



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0052719

(51)^{2021.01} G01S 13/74

(13) B

(21) 1-2022-04831

(22) 29/07/2022

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/10/2022 415A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

Lô D26 khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

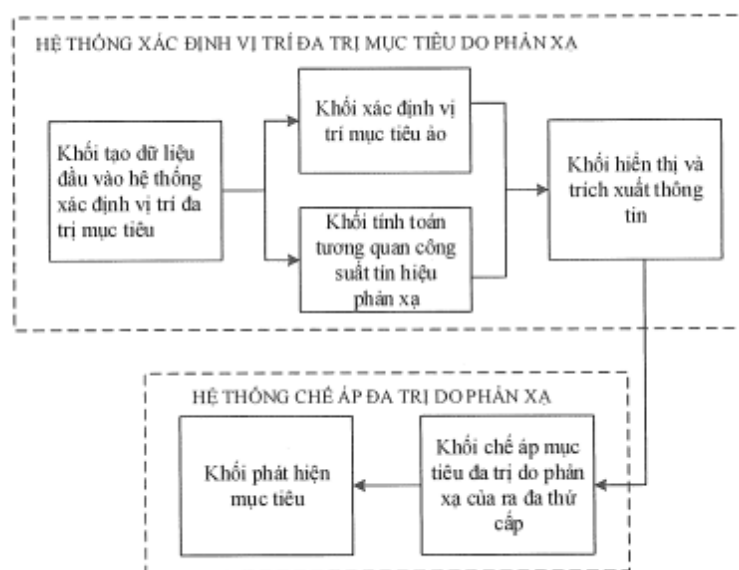
(72) Nguyễn Mạnh Thắng (VN); Nguyễn Như Thành (VN); Đỗ Duy Khánh (VN);
Nguyễn Mạnh Tuấn (VN); Lê Xuân Thành (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ ĐA TRỊ MỤC TIÊU DO
PHẢN XẠ ÁP DỤNG CHO ĐÀI RA ĐA THỨC CẤP

(21) 1-2022-04831

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu áp dụng cho đài ra đa thứ cấp giúp xác định tọa độ mục tiêu bị đa trị, tọa độ và tính chất vật phản xạ, tọa độ mục tiêu đa trị (mục tiêu ảo) từ đó làm cơ sở, căn cứ để xây dựng hệ thống chế áp đa trị mục tiêu do phản xạ, đảm bảo khả năng phát hiện cho đài ra đa. Hệ thống được đề xuất bao gồm các khối: khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối xác định vị trí mục tiêu ảo, khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ, khối hiển thị và trích xuất thông tin, khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ. Phương pháp được đề xuất bao gồm các bước: bước 1: tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ; bước 2: tính toán xác định vị trí đa trị (mục tiêu ảo) của mục tiêu; bước 3: tính toán tương quan công suất của tín hiệu phản xạ; bước 4: tính toán hiển thị và trích xuất thông tin (vị trí, công suất) của mục tiêu ảo; bước 5: thử nghiệm thuật toán chế áp đa trị do phản xạ trên đài ra đa thứ cấp.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp. Hệ thống và phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong hệ thống đài ra đa thứ cấp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong hệ thống thông tin vô tuyến nói chung và hệ thống ra đa nói riêng, các sóng điện từ bức xạ trong không gian sẽ va đập vào các vật thể khác nhau khi đến hệ thống ăng ten thu là sự tổng hợp chồng chập của các sóng đến từ nhiều hướng khác nhau bởi sự phản xạ, khúc xạ, tán xạ khi đi qua các vật thể.

