



(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)



1-0053867

(51)^{2021.01} H04W 28/04; H04L 1/00

(13) B

(21) 1-2022-06668

(22) 24/04/2020

(86) PCT/CN2020/086808 24/04/2020

(87) WO 2021/212507 A1 28/10/2021

(45) 25/11/2025 452

(43) 27/01/2023 418A

(73) Qualcomm Incorporated (US)

Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California
92121-1714 (US)

(72) LIU, Kangqi (CN); XU, Changlong (CN); WU, Liangming (CN); LI, Jian (CN); XU,
Hao (US).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) THIẾT BỊ NHẬN VÀ TRUYỀN, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG KHÔNG
DÂY THỰC HIỆN BỞI CÁC THIẾT BỊ NÀY VÀ THIẾT BỊ ĐƯỢC TẠO CẤU
HÌNH ĐỂ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(21) 1-2022-06668

(57) Sáng chế đề cập đến các thiết bị nhận và truyền, các phương pháp truyền thông không dây thực hiện bởi các thiết bị này và thiết bị được tạo cấu hình để truyền thông không dây. Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp truyền thông không dây thực hiện bởi thiết bị nhận bao gồm nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng. Phương pháp bao gồm bước giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Phương pháp còn bao gồm bước xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Phương pháp còn bao gồm bước xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS. Các khía cạnh và dấu hiệu khác cũng được đề cập và mô tả.

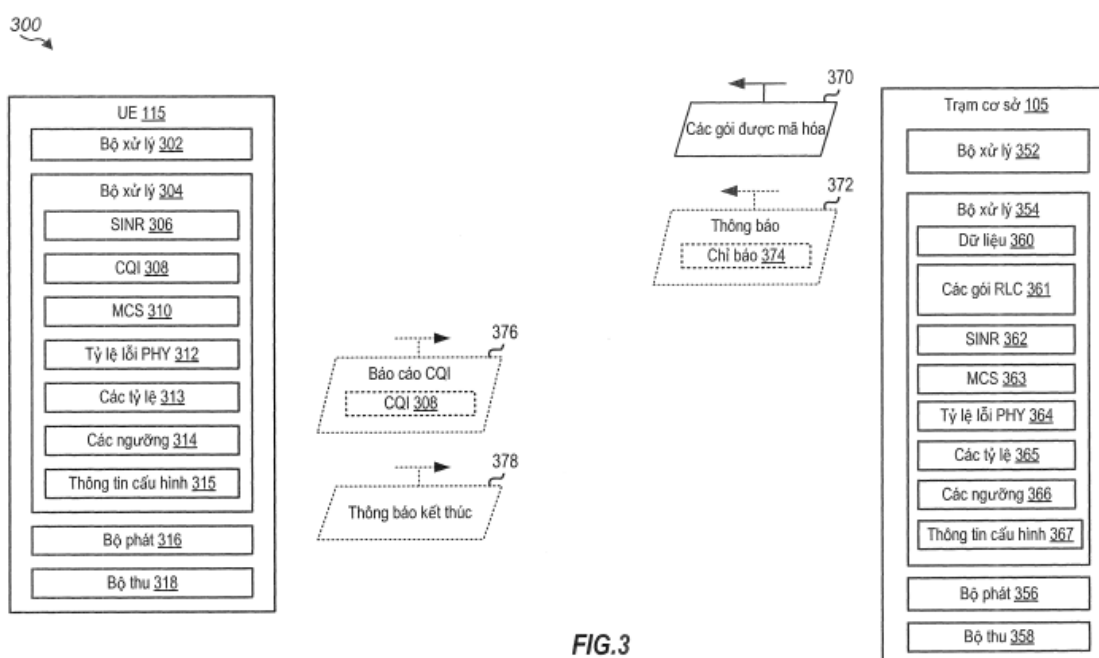


FIG.3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, các khía cạnh của sáng chế đề cập đến các hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn, đến các kỹ thuật liên quan tới mã hóa và giải mã các gói dựa trên các mã raptor.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây được triển khai rộng rãi để cung cấp các loại nội dung truyền thông khác nhau như thoại, video, dữ liệu gói, gửi tin nhắn, phát quảng bá, v.v.. Hệ thống truyền thông đa truy cập không dây có thể bao gồm một số trạm gốc hoặc nút truy cập mạng, mỗi trạm hoặc nút đồng thời hỗ trợ truyền thông cho nhiều thiết bị truyền thông có thể được gọi khác là thiết bị người dùng (user equipment - UE). Các hệ thống này có thể có khả năng hỗ trợ truyền thông với nhiều người dùng bằng cách dùng chung tài nguyên hệ thống khả dụng (chẳng hạn như thời gian, tần số và công suất). Các ví dụ về các hệ thống đa truy cập như vậy bao gồm các hệ thống thế hệ thứ tư (fourth generation - 4G) như hệ thống Tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE) hoặc hệ thống LTE-cải tiến (LTE-Advanced - LTE-A), hoặc hệ thống LTE-A Pro và hệ thống thế hệ thứ năm (fifth generation - 5G) có thể được gọi là hệ thống vô tuyến mới (New Radio - NR). Các hệ thống này có thể sử dụng các công nghệ như đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access - CDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access - TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (frequency division multiple access - FDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access - OFDMA), hoặc ghép kênh phân chia theo tần số trực giao trải phổ bằng biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform spread orthogonal frequency division multiplexing - DFT-S-OFDM).

Dữ liệu có thể được mã hóa trước khi truyền trong hệ thống truyền thông không dây để bảo đảm dữ liệu, để cho phép nhận dạng hoặc sửa chữa lỗi tại thiết bị nhận, hoặc vì các lý do khác. Các sơ đồ mã hóa khác nhau có thể sử dụng các mã khác nhau. Ví dụ, một số sơ đồ mã hóa sử dụng các mã fountain. Các mã fountain là các mã rateless (mã không có tốc độ cố định) với các ma trận sinh có thể có số cột không bị giới hạn. Ví dụ, thiết bị

truyền có thể áp dụng ma trận sinh có số cột không bị giới hạn cho các gói dữ liệu nguồn để tạo ra các gói được mã hóa để truyền đến thiết bị nhận. Thiết bị nhận có thể nhận các gói được mã hóa, kết hợp các gói đã nhận để tạo ra ma trận, và áp dụng ma trận cho các gói đã nhận để giải mã các gói đã nhận. Một nhóm mã fountain là các mã biến đổi Luby (Luby transform - LT).

Một loại mã khác được sử dụng để mã hóa dữ liệu để truyền trong các hệ thống truyền thông không dây là mã raptor. Mã raptor là tương tự với mã LT, nhưng có độ phức tạp mã hóa và giải mã giảm so với mã LT do mức trung bình giảm liên quan tới mã raptor. Quy trình mã hóa raptor có thể bao gồm quy trình tiền mã hóa trong đó các ký hiệu dư được tạo ra, bao gồm các ký hiệu kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC) và nửa ký hiệu. Các gói nguồn và các ký hiệu dư có thể sau đó được mã hóa bằng cách sử dụng quy trình giống như quy trình được sử dụng cho mã LT. Kết quả của việc mã hóa là số lượng gói được mã hóa lớn hơn số lượng gói nguồn của dữ liệu gốc. Ưu điểm của việc sử dụng mã raptor là ở chỗ chỉ một tập hợp con các gói được mã hóa cần được nhận bởi thiết bị nhận để giải mã các gói được mã hóa. Ví dụ, nếu thiết bị nhận thành công nhận được số lượng gói được mã hóa bằng với số lượng gói nguồn, thì thiết bị nhận có thể giải mã các gói đã nhận.

Các giao thức chuẩn 5G NR hiện nay yêu cầu rằng, trong lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC), mỗi gói được nhận bởi thiết bị nhận sẽ được báo nhận cho thiết bị truyền bằng cách truyền báo nhận (acknowledgement - ACK). Nếu một gói không được nhận thành công, thì thiết bị nhận sẽ truyền báo nhận phủ định (negative acknowledgement - NACK) để khiến cho thiết bị truyền truyền lại gói nhận không thành công trước khi tiếp tục truyền các gói khác. Sơ đồ “ACK/NACK” như vậy nói chung không tận dụng được các lợi ích của một số sơ đồ mã hóa. Ngoài ra, các giao thức chuẩn 5G NR hiện thời yêu cầu rằng các thiết bị phải duy trì một giá trị cố định cho tỷ lệ lỗi gói lớp vật lý (physical - PHY) liên quan tới việc truyền các gói. Việc duy trì một tỷ lệ lỗi gói lớp PHY cố định làm hạn chế tỷ lệ mã hóa và bậc điều chế dùng để truyền các gói.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần sau đây tóm tắt một số khía cạnh của sáng chế để cung cấp hiểu biết cơ bản về công nghệ được thảo luận. Phần bản chất này không phải là phần tổng quan sâu rộng về tất cả các đặc điểm được dự định của sáng chế, và được dự định không nhận dạng các

phần chính hoặc quan trọng của tất cả các khía cạnh của sáng chế, cũng không mô tả phạm vi của bất kỳ hay tất cả các khía cạnh của sáng chế. Mục đích duy nhất của phần này là giới thiệu một số khái niệm theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế ở dạng ngắn gọn làm tiền đề cho phần mô tả chi tiết hơn được trình bày sau đó.

Một khía cạnh sáng tạo của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai trong phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị nhận. Phương pháp bao gồm bước nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng. Phương pháp bao gồm bước giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Phương pháp còn bao gồm bước xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Phương pháp còn bao gồm bước xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế này có thể được triển khai trong thiết bị nhận. Thiết bị nhận bao gồm ít nhất một bộ xử lý và bộ nhớ được ghép nối với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh được bằng bộ xử lý, khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, được tạo cấu hình để nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Ít nhất một bộ xử lý cũng được tạo cấu hình để xác định SINR liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định CQI hoặc MCS liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai ở thiết bị được tạo cấu hình để truyền thông không dây. Thiết bị bao gồm phương tiện để nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Thiết bị bao gồm phương tiện để giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Thiết bị cũng bao gồm phương tiện để xác

định SINR liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định CQI hoặc MCS liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Thiết bị còn bao gồm phương tiện để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai trong phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Các hoạt động bao gồm giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Các hoạt động cũng bao gồm xác định SINR liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định CQI hoặc MCS liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Các hoạt động còn bao gồm xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai trong phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị truyền. Phương pháp bao gồm bước mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Phương pháp bao gồm bước truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa. Phương pháp còn bao gồm bước xác định SINR liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận CQI từ thiết bị nhận, hoặc xác định MCS liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa. Phương pháp còn bao gồm xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế này có thể được triển khai trong thiết bị truyền. Thiết bị truyền bao gồm ít nhất một bộ xử lý và bộ nhớ được ghép nối với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ mã có thể đọc được bằng bộ xử lý, khi được thực thi bởi bộ xử lý, được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để bắt đầu truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa. Ít nhất một bộ xử lý cũng được tạo cấu hình để xác định SINR liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận CQI từ thiết bị nhận, hoặc xác định MCS liên quan

tới việc truyền nhiều gói được mã hóa. Ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai ở thiết bị được tạo cấu hình để truyền thông không dây. Thiết bị bao gồm phương tiện để mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Thiết bị bao gồm phương tiện để truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa. Thiết bị cũng bao gồm phương tiện để xác định SINR liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận CQI từ thiết bị nhận, hoặc xác định MCS liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa. Thiết bị còn bao gồm phương tiện để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai trong phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Các hoạt động bao gồm bắt đầu truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa. Các hoạt động cũng bao gồm xác định SINR liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận CQI từ thiết bị nhận, hoặc xác định MCS liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa. Các hoạt động còn bao gồm xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

Các khía cạnh, dấu hiệu và phương án triển khai khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, khi xem xét phần mô tả sau đây về các phương án triển khai cụ thể, ví dụ của sáng chế cùng với các hình vẽ kèm theo. Mặc dù các dấu hiệu của sáng chế có thể được mô tả liên quan đến các phương án triển khai và hình vẽ cụ thể bên dưới, nhưng tất cả các phương án triển khai theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số các dấu hiệu có lợi được mô tả ở đây. Nói cách khác, tuy một hoặc nhiều phương án triển khai có thể được mô tả là có các dấu hiệu có lợi cụ thể, nhưng một hoặc nhiều trong số các dấu hiệu như vậy cũng có thể được sử dụng theo các phương án triển khai khác của sáng chế được mô tả ở đây. Theo cách tương tự, mặc dù các phương án triển khai ví dụ có thể được mô tả dưới đây dưới dạng các phương án

triển khai về thiết bị, hệ thống hoặc phương pháp, nhưng các phương án triển khai ví dụ đó có thể được triển khai trong các thiết bị, hệ thống và phương pháp khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Có thể hiểu thêm về bản chất và ưu điểm của sáng chế này khi tham chiếu đến các hình vẽ sau đây. Trong các hình vẽ kèm theo, các thành phần hoặc dấu hiệu tương tự có thể có cùng số chỉ dẫn. Hơn nữa, các thành phần khác nhau thuộc cùng một loại có thể được phân biệt bằng cách đặt sau nhãn chuẩn một nét gạch ngang và nhãn thứ hai để phân biệt giữa các thành phần tương tự. Nếu chỉ ký hiệu tham chiếu thứ nhất được sử dụng trong bản mô tả, thì phần mô tả đó có thể áp dụng được cho thành phần bất kỳ trong các thành phần tương tự có cùng ký hiệu tham chiếu thứ nhất bất kể có ký hiệu tham chiếu thứ hai hay không.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa chi tiết của một hệ thống truyền thông không dây ví dụ.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa khái niệm một thiết kế ví dụ về trạm gốc và thiết bị người dùng (user equipment - UE).

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa hệ thống truyền thông không dây làm ví dụ hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói vật lý (physical - PHY) theo một số khía cạnh.

Fig.4 là sơ đồ của một ví dụ về việc mã hóa dữ liệu để truyền đến thiết bị nhận được tạo cấu hình để hỗ trợ xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh.

Fig.5 là lưu đồ minh họa một quy trình ví dụ hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh.

Fig.6 là sơ đồ khối của một UE ví dụ hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh.

Fig.7 là lưu đồ minh họa một quy trình ví dụ hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh.

Fig.8 là sơ đồ khối của một trạm gốc ví dụ hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh.

Các số và ký hiệu chỉ dẫn giống nhau trong các hình vẽ khác nhau chỉ báo các thành phần giống nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khía cạnh khác nhau của sáng chế được mô tả đầy đủ hơn ở phần sau đây với sự tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm. Tuy nhiên, sáng chế có thể được thể hiện ở nhiều dạng khác nhau và không nên được hiểu là bị giới hạn ở cấu trúc hoặc chức năng cụ thể bất kỳ nào được trình bày xuyên suốt bản mô tả này. Đúng hơn là, các khía cạnh này được đưa ra để cho sáng chế này toàn diện và đầy đủ, và sẽ truyền tải hoàn toàn phạm vi của sáng chế đến người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Dựa trên các nguyên lý được đề xuất ở đây, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể thấy rằng phạm vi của sáng chế được dự định bao trùm mọi khía cạnh của sáng chế bộc lộ ở đây, cho dù được thực hiện độc lập hay kết hợp với bất kỳ khía cạnh nào khác của sáng chế. Chẳng hạn, thiết bị có thể được triển khai hoặc phương pháp có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một số khía cạnh bất kỳ được trình bày ở đây. Ngoài ra, phạm vi của sáng chế được dự định bao gồm thiết bị hoặc phương pháp như vậy được thực hiện bằng cách sử dụng cấu trúc, chức năng khác, hoặc cấu trúc và chức năng bổ sung hoặc nằm ngoài các khía cạnh khác nhau của sáng chế được nêu ở đây. Bất kỳ khía cạnh nào của sáng chế bộc lộ ở đây có thể được thể hiện bởi một hoặc nhiều phần tử của điểm yêu cầu bảo hộ.

Sáng chế đề xuất các hệ thống, thiết bị, phương pháp, và phương tiện được thực hiện bằng máy tính để hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói vật lý (physical - PHY) tại các thiết bị của hệ thống truyền thông không dây. Sự xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY như vậy có thể được hỗ trợ thông qua sử dụng mã raptor để mã hóa và giải mã các gói được truyền trong hệ thống truyền thông không dây. Để minh họa, thiết bị truyền, như trạm gốc (hoặc thiết bị người dùng (user equipment - UE)), có thể mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra một tập hợp gói được mã hóa. Theo một số khía cạnh, mã raptor có thể được áp dụng tại mức điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC). Ví dụ, thiết bị truyền có thể phân chia dữ liệu thành nhiều gói nguồn và chuyển đổi các gói nguồn thành mức RLC. Sau đó, thiết bị truyền có thể mã hóa các gói nguồn tại lớp RLC dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa ở lớp RLC. Thiết bị truyền có thể sau đó chuyển đổi mỗi trong số các gói được mã hóa ở lớp RLC thành một hoặc nhiều ký hiệu lớp PHY thông qua một hoạt động mã hóa khác (ví dụ, sử dụng sơ đồ mã hóa sửa chữa lỗi như mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC)). Thiết bị truyền sau đó

có thể truyền các gói được mã hóa ở lớp PHY (ở dạng của các ký hiệu lớp PHY) đến thiết bị nhận, như UE (hoặc trạm gốc), qua một hoặc nhiều mạng không dây.

Thiết bị thành công nhận được tập hợp gói được mã hóa (các gói được mã hóa ở lớp PHY), hoặc ít nhất tập hợp con các gói được mã hóa, có thể giải mã tất cả các gói được mã hóa trong tập hợp dựa trên mã raptor giống như mã được sử dụng bởi thiết bị truyền để mã hóa các gói. Ví dụ, thiết bị nhận có thể giải mã thành công tập hợp gói đã nhận được bằng cách thực hiện hoạt động giải mã (ví dụ, sử dụng cùng sơ đồ sửa lỗi, như giải mã LDPC, như được sử dụng bởi thiết bị truyền) trên các ký hiệu lớp PHY để tạo ra các gói được mã hóa ở lớp RLC. Thiết bị nhận có thể sau đó giải mã các gói được mã hóa ở lớp RLC dựa trên mã raptor.

Thiết bị nhận cũng có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động để cho phép xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới mã hóa dựa trên raptor. Ví dụ, thiết bị nhận có thể xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa, chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa, hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa. Theo cách khác, thiết bị nhận có thể nhận chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY từ thiết bị truyền. Thiết bị nhận có thể xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên SINR, CQI hoặc MCS, hoặc chỉ báo. “Xác định thích ứng” tỷ lệ lỗi gói PHY có thể bao gồm nhận dạng, hoặc chọn, tỷ lệ lỗi gói PHY “khi đang chạy,” như trong khi giải mã hoặc xử lý tập hợp gói được mã hóa. Ví dụ, thiết bị nhận có thể xác định tỷ lệ lỗi gói PHY cụ thể tương ứng với SINR, CQI, hoặc MCS, như được chỉ báo bởi dữ liệu cấu hình được xác định trước. Theo một ví dụ khác, thiết bị truyền có thể thiết lập tỷ lệ lỗi gói PHY và truyền chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY đến thiết bị nhận. Như được mô tả tương tự có tham chiếu đến thiết bị nhận, thiết bị truyền có thể xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên SINR xác định bởi thiết bị truyền, CQI nhận được từ thiết bị nhận, hoặc MCS xác định bởi thiết bị truyền.

Các phương án triển khai cụ thể của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được thực hiện để đạt được một hoặc nhiều trong số các ưu điểm có thể có sau đây. Theo một số khía cạnh, sáng chế đề xuất các kỹ thuật để chọn và xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY của một tập hợp gói được mã hóa. Theo cách này, tỷ lệ lỗi gói PHY có thể được sử dụng sẽ nhỏ hơn (hoặc lớn hơn) một tỷ lệ lỗi gói PHY cố định được duy trì bởi các thiết

bị truyền thông không dây khác. Vì tỷ lệ mã hóa và bậc điều chế được sử dụng để mã hóa tập hợp gói được mã hóa là dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY, nên việc điều chỉnh tỷ lệ lỗi gói PHY có thể cho phép các tỷ lệ mã hóa lớn hơn, các bậc điều chế lớn hơn, hoặc cả hai, được sử dụng khi so với việc duy trì tỷ lệ lỗi gói PHY cố định. Ngoài ra, sử dụng mã raptor để mã hóa và giải mã tập hợp gói được mã hóa ở lớp RLC cho phép thiết bị nhận giải mã dữ liệu nguồn bằng cách sử dụng duy nhất tập hợp con nhiều gói được mã hóa. Vì việc nhận không thành công một hoặc nhiều gói không ngăn chặn việc thiết bị nhận giải mã dữ liệu nguồn, nên sơ đồ báo nhận/báo nhận phủ định (acknowledgement/negative acknowledgement - ACK/NACK) có thể không được thực hiện, điều này làm giảm phí tổn và có thể làm tăng băng thông hệ thống khả dụng.

