



(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)



1-0027207

(51)⁸ H04L 25/02

(13) B

(21) 1-2017-02734

(22) 30/01/2015

(86) PCT/CN2015/071975 30/01/2015

(87) WO 2016/101386 30/06/2016

(30) 201410841019.9 27/12/2014 CN

(45) 25/01/2021 394

(43) 26/03/2018 360A

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

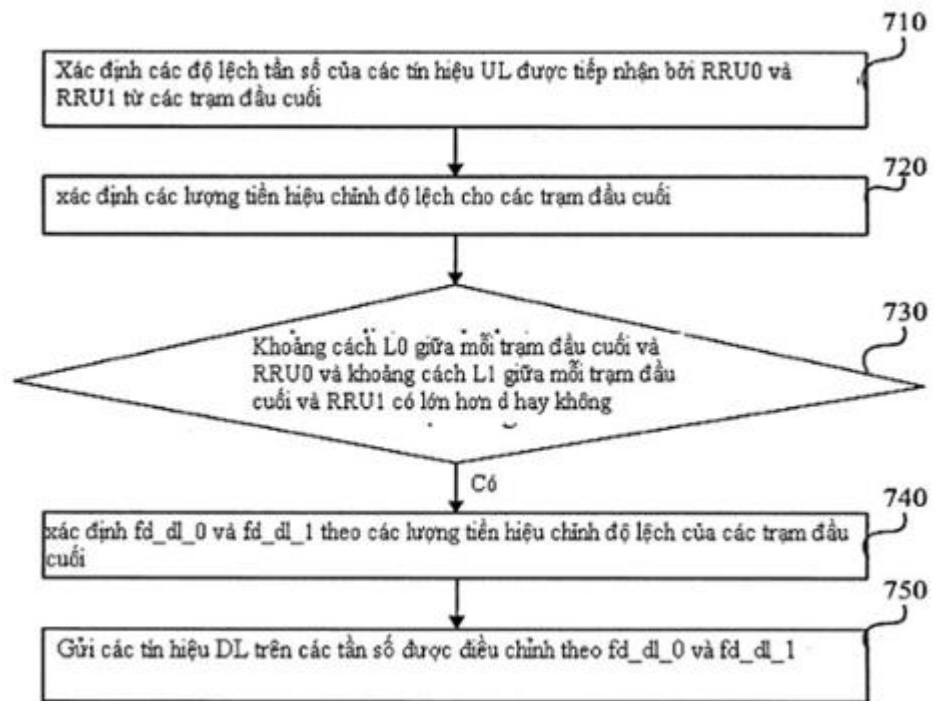
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) XU, Mingtao (CN); XU, Heng (CN); QUE, Chengsheng (CN); HUANG, Hui (CN);
GU, Chunying (CN); WANG, Xinyu (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) HỆ THỐNG PHÂN TÁN VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp, thiết bị và hệ thống truyền thông. Thiết bị truyền thông gồm khối băng cơ sở (baseband unit, BBU) và hai khối vô tuyến từ xa (remote radio unit, RRU): RRU_0 và RRU_1 , trong đó BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp một phần ở khu vực thứ nhất; và RRU_0 và RRU_1 được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ tín hiệu liên kết xuống (downlink, DL) thứ nhất trên tần số f_0 , và sau đó gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ hai trên tần số thứ nhất và tần số thứ hai, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$, tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$, trong đó ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0. Thiết bị truyền thông nêu trên có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông sử dụng chế độ nối mạng được kết hợp tế bào, có thể cải thiện hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối di chuyển.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực truyền thông, và cụ thể là, đến phương pháp, thiết bị và hệ thống truyền thông để điều chỉnh độ lệch tần số trong hệ thống triển khai kết nối mạng bằng cách sử dụng tế bào kết hợp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình truyền thông giữa trạm đầu cuối và trạm gốc (base station, BS), nếu trạm đầu cuối di chuyển nhanh, truyền thông giữa trạm đầu cuối và BS bị ảnh hưởng.

Một mặt, tín hiệu liên kết xuống (downlink, DL) được truyền bởi BS bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng Doppler, do đó gây ra việc độ lệch tần số Doppler cụ thể (tên đầy đủ có thể là: độ lệch tần số) tồn tại trong tín hiệu khi tín hiệu đến trạm đầu cuối. Mức độ lệch tần số có thể được gọi là độ lệch tần số Doppler (tên đầy đủ là độ lệch tần số). Độ lệch tần số Doppler ảnh hưởng đến hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của hệ thống.

Theo giải pháp kỹ thuật đã biết, trạm đầu cuối có thể ước tính độ lệch tần số của tín hiệu DL của BS, và điều chỉnh tích cực bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối, sao cho tần số của trạm đầu cuối nhất quán với tần số của tín hiệu DL mà có độ lệch tần số, nhờ đó ngăn không cho hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối bị suy giảm.

Như được thể hiện trên Fig.1, trong ngữ cảnh trong đó trạm đầu cuối ước tính độ lệch tần số của tín hiệu DL của BS, f_{d-max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu DL, f_c là tần số mà trên đó BS truyền tín hiệu DL, θ là góc nằm giữa hướng di chuyển của trạm đầu cuối và hướng của BS so với trạm đầu cuối, V là tốc độ di chuyển của trạm đầu cuối, mũi tên liền nét chỉ báo hướng mà theo đó BS truyền tín hiệu đến trạm đầu cuối, và mũi

tên đứt nét chỉ báo hướng di chuyển của trạm đầu cuối. Trạm đầu cuối có thể xác định độ lệch tần số của tín hiệu DL theo hiệu số pha giữa các giá trị được ước tính bởi kênh của hai ký hiệu chủ của tín hiệu DL và khoảng thời gian giữa hai ký hiệu chủ, và điều chỉnh bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối theo độ lệch tần số.

Mặt khác, trạm đầu cuối di chuyển nhanh có thể thực hiện chuyển vùng tế bào thường xuyên, nhờ đó làm suy giảm hiệu năng hệ thống. Do vậy, hệ thống truyền thông trong đó tồn tại trạm đầu cuối di chuyển nhanh, chẳng hạn, hệ thống truyền thông dọc đường sắt cao tốc, có thể sử dụng chế độ mạng tế bào kết hợp, để giảm số lượng chuyển vùng của trạm đầu cuối. Giả sử rằng, trong hệ thống truyền thông gồm BS và trạm đầu cuối, BS gồm một khối băng cơ sở (Baseband Unit, BBU) và nhiều khối vô tuyến từ xa (Remote Radio Unit, RRU). Mỗi RRU tương ứng với một tế bào vật lý, tế bào logic gồm nhiều tế bào vật lý tương ứng với một BBU, và tất cả các tế bào vật lý bên trong một tế bào logic thực hiện truyền kết hợp DL và tiếp nhận kết hợp liên kết lên (uplink, UL), nhờ đó đạt được chế độ nối mạng tế bào kết hợp.

Theo giải pháp kỹ thuật đã biết, trạm đầu cuối di chuyển A_1 có thể được đặt trong khu vực phủ sóng của hai RRU. Như được thể hiện trên Fig.2, trong tình huống trong đó trạm đầu cuối A_1 ước tính độ lệch tần số của tín hiệu DL của BS, các góc giữa các tín hiệu DL của RRU_0 và RRU_1 và hướng di chuyển của trạm đầu cuối A_1 lần lượt là θ_1 và θ_2 , và hiệu số giữa các độ lệch tần số thực của các tín hiệu DL được gửi riêng rẽ bởi RRU_0 và RRU_1 là rất lớn khi các tín hiệu DL đến trạm đầu cuối A_1 . RRU_0 và RRU_1 sử dụng cách thức truyền kết hợp DL, tức là, nội dung của các tín hiệu DL là giống nhau, và do vậy tín hiệu đã được tiếp nhận bởi trạm đầu cuối A_1 chỉ có thể là tín hiệu kết hợp của các tín hiệu DL từ RRU_0 và RRU_1 . Nếu trạm đầu cuối A_1 ước tính độ lệch tần số của tín hiệu DL bằng cách sử dụng giải pháp kỹ thuật đã biết trong tình huống trên Fig.1, các

hiệu số giữa độ lệch tần số được ước tính và hai độ lệch tần số thực đều là rất lớn, do đó làm suy giảm hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối.

Có thể thấy được rằng, theo giải pháp kỹ thuật đã biết, trong hệ thống truyền thông sử dụng chế độ nối mạng được tế bào kết hợp, hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối di chuyển có thể là thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp, thiết bị và hệ thống truyền thông, có thể giải quyết vấn đề là hiệu năng của trạm đầu cuối di chuyển khi giải điều biến tín hiệu DL có thể thấp trong hệ thống truyền thông hiện tại sử dụng chế độ nối mạng được kết hợp tế bào.

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông, gồm: BBU và hai RRU: RRU_0 và RRU_1 , trong đó BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp ở khu vực thứ nhất; và RRU_0 và RRU_1 được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ nhất trên tần số f_0 , và sau đó gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ hai trên tần số thứ nhất và tần số thứ hai, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$, tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$, trong đó ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất hệ thống truyền thông, gồm: thiết bị truyền thông nêu trên.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, gồm: gửi riêng rẽ, bởi BS, tín hiệu DL thứ nhất trên tần số f_0 , và sau đó gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ hai trên tần số thứ nhất và tần số thứ hai, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ

nhất $f_{d_dl_0}$, tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$, trong đó ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0; và BS gồm BBU và hai RRU: RRU_0 và RRU_1 , trong đó BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp ở khu vực thứ nhất.

Một cách tùy chọn, ở thiết bị truyền thông, hệ thống, và phương pháp nêu trên, $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ thỏa mãn riêng rẽ điều kiện cụ thể, để đảm bảo hiệu năng giải điều biến trạm đầu cuối. Điều kiện nêu trên có thể gồm: $|f_{d_dl_0}| < |2*f_{d_dl}|$; và $|f_{d_dl_1}| < |2*f_{d_dl}|$, trong đó các tham số f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là số không dương, hoặc, f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là số không âm. Chẳng hạn, $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ đều bằng f_{d_dl} , và khác 0.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông, gồm: BBU và hai RRU: RRU_0 và RRU_1 , trong đó BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp ở khu vực thứ nhất; RRU_0 và RRU_1 được tạo cấu hình để nhận riêng rẽ các tín hiệu UL được gửi bởi n trạm đầu cuối di chuyển từ RRU_1 đến RRU_0 , trong đó n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, trạm đầu cuối thứ i được chỉ báo bởi trạm đầu cuối A_i , và i là giá trị bất kỳ từ 1 đến n; BBU được tạo cấu hình để xác định tham số f_{d_dl} ; và RRU_0 và RRU_1 còn được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ tín hiệu DL trên tần số được điều chỉnh theo f_{d_dl} , trong đó $f_d(i)$ chỉ báo giá trị ước tính độ lệch tần số Doppler của trạm đầu cuối A_i được xác định theo các tín hiệu UL:

$$f_{d_dl} = \sum_{i=1}^n a(i) * f_d(i); \text{ và } \sum_{i=1}^n a(i) = 1, \text{ và } 0 \leq a(i) \leq 1.$$

Theo cách thức triển khai thứ nhất của khía cạnh thứ ba của sáng chế,

BBU có thể được tạo cấu hình cụ thể để xác định $f_d(i)$ bằng cách sử dụng công thức sau: $f_d(i) = R * (\Delta f_0(i) - \Delta f_1(i)) / 2$, trong đó $\Delta f_0(i)$ chỉ báo độ lệch tần số của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 từ trạm đầu cuối A_i , và $\Delta f_1(i)$ chỉ báo độ lệch tần số của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_1 từ trạm đầu cuối A_i ; và R là biến lớn hơn 0. Một cách tùy chọn, khi BBU làm việc trong hệ thống TDD, giá trị của R bằng 1; hoặc, khi BBU làm việc trong hệ thống FDD, R là tỷ lệ của tần số kênh mang DL trên tần số kênh mang UL trong hệ thống FDD.

