



(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)



1-0030801

(51)⁸ H04B 7/26

(13) B

(21) 1-2018-01222

(22) 25/08/2016

(86) PCT/CN2016/096712 25/08/2016

(87) WO 2017/032331 02/03/2017

(30) 62/210,690 27/08/2015 US; 62/252,297 06/11/2015 US; 15/244,783 23/08/2016 US

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/05/2018 362A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, P.R. China

(72) LIU, Jialing (CN); XIAO, Weimin (CN); CHENG, Qian (US).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH NÚT MẠNG VÀ NÚT MẠNG THỨ NHẤT

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành nút mạng bao gồm các bước: chỉ báo, bởi nút mạng thứ nhất, tới thiết bị người dùng (UE- User equipment) thứ nhất, số lượng thứ nhất của các thành phần tài nguyên (RE-resource element) trong tập hợp thứ nhất của các khối tài nguyên (RB-resource block) dùng cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất, truyền, bởi nút mạng thứ nhất, tới UE thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất theo số lượng thứ nhất của các RE và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ nhất, thu, bởi nút mạng thứ nhất, từ UE thứ nhất, báo cáo chỉ báo phương pháp mã hóa và điều biến (MCS- modulation and coding scheme) thứ nhất theo mức của tín hiệu và nhiễu được đo bởi UE thứ nhất, trong đó việc đo lường được giới hạn ở tín hiệu tham chiếu thứ nhất, và truyền, bởi nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ nhất với MCS thứ nhất được chỉ báo và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ hai, dữ liệu thứ nhất đang được truyền trên số lượng thứ hai của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB trong khung con thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các hệ thống và các phương pháp dùng cho truyền thông không dây, và cụ thể, đề cập đến các phương án về các hệ thống và các phương pháp thích ứng trong mạng không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây bao gồm phát triển dài hạn (LTE), LTE-A, và các hệ thống LTE-A tiếp theo. Hệ thống truyền thông không dây hiện đại có thể bao gồm nhiều NodeB (NB), mà có thể cũng được gọi là các trạm gốc, các nút mạng, các bộ điều khiển truyền thông, hoặc các eNB (các NB nâng cao), và v.v., và có thể còn bao gồm các điểm mạng sử dụng các kỹ thuật truy cập radio khác nhau (RAT) chẳng hạn như các NB truy cập gói tốc độ cao (HSPA) và các điểm truy cập WiFi. NodeB có thể được kết hợp với một điểm hoặc nhiều điểm, và ô có thể bao gồm một điểm hoặc nhiều điểm, với mỗi điểm có một hoặc nhiều anten. Điểm có thể cũng tương ứng với nhiều ô hoạt động trong nhiều sóng mang thành phần. Các eNB được liên kết với nhau nhờ giao diện X2. Các eNB cũng được kết nối nhờ giao diện S1 với thực thể quản lý tính di động (MME) và với cổng dịch vụ (S-GW). Ngoài ra, ô hoặc NB có thể đang phục vụ nhiều người dùng (cũng được gọi chung là thiết bị người dùng (UE), các trạm di động, các thiết bị đầu cuối, các thiết bị, và v.v.) trong một khoảng thời gian.

Nói chung, trong các hệ thống dồn kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), độ rộng băng tần của hệ thống được chia thành nhiều sóng mang con trong miền tần số. Trong miền thời gian, một khung con được chia thành nhiều ký hiệu OFDM. Ký hiệu OFDM có thể có tiền tố vòng để tránh nhiễu liên ký hiệu gây ra bởi các trễ đa tuyến. Một phần tử tài nguyên (RE) được xác định bởi tài nguyên thời gian/tần số trong một sóng mang con và một ký hiệu OFDM. Trong sự truyền đường xuống, các tín hiệu tham chiếu (RS) và các tín hiệu khác chẳng hạn như kênh dữ liệu (kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH)), kênh điều khiển (kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH)), và PDCCH nâng

cao (EPDCCH) là trực giao và được dồn kênh trong các thành phần tài nguyên khác nhau trong miền thời gian/miền tần số. Trong sự truyền đường lên, kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) và kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) là trực giao và được dồn kênh trong các tài nguyên thời gian/tần số khác nhau. Tập hợp của các RE được nhóm cùng nhau để tạo ra khối tài nguyên (RB). Ví dụ, 12 sóng mang con trong khe tạo ra RB.

Thông thường, để cho phép các kênh dữ liệu bất kỳ trong hoặc sự truyền đường lên (UL) hoặc đường xuống (DL) chẳng hạn như PDSCH hoặc PUSCH của hệ thống LTE-A, các tín hiệu tham chiếu được truyền. Có các tín hiệu tham chiếu dùng cho UE để thực hiện các việc đo lường/ước tính kênh/tín hiệu dùng cho sự điều biến của PDCCH và các kênh chung khác cũng như cho một số việc đo lường và phản hồi, mà là tín hiệu tham chiếu dành riêng cho ô (CRS)/chung được kế thừa từ tiêu chuẩn kỹ thuật phiên bản 8/9 của truy cập radio mặt đất cải tiến (E-UTRA). Tín hiệu tham chiếu được dành riêng/điều biến (DMRS) có thể được truyền cùng với kênh PDSCH trong phiên bản 10 của E-UTRA. DMRS được sử dụng để ước tính kênh trong khoảng thời gian điều biến PDSCH. Trong phiên bản 10, tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS) được đưa ra bổ sung cho CRS và DMRS. CSI-RS được sử dụng cho các UE trong phiên bản 10 để đo trạng thái kênh, đặc biệt là cho các trường hợp nhiều anten. PMI/CQI/RI và thông tin phản hồi khác có thể được dựa vào việc đo lường của CSI-RS cho phiên bản 10 và các UE tiếp theo. PMI là ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa, CQI là chỉ báo chất lượng kênh, và RI là chỉ báo hạng của ma trận tiền mã hóa. CSI-RS trong phiên bản 10 có thể hỗ trợ lên đến 8 anten truyền trong khi CRS có thể chỉ hỗ trợ tối đa 4 anten truyền trong phiên bản 8/9. Số lượng các cổng anten CSI-RS có thể là 1, 2, 4, hoặc 8. Ngoài ra, để hỗ trợ cùng số lượng cổng anten, CSI-RS có phí tổn thấp hơn nhiều do sự yêu cầu thấp của nó về thời gian và tần số.

Mạng không đồng nhất (HetNet) bao gồm các điểm macrô công suất cao và nhiều điểm công suất thấp mà thường có thể chia sẻ cùng các tài nguyên truyền thông. Các điểm công suất thấp có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, tế bào picô, micrô, các thiết bị thu phát radio từ xa (RRH), femtô (hoặc

các eNB gia đình (HeNB)), các điểm truy cập (AP), các anten được phân phối (DA), các trạm chuyên tiếp, và các điểm truyền thông trường gần.

Mạng cũng có thể bao gồm một vài sóng mang thành phần hoạt động trong các băng tần số khác nhau. Các băng tần cao thường có tổn thất đường truyền cao theo khoảng cách sao cho chúng thích hợp hơn trong việc phục vụ vùng tương đối nhỏ, chẳng hạn như đang được sử dụng cho các mục đích thông lượng cao cho các UE gần. Các băng tần thấp thường có tổn thất đường truyền thấp theo khoảng cách sao cho chúng thích hợp hơn trong việc phục vụ vùng tương đối lớn, chẳng hạn như đang được sử dụng để cung cấp vùng phủ sóng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp vận hành nút mạng theo phương án của sáng chế bao gồm chỉ báo, bởi nút mạng thứ nhất, tới thiết bị người dùng thứ nhất (UE), số lượng thứ nhất của các thành phần tài nguyên (các RE) trong tập hợp thứ nhất của các khối tài nguyên (các RB) dùng cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất, truyền, bởi nút mạng thứ nhất, tới UE thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất phù hợp với số lượng thứ nhất của các RE và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ nhất, thu, bởi nút mạng thứ nhất, từ UE thứ nhất, báo cáo chỉ báo phương pháp mã hóa và điều biến (MCS) thứ nhất phù hợp với mức của tín hiệu và nhiễu được đo bởi UE thứ nhất, trong đó việc đo lường được giới hạn ở tín hiệu tham chiếu thứ nhất, và truyền, bởi nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ nhất với MCS thứ nhất được chỉ báo và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ hai, dữ liệu thứ nhất đang được truyền trên số lượng thứ hai của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB trong khung con thứ hai.

Phương án về phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó số lượng thứ hai của các RE lớn hơn số lượng thứ nhất của các RE.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó số lượng thứ hai của các RE lớn hơn số lượng thứ nhất của các RE.

Tất cả các phương án về phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất là tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh công suất khác không (NZP CSI-RS).

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó MCS thứ nhất được chỉ báo bởi sự khác nhau giữa MCS thứ nhất và MCS tham chiếu đã biết tới nút mạng thứ nhất và UE thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ nhất truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất với hạng thứ nhất, và trong đó nút mạng thứ hai truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ nhất với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, còn bao gồm truyền, bởi nút mạng thứ nhất, thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất tới nút mạng thứ hai, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ hai truyền dữ liệu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ hai với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai, và trong đó, trên các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ hai chiếm giữ các RE giống như dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó khoảng thời gian giữa khung con thứ nhất và khung con thứ hai được tạo cấu hình như bình thường cho nút mạng thứ nhất và nút mạng thứ hai.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với MCS thứ hai ở cùng thời điểm nút mạng thứ nhất truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với cùng bó của các RB được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ nhất ứng dụng MCS thứ nhất được chỉ báo tới ít nhất một dữ liệu bổ sung được truyền sau khi truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất được kết hợp với ít nhất một trong số bộ kích hoạt chỉ báo tới UE thứ nhất rằng UE thứ nhất là để đo mức của tín hiệu và nhiễu và xác định MCS thứ nhất thích hợp với mức của tín hiệu và nhiễu; sự ấn định ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE thứ nhất của mức nhiễu; sự ấn định ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE thứ nhất của mức tín hiệu; sự ấn định ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) được kết hợp với tiền mã hóa thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; sự ấn định hạng truyền được kết hợp với hạng thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; sự ấn định kênh đường lên mà trên đó UE thứ nhất là để truyền báo cáo; sự ấn định sự khác nhau tại thời điểm giữa sự truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất và sự truyền dữ liệu thứ nhất; hoặc sự ấn định lượng của bó của các RB cần được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.

Phương án về nút mạng bao gồm bộ xử lý và phương tiện ghi đọc được bởi máy tính lưu trữ chương trình dùng để thực hiện bởi bộ xử lý. Chương trình bao gồm các lệnh để chỉ báo, tới UE thứ nhất, số lượng thứ nhất của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB dùng cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất, truyền, tới UE thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất phù hợp với số lượng thứ nhất của các RE và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ nhất, thu, từ UE thứ nhất, báo cáo chỉ báo MCS thứ nhất phù hợp với mức của tín hiệu và nhiễu được đo bởi UE thứ nhất, trong đó việc đo lường được giới hạn ở tín hiệu tham chiếu thứ nhất, và truyền dữ liệu thứ nhất với MCS thứ nhất được chỉ báo và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ hai, dữ liệu thứ nhất đang được truyền trên

số lượng thứ hai của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB trong khung con thứ hai.

Phương án về nút mạng nêu trên, trong đó số lượng thứ hai của các RE lớn hơn số lượng thứ nhất của các RE.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất là tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh công suất khác không (NZP CSI-RS).

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó MCS thứ nhất được chỉ báo bởi sự khác nhau giữa MCS thứ nhất và MCS tham chiếu đã biết tới nút mạng thứ nhất và UE thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ nhất truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất với hạng thứ nhất, và trong đó nút mạng thứ hai truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ nhất với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, còn bao gồm các lệnh đề truyền thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất tới nút mạng thứ hai, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ hai truyền dữ liệu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ hai với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai, và trong đó, trên các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ hai chiếm giữ các RE giống như dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó khoảng thời gian giữa khung con thứ nhất và khung con thứ hai được tạo cấu hình như bình thường cho nút mạng thứ nhất và nút mạng thứ hai.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với MCS thứ hai ở cùng thời điểm nút mạng thứ nhất truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với cùng bó của các RB được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, còn bao gồm các lệnh để ứng dụng MCS thứ nhất được chỉ báo tới ít nhất một dữ liệu bổ sung được truyền sau khi truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất được kết hợp với ít nhất một trong số bộ kích hoạt chỉ báo tới UE thứ nhất rằng UE thứ nhất là để đo mức của tín hiệu và nhiễu và xác định MCS thứ nhất thích hợp với mức của tín hiệu và nhiễu; sự ấn định ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE thứ nhất của mức nhiễu; sự ấn định ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE thứ nhất của mức tín hiệu; sự ấn định ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) được kết hợp với tiền mã hóa thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; sự ấn định hạng truyền được kết hợp với hạng thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; sự ấn định kênh đường lên mà trên đó UE thứ nhất là để truyền báo cáo; sự ấn định sự khác nhau tại thời điểm giữa sự truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất và sự truyền dữ liệu thứ nhất; hoặc sự ấn định lượng của bó của các RB cần được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.

Phương án về nút mạng bao gồm: thành phần chỉ báo mà chỉ báo, tới UE thứ nhất, số lượng thứ nhất của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB dùng cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất; thành phần truyền mà truyền, tới UE thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất phù hợp với số lượng thứ nhất của các RE và tiền

mã hóa thứ nhất trong khung con thứ nhất; thành phần thu mà thu, từ UE thứ nhất, báo cáo chỉ báo MCS thứ nhất phù hợp với mức của tín hiệu và nhiễu được đo bởi UE thứ nhất, trong đó việc đo lường được giới hạn ở tín hiệu tham chiếu thứ nhất, và thành phần truyền truyền dữ liệu thứ nhất với MCS thứ nhất được chỉ báo và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ hai, dữ liệu thứ nhất đang được truyền trên số lượng thứ hai của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB trong khung con thứ hai.

Phương án về nút mạng nêu trên, trong đó số lượng thứ hai của các RE lớn hơn số lượng thứ nhất của các RE.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất là tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh công suất khác không (NZP CSI-RS).

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó MCS thứ nhất được chỉ báo bởi sự khác nhau giữa MCS thứ nhất và MCS tham chiếu đã biết tới nút mạng thứ nhất và UE thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ nhất truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất với hạng thứ nhất, và trong đó nút mạng thứ hai truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ nhất với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó thành phần truyền truyền thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất tới nút mạng thứ hai, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó nút mạng thứ hai truyền dữ liệu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ hai với tiền mã hóa

thứ hai và hạng thứ hai, và trong đó, trên các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ hai chiếm giữ các RE giống như dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó khoảng thời gian giữa khung con thứ nhất và khung con thứ hai được tạo cấu hình như bình thường cho nút mạng thứ nhất và nút mạng thứ hai.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với MCS thứ hai ở cùng thời điểm nút mạng thứ nhất truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với cùng bó của các RB được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, còn bao gồm thành phần ứng dụng mà ứng dụng MCS thứ nhất được chỉ báo tới ít nhất một dữ liệu bổ sung được truyền sau khi truyền dữ liệu thứ nhất.

Tất cả phương án về các nút mạng nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất được kết hợp với ít nhất một trong số bộ kích hoạt chỉ báo tới UE thứ nhất rằng UE thứ nhất là để đo mức của tín hiệu và nhiễu và xác định MCS thứ nhất thích hợp với mức của tín hiệu và nhiễu; sự ấn định ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE thứ nhất của mức nhiễu; sự ấn định ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE thứ nhất của mức tín hiệu; sự ấn định ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) được kết hợp với tiền mã hóa thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; sự ấn định hạng truyền được kết hợp với hạng thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; sự ấn định kênh đường lên mà trên đó UE thứ nhất là để truyền báo cáo; sự ấn định sự khác nhau tại thời điểm giữa sự truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất và sự truyền dữ liệu thứ nhất; hoặc sự ấn định lượng của bó của các RB cần được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.

Phương án về phương pháp vận hành UE bao gồm thu, bởi UE, tín hiệu tham chiếu trong tập hợp của các RB, trong đó số lượng của các thành phần tài nguyên được chiếm giữ bởi tín hiệu tham chiếu là nhỏ hơn so với tất cả của các thành phần tài nguyên trong khung con, đo, bởi UE, mức của tín hiệu và nhiễu trên tín hiệu tham chiếu, xác định, bởi UE, MCS phù hợp với mức của tín hiệu và nhiễu, và truyền, bởi UE, báo cáo chỉ báo MCS được xác định.

Phương án về phương pháp vận hành UE nêu trên còn bao gồm thu, bởi UE, dữ liệu được truyền trong tập hợp của các RB với MCS được xác định.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành UE nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành UE nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh công suất khác không (NZP CSI-RS).

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành UE nêu trên, trong đó UE chỉ báo MCS bởi sự khác nhau giữa MCS và MCS tham chiếu đã biết tới nút mạng và UE.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành UE nêu trên, trong đó sự thu tín hiệu tham chiếu kích hoạt UE để đo mức của tín hiệu và nhiễu và xác định MCS.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành UE nêu trên, còn bao gồm xác định UE, phù hợp với thông tin thu được trong tín hiệu tham chiếu, ít nhất một trong số ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức nhiễu; ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức tín hiệu; sự ấn định ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) được kết hợp với tiền mã hóa của tín hiệu tham chiếu; sự ấn định hạng truyền được kết hợp với tín hiệu tham chiếu; kênh đường lên mà trên đó UE truyền báo cáo; sự khác nhau tại thời điểm giữa sự truyền tín hiệu tham chiếu và truyền dữ liệu; hoặc lượng của bó của các khối tài nguyên cần được truyền trong dữ liệu.

Tất cả phương án về các phương pháp vận hành UE nêu trên, còn bao gồm xác định UE, phù hợp với ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức nhiễu hoặc ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức tín

hiệu, không thực hiện việc lấy trung bình trên các việc đo lường ký hiệu chỉ báo chất lượng kênh UE tạo ra trên các tín hiệu tham chiếu.

Phương án về UE bao gồm bộ xử lý và phương tiện ghi đọc được bởi máy tính lưu trữ chương trình dùng để thực hiện bởi bộ xử lý. Chương trình bao gồm các lệnh để thu tín hiệu tham chiếu trong tập hợp của các RB, trong đó số lượng của các thành phần tài nguyên được chiếm giữ bởi tín hiệu tham chiếu là nhỏ hơn so với tất cả các thành phần tài nguyên trong khung con, đo mức của tín hiệu và nhiễu trên tín hiệu tham chiếu, xác định MCS phù hợp với mức của tín hiệu và nhiễu, và truyền báo cáo chỉ báo MCS được xác định.

Phương án về UE nêu trên, còn bao gồm các lệnh để thu dữ liệu được truyền trong tập hợp của các RB với MCS được xác định.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh công suất khác không (NZP CSI-RS).

Tất cả phương án về các UE nêu trên, còn bao gồm các lệnh để chỉ báo MCS bởi sự khác nhau giữa MCS và MCS tham chiếu đã biết tới nút mạng và UE.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó sự thu tín hiệu tham chiếu kích hoạt UE để đo mức của tín hiệu và nhiễu và xác định MCS.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, còn bao gồm các lệnh để xác định, phù hợp với thông tin thu được trong tín hiệu tham chiếu, ít nhất một trong số ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức nhiễu; ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức tín hiệu; sự ấn định ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) được kết hợp với tiền mã hóa của tín hiệu tham chiếu; sự ấn định hạng truyền được kết hợp với tín hiệu tham chiếu; kênh đường lên mà trên đó UE truyền báo cáo; sự khác nhau tại thời điểm giữa sự truyền tín hiệu tham chiếu và truyền dữ liệu; hoặc lượng của bó của các khối tài nguyên cần được truyền trong dữ liệu.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, còn bao gồm các lệnh để xác định, phù hợp với ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức nhiễu hoặc

ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức tín hiệu, không thực hiện việc lấy trung bình trên các việc đo lường ký hiệu chỉ báo chất lượng kênh UE tạo ra trên các tín hiệu tham chiếu.

Phương án về UE bao gồm thành phần thu mà thu tín hiệu tham chiếu trong tập hợp của các RB, trong đó số lượng của các thành phần tài nguyên được chiếm giữ bởi tín hiệu tham chiếu là nhỏ hơn so với tất cả các thành phần tài nguyên trong khung con, thành phần đo mà đo mức của tín hiệu và nhiễu trên tín hiệu tham chiếu, thành phần xác định mà xác định MCS phù hợp với mức của tín hiệu và nhiễu, và thành phần truyền mà truyền báo cáo chỉ báo MCS được xác định.

Phương án về UE nêu trên, trong đó thành phần thu thu dữ liệu được truyền trong tập hợp của các RB với MCS được xác định.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh công suất khác không (NZP CSI-RS).

Tất cả phương án về các UE nêu trên, còn bao gồm các thành phần chỉ báo mà chỉ báo MCS bởi sự khác nhau giữa MCS và MCS tham chiếu đã biết tới nút mạng và UE.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó sự thu tín hiệu tham chiếu kích hoạt UE để đo mức của tín hiệu và nhiễu và xác định MCS.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó thành phần xác định xác định, phù hợp với thông tin thu được trong tín hiệu tham chiếu, ít nhất một trong số ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức nhiễu; ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức tín hiệu; sự ấn định ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) được kết hợp với tiền mã hóa của tín hiệu tham chiếu; sự ấn định hạng truyền được kết hợp với tín hiệu tham chiếu; kênh đường lên mà trên đó UE truyền báo cáo; sự khác nhau tại thời điểm giữa sự truyền tín hiệu tham chiếu và truyền dữ liệu; hoặc lượng của bó của các khối tài nguyên cần được truyền trong dữ liệu.

Tất cả phương án về các UE nêu trên, trong đó thành phần xác định xác định, phù hợp với ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức nhiễu hoặc ít nhất một giới hạn của việc đo lường của UE của mức tín hiệu, không thực hiện việc lấy trung bình trên các việc đo lường ký hiệu chỉ báo chất lượng kênh UE tạo ra trên các tín hiệu tham chiếu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn về sáng chế, và các ưu điểm của nó, các phần tham khảo sau đây được mô tả có dựa trên các hình vẽ kèm theo, trong đó:

- Fig.1 minh họa việc mở/khóa của điểm mạng;
- Fig.2 minh họa nhiễu từ eNB tới trạm chuyển tiếp;
- Fig.3 minh họa lưu đồ chu kỳ điều chỉnh chuyển tiếp;
- Fig.4 minh họa tiến trình chu kỳ điều chỉnh chuyển tiếp;
- Fig.5 minh họa tiến trình chu kỳ điều chỉnh chuyển tiếp;
- Fig.6 minh họa các sự chuyển tiếp trạng thái dừng cho điểm;
- Fig.7 minh họa sơ đồ hệ thống ví dụ;
- Fig.8 minh họa ví dụ về hoạt động thăm dò;
- Fig.9 minh họa lưu đồ của hoạt động CE;
- Fig.10 minh họa lưu đồ của hoạt động eNB;
- Fig.11 minh họa lưu đồ của hoạt động UE;
- Fig.12 minh họa ví dụ về thủ tục thích ứng liên kết trên cơ sở thăm dò;
- Fig.13 minh họa ví dụ về thăm dò dừng để thích ứng liên kết;
- Fig.14 minh họa phương án về thủ tục để thăm dò dừng cho sự thích ứng liên kết;
- Fig.15 minh họa chi tiết về phương án về thủ tục để thăm dò dừng cho sự thích ứng liên kết;
- Fig.16 minh họa ví dụ về Alt3 xét về UE;
- Fig.17 minh họa ví dụ về các tài nguyên dừng cho các việc đo lường CSI với CSI-IM không được bao gồm bởi các tài nguyên ZP CSI-RS của các eNB liên kết;

Fig.18 minh họa ví dụ về các tài nguyên dùng cho các việc đo lường CSI với CSI-IM được bao gồm bởi các tài nguyên ZP CSI-RS của các eNB liên kề;

Fig.19 minh họa các việc đo lường CSI không có CSI-IM và có CSI-RS xếp chồng;

Fig.20 minh họa sơ đồ khối của phương án về hệ thống xử lý dùng để thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây; và

Fig.21 minh họa sơ đồ khối của bộ thu phát được thích ứng để truyền và thu tín hiệu qua mạng viễn thông.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để thực hiện và sử dụng của các phương án ưu tiên được mô tả chi tiết dưới đây. Cần hiểu rằng, tuy nhiên, sáng chế đề xuất nhiều khái niệm sáng tạo hữu dụng mà có thể được ứng dụng trong rất nhiều phạm vi cụ thể. Các phương án cụ thể được mô tả chỉ chỉ là minh họa của các cách thức cụ thể để thực hiện và sử dụng sáng chế, và không giới hạn phạm vi của sáng chế.

Các phương án khác nhau được đưa ra bởi một vài vấn đề xuất phát từ các mạng không dây như được mô tả chi tiết dưới đây. Điểm mạng trong mạng không dây có thể được bật hoặc tắt dựa vào nhu cầu lưu lượng, các sự hạn chế năng lượng, các sự giới hạn về phát sóng, các sự giới hạn về chất lượng dịch vụ (QoS), hoặc các mục đích quản lý nhiễu. Một phương án về giải pháp dùng để xử lý sự kiện như vậy được dựa vào các tín hiệu yêu cầu chuyển tiếp (Transition Request Signal - TRS) UL được gửi bởi nhóm các UE sao cho mạng có thể xác định xem việc bật điểm mạng đã tắt có lợi hay không. Trong ví dụ được thể hiện trong hệ thống 100 trên Fig.1, nếu được quyết định rằng Picô2 102 cần được bật hoặc tắt, UE1 104 và UE2 106, mà cả hai nằm trong vùng phủ sóng Picô2 102, có thể bị ảnh hưởng, cũng như UE3 108, mà không nằm trong vùng phủ sóng Picô2 102 nhưng không cách xa Picô2 102. UE1 104 và UE2 106 có thể được tạo cấu hình để đo và báo cáo RS của Picô2 và có thể chuyển vùng tới Picô2 102. Nghĩa là, UE1 104 và UE2 106 có thể được tạo cấu hình lại. UE3 108 có thể thấy nhiễu PDSCH được gia tăng, mà có thể khác nhau về mặt thống kê hoặc tính chất với nhiễu được thấy trước đó. Cụ thể là, nhiễu được tăng này được thấy

bởi UE3 108 có thể không phải là do sự thay đổi thông thường của nhiễu, mà còn có thể thể hiện sự thay đổi đột ngột của trạng thái nhiễu của UE3, mà có thể được yêu cầu kiểm soát đặc biệt. Thông tin trạng thái kênh (CSI) (CQI/PMI/RI) của UE3 108 và các quá trình đo quản lý tài nguyên radio (RRM)/giám sát liên kết radio (RLM) và các báo cáo có thể cần được thay đổi hoặc được tạo cấu hình lại. Mạng có thể cần điều chỉnh hoặc các thông số điều hướng tinh trước, trong, và/hoặc sau khi chuyển tiếp. Mạng có thể cần ước tính sự tác động của sự cấu hình lại mạng. Hơn nữa, mạng có thể cần gửi các tín hiệu tạo cấu hình lại tới UE và/hoặc eNB để tạo thuận lợi cho sự cấu hình lại UE. Thông thường, khi cấu hình của điểm mạng hoặc sóng mang trải qua sự chuyển tiếp, chuyển tiếp có thể ảnh hưởng nhiều điểm hoặc các sóng mang và nhiều UE khác sao cho các điểm, các sóng mang, hoặc các UE có thể được tạo cấu hình lại. Thủ tục để chuẩn bị, hỗ trợ, và kiểm soát chuyển tiếp và cấu hình lại có thể được mong muốn.

Trong ví dụ được thể hiện trong hệ thống 200 trên Fig.2, nhiễu bởi Macrô2 202 để thu bởi trạm chuyển tiếp1 204 có thể tăng nếu Macrô2 202 thay đổi các hoạt động truyền đường trực (Tx). Ví dụ, nhiễu có thể tăng nếu tiền mã hóa bởi Macrô2 202 vượt xa ngưỡng sau một số lần, nếu đường trực Tx bật hoặc tắt do mẫu lưu lượng thay đổi, hoặc nếu Macrô2 202 chuyển đổi từ Tx sang trạm chuyển tiếp2 206 tới Tx tới trạm chuyển tiếp3 208 do mẫu lưu lượng thay đổi hoặc sự thay đổi khác. Có các ví dụ của mạng mà trải qua sự chuyển tiếp mà có thể dẫn đến sự phản ứng theo chuỗi tới nhiều nút mạng (ví dụ, nhiễu nút mạng thấy sự thay đổi đột ngột của trạng thái nhiễu) trong một khoảng thời gian. Do đó, hoặc trong sự biết trước của, sự nhảy nhiễu, Macrô1 210 có thể điều chỉnh việc truyền của nó tới trạm chuyển tiếp1 204. Sự điều chỉnh này có thể còn khiến thay đổi của nhiễu từ Macrô1 210 tới các sự truyền Macrô khác. Ví dụ, Macrô2 202 có thể cần điều chỉnh thêm (tức là, điều hướng tinh) việc truyền của nó tới trạm chuyển tiếp2 206 và/hoặc trạm chuyển tiếp3 208. Sự phản ứng theo chuỗi này của các sự nhảy nhiễu đột ngột có thể khiến mạng điều chỉnh các cấu hình của nó trong một khoảng thời gian. Sự ảnh hưởng của các sự điều chỉnh có thể là khó dự đoán trừ khi các sự điều chỉnh thực tế được thực hiện kiểm tra

trong mạng. Do đó, cách thức hiệu quả để hỗ trợ các sự điều chỉnh mà không làm ảnh hưởng đáng kể sự truyền dữ liệu thông thường có thể được mong muốn.

Đối với ví dụ khác, các thuật toán và các thủ tục được đề xuất để tối ưu hóa mạng có thể được dựa vào sự lặp lại giữa nhiều nút mạng, và thỉnh thoảng nhiều UE cũng liên quan. Một trường hợp liên quan sự tối ưu hóa liên kết của sự liên kết ô và cấp phát tài nguyên, mà thường khó có thể thực hiện và được thực hiện thông thường trong trạng thái tốt nhất theo kiểu lặp lại. Giải pháp tốt nhất có thể giả thiết sự liên kết ô cố định, và sau đó sự cấp phát tài nguyên tối ưu được giả thiết cho sự liên kết ô này có thể được tính toán. Sự cấp phát tài nguyên có thể được giả thiết, và sự liên kết ô có thể còn được cập nhật, và các thủ tục này có thể được lặp lại đến khi sự tối ưu hóa đạt được hoặc cho số lần lặp lại lớn nhất. Sự lặp lại này, tuy nhiên, có thể dẫn đến sự phức tạp và các thay đổi không mong muốn mà không được mong muốn cho sự truyền dữ liệu (ví dụ, PDSCH). Chẳng hạn, thỉnh thoảng thuật toán lặp lại này có thể không tạo ra hiệu quả hoặc trạng thái mong muốn trong số lần lặp lại. Cấu hình mạng thu được sau một số lần lặp lại có thể được loại bỏ trong trường hợp đó, và mạng có thể phục hồi lại cấu hình mạng ban đầu. Khi tình huống này xảy ra, sự truyền dữ liệu thông thường giữa nhiều nút mạng và nhiều UE có thể bị ảnh hưởng đáng kể. Do đó, có thể được mong muốn tách riêng các tài nguyên và các quá trình truyền dữ liệu thông thường từ các hoạt động thăm dò lặp lại, tối ưu hóa, cấu hình lại, và điều chỉnh. Khi sự lặp lại đạt được sự hội tụ trên các tài nguyên thăm dò với hiệu quả hoặc trạng thái mong muốn, các cấu hình đạt được có thể sau đó được áp dụng cho các sự truyền PDSCH.

Các vấn đề nêu trên và tương tự có thể được tổng hợp như sau đây. Thành phần mạng có thể thường thích ứng các hoạt động của nó hoặc qua các chuyển tiếp. Ví dụ, nút mạng, sóng mang, hoặc bộ anten trong mức hoạt động (ví dụ, với công suất truyền được giảm) hoặc trạng thái (ví dụ, trạng thái không hoạt động) có thể cần chuyển tiếp tới mức hoạt động khác (ví dụ, với công suất truyền đủ) hoặc trạng thái khác (ví dụ, trạng thái hoạt động) khi lưu lượng, nhiễu, hoặc các trạng thái khác thay đổi. Như một ví dụ, nút không hoạt động có thể được bật khi các UE đi vào khoảng bao phủ của nó. Cấu hình lại của nút

mạng thứ nhất sẽ ảnh hưởng số lượng của các nút mạng và các UE, bao gồm chính nút thứ nhất, do đó tạo ra các động lực nhất thời trong một khoảng thời gian. Sự tác động của sự chuyển tiếp hoặc sự thích ứng có thể được ước tính bởi nhiều nút và/hoặc các UE trước, trong, và/hoặc sau khi chuyển tiếp hoặc sự thích ứng được thực hiện. Thủ tục có thể lặp lại, ở đó mạng và các UE còn điều chỉnh hoặc điều hướng tinh các cấu hình của chúng. Khi nút mạng trải qua hoặc biết trước sự chuyển tiếp, nút có thể báo hiệu các UE và các nút khác của nó liên quan đến chuyển tiếp sao cho các UE và các nút khác có thể biết khi thích ứng hơn nữa. Một số khía cạnh thủ tục thông thường này được mô tả dưới đây.

