



(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)



1-0032663

(51)⁷ H04W 56/00; H04J 11/00

(13) B

-
- (21) 1-2018-01302 (22) 26/08/2016
(86) PCT/US2016/048973 26/08/2016 (87) WO 2017/058427 A1 06/04/2017
(30) 62/234,554 29/09/2015 US; 15/247,355 25/08/2016 US
(45) 25/07/2022 412 (43) 25/06/2018 363A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America
(72) Lei, Jing (CN); GAAL, Peter (US); XU, Hao (US); Chen, Wanshi (CN); WEI,
Yongbin (US); WANG, Xiaofeng (CA); WANG, Renqiu (CN); FAKOORIAN,
Seyed Ali Akbar (IR); Madhavan Srinivasan VAJAPEYAM (US); RICO
ALVARINO, Alberto (ES); MONTOJO, Juan (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D&N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)
-

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ VẬT GHI
ĐƯỢC ĐỌC BẰNG MÁY TÍNH CÓ CÁC LỆNH ĐỂ THỰC HIỆN CÁC PHƯƠNG
PHÁP NÀY

(57) Các khía cạnh của sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền thông không dây và vật ghi đọc được bằng máy tính có các lệnh để thực hiện các phương pháp này. Phương pháp làm ví dụ được đề xuất cho các hoạt động mà có thể được thực hiện bởi trạm cơ sở (BS - base station). Nói chung, phương pháp làm ví dụ bao gồm các bước: tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal - PSS) sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (SSS - secondary synchronization signal) dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con, và truyền PSS và SSS trong các khung con thứ nhất và thứ hai đến loại thiết bị người dùng (user equipment - UE) thứ nhất truyền thông trên một hoặc nhiều vùng dải hẹp của băng thông hệ thống rộng hơn.

500



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến truyền thông không dây và, cụ thể hơn, đến thiết kế các tín hiệu đồng bộ hóa cho hoạt động dải hẹp.

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, dữ liệu và v.v. Các hệ thống này có thể là các hệ thống đa truy cập có khả năng hỗ trợ truyền thông với nhiều người dùng bằng cách dùng chung tài nguyên hệ thống có sẵn (chẳng hạn, băng thông và công suất truyền). Ví dụ về các hệ thống đa truy cập như vậy bao gồm các hệ thống đa truy cập phân mã (code division multiple access - CDMA), các hệ thống đa truy cập phân thời (time-division multiple access - TDMA), các hệ thống đa truy cập phân tần (frequency-division multiple access - FDMA), hệ thống phát triển dài hạn (Long Term Evolution -LTE) thuộc dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project -3GPP)/hệ thống LTE-cải tiến và các hệ thống đa truy cập phân tần trực giao (orthogonal frequency-division multiple access - OFDMA).

Nói chung, hệ thống truyền thông đa truy cập không dây có thể đồng thời hỗ trợ truyền thông cho nhiều thiết bị đầu cuối không dây. Mỗi thiết bị đầu cuối truyền thông với một hoặc nhiều trạm cơ sở qua các cuộc truyền trên các đường liên kết xuôi và ngược. Liên kết xuôi (hay liên kết xuống) chỉ liên kết truyền thông từ các trạm cơ sở đến các thiết bị đầu cuối, và liên kết ngược (hay liên kết lên) chỉ liên kết truyền thông từ các thiết bị đầu cuối đến các trạm cơ sở. Liên kết truyền thông này có thể được thiết lập qua hệ thống một đầu vào một đầu ra,

nhiều đầu vào một đầu ra hoặc hệ thống nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-input multiple-output -MIMO).

Mạng truyền thông không dây có thể bao gồm một số trạm cơ sở có thể hỗ trợ truyền thông cho một số thiết bị không dây. Các thiết bị không dây có thể bao gồm các thiết bị người dùng (user equipment - UE). Một số ví dụ về UE có thể bao gồm điện thoại di động, điện thoại thông minh, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant - PDA), mô-đem không dây, thiết bị cầm tay, máy tính bảng, máy tính xách tay, máy tính netbook, sách thông minh, máy tính ultrabook, v.v. Một số UE có thể được coi là các UE truyền thông dạng máy (machine-type communication - MTC), các UE này có thể bao gồm thiết bị từ xa, như bộ cảm biến, dụng cụ đo, thiết bị đánh dấu vị trí, v.v. mà có thể truyền thông với trạm cơ sở, thiết bị từ xa khác, hoặc một thực thể khác nào đó. Truyền thông dạng máy (Machine type communication - MTC) có thể chỉ truyền thông bao gồm ít nhất một thiết bị từ xa ở ít nhất một đầu của truyền thông và có thể bao gồm các dạng truyền dữ liệu liên quan đến một hoặc nhiều thực thể mà không cần sự tương tác của con người. Các MTC UE có thể bao gồm các UE có khả năng truyền thông MTC với các máy chủ MTC và/hoặc các thiết bị MTC khác qua mạng di động đất liền công cộng (Public Land Mobile Network - PLMN), chẳng hạn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một số khía cạnh, sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông không dây bằng trạm cơ sở. Nói chung, phương pháp này bao gồm các bước: tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal - PSS) bằng cách sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (SSS - secondary synchronization signal) dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con, và truyền PSS và

SSS đến loại thiết bị người dùng (user equipment - UE) thứ nhất truyền thông trên một hoặc nhiều vùng dải hẹp của băng thông hệ thống rộng hơn.

Theo một số khía cạnh, sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông không dây bằng thiết bị người dùng. Nói chung, phương pháp này bao gồm các bước: phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng dải hẹp của băng thông hệ thống rộng hơn, PSS được tạo ra bằng cách sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, thực hiện ước lượng độ lệch định thời hợp lý cực đại dựa vào PSS, trong đó độ lệch định thời không có tương quan với độ lệch tần số, thực hiện đồng bộ hóa thời gian ban đầu và đồng bộ hóa tần số dựa vào PSS, phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng dải hẹp, SSS được tạo ra dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con, và thực hiện ít nhất một trong các quy trình đồng bộ hóa thời gian chính xác hoặc đồng bộ hóa tần số chính xác dựa vào SSS, để tinh chỉnh quy trình đồng bộ hóa tần số và thời gian ban đầu.

Nhiều khía cạnh khác được đề xuất bao gồm phương pháp, thiết bị, hệ thống, sản phẩm chương trình máy tính và hệ thống xử lý.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa về mặt khái niệm một ví dụ của mạng truyền thông không dây, theo một số khía cạnh của sáng chế;

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối minh họa về mặt khái niệm một ví dụ của trạm cơ sở truyền thông với UE trong mạng truyền thông không dây, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.3 thể hiện cấu trúc khung làm ví dụ dùng để song công phân tần (frequency division duplexing - FDD) trong hệ thống phát triển dài hạn (long term evolution - LTE).

Fig.4 thể hiện hai định dạng khung con làm ví dụ với tiền tố vòng thông thường.

Fig.5 minh họa các thao tác làm ví dụ có thể được thực hiện bởi trạm cơ sở (base station - BS), theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.6 minh họa các thao tác làm ví dụ có thể được thực hiện bởi UE, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa các thao tác ví dụ để đồng bộ hóa internet vạn vật kết nối dải hẹp (narrowband internet-of-thing - NB-IoT), theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.8 minh họa ví dụ về cấu trúc chuỗi PSS hai lớp, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.9 minh họa ví dụ về các chuỗi Zadoff-Chu sửa đổi có kích thước bộ chữ cái rút gọn, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa các thao tác ví dụ có thể được trạm cơ sở thực hiện để tạo ra dạng sóng PSS, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ tài nguyên thời gian - tần số minh họa việc ánh xạ tài nguyên không xung đột giữa NB-IoT và LTE kế thừa, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.12 minh họa các độ lệch định thời làm ví dụ của quy trình ước lượng hợp lý cực đại (maximum-likelihood estimation - MLE), theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.13 minh họa các vị trí tần số của các tín hiệu thăm dò PSS được phát và thu, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.13A là sơ đồ minh họa quy trình ước lượng độ lệch tần số được chuẩn hóa dựa vào sự tương quan đã chuẩn hóa, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.14 là sơ đồ khối minh họa các thao tác làm ví dụ để định thời và thu nhận tần số, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.15 minh họa các thao tác làm ví dụ có thể được thực hiện bởi trạm cơ sở để tạo ra dạng sóng SSS, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.16 là sơ đồ minh họa chòm điểm của chuỗi PSS tương ứng với chuỗi độ dài được tạo ra bởi máy tính, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.16A là sơ đồ minh họa chòm điểm của chuỗi PSS tương ứng với các chuỗi Zadoff-Chu sửa đổi có độ dài 12, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.17 là sơ đồ về ước lượng định thời và số đo định thời thể hiện các tác động của việc tối ưu hóa mã bảo vệ đến việc ước lượng độ lệch định thời, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.17A là sơ đồ về ước lượng định thời và số đo định thời thể hiện sự phụ thuộc của bộ ước lượng độ lệch định thời vào việc lựa chọn các mẫu mã bảo vệ nhị phân, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.18 là bảng thể hiện việc ánh xạ từ chuỗi SSS đến ID ô và thông tin hệ thống, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nói chung, một số khía cạnh, sáng chế đề cập đến thiết kế các tín hiệu đồng bộ hóa cho hoạt động dải hẹp. Các thiết kế được trình bày ở đây có thể phù hợp với các kịch bản triển khai dải hẹp khác nhau, ví dụ như cả kịch bản triển khai trong dải (trong băng thông hoạt động rộng hơn) lẫn kịch bản triển khai độc lập. Như sẽ được mô tả ở đây, trong một số trường hợp, PSS "hai tầng" có thể

được tạo ra, ví dụ, bằng cách sử dụng các mã ngẫu nhiên hai lớp có các đặc điểm tương quan và độ dài loạt tốt.

Các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể được dùng cho các mạng truyền thông không dây khác nhau như CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA, và các mạng khác. Các thuật ngữ “mạng” và “hệ thống” thường được sử dụng thay thế cho nhau. Mạng CDMA có thể thực hiện công nghệ vô tuyến như truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu (Universal Terrestrial Radio Access - UTRA), cdma2000, v.v.. UTRA bao gồm CDMA dải rộng (Wideband CDMA - WCDMA), CDMA đồng bộ hóa phân thời (time division synchronous CDMA - TDSCDMA) và các biến thể khác của CDMA. CDMA2000 bao gồm các tiêu chuẩn IS-2000, IS-95, và IS-856. Mạng TDMA có thể thực hiện công nghệ vô tuyến như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System for Mobile Communications - GSM). Mạng OFDMA có thể thực hiện công nghệ vô tuyến như UTRA cải tiến (Evolved UTRA – E-UTRA), siêu băng rộng di động (Ultra Mobile Broadband - UMB), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, v.v.. UTRA và E-UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunication System – UMTS). Dự án phát triển dài hạn (LTE) 3GPP và LTE-cải tiến (LTE-A), trong cả song công phân tần (frequency division duplex - FDD) và song công phân thời (time division duplex - TDD), đều là các phiên bản mới của UMTS sử dụng E-UTRA, E-UTRA này sử dụng OFDMA trên đường liên kết xuống và SC-FDMA trên đường liên kết lên. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A, và GSM được mô tả trong các tài liệu của tổ chức có tên “Dự án đối tác thế hệ thứ ba” (3rd Generation Partnership Project – 3GPP). cdma2000 và UMB được mô tả trong các tài liệu của tổ chức có tên “Dự án hợp tác thế hệ thứ ba số 2” (3GPP2 - 3rd Generation Partnership Project 2). Các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể được dùng cho các mạng không dây và công nghệ vô tuyến nêu trên cũng như các mạng không dây và công nghệ vô tuyến khác. Để rõ ràng, theo một số khía cạnh, các kỹ thuật được mô tả dưới

đây cho LTE/LTE-cải tiến, và thuật ngữ LTE/LTE-cải tiến được sử dụng trong hầu hết phần mô tả dưới đây. LTE và LTE-A được gọi chung là LTE.

Hệ thống truyền thông không dây làm ví dụ

Fig.1 minh họa mạng truyền thông không dây 100 làm ví dụ, trong đó các khía cạnh của sáng chế có thể được thực hiện. Ví dụ, các kỹ thuật trình bày ở đây có thể được sử dụng để hỗ trợ các UE và BS thể hiện trên Fig.1 truyền thông trên kênh điều khiển liên kết xuống vật lý kiểu máy (machine type physical downlink control channel - mPDCCH) sử dụng không gian tìm kiếm dựa trên dải hẹp (ví dụ, sáu PRB).

Mạng 100 có thể là mạng LTE hoặc một mạng không dây khác nào đó. Mạng không dây 100 có thể bao gồm một số nút B cải tiến (evolved Node B - eNB) 110 và các thực thể mạng khác. eNB là thực thể truyền thông với các thiết bị người dùng (UE - user equipment) và cũng có thể được gọi là trạm cơ sở, nút B, điểm truy cập, v.v. Mỗi eNB có thể cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho một khu vực địa lý cụ thể. Trong 3GPP, thuật ngữ “ô” có thể chỉ vùng phủ sóng của eNB và/hoặc hệ thống con eNB phục vụ vùng phủ sóng này, tùy thuộc vào ngữ cảnh mà thuật ngữ này được sử dụng.

Ví dụ, eNB có thể cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho ô macro, ô pico, ô femto, và/hoặc các loại ô khác. Ô macro có thể phủ sóng một vùng địa lý tương đối rộng lớn (chẳng hạn, có bán kính vài kilômét) và có thể cho phép các UE có thuê bao dịch vụ truy cập không hạn chế. Ô pico có thể phủ sóng một vùng địa lý tương đối nhỏ và có thể cho phép các UE có thuê bao dịch vụ truy cập không hạn chế. Ô femto có thể phủ sóng một vùng địa lý tương đối nhỏ (ví dụ, ngôi nhà) và có thể cho phép các UE có kết nối với ô femto này truy cập hạn chế (ví dụ, các UE trong nhóm thuê bao khép kín (closed subscriber group - CSG)). eNB dùng cho ô macro có thể được gọi là eNB macro. eNB dùng cho ô pico có thể được gọi là eNB pico. eNB dùng cho ô femto có thể được gọi là eNB

femto hoặc eNB trong nhà (HeNB - home eNB). Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1, eNB 110a có thể là eNB macro dùng cho ô macro 102a, eNB 110b có thể là eNB pico dùng cho ô pico 102b, và eNB 110c có thể là eNB femto dùng cho ô femto 102c. eNB có thể hỗ trợ một hoặc nhiều (ví dụ, ba) ô. Các thuật ngữ “eNB”, “trạm cơ sở” và “ô” có thể được sử dụng thay thế cho nhau ở đây.

Mạng không dây 100 có thể cũng bao gồm các trạm chuyển tiếp. Trạm chuyển tiếp là thực thể có thể nhận cuộc truyền dữ liệu từ trạm phía trên (ví dụ, eNB hoặc UE) và truyền cuộc truyền dữ liệu đến trạm phía dưới (ví dụ, UE hoặc eNB). Trạm chuyển tiếp cũng có thể là UE mà có thể chuyển tiếp các cuộc truyền cho các UE khác. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1, trạm chuyển tiếp 110d có thể truyền thông với eNB macro 110a và UE 120d để hỗ trợ truyền thông giữa eNB 110a và UE 120d. Trạm chuyển tiếp cũng có thể được gọi là eNB chuyển tiếp, trạm cơ sở chuyển tiếp, bộ phận chuyển tiếp, v.v..

Mạng không dây 100 có thể là mạng không đồng nhất bao gồm các eNB thuộc các loại khác nhau, ví dụ, các eNB macro, các eNB pico, các eNB femto, các eNB chuyển tiếp, v.v. Các loại eNB khác nhau này có thể có các mức công suất truyền khác nhau, các khu vực phủ sóng khác nhau, và sự tác động khác nhau đối với nhiễu trong mạng không dây 100. Ví dụ, các eNB macro có thể có mức công suất truyền cao (ví dụ, từ 5 đến 40 Watt) trái lại các eNB pico, các eNB femto, và các eNB chuyển tiếp có thể có mức công suất truyền thấp hơn (ví dụ, từ 0,1 đến 2 Watt).

Bộ điều khiển mạng 130 có thể nối với tập hợp các eNB và có thể cung cấp sự phối hợp và điều khiển cho các eNB này. Bộ điều khiển mạng 130 có thể truyền thông với các eNB qua tuyến truyền dẫn chính. Các eNB cũng có thể truyền thông với nhau, ví dụ, trực tiếp hoặc gián tiếp qua tuyến truyền dẫn chính không dây hoặc có dây.

Các UE 120 (ví dụ, 120a, 120b, 120c) có thể được phân tán khắp mạng không dây 100, và mỗi UE có thể là cố định hoặc di động. UE cũng có thể được gọi là thiết bị đầu cuối truy cập, thiết bị đầu cuối, trạm di động, đơn vị thuê bao, trạm, v.v. UE có thể là điện thoại di động, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (PDA), môđem không dây, thiết bị truyền thông không dây, thiết bị cầm tay, máy tính xách tay, điện thoại không dây, trạm vòng lặp cục bộ không dây (wireless local loop - WLL), máy tính bảng, điện thoại thông minh, máy tính netbook, máy tính smartbook, máy tính ultrabook, v.v. Trên Fig.1, đường nét liền có hai mũi tên biểu thị các cuộc truyền mong muốn giữa UE và eNB phục vụ, mà là eNB được chỉ định để phục vụ UE trên đường liên kết xuống và/hoặc đường liên kết lên. Đường nét đứt có hai mũi tên biểu thị các cuộc truyền có thể gây nhiễu giữa UE và eNB.

Một hoặc nhiều UE 120 trong mạng truyền thông không dây 100 (ví dụ, mạng LTE) cũng có thể là UE băng thông dải hẹp. Các UE này có thể tồn tại đồng thời với các UE kế thừa và/hoặc nâng cao (ví dụ, có khả năng hoạt động trên băng thông rộng hơn) trong mạng LTE và có thể có một hoặc nhiều khả năng bị giới hạn khi so với các UE khác trong mạng không dây. Ví dụ, trong LTE Rel-12, khi so với các UE kế thừa và/hoặc nâng cao trong mạng LTE, các UE dải hẹp có thể hoạt động với một hoặc nhiều trong số các yếu tố sau đây: giảm băng thông tối đa (so với các UE kế thừa), một chuỗi tần số vô tuyến (radio frequency - RF) nhận, giảm tốc độ đỉnh (ví dụ, tối đa 1000 bit cho kích thước khối vận chuyển (transport block size - TBS) có thể được hỗ trợ), giảm công suất truyền, cuộc truyền hạng 1, hoạt động bán song công, v.v.. Trong một số trường hợp, nếu hoạt động bán song công được hỗ trợ, thì các UE dải hẹp có thể có thời gian chuyển mạch giảm từ các hoạt động truyền đến các hoạt động thu (hoặc từ hoạt động thu đến hoạt động truyền). Ví dụ, trong một trường hợp, so với thời gian chuyển mạch 20 micro giây (us - microsecond) đối với các UE

kế thừa và/hoặc nâng cao, các UE dải hẹp có thể có thời gian chuyển mạch giảm là 1 ms.

Trong một số trường hợp, các UE dải hẹp (ví dụ, trong LTE Rel-12) cũng có thể có khả năng giám sát các kênh điều khiển liên kết xuống (downlink - DL) theo cách giống như các UE kế thừa và/hoặc nâng cao trong mạng LTE giám sát các kênh điều khiển DL. Các UE dải hẹp phiên bản 12 có thể vẫn theo dõi các kênh điều khiển DL theo cách giống như các UE thông thường, ví dụ, theo dõi các kênh điều khiển dải rộng trong một vài ký hiệu đầu tiên (ví dụ, kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH)) cũng như các kênh điều khiển dải hẹp chứa một dải tương đối hẹp, nhưng mở rộng độ dài của khung con (ví dụ, PDCCH nâng cao (ePDCCH - enhanced PDCCH)).

