



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
2-0002242

(51)⁷ **G01S 7/00, 13/00**

(13) **Y**

(21) 2-2019-00271

(22) 25.09.2017

(67) 1-2017-03745

(45) 27.01.2020 382

(43) 25.01.2018 358

(73) **TẬP ĐOÀN VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)**

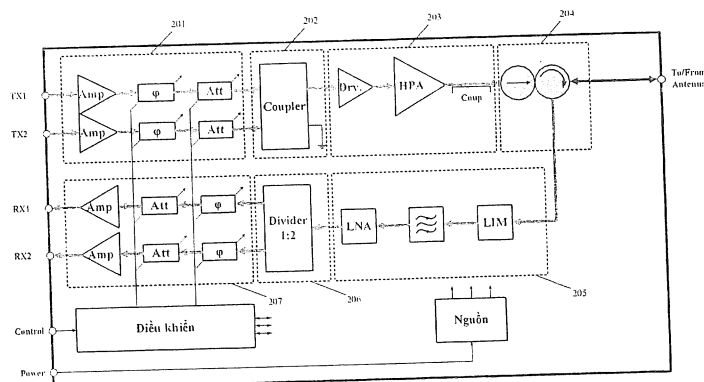
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) **Lê Hữu Trưởng (VN), Nguyễn Như Thành (VN), Nguyễn Đức Nam (VN), Nguyễn Văn Luật (VN), Phạm Đình Toại (VN)**

(74) **Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)**

(54) **HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐA BÚP SÓNG QUÉT ĐỘC LẬP CHO ĐÀI RA ĐA 3D**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống và phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho đài ra đa 3D cụ thể là hệ thống môđun thu phát kép và phương pháp đa búp sóng quét độc lập. Hệ thống môđun thu phát kép bao gồm các khối: khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát; khối tổng hợp tín hiệu phát; khối khuếch đại công suất; khối chuyển mạch thu phát; khối tiền máy thu; khối chia tín hiệu thu; khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu thu. Phương pháp đa búp sóng quét độc lập bao gồm hai chế độ quét: quét theo dạng phân chia vùng quan sát; và quét theo dạng một búp sóng tìm kiếm và một búp sóng quét lần lượt toàn vùng quan sát. Phương pháp đa búp sóng quét độc lập bao gồm các bước: bước 1: tạo tín hiệu điều chế; bước 2: trộn tần tín hiệu lên tần số cao tần; bước 3: cấu hình pha và biên độ; bước 4: tổ hợp tín hiệu; bước 5: khuếch đại tín hiệu.



Lĩnh vực đề cập của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống và phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho đài ra đa 3D, cụ thể là hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D có hiệu quả trong việc tiết kiệm tài nguyên trong quá trình xây dựng nền tảng phần cứng cho phương pháp đa búp sóng quét độc lập và phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho phép quét đồng thời hai hoặc nhiều búp sóng độc lập tăng tính linh hoạt và tăng thời gian quan sát mục tiêu cho các đài ra đa quét búp sóng điện tử.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay, các ra đa hiện đại đều sử dụng công nghệ quét búp sóng điện tử. Công nghệ quét búp sóng điện tử sử dụng cấu hình pha và biên độ điều khiển bằng điện tử để tổ hợp nên búp sóng khi các tín hiệu này phát ra không gian thông qua các phần tử ăng ten được bố trí theo dạng phẳng, dạng tròn... Thông thường các ra đa sử dụng kỹ thuật quét búp sóng đơn. Trong kỹ thuật quét búp sóng đơn, tại một thời điểm búp sóng phát và thu đồng thời trên một hướng và theo thời gian quét lần lượt toàn bộ vùng quan sát.

