



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0019432

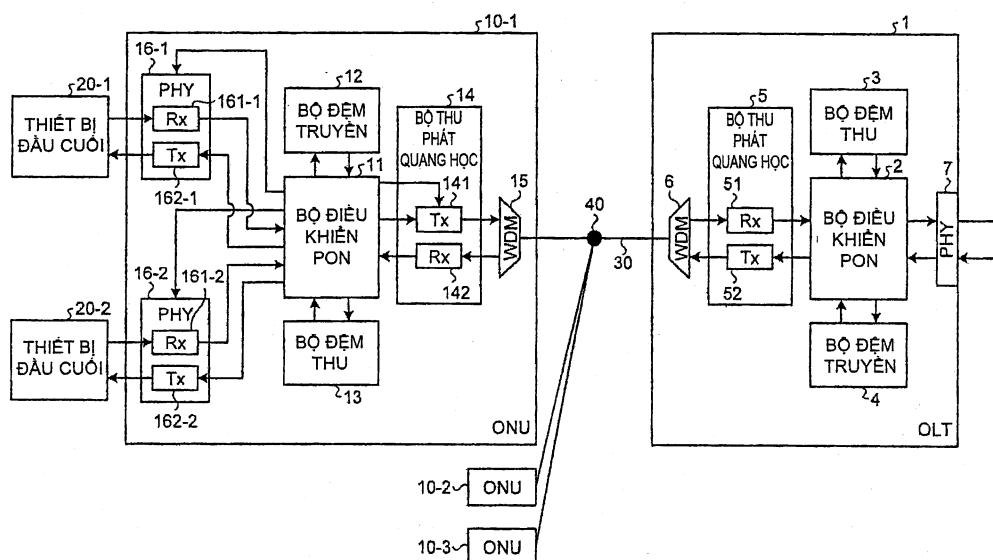
(51)⁷ H04L 12/44, H04B 10/20

(13) B

- (21) 1-2012-01562 (22) 24.03.2010
(86) PCT/JP2010/002054 24.03.2010 (87) WO2011/117917A1 29.09.2011
(45) 25.07.2018 364 (43) 25.09.2012 294
(73) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310 Japan
(72) HIRANO, Yukio (JP), MUKAI, Hiroaki (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG, HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG QUANG, THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI ĐƯỜNG TRUYỀN QUANG PHÍA TRẠM VÀ THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI ĐƯỜNG TRUYỀN QUANG PHÍA NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập phương pháp truyền thông của hệ thống truyền thông quang trong đó các ONU được kết nối với OLT, bao gồm bước (a) cấp phát, bởi OLT, độ rộng dải tần truyền cho ONU có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó bộ truyền quang tạm thời bị dừng trong giai đoạn chờ định trước, và truyền thông báo độ rộng dải tần truyền đến ONU khi ONU đang ở trong chế độ chờ và khi ONU không ở trong chế độ chờ; (b) thu, từ ONU mà độ rộng dải tần truyền được cấp phát đến, tín hiệu đáp ứng khi ONU không ở trong chế độ chờ, trong đó tín hiệu đáp ứng được thu hoặc không được thu trong suốt chế độ chờ; và (c) chặn, bởi OLT, cảnh báo trong chế độ chờ, cảnh báo này được gây ra do lỗi truyền thông với ONU dựa trên tín hiệu đáp ứng không được thu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông trong đó các thiết bị đầu cuối được kết nối bởi đường truyền chung và phương pháp truyền thông, và, ví dụ, đề cập đến hệ thống PON (Passive Optical Network - mạng quang thụ động) hoặc loại tương tự bao gồm OLT (Optical Line Terminal - đầu cuối đường truyền quang: thiết bị đầu cuối phía trạm) và các ONU (Optical Network Unit - bộ mạng quang: thiết bị đầu cuối phía người dùng).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong hệ thống PON, việc truyền thông được thực hiện khi đồng bộ giữa OLT và các ONU sao cho dữ liệu theo chiều ngược được truyền từ các ONU không bị xung đột. OLT lên kế hoạch để cho phép truyền dẫn tới mỗi ONU để dữ liệu theo chiều ngược không bị xung đột. Tại thời điểm này, độ trễ do khoảng cách từ mỗi ONU được xem xét. Do đó, OLT đo thời gian khứ hồi từ mỗi ONU, tuy nhiên, có sự thay đổi của các đường truyền dẫn, như sự biến động và chập chờn, khi truyền bởi cáp quang, sao cho phép đo cần được thực hiện theo chu kỳ.

Mặt khác, việc truyền thông dữ liệu không được thực hiện thường xuyên, và, ví dụ trong suốt thời gian ban đêm, việc truyền thông dữ liệu hoàn toàn không được thực hiện. Tuy nhiên, việc đo thời gian khứ hồi được thực hiện theo chu kỳ như trên không quan tâm tới việc có truyền thông dữ liệu hay không. Việc duy trì ONU ở trạng thái có thể truyền thông ổn định để đo thời gian khứ hồi ngay cả khi việc truyền thông dữ liệu không được thực hiện gây lãng phí năng lượng. Do đó, công nghệ được nghiên cứu trong đó ONU được chuyển tiếp gián đoạn tới trạng thái tiết kiệm năng lượng bằng cách yêu cầu chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng từ ONU.

Hơn nữa, hệ thống PON được nghiên cứu trong đó khi không có dữ liệu đường lên từ ONU, độ rộng dải tần truyền vô ích không được cấp phát cho ONU như vậy để nâng cao lưu lượng (tài liệu sáng chế 1). Trong hệ thống PON này, khi OLT phát hiện một trạng thái trong đó không có dữ liệu người sử dụng trong một khoảng thời gian định trước, thì OLT xóa đăng ký ONU và thông báo cho ONU về việc tạm thời dừng liên kết quang. Sau đó, độ rộng dải tần truyền không được cấp phát cho ONU và việc truyền khung để duy trì liên kết cũng được ngăn chặn, sao cho ONU có thể làm giảm số lần truyền khung.

Trong hệ thống PON được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, bởi vì liên kết được ngắt đối với ONU không truyền dữ liệu nhất định, nên tải của ONU có thể bị giảm xuống. Tuy nhiên, khi ONU khôi phục sự truyền dữ liệu đường lên, quy trình phát hiện để phát hiện ONU không được kết nối được thực hiện lại và liên kết được thiết lập mới để đăng ký lại ONU. Do đó, ví dụ, khi sự truyền thông ở tốc độ bit thấp tiếp tục, thì phương pháp truyền thông này có thể không được sử dụng. Hơn nữa, bởi vì OLT ngắt liên kết tới ONU, nên khi việc truyền thông bất thường xảy ra trong ONU hoặc chính đường truyền thông đường lên, thì sự bất thường có thể không được phát hiện. Hơn nữa, bởi vì OLT xóa đăng ký của ONU, nên ONU ở trạng thái truyền thông bất thường không được phát hiện bởi quy trình phát hiện và do đó việc phát hiện sự truyền thông bất thường trở nên khó khăn.

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp sáng chế Nhật Bản số 2007-274534

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh của sáng chế, có đề xuất phương pháp truyền thông của hệ thống truyền thông quang trong đó các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng (các ONU) được kết nối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm (OLT) bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, phương pháp bao gồm các bước từ (a) đến (c) sau đây: (a) cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU, ONU này có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó bộ truyền quang của

ONU tạm thời bị dừng trong giai đoạn chờ định trước, và truyền thông báo độ rộng dải tần truyền đến ONU khi ONU đang ở trong chế độ chờ và khi ONU không ở trong chế độ chờ; (b) thu, từ ONU mà độ rộng dải tần truyền được cấp phát đến, tín hiệu đáp ứng khi ONU không ở trong chế độ chờ, trong đó tín hiệu đáp ứng được thu hoặc không được thu trong suốt chế độ chờ; và (c) chặn cảnh báo trong chế độ chờ của ONU bởi OLT, cảnh báo được gây ra do lỗi truyền thông với ONU dựa trên tín hiệu đáp ứng không được thu từ ONU.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, có đề xuất hệ thống truyền thông quang trong đó các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng (các ONU) được kết nối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm (OLT) bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, trong đó ONU bao gồm bộ thu phát quang được kết nối với cáp quang, ONU có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó bộ truyền của ONU tạm thời bị dừng trong giai đoạn chờ, và thiết bị điều khiển, thiết bị này được tạo cấu hình để có thể bỏ qua việc truyền tín hiệu đáp ứng đến OLT khi độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU bởi OLT trong suốt chế độ chờ, và OLT bao gồm bộ thu phát quang được nối với cáp quang, và thiết bị điều khiển để phát hiện cảnh báo đối với lỗi truyền thông với ONU bằng cách cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU và kiểm soát độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU và chặn cảnh báo đến ONU trong suốt chế độ chờ của ONU trong đó bộ truyền của ONU tạm thời bị dừng.

Theo một khía cạnh khác nữa của sáng chế, có đề xuất thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng của hệ thống truyền thông quang để kết nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, trong đó thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm chặn cảnh báo do lỗi truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng dựa trên tín hiệu đáp ứng từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong suốt chế độ chờ của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng bao gồm: bộ thu phát quang được nối với cáp quang và có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó mức tiêu thụ công suất

được giảm đi bằng cách dừng tạm thời bộ truyền trong giai đoạn chờ; và thiết bị điều khiển được tạo cấu hình có khả năng bỏ qua việc truyền tín hiệu đáp ứng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm trong suốt chế độ chờ khi độ rộng dải tần truyền được cấp phát bởi thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, trong suốt chế độ chờ, đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng.

Theo một khía cạnh khác nữa của sáng chế, có đề xuất thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm của hệ thống truyền thông quang mà nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, bao gồm: bộ thu phát quang được kết nối với cáp quang; và thiết bị điều khiển để phát hiện cảnh báo đối với lỗi truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng bằng cách cấp phát độ rộng dải tần truyền đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng và kiểm soát độ rộng dải tần truyền được cấp phát đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ và chặn cảnh báo đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ trong đó bộ truyền có trong thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng tạm thời bị dừng.

Theo một khía cạnh khác nữa của sáng chế, có đề xuất thiết bị điều khiển của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng của hệ thống truyền thông quang trong đó cáp quang thông thường nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm chặn cảnh báo trong chế độ chờ của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, cảnh báo được đưa ra do lỗi truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng dựa trên tín hiệu đáp ứng từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, trong đó thiết bị điều khiển có khả năng bỏ qua sự truyền tín hiệu đáp ứng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm trong suốt chế độ chờ khi tín hiệu được thu từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm qua bộ thu phát quang trong suốt chế độ chờ trong đó bộ thu phát quang được nối với cáp quang tạm thời dừng bộ truyền trong giai đoạn chờ.

Theo một khía cạnh khác nữa của sáng chế, có đề xuất thiết bị điều khiển của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm của hệ thống truyền thông quang trong đó cáp quang thông thường kết nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, trong đó thiết bị điều khiển cấp phát độ rộng dải tần truyền đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng và phát hiện cảnh báo đối với lỗi truyền thông dựa trên sự có hoặc không có tín hiệu đáp ứng từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, và chặn cảnh báo trong suốt chế độ chờ trong đó thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng tạm thời dừng bộ truyền của bộ thu phát quang.

Phương pháp truyền thông, hệ thống truyền thông quang, thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, và thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng theo sáng chế có thể thực hiện phát hiện lỗi trong thao tác tiết kiệm năng lượng bởi sự truyền thông gián đoạn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa cấu trúc của hệ thống truyền thông theo phương án của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.3 lưu đồ minh họa điều khiển truyền thông của OLT theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.4 lưu đồ minh họa điều khiển truyền thông của ONU theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông (tại thời điểm xảy ra lỗi) theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông (tại thời điểm ngắt nguồn) theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông (ví dụ sửa đổi)

theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.9 là lưu đồ minh họa điều khiển truyền thông của OLT theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.10 là lưu đồ minh họa điều khiển truyền thông của ONU theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông (tại thời điểm xảy ra lỗi) theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.12 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông (tại thời điểm ngắt nguồn) theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.13 là sơ đồ trình tự minh họa phương pháp truyền thông (ví dụ sửa đổi) theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.14 lưu đồ minh họa điều khiển truyền thông (ví dụ sửa đổi) của OLT theo phương án thứ hai của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thứ nhất

• Cấu hình phần cứng

Fig.1 là hình vẽ minh họa ví dụ cấu hình về phương án thứ nhất của hệ thống PON theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống PON trong phương án này bao gồm OLT 1 và các ONU từ 10-1 đến 10-3. OLT 1 và các ONU từ 10-1 đến 10-3 được kết nối bởi đường thuê bao 30 qua bộ tách 40. Bộ tách 40 tách đường thuê bao 30 được kết nối đến OLT 1 thành số lượng các ONU từ 10-1 đến 10-3. Hơn nữa, ONU 10-1 được kết nối đến các thiết bị đầu cuối 20-1 và 20-2. Trong phương án này, số lượng các ONU là ba là ví dụ, theo cách khác, số lượng các ONU không bị giới hạn ở đó và có thể là số bất kỳ.

OLT 1 bao gồm bộ điều khiển PON 2 để thực hiện quy trình ở phía OLT

dựa trên giao thức PON, bộ đệm thu 3 như là bộ đệm để lưu giữ trong đó dữ liệu đường lên sẽ được thu từ các ONU từ 10-1 đến 10-3, bộ đệm truyền 4 như là bộ đệm để lưu giữ trong đó dữ liệu đường xuống sẽ được truyền đến các ONU từ 10-1 đến 10-3, bộ thu phát quang 5 dùng để thực hiện quy trình truyền và thu tín hiệu quang, bộ ghép WDM (Wavelength Division Multiplexing – dồn kênh phân chia bước sóng) (WDM) 6 để dồn kênh các bước sóng của dữ liệu đường lên và dữ liệu đường xuống, và bộ xử lý lớp vật lý (PHY) 7 để thực hiện chức năng giao tiếp vật lý của NNI (Network Node Interface - giao diện nút mạng) với mạng. Bộ thu phát quang 5 bao gồm bộ thu quang (Rx: bộ thu) 51 để thực hiện quy trình thu và bộ truyền quang (Tx: bộ truyền) 52 để thực hiện quy trình truyền.

ONU 10-1 bao gồm bộ điều khiển PON 11 để thực hiện quy trình ở phía ONU dựa trên giao thức PON, bộ đệm truyền (bộ đệm đường lên) 12 như là bộ đệm để lưu giữ trong đó dữ liệu truyền (dữ liệu đường lên) đến OLT 1, bộ đệm thu (bộ đệm đường xuống) 13 như là bộ đệm để lưu giữ trong đó dữ liệu thu (dữ liệu đường xuống) từ OLT 1, bộ thu phát quang 14, WDM 15 để dồn kênh các bước sóng của dữ liệu đường lên và dữ liệu đường xuống, và các bộ xử lý lớp vật lý (các PHY) 16-1 và 16-2 để thực hiện chức năng giao tiếp vật lý của UNI (User Network Interface – giao diện mạng người sử dụng) lần lượt với các thiết bị đầu cuối 20-1 và 20-2.

Bộ thu phát quang 14 bao gồm bộ truyền quang (Tx: bộ truyền) 141 để thực hiện quy trình truyền và bộ thu quang (Rx: bộ thu) 142 để thực hiện quy trình thu. PHY 16-1 bao gồm bộ phận thu (Rx: bộ thu) 161-1 để thực hiện quy trình thu và bộ phận truyền (Tx: bộ truyền) 162-1 để thực hiện quy trình truyền, và PHY 16-2 bao gồm bộ phận thu (Rx: bộ thu) 161-2 để thực hiện quy trình thu và bộ phận truyền (Tx: Bộ truyền) 162-2 để thực hiện quy trình truyền.

Hai thiết bị đầu cuối được kết nối đến ONU 10-1, tuy nhiên, số lượng các thiết bị đầu cuối không bị giới hạn ở đó và có thể là số bất kỳ, và các bộ xử lý lớp vật lý (các PHY) được bố trí tương ứng với số lượng các thiết bị đầu cuối. Hơn nữa, trên Fig.1, ví dụ cấu hình về ONU 10-1 được minh họa làm đại diện, tuy nhiên, các

ONU 10-2 và 10-3 cũng có cùng cấu hình như ONU 10-1.