Nói chung sáng chế này đề cập đến việc cung cấp hoặc tham gia vào việc truy cập dùng chung được cấp phép giữa hai hoặc nhiều hệ thống truyền thông không dây, còn được gọi là mạng truyền thông không dây. Trong các phương án triển khai khác nhau, các kỹ thuật và thiết bị có thể được sử dụng cho các mạng truyền thông không dây như mạng đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), mạng đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), mạng đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), mạng FDMA trực giao (OFDMA), mạng FDMA một sóng mang (SC-FDMA), mạng LTE, mạng GSM, mạng thế hệ thứ 5 (5G) hoặc mạng vô tuyến mới (NR) (đôi khi được gọi là mạng, hệ thống hoặc thiết bị “5G NR”), cũng như các mạng truyền thông khác. Như được mô tả ở đây, thuật ngữ “mạng” và “hệ thống” có thể được sử dụng thay thế cho nhau.

Mạng CDMA có thể áp dụng công nghệ vô tuyến như truy cập vô tuyến mặt đất toàn cầu (universal terrestrial radio access-UTRA), cdma2000, và tương tự. UTRA bao gồm CDMA băng rộng (W-CDMA) và tốc độ chip thấp (low chip rate-LCR). CDMA2000 bao gồm các chuẩn IS-2000, IS-95 và IS-856.

Mạng TDMA có thể áp dụng công nghệ vô tuyến như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System for Mobile Communication - GSM). 3GPP xác định các chuẩn cho mạng truy cập vô tuyến (radio access network-RAN) GSM EDGE (tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự phát triển GSM), còn được ký hiệu là GERAN. GERAN là thành phần vô tuyến của GSM hoặc GSM EDGE, cùng với mạng tham gia các trạm gốc (ví dụ, giao diện Ater và Abis, trong số các ví dụ khác) và bộ điều khiển trạm gốc (ví dụ, giao diện A, trong số các ví dụ khác). Mạng truy cập vô tuyến là thành phần của mạng GSM, qua đó các cuộc

gọi điện thoại và dữ liệu gói được định tuyến từ và đến mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (public switched telephone network-PSTN) và Internet đến và từ các thiết bị cầm tay thuê bao, còn được gọi là thiết bị đầu cuối người dùng hoặc thiết bị người dùng (UE). Mạng của nhà khai thác điện thoại di động có thể bao gồm một hoặc nhiều GERAN, có thể được ghép nối với UTRAN trong trường hợp của mạng UMTS hoặc GSM. Ngoài ra, mạng điều hành có thể bao gồm một hoặc nhiều mạng LTE hoặc một hoặc nhiều mạng khác. Các loại mạng khác nhau có thể sử dụng các công nghệ truy cập vô tuyến (RAT) và mạng truy cập vô tuyến (RAN) khác nhau.

Mạng OFDMA có thể áp dụng công nghệ vô tuyến như UTRA cải tiến (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.20, flash-OFDM và loại tương tự. UTRA, E-UTRA và GSM là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS). Đặc biệt, Tiến hóa dài hạn (long term evolution - LTE) là một phiên bản phát hành của UMTS sử dụng E-UTRA. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS và LTE được mô tả trong các tài liệu được cung cấp từ một tổ chức có tên là “dự án đối tác thế hệ thứ 3” (3GPP) và cdma2000 được mô tả trong các tài liệu từ một tổ chức có tên “dự án đối tác thế hệ thứ 3 2” (3GPP2). Các công nghệ và chuẩn vô tuyến khác nhau này đã được biết đến hoặc đang được phát triển. Ví dụ, 3GPP là sự hợp tác giữa các nhóm hiệp hội viễn thông nhằm xác định đặc tả kỹ thuật điện thoại di động thế hệ thứ ba (3G) có thể áp dụng trên toàn cầu. Tiến hóa dài hạn (LTE) của 3GPP là một dự án 3GPP nhằm cải thiện chuẩn điện thoại di động của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS). 3GPP có thể xác định các thông số kỹ thuật cho thế hệ tiếp theo của mạng di động, hệ thống di động, và thiết bị di động. Sáng chế có thể mô tả một số khía cạnh liên quan đến công nghệ LTE, 4G, 5G hoặc NR; tuy nhiên, mô tả này không dự định bị giới hạn ở một công nghệ hoặc ứng dụng cụ thể và một hoặc nhiều khía cạnh được mô tả liên quan đến một công nghệ này có thể được hiểu là có thể áp dụng cho một công nghệ khác. Thật vậy, một hoặc nhiều khía cạnh theo sáng chế có liên quan đến quyền truy cập chung vào phổ không dây giữa các mạng sử dụng các công nghệ truy cập vô tuyến hoặc giao diện vô tuyến khác nhau.

Các mạng 5G dự tính các dạng triển khai đa dạng, phổ đa dạng, và các dịch vụ và thiết bị đa dạng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng giao diện không gian thống nhất dựa vào OFDM. Để đạt được những mục tiêu này, các cải tiến hơn nữa đối với LTE và LTE-A được xem xét bổ sung cho sự phát triển công nghệ vô tuyến mới cho mạng 5G NR. 5G NR sẽ có khả năng mở rộng quy mô để cung cấp sự phủ sóng (1) cho Internet vạn vật

(IoT) khổng lồ với mật độ cực cao (chẳng hạn như $\sim 1\text{M}$ nút trên mỗi km^2), độ phức tạp cực thấp (chẳng hạn như $\sim 10\text{s}$ bit mỗi giây), năng lượng cực thấp (chẳng hạn như tuổi thọ pin ~ 10 năm trở lên) và phủ sóng sâu với khả năng tiếp cận các địa điểm khó khăn; (2) bao gồm điều khiển quan trọng với nhiệm vụ bảo mật mạnh mẽ để bảo vệ thông tin cá nhân, tài chính hoặc được phân loại nhạy cảm, độ tin cậy cực cao (chẳng hạn như độ tin cậy $\sim 99,9999\%$), độ trễ cực thấp (chẳng hạn như ~ 1 mili giây (ms)), và những người dùng có phạm vi di động rộng hoặc thiếu tính di động; và (3) với băng rộng di động nâng cao bao gồm dung lượng cực cao (chẳng hạn như $\sim 10\text{ Tbps}$ mỗi km^2), tốc độ dữ liệu cực cao (chẳng hạn như tốc độ đa Gbps, tốc độ trải nghiệm người dùng trên 100 Mbps) và nhận thức sâu với khả năng khám phá và tối ưu hóa được nâng cao.

Các thiết bị, mạng và hệ thống 5G NR có thể được triển khai để sử dụng các tính năng dạng sóng dựa trên OFDM được tối ưu hóa. Các tính năng này có thể bao gồm số học có thể mở rộng và khoảng thời gian truyền (TTI); một khung chung, linh hoạt để ghép kênh có hiệu quả các dịch vụ và tính năng với thiết kế song công phân chia theo thời gian (TDD) hoặc song công phân chia theo tần số (FDD) năng động, độ trễ thấp; và các công nghệ không dây tiên tiến, chẳng hạn như nhiều đầu vào, nhiều đầu ra (MIMO) lớn, truyền sóng milimet (mmWave) mạnh mẽ, mã hóa kênh nâng cao và tính di động tập trung vào thiết bị. Khả năng mở rộng của số học trong 5G NR, với việc mở rộng khoảng cách sóng mang con, có thể giải quyết hiệu quả việc vận hành các dịch vụ đa dạng trên phổ đa dạng và các dạng triển khai đa dạng. Ví dụ, trong các hoạt động triển khai phủ sóng ngoài trời và macro khác nhau của các phương án triển khai FDD hoặc TDD dưới 3GHz, khoảng cách sóng mang con có thể xuất hiện với 15 kHz, ví dụ trên băng thông 1, 5, 10, 20 MHz và băng thông tương tự. Đối với các hoạt động triển khai vùng phủ ô nhỏ và ngoài trời khác nhau của TDD lớn hơn 3 GHz, khoảng cách sóng mang con có thể xuất hiện với 30 kHz trên băng thông 80 hoặc 100 MHz. Đối với các phương án triển khai băng rộng trong nhà khác nhau, sử dụng TDD trên phần được miễn cấp phép của dải 5 GHz, khoảng cách sóng mang con có thể xuất hiện với 60 kHz trên băng thông 160 MHz. Cuối cùng, đối với các triển khai khác nhau để truyền với các thành phần mmWave ở TDD 28 GHz, khoảng cách sóng mang con có thể xuất hiện với 120 kHz trên băng thông 500MHz.

Số học có thể mở rộng của 5G NR tạo điều kiện cho TTI có thể mở rộng theo các yêu cầu về độ trễ và chất lượng dịch vụ (QoS) đa dạng. Ví dụ, TTI ngắn hơn có thể được dùng cho độ trễ thấp và độ tin cậy cao, trong khi TTI dài hơn có thể được dùng cho hiệu

suất phổ cao hơn. Việc ghép kênh hiệu quả các TTI dài và ngắn cho phép các cuộc truyền bắt đầu trên các biên ký hiệu. 5G NR cũng dự tính thiết kế khung con tích hợp độc lập với thông tin lập lịch đường lên hoặc đường xuống, dữ liệu và báo nhận trong cùng một khung con. Khung con tích hợp độc lập hỗ trợ các cuộc truyền thông trong phổ dùng chung được miễn cấp phép hoặc dựa trên tranh chấp, đường lên hoặc đường xuống thích ứng có thể được tạo cấu hình linh hoạt trên cơ sở mỗi ô để chuyển đổi động giữa đường lên và đường xuống để đáp ứng nhu cầu lưu lượng hiện thời.

Đề rõ ràng, các khía cạnh nhất định của thiết bị và kỹ thuật có thể được mô tả dưới đây có tham chiếu đến các phương án triển khai 5G NR ví dụ hoặc theo cách tập trung vào 5G, và thuật ngữ 5G có thể được sử dụng làm các ví dụ minh họa trong các phần của mô tả bên dưới; tuy nhiên, mô tả này không dự định bị giới hạn ở các ứng dụng 5G.

Hơn nữa, cần hiểu rằng, khi hoạt động, các mạng truyền thông không dây được làm thích ứng theo các khái niệm ở đây có thể hoạt động với bất kỳ sự kết hợp nào của phổ được cấp phép hoặc được miễn cấp phép tùy thuộc vào tải và tính khả dụng. Do đó, sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này rằng các hệ thống, thiết bị và phương pháp được mô tả ở đây có thể áp dụng được cho các hệ thống và ứng dụng truyền thông khác ngoài các ví dụ cụ thể được cung cấp.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của một hệ thống truyền thông không dây ví dụ. Hệ thống truyền thông không dây có thể bao gồm mạng không dây 100. Ví dụ, mạng không dây 100 có thể bao gồm mạng không dây 5G. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng, các thành phần xuất hiện trên Fig.1 có khả năng có các thành phần tương ứng liên quan trong các cách sắp xếp mạng khác bao gồm, ví dụ, các cách sắp xếp mạng theo kiểu ô và các cách sắp xếp mạng theo kiểu không phải là ô, như sắp xếp mạng kiểu thiết bị - thiết bị, ngang hàng hoặc tùy biến, trong số các ví dụ khác.

Mạng không dây 100 được minh họa trên Fig.1 bao gồm một số trạm gốc 105 và các thực thể mạng khác. Trạm gốc có thể là trạm truyền thông với các UE và có thể được gọi là nút B cải tiến (evolved node B - eNB), eNB thế hệ tiếp theo (gNB), điểm truy cập, và tương tự. Mỗi trạm gốc 105 có thể cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho một khu vực địa lý cụ thể. Trong 3GPP, thuật ngữ “ô” có thể đề cập đến vùng phủ sóng địa lý cụ thể này của trạm gốc hoặc phân hệ trạm gốc phục vụ vùng phủ sóng, tùy thuộc vào ngữ cảnh mà thuật ngữ này được sử dụng. Theo các phương án triển khai của mạng không dây 100

ở đây, các trạm gốc 105 có thể được kết hợp với cùng một nhà khai thác hoặc các nhà khai thác khác nhau, chẳng hạn như mạng không dây 100 có thể bao gồm nhiều mạng không dây của nhà khai thác. Ngoài ra, theo các phương án triển khai của mạng không dây 100 ở đây, các trạm gốc 105 có thể cung cấp các cuộc truyền thông không dây sử dụng một hoặc nhiều tần số giống nhau, chẳng hạn như một hoặc nhiều dải tần số trong phổ tần được cấp phép, phổ tần được miễn cấp phép, hoặc sự kết hợp của chúng, làm ô lân cận. Theo một số ví dụ, trạm gốc 105 hoặc UE 115 riêng lẻ có thể được vận hành bởi nhiều hơn một thực thể khai thác mạng. Trong một số ví dụ khác, mỗi trạm gốc 105 và UE 115 có thể được vận hành bởi một thực thể khai thác mạng.

Trạm gốc có thể cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho ô macro hoặc ô nhỏ, chẳng hạn như ô pico hoặc ô femto, hoặc các loại ô khác. Ô macro thường bao phủ một khu vực địa lý tương đối lớn, chẳng hạn như bán kính vài kilomet, và có thể cho phép các UE có các đăng ký dịch vụ với nhà cung cấp mạng truy cập không hạn chế. Ô nhỏ, chẳng hạn như ô pico, thông thường sẽ bao phủ một khu vực địa lý tương đối nhỏ hơn và có thể cho phép các UE có các đăng ký dịch vụ với nhà cung cấp mạng truy cập không hạn chế. Ô nhỏ, chẳng hạn như ô femto, thông thường cũng sẽ bao phủ một khu vực địa lý tương đối nhỏ, chẳng hạn như nhà riêng, và ngoài quyền truy cập không hạn chế, có thể cung cấp quyền truy cập hạn chế cho các UE có liên kết với ô femto, chẳng hạn như các UE trong nhóm thuê bao kín (closed subscriber group - CSG), UE cho người dùng trong nhà, và tương tự. Trạm gốc cho ô macro có thể được gọi là trạm gốc macro. Trạm gốc cho ô nhỏ có thể được gọi là trạm gốc ô nhỏ, trạm gốc pico, trạm gốc femto hoặc một trạm gốc trong nhà. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1, trạm gốc 105d và 105e là trạm gốc macro thông thường, trong khi trạm gốc 105a – 105c là trạm gốc macro được kích hoạt với một trong các đặc điểm 3 chiều (3D), toàn chiều (FD), hoặc MIMO cỡ lớn. Các trạm gốc 105a – 105c tận dụng các khả năng MIMO có kích thước cao hơn của chúng để khai thác kỹ thuật tạo chùm 3D ở điều hướng chùm sóng theo cả chiều cao và phương vị để tăng vùng phủ sóng và dung lượng. Trạm gốc 105f là một trạm gốc ô nhỏ có thể là một nút trong nhà hoặc điểm truy cập di động. Trạm gốc có thể hỗ trợ một hoặc nhiều ô, chẳng hạn như hai ô, ba ô, bốn ô, và tương tự.

Mạng không dây 100 có thể hỗ trợ hoạt động đồng bộ hoặc không đồng bộ. Đối với hoạt động đồng bộ, các trạm gốc có thể có định thời chọn khung tương tự, và các cuộc truyền từ các trạm gốc khác nhau có thể được đồng chỉnh xấp xỉ theo thời gian. Đối với

hoạt động không đồng bộ, các trạm gốc có thể có định thời chọn khung khác nhau, và các cuộc truyền từ các trạm gốc khác nhau có thể không được đồng chỉnh theo thời gian. Trong một số kịch bản, các mạng có thể được kích hoạt hoặc được tạo cấu hình để xử lý chuyển đổi động giữa các hoạt động đồng bộ hoặc không đồng bộ.

Các UE 115 được phân tán trong toàn bộ mạng không dây 100, và mỗi UE có thể cố định hoặc di động. Cần lưu ý rằng, mặc dù thiết bị di động thường được gọi là thiết bị người dùng (UE) trong các chuẩn và các đặc tả kỹ thuật do 3GPP ban hành, nhưng ngoài ra hoặc theo cách khác thiết bị đó có thể được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này gọi là trạm di động (MS), trạm thuê bao, đơn vị di động, đơn vị thuê bao, đơn vị không dây, đơn vị từ xa, thiết bị di động, thiết bị không dây, thiết bị truyền thông không dây, thiết bị từ xa, trạm thuê bao di động, thiết bị đầu cuối truy cập (AT), thiết bị đầu cuối di động, thiết bị đầu cuối không dây, thiết bị đầu cuối từ xa, thiết bị cầm tay, thiết bị đầu cuối, đại lý người dùng, khách di động, máy khách, hoặc một thuật ngữ phù hợp khác nào đó. Trong tài liệu này, thiết bị "di động" hoặc UE không nhất thiết phải có khả năng di chuyển, và có thể cố định. Một số ví dụ không giới hạn về thiết bị di động, chẳng hạn như có thể bao gồm phương án triển khai của một hoặc nhiều UE 115, bao gồm điện thoại di động, điện thoại tế bào (cell), điện thoại thông minh, điện thoại giao thức khởi tạo phiên (SIP), trạm vòng lặp cục bộ không dây (WLL), máy tính xách tay, máy tính cá nhân (PC), sổ ghi chép, netbook, sách thông minh, máy tính bảng, và thiết bị trợ giúp kỹ thuật số cá nhân (PDA). Thiết bị di động cũng có thể là thiết bị "Internet vạn vật" (Internet of things-IoT) hoặc "Internet của tất cả mọi thứ" (Internet of everything-LoE), chẳng hạn như ô tô hoặc phương tiện giao thông khác, đài vệ tinh, thiết bị hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system-GPS), bộ điều khiển logistics, thiết bị bay không người lái, thiết bị bay nhiều cánh, thiết bị bay bốn cánh, thiết bị năng lượng thông minh hoặc thiết bị an ninh thông minh, tấm năng lượng mặt trời hoặc mảng năng lượng mặt trời, chiếu sáng đô thị, nước hoặc cơ sở hạ tầng khác; các thiết bị tự động hóa công nghiệp và trong doanh nghiệp; thiết bị tiêu dùng và thiết bị đeo được, chẳng hạn như kính mắt, máy ảnh đeo được, đồng hồ thông minh, thiết bị theo dõi sức khỏe hoặc thể dục, thiết bị cấy ghép vào động vật có vú, thiết bị theo dõi cử chỉ, thiết bị y tế, máy nghe nhạc kỹ thuật số (chẳng hạn như máy nghe nhạc MP3), máy ảnh hoặc bảng điều khiển trò chơi, trong số các ví dụ khác; và các thiết bị gia đình kỹ thuật số hoặc nhà thông minh như thiết bị âm thanh, video và đa phương tiện gia đình, thiết bị, cảm biến, máy bán hàng tự động, hệ thống chiếu sáng thông minh, hệ thống

an ninh gia đình, hoặc đồng hồ thông minh, trong số các ví dụ khác. Theo một khía cạnh, UE có thể là một thiết bị bao gồm thẻ mạch tích hợp đa năng (Universal Integrated Circuit Card-UICC). Theo một khía cạnh khác, UE có thể là một thiết bị không bao gồm UICC. Theo một số khía cạnh, các UE mà không bao gồm các UICC có thể được gọi là các thiết bị IoE. Các UE 115a–115d của phương án triển khai được minh họa trên Fig.1 là các ví dụ của các thiết bị loại điện thoại thông minh di động truy cập mạng không dây 100. UE có thể là máy được tạo cấu hình riêng biệt cho truyền thông được kết nối, bao gồm truyền thông kiểu máy (machine type communication-MTC), MTC nâng cao (enhanced MTC-eMTC), IoT dải hẹp (narrowband IoT-NB-IoT) và tương tự. Các UE 115e–115k được minh họa trên Fig.1 là các ví dụ của các máy khác nhau được tạo cấu hình để truyền thông để truy cập vào mạng 5G 100.

Thiết bị di động, chẳng hạn như các UE 115, có thể truyền thông với bất kỳ loại trạm gốc nào, dù là trạm gốc macro, trạm gốc pico, trạm gốc femto, trạm chuyển tiếp, và tương tự. Trên Fig.1, liên kết truyền thông (được biểu thị dưới dạng hình tia chớp) chỉ báo các cuộc truyền không dây giữa UE và trạm gốc phục vụ, là trạm gốc được chỉ định để phục vụ UE trên đường xuống hoặc đường lên, hoặc cuộc truyền mong muốn giữa các trạm gốc, và cuộc truyền backhaul giữa các trạm gốc. Truyền thông backhaul giữa các trạm gốc của mạng không dây 100 có thể xảy ra bằng cách sử dụng các liên kết truyền thông có dây hoặc không dây.