Các đài ra đa hiện đại sử dụng thông tin về tần số Doppler của mục tiêu để xác định vận tốc hướng tâm và loại bỏ nhiễu phản xạ từ địa vật (do địa vật có tần số Doppler bằng không, mục tiêu có tần số Doppler khác không). Tần số Doppler được xác định thông qua thuật toán biến đổi miền thời gian sang tần số (biến đổi Fourier) tập hợp các tín hiệu trả về từ mục tiêu. Độ phân giải tần số Doppler của mục tiêu tỉ lệ thuận với số xung trong chùm xung trả về từ mục tiêu và là yếu tố quyết định đến chất lượng của khối xử lý Doppler cũng như khả năng loại bỏ nhiễu địa vật của đài ra đa. Do phải quét búp sóng lần lượt trong vùng quan sát nên kỹ thuật quét búp sóng đơn có thời gian quan sát mục tiêu ngắn, do đó số xung trả về ít dẫn tới khả năng loại bỏ nhiễu địa vật kém.

Trong thực tế để tăng thời gian quan sát mục tiêu có phương pháp là giảm tốc độ quét, tuy nhiên phương pháp này không đảm bảo thời gian cập nhật mục tiêu đủ nhanh trong các trường hợp quan sát mục tiêu cơ động hoặc các mục tiêu chuyển động ở tầm gần.

Để đảm bảo tăng thời gian quan sát mục tiêu mà không cần giảm tốc độ quét, nhóm tác giả đề xuất phương pháp đa búp sóng quét độc lập. Phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho phép sử dụng đồng thời hai hoặc nhiều búp sóng, mỗi búp sóng quan sát trên một phần của vùng quan sát do đó làm tăng thời gian quan sát mục tiêu. Ngoài ra trong các trường hợp quan trọng,

phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho phép quan sát liên tục một mục tiêu (chuyên cơ hoặc mục tiêu trọng yếu) và vừa thực hiện quan sát toàn bộ vùng phủ của đài ra đa.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích thứ nhất của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống đa búp sóng quét độc lập cho đài ra đa 3D bằng việc sử dụng hai hoặc nhiều bộ cấu hình pha biên độ kết hợp với một khối khuếch đại công suất. Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D có hiệu quả cao trong việc tiết kiệm tài nguyên hệ thống cụ thể là giảm số lượng khối khuếch đại công suất và số lượng phần tử ăng ten khi áp dụng phương pháp đa búp sóng quét độc lập. Theo phương án của giải pháp hữu ích, hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D bao gồm các khối: khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát; khối tổng hợp tín hiệu phát; khối khuếch đại công suất; khối chuyển mạch thu phát; khối tiền máy thu; khối chia tín hiệu thu; khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu thu.

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát: được tạo cấu hình để tạo tín hiệu điều chế sử dụng kỹ thuật phân tập theo thời gian tần số và thực hiện thay đổi pha và biên độ của tín hiệu vào theo hai đường riêng biệt với hai bộ giá trị pha và biên độ khác nhau đảm bảo cấu hình hai búp sóng độc lập, tín hiệu đầu ra bao gồm hai hoặc nhiều tín hiệu có khe thời gian khác nhau tx_1 , tx_2 và cách nhau một khoảng bảo vệ.

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó khối tổng hợp tín hiệu phát 202, được tạo cấu hình để thực hiện tổng hợp tín hiệu trên hai kênh bằng bộ cộng.

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó khối khuếch đại công suất 203, được tạo cấu hình để thực hiện khuếch đại tín hiệu lên công suất cao (hàng kW) sử dụng công nghệ bán dẫn (Solid - state).

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó khối chuyển mạch thu phát 204 được tạo cấu hình để: đảm bảo tín hiệu chỉ đi theo một chiều: tín hiệu từ khuếch đại công suất tới ăng ten và từ ăng ten về tuyến thu, và cách ly tín hiệu từ khối khuếch đại công suất đi sang khối thu để bảo vệ khối thu.

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó khối chia tín hiệu thu (206) được tạo cấu hình để thực hiện việc chia tín hiệu từ một đường thu thành hai kênh bằng bộ chia đều công suất 1:2.

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu thu (207) được tạo cấu hình để thực hiện việc cấu hình pha và biên độ tín hiệu trên hai kênh độc lập.