Bộ điều khiển PON 2 của OLT 1 thực hiện việc cấp phát độ rộng dải tần của dữ liệu đường lên để cho phép truyền đến mỗi ONU trong số các ONU từ 10-1 đến 10-3 sao cho các khoảng thời gian truyền không chồng chập lên nhau nhờ đó ngăn chặn xung đột dữ liệu truyền từ các ONU từ 10-1 đến 10-3 theo cách giống như hệ thống PON thông thường. Phương pháp bất kỳ có thể được sử dụng cho việc cấp phát độ rộng dải tần này, và, ví dụ, điều có thể là sử dụng thuật toán cấp phát độ rộng dải tần động được mô tả trong "'HuhDynamic Bandwidth Allocation Algorithm for Multimedia Services over Ethernet (registered trademark) PONs", tạp chí ETRI, tập 24, số 6, tháng 12 năm 2002, các trang từ 465 đến 466, tác giả là Su-il Choi và Jae-doo".

Tiếp theo, hoạt động chung của OLT 1 và các ONU từ 10-1 đến 10-3 trong phương án này được giải thích. Bộ điều khiển PON 2 lưu giữ dữ liệu đường xuống (dữ liệu truyền thông đường xuống) được thu từ mạng qua PHY 7 trong bộ đệm truyền 4. Khi truyền dữ liệu từ OLT 1, bộ điều khiển PON 2 đọc ra dữ liệu đường xuống được lưu giữ trong bộ đệm truyền 4 và xuất nó ra đến bộ thu phát quang 5, Tx 52 của bộ thu phát quang 5 xuất ra dữ liệu truyền đến WDM 6 như là tín hiệu quang, và WDM 6 thực hiện dồn kênh bước sóng trên tín hiệu quang được xuất ra từ bộ thu phát quang 5 và xuất nó ra đến các ONU từ 10-1 đến 10-3 qua đường thuê bao 30 như là tín hiệu đường xuống. Hơn nữa, khi bộ điều khiển PON 2 truyền thông báo điều khiển như việc cấp phát độ rộng dải tần truyền mà nó truyền lệnh cho phép truyền, bộ điều khiển PON 2 xuất ra thông báo điều khiển được tạo ra đến bộ thu phát quang 5 và sau đó thông báo điều khiển được truyền đến các ONU từ 10-1 đến 10-3 theo cách giống như đối với dữ liệu đường xuống. Trong hệ thống PON trên Fig.1, các WDM 6 và 15 được sử dụng để thực hiện dồn kênh bước sóng, tuy nhiên, trong trường hợp truyền ở bước sóng đơn lẻ, các WDM 6 và 15 là không cần thiết.

Trong các ONU từ 10-1 đến 10-3, khi tín hiệu đường xuống được thu từ OLT 1, WDM 15 tách tín hiệu đường xuống để xuất nó đến bộ thu phát quang 14

và Rx 142 của bộ thu phát quang 14 chuyển đổi tín hiệu đường xuống thành dữ liệu đường xuống của tín hiệu điện và xuất nó ra đến bộ điều khiển PON 11. Bộ điều khiển PON 11 lưu giữ dữ liệu đường xuống được xuất ra từ Rx 142 của bộ thu phát quang 14 trong bộ đệm thu 13. Bộ điều khiển PON 11 đọc ra dữ liệu đường xuống được lưu giữ trong bộ đệm thu 13 và xuất nó ra đến cả hai hoặc một PHY trong số các PHY 16-1 và 16-2 tùy thuộc vào đích của dữ liệu. Các PHY 16-1 và 16-2 mà đã được thu dữ liệu đường xuống thực hiện quy trình định trước trên dữ liệu đường xuống và truyền nó đến các thiết bị đầu cuối 20-1 và 20-2 được kết nối đến đó.

Mặt khác, khi truyền dữ liệu đường lên từ các ONU từ 10-1 đến 10-3, bộ điều khiển PON 11 lưu giữ dữ liệu đường lên đạt được từ các thiết bị đầu cuối 20-1 và 20-2 qua các PHY 16-1 và 16-2 trong bộ đệm truyền 12. Sau đó, bộ điều khiển PON 11 đọc ra dữ liệu đường lên được lưu giữ trong bộ đệm truyền dựa trên độ rộng dải tần truyền từ OLT 1 và xuất nó ra đến bộ thu phát quang 14. Tx 141 của bộ thu phát quang 14 chuyển đổi dữ liệu đường lên thành tín hiệu quang (tín hiệu đường lên) và truyền nó đến OLT 1 qua WDM 15 và đường thuê bao 30.

Bộ điều khiển PON 2 của OLT 1 lưu giữ dữ liệu đường lên được thu từ các ONU từ 10-1 đến 10-3 qua đường thuê bao 30, WDM 6, và Rx 51 của bộ thu phát quang 5 trong bộ đệm thu 3. Hơn nữa, bộ điều khiển PON 2 đọc ra dữ liệu đường lên được lưu giữ trong bộ đệm thu 3 và xuất nó ra đến mạng qua PHY 7.

Hơn nữa, trong các ONU từ 10-1 đến 10-3, đối với thông báo điều khiển từ OLT 1, bộ điều khiển PON 11 thu thông báo điều khiển qua WDM 15 và Rx 142 của bộ thu phát quang 14 và thực hiện thao tác dựa trên lệnh của thông báo điều khiển, tạo ra sự đáp ứng thông báo điều khiển, và loại tương tự.

- Hoạt động tiết kiệm năng lượng

Tiếp theo, hoạt động tiết kiệm năng lượng của hệ thống PON được giải thích có dựa vào Fig.2 như là một ví dụ về hoạt động tiết kiệm năng lượng của hệ thống truyền thông.

(d1)-(d2) & (u1)-(u2) Truyền thông ở trạng thái hoạt động bình thường

Fig.2 minh họa trình tự sau khi quy trình chẳng hạn như sự phát hiện được hoàn tất và việc truyền thông ở trạng thái truyền thông bình thường (chế độ bình thường) được bắt đầu. Fig.2 chỉ minh họa một ONU 10, tuy nhiên, trên thực tế, OLT 1 truyền thông với các ONU 10 bằng phương pháp tương tự. Trong hệ thống PON, trong việc truyền thông đường lên (đường lên), độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho các ONU 10 bởi việc truyền thông dồn kênh phân chia thời gian. OLT 1 truyền tín hiệu chấp nhận (Grant), mà nó định rõ độ rộng dải tần truyền Bw và chấp nhận truyền thông, đến ONU 10 để điều khiển việc dồn kênh phân chia thời gian này. Độ rộng dải tần truyền cũng có thể được gọi là thời gian truyền, sao cho, nói cách khác, OLT 1 cấp phát thời gian truyền cho ONU 10 và truyền tín hiệu chấp nhận đến ONU 10. Grant bao gồm thông tin mà từ đó mỗi ONU 10 có thể được nhận dạng, thời điểm bắt đầu truyền thông, và thời điểm kết thúc truyền thông (hoặc khoảng thời gian truyền thông).

ONU 10 truyền dữ liệu đường lên (Data) trong độ rộng dải tần đã được định rõ được định rõ bởi Grant này. OLT 1 thu dữ liệu đường lên trong độ rộng dải tần truyền Bw, và thực hiện chuyển tiếp dữ liệu đến thiết bị cấp cao hơn mà có mặt ở phía mạng lõi và cũng phát hiện lỗi truyền thông với ONU 10. Khi dữ liệu đường lên không được truyền trong độ rộng dải tần truyền Bw đã được định rõ, OLT 1 xác định rằng sự bất thường xuất hiện trong ONU 10 tương ứng với độ rộng dải tần truyền này. Việc giám sát lỗi truyền thông này được mô tả sau đây.

(d3)-(d8) & (u3)-(u8) Truyền thông ở trạng thái tiết kiệm năng lượng

Khi ONU 10 trở thành có thể truyền thông ở trạng thái tiết kiệm năng lượng hoặc cần truyền thông ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, thì ONU 10 thông báo cho OLT 1 về việc chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng. Tín hiệu yêu cầu bất kỳ có thể được sử dụng cho thông báo này, và, ví dụ, tín hiệu Dying_Gasp được truyền.

Khi thông báo này được thu, OLT 1 phát hiện rằng ONU 10 chuyển sang trạng thái tiết kiệm năng lượng và tạm dừng việc cấp phát độ rộng dải tần cho

ONU 10 trong khoảng thời gian định trước (thời gian nghỉ). Trong phương pháp truyền thông này, giá trị bất kỳ có thể được thiết lập như là thời gian nghỉ, tuy nhiên, điều khó khăn là duy trì liên kết bình thường trong khoảng thời gian dài như chuẩn một giờ, sao cho, ví dụ, khoảng thời gian ngắn như mili giây được định rõ.

Khi ONU 10 chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng, ONU 10 tắt nguồn laze của Tx 141 của bộ thu phát quang 14 để điều khiển đến trạng thái tắt. Lúc này, ONU 10 không thực hiện ngắt nguồn của Rx 142 của bộ thu phát quang 14 và tiếp tục thu tín hiệu điều khiển và dữ liệu đường xuống từ OLT 1. Mặt khác, OLT 1 cũng không truyền Grant cho ONU 10 đã được chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng, tuy nhiên, truyền tín hiệu điều khiển khác và dữ liệu đường xuống khác. Trên Fig.2, trạng thái cấp nguồn của Tx 141 của ONU 10 được chỉ báo bởi "ON" và "OFF" ở phía bên phải của trình tự ONU. Ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, tức là, chế độ nghỉ, bật và tắt nguồn được lặp lại gián đoạn trong khoảng thời gian này. Khoảng thời gian được chỉ báo bởi "OFF" là khoảng thời gian dừng mà trong khoảng thời gian đó nguồn laze của Tx 141 được dừng. Giữa các khoảng thời gian dừng gián đoạn, ONU 10 đánh thức Tx 141 để tạo ra thời gian đánh thức thử (thời gian đánh thức thử). "Thời gian nghỉ" là khoảng thời gian định trước và, trong ví dụ này, định rõ thời gian tuyệt đối của khoảng thời gian dừng dựa trên thời điểm bắt đầu của chu kỳ cập nhật độ rộng dải tần. Trên Fig.2, "thời gian nghỉ" và khoảng thời gian "OFF" không so khớp. Điều này là do ONU 10 mà đã truyền dữ liệu đường lên ngắt nguồn cấp mà không chờ chu kỳ cập nhật độ rộng dải tần tiếp theo. Các phương án khác không bị giới hạn ở ví dụ này và, điều có thể áp dụng là làm cho "thời gian nghỉ" và khoảng thời gian "OFF" so khớp.

OLT 1 đo thời gian nghỉ đối với mỗi ONU 10 và truyền Grant đến ONU 10 sau khi trôi qua thời gian nghỉ (d6). Grant này được truyền để đánh thức thử ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng. Khi ONU 10 thu Grant từ OLT 1 trong thời gian đánh thức thử này, thì ONU 10 cấp thử nguồn laze cho Tx 141 của bộ thu phát quang 14 ngay cả trong khi hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng để làm cho Tx 141 ở trạng thái bật. Do thời điểm kết thúc của thời gian nghỉ là đã biết,

nên ONU 10 có thể làm cho nguồn ở trạng thái bật mà không chờ thông báo về việc cấp phát độ rộng dải tần từ OLT 1. Khi ONU 10 duy trì trạng thái tiết kiệm năng lượng, ONU 10 truyền lại yêu cầu nghỉ như được giải thích trong (u3) trên đây và tắt nguồn laze của Tx 141 của bộ thu phát quang 14 để chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng (u6).

OLT 1 giám sát độ rộng dải tần được cấp phát cho ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng và phát hiện liệu tín hiệu yêu cầu có được truyền bình thường hay không. Lúc này, khi tín hiệu không được truyền bình thường từ ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, OLT 1 xác định rằng lỗi xuất hiện trong đường truyền thông của đường lên hoặc chính ONU 10 và phát ra cảnh báo. Thao tác này ở thời điểm xuất hiện lỗi được mô tả sau đây có dựa vào Fig.5.

(d9)-(d10) & (u9)-(u10) Truyền thông ở thời điểm thoát khỏi trạng thái tiết kiệm năng lượng

Trong ONU 10, khi thoát khỏi trạng thái tiết kiệm năng lượng được cần thiết, như trong trường hợp truyền lượng lớn dữ liệu được cần thiết, ONU 10 yêu cầu thoát khỏi trạng thái tiết kiệm năng lượng trong thời gian đánh thức thử sau thời gian nghỉ. Việc thoát khỏi trạng thái tiết kiệm năng lượng này có thể được thực hiện bởi việc ONU 10 truyền tín hiệu cụ thể, tuy nhiên, có thể được thực hiện, ví dụ, bằng cách truyền dữ liệu đường lên hợp lệ trong độ rộng dải tần đã được định rõ. Trạng thái tiết kiệm năng lượng được thoát khỏi bằng cách truyền dữ liệu đường lên hợp lệ, sao cho độ rộng dải tần của dữ liệu truyền trong đó các bit truyền được giữ lại có thể được sử dụng một cách hiệu quả.

OLT 1 giám sát độ rộng dải tần đã được cấp phát cho ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng sau thời điểm (d9) và thực hiện việc phát hiện lỗi theo cách tương tự với thao tác sau (d6) trên đây. Đồng thời, khi ONU 10 truyền yêu cầu tiết kiệm năng lượng, OLT 1 duy trì hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng đối với ONU 10, tuy nhiên, khi yêu cầu thoát khỏi trạng thái tiết kiệm năng lượng được thu như trên, hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng được thoát khỏi và hoạt động đối với hoạt động bình thường được bắt đầu đối với ONU 10.

Theo hoạt động trên, OLT 1 có thể cho phép hoạt động tiết kiệm năng lượng bởi ONU 10 trong khi đang duy trì liên kết đến ONU 10, và đồng thời, có thể phát hiện sự xuất hiện lỗi sớm ngay cả nếu lỗi xuất hiện khi truyền thông với ONU 10 mà thường không truyền dữ liệu. Hơn nữa, ONU 10 có thể ngăn chặn tiêu thụ năng lượng bằng cách dừng cấp nguồn laser cho Tx 141 của bộ thu phát quang 14, và, ngay cả khi truyền thông cần thiết để giám sát lỗi, ONU 10 có thể ngăn chặn sự tiêu thụ năng lượng bởi Grant đã được sử dụng so với trường hợp việc truyền tín hiệu bất kỳ bị bắt buộc trong mỗi chu kỳ cập nhật độ rộng dải tần.

Chu kỳ cấp phát độ rộng dải tần truyền là chu kỳ trong đó OLT 1 thông báo về độ rộng dải tần truyền và cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10. Grant được sử dụng trên đây là Grant, mà nó có khoảng thời gian cấp phát độ rộng dải tần truyền dài hơn thời gian khi ONU 10 được hoạt động ở trạng thái bình thường, trong ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng.

Chu kỳ cấp phát độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng có thể được xác định bằng phương pháp bất kỳ, và, ví dụ, chu kỳ cấp phát độ rộng dải tần truyền có thể được thiết lập để có giá trị so khớp với thời gian phát hiện T của cảnh báo hết thời gian MPCP (Multi-Point Control Protocol – giao thức điều khiển đa điểm). Nếu chu kỳ cấp phát độ rộng dải tần truyền được thiết lập dài hơn thời gian của hết thời gian MPCP, ONU 10 trong chế độ nghỉ kéo dài hết thời gian MPCP này, sao cho OLT 1 thiết lập chu kỳ cấp phát độ rộng dải tần truyền ở thời gian bằng hoặc nhỏ hơn so với thời gian MPCP. Hơn nữa, nếu khoảng thời gian truyền được cấp cho ONU 10 nhiều lần (n lần) nhưng không thể được nhận dù chỉ một lần và điều này được xác định là hết thời gian MPCP, cảnh báo không cần thiết và loại tương tự có thể được ngăn chặn. Do đó, ví dụ, khi hết thời gian MPCP được thiết lập ở T mili giây, OLT 1 thiết lập chu kỳ cấp phát độ rộng dải tần truyền ở T/n mili giây.

Hơn nữa, do liên kết giữa OLT 1 và ONU 10 được duy trì, nên sự tiêu thụ năng lượng có thể được giảm xuống ngay cả trong khi các thiết bị đầu cuối người sử dụng tiếp tục truyền thông với nhau.

