



(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)



1-0035191

(51)⁷ H04W 72/00

(13) B

(21) 1-2019-06085

(22) 30/10/2019

(45) 25/04/2023 421

(43) 30/01/2020 382A

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

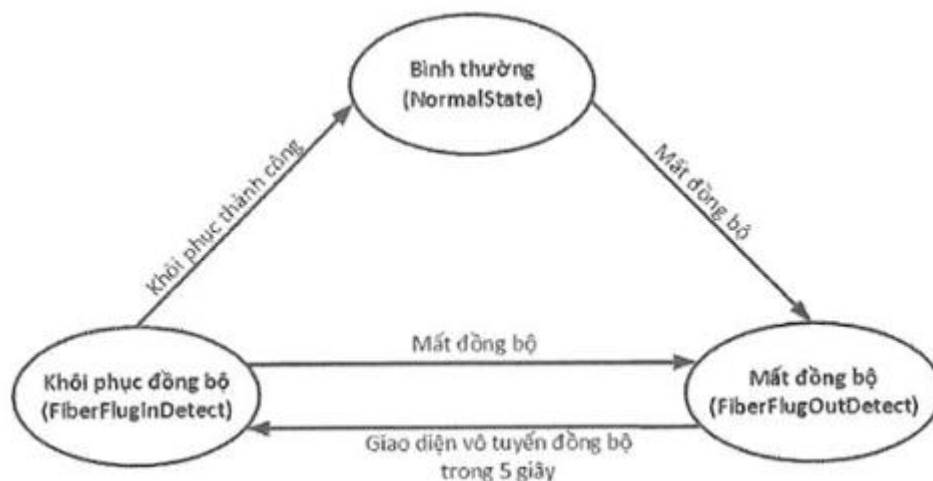
Lô D26 khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) LÊ VĂN CƯỜNG (VN); ĐẶNG HOÀI SƠN (VN); DƯƠNG VĂN HOÀN (VN);
ĐẶNG VĂN QUÝ (VN); NGUYỄN VĂN TRỌNG (VN).

(74) CÔNG TY TNHH TƯ VẤN QUỐC DÂN (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP DUY TRÌ ĐỒNG BỘ VÀ TỰ ĐỘNG KHÔI PHỤC HỆ THỐNG CHO TRẠM THU PHÁT VÔ TUYẾN E NODEB KHI MẤT ĐỒNG BỘ GIỮA KHỐI XỬ LÝ BĂNG GỐC VÀ KHỐI VÔ TUYẾN

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp tự động duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống thu phát vô tuyến (E-UTRAN Node B - eNodeB) khi mất đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung giữa khối xử lý băng gốc (BaseBand Unit - BBU) và khối vô tuyến (Radio Remote Unit - RRU) góp phần giảm thời gian khôi phục lại hệ thống, giảm chỉ số thời gian tạm dừng của hệ thống (Cell Down Time) trong bộ chỉ số đánh giá độ ổn định của hệ thống (KPI), tăng chất lượng người dùng và tối ưu quá trình vận hành khai thác. Sáng chế bao gồm các bước: bước 1: thực hiện kiểm tra đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung thông qua thanh ghi cập nhật trạng thái đồng bộ theo chu kỳ 1ms; bước 2: thực hiện tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin cấu hình hệ thống đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trước đó; bước 3: thực hiện khởi động các bộ định thời cứng tạo chu kỳ ngắt 1ms, các kênh lớp vật lý khởi động tại chu kỳ 1ms thứ 9, khởi động lại khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung tại thời điểm chu kỳ 1ms thứ 5 của khung 10ms.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến phương pháp duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống trạm thu phát vô tuyến (E-UTRAN Node B – eNodeB) khi mất đồng bộ giữa khối xử lý băng gốc (BaseBand Unit – BBU) và khối vô tuyến (Radio Remote Unit – RRU) giúp tăng chất lượng người dùng, tối ưu quá trình vận hành khai thác, giảm chỉ số thời gian tạm dừng (Cell Down Time) của hệ thống.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các hệ thống viễn thông nói chung và hệ thống eNodeB nói riêng khi sử dụng giao diện vô tuyến công cộng chung (Common Public Radio Interface - CPRI) giữa khối xử lý băng gốc BBU và khối vô tuyến RRU, tần suất mất đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung có thể xảy ra khá nhiều, trong các trường hợp đồng hồ đồng bộ 1588 của hệ thống bị mất, không ổn định hoặc các trường hợp khai thác vận hành mạng lưới như thay thế khối vô tuyến, thay đường quang, ..., hoạt động của các khối phần mềm trên hệ thống trạm thu phát vô tuyến như lớp vật lý, lớp điều khiển truy cập vô tuyến (MAC – Medium Access Control) bị gián đoạn khi có hiện tượng mất đồng bộ trên giao diện này.

Khi có hiện tượng mất đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung, không chỉ quá trình truyền dữ liệu trên giao diện bị gián đoạn mà hoạt động của các khối phần mềm trên khối xử lý băng gốc cũng sẽ dừng hoạt động. Sau khi đồng bộ tại giao diện vô tuyến công cộng chung bình thường trở lại, phải mất một khoảng thời gian khá dài cho việc khôi phục lại hệ thống bao gồm quá trình khởi động lại hệ điều hành trên phần cứng khối xử lý băng gốc, khởi chạy lại lớp vật lý, đợi các phần mềm liên quan hoạt động trở lại trước khi hệ thống hoạt động bình thường. Quá trình này có thể kéo dài tới vài phút.