Sự nhảy nhiều và tín hiệu tạo cấu hình lại tới UE

Trên Fig.1, khi Picô2 102 bắt đầu Tx PDSCH tại thời điểm t , UE3 108 có thể thấy nhiều PDSCH được gia tăng khác về mặt thống kê hoặc đặc tính so với trước đó. Sự thay đổi trạng thái nhiều là khác với các sự thay đổi nhiều thông thường. Điển hình là, UE3 108 thực hiện lớp 1 mà lọc CQI, nhiều, chất lượng thu nhận tín hiệu tham chiếu (RSRQ), v.v. của nó. Ví dụ, $I_t = f I_{t-1} + (1-f) i_{t-1}$ có thể được sử dụng cho việc lọc nhiều, ở đó i_{t-1} là việc đo lường tức thời tại thời điểm $t-1$, và I_{t-1} là việc đo lường được lọc tại thời điểm $t-1$, và f là hằng số lọc, thông thường là 0,7 đến 0,99. Có thể lấy trong khi cho bộ lọc hội tụ tới trạng thái nhiều mới, và đặc biệt là nếu việc đo lường nhiều được dựa vào các tài nguyên CSI-IM (việc đo lường nhiều CSI), mà rải rác theo thời gian.

Ví dụ, nếu hằng số lọc $f = 0,9$, sau đó hằng số thời gian lọc là 9,5 mẫu. Cần 2 đến 3 lần của hằng số thời gian cho bộ lọc để thiết đặt bằng 85% đến 95% của các trị số được lọc mới. Nghĩa là, các việc đo lường nhiều dựa trên CRS mất khoảng 19 mili giây (ms) đến 28 ms để thiết đặt. Sự tính toán tương tự có thể thể hiện rằng các việc đo lường dựa trên tài nguyên CSI-IM mất khoảng 95 ms đến 142 ms để thiết đặt nếu tài nguyên CSI-IM có khoảng thời gian là 5 ms, tức là, mỗi lần là 5 ms. Các việc đo lường dựa trên tài nguyên CSI-IM mất khoảng 190 ms đến 285 ms (hoặc lần lượt là 380 ms đến 570 ms, hoặc 760 ms đến 1140 ms) để thiết đặt nếu tài nguyên CSI-IM có khoảng thời gian là 10 ms (hoặc lần lượt là 20 ms, hoặc 40 ms). Chúng sẽ khiến mạng đáp ứng chậm tới sự nhảy nhiều, và khoảng thời gian quá độ dài có thể thấy một số sự suy giảm trải nghiệm

người dùng. Cụ thể là, phản hồi CQI/PMI/RI và/hoặc các việc đo lường RSRQ có thể bị ảnh hưởng, gây ra sự sai lệch trong CQI và RSRQ, và do đó sự truyền tới UE có thể trở nên kém hiệu quả hơn. Hằng số lọc nhỏ hơn f có thể được chọn để làm giảm thời gian chờ, nhưng độ nhạy với sự thay đổi thông thường có thể là quá lớn nếu hằng số lọc nhỏ hơn được sử dụng. Do đó, tín hiệu tạo cấu hình lại được gửi bởi mạng tới UE để thông báo UE sự thay đổi của các trạng thái đo có thể tạo thuận lợi cho sự cấu hình lại UE và các hoạt động mạng. Ví dụ, UE có thể thiết đặt lại trạng thái lọc của nó mỗi khi thu tín hiệu (ví dụ, UE có thể bắt đầu lại quá trình đo dựa trên tài nguyên CSI-IM), hoặc UE có thể điều chỉnh hằng số lọc của nó tới trị số nhỏ hơn. Nếu UE được báo hiệu để điều chỉnh hằng số lọc của nó tới trị số nhỏ hơn, UE có thể thu tín hiệu khác sau chỉ báo sự hoàn thành của sự chuyển tiếp hoặc cấu hình lại, và UE có thể điều chỉnh bộ lọc của nó tới trị số ban đầu. Nói cách khác, mạng có thể sử dụng các tín hiệu tạo cấu hình lại để tạo cấu hình UE để thích ứng bộ lọc theo sự thay đổi môi trường.

UE thực hiện lớp 3 mà lọc công suất thu nhận tín hiệu tham chiếu (RSRP) và RSRQ (chỉ báo cường độ tín hiệu được thu (RSSI)). Việc lọc lớp RSRP 3 có thể không cần phải thiết đặt lại khi thay đổi trạng thái nhiễu, nhưng hiệu quả xét về độ chính xác có thể bị ảnh hưởng khi thay đổi trạng thái nhiễu. Ví dụ, khi mức nhiễu là bình thường, độ chính xác RSRP có thể ở mức thứ nhất. Khi sự nhảy nhiễu tới mức cao hơn nhiễu, độ chính xác RSRP có thể suy giảm tới mức thứ hai. Nó có thể hữu ích cho mạng và UE để biết và kết hợp sự thay đổi hiệu quả do sự thay đổi trạng thái mạng, sao cho UE có thể thích ứng việc ước tính và việc lọc RSRP của nó theo sự thay đổi trạng thái các nhiễu. Một cách tùy chọn, việc lọc lớp RSRQ 3 có thể cần được thiết đặt lại khi thay đổi trạng thái nhiễu. Khoảng thời gian nhập đặc trưng cho việc lọc lớp 3 là 40 ms, và hằng số thời gian mặc định là khoảng 1,5 lần khoảng thời gian nhập mẫu, do đó 2 đến 3 lần hằng số thời gian là khoảng 3 đến 4 lần khoảng thời gian nhập mẫu (khoảng 120 ms đến 160 ms). Do đó, nếu trạng thái nhiễu nhảy đột ngột tại thời điểm gần với thời gian báo cáo RSRQ/RSSI, sau đó RSRQ/RSSI được báo cáo có thể không phản ánh trạng thái nhiễu thực tế. Để tạo thuận lợi cho quá trình, tín hiệu để chỉ báo thiết đặt lại hoặc cấu hình lại có thể được sử dụng. Nếu thiết đặt lại là cần

thiết trong các hoạt động lớp 3, quy tắc có thể được tạo ra trong đó, mỗi khi thu tín hiệu tạo cấu hình lại, UE thiết đặt lại bộ lọc lớp 3 của nó hoặc điều chỉnh tạm thời hệ số lọc của nó.

Trị số liên quan đến lớp 3 nêu trên có thể được tính toán dựa vào tiêu chuẩn kỹ thuật (TS) 36.331 của dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP), mà toàn bộ được viện dẫn vào đây để tham khảo. Trong TS 36.331, phần tử thông tin (IE) *FilterCoefficient* định rõ hệ số lọc của việc đo lường. Trị số *fc0* tương ứng với $k = 0$, *fc1* tương ứng với $k = 1$, và v.v..

Phần tử thông tin *FilterCoefficient*

--ASN1START

FilterCoefficient ::= ENUMERATED { *fc0*, *fc1*, *fc2*, *fc3*, *fc4*, *fc5*, *fc6*, *fc7*, *fc8*, *fc9*, *fc11*, *fc13*, *fc15*, *fc17*, *fc19*, *spare1*, ... }
--ASN1STOP

QuantityConfigEUTRA ::= SEQUENCE {
 filterCoefficientRSRP *FilterCoefficient* DEFAULT *fc4*,
 filterCoefficientRSRQ *FilterCoefficient* DEFAULT *fc4*}.

Các kết quả được đo được lọc, trước khi được sử dụng cho sự đánh giá tiêu chí báo cáo hoặc cho báo cáo đo, bởi công thức sau đây:

$$F_n = (1 - a) \cdot F_{n-1} + a \cdot M_n$$

trong đó

M_n là kết quả đo thu được cuối cùng từ lớp vật lý;

F_n là các kết quả đo được lọc được cập nhật mà được sử dụng cho sự đánh giá tiêu chí báo cáo hoặc cho báo cáo đo;

F_{n-1} là các kết quả đo được lọc cũ, ở đó F_0 được thiết đặt ở M_l khi kết quả đo thứ nhất từ lớp vật lý được thu; và

$a = 1/2^{(k/4)}$, ở đó k là *filterCoefficient* dùng cho chất lượng đo tương ứng được thu bởi *quantityConfig*.

Bộ lọc được thích ứng sao cho các đặc tính thời gian của bộ lọc được duy trì tại các tốc độ nhập khác nhau, việc quan sát rằng *filterCoefficient* k giả thiết tốc độ lấy mẫu bằng 200 ms.

Do đó, UE có thể thích ứng các đặc tính ước tính và/hoặc lọc dựa vào các tín hiệu tạo cấu hình lại được thu. Một cách tùy chọn, do mạng có thông tin về sự ước tính, lọc RSRQ/RSSI của UE, và/hoặc các cấu hình báo cáo, mạng có thể phối hợp các thành phần mạng sao cho sự thay đổi nhiều đột ngột có thể xảy ra chỉ tại các thời điểm nhất định phụ thuộc sự định thời của việc ước tính, lọc, và/hoặc báo cáo RSRQ/RSSI. Ví dụ, mạng có thể cho phép nút cần được bật hoặc tắt chỉ tại khoảng xê dịch cố định từ báo cáo RSRQ/RSSI với khoảng thời gian 20 ms hoặc trong khoảng thời gian được định rõ khác với báo cáo RSRQ/RSSI.

eNB có thể gửi tín hiệu tạo cấu hình lại mạng tới UE với sự định thời cụ thể và được kết hợp với cấu hình xử lý CSI, cấu hình tài nguyên CSI-RS, và/hoặc cấu hình tài nguyên CSI-IM. Các UE rất gần với nút mà tạo ra sự chuyển tiếp có khả năng cần được tạo cấu hình để thu CSI-RS từ nút đó. Các UE rất xa nút mà tạo ra sự chuyển tiếp có khả năng không bị ảnh hưởng bởi sự chuyển tiếp. Các UE ở giữa có thể cần một số sự cấu hình lại. Mỗi khi thu tín hiệu tạo cấu hình lại, các hoạt động UE có thể bao gồm thiết đặt lại các trạng thái bộ lọc cho sự ước tính nhiễu, các việc đo lường CSI, và các việc đo lường RSRQ, và điều chỉnh các thông số ước tính và/hoặc lọc để thích ứng với sự thay đổi trạng thái nhiễu. Các UE có thể cũng bắt đầu quá trình đo nhiễu hoặc tín hiệu mới, dừng quá trình đo nhiễu hoặc tín hiệu, thực hiện chuyển giao tới điểm hoặc sóng mang khác, v.v..

Nếu eNB không gửi tín hiệu tạo cấu hình lại mạng tới UE để bắt đầu cấu hình lại, UE có thể giả thiết cấu hình lại là cần thiết khi các tài nguyên CSI-RS của nó hoặc các tài nguyên CSI-IM hoặc các quá trình CSI (ví dụ, dùng cho tập hợp nhiều điểm được phối hợp (CoMP)) được tạo cấu hình lại, chẳng hạn như được điều chỉnh, được loại bỏ, hoặc được bổ sung. Thông thường, nếu mục tiêu là bắt đầu lại quá trình đo trên các tài nguyên giống nhau, sau đó cấu hình lại xử lý CSI, tài nguyên CSI-RS, và tài nguyên CSI-IM để đạt được mục đích đó có thể dẫn đến phí tổn cao hơn việc gửi tín hiệu tạo cấu hình lại, mà có thể đạt được cùng mục đích. Tuy nhiên, nếu có mẫu định thời cho sự bắt đầu lại của quá trình

đo, cửa sổ định thời có thể được báo hiệu hoặc được xác định sao cho UE có thể bắt đầu lại quá trình đo tại đầu cuối của mỗi cửa sổ định thời.

Ngoài phí tổn nêu trên, các vấn đề có thể phát sinh nếu UE cố hiệu tín hiệu là tín hiệu thiết đặt lại việc đo lường hoặc tín hiệu tạo cấu hình lại bộ lọc. Nói cách khác, có thể có các tình huống ở đó tín hiệu thiết đặt lại việc đo lường hoặc tín hiệu tạo cấu hình lại bộ lọc rõ ràng được mong muốn. Ví dụ, đối với một số UE, sử dụng tín hiệu thay đổi cấu hình tài nguyên CSI-RS, hoặc tín hiệu thay đổi cấu hình tài nguyên CSI-IM, hoặc tín hiệu thay đổi cấu hình xử lý CSI, làm tín hiệu tạo cấu hình lại mạng có thể gây ra các vấn đề. Nếu UE di chuyển, các tài nguyên CSI-RS của nó có thể cập nhật tự nhiên, và trạng thái nhiễu của nó có thể không có sự thay đổi đột ngột bất kỳ nào, do đó có thể không cần phải luôn thiết đặt lại quá trình đo hoặc cấu hình lại các thông số lọc và v.v., ngay cả khi cấu hình tài nguyên CSI-RS của UE được cập nhật. UE lân cận có thể không trải qua sự thay đổi tài nguyên CSI-RS bất kỳ nào, nhưng có thể vẫn trải qua sự thay đổi trạng thái nhiễu đáng kể khi sự chuyển tiếp mạng xảy ra. Do đó, tồn tại các trường hợp trong đó cấu hình của các tài nguyên CSI-RS, hoặc các tài nguyên CSI-IM, hoặc các quá trình CSI có thể được cập nhật, nhưng trong đó không cần cho quá trình đo được thiết đặt lại hoặc bộ lọc cần được tạo cấu hình lại. Có thể cũng có trường hợp trong đó các tài nguyên CSI-RS, và các tài nguyên CSI-IM, và các quá trình CSI không được cập nhật, nhưng trong đó có thể cần cho quá trình đo được thiết đặt lại hoặc bộ lọc cần được tạo cấu hình lại.

Tín hiệu tạo cấu hình lại có thể không giống như tín hiệu quyết định sự chuyển tiếp (xem tín hiệu trong bước 304 của Fig.3). Ví dụ, tín hiệu quyết định sự chuyển tiếp có thể bật chỉ các sự truyền CRS/CSI-RS. Xem sự truyền PDSCH (mà có thể dẫn đến nhiều nhiều hơn chỉ sự truyền RS) có thể phụ thuộc các yếu tố khác chẳng hạn như phản hồi và lập lịch CSI hay không. eNB có thể gửi tín hiệu tạo cấu hình lại nếu eNB thay đổi các mức hoạt động PDSCH của nó một cách đáng kể, chẳng hạn như bật PDSCH dựa vào phản hồi UE CSI. Nói cách khác, quyết định chuyển tiếp và sự nhảy nhiễu đột ngột có thể xảy ra tại thời điểm khác nhau, mặc dù đó là một số sự kết nối giữa quyết định chuyển tiếp và sự nhảy nhiễu đột ngột. Việc tách tín hiệu tạo cấu hình lại từ tín hiệu quyết

định sự chuyển tiếp có thể cũng ngăn chặn sự dao động hệ thống. Ví dụ, sau khi sự chuyển tiếp của eNB từ trạng thái không hoạt động tới trạng thái hoạt động, eNB có thể thu các báo cáo phản hồi đo UE và có thể quyết định không phục vụ các UE và có thể thậm chí tắt. Trong trường hợp đó, các eNB lân cận có thể không cần báo hiệu các UE của chúng cho sự cấu hình lại, và các UE lân cận có thể không cần phải thiết đặt lại các bộ lọc của chúng. Tín hiệu tạo cấu hình lại có thể được báo hiệu bởi lớp phía trên hoặc trong PDCCH hoặc EPDCCH hoặc trong kênh chung. Thông tin định thời có thể cũng được gửi với tín hiệu tạo cấu hình lại để chỉ báo khi cấu hình lại sẽ có hiệu quả.

Khoảng thời gian điều chỉnh sự chuyển tiếp

Thành phần mạng có thể thường thích ứng các hoạt động của nó hoặc đi qua các chuyển tiếp. Khi nút mạng trải qua hoặc biết trước sự chuyển tiếp, nút có thể báo hiệu các UE của nó và các nút khác liên quan đến chuyển tiếp sao cho các UE và các nút khác có thể biết thời điểm và cách thức thích ứng. Sự báo hiệu này có thể kích hoạt các động lực nhất thời trong một khoảng thời gian được gọi là khoảng thời gian điều chỉnh sự chuyển tiếp, một số thủ tục được mô tả chi tiết dưới đây.

eNB có thể gửi tín hiệu tạo cấu hình lại mạng tới các eNB lân cận. Mỗi khi sự thu tín hiệu tạo cấu hình lại, các hoạt động của eNB lân cận có thể bao gồm cấu hình lại các UE của chúng đối với các tài nguyên CSI-RS, các tài nguyên CSI-IM, và/hoặc các quá trình CSI, thu các báo cáo UE CSI/RRM/RLM của chúng, và thay đổi các sự truyền/các sự thu của chúng và/hoặc các sự liên kết/các cấu hình UE của chúng. Sự ảnh hưởng của eNB có tạo ra sự chuyển tiếp được ước tính bởi mạng. Các eNB còn điều chỉnh các sự truyền/các sự thu của chúng và các sự liên kết/các cấu hình UE của chúng đến khi sự hội tụ xảy ra hoặc theo một hoặc nhiều hơn một quy tắc hiện có.

Sự chuyển tiếp tại eNB có thể khiến nhiều eNB còn điều chỉnh các sự truyền/các sự thu của chúng và các sự liên kết/các cấu hình UE của chúng đến khi sự hội tụ xảy ra. Các bước được mô tả trên đây có thể tạo ra thủ tục cho mạng để điều chỉnh hoặc điều hướng tinh sau khi chuyển tiếp, và thủ tục này có thể được gọi là quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp. Tập hợp của các eNB và các

UE có thể cần phải được thông báo về quá trình này. Quá trình có thể được thực hiện trên tập hợp con cụ thể của các tài nguyên (ví dụ, các tài nguyên thăm dò, như được mô tả dưới đây) hoặc trên tất cả các tài nguyên liên quan. Xem quá trình được thực hiện chỉ trên các tài nguyên thăm dò (mà có thể là tập hợp con của các tài nguyên thời gian/tần số), hoặc trên phạm vi lớn hơn của các tài nguyên, có thể được chỉ báo trong tín hiệu tạo cấu hình lại.

Fig.3 minh họa sơ đồ khối của các hoạt động quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp 300. Trong bước 301, eNB thứ nhất báo hiệu UE về thông tin của sự truyền đường lên (thông qua, ví dụ, PDCCH hoặc EPDCCH). Trong bước 302, UE thực hiện sự truyền dựa vào thông tin được báo hiệu bởi eNB thứ nhất. Trong bước 303, eNB thứ hai thực hiện thu tín hiệu được truyền bởi UE. Trong bước 304, eNB thứ ba quyết định sự truyền hoặc thu của eNB thứ tư, ví dụ, sự thích ứng có thể của sự truyền và sự thu, và gửi các tín hiệu tạo cấu hình lại tới các eNB khác.

Như một phần của quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp, trong bước 305, eNB thứ tư truyền hoặc thu tín hiệu (ví dụ, Tx CSI-RS, tín hiệu tham chiếu định vị (PRS), hoặc các tín hiệu tham chiếu khác). Nói cách khác, eNB thứ tư có thể là tất eNB mà đang bắt đầu bật, hoặc thông thường hơn, eNB thứ tư có thể là thực thể mạng trải qua sự chuyển tiếp chẳng hạn như bật/tắt, sự thích ứng công suất, sự thích ứng sóng mang, hoặc sự thích ứng loại sóng mang. Trong bước 310 (thông thường tại bước cuối của quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp), eNB thứ tư truyền hoặc thu tín hiệu (ví dụ, Tx PDSCH hoặc các tín hiệu mang dữ liệu khác). Nghĩa là, eNB thứ tư có thể bắt đầu phục vụ các UE và tham gia vào các truyền thông dữ liệu, và chuyển tiếp mà liên quan eNB thứ tư có thể hoàn thành.

Trong bước 306, mà có thể được thực hiện song song với bước 305, eNB thứ năm báo hiệu tới UE thứ hai để thu hoặc truyền (ví dụ, CSI-RS từ eNB thứ tư, mà đã được bắt đầu truyền trong bước 305, cho các việc đo lường RRM (RSRP/RSRQ) hoặc CSI). Trong bước 308, UE thứ hai đo và báo cáo CSI/RRM/RLM tới eNB thứ năm. Tại thời điểm này, UE thứ hai không kết nối với eNB thứ tư, do đó sự truyền thông (của hoặc thông tin hoặc dữ liệu điều khiển) có thể thực hiện với eNB thứ năm. Trong bước 311, UE thứ hai thu (Rx)

hoặc truyền (ví dụ, Rx PDSCH từ eNB thứ tư, nếu báo cáo đo được kết hợp với eNB thứ tư dẫn đến quyết định đó) làm các kết quả của quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp. Thông thường, eNB thứ năm và UE thứ hai có thể gần với eNB thứ tư, mà đang trải qua sự chuyển tiếp, và eNB thứ năm và UE thứ hai có thể bị ảnh hưởng bởi sự chuyển tiếp. Ví dụ, UE thứ hai có thể trở nên được kết nối với và được phục vụ bằng cách bật eNB thứ tư, và eNB thứ năm có thể tham gia vào quá trình kết nối UE thứ hai với eNB thứ tư.

Trong bước 307, eNB thứ sáu cấu hình lại và báo hiệu tới UE thứ ba liên quan đến sự cấu hình lại. Trong bước 309, UE thứ ba đo và báo cáo CSI/RRM/RLM tới eNB thứ sáu. Thông thường, eNB thứ sáu và UE thứ ba có thể không gần với eNB thứ tư, mà đang trải qua quá trình chuyển tiếp, do đó eNB thứ sáu và UE thứ ba có thể không bị ảnh hưởng lớn như các thành phần được mô tả trong các bước 306/308/311, nhưng eNB thứ sáu và UE thứ ba có thể vẫn bị ảnh hưởng do UE thứ ba trải qua sự chuyển tiếp nhiều khi eNB thứ tư đang bật. Để giải quyết sự thay đổi nhiều hoặc trong sự biết trước của sự thay đổi này, sự cấu hình lại của eNB thứ sáu và UE thứ ba có thể được thực hiện như được thể hiện trong các bước 307/309.

Từ các bước 310, 311 và 309, các eNB có thể trao đổi thông tin thông qua đường trực, như được thể hiện trong bước 312. Trong bước 313, eNB thứ tư điều chỉnh sự truyền hoặc thu (ví dụ, Tx CSI-RS tại mức công suất khác nhau). Ví dụ, nếu công suất truyền của eNB thứ tư dường như là quá cao bởi mạng dựa vào các phản hồi và báo cáo đo, eNB thứ tư có thể giảm công suất truyền của nó, và quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp có thể tiếp tục đến khi sự hội tụ xảy ra hoặc chỉ tiêu nhất định đạt được.

Sau khi quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp hoàn thành, trong bước 314, eNB thứ bảy báo hiệu tín hiệu tạo cấu hình lại tới UE thứ tư, làm trạng thái nhiều mới (hoặc thông thường hơn, cấu hình mạng) là ở tại chỗ. Trong bước 315, UE thứ tư thực hiện cấu hình lại (ví dụ, thiết đặt lại các bộ lọc của nó).

Các thuật ngữ, sự định thời, và thứ tự định thời liên quan đến Fig.3 có thể không bị hạn chế, một số bước có thể được bỏ qua, được sắp xếp lại, hoặc được thay đổi, và một số thuật ngữ có thể được khái quát hóa hoặc chuyên môn hóa.

Ví dụ, bước 304 có thể được bao gồm trong quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp. Quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp (các bước 305-313) có thể được gộp với các quá trình ra quyết định (các bước 301-304), và có thể được thực hiện chỉ trên các tài nguyên thăm dò (ví dụ, song song với các sự truyền thông thường khác) hoặc trên tất cả các tài nguyên liên quan. Tín hiệu thay đổi cấu hình tài nguyên CSI-RS (bước 306) và tín hiệu tạo cấu hình lại (bước 314) có thể thường khác nhau.

Các tài nguyên thăm dò

Trong quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp, eNB với điểm mà đã được bật có thể cần phải kiểm tra một số cấu hình khác nhau. Việc kiểm tra có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh các mức công suất (bao gồm bật hoặc tắt điểm truyền và/hoặc sóng mang), điều chỉnh số lượng công, điều chỉnh độ rộng băng tần, thay đổi các sóng mang, v.v.. Các hoạt động này có thể xảy ra theo cách lặp lại. Ví dụ, eNB có thể truyền tại một mức công suất và, dựa vào sự phản hồi UE, có thể tăng hoặc giảm mức công suất. Mỗi mức công suất có thể dẫn đến nhiều khác nhau tới các eNB khác và/hoặc các UE, và do đó các eNB khác và/hoặc các UE có thể cần điều chỉnh các cấu hình của chúng, các sự truyền, và/hoặc các sự thu. Các sự điều chỉnh này có thể khiến sự phản ứng theo chuỗi mà cũng ảnh hưởng eNB ban đầu, và do đó có thể cần nhiều sự điều chỉnh hơn. Trong quá trình này, sự truyền PDSCH của UE có thể bị ảnh hưởng. Đối với mỗi sự điều chỉnh, mạng giám sát sự phản hồi UE. Các sự điều chỉnh và phản hồi có thể khiến hoạt động biến động theo cách không mong muốn, chẳng hạn như UE mà thấp hơn các tốc độ truyền PDSCH thông thường mà tồn tại theo thời gian, chẳng hạn như hàng trăm mili giây. Nói cách khác, có thể tồn tại một thời gian dài cho mạng để đạt được cấu hình với hiệu quả phù hợp và như mong muốn, và trong khoảng thời gian mà quá trình truyền dữ liệu thông thường có thể bị tác động.

Một sự lựa chọn khác là thực hiện thủ tục tương tự theo cách chủ động hoặc được chuẩn bị. Ví dụ, sự tác động hoặc hiệu quả hệ thống có thể được dự đoán trên phạm vi nhỏ hơn của các tài nguyên trước khi chuyển tiếp. Thủ tục này có thể được thực hiện song song với các hoạt động thông thường của mạng,

và do đó các hoạt động thông thường có thể không bị ảnh hưởng. Các hoạt động thông thường này có thể bao gồm sự truyền dữ liệu thông thường, sự điều khiển thông thường hoặc sự truyền thông tin hệ thống, các việc đo lường và phản hồi RRM/RLM/CSI thông thường, v.v.. Các tài nguyên thích hợp hơn cho sự điều chỉnh các quá trình hoặc các giai đoạn thăm dò có thể được xác định và/hoặc được cấp phát. Các eNB có thể tạo cấu hình các tài nguyên thăm dò, và có thể báo hiệu được tạo cấu hình các tài nguyên thăm dò tới các UE được chọn. UE được chọn có thể được tạo cấu hình để đo trên các tài nguyên thăm dò (đối với các tín hiệu và/hoặc các nhiễu) trong cùng khoảng thời gian, và có thể báo cáo các báo cáo đo CQI/RRM/RLM. Mạng có thể lặp lại đến khi nó tìm thấy sự chuyển tiếp thích hợp và cấu hình thích hợp sau khi chuyển tiếp, dựa vào các sự truyền thay đổi trên các tài nguyên thăm dò và các báo cáo phản hồi. Cuối cùng, mạng thực hiện các sự chuyển tiếp. Sự chuyển tiếp cuối cùng được mong muốn là ít gián đoạn và nhanh hơn do các cấu hình cuối cùng được quyết định đã được kiểm tra để có hiệu quả mong muốn và/hoặc tương ứng với trạng thái ổn định. Thủ tục này có thể giảm đáng kể sự tác động lên mạng và thời gian cần cho các quá trình điều chỉnh hoặc thăm dò.

Do đó, trong khoảng thời gian của quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp, nó có thể hữu ích trong việc sử dụng các tài nguyên thăm dò, chẳng hạn như để thực hiện sự điều chỉnh chuyển tiếp chỉ trên các tài nguyên thăm dò. Mạng có thể dự đoán tác động hệ thống và/hoặc hiệu quả trước khi chuyển tiếp dựa vào các việc đo lường trên phạm vi nhỏ hơn của các tài nguyên. Các việc đo lường liên quan tới sự dự đoán có thể được thực hiện song song với các hoạt động thông thường của mạng mà không ảnh hưởng tới các hoạt động thông thường của mạng. UE được chọn có thể được tạo cấu hình để đo các tài nguyên thăm dò (đối với các tín hiệu và/hoặc các nhiễu) trong cùng khoảng thời gian, và có thể báo cáo CQI, các việc đo lường RRM, các việc đo lường RLM, v.v.. Mạng có thể lặp lại đến khi nó tìm thấy sự chuyển tiếp thích hợp và cấu hình thích hợp sau khi chuyển tiếp bằng cách tiếp tục điều chỉnh các sự truyền dựa vào các tài nguyên thăm dò và các báo cáo phản hồi. Nhiều cấu hình có thể được thăm dò theo cách song song hoặc theo trình tự. Cuối cùng, mạng thực hiện các sự

chuyển tiếp. Thủ tục này có thể giảm đáng kể sự tác động lên mạng và thời gian cần cho các quá trình điều chỉnh hoặc thăm dò. Các mô hình và các thủ tục của sự sử dụng các tài nguyên thăm dò có thể được tuân theo và được sử dụng sự cấu hình lại mạng thông thường, sự tối ưu hóa mạng được lặp lại, v.v..

Các tài nguyên thăm dò có thể bao gồm các tín hiệu tham chiếu thăm dò (P-RS) và thăm dò các tài nguyên đo nhiễu (P-IMR). Trong LTE và LTE-A, P-RS có thể được xem xét CSI-RS đặc biệt, mà có thể được gọi là P-CSI-RS. UE có thể không cần phân biệt P-CSI-RS với CSI-RS khác. P-IMR có thể được xem xét tài nguyên CSI-IM đặc biệt, mà có thể được gọi là P-CSI-IMR. UE có thể không cần phân biệt P-CSI-IMR từ các tài nguyên CSI-IM khác. Sự khái quát hóa hoặc sự chuyên môn hóa bất kỳ hoặc sự đa dạng hóa của các tín hiệu tham chiếu hoặc các tài nguyên đo nhiễu trong LTE hoặc LTE-A có thể cũng được sử dụng cho thăm dò. Báo cáo RRM/RLM hoặc CSI có thể được tạo cấu hình dựa vào P-RS và P-IMR. Do đó, các tài nguyên thăm dò có thể là tính trong suốt của UE tại một thời điểm. Trạng thái bộ lọc có thể được thiết đặt lại mỗi lần các eNB bắt đầu hoặc kết thúc việc kiểm tra cấu hình. Thiết đặt lại có thể bao gồm cả các việc đo lường tín hiệu và các việc đo lường nhiễu. Sự bắt đầu lại đo nhiễu có thể được kích hoạt bởi tín hiệu tạo cấu hình lại tới UE. Tuy nhiên, bắt đầu lại đo tín hiệu có thể được kích hoạt bởi tín hiệu tạo cấu hình lại khác. Một cách tùy chọn, thiết đặt lại này có thể được thực hiện tự động theo cửa sổ định thời cụ thể được kết hợp với P-RS hoặc P-IMR hoặc CSI tương ứng. Sự định thời cấu hình có thể được tạo cấu hình bằng cách báo hiệu hoặc các tiêu chuẩn kỹ thuật. Một cách tùy chọn, báo hiệu kích hoạt có thể được gửi tới UE để thông báo UE về việc bắt đầu, các khoảng thời gian, và kết thúc của quá trình thăm dò. Trong các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện có, nhiều quá trình CSI (các cấu hình báo cáo CSI, mỗi trong số chúng thường được kết hợp với một trạng thái tín hiệu-nhiều) có thể được hỗ trợ, nhưng chỉ một quá trình đo RRM được hỗ trợ. Việc đưa ra P-RS và P-IMR dựa trên các việc đo lường RRM có thể đưa ra nhiều quá trình đo RRM vào trong hệ thống.