- Các phần chi tiết của việc điều khiển truyền thông của OLT

Tiếp theo, các phần chi tiết của quy trình truyền thông của OLT 1 được giải thích có dựa vào Fig.3.

Fig.3 minh họa quy trình của bộ điều khiển PON 2 (thiết bị điều khiển PON) của OLT 1. Đầu tiên, bộ điều khiển PON 2 định rõ các ONU 10 mà độ rộng dải tần truyền của đường lên cần được cấp phát đến đó dựa trên danh sách (ActiveONUList) các ONU 10, mà được phát hiện bởi sự phát hiện và liên kết được cung cấp đến đó, và cấp phát độ rộng dải tần truyền cho mỗi ONU 10 (bước S1). Lúc này, ví dụ, khi độ rộng dải tần truyền trong một chu kỳ được chia thành N, bộ nhận dạng ID của ONU 10 tương ứng được đưa ra là $id_{bw}=ONU[bw]$, $bw=1, 2, \dots, N$.

Trong ActiveONUList, ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng được loại trừ, sao cho bộ điều khiển PON 2 có thể thực hiện việc cấp phát độ rộng dải tần động sao cho độ rộng dải tần truyền không được cấp phát cho ONU 10 trong hoạt động tiết kiệm năng lượng bằng cách tham chiếu đến danh sách này.

Tiếp theo, bộ điều khiển PON 2 thu thập Grant và dữ liệu đường xuống vào một khung và điều khiển bộ thu phát quang 5 truyền khung này đến ONU 10 (bước S2). Grant và dữ liệu đường xuống có thể được truyền với cùng một khung hoặc có thể được truyền với các khung khác nhau.

Tiếp theo, bộ điều khiển PON 2 thực hiện quy trình thu của mỗi độ rộng dải tần truyền được thu bởi Rx 51 bởi các bước sau đây (bước S3).

Đầu tiên, bộ điều khiển PON 2 định rõ ONU 10 được cấp phát cho độ rộng dải tần truyền tiếp theo (bước S4). Lúc này, Rx 51 của bộ thu phát quang 5 thực hiện thu đường lên đồng thời, và bộ điều khiển PON 2 đọc dữ liệu được thu bởi Rx 51 vào bộ nhớ tích hợp hoặc loại tương tự để xử lý (bước S5). Bộ điều khiển PON 2 kiểm tra loại tín hiệu đường lên thu được (bước S6), và khi không có tín hiệu hợp lệ, thì quy trình chuyển sang bước S17, khi tín hiệu yêu cầu (Dying_gasp) đối với trạng thái tiết kiệm năng lượng được phát hiện, quy trình chuyển sang bước S12,

và khi tín hiệu là các tín hiệu dữ liệu khác hoặc loại tương tự, thì quy trình ở bước S7 được thực hiện.

Ở bước S7, bộ điều khiển PON 2 kiểm tra ONU 10 của nguồn truyền của dữ liệu được thu, và khi ONU 10 này không có trong ActiveONUList, bộ điều khiển PON 2 thêm ONU 10 này vào ActiveONUList. OLT 1 phát hiện rằng ONU 10 thoát khỏi trạng thái tiết kiệm năng lượng bởi việc ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng truyền dữ liệu bình thường.

Dữ liệu được thu bao gồm yêu cầu độ rộng dải tần từ ONU 10, và bộ điều khiển PON 2 đọc yêu cầu độ rộng dải tần từ khung được thu, và kết hợp nó với bộ nhận dạng (ID) của ONU 10 cho việc cấp phát độ rộng dải tần tiếp theo ở bước S1 và ghi yêu cầu độ rộng dải tần này vào bộ nhớ (bước S8). Yêu cầu độ rộng dải tần được thể hiện bởi lượng dữ liệu được lưu giữ (chiếm) trong bộ đệm truyền 12 của ONU 10 hoặc loại tương tự. Phương pháp trong đó ONU 10 truyền báo cáo về việc chiếm bộ đệm truyền 12 và OLT 1 thực hiện việc cấp phát độ rộng dải tần động dựa trên báo cáo này được gọi là SR-DBA (báo cáo tình trạng DBA). Yêu cầu độ rộng dải tần không cần được thực hiện rõ ràng, và điều có thể là OLT 1 điều chỉnh độ rộng dải tần để được cấp phát đối với độ rộng dải tần đã được cấp phát cho ONU 10 bằng cách giám sát lượng dữ liệu được truyền thực tế bởi ONU 10. Điều này được gọi là TM-DBA (giám sát lưu lượng DBA). Ở bước S8, việc giám sát lưu lượng bởi TM-DBA này có thể được thực hiện.

Tiếp theo, bộ điều khiển PON 2 truyền dữ liệu thu được lưu giữ trong bộ đệm thu 3 đến mạng qua PHY 7 (bước S9).

Bộ điều khiển PON 2 luôn giám sát trạng thái truyền thông của đường lên đến mỗi ONU 10. Nếu khung mong muốn không thể được thu vào thời điểm mà ONU 10 truyền khung, tín hiệu cảnh báo được gọi là LOSi (mất tín hiệu đối với ONU_i) được xuất ra. Tín hiệu cảnh báo này là cảnh báo cần cho việc quản lý mạng, và, khi LOSi được tạo ra, điều này được thông báo cho người vận hành mạng và người vận hành mạng thực hiện đo lỗi dựa trên LOSi này. Bước S10 là quy trình xóa số đếm lỗi đối với LOSi này. LOSi này là tín hiệu mà được xuất ra khi tín hiệu

không thể được thu, ví dụ, bốn lần liên tiếp từ ONU 10 thứ i và lỗi thực sự được xác định, và số đếm lỗi này là biến số để đếm số lượng lần liên tiếp của việc không thu được này. Bộ điều khiển PON 2 thực hiện đếm tăng số đếm của LOSi ở bước S17 được mô tả sau đây.

Khi quy trình ở bước S10 được hoàn tất, bộ điều khiển PON 2 trở lại đầu quy trình vòng lặp ở bước S3 để xử lý độ rộng dải tần tiếp theo. Quy trình vòng lặp này là quy trình lặp lại quy trình đối với độ rộng dải tần thứ bw nằm trong khoảng từ thứ nhất đến thứ N.

Tiếp theo, quy trình trong trường hợp OLT 1 thu yêu cầu nghỉ (Dying_Gasp) ở bước S6 được giải thích.

Trong phương án này, có hai loại Dying_Gasp. Một loại là Dying_Gasp (0) mà nó được xuất ra khi ONU 10 ngắt liên kết và tắt nguồn và loại còn lại là Dying_Gasp (1) mà nó được xuất ra bởi ONU 10 như là yêu cầu nghỉ. Tín hiệu Dying_Gasp có khuôn dạng chứa bộ nhận dạng tín hiệu chỉ báo tín hiệu Dying_Gasp, ID của ONU 10, và cờ (tùy chọn) chỉ báo yêu cầu nghỉ. Bộ điều khiển PON 2 kiểm tra liệu tín hiệu Dying_Gasp được thu là yêu cầu nghỉ ở bước S12, và trong trường hợp yêu cầu nghỉ, tức là, tín hiệu Dying_Gasp (1), quy trình chuyển sang quy trình ở bước S13.

Ở bước S12, bộ điều khiển PON 2 phát hiện rằng ONU 10 được chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng và ghi điều này lại. Đặc biệt là, bộ điều khiển PON 2 thực hiện quy trình loại ID của ONU 10 khỏi ActiveONUList mà nó là danh sách mục tiêu cấp phát của độ rộng dải tần truyền. Hơn nữa, bộ điều khiển PON 2 thiết lập bộ định thời của thời gian nghỉ đối với ONU 10 thứ i để đo khoảng thời gian tiết kiệm năng lượng (bước S14). Thời gian nghỉ này có thể là thời gian được lưu giữ trong OLT 1 từ trước hoặc thời gian được tính dựa trên trạng thái truyền thông, hoặc thời gian cụ thể có thể đạt được từ ONU 10 và giá trị này có thể được thiết lập như là thời gian nghỉ. Hơn nữa, phương pháp bất kỳ có thể được sử dụng để đo thời gian nghỉ miễn là khoảng thời gian tiết kiệm năng lượng có thể được xác định và phép đo có thể được thực hiện cũng bằng cách đo sự trôi qua thời

gian tương đối được đếm tăng hoặc đếm giảm theo thời gian trôi qua định trước hoặc bởi việc giám sát thời gian tuyệt đối định rõ thời gian tuyệt đối của đồng hồ. Tiếp theo, bộ điều khiển PON 2 chuyển sang quy trình thu dữ liệu đường lên nêu trên (bước S9) và lặp lại quy trình tương tự. Nếu đặc điểm kỹ thuật là sao cho dữ liệu đường lên cũng có thể được truyền trong cùng một độ rộng dải tần (hoặc khung) cùng với Dying_Gasp (1), thì có ưu điểm là ngay cả trong trạng thái mà ONU 10 hoàn thành truyền dữ liệu để lại chỉ một phần nhỏ dữ liệu trong bộ đệm truyền 12, ONU 10 có thể ngay lập tức chuyển sang trạng thái tiết kiệm năng lượng. Mặt khác, trong trạng thái có thể của trạng thái tiết kiệm năng lượng, do ONU 10 không có dữ liệu đường lên trong nhiều trường hợp, đặc điểm kỹ thuật có thể là sao cho, khi yêu cầu nghỉ được thu, quy trình đối với dữ liệu đường lên của khung này không được thực hiện.

Mặt khác, ở bước S12, khi bộ điều khiển PON 2 xác định rằng Dying_Gasp (0) được thu, bộ điều khiển PON 2 phát hiện trạng thái mà nguồn của ONU 10 được tắt (bước S15), và thực hiện quy trình loại ONU 10 khỏi ActiveONUList và xóa thông tin và các tài nguyên của liên kết được cấp phát cho ONU 10. Lúc này, OLT 1 truyền tín hiệu ngừng kích hoạt (Deactivate_ONU-ID) chỉ báo việc ngắt liên kết và lệnh loại bỏ tất cả thông tin, như thông tin liên kết, đến ONU 10. Nhờ việc thu tín hiệu này, ONU 10 tắt nguồn của bộ thu phát quang 14. Khi quy trình này được hoàn tất, bộ điều khiển PON 2 lại quay trở về quy trình ở bước S3 để xử lý độ rộng dải tần tiếp theo.

Bước S17 là quy trình trong trường hợp tín hiệu hợp lệ không được thu trong độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU 10 ở bước S6, và bộ điều khiển PON 2 phát hiện lỗi truyền thông bằng quy trình này. Trong hệ thống có chế độ tiết kiệm năng lượng trong đó ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng đơn giản bằng cách tắt nguồn của Tx 141 của bộ thu phát, ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng không truyền, vì bắt buộc, dữ liệu đường lên và loại tương tự, sao cho OLT 1 không thể phát hiện lỗi. Trong phương án này, OLT 1 cũng cấp phát thử độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 ở hoạt động tiết kiệm năng lượng và ONU 10 thử bật nguồn của Tx 141 sau thời gian nghỉ và truyền khung. Do đó, ở bước S6,

lỗi truyền thông của liên kết đường lên có thể được phát hiện bằng cách xác định liệu ONU 10 có truyền khung trong độ rộng dải tần truyền đã được cấp phát hay không. Khi khung không thể được thu trong độ rộng dải tần, bộ điều khiển PON 2 đếm tăng biến số LOS[i] mà nó đếm số lần không thu đối với ONU 10 thứ i.

Khi biến số LOS[i] đạt đến số lần định trước LOS_Max (ví dụ, bốn), bộ điều khiển PON 2 xác định rằng sự bất thường truyền thông xuất hiện trong liên kết đường lên của ONU 10 và phát ra cảnh báo LOSi nêu trên (bước S19). Hơn nữa, bộ điều khiển PON 2 chuyển sang quy trình ở bước S16 và ngắt liên kết. Mặt khác, khi biến số LOS[i] không đạt đến LOS_Max, bộ điều khiển PON 2 không phát ra cảnh báo và quay trở về quy trình (bước S3) đối với độ rộng dải tần tiếp theo.

Sau khi thực hiện quy trình nêu trên đối với tất cả các độ rộng dải tần truyền trong một chu kỳ cập nhật độ rộng dải tần, bộ điều khiển PON 2 kiểm tra liệu có ONU 10 mà trong đó thời gian nghỉ hết hiệu lực đối với mỗi ONU 10 trong hoạt động tiết kiệm năng lượng hay không. Nếu ONU 10 mà trong đó thời gian nghỉ hết hiệu lực được phát hiện, ID của nó được bổ sung vào ActiveONUList để đánh thức thử ONU 10 (bước S20). Với quy trình này, hoạt động giám sát của ONU 10 trong hoạt động tiết kiệm năng lượng được giải thích ở các bước từ S17 đến S19 trở thành có thể. Hơn nữa, khi ONU 10 duy trì trạng thái tiết kiệm năng lượng, yêu cầu nghỉ được quay trở lại bằng cách sử dụng độ rộng dải tần truyền đã được cấp phát ở bước S1, sao cho ONU 10 có thể tiếp tục hoạt động trong đó sự tiêu thụ năng lượng lại được ngăn chặn trong khi đang duy trì liên kết.

Tiếp theo, bộ điều khiển PON 2 xác định liệu có tiếp tục hoạt động trong chu kỳ cập nhật độ rộng dải tần tiếp theo hay không, và khi hoạt động này được tiếp tục, quy trình quay trở lại quy trình ở bước S1 và hoạt động nêu trên được phục hồi.

- Các phần chi tiết về việc điều khiển truyền thông của ONU

Tiếp theo, các phần chi tiết của quy trình truyền thông của ONU 10 được giải thích có dựa vào Fig.4.

Fig.4 là lưu đồ minh họa việc điều khiển truyền thông được thực hiện bởi bộ điều khiển PON 11 của ONU 10. Việc điều khiển truyền thông được tách đại khái thành việc điều khiển thu đường xuống (các bước từ S30 đến S33) và việc điều khiển truyền đường lên (các bước từ S35 đến S51).

Việc điều khiển thu đường xuống

Đầu tiên, việc điều khiển thu đường xuống được giải thích. Rx 142 của bộ thu phát quang 14 thu khung đường xuống được truyền từ OLT 1 và ghi dữ liệu được thu này trong bộ đệm thu 13. Bộ điều khiển PON 11 giám sát khung được thu bởi bộ thu phát quang 14 (bước S30) và trích thông tin độ rộng dải tần truyền của đường lên từ thông tin phần đầu có trong khung này (bước S31). Thông tin độ rộng dải tần truyền bao gồm thông tin mà từ đó ONU 10 như là đích cấp phát có thể được định rõ và thông tin mà từ đó thời điểm bắt đầu truyền và thời điểm kết thúc truyền có thể được định rõ.

Hơn nữa, bộ điều khiển PON 11 trích phần tải từ khung thu và xuất nó ra đến bộ xử lý lớp trên (bước S32). Quy trình này là quy trình để truyền dữ liệu được thu trong giao thức cao hơn phù hợp đối với các thiết bị đầu cuối 20-1, 2 được kết nối đến ONU 10. Tiếp theo, bộ điều khiển PON 11 xác định liệu có kết thúc việc điều khiển thu và tắt nguồn hay không, và khi việc thu được tiếp tục mà không tắt nguồn, quy trình quay trở về bước S30 và việc điều khiển thu trên đây được tiếp tục.

Việc điều khiển truyền đường lên

Tiếp theo, việc điều khiển truyền của đường lên được giải thích.

Bộ điều khiển PON 11 chờ việc cấp phát (Grant) độ rộng dải tần truyền từ OLT 1 ở bước S35. Khi độ rộng dải tần truyền được cấp phát, bộ điều khiển PON 11 cấp nguồn cho Tx 141 của bộ thu phát quang 14 để thiết lập sang trạng thái bật nguồn laze (bước S36). Quy trình này là cần thiết, cụ thể là, khi quay trở lại từ trạng thái tiết kiệm năng lượng, sao cho nếu ONU 10 đang hoạt động ở trạng thái hoạt động bình thường và Tx 141 đã ở trạng thái bật, quy trình bắt đầu cấp nguồn không cần được thực hiện lại.