Trên thực tế, vùng không gian quan sát xung quanh đài ra đa thường có các chướng ngại gây phản xạ sóng ra đa (các địa vật tự nhiên như núi đồi, cây cối, các tòa nhà cao tầng, các cột điện thép,...). Đối với đài ra đa sơ cấp sử dụng tín hiệu phức tạp có điều chế pha, điều chế tần số để phát đi nên các tín hiệu phản xạ dội về sẽ bị suy hao, trễ, dịch pha và không còn mối liên hệ này nên dễ dàng bị loại bỏ. Tuy nhiên, ở hệ thống ra đa thứ cấp sử dụng tín hiệu bức xạ là xung đơn không có mối liên hệ về pha, tần số của sóng mang nên việc loại trừ tín hiệu phản xạ khó khăn hơn. Trong trường hợp tín hiệu hồi từ búp sóng chính của máy hồi bị phản xạ từ địa vật rồi mới tới máy bay, nếu máy bay thu được tín hiệu phản xạ này với công suất đủ lớn thì máy trả lời sẽ phát tín hiệu trả lời mặc dù không được hồi theo hướng trực xạ. Điều này sẽ gây ra hiện tượng đa trị mục tiêu trên màn hình ra đa.

Do vậy, cần thiết phải nghiên cứu và đề xuất một hệ thống xác định vị trí thường xảy ra đa trị của mục tiêu tại một trận địa triển khai đài ra đa. Từ đó làm cơ sở, căn cứ để xây dựng hệ thống chế áp đa trị mục tiêu do phản xạ, đảm bảo khả năng phát hiện cho đài ra đa. Việc này có ý nghĩa rất lớn đến chỉ tiêu chiến-kỹ thuật của đài ra đa thứ cấp. Trên thế giới cũng đã có nhiều nghiên cứu độc lập về hiện tượng phản xạ sóng điện từ trong không gian, các nghiên cứu này đã chỉ ra nguyên lý, các công thức tính toán liên quan. Hệ thống và phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu áp dụng cho đài ra đa thứ cấp đề cập trong sáng chế được xây dựng dựa trên cơ sở các nguyên lý đó về quy luật phản xạ gương, về suy hao trong không gian, về suy hao do tính chất bề mặt phản xạ và dựa trên đặc điểm riêng của đài ra đa thứ cấp (về hệ thống thu phát, ăng ten đường truyền).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích thứ nhất của sáng chế là đề xuất hệ thống xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp nhằm cung cấp thông tin cho hệ thống chế áp đa trị mục tiêu do phản xạ. Để đạt được mục đích này, hệ thống xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp gồm năm khối chính: khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối xác định vị trí mục tiêu ảo, khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ, khối hiển thị và trích xuất thông tin, khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp, cụ thể:

Khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối này có nhiệm vụ tạo dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm thông tin của mục tiêu thực và thông tin của vật phản xạ.

Khối xác định vị trí mục tiêu ảo (vị trí đa trị của mục tiêu), có nhiệm vụ xác định chính xác tọa độ vị trí mục tiêu ảo gây ra bởi vật phản xạ khi máy bay bay qua vùng bị phản xạ.

Khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ, có nhiệm vụ tính toán suy hao công suất của tín hiệu RF từ máy bay khi đi qua không gian truyền sóng vô tuyến và suy hao năng lượng khi đi qua các vật phản xạ có tính chất khác nhau.

Khối hiển thị và trích xuất thông tin, có nhiệm vụ vẽ hiển thị trực quan trên màn hình tọa độ của mục tiêu, vật phản xạ và mục tiêu ảo; đồ thị ba chiều (3D) tương quan công suất tín hiệu phản xạ; và trích xuất các thông tin cần thiết cho hệ thống chế áp đa trị mục tiêu do phản xạ.

Khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp, thực hiện thuật toán chế áp tín hiệu đa trị, chỉ cho tín hiệu từ mục tiêu thực đi qua. Thuật toán chế áp sử dụng tương quan công suất và tương quan thời gian giữa tín hiệu thu được từ kênh chính và kênh chế áp. Sau bộ chế áp tín hiệu được gửi tới khối tiếp theo là khối phát hiện mục tiêu.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp. Để đạt được mục đích trên, phương pháp được đề xuất trong sáng chế bao gồm các bước sau:

Bước 1: tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ. Bước này sẽ tạo dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm thông tin của mục tiêu thực và thông tin của vật phản xạ.

Bước 2: xác định vị trí đa trị (mục tiêu ảo) của mục tiêu. Bước này sẽ thực hiện xác định tọa độ mục tiêu bị đa trị (cự ly, phương vị), thông số vật phản xạ (vị trí, kích thước, hướng), tọa độ mục tiêu ảo (cự ly, phương vị).