Mục đích thứ hai của giải pháp hữu ích là đề xuất phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo phương án của giải pháp hữu ích gồm hai chế độ quét, trong đó chế độ 1: Quét theo dạng phân chia vùng quan sát, trong đó mỗi búp sóng quét trong một vùng quan sát được phân chia độc lập nhau; và chế độ 2: Sử dụng một búp sóng tìm kiếm một phần nhỏ vùng quan sát cho trước để tăng khả năng phát hiện và một búp sóng quét vùng quan sát còn lại.

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo bao gồm các bước: bước 1: Tạo tín hiệu điều chế; bước 2: Trộn tần tín hiệu lên tần số cao tần; bước 3: Cấu hình pha và biên độ; bước 4: Tổ hợp tín hiệu; bước 5: Khuếch đại tín hiệu.

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó bước tạo tín hiệu điều chế sử dụng kỹ thuật phân tập theo thời gian – tần số; và tín hiệu đầu ra của bước tạo tín hiệu bao gồm hai hoặc nhiều tín hiệu có khe thời gian khác nhau tx_1 , tx_2 và cách nhau một khoảng bảo vệ.

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó bước trộn tần tín hiệu lên cao tần bao gồm: trộn hai tín hiệu tạo ra trong bước 1 thành 2 tín hiệu có tần số cao tần khác nhau f_1 , f_2 do đó hai tín hiệu đầu ra có khoảng thời gian khác nhau và tần số khác nhau (phân tập thời gian – tần số); mỗi tín hiệu đầu ra được chia thành N kênh bằng cách sử dụng 2 bộ chia 1:N (trong đó N là số phần tử ăng ten).

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó bước cấu hình pha và biên độ bao gồm: cấu hình pha đảm bảo búp sóng hướng đến một góc cho trước; và cấu hình biên độ, trong đó việc cấu hình biên độ đảm bảo tỉ số công suất của búp sóng chính trên búp sóng phụ lớn.

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó bước tổ hợp tín hiệu bao gồm: tổ hợp tín hiệu sau bước 3 (thực hiện phép cộng hoặc chuyển mạch tốc độ cao) từ $2*N$ kênh thành N kênh.

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập theo phương án của giải pháp hữu ích, trong đó bước khuếch đại tín hiệu bao gồm: khuếch đại lên công suất cao tín hiệu trước khi đi đến N hàng ăng ten (hàng kW) bằng N khối khuếch đại công suất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện kỹ thuật quét búp sóng đơn.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện kỹ thuật đa búp sóng quét độc lập.

Hình 3 là đồ thị thời gian, tần số của hai xung phát trong chế độ quét đa búp sóng độc lập.

Hình 4 là sơ đồ minh họa cấu trúc của môđun thu phát đơn.

Hình 5 là sơ đồ minh họa cấu trúc của môđun thu phát kép.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Mục đích thứ nhất của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D bằng sự kết hợp của hai hoặc nhiều bộ cấu hình pha biên độ kết hợp với một khối khuếch đại công suất. Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D có hiệu quả cao trong việc tiết kiệm tài nguyên hệ thống cụ thể là giảm số lượng khối khuếch đại công suất và số lượng phần tử ăng ten khi áp dụng phương pháp đa búp sóng quét độc lập.

Hệ thống môđun thu phát kép dùng cho đài ra đa 3D bao gồm các khối:

Tham chiếu vào hình 5, khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát 201 được tạo cấu hình để nhận tín hiệu từ hai kênh phát để thực hiện thay đổi pha và biên độ của tín hiệu vào theo hai đường riêng biệt với hai bộ giá trị pha và biên độ khác nhau đảm bảo cấu hình hai búp sóng độc lập. Khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát bao gồm: khối khuếch đại để tăng công suất tín hiệu đầu vào, khối xoay pha để cấu hình pha, khối suy hao để cấu hình biên độ.

Tham chiếu vào hình 5, khối tổng hợp tín hiệu phát 202, được tạo cấu hình để thực hiện tổng hợp tín hiệu trên hai kênh bằng bộ cộng. Tín hiệu đầu ra là tín hiệu được phân tập theo thời gian – tần số có dạng mô tả như hình 3.