Bộ điều khiển PON 11 lệnh cho nguồn cấp đến Tx 141 trước khi thời điểm bắt đầu thực tế của độ rộng dải tần truyền và ít nhất là khoảng thời gian đối với Tx 141 của bộ thu phát quang 14 thức dậy và đầu ra quang được ổn định trước. Chu kỳ cập nhật độ rộng dải tần theo phương án này là chu kỳ cực ngắn và chuyển tiếp từ trạng thái tiết kiệm năng lượng sang trạng thái đánh thức thử (đánh thức thử) là thời gian cực ngắn và được thực hiện thường xuyên. Do đó, khi Tx 141 đánh thức ngay trước thời gian truyền mà không xem xét động thái của đầu ra quang khi đánh thức Tx 141, thì các tác động, như trạng thái không thể thu và giảm tỷ lệ lỗi, xảy ra trong OLT 1. Vì vậy, như được thể hiện trên Fig.4, khi việc cấp phát độ rộng dải tần truyền được phát hiện, bộ điều khiển PON 11 bắt đầu cấp nguồn cho Tx 141. Sau đó, các thao tác khác như thao tác tạo khung được thực hiện và việc truyền khung bởi bộ điều khiển PON 11 được thực hiện thực sự ở bước S46 tiếp theo.

Tiếp theo, bộ điều khiển PON 11 phát hiện trạng thái lưu giữ dữ liệu trong bộ đệm truyền 12 và trạng thái hoạt động của thiết bị được kết nối, như các thiết bị đầu cuối 20-1 và 20-2, ở phía đường xuống (bước S37) và xác định liệu có chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng (chế độ nghỉ) hay không (bước S38). Ví dụ, OLT 1 xác định rằng trạng thái lưu giữ dữ liệu trong bộ đệm truyền là trạng thái không có dữ liệu hoặc chỉ là lượng dữ liệu nhỏ có ngưỡng định trước hoặc nhỏ hơn được lưu giữ trong khoảng thời gian định trước và có chỗ trong bộ đệm truyền, OLT 1 xác định chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng. Ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, đường lên được duy trì, sao cho ONU 10 cần phải tập trung vào một điểm là điều có thể là truyền dữ liệu trong độ rộng dải tần tương đối nhỏ đối với khả năng của bộ đệm truyền và tốc độ truyền của đường truyền thông. Hơn nữa, các ví dụ khác về tiêu chuẩn đối với ONU 10 để chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng bao gồm (1) trạng thái nguồn của mỗi thiết bị đầu cuối và số lượng trạng thái bật các thiết bị đầu cuối hoặc số lượng các thiết bị đầu cuối đáp ứng truyền thông, (2) liệu việc chuyển tiếp của tất cả các thiết bị đầu cuối được kết nối (trong phương án này, các thiết bị đầu cuối 20-1 và 20-2) sang trạng thái tiết kiệm năng lượng có được phát hiện hay không, ví dụ, bằng phương pháp như thu LPI được quy định trong IEEE802.3az, và loại tương tự.

Khi điều được xác định là ONU 10 không chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng, bộ điều khiển PON 11 tạo ra tải truyền dựa trên dữ liệu truyền được lưu giữ trong bộ đệm truyền (bước S39). Tải này là dữ liệu mà được xử lý và được tạo ra trong lớp trên. Tiếp theo, để đảm bảo độ rộng dải tần truyền của chu kỳ tiếp theo, báo cáo tình trạng được tạo ra dựa trên việc chiếm dữ liệu của bộ đệm truyền 12 và loại tương tự (bước S40). Báo cáo này được tạo ra, ví dụ, bởi bộ điều khiển PON 11 biểu thị tỷ số của dữ liệu thực sự được lưu giữ trong bộ đệm so với kích thước bộ đệm được lệnh bởi giao thức như OMCI (Optical Network Unit Management and Control Interface – quản lý đơn vị mạng quang và giao diện điều khiển) và mã hóa tỷ số này bằng phương pháp mã hóa định trước. Trạng thái có thể được tạo ra dựa trên tiêu chuẩn bất kỳ miễn là lưu lượng truyền thông của đường lên được thừa nhận. Hơn nữa, khi TM-DBA được sử dụng, báo cáo này là không cần thiết.

Mặt khác, khi chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng, bộ điều khiển PON 11 ghi thông tin (cờ) chỉ báo việc chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng trong bộ nhớ tích hợp để chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng ở bước S48 được mô tả sau đây. Hơn nữa, bộ điều khiển PON 11 tạo ra tín hiệu Dying_Gasp (1) mà nó là yêu cầu nghỉ (bước S51).

Ở bước S41, bộ điều khiển PON 11 xác định liệu có tắt nguồn của ONU 10 hay không. Trong trường hợp tắt nguồn, để chèn Dying_Gasp (0) vào khung truyền và truyền nó đến OLT 1, bộ điều khiển PON 11 tạo ra tín hiệu này (bước S42). Khi nguồn được tắt, việc cấp nguồn cho bộ thu phát quang 14 bao gồm Rx 142 được dừng và ONU 10 trở thành trạng thái trong đó cả việc truyền và thu đều là không thể. Do đó, bộ điều khiển PON 11 tắt nguồn thực sự sau bước S49 mà ở đó các quy trình truyền cần thiết được hoàn tất.

Bộ điều khiển PON 11 thu thập các tín hiệu khác nhau được tạo ra tại các bước trên đây và tạo ra khung chứa chúng (bước S44). Lúc này, bộ điều khiển PON 11 tạo ra phần đầu khung (bước S43) và chèn nó vào trong khung.

Khi việc tạo khung được hoàn tất, bộ điều khiển PON 11 chờ cho đến khi

thời điểm bắt đầu truyền được định rõ trong thông tin độ rộng dải tần truyền đã được trích ở bước S31 (bước S45) và bắt đầu truyền khung (bước S46). Khi việc truyền khung được hoàn tất, bộ điều khiển PON 11 xác định liệu có chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng (chế độ nghỉ) hay không (bước S47), và trong trường hợp chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng, bộ điều khiển PON 11 dừng cấp nguồn cho Tx 141 (bước S48). Đặc biệt là, bộ điều khiển PON 11 có thể làm cho Tx 141 chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng bằng cách truyền tín hiệu điện, như ngắt điện và tắt máy, đến Tx 141 của bộ thu phát quang 14. Với quy trình này, bộ điều khiển PON 11 tạo ra khoảng thời gian dừng truyền gián đoạn (khoảng thời gian dừng của bộ phận truyền) trong chế độ nghỉ.

Cuối cùng, bộ điều khiển PON 11 xác định liệu tắt nguồn hay ở trạng thái dự phòng cho việc truyền tiếp theo (bước S49), và trong trường hợp tắt nguồn, bộ điều khiển PON 11 tắt nguồn của bộ thu phát quang 14 và loại tương tự và kết thúc quy trình. Khi tín hiệu Dying_Gasp (0) không được truyền chính xác đến OLT 1 do một lỗi truyền thông riêng lẻ, cảnh báo không cần thiết được phát thường xuyên trong OLT 1, sao cho nguồn có thể được tắt sau khi truyền tín hiệu Dying_Gasp (0) nhiều lần trước khi tắt nguồn. Trong trường hợp này, bộ điều khiển PON 11 đếm số lần truyền tín hiệu Dying_Gasp (0) ở bước S49 và điều khiển quay trở lại quy trình ở bước S35 cho đến khi đạt đến số lần định trước.

Mặt khác, khi bộ điều khiển PON 11 xác định không tắt nguồn, bộ điều khiển PON 11 quay trở lại bước S35 và lặp lại các quy trình tương tự như trên.

- Hoạt động ở thời điểm xuất hiện lỗi

Tiếp theo, hoạt động của hệ thống truyền thông khi lỗi truyền thông xuất hiện được giải thích.

Fig.5 là sơ đồ trình tự minh họa trường hợp lỗi truyền thông xuất hiện trong ONU 10 khi hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng. ONU 10 chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng sau thời điểm truyền (u3), và sau đó, thu lượng lớn dữ liệu truyền từ thiết bị đầu cuối 20-1 và cố gắng quay trở lại từ trạng thái tiết kiệm năng lượng sau thời điểm (u4). Nếu lỗi truyền thông xuất hiện trong

đường truyền thông đường lên 30, việc truyền dữ liệu không thể được thực hiện. Do OLT 1 biết rằng ONU 10 tắt nguồn của Tx 141 của bộ thu phát quang 14 và không truyền dữ liệu, nên sự vắng mặt tạm thời của việc truyền thông đường lên không phải là bất thường khi được nhìn từ OLT 1 và OLT 1 không thể phát hiện việc xuất hiện sự bất thường. Tuy nhiên, trong hệ thống truyền thông trong phương án này, trong khi ngăn chặn việc truyền thông đường lên của ONU 10 trong thời gian nghỉ, độ rộng dải tần truyền được cấp phát thử cho ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng sau thời gian nghỉ (d6). Do đó, OLT 1 có thể phát hiện liệu có sự bất thường truyền thông (mất tín hiệu đối với ONU_i) hay không trong liên kết với ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng bằng cách giám sát độ rộng dải tần được cấp phát ở (d6).

Trong ví dụ trên Fig.5, khi không có tín hiệu đáp ứng từ ONU 10 trong độ rộng dải tần Bw được cấp phát ở thời điểm (d6), độ rộng dải tần Bw được cấp phát cho cùng một ONU 10 cũng ở thời điểm (d7) tiếp theo, sao cho việc giám sát độ rộng dải tần được thực hiện tổng cộng hai lần và cảnh báo LOS_i được xuất ra dựa trên kết quả giám sát độ rộng dải tần thứ hai. Việc cấp phát độ rộng dải tần này không cần cấp phát trong các tần số cập nhật độ rộng dải tần liên tục và có thể được truyền gián đoạn. Hơn nữa, số lần giám sát cũng có thể được thiết lập ở số bất kỳ.

OLT 1 mà xuất ra cảnh báo LOS_i ngắt liên kết đến ONU 10 và thông báo cho ONU 10 về tác động đó bằng cách xuất ra Deactivate_ONU-ID ba lần. ONU 10 mà đã thu Deactivate_ONU-ID phát hiện việc ngắt liên kết và cần loại bỏ thông tin đã được lưu giữ về liên kết này và dừng truyền dữ liệu. Sau đó, ONU 10 chuyển tiếp sang trạng thái dự phòng truyền thông (chế độ dự phòng) từ OLT 1.

Sau khi liên kết bị ngắt, đối với ONU 10 để kết nối lại với OLT 1, ONU 10 đáp ứng yêu cầu phát hiện được truyền từ OLT 1 và đăng ký chính nó trong OLT 1. OLT 1 đăng ký ONU 10 bởi sự phát hiện đó và không cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 cho đến khi liên kết được thiết lập.

- Hoạt động ở thời điểm tắt nguồn

Tiếp theo, hoạt động khi ONU 10 tắt nguồn được giải thích.

Fig.6 là sơ đồ trình tự giải thích trường hợp ONU 10 tắt nguồn sau trạng thái tiết kiệm năng lượng. ONU 10 thực hiện hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng cho đến thời điểm (u8), tuy nhiên, ví dụ, khi người sử dụng thực hiện thao tác để tắt nguồn của ONU 10, sẽ nảy sinh sự cần thiết bắt đầu thao tác tắt nguồn trong ONU 10. Lúc này, nếu ONU 10 tắt nguồn ngay lập tức từ trạng thái tiết kiệm năng lượng, thì OLT 1 không thể phát hiện điều này và phát ra LOSi. Do đó, ONU 10 chờ cho đến khi việc cấp phát độ rộng dải tần sau thời gian nghỉ (d9) và truyền tín hiệu Dying_Gasp (0) đến OLT 1 (u9), và sau đó, tắt nguồn.

Mặt khác, OLT 1 cũng có thể nhận ra rằng lỗi truyền thông với ONU 10 xuất hiện hoặc ONU 10 không quay trở lại từ trạng thái nghỉ bằng cách thu tín hiệu Dying_Gasp (0), sao cho việc xuất ra cảnh báo không cần thiết có thể được ngăn chặn.

- Thiết lập biến số của thời gian nghỉ và báo nhận

Fig.7 minh họa trình tự của phương pháp truyền thông để xác định thời gian nghỉ ở trạng thái tiết kiệm năng lượng bằng cách đánh tín hiệu. Khi xuất ra yêu cầu nghỉ, ONU 10 định rõ thời gian nghỉ mà được thiết lập theo trạng thái truyền thông của chính nó và xuất nó ra đến OLT 1. Ví dụ, khi không có dữ liệu đường lên, ONU 10 thiết lập thời gian nghỉ dài, và, trong trường hợp độ rộng dải tần cực nhỏ hoặc khi việc truyền thông gián đoạn tiếp tục, ONU 10 thiết lập thời gian nghỉ ngắn (tuy nhiên, ONU 10 đã được chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng). Theo cách này, ONU 10 có thể xuất ra yêu cầu nghỉ với thời gian nghỉ được thay đổi theo trạng thái truyền thông của ONU 10 (u3).

Mặt khác, OLT 1 cũng có thể thiết lập thời gian nghỉ theo yêu cầu từ ONU 10 và điều khiển mạng như điều kiện trễ tối đa. Khi yêu cầu nghỉ được thu từ ONU 10, OLT 1 này xác định liệu trạng thái nghỉ có thể được chấp nhận hay không, và xác định thời gian nghỉ mà có thể được chấp nhận trong khi xem xét thời gian nghỉ được yêu cầu và truyền tín hiệu báo nhận (Acknowledgement) đối với yêu cầu nghỉ cùng với thời gian nghỉ (d4) này. Điều có thể áp dụng là OLT 1 không thông

báo về việc cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 cùng với tín hiệu báo nhận.

ONU 10 không chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng cho đến khi thu tín hiệu báo nhận và chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng sau khi thu tín hiệu báo nhận. Theo cách này, việc nhận nhầm trạng thái với OLT 1 không xảy ra bằng cách chờ tín hiệu báo nhận, cho phép ngăn chặn tình huống trong đó OLT 1 phát ra cảnh báo sai. Hơn nữa, ONU 10 có thể hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng trong suốt thời gian nghỉ đã được chấp nhận, sao cho việc giảm tiêu thụ năng lượng và cân bằng truyền thông có thể được điều chỉnh thích hợp theo trạng thái truyền thông.

Trong phần giải thích trên đây, cả ONU 10 và OLT 1 truyền thời gian nghỉ, theo cách khác, chỉ một thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị này có thể truyền thời gian nghỉ để cho phép điều chỉnh thời gian nghỉ. Hơn nữa, hệ thống truyền thông có thể sử dụng trình tự mà không có tín hiệu báo nhận.

Phương án thứ hai

Phương án thứ hai là phương án trong đó độ rộng dải tần truyền cũng được cấp phát cho ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng (chế độ nghỉ) để giảm trễ của đường lên đang nghỉ. Cấu hình phần cứng của hệ thống truyền thông này tương tự như hệ thống truyền thông trên đây được giải thích trên Fig.1.

Fig.8 là trình tự minh họa phương pháp truyền thông của phương án này. Trên Fig.8, như thấy rõ từ các thời điểm truyền (d4), (d5), (d7), và (d8) của OLT 1, trong phương án này, OLT 1 cũng cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 trong chế độ nghỉ khác với trình tự trên Fig.2. Do đó, ONU 10 có thể thoát khỏi chế độ nghỉ mà không chờ kết thúc chế độ nghỉ và việc chuyển tiếp sang chế độ bình thường để khôi phục việc truyền dữ liệu đường lên.

Mặt khác, xét về việc giám sát cảnh báo, ONU 10 ở chế độ nghỉ truyền hoặc không truyền khung theo quyết định của chính nó, sao cho thiết bị được cần. Do đó, OLT 1 giám sát độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU 10 trong chế độ nghỉ, tuy nhiên, che số đếm của LOSi để giám sát cảnh báo để thực hiện việc điều

không xuất ra cảnh báo ngay cả nếu tín hiệu hợp lệ không thể được thu trong độ rộng dải tần truyền này. Trạng thái giám sát cảnh báo của mất tín hiệu được chỉ báo bằng "ON" (giám sát hợp lệ) và "MASK" (giám sát không hợp lệ) ở phía bên trái trên Fig.8. Từ hình vẽ này, điều có thể thấy là việc giám sát cảnh báo của mất tín hiệu được "che" trong suốt thời gian nghỉ.