Bước 3: xác định tương quan công suất của tín hiệu phản xạ. Bước này sẽ thực hiện xác định tương quan công suất của tín hiệu mục tiêu và tín hiệu đa trị dựa trên tọa độ và tính chất của vật phản xạ.

Bước 4: xác định hiển thị và trích xuất thông tin (vị trí, công suất) của mục tiêu ảo. Bước này sẽ thực hiện xác định hiển thị trên giao diện các thông số đầu vào của mục tiêu, của vật phản xạ và trích xuất thông tin đầu ra tọa độ của mục tiêu ảo.

Bước 5: thử nghiệm thuật toán chế áp đa trị do phản xạ trên đài ra đa thứ cấp. Bước này sẽ thực hiện thuật toán chế áp tín hiệu đa trị mục tiêu do phản xạ dựa trên dữ liệu cung cấp từ bước 4.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là sơ đồ hệ thống xác định vị trí đa trị của mục tiêu do phản xạ;

Hình 2: là hình mô tả nguyên lý xác định vị trí đa trị của mục tiêu;

Hình 3: là hình mô tả nguyên lý xác định vùng bị phản xạ và vùng mục tiêu ảo;

Hình 4: là hình mô tả hiện tượng đa đường của mục tiêu;

Hình 5: là hình mô tả nguyên lý xác định vị trí mục tiêu ảo có tính đến nội suy;

Hình 6: là hình mô tả giao diện hiển thị và trích xuất thông tin;

Hình 7: là sơ đồ thuật toán chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cấu trúc của hệ thống được mô tả trên Hình 1, hệ thống theo sáng chế bao gồm các khối sau:

Khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối này có nhiệm vụ tạo dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm thông tin của mục tiêu thực và thông tin của vật phản xạ.

Khối xác định vị trí mục tiêu ảo (vị trí đa trị của mục tiêu), có nhiệm vụ xác định chính xác tọa độ vị trí mục tiêu ảo gây ra bởi vật phản xạ khi máy bay bay qua vùng bị phản xạ.

Khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ, có nhiệm vụ tính toán suy hao công suất của tín hiệu RF từ máy bay khi đi qua không gian truyền sóng vô tuyến và suy hao năng lượng khi đi qua các vật phản xạ có tính chất khác nhau.

Khối hiển thị và trích xuất thông tin, có nhiệm vụ vẽ hiển thị trực quan trên màn hình tọa độ của mục tiêu, vật phản xạ và mục tiêu ảo; đồ thị ba chiều (3D) tương quan công suất tín hiệu phản xạ; và trích xuất các thông tin cần thiết cho hệ thống chế áp đa trị mục tiêu do phản xạ.

Khởi chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp, thực hiện thuật toán chế áp tín hiệu đa trị, chỉ cho tín hiệu từ mục tiêu thực đi qua. Thuật toán chế áp sử dụng tương quan công suất và tương quan thời gian giữa tín hiệu thu được từ kênh chính và kênh chế áp. Sau bộ chế áp tín hiệu được gửi tới khối tiếp theo là khối phát hiện mục tiêu.

Phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp, bao gồm các bước sau:

Bước 1: tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ;

Bước này được thực hiện trên khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ. Dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm thông tin của mục tiêu thực và thông tin của vật phản xạ. Thông tin của mục tiêu thực bao gồm vùng cự ly và phương vị hoạt động của máy bay (dữ liệu cung cấp từ hệ thống ra đa thứ cấp). Thông tin của vật phản xạ bao gồm kích thước của vật phản xạ, cự ly phương vị của vật phản xạ, góc nghiêng của vật phản xạ, loại vật liệu và độ gồ ghề (không bằng phẳng) của bề mặt phản xạ (dữ liệu được cung cấp theo khảo sát địa hình địa vật thực tế trong phạm vi quan sát của đài ra đa thứ cấp). Ngoài ra còn có thông tin về độ rộng búp sóng ăng ten, tốc độ quét ăng ten (dữ liệu cung cấp từ hệ thống ra đa thứ cấp); diện tích phản xạ hiệu dụng và vận tốc trung bình của mục tiêu (dữ liệu được cung cấp theo thực tế của từng loại máy bay).

