



(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)



1-0035199

(51)^{2020.01} H04B 10/25; H04B 10/07

(13) B

(21) 1-2020-01145

(22) 28/02/2020

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/06/2020 387ASC

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

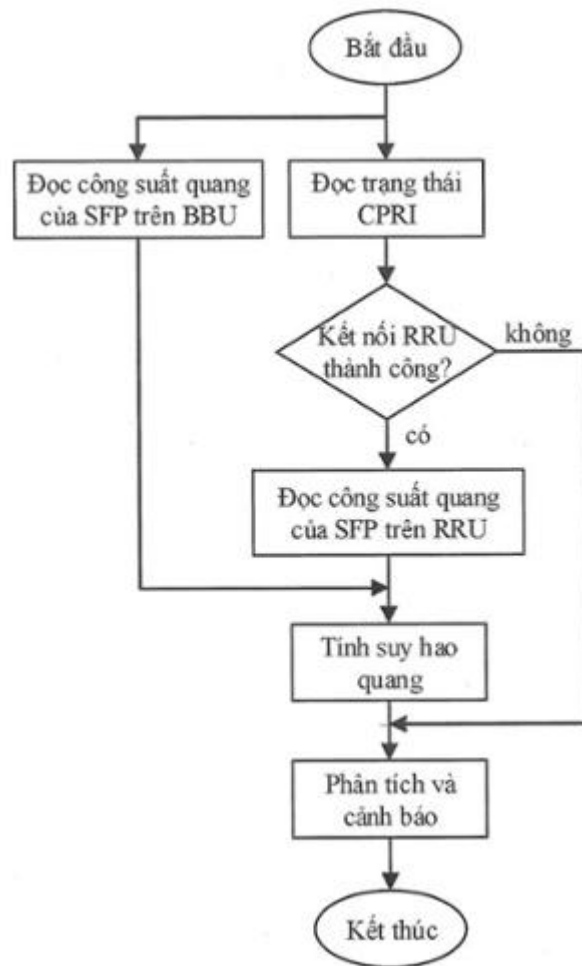
Lô D26 khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) NGUYỄN TIẾN SÁNG (VN); LÊ NGỌC QUÝ (VN); LÊ TRƯỜNG GIANG (VN);
NGUYỄN XUÂN THẮNG (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG PHÂN TÍCH VÀ CẢNH BÁO TÌNH TRẠNG KẾT NỐI QUANG GIỮA THIẾT BỊ TRẠM GỐC VÀ THIẾT BỊ THU PHÁT SÓNG CAO TẦN CỦA TRẠM THU PHÁT SÓNG VÔ TUYẾN

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần của trạm thu phát sóng vô tuyến, phương pháp giúp xác định lỗi trên đường truyền quang giữa thiết bị trạm gốc BBU và thiết bị thu phát sóng cao tần, đồng thời đưa ra những cảnh báo về đường truyền quan. Phương pháp đề xuất bao gồm các bước: bước 1: đọc trạng thái cảnh báo của CPRI và công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên khối thiết bị trạm gốc; bước 2: kết nối đến khối thiết bị thu phát sóng cao tần qua giao tiếp Ethernet; bước 3: đọc công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên khối thiết bị thu phát sóng cao tần; bước 4: tính suy hao trên đường truyền quang hướng từ khối thiết bị trạm gốc tới khối thiết bị thu phát sóng cao tần và ngược lại; bước 5: phân tích lỗi trên đường truyền quang và đưa ra các cảnh báo.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc (Base Band Unit - BBU) và thiết bị thu phát sóng cao tần (Remote Radio Unit - RRU). Sáng chế hỗ trợ các kỹ sư triển khai trong tích hợp trạm và phát hiện lỗi trên đường truyền quang, từ đó giảm thiểu công sức, chi phí thiết bị, và đồng thời giảm thời gian gián đoạn dịch vụ mạng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong hệ thống thông tin di động, để đáp ứng được nhu cầu băng thông lớn và độ trễ tín hiệu nhỏ, các trạm thu phát sóng vô tuyến sử dụng chuẩn giao diện vô tuyến (Common Public Radio Interface - CPRI) và thiết bị truyền dẫn quang cho kết nối giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần. Các kết nối quang này có rất nhiều ưu điểm phải kể đến như tốc độ lên tới 24 Gbps, khoảng cách truyền dẫn 10 km và tỷ lệ lỗi bit 10^{-12} . Tuy nhiên, chất lượng thiết bị quang như môđun biến đổi quang điện (Small Form-factor Pluggable - SFP), cáp quang dễ bị suy giảm theo thời gian sử dụng, tác động của môi trường và do thao tác lắp đặt sai kỹ thuật. Khi kết nối quang không còn đảm bảo hoạt động tốt sẽ phát sinh các lỗi như mất tín hiệu, lỗi đồng bộ khung giao diện vô tuyến CPRI, nghiêm trọng hơn là mất hoàn toàn kết nối đến thiết bị thu phát sóng cao tần RRU và gián đoạn dịch vụ di động. Do vậy, việc duy trì kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần đóng vai trò rất quan trọng để đảm bảo thông tin liên lạc được thông suốt.