Khi hoạt động ở mạng 5G 100, các trạm gốc 105a – 105c phục vụ các UE 115a và 115b bằng cách sử dụng điều hướng chùm sóng 3D và các kỹ thuật không gian phối hợp, chẳng hạn như đa điểm phối hợp (CoMP) hoặc đa kết nối. Trạm gốc macro 105d thực hiện truyền thông backhaul với các trạm gốc 105a – 105c, cũng như ô nhỏ, trạm gốc 105f. Trạm gốc macro 105d cũng truyền các dịch vụ đa hướng được đăng ký cho và nhận bởi các UE 115c và 115d. Các dịch vụ phát đa hướng như vậy có thể bao gồm truyền hình di động hoặc video truyền phát trực tiếp, hoặc có thể bao gồm các dịch vụ khác để cung cấp thông tin cộng đồng, chẳng hạn như các trường hợp khẩn cấp về thời tiết hoặc báo động, chẳng hạn như báo động trẻ em mất tích (Amber) hoặc báo động xám.

Mạng không dây 100 của các phương án triển khai hỗ trợ các cuộc truyền thông có nhiệm vụ quan trọng với các liên kết siêu tin cậy và dự cho các thiết bị có nhiệm vụ quan trọng, chẳng hạn như UE 115e, là thiết bị bay không người lái. Các liên kết truyền thông

đur với UE 115e bao gồm các liên kết đến từ các trạm gốc macro 105d và 105e, cũng như trạm gốc ô nhỏ 105f. Các thiết bị loại máy khác, chẳng hạn như UE 115f (nhiệt kế), UE 115g (đồng hồ thông minh), và UE 115h (thiết bị đeo) có thể truyền thông qua mạng không dây 100 hoặc trực tiếp với các trạm gốc, chẳng hạn như trạm gốc ô nhỏ 105f, và trạm gốc macro 105e, hoặc trong các cấu hình đa bước nhảy bằng cách truyền thông với một thiết bị người dùng khác mà chuyển tiếp thông tin của nó đến mạng, chẳng hạn như UE 115f truyền thông tin đo nhiệt độ tới đồng hồ thông minh, UE 115g, thông tin này sau đó được báo cáo với mạng thông qua trạm gốc ô nhỏ 105f. Mạng 5G 100 có thể làm cho hiệu suất mạng tăng thêm thông qua cuộc truyền thông TDD hoặc FDD động, độ trễ thấp, chẳng hạn như trong mạng mắt lưới phương tiện-với-phương tiện (V2V) giữa các UE 115i – 115k truyền thông với trạm gốc macro 105e.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa khái niệm thiết kế ví dụ của trạm gốc 105 và UE 115. Trạm gốc 105 và UE 115 có thể là một trong các trạm gốc và là một trong các UE trong Fig.1. Đối với kịch bản kết hợp bị giới hạn (như nêu trên đây), trạm gốc 105 có thể là trạm gốc ô nhỏ 105f trên Fig.1, và UE 115 có thể là UE 115c hoặc 115d hoạt động trong vùng phục vụ của trạm gốc 105f, để truy cập trạm gốc ô nhỏ 105f, các UE này phải nằm trong danh sách các UE được quyền truy cập vào trạm gốc ô nhỏ 105f. Ngoài ra, trạm gốc 105 có thể là trạm gốc thuộc một kiểu khác nào đó. Như được thể hiện trên Fig.2, trạm gốc 105 có thể được trang bị các anten 234a đến 234t, và UE 115 có thể được trang bị các anten 252a đến 252r để hỗ trợ các cuộc truyền thông không dây.

Tại trạm gốc 105, bộ xử lý truyền 220 có thể nhận dữ liệu từ nguồn dữ liệu 212 và thông tin điều khiển từ bộ điều khiển 240. Thông tin điều khiển có thể dành cho kênh phát quảng bá vật lý (PBCH), kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh chỉ báo ARQ (yêu cầu lặp lại tự động) lai vật lý (PHICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh điều khiển đường xuống vật lý được cải tiến (EPDCCH), hoặc kênh điều khiển đường xuống vật lý MTC (MPDCCH), trong số các ví dụ khác. Dữ liệu có thể dành cho PDSCH, trong số các ví dụ khác. Bộ xử lý truyền 220 có thể xử lý, chẳng hạn như mã hóa và ánh xạ ký hiệu, dữ liệu và thông tin điều khiển để lần lượt thu được các ký hiệu dữ liệu và ký hiệu điều khiển. Ngoài ra, bộ xử lý truyền 220 có thể tạo ra các ký hiệu tham chiếu, chẳng hạn như cho tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal-PSS) và tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization signal-SSS), và tín hiệu tham chiếu dành riêng cho ô. Bộ xử lý nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-input

multiple-output - MIMO) truyền (TX) 230 có thể thực hiện xử lý không gian trên các ký hiệu dữ liệu, ký hiệu điều khiển, hoặc ký hiệu tham chiếu, nếu có, và có thể cung cấp các dòng ký hiệu đầu ra cho bộ điều chế (modulators-MOD) 232a đến 232t. Ví dụ, xử lý không gian được thực hiện trên các ký hiệu dữ liệu, các ký hiệu điều khiển, hoặc các ký hiệu tham chiếu có thể bao gồm tiền mã hóa. Mỗi bộ điều chế 232 có thể xử lý dòng ký hiệu đầu ra tương ứng, chẳng hạn như đối với OFDM, trong số các ví dụ khác, để thu được dòng mẫu đầu ra. Mỗi bộ điều chế 232 có thể xử lý bổ sung hoặc theo cách khác dòng mẫu đầu ra để thu nhận tín hiệu đường xuống. Ví dụ, để xử lý dòng mẫu đầu ra, mỗi bộ điều chế 232 có thể chuyển đổi thành tương tự, khuếch đại, lọc và chuyển đổi tăng dòng mẫu đầu ra để thu được tín hiệu đường xuống. Các tín hiệu đường xuống từ các bộ điều chế 232a đến 232t có thể được truyền lần lượt qua các anten 234a đến 234t.

Tại UE 115, các anten 252a đến 252r có thể nhận tín hiệu đường xuống từ trạm gốc 105 và có thể cung cấp các tín hiệu đã nhận lần lượt cho bộ giải điều chế (demodulators-DEMODs) 254a đến 254r. Mỗi bộ giải điều chế 254 có thể điều phối một tín hiệu nhận được tương ứng để thu được các mẫu đầu vào. Ví dụ, để điều phối tín hiệu nhận được tương ứng, mỗi bộ giải điều chế 254 có thể lọc, khuếch đại, chuyển đổi giảm, và số hóa tín hiệu nhận được tương ứng để thu được các mẫu đầu vào. Mỗi bộ giải điều chế 254 có thể xử lý tiếp các mẫu đầu vào, chẳng hạn như đối với OFDM, trong số các ví dụ khác, để thu được các ký hiệu nhận được. Bộ phát hiện MIMO 256 có thể thu nhận các ký hiệu đã nhận từ các bộ giải điều chế 254a đến 254r, thực hiện phát hiện MIMO trên các ký hiệu nhận được nếu có, và cung cấp các ký hiệu đã phát hiện. Bộ xử lý nhận 258 có thể xử lý các ký hiệu được phát hiện, cung cấp dữ liệu đã giải mã cho UE 115 tới bộ góp dữ liệu 260, và cung cấp thông tin điều khiển đã giải mã cho bộ điều khiển 280. Ví dụ, để xử lý các ký hiệu được phát hiện, bộ xử lý nhận 258 có thể giải điều chế, giải đan xen, và giải mã các ký hiệu được phát hiện.

Trên đường lên, tại UE 115, bộ xử lý truyền 264 có thể nhận và xử lý dữ liệu (chẳng hạn như kênh dùng chung đường lên vật lý (physical uplink shared channel-PUSCH)) từ nguồn dữ liệu 262 và thông tin điều khiển (chẳng hạn như đối với kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel-PUCCH)) từ bộ điều khiển 280. Ngoài ra, bộ xử lý truyền 264 có thể tạo ra các ký hiệu tham chiếu cho tín hiệu tham chiếu. Các ký hiệu từ bộ xử lý truyền 264 có thể được tiền mã hóa bởi bộ xử lý TX MIMO 266 nếu có thể, được xử lý tiếp bởi các bộ điều chế 254a đến 254r (chẳng hạn như đối với SC-FDM, trong

số các ví dụ khác), và được truyền tới trạm gốc 105. Tại trạm gốc 105, các tín hiệu đường lên từ UE 115 có thể được nhận bởi các anten 234, được xử lý bởi bộ giải điều chế 232, được phát hiện bởi bộ phát hiện MIMO 236 nếu phù hợp, và được xử lý tiếp bởi bộ xử lý nhận 238 để thu được dữ liệu đã giải mã và thông tin điều khiển được gửi bởi UE 115. Bộ xử lý nhận 238 có thể cung cấp dữ liệu đã giải mã cho bộ gộp dữ liệu 239 và thông tin điều khiển đã giải mã cho bộ điều khiển 240.

Các bộ điều khiển 240 và 280 có thể chỉ đạo hoạt động lần lượt tại trạm gốc 105 và UE 115. Bộ điều khiển 240 hoặc các bộ xử lý và môđun khác tại trạm gốc 105 hoặc bộ điều khiển 280 hoặc các bộ xử lý và môđun khác tại UE 115 có thể thực hiện hoặc hướng dẫn thực hiện các quy trình khác nhau cho các kỹ thuật được mô tả ở đây, như để thực hiện hoặc hướng dẫn thực thi được minh họa trên các Fig.3 đến Fig.6, hoặc các quy trình khác cho các kỹ thuật được mô tả ở đây. Các bộ nhớ 242 và 282 có thể lưu trữ dữ liệu và mã chương trình lần lượt cho trạm gốc 105 và UE 115. Bộ lập lịch 244 có thể lập lịch các UE để truyền dữ liệu trên đường xuống hoặc đường lên.

Trong một số trường hợp, UE 115 và trạm gốc 105 có thể hoạt động trong dải phổ tần số vô tuyến dùng chung, có thể bao gồm phổ tần số được cấp phép hoặc được miễn cấp phép, chẳng hạn như phổ tần số dựa trên tranh chấp. Trong phần tần số được miễn cấp phép của dải phổ tần số vô tuyến dùng chung, các UE 115 hoặc các trạm gốc 105 có thể thông thường thực hiện thủ tục nhận biết phương tiện để tranh giành quyền truy cập vào phổ tần số. Ví dụ, UE 115 hoặc trạm gốc 105 có thể thực hiện thủ tục nghe trước khi nói hoặc nghe trước khi truyền (listen-before-truyền, LBT), chẳng hạn như đánh giá kênh rỗi (clear channel assessment-CCA) trước khi truyền để xác định xem kênh dùng chung có khả dụng hay không. CCA có thể bao gồm thủ tục phát hiện năng lượng để xác định xem có cuộc truyền khác đang hoạt động hay không. Ví dụ, thiết bị có thể suy ra rằng sự thay đổi về chỉ báo cường độ tín hiệu nhận được (received signal strength indicator-RSSI) của đồng hồ đo công suất chỉ báo rằng kênh bị chiếm dụng. Cụ thể là, công suất tín hiệu được tập trung ở một băng thông nhất định và vượt quá sản nhiều định trước có thể chỉ báo có một thiết bị truyền không dây khác. Theo một số phương án triển khai, CCA có thể bao gồm việc phát hiện các chuỗi cụ thể chỉ báo việc sử dụng kênh. Ví dụ, một thiết bị khác có thể truyền phần mở đầu cụ thể trước khi truyền một chuỗi dữ liệu. Trong một số trường hợp, thủ tục LBT có thể bao gồm một nút không dây điều chỉnh cửa sổ tắt riêng của nó dựa trên lượng năng lượng được phát hiện trên một kênh hoặc phản hồi báo nhận hoặc báo

nhận phủ định (ACK hoặc NACK) cho các gói được truyền riêng của nó dưới dạng một ủy nhiệm cho các va chạm.

Sáng chế đề xuất các hệ thống, thiết bị, phương pháp, và phương tiện đọc được bằng máy tính để hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói vật lý (physical - PHY) tại các thiết bị của hệ thống truyền thông không dây. Sự xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY như vậy có thể được hỗ trợ thông qua sử dụng mã raptor để mã hóa và giải mã các gói được truyền trong hệ thống truyền thông không dây. Để minh họa, thiết bị truyền, như trạm gốc (hoặc UE), có thể mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra một tập hợp gói được mã hóa. Theo một số khía cạnh, mã raptor có thể được áp dụng tại mức điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC). Ví dụ, thiết bị truyền có thể phân chia dữ liệu thành nhiều gói nguồn và chuyển đổi các gói nguồn thành lớp RLC. Thiết bị truyền có thể sau đó mã hóa các gói nguồn tại lớp RLC dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa ở lớp RLC. Thiết bị truyền có thể sau đó chuyển đổi mỗi trong số các gói được mã hóa ở lớp RLC thành một hoặc nhiều ký hiệu lớp PHY thông qua một hoạt động mã hóa khác (ví dụ, sử dụng sơ đồ mã hóa sửa chữa lỗi như mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC)). Thiết bị truyền có thể sau đó truyền các gói được mã hóa ở lớp PHY (ở dạng của các ký hiệu lớp PHY) đến thiết bị nhận, như UE (hoặc trạm gốc), qua một hoặc nhiều mạng không dây.

Thiết bị thành công nhận được tập hợp gói được mã hóa (các gói được mã hóa ở lớp PHY), hoặc ít nhất tập hợp con các gói được mã hóa, có thể giải mã tất cả các gói được mã hóa trong tập hợp dựa trên mã raptor giống như mã được sử dụng bởi thiết bị truyền để mã hóa các gói. Ví dụ, thiết bị nhận có thể giải mã thành công tập hợp gói đã nhận được bằng cách thực hiện hoạt động giải mã (ví dụ, sử dụng cùng sơ đồ sửa lỗi, như giải mã LDPC, như được sử dụng bởi thiết bị truyền) trên các ký hiệu lớp PHY để tạo ra các gói được mã hóa ở lớp RLC. Thiết bị nhận có thể sau đó giải mã các gói được mã hóa ở lớp RLC dựa trên mã raptor.

Thiết bị nhận cũng có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động để cho phép xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới mã hóa dựa trên raptor. Ví dụ, thiết bị nhận có thể xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa, chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa, hoặc sơ đồ điều chế

và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa. Theo cách khác, thiết bị nhận có thể nhận chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY từ thiết bị truyền. Thiết bị nhận có thể xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên SINR, CQI hoặc MCS, hoặc chỉ báo. “Xác định thích ứng” tỷ lệ lỗi gói PHY có thể bao gồm nhận dạng, hoặc chọn, tỷ lệ lỗi gói PHY “khi đang chạy,” như trong khi giải mã hoặc xử lý tập hợp gói được mã hóa. Ví dụ, thiết bị nhận có thể xác định tỷ lệ lỗi gói PHY cụ thể tương ứng với SINR, CQI, hoặc MCS, như được chỉ báo bởi dữ liệu cấu hình được xác định trước. Theo một ví dụ khác, thiết bị truyền có thể thiết lập tỷ lệ lỗi gói PHY và truyền chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY đến thiết bị nhận. Như được mô tả tương tự có tham chiếu đến thiết bị nhận, thiết bị truyền có thể xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên SINR xác định bởi thiết bị truyền, CQI nhận được từ thiết bị nhận, hoặc MCS xác định bởi thiết bị truyền.

Các phương án triển khai cụ thể của đối tượng được mô tả trong sáng chế có thể được thực hiện để đạt được một hoặc nhiều trong số các ưu điểm có thể có sau đây. Theo một số khía cạnh, sáng chế đề xuất các kỹ thuật để chọn và xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY của một tập hợp gói được mã hóa. Theo cách này, có thể sử dụng tỷ lệ lỗi gói PHY nhỏ hơn (hoặc lớn hơn) tỷ lệ lỗi gói PHY cố định được duy trì bởi các thiết bị truyền thông không dây khác. Vì tỷ lệ mã hóa và bậc điều chế được sử dụng để mã hóa tập hợp gói được mã hóa là dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY, nên việc điều chỉnh tỷ lệ lỗi gói PHY có thể cho phép các tỷ lệ mã hóa lớn hơn, các bậc điều chế lớn hơn, hoặc cả hai, được sử dụng khi so với việc duy trì tỷ lệ lỗi gói PHY cố định. Ngoài ra, sử dụng mã raptor để mã hóa và giải mã tập hợp gói được mã hóa ở lớp RLC cho phép thiết bị nhận giải mã dữ liệu nguồn bằng cách sử dụng duy nhất một tập hợp con nhiều gói được mã hóa. Vì việc nhận không thành công một hoặc nhiều gói không ngăn ngừa thiết bị nhận giải mã dữ liệu nguồn, nên sơ đồ báo nhận/báo nhận phủ định (acknowledgement/negative acknowledgement - ACK/NACK) có thể không được thực hiện, điều này làm giảm phí tổn và có thể làm tăng băng thông hệ thống khả dụng.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống truyền thông không dây 300 hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh. Trong một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 300 có thể thực hiện các khía cạnh của hệ thống truyền thông không dây 100. Hệ thống truyền thông không dây 300 bao gồm UE 115 và trạm gốc 105. Mặc dù một UE 115 và một trạm gốc 105 được minh họa, nhưng theo một số phương

án triển khai khác, hệ thống truyền thông không dây 300 có thể thông thường bao gồm nhiều UE 115, và có thể bao gồm nhiều hơn một trạm gốc 105.

UE 115 có thể bao gồm nhiều thành phần khác nhau (như các thành phần cấu trúc, phần cứng) sử dụng để thực hiện một hoặc nhiều chức năng được mô tả ở đây. Ví dụ, các thành phần này có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 302 (sau đây được gọi chung là “bộ xử lý 302”), một hoặc nhiều thiết bị nhớ 304 (sau đây được gọi chung là “bộ nhớ 304”), một hoặc nhiều bộ phát 316 (sau đây được gọi chung là “bộ phát 316”), và một hoặc nhiều bộ thu 318 (sau đây được gọi chung là “bộ thu 318”). Bộ xử lý 302 có thể được tạo cấu hình để thực thi các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ 304 để thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây. Theo một số phương án triển khai, bộ xử lý 302 bao gồm hoặc tương ứng với một hoặc nhiều trong số bộ xử lý nhận 258, bộ xử lý truyền 264, và bộ điều khiển 280, và bộ nhớ 304 bao gồm hoặc tương ứng với bộ nhớ 282.

Bộ nhớ 304 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) 306, chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) 308, sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) 310, tỷ lệ lỗi gói PHY 312, một hoặc nhiều tỷ lệ khác 313, một hoặc nhiều ngưỡng 314, và thông tin cấu hình được xác định trước 315. SINR 306 có thể thể hiện số đo được thực hiện dựa trên các gói được nhận bởi UE 115. CQI 308 có thể thể hiện chất lượng kênh liên quan tới kênh qua đó các gói được nhận bởi UE 115. MCS 310 có thể thể hiện MCS được dùng bởi UE 115 để nhận các gói. Tỷ lệ lỗi gói PHY 312 có thể là tỷ lệ lỗi lớp PHY liên quan tới việc nhận các gói của bộ thu 318. Các tỷ lệ 313 có thể bao gồm các tỷ lệ bổ sung liên quan tới lập mã hoặc nhận các gói bởi UE 115 như tỷ lệ mã hóa giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP), tỷ lệ mã hóa PHY, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP, và tỷ lệ hiệu suất, là các ví dụ không làm giới hạn sáng chế. Theo một số khía cạnh, UE 115 có thể xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 dựa trên một hoặc nhiều trong số các tỷ lệ 313. Các ngưỡng 314 bao gồm các ngưỡng, trong một số ví dụ, có thể được sử dụng để xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312, như ngưỡng tỷ lệ hiệu suất, ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu, và ngưỡng giải mã, như là các ví dụ không làm thu hẹp sáng chế. Thông tin cấu hình được xác định trước 315 có thể chỉ báo sự tương ứng giữa các tỷ lệ lỗi gói PHY và các CQI và các MCS, như được mô tả thêm ở đây.

Bộ phát 316 được tạo cấu hình để truyền các tín hiệu tham chiếu, thông tin điều khiển và dữ liệu đến một hoặc nhiều thiết bị khác, và bộ thu 318 được tạo cấu hình để nhận các tín hiệu tham chiếu, các tín hiệu đồng bộ hóa, thông tin điều khiển và dữ liệu từ một hoặc nhiều thiết bị khác. Ví dụ, bộ phát 316 có thể truyền báo hiệu, thông tin điều khiển và dữ liệu đến, và bộ thu 318 có thể nhận báo hiệu, thông tin điều khiển và dữ liệu từ, trạm gốc 105. Theo một số phương án triển khai, bộ phát 316 và bộ thu 318 có thể được tích hợp vào trong một hoặc nhiều bộ thu phát. Ngoài ra hoặc theo cách khác, bộ phát 316 hoặc bộ thu 318 có thể bao gồm hoặc tương ứng với một hoặc nhiều thành phần của UE 115 được mô tả có tham chiếu đến Fig.2.