Xuất phát từ vấn đề trên, tác giả xây dựng giải pháp duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống trạm thu phát vô tuyến trong suốt quá trình mất đồng bộ và tái đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung, không cần khởi động lại hệ điều hành và các phần mềm trên khối xử lý băng gốc, duy trì quá trình trao đổi bản tin giữa lớp điều khiển truy cập vô tuyến và lớp vật lý, đảm bảo hoạt động của khối xử lý băng gốc không bị gián đoạn trong suốt quá trình mất đồng bộ và tự động khôi phục hoạt động của hệ thống.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bản chất phương pháp duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống cho trạm

thu phát vô tuyến eNodeB khi mất đồng bộ giữa khối xử lý băng gốc và khối vô tuyến mô tả như sau:

Duy trì đồng bộ hệ thống: duy trì đồng bộ về khung (SFN/SF) giữa các khối phần mềm trước khi mất đồng bộ, trong khi mất đồng bộ và trong quá trình khôi phục hệ thống. Lớp vật lý tạo một bộ định thời mềm (software timer) trên lớp vật lý có các ngắt 1ms được gọi đồng thời với bộ định thời cứng (hardware timer) đã đồng bộ với đồng hồ trên giao diện vô tuyến công cộng chung, hai bộ định thời hoạt động song song với nhau. Đối với trường hợp giao diện vô tuyến công cộng chung đang đồng bộ, hệ thống sử dụng các hàm ngắt chu kỳ 1ms sinh ra từ bộ định thời cứng. Tuy nhiên sau khi mất đồng bộ và trong quá trình khôi phục hệ thống ở trạng thái tái đồng bộ, hệ thống sẽ chuyển sang sử dụng hàm ngắt theo chu kỳ 1ms của bộ định thời mềm. Khi đó, hệ thống phần mềm đảm bảo vẫn đồng bộ về khung (SFN/SF) và hoạt động bình thường theo chu kỳ ngắt 1ms của bộ định thời mềm. Sau khi khôi phục hệ thống, các khối phần mềm sẽ chuyển sang chu kỳ ngắt của bộ định thời cứng.

Khôi phục hệ thống: khi giao diện vô tuyến công cộng chung đồng bộ trở lại, có hiện tượng lệch vị trí đọc và ghi dữ liệu trên vùng nhớ giữa khối truy cập bộ nhớ trực tiếp (DMA – Direct Memory Access) và lớp vật lý. Để đồng bộ việc đọc ghi dữ liệu trên vùng nhớ giữa hai khối trên, cần thực hiện thủ tục khôi phục cài đặt gốc cho khối truy cập bộ nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung và các luồng xử lý kênh trên lớp vật lý mà không cần phải khởi động lại toàn bộ hệ thống, các khối phần mềm vẫn hoạt động bình thường. Đồng thời, phần mềm lớp vật lý và lớp điều khiển truy nhập vô tuyến chuyển sang hoạt động theo chu kỳ ngắt 1ms của khối định thời cứng.

Quá trình duy trì đồng bộ và khôi phục hệ thống thu phát thực hiện theo các bước:

Bước 1: thực hiện kiểm tra đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung thông qua thanh ghi cập nhật trạng thái đồng bộ theo chu kỳ 1ms. Khi có hiện tượng mất đồng bộ, chuyển cờ trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ từ trạng thái bình thường (Normal State) sang trạng thái mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect). Khi giao diện vô tuyến công cộng chung tái đồng bộ trong thời gian 5000 chu kỳ 1ms (5 giây) thì trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ chuyển từ mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect) sang trạng thái tái đồng bộ (FiberFlugInDetect). Trong trạng thái tái đồng bộ (FiberFlugInDetect), lớp vật lý chuyển quá trình nhận ngắt 1ms từ bộ định thời cứng sang bộ định thời mềm, đồng thời dừng bộ định thời cứng và tạm dừng hoạt động xử lý các kênh, giải phóng các hàng đợi, cấu hình con trỏ liên quan đến quá trình đọc và ghi về đầu địa chỉ vùng nhớ dữ liệu giữa phần mềm lớp vật lý và giao diện vô tuyến công cộng chung; tạm dừng khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung. Chỉ duy trì quá trình trao đổi bản tin giữa lớp vật lý (PHY) và lớp

điều khiển truy cập vô tuyến (MAC) theo chu kỳ 1ms sinh ra từ bộ định thời mềm nêu trên, các khối phần mềm thuộc các lớp trên trong hệ thống eNodeB hoạt động bình thường.

Bước 2: thực hiện tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin cấu hình hệ thống đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trước đó; tại bước này, lớp vật lý thực hiện tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin cấu hình hệ thống đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trước đó; quá trình tái cấu hình hệ thống bao gồm quá trình cấu hình lại các bộ định thời cứng đồng bộ theo giao diện vô tuyến công cộng chung, cấu hình các kênh lớp vật lý, hàng đợi, tái cấu hình các bộ xử lý tăng tốc phần cứng trên lớp vật lý. Đồng thời, lớp vật lý cũng thực hiện tái cấu hình khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung, đưa con trỏ đọc và ghi của khối truy cập vùng nhớ trực tiếp về đầu địa chỉ vùng nhớ lưu dữ liệu.