Thông thường, khi giao diện vô tuyến CPRI báo cáo các lỗi như mất tín hiệu, mất đồng bộ khung, phần lớn các lỗi này là do đường truyền quang. Tuy nhiên, do thiết bị thu phát sóng cao tần RRU được lắp đặt trên cột cao hàng chục mét và cách xa thiết bị trạm gốc BBU nên nhân viên vận hành không thể tìm được chính xác nguyên nhân gây ra lỗi là do môđun biến đổi quang điện SFP hay dây quang trong thời gian ngắn. Dẫn tới hiện

trạng là nhân viên vận hành sẽ thực hiện thay toàn bộ dây quang và môđun biến đổi quang điện SFP trên thiết bị trạm gốc BBU và thiết bị thu phát sóng cao tần RRU. Việc này gây lãng phí thời gian, công sức và chi phí thiết bị vật tư, quan trọng hơn nữa là gây mất dịch vụ mạng trong quá trình tìm lỗi và thay thế lắp đặt.

Trạm thu phát sóng vô tuyến thông thường, gồm hai thành phần chính là thiết bị trạm gốc BBU và thiết bị thu phát sóng cao tần RRU. Hai thành phần này được kết nối với nhau thông qua chuẩn giao tiếp giao diện vô tuyến CPRI, với thiết bị truyền dẫn là cáp quang và môđun biến đổi quang điện SFP. Cáp quang gồm có hai sợi, một sợi truyền tín hiệu từ thiết bị trạm gốc BBU tới thiết bị thu phát sóng cao tần RRU, một sợi truyền tín hiệu từ thiết bị thu phát sóng cao tần RRU về thiết bị trạm gốc BBU. Môđun biến đổi quang điện SFP gồm có cổng phát (TX) và cổng nhận (RX). Thiết bị thu phát sóng cao tần RRU được lắp đặt trên cột cao và cách xa thiết bị BBU từ vài chục mét đến hàng chục kilo mét. Do đó, khi xảy ra sự cố về kết nối quang, các kỹ sư vận hành hệ thống sẽ mất nhiều thời gian để tìm và sửa lỗi.

Hiện nay môđun biến đổi quang điện SFP được các hãng tích hợp một vùng bộ nhớ lưu trữ thông số, bao gồm điện áp, công suất tín hiệu quang phát ra, công suất tín hiệu quang thu được. Các thông số này có các ngưỡng bình thường, ngưỡng cảnh báo và ngưỡng lỗi. Giá trị các ngưỡng phụ thuộc vào mã của thiết bị và được định nghĩa từ khi sản xuất. Một thiết bị biến đổi quang điện có chất lượng tốt là thiết bị có thông số điện áp và công suất quang phát ra nằm trong ngưỡng bình thường. Riêng thông số công suất quang thu được phụ thuộc chất lượng dây quang và công suất quang phát ra của thiết bị phía bên kia đường truyền.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu và đề xuất phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa khối thiết bị trạm gốc BBU và thiết bị thu phát sóng cao tần RRU của trạm thu phát sóng vô tuyến. Khi áp dụng phương pháp này sẽ tiết kiệm được thời gian tìm ra nguyên nhân gây lỗi kết nối quang, giảm chi phí về nhân lực và thiết bị vật tư. Đồng thời giảm thời gian mất kết nối dịch vụ mạng cho các thiết bị di động

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp tự động phân tích và cảnh báo trạng thái đường truyền quang trong hệ thống trạm thu phát sóng vô tuyến dựa trên trạng thái của giao diện vô tuyến CPRI và công suất quang của môđun biến đổi quang điện SFP, gọi là phương pháp AWOT (Automated Analysis and Warning of Optical Transmission). Phương pháp theo sáng chế giúp xác định lỗi trên đường truyền quang giữa thiết bị trạm gốc BBU (sau đây gọi là khối BBU) và thiết bị thu phát sóng cao tần (sau đây gọi là khối RRU), đồng thời đưa ra những cảnh báo về đường truyền quang, nhờ đó nhanh chóng khắc phục được sự cố, giảm thời gian mất dịch vụ của hệ thống thông tin di động.

Phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần của trạm thu phát sóng vô tuyến theo sáng chế bao gồm các bước sau:

Bước 1: đọc trạng thái cảnh báo của khối chuẩn giao diện vô tuyến CPRI và công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên khối BBU.

Bước 2: kết nối đến khối RRU qua giao tiếp Ethernet, trong trường hợp kết nối thành công thực hiện bước ba, ngược lại nếu kết nối không thành công thực hiện bước bốn.

Bước 3: đọc công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên khối RRU.