Trạm gốc 105 có thể bao gồm nhiều thành phần khác nhau (ví dụ, thành phần cấu trúc, phần cứng) sử dụng để thực hiện một hoặc nhiều chức năng được mô tả ở đây. Ví dụ, các thành phần này có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 352 (sau đây được gọi chung là “bộ xử lý 352”), một hoặc nhiều thiết bị nhớ 354 (sau đây được gọi chung là “bộ nhớ 354”), một hoặc nhiều bộ phát 356 (sau đây được gọi chung là “bộ phát 356”), và một hoặc nhiều bộ thu 358 (sau đây được gọi chung là “bộ thu 358”). Bộ xử lý 352 có thể được tạo cấu hình để thực thi các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ 354 để thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây. Theo một số phương án triển khai, bộ xử lý 352 bao gồm hoặc tương ứng với một hoặc nhiều trong số bộ xử lý nhận 238, bộ xử lý truyền 220, và bộ điều khiển 240, và bộ nhớ 354 bao gồm hoặc tương ứng với bộ nhớ 242.

Bộ nhớ 354 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu 360, tập hợp gói điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) 361, SINR 362, MCS 363, tỷ lệ lỗi gói PHY 364, một hoặc nhiều tỷ lệ khác 365, một hoặc nhiều ngưỡng 366, và thông tin cấu hình được xác định trước 367. Dữ liệu 360 có thể bao gồm dữ liệu nguồn được lập lịch để truyền đến UE 115. Các gói RLC 361 có thể được tạo ra dựa trên chuyển đổi các gói nguồn của dữ liệu 360 thành lớp RLC và thực hiện hoạt động mã hóa RLC trên các gói nguồn được chuyển đổi, ví dụ, dựa trên mã raptor. SINR 362 có thể thể hiện số đo được thực hiện dựa trên các gói được truyền đến UE 115. MCS 363 có thể là MCS được dùng để truyền các gói đến UE 115. Tỷ lệ lỗi gói PHY 364 có thể là tỷ lệ lỗi lớp PHY liên quan tới lập mã các gói được truyền đến UE 115. Các tỷ lệ 365 có thể bao gồm các tỷ lệ bổ sung liên quan tới lập mã hoặc truyền các gói đến UE 115 như tỷ lệ mã hóa PDCP, tỷ lệ mã hóa PHY, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP, và tỷ lệ hiệu suất, như là các ví dụ không làm giới hạn sáng chế. Theo một số khía cạnh, trạm gốc 105 có thể xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 364 dựa trên một hoặc

nhiều trong số các tỷ lệ 365. Các ngưỡng 366 bao gồm các ngưỡng mà, trong một số ví dụ, có thể được sử dụng để xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 364, như ngưỡng tỷ lệ hiệu suất, ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu, và ngưỡng giải mã, như là các ví dụ không làm giới hạn sáng chế. Thông tin cấu hình được xác định trước 367 có thể chỉ báo sự tương ứng giữa các tỷ lệ lỗi gói PHY và các CQI và các MCS, như được mô tả tiếp ở đây.

Bộ phát 356 được tạo cấu hình để truyền các tín hiệu tham chiếu, các tín hiệu đồng bộ hóa, thông tin điều khiển và dữ liệu đến một hoặc nhiều thiết bị khác, và bộ thu 358 được tạo cấu hình để nhận các tín hiệu tham chiếu, thông tin điều khiển và dữ liệu từ một hoặc nhiều thiết bị khác. Ví dụ, bộ phát 356 có thể truyền báo hiệu, thông tin điều khiển và dữ liệu đến, và bộ thu 358 có thể nhận báo hiệu, thông tin điều khiển và dữ liệu từ, UE 115. Theo một số phương án triển khai, bộ phát 356 và bộ thu 358 có thể được tích hợp vào trong một hoặc nhiều bộ thu phát. Ngoài ra hoặc theo cách khác, bộ phát 356 hoặc bộ thu 358 có thể bao gồm hoặc tương ứng với một hoặc nhiều thành phần của trạm gốc 105 được mô tả có tham chiếu đến Fig.2.

Theo một số phương án triển khai, hệ thống truyền thông không dây 300 thực hiện mạng vô tuyến mới (New Radio - NR) 5G. Ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 300 có thể bao gồm nhiều UE có khả năng 5G 115 và nhiều trạm gốc có khả năng 5G 105, như các UE và trạm gốc được tạo cấu hình để hoạt động theo giao thức mạng 5G NR như được xác định bởi 3GPP.

Mặc dù các hoạt động được mô tả ở đây về UE 115 và trạm gốc 105, nhưng theo một số phương án triển khai khác, UE 115 có thể thực hiện một số hoặc tất cả các hoạt động được mô tả có liên quan tới trạm gốc 105, và trạm gốc 105 có thể thực hiện một số hoặc tất cả các hoạt động được mô tả có liên quan tới UE 115. Để minh họa, theo một số phương án triển khai, UE 115 có thể được tạo cấu hình là thiết bị nhận và có thể thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây có liên quan tới UE 115, và trạm gốc 105 có thể được tạo cấu hình là thiết bị truyền và có thể thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây có liên quan tới trạm gốc 105. Tuy nhiên, trong các ví dụ khác, UE 115 có thể được tạo cấu hình là thiết bị truyền và có thể thực hiện một hoặc nhiều trong số các hoạt động được mô tả ở đây có liên quan tới trạm gốc 105, và trạm gốc 105 có thể được tạo cấu hình là thiết bị nhận và có thể thực hiện một hoặc nhiều trong số các hoạt động được mô tả ở đây có liên quan tới UE 115. Như vậy, các hoạt động thực hiện bởi thiết bị truyền có thể được thực hiện bởi UE

115 hoặc trạm gốc 105, và các hoạt động thực hiện bởi thiết bị nhận có thể được thực hiện bởi thiết bị còn lại trong số UE 115 hoặc trạm gốc 105.

Trong khi vận hành hệ thống truyền thông không dây 300, trạm gốc 105 có thể xác định để lập lịch dữ liệu 360 để truyền đến UE 115. Dựa trên sự xác định này, trạm gốc 105 có thể mã hóa dữ liệu 360 dựa trên mã raptor để tạo ra tập hợp gói được mã hóa ở lớp RLC 361 (còn được gọi chung ở đây là “các gói được mã hóa 361” hoặc “các gói RLC 361”). Ví dụ, trạm gốc 105 có thể ban đầu phân chia dữ liệu 360 thành tập hợp gói nguồn. Theo một số khía cạnh, trạm gốc 105 có thể chuyển đổi tập hợp gói nguồn thành lớp RLC và mã hóa các gói nguồn được chuyển đổi dựa trên mã raptor tại lớp RLC để tạo ra các gói RLC 361. Sau hoạt động mã hóa dựa trên raptor, trạm gốc 105 có thể sau đó thực hiện hoạt động mã hóa thứ hai để chuyển đổi các gói RLC 361 thành các gói được mã hóa ở lớp PHY 370 (còn được gọi chung ở đây là “các gói được mã hóa 370” hoặc “các gói PHY 370”) mỗi gói bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu lớp PHY (ví dụ, OFDM). Ví dụ, trạm gốc 105 có thể thực hiện lập mã LDPC, hoặc lập mã khác theo sơ đồ lập mã sửa lỗi, và điều chế trên các gói RLC 361 để chuyển đổi các gói RLC 361 thành các gói được mã hóa ở lớp PHY 370 bao gồm các ký hiệu OFDM. Do hoạt động mã hóa dựa trên raptor được thực hiện tại mức RLC, nên số lượng gói được mã hóa ở lớp PHY 370 có thể là lớn hơn số lượng gói nguồn.

Để minh họa, Fig.4 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về việc mã hóa dữ liệu để truyền đến thiết bị nhận được tạo cấu hình để hỗ trợ xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh. Thiết bị nhận có thể bao gồm UE 115 và dữ liệu có thể bao gồm dữ liệu 360 trên Fig.3. Các hoạt động được mô tả có tham chiếu đến Fig.4 có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền, có thể bao gồm trạm gốc 105 trên Fig.3.

Trước khi thực hiện mã hóa dựa trên raptor đối với dữ liệu, thiết bị truyền có thể phân chia dữ liệu thành các gói nguồn 402. Ví dụ, dữ liệu có kích cỡ N_d bit có thể được phân chia thành l gói nguồn s_0-s_{l-1} . Trong hoạt động mã hóa thứ nhất, thiết bị truyền có thể chuyển đổi các gói nguồn 402 thành lớp RLC và mã hóa các gói nguồn được chuyển đổi 402 dựa trên mã raptor để chuyển đổi các gói nguồn 402 thành các gói được mã hóa 404 (có thể là các ví dụ của các gói RLC 361 được mô tả có tham chiếu đến Fig.3). Theo một số phương án triển khai, hoạt động mã hóa dựa trên raptor có thể được thực hiện tại lớp RLC sao cho các gói được mã hóa 404 là các gói RLC. Như là một phần của mã hóa các gói nguồn 402 dựa trên mã raptor, thiết bị truyền có thể thực hiện xử lý trước trên các gói

nguồn 402 để tạo ra các gói dư. Ví dụ, các gói dư có thể bao gồm hoặc tương ứng với các ký hiệu LDPC hoặc một nửa các ký hiệu dựa trên các gói nguồn 402. Các gói nguồn 402 và các gói dư có thể được gọi là “các gói trung gian.” Sau khi tạo ra các gói trung gian, thiết bị truyền có thể tạo ra phân bố độ bậc cho các gói trung gian. Để mã hóa các gói trung gian dựa trên mã raptor, độ bậc đi được chọn ngẫu nhiên từ phân bố độ bậc, và các gói trung gian khác biệt đi với sự phân bố đều được chọn và được thực hiện phép toán XOR (exclusive-ORed - XORed). Các hoạt động này được lặp lại cho đến khi số lượng L gói mã hóa cụ thể được tạo ra tại lớp RLC. Thiết bị truyền sau đó có thể thực hiện hoạt động mã hóa thứ hai để chuyển đổi các gói được mã hóa 404 thành một hoặc nhiều ký hiệu lớp PHY tương ứng (có thể là các ví dụ của các gói được mã hóa 370 được mô tả có tham chiếu đến Fig.3). Ví dụ, thiết bị truyền có thể thực hiện mã hóa LDPC, hoặc lập mã khác theo sơ đồ sửa lỗi, và điều chế trên các gói được mã hóa 404 để chuyển đổi các gói được mã hóa 404 thành các ký hiệu lớp PHY tương ứng.

Như được thể hiện trên Fig.4, các gói được mã hóa 404 bao gồm L gói được mã hóa p_0 - p_{L-1} . Mỗi trong số các gói được mã hóa 404 có kích cỡ N_b bit. Mỗi trong số các gói được mã hóa 404 có thể được chuyển đổi thành nhiều ký hiệu lớp PHY. Ví dụ, gói được mã hóa thứ nhất p_0 có thể được chuyển đổi thành các ký hiệu lớp PHY 406. Các ký hiệu lớp PHY 406 bao gồm N_s ký hiệu lớp PHY x_0 - x_{N_s-1} . Mỗi ký hiệu lớp PHY có kích cỡ Q bit.

Vì mã hóa các gói nguồn 402 dựa trên mã raptor bao gồm tạo ra các gói dư, nên số lượng gói được mã hóa L trong các gói được mã hóa 404 là lớn hơn số lượng gói nguồn l trong các gói nguồn 402. Điều này có thể cho phép thiết bị nhận giải mã dữ liệu nguồn mà không cần nhận tất cả các gói lớp PHY tương ứng với các gói được mã hóa 404. Số lượng gói lớp PHY mà thiết bị nhận cần để giải mã dữ liệu được đưa ra bởi một ngưỡng giải mã ρ . Ví dụ, các gói lớp PHY tương ứng với ρl trong số L gói được mã hóa mà thiết bị nhận cần để giải mã dữ liệu nguồn. Giá trị ρ có thể được thiết lập dựa trên các quan hệ cạnh tranh về tốc độ giải mã và tỷ lệ lỗi. Ví dụ, giá trị lớn hơn ρ có thể dẫn đến một tỷ lệ lỗi thấp hơn, nhưng cũng dẫn đến tốc độ giải mã thấp hơn, còn giá trị nhỏ hơn ρ có thể dẫn đến tốc độ giải mã cao hơn, nhưng cũng dẫn đến tỷ lệ lỗi cao hơn.

Để giải mã các gói đã nhận, thiết bị nhận có thể thực hiện hoạt động giải mã thứ nhất dựa trên sơ đồ giải mã LDPC và sự giải điều chế trên các gói đã nhận để chuyển đổi các gói đã nhận từ lớp PHY thành lớp RLC. Thiết bị nhận có thể sau đó thực hiện hoạt

động giải mã thứ hai dựa trên mã raptor trên các gói RLC. Giải mã như vậy có thể được dựa trên sự phân bổ các gói được mã hóa nhận được bởi thiết bị nhận. Để minh họa, thiết bị nhận tạo ra sự phân bổ các gói được mã hóa, chọn ký hiệu giải mã t_j được nối với duy nhất một ký hiệu nguồn s_i từ sự phân bổ, thiết lập s_i bằng t_j , XORs s_i bằng tất cả các ký hiệu mã hóa được nối với s_i , và loại bỏ tất cả các biên được nối với ký hiệu nguồn s_i . Các hoạt động này được lặp lại cho đến khi tất cả các ký hiệu nguồn s_i được xác định và dữ liệu nguồn được giải mã thành công, hoặc cho đến khi không có ký hiệu mã hóa nào được nối với duy nhất một ký hiệu nguồn, trong trường hợp giải mã thất bại.

Tham chiếu trở lại hệ thống truyền thông không dây 300 trên Fig.3, sau khi tạo ra các gói được mã hóa 370 (các gói được mã hóa ở lớp PHY), trạm gốc 105 truyền các gói được mã hóa 370 đến UE 115. UE 115 có thể nhận các gói được mã hóa 370 và có thể giải mã các gói được mã hóa 370 để tạo ra dữ liệu nhận được, như được mô tả có tham chiếu đến Fig.4. Theo một số phương án triển khai, giải mã các gói được mã hóa 370 bao gồm thực hiện giải mã LDPC và giải điều chế trên các ký hiệu lớp PHY của mỗi trong số các gói được mã hóa 370 để tạo ra các gói được mã hóa ở lớp RLC. UE 115 có thể sau đó giải mã các gói được mã hóa ở lớp RLC dựa trên cùng mã raptor được sử dụng bởi trạm gốc 105.

Theo một số phương án triển khai, UE 115 ngưng cung cấp thông tin phản hồi đến trạm gốc 105 dựa trên việc nhận các gói được mã hóa 370. Ví dụ, UE 115 có thể không truyền ACK, hoặc NACK, sau khi thành công nhận được, hoặc không nhận thành công, mỗi trong số các gói được mã hóa 370. Thông tin phản hồi có thể không cần thiết vì việc truyền lại các gói bị bỏ lỡ là không cần thiết do UE 115 có thể giải mã dữ liệu nguồn mà không cần thành công nhận được mỗi trong số các gói được mã hóa 370. Việc ngưng truyền thông tin phản hồi đến trạm gốc 105 làm giảm phí tổn mạng và làm tăng băng thông hệ thống khả dụng của hệ thống truyền thông không dây 300.

Ngoài giải mã các gói được mã hóa 370, UE 115 có thể xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY 312 liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa 370. Tỷ lệ lỗi gói PHY 312 có thể được xác định dựa trên một hoặc nhiều hoạt động khác thực hiện bởi UE 115. Ví dụ, UE 115 có thể xác định SINR 306, CQI 308, hoặc MCS 310, hoặc UE 115 có thể nhận bản tin 372 chứa chỉ số 374 từ trạm gốc 105. UE 115 có thể xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY 312 dựa trên SINR 306, CQI 308, MCS 310, hoặc chỉ báo 374.

Theo một số phương án triển khai, UE 115 xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 dựa trên SINR 306. Ví dụ, UE 115 có thể đo cường độ tín hiệu, nhiễu, và tạp âm liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa 370 để xác định SINR 306. Theo một số phương án triển khai, để xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312, UE 115 xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR 306. Các tỷ lệ 313 có thể là tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY. Tỷ lệ lập mã PDCP (cũng được gọi là tỷ lệ mã hóa bên ngoài) liên quan tới các gói được mã hóa 370 có thể được xác định theo phương trình 1 dưới đây, ở đó r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, ρ là ngưỡng giải mã (được bao gồm trong các ngưỡng 314) và là lớn hơn hoặc bằng 1, l là số lượng gói nguồn mà dữ liệu 360 được phân chia thành, và L số lượng gói được mã hóa trong các gói được mã hóa 370:

$$r_o = \frac{\rho l}{L}$$

Phương trình 1.

UE 115 có thể xác định tỷ lệ mã hóa PHY (cũng được gọi là tỷ lệ mã hóa bên trong) liên quan tới các gói được mã hóa 370 theo phương trình 2 dưới đây, trong đó r_i là tỷ lệ mã hóa PHY, N_b là kích cỡ (tính theo bit) của mỗi trong số các gói được mã hóa 370, N_s là số lượng ký hiệu lớp PHY liên quan tới mỗi trong số các gói được mã hóa 370, và Q là kích cỡ (tính theo bit) của mỗi trong số các ký hiệu lớp PHY:

$$r_i = \frac{N_b}{N_s Q}$$

Phương trình 2.

Theo một số phương án triển khai, UE 115 cũng xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa 370. Ví dụ, UE 115 có thể xác định tỷ lệ hiệu suất theo phương trình 3 dưới đây, trong đó η là tỷ lệ hiệu suất:

$$\eta = \frac{l N_b}{L N_s Q} = \frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

Phương trình 3.

Theo một số phương án triển khai, UE 115 xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 dựa trên phương trình 4 dưới đây, trong đó ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY 312, Pr là xác suất, và SINR là SINR 306:

$$\varepsilon_{PHY} = E \left(\Pr \left(R(SINR) < \frac{N_b}{N_s} = r_i Q \right) \right)$$

Phương trình 4.

Trong một số hệ thống truyền thông không dây kế thừa, tỷ lệ lỗi PHY được thiết lập ở giá trị cố định, như 0,1, và các UE có thể tính toán SINR, xác định tỷ lệ mã hóa khả dụng tốt nhất với tỷ lệ lỗi PHY bằng 0,1, và báo cáo CQI cho trạm gốc. Trạm gốc có thể nhận CQI và xác định tỷ lệ mã hóa, như tỷ lệ mã hóa PHY. Tuy nhiên, giới hạn tỷ lệ lỗi PHY ở giá trị cố định cũng giới hạn các tỷ lệ mã hóa và làm giảm tỷ lệ mất dữ liệu PDCP có thể được sử dụng bởi các UE và trạm gốc.

Các hệ thống truyền thông không dây theo sáng chế cho phép xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY 312, trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY 312 không phải là giá trị cố định. Theo một số phương án triển khai, xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP (được bao gồm trong các tỷ lệ 313) liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa 370. Ví dụ, UE 115 có thể xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP theo phương trình 5 dưới đây, trong đó là tỷ lệ mất dữ liệu PDCP:

$$\varepsilon_{PDCP} = \sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

Phương trình 5.

Khi số lượng gói mã hóa được nhận thành công là nhỏ hơn l , thì sự mất dữ liệu có thể xảy ra, vì vậy dữ liệu nguồn không thể giải mã thành công bởi UE 115. Khi có $i \geq l$ gói mã hóa được nhận thành công, thì thất bại giải mã dữ liệu nguồn được mã hóa dựa trên mã raptor là $0,85 \cdot 0,567^{i-l}$. Ngoài ra, khi số lượng gói mã hóa được nhận thành công là nhỏ hơn ρl , thì sự mất dữ liệu có thể gần như xảy ra. Khi số lượng gói mã hóa được nhận thành công là bằng hoặc lớn hơn ρl , thì sự mất dữ liệu có thể gần như không xảy ra. Vì lý do này, phương trình 5 có thể được viết lại là phương trình 6 dưới đây:

$$\varepsilon_{PDCP} \approx \sum_{i=0}^{\rho l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i}$$

Phương trình 6.