Dựa vào khía cạnh thứ ba của sáng chế hoặc cách thức triển khai thứ nhất của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai thứ hai của khía cạnh thứ ba của sáng chế, BBU có thể còn được tạo cấu hình để xác định công suất nhận được tín hiệu chuẩn (reference signal received power, RSRP) của các tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 và RRU_1 , và xác định $a(i)$ theo các công thức sau:

$$RSRP_i = RSRP_0(i) + RSRP_1(i);$$

$$RSRP_sum = \sum RSRP_i; \text{ và}$$

$$a(i) = RSRP_i / RSRP_sum$$

trong đó $RSRP_0(i)$ chỉ báo RSRP của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 từ trạm đầu cuối A_i , và $RSRP_1(i)$ chỉ báo RSRP của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_1 từ trạm đầu cuối A_i .

Dựa vào khía cạnh thứ ba của sáng chế hoặc các cách thức triển khai nêu trên của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai thứ ba của khía cạnh thứ ba của sáng chế, các khoảng cách từ khu vực thứ nhất đến RRU_0 và RRU_1 đều là d , trong đó,

$$d = \frac{(100 - q) * D_{\min}}{\sqrt{200q - q^2}}$$

trong đó $q\%$ chỉ báo dung sai cho hiệu số giữa các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối khác nhau, khoảng giá trị của q là $[0, 100]$, và khoảng giá trị của $D_{\min}$ là $[L_0, L_1]$, trong đó L_0 chỉ báo khoảng cách thẳng đứng

giữa các đường di chuyển của RRU_0 và trạm đầu cuối A_i , và L_1 chỉ báo khoảng cách thẳng đứng giữa các đường di chuyển của RRU_1 và trạm đầu cuối A_i .

Dựa vào khía cạnh thứ ba của sáng chế hoặc các cách thức triển khai nêu trên của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai thứ tư của khía cạnh thứ ba của sáng chế, BBU còn được tạo cấu hình để: trước khi xác định f_{d_dl} , xác định rằng n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ ba của sáng chế và các cách thức triển khai nêu trên của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai thứ năm của khía cạnh thứ ba của sáng chế, BBU được tạo cấu hình cụ thể để: khi điều kiện thứ nhất và điều kiện thứ hai được thỏa mãn, xác định rằng n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, trong đó điều kiện thứ nhất gồm việc: giá trị ước tính độ lệch tần số Doppler của mỗi trạm đầu cuối trong n trạm đầu cuối là số dương hoặc số âm, và điều kiện thứ hai gồm việc: giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa các giá trị ước tính độ lệch tần số Doppler của cứ hai trạm đầu cuối trong n trạm đầu cuối nhỏ hơn hoặc bằng $|q\% * f_{d_max}|$, trong đó f_{d_max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu DL từ RRU_0 hoặc RRU_1 .

Dựa vào cách thức triển khai thứ tư hoặc thứ năm của khía cạnh thứ ba của sáng chế, theo cách thức triển khai thứ sáu của khía cạnh thứ ba của sáng chế, BBU còn được tạo cấu hình để: nếu n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, xác định f_{d_dl} theo chu kỳ T . Một cách tùy chọn, BBU còn được tạo cấu hình để xác định T , trong đó khoảng giá trị của T là $[m * t, D_s / v]$, trong đó t chỉ báo chu kỳ trong đó trạm đầu cuối A_i báo cáo lượng đo lường, và lượng đo lường là kết quả đo lường của trạm đầu cuối A_i cho RSRP của tín hiệu DL từ RRU_0 ; m lớn hơn 0; D_s chỉ báo khoảng cách giữa RRU_0 và RRU_1 ; và v chỉ báo tốc độ di chuyển của trạm đầu cuối A_i .

Dựa vào khía cạnh thứ ba của sáng chế hoặc các cách thức triển khai

nêu trên của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai thứ bảy của khía cạnh thứ ba của sáng chế, khi các tần số trung tâm của RRU_0 và RRU_1 là f_0 , RRU_0 và RRU_1 được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ tín hiệu DL trên tần số được điều chỉnh theo f_{d_dl} gồm: RRU_0 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu DL trên tần số thứ nhất, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$; và RRU_1 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu DL bằng cách sử dụng tần số thứ hai, trong đó tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$, trong đó ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0.

Một cách tùy chọn, $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau:

$|f_{d_dl_0}| < |2*f_{d_dl}|$; và $|f_{d_dl_1}| < |2*f_{d_dl}|$, trong đó các tham số f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là số không dương, hoặc, f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là số không âm. Chẳng hạn, $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ đều bằng f_{d_dl} , và khác 0.

Phương pháp, thiết bị và hệ thống truyền thông được đề xuất bởi các giải pháp nêu trên có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông nhờ sử dụng chế độ nối mạng được tế bào kết hợp, có thể ngăn không cho hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL bị suy giảm của trạm đầu cuối di chuyển.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ của ngữ cảnh trong đó trạm đầu cuối ước tính độ lệch tần số của tín hiệu DL từ BS;

Fig.2 là sơ đồ của ngữ cảnh trong đó trạm đầu cuối A_1 ước tính các độ lệch tần số của các tín hiệu DL từ hai RRU;

Fig.3 là sơ đồ của hệ thống truyền thông sử dụng chế độ nối mạng được tế bào kết hợp dọc theo đường sắt cao tốc;

Fig.4 là sơ đồ của hệ thống truyền thông khác sử dụng chế độ nối mạng được tế bào kết hợp dọc theo đường sắt cao tốc;

Fig.5 là sơ đồ của hệ thống truyền thông khác sử dụng chế độ nối

mạng được tế bào kết hợp dọc theo đường sắt cao tốc;

Fig.6 là sơ đồ cấu trúc của thiết bị truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.7 là lưu đồ của phương pháp truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.8 là sơ đồ phẳng của các vị trí tương đối của trạm đầu cuối, và RRU_0 và RRU_1 theo phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau mô tả chi tiết các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế dựa vào các hình vẽ đi kèm theo các phương án thực hiện sáng chế. Rõ ràng là, các phương án thực hiện được mô tả chỉ là một số chứ không phải tất cả các phương án thực hiện sáng chế. Tất cả các phương án thực hiện khác thu được bởi người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực dựa vào các phương án thực hiện sáng chế mà không cần nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Các phương án thực hiện sáng chế áp dụng cho nhiều loại hệ thống truyền thông, chẳng hạn, hệ thống tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE), và hệ thống truyền thông khác có sóng chủ chung DL. Ngoài ra, khi được áp dụng cho một số ngữ cảnh, các phương án thực hiện sáng chế dĩ nhiên có thể đảm bảo hiệu năng giải điều biến trạm đầu cuối và hiệu năng hệ thống truyền thông. Các ngữ cảnh này gồm nhưng không bị giới hạn ở: ngữ cảnh trong đó trạm đầu cuối di chuyển (cụ thể di chuyển nhanh) trong hệ thống truyền thông sử dụng chế độ nối mạng được tế bào kết hợp. Chẳng hạn, các ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.3, Fig.4, và Fig.5.

Như được thể hiện trên Fig.3, ở ngữ cảnh trong đó trạm đầu cuối di chuyển tồn tại, cột 0 đến cột n là n cột dọc theo đường sắt cao tốc, cứ hai cột lại cách nhau một khoảng cách cụ thể, đường thẳng được tạo giữa hai

cột song song với đường thẳng (rãnh) mà tàu nằm trên đó, và khoảng cách giữa các đường song song được chỉ báo bởi $D_{\min}$. Một RRU nằm trên mỗi cột. Mỗi RRU tương ứng với một tế bào vật lý, tế bào logic gồm nhiều tế bào vật lý tương ứng với một BBU, và tất cả các tế bào vật lý bên trong một tế bào logic thực hiện truyền kết hợp DL và nhận kết hợp UL, nhờ đó đạt chế độ nối mạng được tế bào kết hợp. Giả sử rằng, số lượng cột bằng số lượng RRU trên cột, tức là, RRU_n được đặt trên cột n , trong đó khu vực phủ sóng của RRU_n là tế bào vật lý n . Sau đó, có thể xem xét rằng tế bào vật lý n được tạo bởi khu vực phủ sóng phần thứ nhất và khu vực phủ sóng phần thứ hai đối xứng với cột n làm tâm. Khu vực phủ sóng phần thứ nhất của tế bào vật lý n trùng lặp khu vực phủ sóng một phần của tế bào vật lý, và khu vực phủ sóng phần thứ hai của tế bào vật lý n trùng lặp khu vực phủ sóng một phần của tế bào vật lý khác. Chẳng hạn, từ hướng dọc theo đường sắt cao tốc, một phần tế bào vật lý 1 ở bên trái của cột 1 trùng lặp một phần của tế bào vật lý 0 ở bên phải của cột 0, và một phần của tế bào vật lý 1 ở bên phải của cột 1 trùng lặp một phần của tế bào vật lý 2 ở bên trái của cột 2. Tàu chạy từ phải sang trái vào khu vực trùng lặp của tế bào vật lý 0 và tế bào vật lý 1. Hướng dịch chuyển của trạm đầu cuối A_1 có thể được mô tả dưới dạng: trạm đầu cuối A_1 đi xa khỏi RRU_1 và đến RRU_0 , hoặc, trạm đầu cuối A_1 di chuyển từ RRU_1 đến RRU_0 . Trạm đầu cuối A_1 có thể nhận các tín hiệu DL từ cả RRU_0 lẫn RRU_1 .

Bằng cách so sánh, các sự khác biệt giữa Fig.4 và Fig.3 nằm ở chỗ: các số lượng RRU trên mỗi cột là khác nhau, tức là, hai RRU nằm trên mỗi cột trên Fig.4, trong khi một RRU được nằm trên mỗi cột trên Fig.3; các khu vực của các tế bào vật lý được phủ sóng bởi các RRU là khác nhau, chẳng hạn, trên Fig.4, $RRU_0(1)$ và $RRU_0(2)$ phủ sóng riêng rẽ một nửa tế bào vật lý 0 được phủ sóng bởi RRU_0 được thể hiện trên Fig.3.