Tuy nhiên, thông thường, các tài nguyên thăm dò là không cần thiết dựa vào P-CSI-RS hoặc P-CSI-IMR. Các tài nguyên có thể được dựa vào P-RS và P-

IMR thông thường, mà có thể là các tài nguyên thời gian/tần số RS và các tài nguyên CSI-IM bất kỳ được gán cho các mục đích thăm dò. Hơn nữa, các tài nguyên có thể không được dựa vào P-RS hoặc P-IMR riêng rẽ. Thay vào đó, các tài nguyên có thể là các tài nguyên thời gian/tần số thông thường bất kỳ sử dụng được cho các mục đích thăm dò. Ví dụ, các tín hiệu tham chiếu tương tự CRS có thể được sử dụng cho thăm dò, và đầu tiên UE có thể cần phát hiện các tín hiệu, sau đó loại bỏ các tín hiệu để ước tính nhiễu trên cùng tài nguyên thời gian/tần số, và cuối cùng tạo ra các báo cáo CQI. Ví dụ, các eNB có thể gán một số tài nguyên thời gian/tần số mà trên đó một số eNB có thể truyền dữ liệu và/hoặc DMRS. UE có thể giải mã dữ liệu và/hoặc DMRS và có thể đo và báo cáo CSI (ví dụ, CQI, PMI, RI, mức sơ đồ điều biến và mã hóa (MCS), RSRP, RSRQ, tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu trừ tạp âm (SINR), ma trận hiệp phương sai kênh, mức nhiễu, ma trận hiệp phương sai nhiễu, delta CQI, delta RSRP, delta RSRQ, và/hoặc delta nhiễu), hoặc UE có thể đo và báo cáo trạng thái thông thường của sự truyền (ví dụ, báo nhận/báo nhận phủ định (ACK/NACK) hoặc xác suất của lỗi mã hóa). Các eNB có thể thăm dò một hoặc nhiều hơn một cấu hình một cách đồng thời (ví dụ, để sử dụng khoảng tần số để giúp làm giảm khoảng thời gian thăm dò) trên nhiều tài nguyên thăm dò, và các UE có thể được yêu cầu để đo và báo cáo một hoặc nhiều hơn một CSI. Các tài nguyên thăm dò có thể hoặc có thể không được dành riêng cho chỉ các mục đích thăm dò. Các eNB có thể thay vào đó tái sử dụng tập hợp con của CSI-RS và các tài nguyên CSI-IM để thực hiện thăm dò và có thể tái sử dụng tập hợp con của các cấu hình báo cáo CSI để báo cáo trạng thái kênh. Các eNB có thể cũng lập lịch một số khối tài nguyên vật lý (PRB) để truyền dữ liệu giả, sử dụng một số cấu hình cần được thăm dò để kiểm tra sự phản hồi UE. Các eNB có thể cũng cấp phát các tài nguyên cụ thể cho việc thăm dò và tạo cấu hình các thông số nhất định cho việc thăm dò (chẳng hạn như sự định thời đo và/hoặc sự định thời báo cáo) và có thể báo hiệu các tài nguyên và/hoặc các thông số tới các UE. Các UE có thể tuân theo các thủ tục thăm dò được xác định với các thông số được báo hiệu trên các tài nguyên được định rõ, trong đó trường hợp thăm dò không phải là tính trong suốt của UE. Các tài nguyên thăm dò được thiết đặt riêng bởi eNB có thể nằm

trên các tài nguyên thời gian/tần số UL, trong đó trường hợp thăm dò có thể được thực hiện trong đường lên.

Các tài nguyên thăm dò có thể được sử dụng chủ yếu cho các mục đích điều chỉnh, thăm dò, và/hoặc dự đoán và không bị giới hạn ở sự chuyển tiếp của việc bật hoặc tắt điểm. Các tài nguyên này có thể được áp dụng sự thích ứng và sự chuyển tiếp tài nguyên mạng thông thường hoặc trong sự thay đổi sơ đồ truyền (ví dụ, sự thay đổi sơ đồ CoMP) theo cách lặp lại. Các tài nguyên này có thể được sử dụng cho sự điều chỉnh hoặc điều hướng tinh của sự liên kết ô, các mức công suất, sự lựa chọn sóng mang, quyết định bật tắt sóng mang/điểm, cân bằng/kết hợp/chuyển đổi tải, số lượng cổng anten, cấu hình anten, độ rộng băng tần, các góc nghiêng anten, cấu trúc và thông số bảng mã, sự thích ứng hạng, hoặc tiền mã hóa. Các tài nguyên này có thể được sử dụng để cung cấp cho eNB khả năng sử dụng linh hoạt sơ đồ truyền khác nhau dựa vào phản hồi sử dụng các tài nguyên thăm dò. Các tài nguyên thăm dò có thể được tạo cấu hình khác với các băng tần con khác nhau để thử nghiệm với các cấu hình khác nhau tại cùng thời điểm. Phản hồi dựa vào các tài nguyên thăm dò có thể quan trọng hơn một chút so với phản hồi khác, ví dụ, độ chính xác thấp hơn, phí tổn thấp hơn, và/hoặc với PMI/RI, v.v.. Các báo cáo đo và phản hồi dựa vào các tài nguyên thăm dò có thể bao gồm CQI, PMI, RI, mức MCS, RSRP, RSRQ, ma trận hiệp phương sai kênh, mức nhiễu, ma trận hiệp phương sai nhiễu, delta CQI, delta RSRP, delta RSRQ, và delta nhiễu. Các báo cáo này có thể cũng được sử dụng cho sự điều chỉnh hoặc thăm dò UL hoặc sự dự đoán đặc tính. Hơn nữa, để mạng có khả năng xác định sơ đồ truyền thích hợp bằng cách thăm dò, mạng có thể cần hỗ trợ hầu hết hoặc tất cả các chế độ truyền trên các tài nguyên thăm dò. Ví dụ, sự truyền dữ liệu thông thường có thể chế độ truyền 8 (TM8), trong khi trong lúc đó sự truyền thăm dò được thiết đặt để nhất quán với TM10. Để xác định dữ liệu SINR cho, ví dụ, TM10, bằng cách thăm dò, mạng có thể tạo cấu hình UE để đầu tiên báo cáo CQI/PMI/RI/MCS dựa vào các tài nguyên tín hiệu tham chiếu và các tài nguyên đo nhiễu của các tài nguyên thăm dò, được theo sau bởi báo cáo SINR dựa vào dữ liệu (hoặc dữ liệu giả) được thu trên các tài nguyên thăm dò.

Trong E-UTRA, RSRQ là tỷ lệ $N \times \text{RSRP} / (\text{RSSI sóng mang E-UTRA})$, ở đó N là số lượng các RB của độ rộng băng tần việc đo lường RSSI sóng mang E-UTRA. Các việc đo lường trong tử số và mẫu số được tạo ra trên cùng tập hợp của các RB. RSSI sóng mang E-UTRA bao gồm giá trị trung bình tuyến tính của tổng công suất thu được (đơn vị [W]) được quan sát chỉ trong các ký hiệu OFDM chứa các ký hiệu tham chiếu cho cổng anten 0, trong việc đo lường độ rộng băng tần, trên số lượng N RB bởi UE từ tất cả các nguồn, bao gồm các ô phục vụ không phục vụ đồng kênh và, nhiễu kênh liền kề, tạp âm nhiệt v.v.. Nếu báo hiệu lớp cao hơn chỉ báo các khung con nhất định dùng để thực hiện các việc đo lường RSRQ, sau đó RSSI được đo trên tất cả các ký hiệu OFDM trong các khung con được chỉ báo. Trong các phiên bản tương lai, RSSI có thể được đo trên các RE nhất định được định rõ bởi eNB. Thông thường, tổng công suất thu được bao gồm tất cả các tín hiệu tần số radio (RF) được thu bởi UE, chẳng hạn như các tín hiệu từ các ô phục vụ, nhiễu, và tạp âm, trên các tài nguyên thời gian/tần số được định rõ trong các tiêu chuẩn kỹ thuật hoặc được chỉ báo bởi bộ điều khiển mạng.

Fig.4 minh họa tiến trình của các hoạt động 400 dùng cho khoảng thời gian điều chỉnh sự chuyển tiếp 402 dựa vào các tài nguyên thăm dò. Trong cột thứ nhất 404, các eNB, ví dụ, eNB1 406 và eNB2 408, được thiết đặt riêng các tài nguyên thăm dò, và phối hợp các sự truyền và các sự định thời thăm dò. Trong cột thứ hai 410, các eNB thử nghiệm các sự truyền và điều chỉnh thăm dò. Trong cột thứ ba 412, sự hội tụ là đạt được trên các tài nguyên thăm dò. Trong cột thứ tư 414, mạng hoạt động trên mỗi sự cấu hình lại được lựa chọn. Chi tiết khác về các phương án khác được mô tả dưới đây.

Fig.5 minh họa tiến trình ví dụ của các hoạt động 500 dùng cho sự quyết định chuyển tiếp và quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp 502 dựa vào các tài nguyên thăm dò. Mạng chuẩn bị cho sự chuyển tiếp và thích ứng đến khi ổn định, hoặc thử nghiệm với các cấu hình khác nhau để tìm ra cấu hình mong muốn hoặc tốt nhất ở 504. Sự hội tụ và/hoặc trạng thái mong muốn là đạt được trên các tài nguyên thăm dò ở 506, và mạng chọn cấu hình lại và hoạt động trên mỗi sự cấu hình lại được lựa chọn ở 508.

Trong các phương án khác nhau, eNB mà trải qua sự chuyển tiếp hoặc thấy trước sự chuyển tiếp có thể tuân theo các bước sau đây. eNB có thể gửi tín hiệu tạo cấu hình lại, cùng với thông tin định thời, thông qua đường trực tới các eNB khác. eNB có thể gửi tín hiệu tạo cấu hình lại, cùng với thông tin định thời, tới các UE của nó. eNB có thể tạo cấu hình các tài nguyên thăm dò, bao gồm P-RS và P-IMR tới các UE của nó, và có thể tạo cấu hình sơ đồ truyền với sự phối hợp với các eNB khác trên các tài nguyên thăm dò. Các ảnh hưởng của sự chuyển tiếp và cấu hình lại được ước tính và/hoặc được dự đoán lặp lại bởi mạng chỉ trên các tài nguyên thăm dò. Cấu hình cuối cùng thu được tại điểm kết thúc của khoảng thời gian ước tính sau đó được áp dụng trên tất cả các tài nguyên liên quan. Các tài nguyên liên quan có thể hoặc có thể không cùng loại sóng mang như loại mà trên đó thăm dò được thực hiện. Ví dụ, cấu hình cuối cùng có thể được áp dụng trên loại sóng mang mới (NCT) trong đó thăm dò có thể đã được thực hiện trên sóng mang tương thích phiên bản 8.

Các phương án khác nhau tạo ra sự truyền, sự thu, và báo hiệu các phương pháp và các hệ thống cho sự cấu hình lại trong các mạng không dây. Các phương án tạo ra các tín hiệu và các quá trình mà hỗ trợ cấu hình lại, hoặc sau khi chuyển tiếp hoặc đồng thời với chuyển tiếp. Các tín hiệu và các quá trình này có thể bao gồm báo hiệu đường trực để phối hợp cấu hình lại giữa nhiều nút, các tài nguyên tham chiếu, chẳng hạn như các tài nguyên thăm dò bao gồm P-RS và P-IMR, để đo sự ảnh hưởng của sự chuyển tiếp và cấu hình lại bởi các UE, và báo hiệu sự tạo cấu hình lại tới các UE để chỉ báo sự xảy ra của sự chuyển tiếp và cấu hình lại tới các UE. Ví dụ, các UE có thể bắt đầu lại các quá trình đo của chúng cho các cấu hình được cập nhật.

Trong một phương án, sự tác động của sự chuyển tiếp và sự thích ứng có thể được ước tính bởi nhiều nút và/hoặc các UE trước, trong, và/hoặc sau khi chuyển tiếp và sự thích ứng thực hiện. Các tài nguyên thăm dò dựa vào CSI-RS và các việc đo lường nhiều có thể được sử dụng ước tính sự tác động của sự chuyển tiếp, sự thích ứng, và/hoặc cấu hình lại trước khi chuyển tiếp, sự thích ứng, và/hoặc cấu hình lại được áp dụng cho PDSCH. Trong một phương án, mạng và các UE có thể điều chỉnh các cấu hình của chúng. Báo hiệu từ eNB tới

UE hoặc eNB khác có thể chỉ báo mà sự chuyển tiếp và/hoặc cấu hình lại sẽ xảy ra sao cho UE và các eNB khác có thể hoạt động tương ứng. Các phương án tạo ra các tín hiệu tạo cấu hình lại và các quá trình khi mạng thích ứng cấu trúc liên kết và/hoặc các sự truyền của nó. Các phương án có thể được thực hiện trong các máy thu phát cầm tay và các mạng được sử dụng trong các hệ thống truyền thông không dây.

Thăm dò có thể có hoặc có thể không luôn liên quan đến các UE. Ví dụ, như được mô tả trên Fig.2, thăm dò có thể được sử dụng để cấu hình lại các sự truyền giữa các macrô và các trạm chuyển tiếp trong không gian. Thăm dò có thể hoặc có thể không luôn liên quan đến sự cấu hình lại eNB. Ví dụ, trong mạng truyền thông thiết bị-tới-thiết bị (D2D) hoặc truyền thông di động trực tiếp (DMC), thăm dò có thể được sử dụng để cấu hình lại các sự truyền giữa các UE. Trong các trường hợp này, các sự tiếp cận thông thường được mô tả trong các phương án khác nhau có thể vẫn được áp dụng với các cải biến thích hợp.

Như một ví dụ, mạng có thể là mạng có tải lưu lượng được giảm và có thể đang cố tắt một số picô để tiết kiệm năng lượng và giảm sự phát xạ. Mạng có thể xác định một số picô ứng viên cần được tắt. Tuy nhiên, picô ứng viên này có thể đang phục vụ các UE, và nếu một số picô được tắt trong thực tế, các UE của chúng có thể cần được chuyển tải sang picô hoạt động khác. Sự chuyển tải này có thể thay đổi đáng kể các khía cạnh của các hoạt động mạng, chẳng hạn như các trạng thái nhiễu, sự liên kết picô/UE, và phụ tải picô. Ví dụ, nếu UE được chuyển tải từ picô hiện tại của nó sang picô khác, picô thứ hai có thể thấy sự gia tăng của phụ tải của nó. Nếu tải được gia tăng vượt quá ngưỡng, UE QoS có thể tổn thất đáng kể, và do đó mạng có thể quyết định không chuyển tải tới picô thứ hai hoặc có thể quyết định không tắt picô thứ nhất. Có thể được thấy từ ví dụ cụ thể này rằng mạng có thể cần dự đoán trạng thái hoạt động mới trước khi ra quyết định chuyển tiếp. Mặt khác, quyết định có thể gây ra một số vấn đề. Nhưng sự dự đoán, suy nghĩ này rất hữu ích và rất được mong muốn là chính xác nhất có thể, rất khó để đạt được độ chính xác đủ mà không được kiểm tra thực tế trong mạng. Trong tình huống này, thăm dò có thể là lợi thế. Ví dụ, trên một số các tài nguyên thăm dò, picô thứ nhất “mô phỏng” trường hợp mà nó tắt

(và do đó nhiều tới các UE của các điểm lân cận được giảm) và UE của nó được chuyển tải tới picô thứ hai. UE báo cáo CQI được kết hợp với thiết đặt thăm dò này, mà có thể giúp mạng xác định xem quyết định tắt picô thứ nhất là có lợi hay không. Picô thứ hai có thể thực hiện sự truyền và/hoặc lập lịch thực tế của UE trên các tài nguyên thăm dò sao cho mạng có thể thu được thông tin chính xác hơn liên quan đến sự tác động của việc tắt và chuyển tải.

Các phương án có thể ảnh hưởng các tiêu chuẩn theo nhiều cách. Đối với báo hiệu DL hoặc đường trực, eNB có thể gửi tín hiệu tạo cấu hình lại (cùng với sự định thời) tới các UE và các eNB khác. UE có thể giả thiết rằng trạng thái đo mới (đối với các việc đo lường tín hiệu và/hoặc các việc đo lường nhiễu) sẽ chịu ảnh hưởng đối với cấu hình tài nguyên CSI-RS, cấu hình tài nguyên CSI-IM, và/hoặc cấu hình xử lý CSI được chỉ báo. Các eNB có thể được giả thiết để cấu hình lại theo phản hồi của các UE của chúng dựa vào các tài nguyên được chỉ báo.

Đối với báo hiệu DL hoặc đường trực, eNB có thể gửi tín hiệu để chỉ báo bắt đầu và/hoặc kết thúc của khoảng thời gian điều chỉnh sự chuyển tiếp. Trong khoảng thời gian này, các tài nguyên thăm dò có thể được sử dụng để thử nghiệm với một số cấu hình. UE có thể áp dụng cửa sổ định thời đo trong khoảng thời gian này. Sau mỗi cửa sổ định thời, UE có thể bắt đầu lại quá trình đo của nó trên các tài nguyên thăm dò.

Liên quan đến thiết kế tín hiệu tạo cấu hình lại UE, nếu tín hiệu tạo cấu hình lại là trong PDCCH hoặc EPDCCH, thời gian chờ là nhỏ, nhưng các định dạng điều khiển thông tin đường xuống (DCI) có thể cần được điều chỉnh để bao gồm sự chỉ báo cấu hình lại. Cấu hình lại có thể không liên quan logic với các sự cấp phát DL/UL do nó có thể xảy ra khi eNB cần truyền tín hiệu tạo cấu hình lại tới UE, eNB không có các sự cấp phát DL/UL cho UE. Sau đó tín hiệu tạo cấu hình lại có thể là trường của định dạng DCI, hoặc có thể là DCI đặc biệt, hạng nhẹ chỉ dùng cho sự cấu hình lại. Nếu tín hiệu tạo cấu hình lại là trong báo hiệu lớp phía trên, thời gian chờ có thể lớn, nhưng có thể không cần điều chỉnh định dạng DCI. Nếu tín hiệu tạo cấu hình lại là trong các kênh chung, sự hạn chế có thể là không phải tất cả các UE có thể cần cấu hình lại.

Liên quan đến trạng thái UE, thông thường, thiết kế và hoạt động lọc lớp 1 của UE là vấn đề thực hiện không được định rõ trong các tiêu chuẩn kỹ thuật. Tuy nhiên, UE có thể cần được báo hiệu nếu sự chuyển tiếp mạng xảy ra, mà có thể yêu cầu sự hỗ trợ đặc tính. Việc xem và/hoặc cách thức UE phản ứng thường bỏ qua đối với sự thực hiện, mà không yêu cầu sự hỗ trợ đặc tính. Việc lọc lớp 3 của UE đối với RSSI/RSRQ có thể cần được thiết đặt lại, và nếu cần thiết, việc lọc này có thể cần được tiêu chuẩn hóa.

Liên quan đến trạng thái UE, nếu các tài nguyên thăm dò chủ yếu được sử dụng để tạo ra CSI, UE được thăm dò có thể cần sự thích ứng tốc độ đối với các tài nguyên thăm dò, không cần xét xem tài nguyên được sử dụng là P-RS hay P-IMR, và không cần xét xem các tài nguyên thăm dò có phải là các tài nguyên CSI-RS/CSI-IM hay không. Tuy nhiên, nếu các tài nguyên thăm dò mang dữ liệu thực tế, tức là, các tài nguyên thăm dò được sử dụng cho sự truyền dữ liệu thay vì chỉ cho các mục đích đo, sau đó UE có thể không thực hiện sự thích ứng tốc độ trên tất cả các tài nguyên thăm dò. Thay vào đó, UE có thể thực hiện sự thích ứng tốc độ trên tập hợp con của các tài nguyên thăm dò mà chỉ dùng cho các mục đích đo. Báo hiệu so khớp ước tính thích hợp có thể được sử dụng để hỗ trợ các hoạt động này, chẳng hạn như báo hiệu của các cấu hình CSI-RS có công suất khác không tới UE.

Các tài nguyên thăm dò có thể được kết hợp với bộ kích hoạt hoặc cửa sổ định thời để bắt đầu lại tự động quá trình đo. Cấu hình báo cáo phản hồi RRM/CSI dựa vào các tài nguyên thăm dò có thể là khác với các báo cáo phản hồi khác. Do đó, nhiều cấu hình định thời có thể được sử dụng cho nhiều quá trình hoặc cấu hình đo.

Trong phương án về phương pháp thích ứng trong mạng không dây, các eNB phối hợp và được thiết đặt riêng tập hợp của các tài nguyên thời gian/tần số đối với các mục đích thăm dò, các eNB phối hợp tập hợp của các hoạt động (sự truyền thăm dò) và sự định thời cần được sử dụng để đồng bộ hóa các hoạt động của các eNB và các UE, các tài nguyên tín hiệu eNB và sự định thời tới các UE, các eNB thực hiện các hoạt động phối hợp trên các tài nguyên theo sự định thời, và các eNB thu các báo cáo phản hồi từ các UE dựa vào các việc đo lường

UE trên các tài nguyên được báo hiệu theo sự định thời được báo hiệu (các eNB thu thập tác động thăm dò). Các eNB còn phối hợp các hoạt động để còn thăm dò hoặc áp dụng sự truyền thăm dò trên các tài nguyên thời gian/tần số rộng hơn.

Một phương án về phương pháp thích ứng trong mạng không dây bao gồm các bước sau đây. eNB1 gửi UE1 cấu hình của quá trình đo, cấu hình của các tài nguyên đo được kết hợp với quá trình đo, khoảng thời gian được kết hợp với quá trình đo, và cấu hình báo cáo được kết hợp với quá trình đo. Toàn bộ các mục này có thể được gọi là các cấu hình liên quan đến thăm dò. Một hoặc nhiều hơn một trong số các cấu hình này có thể được kết hợp làm một cấu hình hoặc được bao gồm trong cấu hình khác. Ví dụ, cấu hình của các tài nguyên đo có thể được bao gồm trong cấu hình của quá trình đo. Quá trình đo có thể là xử lý CSI như được xác định trong 3GPP phiên bản 11, mà có thể bao gồm các cấu hình của kênh và/hoặc các tài nguyên đo nhiều (ví dụ, các tài nguyên CSI-RS và các tài nguyên CSI-IM). Cấu hình báo hiệu có thể chỉ báo báo cáo theo chu kỳ (trong đó trường hợp tính chu kỳ và các độ dịch khung con của các khung con báo hiệu có thể được báo hiệu) hoặc báo cáo theo chu kỳ (trong đó trường hợp thông tin kích hoạt báo cáo có thể được báo hiệu). Khoảng thời gian định rõ mà việc đo lường sẽ được thực hiện trong khoảng thời gian này.

Hơn nữa, eNB1 có thể gửi báo hiệu tới UE2 để chỉ báo các cấu hình liên quan đến thăm dò thích hợp với UE2. Khoảng thời gian được gửi tới UE2 có thể thường giống như loại được gửi tới UE1. Các cấu hình khác được gửi tới UE2 có thể hoặc có thể không giống như các cấu hình được gửi tới UE1. Không phải tất cả các UE được phục vụ bởi eNB1 có thể thu các cấu hình này.

Mỗi khi sự thu của các cấu hình, UE1 có thể thực hiện việc đo lường phù hợp với cấu hình quá trình đo dựa vào được tạo cấu hình việc đo lường tài nguyên trong khoảng thời gian được tạo cấu hình. Ví dụ, UE1 có thể thực hiện việc đo lường SINR dựa vào tài nguyên CSI-RS và tài nguyên CSI-IM, bắt đầu từ điểm bắt đầu của khoảng thời gian và kết thúc tại điểm kết thúc của khoảng thời gian. Sau đó UE có thể tạo ra báo cáo phù hợp với cấu hình quá trình đo và cấu hình báo hiệu dựa vào việc đo lường.

eNB1 có thể gửi thông tin khoảng thời gian và/hoặc thông tin cấu hình tài nguyên đo tới eNB2. Thông thường, thông tin cấu hình tài nguyên đo có thể được kết hợp với UE1 và/hoặc UE2, hoặc với một phần hoặc tất cả các UE thu các cấu hình liên quan đến thăm dò từ eNB1, nhưng thông tin cấu hình tài nguyên đo có thể hoặc có thể không đồng nhất với cấu hình tài nguyên đo được thu bởi UE bất kỳ từ eNB1. Nói cách khác, eNB1 có thể kết hợp và/hoặc chọn cấu hình tài nguyên đo được gửi tới các UE của nó, và gửi cấu hình tài nguyên đo được kết hợp và/hoặc được chọn tới eNB2. eNB1 có thể cũng gửi thông tin khoảng thời gian và/hoặc thông tin cấu hình tài nguyên đo tới eNB3. Mặc dù thông thường thông tin khoảng thời gian là giống nhau, thông tin cấu hình tài nguyên đo được gửi tới eNB3 có thể hoặc có thể không giống như thông tin được gửi tới eNB2. eNB2 có thể gửi các cấu hình liên quan đến thăm dò tới các UE của nó, trong đó, thông thường, thông tin khoảng thời gian là giống nhau đối với tất cả các UE và tất cả các eNB (mặc dù mạng có độ linh hoạt để tạo cấu hình các khoảng thời gian khác nhau đối với các eNB và/hoặc các UE khác nhau nếu có một số sự cách ly lan truyền, chẳng hạn).

Khoảng thời gian có thể được tạo cấu hình làm thời gian bắt đầu, khoảng thời gian, và/hoặc thời gian kết thúc. Thời gian bắt đầu có thể được chỉ báo làm độ dịch thời gian (chẳng hạn như số lượng nhất định của các khung con sau sự thu khung con), hoặc làm thời gian trong tương lai (chẳng hạn như khung con trong khung radio với số khung hệ thống nhất định), hoặc bởi thời gian bắt đầu kích hoạt. Thời gian kết thúc có thể được chỉ báo tương tự. Một cách tùy chọn, thời gian kết thúc có thể được chỉ báo gián tiếp từ khi bắt đầu và khoảng thời gian. Có thể có nhiều khoảng thời gian, mà có thể là thời gian liên tiếp. Các khoảng thời gian có thể được chỉ báo bởi thời gian bắt đầu sử dụng các phương pháp nêu trên cũng như tính chu kỳ. Một cách tùy chọn, báo hiệu có tính chu kỳ có thể được gửi tại thời điểm bắt đầu của khoảng thời gian thứ nhất sao cho UE có thể thu được cả tính chu kỳ và thời gian bắt đầu từ một báo hiệu.

Cách khác của việc định rõ nhiều khoảng thời gian tới UE được dựa vào thời gian bắt đầu kích hoạt. Khi UE thu thời gian bắt đầu kích hoạt thứ nhất, UE bắt đầu việc đo lường. Khi UE thu thời gian bắt đầu kích hoạt thứ hai, UE hiểu

rằng khoảng thời gian thứ nhất kết thúc và khoảng thời gian thứ hai bắt đầu, và UE thiết đặt lại quá trình đo tương ứng. Với hoặc một hoặc nhiều khoảng thời gian, UE tạo ra một hoặc nhiều hơn một báo cáo đo theo cấu hình quá trình đo và cấu hình báo cáo. Mỗi báo cáo được dựa vào việc đo lường trên các tài nguyên đo được tạo cấu hình trong một khoảng thời gian của một hoặc nhiều khoảng thời gian. Sự định thời cấu hình có thể cũng bao gồm một hoặc nhiều hơn một khe định thời trong khoảng thời gian mà UE không thực hiện các việc đo lường. Cấu hình của khe định thời có thể được kết hợp với các phương án nêu trên. UE có thể thu tập hợp của các khoảng thời gian đối với một loại việc đo lường và tập hợp khác của các khoảng thời gian đối với loại khác của việc đo lường, chẳng hạn như các khoảng thời gian khác nhau đối với các việc đo lường RRM và CSI, hoặc các khoảng thời gian khác nhau đối với các việc đo lường tín hiệu và nhiễu.

Một điểm có thể lấy trạng thái chỉ kết nối đường trực, trạng thái giám sát được giới hạn, trạng thái thăm dò, hoặc trạng thái hoạt động. Trong trạng thái chỉ kết nối đường trực, điểm đã tắt hoàn toàn Tx/Rx trong không gian của nó và có thể chỉ báo hiệu Tx/Rx qua đường trực được giới hạn của nó. Trong trạng thái giám sát được giới hạn, điểm có thể thực hiện Rx bị giới hạn trong không gian và không có Tx trong không gian, và có thể báo hiệu Tx/Rx qua đường trực bị giới hạn của nó. Trong trạng thái thăm dò, điểm có thể thực hiện Rx trong không gian, Tx trong không gian của các tín hiệu tham chiếu, và Tx/Rx trên đường trực bị giới hạn của nó. Điểm có thể điều chỉnh các thông số truyền của nó (ví dụ, công suất RS) trong khoảng thời gian của trạng thái này. Trong trạng thái hoạt động, điểm có thể thực hiện Tx/Rx trong không gian của dữ liệu và Tx/Rx trên đường trực tốc độ cao khả dụng.

Fig.6 minh họa các sự chuyển tiếp trạng thái 600 dùng cho điểm. Điểm có thể sự chuyển tiếp giữa trạng thái chỉ kết nối đường trực 602, trạng thái giám sát được giới hạn 604, trạng thái thăm dò 606, và trạng thái hoạt động 608. Điểm trải qua sự chuyển tiếp trạng thái có thể cần báo hiệu tới các UE của nó và các điểm lân cận trong không gian hoặc trên giao diện X2, mà có thể kích hoạt quá trình điều chỉnh sự chuyển tiếp qua nhiều eNB và các UE. Điểm ở đây có thể là

ô, bộ anten, băng tần/sóng mang, macrô/picô/femtô/trạm chuyển tiếp, v.v.. Ngoài ra, điểm có thể được chuyển tiếp tới hoặc từ trạng thái ngắt nguồn hoàn toàn, và quá trình cấu hình lại và điều chỉnh sự chuyển tiếp có thể cũng được áp dụng.

Fig.7 là sơ đồ của hệ thống 700 với thực thể phối hợp (CE) 702 mà phối hợp nhiều eNB 704. CE 702 có thể là macrô eNB hoặc thực thể mạng khác. SeNB 704 là eNB (hoặc ô nhỏ) phụ, mà có thể được phối hợp bởi CE 702 thông qua giao diện Xn, thường trên đường trục không lý tưởng. SeNB 704 có thể được kết nối thông qua giao diện X2, thường trên đường trục không lý tưởng. CE 702 có thể phối hợp sự bật/tắt, sự lựa chọn sóng mang, cân bằng/chuyển đổi/kết hợp tải, và sự quản lý nhiều thông thường khác và sự phối hợp các hoạt động của SeNB 704. Các UE 706 và 708 được ghép nối với SeNB 704.

Ví dụ về hoạt động thăm dò 800 trên kiến trúc hệ thống này được thể hiện trên Fig.8, và các lưu đồ được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.11. Trên các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.11, các chú thích bên trong dấu ngoặc chỉ báo trên đó báo hiệu giao diện được gửi. Xn chỉ báo báo hiệu được gửi trên giao diện Xn, trong khi AI chỉ báo báo hiệu hoặc dữ liệu được gửi trong giao diện không gian. Lưu đồ đối với hoạt động CE 900 được thể hiện trên Fig.9. Trong bước 902, CE phối hợp các tài nguyên thăm dò dùng cho nhiều eNB. Trong bước 904, CE thông báo các eNB về các tài nguyên thăm dò. Trong bước 906, CE phối hợp một hoặc nhiều hơn một sự truyền thăm dò với sự định thời. Trong bước 908, CE thông báo các eNB về các sự truyền và các sự định thời thăm dò. Trong bước 910, CE thu báo cáo đo từ một hoặc nhiều hơn một eNB. Trong bước 912, CE ra quyết định thích ứng, và trong bước 914, CE thông báo các eNB về quyết định.

Lưu đồ đối với hoạt động eNB 1000 được thể hiện trên Fig.10. Trong bước 1002, eNB thu sự cấp phát các tài nguyên thăm dò từ CE. Trong bước 1004, eNB tạo cấu hình các tài nguyên và/hoặc các quá trình đo UE. Trong bước 1006, eNB thu sự truyền thăm dò với sự định thời từ CE. Trong bước 1008, eNB báo hiệu sự định thời đo tới một hoặc nhiều hơn một UE. Trong bước 1010, eNB thực hiện sự truyền thăm dò trên các tài nguyên thăm dò trên mỗi sự định

thời. Trong bước 1012, eNB thu báo cáo đo từ các UE. Trong bước 1014, eNB gửi báo cáo đo tới CE. Trong bước 1016, eNB thu quyết định từ CE. Trong bước 1018, eNB báo hiệu dữ liệu tới UE theo quyết định.

Lưu đồ đối với hoạt động UE 1100 được thể hiện trên Fig.11. Trong bước 1102, UE thu các tài nguyên đo và/hoặc các cấu hình từ eNB. Trong bước 1104, UE thu sự định thời đo báo hiệu từ eNB. Trong bước 1106, UE thực hiện các việc đo lường trên các tài nguyên được gán trên mỗi sự định thời. Trong bước 1108, UE truyền báo cáo đo tới eNB. Trong bước 1110, UE thu báo hiệu từ eNB về các cấu hình mới. Trong bước 1112, UE thu dữ liệu theo các cấu hình mới.