Bước 4: tính suy hao trên đường truyền quang hướng từ khối BBU tới khối RRU và ngược lại, từ khối RRU tới khối BBU. Tín hiệu quang truyền trong sợi quang luôn bị suy hao, mức độ suy hao phụ thuộc loại dây quang, chiều dài dây quang và chất lượng dây quang. Suy hao trên đường truyền quang được tính bằng tỷ số giữa công suất quang phía phát và công suất quang phía thu.

Bước 5: phân tích lỗi trên đường truyền quang và đưa ra các cảnh báo dựa trên ba yếu tố: trạng thái của khối chuẩn giao diện vô tuyến CPRI, công suất quang phát ra của môđun biến đổi quang điện SFP, và suy hao quang trên đường truyền giữa khối BBU và khối RRU.

Bằng các bước đánh giá mức công suất tín hiệu quang - điện đo được và các phương pháp loại trừ để kết luận được chính xác lỗi xảy ra ở đâu. Từ đó, khuyến cáo

được giải pháp khôi phục hệ thống nhanh chóng, chính xác, giảm thiểu lãng phí và thời gian gián đoạn hệ thống.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 mô tả trạm thu pháp sóng vô tuyến sử dụng khối chuẩn giao diện vô tuyến CPRI và đường truyền quang;

Hình 2 là lưu đồ thể hiện các bước thực hiện của phương pháp theo sáng chế;

Hình 3 là hình vẽ mô tả trạm thu phát sóng vô tuyến.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây sẽ mô tả chi tiết phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa khối BBU và khối RRU trong trạm thu phát sóng vô tuyến. Như được thể hiện trên hình 2, phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần của trạm thu phát sóng vô tuyến theo sáng chế bao gồm năm bước sau:

Bước 1: đọc trạng thái cảnh báo của CPRI và công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên khối thiết bị trạm gốc.

Khối chuẩn giao diện vô tuyến CPRI (sau đây gọi là khối CPRI) có thanh ghi lưu trữ trạng thái cảnh báo, bao gồm các cảnh báo về đường truyền như mất tín hiệu (Loss Of Signal - LOS), mất đồng bộ khung (Loss Of Frame - LOF). Thực hiện đọc giá trị thanh ghi cảnh báo của chuẩn giao diện vô tuyến CPRI để thực hiện phân tích trong bước 5. Song song với việc đọc trạng thái chuẩn giao diện vô tuyến CPRI, thực hiện đọc giá trị công suất quang công phát TX và công nhận RX của môđun biến đổi quang điện trên khối BBU.

Khối CPRI truyền nhận dữ liệu giữa khối BBU và khối RRU theo chuẩn giao tiếp của khối chuẩn giao diện vô tuyến CPRI gồm có hai giao diện chính là giao diện truyền nhận dữ liệu số băng gốc và giao diện Ethernet được sử dụng với mục đích trao đổi các bản tin quản lý và điều khiển.

Bước 2: kết nối đến khối thiết bị thu phát sóng cao tần qua giao tiếp Ethernet.

Cụ thể, tại khối BBU có thể truy cập vào khối RRU qua giao diện Ethernet (qua khối CPRI) để lấy thông tin về trạng thái hoạt động của khối RRU. Sử dụng giao thức được tích hợp mặc định trên các hệ điều hành máy tính Linux (Secure Shell (sau đây gọi là giao thức SSH)), hệ điều hành mà khối quản lý và vận hành hệ thống BBC và khối RRU đang sử dụng. Từ khối quản lý và vận hành hệ thống BBC sử dụng các câu lệnh từ giao thức SSH để truy cập vào khối RRU theo địa chỉ của hệ thống truyền dẫn liên mạng (Internet Protocol - IP) đã được thiết lập trước để khối BBU và khối RRU có thể hiểu nhau qua giao diện Ethernet. Có hai tình huống xảy ra, trường hợp kết nối thành công thì thực hiện bước 3, trường hợp kết nối không thành công thì thực hiện bước 5.

Bước 3: đọc công suất quang của SFP trên RRU.

Sau khi khối BBU truy cập được vào khối RRU, tiến hành đọc công suất quang cổng phát TX và cổng nhận RX của môđun biến đổi quang điện trên khối RRU, đồng thời gửi giá trị đọc được về khối BBU. Việc đọc công suất quang được thực hiện bằng cách đọc giá trị công suất quang của môđun biến đổi quang điện thông qua chuẩn giao tiếp I2C (Inter-Integrated Circuit, kết nối giữa vi điều khiển trên khối RRU và môđun quang điện). Các giá trị này sau khi được đọc sẽ được gửi lên khối quản lý và vận hành hệ thống BBC bằng giao diện Ethernet ở trên thông qua giao tiếp CPRI giữa khối quản lý và vận hành hệ thống BBC và khối RRU.

