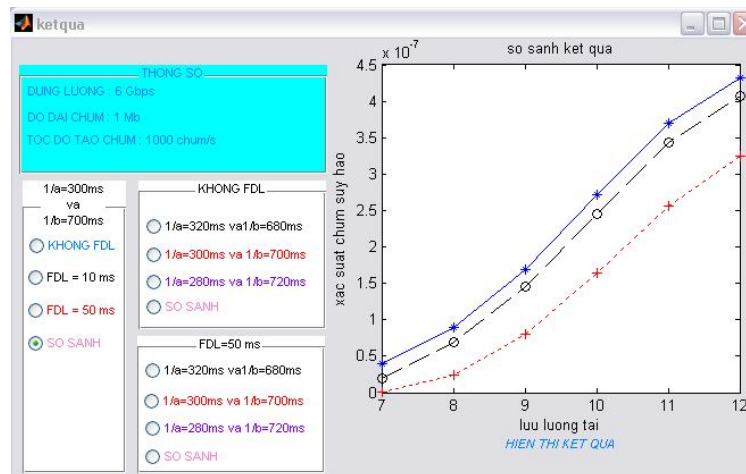
Hình 4.3. Kết quả nếu FDL=10ms

❖ Nếu FDL = 50 ms thì ta có kết quả như hình 4.4.



Hình 4.4. Kết quả nếu FDL=50 ms

❖ So sánh các kết quả như hình 4.5.

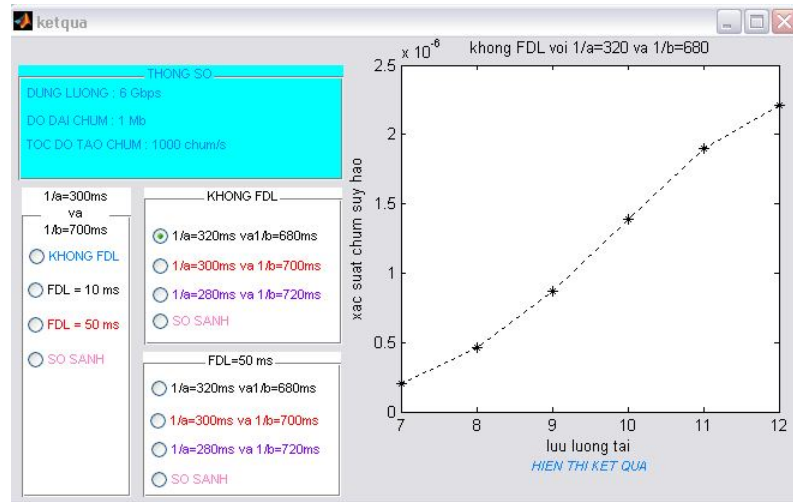


Hình 4.5. So sánh kết quả.

Trong hình 4.5 là kết quả tổng hợp khi không sử dụng FDL, khi FDL=10ms và FDL=50ms. Xác suất chụm suy hao trong phương pháp làm lệch hướng đi được giảm đi nếu tăng giá trị FDL. Với FDL=50ms thì xác suất chụm suy hao nhỏ hơn việc FDL=10ms và không FDL. Việc khắc phục nghẽn trong mạng đạt hiệu quả cao nếu sử dụng phương pháp làm lệch hướng đi kết hợp với FDL lớn.

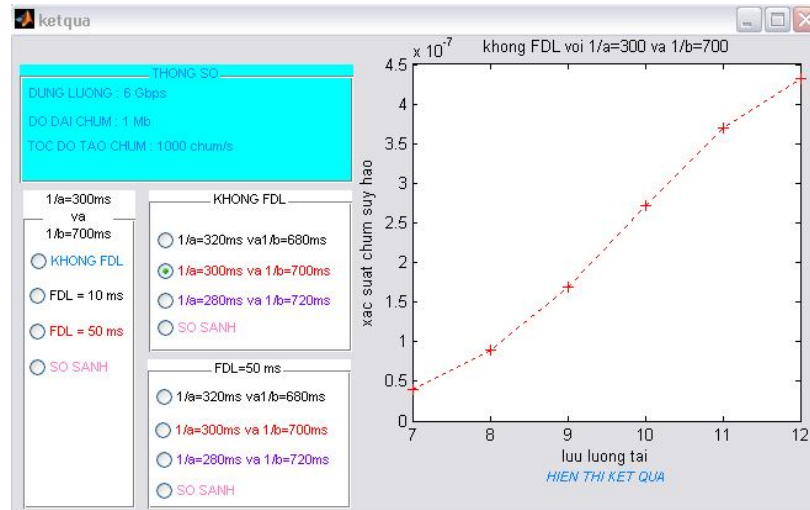
✚ Khi không sử dụng FDL ta thay đổi khoảng thời gian tạo chụm thì