Sự bàn luận nêu trên được hướng đến sự thích ứng mạng dựa trên thăm dò, mà giải quyết các cấu hình mạng mở rộng chẳng hạn như sơ đồ truyền được sử dụng trong mạng, các mức công suất truyền được sử dụng trong mạng, các nút mạng mà được bật hoặc tắt, xem CoMP hay các kỹ thuật truyền nâng cao tương tự được sử dụng, và các chủ đề tương tự. Bây giờ, sự bàn luận sẽ chuyển sang sự thích ứng liên kết dựa trên thăm dò, mà có thể được xem xét trường hợp đặc biệt của sự thích ứng mạng dựa trên thăm dò.

Trong mạng không dây, thăm dò có thể được sử dụng để xác định sự thích ứng liên kết phù hợp, bao gồm mức MCS, hạng, và sự ghép cặp UE (đối với mạng đa người dùng đa đầu vào, đa đầu ra (MU-MIMO), chẳng hạn). Trong một phương án, trong sự thích ứng liên kết dựa trên thăm dò này, eNB phục vụ và một hoặc nhiều hơn một eNB tiềm năng truyền báo hiệu thăm dò tới UE trước sự truyền các tín hiệu dữ liệu thực tế. Các eNB truyền các tín hiệu thăm dò ở cùng thời điểm và trên cùng các tài nguyên thời gian/tần số. Do đó, Nhiều UE có trong sự truyền thăm dò tương tự với nhiều UE sẽ có trong sự truyền dữ liệu thực tế. Các RE mà trên đó tín hiệu thăm dò được gửi là tập hợp con của các RE mà sẽ được sử dụng cho sự truyền dữ liệu thực tế. Nghĩa là, số lượng các RE được chiếm giữ bằng các tín hiệu thăm dò nhỏ hơn số lượng các RE trong khung con. UE đo CQI hoặc một số thông số chất lượng kênh khác của các tín hiệu thăm dò và, dựa vào việc đo lường, xác định mức MCS thích hợp với các trạng thái kênh hiện tại. UE sau đó thông báo các eNB mức MCS của nó. Các eNB

sau đó sử dụng MCS đó khi truyền dữ liệu thực tế tới UE. Theo cách này, các eNB có thể truyền với mức MCS mà thích hợp với các trạng thái kênh hiện tại.

Cụ thể là, trong một phương án, nhiều eNB truyền trên cùng các tài nguyên thời gian/tần số của P-RS sử dụng MCS tạm thời. Các sự truyền này có thể được gọi là các sự truyền trước, sự truyền thăm dò, hoặc P-TX. Các UE thu P-TX thực hiện các việc đo lường trên P-RS và tính toán MCS được cập nhật, chẳng hạn. Một cách tùy chọn, CQI hoặc thông số chất lượng kênh khác có thể được tạo ra dựa vào MCS. Nếu nhiều lớp được sử dụng, nhiều MCS có thể cần được tính toán. MCS được cập nhật được thông báo tới các eNB. Một cách tùy chọn, MCS có thể được chỉ báo bởi sự khác nhau giữa MCS và MCS tham chiếu đã biết tới ít nhất một trong số các eNB và UE. Các eNB sau đó thực hiện dữ liệu thực tế các sự truyền được kết hợp với P-TX sử dụng MCS được cập nhật. Dữ liệu thực tế các sự truyền có thể được gọi là các sự truyền thực tế, sự truyền hậu thăm dò, hoặc A-TX. Do sơ đồ truyền và các thông số khác được kết hợp với A-TX giống như chúng được kết hợp với P-TX ngoại trừ cho MCS, và do sự thay đổi của MCS có ít tác động lên các SINR của UE, có thể được thấy rằng các UE trải qua hầu như cùng SINR trong A-TX như trong P-TX. Do đó, MCS được xác định trong khoảng thời gian P-TX sẽ khớp với SINR trong A-TX một cách chấp nhận được. Nói cách khác, thăm dò có thể được sử dụng để giảm đáng kể sự sai lệch trong thích ứng liên kết. Độ chính xác được nâng cao hơn nhiều trong thích ứng liên kết có thể sau đó chuyển dịch sang các lợi ích về hiệu quả thông lượng.

Fig.12 minh họa phương án của thủ tục thích ứng liên kết trên cơ sở thăm dò. Tại 1202, eNB truyền sự lập lịch, cấp phát tài nguyên và các tín hiệu thăm dò tương ứng. Tại 1204, UE thu sự lập lịch, cấp phát tài nguyên và các tín hiệu thăm dò tương ứng. Tại 1206, UE đo tín hiệu và nhiễu và ước tính mức MCS. Tại 1208, UE gửi báo cáo đo chứa mức MCS được ước tính. Tại 1210, eNB thu các báo cáo đo. Tại 1212, eNB quyết định mức MCS. Tại 1214, eNB truyền dữ liệu dựa vào lập lịch tương ứng, cấp phát tài nguyên và thông tin MCS. Tại 1216, UE thu sự truyền dữ liệu. Một cách tùy chọn, tại 1208, UE gửi mức MCS được xác định dựa vào tín hiệu và nhiễu được đo, và tại 1210, eNB thu MCS.

Tại 1212, eNB quyết định sử dụng mức MCS được thu, và tại 1214 eNB truyền sử dụng mức MCS được thu.

Có thể được chú ý rằng một kết quả thăm dò dựa vào P-TX có thể được áp dụng cho nhiều hơn một A-TX. Trong trường hợp của nhiều A-TX dùng cho P-TX, các eNB có thể thực hiện lập lịch và tiền mã hóa trong tất cả các khung con A-TX phù hợp với P-TX. Thông thường, sự định thời giữa thông tin truyền cấp phát tài nguyên, thăm dò tài nguyên, thăm dò phản hồi, sự truyền thông tin MCS, và sự truyền dữ liệu có thể tiêu tốn hầu hết 4 khoảng thời gian truyền (TTI) như được thể hiện trên Fig.12, nhưng 3 hoặc thậm chí 2 TTI có thể là đủ nếu UE có thể thu P-RS đủ sớm (ví dụ, sử dụng CSI-RS trên các ký hiệu OFDM thứ 5 và thứ 6) và quá trình đo đủ nhanh (tức là, gửi báo cáo trên N+1) và nếu eNB có thể tạo ra A-TX (các kích cỡ khối truyền (TB), v.v.) đủ nhanh. Trong các hệ thống song công phân chia theo thời gian (TDD), thăm dò có thể được sử dụng tương tự, nhưng sự định thời và/hoặc thời gian chờ có thể là khác với song công phân chia theo tần số (FDD).

Fig.13 thể hiện phương án thăm dò dùng để thích ứng liên kết. Trên Fig.13, tại khung con n 1302, eNB1 1304 thực hiện P-TX trên các P-RS (như một ví dụ, P-RS là CSI-RS và cụ thể là có thể là CSI-RS có công suất khác không (NZP)). Nghĩa là, eNB1 1304 truyền các tín hiệu thăm dò tại các tài nguyên thời gian/tần số được ghi nhãn tiền mã hóa1, tiền mã hóa2, và tiền mã hóa3, mà là tập hợp con của tất cả các tài nguyên thời gian/tần số khả dụng trong khung con n 1302. Tại cùng thời điểm, eNB2 1306 truyền các tín hiệu thăm dò tại các tài nguyên thời gian/tần số được ghi nhãn tiền mã hóa4, tiền mã hóa5, và tiền mã hóa6, mà tương ứng về thời gian và tần số với các tài nguyên thời gian/tần số được ghi nhãn tiền mã hóa1, tiền mã hóa2, và tiền mã hóa3. P-RS được truyền bởi eNB1 1304 và eNB2 1306 có thể được tiền mã hóa với tiền mã hóa dành riêng cho RB. Nghĩa là, mỗi RB có thể được cho phép để có tiền mã hóa và hạng khác nhau, nhưng một số RB có thể chia sẻ cùng tiền mã hóa và hạng (xem chi tiết dưới đây).

Mức điều biến cho các P-RS này có thể được cố định là khóa dịch pha nhị phân (QPSK) đối với tính đơn giản của các việc đo lường UE, nhưng các sự điều

biến bậc cao hơn cũng được cho phép đối với độ chính xác cao hơn của thích ứng liên kết. Tốc độ mã hóa có thể được chọn là tốc độ mã hóa thấp nhất cho mức điều biến được liên kết, hoặc có thể được cố định ở tốc độ mã hóa được xác định trước đã biết tới các UE, hoặc có thể biến đổi linh hoạt. Nghĩa là, mức MCS được sử dụng cho sự truyền thăm dò có thể hoặc có thể không tối ưu cho các trạng thái kênh được trải nghiệm bởi UE, nhưng sự truyền thăm dò có thể được sử dụng để xác định mức MCS thích hợp với các trạng thái đó.

Có thể có nhiều hơn một cấu hình CSI-RS có thể được sử dụng như P-RS, mà có thể giúp tăng hiệu quả xử lý cho việc thăm dò. Nhiều thăm dò trong một RB có thể cũng được cho phép đối với các vector hoặc các ma trận tiền mã hóa khác nhau. P-RS có thể không cần trải rộng toàn bộ độ rộng băng tần. Nói cách khác, CSI-RS trên một số RB có thể không được sử dụng cho thăm dò dùng để thích ứng liên kết. UE có thể xử lý các RB này như CSI-RS thông thường dùng cho các việc đo lường.

Một số UE được phục vụ bởi eNB1 1304 có thể thu báo hiệu từ eNB1 1304 về sự thăm dò. Báo hiệu này có thể chỉ báo tới UE các tài nguyên thời gian/tần số mà trên đó thăm dò được dành riêng cho UE được thực hiện. Ví dụ, UE1 có thể được báo hiệu mà các tài nguyên được kết hợp với tiền mã hóa 1 và 2 là dùng cho sự thăm dò của UE1. Trong trường hợp này, thông thường, tiền mã hóa 1 và 2 là giống nhau. UE2 có thể được báo hiệu rằng các tài nguyên được kết hợp với tiền mã hóa 3 là dùng cho sự thăm dò của UE2. Tương tự, một số UE được phục vụ bởi eNB2 1306 có thể thu báo hiệu từ eNB2 1306 về sự thăm dò. UE3 có thể được báo hiệu mà các tài nguyên được kết hợp với tiền mã hóa 4 là dùng cho sự thăm dò của UE3. UE4 có thể được báo hiệu mà các tài nguyên được kết hợp với tiền mã hóa 5 và 6 là dùng cho sự thăm dò của UE4. Trong trường hợp này, thông thường, tiền mã hóa 5 và 6 là giống nhau. Nghĩa là, các RB nào được sử dụng cho các UE nào có thể được phân chia khác nhau đối với các eNB khác nhau.

Sau đó UE có thể tuân theo các lệnh của eNB dùng cho các việc đo lường cho việc thăm dò. Tín hiệu đo cho UE có thể thu được từ tất cả các tài nguyên thăm dò được gán cho UE đó (với việc lọc thích hợp). Các việc đo lường nhiều

đối với UE có thể thu được từ tất cả các tài nguyên thăm dò dùng cho UE đó, loại bỏ các ảnh hưởng của các tín hiệu. Sau đó UE có thể thu được SINR hợp nhất cho tất cả các tài nguyên thăm dò được gán cho UE đó (với xử lý thích hợp) và/hoặc CQI và/hoặc MCS hợp nhất cho tất cả các tài nguyên thăm dò được gán cho UE đó (với xử lý thích hợp). Các kết quả đo thu được sau đó được phản hồi tới eNB. Nếu nhiều quá trình đo (ví dụ, các quá trình CSI) được tạo cấu hình cho việc thăm dò, sau đó UE có thể không được phép kết hợp các việc đo lường tín hiệu cho các quá trình khác nhau, và có thể không được phép kết hợp các việc đo lường nhiều cho các quá trình khác nhau. Tuy nhiên, trong cùng các quá trình, các việc đo lường tín hiệu có thể được kết hợp, và các việc đo lường nhiều có thể được kết hợp theo sự chỉ báo eNB.

Mức điều biến dùng cho P-RS có thể đơn giản là QPSK, mà khớp với thiết kế RS thông thường, và có ưu điểm của sự điều biến đơn giản. Hơn nữa, mức điều biến của P-RS thường không ảnh hưởng SINR của thăm dò, từ quan điểm về hoặc các thống kê tín hiệu hoặc các thống kê nhiễu. Tuy nhiên, nếu thuật toán thu phức tạp hơn cần được sử dụng, chẳng hạn như các bộ thu gần như là lớn nhất (ML) với sự loại bỏ nhiễu, sau đó QPSK có thể không thích hợp với tất cả thăm dò, và P-TX và A-TX có thể sử dụng cùng mức điều biến để có thích ứng liên kết chính xác.

Tại thời điểm sau, chẳng hạn như tại khung con $n+k$ 1308, các eNB thực hiện A-TX. Nghĩa là, eNB1 1304 và eNB2 1306 truyền dữ liệu trong khung con $n+k$ 1308 trong các tài nguyên thời gian/tần số mà không được sử dụng cho sự truyền thăm dò trong khung con n 1302. Sự cấp phát tài nguyên cho mỗi UE thường giống như loại dùng cho P-TX. Trong một phương án, khoảng thời gian giữa khung con n 1302 và khung con $n+k$ 1308 được tạo cấu hình như bình thường cho eNB1 1304 và eNB2 1306. Mức MCS (mới) trong A-TX cho mỗi UE là phù hợp với thăm dò phản hồi của UE. Ví dụ, tiền mã hóa 1 được sử dụng bởi eNB1 1304 cho UE1 trên tất cả các RB cho UE1, và MCS mới được liên kết được sử dụng. Tương tự, tiền mã hóa 3 được sử dụng bởi eNB1 1304 cho UE2 trên tất cả các RB cho UE2, và MCS mới được liên kết được sử dụng. Tiền mã hóa 4 được sử dụng bởi eNB2 1306 cho UE3 trên tất cả các RB cho UE3, và

MCS mới được liên kết được sử dụng. Tiền mã hóa 5 được sử dụng bởi eNB2 1306 cho UE4 trên tất cả các RB cho UE4, và MCS mới được liên kết được sử dụng. Nếu, trong P-TX, tiền mã hóa của eNB1 được truyền cùng với tiền mã hóa của eNB2 trên RB, sau đó có thể được mong muốn (ít nhất để đơn giản hóa) rằng trong A-TX, tiền mã hóa của eNB1 được truyền cùng với tiền mã hóa của eNB2 trên sự truyền dữ liệu của RB. Một số thay đổi trong sự lập lịch thực tế từ sự lập lịch trước có thể được cho phép, nhưng có thể được mong muốn đối với sự thay đổi cần được thực hiện theo cách đó mà mỗi UE tiếp tục trải qua cùng lượng của nhiễu. Ví dụ, thay đổi có thể là các sự thay đổi của các vị trí của các RB bởi tất cả các eNB một cách đồng thời, hoặc định tỷ lệ của các số lượng RB dùng cho tập hợp con của các UE bởi tất cả các eNB một cách đồng thời. Một cách tổng quan, do nhiễu tại khung con $n+k$ 1308 trở nên "có thể đoán được", thích ứng liên kết chính xác là đạt được, và các sự truyền tới các UE có thể thành công trong một lần. Sự truyền dồn dập hơn có thể dẫn đến các lỗi giải mã. Sự phù hợp mức và/hoặc sự rút bớt có thể cụ thể sao cho UE có thể loại bỏ các phi-PDSCH RE. Các RE được thích ứng tốc độ hoặc các RE được rút bớt có thể có nhiều hơn các P-RS RE được sử dụng bởi UE. Thông thường, nếu CSI-RS được sử dụng cho thăm dò, sự thích ứng tốc độ có thể được dựa vào CSI-RS công suất không (ZP), và do đó không có báo hiệu thích ứng tốc độ bổ sung có thể cần thiết. Nhưng nếu phi-CSI-RS được sử dụng cho thăm dò, sau đó sự thích ứng tốc độ có thể cần được định rõ.

Báo hiệu P-TX có thể được thiết kế như sau đây. Đầu tiên, báo hiệu có thể là DCI, tức là, lớp báo hiệu vật lý (PHY) được mang trong PDCCH hoặc EPDCCH trong cùng khung con như P-TX. Báo hiệu có thể là dành riêng cho UE hoặc dành riêng cho nhóm UE. Báo hiệu có thể độc lập với báo hiệu dùng cho sự lập lịch thực tế (nếu có) trong khung con. Báo hiệu có thể chỉ báo tới UE mà một hoặc nhiều hơn một trong số các cấu hình CSI-RS được sử dụng cho thăm dò (tức là, được sử dụng như P-RS, mà có thể bị hạn chế trên các RB, băng tần con nhất định, và/hoặc các nhóm khối tài nguyên (RBG)). Báo hiệu P-TX có thể không cần bao gồm CSI-IMR. Số lượng các lớp và/hoặc cổng anten có thể được chỉ báo. Báo hiệu có thể chỉ báo tới UE các RB, băng tần con, RBG,

và/hoặc các sóng mang thành phần (CC) ảo mà trên đó UE cần thực hiện việc đo lường thăm dò dựa vào P-RS. Báo hiệu có thể chỉ báo tới UE mà việc lấy trung bình không được thực hiện trên các tài nguyên thăm dò. Báo hiệu có thể chỉ báo tới UE các RB, băng tần con, RBG, và/hoặc CC ảo mà trên đó UE không thực hiện các việc đo lường dựa vào P-RS. Đối với các CSI-RS RE đó, các việc đo lường dựa trên CSI-RS thông thường có thể được thực hiện như được chỉ báo, hoặc UE có thể bỏ qua CSI-RS đó đối với các việc đo lường như được chỉ báo. Nếu UE được yêu cầu để báo cáo các việc đo lường cho tất cả các RB, băng tần con, RBG, và/hoặc CC ảo nhưng UE không được thông báo bởi báo hiệu lập lịch trước để thực hiện việc đo lường trên một số RB, băng tần con, RBG, và/hoặc CC ảo, UE có thể giả thiết các việc đo lường dựa trên CSI-RS thông thường trên các tài nguyên đó và báo cáo trên các việc đo lường đó, hoặc UE có thể báo cáo INVALID. Nhiều quá trình thăm dò có thể được chỉ báo. Cách trong đó báo cáo đo cần được tạo ra có thể cũng được chỉ báo. Báo hiệu P-TX có thể cũng bao gồm thông tin liên quan tới đường lên, chẳng hạn như việc xem UE sẽ báo cáo các việc đo lường của nó trên PUCCH hay PUSCH và các khung con và/hoặc các RB mà trên đó UE sẽ báo cáo các việc đo lường của nó. Báo hiệu P-TX có thể hoặc có thể không trong cùng khung con và/hoặc cùng sóng mang như P-RS, Nghĩa là, sự lập lịch trước qua khung con và/hoặc qua sóng mang có thể được cho phép. Báo hiệu P-TX mà bao gồm thông tin này có thể được gọi là bộ kích hoạt, do báo hiệu này kích hoạt UE để thực hiện các việc đo lường trên các tín hiệu thăm dò. Tương tự, DCI mà bao gồm thông tin này có thể được gọi là bộ kích hoạt.

UE có thể tạo ra một báo cáo đo thăm dò dựa vào tất cả các tài nguyên thăm dò được chỉ báo bằng cách báo hiệu. Nghĩa là, MCS và/hoặc SINR chung cho tất cả các tài nguyên thăm dò được chỉ báo bằng cách báo hiệu có thể được tạo ra và được báo cáo. Một cách tùy chọn, nhiều việc đo lường thăm dò đối với các RB, băng tần con, và/hoặc RBG như được chỉ báo bằng cách báo hiệu (hoặc cho tất cả các RB, băng tần con, RBG, và/hoặc CC ảo trong sóng mang) có thể được tạo ra. Nghĩa là, MCS và/hoặc SINR riêng rẽ cho mỗi đơn vị tần số của các tài nguyên thăm dò được chỉ báo bằng cách báo hiệu (hoặc cho toàn bộ độ rộng

băng tần của sóng mang) có thể được tạo ra và được báo cáo. Báo cáo đo thăm dò có thể bao gồm ít thông tin hơn báo cáo CQI thông thường. Cụ thể là, báo cáo đo thăm dò có thể bao gồm chỉ mức MCS được chọn bởi UE dựa vào tín hiệu thăm dò.

Báo hiệu lập lịch A-TX có thể liên quan tới báo hiệu lập lịch trước P-TX. Ví dụ, UE có thể giả thiết sự cấp phát các tài nguyên trong hai khung con là đồng nhất, trừ khi eNB điều chỉnh các sự cấp phát. Thông thường, hạng, lớp, công, và/hoặc PMI (nếu cần được báo hiệu tới UE, chẳng hạn như trong TM dựa trên phi-DMRS) có thể giống như P-TX, do đó báo hiệu có thể không cần mang các trường này. Tuy nhiên, thông tin chẳng hạn như MCS được cập nhật hoặc chỉ báo dữ liệu mới có thể cần được báo hiệu. Một cách tùy chọn, báo hiệu lập lịch A-TX có thể độc lập với báo hiệu lập lịch trước P-TX, và các eNB có thể linh hoạt hơn trong việc điều chỉnh sự cấp phát tài nguyên A-TX.

Trong sự thích ứng liên kết dựa trên thăm dò, nhiều eNB có thể truyền các tín hiệu thăm dò trên cùng các tài nguyên thời gian/tần số tại cùng thời điểm. Do đó, UE có thể trải qua nhiễu mà làm mất tín hiệu. Trong một phương án, bó đơn vị tần số có thể được sử dụng để giải quyết vấn đề này. Đơn vị tần số có thể là các RB, băng tần con, RBG, hoặc CC ảo. Phần mô tả sau đây cho bó RB nhưng có thể áp dụng nhiều trường hợp chung. Trong bó RB, một vài RB (ví dụ, 2, 3, 5, 6, 10, 12, hoặc nhiều hơn) có thể được bó làm một đơn vị lập lịch trước và đơn vị lập lịch. Kết quả là, eNB có thể gán các RB được bó cho một UE, với cùng tiền mã hóa. Ví dụ, cho eNB1, P-RS trên các RB 0, 1, 2 có thể được gán cho UE1 và một tiền mã hóa chung có thể được sử dụng trên P-RS này, và P-RS trên các RB 3, 4, 5 có thể được gán cho UE2 và một tiền mã hóa chung có thể được sử dụng trên P-RS này, và v.v.. Nhiều hơn một bó có thể được gán cho một UE. Đối với eNB2, P-RS trên các RB 0, 1, 2 có thể được gán cho UE3 và một tiền mã hóa chung có thể được sử dụng trên P-RS này, và P-RS trên các RB 3, 4, 5 có thể được gán cho UE4 và một tiền mã hóa chung có thể được sử dụng trên P-RS này, và v.v.. Bó dùng cho các eNB có thể được căn chỉnh. Bó có thể là đã biết tới cả các eNB và các UE của chúng trong thăm dò. UE có thể giả thiết nhiễu trên mỗi bó là giống nhau. (Ít nhất cho mỗi giao diện trong số các giao

diện chiếm ưu thế thực hiện thăm dò, tiền mã hóa trên P-RS trong bó là giống nhau.) Do đó, UE có thể ước tính nhiễu (ví dụ, các thống kê nhiễu và ma trận hiệp phương sai nhiễu) một cách chính xác hơn trên P-RS trên mỗi bó đối với sự ước tính SINR, CQI, và/hoặc MCS tốt hơn. Qua các bó dùng cho UE, UE có thể không có khả năng giả thiết nhiễu là giống nhau trừ khi được thông báo bởi eNB. Bó có thể cũng giúp giảm phí tổn báo hiệu cho việc thăm dò.

Ví dụ nêu trên là dùng cho sự lập lịch trước hoặc P-TX. Đối với A-TX, bó có thể hoặc có thể không được sử dụng, và nếu được sử dụng, bó giống hoặc khác nhau có thể được sử dụng. Trong trường hợp bất kỳ, các eNB có thể cần đảm bảo rằng nhiễu (hoặc ít nhất nhiễu từ các giao diện chiếm ưu thế) được thấy bởi mỗi UE giống như trong P-TX. Ví dụ, nếu trong P-TX, của eNB1 UE1 được gán với các RB 0, 1, và 3 với tiền mã hóa x, và của eNB2 các RB 0, 1, và 3 có tiền mã hóa A, A, và B, sau đó trong A-TX, eNB1 có thể gán UE1 với các RB 0, 1, và 3 với tiền mã hóa x, và eNB2 có thể gán tiền mã hóa A, A, và B tới các RB 0, 1, và 3. Một cách tùy chọn, trong A-TX, eNB1 có thể gán UE với các RB 0~5 với tiền mã hóa x, và eNB2 có thể gán tiền mã hóa A, A, A, A, B, và B tới các RB 0 ~ 5 một cách tương ứng. Trường hợp sau có thể yêu cầu sự phối hợp giữa các eNB. Nghĩa là, các eNB có thể cần để phối hợp sự cấp phát tài nguyên của chúng cho A-TX thông qua đường trực. Nếu tất cả các eNB giữ sự cấp phát tài nguyên của chúng từ P-TX cho A-TX, sau đó không có sự phối hợp nào là có thể cần thiết. Nếu bó RB A-TX được sử dụng, eNB có thể thông báo các UE sao cho ước tính nhiễu và ước tính kênh có thể chính xác hơn.

Trong một phương án, các eNB có thể phối hợp với một eNB khác sao cho các eNB truyền các tín hiệu thăm dò trong các tài nguyên giống nhau ở cùng thời điểm và sao cho các eNB truyền dữ liệu thực tế ở cùng thời điểm sau khi truyền các tín hiệu thăm dò. Cụ thể là, các eNB có thể cần để phối hợp trên các tài nguyên cho việc thăm dò, tức là, thiết đặt riêng các tài nguyên P-RS chung cho tất cả các eNB. Các tài nguyên này có thể bao gồm tính chu kỳ P-RS, độ dịch khung con, các vị trí P-RS trong khung con, và/hoặc số lượng các lớp lớn nhất đối với P-RS. Tương tự, nếu bó RB cần được sử dụng, tất cả các eNB có thể cần thiết đặt cùng bó. Ngoài ra, nếu sự cấp phát tài nguyên A-TX khác với

sự cấp phát tài nguyên P-TX, sau đó cấp phát tài nguyên có thể cần được phối hợp giữa các eNB. Trong một số trường hợp, các eNB có thể hoạt động như ngang hàng và trao đổi thông tin phối hợp giữa chúng theo cách được phân phối. Trong một số trường hợp khác, một trong số các eNB có thể được chọn để hoạt động như bộ phối hợp. Trong các trường hợp khác nữa, một số thực thể khác trong sự truyền thông với các eNB có thể hoạt động như bộ phối hợp.

Sự sử dụng sự thăm dò có thể tăng phí tổn khi được so sánh với các trường hợp không có sự thăm dò. Để giúp làm giảm phí tổn cho sự thăm dò, một số phí tổn có thể được tối thiểu hóa. Ví dụ, phí tổn do CRS có thể được tối thiểu hóa do P-RS hiện được sử dụng cho thích ứng liên kết. eNB có thể báo hiệu các UE kế thừa rằng khung con là mạng tần số đơn phát rộng phát đa hướng (MBSFN) sao cho CRS cần xuất hiện trên ký hiệu OFDM thứ nhất và không có gì khác. eNB có thể tạo cấu hình UE với các việc đo lường tín hiệu tham chiếu dành riêng (DRS) và các việc đo lường không dựa trên CRS và sau đó CRS có thể không được truyền. eNB có thể bất hoạt sóng mang dùng cho các UE kế thừa và truyền DRS cho các UE mới. eNB có thể áp dụng sự bật/tắt sóng mang nhanh, và CRS có thể được truyền chỉ nếu sóng mang được bật cho sự truyền dữ liệu. EPDCCH có thể được sử dụng để thay thế PDCCH, sao cho UE không cần dựa vào CRS. Tuy nhiên, nếu EPDCCH được sử dụng, có thể có sự không nhất quán giữa tiền mã hóa EPDCCH trong A-TX và tiền mã hóa thăm dò trong P-TX. Để giải quyết vấn đề này, tiền mã hóa EPDCCH có thể cũng được sử dụng trong P-RS, hoặc eNB có thể đảm bảo rằng EPDCCH dùng cho UE được truyền trong bó RB cho UE. Việc giảm CRS có thể cũng giúp nâng cao độ chính xác thăm dò, do CRS không được tiền mã hóa và không thể được thăm dò.

Mỗi khi thu P-TX từ các tài nguyên được cấp phát của nó, UE có thể tính toán chất lượng kênh thu được, ví dụ SINR, sử dụng cùng loại của bộ thu như đối với sự truyền dữ liệu sau. Nếu có khó khăn trong việc thu nhận chất lượng kênh thu được với các bộ thu cụ thể, ví dụ bộ thu ML, do mật độ thấp của tín hiệu P-TX, UE có thể áp dụng các thông số được kết hợp với bộ thu kết hợp loại nhiễu dựa trên sai số toàn phương trung bình nhỏ nhất (MMSE-IRC) trong tính toán. Các kết quả chất lượng kênh có thể được sử dụng cho các khuyến nghị báo

cáo thăm dò theo các cách khác nhau. Theo một cách, UE có thể ánh xạ các kết quả chất lượng kênh trên trị số CQI nhất định bằng cách cũng xét đến độ chênh lệch hiệu quả giữa bộ thu điều biến dữ liệu và bộ thu MMSE-IRC thăm dò. Mạng có thể sau đó điều chỉnh MCS trong sự truyền A-TX tương ứng. Theo cách khác, mạng không bắt đầu sự lập lịch truyền dữ liệu. Sau khi UE thu được sự ước tính chất lượng kênh từ sự truyền P-TX, các kết quả được so sánh với với các tình trạng truyền được lập lịch. UE có thể báo cáo tới mạng sự điều chỉnh MCS được khuyến nghị của UE, ví dụ, +1 hoặc -1 từ trị số được lập lịch ban đầu.

Để tạo cấu hình sự truyền P-TX, nếu có các UE mà hỗ trợ số lượng khác nhau của các lớp trong mạng, mạng có thể cần đảm bảo rằng cấu hình có thể chứa các lớp khả dụng lớn nhất trong sự truyền A-TX. Như một ví dụ, hai UE được phục vụ bởi hai eNB, mà hỗ trợ 2 và 4 lớp của sự truyền dữ liệu, là hoạt động trong hệ thống và được lập lịch trước trên cùng RB của hai eNB của cùng khung con. Mạng có thể tạo cấu hình các tài nguyên CSI-RS 4 cổng dùng cho sự truyền P-TX tới UE mà nhắm tới sự truyền dữ liệu 4 lớp và tạo cấu hình hai tài nguyên CSI-RS 2 cổng dùng cho sự truyền P-TX tới UE mà nhắm tới sự truyền dữ liệu 2 lớp. Các tài nguyên CSI-RS 2 cổng có thể xếp chồng hoàn toàn với các tài nguyên CSI-RS 4 cổng. Tín hiệu P-TX được truyền trong hai tài nguyên CSI-RS 2 cổng này có thể khác nhau nhưng có thể vẫn có cùng tiền mã hóa hoặc có thể được lặp lại đơn giản. Trong trường hợp trước, UE có thể hoặc có thể không cần biết các tài nguyên CSI-RS 2 cổng thứ hai đối với việc thăm dò, nhưng UE có thể cần biết các tài nguyên CSI-RS 2 cổng thứ hai đối với sự thích ứng tốc độ. Trong trường hợp sau, UE với hai tài nguyên CSI-RS 2 cổng có thể giả thiết các tín hiệu và tiền mã hóa đồng nhất được sử dụng qua hai tài nguyên CSI-RS 2 cổng (nếu được báo hiệu hoặc được định rõ). Tuy nhiên, P-RS trên cùng khung con của eNB có thể có các lớp khả dụng lớn nhất khác nhau các RB (hoặc bó RB, v.v.) khác nhau, miễn là P-RS trên cùng RB qua các eNB lân cận xếp chồng hoàn toàn các tài nguyên P-RS.