Bước 4: tính suy hao trên đường truyền quang hướng từ khối BBU tới khối RRU và ngược lại, từ khối RRU tới khối BBU.

Khi có đủ dữ liệu về công suất quang của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU và khối BBU, thực hiện tính suy hao trên đường truyền quang bằng cách tính tỉ lệ giữa công suất tín hiệu phát và công suất tín hiệu thu trên mạch chuyển đổi quang điện SFP, để việc tính toán và hiển thị sau này được dễ dàng, ta chuyển đổi từ tỉ lệ sang giá trị chênh lệch dB bằng cách lấy logarit cơ số 10 của tỉ lệ trên theo công thức (1) dưới đây:

$$\begin{aligned}\Delta 1 &= 10\log\left(\frac{P_{\text{BBU_TX}}}{P_{\text{RRU_RX}}}\right) \\ \Delta 2 &= 10\log\left(\frac{P_{\text{RRU_TX}}}{P_{\text{BBU_RX}}}\right)\end{aligned}\quad (1)$$

Trong đó,

- $\Delta 1(\text{dB})$ là suy hao trên đường truyền quang hướng từ khối BBU tới khối RRU;
- $\Delta 2(\text{dB})$ là suy hao trên đường truyền quang hướng từ khối RRU tới khối BBU;
- $P_{\text{BBU_TX}}(\text{mW})$ là công suất quang phát ra của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU;
- $P_{\text{BBU_RX}}(\text{mW})$ là công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU;
- $P_{\text{RRU_TX}}(\text{mW})$ là công suất quang phát ra của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU;
- $P_{\text{RRU_RX}}(\text{mW})$ là công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU.

Bước 5 : phân tích lỗi trên đường truyền quang và đưa ra các cảnh báo.

Đầu tiên, thực hiện kiểm tra trạng thái của khối CPRI xem có cảnh báo nào không (cảnh báo mất đồng bộ giao diện vô tuyến CPRI giữa khối quản lý và vận hành hệ thống BBC và khối RRU, cảnh báo tín hiệu đường truyền bị mất, các cảnh báo được đọc bằng cách truy cập vào cá thanh ghi trạng thái của giao diện vô tuyến CPRI như các bước ở trên). Khi không có cảnh báo từ khối CPRI, đồng thời công suất quang trên môđun biến đổi quang điện SFP ở ngưỡng bình thường, đưa ra kết luận là kết nối quang đang bình thường. Ngược lại, khi có cảnh báo từ khối CPRI như tín hiệu đường truyền bị mất, bị lỗi, hệ thống sẽ tự động phân tích giá trị công suất quang trên môđun biến đổi quang điện SFP của khối BBU và khối RRU theo công thức (1) được thực hiện ở bước 4, từ đó đưa ra các cảnh báo theo bảng 1. Các kết luận bình thường hay các cảnh báo trong bảng 1 sẽ được đưa cho khối quản lý và vận hành hệ thống BBC (OAM) để hiển thị và đưa ra cảnh báo cho người quản lý hệ biết, để có cách xử lý kịp thời.

Tình huống	$P_{\text{BBU_TX}}$	$P_{\text{BBU_RX}}$	$P_{\text{RRU_TX}}$	$P_{\text{RRU_RX}}$	Kết nối RRU	Cảnh báo CPRI	$\Delta 1$	$\Delta 2$

1	bình thường	bình thường	bình thường	bình thường	có	không	$0 < \Delta 1 \leq$ ngưỡng suy hao	$0 < \Delta 2 \leq$ ngưỡng suy hao
2	bình thường	bình thường	bình thường	x	có	có	$\Delta 1 >$ ngưỡng suy hao	x
3	bình thường	x	bình thường	bình thường	có	có	x	$\Delta 2 >$ ngưỡng suy hao
4	bình thường	bình thường	bình thường	bình thường	có	có	$\Delta 1 < 0$	$0 < \Delta 2 \leq$ ngưỡng suy hao
5	bình thường	bình thường	bình thường	bình thường	có	có	$0 < \Delta 1 \leq$ ngưỡng suy hao	$\Delta 2 < 0$
6	lỗi	x	x	x	x	x	x	x
7	bình thường	lỗi	NA	NA	không	không	NA	NA
8	bình thường	bình thường	NA	NA	không	có	NA	NA
9	bình thường	bình thường	NA	NA	không	không	NA	NA

Bảng 1: các tình huống xảy ra với kết nối quang giữa khối BBU và khối RRU

Trong đó,

- Công suất quang $P_{\text{BBU_TX}}$, $P_{\text{BBU_RX}}$, $P_{\text{RRU_TX}}$ và $P_{\text{RRU_RX}}$ có ba ngưỡng là bình thường, cảnh báo và lỗi;
- x là xảy ra bất kỳ trường hợp có thể nào;
- NA là không áp dụng;
- Ngưỡng suy hao là suy hao cho phép trên đường truyền dẫn quang, ngưỡng suy hao được tính bằng tích của hệ số suy hao α (dB/km) với chiều dài dây quang L (km), α được định nghĩa theo quy chuẩn TCVN 8665:2011 và được tổng hợp trong bảng 2 sau đây:

Loại dây quang	Bước sóng (nm)	Hệ số suy hao α (dB/km)
G.652.A	1310	0.5
	1550	0.4
G.652.B	1310	0.4
	1550	0.35
	1625	0.4
G.652.C, G.652.D	1310-1625	0.4
G.653.A, G.653.B	1550	0.35
G.655.C, G.655.D,	1550	0.35
G.655.E	1625	0.4

Bảng 2: hệ số suy hao theo loại dây quang

- Mã lỗi được định nghĩa trong bảng 3 sau đây:

Mã lỗi	Mô tả
OPT_CONN_NORMAL	Kết nối quang ở tình trạng bình thường, không có lỗi

OPT_CABLE_BROKEN	Cáp quang hỏng.
OPT_SFP_BROKEN	Môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU hoặc môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU hỏng.
OPT_SFP_BBU_BROKEN	Môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU hỏng.
OPT_CONN_ERROR_1	Có thể xảy ra một trong ba trường hợp sau: - Hỏng dây quang hướng từ khối RRU tới khối BBU. - Môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU hỏng. - Khối RRU tắt.
ETH_CONN_ERROR	Giao tiếp Ethernet có lỗi

Bảng 3: bảng giải thích mã lỗi

Dựa trên phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang được mô tả từ bước 1 đến bước 5 trên đây, phương pháp theo sáng chế có thể xác định chính xác và nhanh chóng nguyên nhân gây ra lỗi trên đường truyền quang một cách tự động. Đây cũng là mục đích chính của phương pháp theo sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để chứng minh hiệu quả của sáng chế, phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang được triển khai và tích hợp vào khối BBU và khối RRU. Kết quả của phép thử nghiệm sẽ giúp đánh giá hiệu quả của phương pháp theo sáng chế.

Như được thể hiện trên hình 3, khi được tích hợp vào khối BBU và khối RRU, hệ thống áp dụng phương pháp gồm năm khối xử lý sau:

- Khối đọc công suất quang của môđun biến đổi quang điện SFP;
- Khối giao tiếp Ethernet;

- Khối đọc trạng thái của khối CPRI;
- Khối tính toán suy hao quang;
- Khối phân tích và cảnh báo lỗi.

Chức năng của các khối trong hệ thống này được thiết kế tương ứng với các bước tính toán của phương pháp theo sáng chế, cụ thể như sau:

Khối đọc công suất quang của môđun biến đổi quang điện SFP.

Khối này thực hiện đọc giá trị công suất quang của môđun biến đổi quang điện thông qua chuẩn giao tiếp I2C (Inter-Integrated Circuit). Khối này được tích hợp trên cả khối BBU và khối RRU. Giá trị đọc được gồm có công suất quang phát ra và công suất quang thu được.

Khối giao tiếp Ethernet.

Khối giao tiếp Ethernet gồm hai đầu truyền nhận là bộ vi điều khiển ARM trên khối RRU và khối CPU trên khối quản lý và vận hành hệ thống BBC. Dữ liệu được truyền và nhận trên đường truyền Ethernet tích hợp trong giao diện CPRI kết nối giữa khối quản lý và vận hành hệ thống BBC và khối RRU. Khi áp dụng phương pháp, khối giao tiếp Ethernet có nhiệm vụ là đọc các giá trị công suất quang phát ra và công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU đã được đọc ở bước 1 rồi đóng gói thành gói tin Ethernet và gửi qua giao tiếp Ethernet (CPRI) về khối BBU.

Khối đọc trạng thái của khối CPRI.

Bộ vi điều khiển ARM trên khối RRU và bộ điều khiển CPU trên khối quản lý và vận hành hệ thống BBC cùng thực hiện truy cập vào các thanh ghi của khối CPRI thông qua các câu lệnh truy suất vùng nhớ cơ bản trên hệ điều hành và đọc trạng thái của khối CPRI. Trạng thái của khối CPRI bao gồm trạng thái hoạt động bình thường (không có cảnh báo) và trạng thái có cảnh báo như mất tín hiệu (Loss Of Signal - LOS), mất đồng bộ khung (Loss Of Frame - LOF). Các trạng thái của CPRI đọc được trên khối RRU sẽ gửi lên khối quản lý và vận hành hệ thống BBC thông qua giao tiếp Ethernet giống như truyền giá trị công suất quang ở bước 2.

Khối tính toán suy hao quang.

Khối tính toán suy hao quang thực hiện tiếp nhận các giá trị công suất quang phát và công suất quang từ khối RRU ở các bước 1,2,3 và nhận giá trị công suất quang tại khối quản lý và vận hành hệ thống BBC ở bước 1 rồi thực hiện tính suy hao của đường quang từ khối BBU tới khối RRU và suy hao của đường quang từ khối RRU về khối BBU theo công thức (1).