Tham chiếu vào hình 5, khối khuếch đại công suất 203, được tạo cấu hình để thực hiện khuếch đại tín hiệu lên công suất cao (hàng kW) sử dụng công nghệ bán dẫn (Solid - state). Tín hiệu đầu ra khối khuếch đại công suất được trích mẫu bằng bộ trích mẫu (Coupler) để giám sát tín hiệu đầu ra, phục vụ tự động điều chỉnh pha và biên độ. Khối khuếch đại công suất bao gồm: khối tiền khuếch đại để khuếch đại công suất đầu vào ứng với công suất đầu vào của IC khuếch

đại công suất (hàng trăm W), khối khuếch đại công suất đưa tín hiệu lên công suất cao (hàng KW), khối trích mẫu để trích mẫu tín hiệu phục vụ giám sát tín hiệu đầu ra khối khuếch đại công suất.

Tham chiếu vào hình 5, khối chuyển mạch thu phát 204, đảm bảo tín hiệu chỉ đi theo một chiều: tín hiệu từ khuếch đại công suất tới ăng ten và từ ăng ten về tuyến thu, cách ly tín hiệu từ khối khuếch đại công suất đi sang khối thu để bảo vệ khối thu.

Tham chiếu hình 5, khối tiền máy thu 205, thực hiện nhiệm vụ lọc tín hiệu để loại bỏ các tín hiệu và nhiễu ngoài dải tần của đài ra đa, bảo vệ quá áp máy thu, khuếch đại tạp âm thấp. Khối tiền máy thu bao gồm: khối bảo vệ quá áp máy thu – LIM, khối lọc thông dải, khối khuếch đại tạp âm thấp – LNA.

Tham chiếu hình 5, khối chia tín hiệu thu 206, thực hiện việc chia tín hiệu từ một đường thu thành 2 kênh bằng bộ chia đều công suất 1:2.

Tham chiếu hình 5, khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu thu 207, thực hiện việc cấu hình pha và biên độ tín hiệu trên hai kênh độc lập. Tương tự như tuyến phát, việc cấu hình pha và biên độ tín hiệu trên hai kênh đảm bảo hình thành hai búp sóng thu độc lập nhau. Giá trị cấu hình pha và biên độ hai kênh thu đồng bộ với giá trị cấu hình pha và biên độ hai kênh phát. Khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát bao gồm: khối xoay pha, khối suy hao, khối khuếch đại.

Mục đích thứ hai của giải pháp hữu ích là đề xuất phương pháp đa búp sóng quét độc lập trong đó kết hợp hai kỹ thuật gồm: quét theo dạng phân chia vùng quan sát; và quét theo dạng một búp sóng tìm kiếm và một búp sóng quét lần lượt toàn vùng quan sát.

Phương pháp đa búp sóng quét độc lập bao gồm các bước: bước 1: tạo tín hiệu điều chế; bước 2: trộn tần tín hiệu lên tần số cao tần; bước 3: cấu hình pha và biên độ; bước 4: tổ hợp tín hiệu; bước 5: khuếch đại tín hiệu. Trong đó:

Bước 1: Tạo tín hiệu điều chế.

Đối với các đài ra đa hiện đại tín hiệu thăm dò sử dụng các dạng tín hiệu điều chế phức tạp thay vì sử dụng xung đơn giản như các đài ra đa thế hệ cũ. Tín hiệu điều chế thông thường sử dụng trong ra đa là dạng điều chế pha hặc tần số tạo ra bằng các thiết bị tổ hợp tần số trực tiếp DDS hoặc khối chuyển đổi số sang tương tự DAC.