Bên cạnh UE báo cáo các trị số điều chỉnh CQI hoặc MCS được khuyến nghị, UE có thể cũng được tạo cấu hình để báo cáo hạng truyền được khuyến

ngiht. Điển hình là, hạng được lập lịch trước sự truyền của P-TX và duy trì cùng trong khoảng thời gian P-TX và A-TX. Sau sự xử lý của P-TX, UE có thể tìm thấy các trạng thái kênh có lợi hoặc không có lợi dùng cho A-TX sắp tới nếu cùng hạng được duy trì, nhưng UE có thể cũng báo cáo tới mạng hạng có lợi của nó. Hạng được báo cáo có thể cao hoặc thấp hơn hạng được lập lịch ban đầu. Định dạng báo cáo hạng có thể là hạng tuyệt đối với chỉ số hoặc độ dịch từ hạng được lập lịch. Ví dụ, UE có thể được lập lịch cho sự truyền hạng 2 và mỗi khi thu nhận chất lượng kênh từ P-TX, UE có thể báo cáo tới mạng mà đề nghị rằng UE ưu tiên sự truyền hạng 1 trong lớp thứ hai. Mạng có thể hoặc có thể không tuân theo hạng được đề nghị của UE đối với sự truyền của A-TX. Nếu mạng không tuân theo sự đề nghị của UE và thay đổi hạng, một số sự phối hợp có thể cần thiết giữa các eNB truyền.

Đối với tín hiệu thăm dò, UE có ước tính tốt hơn nhiều trên nhiều thực tế được nhận thấy trong dữ liệu truyền. Do đó, UE có thể nhắm đến tỷ lệ lỗi khối nhỏ hơn báo cáo CSI thông thường, mà có thể nhắm đến kênh tiêu chuẩn và các trạng thái nhiễu, ví dụ, 2% so với 10%. Trong việc kiểm tra của độ chính xác báo cáo UE, phương pháp và ma trận kiểm tra kế thừa có thể được tái sử dụng.

Sự thích ứng liên kết dựa trên thăm dò có thể được áp dụng cho nhiều kịch bản. Ví dụ, sự thích ứng này có thể được sử dụng cho các hệ thống LTE hiện thời, với sự phối hợp trước của các tài nguyên và bó thăm dò, với báo hiệu P-TX, và với các hoạt động bổ sung đảm bảo rằng A-TX và P-TX là nhất quán. Để giúp giải quyết vấn đề có ít tài nguyên dùng cho ước tính nhiễu P-RS, bó RB của số lượng đủ các RB có thể được sử dụng, mà có hàm ý rằng thăm dò có thể có hiệu quả đặc biệt trong hệ thống băng rộng (ví dụ, hàng trăm RB trong một sóng mang, mà có thể là trường hợp đối với băng tần C, các băng tần sóng mm, v.v.). Bó RB lớn cũng hàm ý rằng có ít UE có thể được dồn kênh trong khung con, nhưng sự hạn chế này có thể không phải là vấn đề đối với hệ thống băng rộng, đặc biệt là đối với các hệ thống sóng mm, mà có thể chỉ có một vài UE được dồn kênh. Hệ thống với TTI ngắn hơn cũng thích hợp hơn cho việc thăm dò như trễ gây ra bằng cách thăm dò có thể được giảm. Thăm dò có thể cũng được sử dụng hiệu quả đối với các sự truyền đường trực không dây đối với các

lý do tương tự. Hơn nữa, thăm dò có thể giúp đánh giá các sự truyền MU-MIMO, do các UE được ghép cặp có thể ước tính CQI, SINR, và/hoặc MCS của chúng một cách chính xác hơn sau khi ghép cặp. Đối với mục đích này, eNB có thể ghép cặp các UE trên các tài nguyên P-RS chung trên P-TX, với tiền mã hóa tới các UE và với mức MCS tạm thời đối với các UE. Sau đó các UE có thể được báo hiệu với các chuỗi được liên kết, các lớp, và/hoặc các cổng của chúng và thông tin lớp được ghép cặp (trong trường hợp của MU-MIMO không có tính trong suốt) và có thể thu được các kết quả thăm dò của chúng. Sau đó eNB có thể truyền trong A-TX tới các UE được ghép cặp với mức MCS được cập nhật dựa vào thăm dò. Trong thăm dò MU-MIMO, các UE được ghép cặp trong P-TX và A-TX có thể nhất quán. Tương tự, thăm dò có thể hữu ích đối với CoMP, và các tín hiệu P-RS và tiền mã hóa của chúng có thể là từ các ô (ảo) khác nhau.

Cấu hình thăm dò và cấu hình báo hiệu từ eNB tới UE có thể bao gồm nhiều mục. Cấu hình quá trình đo có thể bao gồm, ví dụ, số lượng của quá trình thông thường và/hoặc thăm dò và các ID của chúng, các cổng anten cho quá trình thông thường và/hoặc thăm dò, và/hoặc các lớp dùng cho quá trình thông thường và/hoặc thăm dò. Cấu hình tài nguyên thăm dò có thể bao gồm, ví dụ, tính chu kỳ P-RS (mà có thể không hiện có đối với thăm dò không theo chu kỳ), độ dịch khung con P-RS (mà có thể không hiện có đối với thăm dò không theo chu kỳ), các vị trí P-RS RE, các cấu hình CSI-RS, các cổng anten dùng cho quá trình thăm dò, và/hoặc các lớp dùng cho quá trình thăm dò. Cấu hình tín hiệu thăm dò có thể bao gồm, ví dụ, các trình tự dùng cho các ô phục vụ, các trình tự dùng các ô giao thoa, các lớp và/hoặc cổng của các tín hiệu ô phục vụ và các tín hiệu ô giao thoa, và/hoặc các mức MCS cho các lớp và/hoặc cổng của các tín hiệu ô phục vụ và các tín hiệu ô giao thoa. Cấu hình kích hoạt bộ thăm dò có thể được dựa vào, ví dụ, báo hiệu lập lịch trước, thông tin DCI được liên kết, ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI), các loại cấp phát tài nguyên, và/hoặc độ chi tiết cấp phát tài nguyên. Cấu hình đo thăm dò có thể bao gồm, ví dụ, các hạn chế đo tín hiệu và đo nhiễu về thời gian, tần số, các cổng anten, và/hoặc các lớp, bao gồm bố nếu có. Cấu hình báo cáo có thể bao gồm, ví dụ, báo cáo theo chu kỳ thông qua PUCCH, báo cáo không theo chu kỳ thông qua

PUSCH với các tài nguyên thời gian/tần số được liên kết, và/hoặc báo cáo của một hoặc nhiều hơn một trong số MCS, CQI, SINR, RI được khuyến nghị, tỷ lệ lỗi bit (BER), tỷ lệ lỗi khối (BLER), tỷ lệ lỗi khung (FER), tỷ lệ lôgarit hợp lệ (LLR), ACK/NACK, delta MCS, delta CQI, delta SINR, delta hạng, v.v., cho mỗi đơn vị tần số và/hoặc cho tất cả các tài nguyên được định rõ, cho mỗi lớp. Cấu hình của sự liên kết khả dụng của P-TX và A-TX có thể bao gồm, ví dụ, độ dịch khung con giữa P-TX và A-TX, P-TX và A-TX trên cùng CC hoặc trên các CC khác nhau (đối với sự chuyển đổi sóng mang), mối tương quan cấp phát tài nguyên giữa P-TX và A-TX, và/hoặc mối tương quan gần như đồng vị trí giữa các cổng anten của P-TX và A-TX.

Thăm dò có thể giúp đơn giản hóa đáng kể sự truyền lại và các chức năng yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ), do sự truyền sẽ thường diễn ra một cách thành công. Ví dụ, DCI có thể được thay đổi sao cho chỉ báo dữ liệu mới là bởi "dữ liệu mới" mặc định hoặc thậm chí được loại bỏ, và chỉ báo dữ liệu mới có thể được chỉ báo chỉ trong sự kiện hiếm hoi rằng sự truyền lại là cần thiết. ID quá trình HARQ có thể được xử lý tương tự. Sự quản lý bộ đệm mềm UE có thể cũng được đơn giản hóa để giải quyết về bản chất việc không có sự truyền lại. Sự định thời HARQ phức tạp có thể không cần phải duy trì, đặc biệt là đối với các hệ thống TDD.

3GPP gần đây hoàn thành nghiên cứu mà liên quan MIMO tạo chùm/đu chiều nâng cao (EBF/FD-MIMO). Nghiên cứu được đề xuất để sử dụng chiều nâng cao để nâng cao chất lượng dịch vụ đối với các người dùng trong mạng chia ô trong các kịch bản triển khai trong đô thị và/hoặc mật độ cao. Một trong số các đặc tính được đề xuất trong nghiên cứu là CSI-RS được tạo chùm. Các lợi ích của việc sử dụng các tín hiệu tham chiếu được tạo chùm bao gồm sự hỗ trợ tốt hơn của EBF/FD-MIMO với nhiều cổng anten hơn và chất lượng ước tính tín hiệu được nâng cao nhờ các hiệu quả tạo chùm.

Fig.14 minh họa phương án về thủ tục 1400 để các tín hiệu tham chiếu tạo chùm. Tại sự kiện 1402, UE1 và eNB1 thiết lập sự kết nối điều khiển tài nguyên radio (RRC), và tại sự kiện 1404, UE2 và eNB2 thiết lập sự kết nối RRC. Tại sự kiện 1406, eNB1 và eNB2 cùng nhau quyết định các cấu hình tín hiệu tham

chiếu tạo chùm chung cho cả các eNB, chẳng hạn như tính chu kỳ và các RE nào thể hiện các khung con nào. Các số được khoanh tròn trên Fig.14 chỉ báo các bước mà sẽ được mô tả chi tiết hơn trên Fig.15. Tại sự kiện 1408, eNB1 tạo cấu hình các tín hiệu tham chiếu tạo chùm cho UE1, và tại sự kiện 1410, eNB2 tạo cấu hình các tín hiệu tham chiếu tạo chùm cho UE2. Tại sự kiện 1412, eNB1 tạo cấu hình báo cáo đo tạo chùm tín hiệu tham chiếu cho UE1, và tại sự kiện 1414, eNB2 tạo cấu hình báo cáo đo tạo chùm tín hiệu tham chiếu cho UE2. Tại sự kiện 1416, eNB1 quyết định các tài nguyên thăm dò và vectơ tiền mã hóa (v_1) trên tín hiệu tham chiếu tạo chùm, và tại sự kiện 1418, eNB2 quyết định các tài nguyên thăm dò và vectơ tiền mã hóa (v_2) trên tín hiệu tham chiếu tạo chùm. Tại sự kiện 1420, eNB1 truyền tín hiệu tham chiếu tạo chùm trên các tài nguyên thăm dò được quyết định và truyền báo hiệu lập lịch trước tới UE1, và tại sự kiện 1422, eNB2 truyền tín hiệu tham chiếu tạo chùm trên các tài nguyên thăm dò được quyết định và truyền báo hiệu lập lịch trước tới UE2. Các sự kiện 1420 và 1422 có thể xảy ra tại cùng thời điểm. Tại sự kiện 1424, UE1 thực hiện các việc đo lường CSI trên các tài nguyên được báo hiệu, và tại sự kiện 1426, UE2 thực hiện các việc đo lường CSI trên các tài nguyên được báo hiệu. Tại sự kiện 1428, UE1 các báo cáo sự điều chỉnh MCS tới eNB1, và tại sự kiện 1430, UE2 các báo cáo sự điều chỉnh MCS tới eNB2. Tại sự kiện 1432, eNB1 truyền DCI lập lịch và PDSCH tạo chùm với vectơ tiền mã hóa v_1 và MCS được điều chỉnh tới UE1, và tại sự kiện 1434, eNB2 truyền DCI lập lịch và PDSCH tạo chùm với vectơ tiền mã hóa v_2 và MCS được điều chỉnh tới UE2. Các sự kiện 1432 và 1434 có thể xảy ra tại cùng thời điểm.

Fig.15 thể hiện các chi tiết liên quan đến phương án về thủ tục 1400 để các tín hiệu tham chiếu tạo chùm mà được minh họa trên Fig.14. Khối 1502 tạo ra các chi tiết liên quan đến sự kiện 1406 trên Fig.14, ở đó eNB1 và eNB2 cùng quyết định các cấu hình tín hiệu tham chiếu tạo chùm chung cho cả các eNB. Tại sự kiện đó, eNB1 gửi eNB2 yêu cầu tạo cấu hình tín hiệu tham chiếu tạo chùm mà có thể bao gồm tính chu kỳ, chẳng hạn như 5 ms, độ dịch khung con liên quan đến, ví dụ, khung con PSS hoặc khung con 0, và các tài nguyên RE. eNB2 sau đó chấp nhận yêu cầu, từ chối yêu cầu, hoặc yêu cầu cấu hình khác. Khối

1504 tạo ra các chi tiết liên quan đến sự kiện 1410 trên Fig.14, ở đó eNB2 tạo cấu hình các tín hiệu tham chiếu tạo chùm cho UE2. Cấu hình có thể bao gồm tính chu kỳ, độ dịch khung con, các tài nguyên RE, ID ô ID/ID ô ảo (PCID/VCID) vật lý được liên kết, độ dịch công suất, tín hiệu tham chiếu MCS, và thông tin thích ứng tốc độ. Khối 1506 tạo ra các chi tiết liên quan đến sự kiện 1414 trên Fig.14, ở đó eNB2 tạo cấu hình báo cáo đo tín hiệu tham chiếu tạo chùm. Báo cáo có thể là báo cáo theo chu kỳ, báo cáo không theo chu kỳ dựa vào bộ kích hoạt thăm dò, báo cáo băng tần con, và/hoặc báo cáo băng tần rộng. Cấu hình có thể định rõ nội dung báo cáo, chẳng hạn như sự điều chỉnh CSI, MCS, MCS, và/hoặc RI. Cấu hình có thể cũng định rõ các thủ tục kiểm soát xung đột. Khối 1508 tạo ra các chi tiết liên quan đến sự kiện 1430 trên Fig.14, ở đó UE2 các báo cáo sự điều chỉnh MCS tới eNB2. Tại sự kiện đó, UE2 có thể chỉ báo mức MCS hoặc CQI (mà không có PMI và có hoặc không có RI) hoặc sự điều chỉnh MCS liên quan đến thăm dò MCS, chẳng hạn như MCS cố định hoặc MCS được chỉ báo trong bộ kích hoạt thăm dò. Khối 1510 tạo ra các chi tiết liên quan đến sự kiện 1434 trên Fig.14, ở đó eNB2 truyền DCI lập lịch và PDSCH tạo chùm với vector tiền mã hóa v_2 và MCS được điều chỉnh tới UE2. Tại sự kiện đó, eNB2 truyền DCI để lập lịch PDSCH bởi PDCCH hoặc bởi EPDCCH. eNB2 có thể tạo chùm các EPDCCH DMRS và EPDCCH RE với vector tiền mã hóa v_2 . Mức kết hợp CCE có thể được xác định bởi CQI/MCS được thăm dò. eNB2 sau đó truyền PDSCH và DMRS của nó với vector tiền mã hóa v_2 . Mức MCS của PDSCH được xác định bởi CQI/MCS được thăm dò. Các PDSCH/EPDSCH RB tương ứng với các RB thăm dò mà trên đó MCS được thăm dò (tức là, báo cáo đo tín hiệu tham chiếu tạo chùm) được dựa vào. Ví dụ, nếu trong thăm dò, các tín hiệu tham chiếu tạo chùm được truyền trên các RB 5 và 8, và UE2 được thực hiện các việc đo lường và được báo cáo CQI/MCS dựa vào các RB 5 và 8, sau đó eNB2 sẽ thực hiện lập lịch PDSCH trên các RB 5 và 8 cho UE2.

Xử lý CSI có thể được tạo cấu hình với báo cáo CSI loại A, báo cáo CSI loại B, hoặc cả hai. Trong loại A, UE báo cáo CSI theo bảng mã $W=W_1W_2$ dựa vào $\{[8],12,16\}$ công CSI-RS; điều này về cơ bản là trạng thái kế thừa. Trong

loại B, UE có thể báo cáo CSI L-cổng, dựa vào, ví dụ, chỉ báo cho sự lựa chọn chùm và CQI/PMI/RI L-cổng cho chùm được chọn, ở đó tổng số lượng cổng được tạo cấu hình qua tất cả các tài nguyên CSI-RS trong xử lý CSI lớn hơn L. Một cách tùy chọn, UE có thể báo cáo bộ tiền mã hóa L-cổng từ bảng mã phản ánh cả sự lựa chọn chùm và đồng pha qua hai sự phân cực một cách đồng thời, ở đó tổng số lượng cổng được tạo cấu hình trong xử lý CSI là L. Một cách tùy chọn, UE có thể báo cáo bảng mã phản ánh sự lựa chọn chùm và CSI L-cổng cho chùm được chọn, ở đó tổng số lượng cổng được tạo cấu hình qua tất cả các tài nguyên CSI-RS trong xử lý CSI lớn hơn L. Một cách tùy chọn, UE có thể báo cáo L-cổng CQI/PMI/RI, ở đó tổng số lượng cổng được tạo cấu hình trong xử lý CSI là L.

Sự lựa chọn chùm bởi UE cấu thành hoặc sự lựa chọn của tập hợp con của các cổng anten trong một tài nguyên CSI-RS hoặc sự lựa chọn của tài nguyên CSI-RS từ tập hợp của các tài nguyên. Khi chùm được chọn và chỉ số được kết hợp với chùm được gửi bởi UE, điều này có thể được gọi là báo cáo chỉ số chùm (BI). Tuy nhiên, do chùm tương ứng thực tế với tài nguyên CSI-RS (hoặc cấu hình tài nguyên) cụ thể, những gì được thấy và được chọn bởi UE chỉ là tài nguyên CSI-RS (hoặc cấu hình tài nguyên) được kết hợp với chùm. Đối với lý do này, BI có thể cũng được gọi là chỉ báo tài nguyên CSI (CRI) hoặc tương tự.

Các giới hạn đo đối với các việc đo lường tín hiệu/kênh và các việc đo lường nhiễu (IM) và các phương pháp dùng để thực hiện các việc đo lường nhiễu trong FD-MIMO sẽ được mô tả sau đây.

Sử dụng việc đo lường nhiễu như một ví dụ, CSI-IM RE khác nhau (về thời gian và/hoặc tần số, hoặc các RE được sử dụng cho các việc đo lường nhiễu) có thể trải qua các trọng số tiền mã hóa khác nhau. Điều này đặc biệt là các trọng số tiền mã hóa có thể được dành riêng cho UE và thay đổi về thời gian/tần số. Việc đo lường nhiễu dựa vào sự nội suy trong miền thời gian và/hoặc miền tần số và/hoặc giá trị trung bình tương ứng với các trọng số tiền mã hóa khác nhau có thể không có ý nghĩa vật lý rõ ràng nào. Vấn đề tương tự tồn tại trong việc đo lường tín hiệu/kênh. eNB có thể thay đổi việc tạo chùm của nó trong miền thời gian/miền tần số, đối với các UE khác nhau, đối với sự hỗ trợ tính di

động UE, đối với sự thích ứng của các vùng thẳng đứng (mà có thể là sự tạo chùm đặc biệt của các vùng ảo, được tạo ra bởi các cách khác nhau trong số việc tương tự hóa/số hóa/tạo chùm lai/lái mảng anten 2D eNB), v.v.. Do đó, giới hạn đo (MR) có thể cần được áp dụng trong miền thời gian và/hoặc miền tần số (một cách độc lập hoặc một cách phụ thuộc), và đối với các việc đo lường tín hiệu/kênh và các việc đo lường nhiễu (một cách độc lập hoặc một cách phụ thuộc).

Đối với xử lý CSI, nếu MR trên việc đo lường kênh là Bật, sau đó kênh được sử dụng cho tính toán CSI có thể được ước tính từ X khung con NZP CSI-RS và bao gồm tài nguyên tham chiếu CSI. Việc đo lường kênh được thu nhận từ NZP CSI-RS. MR có thể được dựa vào báo hiệu kích hoạt L1 và/hoặc báo hiệu lớp cao hơn dùng cho yêu cầu CSI động. Đối với xử lý CSI được xem xét với CSI-IM, nếu MR trên việc đo lường nhiễu là Bật, sau đó Nhiễu được sử dụng cho tính toán CSI có thể được ước tính từ Y khung con CSI-IM và bao gồm tài nguyên tham chiếu CSI. Việc đo lường nhiễu được thu nhận từ CSI-IM. MR có thể được dựa vào báo hiệu kích hoạt L1 và/hoặc báo hiệu lớp cao hơn dùng cho yêu cầu CSI động. Nếu xử lý CSI có thể được tạo cấu hình không có CSI-IM, đối với xử lý CSI được xem xét không có CSI-IM, nếu MR trên việc đo lường nhiễu là Bật, sau đó nhiễu được sử dụng cho tính toán CSI có thể được ước tính từ V khung con và bao gồm tài nguyên tham chiếu CSI.

Trong cách lựa chọn khác thứ nhất (Alt1), MR cố định được bật hoặc tắt thông qua cấu hình lớp cao hơn, và mỗi X và Y được cố định với một trị số.

Trong cách lựa chọn khác thứ hai (Alt2), cấu hình MR được bật hoặc tắt thông qua cấu hình lớp cao hơn, và $X = \{\text{OFF}, 1, \dots, N_X\}$ là lớp cao hơn cấu hình được và $Y = \{\text{OFF}, 1, \dots, N_Y\}$ là lớp cao hơn cấu hình được.

Trong cách lựa chọn khác thứ ba (Alt3), việc đo lường CSI được thiết đặt lại theo chu kỳ, ở đó khoảng thời gian thiết đặt lại và độ dịch khung con là lớp cao hơn được tạo cấu hình. X được chọn bởi UE giữa 1 và Z_X ở đó Z_X là số lượng các khung con CSI-RS giữa sự thiết đặt lại việc đo lường mới nhất và tài nguyên tham chiếu CSI. Y được chọn bởi UE giữa 1 và Z_Y ở đó Z_Y là số lượng

các khung con CSI-IM giữa sự thiết đặt lại việc đo lường mới nhất và tài nguyên tham chiếu CSI.

Trong phần mô tả nêu trên, X là số lượng các khung con CSI-RS được sử dụng cho UE để thực hiện việc lấy trung bình/lọc việc đo lường tín hiệu/kênh, và Y là số lượng các khung con được sử dụng cho UE để thực hiện việc lấy trung bình/lọc việc đo lường nhiễu. Nếu các CSI-RS RE được sử dụng cho IM, các khung con là các khung con CSI-RS. Nếu các tài nguyên CSI-IM được sử dụng cho IM, các khung con là các khung con tài nguyên CSI-IM. Nếu các CRS RE được sử dụng cho IM, các khung con là các khung con mang CRS.

Xử lý CSI được kết hợp với K tài nguyên/cấu hình CSI-RS (được định nghĩa trong 3GPP TS 36.211), với N_k cổng cho tài nguyên CSI-RS thứ k (K có thể ≥ 1). Đối với loại A và loại B và tất cả các trị số của K , MR là cấu hình được một cách độc lập cho mỗi tập hợp khung con, khi giới hạn đo kế thừa với hai tập hợp khung con cũng được tạo cấu hình trong xử lý CSI. Một thông số RRC dùng cho việc đo lường kênh (chỉ đối với loại B) và một thông số RRC dùng cho việc đo lường nhiễu (đối với loại A và B) được tạo ra để cho phép hoặc bất hoạt MR. MR có thể áp dụng cho cả báo cáo CSI theo chu kỳ và không theo chu kỳ hoặc chỉ cho báo cáo không theo chu kỳ (tức là, với MR không bao giờ được cho phép đối với báo cáo theo chu kỳ). Đối với loại A và loại B với $K=1$, Alt1 (với $X=Y=1$) được hỗ trợ. Đối với loại B với $K>1$, Alt1 (với $X=Y=1$) hoặc Alt3 có thể được thực hiện, và được hiểu rằng các thông số RRC hiện có (ví dụ, khoảng thời gian thiết đặt lại bằng với khoảng thời gian BI và độ dịch được cố định) có thể được tái sử dụng cho Alt3, và sự xem xét của sự thiết đặt lại không theo chu kỳ cũng không được loại trừ.

Alt3, ở đó việc đo lường CSI là thiết đặt lại theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ, hiện được mô tả chi tiết. Fig.16 minh họa ví dụ 1600 của Alt3 xét về UE. Chỉ tín hiệu đo được thể hiện trong hình vẽ, nhưng việc đo lường nhiễu có thể được thực hiện tương tự. Để đơn giản hóa, hầu hết phần mô tả giả thiết sự thiết đặt lại việc đo lường được thực hiện theo chu kỳ và theo khoảng thời gian và báo cáo BI. Tuy nhiên, các thủ tục có thể được khái quát hóa dễ dàng cho các

trường hợp với thiết đặt lại không theo chu kỳ và/hoặc theo một số báo hiệu kích hoạt (mà có thể độc lập đối với việc đo lường tín hiệu/kênh và đo nhiễu).

Khoảng thời gian BI 1602 bắt đầu trên khung con 1604 ở đó UE báo cáo BI1 và kết thúc trên khung con 1606 ở đó UE báo cáo BI2. UE có thể thu thông tin chu kỳ BI (hoặc khoảng thời gian, cùng với độ dịch khung con) được chỉ báo tại các khung con 1604 và 1606 ở đó UE báo cáo BI. UE giả thiết khoảng thời gian thiết đặt lại việc đo lường CSI bằng với khoảng thời gian BI 1602, với khả năng là độ dịch 1608 liên quan đến khung con báo cáo BI 1604. Độ dịch 1608 có thể được định rõ. Khoảng thời gian thiết đặt lại 1610 có thể bằng với khoảng thời gian BI 1602. BI mới (tức là, BI1) bắt đầu được áp dụng trong sự truyền/sự thu DL trên khung con 1612 sau báo cáo BI1, và UE thiết đặt lại quá trình đo CSI của nó trên khung con 1612 này. UE chọn trị số X 1614 giữa 1 và Zx 1616, ở đó Zx 1616 là số lượng các khung con CSI-RS giữa sự thiết đặt lại việc đo lường khung con 1612 và tài nguyên tham chiếu 1618. Hai ví dụ báo cáo CSI 1620 và 1622 được thể hiện. Đối với ví dụ thứ nhất 1620, Zx 1616 là nhỏ hơn, trong đó Zx 1616 là lớn hơn đối với ví dụ thứ hai 1622. Trị số X 1614 giống nhau hoặc trị số X 1614 khác nhau có thể được chọn bởi UE. BI2 có thể được áp dụng trong sự truyền/sự thu DL trên khung con 1624 sau báo cáo BI2.

Các lợi ích của Alt3 bao gồm độ chính xác đo cao hơn, do nhiều giá trị trung bình được áp dụng cho quá trình đo của cùng đặc tính. Ví dụ, trong mạng với việc tạo chùm không thay đổi theo thời gian (ngược lại với việc tạo chùm thay đổi theo thời gian) trong mỗi khoảng thời gian BI, UE có thể thực hiện việc lấy trung bình qua các khung con trong mỗi khoảng thời gian BI, và điều này có thể dẫn đến độ chính xác đo cao hơn.

Trị số của X không cần phải được định rõ trong các tiêu chuẩn. Từ sự phát triển của UE, UE chỉ cần biết khi thiết đặt lại sẽ được thực hiện và ở đó các tài nguyên tham chiếu được định vị. Dựa vào các trị số này, UE biết Zx, và UE có thể chọn linh hoạt X tương ứng và độc lập. Trị số X có thể là giống hoặc khác nhau đối với Zx khác nhau, và có thể là giống hoặc khác nhau đối với các khoảng thời gian thiết đặt lại khác nhau, v.v.. Ngoài ra, trạng thái lọc UE có thể giống với trạng thái lọc kế thừa (mà không có giới hạn đo) ngoại trừ đối với sự

thiết đặt lại việc đo lường thỉnh thoảng xảy ra. Do đó, cách trong đó việc lọc được thực hiện là vấn đề thực hiện UE. Nghĩa là, không đề cập rằng X là cần thiết trong các tiêu chuẩn, và nó đủ để nắm bắt trong các tiêu chuẩn rằng UE sẽ thiết đặt lại quá trình đo theo sự định thời thiết đặt lại. Điều này cũng giúp tối thiểu hóa sự tác động tiêu chuẩn.

UE có thể hỗ trợ ít nhất ba loại trạng thái.

Trạng thái thứ nhất liên quan Alt1 (với $X=Y=1$), trong đó việc đo lường bị hạn chế dựa vào chỉ một khung con. Cách lựa chọn khác này phù hợp với các trường hợp có sự tạo chùm động hoặc các trường hợp ở đó UE có thể không có đủ sự nhận biết về việc làm thế nào hoặc khi nào sự tạo chùm eNB phục vụ hoặc giao thoa thay đổi. Cách lựa chọn khác này tạo ra độ linh hoạt cao nhất cho mạng để thích ứng sự tạo chùm trong khi không làm tăng đáng kể phí tổn báo hiệu.

Trạng thái thứ hai liên quan Alt3 (sự thiết đặt lại việc đo lường), trong đó quá trình đo được thiết đặt lại theo sự chỉ báo mạng hoặc sự kích hoạt, chẳng hạn bởi báo cáo BI. Cách lựa chọn khác này phù hợp với các trường hợp với sự tạo chùm bán tĩnh hoặc các trường hợp ở đó UE có đủ sự nhận biết về các khung con mà trên đó sự tạo chùm duy trì không đổi hoặc các trường hợp ở đó việc đo lường dài hạn là hữu ích (ví dụ, trong việc đo lường nhiều dùng cho một số báo cáo BI). Cách lựa chọn khác này có thể tạo ra độ chính xác đo cao hơn Alt1.

Trong trạng thái thứ ba, không có giới hạn đo, tức là, trạng thái việc đo lường kế thừa. Điều này đã được hỗ trợ và được sử dụng cho các việc đo lường kế thừa, chẳng hạn như CSI dựa vào CSI-RS không được tiền mã hóa.

Do đó, có thể được ưu tiên đối với Alt1, tức là, một khung con giới hạn đo (tức là, với $X=Y=1$), cần được hỗ trợ. Alt3 có thể cũng được xem xét để cung cấp nhiều tùy chọn hơn tới các hoạt động mạng/UE để thực hiện sự cân bằng khác nhau giữa độ linh hoạt (độ linh hoạt để thay đổi tạo chùm) và độ chính xác việc đo lường.

Để kết luận, UE có thể hỗ trợ Alt1 (với $X=Y=1$) và Alt3 (sự thiết đặt lại việc đo lường) đối với loại B với $K>1$. Đối với Alt3 (sự thiết đặt lại việc đo

lượng), chỉ thiết đặt lại sự kiện và có thể cần được định rõ ngay lập tức, ví dụ, báo cáo BI, và các thông số khác có thể được bỏ qua đối với sự thực hiện UE.

Thiết đặt lại có thể được kết hợp với báo cáo BI, với khả năng là độ dịch. Báo cáo BI có thể là theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ. Trong trường hợp không theo chu kỳ, báo cáo BI có thể được kích hoạt bằng cách báo hiệu trong lớp PHY. Báo hiệu có thể được sử dụng chỉ cho sự kích hoạt báo cáo BI, hoặc BI+RI (do cả hai là các việc đo lường dài hạn), hoặc BI+RI+CQI (có thể không có PMI được kết hợp với xử lý CSI), hoặc BI+RI+CQI+PMI. Bộ kích hoạt có thể định rõ số lượng việc đo lường nào sẽ được báo cáo và số lượng việc đo lường nào tương ứng với BI (BI cũ hoặc BI mới) và/hoặc RI nào. Một cách tùy chọn, bộ kích hoạt có thể chỉ định rõ các quá trình CSI nào sẽ được báo cáo, và số lượng báo cáo được liên kết có thể được tạo cấu hình thông qua RRC hoặc được xác định trong các tiêu chuẩn. Một cách tùy chọn, báo hiệu kích hoạt có thể không phải là báo hiệu mới, và bộ kích hoạt không theo chu kỳ hiện có dùng cho RI có thể được tái sử dụng thay vào đó nếu báo cáo loại B được tạo cấu hình. Một cách tùy chọn, thiết đặt lại có thể được kết hợp với báo cáo RI, báo cáo BI và RI, sự kích hoạt báo hiệu mới không liên quan tới báo cáo BI nhưng được sử dụng cho mục đích thiết đặt lại tín hiệu/nhiều, hoặc sự kết hợp của các tùy chọn này. Mạng có thể tạo cấu hình và hỗ trợ các hoạt động này.

Sự thiết đặt lại đối với tín hiệu đo và đo nhiều có thể được kích hoạt bởi cùng sự kiện hoặc báo hiệu, chẳng hạn như báo cáo BI. Trong trường hợp này, các eNB có thể phối hợp sự thích ứng tạo chùm của chúng trên CSI-RS và/hoặc dữ liệu (hoặc sự thích ứng khác chẳng hạn như bật/tắt) sao cho các eNB thích ứng tại cùng thời điểm. Nếu sự kích hoạt này được xem như sự giới hạn, bộ kích hoạt được thiết đặt lại riêng rẽ có thể được sử dụng cho tín hiệu đo và IM. Ví dụ, UE có thể nằm trong vùng với vùng giao thoa mà thay đổi tiền mã hóa của nó mỗi 80 khung con, và vùng phục vụ của UE có thể thay đổi tiền mã hóa của nó mỗi 240 khung con. Trong trường hợp đó, tín hiệu đo có thể thiết đặt lại mỗi 240 ms, nhưng IM có thể cần thiết đặt lại mỗi 80 ms. Nói cách khác, có khả năng là bất cứ khi nào bộ giao thoa ưu thế thích ứng các sự truyền của nó và gây

ra trạng thái nhiễu khác nhau, báo hiệu có thể được gửi từ vùng phục vụ tới UE đối với sự thiết đặt lại IM.