Bằng cách so sánh, các sự khác biệt giữa Fig.5 và Fig.3 ở chỗ: các cột

trên Fig.5 được khai triển theo cách thức so le ở hai bên của đường rãnh, tức là, hai RRU lân cận ở hai bên của đường di chuyển của trạm đầu cuối A_1 ; trong khi các cột trên Fig.3 được khai triển ở một phía của đường rãnh, tức là, hai RRU lân cận ở cùng phía của đường di chuyển của trạm đầu cuối A_1 . Trên Fig.5, hai RRU có thể được đặt trên mỗi cột, và mỗi RRU phủ sóng một nửa tế bào vật lý 0 được phủ sóng bởi RRU_0 được thể hiện trên Fig.3.

Có thể hiểu rằng, trong các ngữ cảnh nêu trên được thể hiện trên Fig.3, Fig.4, và Fig.5, nhiều trạm đầu cuối có thể xuất hiện trên tàu.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, giả sử rằng trạm đầu cuối A_1 trên tàu là khu vực trùng lặp của tế bào vật lý 0 tương ứng với RRU_0 và tế bào vật lý 1 tương ứng với RRU_1 . Ngoài ra, còn giả sử rằng các trạm đầu cuối khác từ A_2 đến A_n , còn xuất hiện trên tàu, tức là: có tổng cộng n trạm đầu cuối. Nếu các trạm đầu cuối khác nhau được chỉ báo bởi các giá trị khác nhau của i , khoảng giá trị của i là từ 1 đến n , trong đó trạm đầu cuối thứ i có thể được chỉ báo bởi A_i . Tức là, RRU_0 và RRU_1 có thể nhận các tín hiệu UL được gửi bởi n trạm đầu cuối, chẳng hạn, DMRS (demodulation reference signal, tín hiệu chuẩn giải điều biến), và do vậy BBU có thể thực thi các phương án thực hiện sáng chế theo tất cả hoặc một số tín hiệu UL nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.6, phương án thực hiện sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông 60, trong đó thiết bị truyền thông 60 có thể là BS. Thiết bị truyền thông 60 gồm BBU 601 và hai RRU: $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$, trong đó BBU 601 được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi $RRU_0(2)$ và tế bào vật lý được phủ sóng bởi $RRU_1(1)$; và tế bào vật lý được phủ sóng bởi $RRU_0(2)$ và tế bào vật lý được phủ sóng bởi $RRU_1(1)$ trùng lặp một phần ở khu vực thứ nhất.

Một cách tùy chọn, ở thiết bị truyền thông 60, $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$

đều có thể được tạo cấu hình để gửi các tín hiệu DL trên tần số f_0 , và nếu tần số f_0 thay đổi, thì $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ có thể còn được tạo cấu hình để gửi các tín hiệu DL trên tần số thay đổi.

Chẳng hạn, $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ nhất trên tần số f_0 , và sau đó gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ hai trên tần số thứ nhất và tần số thứ hai, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$, và tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$. f_0 là các tần số trung tâm của $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$, và ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0.

Một cách tùy chọn, $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ thỏa mãn các điều kiện sau (1) đến (3):

- (1) mối quan hệ giữa $f_{d_dl_0}$ và f_{d_dl} là $|f_{d_dl_0}| < 2*|f_{d_dl}|$;
- (2) mối quan hệ giữa $f_{d_dl_1}$ và f_{d_dl} là $|f_{d_dl_1}| < 2*|f_{d_dl}|$; và
- (3) các tham số f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là số không dương hoặc đều là các số không âm.

Lưu ý rằng, điều kiện (3) có thể gồm nhiều trường hợp, như được thể hiện trên bảng 1. Chẳng hạn, trường hợp mà thỏa mãn các điều kiện nêu trên từ (1) đến (3) là: $f_{d_dl_0} = f_{d_dl_1} = f_{d_dl} \neq 0$.

Bảng 1

f_{d_dl}	$f_{d_dl_0}$	$f_{d_dl_1}$
Số dương	Số dương	Số dương
Số dương	0	Số dương
Số dương	Số dương	0
Số âm	Số âm	Số âm
Số âm	0	Số âm
Số âm	Số âm	0

Ở ví dụ khác, $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ nhất trên tần số f_0 , và sau đó gửi riêng rẽ tín hiệu DL thứ

hai trên tần số thứ nhất và tần số thứ hai, trong đó tần số thứ nhất là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$, và tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$; và f_0 là các tần số trung tâm của $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$, và ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0.

Một cách tùy chọn, $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ thỏa mãn các điều kiện sau từ (4) đến (6):

(4) mối quan hệ giữa $f_{d_dl_0}$ và f_{d_dl} là $|f_{d_dl_0}| < 2*|f_{d_dl}|$;

(5) mối quan hệ giữa $f_{d_dl_1}$ và f_{d_dl} là $|f_{d_dl_1}| < 2*|f_{d_dl}|$; và

(6) các tham số f_{d_dl} và $f_{d_dl_1}$ đều là các số không dương, và $f_{d_dl_0}$ là số không âm; hoặc, f_{d_dl} và $f_{d_dl_1}$ đều là các số không âm, và $f_{d_dl_0}$ là số không dương.

Lưu ý rằng, điều kiện (6) có thể gồm nhiều trường hợp, như được thể hiện trên bảng 2. Chẳng hạn, trường hợp mà thỏa mãn các điều kiện nêu trên từ (4) đến (6) là: $f_{d_dl_0} = -f_{d_dl} \neq 0$, và $f_{d_dl_1} = f_{d_dl}$.

Bảng 2

f_{d_dl}	$f_{d_dl_0}$	$f_{d_dl_1}$
Số dương	Số âm	Số dương
Số dương	0	Số dương
Số dương	Số âm	0
Số âm	Số dương	Số âm
Số âm	0	Số âm
Số âm	Số dương	0

f_{d_dl} theo phương án thực hiện sáng chế nói chung là khác 0, và do vậy thực hiện mô tả bằng cách sử dụng trường hợp trong đó f_{d_dl} là số dương hoặc số âm làm ví dụ trong bảng 1 và bảng 2 nêu trên.

Lưu ý rằng, các điều kiện và các ví dụ nêu trên còn có nhiều biến thể khác, có thể áp dụng cho phương án thực hiện sáng chế. Các chi tiết

không được mô tả lại ở đây.

Ở thiết bị truyền thông 60 theo phương án thực hiện sáng chế, giả sử rằng, $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ gửi các tín hiệu DL sau khi tần số được điều chỉnh đến trạm đầu cuối mà gần chạm $RRU_0(2)$ và đi xa khỏi $RRU_1(1)$ trong khu vực phủ sóng trùng lặp của $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$. Các độ lệch tần số của các tín hiệu DL nêu trên khi đến trạm đầu cuối ít ảnh hưởng đến hiệu năng giải điều biến trạm đầu cuối, tức là, hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối được cải thiện. Cụ thể là, ở hai ví dụ nêu trên trong đó các điều kiện từ (1) đến (3) và các điều kiện từ (4) đến (6) được thỏa mãn, các độ lệch tần số của các tín hiệu DL nêu trên khi đến trạm đầu cuối có thể tương tự, và trong trường hợp này, rõ ràng đảm bảo hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối.

Lưu ý rằng, thiết bị truyền thông 60 không bị giới hạn ở việc bao gồm chỉ hai RRU. Như được thể hiện trên Fig.6, thiết bị truyền thông 60 có thể còn gồm $RRU_0(1)$, $RRU_1(2)$, $RRU_2(1)$, $RRU_2(2)$, và tương tự, và các tế bào vật lý được phủ sóng bởi các RRU này có thể được thể hiện trên Fig.4.

Ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.4 được sử dụng làm ví dụ. Phần sau mô tả chi tiết thiết bị truyền thông 60.

Một cách tùy chọn, nếu tần số f_0 thay đổi, thì $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ trước hết có thể xác định, trước khi gửi các tín hiệu DL trên tần số thay đổi, tham số f_{d_dl} dựa vào tần số f_0 nào thay đổi. Chẳng hạn, thiết bị truyền thông 60 xác định f_{d_dl} bằng cách sử dụng các tín hiệu UL được gửi bởi n trạm đầu cuối, trong đó n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, và hướng di chuyển là từ $RRU_1(1)$ đến $RRU_0(2)$, trạm đầu cuối thứ i được chỉ báo bởi trạm đầu cuối A_i , và i là giá trị bất kỳ từ 1 đến n ; và sau đó $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ nhận riêng rẽ các tín hiệu UL được gửi bởi n trạm đầu cuối, và BBU 601 xác định biến tiến trình $f_d(i)$ cho trạm đầu cuối A_i theo các tín hiệu UL, và xác định f_{d_dl} theo công thức sau

(6.1):

$$f_{d_dl} = \sum_{i=1}^n a(i) * f_d(i) \quad \text{công thức (6.1); và}$$

$$\sum_{i=1}^n a(i) = 1, \text{ và } 0 \leq a(i) \leq 1.$$

Có thể hiểu rằng theo phương án thực hiện sáng chế, khi BBU 601 xác định f_{d_dl} bằng cách sử dụng công thức (6.1), yêu cầu $f_d(i)$ và $a(i)$ khả dụng, trong đó $f_d(i)$ có thể được gọi là giá trị ước tính độ lệch tần số Doppler hoặc lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của trạm đầu cuối A_i , và $a(i)$ có thể được gọi là giá trị trọng số. Bằng cách sử dụng ví dụ, phần sau mô tả cách thức xác định trước $f_d(i)$ và $a(i)$ trước khi BBU 601 xác định f_{d_dl} .

Công thức (6.2) sau là ví dụ trong đó BBU 601 xác định $f_d(i)$:

$$f_d(i) = R * (\Delta f_0(i) - \Delta f_1(i)) / 2 \quad \text{công thức (6.2),}$$

trong đó $\Delta f_0(i)$ chỉ báo độ lệch tần số của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU₀(2) từ trạm đầu cuối A_i , và $\Delta f_1(i)$ chỉ báo độ lệch tần số của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU₁(1) từ trạm đầu cuối A_i .

Ở công thức nêu trên (6.2), biến R lớn hơn 0. Một cách tùy chọn, BBU 601 xác định giá trị R theo chuẩn của hệ thống truyền thông trong đó BBU 601 làm việc (tức là, hệ thống truyền thông trong đó đặt thiết bị truyền thông 60). Chẳng hạn, nếu BBU 601 làm việc trong hệ thống TDD (time division duplex, song công phân chia thời gian), BBU 601 có thể xác định rằng R bằng 1. Ở ví dụ khác, nếu BBU 601 làm việc trong hệ thống FDD, BBU 601 có thể xác định rằng R là tỷ lệ của tần số kênh mang DL trên tần số kênh mang UL trong hệ thống FDD (frequency division duplex, song công phân chia tần số).

Lưu ý rằng, nếu hiệu số giữa $f_d(i)$ được xác định theo công thức (6.2) nêu trên và f_{d_max} có dung sai, trong đó f_{d_max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu DL được gửi bởi RRU₀(2) hoặc RRU₁(1) đến trạm đầu cuối A_i , biến tiến trình $f_d(i)$ cho trạm đầu cuối A_i có thể được xem là giá trị ước

tính của độ lệch tần số Doppler của trạm đầu cuối A_i , được gọi tắt là giá trị ước tính độ lệch tần số Doppler.