Theo một số khía cạnh, các UE dải hẹp có thể bị giới hạn ở phần gán dải hẹp cụ thể 1,4MHz hoặc sáu khối tài nguyên (resource block - RB) được phân chia bên ngoài băng thông hệ thống có sẵn trong khi tồn tại đồng thời trong băng thông hệ thống rộng hơn (ví dụ, ở 1,4/3/5/10/15/20 MHz). Ngoài ra, các UE dải hẹp cũng có thể có khả năng hỗ trợ một hoặc nhiều chế độ hoạt động phủ sóng. Ví dụ, UE dải hẹp có thể có khả năng hỗ trợ các hoạt động tăng cường phủ sóng lên đến 15 dB.

Như được dùng ở đây, các thiết bị có tài nguyên truyền thông giới hạn, ví dụ băng thông nhỏ hơn, có thể được gọi chung là các UE dải hẹp. Tương tự, các thiết bị kế thừa, ví dụ như các UE kế thừa và/hoặc nâng cao (ví dụ, trong LTE) có thể được gọi chung là các UE dải rộng. Nói chung, các UE dải rộng có khả năng hoạt động trên lượng băng thông lớn hơn so với các UE dải hẹp.

Trong một số trường hợp, UE (ví dụ, UE dải hẹp hoặc UE dải rộng) có thể thực hiện quy trình tìm kiếm và thu nhận ô trước khi truyền thông trong mạng. Trong một trường hợp, liên quan đến mạng LTE được minh họa trên Fig.1 làm ví dụ, quy trình tìm kiếm và thu nhận ô có thể được thực hiện khi UE không

được kết nối với ô LTE và muốn truy cập mạng LTE. Trong các trường hợp này, UE có thể vừa mới được bật nguồn, khôi phục kết nối sau khi mất kết nối tạm thời với ô LTE, v.v..

Trong các trường hợp khác, quy trình tìm kiếm và thu nhận ô có thể được thực hiện khi UE đã được kết nối với ô LTE. Ví dụ, UE có thể đã phát hiện ra ô LTE mới và có thể chuẩn bị chuyển vùng sang ô mới này. Theo một ví dụ khác, UE có thể hoạt động trong một hoặc nhiều trạng thái công suất thấp (ví dụ, có thể hỗ trợ nhận không liên tục (discontinuous reception - DRX)) và, khi đi vào một hoặc nhiều trạng thái công suất thấp, có thể phải thực hiện quy trình tìm kiếm và thu nhận ô (mặc dù UE vẫn đang trong chế độ kết nối).

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện thiết kế trạm cơ sở/eNB 110 và UE 120, mà có thể là một trong các trạm cơ sở/eNB và một trong các UE trên Fig.1. Trạm cơ sở 110 có thể được trang bị T ăngten từ 234a đến 234t, và UE 120 có thể được trang bị R ăngten từ 252a đến 252r, trong đó nói chung $T \geq 1$ và $R \geq 1$.

Ở trạm cơ sở 110, bộ xử lý truyền 220 có thể thu dữ liệu từ nguồn dữ liệu 212 cho một hoặc nhiều UE, chọn một hoặc nhiều sơ đồ điều biến và mã hóa (modulation and coding schemes - MCS) cho mỗi UE dựa trên CQI thu được từ UE, xử lý (ví dụ, mã hóa và điều biến) dữ liệu cho mỗi UE dựa trên (các) MCS được chọn cho UE, và cung cấp các ký hiệu dữ liệu cho tất cả các UE. Bộ xử lý truyền 220 cũng có thể xử lý thông tin hệ thống (ví dụ, cho SRPI, v.v.) và thông tin điều khiển (ví dụ, các yêu cầu CQI, thông tin trợ cấp, báo hiệu lớp trên, v.v.) và cung cấp các ký hiệu chỉ phí và các ký hiệu điều khiển. Bộ xử lý 220 cũng có thể tạo ra các ký hiệu tham chiếu cho các tín hiệu tham chiếu (ví dụ, CRS) và các tín hiệu đồng bộ hóa (ví dụ, PSS và SSS). Bộ xử lý MIMO truyền (Tx) 230 có thể thực hiện xử lý không gian (ví dụ, tiền mã hóa) trên các ký hiệu dữ liệu, ký hiệu điều khiển, ký hiệu chỉ phí và/hoặc các ký hiệu tham chiếu, nếu có thể, và có thể cung cấp T dòng ký hiệu đầu ra cho T bộ điều biến (MOD -

modulator) từ 232a đến 232t. Mỗi bộ điều biến 232 có thể xử lý dòng ký hiệu đầu ra tương ứng (ví dụ, cho OFDM, v.v.) để thu được dòng mẫu đầu ra. Mỗi bộ điều biến 232 có thể còn xử lý (ví dụ, chuyển đổi sang tương tự, khuếch đại, lọc, và biến đổi tăng tần số) dòng mẫu đầu ra để thu được tín hiệu liên kết xuống. T tín hiệu liên kết xuống từ các bộ điều biến từ 232a đến 232t có thể được truyền lần lượt qua T ăngten từ 234a đến 234t.

Tại UE 120, các ăngten từ 252a đến 252r có thể thu các tín hiệu liên kết xuống từ trạm cơ sở 110 và/hoặc các trạm cơ sở khác và có thể cung cấp lần lượt các tín hiệu đã thu cho các bộ giải điều biến (demodulator - DEMOD) từ 254a đến 254r. Mỗi bộ giải điều biến 254 có thể điều phối (ví dụ, lọc, khuếch đại, biến đổi giảm tần số, và số hóa) tín hiệu đã thu của nó để thu được các mẫu đầu vào. Mỗi bộ giải điều biến 254 có thể còn xử lý các mẫu đầu vào (ví dụ, cho OFDM, v.v.) để thu nhận các ký hiệu đã thu. Bộ dò MIMO 256 có thể thu được các ký hiệu đã thu từ tất cả R bộ giải điều biến từ 254a đến 254r, thực hiện dò MIMO trên các ký hiệu đã thu nếu có thể, và cung cấp các ký hiệu dò được. Bộ xử lý thu 258 có thể xử lý (ví dụ, giải điều biến và giải mã) các ký hiệu dò được, cung cấp dữ liệu giải mã của UE 120 cho bộ góp dữ liệu 260, và cung cấp thông tin điều khiển đã giải mã và thông tin hệ thống cho bộ điều khiển/bộ xử lý 280. Bộ xử lý kênh có thể xác định RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, v.v.

Trên đường liên kết lên, tại UE 120, bộ xử lý truyền 264 có thể thu và xử lý dữ liệu từ nguồn dữ liệu 262 và thông tin điều khiển (ví dụ, cho các báo cáo bao gồm RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, v.v.) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 280. Bộ xử lý 264 cũng có thể tạo ra các ký hiệu tham chiếu cho một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu. Các ký hiệu từ bộ xử lý truyền 264 có thể được mã hóa trước bởi bộ xử lý TX MIMO 266 nếu có thể, còn được xử lý bởi các bộ điều biến từ 254a đến 254r (ví dụ, cho SC-FDM, OFDM, v.v.), và được truyền đến trạm cơ sở 110. Ở trạm cơ sở 110, các tín hiệu liên kết lên từ UE 120 và các UE khác có thể được thu bởi ăngten 234, được xử lý bởi các bộ giải điều biến 232, được phát

hiện bởi bộ dò MIMO 236 nếu có thể, và còn được xử lý bởi bộ xử lý thu 238 để thu được dữ liệu đã giải mã và thông tin điều khiển do UE 120 gửi. Bộ xử lý 238 có thể cung cấp dữ liệu đã giải mã cho bộ góp dữ liệu 239 và thông tin điều khiển đã giải mã cho bộ điều khiển/bộ xử lý 240. Trạm cơ sở 110 có thể bao gồm đơn vị truyền thông 244 và truyền thông với bộ điều khiển mạng 130 qua đơn vị truyền thông 244. Bộ điều khiển mạng 130 có thể bao gồm đơn vị truyền thông 294, bộ điều khiển/bộ xử lý 290, và bộ nhớ 292.

Các bộ điều khiển/bộ xử lý 240 và 280 có thể điều khiển sự hoạt động lần lượt ở trạm cơ sở 110 và UE 120. Ví dụ, bộ xử lý 280 và/hoặc các bộ xử lý và môđun khác ở UE 120, có thể thực hiện hoặc điều khiển các thao tác 600 được thể hiện trên Fig.6. Các bộ nhớ 242 và 282 có thể lưu trữ lần lượt dữ liệu và các mã chương trình cho trạm cơ sở 110 và UE 120. Bộ lập lịch 246 có thể lập lịch các UE để truyền dữ liệu trên đường liên kết xuống và/hoặc liên kết lên.

Fig.3 thể hiện cấu trúc khung 300 làm ví dụ cho FDD trong LTE. Tuyến thời gian truyền cho mỗi đường liên kết xuống và liên kết lên có thể được chia thành các đơn vị khung vô tuyến. Mỗi khung vô tuyến có thể có khoảng thời gian định trước (ví dụ, 10 ms) và có thể được chia thành 10 khung con với các chỉ số từ 0 đến 9. Mỗi khung con có thể bao gồm hai khe. Vì vậy, mỗi khung vô tuyến có thể bao gồm 20 khe với các chỉ số từ 0 đến 19. Mỗi khe có thể bao gồm L chu kỳ ký hiệu, ví dụ, bảy chu kỳ ký hiệu cho tiền tố vòng thông thường (như được thể hiện trên Fig.3) hoặc sáu chu kỳ ký hiệu cho tiền tố vòng mở rộng. $2L$ chu kỳ ký hiệu trong mỗi khung con có thể được gán các chỉ số từ 0 đến $2L-1$.

Trong LTE, eNB có thể truyền PSS và SSS trên đường liên kết xuống ở trung tâm của băng thông hệ thống cho mỗi ô được eNB hỗ trợ. Các PSS và SSS có thể được truyền lần lượt trong các chu kỳ ký hiệu 6 và 5, trong các khung con 0 và 5 của mỗi khung vô tuyến có tiền tố vòng thông thường như được thể hiện trên Fig.3. Các PSS và SSS có thể được UE sử dụng để tìm kiếm và thu nhận ô

và có thể chứa, trong số các thông tin khác, ID ô cùng với thông tin chỉ báo về chế độ song công (ví dụ, với PSS và SSS được sử dụng để xác định ID ô). Thông tin chỉ báo về chế độ dồn kênh có thể chỉ báo liệu ô có sử dụng cấu trúc khung song công phân thời (time division duplexing - TDD) hay song công phân tần (frequency division duplexing - FDD). eNB có thể truyền tín hiệu tham chiếu dành riêng cho ô (cell-specific reference signal - CRS) trên băng thông hệ thống cho mỗi ô được eNB hỗ trợ. Tín hiệu CRS có thể được truyền trong một số chu kỳ ký hiệu của mỗi khung con và có thể được UE sử dụng để thực hiện ước lượng kênh, đo chất lượng kênh, và/hoặc các chức năng khác. eNB cũng có thể truyền kênh phát rộng vật lý (physical broadcast channel - PBCH) trong các chu kỳ ký hiệu từ 0 đến 3 trong khe 1 của một số khung vô tuyến. Kênh PBCH có thể mang một số thông tin hệ thống. eNB có thể truyền thông tin hệ thống khác như các khối thông tin hệ thống (system information block - SIB) trên kênh dùng chung liên kết xuống vật lý (physical downlink shared channel - PDSCH) trong một số khung con. eNB có thể truyền thông tin/dữ liệu điều khiển trên kênh PDCCH ở B chu kỳ ký hiệu thứ nhất của khung con, trong đó B có thể tạo cấu hình cho mỗi khung con. eNB có thể truyền dữ liệu lưu lượng và/hoặc dữ liệu khác trên kênh PDSCH trong các chu kỳ ký hiệu còn lại của mỗi khung con.

Các phép đo chất lượng kênh có thể được UE thực hiện theo lịch đã định, phép đo như vậy dựa vào chu kỳ DRX của UE. Ví dụ, UE có thể thử thực hiện các phép đo cho ô phục vụ ở mỗi chu kỳ DRX. UE cũng có thể thử thực hiện các phép đo cho các ô lân cận không phục vụ. Các phép đo cho các ô lân cận không phục vụ có thể được thực hiện dựa vào một lịch khác với các ô phục vụ và UE có thể cần phải rời khỏi ô phục vụ để đo các ô không phục vụ khi UE ở chế độ kết nối.

Để hỗ trợ các phép đo chất lượng kênh, eNB có thể truyền tín hiệu tham chiếu dành riêng cho ô (cell specific reference signal - CRS) trên các khung con cụ thể. Ví dụ, eNB có thể truyền tín hiệu CRS trên các khung con 0 và 5 cho

một khung cho trước. UE dải hẹp có thể thu tín hiệu này và đo công suất trung bình của tín hiệu thu được, hoặc RSRP. UE dải hẹp cũng có thể tính toán chỉ số cường độ tín hiệu thu (Receive Signal Strength Indicator - RSSI) dựa vào tổng công suất tín hiệu thu được từ tất cả các nguồn. RSRQ cũng có thể được tính toán dựa vào RSRP và RSSI.

Để hỗ trợ các phép đo, eNB có thể cung cấp cấu hình đo cho các UE trong vùng phủ sóng của nó. Cấu hình đo có thể xác định các bộ khởi động sự kiện để báo cáo số đo và mỗi bộ khởi động sự kiện có thể có các thông số liên quan. Khi UE phát hiện sự kiện đo được tạo cấu hình, nó có thể đáp lại bằng cách gửi báo cáo đo đến eNB với thông tin về các đối tượng đo liên quan. Sự kiện đo được tạo cấu hình có thể, ví dụ, là công suất thu tín hiệu tham chiếu (reference signal received power - RSRP) đo được hoặc chất lượng thu tín hiệu tham chiếu (reference signal received quality - RSRQ) đo được thỏa mãn ngưỡng. Thông số thời gian khởi động (time-to-trigger - TTT) có thể được dùng để xác định sự kiện đo phải kéo dài bao lâu trước khi UE gửi báo cáo đo của nó. Theo cách này, UE có thể báo hiệu những thay đổi về các điều khiển vô tuyến cho mạng.

Fig.4 thể hiện hai định dạng khung con làm ví dụ 410 và 420 có tiền tố vòng thông thường. Tài nguyên tần số thời gian có sẵn có thể được phân chia thành các khối tài nguyên. Mỗi khối tài nguyên có thể bao gồm 12 sóng mang con trong một khe và có thể bao gồm một số phần tử tài nguyên. Mỗi phần tử tài nguyên (resource element - RE) có thể bao gồm một sóng mang con trong một chu kỳ ký hiệu và có thể được dùng để gửi một ký hiệu điều biến, mà có thể là giá trị thực hoặc giá trị phức.

Định dạng khung con 410 có thể được dùng cho hai ăngten. Tín hiệu CRS có thể được truyền từ các ăngten 0 và 1 trong các chu kỳ ký hiệu 0, 4, 7 và 11. Tín hiệu tham chiếu là tín hiệu đã được biết tiên nghiệm bởi bộ phát và bộ thu và cũng có thể được gọi là tín hiệu thăm dò. Tín hiệu CRS là tín hiệu tham chiếu

đặc trưng cho một ô, ví dụ, được tạo ra dựa trên thông tin định danh ô (ID hoặc thông tin nhận dạng). Trên Fig.4, đối với phân tử tài nguyên cho trước có ký hiệu R_a , ký hiệu điều biến có thể được truyền trên phân tử tài nguyên đó từ ăngten a , và không ký hiệu điều biến nào có thể được truyền trên phân tử tài nguyên đó từ các ăngten khác. Định dạng khung con 420 có thể được dùng với bốn ăngten. Tín hiệu CRS có thể được truyền từ các ăngten 0 và 1 trong các chu kỳ ký hiệu 0, 4, 7 và 11 và từ các ăngten 2 và 3 trong các chu kỳ ký hiệu 1 và 8. Đối với cả hai định dạng khung con 410 và 420, tín hiệu CRS có thể được truyền trên các sóng mang con cách đều nhau, mà có thể được xác định dựa trên ID ô. Các tín hiệu CRS có thể được truyền trên các sóng mang con giống nhau hoặc khác nhau, tùy thuộc vào các ID ô của chúng. Đối với cả hai định dạng khung con 410 và 420, các phân tử tài nguyên không được sử dụng cho tín hiệu CRS có thể được dùng để truyền dữ liệu (ví dụ, dữ liệu lưu lượng, dữ liệu điều khiển, và/hoặc dữ liệu khác).

PSS, SSS, CRS và PBCH trong LTE được mô tả trong 3GPP TS 36.211, có tên "truy cập vô tuyến mặt đất toàn cầu mở rộng (Evolved Universal Terrestrial Radio Access - E-UTRA); điều biến và kênh vật lý," tài liệu này được công bố rộng rãi.

Cấu trúc làn có thể được dùng cho mỗi đường liên kết xuống và đường liên kết lên cho FDD trong LTE. Ví dụ, Q làn với các chỉ số từ 0 đến $Q - 1$ có thể được xác định, trong đó Q có thể bằng 4, 6, 8, 10, hoặc một giá trị khác nào đó. Mỗi làn có thể bao gồm các khung con được bố trí cách nhau bởi Q khung. Cụ thể, làn q có thể bao gồm các khung con q , $q + Q$, $q + 2Q$, v.v., trong đó $q \in \{0, \dots, Q - 1\}$.

Mạng không dây có thể hỗ trợ yêu cầu truyền lại tự động lai (hybrid automatic retransmission request - HARQ) để truyền dữ liệu trên đường liên kết xuống và đường liên kết lên. Đối với HARQ, bộ phát (ví dụ, eNB) có thể truyền

một hoặc nhiều cuộc truyền của gói dữ liệu cho đến khi gói dữ liệu được giải mã chính xác bởi bộ thu (ví dụ, UE) hoặc gặp phải một điều kiện kết thúc khác nào đó. Đối với HARQ đồng bộ, tất cả cuộc truyền của gói dữ liệu có thể được truyền trong các khung con của một lần. Đối với HARQ không đồng bộ, mỗi cuộc truyền của gói dữ liệu có thể được truyền trong khung con bất kỳ.

UE có thể được đặt trong vùng phủ sóng của nhiều eNB. Một trong các eNB này có thể được chọn để phục vụ UE. eNB phục vụ có thể được chọn dựa trên các tiêu chuẩn khác nhau như cường độ tín hiệu thu được, chất lượng tín hiệu thu được, tổn hao đường, v.v. Chất lượng tín hiệu thu được có thể được lượng tử hóa bởi tỷ số tín hiệu trên tạp âm và nhiễu (signal-to-noise-and-interference ratio - SINR), hoặc chất lượng thu tín hiệu tham chiếu (reference signal received quality - RSRQ), hoặc một giá trị đo khác nào đó. UE có thể hoạt động theo kịch bản nhiễu trội trong đó UE có thể quan sát thấy nhiễu cao từ một hoặc nhiều eNB gây nhiễu.

Trọng tâm của thiết kế LTE truyền thống là vào việc cải thiện hiệu suất phổ, phủ sóng khắp nơi, và hỗ trợ nâng cao chất lượng dịch vụ (quality of service - QoS). Dự toán đường liên kết xuống (DL) và liên kết lên (UL) của hệ thống LTE hiện thời được thiết kế để phủ sóng cho các thiết bị cao cấp, như điện thoại thông minh và máy tính bảng hiện đại, mà có thể hỗ trợ dự toán đường liên kết DL và UL tương đối lớn.

Do đó, như được mô tả trên đây, một hoặc nhiều UE trong mạng truyền thông không dây (ví dụ, mạng truyền thông không dây 100) có thể là các thiết bị có tài nguyên truyền thông giới hạn, ví dụ như các UE dải hẹp, so với các thiết bị (dải rộng) khác trong mạng truyền thông không dây. Đối với các UE dải hẹp, các yêu cầu khác nhau có thể giảm vì có thể chỉ cần trao đổi một lượng thông tin giới hạn. Ví dụ, băng thông tối đa có thể được giảm (so với các UE dải rộng), một chuỗi tần số vô tuyến thu (radio frequency - RF) có thể được dùng, tốc độ

đỉnh có thể được giảm (ví dụ, tối đa 100 bit cho kích thước khối vận chuyển), công suất truyền có thể được giảm, cuộc truyền Hạng 1 có thể được dùng, và thao tác bán song công có thể được thực hiện.