Giữa báo cáo BI và ứng dụng BI (tức là, vào lúc thiết đặt lại việc đo lường UE), có thể có độ dịch được đo làm số lượng của các khung con. Độ dịch này có khả năng cao là bốn khung con, do eNB có thể cần khoảng bốn khung con để xử lý và chuẩn bị chuyển đổi và cũng xem xét sự khác biệt định thời giữa UL và DL. Một cách tùy chọn, độ dịch có thể được báo hiệu tới UE, chẳng hạn như trong báo hiệu RRC đối với cấu hình MR, hoặc trong bộ kích hoạt L1.

Nếu CSI hoặc một phần của CSI được kích hoạt để được báo cáo tới BI, đặc biệt là trong các trường hợp $K > 1$, có thể không có đủ thời gian cho UE để tạo ra các kết quả đo CSI được kết hợp với BI mới. Một kỹ thuật mà có thể được tuân theo để giải quyết vấn đề này là cho phép thời gian chờ dài hơn đối với báo cáo BI sau khi kích hoạt. Nghĩa là, UE có thể đợi đến sau khi thiết đặt lại (tức là, thời điểm báo cáo BI + độ dịch được thiết đặt lại) và sau đó báo cáo CSI được kết hợp với BI mới. Kỹ thuật khác mà có thể được tuân theo để giải quyết vấn đề này là dùng cho UE để báo cáo CSI được kết hợp với BI cũ thay vì BI mới. Nghĩa là, trước khi thiết đặt lại, UE có thể vẫn dựa trên tính toán và báo cáo CSI của nó trên BI cũ. Đối với báo cáo theo chu kỳ của BI, vấn đề này có thể là ít quan trọng, do đó UE có thể có khả năng báo cáo CSI được kết hợp với BI mới. Tuy nhiên, để giảm độ phức tạp UE, có thể vẫn được mong muốn báo cáo CSI được kết hợp với BI cũ đến khi thiết đặt lại.

Việc đo lường nhiễu sẽ được xem xét sau đây. Sự tiếp cận việc đo lường nhiễu bao gồm các việc đo lường nhiễu với các tài nguyên CSI-IM (cũng đã biết là IMR) và các việc đo lường nhiễu không có các tài nguyên CSI-IM.

Đối với các việc đo lường nhiễu với CSI-IM được tạo cấu hình, có thể có một hoặc nhiều hơn một quá trình CSI (ví dụ, CoMP) dùng cho UE, và mỗi xử lý CSI có thể được tạo cấu hình với CSI-RS và CSI-IM. Chế độ truyền được liên kết có thể là TM10 hoặc sự cải tiến của nó. Xử lý CSI có thể được kết hợp với một hoặc nhiều hơn một CSI-RS và một hoặc nhiều hơn một CSI-IM. Để đơn giản hóa, sự bàn luận chỉ hướng về một CSI-RS/CSI-IM trên mỗi xử lý CSI, nhưng khó khăn trong việc khái quát hóa các trường hợp với nhiều CSI-RS/CSI-

IM trên mỗi xử lý CSI. Có hai các trường hợp khi CSI-IM được tạo cấu hình, phụ thuộc việc xem CSI-IM có được bao gồm bởi các tài nguyên ZP CSI-RS của các eNB và/hoặc các vùng ảo liên kề hay không.

Fig.17 minh họa ví dụ về các tài nguyên 1700 dùng cho các việc đo lường CSI trong trường hợp ở đó CSI-IM không được bao gồm bởi các tài nguyên ZP CSI-RS của các eNB liên kề. Đối với trường hợp này, các eNB liên kề không tạo cấu hình ZP CSI-RS trên các tài nguyên thời gian/tần số tương ứng với CSI-IM của UE, và không có sự phối hợp eNB trên các CSI-IM RE được yêu cầu.

Nhiều được hiểu trên CSI-IM bởi UE có thể thường giống như nhiều được hiểu trên các phi-CSI-IM RE. Nhiều phản ánh chỉ nhiều hiện tại đang được trải qua bởi UE và không nhất thiết phải phản ánh nhiều sắp tới mà UE sẽ trải qua, đặc biệt là nếu các ô giao thoa (hoặc các vùng ảo) được thay đổi sự tạo chùm của chúng và việc đo lường nhiều được sử dụng cho sự thích ứng liên kết trong các khung con sau.

Trên Fig.17, có 16 CSI-RS RE trên mỗi eNB, nghĩa là, 4 RE dùng cho tín hiệu, 8 RE dùng để làm cam báo hiệu eNB liên kề, và 4 RE dùng cho CSI-IM. Trong trường hợp của các vùng ảo (tức là, mỗi 'eNB' thực tế là vùng ảo, và các vùng ảo được điều khiển thực tế bởi cùng eNB), UE có thể được tạo cấu hình với tất cả CSI-RS/CSI-IM và có thể thực hiện sự thích ứng tốc độ quanh chúng, mà tổng số là 24 RE.

Fig.18 minh họa ví dụ về các tài nguyên 1800 dùng cho các việc đo lường CSI trong trường hợp ở đó CSI-IM được bao gồm bởi các tài nguyên ZP CSI-RS của các eNB liên kề. Cụ thể là, CSI-IM của eNB0 1802 xếp chồng với ZP CSI-RS của eNB1 1804 và eNB2 1806. Nhiều được đo bởi UE của eNB0 trên CSI-IM là những gì eNB1 1804 và eNB2 1806 truyền trên ZP CSI-RS đó, mà có thể không giống như các sự truyền PDSCH từ eNB1 1804 và eNB2 1806 và có thể thường cần được thích ứng tốc độ bởi các UE được kết hợp với eNB1 1804 và eNB2 1806.

Đối với trường hợp được minh họa trên Fig.18, các eNB liên kề có thể cần tạo cấu hình CSI-RS công suất bằng không trên các tài nguyên thời gian/tần số tương ứng với CSI-IM của UE, và các sự truyền của chúng trên các tài nguyên

đó có thể cần phù hợp với giả thiết truyền được phối hợp. Do đó, các tài nguyên ZP CSI-RS đó có thể không được sử dụng cho sự truyền dữ liệu bởi các eNB liên kề (tức là, sự thích ứng tốc độ có thể cần thiết).

Có thể được chú ý rằng ZP CSI-RS không nhất thiết có nghĩa là làm câm. Nếu được giả thiết rằng CSI-IM của eNB1 1804 được bao gồm bởi ZP CSI-RS của eNB0 1802 và còn được giả thiết rằng eNB0 1802 phục vụ UE0 và eNB1 1804 phục vụ UE1, sau đó từ viễn cảnh của UE0, UE0 chỉ thực hiện sự thích ứng tốc độ quanh các ZP CSI-RS RE. Sau đó eNB0 1802 có thể làm câm hoặc truyền các tín hiệu theo giả thiết được phối hợp trên các ZP CSI-RS RE, và trong trường hợp sau, các tín hiệu được truyền bởi eNB0 1802 được thấy bởi UE1 như nhiễu trên CSI-IM. Do đó, ZP CSI-RS ở đây có nghĩa là để cung cấp cho các eNB khả năng linh hoạt của việc đo lường nhiễu theo giả thiết truyền nhất định.

Nhiều được hiểu trên CSI-IM bởi UE có thể không liên quan trực tiếp với nhiễu được hiểu trên các phi-CSI-IM RE (ví dụ, dữ liệu các RE). Phụ thuộc cách thức sự phối hợp eNB được thực hiện, nhiễu này có thể phản ánh nhiễu sắp tới mà UE sẽ trải qua. Nghĩa là, trên ZP CSI-RS của eNB liên kề, các sự truyền có thể xảy ra theo giả thiết truyền được xác định bởi mạng, và giả thiết có thể được áp dụng cho các sự truyền thực tế một số khung con sau đó.

Trên Fig.18, có 24 CSI-RS RE trên mỗi eNB, nghĩa là, 4 RE dùng cho tín hiệu, 8 RE dùng để làm câm báo hiệu eNB liên kề, 8 RE dùng cho sự truyền cho các việc đo lường nhiễu của UE ô liên kề, và 4 RE dùng cho CSI-IM. UE có thể cần để thực hiện sự thích ứng tốc độ quanh ít nhất 24 RE này.

Sự cải tiến của TM10 (hoặc khả năng là chế độ truyền mới) và/hoặc các việc đo lường nhiễu dựa trên CSI-IM có thể cần thiết trong phiên bản 13 để hỗ trợ hiệu quả FD-MIMO. Ngoài ra, sự nâng cao sau đây, cụ thể là, giới hạn đo, có thể được xem xét.

Nếu CSI-IM cần được sử dụng cho UE hoạt động trong EBF/FD-MIMO và CSI-IM được bao gồm bởi ZP CSI-RS của eNB liên kề, CSI-IM RE khác nhau (về thời gian và/hoặc tần số) có thể trải qua các trọng số tiền mã hóa khác nhau. Đặc biệt là như các trọng số tiền mã hóa có thể được dành riêng cho UE

và có thể thay đổi về thời gian/tần số. Việc đo lường nhiều dựa vào sự suy diễn trong miền thời gian và/hoặc miền tần số và/hoặc giá trị trung bình tương ứng với các trọng số tiền mã hóa khác nhau có thể không có ý nghĩa vật lý rõ ràng nào. Do đó, giới hạn đo có thể cần được áp dụng trong miền thời gian và/hoặc miền tần số. Tuy nhiên, nếu CSI-IM không được bao gồm bởi ZP CSI-RS của eNB liền kề, mà thường không được kết hợp với sự phối hợp eNB nào, giới hạn đo có thể không ứng dụng được. Do đó, giới hạn đo đối với các việc đo lường nhiều có thể liên quan nếu CSI-IM được bao gồm bởi ZP CSI-RS của eNB liền kề hơn nếu không bao gồm.

Trong sự tiếp cận khác, các việc đo lường nhiều có thể không có CSI-IM được tạo cấu hình. Sự tiếp cận này ứng dụng được cho kịch bản phi-CoMP bất kỳ, mà có thể là các kịch bản đặc trưng cho FD-MIMO. Đối với sự tiếp cận này, xử lý CSI được tạo cấu hình mà không có CSI-IM, và chế độ truyền được liên kết có thể là chế độ bất kỳ không phải là TM10, chẳng hạn như TM9 hoặc sự mở rộng của nó. (3GPP TS 36.213 V12.7.0 R12 (2015-09), mà được kết hợp toàn bộ vào đây để viện dẫn, được nêu trong điều 7.2.1 rằng, “đối với ô phục được xem xét, nếu UE được tạo cấu hình trong các chế độ truyền 1-9, “quá trình CSI” trong bảng 7.2.1-1B và bảng 7.2.1-1C là CSI được tạo cấu hình không theo chu kỳ cho UE trên ô phục vụ đó.” Do đó, các TM 1-9 có thể được xem xét để cũng có khái niệm “các quá trình CSI” được xác định.) Các việc đo lường nhiều có thể được thực hiện trên các CSI-RS RE hoặc các CRS RE. Việc thực hiện các việc đo lường nhiều trên các CSI-RS RE có thể được ưu tiên. Sự bàn luận sau đây giả thiết các việc đo lường nhiều được thực hiện trên các CSI-RS RE.

Fig.19 minh họa các việc đo lường CSI 1900 không có CSI-IM và có CSI-RS xếp chồng. UE đầu tiên phát hiện tín hiệu trên các CSI-RS RE sau đó trừ tín hiệu đó từ tổng tín hiệu được thu để thu được ước tính nhiễu. Nhiều bước đối với các việc đo lường nhiều được liên quan trong trường hợp này hơn so với CSI-IM; tuy nhiên, khả năng này có thể đã được hỗ trợ bởi UE đối với các việc đo lường nhiều dựa trên CRS. Đối với trường hợp ví dụ này, phí tổn chỉ là bốn RE (đối với CSI-RS) trên mỗi eNB, và UE thực hiện sự thích ứng tốc độ quanh bốn RE này.

Nghĩa là, trong một phương án, nhiều eNB truyền các tín hiệu tham chiếu trên các thành phần tài nguyên xếp chồng. Cụ thể là, nhiều eNB truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò hoặc P-RS được mô tả ở đây trên các thành phần tài nguyên được định rõ để sử dụng cho NZP CSI-RS. Do các tín hiệu tham chiếu xếp chồng, UE có thể thực hiện các việc đo lường của cả tín hiệu và nhiễu trên các tài nguyên giống nhau. Sơ đồ này có thể sử dụng ít phí tổn hơn nếu tách riêng các thành phần tài nguyên được sử dụng cho tín hiệu và nhiễu và có thể cũng nâng cao độ chính xác việc đo lường. Các sự truyền xếp chồng từ các eNB có thể được phân biệt từ một eNB khác bởi các ID xáo trộn khác nhau hoặc các trình tự xáo trộn.

Cũng có thể cho phép các CSI-RS không xếp chồng đối với các eNB, nhưng sự tiếp cận này có thể không mang lại hiệu quả nào và có thể chỉ thu được nhiễu hiện tại thay vì nhiễu tiềm năng trong tương lai (đối với các trọng số tiền mã hóa trên CSI-RS của eNB liên kế có thể được sử dụng trong các sự truyền sau bởi eNB liên kế; do đó các trọng số tiền mã hóa có thể có khả năng phản ánh nhiễu tiềm năng trong tương lai).

Sự tiếp cận này có thể cũng cho phép xử lý CSI có nhiều CSI-RS. Các tài nguyên đo nhiễu cho mỗi CSI-RS là các CSI-RS RE.

Có thể cho rằng độ chính xác của việc đo lường nhiễu không có CSI-IM có thể được giảm, chủ yếu là do đầu tiên cần ước tính và trừ các tín hiệu CSI-RS (không có sự làm câm RE) trước khi thu được ước tính nhiễu. Tuy nhiên, phân tích có thể cho thấy rằng độ chính xác việc đo lường không phải là một vấn đề.

Đầu tiên, sự làm câm RE, khi được đưa ra, được áp dụng sơ bộ cho các việc đo lường của các tín hiệu yếu trong CoMP. Sự làm câm RE thường không cần thiết đối với phi-CoMP như các tín hiệu đủ mạnh điển hình. Thứ hai, lấy ví dụ nêu trên, số lượng các RE được sử dụng trong việc đo lường nhiễu có thể là khi được so sánh với số lượng các RE khi sự điều biến sử dụng DMRS được thực hiện. Trong trường DMRS, có 12 RE trên mỗi RB. Trong ví dụ nêu trên, có 4 RE trên mỗi RB. Tuy nhiên, với sự suy diễn/lấy trung bình thích hợp và giới hạn đo (ví dụ, 3 hoặc 6 RB trên mỗi độ chi tiết phản hồi), thường các CSI-RS RE từ nhiều RB có thể được sử dụng. Theo cách này, độ chính xác của các việc

đo lường CSI-RS có thể ít nhất khớp với độ chính xác được yêu cầu cho sự điều biến, mặc dù độ chính xác việc đo lường đủ có thể đạt được với chi phí của nhiều hoạt động trong các việc đo lường nhiều. Ngoài ra, độ chính xác có thể được tăng do hiệu quả tạo chùm do CSI-RS được tiền mã hóa trong EBF/FD-MIMO. Do đó, độ chính xác việc đo lường không có CSI-IM có thể không cần quan tâm.

Tương tự như các việc đo lường nhiều dựa trên CSI-IM, có thể cũng quan trọng trong việc đưa ra giới hạn đo thích hợp trong miền thời gian/miền tần số đối với các việc đo lường nhiều dựa trên phi-CSI-IM. Do đó, các CSI-RS RE có thể được sử dụng cho các việc đo lường nhiều với độ chính xác việc đo lường đủ, và các việc đo lường nhiều được thực hiện trên các CSI-RS RE có thể được nâng cao bởi giới hạn đo.

Bảng 1 so sánh ba cơ chế đo nhiều được mô tả trên đây.

Bảng 1

	Tài nguyên IM	Được đo nhiều	Phí tổn	Sự phối hợp được yêu cầu	MR được yêu cầu
<u>A</u> : CSI-IM không được bao gồm bởi ZP CSI-RS của eNB liền kề	Các CSI-IM RE	Nhiều hiện tại	Trung bình/cao	Không	Không áp dụng được
<u>B</u> : CSI-IM được bao gồm bởi ZP CSI-RS của eNB liền kề	Các CSI-IM RE	Nhiều sắp tới	Cao	Có	Có
<u>C</u> : Không có CSI-IM	Các CSI-RS RE	Nhiều sắp tới	Thấp	Không	Có

Có thể được thấy rằng cơ chế C có thể là sự lựa chọn tốt nhất đối với FD-MIMO.

Có thể được chú ý rằng cơ chế B có thể bao hàm cơ chế C nếu CSI-IM được cho phép để xếp chồng với CSI-RS, với trạng thái UE được định rõ. Đặc biệt hơn là, khả năng sau đây là giải pháp thống nhất có thể được tuân theo.

Đầu tiên, UE được tạo cấu hình với NZP CSI-RS. UE có thể còn được tạo cấu hình với CSI-IM mà xếp chồng với CSI-RS (đối với, ví dụ, TM10 hoặc sự cải tiến của nó), hoặc không có CSI-IM (đối với, ví dụ, TM9 hoặc sự cải tiến của nó). Thứ hai, UE thực hiện các việc đo lường tín hiệu/kênh dựa vào NZP CSI-RS. Thứ ba, UE hủy bỏ NZP CSI-RS trên các NZP CSI-RS RE, sao cho chỉ nhiều còn lại trên các RE này. Thứ tư, UE thực hiện các việc đo lường nhiễu trên các RE đó.

Do đó, nhờ cho phép việc đo lường nhiễu trên các NZP CSI-RS RE và sử dụng trạng thái UE nêu trên, các lợi ích được kết hợp với cơ chế C có thể cũng đạt được bởi cơ chế B. Trong trường hợp đó, trạng thái UE trong cơ chế B và C trở nên giống nhau, mà có thể đơn giản hóa nỗ lực tiêu chuẩn hóa. Nếu nhiều NZP CSI-RS được tạo cấu hình trên các RE được xếp chồng (ví dụ, đối với nhiều vùng ảo), sau đó UE có thể cần thực hiện các bước thứ hai và thứ ba nêu trên cho mỗi NZP CSI-RS. Ví dụ, nếu UE được tạo cấu hình với ba NZP CSI-RS được kết hợp với ba vùng ảo khác nhau trên cùng các RE, UE có thể phát hiện mỗi trong số ba NZP CSI-RS đối với các việc đo lường tín hiệu/kênh và thu được ba sự truyền, S1, S2, và S3 (sự kết hợp bộ thu trước hoặc sau). Sau đó UE trừ tín hiệu NZP CSI-RS thứ nhất từ tín hiệu được thu trên các RE, thu được ước tính nhiễu I1 được kết hợp với sự truyền S1. Tỷ lệ của S1 và I1 cộng tạp âm (với sự kết hợp thích hợp được áp dụng, nếu có, và trong miền công suất) sau đó SINR được kết hợp với sự truyền S1. Các SINR khác có thể thu được tương tự. Tương tự, số lượng việc đo lường khác bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các việc đo lường CQI, CSI, PMI, RI, BI, và RRM có thể thu được.

Để kết luận, các NZP CSI-RS RE có thể được sử dụng cho các việc đo lường nhiễu. Trạng thái UE có thể cần được định rõ trong trường hợp đó. Có các mô hình có thể áp dụng cho hai trường hợp: TM10 hoặc sự cải tiến của nó, với CSI-IM mà xếp chồng với CSI-RS, và TM9 hoặc sự cải tiến của nó, không có CSI-IM nào được tạo cấu hình.

Phương án về phương pháp dùng cho báo hiệu đường xuống trong mạng không dây bao gồm báo hiệu tới UE chỉ số của tài nguyên CSI-IM, tài nguyên CSI-RS, hoặc báo cáo CQI/quá trình CSI, cùng với sự định thời và/hoặc khoảng thời gian, trong đó UE đo và phản hồi dựa vào các tài nguyên được kết hợp với các chỉ số và sự định thời, UE giả thiết trạng thái đo mới đối với tài nguyên CSI-IM, tài nguyên CSI-RS, hoặc báo cáo CQI/quá trình CSI được chỉ báo sẽ chịu ảnh hưởng do sự định thời được chỉ báo và/hoặc theo khoảng thời gian được chỉ báo, và eNB thích ứng các sự truyền của nó (ví dụ, tiền mã hóa, làm câm hoặc không-làm câm) dựa vào tài nguyên CSI-IM và/hoặc tài nguyên CSI-RS được chỉ báo chỉ theo sự định thời và/hoặc khoảng thời gian được chỉ báo.

Phương án về phương pháp dùng cho báo hiệu đường trục trong mạng không dây bao gồm báo hiệu tới eNB thứ hai của tài nguyên CSI-IM và/hoặc tài nguyên CSI-RS, với cùng sự định thời và/hoặc khoảng thời gian, trong đó eNB thứ hai gửi báo hiệu DL tới UE.

Phương án về phương pháp dùng cho báo hiệu đường trục trong mạng không dây bao gồm báo hiệu tới eNB của tài nguyên CSI-IM và/hoặc tài nguyên CSI-RS, cùng với sự định thời, trong đó nhiều eNB thích ứng các sự truyền PDSCH của chúng (ví dụ, tiền mã hóa, làm câm hoặc không-làm câm) theo các sự truyền trên tài nguyên CSI-IM và/hoặc tài nguyên CSI-RS được chỉ báo tại sự định thời được chỉ báo, và các eNB báo hiệu các UE dùng các việc đo lường và phản hồi theo sự định thời. Trong trường hợp bất kỳ, nếu sự định thời được báo hiệu, sự định thời có thể được báo hiệu chỉ một lần tại điểm bắt đầu của quá trình thăm dò (ví dụ, trình tự của sự định thời là $t_0, t_1, \dots, t_k$ với k được định trước), hoặc được báo hiệu theo thời gian khi cần thiết.

Trong phương án về phương pháp, sự định thời được trao đổi bởi các eNB và/hoặc sự định thời được trao đổi giữa các eNB và các UE không hiện có. Phương án này có lợi ích là phí tổn báo hiệu nhỏ. Tuy nhiên, thăm dò có thể trở nên dài hơn theo thời gian và có khả năng biến động cao hơn. Nói cách khác, sự định thời có thể hoặc được định trước hoặc được định trước một phần sao cho hoặc không có báo hiệu về sự định thời hoặc báo hiệu được đơn giản hóa về sự định thời có thể được sử dụng. Do đó phí tổn báo hiệu có thể được giảm.

Phương pháp thích ứng trong mạng không dây bao gồm thông tin báo hiệu trạm gốc thứ nhất của tập hợp tài nguyên thứ nhất tới UE thứ nhất và/hoặc trạm gốc thứ hai, và thông tin báo hiệu trạm gốc thứ hai của tập hợp tài nguyên thứ hai tới UE thứ hai và thu phản hồi từ UE thứ nhất và thứ hai cho các tập hợp tài nguyên. Phương pháp bao gồm trạm gốc thứ nhất báo hiệu sự định thời thứ nhất tới UE thứ nhất và/hoặc trạm gốc thứ hai, và trạm gốc thứ hai báo hiệu sự định thời thứ nhất tới UE thứ hai và thu phản hồi từ UE thứ nhất và thứ hai về các tập hợp tài nguyên theo sự định thời thứ nhất. Phương pháp còn bao gồm trạm gốc thứ nhất truyền tín hiệu thứ nhất trên tập hợp con thứ nhất của tập hợp tài nguyên thứ nhất theo sự định thời thứ nhất, và trạm gốc thứ hai truyền tín hiệu thứ hai trên tập hợp con thứ hai của tập hợp tài nguyên thứ hai theo sự định thời thứ nhất và thu phản hồi từ UE thứ nhất về tín hiệu thứ nhất được truyền, tập hợp tài nguyên thứ nhất, và sự định thời thứ nhất. Phương pháp còn bao gồm trạm gốc thứ nhất truyền tín hiệu thứ ba trên tập hợp con thứ ba của tập hợp tài nguyên thứ nhất theo sự định thời thứ nhất, trạm gốc thứ hai truyền tín hiệu thứ tư trên tập hợp con thứ tư của tập hợp tài nguyên thứ hai theo sự định thời thứ nhất, trạm gốc thứ nhất báo hiệu sự định thời thứ hai tới UE thứ nhất hoặc trạm gốc thứ hai, và trạm gốc thứ hai báo hiệu sự định thời thứ hai tới UE thứ hai và thu phản hồi từ các UE theo sự định thời thứ hai sau khi các UE dừng các việc đo lường.

Phương pháp báo hiệu đường xuống trong mạng không dây bao gồm UE thu từ trạm gốc báo hiệu của chỉ số của tài nguyên CSI-IM, tài nguyên CSI-RS, báo cáo CQI, hoặc xử lý CSI, cùng với sự định thời. Phương pháp còn bao gồm việc đo và gửi phản hồi tới trạm gốc phù hợp với tài nguyên được định chỉ số và sự định thời, giả thiết trạng thái đo mới cho tài nguyên được định chỉ số sẽ chịu ảnh hưởng theo sự định thời, và thu được các sự truyền thích ứng từ trạm gốc trên tài nguyên được định chỉ số CSI-IM và/hoặc tài nguyên CSI-RS chỉ theo sự định thời.

Fig.20 minh họa sơ đồ khối của phương án về hệ thống xử lý 2000 dùng để thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây, mà có thể được cài đặt trong thiết bị chủ. Như được thể hiện, hệ thống xử lý 2000 bao gồm bộ xử lý 2004, bộ

nhớ 2006, và các giao diện 2010-2014, mà có thể (hoặc có thể không) được bố trí như được thể hiện trong hình vẽ. Bộ xử lý 2004 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để thực hiện các sự tính toán và/hoặc xử lý khác liên quan các nhiệm vụ, và bộ nhớ 2006 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng với lệnh và/hoặc chương trình lưu trữ để được thực hiện bởi bộ xử lý 2004. Trong một phương án, bộ nhớ 2006 bao gồm vật ghi đọc được bằng máy tính. Các giao diện 2010, 2012, 2014 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần mà cho phép hệ thống xử lý 2000 để truyền thông với các thiết bị/các thành phần và/hoặc người dùng khác. Ví dụ, một hoặc nhiều hơn một giao diện trong số các giao diện 2010, 2012, 2014 có thể được thích ứng với dữ liệu truyền thông, sự điều khiển, hoặc tin nhắn quản lý từ bộ xử lý 2004 tới các ứng dụng được cài đặt trên thiết bị chủ và/hoặc thiết bị từ xa. Như một ví dụ khác, một hoặc nhiều hơn một giao diện trong số các giao diện 2010, 2012, 2014 có thể được thích ứng để cho phép người dùng hoặc thiết bị người dùng (ví dụ, máy tính cá nhân (PC), v.v.) tương tác/truyền thông với hệ thống xử lý 2000. Hệ thống xử lý 2000 có thể bao gồm các thành phần bổ sung không được thể hiện trong hình vẽ, chẳng hạn như bộ lưu trữ dài hạn (ví dụ, bộ nhớ không khả biến, v.v.).

Trong một số phương án, hệ thống xử lý 2000 được bao gồm trong thiết bị mạng mà đang truy cập, hoặc một phần của mạng viễn thông. Trong một ví dụ, hệ thống xử lý 2000 nằm trong thiết bị phía mạng trong mạng viễn thông có dây hoặc không dây, chẳng hạn như trạm gốc, trạm chuyển tiếp, bộ lập lịch, bộ điều khiển, cổng, bộ định tuyến, máy chủ ứng dụng, hoặc thiết bị khác bất kỳ trong mạng viễn thông. Trong các phương án khác, hệ thống xử lý 2000 nằm trong thiết bị phía người dùng đang truy cập mạng viễn thông có dây hoặc không dây, chẳng hạn như trạm di động, thiết bị người dùng (UE), máy tính cá nhân (PC), máy tính bảng, thiết bị truyền thông mang theo được (ví dụ, đồng hồ thông minh, v.v.), hoặc thiết bị khác bất kỳ được thích ứng để truy cập mạng viễn thông.

Trong một số các phương án, một hoặc nhiều hơn một giao diện trong số các giao diện 2010, 2012, 2014 kết nối hệ thống xử lý 2000 với bộ thu phát được

thích ứng để truyền và thu tín hiệu qua mạng viễn thông. Fig.21 minh họa sơ đồ khối của bộ thu phát 2100 được thích ứng để truyền và thu tín hiệu qua mạng viễn thông. Bộ thu phát 2100 có thể được cài đặt trong thiết bị chủ. Như được thể hiện, bộ thu phát 2100 bao gồm giao diện phía mạng 2102, bộ ghép nối 2104, bộ truyền 2106, bộ thu 2108, bộ xử lý tín hiệu 2110, và giao diện phía thiết bị 2112. Giao diện phía mạng 2102 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để truyền hoặc thu tín hiệu qua mạng viễn thông không dây hoặc có dây. Bộ ghép nối 2104 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để tạo thuận lợi cho sự truyền thông hai chiều trên giao diện phía mạng 2102. Bộ truyền 2106 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần (ví dụ, bộ chuyển đổi lên, bộ khuếch đại công suất, v.v.) được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu băng gốc thành tín hiệu sóng mang được điều biến thích hợp cho sự truyền trên giao diện phía mạng 2102. Bộ thu 2108 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần (ví dụ, bộ chuyển đổi xuống, bộ lọc tạp âm thấp, v.v.) được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu sóng mang được thu trên giao diện phía mạng 2102 thành tín hiệu băng gốc. Bộ xử lý tín hiệu 2110 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu băng gốc thành dữ liệu tín hiệu thích hợp cho sự truyền thông trên (các) giao diện phía thiết bị 2112, hoặc ngược lại. (Các) giao diện phía thiết bị 2112 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng với dữ liệu truyền thông-các tín hiệu giữa bộ xử lý tín hiệu 2110 và các thành phần trong thiết bị chủ (ví dụ, hệ thống xử lý 2000, các cổng mạng vùng cục bộ (LAN), v.v.).

Bộ thu phát 2100 có thể truyền và thu tín hiệu qua loại bất kỳ của phương tiện truyền thông. Trong một số phương án, bộ thu phát 2100 truyền và thu tín hiệu qua phương tiện không dây. Ví dụ, bộ thu phát 2100 có thể là bộ thu phát không dây được thích ứng để truyền thông phù hợp với giao thức viễn thông không dây, chẳng hạn như giao thức mạng tế bào (ví dụ, sự tiến hóa dài hạn (LTE), v.v.), giao thức mạng vùng cục bộ (WLAN) không dây (ví dụ, Wi-Fi, v.v.), hoặc loại bất kỳ khác của giao thức không dây (ví dụ, Bluetooth, sự truyền

thông trường gần (NFC), v.v.). Trong các phương án này, giao diện phía mạng 2102 bao gồm một hoặc nhiều hơn một anten/phần tử phát xạ. Ví dụ, giao diện phía mạng 2102 có thể bao gồm một anten, nhiều anten riêng rẽ, hoặc mảng đa anten được tạo cấu hình cho sự truyền thông nhiều lớp, ví dụ, một đầu vào đa đầu ra (SIMO), đa đầu vào một đầu ra (MISO), đa đầu vào đa đầu ra (MIMO), v.v.. Trong các phương án khác, bộ thu phát 2100 truyền và thu tín hiệu qua phương tiện có dây, ví dụ, cáp vặn xoắn, cáp đồng trục, cáp quang, v.v.. Các hệ thống xử lý và/hoặc bộ thu phát cụ thể có thể sử dụng tất cả các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ tập hợp con của các thành phần, và các mức độ tích hợp có thể thay đổi theo từng thiết bị.

Cần hiểu rằng mà một hoặc nhiều hơn một bước của phương án về các phương pháp được tạo ra ở đây có thể được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các môđun tương ứng. Ví dụ, tín hiệu có thể được truyền bởi bộ phận truyền hoặc môđun truyền. Tín hiệu có thể được thu bởi bộ phận thu hoặc môđun thu. Tín hiệu có thể được xử lý bởi bộ phận xử lý hoặc môđun xử lý. Các bước khác có thể được thực hiện bởi bộ phận/môđun chỉ báo, bộ phận/môđun đo và/hoặc bộ phận/môđun xác định. Các bộ phận/môđun tương ứng có thể là phần cứng, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của chúng. Chẳng hạn, một hoặc nhiều hơn một bộ phận/môđun có thể là mạch tích hợp, chẳng hạn như mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA) hoặc mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC).