Công thức (6.3) sau là ví dụ trong đó BBU 601 xác định $a(i)$:

$$a(i) = \text{RSRP}_i / \text{RSRP_sum} \quad \text{công thức (6.3);}$$

$$\text{RSRP}_i = \text{RSRP}_0(i) + \text{RSRP}_1(i); \text{ và}$$

$$\text{RSRP_sum} = \sum \text{RSRP}_i$$

trong đó $\text{RSRP}_0(i)$ chỉ báo RSRP của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi $\text{RRU}_0(2)$ từ trạm đầu cuối A_i , và $\text{RSRP}_1(i)$ chỉ báo RSRP của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi $\text{RRU}_1(1)$ từ trạm đầu cuối A_i . Đơn vị của RSRP nêu trên có thể là mW.

Lưu ý rằng, có nhiều phương pháp cho BBU 601 để xác định $f_d(i)$ và $a(i)$, không bị giới hạn ở các công thức nêu trên.

Chẳng hạn, bằng cách sử dụng tất cả các giá trị điều chỉnh tần số khả thi Y_i làm tham số, BBU 601 mô phỏng các tần số điều chỉnh riêng rẽ mà trên đó $\text{RRU}_0(2)$ và $\text{RRU}_1(1)$ gửi các tín hiệu DL. Nếu các tín hiệu DL được gửi riêng rẽ bởi $\text{RRU}_0(2)$ và $\text{RRU}_1(1)$ trên các tần số được điều chỉnh bằng cách sử dụng Y_i có độ lệch tần số X tương tự (chẳng hạn, các độ lệch tần số X đều bằng 0) khi đến trạm đầu cuối thứ i (A_i), Y_i có thể được gọi là lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch cho trạm đầu cuối A_i , tức là, thích hợp để sử dụng công thức (6.1) nêu trên để điều chỉnh $f_d(i)$ của các tín hiệu DL. Lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch có thể được hiểu như sau: trước khi các tần số được điều chỉnh bằng cách sử dụng Y_i , quá trình điều chỉnh khả thi được mô phỏng, để lựa chọn biến tiến trình thích hợp. Một cách tùy chọn, phần mô phỏng ở đây có thể được triển khai bằng cách sử dụng hành động như mô phỏng trong tiến trình truyền thông và/hoặc tính toán số học.

Một cách tùy chọn, thiết bị truyền thông 60 xác định $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ bằng cách sử dụng f_{d_dl} làm tham số, và sau đó điều chỉnh tần số f_0 theo $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$. Quá trình này có thể được gọi là điều chỉnh tần số bằng

cách sử dụng f_{d_dl} làm tham số.

Có thể hiểu rằng, việc điều chỉnh tần số được thực hiện bằng thiết bị truyền thông 60 bằng cách sử dụng f_{d_dl} làm tham số là điều chỉnh thực hoạt động trên các tín hiệu DL được gửi đến nhiều trạm đầu cuối, và điều chỉnh tần số được thực hiện bởi thiết bị truyền thông 60 bằng cách sử dụng $f_d(i)$ làm tham số là điều chỉnh ảo hoạt động trên các tín hiệu DL được gửi đến trạm đầu cuối đơn. Theo phương án thực hiện sáng chế, điều chỉnh tần số gồm hiệu chỉnh lượng tương ứng với độ lệch tần số dựa trên tần số gốc, và do vậy giá trị điều chỉnh thực theo phương án thực hiện có thể còn được gọi là lượng hiệu chỉnh độ lệch, và giá trị điều chỉnh ảo (tức là, biến tiến trình $f_d(i)$) có thể còn được gọi là lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch.

Lưu ý rằng, các khoảng cách từ khu vực thứ nhất đến $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ đều là d . Tức là, khi trạm đầu cuối di chuyển trong khu vực trong đó các khoảng cách từ trạm đầu cuối đến $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ đều là d , phương án thực hiện sáng chế dĩ nhiên có thể đảm bảo hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL của trạm đầu cuối. Cụ thể là, các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối trong khu vực thứ nhất có thể được xem là tương tự, và do vậy các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi bởi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ bằng cách sử dụng tần số được điều chỉnh được cải thiện khi các tín hiệu DL đến từng trạm đầu cuối trong khu vực thứ nhất. Tức là, so với trạm đầu cuối ngoài khu vực thứ nhất nêu trên, trạm đầu cuối trong khu vực thứ nhất nêu trên hưởng lợi rõ ràng hơn từ phương pháp cho RRU để gửi tín hiệu DL bằng cách sử dụng tần số được điều chỉnh theo phương án thực hiện sáng chế. Do vậy, đối với trạm đầu cuối trong khu vực thứ nhất, khi BBU 601 thực thi phương pháp theo phương án thực hiện sáng chế, hiệu suất cao hơn, và hiệu quả đạt được tốt hơn.

Do vậy, một cách tùy chọn, BBU 601 có thể còn xác định rằng n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất trước khi xác định $f_{d_dl_0}$ và

$f_{d_dl_1}$ (thậm chí trước khi xác định f_{d_dl}), sao cho BBU 601 xác định liệu có cho phép $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ gửi các tín hiệu DL trên tần số được điều chỉnh. Nếu n trạm đầu cuối không được đặt trong khu vực thứ nhất, BBU 601 có thể xác định rằng $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ tiếp tục gửi các tín hiệu DL trên tần số f_0 . Trong trường hợp này, BBU 601 không cần xác định $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ (thậm chí không cần xác định f_{d_dl}).

Phương án thực hiện sáng chế không giới hạn tham số dựa trên việc BBU 601 xác định rằng n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất. Chẳng hạn, bằng cách đo lường các tín hiệu UL được gửi bởi n trạm đầu cuối, BBU 601 xác định khu vực cụ thể mà trạm đầu cuối đi vào. Ở ví dụ khác, BBU 601 có thể được tạo cấu hình để: khi điều kiện thứ nhất và điều kiện thứ hai được thỏa mãn, xác định rằng n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất. Điều kiện thứ nhất gồm rằng: lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của mỗi trạm đầu cuối trong n trạm đầu cuối là số dương hoặc số âm. Điều kiện thứ hai gồm rằng: giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của cứ hai trạm đầu cuối trong n trạm đầu cuối nhỏ hơn hoặc bằng $|q\% * f_{d_max}|$, trong đó f_{d_max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu DL của $RRU_0(2)$ hoặc $RRU_1(1)$.

Lưu ý rằng, d nêu trên có thể được chỉ báo bằng cách sử dụng công thức (6.4) sau:

$$d = \frac{(100 - q) * D_{min}}{\sqrt{200q - q^2}} \quad \text{công thức (6.4),}$$

trong đó $q\%$ chỉ báo dung sai cho hiệu số giữa các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối khác nhau, và khoảng giá trị của q là $[0, 100]$. Có thể hiểu rằng, trong trường hợp trong đó các hiệu số giữa các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối khác nhau nhỏ hơn hoặc bằng $q\%$, các độ lệch tần số được xem là giống nhau. Tức là, nếu các hiệu số giữa các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối khác nhau nằm trong dung sai hiệu số ($q\%$), có thể bỏ qua các hiệu số này.

Khoảng giá trị của $D_{\min}$ là $[L_0, L_1]$, trong đó L_0 chỉ báo khoảng cách thẳng đứng giữa các đường di chuyển của $RRU_0(2)$ và trạm đầu cuối A_i , và L_1 chỉ báo khoảng cách thẳng đứng giữa các đường di chuyển của $RRU_1(1)$ và trạm đầu cuối A_i . Nếu đường thẳng được tạo giữa $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ có thể được xem là song song (hoặc về cơ bản là song song) với đường di chuyển của trạm đầu cuối A_i , $D_{\min} = L_0 = L_1$.

Lưu ý rằng, q và $D_{\min}$ nêu trên đều có thể là các giá trị định trước. Chẳng hạn, giá trị thực nghiệm được tạo cấu hình trên BBU 601. Theo cách khác, q và $D_{\min}$ nêu trên có thể là các giá trị cụ thể được xác định bởi BBU 601 theo quá trình tính toán khác.

Một cách tùy chọn, BBU 601 còn được tạo cấu hình để xác định f_{d_dl} theo chu kỳ T . Chẳng hạn, sau khi xác định rằng n trạm đầu cuối nêu trên được đặt trong khu vực thứ nhất, BBU 601 xác định f_{d_dl} theo chu kỳ T . Khoảng giá trị của T là $[m * t, D_s / v]$, trong đó t chỉ báo chu kỳ trong đó trạm đầu cuối A_i báo cáo lượng đo lường, và lượng đo lường là kết quả đo lường của trạm đầu cuối A_i cho RSRP của tín hiệu DL từ $RRU_0(2)$ hoặc $RRU_1(1)$; m lớn hơn 0; D_s chỉ báo khoảng cách giữa $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$; và v chỉ báo tốc độ di chuyển của trạm đầu cuối A_i . Theo phương án thực hiện sáng chế, nếu n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, BBU 601 có thể xác định f_{d_dl} theo chu kỳ T nhiều lần, nhờ đó triển khai nhiều điều chỉnh của các tần số mà trên đó $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ gửi các tín hiệu DL. Cụ thể là, trong mỗi chu kỳ T , f_{d_dl} được xác định bởi BBU 601 có thể khác nhau. Giả sử rằng, trong hai chu kỳ T_1 và T_2 lân cận, f_{d_dl} được xác định bởi BBU 601 lần lượt là Z_1 và Z_2 . Sau đó, ở T_1 , BBU 601 xác định $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ theo Z_1 , và cho phép $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ điều chỉnh, dựa trên f_0 , các tần số mà trên đó các tín hiệu DL được gửi; và sau đó, ở T_2 , BBU601 xác định $f_{d_dl_0}$ mới và $f_{d_dl_1}$ mới theo Z_2 , và cho phép $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ điều chỉnh lại, dựa trên f_0 , các tần số mà trên đó các tín hiệu DL được gửi, nhờ đó tăng cường hiệu quả đảm

bảo hiệu năng giải điều biến trạm đầu cuối.

Có thể hiểu rằng, khi xác định f_{d_dl} , BBU 601 có thể sử dụng $f_d(i)$ làm tham số, và sau khi xác định f_{d_dl} , có thể còn xác định $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ theo f_{d_dl} ; và do vậy có thể được xem xét rằng các chu kỳ trong đó BBU 601 xác định $f_d(i)$, f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ là tương tự.

Nếu phương án thực hiện sáng chế không được áp dụng, thì các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi bởi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ trên các tần số được điều chỉnh bằng cách sử dụng $f_d(i)$ lần lượt là X_0 và X_1 khi các tín hiệu DL đến trạm đầu cuối A_i , và khi phương án thực hiện sáng chế được áp dụng, các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi bởi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ trên các tần số được điều chỉnh bằng cách sử dụng $f_d(i)$ lần lượt là X_0' và X_1' , hiệu số giữa X_0' và X_1' chắc chắn nhỏ hơn hiệu số giữa X_0 và X_1 . Tức là, phương án thực hiện sáng chế có thể giảm hiệu ứng tiêu cực do độ lệch tần số của tín hiệu DL đến hiệu năng giảm điều biến trạm đầu cuối.