Trong một số trường hợp, nếu thao tác bán song công được thực hiện, các UE dải hẹp có thể có thời gian chuyển mạch giảm để chuyển từ truyền sang nhận (hoặc nhận sang truyền). Ví dụ, thời gian chuyển mạch có thể giảm từ $20\mu\text{s}$ cho các UE thông thường đến 1ms cho các UE dải hẹp. Các UE dải hẹp phiên bản 12 có thể vẫn theo dõi các kênh điều khiển liên kết xuống (DL) theo cùng cách với các UE thông thường, ví dụ, theo dõi các kênh điều khiển dải rộng trong một vài ký hiệu đầu tiên (ví dụ, PDCCH) cũng như các kênh điều khiển dải hẹp chứa một dải hẹp tương đối, nhưng mở rộng độ dài của khung con (ví dụ, ePDCCH).

Trong một số hệ thống, ví dụ, trong LTE Rel-13, dải hẹp có thể bị giới hạn ở phần gán dải hẹp cụ thể (ví dụ, không quá sáu khối tài nguyên (resource block - RB)) trong băng thông hệ thống có sẵn. Tuy nhiên, dải hẹp có thể có khả năng tái điều chỉnh (ví dụ, hoạt động và/hoặc chiếm) theo các vùng dải hẹp khác nhau trong băng thông hệ thống có sẵn của hệ thống LTE, ví dụ, để cùng tồn tại trong hệ thống LTE.

Theo ví dụ khác về sự cùng tồn tại trong hệ thống LTE, các UE dải hẹp có thể có khả năng thu (có lặp lại) kênh phát rộng vật lý kế thừa (legacy physical broadcast channel - PBCH) (ví dụ, kênh vật lý LTE mà, nói chung, mang các thông số có thể được dùng để truy cập ban đầu vào ô) và hỗ trợ một hoặc nhiều định dạng kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý kế thừa (legacy physical random access channel - PRACH). Ví dụ, các UE dải hẹp có thể có khả năng thu PBCH kế thừa với một hoặc nhiều lần lặp bổ sung của PBCH trên nhiều khung con. Theo ví dụ khác, các UE dải hẹp có thể có khả năng truyền một hoặc nhiều lần lặp của PRACH (ví dụ, với một hoặc nhiều định dạng PRACH được hỗ trợ) đến

eNB trong hệ thống LTE. PRACH có thể được sử dụng để nhận dạng UE dải hẹp. Ngoài ra, số lần thử PRACH lặp lại có thể được tạo cấu hình bởi eNB.

UE dải hẹp cũng có thể là thiết bị giới hạn dự toán đường truyền và có thể hoạt động trong các chế độ hoạt động khác nhau (ví dụ, cần các lượng thông báo lặp lại khác nhau được truyền cho UE dải hẹp) dựa vào giới hạn dự toán đường truyền. Ví dụ, trong một số trường hợp, UE dải hẹp có thể hoạt động trong chế độ phủ sóng thông thường trong đó có rất ít hoặc không có sự lặp lại (tức là, lượng lặp lại cần thiết cho UE để nhận thành công thông báo có thể thấp hoặc thậm chí có thể không cần lặp lại). Theo cách khác, trong một số trường hợp, UE dải hẹp có thể hoạt động ở chế độ tăng cường phủ sóng (coverage enhancement - CE) trong đó có thể có lượng lặp lại cao. Ví dụ, đối với lượng tải tin 328 bit, UE dải hẹp ở chế độ CE có thể cần 150 hoặc nhiều hơn lần lặp lại của lượng tải tin để thu thành công lượng tải tin.

Trong một số trường hợp, ví dụ, đối với LTE Rel-13, UE dải hẹp có thể có các khả năng hạn chế ở việc nó nhận các cuộc truyền phát rộng và đơn phát. Ví dụ, kích thước khối vận chuyển (transport block - TB) tối đa cho cuộc truyền phát rộng thu được bởi UE dải hẹp có thể được giới hạn ở 1000 bit. Ngoài ra, trong một số trường hợp, UE dải hẹp có thể không có khả năng thu được nhiều hơn một TB phát đơn hướng trong một khung con. Trong một số trường hợp (ví dụ, đối với cả chế độ CE và chế độ thông thường được mô tả ở trên), UE dải hẹp có thể không có khả năng thu nhiều hơn một TB phát rộng trong một khung con. Ngoài ra, trong một số trường hợp, UE dải hẹp có thể không có khả năng thu cả TB phát đơn hướng và TB phát rộng trong một khung con.

Các UE dải hẹp tồn tại đồng thời trong hệ thống LTE cũng có thể hỗ trợ các thông báo mới của một số thủ tục, ví dụ như thủ tục phân trang, thủ tục truy cập ngẫu nhiên, v.v. (ví dụ, ngược với các thông báo thông thường được dùng trong LTE cho các thủ tục này). Nói cách khác, các thông báo mới này dùng cho

thủ tục phân trang, thủ tục truy cập ngẫu nhiên, v.v. có thể tách rời với các thông báo được dùng cho các thủ tục tương tự liên quan đến các UE không phải dải hẹp. Ví dụ, so với các thông báo phân trang thông thường được dùng trong LTE, các UE dải hẹp có thể có khả năng giám sát và/hoặc thu các thông báo phân trang mà các UE không phải dải hẹp có thể không có khả năng giám sát và/hoặc thu. Tương tự, so với các thông báo đáp ứng truy cập ngẫu nhiên (random access response - RAR) thông thường được dùng trong thủ tục quy cập ngẫu nhiên thông thường, các UE dải hẹp có thể có khả năng thu các thông báo RAR mà cũng có thể không có khả năng được các UE không phải dải hẹp thu. Các thông báo phân trang và RAR mới liên quan đến các UE dải hẹp cũng có thể được lặp lại một hoặc nhiều lần (ví dụ, “được gói”). Ngoài ra, số lần lặp lại khác nhau (ví dụ, kích thước gói khác nhau) cho các thông báo mới có thể được hỗ trợ.

Theo một số khía cạnh, nhiều vùng dải hẹp, với mỗi vùng dải hẹp mở rộng băng thông không lớn hơn tổng số 6 RB, có thể được hỗ trợ bởi UE dải hẹp và/hoặc hoạt động dải hẹp. Trong một số trường hợp, mỗi UE dải hẹp trong hoạt động dải hẹp có thể hoạt động trong một vùng dải hẹp (ví dụ, ở 1,4 MHz hoặc 6 RB) tại một thời điểm. Tuy nhiên, các UE dải hẹp trong hoạt động dải hẹp, tại thời điểm xác định bất kỳ, có thể tái điều chỉnh theo các vùng dải hẹp khác trong băng thông hệ thống rộng hơn. Trong một số ví dụ, nhiều UE dải hẹp có thể được phục vụ bởi cùng một vùng dải hẹp. Trong các ví dụ khác, nhiều UE dải hẹp có thể được phục vụ bởi các vùng dải hẹp khác nhau (ví dụ, với mỗi vùng dải hẹp mở rộng 6 RB). Trong các ví dụ khác nữa, các tổ hợp UE dải hẹp khác nhau có thể được phục vụ bởi một hoặc nhiều vùng dải hẹp giống nhau và/hoặc một hoặc nhiều vùng dải hẹp khác nhau.

Một số hệ thống, ví dụ, trong LTE Rel-13, có các cải thiện phủ sóng và hỗ trợ các UE dải hẹp, cũng như các UE khác. Như được dùng ở đây, thuật ngữ cải thiện phủ sóng thường dùng để chỉ kiểu cơ chế bất kỳ mà mở rộng phạm vi phủ sóng của thiết bị (ví dụ như thiết bị dải hẹp) trong mạng. Một phương pháp để

cải thiện phủ sóng (coverage enhancement - CE) là phương pháp gói - tức là truyền nhiều lần cùng một kiểu dữ liệu (ví dụ, trên nhiều khung con hoặc, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, trên nhiều ký hiệu trong cùng một khung con).

Trong một số hệ thống, các UE dải hẹp có thể hỗ trợ hoạt động dải hẹp trong khi vận hành trong băng thông hệ thống rộng hơn. Ví dụ, UE dải hẹp có thể truyền và thu trong vùng dải hẹp của băng thông hệ thống. Như được nêu ở trên, vùng dải hẹp có thể trải 6 khối tài nguyên (resource block - RB).

Một số hệ thống có thể cung cấp các mức tăng cường phủ sóng lên đến 15 dB cho các UE dải hẹp, mà ánh xạ theo sự hao tổn do ghép nối tối đa 155,7 dB giữa UE và eNB. Do đó, các UE dải hẹp và eNB có thể thực hiện các phép đo ở các SNR thấp (ví dụ, từ -15 dB đến -20 dB). Trong một số hệ thống, quy trình cải thiện phủ sóng có thể bao gồm bước gói kênh, trong đó các thông báo liên quan đến các UE dải hẹp có thể được lặp lại (ví dụ, được gói) một hoặc nhiều lần.

Một số thiết bị có thể có khả năng truyền thông với cả truyền thông kiểu kế thừa và truyền thông kiểu không kế thừa. Ví dụ, một số thiết bị có thể có khả năng truyền thông trong cả các vùng dải hẹp (của toàn bộ băng thông hệ thống) cũng như các vùng dải rộng hơn. Trong khi các ví dụ trên đây chỉ các thiết bị chi phí thấp hoặc MTC mà truyền thông qua các vùng dải hẹp, nhưng các loại thiết bị khác (chi phí không thấp/không MTC) cũng có thể truyền thông qua các vùng dải hẹp, ví dụ, dựa vào khả năng chọn lọc tần số và các cuộc truyền có hướng.

Ví dụ về thiết kế các tín hiệu đồng bộ hóa đối với hoạt động dải hẹp

Theo một số khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết kế các tín hiệu đồng bộ hóa có thể được phát hiện bởi các thiết bị truyền thông bằng cách sử dụng các vùng dải hẹp tương đối của băng thông hệ thống, ví dụ như các thiết bị internet vạn vật kết nối dải hẹp (narrowband internet-of-things - NB-IoT). Như được nêu ở trên, các thiết kế trình bày ở đây có thể sử dụng phương pháp hai tầng để tạo ra

PSS có các đặc điểm loạt dài và tương quan tốt có thể phù hợp với cả phương án triển khai trong dải hoặc độc lập.

Các tín hiệu đồng bộ hóa như vậy có thể bao gồm PSS được dùng để đồng bộ hóa tần số và thời gian và SSS để vận chuyển thông tin hệ thống. Theo một số khía cạnh của sáng chế, các tín hiệu đồng bộ hóa của các hoạt động internet vạn vật kết nối dải hẹp (narrowband internet-of-things - NB-IoT) chiếm các băng thông kênh hẹp và có thể tồn tại đồng thời với (các) hệ thống GSM/WCDMA/LTE kế thừa được triển khai trong cùng dải tần. Theo một khía cạnh của sáng chế, các tín hiệu đồng bộ hóa NB-IoT sử dụng duy nhất một khối tài nguyên vật lý (Physical Resource Block - PRB).

Theo một số khía cạnh của sáng chế, các thiết bị dải hẹp có thể hỗ trợ các cuộc truyền máy-máy (machine to machine - M2M) công suất rất thấp trong môi trường truyền thông kiểu máy (machine type communications - MTC) cấp thấp, và nó có thể tạo ra hiệu suất năng lượng. Ví dụ, tuổi thọ pin của một số thiết bị có thể có mục tiêu tối đa 10 năm (ví dụ, với dung lượng pin năm giờ một oát). Có thể hiểu rằng lượng lớn các thiết bị NB-IoT có thể được triển khai và có thể cung cấp sự phủ sóng trong nhà đáng tin cậy lên đến 20 dB mức mở rộng phủ sóng so với GPRS kế thừa. Các thiết bị như vậy cũng có thể hoạt động trong những vùng triển khai đầy thách thức, như vùng triển khai ở tầng hầm hoặc tầng trệt. Các thiết bị như vậy có thể có độ phức tạp (và chi phí) giảm vì chúng có thể không cần hỗ trợ các dịch vụ được chuyển mạch và có thể không cần hỗ trợ tính linh động của công nghệ truy cập liên vô tuyến (Inter-Radio Access Technology - IRAT).

Theo một số khía cạnh của sáng chế, các phương án triển khai trong dải của các thiết bị NB-IoT có thể phù hợp với số học LTE kế thừa (như trong khoảng âm tương thích và băng thông). Như được mô tả chi tiết hơn dưới đây, việc phân bổ tài nguyên có thể không có xung đột giữa các tín hiệu vật lý LTE

DL kế thừa và NB-IoT, ví dụ như tín hiệu CRS, tín hiệu đồng bộ hóa, và kênh điều khiển.

Theo một số khía cạnh, sơ đồ PSS/SSS được trình bày ở đây có thể cho phép các UE sử dụng cả các độ lệch tần số sóng mang dạng số nguyên hoặc phân số thậm chí trong các phương án triển khai với độ lệch tần số lên đến 20 ppm (ví dụ, hệ thống di động toàn cầu (Global System for Mobile - GSM) xấp xỉ 18 KHz đến 900 MHz để đồng bộ hóa DL ban đầu. Bởi vì 18 KHz lớn hơn 15 KHz (khoảng cách sóng mang con NB-IoT), nên các thiết bị NB-IoT được yêu cầu để xử lý độ lệch tần số lớn hơn khoảng cách một sóng mang con.

Trong một số trường hợp (ví dụ, với số lượng thiết bị IoT được triển khai ngày càng tăng lên và ưu thế của lưu lượng UL, các tín hiệu đồng bộ hóa là cần thiết để mang nhiều thông tin hệ thống hơn, ví dụ như nhiều ID ô, so với các tín hiệu đồng bộ hóa thông thường (ví dụ, PSS/SSS của các thiết bị LTE kế thừa). Trong các phương án triển khai quy mô lớn, các tín hiệu đồng bộ hóa NB có thể sử dụng nhiều bit được phân bổ hơn so với LTE kế thừa để báo hiệu thông tin hệ thống, ví dụ, để báo hiệu chỉ báo chỉ số khung con, chế độ triển khai độc lập/trong dải/ dải bảo vệ, và mã dòn kênh FDD/TDD.

Các thiết kế PSS/SSS được trình bày ở đây có thể phù hợp với các phương án triển khai độc lập/ trong dải/ dải bảo vệ, và thiết kế này có thể được mở rộng sang các phương án triển khai MTC dựa vào LTE khác bằng cách sử dụng nhiều hơn một khối tài nguyên vật lý (physical resource block - PRB). Ví dụ, khoảng cách sóng mang con của các tín hiệu đồng bộ hóa có thể là 15 KHz và có thể được chỉnh hoàn toàn thẳng với các biên ký hiệu OFDM của LTE kế thừa. Trong một số trường hợp, các tín hiệu đồng bộ hóa NB-IoT có thể sử dụng các phần tử tài nguyên không bị chiếm bởi các tín hiệu vật lý LTE DL kế thừa và điều khiển các kênh, và việc sử dụng các phần tử tài nguyên không bị chiếm có thể giải quyết các vấn đề phân đoạn và nhiễu tài nguyên. Thiết kế tín hiệu như

vậy có thể cho phép cùng tồn tại các hệ thống LTE dải hẹp và dải rộng trong hoạt động LTE kế thừa.

Đối với một số trường hợp có các vị trí phủ sóng cực lớn, có thể cần đến mức suy hao ghép nối tối thiểu (minimum coupling loss - MCL) 164dB. Thiết kế có thể có hiệu suất năng lượng cao, hỗ trợ một lượng lớn các thiết bị, và được thực hiện với chi phí thấp. Trong một số trường hợp, băng thông kênh 180 kHz có thể được dùng để truyền thông bởi các UE dải hẹp.

Fig.5 minh họa các thao tác làm ví dụ 500 có thể được thực hiện bởi trạm cơ sở (base station - BS) theo tín hiệu đồng bộ hóa theo các khía cạnh của sáng chế.

Các thao tác 500 bắt đầu, tại 502, bằng cách tạo ra PSS sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con. Tại 504, trạm cơ sở tạo ra SSS dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con. Hai thao tác này (502 và 504) có thể tương ứng với phương pháp hai tầng để tạo ra PSS được mô tả ở trên.

Tại 506, trạm cơ sở truyền PSS và SSS trong các khung con thứ nhất và thứ hai đến loại UE thứ nhất truyền thông trên một hoặc nhiều vùng dải hẹp của băng thông hệ thống rộng hơn. PSS và SSS có thể được truyền theo cách thích hợp bất kỳ, ví dụ, bằng cách sử dụng tài nguyên không chồng lấn. Trong một số trường hợp, PSS được gửi trước và SSS được gửi sau (ví dụ, sử dụng các ký hiệu khác nhau trong cùng khung con hoặc trong các khung con khác nhau).

Fig.6 minh họa các thao tác làm ví dụ 600 có thể thực hiện bởi UE, để phát hiện PSS/SSS theo các khía cạnh được trình bày ở đây. Nói cách khác, các thao tác có thể được thực hiện để phát hiện PSS/SSS được truyền bởi trạm cơ sở theo các thao tác 500 trên Fig.5 được mô tả ở trên.

Các thao tác 600 bắt đầu, tại 602, bằng cách phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng dải hẹp của băng thông hệ thống rộng hơn, PSS được tạo ra bằng cách sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con.

Tại 604, UE thực hiện ước lượng độ lệch thời gian hợp lý cực đại dựa vào PSS, trong đó độ lệch thời gian không tương quan với độ lệch tần số. Tại 606, UE thực hiện đồng bộ hóa thời gian ban đầu và đồng bộ hóa tần số dựa vào PSS.

Tại 608, UE phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng dải hẹp, SSS được tạo ra dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con. Tại 610, UE thực hiện ít nhất một trong số các quy trình đồng bộ hóa thời gian chính xác hoặc đồng bộ hóa tần số chính xác dựa vào SSS, để tinh chỉnh quy trình đồng bộ hóa tần số và thời gian ban đầu.

Fig.7 là lưu đồ minh họa thao tác 700 làm ví dụ để đồng bộ hóa NB-IoT, theo một số khía cạnh của sáng chế. Các thao tác thể hiện trên Fig.7, ví dụ, có thể biểu diễn các ví dụ cụ thể hơn về các thao tác được mô tả trên đây.

Tại 702, quy trình đồng bộ hóa NB-IoT DL bắt đầu với quy trình đồng bộ hóa thời gian ban đầu theo PSS (tự tương quan trong miền thời gian). Tại 704, việc hiệu chỉnh độ lệch tần số dạng phân số có thể được thực hiện dựa vào PSS (tự tương quan giữa các ký hiệu đồng bộ hóa thời gian và đồng pha theo mẫu của mã bảo vệ, hoặc nhiều giả thiết dựa vào phân khoảng tần số). Tại 706, PSS có thể được dùng để thực hiện hiệu chỉnh độ lệch tần số dạng số nguyên (ví dụ, dựa vào sự tương quan chéo trong miền tần số giữa PSS và bản sao cục bộ/trễ của tín hiệu thu được).

Tại 708, quy trình điều chỉnh độ lệch thời gian chính xác có thể được thực hiện dựa vào SSS (tương quan chéo trong miền thời gian). Như được minh họa, SSS có thể được dùng để giải mã không chỉ ID ô 710, mà còn cả thông tin bổ

sung, ví dụ như ID khung con 712, và/hoặc thông tin hệ thống 714 khác. Trong một số trường hợp, mẫu của mã bảo vệ có thể được chọn để định hình ước lượng ML của độ lệch thời gian thành dạng mong muốn.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, PSS có thể được thiết kế có L ký hiệu dồn kênh phân tần trực giao (orthogonal frequency-division multiplexing - OFDM), trong đó L có thể là số nguyên cấu hình được, và L ký hiệu PSS có thể được ánh xạ đến các phần tử tài nguyên tập trung và/hoặc phân tán. Trong một số trường hợp, tất cả L ký hiệu PSS có thể được tạo ra bởi duy nhất một phép biến đổi Fourier ngược nhanh (Inverse Fast Fourier Transform - IFFT). Như được nêu trên đây, khoảng cách sóng mang con có thể là 15 KHz, và băng thông có thể là 180 KHz. Trong một số trường hợp, PSS có thể được tạo ra theo sơ đồ thiết kế chuỗi hai lớp, bằng cách sử dụng “Mã cơ sở” (cho Lớp I) và “Vùng bao mã” (cho Lớp II).