- Các phần chi tiết về việc điều khiển truyền thông của OLT

Tiếp theo, các phần chi tiết của quy trình truyền thông của OLT 1 được giải thích có dựa vào Fig.9.

Fig.9 minh họa quy trình của bộ điều khiển PON 2 của OLT 1. Trên Fig.9, các ký tự chỉ dẫn giống như trên Fig.3 minh họa các quy trình giống hoặc tương ứng trên Fig.3. Trên Fig.3, bộ điều khiển PON 2 điều khiển không cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 ở trạng thái tiết kiệm năng lượng ở bước S1 và bước S13. Mặt khác, theo điều khiển trên Fig.9, bộ điều khiển PON 2 cũng cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 trong chế độ nghỉ ở bước S60. Điều được xem xét là độ rộng dải tần truyền cần thiết của ONU 10 đang hoạt động trong chế độ nghỉ là nhỏ, sao cho bộ điều khiển PON 2 cấp phát độ rộng dải tần truyền nhỏ hơn ONU 10 trong chế độ bình thường.

Ở bước S61, loại tín hiệu đường lên được nhận dạng, và bộ điều khiển PON 2 phát hiện yêu cầu nghỉ bởi thông báo PLOAM (Physical Layer OAM operations, Administrations and Maintenance – các thao tác lớp vật lý OAM, quản trị và bảo trì) thay cho tín hiệu Dying_Gasp (1). Trong yêu cầu nghỉ, bộ nhận dạng (bộ nhận dạng của liên kết đến ONU 10 cũng có sẵn) mà với nó ONU 10 có thể được định rõ và bộ nhận dạng của loại thông báo chỉ báo rằng thông báo PLOAM là yêu cầu nghỉ được bao gồm. Yêu cầu nghỉ có thể là tín hiệu Dying_Gasp (1) theo cách tương tự như phương án thứ nhất. Khi yêu cầu nghỉ có trong tín hiệu đường lên thu được, bộ điều khiển PON 2 phát hiện rằng ONU 10 chuyển tiếp sang chế độ nghỉ ở bước S13, tuy nhiên, lúc này, ONU 10 không cần được loại khỏi đích cấp phát của độ rộng dải tần truyền như được mô tả trên đây.

Hơn nữa, trong độ rộng dải tần BW ở bước S61, khi điều được xác định là

không có tín hiệu được thu hợp lệ, thì bộ điều khiển PON 2 phát hiện liệu ONU 10 được cấp phát cho độ rộng dải tần có ở chế độ nghỉ hay không bằng cách kiểm tra bộ định thời ở bước S62. Sau đó, khi bộ điều khiển PON 2 xác định rằng ONU 10 trong chế độ nghỉ, bộ điều khiển PON 2 che quy trình cảnh báo (các bước từ S17 đến S19) và chuyển sang bước S11 để thực hiện quy trình đối với độ rộng dải tần truyền tiếp theo.

Như đã nêu trên, OLT 1 bao gồm phương tiện để ngăn chặn cảnh báo sai của việc giám sát lỗi bằng cách cho phép không truyền khung đến ONU 10 trong chế độ nghỉ trong khi cấp phát độ rộng dải tần truyền đến ONU 10 trong chế độ nghỉ.

- Các phần chi tiết của việc điều khiển truyền thông của ONU

Tiếp theo, các phần chi tiết của quy trình truyền thông của ONU 10 được giải thích có dựa vào Fig.10.

Fig.10 là lưu đồ minh họa việc điều khiển truyền thông được thực hiện bởi bộ điều khiển PON 11 của ONU 10. Trên Fig.10, các ký tự chỉ dẫn giống như trên Fig.4 minh họa các quy trình giống hoặc tương ứng trên Fig.4. Trong việc điều khiển truyền thông trên Fig.10, ngay cả nếu độ rộng dải tần truyền được cấp phát trong chế độ nghỉ, thì ONU 10 không truyền dữ liệu bằng cách sử dụng độ rộng dải tần truyền trong chế độ nghỉ (các bước S70 và S71). Do đó, ONU 10 không cần đánh thức Tx 141 và vì vậy có thể tiết kiệm việc tiêu thụ năng lượng. Hơn nữa, ở bước S70, bộ điều khiển PON 11 xác định liệu có dữ liệu truyền hay không, và khi có dữ liệu truyền ngay cả trong chế độ nghỉ, bộ điều khiển PON 11 thực hiện quy trình truyền tiếp theo bước S36. Do đó, trong ONU 10 mà nó sử dụng phương pháp truyền thông được mô tả trên Fig.10, chế độ nghỉ có thể được thoát khỏi trước khi thời gian nghỉ hết thời gian và trễ truyền trong chế độ nghỉ có thể được giảm xuống.

Ở bước S72, bộ điều khiển PON 11 tạo ra yêu cầu nghỉ nhờ sử dụng thông báo PLOAM thay cho tín hiệu Dying_Gasp (1) trên Fig.4. Mặt khác, ở bước S73, tín hiệu Dying_Gasp bình thường được tạo ra như là tín hiệu Dying_Gasp khi tắt nguồn.

- Hoạt động khi xuất hiện lỗi

Tiếp theo, hoạt động của hệ thống truyền thông khi lỗi truyền thông xuất hiện được giải thích.

Fig.11 là sơ đồ trình tự minh họa trường hợp lỗi truyền thông xuất hiện trong ONU 10 khi hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng. Tại các thời điểm (d1), (d2), (d5), và (d6) trong chế độ nghỉ, việc giám sát lỗi được che và vì vậy LOSi không bị phát hiện nhầm. Mặt khác, khi lỗi xuất hiện trong đường lên sau thời điểm truyền (u4) của ONU 10, OLT 1 phát hiện lỗi của LOSi trong độ rộng dải tần truyền Bw được cấp phát tại các thời điểm truyền (d6) và (d7) của OLT 1 và xuất ra cảnh báo LOSi.

- Hoạt động tại thời điểm tắt nguồn

Tiếp theo, hoạt động khi ONU 10 tắt nguồn được giải thích.

Fig.12 là sơ đồ trình tự giải thích trường hợp ONU 10 tắt nguồn sau trạng thái tiết kiệm năng lượng. ONU 10 thực hiện hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng cho đến thời điểm (u8), tuy nhiên, ví dụ, khi người sử dụng thực hiện thao tác để tắt nguồn của ONU 10, thì sẽ xuất hiện sự cần thiết phải bắt đầu thao tác tắt nguồn trong ONU 10. Lúc này, nếu ONU 10 tắt nguồn ngay lập tức từ trạng thái tiết kiệm năng lượng, thì OLT 1 không thể phát hiện điều này và phát ra LOSi. Do đó, ONU 10 chờ cho đến khi việc cấp phát độ rộng dải tần sau thời gian nghỉ (d9) và truyền tín hiệu Dying_Gasp đến OLT 1 (u9), và sau đó, tắt nguồn.

Mặt khác, OLT 1 cũng có thể nhận ra rằng lỗi truyền thông với ONU 10 xuất hiện hoặc ONU 10 đã không quay trở lại từ trạng thái nghỉ bằng cách thu tín hiệu Dying_Gasp, sao cho việc xuất ra cảnh báo không cần thiết có thể được ngăn chặn.

- Thiết lập biến số của thời gian nghỉ và báo nhận

Fig.13 minh họa trình tự của phương pháp truyền thông để xác định thời gian nghỉ ở trạng thái tiết kiệm năng lượng bằng cách đánh tín hiệu theo cách tương tự như Fig.7. Khi xuất ra yêu cầu nghỉ, ONU 10 định rõ thời gian nghỉ mà

nó được thiết lập theo trạng thái truyền thông của chính nó và xuất nó ra đến OLT 1. Ví dụ, khi không có dữ liệu đường lên, ONU 10 thiết lập thời gian nghỉ dài, và, trong trường hợp độ rộng dải tần cực nhỏ hoặc khi việc truyền thông gián đoạn tiếp tục, ONU 10 thiết lập thời gian nghỉ ngắn (tuy nhiên, ONU 10 được chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng). Theo cách này, ONU 10 có thể xuất ra yêu cầu nghỉ với thời gian nghỉ được thay đổi theo trạng thái truyền thông của ONU 10 (u3).

Mặt khác, OLT 1 cũng có thể thiết lập thời gian nghỉ theo yêu cầu từ ONU 10 và điều khiển mạng như điều kiện trễ tối đa. Khi yêu cầu nghỉ được thu từ ONU 10, OLT 1 này xác định liệu trạng thái nghỉ có thể được chấp nhận hay không, và xác định thời gian nghỉ mà nó có thể được chấp nhận trong khi xem xét thời gian nghỉ được yêu cầu và truyền tín hiệu báo nhận (Acknowledgement) đối với yêu cầu nghỉ cùng với thời gian nghỉ (d4) này. Điều có thể được đánh giá là OLT 1 không thông báo về việc cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU 10 cùng với tín hiệu báo nhận.

ONU 10 không chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng cho đến khi thu tín hiệu báo nhận và chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng sau khi thu tín hiệu báo nhận. Theo cách này, việc nhận ra sai trạng thái với OLT 1 không xảy ra bằng cách chờ tín hiệu báo nhận, cho phép ngăn chặn tình huống trong đó OLT 1 phát ra cảnh báo sai. Hơn nữa, ONU 10 có thể hoạt động ở trạng thái tiết kiệm năng lượng trong suốt thời gian nghỉ được chấp nhận, sao cho việc giảm sự tiêu thụ năng lượng và cân bằng truyền thông có thể được điều chỉnh thích hợp theo trạng thái truyền thông.

Trong phần giải thích trên đây, cả ONU 10 và OLT 1 đều truyền thời gian nghỉ, tuy nhiên, chỉ có một thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị này có thể truyền thời gian nghỉ để cho phép điều chỉnh thời gian nghỉ. Hơn nữa, trình tự không có tín hiệu báo nhận cũng có thể được sử dụng.

- Việc thoát hẳn khỏi chế độ nghỉ bằng thông báo PLOAM

Trong các phương án thứ nhất và thứ hai trên đây, khi quay trở lại từ trạng

thái tiết kiệm năng lượng (chế độ nghỉ) về chế độ bình thường, ONU 10 thực hiện truyền dữ liệu, mà không được kèm theo cùng với yêu cầu nghỉ, trong độ rộng dải tần được cấp phát. OLT 1 phát hiện rằng ONU 10 chuyển tiếp sang chế độ bình thường bằng cách thu việc truyền dữ liệu này, tuy nhiên, ONU 10 và OLT 1 có thể thực hiện việc giải phóng trạng thái tiết kiệm năng lượng này (chế độ nghỉ) bằng cách sử dụng yêu cầu thoát hẳn khỏi nghỉ nhờ sử dụng thông báo PLOAM. Lưu đồ trên Fig.14 minh họa việc điều khiển truyền thông của OLT 1 mà nó xử lý yêu cầu thoát hẳn khỏi nghỉ này. Trên Fig.14, các ký tự chỉ dẫn giống như các ký tự trên Fig.9 minh họa các quy trình giống hoặc tương ứng trên Fig.9.

Bước S64 trên Fig.14 là quy trình xác định liệu yêu cầu nghỉ được thu bởi OLT 1 là yêu cầu chuyển tiếp hay yêu cầu thoát khỏi. Khuôn dạng thông báo PLOAM có thể là khuôn dạng bất kỳ. Ví dụ, yêu cầu nghỉ bao gồm bộ nhận dạng (bộ nhận dạng của liên kết đến ONU 10 cũng có sẵn) mà với nó ONU 10 có thể được định rõ, bộ nhận dạng của loại thông báo chỉ báo rằng thông báo PLOAM là yêu cầu nghỉ, và cờ chỉ báo loại bất kỳ trong số chuyển tiếp/thoát khỏi. Cờ này là cờ chỉ báo liệu yêu cầu nghỉ yêu cầu việc chuyển tiếp sang chế độ nghỉ hay sang việc thoát khỏi các yêu cầu. Hơn nữa, như một ví dụ khác, phương pháp cấp phát bộ nhận dạng của loại thông báo có thể phân biệt được giữa chuyển tiếp/thoát khỏi thay cho cờ này được xem xét. Việc thoát khỏi chế độ nghỉ được thực hiện hoàn toàn theo cách này, sao cho cả ONU 10 và OLT 1 đều có thể nhận ra việc chuyển tiếp và thoát khỏi chế độ nghỉ chắc chắn hơn và do đó quy trình trở nên tin cậy hơn. Hơn nữa, nếu phương pháp bắt tay để trả lại tín hiệu báo nhận để thoát khỏi chế độ nghỉ được sử dụng, thì độ tin cậy của hệ thống truyền thông được nâng cao hơn nữa.

Các phương án của sáng chế được giải thích trên đây. Sáng chế này không bị giới hạn ở các phương án này và các sự cải biến bất kỳ có thể được thực hiện miễn là các sự cải biến này nằm trong phạm vi của sáng chế. Ví dụ, hệ thống truyền thông mà phương pháp truyền thông này được áp dụng không cần là hệ thống PON, và cũng có thể được áp dụng vào hệ thống truyền thông quang nhờ sử dụng phần tử tích cực. Hơn nữa, điều có thể là áp dụng vào hệ thống truyền thông, hệ thống

này truyền thông giữa các thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng các tín hiệu điện mà không bị giới hạn ở việc truyền thông quang.

Hệ thống truyền thông hoặc phương pháp truyền thông của sáng chế là hệ thống truyền thông tuyệt vời trước hết có khả năng ngăn chặn sự tiêu thụ năng lượng. Do đó, hiệu quả của sáng chế đạt được là có thể sử dụng ngay cả nếu chức năng giám sát lỗi được loại khỏi các phương án trên và sự tiêu thụ năng lượng có thể được ngăn chặn ngay cả trong trường hợp này. Hơn nữa, như là hiệu quả bổ sung thứ hai, có đặc tính là việc giám sát lỗi có thể được thực hiện trong khi đang duy trì liên kết trong hệ thống truyền thông mà trong đó sự tiêu thụ năng lượng được ngăn chặn.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Sáng chế thích hợp với phương pháp truyền thông và hệ thống truyền thông cần tiết kiệm năng lượng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông của hệ thống truyền thông quang trong đó các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng (các ONU) được kết nối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm (OLT) bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, phương pháp này bao gồm các bước từ (a) đến (c) dưới đây:

(a) cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU, ONU này có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó bộ truyền quang của ONU tạm thời bị dừng trong giai đoạn chờ định trước, và truyền thông báo độ rộng dải tần truyền đến ONU khi ONU đang ở trong chế độ chờ và khi ONU không ở trong chế độ chờ;

(b) thu, từ ONU mà độ rộng dải tần truyền được cấp phát đến, tín hiệu đáp ứng khi ONU không ở trong chế độ chờ, trong đó tín hiệu đáp ứng được thu hoặc không được thu trong suốt chế độ chờ; và

(c) chặn cảnh báo trong chế độ chờ của ONU bởi OLT, cảnh báo được gây ra do lỗi truyền thông với ONU dựa trên tín hiệu đáp ứng không được thu từ ONU.

2. Phương pháp truyền thông theo điểm 1, trong đó OLT được thông báo bởi ONU về việc chuyển sang chế độ chờ, và

OLT phát hiện rằng ONU trong chế độ chờ dựa trên thông báo.

3. Phương pháp truyền thông theo điểm 1, trong đó OLT thu thông báo về việc chuyển sang chế độ chờ từ ONU khi ONU tiếp tục ở chế độ chờ sau khi kết thúc giai đoạn chờ.

4. Phương pháp truyền thông theo điểm 1, trong đó OLT duy trì liên kết truyền thông với ONU mà đối với ONU đó cảnh báo bị chặn và được chuyển sang chế độ chờ.

5. Phương pháp truyền thông theo điểm 1, trong đó OLT phát hiện sự mất tín hiệu đối với mỗi trong số các ONU như cảnh báo và giấu cảnh báo mất tín hiệu trong suốt giai đoạn chờ đối với ONU trong chế độ chờ.