Theo một số phương án triển khai, để đạt được các tỷ lệ mã hóa cao hơn, UE 115 có thể xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP sao cho thỏa mãn ngưỡng hiệu suất. Ví dụ, UE 115 có thể xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP sao cho tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là một giá trị tối thiểu cho phép tỷ lệ hiệu suất được xác định theo phương trình 3 thỏa mãn ngưỡng hiệu suất trong số các ngưỡng 314. Để minh họa, UE 115 có thể giảm đến mức tối thiểu biểu thức 1 dưới đây, tùy thuộc vào việc tỷ lệ hiệu suất thỏa mãn ngưỡng hiệu suất:

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

Biểu thức 1.

UE 115 có thể giảm đến mức tối thiểu biểu thức 1 tùy thuộc vào biểu thức 2 dưới đây, trong đó η_0 là ngưỡng hiệu suất:

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i \geq \eta_0$$

Biểu thức 2.

Theo một số phương án triển khai, UE 115 xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP ngoại tuyến. Theo các phương án triển khai khác, UE 115 xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP trong khi xử lý các gói được mã hóa 370.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, để đạt được các tỷ lệ mã hóa cao hơn, UE 115 có thể xác định tỷ lệ hiệu suất sao cho ngưỡng mất dữ liệu được thỏa mãn. Ví dụ, UE 115 có thể xác định tỷ lệ hiệu suất sao cho tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa cho phép tỷ lệ mất dữ liệu PDCP được xác định theo phương trình 5 thỏa mãn ngưỡng mất dữ liệu trong số các ngưỡng 314. Để minh họa, UE 115 có thể tối đa hóa biểu thức 3 dưới đây, tùy thuộc vào việc tỷ lệ mất dữ liệu PDCP thỏa mãn ngưỡng mất dữ liệu:

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

Biểu thức 3.

UE 115 có thể tối đa hóa biểu thức 3 tùy thuộc vào biểu thức 4 dưới đây, trong đó ε_0 là ngưỡng hiệu suất:

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0.85 \cdot 0.567^{i-l} \leq \varepsilon_0.$$

Biểu thức 4.

Theo một số phương án triển khai, UE 115 xác định tỷ lệ hiệu suất ngoại tuyến. Theo các phương án triển khai khác, UE 115 xác định tỷ lệ hiệu suất trong khi xử lý các gói được mã hóa 370. Theo một số phương án triển khai, việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY 312. Ví dụ, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm chia đôi trên $\{0,1, 0,2, \dots, 0,9\}$ hoặc $\left\{\frac{t}{T}\right\}_{t=1}^{T-1}$, như là các ví dụ không làm giới hạn sáng chế.

Theo một số phương án triển khai khác, thay vì xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312, UE 115 nhận chỉ báo tỷ lệ lỗi gói PHY từ trạm gốc 105. Ví dụ, trạm gốc 105 có thể chọn tỷ lệ lỗi gói PHY 364 dựa trên SINR 362, tương tự như được mô tả trên đây có liên quan tới UE 115, và trạm gốc 105 có thể truyền bản tin 372 chứa chỉ báo 374 cho UE 115. Chỉ báo 374 có thể chỉ báo tỷ lệ lỗi gói PHY 364. UE 115 có thể nhận bản tin 372 và thiết lập tỷ lệ lỗi gói PHY 312 tại UE 115 là bằng tỷ lệ lỗi gói PHY 364 chỉ báo bởi chỉ báo 374. Theo một số phương án triển khai, chỉ báo 374 được bao gồm trong thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI), phần tử điều khiển điều khiển truy cập môi trường (medium access control control element - MAC-CE), hoặc bản tin cấu hình tài nguyên vô tuyến (radio resource configuration - RRC). Ví dụ, bản tin 372 có thể bao gồm hoặc tương ứng với DCI, MAC-CE, hoặc bản tin RRC.

Theo một số phương án như vậy, tỷ lệ lỗi gói PHY 312 và tỷ lệ lỗi gói PHY 364 có thể nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước. Ví dụ, trạm gốc 105 có thể được tạo cấu hình để chọn tỷ lệ lỗi gói PHY 364 là nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước trước khi truyền bản tin 372 đến UE 115. Như một ví dụ minh họa, tỷ lệ lỗi gói PHY 312 và tỷ lệ lỗi gói PHY 364 có thể nằm trong $\{0,1, 0,2, \dots, 0,9\}$. Ngoài ra, UE 115 có thể chọn CQI 308, MCS 310, hoặc cả hai, dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY 312 và thông tin cấu hình được xác định trước 315. Ví dụ, thông tin cấu hình được xác định trước 315 có thể bao gồm nhiều bảng. Mỗi bảng trong số nhiều bảng có thể chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng. Theo một số phương án triển khai, thông tin cấu hình được xác định trước 315 được xác định bởi) của chuẩn truyền thông không dây 3GPP. Để minh họa thêm, thông tin cấu hình được xác định trước 315 có thể bao gồm bảng thứ nhất chỉ báo một hoặc nhiều CQI, một hoặc nhiều MCS, hoặc cả một hoặc nhiều CQI và một hoặc nhiều MCS liên quan tới tỷ lệ lỗi gói PHY bằng 0,1, bảng thứ

hai chỉ báo một hoặc nhiều CQI, một hoặc nhiều MCS, hoặc cả một hoặc nhiều CQI và một hoặc nhiều MCS liên quan tới tỷ lệ lỗi gói PHY bằng 0,2, và các bảng khác liên quan tới các tỷ lệ lỗi gói PHY bằng {0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9}. Sau khi nhận chỉ báo 374 và thiết lập tỷ lệ lỗi gói PHY 312, UE 115 có thể chọn CQI 308, MCS 310, hoặc cả hai, từ bảng thông tin cấu hình được xác định trước 315 tương ứng với giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY 312.

Theo một số phương án triển khai khác, UE 115 xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước 315 và CQI 308 hoặc MCS 310. Để minh họa, thông tin cấu hình được xác định trước 315 có thể bao gồm bảng chỉ báo các CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS, liên quan tới các giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY. Ví dụ, một hàng của bảng có thể chỉ báo chỉ số MCS và, trong số các thông tin khác, giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới chỉ số MCS. Theo một ví dụ khác, một hàng khác của bảng có thể chỉ báo chỉ số CQI và, trong số các thông tin khác, giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới chỉ số CQI. Theo một số phương án triển khai, thông tin cấu hình được xác định trước 315 được xác định bởi) của chuẩn truyền thông không dây 3GPP. UE 115 có thể xác định CQI 308 dựa trên việc nhận các gói được mã hóa 370 hoặc MCS 310 liên quan tới các gói được mã hóa 370, và UE 115 có thể chọn giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY 312 từ bảng tương ứng với CQI 308 hoặc MCS 310.

Theo một số phương án triển khai, sau khi thành công nhận được đủ số lượng gói được mã hóa tại UE 115 để cho phép giải mã dữ liệu nguồn, như số lượng gói được mã hóa dựa trên ngưỡng giải mã ρ liên quan tới mã raptor, UE 115 có thể yêu cầu trạm gốc 105 kết thúc việc truyền các gói được mã hóa. Ví dụ, dựa trên việc giải mã thành công dữ liệu nguồn từ các gói đã nhận trong số các gói được mã hóa 370, UE 115 có thể tạo ra và truyền bản tin kết thúc 378 đến trạm gốc 105. Như được mô tả trên đây, vì dữ liệu 360 được mã hóa dựa trên mã raptor, nên các gói được mã hóa 370 có thể bao gồm nhiều gói được mã hóa hơn cần thiết để giải mã dữ liệu nguồn tại UE 115. Trạm gốc 105 có thể nhận bản tin kết thúc 378 và kết thúc truyền các gói được mã hóa 370 dựa trên việc nhận được bản tin kết thúc 378. Ví dụ, nếu có các gói mã hóa còn lại trong số các gói được mã hóa 370 mà vẫn chưa được truyền bởi trạm gốc 105, thì trạm gốc 105 có thể loại bỏ các gói được mã hóa còn lại mà không truyền.

Mặc dù việc xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 đã được mô tả có liên quan tới UE 115, nhưng trạm gốc 105 cũng có thể, hoặc theo phương án thay thế, xác định hoặc chọn các tỷ lệ lỗi gói PHY, như tỷ lệ lỗi gói PHY 364. Theo một số phương án triển khai, trạm gốc 105 xác định SINR 362 và chọn tỷ lệ lỗi gói PHY 364 dựa trên SINR 362. Ví dụ, trạm gốc 105 có thể đo cường độ tín hiệu và nhiễu liên quan tới việc truyền đến UE 115 để xác định SINR 362, và trạm gốc 105 có thể chọn tỷ lệ lỗi gói PHY 364 dựa trên SINR 362 theo cách tương tự với việc UE 115 xác định tỷ lệ lỗi gói PHY 312 dựa trên SINR 306. Để minh họa, trạm gốc 105 có thể xác định tỷ lệ mã hóa PDCP, tỷ lệ mã hóa PHY, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP, và tỷ lệ hiệu suất trong số các tỷ lệ 365 theo phương trình và biểu thức bất kỳ trong số các phương trình 1 đến 6 và biểu thức 1 đến 4 trên đây. Theo một số phương án triển khai khác, trạm gốc 105 có thể chọn tỷ lệ lỗi gói PHY 364 dựa trên CQI 308 hoặc MCS 363. Ví dụ, trạm gốc 105 có thể chọn MCS 363 liên quan tới các gói được mã hóa 370 hoặc có thể nhận báo cáo CQI 376 từ UE 115 chứa CQI 308 xác định bởi UE 115. Trạm gốc 105 có thể chọn giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY 364 tương ứng với CQI 308 hoặc MCS 363 dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước 367. Ví dụ, thông tin cấu hình được xác định trước 367 có thể bao gồm hoặc tương ứng với thông tin cấu hình được xác định trước 315, và có thể bao gồm một hoặc nhiều bảng kết hợp các CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS, với các giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

Như được mô tả có tham chiếu đến Fig.3, sáng chế đề xuất các kỹ thuật mã hóa dữ liệu để truyền qua hệ thống truyền thông không dây 300 sử dụng các mã raptor và để cho phép xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY tại các thiết bị của hệ thống truyền thông không dây 300, như UE 115 và trạm gốc 105. Ví dụ, thiết bị nhận có thể nhận các gói được mã hóa 370 từ thiết bị truyền và giải mã các gói đã nhận dựa trên mã raptor được sử dụng để mã hóa dữ liệu nguồn tại thiết bị truyền. Ngoài ra, thiết bị nhận (hoặc thiết bị truyền) có thể xác định hoặc chọn tỷ lệ lỗi gói PHY theo cách thích ứng, sao cho tỷ lệ lỗi gói PHY không phải là giá trị cố định. Bằng cách xác định thích ứng hoặc chọn tỷ lệ lỗi gói PHY, các thiết bị của hệ thống truyền thông không dây 300 có thể giảm toàn bộ tỷ lệ mất dữ liệu PDCP và tăng các tỷ lệ mã hóa hoặc các bậc điều chế được sử dụng để truyền dữ liệu so với nếu tỷ lệ lỗi gói PHY được thiết lập ở một giá trị cố định. Ngoài ra hoặc theo cách khác, thiết bị nhận có thể không truyền thông tin phản hồi đến thiết bị truyền dựa trên việc nhận các gói được mã hóa 370, điều này có thể làm giảm phí tổn và tăng băng thông hệ thống khả dụng trong hệ thống truyền thông không dây 300.

Fig.5 là lưu đồ minh họa quy trình ví dụ 500 hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh. Các hoạt động của quy trình 500 có thể được thực hiện bởi UE, như UE 115 được mô tả trên đây có tham chiếu đến Fig.1 đến Fig.3. Ví dụ, các hoạt động ví dụ (cũng được gọi là “các khối”) của quy trình 500 có thể cho phép UE xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY.

Fig.6 là sơ đồ khối của một UE ví dụ 600 hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh. UE 600 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động, bao gồm các khối của quy trình 500 được mô tả có tham chiếu đến Fig.5, để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY. Theo một số phương án triển khai, UE 600 bao gồm cấu trúc, phần cứng và các thành phần được thể hiện và được mô tả có tham chiếu đến UE 115 trên các Fig.2 hoặc Fig.3. Ví dụ, UE 600 bao gồm bộ điều khiển 280, hoạt động để thực hiện các lệnh logic hoặc máy tính được lưu trữ trong bộ nhớ 282, cũng như điều khiển các thành phần của UE 600 cung cấp các tính năng và chức năng của UE 600. UE 600, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 280, truyền và nhận tín hiệu qua các vô tuyến không dây 601a-r và anten 252a-r. Các vô tuyến không dây 601a-r bao gồm các thành phần khác nhau và phần cứng, như được minh họa trên Fig.2 cho UE 115, bao gồm bộ điều chế và các bộ giải điều chế 254a-r, bộ dò MIMO 256, bộ xử lý nhận 258, bộ xử lý truyền 264, và bộ xử lý TX MIMO 266.

Như được thể hiện, bộ nhớ 282 có thể bao gồm logic nhận 602, bộ giải mã gói 603, logic SINR 604, logic CQI 605, logic MCS 606, và bộ xác định tỷ lệ lỗi 607. Logic nhận 602 có thể được tạo cấu hình để cho phép nhận các thông báo hoặc tín hiệu, như các gói được mã hóa, bộ giải mã gói 603 có thể được tạo cấu hình để giải mã các gói được mã hóa, logic SINR 604 có thể được tạo cấu hình để xác định SINR liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa, logic CQI 605 có thể được tạo cấu hình để xác định CQI liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa, logic MCS 606 có thể được tạo cấu hình để xác định MCS liên quan tới các gói được mã hóa, và bộ xác định tỷ lệ lỗi 607 có thể được tạo cấu hình để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới các gói được mã hóa. UE 600 có thể nhận các tín hiệu từ hoặc truyền các tín hiệu đến một hoặc nhiều thực thể mạng, như trạm gốc 105 trên các Fig.1 đến Fig.3 hoặc trạm gốc như được minh họa trên Fig.8.

Tham chiếu trở lại quy trình 500 trên Fig.5, trong khối 502, UE 600 nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương

ứng. Để minh họa, UE 600 có thể thực thi, theo điều khiển của bộ điều khiển 280, logic nhận 602 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 282. Môi trường thực thi của logic nhận 602 cung cấp chức năng để nhận các gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng.

Trong khối 504, UE 600 giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Để minh họa, UE 600 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 280, bộ giải mã gói 603 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 282. Môi trường thực thi của bộ giải mã gói 603 cung cấp chức năng để giải mã các gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được.

Trong khối 506, UE 600 xác định SINR liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định CQI hoặc MCS liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Để minh họa, UE 600 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 280, logic SINR 604, logic nhận 602, logic CQI 605, hoặc logic MCS 606 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 282. Môi trường thực thi của logic SINR 604 cung cấp chức năng để xác định SINR liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa. Môi trường thực thi của logic nhận 602 cung cấp chức năng để nhận chỉ báo từ thiết bị truyền. Môi trường thực thi của logic CQI 605 cung cấp chức năng để xác định CQI liên quan tới việc nhận các gói được mã hóa. Môi trường thực thi của logic MCS 606 cung cấp chức năng để xác định MCS liên quan tới các gói được mã hóa.

Trong khối 508, UE 600 xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS. Để minh họa, UE 600 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 280, bộ xác định tỷ lệ lỗi 607 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 282. Môi trường thực thi của bộ xác định tỷ lệ lỗi 607 cung cấp chức năng để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới các gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

Theo một số phương án triển khai, giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor bao gồm thực hiện giải mã LDPC và giải điều chế trên ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa để tạo ra nhiều gói RLC được mã hóa tương ứng và giải mã các gói RLC được mã hóa dựa trên mã raptor. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn lớp RLC được sử dụng để mã hóa nhiều gói được mã hóa.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, quy trình 500 có thể còn bao gồm ngưng cung cấp thông tin phản hồi đến thiết bị truyền dựa trên việc nhận nhiều gói được mã hóa.

Theo một số phương án triển khai, quy trình 500 có thể còn bao gồm xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR. Tỷ lệ lỗi gói PHY có thể được xác định dựa trên SINR. Theo một số phương án như vậy, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất. Theo một số phương án như vậy, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP có thể bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

Theo các phương án triển khai như vậy, l bao gồm số lượng gói nguồn lớp RLC được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, L bao gồm số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo một số phương án triển khai khác, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu. Theo một số phương án như vậy, tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, xác định tỷ lệ hiệu suất có thể bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

Theo các phương án triển khai như vậy, ρ bao gồm ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và r_i là tỷ lệ mã hóa PHY. Theo một số phương án như vậy, xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo một số phương án triển khai, tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên chỉ báo, và chỉ báo được bao gồm trong DCI, MAC-CE, hoặc bản tin RRC. Theo một số phương án như vậy, giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, quy trình 500 cũng có thể bao gồm chọn

CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị nhận. Theo một số phương án như vậy, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng. Mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

Theo một số phương án triển khai, quy trình 500 còn bao gồm xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị nhận và CQI hoặc MCS. Theo một số phương án như vậy, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

Fig.7 là lưu đồ minh họa quy trình ví dụ 700 hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh. Các hoạt động của quy trình 700 có thể được thực hiện bởi trạm gốc, như trạm gốc 105 được mô tả trên đây có tham chiếu đến Fig.1 đến Fig.3. Ví dụ, các hoạt động ví dụ của quy trình 700 có thể cho phép trạm gốc xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY.

Fig.8 là sơ đồ khối của một trạm gốc ví dụ 800 hỗ trợ xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY theo một số khía cạnh. Trạm gốc 800 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động, bao gồm các khối của quy trình 700 được mô tả có tham chiếu đến Fig.7, để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY. Theo một số phương án triển khai, trạm gốc 800 bao gồm cấu trúc, phần cứng và các thành phần được thể hiện và được mô tả có tham chiếu đến trạm gốc 105 trên các Fig.1 đến Fig.3. Ví dụ, trạm gốc 800 có thể bao gồm bộ điều khiển 240, hoạt động để thực thi các lệnh logic hoặc máy tính được lưu trữ vào trong bộ nhớ 242, cũng như điều khiển các thành phần của trạm gốc 800 cung cấp các tính năng và chức năng của trạm gốc 800. Trạm gốc 800, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 240, truyền và nhận các tín hiệu qua các vô tuyến không dây 801a-t và các anten 234a-t. Vô tuyến không dây 801a-t bao gồm các thành phần khác nhau và phần cứng, như được minh họa trên Fig.2 cho trạm gốc 105, bao gồm bộ điều chế và các bộ giải điều chế 232a-t, bộ xử lý truyền 220, bộ xử lý TX MIMO 230, bộ dò MIMO 236, và bộ xử lý nhận 238.

Như được thể hiện, bộ nhớ 242 có thể bao gồm bộ mã hóa gói 802, logic truyền 803, logic SINR 804, logic CQI 805, logic MCS 806, và bộ xác định tỷ lệ lỗi 807. Bộ mã hóa gói 802 có thể được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu nhằm tạo ra các gói được mã hóa, logic truyền 803 có thể được tạo cấu hình để cho phép truyền các thông báo hoặc tín hiệu,

như các gói được mã hóa, logic SINR 804 có thể được tạo cấu hình để xác định SINR liên quan tới việc truyền các gói được mã hóa, logic CQI 805 có thể được tạo cấu hình để xác định CQI liên quan tới việc truyền các gói được mã hóa, logic MCS 806 có thể được tạo cấu hình để xác định MCS liên quan tới các gói được mã hóa, và bộ xác định tỷ lệ lỗi 807 có thể được tạo cấu hình để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới các gói được mã hóa. Trạm gốc 800 có thể nhận các tín hiệu từ hoặc truyền các tín hiệu đến một hoặc nhiều UE, như UE 115 trên các Fig.1 đến Fig.3 hoặc UE 600 trên Fig.6.

Tham chiếu trở lại quy trình 700 trên Fig.7, trong khối 702, trạm gốc 800 mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng. Để minh họa, trạm gốc 800 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 240, bộ mã hóa gói 802 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 242. Môi trường thực thi của bộ mã hóa gói 802 cung cấp chức năng để mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra các gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng.

Trong khối 704, trạm gốc 800 truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa. Để minh họa, trạm gốc 800 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 240, logic truyền 803 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 242. Môi trường thực thi của logic truyền 803 cung cấp chức năng để truyền các gói được mã hóa.

Trong khối 706, trạm gốc 800 xác định SINR liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận CQI từ thiết bị nhận, hoặc xác định MCS liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa. Để minh họa, trạm gốc 800 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 240, logic SINR 804, logic CQI 805, hoặc logic MCS 806 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 242. Môi trường thực thi của logic SINR 804 cung cấp chức năng để xác định SINR liên quan tới việc truyền các gói được mã hóa. Môi trường thực thi của logic CQI 805 cung cấp chức năng để nhận CQI từ thiết bị nhận. Môi trường thực thi của logic MCS 806 cung cấp chức năng để xác định MCS liên quan tới các gói được mã hóa.