Khối phân tích và cảnh báo lỗi.

Sau khi nhận thông tin về trạng thái của khối CPRI ở bước 3, công suất quang của môđun biến đổi quang điện SFP và suy hao quang trên đường truyền ở bước 4, khối này thực hiện phân tích và đưa ra kết luận theo bảng 1 (các cảnh báo hoặc thông báo cho hệ thống).

Cấu hình của hệ thống áp dụng phương pháp được liệt kê trong bảng 4.

Tham số	Giá trị
Tốc độ CPRI	6.144 Gbps
Chiều dài dây quang	1000 m
Loại dây quang	G.652.A
Loại SFP	Finisar FTLF1326P3BTL, wave length 1310nm

Bảng 4: bảng tham số hệ thống thí nghiệm

Cụ thể, khi triển khai hệ thống, ta lần lượt thực thi các thí nghiệm như sau:

Thí nghiệm 1: sử dụng môđun biến đổi quang điện SFP và dây quang chất lượng tốt. Chương trình chạy trên khối BBU lấy các thông tin từ hệ thống áp dụng phương pháp theo sáng chế và in thông tin trên cửa sổ thao tác với khối BBU. Thông tin in ra được đánh số từ một đến năm tương ứng với các bước thực hiện của phương pháp theo sáng chế. Lưu ý rằng, giá trị công suất quang thực tế của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU ở dòng bắt đầu bởi từ “Value” (Giá trị).

Thí nghiệm 2: sử dụng môđun biến đổi quang điện SFP hồng cho khối BBU. Công suất quang hướng phát của môđun biến đổi quang điện SFP đang ở ngưỡng lỗi, phương pháp đưa ra cảnh báo mã lỗi tương ứng.

Thí nghiệm 3: sử dụng dây quang hồng. Công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối RRU rất nhỏ so với công suất quang phát ra của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU, tức là dây quang hướng từ khối BBU tới khối RRU suy hao lớn, phương pháp đề xuất đưa ra cảnh báo mã lỗi.

Thí nghiệm 4: sử dụng môđun biến đổi quang điện SFP hồng cho khối RRU. Công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện SFP trên khối BBU đang ở ngưỡng lỗi, khối BBU không kết nối được đến khối RRU. Khi đó, phương pháp đưa ra cảnh báo mã lỗi.

Như vậy, khi áp dụng phương pháp, trạng thái của kết nối quang giữa khối BBU và khối RRU được báo cáo chính xác và nhanh chóng.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa khối BBU và khối RRU của trạm thu phát sóng vô tuyến theo sáng chế dễ áp dụng và có hiệu quả cao. Phương pháp theo sáng chế đã giải quyết được vấn đề tìm ra nguyên nhân gây lỗi kết nối quang chính xác và nhanh chóng. Từ đó giảm thiểu chi phí về nhân công và thiết bị, đồng thời giảm thời gian mất dịch vụ mạng viễn thông.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần của thiết bị thu phát sóng vô tuyến bao gồm các bước sau:

bước 1: đọc trạng thái cảnh báo của khối chuẩn giao diện vô tuyến và công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên thiết bị trạm gốc; bao gồm các cảnh báo về đường truyền, song song là đọc trạng thái chuẩn giao diện, đọc giá trị công suất quang cổng phát TX và cổng nhận RX của môđun biến đổi quang điện trên khối thiết bị trạm gốc;

bước 2: kết nối đến khối thiết bị thu phát sóng cao tần qua giao tiếp Ethernet, sử dụng giao thức được tích hợp mặc định trên các hệ điều hành, trong trường hợp kết nối thành công thực hiện bước 3, ngược lại nếu kết nối không thành công thực hiện bước 5;

bước 3: đọc công suất quang của môđun biến đổi quang điện trên khối thiết bị thu phát sóng cao tần; thực hiện bằng cách đọc giá trị công suất quang của môđun biến đổi quang điện thông qua chuẩn giao tiếp I2C kết nối giữa vi điều khiển trên khối thiết bị thu phát sóng cao tần và môđun quang điện, sau đó được gửi lên khối quản lý và vận hành hệ thống BBC bằng giao diện Ethernet ở trên thông qua giao tiếp chuẩn giao diện vô tuyến giữa khối quản lý và vận hành hệ thống BBC và khối thiết bị thu phát sóng cao tần;

bước 4: tính suy hao trên đường truyền quang hướng từ khối thiết bị trạm gốc tới khối thiết bị thu phát sóng cao tần và ngược lại, từ khối thiết bị thu phát sóng cao tần tới khối thiết bị trạm gốc; bằng cách tính tỉ lệ giữa công suất tín hiệu phát và công suất tín hiệu thu trên mạch chuyển đổi quang điện, chuyển đổi từ tỉ lệ sang giá trị chênh lệch dB bằng cách lấy logarit cơ số 10 của tỉ lệ trên;

bước 5: phân tích lỗi trên đường truyền quang và đưa ra các cảnh báo, cụ thể cần kiểm tra trạng thái của khối chuẩn giao diện vô tuyến xem có cảnh báo nào không; khi không có cảnh báo từ khối chuẩn giao diện vô tuyến, đồng thời công suất quang trên môđun biến đổi quang điện ở ngưỡng bình thường, đưa ra kết luận là kết nối quang đang