Đảm bảo hiệu quả thực hiện, phương pháp đa búp sóng quét độc lập giải pháp hữu ích sử dụng kỹ thuật phân tập theo thời gian – tần số. Tín hiệu đầu ra của bước tạo tín hiệu bao gồm hai

hoặc nhiều tín hiệu có khe thời gian khác nhau tx_1, tx_2 và cách nhau một khoảng bảo vệ (giá trị thời gian của khoảng bảo vệ phụ thuộc vào khả năng đáp ứng nhanh của khối khuếch đại công suất, thường $<10\mu s$) như trong hình 3.

Bước 2: Trộn tần tín hiệu lên cao tần.

Tín hiệu sau bước một được thực hiện trộn tần lên tần số cao tần là tần số tín hiệu bức xạ ra không gian. Để đảm bảo khả năng phân tập theo tần số thì hai tín hiệu tạo ra trong bước 1 được trộn lên tới hai tần số cao tần khác nhau f_1, f_2 như mô tả trong hình 3.

Ngoài ra, bước trộn tầng còn tần tạo ra 2 tín hiệu có khoảng thời gian khác nhau và tần số khác nhau (phân tập thời gian – tần số). Sau đó, tín hiệu trên 2 kênh, mỗi kênh được chia thành N kênh sử dụng bộ chia 1:N (trong đó N là số phần tử ăng ten):

$$x_1 \rightarrow \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N}\} = \overline{x_1}$$

$$x_2 \rightarrow \{x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N}\} = \overline{x_2}$$

Trong đó x_1 là tín hiệu có tần số f_1 và khoảng thời gian tx_1 , x_2 là tín hiệu có tần số f_2 và khoảng thời gian tx_2 như trong hình 3.

Bước 3: Cấu hình pha và biên độ.

Để hình thành và tổ hợp búp sóng phát, tín hiệu từ N kênh sau bộ chia trong bước 2 được đưa tới từng khối cấu hình pha và biên độ. Trong đó: việc cấu hình pha đảm bảo búp sóng hướng đến một góc cho trước, cấu hình biên độ đảm bảo tỉ số công suất của búp sóng chính trên búp sóng phụ lớn.

Hệ thống sử dụng phương pháp đa búp sóng quét độc lập bao gồm $2*N$ bộ cấu hình pha biên độ, trong đó N bộ cấu hình pha biên độ cho các tín hiệu có tần số f_1 và thời gian tx_1 qua đó hình thành nên búp sóng số 1, N bộ cấu hình pha biên độ cho các tín hiệu tần số f_2 và thời gian tx_2 hình thành nên búp sóng số hai. Các bộ cấu hình pha biên độ được mô tả như khối 201 trong hình 5.

$$\overline{y_1} = \overline{x_1} * \overline{h_1}$$

$$\overline{y_2} = \overline{x_2} * \overline{h_2}$$

Trong đó $\overline{y_1}, \overline{y_2}$ là véc tơ tín hiệu sau khi cấu hình pha biên độ, $\overline{h_1}, \overline{h_2}$ là véc tơ cấu hình hệ số pha biên độ ứng với hai búp sóng.

Bước 4: Tổ hợp tín hiệu.

Theo nguyên lý của sử dụng các môđun thu phát đơn có cấu trúc mô tả như hình 4, cần sử dụng $2*N$ khối khuếch đại công suất để thực hiện khuếch đại $2*N$ tín hiệu sau bước 3 – cấu hình pha biên độ. Tuy nhiên với việc áp dụng kiến trúc môđun thu phát kép số lượng khối khuếch đại công suất giảm xuống chỉ còn N khối. Tín hiệu sau bước 3 được tổ hợp (thực hiện phép cộng hoặc chuyển mạch tốc độ cao) thành N kênh:

$$\bar{z} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2$$

Trong đó $\bar{z}$ là véc tơ tín hiệu đầu ra có kích thước là N .

Bước 5: Khuếch đại tín hiệu.

Tín hiệu trước khi đi đến N hàng ăng ten được khuếch đại lên công suất cao (hàng kW) bằng N khối khuếch đại công suất.