Trong khối 708, trạm gốc 800 xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS. Để minh họa, trạm gốc 800 có thể thực thi, dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 240, bộ xác định tỷ lệ lỗi 807 được lưu trữ vào trong bộ nhớ 242. Môi trường thực thi của bộ xác định tỷ lệ lỗi 807 cung cấp chức năng để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới các gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

Theo một số phương án triển khai, mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor bao gồm phân chia dữ liệu thành nhiều gói nguồn, mã hóa nhiều gói nguồn dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói RLC được mã hóa, và thực hiện lập mã LDPC và điều chế trên các gói RLC được mã hóa để tạo ra ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa. Theo một số phương án như vậy, số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn trong nhiều gói nguồn. Ngoài ra hoặc theo cách khác, trạm gốc 800 có thể không được tạo cấu hình để nhận thông tin phản hồi từ thiết bị nhận dựa trên việc truyền nhiều gói được mã hóa.

Theo một số phương án triển khai, quy trình 700 còn bao gồm xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR. Tỷ lệ lỗi gói PHY có thể được xác định dựa trên SINR. Theo một số phương án như vậy, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất. Theo một số phương án như vậy, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP có thể bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

Theo các phương án triển khai như vậy, l bao gồm số lượng gói nguồn được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, L là số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo một số phương án triển khai khác, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu. Theo một số phương án như vậy, tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, xác định tỷ lệ hiệu suất có thể bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

Theo các phương án triển khai như vậy, ρ bao gồm ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và r_i là tỷ lệ mã hóa PHY. Theo một số phương án

như vậy, xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo một số phương án triển khai, quy trình 700 còn bao gồm truyền, đến thiết bị nhận, chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY. Theo một số phương án như vậy, chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY được bao gồm trong DCI, MAC-CE, hoặc bản tin RRC. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY có thể nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước. Theo một số phương án như vậy, quy trình 700 còn bao gồm chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị truyền. Theo một số phương án như vậy, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng. Mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

Theo một số phương án triển khai, quy trình 700 còn bao gồm xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị truyền và CQI hoặc MCS. Theo một số phương án như vậy, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo một số phương án triển khai, quy trình 700 còn bao gồm nhận, từ thiết bị nhận, bản tin kết thúc liên quan tới nhiều gói được mã hóa và kết thúc truyền nhiều gói được mã hóa dựa trên việc nhận bản tin kết thúc.

Lưu ý rằng một hoặc nhiều khối (hoặc các hoạt động) được mô tả có tham chiếu đến các Fig.5 và Fig.7 có thể được kết hợp với một hoặc nhiều khối (hoặc các hoạt động) được mô tả có tham chiếu đến một hình vẽ khác trong số các hình vẽ. Ví dụ, một hoặc nhiều các khối (hoặc các hoạt động) trên Fig.5 có thể được kết hợp với một hoặc nhiều các khối (hoặc các hoạt động) trên Fig.7. Theo một ví dụ khác, một hoặc nhiều khối liên quan tới các Fig.5 hoặc Fig.7 có thể được kết hợp với một hoặc nhiều khối (hoặc các hoạt động) liên quan tới các Fig.2 hoặc Fig.3. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, một hoặc nhiều hoạt động được mô tả trên đây có tham chiếu đến Fig.1 đến Fig.7 có thể được kết hợp với một hoặc nhiều hoạt động được mô tả có tham chiếu đến Fig.8.

Theo một số khía cạnh, các kỹ thuật để cho phép xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY có thể bao gồm các khía cạnh bổ sung, chẳng hạn như một khía cạnh bất kỳ hoặc sự kết hợp bất kỳ của các khía cạnh được mô tả dưới đây hoặc liên quan đến một hoặc

nhiều quy trình hoặc thiết bị khác được mô tả ở phần khác của bản mô tả này. Theo một số khía cạnh, việc cho phép xác định thích ứng các tỷ lệ lỗi gói PHY có thể bao gồm thiết bị được tạo cấu hình để nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng và để giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được. Thiết bị cũng có thể được tạo cấu hình để xác định SINR liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, để nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc để xác định CQI hoặc MCS liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa. Thiết bị có thể còn được tạo cấu hình để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS. Theo một số phương án triển khai, thiết bị bao gồm thiết bị không dây, chẳng hạn như trạm gốc. Theo một số phương án triển khai, thiết bị nhận bao gồm UE. Theo một số phương án triển khai khác, thiết bị truyền bao gồm trạm gốc. Theo một số phương án triển khai, thiết bị này có thể bao gồm ít nhất một bộ xử lý, và bộ nhớ được ghép nối với bộ xử lý. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây có liên quan tới thiết bị không dây. Theo một số phương án triển khai khác, thiết bị có thể bao gồm phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính có mã chương trình được lưu trữ trên đó và mã chương trình có thể được thực thi bởi máy tính để khiến cho máy tính thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây liên quan tới thiết bị không dây. Theo một số phương án triển khai, thiết bị có thể bao gồm một hoặc nhiều phương tiện được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây.

Theo khía cạnh thứ nhất, việc giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor bao gồm thực hiện giải mã LDPC và giải điều chế trên ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa để tạo ra nhiều gói RLC được mã hóa tương ứng và giải mã các gói RLC được mã hóa dựa trên mã raptor.

Theo khía cạnh thứ hai, riêng lẻ hoặc kết hợp với khía cạnh thứ nhất, số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn lớp RLC được sử dụng để mã hóa nhiều gói được mã hóa.

Theo khía cạnh thứ ba, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ hai, thiết bị bao gồm UE, và thiết bị truyền bao gồm trạm gốc.

Theo khía cạnh thứ tư, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ nhất đến ba, thiết bị ngưng cung cấp thông tin phản hồi cho thiết bị truyền dựa

trên việc nhận nhiều gói được mã hóa.

Theo khía cạnh thứ năm, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ nhất đến tư, thiết bị xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR. Tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên SINR.

Theo khía cạnh thứ sáu, kết hợp với khía cạnh thứ năm, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

Theo khía cạnh thứ bảy, kết hợp với khía cạnh thứ sáu, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

Theo khía cạnh thứ tám, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ sáu đến bảy, xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

l bao gồm số lượng gói nguồn lớp RLC được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, L bao gồm số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo khía cạnh thứ chín, kết hợp với khía cạnh thứ năm, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

Theo khía cạnh thứ mười, kết hợp với khía cạnh thứ chín, tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

Theo khía cạnh thứ mười một, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ chín đến mười, xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

ρ bao gồm ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và r_i là tỷ lệ mã hóa PHY.

Theo khía cạnh thứ mười hai, kết hợp với khía cạnh thứ mười một, xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo khía cạnh thứ mười ba, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ nhất đến mười hai, tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên chỉ báo. Chỉ báo được bao gồm trong DCI, MAC-CE, hoặc bản tin RRC.

Theo khía cạnh thứ mười bốn, kết hợp với khía cạnh thứ mười ba, giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước.

Theo khía cạnh thứ mười lăm, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ mười ba đến mười bốn, thiết bị chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị.

Theo khía cạnh thứ mười sáu, kết hợp với khía cạnh thứ mười lăm, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng. Mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

Theo khía cạnh thứ mười bảy, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ nhất đến mười sáu, thiết bị xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị và CQI hoặc MCS.

Theo khía cạnh thứ mười tám, kết hợp với khía cạnh thứ mười bảy, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo một số khía cạnh, thiết bị được tạo cấu hình để truyền thông không dây, như thiết bị truyền, được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng và để bắt đầu truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa. Thiết bị cũng được tạo cấu hình để xác định SINR liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, để nhận CQI từ thiết bị nhận, hoặc để xác định MCS liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa. Thiết bị còn được tạo cấu hình để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS. Theo một số phương án triển khai, thiết bị bao gồm thiết bị không dây, chẳng hạn như trạm gốc. Theo một số phương án triển khai khác, thiết bị bao

gồm UE. Theo một số phương án triển khai, thiết bị này có thể bao gồm ít nhất một bộ xử lý, và bộ nhớ được ghép nối với bộ xử lý. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây có liên quan tới thiết bị không dây. Theo một số phương án triển khai khác, thiết bị có thể bao gồm phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính có mã chương trình được lưu trữ trên đó và mã chương trình có thể được thực thi bởi máy tính để khiến cho máy tính thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây liên quan tới thiết bị không dây. Theo một số phương án triển khai, thiết bị có thể bao gồm một hoặc nhiều phương tiện được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây.

Theo khía cạnh thứ mười chín, thiết bị phân chia dữ liệu thành nhiều gói nguồn, mã hóa nhiều gói nguồn dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói RLC được mã hóa, và thực hiện lập mã LDPC và điều chế trên nhiều gói RLC được mã hóa để tạo ra ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa.

Theo khía cạnh thứ hai mươi, kết hợp với khía cạnh thứ mười chín, số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn trong nhiều gói nguồn.

Theo khía cạnh thứ hai mươi một, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ mười chín đến hai mươi, thiết bị bao gồm trạm gốc, và thiết bị nhận bao gồm UE.

Theo khía cạnh thứ hai mươi hai, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ mười chín đến hai mươi một, thiết bị không được tạo cấu hình để nhận thông tin phản hồi từ thiết bị nhận dựa trên việc truyền nhiều gói được mã hóa.

Theo khía cạnh thứ hai mươi ba, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh mười chín đến hai mươi hai, thiết bị xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR. Tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên SINR.

Theo khía cạnh thứ hai mươi bốn, kết hợp với khía cạnh thứ hai mươi ba, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

Theo khía cạnh thứ hai mươi lăm, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ hai mươi ba đến hai mươi bốn, tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

Theo khía cạnh thứ hai mươi sáu, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ hai mươi ba đến hai mươi lăm, xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

l bao gồm số lượng gói nguồn được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, L bao gồm số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo khía cạnh thứ hai mươi bảy, kết hợp với khía cạnh thứ hai mươi ba, xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

Theo khía cạnh thứ hai mươi tám, kết hợp với khía cạnh thứ hai mươi bảy, tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

Theo khía cạnh thứ hai mươi chín, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ hai mươi bảy đến hai mươi tám, xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

ρ bao gồm ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và r_i là tỷ lệ mã hóa PHY.

Theo khía cạnh thứ ba mươi, kết hợp với khía cạnh thứ hai mươi chín, xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo khía cạnh thứ ba mươi một, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ mười chín đến ba mươi, thiết bị truyền, đến thiết bị nhận, chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo khía cạnh thứ ba mươi hai, kết hợp với khía cạnh thứ ba mươi một, chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY được bao gồm trong DCI, MAC-CE, hoặc bản tin RRC.

Theo khía cạnh thứ ba mươi ba, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ ba mươi một đến ba mươi hai, giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong

tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước.

Theo khía cạnh thứ ba mươi tư, kết hợp với khía cạnh thứ ba mươi ba, thiết bị chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị.

Theo khía cạnh thứ ba mươi lăm, kết hợp với khía cạnh thứ ba mươi tư, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng. Mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

Theo khía cạnh thứ ba mươi sáu, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ mười chín đến ba mươi lăm, thiết bị xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị và CQI hoặc MCS.

Theo khía cạnh thứ ba mươi bảy, kết hợp với khía cạnh thứ ba mươi sáu, thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

Theo khía cạnh thứ ba mươi tám, riêng lẻ hoặc kết hợp với một hoặc nhiều trong số các khía cạnh thứ mười chín đến ba mươi bảy, thiết bị nhận, từ thiết bị nhận, bản tin kết thúc liên quan tới nhiều gói được mã hóa và kết thúc truyền nhiều gói được mã hóa dựa trên việc nhận bản tin kết thúc.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng thông tin và tín hiệu có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng công nghệ và kỹ thuật bất kỳ trong số nhiều công nghệ và kỹ thuật khác nhau. Ví dụ, dữ liệu, các lệnh, câu lệnh, thông tin, tín hiệu, bit, ký hiệu, và chip có thể được đề cập trong khắp phần mô tả ở trên có thể được thể hiện bằng điện áp, dòng điện, sóng điện từ, từ trường hoặc hạt, trường quang học hoặc hạt, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng.

Các thành phần, các khối chức năng, và các mô-đun được mô tả ở đây liên quan tới các Fig.1 đến Fig.8 bao gồm các bộ xử lý, các thiết bị điện tử, các thiết bị phần cứng, các thành phần điện tử, các mạch logic, các bộ nhớ, các mã phần mềm, các mã firmware, trong số các ví dụ khác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Ngoài ra, các tính năng được thảo luận ở đây có thể được triển khai thông qua mạch xử lý chuyên dụng, thông qua các lệnh thực thi được, và/hoặc các kết hợp của chúng.

Những người có hiểu biết trung bình sẽ còn hiểu rằng các khối logic, môđun, mạch, và các bước thuật toán minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến sáng chế ở đây có thể được triển khai dưới dạng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính, hoặc các kết hợp của cả hai. Để minh họa rõ ràng khả năng thay thế cho nhau của phần cứng và phần mềm, các thành phần, khối, môđun, mạch, và các bước minh họa khác nhau đã được mô tả trên đây nhìn chung là về chức năng của chúng. Việc liệu chức năng đó được triển khai dưới dạng phần cứng hay phần mềm phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và các ràng buộc thiết kế áp đặt lên toàn bộ hệ thống. Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể triển khai chức năng được mô tả theo nhiều cách khác nhau cho từng ứng dụng cụ thể, nhưng các quyết định triển khai như vậy không nên được hiểu là nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cũng sẽ hoàn toàn nhận thấy rằng trình tự hoặc sự kết hợp của các thành phần, phương pháp hoặc sự tương tác đã được mô tả trong sáng chế chỉ là các ví dụ và rằng các thành phần, phương pháp hoặc sự tương tác của các khía cạnh khác nhau của sáng chế có thể được kết hợp hoặc được thực hiện theo các cách khác với những cách đã được minh họa và được mô tả ở đây.

Các logic, khối logic, môđun, mạch và quy trình thuật toán minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến các phương án triển khai bộc lộ ở đây có thể được thực hiện là phần cứng điện tử, phần mềm máy tính hoặc các kết hợp của cả hai. Khả năng thay thế lẫn nhau của phần cứng và phần mềm đã được mô tả nhìn chung là về mặt chức năng và được minh họa trong một số thành phần, khối, môđun, mạch và quy trình minh họa được mô tả ở trên. Việc liệu chức năng như vậy được triển khai trong phần cứng hay phần mềm phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và các ràng buộc thiết kế áp đặt trên toàn bộ hệ thống.

Phần cứng và thiết bị xử lý dữ liệu được dùng để thực hiện các logic, khối logic, môđun và mạch minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến các khía cạnh được bộc lộ ở đây có thể được thực thi hoặc thực hiện với bộ xử lý một hoặc nhiều chip đa năng, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được theo trường (field programmable gate array - FPGA) hoặc thiết bị logic lập trình được khác, logic cổng hoặc tranzitor rời rạc, các thành phần phần cứng rời rạc hoặc kết hợp bất kỳ của chúng được thiết kế để thực hiện các chức năng được mô tả trong sáng chế này. Bộ xử lý đa năng có thể là bộ vi xử lý, hoặc, mọi bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển hoặc máy trạng thái thông thường. Theo một số phương án triển khai, bộ xử lý cũng có thể được triển khai dưới dạng

sự kết hợp của các thiết bị tính toán, chẳng hạn như sự kết hợp của DSP và bộ vi xử lý, nhiều bộ vi xử lý, một hoặc nhiều bộ vi xử lý kết hợp với lõi DSP, hoặc bất kỳ cấu hình nào khác như vậy. Theo một số phương án triển khai, các quy trình và phương pháp cụ thể có thể được thực hiện bởi mạch điện dành riêng cho một chức năng nhất định.

Theo một hoặc nhiều khía cạnh, các chức năng được mô tả có thể được triển khai trong phần cứng, mạch điện tử kỹ thuật số, phần mềm máy tính, phần sụn, bao gồm các cấu trúc được bộc lộ trong bản mô tả này và các tương đương về cấu trúc của chúng, hoặc trong bất kỳ sự kết hợp nào của chúng. Các phương án triển khai của đối tượng được mô tả trong bản mô tả này cũng có thể được triển khai là một hoặc nhiều chương trình máy tính, nghĩa là, một hoặc nhiều modul lệnh chương trình máy tính, được mã hóa trên phương tiện lưu trữ máy tính cho việc thực thi bởi, hoặc để điều khiển sự hoạt động của, máy xử lý dữ liệu.

Nếu được triển khai trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc được truyền dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính. Các quy trình của phương pháp hoặc thuật toán được bộc lộ ở đây có thể được triển khai trong modul phần mềm thực thi được bằng bộ xử lý có thể thường trú trong phương tiện đọc được bằng máy tính. Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính bao gồm cả phương tiện lưu trữ máy tính và phương tiện truyền thông bao gồm bất kỳ phương tiện nào có thể được kích hoạt để truyền chương trình máy tính từ nơi này sang nơi khác. Phương tiện lưu trữ có thể là bất kỳ phương tiện sẵn có nào có thể được truy cập bởi máy tính. Ví dụ, và không giới hạn, phương tiện có thể đọc được bằng máy tính như vậy có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc bộ lưu trữ đĩa quang khác, bộ lưu trữ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, hoặc bất kỳ phương tiện nào khác có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình mong muốn dưới dạng các lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và có thể truy cập bởi máy tính. Ngoài ra, kết nối bất kỳ có thể được gọi một cách thích hợp là phương tiện đọc được bởi máy tính. Đĩa từ và đĩa quang, như được dùng ở đây, bao gồm đĩa nén (Compact Disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa kỹ thuật số đa năng (Digital Versatile Disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa từ thường sao chép dữ liệu theo cách từ tính, còn đĩa quang sao chép dữ liệu theo cách quang học bằng các tia laze. Các kết hợp của các loại trên cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính. Ngoài ra, các hoạt động của phương pháp hoặc thuật toán có thể nằm trong một hoặc tổ hợp hoặc tập hợp mã và lệnh bất kỳ trên phương tiện đọc được

bằng máy và phương tiện đọc được bằng máy tính, có thể được tích hợp vào sản phẩm chương trình máy tính.

Những cải biến khác nhau đối với các phương án triển khai được mô tả trong sáng chế này có thể là hiển nhiên với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và các nguyên lý chung được xác định ở đây có thể được áp dụng cho một số phương án triển khai khác mà không nằm ngoài mục đích hoặc phạm vi của sáng chế này. Do đó, yêu cầu bảo hộ không dự định bị giới hạn ở các phương án triển khai được thể hiện ở đây mà phải được hiểu có phạm vi rộng nhất phù hợp với sáng chế này, các nguyên tắc và các dấu hiệu mới được bộc lộ ở đây.

Ngoài ra, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ dễ dàng hiểu, các thuật ngữ “trên” và “dưới” đôi khi được sử dụng để dễ mô tả các hình, và chỉ báo các vị trí tương đối tương ứng với hướng của hình trên một trang được định hướng đúng và có thể không phản ánh đúng hướng của bất kỳ thiết bị nào khi được triển khai.

Một số dấu hiệu nhất định được mô tả trong bản mô tả này trong bối cảnh của các phương án triển khai riêng cũng có thể được triển khai kết hợp trong một phương án triển khai đơn lẻ. Ngược lại, các dấu hiệu được mô tả trong ngữ cảnh của một phương án triển khai cũng có thể được triển khai trong nhiều phương án triển khai riêng hoặc trong tổ hợp con thích hợp bất kỳ. Hơn nữa, mặc dù các dấu hiệu có thể được mô tả ở trên là hoạt động trong một số tổ hợp nhất định và thậm chí được yêu cầu bảo hộ ban đầu như vậy, nhưng một hoặc nhiều dấu hiệu từ tổ hợp được yêu cầu bảo hộ có thể trong một số trường hợp bị loại khỏi tổ hợp và tổ hợp yêu cầu bảo hộ như vậy có thể được hiểu là một tổ hợp con hoặc thay đổi của tổ hợp con.