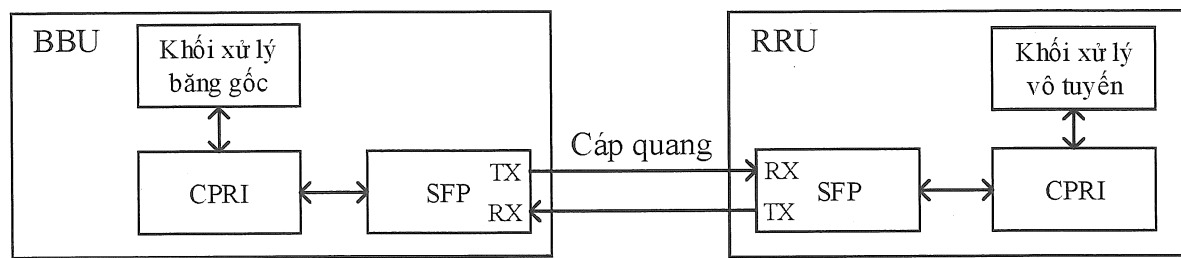
bình thường; ngược lại, khi có cảnh báo từ khối chuẩn giao diện vô tuyến như tín hiệu đường truyền bị mất, bị lỗi, hệ thống sẽ tự động phân tích giá trị công suất quang trên môđun biến đổi quang điện của khối thiết bị trạm gốc và khối thiết bị thu phát sóng cao tần đã xác định tại bước 4, từ đó đưa ra các cảnh báo thích hợp.

2. Phương pháp tự động phân tích và cảnh báo tình trạng kết nối quang giữa thiết bị trạm gốc và thiết bị thu phát sóng cao tần của thiết bị thu phát sóng vô tuyến theo điểm 1 trong đó tại bước 4, giá trị công suất quang trên môđun biến đổi quang điện được xác định :

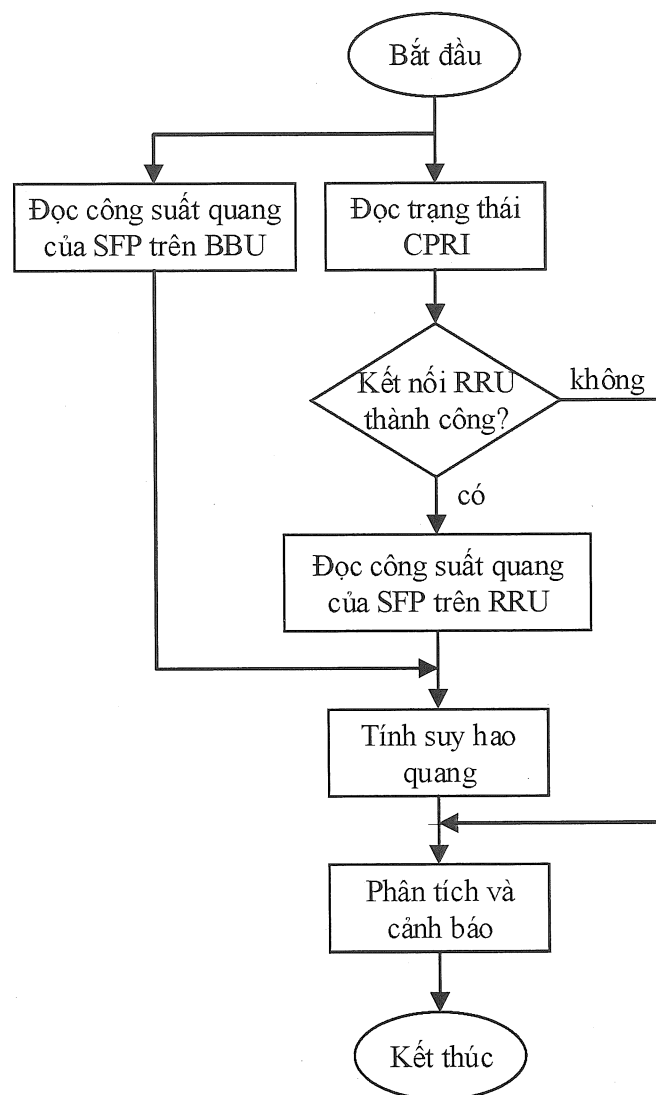
$$\Delta 1 = 10\log\left(\frac{P_{BBU_TX}}{P_{RRU_RX}}\right)$$