Theo một số khía cạnh của sáng chế, chòm điểm của “Mã cơ sở” có thể là khóa dịch pha nhị phân (Binary Phase Shift Keying - BPSK), hoặc khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying - QPSK), hoặc điều biến MPSK bị đánh thủng có kích thước theo bộ chữ cái nhỏ và khoảng cách O-clit tương đối lớn. Chuỗi mã cơ sở bắt buộc phải có các đặc tính tự tương quan tốt trong miền tần số cho phép dò một cách tin cậy độ lệch tần số dạng số nguyên.

Ví dụ, “Mã cơ sở” PSS có thể sử dụng chuỗi CGS, chuỗi Zadoff-Chu sửa đổi, chuỗi Zadoff-Chu bị đánh thủng, chuỗi m, mã Walsh cầu phương, chuỗi PN hoặc mã Barker. Chuỗi PSS có thể được thiết lập bằng cách sử dụng vùng bao mã nhị phân trên mã cơ sở PSS để cải thiện độ chính xác thu nhận định thời.

Theo các khía cạnh khác của sáng chế, “Vùng bao mã” có thể là "vùng bao" mã ngẫu nhiên nhị phân có giá trị loạt dài không đối xứng (đối với giá trị 1 và -1) và các giá trị loạt dài bằng hoặc lớn hơn 2 có thể được sử dụng để bảo đảm sự liên tục pha và cung cấp giá trị cửa sổ thời gian mở rộng cho phép biến

đổi IFFT ngoại cỡ, mà có thể cải thiện độ phân giải của độ lệch tần số. Theo một khía cạnh, sự không đối xứng phân cực nghịch của “vùng bao mã” có thể giúp giải quyết sự không rõ ràng do định thời. Trong một số trường hợp, vùng bao mã có thể bao gồm mã Barker, mã Walsh, hoặc tương tự. Quy trình tối ưu hóa vùng bao mã có thể đạt được bằng cách tìm kiếm giá trị độ dài chuỗi PSS cho trước trên máy tính. Trong một số trường hợp, các phiên bản rút gọn của các chuỗi PSS được dùng trong các hệ thống kế thừa (ví dụ như LTE) cũng có thể được sử dụng cho các chuỗi NB-IoT PSS.

Fig.8 minh họa ví dụ về cấu trúc chuỗi PSS hai lớp 800, theo một số khía cạnh của sáng chế. Như được minh họa, hai lớp tương ứng với quy trình ánh xạ $L \times K$ phần tử tài nguyên tập trung hoặc phân tán trong một khối tài nguyên vật lý (PRB) LTE, và đối với dạng triển khai trong dải, sự phân bổ NB-IoT có thể tránh được các RE "dự trữ" của LTE kế thừa.

Fig.9 minh họa ví dụ về các chuỗi Zadoff-Chu sửa đổi 900 với kích thước bộ chữ cái rút gọn. Ví dụ này thể hiện rằng các chuỗi ZC sửa đổi có thể được sử dụng để giảm các sai số pha và tần số và duy trì các đặc tính tự tương quan của chuỗi Zadoff-Chu. Ví dụ được minh họa thể hiện rằng $K=12$, mã cơ sở của chuỗi PSS có thể được định nghĩa là $C(k)$, trong đó $k=1, 2, \dots, K$.

Fig.10 minh họa các khối logic 1000 làm ví dụ để tạo ra dạng sóng PSS, theo các khía cạnh của sáng chế. Các khối 1000 có thể được thực hiện theo mạch thích hợp bất kỳ.

Như được minh họa, các khối 1000 có thể bao gồm khối 1104 để đệm Mã cơ sở PSS bằng (các) số không, việc này có thể là cần thiết để khiến cho độ dài của IFFT được nhập vào giá trị mà bằng lũy thừa hai. Khối IFFT 1006 có thể sử dụng mã cơ sở PSS được đệm và đầu ra của nó có thể trải qua quy trình chuyển đổi từ song song sang nối tiếp tại khối 1008. Tại khối 1010, tiền tố vòng (cyclic prefix - CP) có thể được chèn và, tại khối 1012 vùng bao mã có thể được áp

dụng (ví dụ, bằng cách sử dụng vùng bao mã nhiễu giả (Pseudo Noise - PN) nhị phân). Tại khối 1014, tín hiệu có thể được chuyển đổi thành tín hiệu tương tự qua bộ chuyển đổi số sang tương tự (digital to analog converter - DAC) và được lọc, sau đó được truyền.

Theo một ví dụ, để minh họa một NB-IoT biên được đồng chỉnh hoàn toàn với LTE kế thừa, kích thước 128 IFFT có thể được chọn, tần số lấy mẫu (F_s) có thể được thiết lập bằng 1,92 MHz, và khoảng cách sóng mang con có thể được thiết lập bằng 15 KHz (mặc dù các thông số này có thể thay đổi). Việc đồng chỉnh biên ký hiệu giữa NB-IoT và LTE kế thừa có thể giúp ngăn chặn nhiễu mà có thể xảy ra nếu không có sự đồng chỉnh này. Theo một số khía cạnh của sáng chế, mã cơ sở PSS và mã bảo vệ có thể được tạo ra bằng các kỹ thuật được nêu trong sáng chế, và các ký hiệu PSS có thể chiếm các phần tử tài nguyên trực giao với việc phân bổ LTE kế thừa.

Fig.11 minh họa dạng biểu diễn làm ví dụ (ánh xạ tài nguyên 1100) của quy trình ánh xạ tài nguyên không xung đột của NB-IoT và LTE kế thừa, trong đó quy trình ánh xạ này có thể thích hợp với cả dạng triển khai trong dải và độc lập của NB-IoT. Ví dụ này thể hiện các khung con n và $n+1$ trong miền thời gian.

Ví dụ này còn thể hiện khung con n có thể có NB-IoT PSS sử dụng các phần tử ký hiệu mà không bị chiếm bởi LTE kế thừa, và khung con $n+1$ có thể có NB-IoT SSS sử dụng các phần tử ký hiệu mà không bị chiếm bởi LTE kế thừa. Ví dụ này cũng thể hiện các tín hiệu đồng bộ hóa NB-IoT (PSS/SSS của cả dạng triển khai trong dải và độc lập) có thể được đồng chỉnh toàn bộ với biên ký hiệu OFDM của LTE kế thừa, và bởi vì các ký hiệu có thể được đồng chỉnh toàn bộ, nên không có xung đột và không có nhiễu xảy ra giữa NB-IoT và LTE kế thừa. Đối với trường hợp khái quát hơn, chuỗi PSS và chuỗi SSS có thể được dồn kênh theo thời gian trong cùng khung con mà không bị chồng nhau. Sự lặp

lại của chuỗi PSS và chuỗi SSS trên nhiều khung con cũng được hỗ trợ để mở rộng phủ sóng.

Fig.12 minh họa bằng 1200 làm ví dụ thể hiện việc ước lượng hợp lý cực đại (maximum-likelihood estimation - MLE) tách rời về độ lệch định thời như là một phần của việc xử lý miền thời gian. Như được minh họa, các mẫu PSS có thể được thu với nhiều w , độ lệch định thời τ , và độ lệch tần số ν .

$$r(n; \tau, \nu) = \sum_k b_{l,k} \exp\left(\frac{j\pi(k + \nu)}{64}(n - \tau)\right) + w(n)$$

$$(l - 1)N + lN_g < n \leq l(N + N_g), \quad l \in \{1, 2, \dots, L\}, \quad 1 \leq k \leq K \leq 12$$

Trong đó N và N_g biểu thị lần lượt kích thước mẫu của ký hiệu OFDM và CP của nó. Hình minh họa này còn thể hiện biên của các ký hiệu PSS có thể là hàm độ lệch định thời τ ; và với giả thiết cho trước về độ lệch định thời τ , γ_i , kích thước 1 đối với N vector phụ của mẫu PSS tương ứng với ký hiệu i , cũng có thể là hàm của độ lệch định thời τ . Cũng như được minh họa, số đo để ước lượng độ lệch định thời tách ra có thể được tạo thành từ các vector phụ được chuẩn hóa và kết hợp nhất quán của các mẫu PSS; và số đo này độc lập với độ lệch tần số, đóng vai trò là hàm giá trị cho độ lệch định thời (ví dụ, để giảm độ nhạy về SNR) và có thể được thể thị bởi:

$$\lambda(\tau) \triangleq \sum_{D=1}^{(L-1)} \left| \sum_{l=1}^{L-D} s(l)s(l+D)\gamma_l\gamma_{l+D}^H \right|$$

Trong đó D đại diện cho khoảng cách ký hiệu giữa hai vector phụ có sự chênh lệch pha tỷ lệ với $DN\nu$, và tích của $s(l)s(l+D)$ được sử dụng để ép buộc kết hợp nhất quán cho các số hạng đồng pha có pha tỷ lệ với $DN\nu$. Trong một số trường hợp, khoảng kết hợp trải dài trên nhiều khung con. Trong một số trường hợp, kích thước trễ của các mẫu trễ có thể là thông số cấu hình được dựa vào sự phân bổ tài nguyên miền thời gian PSS. Hình minh họa thể hiện giá trị MLE của

độ lệch định thời được tách khỏi độ lệch tần số ν . Do đó, ước lượng độ lệch định thời có thể thu được bằng công thức $\hat{\tau} = \arg\max_{\tau} \lambda(\tau)$. Theo một khía cạnh của sáng chế, MLE của tần số dạng phân số có thể được suy ra dựa vào, ít nhất là một phần, MLE được tách ra của độ lệch định thời.

Theo cách khác, MLE của độ lệch tần số dạng phân số có thể dựa, ít nhất một phần, vào MLE của độ lệch định thời từ Fig.12. Theo một ví dụ mà độ lệch tần số được chuẩn hóa có thể là 1,2. Như được minh họa, độ lệch tần số sóng mang (carrier frequency offset - CFO) được chuẩn hóa có thể được tách thành phần phân số và phần số nguyên:

$$\nu = \nu_F + \nu_I, \text{ trong đó } \nu_I \in \mathbb{Z} \text{ và } -0.5 \leq \nu_F \leq 0.5$$

Như được minh họa trong phương trình trên, ν là độ lệch tần số sóng mang (carrier frequency offset - CFO) chuẩn hóa, ν_F là phần phân số của CFO chuẩn hóa, và ν_I là phần số nguyên của CFO chuẩn hóa. Do đó, việc ước lượng độ lệch tần số có thể được tách thành hai phần: ước lượng độ lệch tần số dạng phân số (0,2 của độ lệch tần số chuẩn hóa 1,2, hoặc $\nu_F=0,2$), và ước lượng độ lệch tần số dạng số nguyên (1 của độ lệch tần số chuẩn hóa 1,2, hoặc $\nu_I=1$).

Như được minh họa, các mẫu của ký hiệu thứ hai của các cặp ký hiệu PSS $\{\gamma_2, \gamma_3\}$ và $\{\gamma_4, \gamma_5\}$, khác với các phần tử đứng trước bởi giá trị dịch chuyển pha không đổi tỷ lệ với phần phân số của CFO. Do đó,

$$\text{giả sử } \gamma_l \triangleq [r(l, 1) \quad r(l, 2) \quad r(l, 3) \quad \cdots \quad r(l, N)],$$

$$\text{thì} \\ \gamma_{l+1} = e^{j2\pi\nu} \times \gamma_l = e^{j2\pi\nu_F} [r(l, 1) \quad r(l, 2) \quad r(l, 3) \quad \cdots \quad r(l, N)]$$

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \widehat{v}_F(l) &= \frac{1}{2\pi} \arg(\gamma_{l+1} \gamma_l^H) \\
&= \frac{1}{2\pi N} \sum_{n=1}^N \arg\{s(l)s(l+1)r(l+1,n)r^*(l+n)\}, \quad l \\
&= 2, 4
\end{aligned}$$

Theo một phương án, các mẫu của ký hiệu γ_3 khác với các mẫu của γ_2 bởi giá trị dịch chuyển pha không đổi tỷ lệ với phần phân số của CFO ($j2\pi v_F$ là giá trị quay pha không đổi chỉ tỷ lệ với v_F). Trong một số trường hợp, với các ký hiệu PSS khác nhau, $\widehat{v}_F(l)$ có thể được tính trung bình để thu được giá trị ước lượng mượt hơn.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phần số nguyên của CFO chuẩn hóa, v_I , có thể được ước lượng bởi sự tương quan chéo của các tín hiệu thăm dò PSS được thu và được truyền trong miền tần số bởi vì v_I dẫn đến các dịch chuyển trong các tín hiệu thăm dò PSS trong miền tần số từ các vị trí ban đầu của các tín hiệu thăm dò.

Như được minh họa trong các ô 1302 và 1304 trên Fig.13 và Fig.13A, vị trí ban đầu của các tín hiệu thăm dò PSS được truyền có thể được dịch chuyển bằng v_I trong miền tần số, và các vị trí được dịch chuyển có thể được phản ánh trong các tín hiệu thăm dò PSS thu được. Trên hình minh họa này, vị trí đỉnh của giá trị tương quan chuẩn hóa trong đó $\widehat{v}_I=1$ tương quan với giá trị ước lượng độ lệch tần số dạng số nguyên được chuẩn hóa.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, các biên của cửa sổ biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform - DFT) có thể được thiết lập với độ lệch định thời MLE, và độ dò tần số từ các búp phụ của CFO dạng phân số có thể được giảm đến mức tối thiểu sau khi hiệu chỉnh độ lệch dạng phân số của CFO, và độ tin cậy của CFO MLE dạng số nguyên có thể thu được qua việc lấy trung bình nhiều giá trị quan sát của tương quan chéo. Như được minh họa trong ô 1300A

trên Fig.13A, thực hiện thu nhận định thời và tần số cho NB-IoT PSS trong dải thông qua quy trình xử lý miền thời gian và xử lý miền tần số.

Theo một khía cạnh của sáng chế, NB-IoT SSS có thể được thiết kế với M ký hiệu OFDM, trong đó M có thể là số nguyên cấu hình được (ví dụ, lớn hơn hoặc bằng sáu), và M ký hiệu SSS có thể được ánh xạ đến các phần tử tài nguyên tập trung và/hoặc phân tán. Theo một khía cạnh khác của sáng chế, khoảng cách sóng mang con với NB-IoT SSS có thể là 15 KHz, và băng thông có thể là 180 KHz. Trong một số trường hợp, thiết kế chuỗi SSS có thể được tạo ra bởi chuỗi Zadoff-Chu độ dài K với nghiệm $u(m)$ cho ký hiệu SSS thứ m trong đó nghiệm $u(m) \in \{1, 2, \dots, K\}$ và $\gcd(u(m), K) = 1$, và chuỗi tạo bởi máy tính (computer generated sequence - CGS) hoặc chuỗi Zadoff-Chu sửa đổi có thể được sử dụng cho chuỗi SSS. Tuy nhiên, theo một khía cạnh khác của sáng chế, các chuỗi LTE SSS cắt ngắn có thể được sử dụng cho các chuỗi NB-IoT SSS. Theo một số khía cạnh của sáng chế, việc ánh xạ ID ô có thể được thực hiện bằng cách ánh xạ một-một từ mảng thập phân đến mảng M phần tử. Như được minh họa, số lượng nghiệm có thể tương đương với số lượng ứng viên tiềm năng cho vị trí ký hiệu NB-IoT SSS, và NB-IoT SSS có thể mang 13 bit thông tin, hoặc nhiều hơn, cho ID ô, ID khung con, và thông tin hệ thống khác.

Fig.14 minh họa sơ đồ khối 1400 làm ví dụ để xử lý PSS/SSS để đồng bộ hóa định thời và tần số, theo một số khía cạnh của sáng chế. Như được minh họa, sau khi sử dụng các mẫu miền thời gian của PSS, các thao tác tương quan có thể được thực hiện (ví dụ, thông qua việc chuẩn hóa và thực hiện tìm kiếm đỉnh) để phát hiện độ lệch định thời, đồng chỉnh biên ký hiệu và hiệu chỉnh CFO dạng phân số (ví dụ, lấy vi phân pha). Các kết quả có thể được sử dụng để thực hiện hiệu chỉnh CFO dạng số nguyên (ví dụ, lấy tương quan miền tần số) và kết quả tương ứng được dùng để xử lý SSS.

Fig.15 minh họa sơ đồ khối 1500 làm ví dụ để tạo ra các dạng sóng SSS, theo các khía cạnh của sáng chế. Như được minh họa, quy trình tạo ra dạng sóng NB-IoT SSS có thể khác quy trình tạo ra dạng sóng NB-IoT PSS (ví dụ, ở chỗ có thể không có vùng bao mã được áp dụng).

Như được minh họa, chuỗi SSS có thể được đệm bằng các giá trị 0, tiếp đó là IFFT, chuyển đổi từ song song sang nối tiếp sau đó là chèn tiền tố vòng (CP). Trong ví dụ này, để minh họa một NB-IoT biên được đồng chỉnh hoàn toàn với LTE kế thừa, kích thước 128 IFFT đã được chọn, tần số lấy mẫu (F_s) có thể được thiết lập ở 1,92 MHz (có thể thay đổi trong các trường hợp khác), và khoảng cách sóng mang con có thể được thiết lập ở 15 KHz (có thể thay đổi trong các trường hợp khác). Sự đồng chỉnh biên giữa NB-IoT và LTE kế thừa giúp ngăn ngừa nhiễu mà có thể xảy ra nếu không có sự đồng chỉnh.

Ví dụ này cũng thể hiện chuỗi SSS có thể được chuyển đổi thành tín hiệu tương tự qua bộ chuyển đổi DAC, và tín hiệu được lọc và được truyền (TX). Theo một số khía cạnh của sáng chế, chuỗi SSS có thể được tạo ra bởi các kỹ thuật được nêu trong sáng chế, và các ký hiệu SSS có thể chiếm các phần tử tài nguyên (RE) trực giao với các RE trên mỗi phần phân bổ LTE kế thừa.

Fig.16 minh họa ví dụ đồ họa về chòm điểm chuỗi PSS 1600 tương ứng với chuỗi tạo bởi máy tính (CGS) có độ dài 12. Chòm điểm “Mã cơ sở” có thể là điều biến khóa dịch pha nhị phân (Binary Phase Shift Keying - BPSK), hoặc điều biến khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying - QPSK), hoặc các dạng điều biến MPSK bị đánh thủng với kích thước theo bộ chữ cái nhỏ và khoảng cách O-clit tương đối lớn. Chuỗi mã cơ sở có thể có các đặc tính tự tương quan phù hợp trong miền tần số, điều này cho phép phát hiện độ lệch tần số dạng số nguyên một cách tin cậy. Ví dụ, “Mã cơ sở” PSS có thể sử dụng chuỗi CGS, chuỗi Zadoff-Chu sửa đổi, chuỗi Zadoff-Chu được đánh thủng, chuỗi m, mã Walsh cầu phương, chuỗi PN hoặc mã Barker. Chuỗi CGS có thể

có các đặc tính tự tương quan phù hợp trong miền thời gian tương tự như chuỗi Zadoff-Chu (ZC) độ dài K và có thể được thiết lập bằng cách sử dụng bộ chữ cái kích thước rút gọn với khoảng cách O-clit mở rộng. Theo một khía cạnh của sáng chế, khi $K=12$, chuỗi CGS là QPSK.

Fig.16A minh họa một ví dụ đồ họa về chòm điểm chuỗi PSS 1600A tương ứng với chuỗi Zadoff-Chu (ZC) sửa đổi có độ dài 12. Chuỗi ZC có thể có các đặc tính tự tương quan thích hợp trong miền thời gian tương tự như chuỗi CGS. Chuỗi ZC sửa đổi có thể là tập hợp chuỗi nhiều pha nhỏ có số lượng chữ cái tối thiểu. Theo một khía cạnh của sáng chế, khi $K=12$, chuỗi ZC sửa đổi có thể sử dụng chỉ 5 trong số 6 điểm chòm điểm 6-PSK, và chòm điểm này có thể được tạo ra bằng cách đánh thủng chòm điểm 6-PSK. Sơ đồ 1700 trên Fig.17 minh họa một ví dụ về các ảnh hưởng của quy trình tối ưu hóa mã bảo vệ đối với việc ước lượng độ lệch định thời. Ví dụ này còn thể hiện sự phụ thuộc của bộ ước lượng độ lệch định thời vào việc lựa chọn các mẫu mã bảo vệ nhị phân khi thời khoảng chuỗi PSS bằng 11 ký hiệu.