➤ Nếu $1/\alpha = 320ms$ và $1/\beta = 680ms$ thì kết quả như hình 4.6



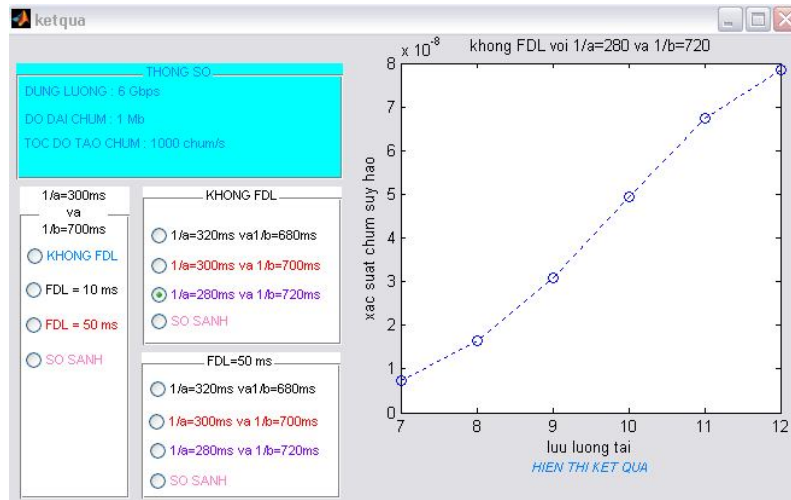
Hình 4.6. Kết quả khi $1/\alpha = 320ms$ và $1/\beta = 680ms$

➤ Nếu $1/\alpha = 300ms$ và $1/\beta = 700ms$ thì kết quả như hình 4.7



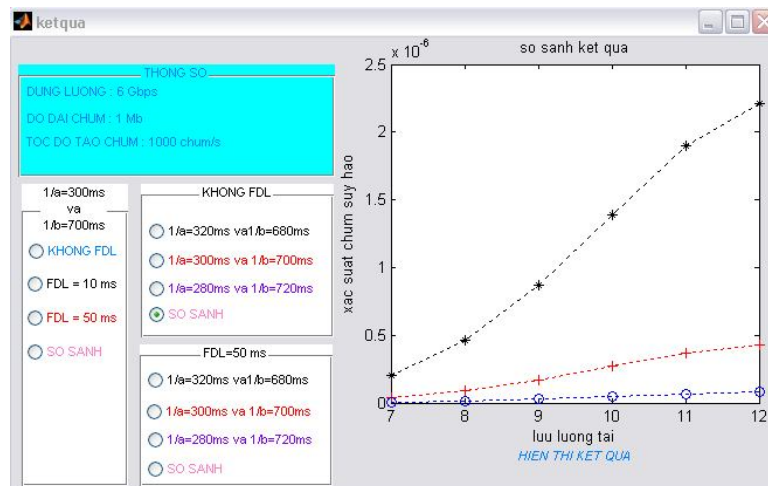
Hình 4.7. Kết quả khi $1/\alpha = 300ms$ và $1/\beta = 700ms$

❖ Nếu $1/\alpha = 280ms$ và $1/\beta = 720ms$ ta có kết quả như hình 4.8.



Hình 4.8. Kết quả khi $1/\alpha = 280ms$ và $1/\beta = 720ms$

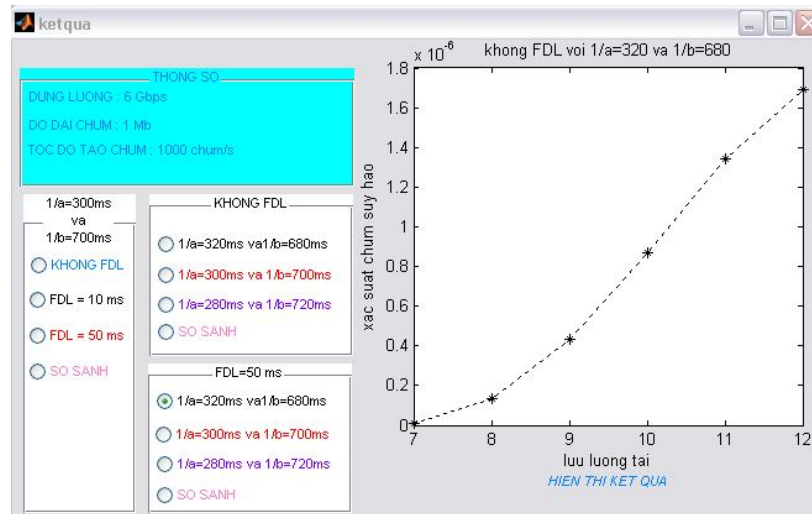
❖ So sánh các kết quả như hình 4.9.