Trong khi sáng chế này đã được mô tả có dựa trên các phương án minh họa, bản mô tả này không có mục đích giới hạn. Các cải biến và các sự kết hợp của các phương án minh họa, cũng như các phương án khác của sáng chế, sẽ là hiển nhiên đối với các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật mỗi khi tham khảo bản mô tả này. Do đó có mục đích rằng yêu cầu bảo hộ kèm theo bao gồm các cải biến hoặc các phương án bất kỳ này.

Ví dụ, các phần tử hoặc các thành phần có thể được kết hợp hoặc được tích hợp hệ thống khác hoặc các đặc tính nhất định có thể được bỏ qua, hoặc không được thực hiện. Ngoài ra, các kỹ thuật, các hệ thống, các hệ thống con, và các phương pháp được mô tả và được minh họa trong các phương án khác nhau là tách rời hoặc riêng rẽ có thể được kết hợp hoặc được tích hợp với các hệ

thống, môđun, kỹ thuật, hoặc các phương pháp khác mà không chệch khỏi phạm vi của sáng chế. Các mục khác được thể hiện hoặc được mô tả như được kết nối hoặc được kết nối trực tiếp hoặc truyền thông với nhau có thể được kết nối gián tiếp hoặc truyền thông thông qua một số giao diện, thiết bị, hoặc thành phần trung gian hoặc về điện, về cơ, hoặc về mặt khác. Các ví dụ khác của sự thay đổi, thay thế, và cải biến có thể nắm chắc được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật và có thể được thực hiện mà không chệch khỏi bản chất và phạm vi được bộc lộ ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành nút mạng, phương pháp này bao gồm các bước:

chỉ báo, bởi nút mạng thứ nhất, tới thiết bị người dùng (UE- user equipment) thứ nhất, số lượng thứ nhất của các thành phần tài nguyên (RE-resource element) trong tập hợp thứ nhất của các khối tài nguyên (RB-resource block) dùng cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất;

truyền, bởi nút mạng thứ nhất, tới UE thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất theo số lượng thứ nhất của các RE và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ nhất;

thu, bởi nút mạng thứ nhất, từ UE thứ nhất, báo cáo chỉ báo phương pháp mã hóa và điều biến (MCS- modulation and coding scheme) thứ nhất theo mức của tín hiệu và nhiễu được đo bởi UE thứ nhất, trong đó việc đo lường được giới hạn ở tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và

truyền, bởi nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ nhất với MCS thứ nhất được chỉ báo và tiền mã hóa thứ nhất trong khung con thứ hai, dữ liệu thứ nhất đang được truyền trên số lượng thứ hai của các RE trong tập hợp thứ nhất của các RB trong khung con thứ hai.

trong đó nút mạng thứ nhất truyền tín hiệu tham chiếu thứ nhất với hạng thứ nhất, và trong đó nút mạng thứ hai truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ nhất với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước truyền, bởi nút mạng thứ nhất, thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất tới nút mạng thứ hai, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền tín hiệu tham chiếu thứ hai trên các RE giống như tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất trong khung con thứ nhất.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó nút mạng thứ hai truyền dữ liệu thứ hai tới UE thứ hai trong khung con thứ hai với tiền mã hóa thứ hai và hạng thứ hai, và trong đó, trên các RB thuộc về tập hợp thứ nhất của các RB của nút mạng thứ nhất, dữ liệu thứ hai chiếm giữ các RE giống như dữ liệu thứ nhất.
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khoảng thời gian giữa khung con thứ nhất và khung con thứ hai được tạo cấu hình như bình thường cho nút mạng thứ nhất và nút mạng thứ hai.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với MCS thứ hai ở cùng thời điểm nút mạng thứ nhất truyền dữ liệu thứ nhất.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5, trong đó thông tin về cấu hình của tín hiệu tham chiếu thứ nhất còn chỉ báo tới nút mạng thứ hai rằng nút mạng thứ hai là để truyền dữ liệu thứ hai với cùng bó của các RB được sử dụng bởi nút mạng thứ nhất để truyền dữ liệu thứ nhất.
7. Nút mạng thứ nhất có cấu trúc để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 6.

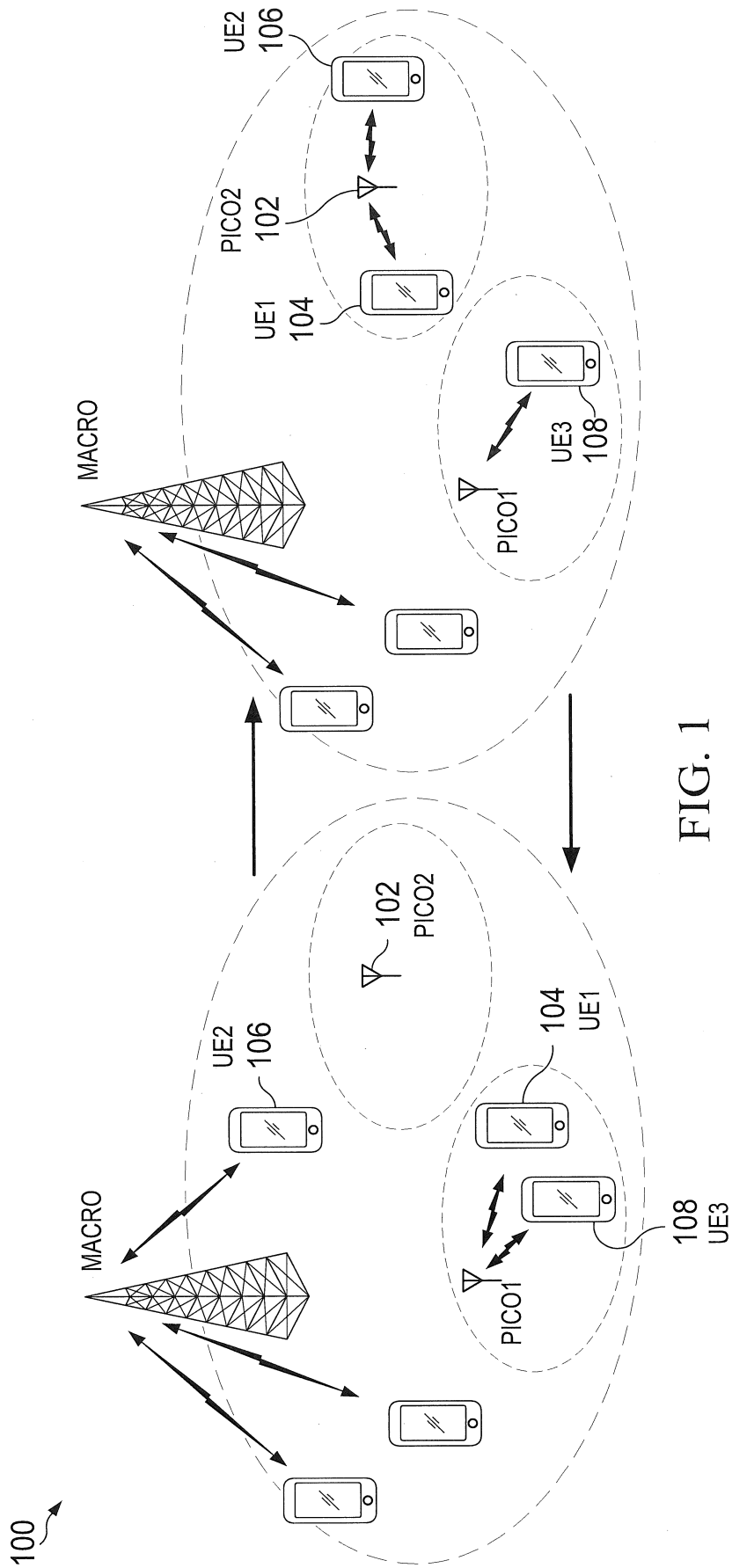


FIG. 1

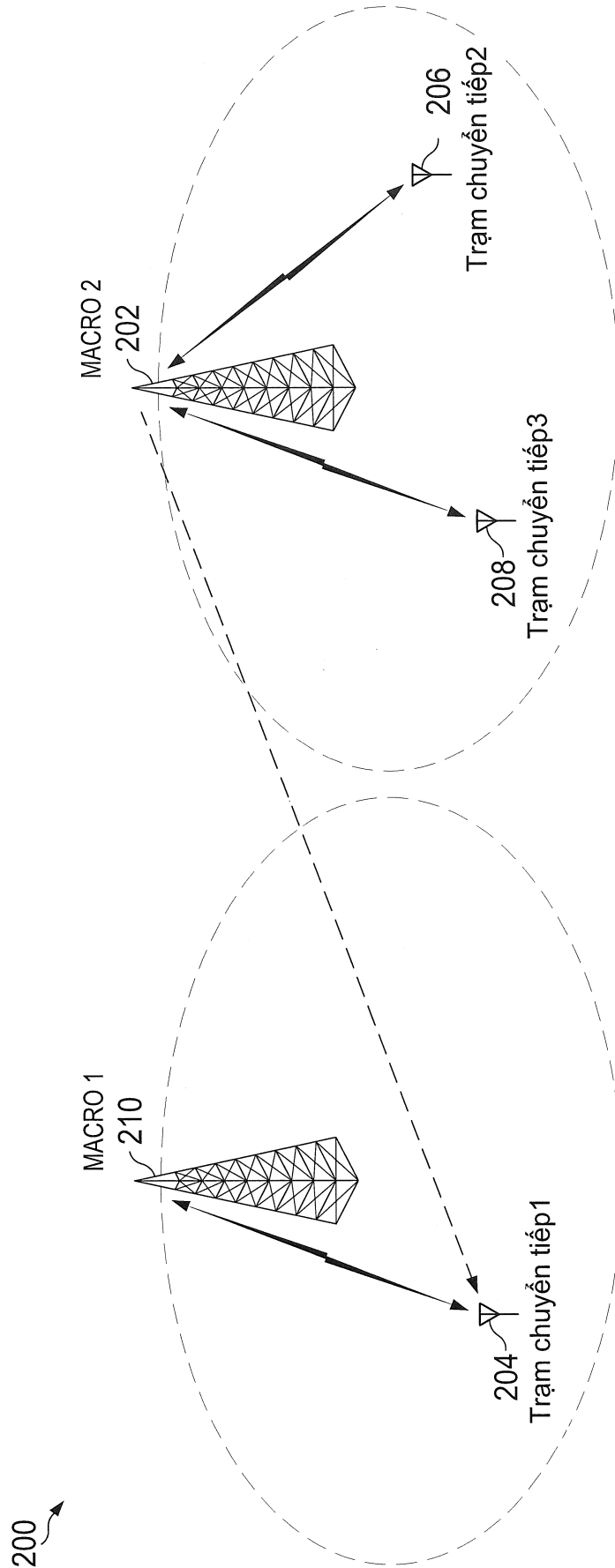


FIG. 2

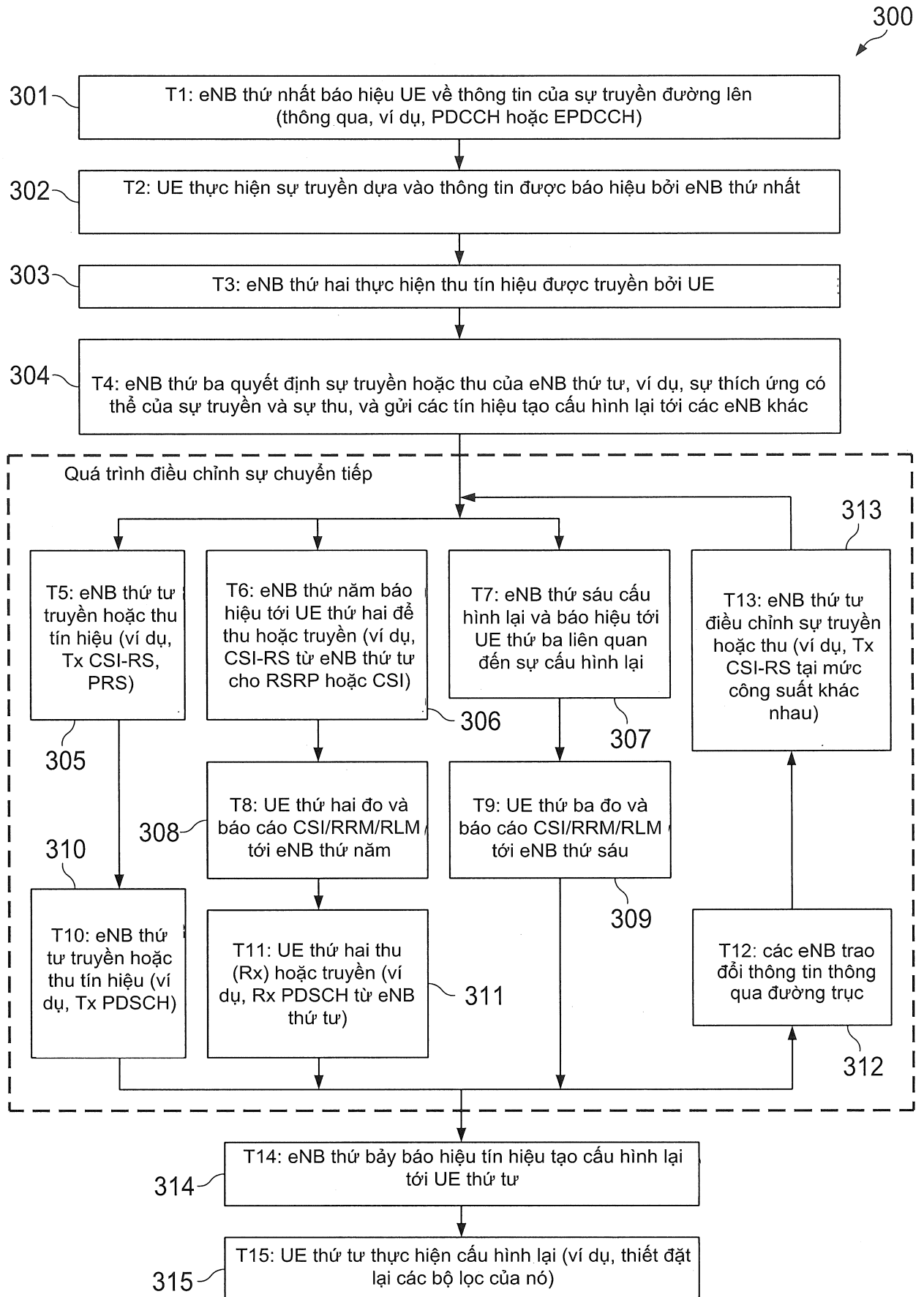
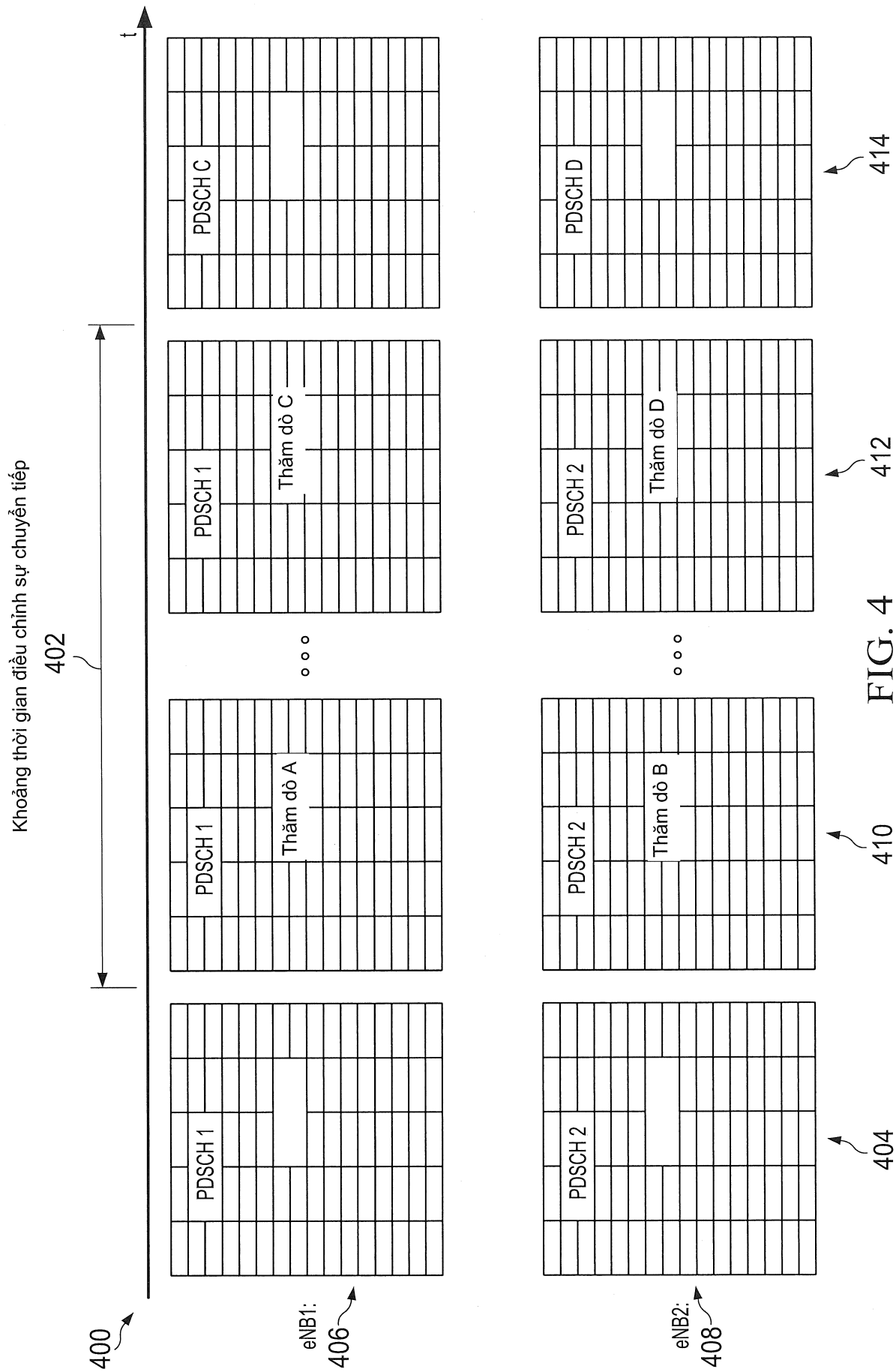


FIG. 3



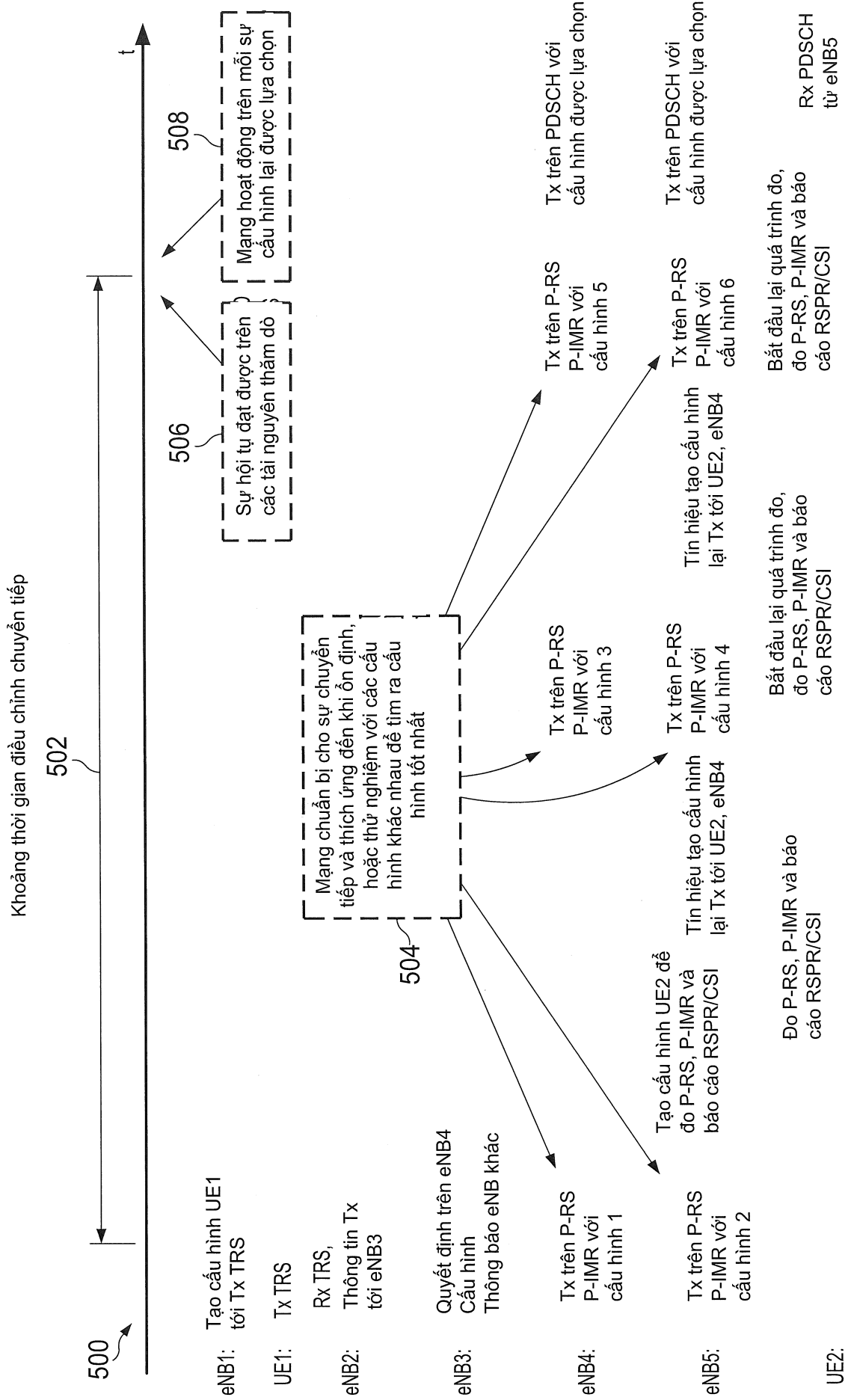


FIG. 5

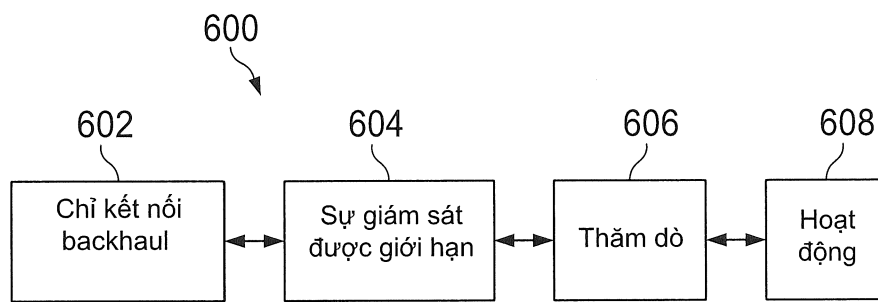


FIG. 6

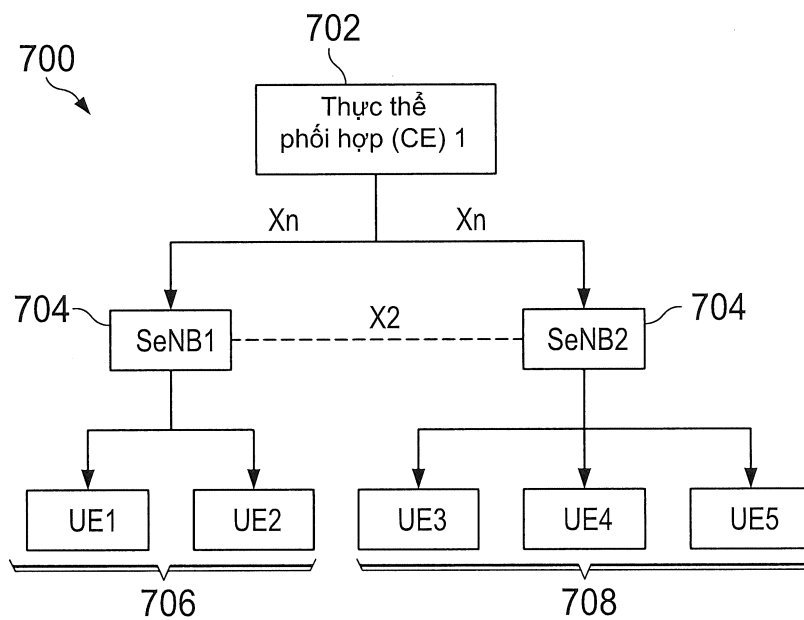
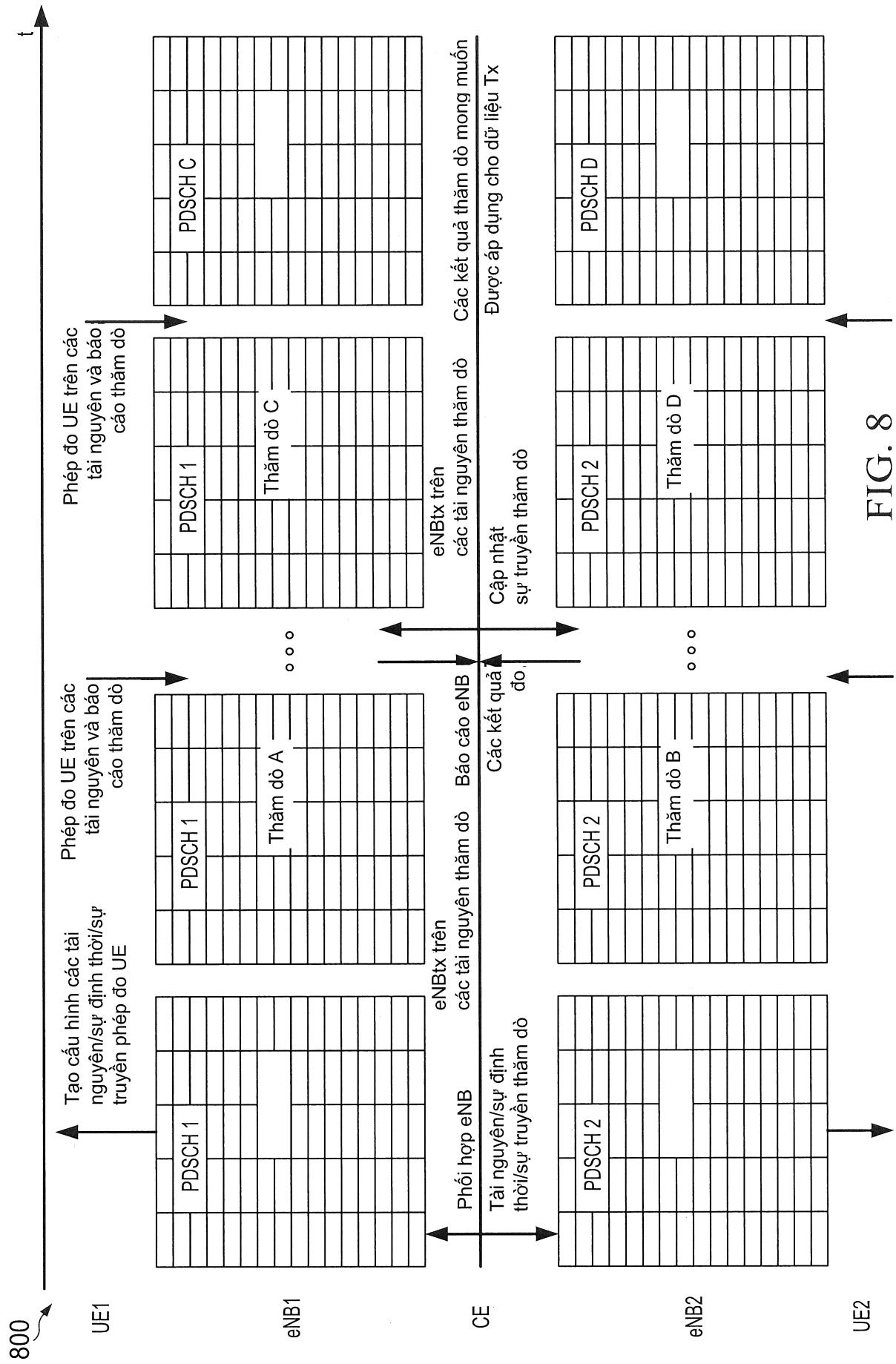