Sơ đồ 1700A trên Fig.17A minh họa một ví dụ về sự phụ thuộc của bộ ước lượng độ lệch định thời vào việc lựa chọn các mẫu mã bảo vệ nhị phân khi thời khoảng chuỗi PSS bằng 4 ký hiệu.

Fig.18 minh họa một ví dụ về quy trình ánh xạ từ chuỗi SSS đến ID ô, số khung con, và thông tin hệ thống khác. Ví dụ này thể hiện mỗi chuỗi SSS có thể bao gồm tập hợp M ký hiệu SSS, và ký hiệu thứ m của chuỗi SSS thứ k có thể được tạo ra bởi chuỗi Zadoff-Chu nghiệm $\mu(k, m)$. Theo một khía cạnh của sáng chế, chuỗi SSS thứ k có thể được nhận dạng duy nhất bởi sự sắp xếp nghiệm của nó.

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, chỉ thị, lệnh,

thông tin, tín hiệu, bit, ký hiệu, và chip được đề cập đến trong toàn bộ phần mô tả trên đây có thể được biểu diễn bằng điện áp, dòng điện, sóng điện từ, các trường hoặc hạt từ tính, trường hoặc hạt từ tính, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ còn hiểu rằng các khối logic, môđun, mạch, và các bước thuật toán minh họa khác nhau mô tả cùng với các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng điện tử, phần mềm/phần sụn, hoặc các tổ hợp của chúng. Để thể hiện rõ khả năng có thể hoán đổi giữa phần cứng và phần mềm/phần sụn này, các bộ phận, khối, môđun, mạch và các bước có tính minh họa khác nhau được mô tả trên đây thường dựa theo chức năng của chúng. Việc chức năng được thực hiện dưới dạng phần cứng hay phần mềm là tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể và các ràng buộc về thiết kế áp đặt cho toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể thực hiện chức năng được mô tả theo nhiều cách thức khác nhau với mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng những quyết định lựa chọn cách thức thực hiện như vậy sẽ không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Các khối logic, môđun và mạch minh họa khác nhau mô tả cùng với sự bộc lộ sáng chế có thể được thực thi hoặc thực hiện bằng bộ xử lý đa năng, bộ xử lý tín hiệu số (DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được bằng trường (field programmable gate array - FPGA) hoặc thiết bị logic lập trình được khác (programmable logic device - PLD), cổng rời rạc hoặc logic bán dẫn, các thành phần phần cứng rời rạc hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng được thiết kế để thực hiện các chức năng được mô tả ở đây. Bộ xử lý đa năng có thể là bộ vi xử lý, nhưng theo cách khác, bộ xử lý có thể là bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, hoặc máy trạng thái thông thường bất kỳ. Bộ xử lý cũng có thể được thực thi dưới dạng tổ hợp của các thiết bị tính toán, ví dụ, tổ 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 mọi cấu hình phù hợp khác.

Các bước của phương pháp hoặc thuật toán được mô tả cùng với các phương án được bộc lộ ở đây có thể được thực hiện trực tiếp bằng phần cứng, bằng môđun phần mềm/phần sụn thực thi bởi bộ xử lý, hoặc bằng tổ hợp của chúng. Môđun phần mềm/phần sụn có thể nằm trong bộ nhớ RAM, bộ nhớ tốc độ nhanh, bộ nhớ ROM, bộ nhớ EPROM, bộ nhớ EEPROM, bộ nhớ thay đổi pha, các thanh ghi, ổ đĩa cứng, ổ đĩa tháo rời, CD-ROM, hoặc dạng vật ghi khác bất kỳ được biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Vật ghi làm ví dụ được gắn với bộ xử lý sao cho bộ xử lý có thể đọc thông tin từ, và ghi thông tin vào, vật ghi. Theo cách khác, vật ghi có thể tích hợp với bộ xử lý. Bộ xử lý và vật ghi có thể thường trú trong ASIC. ASIC có thể nằm trong thiết bị đầu cuối người dùng. Theo cách khác, bộ xử lý và vật ghi có thể thường trú dưới dạng các bộ phận rời rạc trong thiết bị đầu cuối người dùng.

Theo một hoặc nhiều phương án ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm/phần sụn, hoặc các tổ hợp của chúng. Nếu được thực hiện trong phần cứng/phần sụn, các chức năng này có thể được lưu trữ trên hoặc truyền qua dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bởi máy tính. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm cả phương tiện lưu trữ máy tính và phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ hỗ trợ chuyển chương trình máy tính từ vị trí này đến vị trí khác. Vật ghi có thể là phương tiện có sẵn bất kỳ có thể được truy cập bởi máy tính đa năng hoặc chuyên dụng. Ví dụ, nhưng không giới hạn ở ví dụ, vật ghi đọc được bằng máy tính có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc bộ nhớ đĩa quang khác, bộ nhớ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để mang hoặc lưu trữ phương tiện mang mã chương trình mong muốn dưới dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và mà có thể được truy cập bởi máy tính đa dụng hoặc chuyên dụng, hoặc bộ xử

lý đa năng hoặc chuyên dụng. Ngoài ra, kết nối bất kỳ cũng được gọi phù hợp là vật ghi đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu phần mềm/phần sụn được truyền từ trang web, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác nhờ sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cặp dây xoắn, đường thuê bao số (digital subscriber line - DSL), hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, sóng vô tuyến, và vi sóng, thì cáp đồng trục, cáp sợi quang, cặp dây xoắn, DSL, hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, sóng vô tuyến, và vi sóng này cũng nằm trong định nghĩa của vật ghi. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa nén (Compact Disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số (Digital Versatile Disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa từ thường sao chép dữ liệu bằng phương pháp từ tính, trong khi đó đĩa quang sao chép dữ liệu bằng phương pháp quang học có tia laze. Các tổ hợp của các dạng kể trên cũng được bao gồm trong phạm vi của vật ghi đọc được bằng máy tính.

Như được sử dụng ở đây, bao gồm cả trong phần yêu cầu bảo hộ, thuật ngữ “và/hoặc” khi được dùng trong danh sách gồm hai hoặc nhiều mục, có nghĩa là mục bất kỳ trong số các mục được liệt kê đó có thể được sử dụng bởi chính nó, hoặc có thể thực hiện kết hợp bất kỳ giữa hai hoặc nhiều mục trong số các mục được liệt kê. Ví dụ, nếu một thành phần được mô tả là chứa các bộ phận A, B, và/hoặc C, thì thành phần đó có thể chỉ chứa A; chỉ chứa B; chỉ chứa C; chứa A và B kết hợp; chứa A và C kết hợp; chứa B và C kết hợp; hoặc chứa A, B, và C kết hợp. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây, bao gồm cả trong các điểm yêu cầu bảo hộ, “hoặc” như được sử dụng trong danh sách các mục (ví dụ, danh sách các mục bắt đầu bằng cụm từ như “ít nhất một trong số” hoặc “một hoặc nhiều trong số”) chỉ danh sách phân biệt sao cho, ví dụ, danh sách gồm 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).

Phần mô tả trên đây về sáng chế được trình bày để cho phép người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể thực hiện hoặc sử dụng sáng chế.

Các dạng cải biến khác nhau đối với sáng chế sẽ hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này, và các nguyên lý chung đã nêu ra trong sáng chế có thể được áp dụng cho những phương án khác mà không nằm ngoài mục đích hoặc phạm vi của sáng chế. Do đó, sáng chế dự định không bị giới hạn ở các ví dụ và phương án được mô tả ở đây mà sáng chế phải được hiểu có phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và dấu hiệu mới được bộc lộ ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông không dây bằng trạm cơ sở (BS - base station), phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (PSS - primary synchronization signal) sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất này trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, trong đó mã bảo vệ bao gồm ít nhất một trong số chuỗi nhị phân được tạo ra bởi máy tính, mã Walsh hoặc mã Barker; và

truyền PSS đến loại thiết bị người dùng (UE - user equipment) thứ nhất mà truyền thông trên một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp liên quan tới băng thông sóng mang rộng hơn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chuỗi mã thứ nhất được tạo ra nhờ sử dụng ít nhất một trong số chuỗi được tạo ra bởi máy tính (computer generated sequence - CGS), chuỗi Zadoff-Chu cải biến với bộ chữ cái rút gọn, mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (SSS - secondary synchronization signal) dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con; và

truyền SSS đến loại UE thứ nhất.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó PSS và SSS được truyền nhờ sử dụng các tài nguyên không chồng lấn.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó các PSS và SSS được truyền trong các

khung con riêng rẽ.

6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó số lượng ký hiệu thứ nhất được ánh xạ đến các phần tử tài nguyên có cùng khoảng cách sóng mang con với các phần tử tài nguyên dùng để truyền thông với loại UE thứ hai truyền thông trên băng thông sóng mang rộng hơn.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó PSS và SSS được truyền bằng cách sử dụng các phần tử tài nguyên không dùng để truyền thông với loại UE thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm 3, trong đó:

số lượng ký hiệu thứ nhất nằm trong khung con thứ nhất; và
số lượng ký hiệu thứ hai nằm trong khung con thứ hai.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước truyền PSS và SSS bao gồm bước dò kênh theo thời gian các chuỗi PSS và SSS trong ít nhất một trong số các khung con thứ nhất và thứ hai, và trong đó PSS và SSS chiếm các vị trí ký hiệu dò kênh phân tần trực giao (OFDM - orthogonal frequency division multiplexing) khác nhau với ít nhất một khung con.

10. Phương pháp theo điểm 3, trong đó chuỗi mã thứ hai bao gồm chuỗi Zadoff-Chu, chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn, hoặc chuỗi nhiều pha tạo ra bởi máy tính.

11. Phương pháp theo điểm 3, trong đó SSS được dùng để truyền nhận dạng ô (cell identification – IDô) và thông tin hệ thống bổ sung.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó thông tin hệ thống bổ sung bao gồm ít nhất một ID khung con.

13. Phương pháp truyền thông không dây bằng loại UE thứ nhất, phương pháp này bao gồm các bước:

phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp liên quan tới băng thông sóng mang rộng hơn, PSS được tạo ra sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất này trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, trong đó mã bảo vệ bao gồm ít nhất một trong số mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi nhị phân được tạo ra bởi máy tính; và thực hiện việc đồng bộ hóa thời gian và đồng bộ hóa tần số dựa trên PSS.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước thực hiện đồng bộ hóa tần số bao gồm:

thực hiện hiệu chỉnh độ lệch tần số dạng phân số, từ PSS, dựa vào sự tương quan trong miền thời gian của PSS được đồng bộ hóa thời gian hoặc dựa vào thử nghiệm nhiều giả thuyết và phân khoảng tần số; và

thực hiện hiệu chỉnh độ lệch tần số dạng số nguyên, từ PSS, dựa vào sự tương quan chéo trong miền tần số giữa PSS và bản sao cục bộ của tín hiệu thu được.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó chuỗi mã thứ nhất được tạo ra nhờ sử dụng ít nhất một trong số chuỗi được tạo ra bởi máy tính (computer generated sequence -CGS), chuỗi Zadoff-Chu cải biến với bộ chữ cái rút gọn, mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn.

16. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thực hiện ước lượng độ lệch thời gian hợp lý cực đại dựa trên PSS, trong đó độ lệch thời gian không tương quan với độ lệch tần số;

phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp, tín hiệu đồng bộ hóa thứ hai (SSS) được tạo ra dựa trên chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con; và

thực hiện ít nhất một trong số đồng bộ hóa thời gian chính xác hoặc đồng bộ hóa tần số chính xác dựa trên SSS, để tinh chỉnh quy trình đồng bộ hóa thời gian và tần số.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó các PSS và SSS được phát hiện trong các tài nguyên không chồng lấn.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó PSS và SSS được phát hiện trong các khung con riêng rẽ.

19. Phương pháp theo điểm 16, trong đó bước thực hiện đồng bộ hóa thời gian chính xác bao gồm thực hiện tương quan chéo trong miền thời gian trên SSS.

20. Phương pháp theo điểm 16, trong đó số lượng ký hiệu thứ nhất được ánh xạ đến các phần tử tài nguyên có cùng khoảng cách sóng mang con với các phần tử tài nguyên dùng để truyền thông với loại UE thứ hai truyền thông trên băng thông sóng mang rộng hơn.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó PSS và SSS được truyền bằng cách sử dụng các phần tử tài nguyên không dùng để truyền thông với loại UE thứ hai.

22. Phương pháp theo điểm 16, trong đó:

số lượng ký hiệu thứ nhất nằm trong khung con thứ nhất; và
số lượng ký hiệu thứ hai nằm trong khung con thứ hai.

23. Phương pháp theo điểm 16, trong đó chuỗi mã thứ hai bao gồm chuỗi Zadoff-Chu, chuỗi nhiều pha tạo ra bởi máy tính, hoặc chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn.

24. Phương pháp theo điểm 16, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xác định, từ SSS, nhận dạng ô (ID ô) và thông tin hệ thống bổ sung.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó thông tin hệ thống bổ sung bao gồm ít nhất một ID khung con.

26. Phương pháp theo điểm 16, trong đó bước thực hiện đồng bộ hóa thời gian chính xác bao gồm các bước:

thực hiện hiệu chỉnh độ lệch định thời dựa vào quy trình ước lượng hợp lý cực đại (maximum likelihood - ML) bằng cách kết hợp nhất quán tất cả các cặp ký hiệu đồng pha theo mẫu của mã bảo vệ, trong đó khoảng kết hợp trải dài trên một hoặc nhiều khung con; và

chuẩn hóa hàm giá trị theo công suất của chuỗi PSS để giảm độ nhạy về các mức tỷ số tín hiệu trên nhiễu (signal to noise ratio - SNR).

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó bước kết hợp các cặp ký hiệu đồng pha bao gồm:

thực hiện tự tương quan giữa các mẫu trễ của PSS, trong đó kích thước trễ của các mẫu trễ là thông số có thể tạo cấu hình dựa vào sự phân bố tài nguyên miền thời gian PSS.

28. Phương pháp theo điểm 26, trong đó mẫu của mã bảo vệ được chọn để định hình ước lượng ML của độ lệch định thời thành dạng mong muốn.

29. Thiết bị truyền thông không dây, thiết bị này bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra PSS sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, trong đó mã bảo vệ bao gồm ít nhất một trong số mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi nhị phân được tạo ra bởi máy tính; và

bộ phát được tạo cấu hình để truyền PSS đến loại UE thứ nhất truyền thông trên một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp liên quan tới băng thông sóng mang rộng hơn.

30. Thiết bị theo điểm 29, trong đó chuỗi mã thứ nhất được tạo ra nhờ sử dụng ít nhất một trong số chuỗi được tạo ra bởi máy tính (CGS), chuỗi Zadoff-Chu cải biến với bộ chữ cái rút gọn, mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn.

31. Thiết bị theo điểm 29, trong đó:

ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (SSS - secondary synchronization signal) dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con; và

bộ phát được tạo cấu hình để truyền SSS đến loại UE thứ nhất.

32. Thiết bị theo điểm 31, trong đó PSS và SSS được truyền bằng cách sử dụng tài nguyên không chồng lấn.

33. Thiết bị theo điểm 32, trong đó PSS và SSS được truyền trong các khung con riêng rẽ.

34. Thiết bị theo điểm 31, trong đó số lượng ký hiệu thứ nhất được ánh xạ đến các phần tử tài nguyên có cùng khoảng cách sóng mang con với các phần tử tài

nguyên dùng để truyền thông với loại UE thứ hai truyền thông trên băng thông sóng mang rộng hơn.

35. Thiết bị theo điểm 34, trong đó PSS và SSS được truyền bằng cách sử dụng các phần tử tài nguyên không dùng để truyền thông với loại UE thứ hai.

36. Thiết bị theo điểm 31, trong đó:

số lượng ký hiệu thứ nhất nằm trong khung con thứ nhất; và
số lượng ký hiệu thứ hai nằm trong khung con thứ hai.

37. Thiết bị theo điểm 36, trong đó việc truyền PSS và SSS bao gồm dồn kênh theo thời gian các chuỗi PSS và SSS trong ít nhất một trong số các khung con thứ nhất và thứ hai, và trong đó PSS và SSS chiếm các vị trí ký hiệu OFDM khác nhau với ít nhất một khung con.

38. Thiết bị theo điểm 31, trong đó chuỗi mã thứ hai bao gồm chuỗi Zadoff-Chu, chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn, hoặc chuỗi nhiều pha tạo ra bởi máy tính.

39. Thiết bị theo điểm 31, trong đó SSS được dùng để truyền nhận dạng ô (ID ô) và thông tin hệ thống bổ sung.

40. Thiết bị theo điểm 39, trong đó thông tin hệ thống bổ sung bao gồm ít nhất một ID khung con.

41. Thiết bị truyền thông không dây, thiết bị này bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp liên quan tới băng thông sóng mang rộng hơn, PSS được tạo ra sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ

nhất trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, trong đó mã bảo vệ bao gồm ít nhất một trong số mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi nhị phân được tạo ra bởi máy tính, và thực hiện việc đồng bộ hóa thời gian và đồng bộ hóa tần số dựa trên PSS; và

bộ nhớ ghép nối với ít nhất một bộ xử lý này.

42. Thiết bị theo điểm 41, trong đó ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện việc đồng bộ hóa tần số bằng cách:

thực hiện hiệu chỉnh độ lệch tần số dạng phân số, từ PSS, dựa vào sự tương quan trong miền thời gian của PSS được đồng bộ hóa thời gian hoặc dựa vào thử nghiệm nhiều giả thuyết và phân khoảng tần số; và

thực hiện hiệu chỉnh độ lệch tần số dạng số nguyên, từ PSS, dựa vào sự tương quan chéo trong miền tần số giữa PSS và bản sao cục bộ của tín hiệu thu được.

43. Thiết bị theo điểm 41, trong đó chuỗi mã thứ nhất được tạo ra nhờ sử dụng ít nhất một trong số chuỗi được tạo ra bởi máy tính (CGS), chuỗi Zadoff-Chu cải biến với bộ chữ cái rút gọn, mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn.

44. Thiết bị theo điểm 41, trong đó ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thực hiện ước lượng độ lệch thời gian hợp lý cực đại dựa vào PSS, trong đó độ lệch thời gian không tương quan với độ lệch tần số,

phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp, SSS được tạo ra dựa vào chuỗi mã thứ hai trên số lượng ký hiệu thứ hai trong một hoặc nhiều khung con, và

thực hiện ít nhất một trong số đồng bộ hóa thời gian chính xác hoặc đồng bộ hóa tần số chính xác dựa vào SSS, để tinh chỉnh quy trình đồng bộ hóa tần số

và thời gian.

45. Thiết bị theo điểm 44, trong đó PSS và SSS được phát hiện trong các tài nguyên không chồng lấn.

46. Thiết bị theo điểm 45, trong đó PSS và SSS được phát hiện trong các khung con riêng rẽ.

47. Thiết bị theo điểm 44, trong đó ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện đồng bộ hóa thời gian chính xác bằng cách thực hiện tương quan chéo trong miền thời gian trên SSS.

48. Thiết bị theo điểm 44, trong đó số lượng ký hiệu thứ nhất được ánh xạ đến các phần tử tài nguyên có cùng khoảng cách sóng mang con với các phần tử tài nguyên dùng để truyền thông với loại UE thứ hai truyền thông trên băng thông sóng mang rộng hơn.

49. Thiết bị theo điểm 48, trong đó PSS và SSS được truyền bằng cách sử dụng các phần tử tài nguyên không dùng để truyền thông với loại UE thứ hai.

50. Thiết bị theo điểm 44, trong đó:

số lượng ký hiệu thứ nhất nằm trong khung con thứ nhất; và
số lượng ký hiệu thứ hai nằm trong khung con thứ hai.