Bước 2: xác định vị trí đa trị (mục tiêu ảo) của mục tiêu;

Bước này được thực hiện trên khối xác định vị trí mục tiêu ảo (vị trí đa trị của mục tiêu). Từ các tham số đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị và vùng bị phản xạ của mục tiêu.

Dựa trên những điểm tương đồng về mặt hình học, ta có thể áp dụng kiến thức về phản xạ gương đối với hiện tượng đa đường. Xét một mục tiêu thực phát sóng từ vị trí cự li R , phương vị γ cho vị trí mục tiêu ảo ở vị trí cự li R_i , phương vị γ_i như sau (tham chiếu Hình 2):

$$\left\{ \begin{array}{l} R_i = \frac{2.R_r \cos \alpha - R \cos(\gamma_r + \alpha - \gamma)}{\cos(\arctan \tilde{X})} \\ \gamma_i = \gamma_r + \alpha - \gamma - \arctan \tilde{X} \end{array} \right.$$

Trong đó: $\tilde{X} = \frac{X}{R_r \cos \alpha} = \frac{R \cdot \sin(\gamma_r + \alpha - \gamma)}{2.R_r \cos \alpha - R \cos(\gamma_r + \alpha - \gamma)}$

Với:

α là góc nghiêng của vật phản xạ so với pháp tuyến;

γ_r là phương vị của vật phản xạ;

R_r là cự ly của vật phản xạ;

X là khoảng cách từ điểm phản xạ trên mặt phản xạ tới chân đường pháp tuyến dựng từ ra đa đến mặt phẳng chứa mặt phản xạ;

$\tilde{X}$ được đặt như trên để rút gọn công thức.

Từ nguyên lý của phản xạ gương này qua các công thức tính toán ta xác định được vùng bị phản xạ khi máy bay bay vào và vùng mục tiêu ảo do vật phản xạ gây ra (tham chiếu Hình 3).

Vùng xuất hiện mục tiêu ảo thỏa mãn điều kiện sau:

$$\begin{cases} \gamma_{r2} \leq \gamma_i \leq \gamma_{r1} \\ R_i > R_{i_lim} \end{cases}$$

Trong đó:

$$R_{r1} = \sqrt{R_r^2 d^2 / 4 - R_r d \sin \alpha}$$

$$\beta_1 = \arcsin \left(\frac{2R_r \sin \alpha - d}{2R_{r1}} \right)$$

$$R_{r2} = \sqrt{R_r^2 d^2 / 4 + R_r d \sin \alpha}$$

$$\beta_2 = \arcsin \left(\frac{2R_r \sin \alpha + d}{2R_{r2}} \right)$$

$$\gamma_{r1} = \gamma_r + \arccos \left(\frac{2R_r - d \cdot \sin \alpha}{2R_{r1}} \right)$$

$$\gamma_{r2} = \gamma_r - \arccos \left(\frac{2R_r + d \cdot \sin \alpha}{2R_{r2}} \right)$$

$$R_{i_lim} = \frac{\cos \beta_1 \cdot R_{r1}}{\cos(\beta_1 + \gamma_{r1} - \gamma_i)}$$

Vùng bị phản xạ là vùng mà khi máy bay bay vào thì tín hiệu trả lời sẽ có khả năng bị phản xạ về máy hỏi gây ra đa trị. Và thỏa mãn điều kiện sau:

$$\left[\begin{cases} (\pi - \gamma_{r1} - 2\beta_1) \leq \gamma \leq \gamma_{r2} \\ R_{lim1} \leq R \leq R_{lim2} \\ \begin{cases} \gamma_{r2} \leq \gamma \leq \gamma_{r1} \\ R_{lim1} \leq R \leq R_{lim3} \end{cases} \end{cases} \right]$$