Cụ thể là, theo phương án thực hiện sáng chế, nếu các tín hiệu DL được gửi bởi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ trên các tần số được điều chỉnh bằng cách sử dụng $f_d(i)$ có độ lệch tần số X tương tự khi đến trạm đầu cuối A_i , và X bằng 0, khi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ gửi các tín hiệu DL trên các tần số được điều chỉnh, có thể được xem xét rằng độ lệch tần số không tồn tại trong các tín hiệu DL được tiếp nhận bởi trạm đầu cuối A_i . Trạm đầu cuối A_i có thể duy trì hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL mà không cần điều chỉnh bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối A_i . Nếu các tín hiệu DL được gửi bởi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ trên các tần số được điều chỉnh bằng cách sử dụng $f_d(i)$ có độ lệch tần số X tương tự khi đến trạm đầu cuối A_i , và X khác 0, khi $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ gửi các tín hiệu DL trên các tần số được điều chỉnh, độ lệch tần số có thể tồn tại trong các tín hiệu DL được tiếp nhận bởi trạm đầu cuối A_i . Trạm đầu cuối A_i có thể xác định các độ lệch tần số của các tín hiệu DL nhận được theo giải pháp kỹ thuật đã biết,

và điều chỉnh bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối A_i theo các độ lệch tần số được xác định, nhờ đó duy trì hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL tốt.

Như được thể hiện trên Fig.7, phương án thực hiện khác của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông. Bằng cách sử dụng ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.3 làm ví dụ, phần sau mô tả các bước mà phương pháp truyền thông có thể gồm. Có thể hiểu rằng, phương pháp truyền thông còn được áp dụng cho các ngữ cảnh trên Fig.4 và Fig.5, và có thể được thực thi bởi thiết bị truyền thông 60 nêu trên (chẳng hạn, BS), tức là, có thể tham khảo chéo giữa phương pháp truyền thông và các chi tiết nêu trong phương án thực hiện nêu trên. Chẳng hạn, BBU 601 có thể được tạo cấu hình để thực hiện hành động của BBU ở các bước nêu trên, và $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ được tạo cấu hình riêng rẽ để thực hiện các hoạt động của RRU_0 và RRU_1 ở các bước sau.

S710: BBU xác định các độ lệch tần số của các tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 và RRU_1 từ các trạm đầu cuối. BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp một phần ở khu vực thứ nhất. Các trạm đầu cuối nêu trên đề cập đến nhiều trạm đầu cuối di chuyển từ RRU_1 đến RRU_0 trong khu vực trùng lặp nêu trên.

Theo phương án thực hiện, RRU_0 và RRU_1 nhận riêng rẽ các tín hiệu UL từ trạm đầu cuối thứ i (A_i), và BBU có thể thực hiện đo lường trên các tín hiệu UL nhận được nêu trên, để xác định độ lệch tần số $\Delta f_0(i)$ của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 từ trạm đầu cuối A_i và độ lệch tần số $\Delta f_1(i)$ của tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_1 từ trạm đầu cuối A_i .

S720: BBU xác định các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch (hoặc được gọi là các giá trị ước tính độ lệch tần số Doppler) cho các trạm đầu cuối.

Một cách tùy chọn, giả sử rằng RRU_0 và RRU_1 điều chỉnh riêng rẽ, theo biến thứ nhất, các tần số mà trên đó RRU_0 và RRU_1 gửi các tín hiệu DL, và sau đó có giá trị Y_i của biến thứ nhất, khiến các tín hiệu DL được gửi riêng rẽ bởi RRU_0 và RRU_1 trên các tần số được điều chỉnh có độ lệch tần số tương tự khi đến trạm đầu cuối A_i . Sau đó, giá trị Y_i của biến thứ nhất là lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch cho trạm đầu cuối A_i , và có thể được chỉ báo bởi $f_d(i)$.

Theo phương án thực hiện, BBU xác định lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch $f_d(i)$ của trạm đầu cuối A_i bằng cách sử dụng độ lệch tần số của các tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 và RRU_1 từ trạm đầu cuối A_i làm tham số. Chẳng hạn, BBU xác định giá trị của biến R theo loại hệ thống trong đó đặt BBU, và sau đó xác định $f_d(i)$ bằng cách sử dụng công thức (6.2) nêu trên.

Theo phương án thực hiện, giả sử rằng tần số của RRU_0 được điều chỉnh từ f_0 đến hiệu số giữa f_0 và $f_d(i)$, và tần số của RRU_1 được điều chỉnh từ f_1 đến tổng của f_1 và $f_d(i)$, và sau đó các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi bởi RRU_0 và RRU_1 sau khi các tần số được điều chỉnh là giống nhau khi các tín hiệu DL đến trạm đầu cuối A_i . f_0 và f_1 lần lượt là các tần số trung tâm mà trên đó RRU_0 và RRU_1 hoạt động. Có thể hiểu rằng, f_0 và f_1 là giống nhau.

Nếu khoảng cách giữa trạm đầu cuối A_i và RRU_0 giống với khoảng cách giữa trạm đầu cuối A_i và RRU_1 , tức là, trạm đầu cuối A_i được đặt ở điểm trung gian giữa RRU_0 và RRU_1 , các độ lệch tần số của các tín hiệu UL nêu trên đều là 0 khi các tín hiệu UL đến trạm đầu cuối A_i .

Lưu ý rằng, việc sử dụng công thức (6.2) nêu trên là ví dụ của phương pháp cho BBU xác định lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch cho mỗi trạm đầu cuối. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở đó. Bằng cách sử dụng phương pháp khác, chẳng hạn, biến thể của công thức (6.2) nêu trên, BBU có thể xác định vị trí nào của biến thứ nhất có thể khiến các tín hiệu

DL được gửi riêng rẽ bởi RRU_0 và RRU_1 trên các tần số được điều chỉnh có độ lệch tần số tương tự (vốn không bị giới hạn ở 0) khi đến trạm đầu cuối A_i . Do vậy, giá trị của biến thứ nhất được sử dụng làm lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch cho trạm đầu cuối A_i .

S730: BBU xác định liệu khoảng cách L_0 giữa mỗi trạm đầu cuối và RRU_0 và khoảng cách L_1 giữa mỗi trạm đầu cuối và RRU_1 đều lớn hơn d ; và nếu có, thực hiện S740.

Bước này là bước tùy chọn. Tức là, BBU có thể còn thực hiện bước S740 sau bước S720, mà không cần thực hiện bước S730.

Theo phương án thực hiện, giả sử rằng $q\%$ và $D_{\min}$ được thiết lập trước trong BBU. Dung sai cho hiệu số giữa các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối khác nhau là $q\%$, đường thẳng được tạo giữa $RRU_0(2)$ và $RRU_1(1)$ song song với đường di chuyển của trạm đầu cuối A_i , và khoảng cách giữa hai đường là $D_{\min}$. Sau đó, d có thể được chỉ báo bởi công thức (6.4) nêu trên.

Lưu ý rằng, theo phương án thực hiện, thời gian mà ở đó q được thiết lập trước không bị giới hạn, miễn là đảm bảo rằng q hợp lệ tồn tại khi BS (chẳng hạn, BBU nêu trên) thực hiện S730. Có thể hiểu rằng, giá trị nhỏ hơn của q chỉ báo d lớn hơn. Tức là, dung sai nhỏ hơn cho các hiệu số giữa các độ lệch tần số chỉ báo xác suất nhỏ hơn cho BBU để thực hiện S740, và hiệu quả tốt hơn thực thi phương pháp theo phương án thực hiện. Tức là, nhiều trạm đầu cuối hơn được đảm bảo để có hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL tốt hơn.

Trong quá trình khai triển thực, khoảng cách giữa hai RRU lân cận là lớn, chẳng hạn, 1km, và do vậy, các độ cao theo phương thẳng đứng của các RRU trên các cột có thể bị bỏ qua, tức là: RRU và cột mà trên đó đặt RRU được xem là điểm tương tự, và khoảng cách L_0 giữa trạm đầu cuối và RRU_0 có thể được xem là khoảng cách giữa trạm đầu cuối và vuông góc từ RRU_0 với hướng di chuyển của trạm đầu cuối. Như được thể hiện

trên Fig.7, khoảng cách giữa RRU_0 và RRU_1 là D_s , và khoảng cách từ đường thẳng được tạo giữa RRU_0 và RRU_1 đến đường thẳng dọc theo đó trạm đầu cuối di chuyển là D_{min} . Sau đó, như được thể hiện trên Fig.7, các độ lệch tần số của các trạm đầu cuối trong khu vực $D_s - 2*d$ được xem là giống nhau, và do vậy, RRU_0 và RRU_1 có thể điều chỉnh, bằng cách sử dụng tham số có tính tổng quát, các tần số mà trên đó các tín hiệu DL được gửi, sao cho các tín hiệu DL được gửi bởi các RRU khác nhau (tức là, RRU_0 và RRU_1) có độ lệch tần số tương tự khi đến trạm đầu cuối tương tự.

Theo biến thể của phương án thực hiện, BBU có thể không biết L_0 và L_1 , và có thể còn không biết d ; và sau đó BBU có thể xác định liệu khoảng cách L_0 giữa mỗi trạm đầu cuối và RRU_0 và khoảng cách L_1 giữa trạm đầu cuối A_i và RRU_1 đều lớn hơn d theo việc liệu các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của các trạm đầu cuối thỏa mãn điều kiện (1) và điều kiện (2).

Điều kiện (1): lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của mỗi trạm đầu cuối là số dương hoặc số âm.

Điều kiện (2): giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của cứ hai trạm đầu cuối nhỏ hơn hoặc bằng $|q\% * f_{d-max}|$, trong đó f_{d-max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu DL của RRU_0 hoặc RRU_1 . Có thể hiểu rằng, nói chung, các độ lệch tần số lớn nhất của các tín hiệu DL của RRU_0 và RRU_1 là giống nhau.

Điều kiện (1) và điều kiện (2) nêu trên bao gồm riêng rẽ hai tùy chọn. Khi BBU xác định rằng từng tùy chọn trong từng điều kiện được thỏa mãn, tương đương với việc: xác định được rằng khoảng cách L_0 giữa mỗi trạm đầu cuối và RRU_0 và khoảng cách L_1 giữa trạm đầu cuối A_i và RRU_1 đều lớn hơn d .

Một cách tùy chọn, BBU có thể xác định liệu điều kiện (1) và điều kiện (2) nêu trên có được thỏa mãn hay không bằng cách sử dụng nhiều

tiến trình tính toán trong đó lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của mỗi trạm đầu cuối được sử dụng làm tham số. Việc sử dụng điều kiện (2) làm ví dụ: BBU có thể tính toán giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của cứ hai trạm đầu cuối, và so sánh giá trị tuyệt đối với $|q\% \cdot f_{d_max}|$; hoặc BBU trước hết có thể lựa chọn giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất từ các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của các trạm đầu cuối, sau đó tính toán giá trị tuyệt đối giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất, và so sánh giá trị tuyệt đối với $|q\% \cdot f_{d_max}|$. Có thể hiểu rằng, ở tiến trình tính toán sau, nếu giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất nhỏ hơn hoặc bằng $|q\% \cdot f_{d_max}|$, chỉ báo rằng giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của cứ hai trạm đầu cuối nhỏ hơn hoặc bằng $|q\% \cdot f_{d_max}|$, tức là, điều kiện (2) được thỏa mãn.