Hình 4.9. Kết quả so sánh

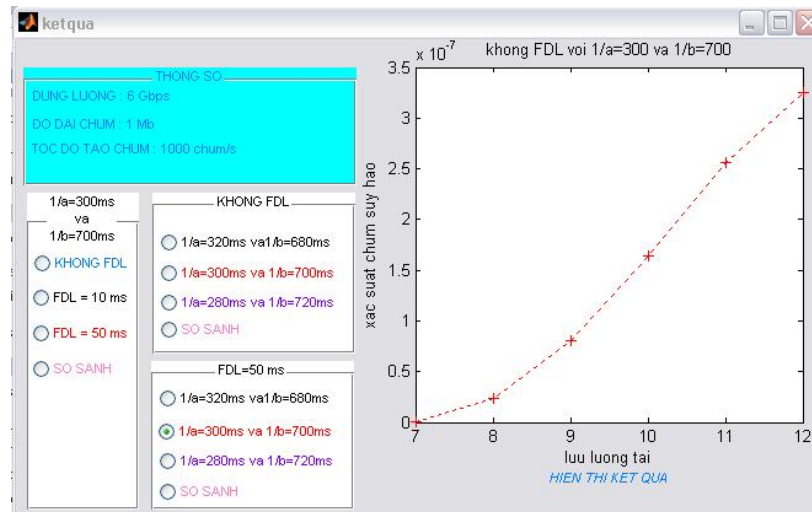
$1/\alpha$ là khoảng thời gian ON tạo chùm và $1/\beta$ là khoảng thời gian OFF tạo chùm. Giá trị $1/\alpha$ lớn cũng tương ứng với việc tạo chùm trong hàng đợi lớn. Kết quả trong hình 4.9 so sánh xác suất chùm suy hao khi thay đổi giá trị $1/\alpha$ và $1/\beta$. Hình 4.9 cho thấy nếu không sử dụng FDL, khi giảm dần giá trị $1/\alpha$ từ 320ms đến 280ms thì xác suất chùm suy hao cũng giảm. Điều đó cho thấy quá trình tạo chùm trong hàng đợi nếu với khoảng thời gian ngắn tương ứng với lượng dữ liệu đưa vào mạng ít thì xác suất chùm suy hao sẽ giảm.

- ✚ Khi sử dụng FDL = 50 ms ta thay đổi khoảng thời gian tạo chùm thì
 - ✓ Nếu $1/\alpha = 320ms$ và $1/\beta = 680ms$ thì kết quả như hình 4.10



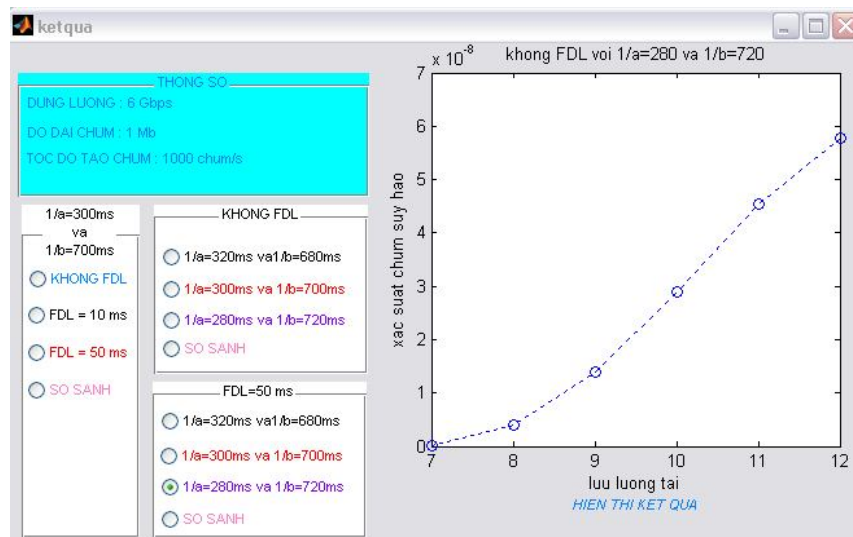
Hình 4.10. Kết quả khi $1/\alpha = 320ms$ và $1/\beta = 680ms$