6. Hệ thống truyền thông quang trong đó các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng (các ONU) được kết nối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm (OLT) bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, trong đó:

ONU bao gồm:

bộ thu phát quang được kết nối với cáp quang, ONU có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó bộ truyền của ONU tạm thời bị dừng trong giai đoạn chờ, và

thiết bị điều khiển, thiết bị này được tạo cấu hình để có thể bỏ qua việc truyền tín hiệu đáp ứng đến OLT khi độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU bởi OLT trong suốt chế độ chờ, và

OLT bao gồm:

bộ thu phát quang được nối với cáp quang, và

thiết bị điều khiển để phát hiện cảnh báo đối với lỗi truyền thông với ONU bằng cách cấp phát độ rộng dải tần truyền cho ONU và kiểm soát độ rộng dải tần truyền được cấp phát cho ONU và chặn cảnh báo đến ONU trong suốt chế độ chờ của ONU trong đó bộ truyền của ONU tạm thời bị dừng.

7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó:

thiết bị điều khiển của ONU khiến bộ truyền hoạt động và truyền tín hiệu đáp ứng khi trở lại từ chế độ chờ đến chế độ bình thường, và

thiết bị điều khiển của OLT phát hiện rằng ONU trở lại chế độ bình thường và thực hiện việc kiểm soát lỗi trong chế độ bình thường khi tín hiệu đáp ứng được thu từ ONU.

8. Hệ thống theo điểm 6, trong đó thiết bị điều khiển của OLT thông báo cho ONU về tín hiệu trong đó giai đoạn chờ được chỉ rõ.

9. Thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng của hệ thống truyền thông quang để kết nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm bằng cách sử dụng cáp quang

thông thường, trong đó thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm chặn cảnh báo do lỗi truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng dựa trên tín hiệu đáp ứng từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong suốt chế độ chờ của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng bao gồm:

bộ thu phát quang được nối với cáp quang và có khả năng hoạt động trong chế độ chờ trong đó mức tiêu thụ công suất được giảm đi bằng cách dừng tạm thời bộ truyền trong giai đoạn chờ; và

thiết bị điều khiển được tạo cấu hình có khả năng bỏ qua việc truyền tín hiệu đáp ứng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm trong suốt chế độ chờ khi độ rộng dải tần truyền được cấp phát bởi thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, trong suốt chế độ chờ, đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng khiến bộ truyền của bộ thu phát quang hoạt động trước khi giai đoạn chờ kết thúc mà không bỏ qua tín hiệu đáp ứng và bắt đầu truyền dữ liệu trong suốt giai đoạn chờ.

11. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thiết bị điều khiển thông báo cho thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm về sự chuyển sang chế độ chờ khi chuyển sang chế độ chờ.

12. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thiết bị điều khiển truyền tín hiệu đáp ứng trong độ rộng dải tần truyền bởi bộ thu phát quang khi trở lại từ chế độ chờ đến chế độ bình thường.

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thiết bị điều khiển thiết đặt độ dài giai đoạn chờ ngắn hơn thời gian chờ MPCP (Multi-Point Control Protocol – Giao thức điều khiển đa điểm).

14. Thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm của hệ thống truyền thông quang mà nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng với thiết

bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm bằng cách sử dụng cáp quang thông thường, bao gồm:

bộ thu phát quang được kết nối với cáp quang; và

thiết bị điều khiển để phát hiện cảnh báo đối với lỗi truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng bằng cách cấp phát độ rộng dải tần truyền đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng và kiểm soát độ rộng dải tần truyền được cấp phát đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ và chặn cảnh báo đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ trong đó bộ truyền có trong thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng tạm thời bị dừng.

15. Thiết bị theo điểm 14, trong đó thiết bị điều khiển duy trì liên kết truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng mà đối với thiết bị đó cảnh báo bị chặn và được chuyển sang chế độ chờ.

16. Thiết bị theo điểm 14, trong đó thiết bị điều khiển phát hiện sự mất tín hiệu đối với mỗi trong số các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng dưới dạng cảnh báo và giấu cảnh báo sự mất tín hiệu trong suốt giai đoạn chờ đối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ.

17. Thiết bị theo điểm 14, trong đó:

bộ thu phát quang thu thông báo chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng chuyển sang chế độ chờ từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, và

thiết bị điều khiển phát hiện rằng thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ dựa trên thông báo.

18. Thiết bị điều khiển của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng của hệ thống truyền thông quang trong đó cáp quang thông thường nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm chặn cảnh báo trong chế độ chờ của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, cảnh

báo được đưa ra do lỗi truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng dựa trên tín hiệu đáp ứng từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, trong đó:

thiết bị điều khiển có khả năng bỏ qua sự truyền tín hiệu đáp ứng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm trong suốt chế độ chờ khi tín hiệu được thu từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm qua bộ thu phát quang trong suốt chế độ chờ trong đó bộ thu phát quang được nối với cáp quang tạm thời dùng bộ truyền trong giai đoạn chờ.

19. Thiết bị theo điểm 18, trong đó thiết bị điều khiển khiến bộ truyền của bộ thu phát quang trở lại hoạt động trước khi giai đoạn chờ kết thúc mà không bỏ qua tín hiệu đáp ứng và bắt đầu truyền dữ liệu trong suốt giai đoạn chờ.

20. Thiết bị theo điểm 18, trong đó thiết bị điều khiển đưa ra thông báo về việc chuyển tiếp đến chế độ chờ đối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm đến bộ thu phát quang khi thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng chuyển tiếp đến chế độ chờ.

21. Thiết bị theo điểm 18, trong đó thiết bị điều khiển truyền tín hiệu đáp ứng đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm qua bộ thu phát quang khi thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trở lại từ chế độ chờ đến chế độ bình thường.

22. Thiết bị theo điểm 18, trong đó thiết bị điều khiển thiết đặt độ dài giai đoạn chờ ngắn hơn thời gian chờ MPCP (Multi-Point Control Protocol – Giao thức điều khiển đa điểm).

23. Thiết bị điều khiển của thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm của hệ thống truyền thông quang trong đó cáp quang thông thường kết nối các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía trạm, trong đó:

thiết bị điều khiển cấp phát độ rộng dải tần truyền đến thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng và phát hiện cảnh báo đối với lỗi truyền

thông dựa trên sự có hoặc không có tín hiệu đáp ứng từ thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng, và chặn cảnh báo trong suốt chế độ chờ trong đó thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng tạm thời dùng bộ truyền của bộ thu phát quang.

24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó khi thông báo chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng chuyển tiếp đến chế độ chờ được thu qua bộ thu phát quang, thiết bị điều khiển phát hiện rằng thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ dựa trên thông báo.

25. Thiết bị theo điểm 23, trong đó thiết bị điều khiển duy trì liên kết truyền thông với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng mà đối với thiết bị đó cảnh báo bị chặn thiết bị được chuyển sang chế độ chờ.

26. Thiết bị theo điểm 23, trong đó thiết bị điều khiển phát hiện sự mất tín hiệu đối với mỗi trong số các thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng dưới dạng cảnh báo và giấu cảnh báo mất tín hiệu trong suốt giai đoạn chờ đối với thiết bị đầu cuối đường truyền quang phía người dùng trong chế độ chờ.