S740: BBU xác định lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$ và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$ theo các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của các trạm đầu cuối.

BBU có thể xác định f_{d_dl} theo các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của các trạm đầu cuối, và sau đó xác định $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ theo f_{d_dl} .

Việc sử dụng công thức (6.1) nêu trên làm ví dụ, $a(i)$ là giá trị trọng số, và các giá trị khác nhau của $a(i)$ có thể tạo ra các giá trị khác nhau của f_{d_dl} .

Chẳng hạn, dựa vào công thức (7.1), các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của f_{d_dl} và trạm đầu cuối A_i là tương tự:

$$a(i)=1, a(n)=0; n!=i, 1 \leq i \leq n \quad \text{công thức (7.1)}$$

Ở ví dụ khác, dựa vào công thức (7.2), tức là, $a(i)$ tạo mảng tương đương, f_{d_dl} là trung bình tuyến tính của các lượng tiền hiệu chỉnh độ lệch của n trạm đầu cuối:

$$a(1)=a(2)=\dots=a(n)=1/n \quad \text{công thức (7.2)}$$

Nếu công thức (6.3) nêu trên được sử dụng theo phương án thực hiện, các tham số $RSRP_0(i)$ và $RSRP_1(i)$ có thể được xác định trước khi BBU

thực hiện S740. Chẳng hạn, S710 còn gồm việc: BBU xác định RSRP của các tín hiệu UL được tiếp nhận bởi RRU_0 và RRU_1 từ mỗi trạm đầu cuối.

Một cách tùy chọn, khi xác định $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ theo f_{d_dl} , BBU có thể lựa chọn $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ bất kỳ thỏa mãn các điều kiện từ (1) đến (3) nêu trên hoặc điều kiện thay thế của nó, hoặc có thể lựa chọn $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ thỏa mãn các điều kiện (4) đến (6) nêu trên hoặc điều kiện thay thế của nó.

S750: RRU_0 và RRU_1 gửi riêng rẽ các tín hiệu DL bằng cách sử dụng các tần số được điều chỉnh theo $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$.

Chẳng hạn, sau khi BBU lựa chọn $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ theo các điều kiện từ (1) đến (3) nêu trên hoặc điều kiện thay thế của nó, tần số trên đó RRU_0 gửi tín hiệu DL có thể là: $f_0 - f_{d_dl_0}$, và tần số trên đó RRU_1 gửi tín hiệu DL có thể là: $f_1 + f_{d_dl_1}$.

Ở ví dụ khác, sau khi BBU lựa chọn $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ theo các điều kiện (4) đến (6) nêu trên hoặc điều kiện thay thế khác của nó, tần số trên đó RRU_0 gửi tín hiệu DL có thể là: $f_0 + f_{d_dl_0}$, và tần số trên đó RRU_1 gửi tín hiệu DL có thể là: $f_1 + f_{d_dl_1}$.

Có thể hiểu rằng, theo phương án thực hiện, sau khi thực hiện một số xử lý bởi BBU hoặc RRU, các tần số mà trên đó RRU_0 và RRU_1 gửi các tín hiệu DL có thể là các tần số được điều chỉnh theo $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$. Phần sau mô tả bằng cách sử dụng các ví dụ.

Chẳng hạn, việc sử dụng RRU_0 làm ví dụ, xử lý được thực hiện bởi BBU trong miền thời gian gồm: cộng pha ψ vào pha của điểm lấy mẫu, trong đó $\psi = 2 * \pi * f_{d_dl_0} * \Delta T$, và ΔT chỉ báo hiệu số thời gian giữa các điểm lấy mẫu lân cận. Bằng cách sử dụng phương pháp này để duy trì hiệu số pha giữa hai điểm lấy mẫu lân cận, tần số mà trên đó RRU_0 gửi tín hiệu DL có thể được điều chỉnh theo $f_{d_dl_0}$.

Ở ví dụ khác, sử dụng RRU_1 làm ví dụ, khi thực hiện xoắn chap cho tín hiệu DL trong miền tần số, BBU sử dụng hệ số liên quan đến $f_{d_dl_1}$,

sao cho tần số trên đó RRU_1 gửi tín hiệu DL có thể được điều chỉnh theo $f_{d_dl_1}$.

Ở ví dụ khác, tần số f_0 bị giảm bởi $f_{d_dl_0}$ cho RRU_0 , và tần số f_1 được tăng bởi $f_{d_dl_1}$ cho RRU_0 , sao cho các tần số trên đó RRU_0 và RRU_1 gửi các tín hiệu DL có thể được điều chỉnh riêng rẽ theo $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$.

Theo phương án thực hiện, các trạm đầu cuối nhận các tín hiệu DL được gửi bởi RRU_0 và RRU_1 ở bước S750. Đối với trạm đầu cuối A_i , thậm chí nếu vẫn có hiệu số giữa các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi riêng rẽ bởi RRU_0 và RRU_1 trên các tần số được điều chỉnh khi các tín hiệu DL đến trạm đầu cuối A_i , trạm đầu cuối A_i ở một mức độ nào đó có thể ngăn ngừa hiệu năng giải điều biến trạm đầu cuối bị suy giảm bằng cách điều chỉnh bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối A_i . Ngoài ra, nếu các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi riêng rẽ bởi RRU_0 và RRU_1 trên các tần số được điều chỉnh khi các tín hiệu DL đến trạm đầu cuối A_i đều là 0, có thể được xem xét rằng độ lệch tần số không tồn tại trong các tín hiệu DL được tiếp nhận bởi trạm đầu cuối A_i từ RRU_0 và RRU_1 . Do vậy, trạm đầu cuối A_i có thể còn duy trì hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL tốt, mà không cần duy trì bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối A_i . Nếu các độ lệch tần số của các tín hiệu DL được gửi riêng rẽ bởi RRU_0 và RRU_1 trên các tần số được điều chỉnh khi các tín hiệu DL đến trạm đầu cuối A_i là giống nhau, nhưng khác 0, độ lệch tần số có thể tồn tại trong cả hai tín hiệu DL của RRU_0 và RRU_1 được tiếp nhận bởi trạm đầu cuối A_i . Do vậy, trạm đầu cuối A_i có thể xác định các độ lệch tần số của các tín hiệu DL nhận được theo giải pháp kỹ thuật đã biết, và điều chỉnh bộ dao động tinh thể của trạm đầu cuối A_i theo các độ lệch tần số được xác định, nhờ đó duy trì hiệu năng giải điều biến tín hiệu DL tốt.

Theo phương án thực hiện sáng chế, thực hiện mô tả bằng cách sử dụng ngữ cảnh trong đó n trạm đầu cuối được đặt trong khu vực phủ sóng trùng lặp (chẳng hạn, các vị trí của các tàu trên Fig.3, Fig.4, và Fig.5) của

RRU_0 và RRU_1 được điều khiển bởi BBU. Thực tế, khi tàu chạy, các trạm đầu cuối di chuyển dọc theo đường rãnh, và rời khỏi khu vực phủ sóng trùng lặp của RRU_0 và RRU_1 ở thời điểm cụ thể, và đi vào khu vực phủ sóng trùng lặp của các RRU khác được điều khiển bởi BBU. Do vậy, khi biết rằng các trạm đầu cuối đi vào khu vực phủ sóng trùng lặp của một số RRU, BBU trong BS có thể thực thi lại phương pháp theo phương án thực hiện. Một cách tùy chọn, BBU có thể xác định, nhờ đo tín hiệu UL được gửi bởi trạm đầu cuối, khu vực cụ thể mà trạm đầu cuối đi vào. Các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Một cách tùy chọn, phương pháp theo phương án thực hiện nêu trên có thể còn được thực thi định kỳ bởi BS. Theo một khía cạnh, chu kỳ T ngắn hơn chỉ báo rằng BS thực thi phương pháp nêu trên thường xuyên hơn, tức là, T với giá trị nhỏ hơn có thể khiến BS xác định độ lệch tần số đúng nhanh hơn, nhờ đó đảm bảo hiệu năng tốt hơn của trạm đầu cuối di chuyển nhanh khi giải điều biến tín hiệu DL. Theo khía cạnh khác, chu kỳ dài hơn có thể chỉ báo khoảng thời gian lớn hơn trong đó BS thực thi phương pháp nêu trên, tức là, T có giá trị lớn hơn khiến BS thỏa mãn hiệu năng của trạm đầu cuối di chuyển ở tốc độ chung khi giải điều biến tín hiệu DL, còn tạo thuận tiện giảm độ phức tạp xử lý bên trong của BS, và giảm tiêu thụ công suất của BS.

Một cách tùy chọn, chu kỳ T được tận dụng bởi BS khi thực thi phương pháp nêu trên được định trước, hoặc được tính toán ngay khi cần thực thi cách thức nêu trên. Chẳng hạn, khi nhiều phần tử không cụ thể tồn tại trong ngữ cảnh ứng dụng của phương pháp nêu trên, BS có thể xác định các chu kỳ khác nhau bằng cách sử dụng các cách thức tính toán khác nhau, và ở trường hợp trong đó ngữ cảnh ứng dụng nêu trên có xu hướng ổn định, giá trị thực nghiệm của T cụ thể được xem là T định trước, tức là, BS liên tục sử dụng T , và không tính lại T trong chu kỳ thời gian. Cụ thể là, T định trước có thể còn đã được lưu trữ trong khu vực lưu trữ

của BS trước khi BS rời khỏi nhà máy hoặc được bật. Một cách tùy chọn, BS có thể bắt đầu thực thi phương pháp nêu trên khi được bật, hoặc có thể còn bắt đầu thực thi phương pháp nêu trên khi RRU_0 và RRU_1 nhận riêng rẽ tín hiệu UL từ trạm đầu cuối A_i .

Bằng cách sử dụng các ví dụ, phần sau mô tả điều kiện hoặc quy tắc mà T có thể thỏa mãn.

Ví dụ 1: giả sử rằng chu kỳ trong đó trạm đầu cuối báo cáo lượng đo lường RSRP cho BS là t, T có thể bằng t, hoặc có thể lớn hơn t. Tức là, T được định trước bởi BS là giá trị bất kỳ lớn hơn hoặc bằng t, hoặc BS tính toán giá trị của T bằng cách sử dụng t làm tham số, để khiến T lớn hơn hoặc bằng t. Việc tính toán nêu trên có thể sử dụng nhiều công thức. Phần sau là ví dụ của công thức đơn giản: $T = m * t$, trong đó m lớn hơn hoặc bằng 1.

Ví dụ 2: chu kỳ T có thể còn nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ của khoảng cách D_s giữa hai RRU liên kề (chẳng hạn, RRU_0 và RRU_1) trên tốc độ tàu v. Tức là, $T < D_s / v$ hoặc $T = D_s / v$.

Ngoài ra, ví dụ 1 và ví dụ 2 nêu trên có thể được kết hợp. Chẳng hạn, $m * t \leq T \leq D_s / v$. Giả sử rằng, t bằng 5 mili giây (ms), D_s bằng 1000m, và v bằng 300 kilomet/giờ, và sau đó giá trị T có thể bằng 200ms.