Bước 3: thực hiện khởi động các bộ định thời cứng tạo chu kỳ ngắt 1ms, các kênh lớp vật lý khởi động tại chu kỳ 1ms thứ 9, khởi động lại khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung tại thời điểm chu kỳ 1ms thứ 5 của khung 10ms; khi đó, khối truy cập vùng nhớ trực tiếp thực hiện đọc dữ liệu vào đầu khung 10ms kế tiếp và trùng với vị trí ghi dữ liệu của các kênh lớp vật lý trên vùng nhớ; lớp vật lý thực hiện che ngắt từ bộ định thời mềm giả lập xung 1ms, chuyển sang sử dụng từ bộ định thời cứng. Trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ chuyển từ tái đồng bộ (FiberFlugInDetect) về trạng thái bình thường (Normal State), quá trình khôi phục hệ thống khoảng 15ms.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ máy trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ;

Hình 2 là hình vẽ mô tả thông tin dấu thời gian khi bị mất đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung;

Hình 3 là hình vẽ mô tả quá trình tự động khôi phục hệ thống trên lớp vật lý sau khi giao diện vô tuyến công cộng chung đồng bộ.

Hình 4: là hình vẽ mô tả lưu đồ giải thuật quá trình tự động khôi phục đồng bộ lớp vật lý.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống cho trạm thu phát vô tuyến eNodeB khi mất đồng bộ giữa khối xử lý băng gốc và khối vô tuyến được thực hiện cụ thể như sau:

Đầu tiên, thực hiện cập nhật trạng thái của giao diện vô tuyến công cộng chung.

Lớp vật lý thực hiện kiểm tra trạng thái của giao diện vô tuyến công cộng chung

sau mỗi chu kỳ 1ms thông qua thanh ghi trạng thái giao diện vô tuyến công cộng chung (CPRI_STATUS) có địa chỉ ánh xạ trên vùng nhớ 0x7F880004 tại các vị trí bit 0, 1, 8 và 9 được mô tả như bảng 1.

Tên	Mô tả	Thông tin
31–12	Không mang thông tin	
RX_RFP_HOLD 11	Thông báo rằng tín hiệu 10ms đã được nhận. Giá trị bit này sẽ được cấu hình bằng 1 sau mỗi xung 10ms. Sau khi đọc giá trị bit này, giá trị cũ sẽ được xóa và cập nhật giá trị mới.	0 - Không nhận được tín hiệu 10ms 1 - Nhận được tín hiệu 10ms
RX_FREQ_ALIGN_HOLD 10	Thông báo rằng tín hiệu đồng hồ sau khi khôi phục bên phần thu bị mất đồng bộ với tín hiệu 10ms. Giá trị bit sẽ được cấu hình bằng 1 sau 4 chu kỳ mất đồng bộ. Thực hiện đọc để xóa giá trị của bit và cập nhật giá trị mới.	0 - Không mất đồng bộ 1 - Mất đồng bộ
RX_STATE_HOLD 9	Thông báo trạng thái bên nhận. Thực hiện đọc để xóa giá trị của bit và cập nhật giá trị mới.	0 - Không mất đồng bộ. 1 - Mất đồng bộ
RX_LOS_HOLD 8	Thông báo quá trình mất đồng bộ bên nhận. Thực hiện đọc để xóa giá trị của bit và cập nhật giá trị mới.	0 - Không mất đồng bộ 1 - Mất đồng bộ
7–4	Không mang thông tin	
RX_BFN_STATE 3	Thông báo trạng thái đồng bộ khung cơ bản (Basic Frame)	0 - Khung cơ bản mất đồng bộ 1 - Khung cơ bản đồng bộ
RX_HFN_STATE 2	Thông báo trạng thái đồng bộ khung (Hyper Frame)	0 - Mất đồng bộ khung 1 - Đồng bộ khung
RX_STATE 1	Thông báo trạng thái bên nhận, giá trị mang tính tức thời và tự động cập nhật.	0 - Mất đồng bộ. 1 - Đồng bộ.
RX_LOS 0	Thông báo mất tín hiệu bên nhận. Giá trị được tự động cập nhật.	0 - Không xảy ra mất đồng bộ. 1 - Mất đồng bộ.

Bảng 1: cấu trúc thanh ghi trạng thái giao diện vô tuyến công cộng chung
(CPRI_STATUS)

Kết hợp giữa trạng thái hiện tại của quá trình tái khôi phục đồng bộ và trạng thái của giao diện vô tuyến công cộng chung sẽ quyết định trạng thái kế tiếp trong sơ đồ máy trạng thái của quá trình khôi phục đồng bộ như Hình 1. Theo đó, các trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ mô tả như sau:

Trạng thái bình thường (Normal State): trạng thái khi lớp vật lý hoạt động bình thường, không có hiện tượng mất đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung. Trong trạng thái này, lớp vật lý luôn lắng nghe trạng thái của giao diện vô tuyến công cộng chung thông qua thanh ghi trạng thái giao diện vô tuyến công cộng chung (bit thứ 0, 8, 9 lên 1 và bit thứ 1 có giá trị 0) theo chu kỳ 1ms hoặc được kích hoạt thông qua một ngắt cứng từ giao diện vô tuyến công cộng chung về lớp vật lý khi xảy ra mất đồng bộ. Khi đó, quá trình khôi phục trên lớp vật lý chuyển qua trạng thái mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect).