$$\Delta 2 = 10\log\left(\frac{P_{RRU_TX}}{P_{BBU_RX}}\right)$$

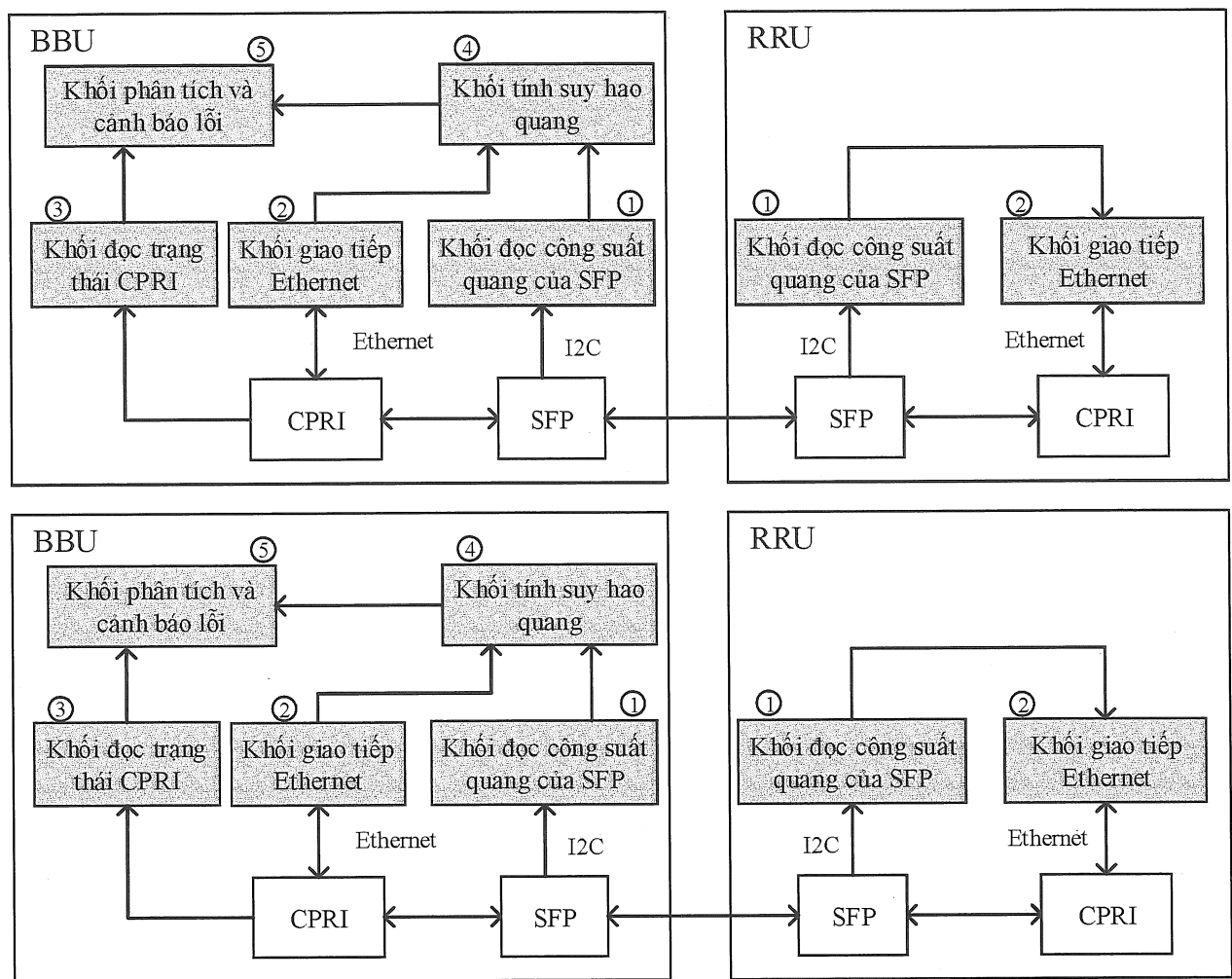
trong đó, $\Delta 1$ (dB) là suy hao trên đường truyền quang hướng từ thiết bị trạm gốc tới thiết bị thu phát sóng cao tần, $\Delta 2$ (dB) là suy hao trên đường truyền quang hướng từ thiết bị thu phát sóng cao tần tới thiết bị trạm gốc, P_{BBU_TX} (mW) là công suất quang phát ra của môđun biến đổi quang điện trên thiết bị trạm gốc, P_{BBU_RX} (mW) là công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện trên thiết bị trạm gốc, P_{RRU_TX} (mW) là công suất quang phát ra của môđun biến đổi quang điện trên thiết bị thu phát sóng cao tần, P_{RRU_RX} (mW) là công suất quang thu được của môđun biến đổi quang điện trên thiết bị thu phát sóng cao tần.



Hình 1



Hình 2



Hình 3