Có thể hiểu rằng, chu kỳ T trong đó BS định kỳ thực thi phương pháp nêu trên có thể được áp dụng cho các bước khác nhau, chẳng hạn, BS thực hiện S720 và/hoặc S740 theo T.

Phương án thực hiện khác của sáng chế còn đề xuất hệ thống truyền thông, trong đó hệ thống gồm thiết bị truyền thông 60 theo phương án thực hiện nêu trên, và có thể còn gồm nhiều trạm đầu cuối truyền thông với thiết bị truyền thông 60.

Phương pháp, thiết bị, và hệ thống truyền thông theo phương án thực hiện nêu trên có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông sử dụng chế độ nối mạng được tế bào kết hợp, có thể cải thiện hiệu năng giải điều biến

tín hiệu DL của trạm đầu cuối di chuyển.

Lưu ý rằng, chức năng được bao gồm trong phương pháp truyền thông, và thiết bị và hệ thống truyền thông theo các phương án thực hiện sáng chế có thể được lưu trữ trong vật lưu trữ máy tính đọc được nếu được triển khai dưới dạng khối chức năng phần mềm và được bán hoặc sử dụng dưới dạng sản phẩm độc lập. Dựa vào hiểu biết này, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế chủ yếu, hoặc một phần đóng góp vào giải pháp kỹ thuật đã biết, hoặc một số giải pháp kỹ thuật có thể được triển khai dưới dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm máy tính được lưu trữ trong vật lưu trữ, và gồm một số lệnh để ra lệnh thiết bị máy tính (có thể là máy tính cá nhân, máy chủ, hoặc thiết bị mạng) thực hiện tất cả hoặc một số bước của các phương pháp được mô tả theo các phương án thực hiện sáng chế. Vật lưu trữ nêu trên gồm: vật bất kỳ có thể lưu trữ mã chương trình, như ổ nhớ nhanh USB, ổ cứng tháo được, bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory, ROM), bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), đĩa từ, hoặc đĩa quang.

Các phần mô tả nêu trên chỉ là các cách thức triển khai cụ thể của sáng chế, nhưng không được nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Biến thể hoặc thay thế bất kỳ dễ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực đoán ra trong phạm vi kỹ thuật được bộc lộ theo sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do vậy, phạm vi bảo hộ của sáng chế sẽ phụ thuộc vào phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống phân tán bao gồm: khối băng cơ sở (baseband unit, BBU) (601) và hai khối vô tuyến từ xa (remote radio unit, RRU): RRU_0 và RRU_1 , trong đó BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất bao gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp trong khu vực thứ nhất, trong đó:

- RRU_0 và RRU_1 được tạo cấu hình để gửi riêng rẽ các tín hiệu liên kết xuống thứ nhất trên tần số f_0 đến N trạm đầu cuối,

- RRU_0 được tạo cấu hình để gửi các tín hiệu liên kết xuống thứ hai trên tần số thứ nhất đến N trạm đầu cuối và RRU_1 được tạo cấu hình để gửi các tín hiệu liên kết xuống thứ hai trên tần số thứ hai đến N trạm đầu cuối, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$, tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$, trong đó ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0, trong đó $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau:

$$|f_{d_dl_0}| < |2*f_{d_dl}|; \text{ và}$$

$$|f_{d_dl_1}| < |2*f_{d_dl}|,$$

trong đó các tham số f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là các số không dương, hoặc, f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là các số không âm,

- RRU_0 và RRU_1 còn được tạo cấu hình để: trước khi gửi các tín hiệu liên kết xuống thứ hai, nhận riêng rẽ các tín hiệu liên kết lên được gửi bởi N trạm đầu cuối di chuyển từ RRU_1 sang RRU_0 , trong đó N trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, trạm đầu cuối thứ i được chỉ báo bởi trạm đầu cuối A_i , và i là giá trị bất kỳ từ 1 đến N,

- BBU còn được tạo cấu hình để xác định $f_d(i)$ biểu thị giá trị độ lệch tần số Doppler được ước tính dựa trên các tín hiệu liên kết lên và được tạo cấu hình để xác định f_{d_dl} , trong đó:

$$f_{d_dl} = \sum_{i=1}^n a(i) * f_d(i);$$

$$\sum_{i=1}^n a(i) = 1, \text{ và } 0 \leq a(i) \leq 1;$$

– BBU còn được tạo cấu hình để xác định công suất tín hiệu tham chiếu được nhận (reference signal received power, RSRP) của các tín hiệu liên kết lên được nhận bởi RRU₀ và RRU₁, và xác định a(i) theo các công thức sau:

$$RSRP_i = RSRP_0(i) + RSRP_1(i);$$

$$RSRP_sum = \sum RSRP_i; \text{ và}$$

$$a(i) = RSRP_i / RSRP_sum$$

trong đó RSRP₀(i) biểu thị RSRP của tín hiệu liên kết lên, trong số các tín hiệu liên kết lên, được nhận bởi RRU₀ từ trạm đầu cuối A_i trong số N trạm đầu cuối, và RSRP₁(i) biểu thị RSRP của tín hiệu liên kết lên, trong số các tín hiệu liên kết lên, được nhận bởi RRU₁ từ trạm đầu cuối A_i.

2. Hệ thống phân tán theo điểm 1, trong đó:

BBU còn được tạo cấu hình để: xác định rằng N trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất khi điều kiện thứ nhất và điều kiện thứ hai được thỏa mãn;

điều kiện thứ nhất bao gồm việc: giá trị độ lệch tần số Doppler được ước tính của mỗi trạm đầu cuối trong N trạm đầu cuối là số nguyên dương hoặc số nguyên âm; và

điều kiện thứ hai bao gồm việc: giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa các giá trị độ lệch tần số Doppler được ước tính của từng hai trạm đầu cuối trong N trạm đầu cuối bằng hoặc nhỏ hơn $|q\% * f_{d_max}|$, trong đó f_{d_max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu liên kết xuống từ RRU₀ hoặc RRU₁.

3. Phương pháp truyền thông được thực hiện bởi hệ thống phân tán bao

gồm BBU (601) và hai RRU: RRU_0 và RRU_1 , trong đó BBU được tạo cấu hình để điều khiển tế bào logic thứ nhất, và tế bào logic thứ nhất bao gồm tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 ; và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_0 và tế bào vật lý được phủ sóng bởi RRU_1 trùng lặp trong khu vực thứ nhất, phương pháp bao gồm các bước:

- gửi, bởi RRU_0 , các tín hiệu liên kết xuống thứ nhất trên tần số f_0 đến N trạm đầu cuối và gửi, bởi RRU_1 , các tín hiệu liên kết xuống thứ nhất trên tần số f_0 đến N trạm đầu cuối;
- nhận riêng rẽ, bởi RRU_0 và RRU_1 , các tín hiệu liên kết lên được gửi bởi N trạm đầu cuối di chuyển từ RRU_1 đến RRU_0 , trong đó N trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất, trạm đầu cuối thứ i được chỉ báo bởi trạm đầu cuối A_i , và i là giá trị bất kỳ từ 1 đến N,
- xác định, bởi BBU, $f_d(i)$ chỉ báo giá trị độ lệch tần số Doppler được ước tính dựa trên các tín hiệu liên kết lên và xác định, bởi BBU, f_{d_dl} , trong đó:

$$f_{d_dl} = \sum_{i=1}^n a(i) * f_d(i);$$

$$\sum_{i=1}^n a(i) = 1, \text{ và } 0 \leq a(i) \leq 1;$$

- xác định, bởi BBU, RSRP, của các tín hiệu liên kết lên được nhận bởi RRU_0 và RRU_1 , và xác định, bởi BBU, $a(i)$ theo các công thức sau:

$$RSRP_i = RSRP_0(i) + RSRP_1(i);$$

$$RSRP_sum = \sum RSRP_i; \text{ và}$$

$$a(i) = RSRP_i / RSRP_sum,$$

trong đó $RSRP_0(i)$ biểu thị RSRP của tín hiệu liên kết lên, trong số các tín hiệu liên kết lên, được nhận bởi RRU_0 từ trạm đầu cuối A_i trong số N trạm đầu cuối, và $RSRP_1(i)$ biểu thị RSRP của tín hiệu liên kết lên, trong số các tín hiệu liên kết lên, được nhận bởi RRU_1 từ trạm đầu cuối A_i ,

– gửi, bởi RRU₀, các tín hiệu liên kết xuống thứ hai trên tần số thứ nhất đến N trạm đầu cuối và gửi, bởi RRU₁, các tín hiệu liên kết xuống thứ hai trên tần số thứ hai đến N trạm đầu cuối, trong đó tần số thứ nhất là hiệu số giữa f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ nhất $f_{d_dl_0}$, tần số thứ hai là tổng của f_0 và lượng hiệu chỉnh độ lệch thứ hai $f_{d_dl_1}$, trong đó ít nhất một trong $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ khác 0,

trong đó $f_{d_dl_0}$ và $f_{d_dl_1}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau:

$$|f_{d_dl_0}| < |2*f_{d_dl}|; \text{ và}$$

$$|f_{d_dl_1}| < |2*f_{d_dl}|,$$

trong đó các tham số f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là các số không dương, hoặc, f_{d_dl} , $f_{d_dl_0}$, và $f_{d_dl_1}$ đều là các số không âm.

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

xác định, bởi BBU, rằng N trạm đầu cuối được đặt trong khu vực thứ nhất khi điều kiện thứ nhất và điều kiện thứ hai được thỏa mãn, trong đó:

điều kiện thứ nhất bao gồm: giá trị độ lệch tần số Doppler được ước tính của mỗi trạm đầu cuối trong N trạm đầu cuối là số dương hoặc số âm; và

điều kiện thứ hai bao gồm: giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa các giá trị độ lệch tần số Doppler được ước tính của từng hai trạm đầu cuối trong N trạm đầu cuối bằng hoặc nhỏ hơn $|q\%*f_{d_max}|$, trong đó f_{d_max} là độ lệch tần số lớn nhất của tín hiệu liên kết xuống từ RRU₀ hoặc RRU₁.