Trong trạng thái bình thường (Normal State), xung ngắt 1ms trong lớp vật lý được tạo ra từ một bộ định thời cứng (hardware timer) đồng bộ với giao diện vô tuyến công cộng chung, bộ định thời cứng thực hiện đếm số khung cơ bản (basic frame) truyền đi qua giao diện vô tuyến công cộng chung. Theo chuẩn của giao diện này, một khung 10ms có 150 siêu khung (hyperframe), mỗi siêu khung có 256 khung cơ bản, như vậy sẽ có 38400 (150x256) khung cơ bản trong 10ms. Như vậy 1ms sẽ có 3840 (15x256) khung cơ bản được truyền đi bởi giao diện vô tuyến công cộng chung. Thanh ghi đếm của bộ định thời cứng thực hiện đếm số khung cơ bản đến 3840 thì tạo một ngắt cho 1ms và lặp lại như vậy. Xung ngắt 1ms này được sử dụng để duy trì đồng bộ hoạt động giữa lớp vật lý và lớp điều khiển truy nhập vô tuyến cũng như các lớp phần mềm bên trên.

Trong quá trình khởi tạo bộ định thời cứng, lớp vật lý thực hiện tạo một bộ định thời mềm (software timer) có chu kỳ ngắt là 1ms, bộ định thời mềm này được khởi chạy tại hàm ngắt lần đầu tiên của bộ định thời cứng. Do đó, đảm bảo ngắt của hai bộ định thời này gần như đồng thời. Bộ định thời mềm được che ngắt trong trạng thái bình thường (Normal State) và trạng thái mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect) nhằm tránh gây ảnh hưởng tới hệ thống khi thời điểm này chỉ cần nhận xung ngắt 1ms duy nhất từ bộ định thời cứng.

Trạng thái mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect): quá trình trao đổi bản tin giữa lớp điều khiển truy cập vô tuyến và lớp vật lý diễn ra bình thường theo chu kỳ 1ms được tạo bởi bộ định thời cứng. Ở trạng thái này, không còn dữ liệu đổ về từ khối vô tuyến về khối xử lý băng gốc, do đó, khối truy cập vùng nhớ trực tiếp không thực hiện ghi dữ

liệu vào vùng nhớ, các kênh chiều lên của lớp vật lý cũng không xử lý dữ liệu. Đồng thời, lớp vật lý thực hiện kiểm tra quá trình tái đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung thông qua thanh ghi trạng thái giao diện vô tuyến công cộng chung (CPRI_STATUS), khi bit 0 có giá trị 0 và bit thứ 1 có giá trị là 1. Khi quá trình đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung ổn định trong khoảng 5 giây (5000 chu kỳ 1ms, giá trị này có thể điều chỉnh), quá trình khôi phục hệ thống trên lớp vật lý chuyển qua trạng thái tái đồng bộ và thực hiện khôi phục hệ thống (FiberFlugInDetect).

Trạng thái tái đồng bộ và thực hiện khôi phục hệ thống (FiberFlugInDetect): lớp vật lý thực hiện quá trình tái khôi phục đồng bộ quá trình đọc và ghi dữ liệu vào vùng nhớ giữa lớp vật lý và giao diện vô tuyến công cộng chung. Các bước thực hiện quá trình khôi phục đồng bộ như sau:

Bước 1: thực hiện kiểm tra đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung thông qua thanh ghi cập nhật trạng thái đồng bộ theo chu kỳ 1ms; tại bước này, lớp vật lý chuyển quá trình nhận ngắt 1ms từ bộ định thời cứng sang bộ định thời mềm nhằm duy trì quá trình trao đổi bản tin giữa lớp vật lý và lớp điều khiển truy nhập vô tuyến, đồng thời tạm dừng bộ định thời cứng và quá trình xử lý các kênh lớp vật lý, giải phóng các hàng đợi, cấu hình con trỏ liên quan đến quá trình đọc và ghi về đầu địa chỉ vùng nhớ dữ liệu giữa phần mềm lớp vật lý và giao diện vô tuyến công cộng chung; tạm dừng khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung.

Quá trình tạm dừng thực hiện tự động dưới lớp vật lý và vẫn đảm bảo duy trì đồng bộ khung với lớp điều khiển truy cập vô tuyến (MAC).