1/14

FIG.1

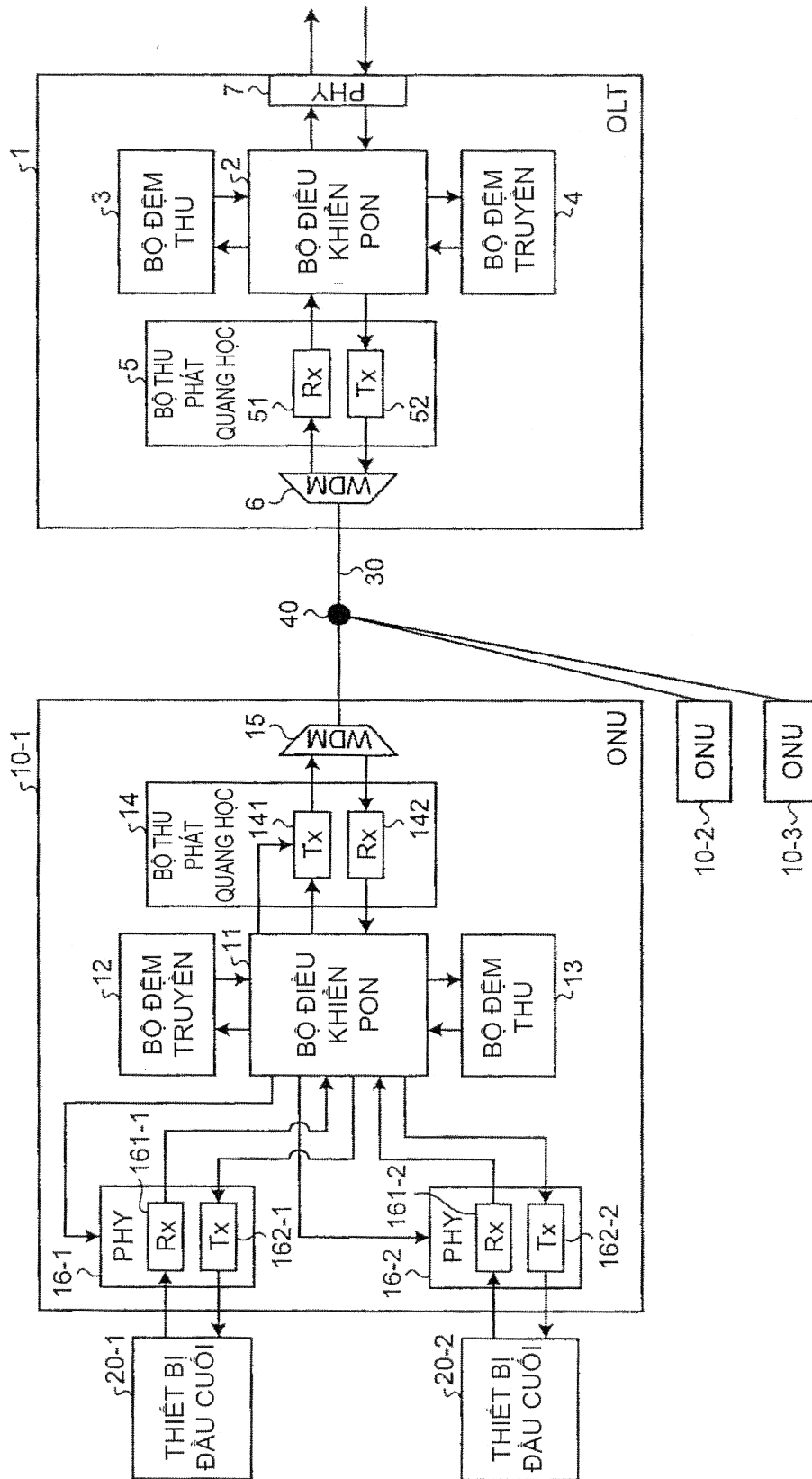


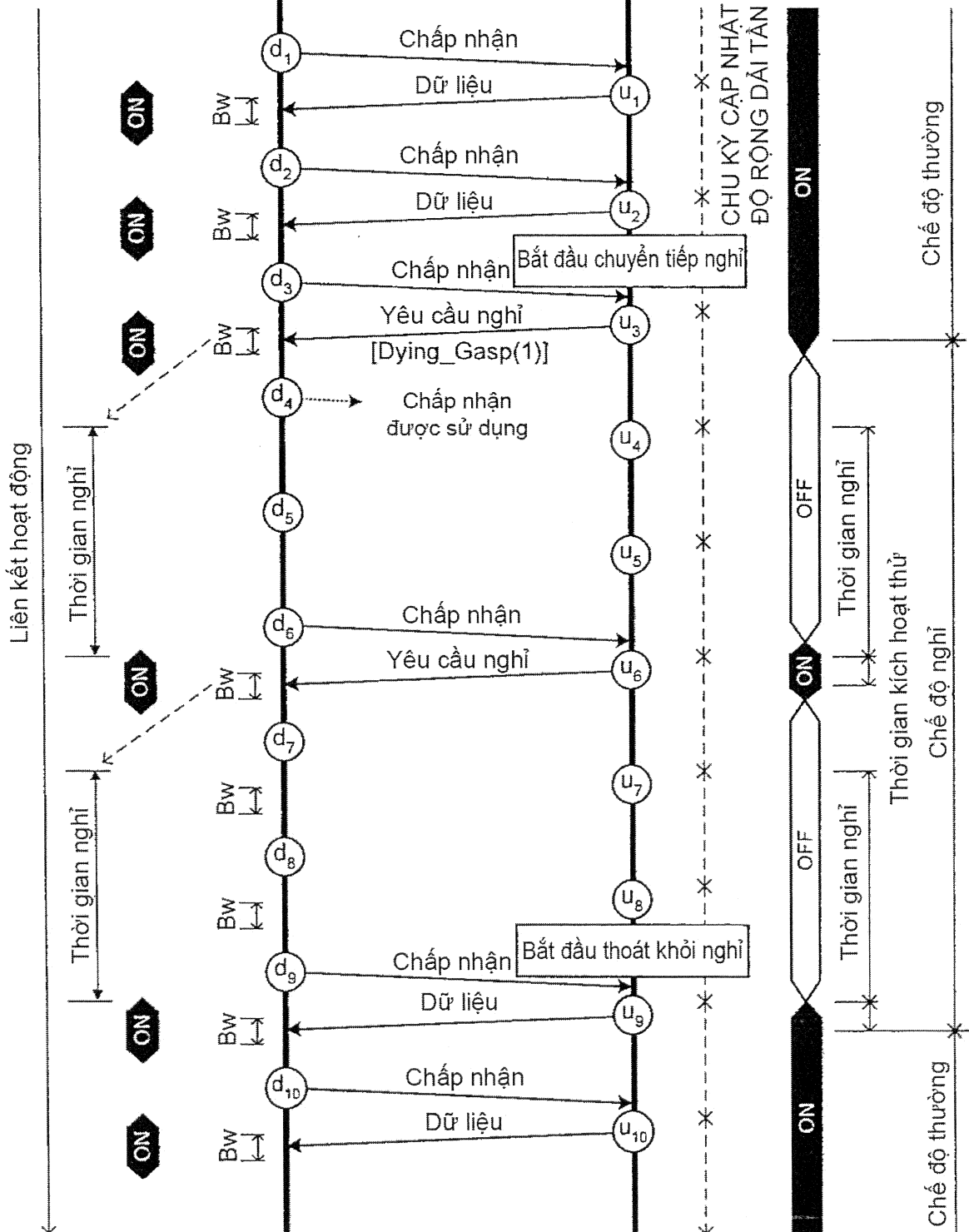
FIG.2

GIÁM SÁT LỖI
Mất tín hiệu

OLT

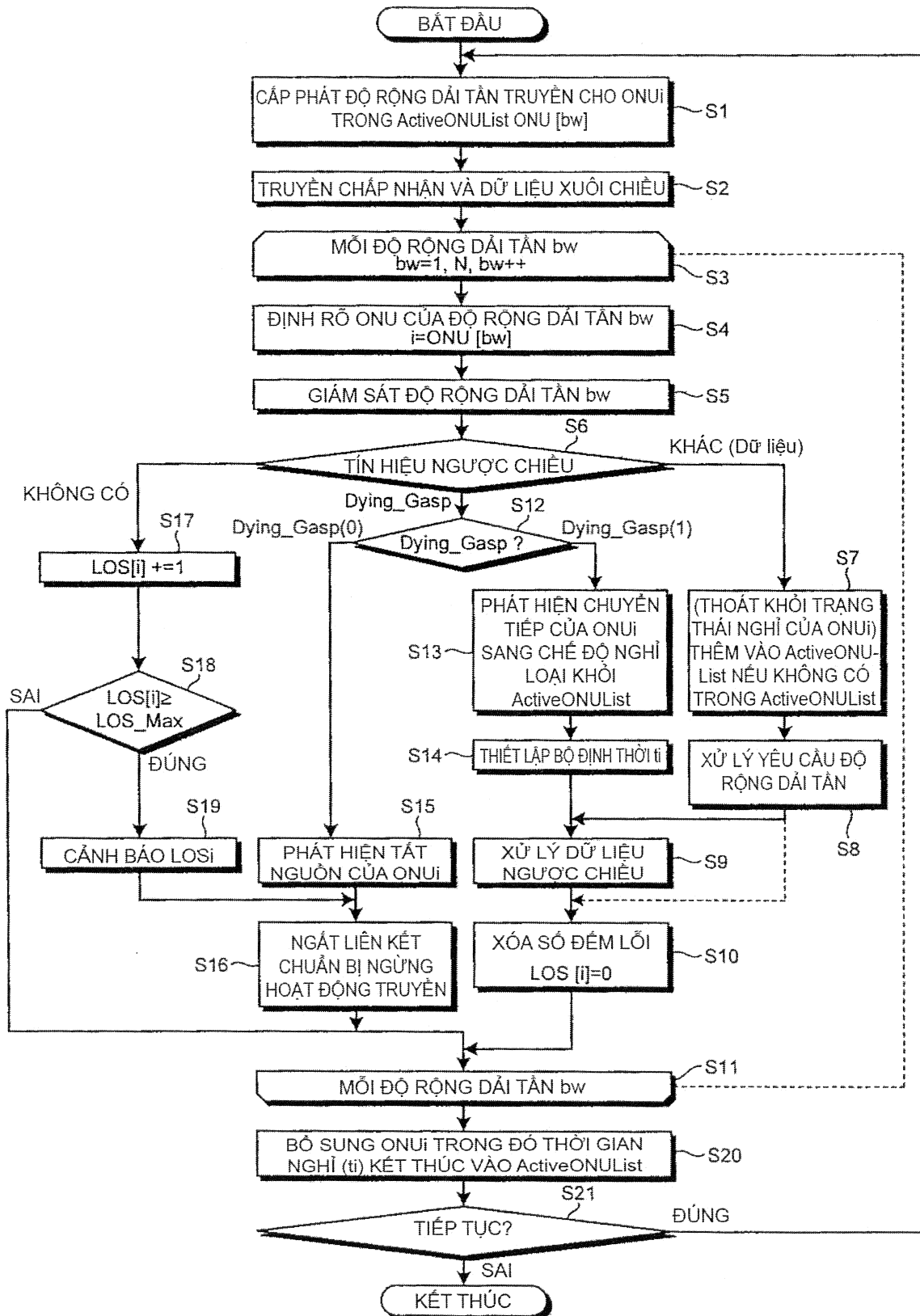
ONU_i

NGUỒN CẤP ĐIỆN
ĐẾN BỘ TRUYỀN ONU



3/14

FIG.3



4/14

FIG.4

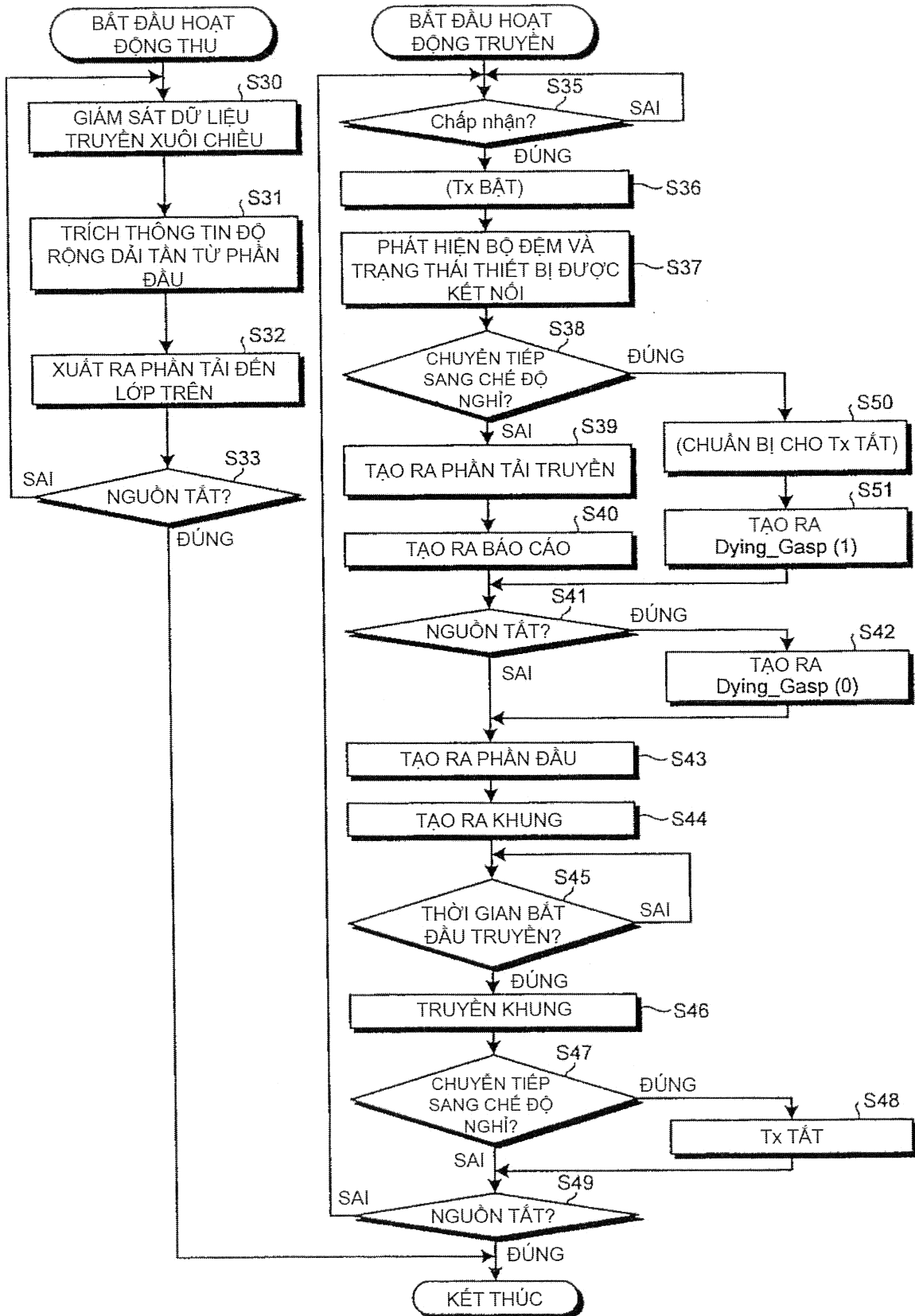


FIG.6

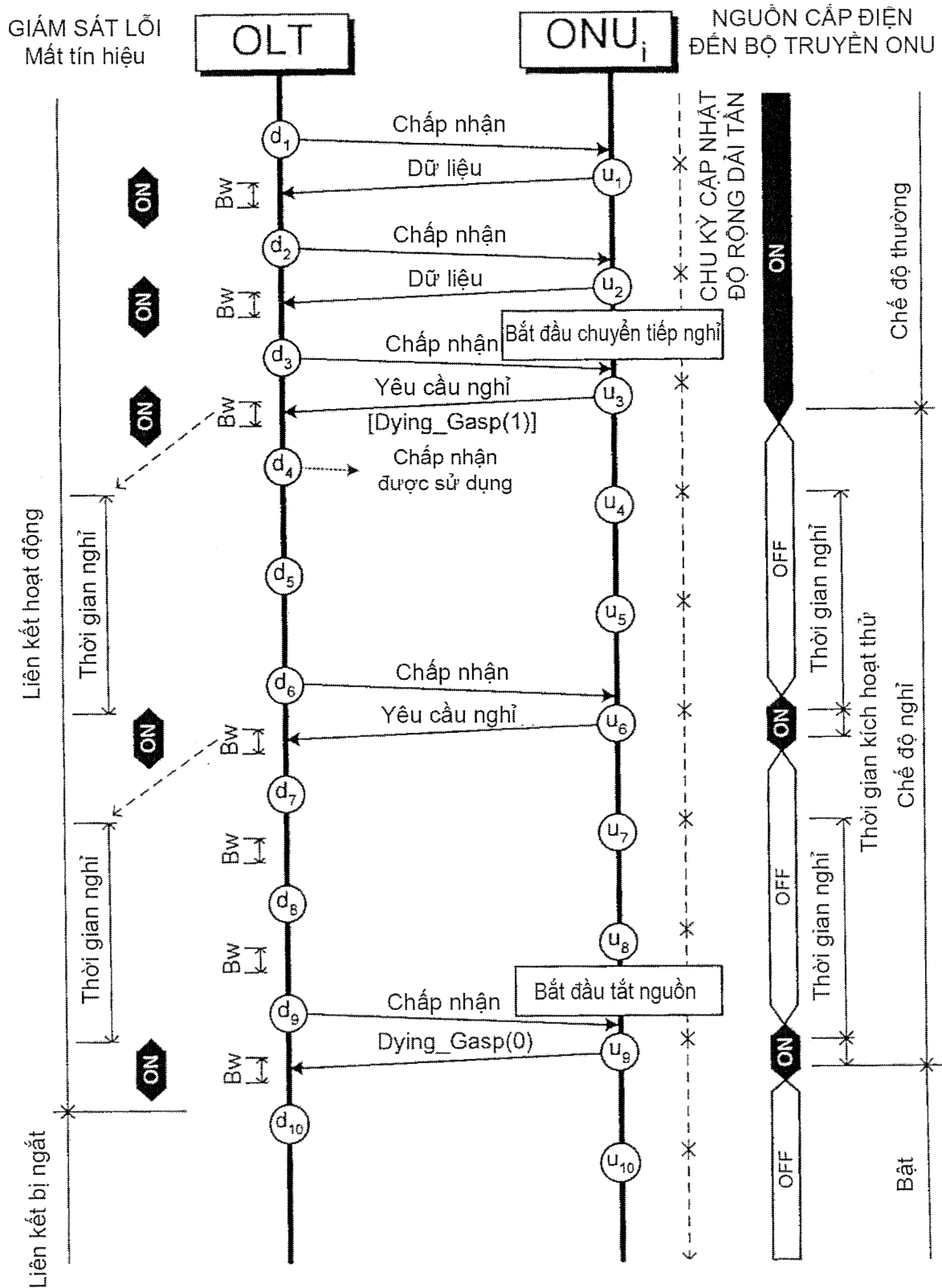
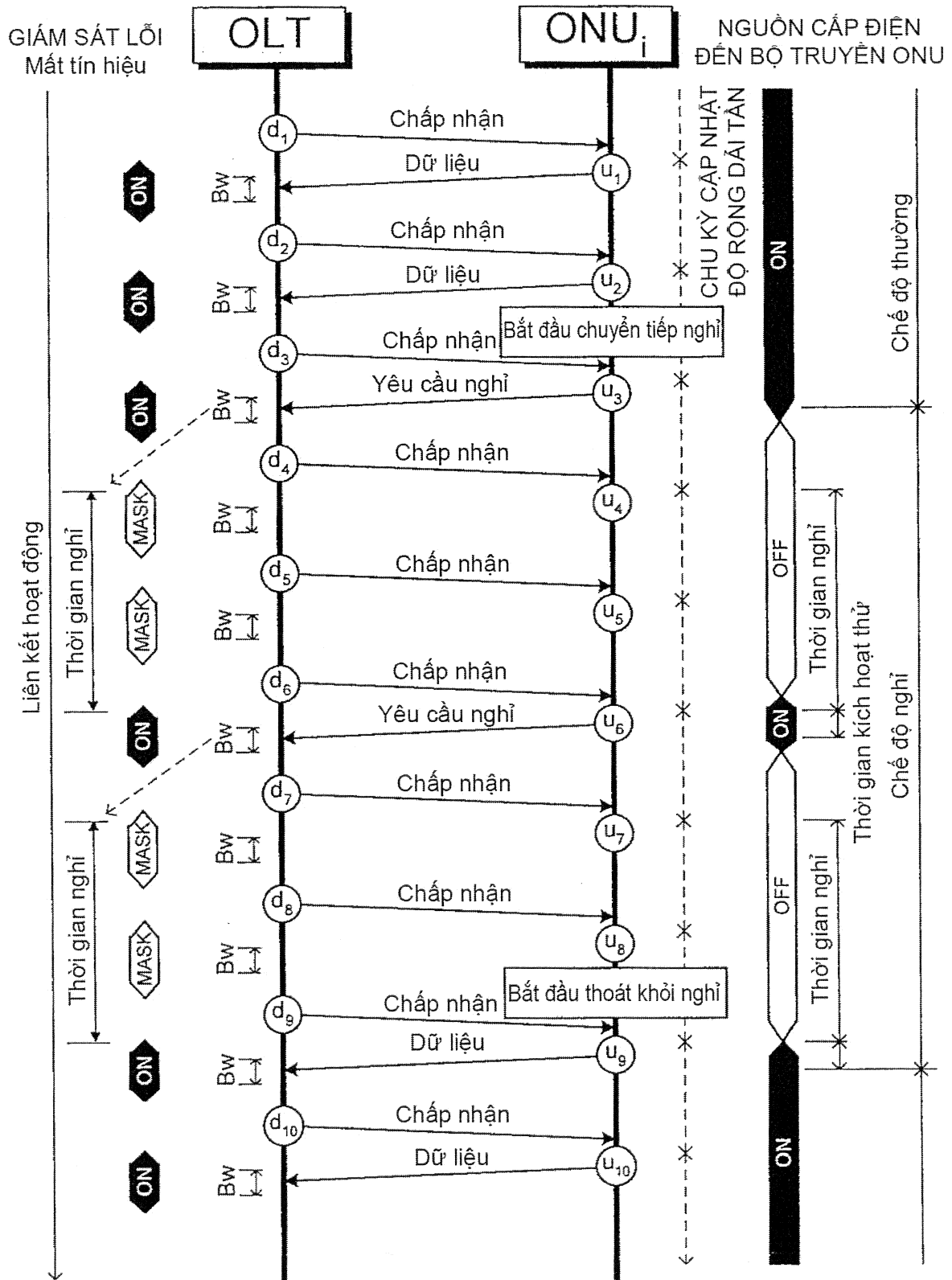
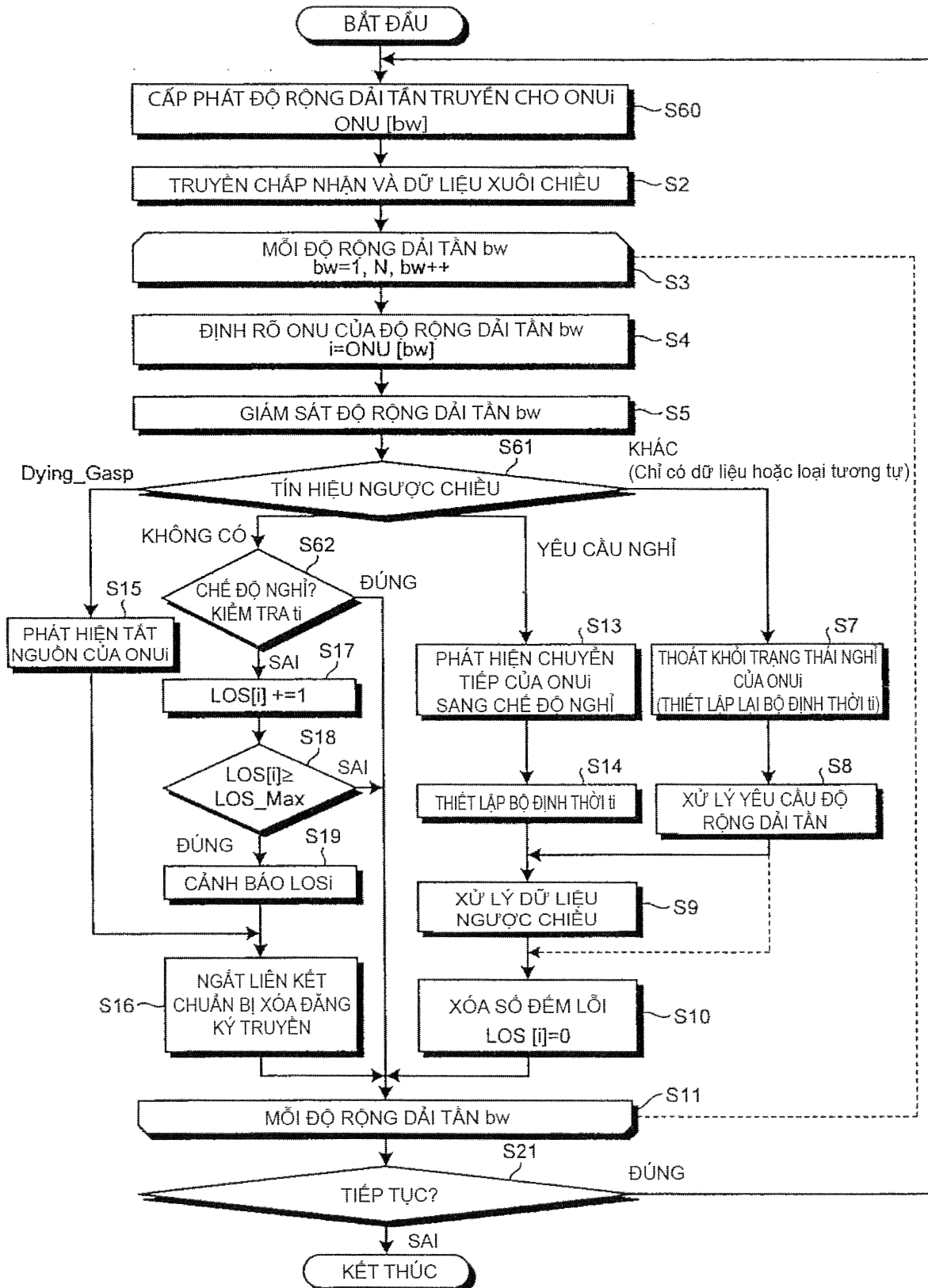