Tương tự, mặc dù các hoạt động được mô tả trong bản vẽ theo một thứ tự cụ thể, nhưng điều này không nên được hiểu là yêu cầu các hoạt động đó phải được thực hiện theo thứ tự cụ thể được trình bày hoặc theo thứ tự tuần tự, hoặc tất cả các hoạt động được minh họa phải được thực hiện, để đạt được kết quả mong muốn. Hơn nữa, các hình vẽ có thể thể hiện bằng sơ đồ quy trình ví dụ khác dưới dạng lưu đồ. Tuy nhiên, các hoạt động khác không được mô tả có thể được kết hợp trong các quy trình ví dụ được minh họa bằng sơ đồ. Ví dụ, một hoặc nhiều hoạt động bổ sung có thể được thực hiện trước, sau, đồng thời hoặc giữa hoạt động bất kỳ trong số tất cả các hoạt động được minh họa. Trong một số trường hợp nhất định, xử lý đa nhiệm và song song có thể có lợi. Hơn nữa, việc tách một

số thành phần khác nhau của hệ thống trong các phương án triển khai được mô tả ở trên không nên được hiểu là cần tách như vậy trong tất cả các phương án triển khai, và nên được hiểu rằng các thành phần và hệ thống chương trình được mô tả có thể thông thường được tích hợp cùng nhau vào trong một sản phẩm phần mềm hoặc được đóng gói vào nhiều sản phẩm phần mềm. Ngoài ra, một số phương án triển khai khác nằm trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ dưới đây. Trong một số trường hợp, các hoạt động nêu trong yêu cầu bảo hộ có thể được triển khai trong một thứ tự khác và vẫn đạt được kết quả mong muốn.

Như được sử dụng ở đây, bao gồm cả trong yêu cầu bảo hộ, thuật ngữ “hoặc” khi được sử dụng trong danh sách hai hoặc nhiều mục, có nghĩa là mục bất kỳ trong số các mục được liệt kê đều có thể được sử dụng bởi chính nó, hoặc bất kỳ sự kết hợp nào của hai hoặc nhiều mục được liệt kê có thể được sử dụng. Ví dụ, nếu một tổ hợp được mô tả là chứa các thành phần A, B, và/hoặc C, thì tổ hợp đó có thể chứa một mình A; một mình B; một mình C; A và B kết hợp; A và C kết hợp; B và C kết hợp; hoặc A, B, và C kết hợp. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây, bao gồm trong yêu cầu bảo hộ, “hoặc” như được sử dụng trong danh sách các mục được mở đầu bằng “ít nhất một trong số” chỉ báo danh sách ngắn gọn, sao cho, ví dụ, danh sách “ít nhất một trong số A, B, hoặc C” có nghĩa là A hoặc B hoặc C hoặc AB hoặc AC hoặc BC hoặc ABC (tức là, A và B và C) hoặc bất kỳ trong số các mục này trong sự kết hợp bất kỳ của chúng. Thuật ngữ “về cơ bản” được định nghĩa là chủ yếu nhưng không nhất thiết toàn bộ những gì được nêu (và bao gồm những gì được nêu; ví dụ, về cơ bản 90 độ bao gồm 90 độ và về cơ bản song song bao gồm song song), như được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Theo các phương án được bộ lộ bất kỳ, thuật ngữ “gần như” có thể được thay thế bằng “trong [một tỷ lệ phần trăm] của” những gì được nêu, ở đó tỷ lệ phần trăm bao gồm 0,1, 1, 5, hoặc 10 phần trăm.

Phần mô tả trên đây của sáng chế được trình bày để cho phép người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này thực hiện hoặc sử dụng sáng chế. Những cải biến khác nhau đối với sáng chế sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật và các nguyên lý chung được xác định ở đây có thể được áp dụng cho các thay đổi khác mà không nằm ngoài mục đích hoặc phạm vi của sáng chế. Do đó, sáng chế không dự định bị hạn chế ở các ví dụ và phương án được mô tả ở đây mà phải được hiểu là có phạm vi bảo hộ rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và dấu hiệu mới bộc lộ ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông không dây thực hiện bởi thiết bị nhận, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được;

xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa; và

xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor bao gồm:

thực hiện giải mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC) và sự giải điều chế trên ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa để tạo ra nhiều gói điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được mã hóa tương ứng; và

giải mã các gói RLC được mã hóa dựa trên mã raptor.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được sử dụng để mã hóa nhiều gói được mã hóa.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị nhận bao gồm thiết bị người dùng (user equipment - UE), và trong đó thiết bị truyền bao gồm trạm gốc.

5. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm ngưng cung cấp thông tin phản hồi cho thiết bị truyền dựa trên việc nhận nhiều gói được mã hóa.

6. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm xác định tỷ lệ mã hóa giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR, trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên SINR.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó việc xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

trong đó l là số lượng gói nguồn lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, trong đó L là số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và trong đó ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

10. Phương pháp theo điểm 6, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

trong đó ρ là ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, trong đó r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và trong đó r_i là tỷ lệ mã hóa PHY.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện

tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên chỉ báo, và trong đó chỉ báo được bao gồm trong thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI), phần tử điều khiển điều khiển truy cập môi trường (medium access control control element - MAC-CE), hoặc bản tin cấu hình tài nguyên vô tuyến (radio resource configuration - RRC).

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước.

16. Phương pháp theo điểm 14, phương pháp này còn bao gồm chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS, dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị nhận.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng, mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

18. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị nhận và CQI hoặc MCS.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

20. Thiết bị nhận bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

bộ nhớ được ghép nối với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ mã có thể đọc được bằng bộ xử lý, khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, được tạo cấu hình để:

nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận

được;

xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa; và

xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

21. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor bằng cách:

thực hiện giải mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC) và sự giải điều chế trên ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa để tạo ra nhiều gói điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được mã hóa tương ứng; và

giải mã các gói RLC được mã hóa dựa trên mã raptor.

22. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được sử dụng để mã hóa nhiều gói được mã hóa.

23. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó thiết bị nhận bao gồm thiết bị người dùng (user equipment - UE), và trong đó thiết bị truyền bao gồm trạm gốc.

24. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để ngưng cung cấp thông tin phản hồi cho thiết bị truyền dựa trên việc nhận nhiều gói được mã hóa.

25. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định tỷ lệ mã hóa giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR, và trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên SINR.

26. Thiết bị nhận theo điểm 25, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa

PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

27. Thiết bị nhận theo điểm 26, trong đó tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

28. Thiết bị nhận theo điểm 26, trong đó việc xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

trong đó l là số lượng gói nguồn lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, trong đó L là số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và trong đó ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

29. Thiết bị nhận theo điểm 25, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

30. Thiết bị nhận theo điểm 29, trong đó tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

31. Thiết bị nhận theo điểm 29, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

trong đó ρ là ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, trong đó r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và trong đó r_i là tỷ lệ mã hóa PHY.

32. Thiết bị nhận theo điểm 31, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

33. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên chỉ báo, và trong đó chỉ báo được bao gồm trong thông báo thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI), phần tử điều khiển điều khiển truy cập môi trường

(medium access control control element - MAC-CE), hoặc bản tin cấu hình tài nguyên vô tuyến (radio resource configuration - RRC).

34. Thiết bị nhận theo điểm 33, trong đó giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước.

35. Thiết bị nhận theo điểm 33, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS, dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị nhận.

36. Thiết bị nhận theo điểm 35, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng, mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

37. Thiết bị nhận theo điểm 20, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị nhận và CQI hoặc MCS.

38. Thiết bị nhận theo điểm 37, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

39. Thiết bị được tạo cấu hình để truyền thông không dây, thiết bị này bao gồm:

phương tiện để nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

phương tiện để giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được;

phương tiện để xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa; và

phương tiện để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

40. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, khi thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

nhận, từ thiết bị truyền, nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

giải mã nhiều gói được mã hóa dựa trên mã raptor để tạo ra dữ liệu nhận được;

xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo từ thiết bị truyền, hoặc xác định chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) hoặc sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc nhận nhiều gói được mã hóa; và

xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, chỉ báo, CQI, hoặc MCS.

41. Phương pháp truyền thông không dây thực hiện bởi thiết bị truyền, phương pháp này bao gồm các bước:

mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa;

xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) từ thiết bị nhận, hoặc xác định sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa; và

xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

42. Phương pháp theo điểm 41, trong đó việc mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor bao gồm:

phân chia dữ liệu thành nhiều gói nguồn;

mã hóa nhiều gói nguồn dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được mã hóa; và

thực hiện lập mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC) và điều chế trên các gói RLC được mã hóa để tạo ra ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa.

43. Phương pháp theo điểm 42, trong đó số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn trong nhiều gói nguồn.

44. Phương pháp theo điểm 41, trong đó thiết bị phát là trạm gốc và thiết bị thu là thiết bị người dùng (user equipment - UE).

45. Phương pháp theo điểm 41, trong đó thiết bị truyền không được tạo cấu hình để nhận thông tin phản hồi từ thiết bị nhận dựa trên việc truyền nhiều gói được mã hóa.

46. Phương pháp theo điểm 41, phương pháp này còn bao gồm xác định tỷ lệ mã hóa giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR, trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên SINR.

47. Phương pháp theo điểm 46, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

48. Phương pháp theo điểm 47, trong đó tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

49. Phương pháp theo điểm 47, trong đó việc xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

trong đó l là số lượng gói nguồn được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, trong đó L là số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và trong đó ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

50. Phương pháp theo điểm 46, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

51. Phương pháp theo điểm 50, trong đó tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

52. Phương pháp theo điểm 50, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

trong đó ρ là ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, trong đó r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và trong đó r_i là tỷ lệ mã hóa PHY.

53. Phương pháp theo điểm 52, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

54. Phương pháp theo điểm 41, phương pháp này còn bao gồm truyền, đến thiết bị nhận, chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY.

55. Phương pháp theo điểm 54, trong đó chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY được bao gồm trong thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI), phần tử điều khiển điều khiển truy cập môi trường (medium access control control element - MAC-CE), hoặc bản tin cấu hình tài nguyên vô tuyến (radio resource configuration - RRC).

56. Phương pháp theo điểm 54, trong đó giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước.

57. Phương pháp theo điểm 56, phương pháp này còn bao gồm chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS, dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị truyền.

58. Phương pháp theo điểm 57, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng, mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

59. Phương pháp theo điểm 41, phương pháp này còn bao gồm xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị truyền và CQI hoặc MCS.

60. Phương pháp theo điểm 59, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

61. Phương pháp theo điểm 41, phương pháp này còn bao gồm các bước:

nhận, từ thiết bị nhận, bản tin kết thúc liên quan tới nhiều gói được mã hóa; và
kết thúc truyền nhiều gói được mã hóa dựa trên việc nhận bản tin kết thúc.

62. Thiết bị truyền bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

bộ nhớ được ghép nối với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ mã có thể đọc được bằng bộ xử lý, khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, được tạo cấu hình để:

mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

bắt đầu truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa;

xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) từ thiết bị nhận, hoặc xác định sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa; và

xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

63. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó việc mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor bao gồm:

phân chia dữ liệu thành nhiều gói nguồn;

mã hóa nhiều gói nguồn dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) được mã hóa; và

thực hiện lập mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC) và điều chế trên các gói RLC được mã hóa để tạo ra ít nhất một ký hiệu lớp PHY tương ứng của mỗi gói được mã hóa trong số nhiều gói được mã hóa.

64. Thiết bị truyền theo điểm 63, trong đó số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa là lớn hơn số lượng gói nguồn trong nhiều gói nguồn.

65. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó thiết bị truyền bao gồm trạm gốc, và trong đó thiết bị nhận bao gồm thiết bị người dùng (user equipment - UE).

66. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó thiết bị truyền không được tạo cấu hình để nhận thông tin phản hồi từ thiết bị nhận dựa trên việc truyền nhiều gói được mã hóa.

67. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định tỷ lệ mã hóa giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) và tỷ lệ mã hóa PHY dựa trên SINR, và trong đó tỷ lệ lỗi gói PHY được xác định dựa trên SINR.

68. Thiết bị truyền theo điểm 67, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

69. Thiết bị truyền theo điểm 68, trong đó tỷ lệ mất dữ liệu PDCP là giá trị tối thiểu thỏa mãn ngưỡng hiệu suất.

70. Thiết bị truyền theo điểm 68, trong đó việc xác định tỷ lệ mất dữ liệu PDCP bao gồm giảm đến mức tối thiểu, tùy theo ngưỡng hiệu suất,

$$\sum_{i=0}^{l-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} + \sum_{i=l}^{L-1} \binom{L}{i} (1 - \varepsilon_{PHY})^i (\varepsilon_{PHY})^{L-i} 0,85 \cdot 0,567^{i-l}$$

trong đó l là số lượng gói nguồn được dùng để tạo ra nhiều gói được mã hóa, trong đó L là số lượng gói được mã hóa trong nhiều gói được mã hóa, và trong đó ε_{PHY} là tỷ lệ lỗi gói PHY.

71. Thiết bị truyền theo điểm 67, trong đó việc xác định tỷ lệ mã hóa PDCP và tỷ lệ mã hóa PHY bao gồm xác định tỷ lệ hiệu suất liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

72. Thiết bị truyền theo điểm 71, trong đó tỷ lệ hiệu suất là giá trị tối đa thỏa mãn ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu.

73. Thiết bị truyền theo điểm 71, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm tối đa hóa, tùy theo ngưỡng tỷ lệ mất dữ liệu,

$$\frac{1}{\rho} \cdot r_o \cdot r_i$$

trong đó ρ là ngưỡng giải mã liên quan tới mã raptor, trong đó r_o là tỷ lệ mã hóa PDCP, và trong đó r_i là tỷ lệ mã hóa PHY.

74. Thiết bị truyền theo điểm 73, trong đó việc xác định tỷ lệ hiệu suất bao gồm thực hiện tìm kiếm chia đôi trên tập hợp giá trị hữu hạn của tỷ lệ lỗi gói PHY.

75. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để bắt đầu truyền, đến thiết bị nhận, chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY.

76. Thiết bị truyền theo điểm 75, trong đó chỉ báo về tỷ lệ lỗi gói PHY được bao gồm trong thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI), phần tử điều khiển điều khiển truy cập môi trường (medium access control control element - MAC-CE), hoặc bản tin cấu hình tài nguyên vô tuyến (radio resource configuration - RRC).

77. Thiết bị truyền theo điểm 75, trong đó giá trị của tỷ lệ lỗi gói PHY nằm trong tập hợp giá trị hữu hạn được xác định trước.

78. Thiết bị truyền theo điểm 77, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chọn CQI, MCS, hoặc cả CQI và MCS, dựa trên tỷ lệ lỗi gói PHY và thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị truyền.

79. Thiết bị truyền theo điểm 78, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm nhiều bảng, mỗi bảng trong số nhiều bảng chỉ báo các CQI và các MCS liên quan tới giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY tương ứng.

80. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định tỷ lệ lỗi gói PHY dựa trên thông tin cấu hình được xác định trước được lưu trữ tại thiết bị truyền và CQI hoặc MCS.

81. Thiết bị truyền theo điểm 80, trong đó thông tin cấu hình được xác định trước bao gồm bảng chỉ báo các CQI, các MCS, hoặc cả CQI và MCS liên quan tới nhiều giá trị tỷ lệ lỗi gói PHY.

82. Thiết bị truyền theo điểm 62, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:
nhận, từ thiết bị nhận, bản tin kết thúc liên quan tới nhiều gói được mã hóa; và
kết thúc truyền nhiều gói được mã hóa dựa trên việc nhận bản tin kết thúc.

83. Thiết bị được tạo cấu hình để truyền thông không dây, thiết bị này bao gồm:

phương tiện để mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa
mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

phương tiện để truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa;

phương tiện để xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) từ thiết bị nhận, hoặc xác định sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa; và

phương tiện để xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

84. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, khi thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

mã hóa dữ liệu dựa trên mã raptor để tạo ra nhiều gói được mã hóa mỗi gói bao gồm ít nhất một ký hiệu lớp vật lý (physical -PHY) tương ứng;

bắt đầu truyền, đến thiết bị nhận, nhiều gói được mã hóa;

xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa, nhận chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI) từ thiết bị nhận, hoặc xác định sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS) liên quan tới việc truyền nhiều gói được mã hóa; và

xác định thích ứng tỷ lệ lỗi gói PHY liên quan tới nhiều gói được mã hóa dựa trên SINR, CQI, hoặc MCS.