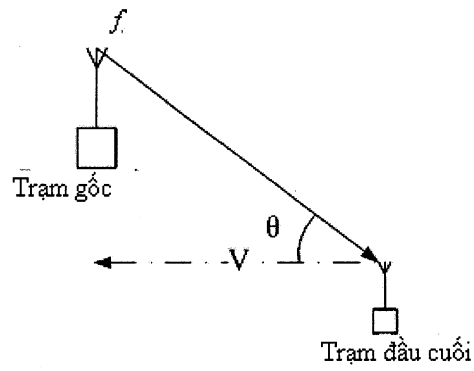


Fig.1

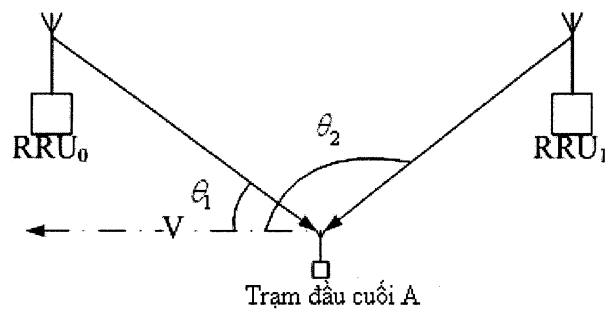


Fig.2

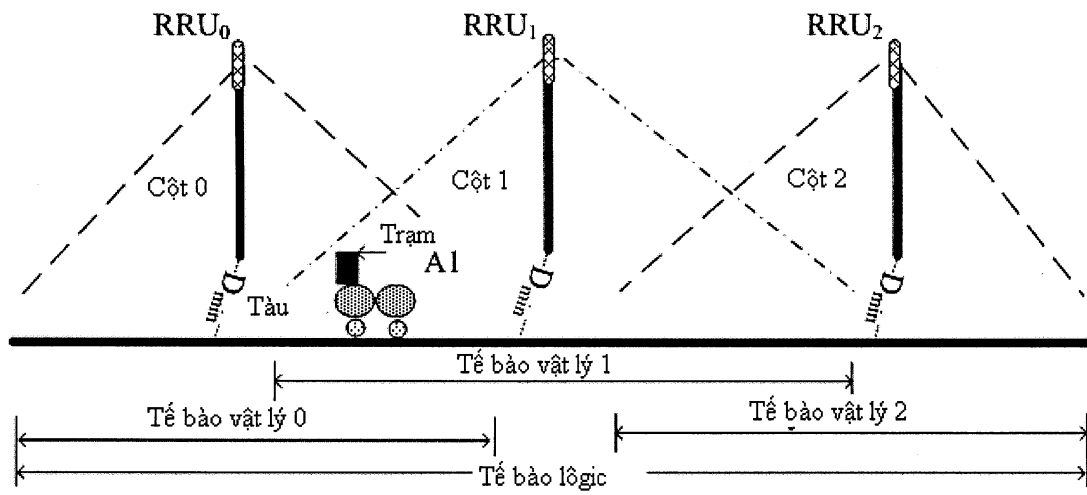


Fig.3

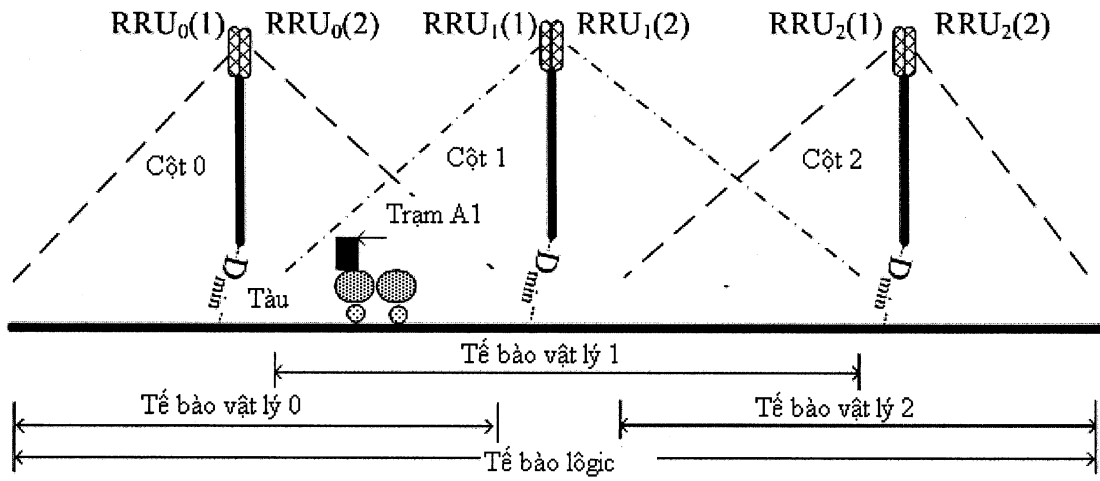


Fig.4

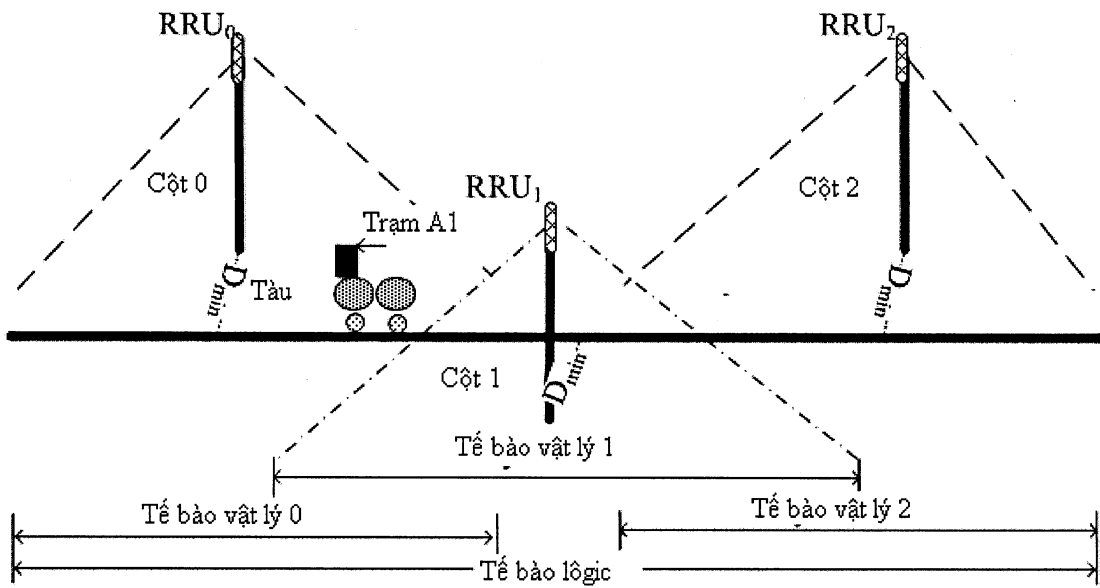


Fig.5

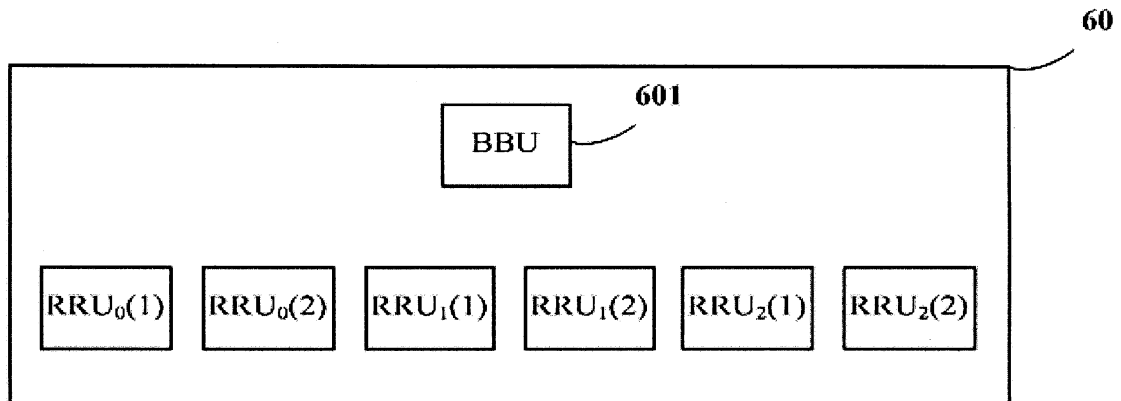


Fig.6

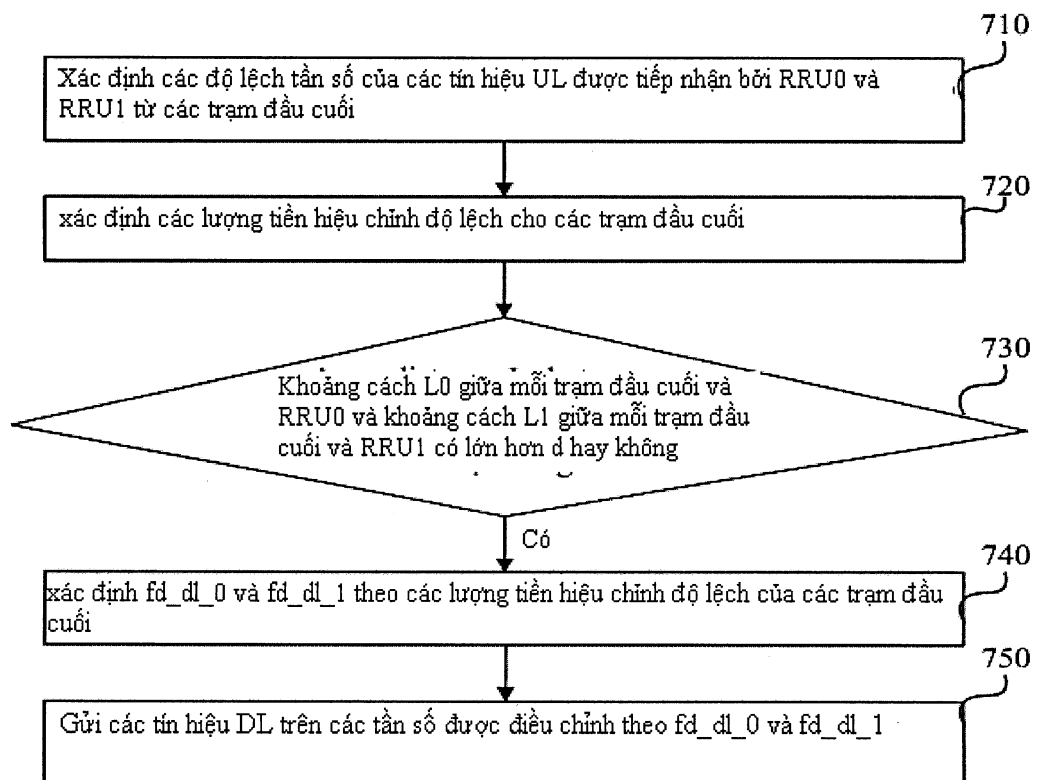


Fig.7

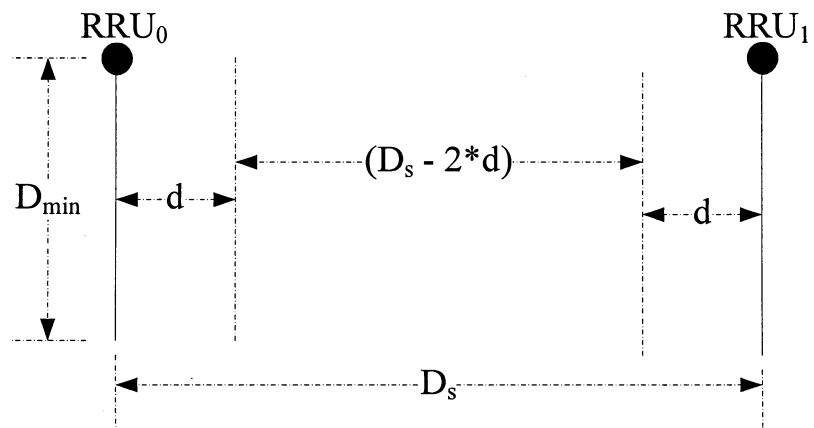


Fig.8