51. Thiết bị theo điểm 44, trong đó chuỗi mã thứ hai bao gồm chuỗi Zadoff-Chu, chuỗi nhiều pha tạo ra bởi máy tính, hoặc chuỗi Zadoff-Chu cắt ngắn.

52. Thiết bị theo điểm 51, trong đó ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để

thực hiện đồng bộ hóa thời gian chính xác bằng cách:

thực hiện hiệu chỉnh độ lệch định thời dựa vào việc ước lượng hợp lý cực đại (maximum likelihood - ML) bằng cách kết hợp nhất quán tất cả các cặp ký hiệu đồng pha theo mẫu của mã bảo vệ, trong đó khoảng kết hợp trải dài trên một hoặc nhiều khung con; và

chuẩn hóa hàm giá trị theo công suất của chuỗi PSS để giảm độ nhạy về các mức SNR.

53. Thiết bị theo điểm 52, trong đó việc kết hợp các cặp ký hiệu đồng pha bao gồm:

thực hiện tự tương quan giữa các mẫu trễ của PSS, trong đó kích thước trễ của các mẫu trễ là thông số có thể tạo cấu hình dựa vào sự phân bố tài nguyên miền thời gian PSS.

54. Thiết bị theo điểm 52, trong đó mẫu của mã bảo vệ được chọn để định hình ước lượng ML của độ lệch định thời thành dạng mong muốn.

55. Thiết bị theo điểm 44, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định, từ SSS, nhận dạng ô (ID ô) và thông tin hệ thống bổ sung.

56. Thiết bị theo điểm 55, trong đó thông tin hệ thống bổ sung bao gồm ít nhất một ID khung con.

57. Vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính có lưu trữ trên đó các lệnh để:

tạo ra PSS sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất này trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, trong đó mã bảo vệ bao gồm ít nhất một trong số mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi nhị phân được tạo ra bởi máy tính; và

truyền PSS đến loại UE thứ nhất mà truyền thông trên một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp liên quan tới băng thông sóng mang rộng hơn.

58. Vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ trên đó các lệnh để:

phát hiện, trong một hoặc nhiều vùng sóng mang dải hẹp liên quan tới băng thông sóng mang rộng hơn, PSS được tạo ra sử dụng chuỗi mã thứ nhất và mã bảo vệ áp dụng cho chuỗi mã thứ nhất này trên số lượng ký hiệu thứ nhất trong một hoặc nhiều khung con, trong đó mã bảo vệ bao gồm ít nhất một trong số mã Walsh, mã Barker, hoặc chuỗi nhị phân được tạo ra bởi máy tính; và thực hiện đồng bộ hóa thời gian và đồng bộ hóa tần số dựa vào PSS.

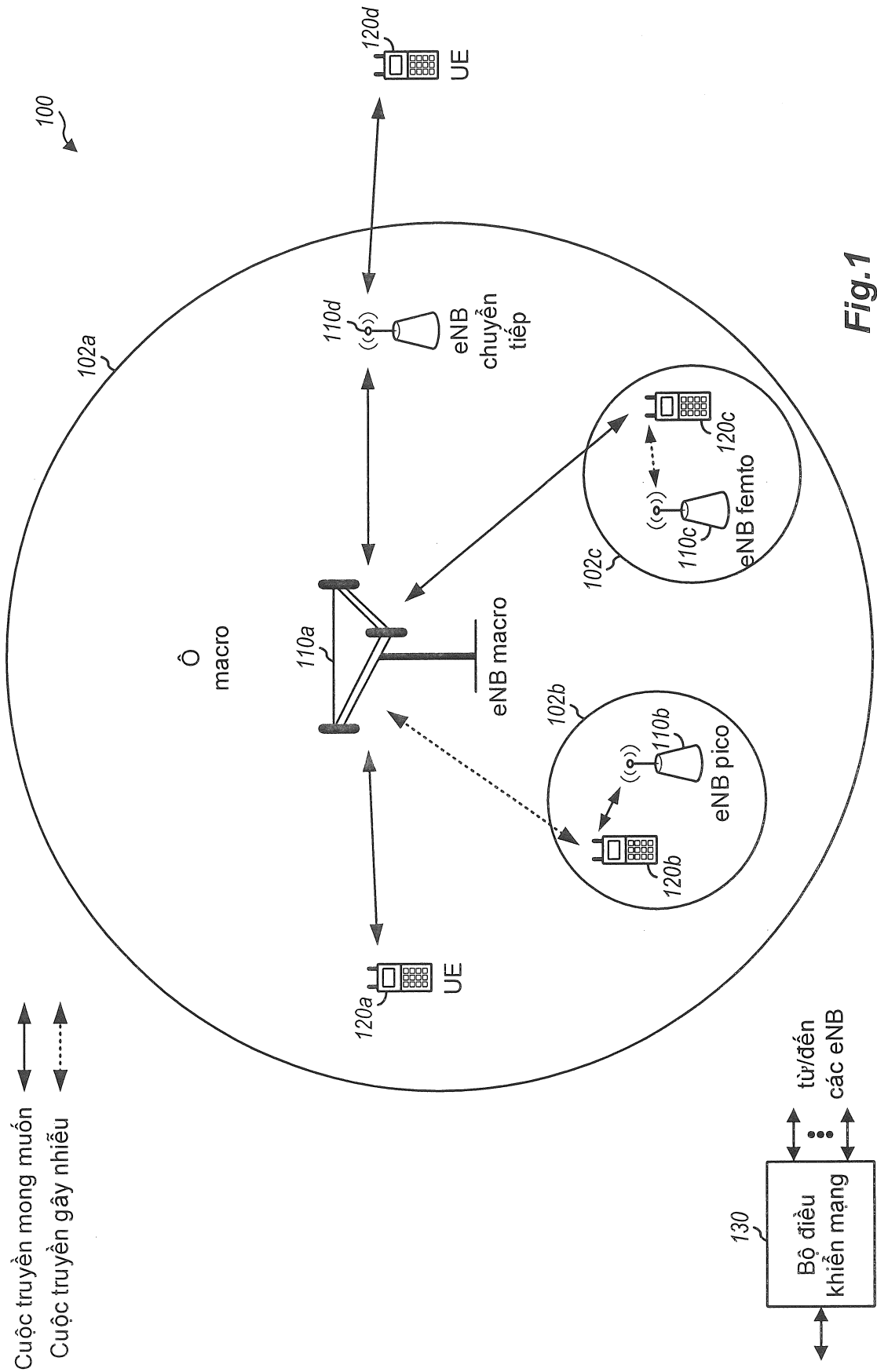


Fig.1

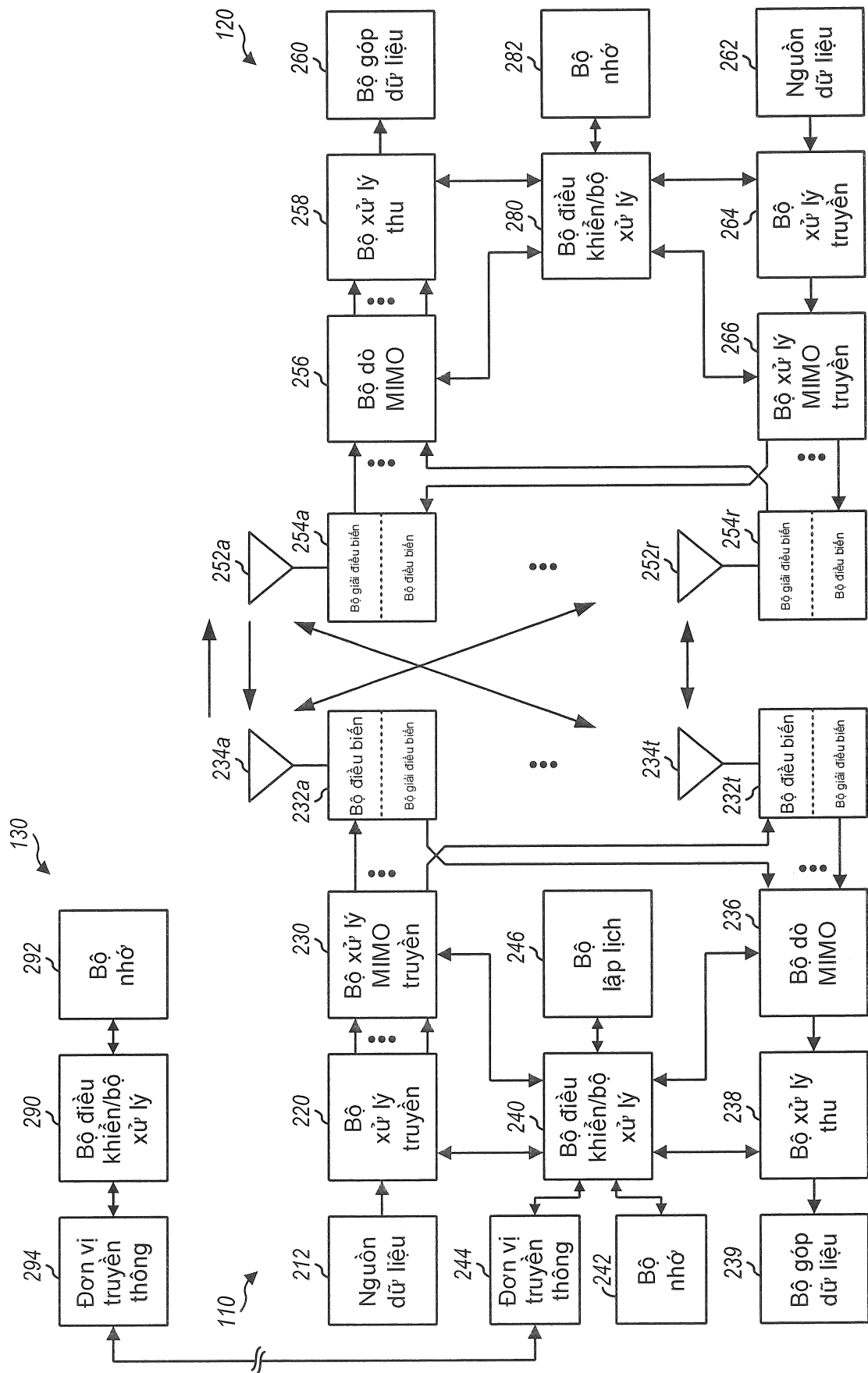
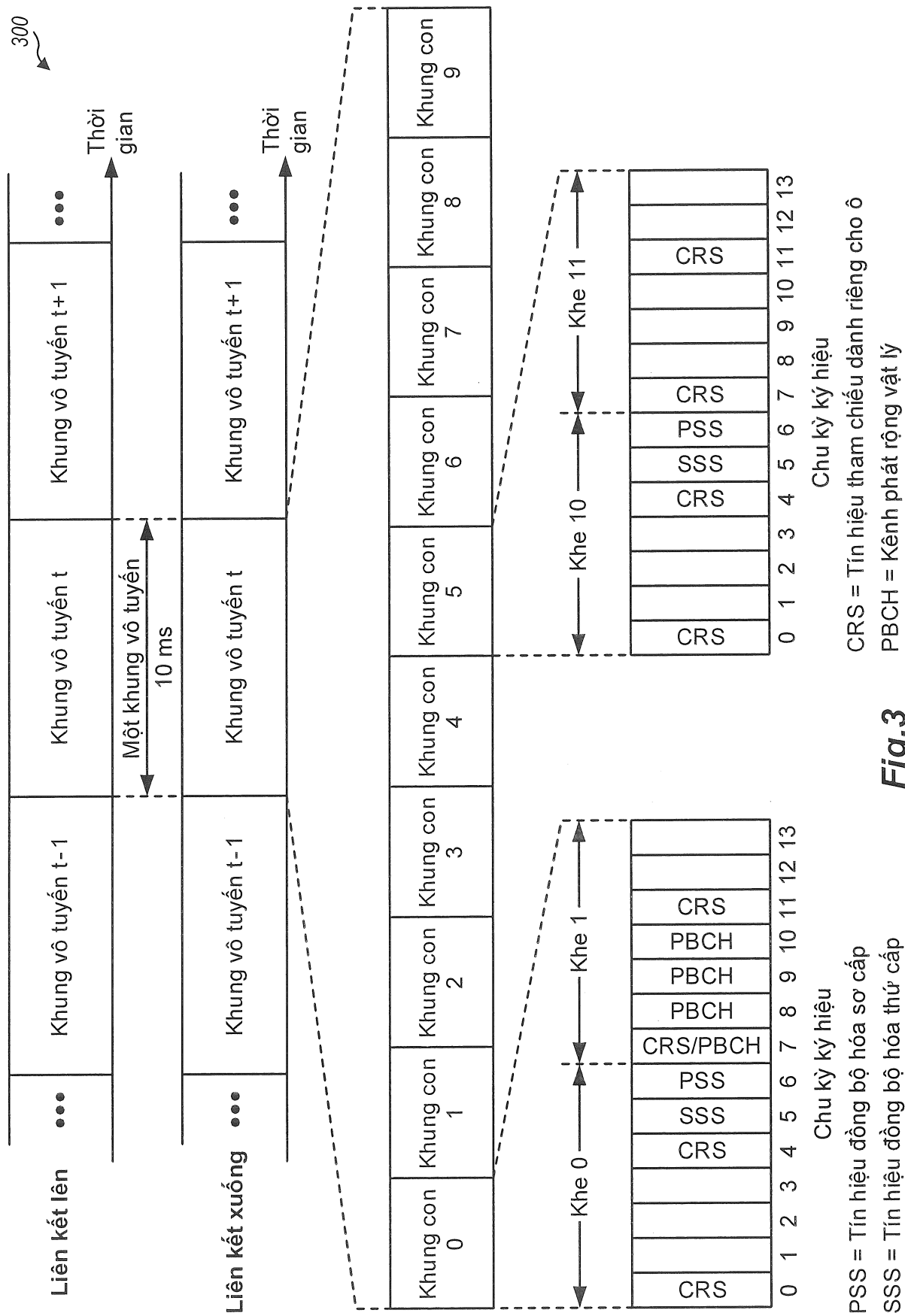


Fig. 2



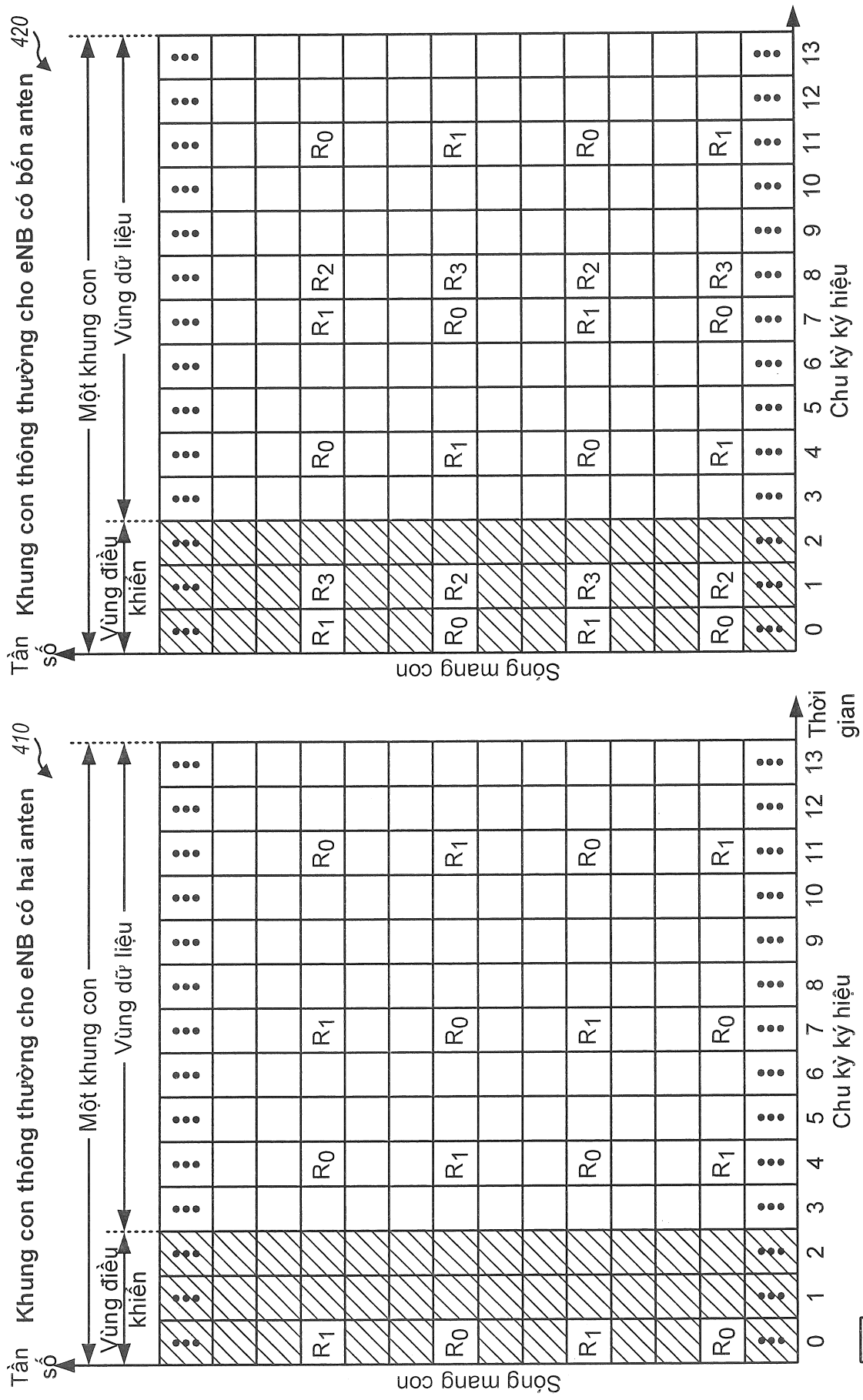
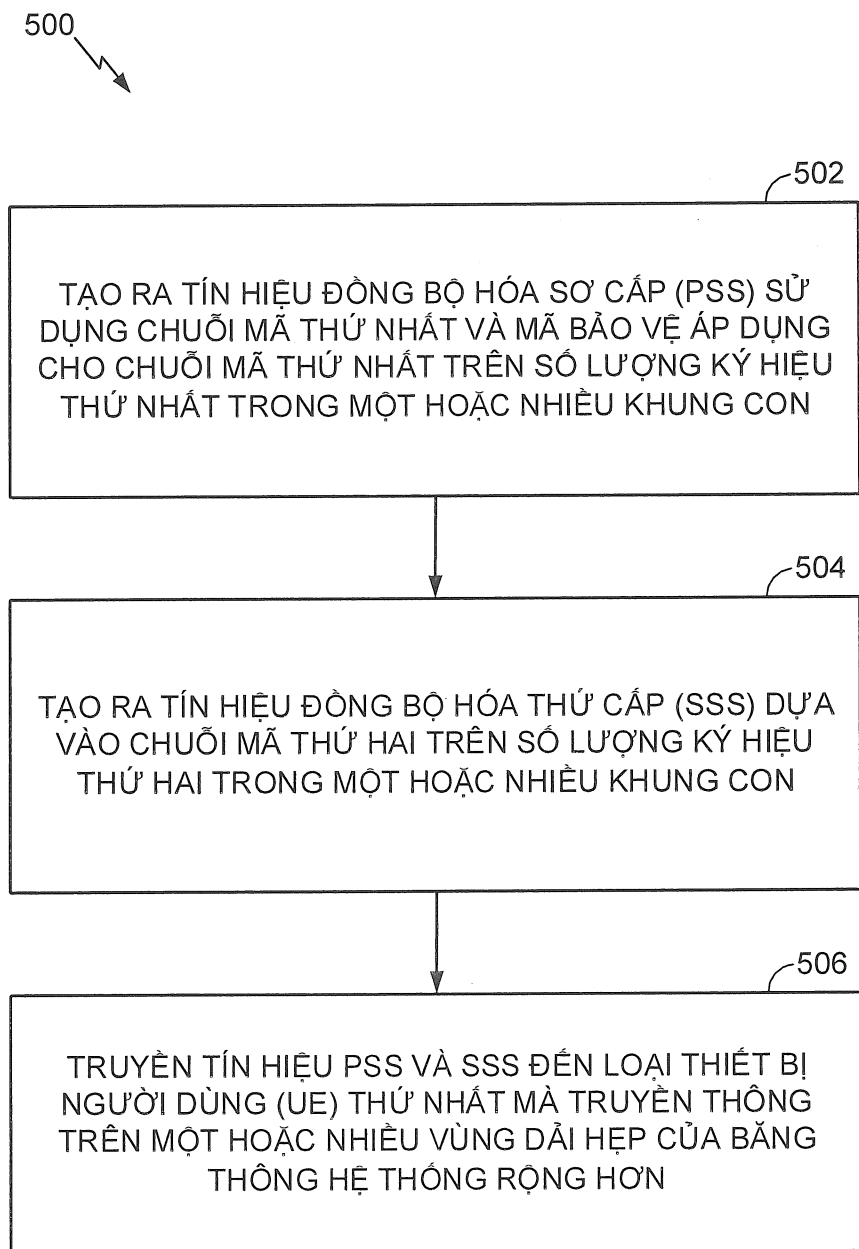