Phần mô tả nêu trên đã mô tả rõ ràng và đầy đủ hệ thống và phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho đài ra đa 3D theo phương án của giải pháp hữu ích. Tuy nhiên, cần hiểu rằng phần mô tả nêu trên chỉ đơn thuần là một phương án thực hiện của giải pháp hữu ích mà không phải là tất cả các phương án thực hiện của giải pháp hữu ích. Do đó, bất kỳ sửa đổi hoặc biến thể nào của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng mà không có nỗ lực sáng tạo cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống môđun thu phát kép độc lập cho đài ra đa 3D bao gồm các khối:

khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu phát: được tạo cấu hình để tạo tín hiệu điều chế sử dụng kỹ thuật phân tập theo thời gian tần số và thực hiện thay đổi pha và biên độ của tín hiệu vào theo hai đường riêng biệt với hai bộ giá trị pha và biên độ khác nhau đảm bảo cấu hình hai búp sóng độc lập, tín hiệu đầu ra bao gồm hai hoặc nhiều tín hiệu có khe thời gian khác nhau $tx1$, $tx2$ và cách nhau một khoảng bảo vệ;

khối tổng hợp tín hiệu phát: được tạo cấu hình để thực hiện tổng hợp tín hiệu trên hai kênh bằng bộ cộng;

khối khuếch đại công suất: được tạo cấu hình để thực hiện khuếch đại tín hiệu lên công suất cao (hàng kW) sử dụng công nghệ bán dẫn (Solid - state);

khối chuyển mạch thu phát: đảm bảo tín hiệu chỉ đi theo một chiều: tín hiệu từ khuếch đại công suất tới ăng ten và từ ăng ten về tuyến thu, và cách ly tín hiệu từ khối khuếch đại công suất đi sang khối thu để bảo vệ khối thu;

khối tiền máy thu: được tạo cấu hình để thực hiện nhiệm vụ lọc tín hiệu để loại bỏ các tín hiệu và nhiễu ngoài dải tần của đài ra đa, bảo vệ quá áp máy thu, khuếch đại tạp âm thấp;

khối chia tín hiệu thu: được tạo cấu hình để thực hiện việc chia tín hiệu từ một đường thu thành 2 kênh bằng bộ chia đều công suất 1:2;

khối cấu hình pha-biên độ tín hiệu thu, được tạo cấu hình để thực hiện việc cấu hình pha và biên độ tín hiệu trên 2 kênh độc lập.

2. Phương pháp đa búp sóng quét độc lập cho đài ra đa 3D bao gồm các bước:

bước 1: tạo tín hiệu điều chế: sử dụng kỹ thuật phân tập theo thời gian – tần số; và tín hiệu đầu ra của bước tạo tín hiệu bao gồm 2 hoặc nhiều tín hiệu có khe thời gian khác nhau $tx1$, $tx2$ và cách nhau một khoảng bảo vệ;

bước 2: trộn tần tín hiệu lên tần số cao tần: tạo ra 2 tín hiệu có khoảng thời gian khác nhau và tần số khác nhau (phân tập thời gian – tần số);

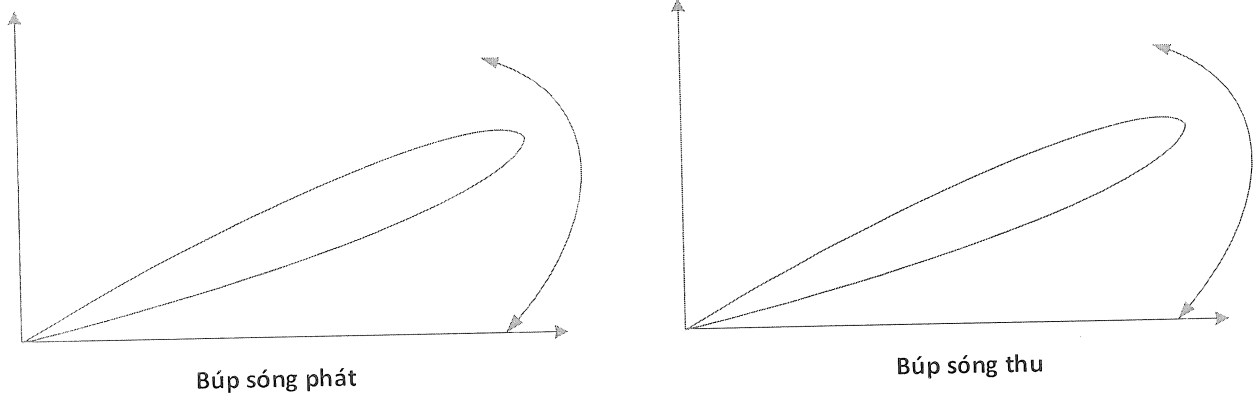
bước 3: cấu hình pha và biên độ: trong đó cấu hình pha đảm bảo búp sóng hướng đến một góc cho trước; và cấu hình biên độ; tín hiệu từ N kênh sau bộ chia trong bước 2 được đưa tới từng khối cấu hình pha và biên độ, cụ thể cần sử dụng hệ thống bao gồm $2*N$ bộ cấu hình