- ✓ Nếu $1/\alpha = 300ms$ và $1/\beta = 700ms$ thì kết quả như hình 4.11



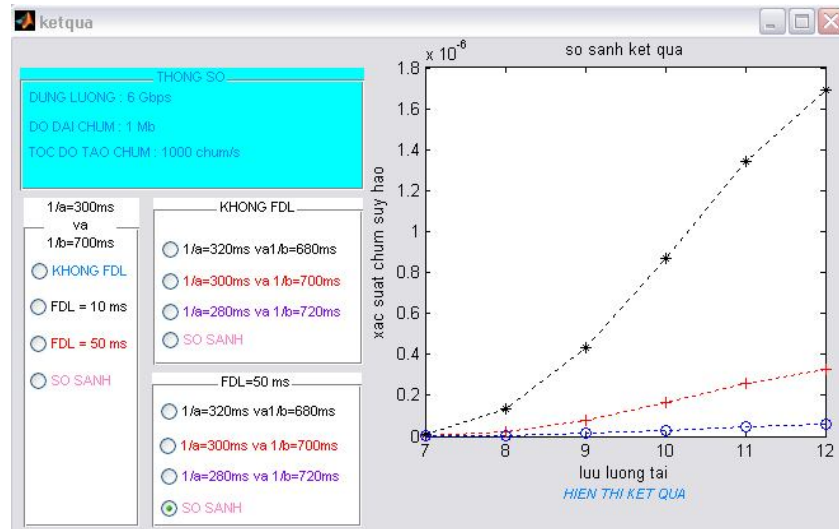
Hình 4.11. Kết quả khi $1/\alpha = 300ms$ và $1/\beta = 700ms$

✓ Nếu $1/\alpha = 280ms$ và $1/\beta = 720ms$ ta có kết quả như hình 4.12.



Hình 4.12. Kết quả khi $1/\alpha = 280ms$ và $1/\beta = 720ms$

✓ So sánh các kết quả như hình 4.13.



Hình 4.13. Kết quả so sánh

Hình 4.13 thể hiện kết quả xác suất chùng suy hao khi thay đổi giá trị $1/\alpha$ nhưng trong trường hợp này với việc kết hợp sử dụng FDL=50ms. Với việc sử dụng FDL=50ms thì xác suất chùng suy hao lại càng giảm khi ta giảm dần giá trị $1/\alpha$.

Ví dụ cụ thể như: lưu lượng tải là 8 nếu không FDL và $1/\alpha = 320ms$ thì xác suất chùng suy hao đạt giá trị 0.5×10^{-6} , nếu FDL=50ms và $1/\alpha = 320ms$ thì có giá trị 0.17×10^{-6} .

Kết luận chương

Nội dung tính toán trong chương trên đã thể hiện xác suất chùng suy hao khi sử dụng phương pháp làm lệch hướng đi trong mạng OBS, kết quả cho thấy khi sử dụng FDL thì giảm được xác suất chùng suy hao, nếu càng tăng giá trị FDL thì thể hiện càng rõ nét. Mặt khác với việc kết hợp giảm giá trị $1/\alpha$ và tăng FDL thì xác suất chùng suy hao càng được giảm.

KẾT LUẬN

Trong đề án này đã chỉ ra rằng mạng OBS thực hiện làm lệch hướng đi của chùng đồng nghĩa với việc giải quyết nghẽn chùng. Điều quan trọng để thiết kế lựa

chọn tuyến tối ưu dựa trên kết hợp một số thông số như là: khoảng cách tuyến, xác suất chùng suy hao trên tuyến lựa chọn.

Điều đáng quan tâm trong nội dung của thuật toán là đưa ra quyết định có nên làm lệch hướng hay không, dựa trên cơ sở khoảng cách từ nút nghẽn đến nút nguồn và cũng như khả năng chặn chùng của tuyến từ nút nghẽn đến đích. Và thuật toán kiểm tra ngưỡng quyết định có làm lệch hướng chùng hay loại bỏ và gửi lại từ nguồn.

HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

- Tăng số lượng bước sóng trên mỗi liên kết để có thể giảm nghẽn trong mạng và phân tích ảnh hưởng của số lượng bước sóng đến tốc độ suy hao chùng
- Nghiên cứu nhiều hơn công dụng của FDL(trên mỗi bước sóng, trên mỗi port) trong mức độ chặn chùng và lưu lượng đưa vào mạng
- Quan tâm đến những giao thức định tuyến để thực hiện trao đổi những thông tin của nút, của liên kết trong mạng.