Fig.4

**Fig.5**

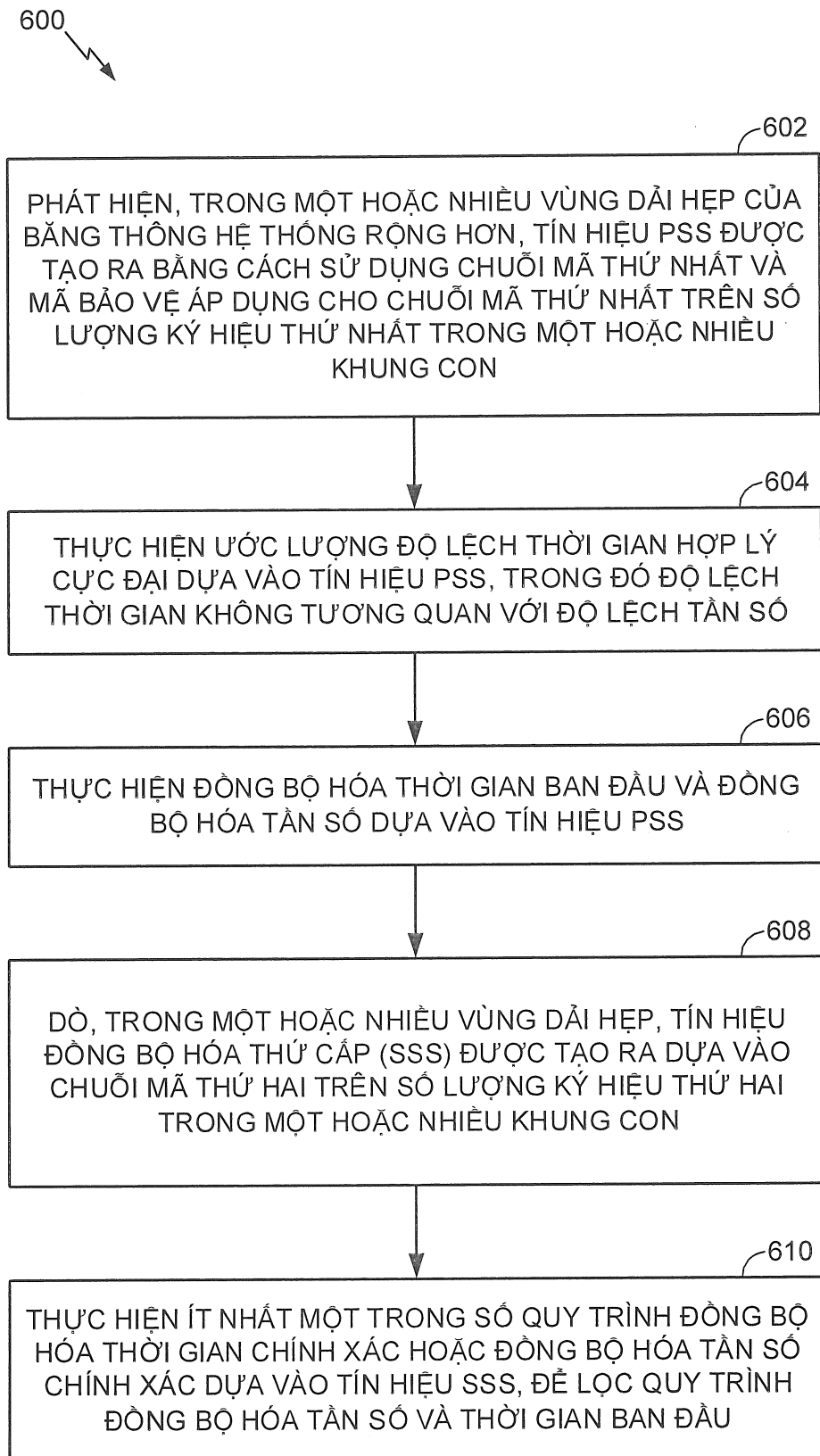
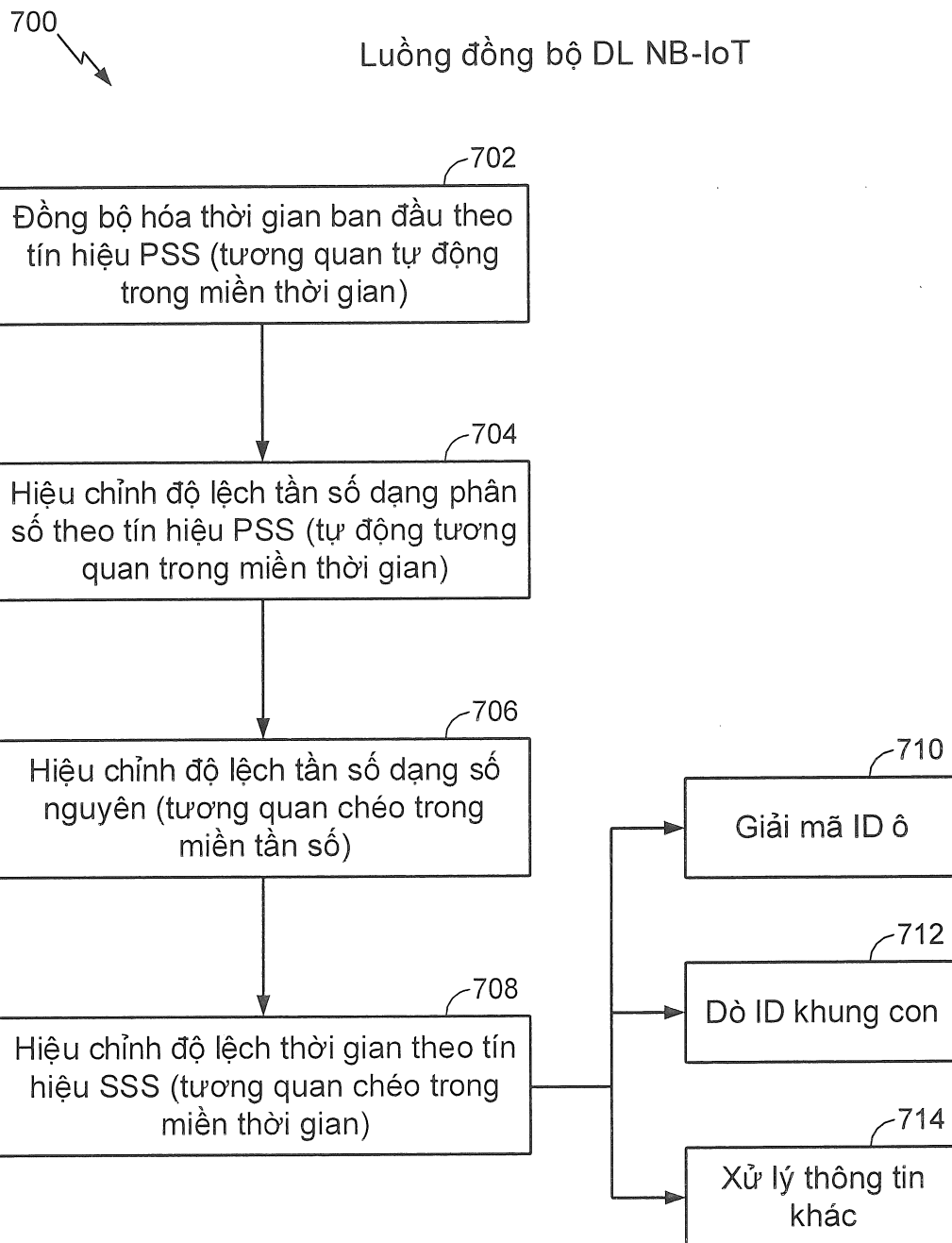


Fig.6

**Fig.7**

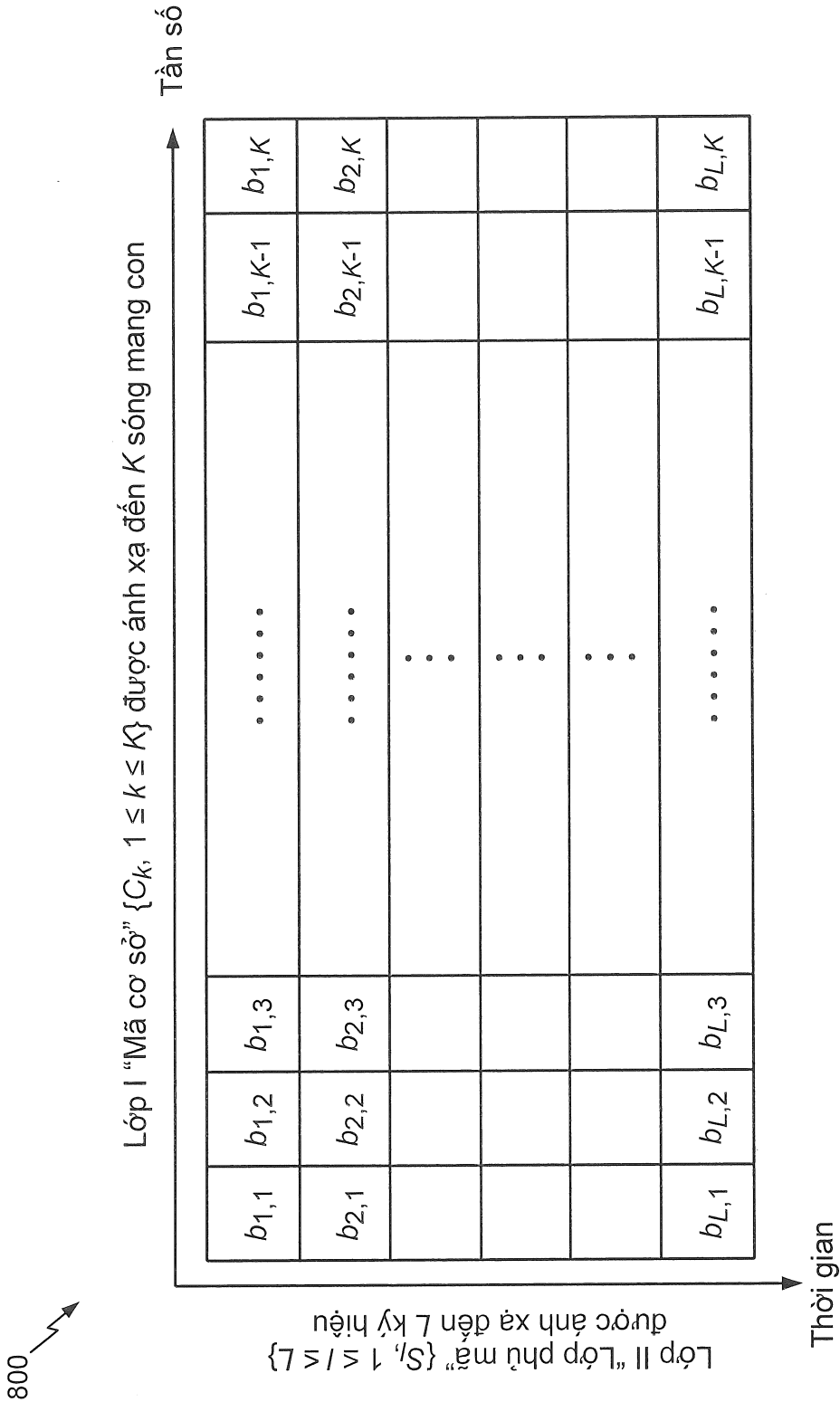


Fig.8

900 ↘

Bảng chữ cái rút gọn xác định bởi $\{e^{j\pi\beta/6}\}$ với $K = 12$

α	β					
1	0	2	4	6	8	--
5	0	2	4	6	10	--
7	0	2	3	6	7	8
1	0	1	4	5	6	10

Fig.9

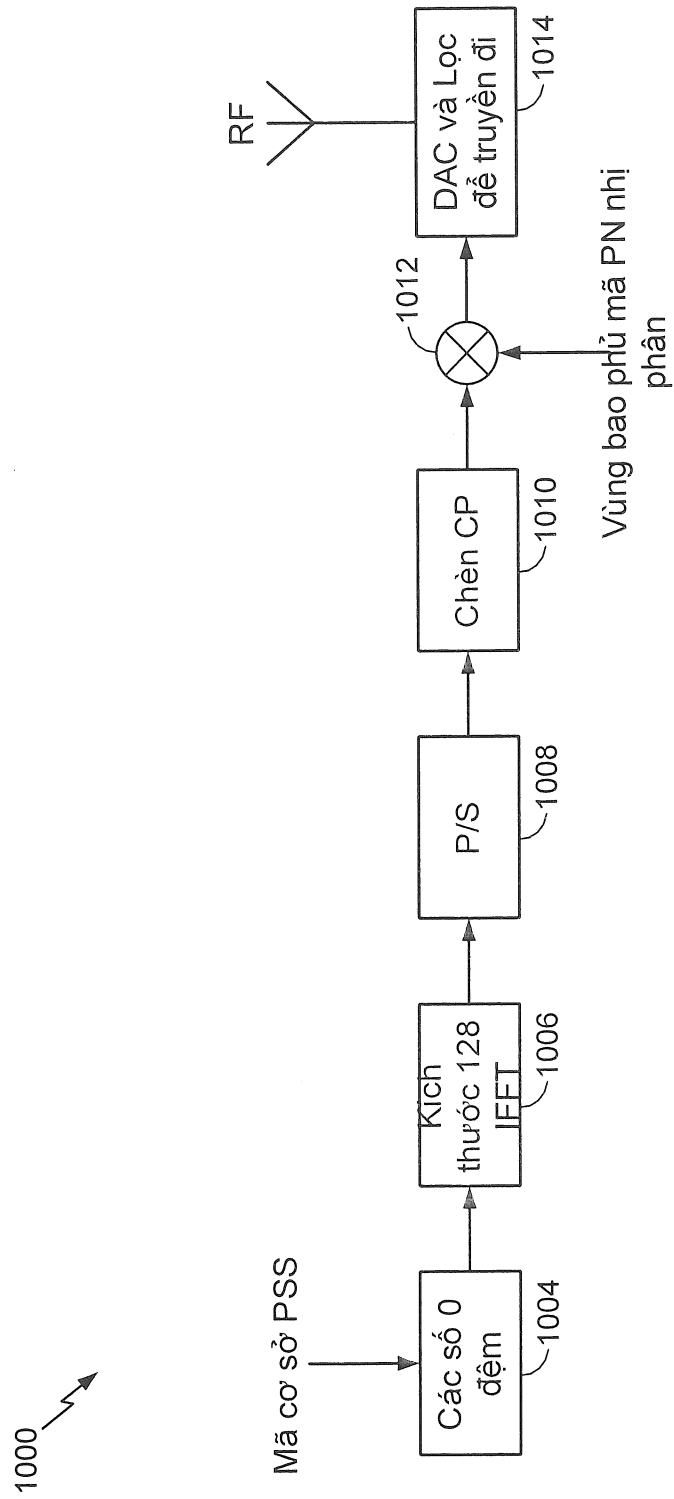


Fig.10

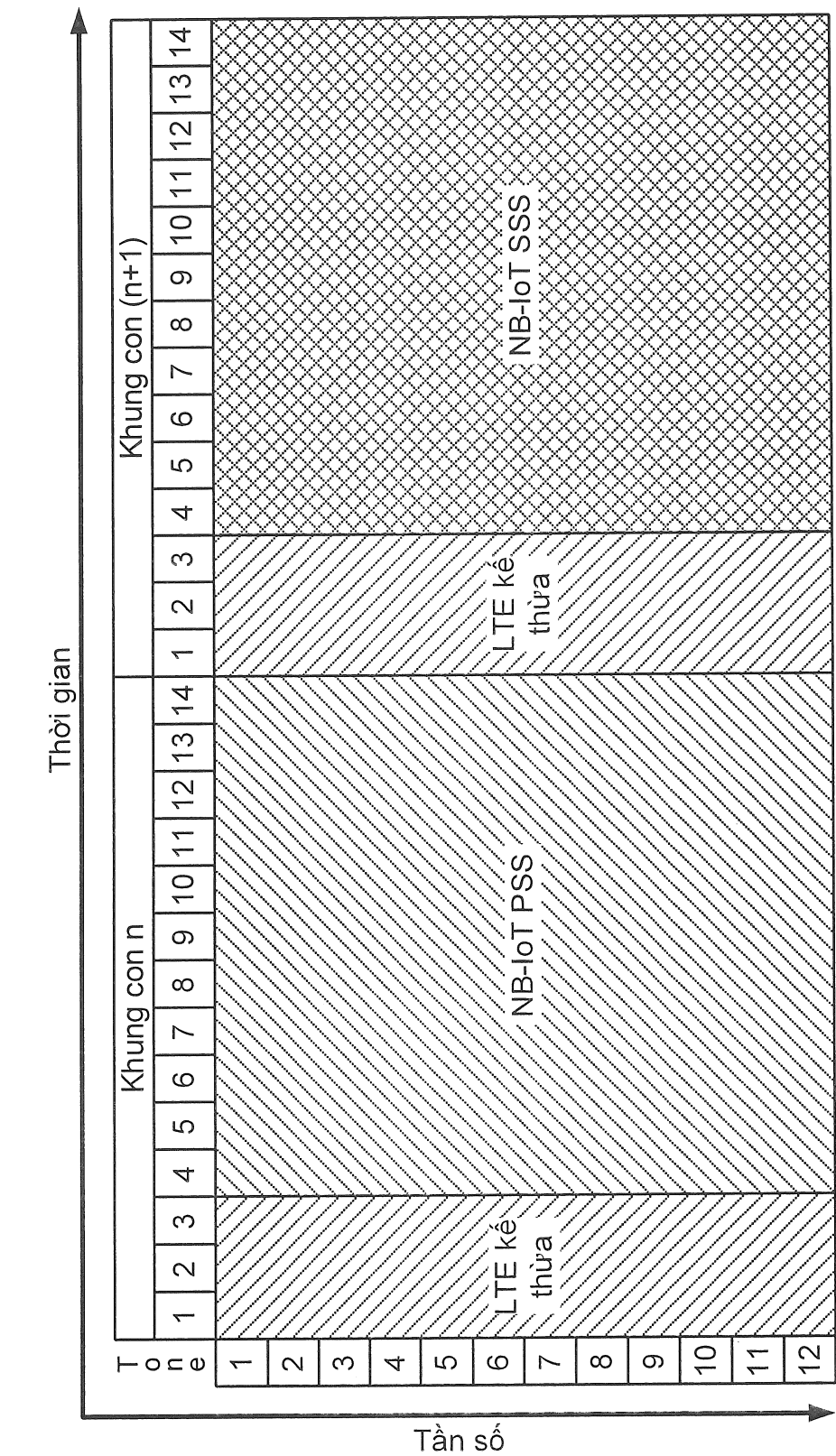


Fig.11

1200 

Chỉ số ký hiệu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lớp phủ PN					1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1
Vector phụ của các mẫu PSS					γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	γ_8	γ_9	γ_{10}	γ_{11}