Trong đó:

$$R_{\lim 1} = \frac{\sin(2\beta_1) \cdot R_{r1}}{\sin(\gamma_{r1} - \gamma + 2\beta_1)}$$

$$R_{\lim 2} = \frac{\sin(2\beta_2) \cdot R_{r2}}{\sin(\gamma_{r2} + \gamma - 2\beta_2)}$$

$$R_{\lim 3} = \frac{\cos \beta_2 \cdot R_{r2}}{\cos(-\gamma_{r2} + \gamma - \beta_2)}$$

Với:

- + $R_{\lim 1}, R_{\lim 2}, R_{\lim 3}$ là các giới hạn cự ly phụ thuộc theo góc phương vị của mục tiêu;
- + γ là góc phương vị của mục tiêu;
- + γ_{r1}, γ_{r2} là góc phương vị của cạnh phải và cạnh trái của mặt phản xạ;
- + R_{r1}, R_{r2} là cự li của cạnh trái và cạnh phải của mặt phản xạ;
- + β_1, β_2 là góc tới của các tia phản xạ tại góc trái và phải của mặt phản xạ và dội tới ra đa.

Khi tính toán vùng bị phản xạ của máy bay còn tính đến yếu tố tốc độ và hướng di chuyển của máy bay, tốc độ quét của ăng ten đài ra đa. Do đó để xác định được vị trí máy bay gây ra đa đường thì ta cần nội suy giữa hai vị trí mục tiêu thực phát hiện được trong hai vòng quét liên tục.

Xét trường hợp vòng quét thứ k quét được mục tiêu thực ở A1 cự li R1 phương vị γ_1 , có một mục tiêu đa trị ở A2' có phương vị γ_i (tham chiếu Hình 4), lần quét thứ (k+1) quét được mục tiêu thực ở vị trí A3 cự li R3 phương vị γ_3 (tham chiếu Hình 5). Coi thời gian truyền sóng là tức thời, ta có thể nội suy gần đúng được R_x và γ_x là cự li và phương vị của máy bay tại thời điểm máy hỏi bắt được mục tiêu ảo.

Đặt:

Thời gian máy hỏi quét từ máy bay đến vị trí ảnh là Δt_{1i} ;

Thời gian giữa hai lần quét được máy bay trong hai vòng quét liên tiếp là Δt_{13} ;

Góc η là góc tạo bởi đường nối hai vị trí A1A3 và đường nối A1 với tâm đài ra đa như hình vẽ;

Ta có:

$$A_1 A_2 = \frac{\Delta t_{1i}}{\Delta t_{13}} A_1 A_3$$

Vị trí nội suy của mục tiêu là:

$$R_x = \sqrt{R_1^2 + A_1 A_2^2 - 2 \cdot R_1 \cdot A_1 A_2 \cdot \cos \eta}$$

$$\gamma_x = \gamma_1 + \arcsin \left(\frac{A_1 A_2 \cdot \sin \eta}{R_x} \right)$$

Bước 3: xác định tương quan công suất của tín hiệu phản xạ;

Bước này được thực hiện trên khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ. Trong không gian, khi tín hiệu bị đổi hướng trong các hiện tượng phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ và tán xạ, chúng sẽ tạo ra hiện tượng đa đường truyền. Với tín hiệu phản xạ đa đường gây ra trong ra đa thứ cấp, tín hiệu RF sẽ bị suy giảm so với tín hiệu trực xạ, nhưng vẫn đủ lớn để kích hoạt hệ thống phát đáp gây nên đa trị mục tiêu.

Độ suy giảm công suất tín hiệu RF được tính toán thông qua các công thức suy hao đường truyền trong không gian tự do và hệ số phản xạ của bề mặt phản xạ.

Công thức tính suy hao đường truyền sóng trong không gian tự do:

$$\Delta L = 20 \cdot \log(R) + 20 \cdot \log(f) - 147,5$$

Trong đó:

$R[m]$ là cự li vật phát xạ (máy bay) đến máy thu ra đa, đơn vị mét;

$f[Hz]$ là tần số sóng truyền đi trong không gian, đơn vị Hz.

Hệ số phản xạ được tính như sau:

$$\rho = \rho_0 \rho_s \rho_v$$

Trong đó:

ρ_0 là hệ số phản xạ Fresnel;

ρ_s là hệ số phản xạ bề mặt gồ ghề;

ρ_v là hệ số phản xạ thẩm thực vật.