pha biên độ, trong đó N bộ cấu hình pha biên độ cho các tín hiệu có tần số f_1 và thời gian tx_1 qua đó hình thành nên búp sóng số 1, N bộ cấu hình pha biên độ cho các tín hiệu tần số f_2 và thời gian tx_2 hình thành nên búp sóng số 2;

bước 4: tổ hợp tín hiệu: cụ thể tổ hợp tín hiệu sau bước 3 (thực hiện phép cộng hoặc chuyển mạch tốc độ cao) thành N kênh, được thực hiện tại khối tổng hợp tín hiệu phát;

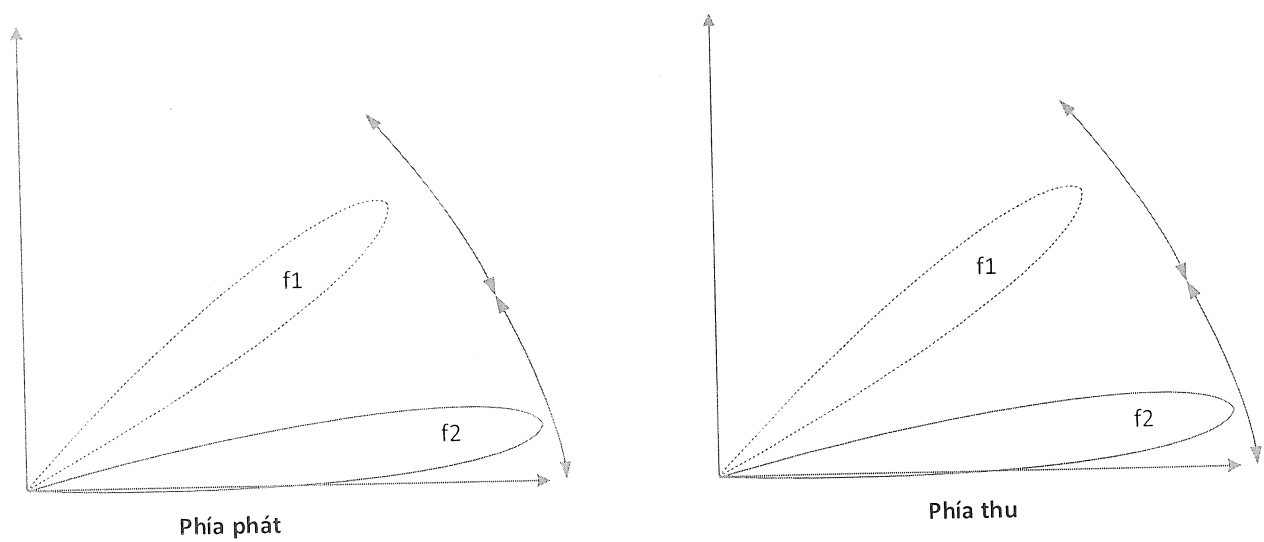
bước 5: khuếch đại tín hiệu: khuếch đại lên công suất cao tín hiệu trước khi đi đến N hàng ăng ten (hàng kW) bằng N khối khuếch đại công suất.