FIG.8



9/14

FIG.9



10/14

FIG.10

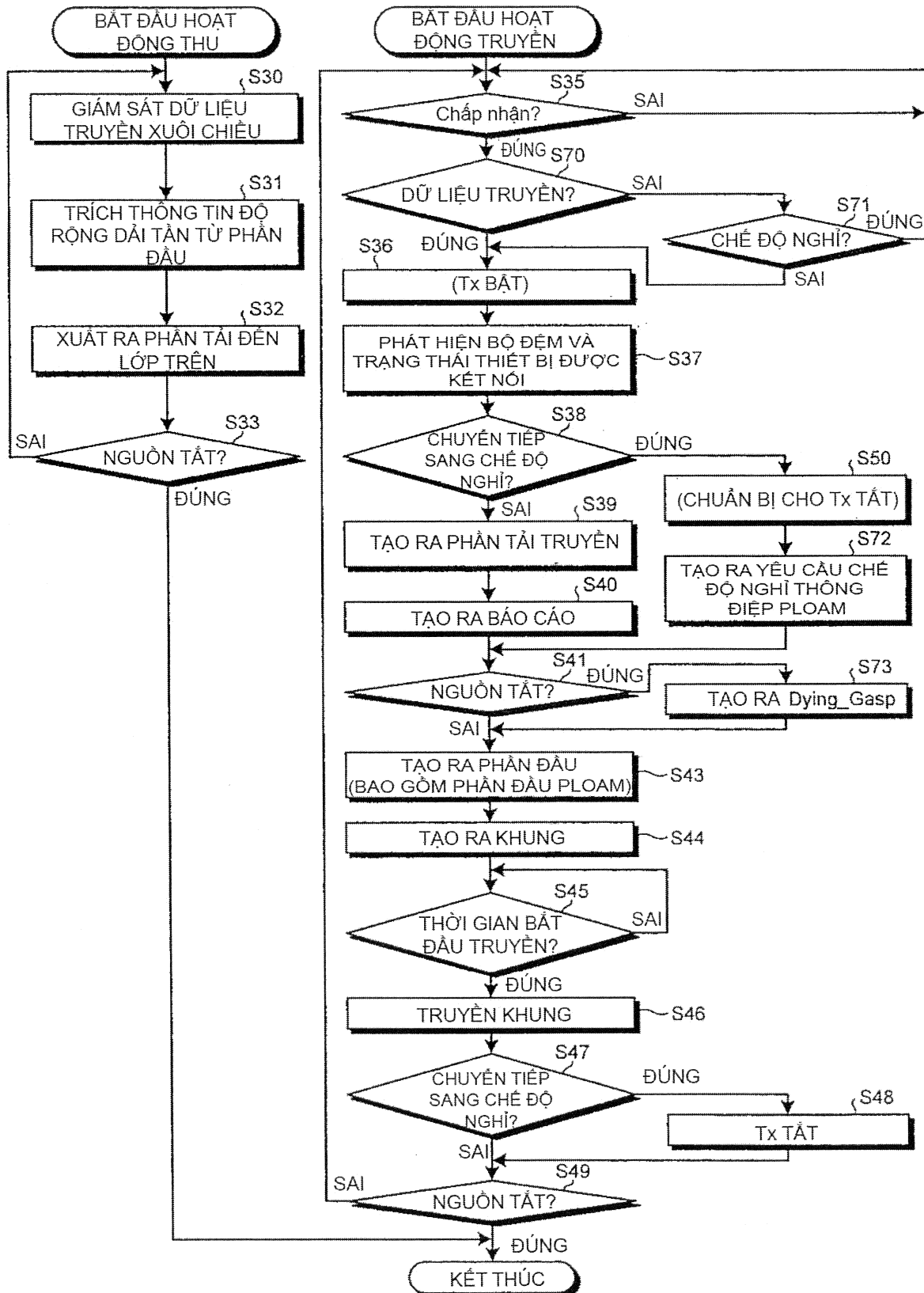


FIG.11

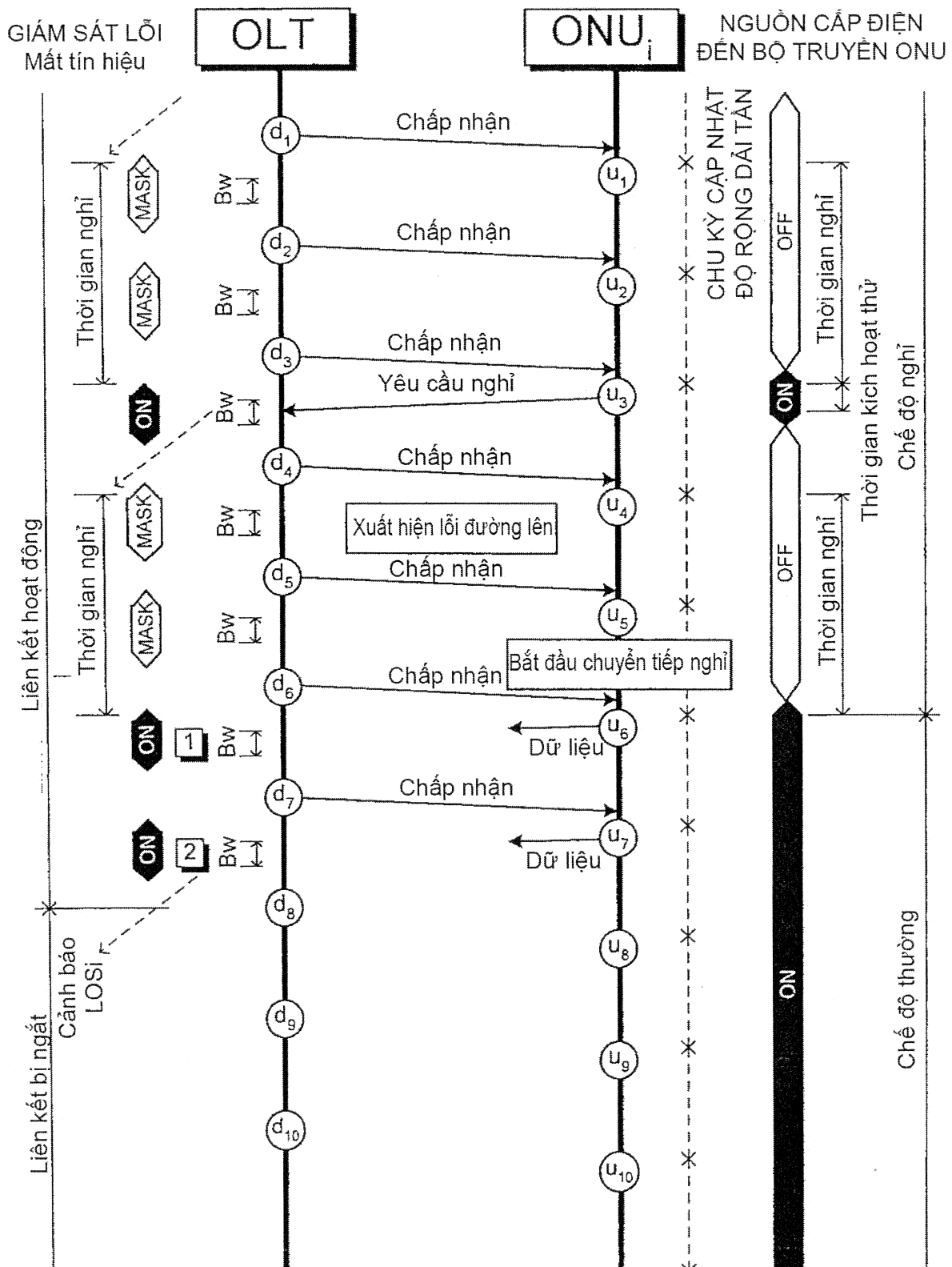


FIG.12

GIÁM SÁT LỖI
Mất tín hiệu

OLT

ONU_i

NGUỒN CẤP ĐIỆN
ĐẾN BỘ TRUYỀN ONU

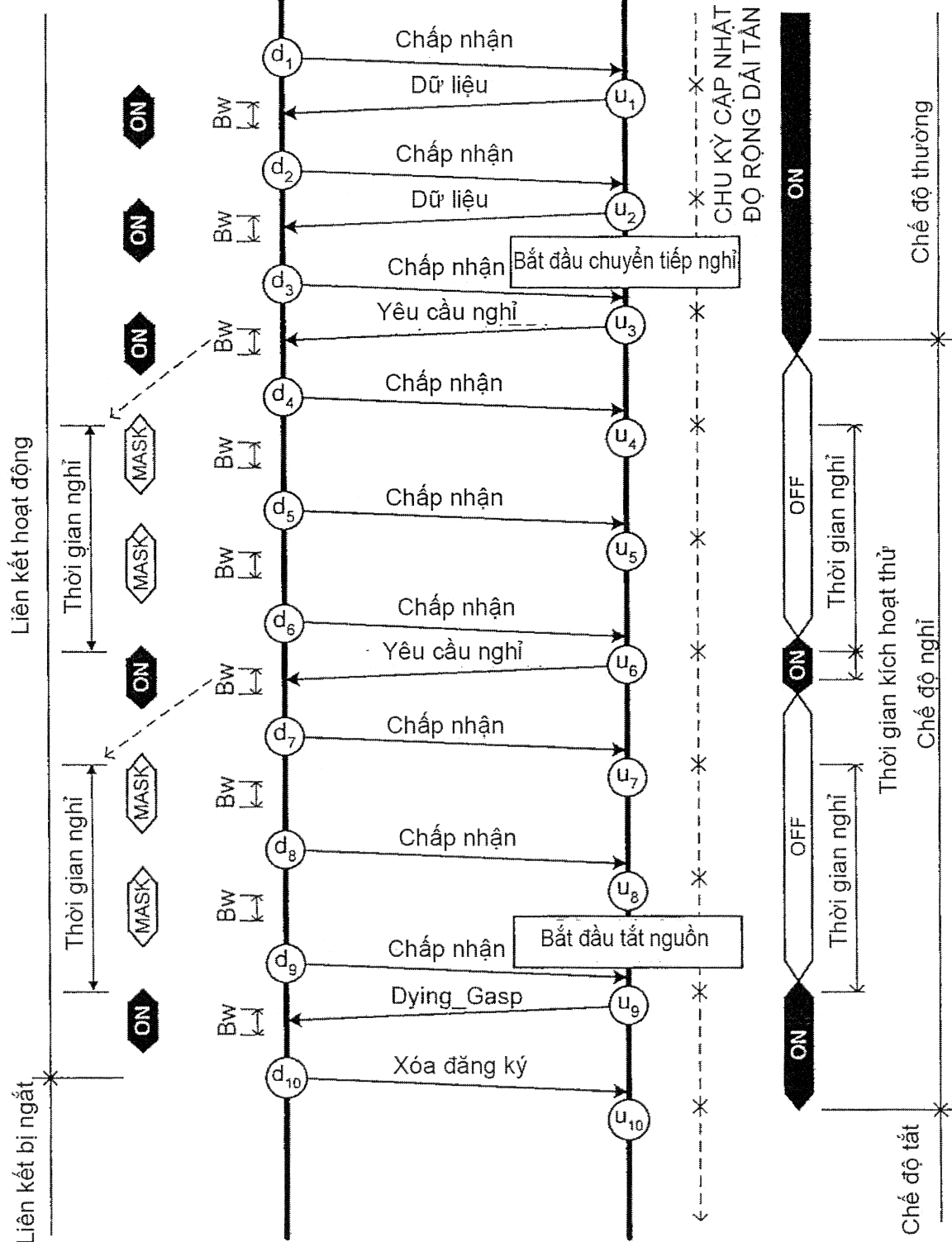
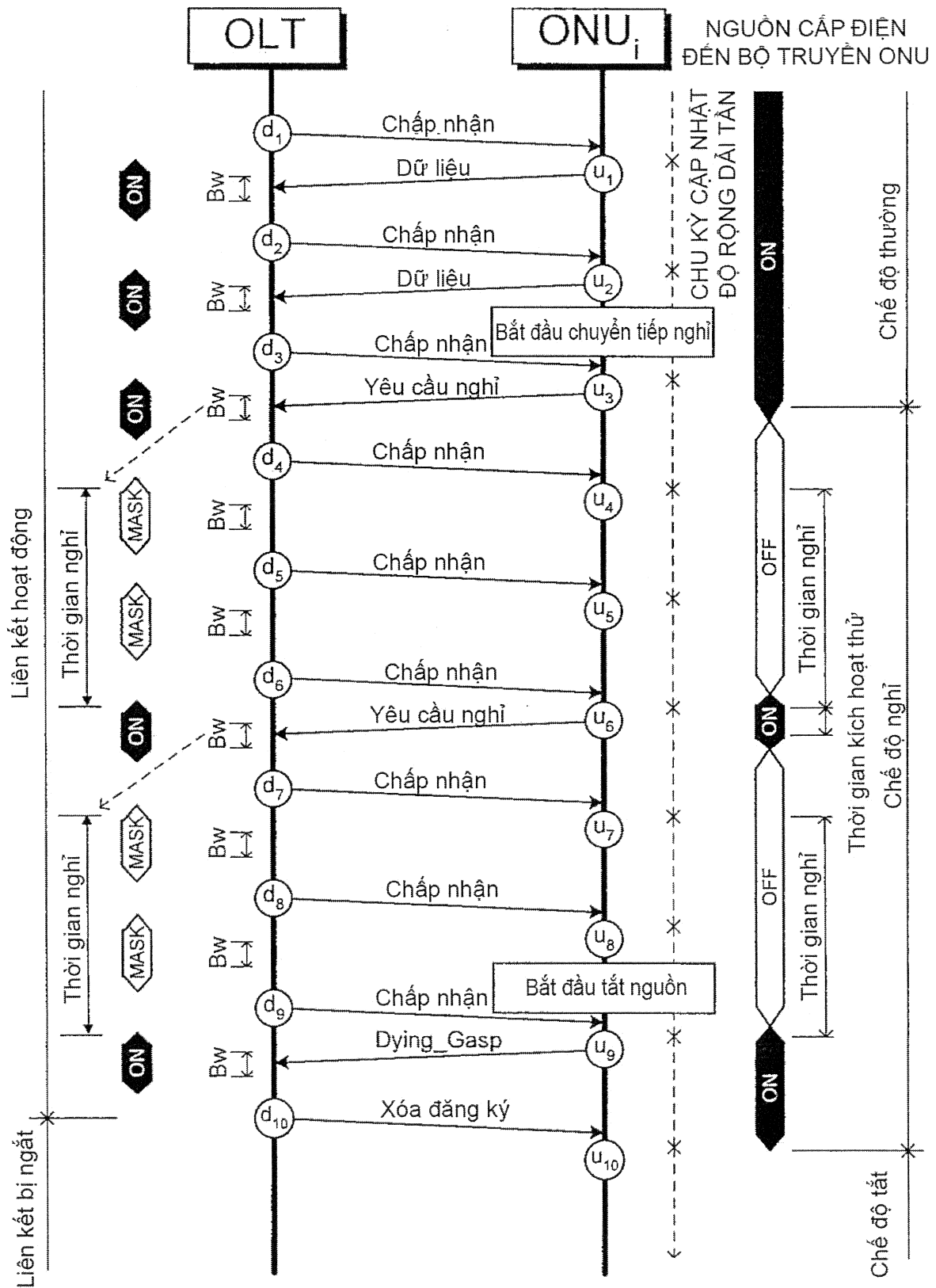


FIG.13



14/14

FIG.14