Với Γ là hệ số phản xạ Fresnel phức, có: $\rho_0 = |\Gamma|$

Do tín hiệu trả lời của máy hỏi là phân cực đứng (phân cực V) nên có thể áp dụng công thức:

$$\Gamma_v = \frac{\varepsilon \cdot \sin \Psi - \sqrt{\varepsilon - \cos^2 \Psi}}{\varepsilon \cdot \sin \Psi + \sqrt{\varepsilon - \cos^2 \Psi}}$$

Trong đó:

Ψ là góc tạo bởi tia tới và tiếp diện mặt phản xạ ($\Psi = \frac{\pi}{2} - \beta$, với β là góc

tới của tia bị phản xạ tại mặt phản xạ);

ε là hằng số điện môi phức của bề mặt phản xạ, $\varepsilon = \varepsilon_r + j\varepsilon_j$;

ε_r là hằng số điện môi tương đối của vật liệu phản xạ;

$\varepsilon_j = -j.60.\lambda\sigma_e$, σ_e [Ω/m] là điện dẫn suất của vật liệu, λ là bước sóng của tín hiệu.

Đối với các mặt gồ ghề, ta có hệ số tán xạ sau:

$$\rho_s = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{4\pi\sigma_h}{\lambda} \sin \Psi \right)^2 \right]$$

Trong đó:

σ_h là căn quân phương của độ nhấp nhô bề mặt;

λ là bước sóng của tín hiệu;

Ψ là góc tạo bởi tia tới và tiếp diện mặt phản xạ ($\Psi = \frac{\pi}{2} - \beta$, với β là góc tới của tia bị phản xạ tại mặt phản xạ).

Hệ số phản xạ thảm thực vật được tính theo công thức sau:

$$\rho_v = (1 - \sqrt{a\lambda}) \exp \left(-\frac{b \cdot \sin \Psi}{\lambda} \right) + \sqrt{a\lambda} \leq 1, 0$$

Trong đó: a , b là các hệ số phụ thuộc vào loại thảm thực vật.

Các loại thảm thực vật và a , b tương ứng là:

<i>Loại thảm thực vật</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Thảm cỏ thấp	3,2	1
Thảm cỏ cao dày, bụi cây	0,32	3
Thảm cây cối dày	0,032	5

Bước 4: xác định hiển thị và trích xuất thông tin (vị trí, công suất) của mục tiêu ảo;

Bước này được thực hiện trên khối hiển thị và trích xuất thông tin.

Tham chiếu Hình 6, khối hiển thị và trích xuất thông tin sẽ đưa lên giao diện trực quan các tham số đầu vào của mục tiêu bị phản xạ, của vật phản xạ và thông số tính toán đầu ra của mục tiêu ảo.

Trên giao diện có thể khảo sát nhiều mục tiêu bay với mọi vị trí địa hình với tính chất mặt phản xạ khác nhau. Mô tả trực quan hiện tượng đa đường với việc thể hiện vị trí của máy bay, vật phản xạ và mục tiêu ảo (nếu có) trên màn hình giám sát.

Dựng và xuất riêng đồ thị ba chiều (3D) biên độ tín hiệu nhận về theo hai chiều cự li và phương vị với giới hạn từng trục tùy chọn, cho phép lưu hình ảnh hoặc tương tác với đồ thị.

Liên tục trả về thông tin vị trí của góc quét, mục tiêu thực và mục tiêu ảo (nếu có) và báo lại có mục tiêu ảo hay không.

Các thông số khảo sát này làm cơ sở dữ liệu cung cấp cho hệ thống chế áp đa trị do phản xạ của đài ra đa thứ cấp.

Bước 5: thử nghiệm thuật toán chế áp đa trị do phản xạ trên đài ra đa thứ cấp;

Bước này được thực hiện trên khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp. Thực hiện thuật toán chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ (tham chiếu Hình 7). Dựa vào các thông tin về vị trí đa trị, tương quan công suất tín hiệu đa trị do phản xạ sẽ tính toán được tham số trong hệ thống chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ.