Bước 2: thực hiện tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin cấu hình hệ thống đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trước đó; tại bước này, lớp vật lý thực hiện tự động tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin mang thông tin cấu hình hệ thống (CONFIG.Request) đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trên vùng nhớ. Quá trình tái cấu hình hệ thống bao gồm quá trình cấu hình lại các bộ định thời cứng, cài đặt lại giao diện vô tuyến công cộng chung (CPRI recovery) và tái cấu hình các bộ xử lý tăng tốc phần cứng trên lớp vật lý. Cụ thể:

- Cấu hình các bộ định thời cứng: thực hiện cấu hình nguồn đồng bộ cho bộ định thời cứng được lấy từ giao diện vô tuyến công cộng chung, cấu hình ngưỡng cho thanh ghi đếm (counter) tạo xung 1ms theo số lượng khung cơ bản truyền qua giao diện. Do giao diện trên khối xử lý băng gốc đóng vai trò là đồng bộ chủ (master) nên các xung 1ms tạo ra sau khi khôi phục vẫn đồng bộ với trạng thái bình thường (Normal State) trước đó.
- Giao diện vô tuyến công cộng chung được cấu hình lại (recovery) theo thông tin

cấu hình hệ thống như tốc độ lấy mẫu, số lượng ăng ten thu phát, thông tin địa chỉ và kích thước vùng nhớ đọc và ghi phù hợp với thông tin cấu hình gửi từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến trước đó. Đưa địa chỉ đọc và ghi dữ liệu khỏi truy nhập vùng nhớ trực tiếp về đầu vùng nhớ lưu trữ dữ liệu đã được định nghĩa.

- Khối tăng tốc phần cứng được mở lại và tái cấu hình theo các tham số cấu hình hệ thống được gửi từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến trước đó như thông tin số lượng ăng ten, băng thông do khối tăng tốc phần cứng trên lớp vật lý cũng cần đồng bộ lại địa chỉ đọc và ghi của khối truy nhập vùng nhớ trực tiếp với giao diện vô tuyến công cộng chung.

Bước 3: thực hiện khởi động các bộ định thời cứng tạo chu kỳ ngắt 1ms, các kênh lớp vật lý khởi động tại chu kỳ 1ms thứ 9, khởi động lại khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung tại thời điểm chu kỳ 1ms thứ 5 của khung 10ms; tại bước này; khi đó, khối truy cập vùng nhớ trực tiếp thực hiện đọc dữ liệu vào đầu khung 10ms kế tiếp và trùng với vị trí ghi dữ liệu của các kênh lớp vật lý trên vùng nhớ; lớp vật lý thực hiện che ngắt từ bộ định thời mềm giả lập xung 1ms, chuyển sang sử dụng từ bộ định thời cứng. Trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ chuyển từ tái đồng bộ (FiberFlugInDetect) về trạng thái bình thường (Normal State), quá trình khôi phục hệ thống khoảng 15ms.

Trong suốt quá trình khôi phục đồng bộ, khi lớp vật lý ở bất kỳ trạng thái nào khi nhận được tín hiệu mất đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung đều sẽ chuyển về trạng thái mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect).

Tham chiếu Hình 2 và Hình 3, quá trình duy trì và khôi phục đồng bộ thể hiện trên nhật ký dấu thời gian, cụ thể như sau:

Trạng thái bình thường (Normal State): tại trạng thái này, trên nhật ký hiển thị đầy đủ các dấu thời gian của các xung, các tiến trình xử lý như xung 1ms, xung các ký tự (symbol), quá trình xử lý tín hiệu trên lớp vật lý.

Trạng thái mất đồng bộ (FiberFlugOutDetect): chỉ còn bộ định thời cứng tạo xung 1ms duy trì đồng bộ khung giữa lớp vật lý và lớp điều khiển truy cập vô tuyến. Các tiến trình xử lý các kênh đã tạm dừng hoạt động. Tại trạng thái này, không còn dữ liệu trao đổi qua giao diện vô tuyến công cộng chung.

Trạng thái tái đồng bộ và thực hiện khôi phục hệ thống (FiberFlugInDetect): thực hiện tạm dừng bộ định thời cứng tạo xung 1ms và mở ngắt bộ định thời mềm.

Trở về trạng thái bình thường (Normal State): thông tin nhật ký (timestamp) hiển thị lại đầy đủ như ban đầu, các tiến trình, các bộ định thời cứng hoạt động bình thường trở lại.

Quá trình duy trì và khôi phục đồng bộ cũng được thể hiện trên nhật ký (timestamp) của lớp vật lý. Bao gồm quá trình chờ tái đồng bộ trong 5 giây (có thể điều chỉnh tùy vào mức độ đánh giá độ ổn định tái đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung), thực hiện tạm dừng, tái cấu hình và khởi động lại các khối trong lớp vật lý.

Toàn bộ quá trình duy trì và khôi phục đồng bộ được thể hiện trên lưu đồ giải thuật như Hình 4.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế đã được tích hợp vào lớp vật lý và đã triển khai trong phòng thí nghiệm và ngoài môi trường thực tế.