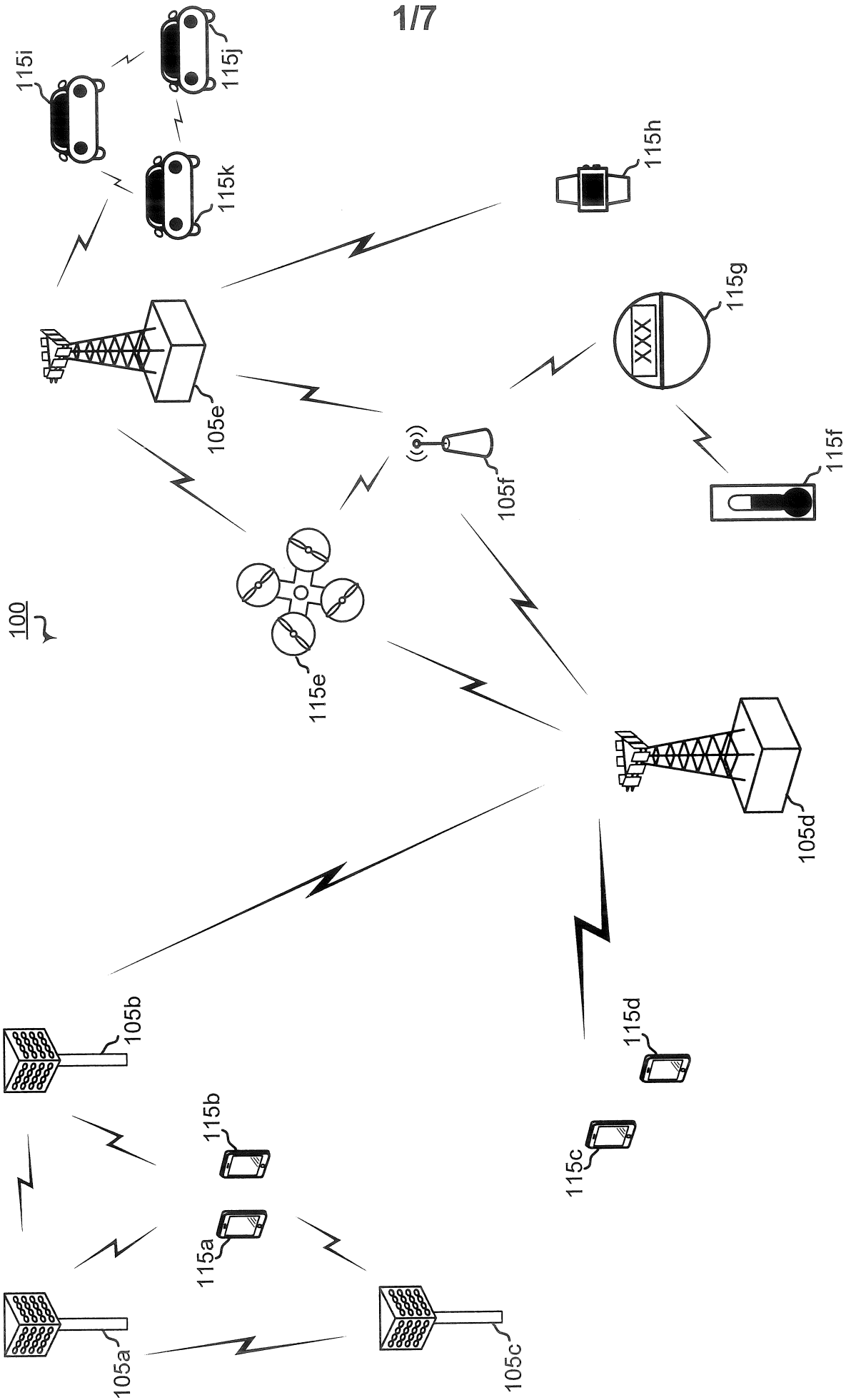


FIG.1

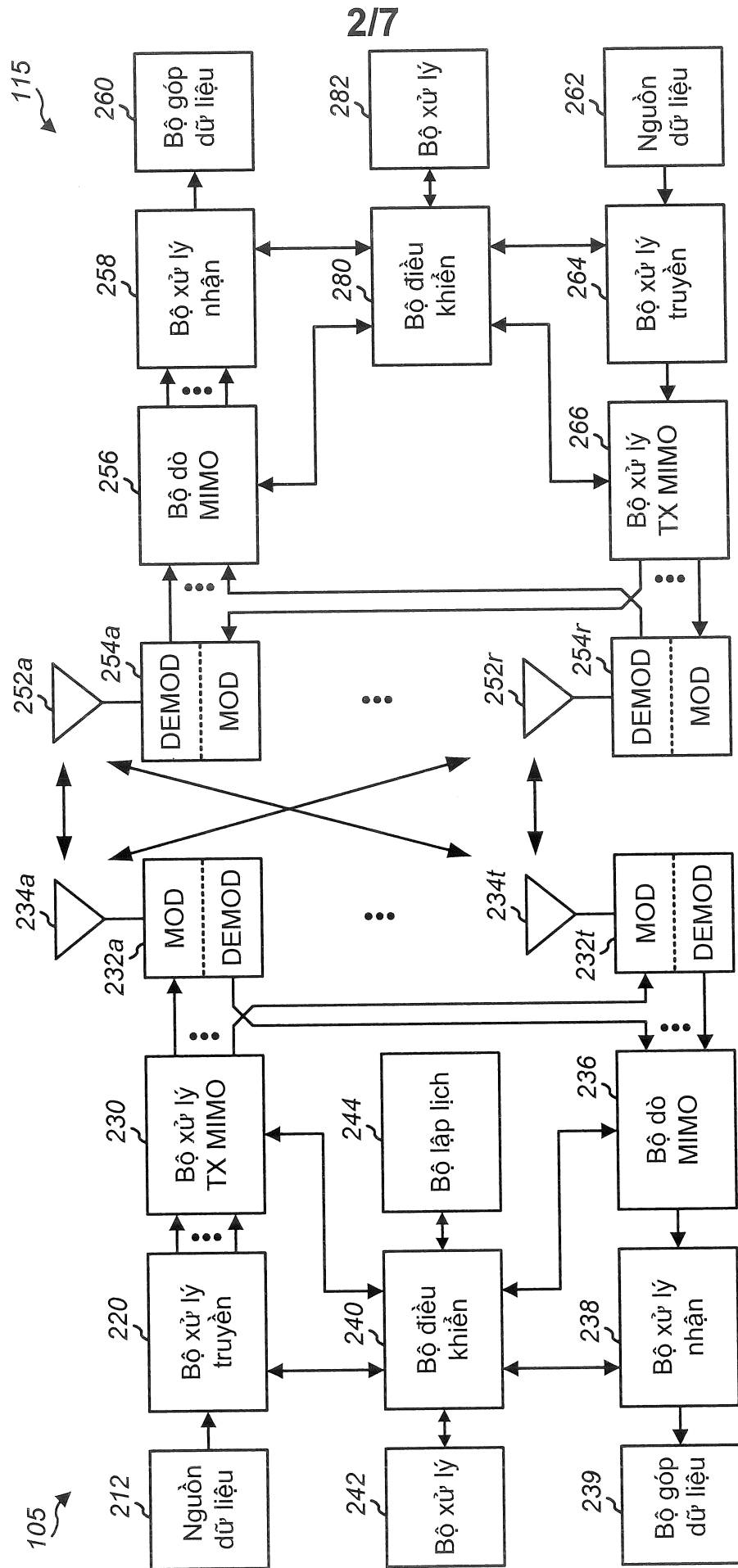


FIG. 2

3/7

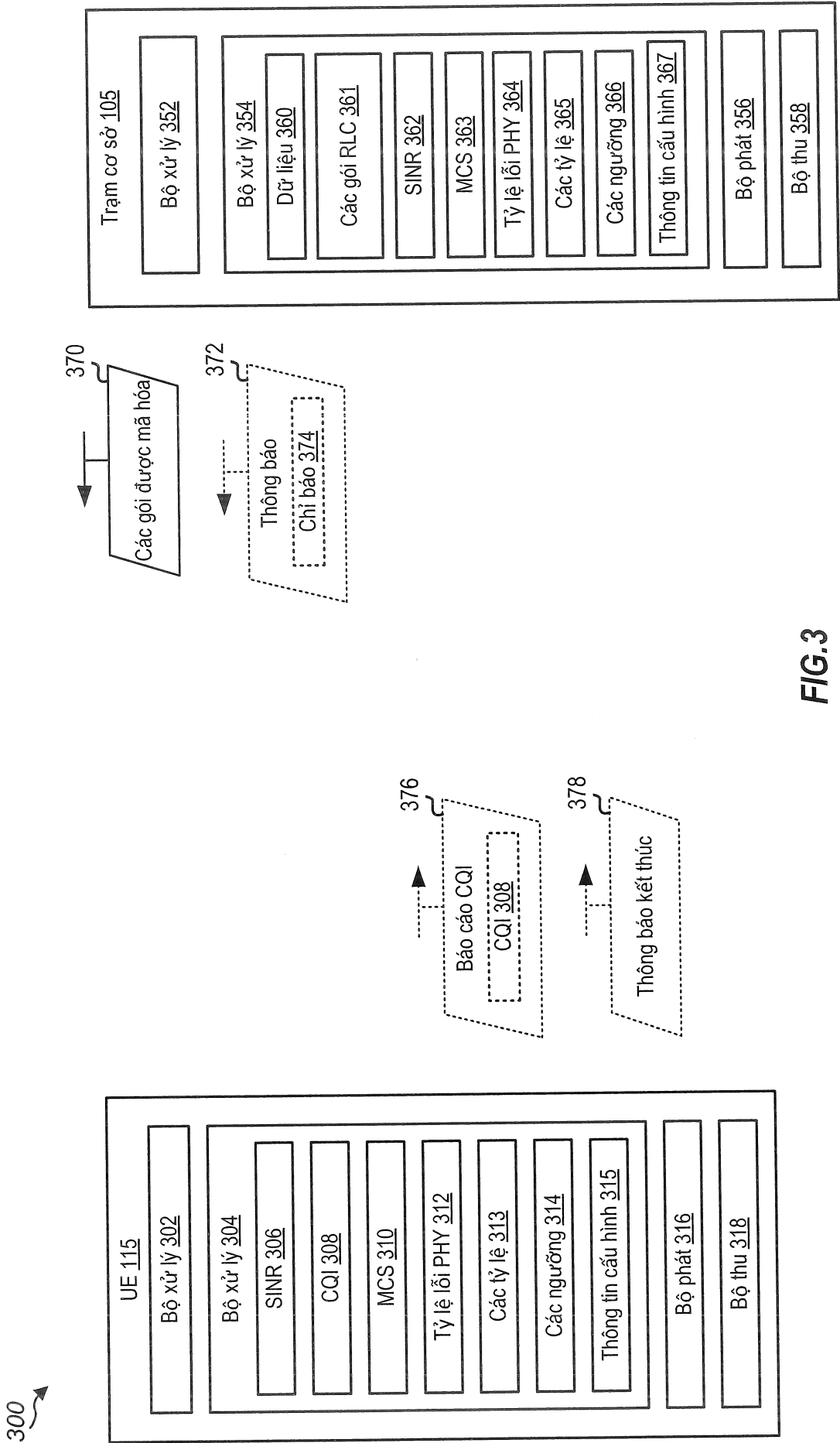


FIG.3

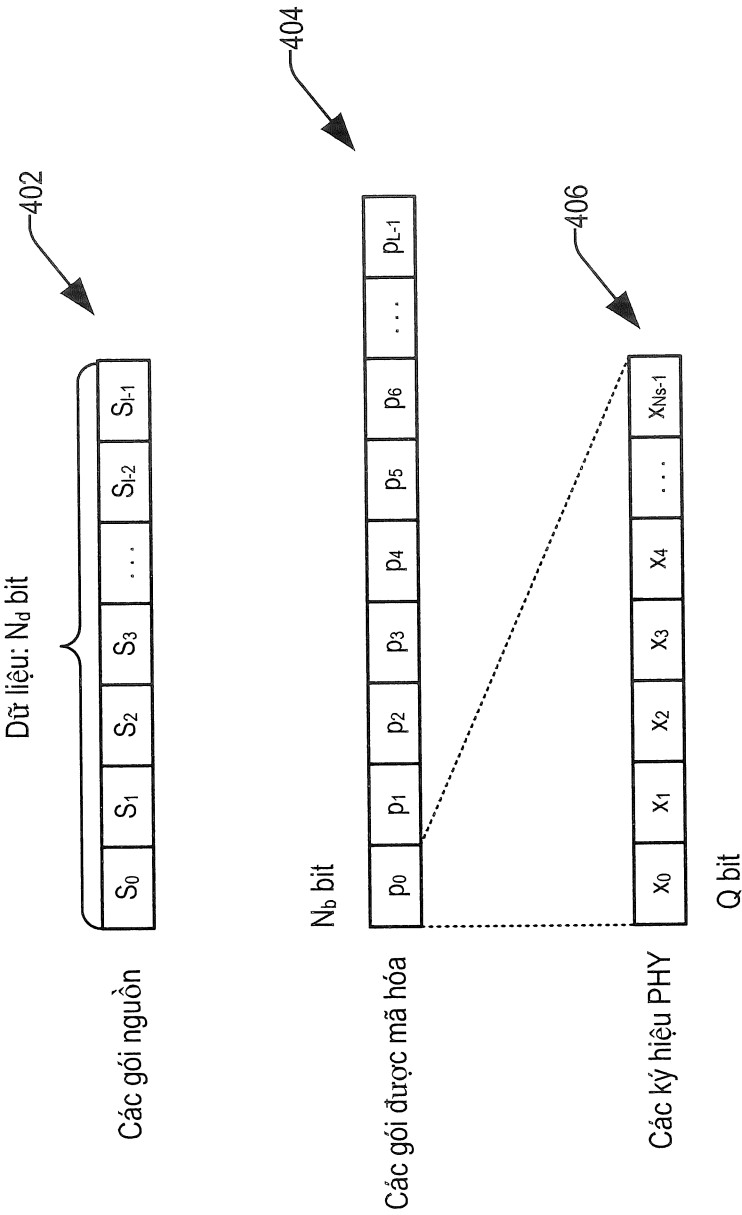


FIG.4

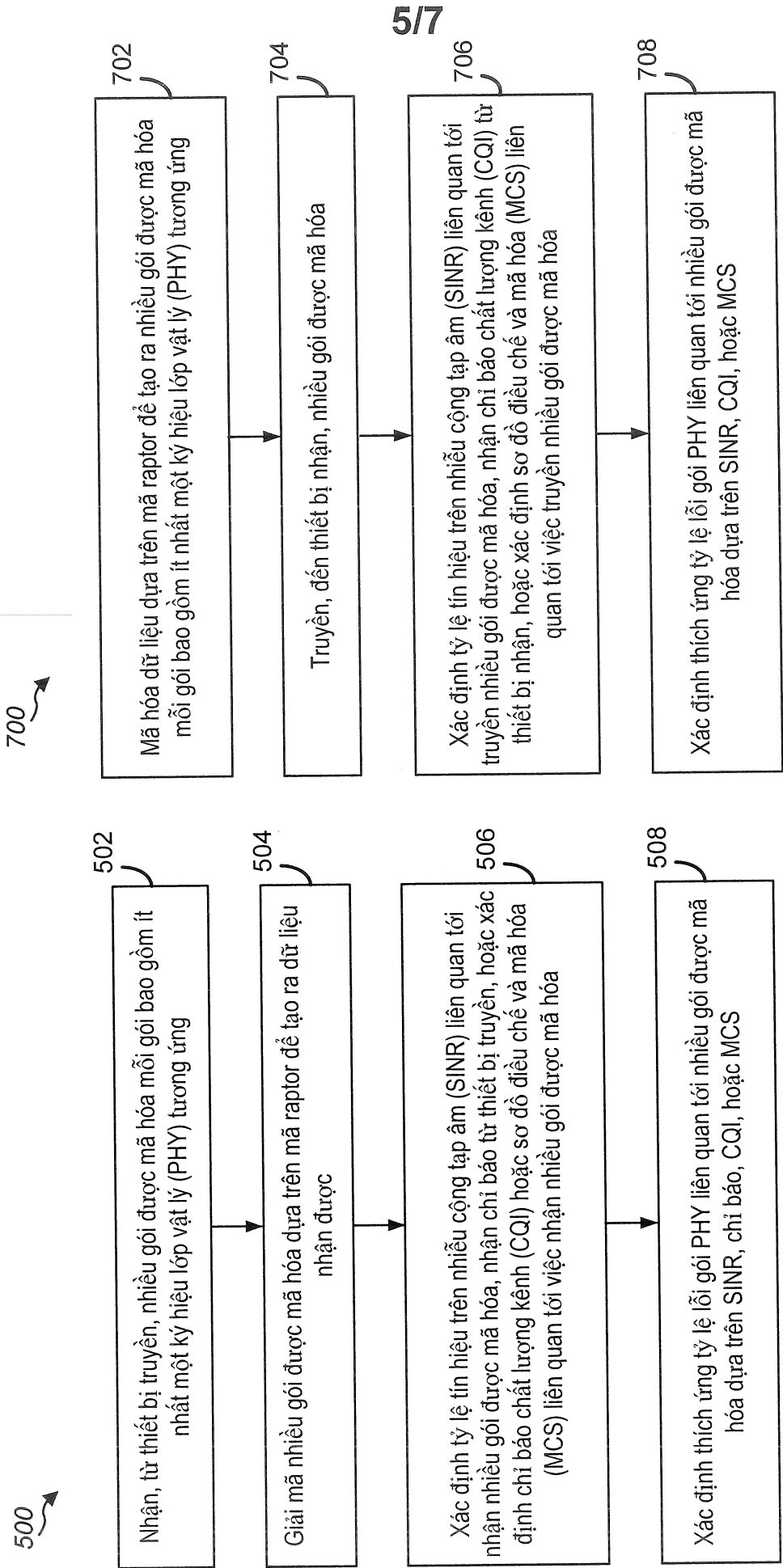


FIG.5

FIG.7

6/7

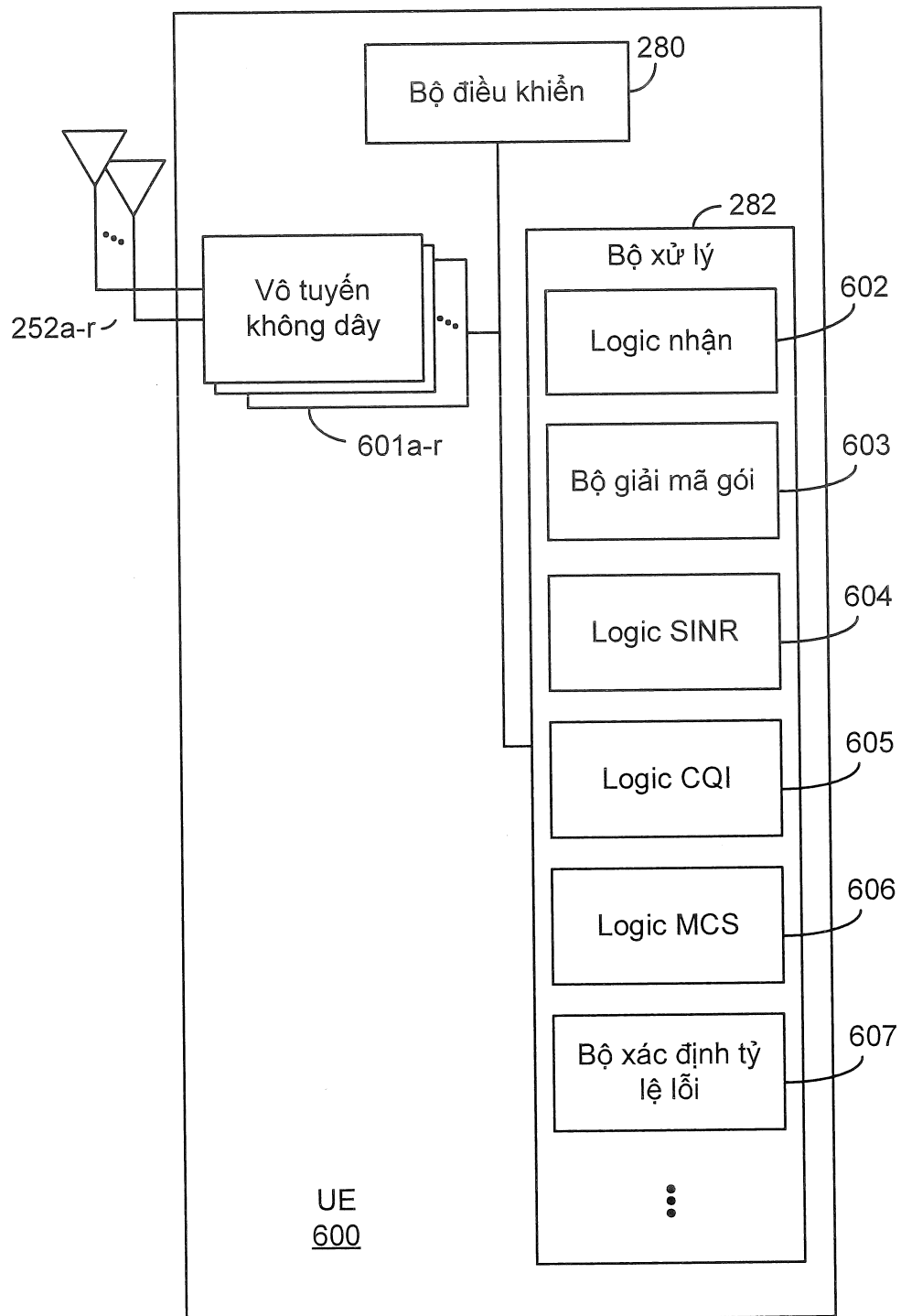


FIG.6

7/7

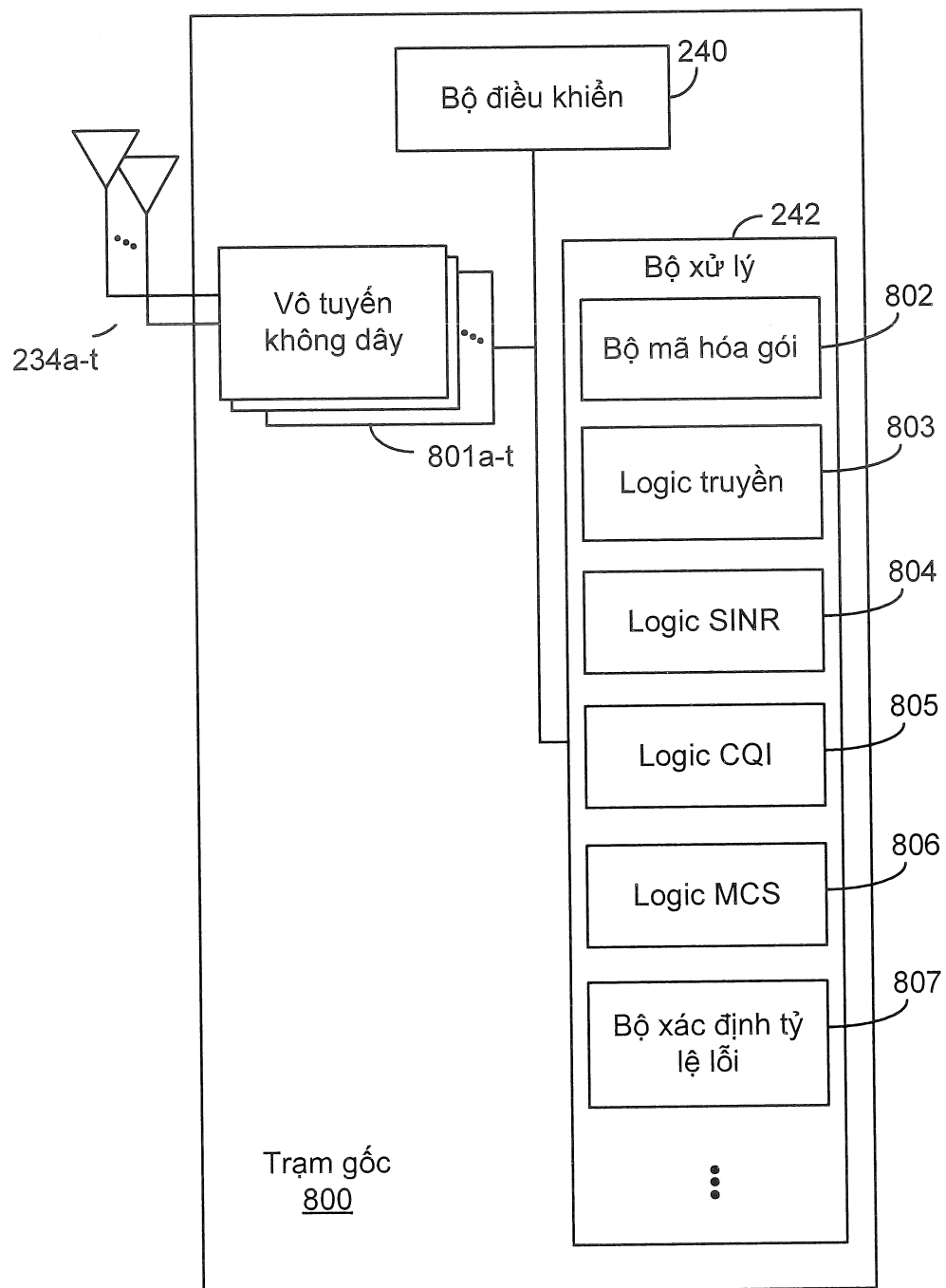


FIG.8