Kỹ thuật quét búp sóng đơn

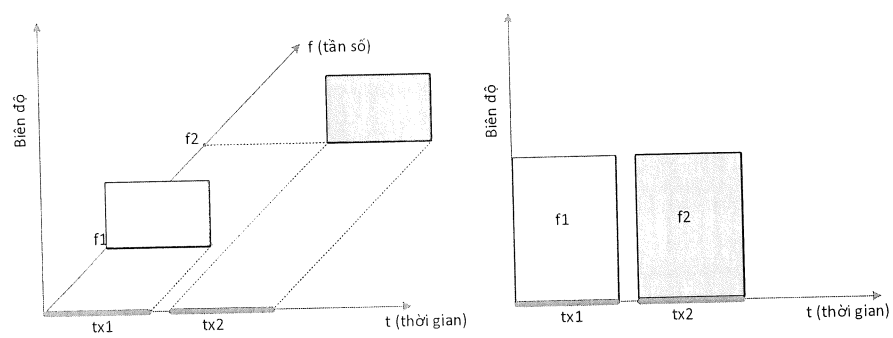


Hình 1

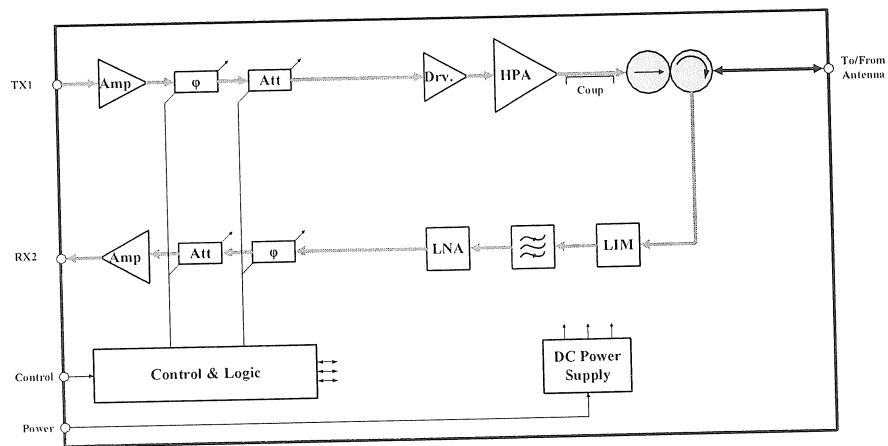
Đa búp sóng quét độc lập



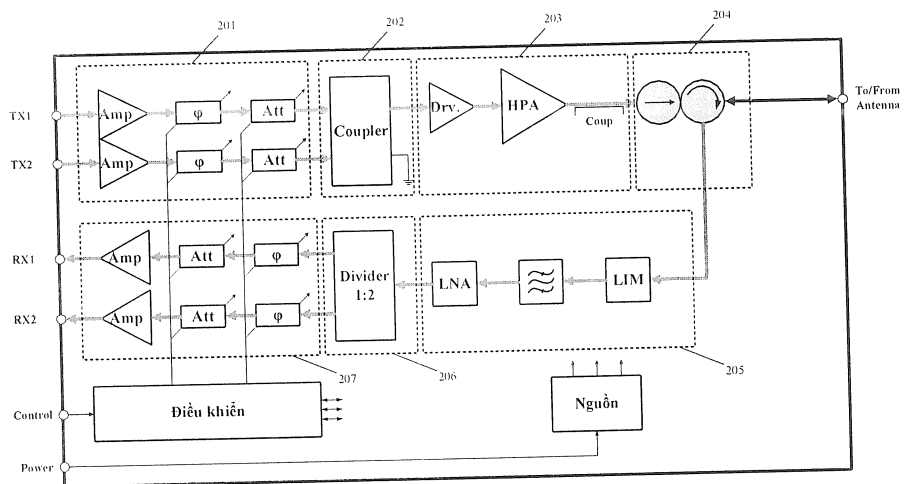
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5