Trong phòng thí nghiệm thực hiện thử nghiệm với hệ thống tích hợp vào mạng lưới sử dụng máy giả lập điện thoại (Aeroflex) với các kịch bản kiểm thử theo bảng 2:

Ký hiệu	Tên kịch bản	Nội dung kịch bản	Kết quả mong muốn	Kết quả
TC01	Truy cập và sử dụng dịch vụ.	-Bước 1: Cấu hình hệ thống. -Bước 2: UE truy cập và sử dụng dịch vụ.	UE thực hiện truy cập và sử dụng dịch vụ thành công. Kết quả kiểm thử đánh giá hệ thống trước khi thực hiện các kịch bản kế tiếp.	PASS
TC02	Ngắt kết nối cáp và sau đó kết nối lại cáp quang trên giao diện vô tuyến công cộng chung.	1. Cấu hình hệ thống. 2. UE truy cập và sử dụng dịch vụ nhằm kiểm tra hiện trạng. 3. Rút cáp và cắm lại ngay 4. Theo dõi UE có tiếp tục dùng dịch vụ không? 5. UE thực hiện ngắt kết nối, thực hiện tái truy cập và kiểm tra sử dụng dịch vụ.	Bước 4: UE tiếp tục dùng dịch vụ. Bước 5: UE truy cập được vào mạng và tiếp tục dùng dịch vụ.	PASS

TC03	Khởi động lại khối vô tuyến RRU.	1. Cấu hình hệ thống. 2. UE truy cập và sử dụng dịch vụ nhằm kiểm tra hiện trạng. 3. Khởi động lại hệ điều hành trên khối vô tuyến. 4. UE thực hiện ngắt kết nối, thực hiện truy cập và kiểm tra sử dụng dịch vụ 5. Lặp lại bước 3 và 4 vài lần.	Bước 4: UE truy nhập và dùng được dịch vụ.	PASS
------	----------------------------------	--	--	------

Bảng 2: kịch bản kiểm thử và kết quả thực hiện giải pháp. Quá trình đánh giá đảm bảo hai yêu cầu sau:

- Đảm bảo quá trình đồng bộ khung giữa lớp điều khiển truy cập vô tuyến và lớp vật lý diễn ra bình thường, không ảnh hưởng tới hoạt động của các khối phần mềm khác.
- Trước và sau khi thực hiện tái đồng bộ, điện thoại thực hiện truy cập vào mạng và sử dụng dịch vụ như bình thường.

Ngoài môi trường thực tế, hệ thống đã tự động khôi phục trạng thái hoạt động bình thường sau khi thử nghiệm với các trường hợp như thay dây quang, thay cổng chuyển đổi điện quang, thay thế hoặc khởi động lại khối phần cứng vô tuyến RRU.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế phải giải quyết được ba vấn đề:

Có giải pháp bắt (capture) thời điểm mất đồng bộ và tái đồng bộ trở lại trên giao diện vô tuyến công cộng chung giữa khối xử lý băng gốc và khối vô tuyến thông qua thanh ghi trạng thái giao diện được ánh xạ trên vùng nhớ.

Duy trì quá trình trao đổi bản tin giữa lớp điều khiển truy cập vô tuyến và lớp vật lý diễn ra ổn định, không có hiện tượng mất (miss) hay gián đoạn thông tin đồng bộ khung giữa các bản tin thông qua bộ định thời mềm.

Thực hiện đưa hệ thống hoạt động bình thường thông qua quá trình tự động tạm dừng, tái cấu hình và khởi động lại các khối bên trong lớp vật lý.

Phương pháp tự động duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống khi mất đồng bộ trên giao diện giao tiếp giữa khối xử lý băng gốc và khối vô tuyến góp vai trò quan trọng nhất giảm thiểu chỉ số thời gian tạm dừng của hệ thống (Cell Down Time) trong bộ chỉ số đánh giá độ ổn định hệ thống khi sự bất ổn trên đường truyền, quá trình thay thế thiết bị quang cũng như khối phần cứng xử lý vô tuyến RRU diễn ra thường xuyên. Cụ thể:

Đảm bảo hệ thống hoạt động như bình thường mà không cần phải khởi động lại phần cứng và phần mềm khối xử lý băng gốc sau khi có hiện tượng mất đồng bộ và tái đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung. UE có thể truy cập và sử dụng dịch vụ như bình thường sau khi tự khôi phục hệ thống trên lớp vật lý. Thời gian khôi phục hệ thống thông qua phương pháp đề xuất giảm thời gian gián đoạn sử dụng dịch vụ của người dùng rất nhiều lần, từ hơn ba phút chỉ còn hơn năm giây.

Yêu cầu bảo hộ

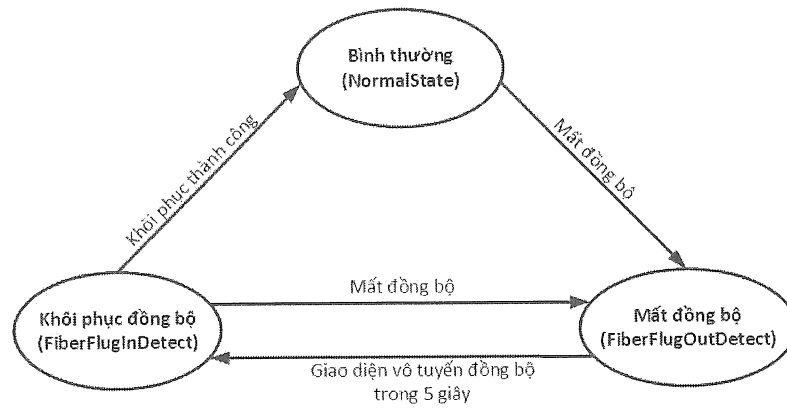
1. Phương pháp duy trì đồng bộ và tự động khôi phục hệ thống cho trạm thu phát vô tuyến eNodeB khi mất đồng bộ giữa khối xử lý băng gốc và khối vô tuyến thực hiện như sau:

bước 1: thực hiện kiểm tra đồng bộ trên giao diện vô tuyến công cộng chung thông qua thanh ghi cập nhật trạng thái đồng bộ theo chu kỳ 1ms; khi có hiện tượng mất đồng bộ, chuyển cở trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ từ trạng thái bình thường (normal state) sang trạng thái mất đồng bộ (fiberflugoutdetect); khi giao diện vô tuyến công cộng chung tái đồng bộ trong thời gian 5000 chu kỳ 1ms (5 giây) thì trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ chuyển từ mất đồng bộ (fiberflugoutdetect) sang trạng thái tái đồng bộ (fiberflugindetect); trong trạng thái tái đồng bộ (fiberflugindetect), lớp vật lý chuyển quá trình nhận ngắt 1ms từ bộ định thời cứng sang bộ định thời mềm, đồng thời dừng bộ định thời cứng và tạm dừng hoạt động xử lý các kênh, giải phóng các hàng đợi, cấu hình con trỏ liên quan đến quá trình đọc và ghi về đầu địa chỉ vùng nhớ dữ liệu giữa phần mềm lớp vật lý và giao diện vô tuyến công cộng chung; tạm dừng khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung; chỉ duy trì quá trình trao đổi bản tin giữa lớp vật lý (PHY) và lớp điều khiển truy cập vô tuyến (MAC) theo chu kỳ 1ms sinh ra từ bộ định thời mềm nêu trên, các khối phần mềm thuộc các lớp trên trong hệ thống eNodeB hoạt động bình thường;

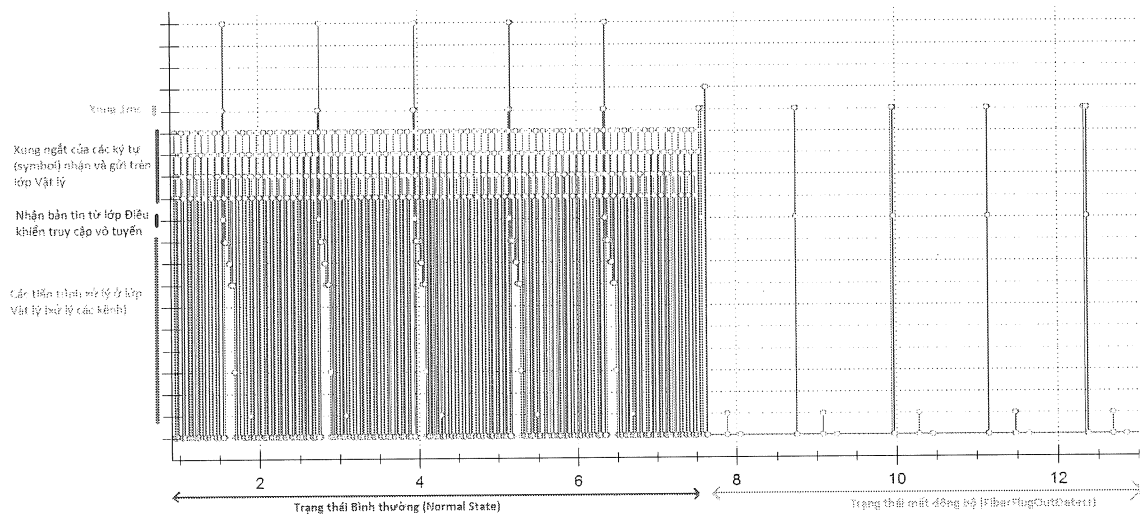
bước 2: thực hiện tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin cấu hình hệ thống đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trước đó; tại bước này, lớp vật lý thực hiện tự động tái cấu hình (self reconfigured) với thông tin cấu hình hệ thống được lấy từ bản tin mang thông tin cấu hình hệ thống đã nhận từ lớp điều khiển truy cập vô tuyến được lưu trữ trên vùng nhớ; quá trình tái cấu hình hệ thống bao gồm quá trình cấu hình lại các bộ định thời cứng đồng bộ theo giao diện vô tuyến công cộng chung, cấu hình các kênh lớp vật lý, hàng đợi, tái cấu hình các bộ xử lý tăng tốc phần cứng trên lớp vật lý; đồng thời, lớp vật lý cũng thực hiện tái cấu hình khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung, đưa con trỏ đọc và ghi của khối truy cập vùng nhớ trực tiếp về đầu địa chỉ vùng nhớ lưu dữ liệu;

bước 3: thực hiện khởi động các bộ định thời cứng tạo chu kỳ ngắt 1ms, các kênh lớp vật lý khởi động tại chu kỳ 1ms thứ 9, khởi động lại khối truy cập vùng nhớ trực tiếp (DMA) của giao diện vô tuyến công cộng chung tại thời điểm chu kỳ 1ms thứ 5 của khung 10ms; khi đó, khối truy cập vùng nhớ trực tiếp thực hiện đọc dữ liệu vào đầu khung 10ms kế tiếp và trùng với vị trí ghi dữ liệu của các kênh lớp vật lý trên vùng nhớ; lớp vật lý thực hiện che ngắt từ bộ định thời mềm giả lập xung 1ms, chuyển sang sử