Fig.12

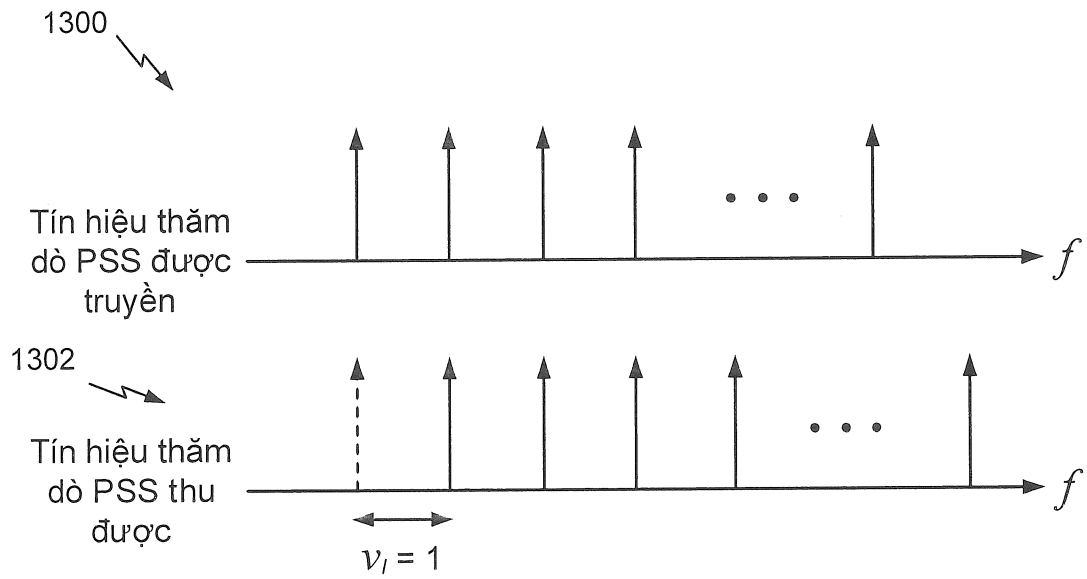


Fig.13

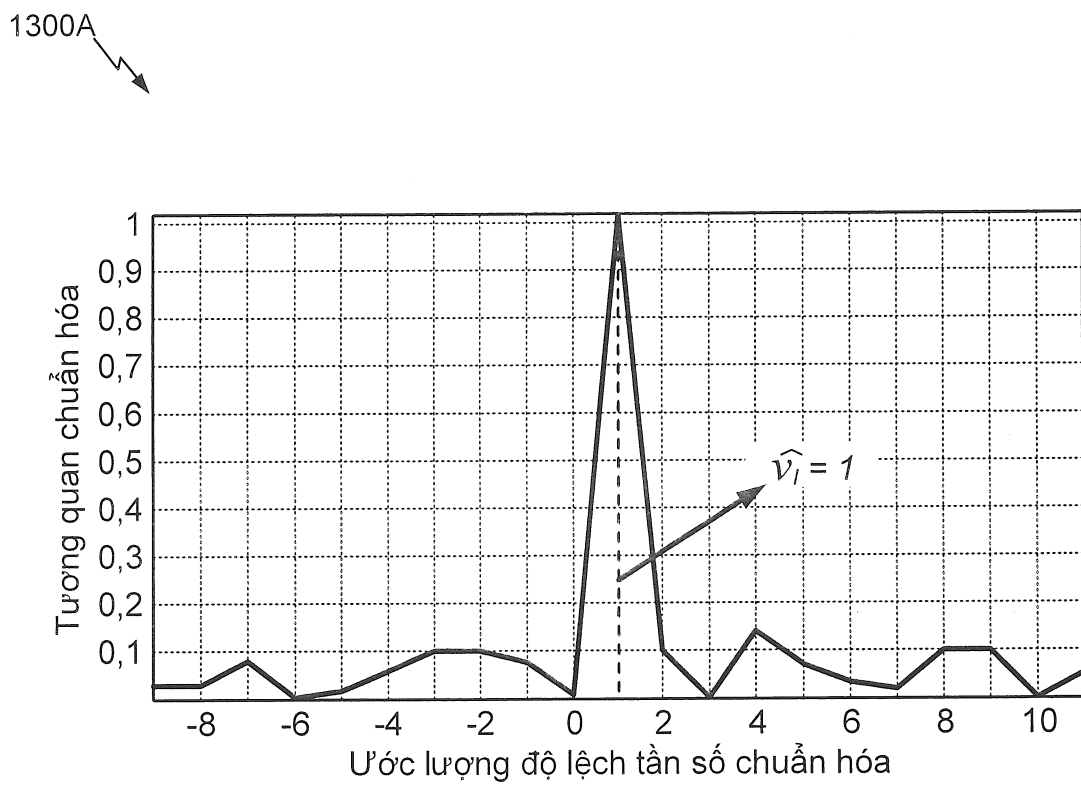


Fig.13A

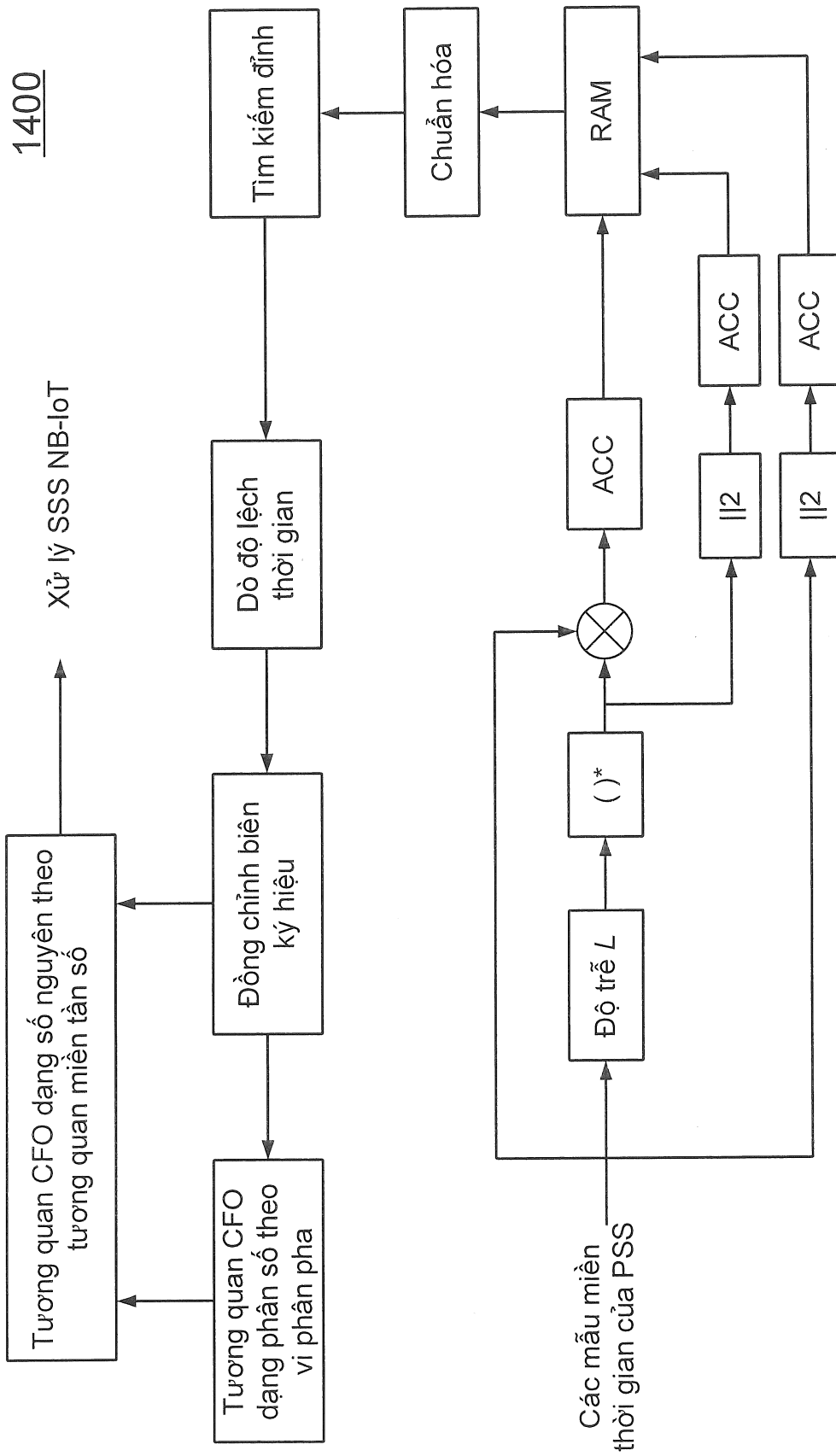
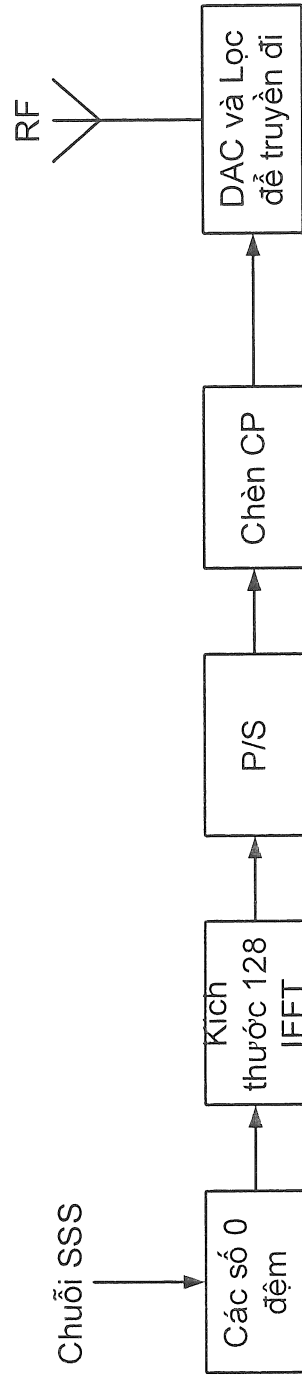


Fig.14

1500 ↗

**Fig.15**

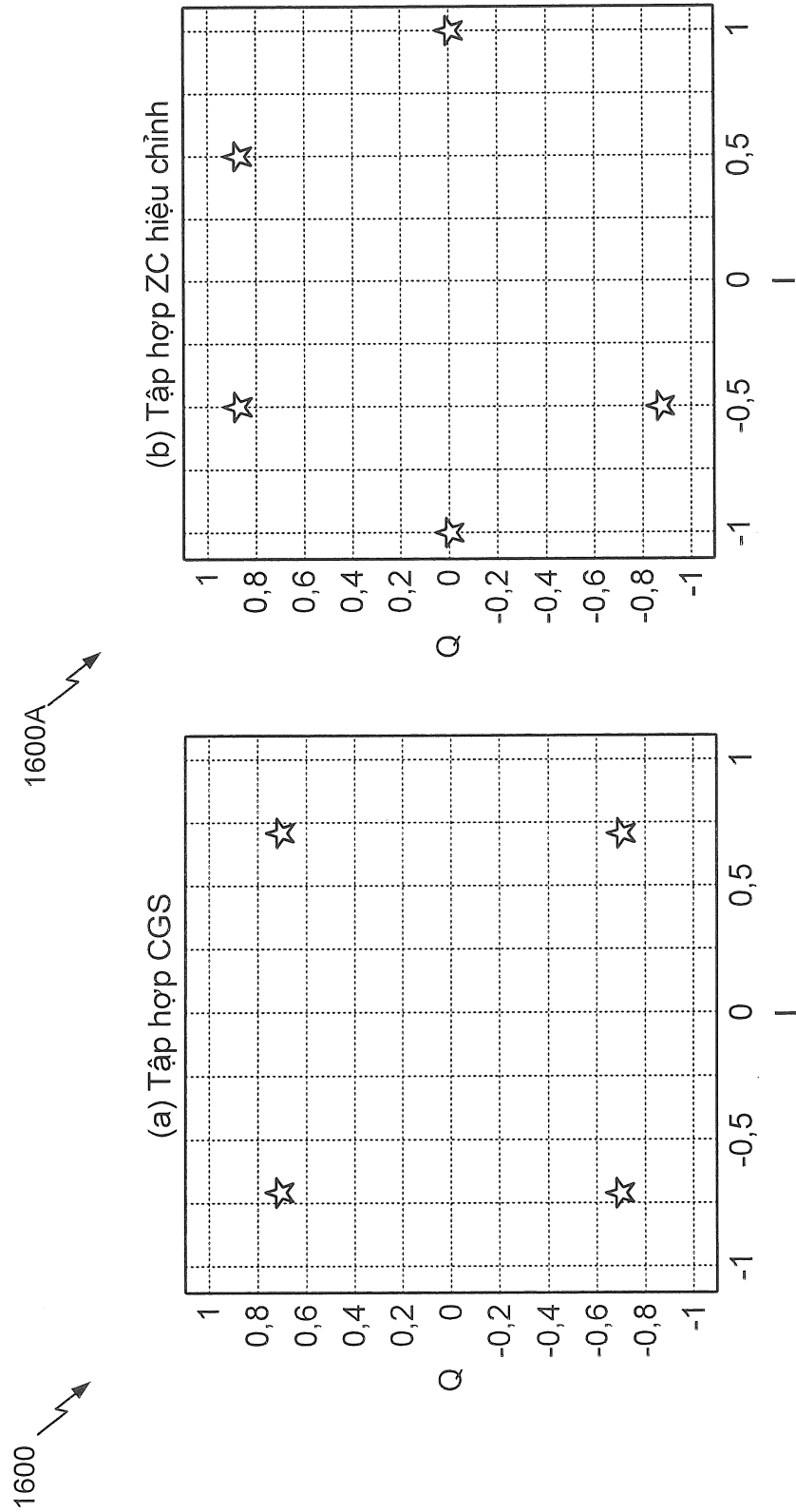


Fig.16A

Fig.16

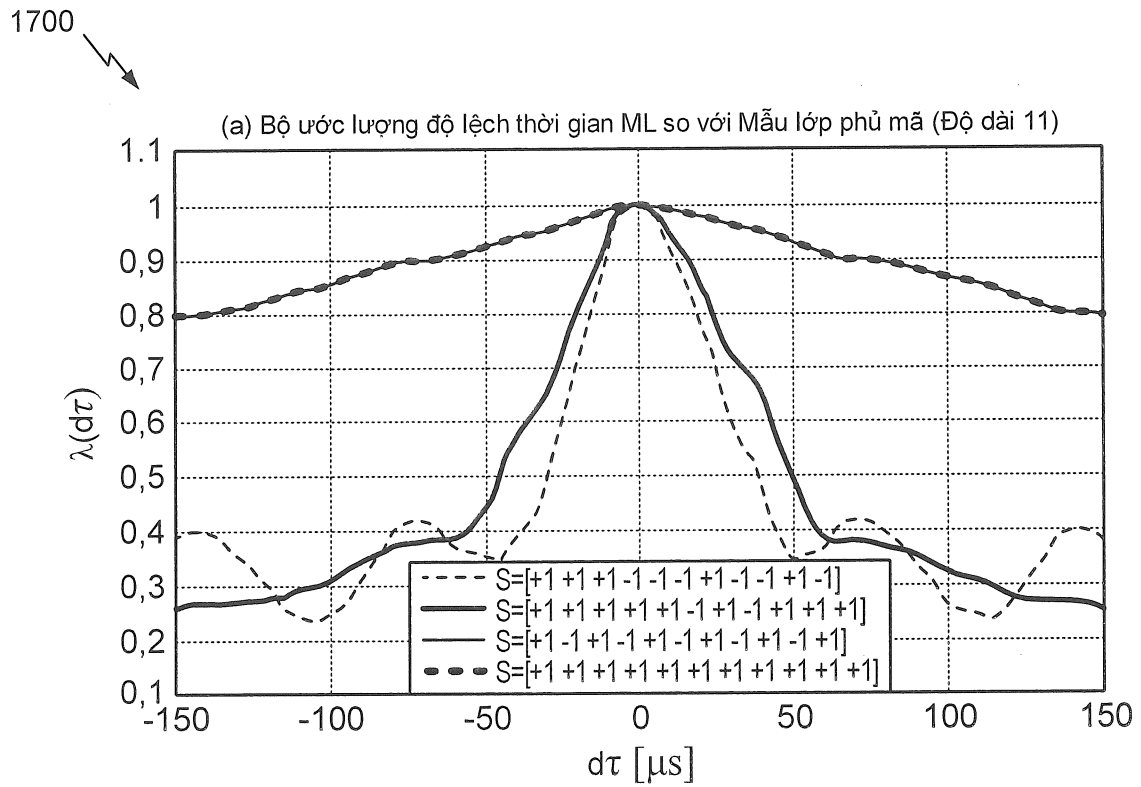


Fig.17

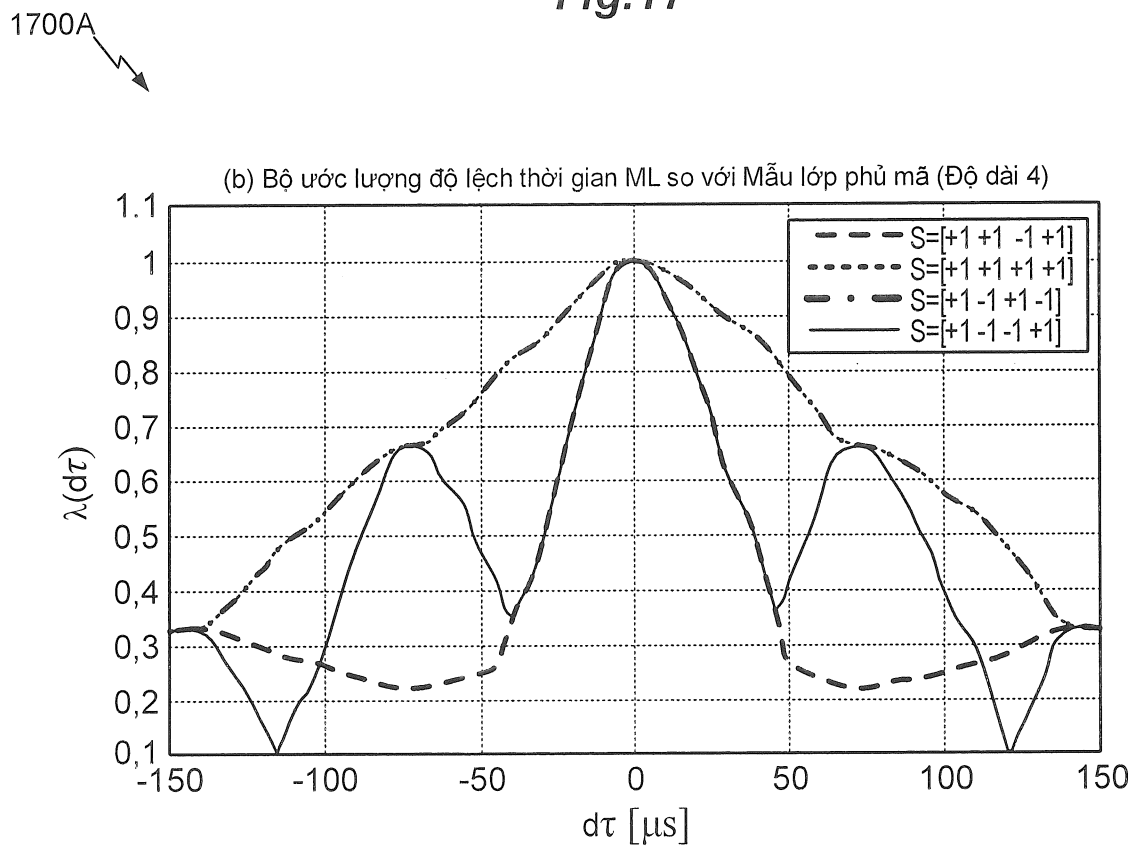


Fig.17A

1800 ↗

Chỉ số ký hiệu SSS	1	2	3	...	M	TÀI TIN
Sắp xếp nghiệm #1	$\mu(1,1)$	$\mu(1,2)$	$\mu(1,3)$	...	$\mu(1,M)$	ID ô
Sắp xếp nghiệm #2	$\mu(2,1)$	$\mu(2,2)$	$\mu(2,3)$	...	$\mu(2,M)$	ID ô
Sắp xếp nghiệm #3	$\mu(3,1)$	$\mu(3,2)$	$\mu(3,3)$	...	$\mu(3,M)$	ID ô
	•	•	•			Số khung con
	•	•	•			Thông tin hệ thống

Fig.18