FIG. 7



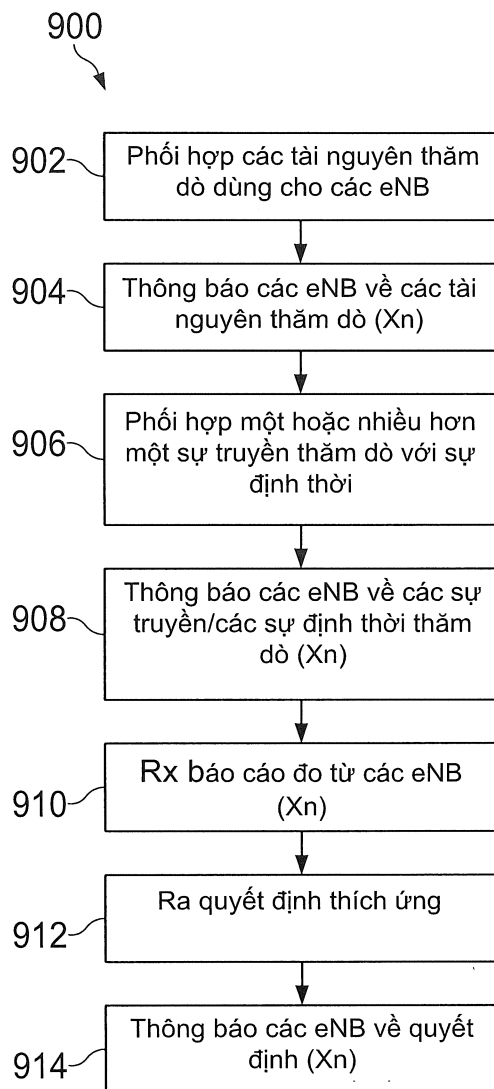


FIG. 9

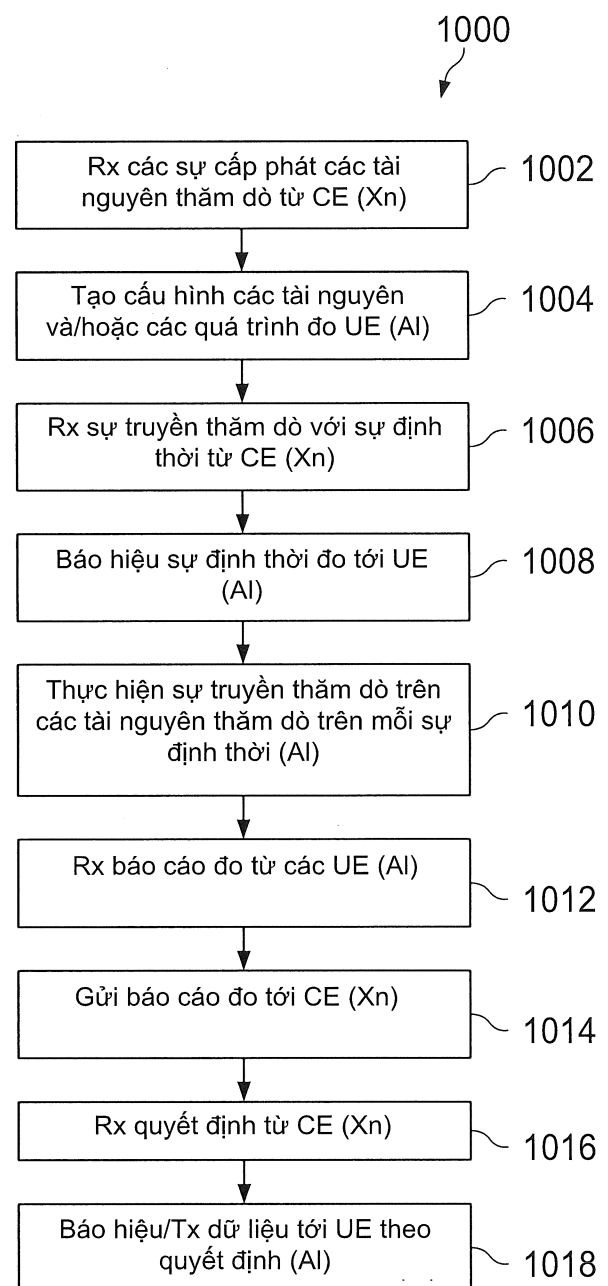


FIG. 10

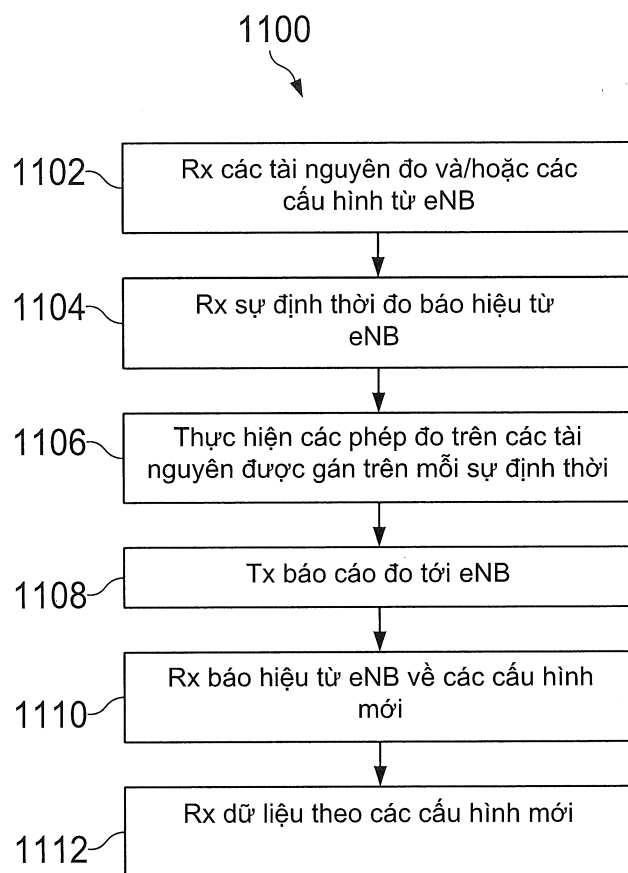
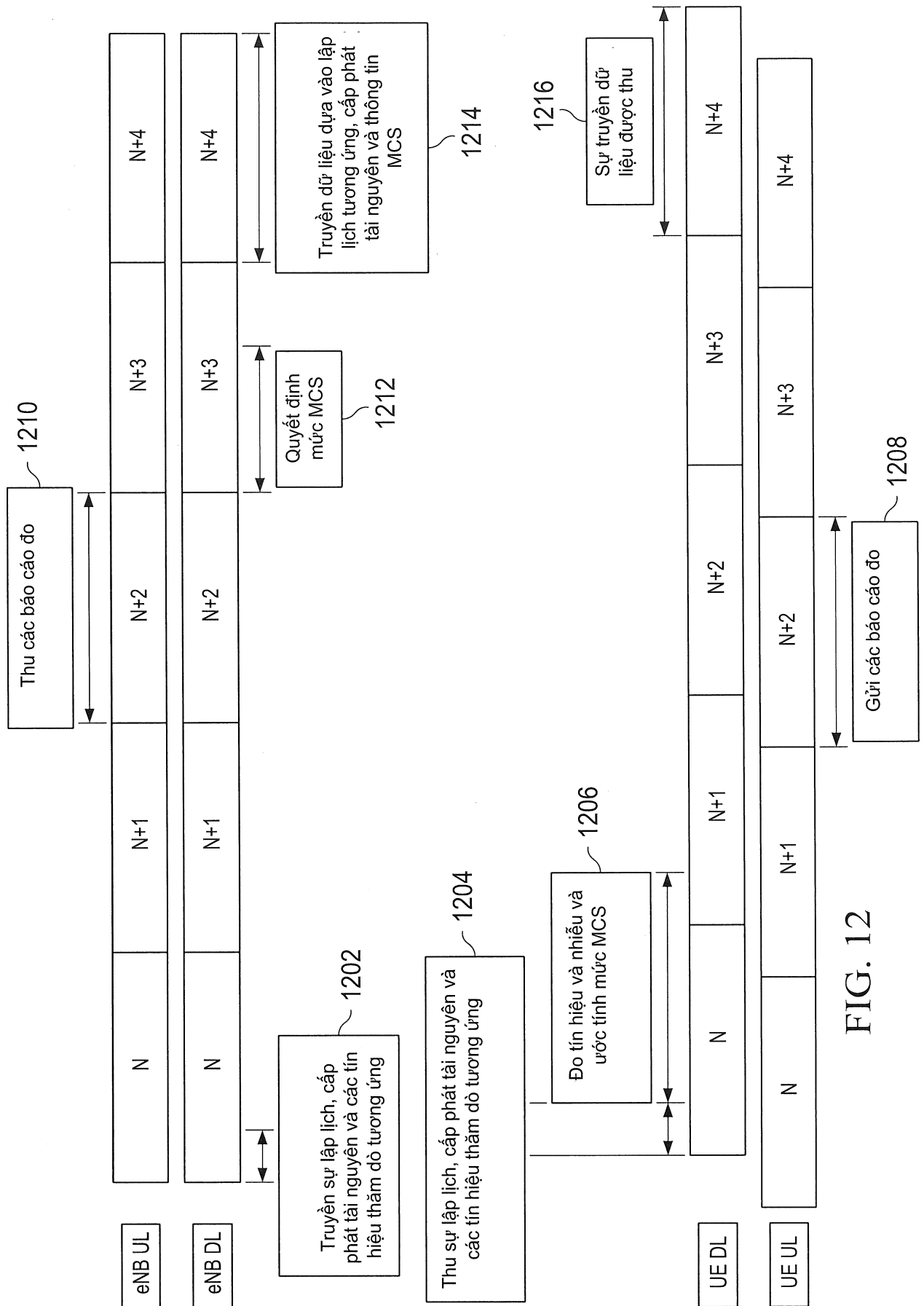


FIG. 11



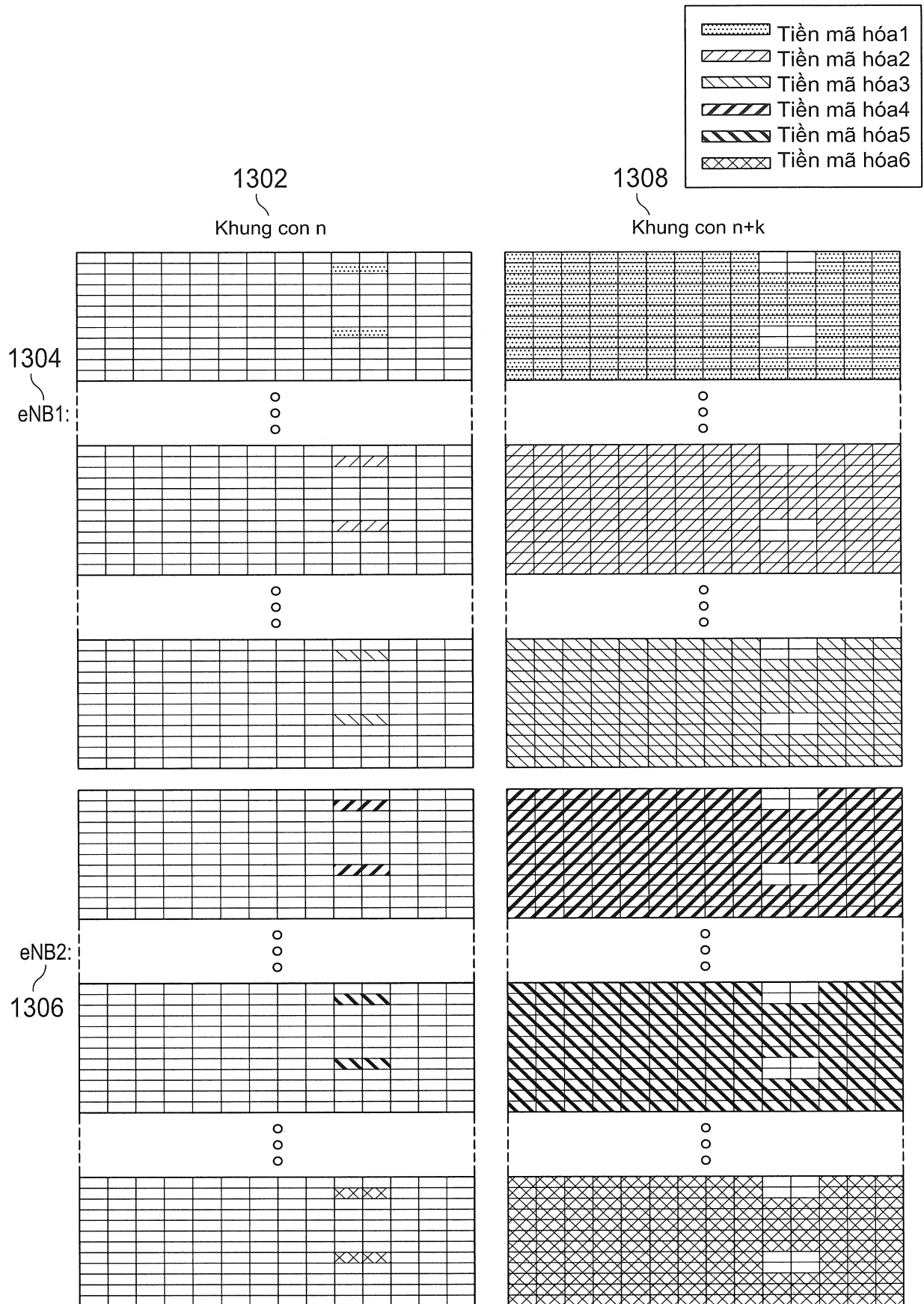
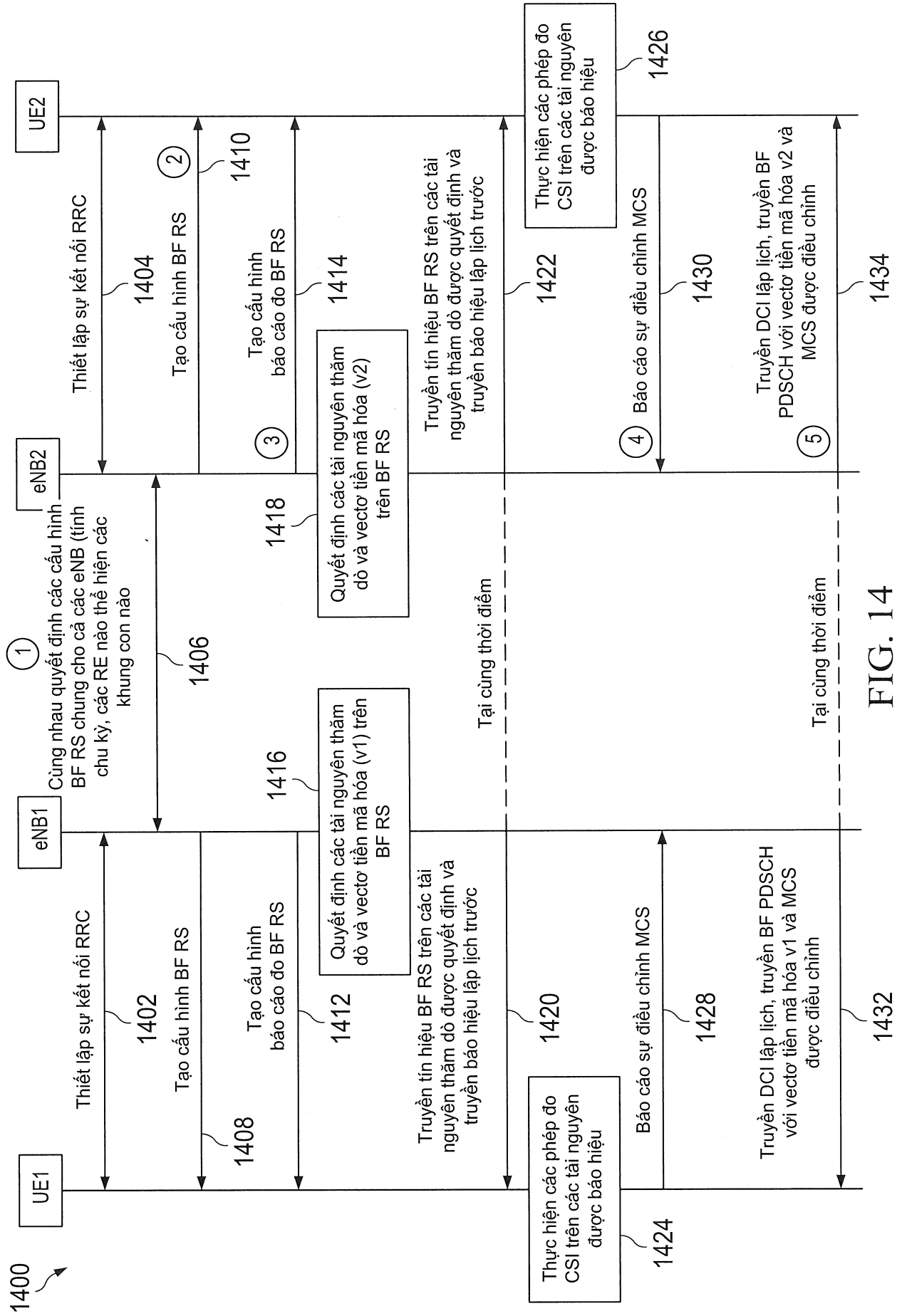
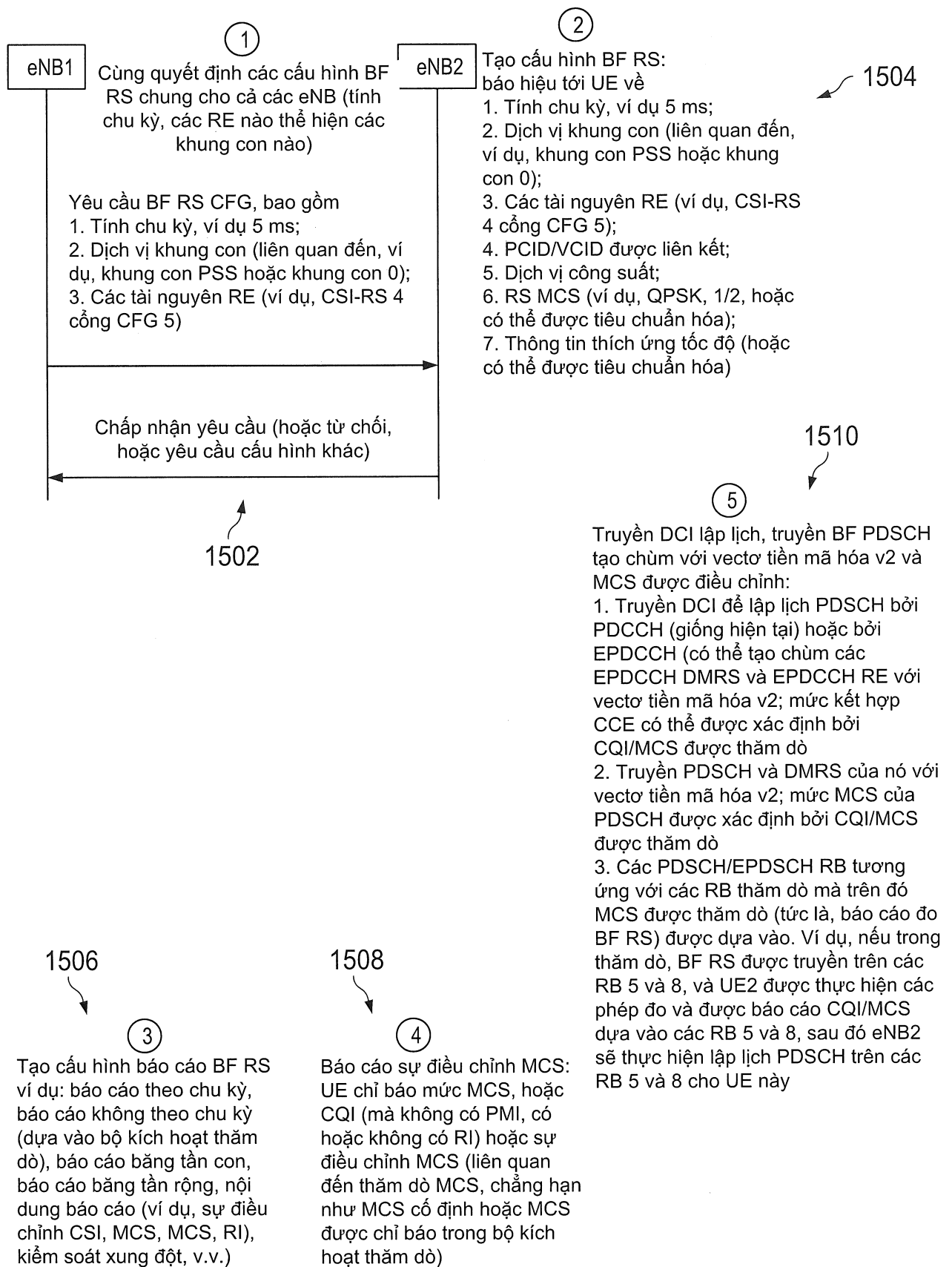


FIG. 13





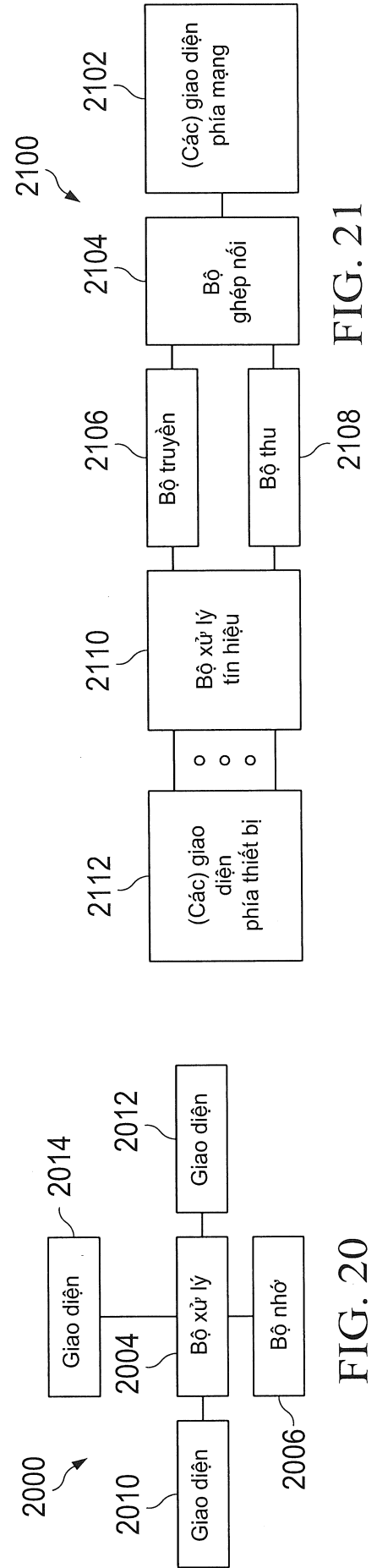
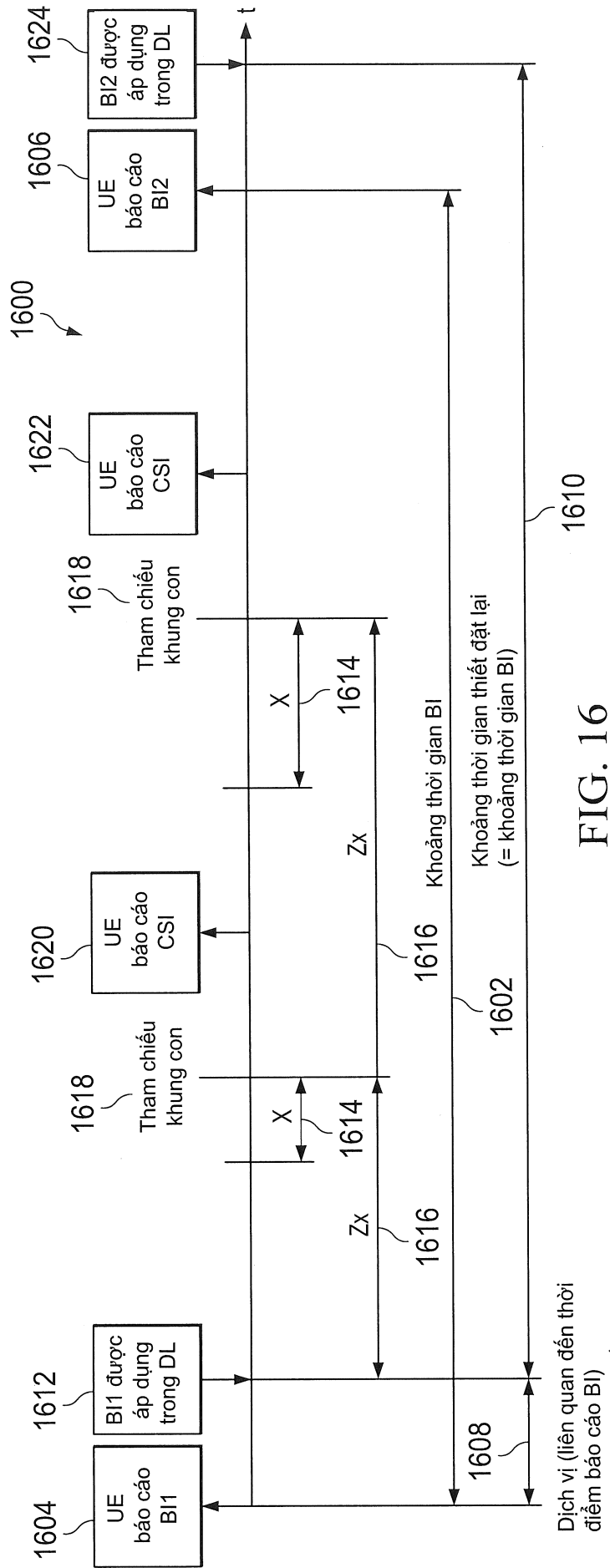


FIG. 21

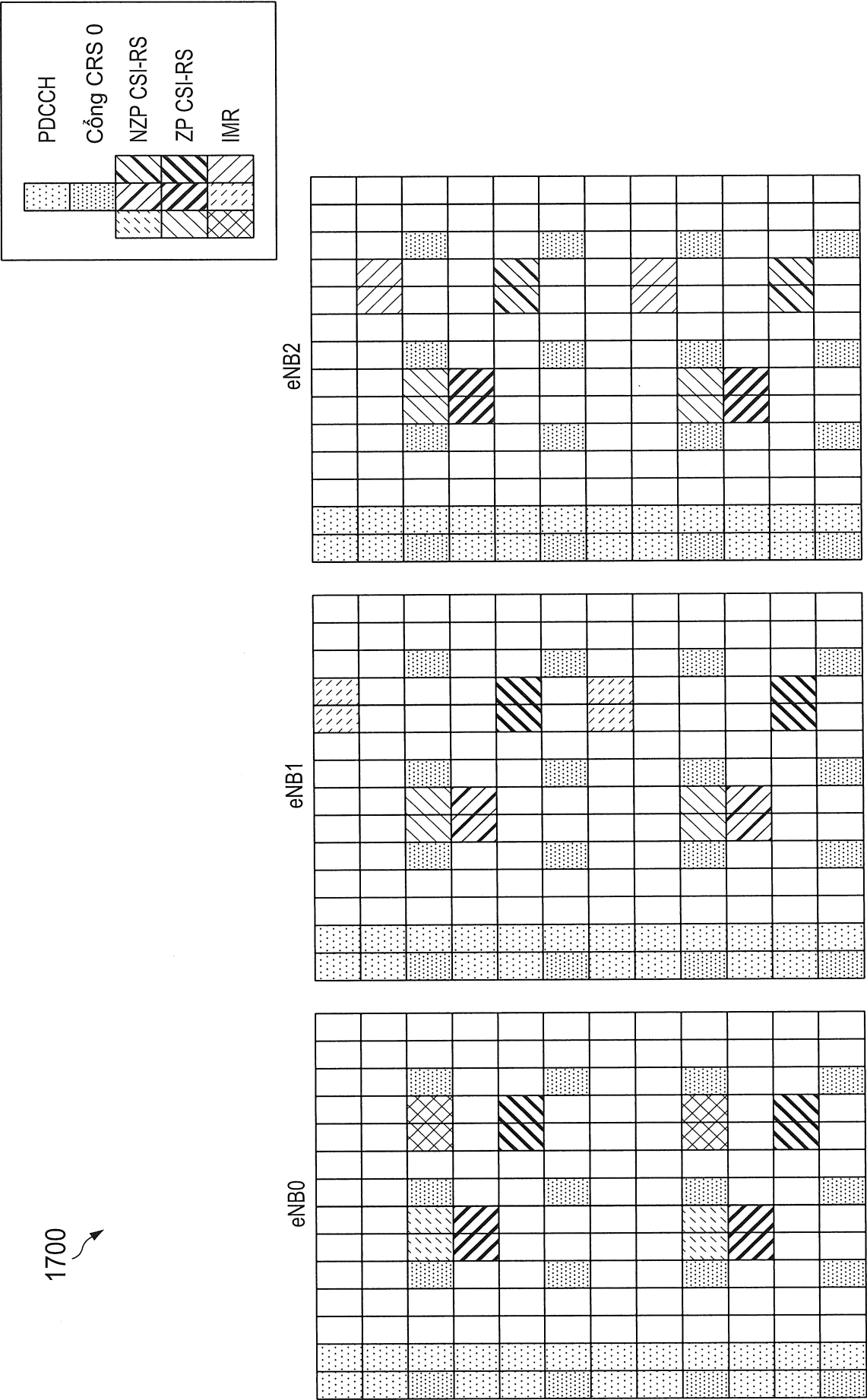
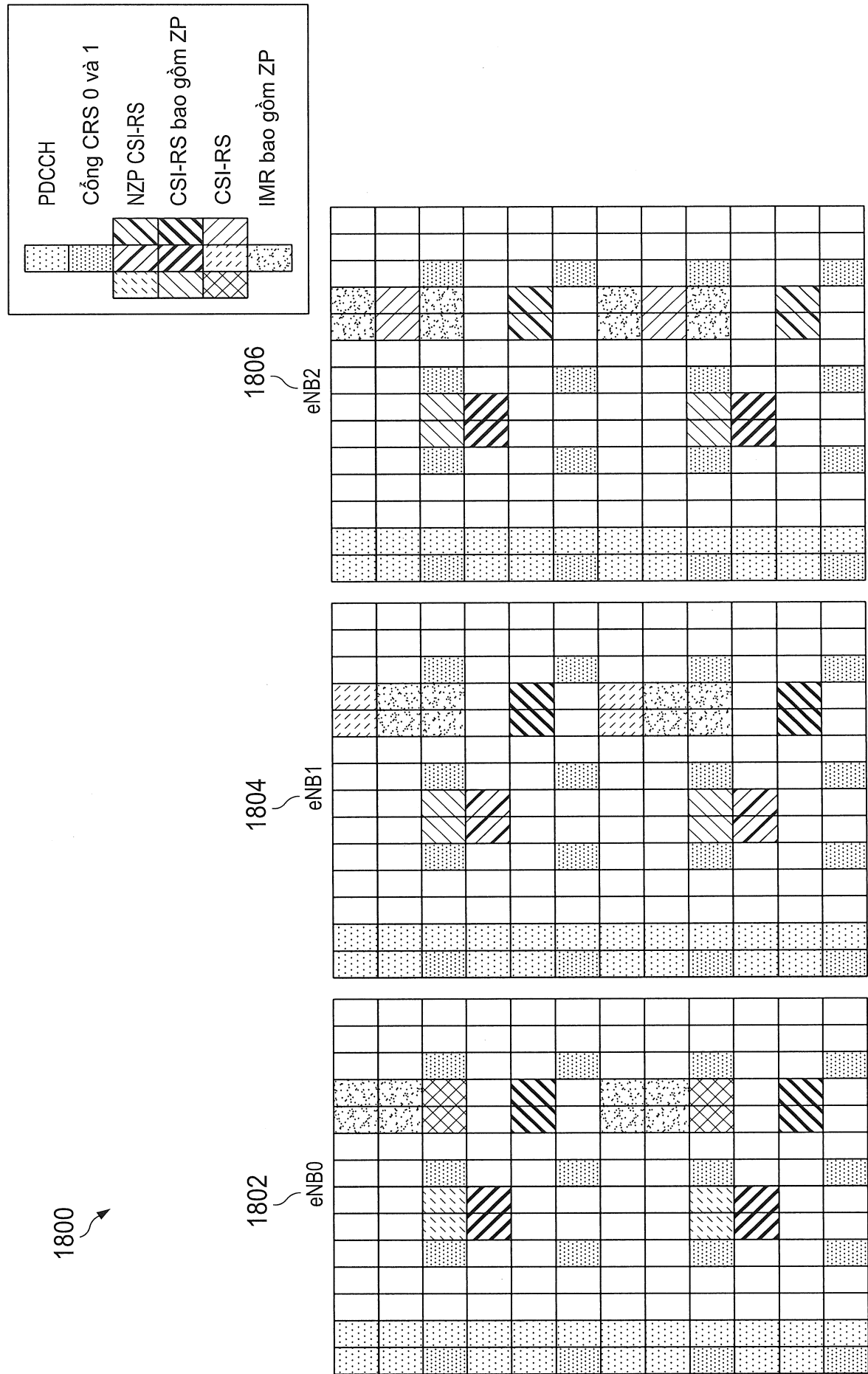


FIG. 17



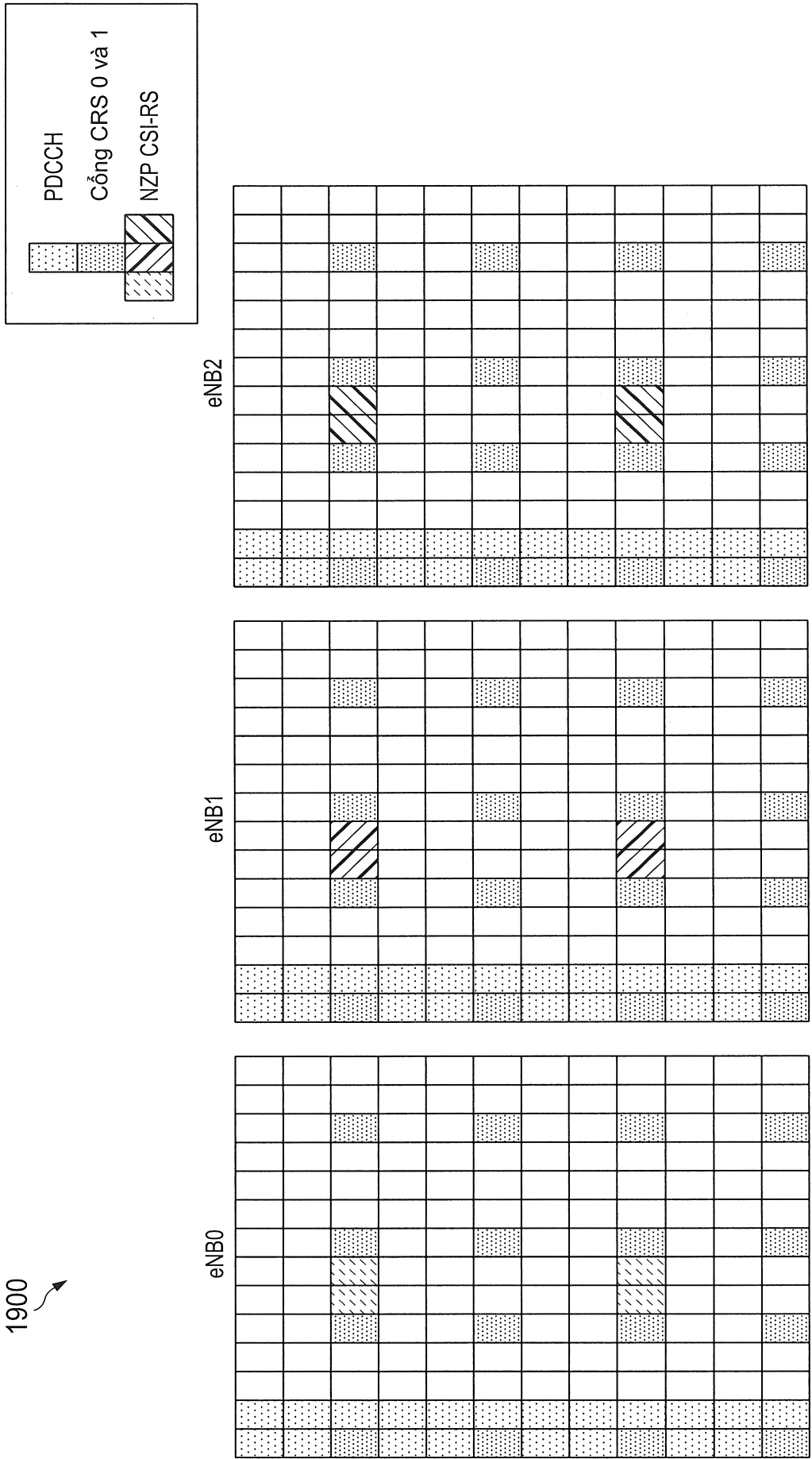


FIG. 19