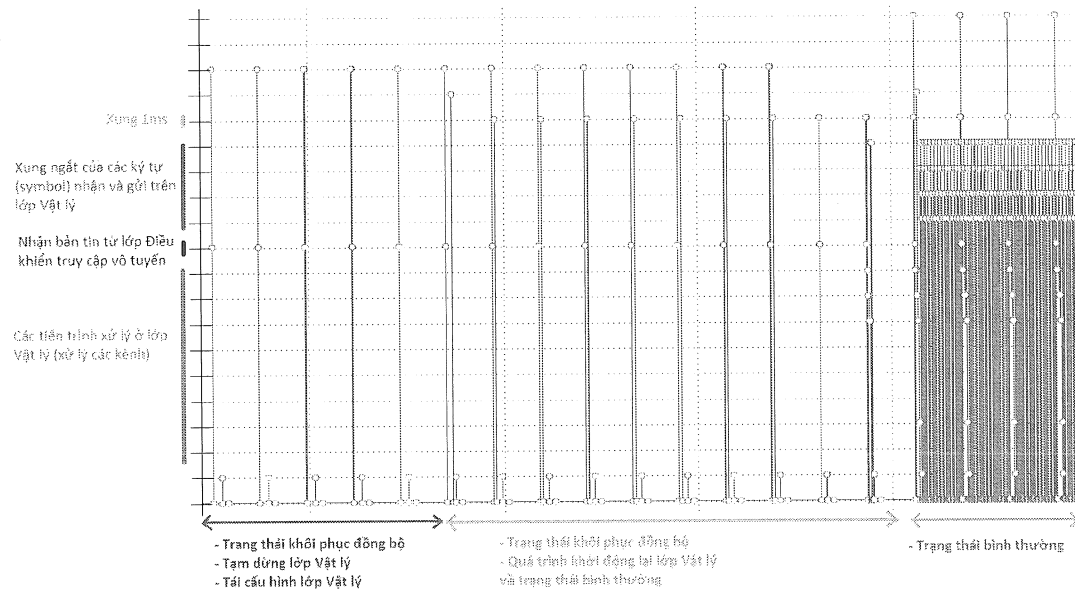
dụng từ bộ định thời cứng; trạng thái quá trình khôi phục đồng bộ chuyển từ tái đồng bộ (fiberflugin detect) về trạng thái bình thường (normal state), quá trình khôi phục hệ thống khoảng 15ms.



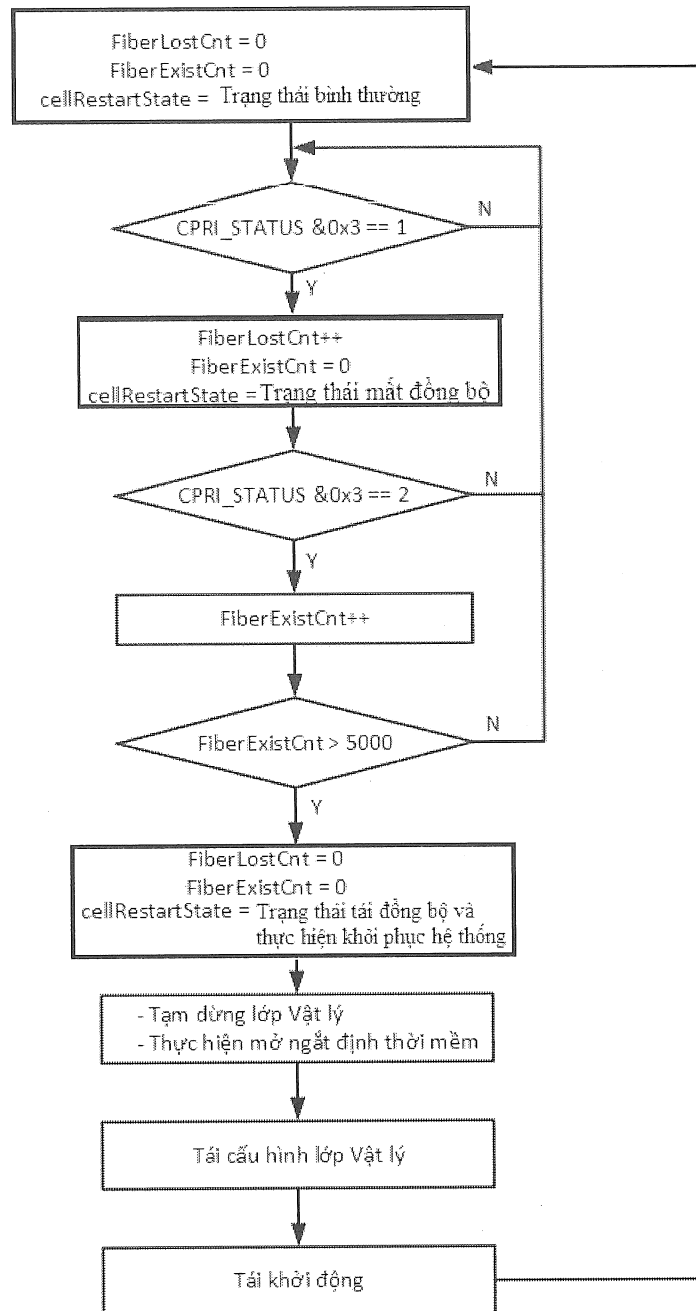
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4