Thuật toán chế áp mục tiêu đa trị thực hiện so sánh tương quan công suất kênh chính tại một cự ly R với một vùng cự ly lân cận R (“cửa sổ chế áp”) của kênh chế áp (trên hệ thống ra đa thứ cấp sử dụng hai kênh chính và kênh chế áp thu phát đồng thời). Cửa sổ cự ly chế áp ở kênh chế áp được tính toán dựa vào dữ liệu thu được thực tế từ máy bay và từ hệ thống xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ, tham số cửa sổ này có thể thay đổi được.

Thông thường tham số này đặt như sau:

+ Cửa sổ chế áp $\Delta t \leq 3\mu s$.

+ Điều kiện công suất chế áp: $P_{KC} \geq P_{KCA} + 9dB$

Tín hiệu sau khi chế áp đa trị do phản xạ sẽ đưa tới tầng tiếp theo là khối phát hiện mục tiêu để xử lý giải mã trích xuất thông tin cho hệ thống xử lý cấp 2 ra đa.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Hệ thống và phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ đã được kiểm tra đánh giá kết quả. Kết quả đạt được như sau:

- Về khả năng tạo và trích xuất dữ liệu vị trí đa trị do phản xạ đảm bảo độ chính xác 100% trùng khớp các vị trí đa trị thu được thực tế trên đài.
- Về khả năng triệt đa trị do phản xạ của hệ thống đài ra đa thứ cấp: đạt 100%.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp bao gồm các khối sau:

khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối này có nhiệm vụ tạo dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm thông tin của mục tiêu thực và thông tin của vật phản xạ; sau đó, dữ liệu được gửi đến khối xác định vị trí mục tiêu ảo (vị trí đa trị của mục tiêu) và khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ;

khối xác định vị trí mục tiêu ảo (vị trí đa trị của mục tiêu): sau khi nhận được dữ liệu từ khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối xác định vị trí mục tiêu ảo tiến hành xác định chính xác tọa độ vị trí mục tiêu ảo gây ra bởi vật phản xạ khi máy bay bay qua vùng bị phản xạ; tọa độ vị trí mục tiêu ảo được đưa đến khối hiển thị và trích xuất thông tin;

khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ: sau khi nhận được dữ liệu từ khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ, khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ tính toán suy hao công suất của tín hiệu RF từ máy bay khi đi qua không gian truyền sóng vô tuyến và suy hao năng lượng khi đi qua các vật phản xạ có tính chất khác nhau; các thông tin về suy hao công suất và suy hao năng lượng được xác định sẽ được đưa đến khối hiển thị và trích xuất thông tin;

khối hiển thị và trích xuất thông tin: có nhiệm vụ vẽ hiển thị trực quan trên màn hình tọa độ của mục tiêu, vật phản xạ và mục tiêu ảo; đồ thị ba chiều (3D) tương quan công suất tín hiệu phản xạ; và trích xuất các thông tin cần thiết cho khối chế áp đa trị mục tiêu do phản xạ của ra đa thứ cấp;

khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp thực hiện thuật toán chế áp tín hiệu đa trị, chỉ cho tín hiệu từ mục tiêu thực đi qua; thuật toán chế áp sử dụng tương quan công suất và tương quan thời gian giữa tín hiệu thu được từ kênh chính và kênh chế áp; sau bộ chế áp tín hiệu được gửi tới khối phát hiện mục tiêu để xác định vị trí đa trị mục tiêu.

2. Phương pháp xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ cho đài ra đa thứ cấp, bao gồm các bước sau:

bước 1: tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ; bước này được thực hiện tại khối tạo dữ liệu đầu vào hệ thống xác định vị trí đa trị do phản xạ;

dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm thông tin của mục tiêu thực và thông tin của vật phản xạ. Thông tin của mục tiêu thực bao gồm vùng cự ly và phương vị hoạt động của máy bay (dữ liệu cung cấp từ hệ thống ra đa thứ cấp); thông tin của vật phản xạ bao gồm kích

thước của vật phản xạ, cự ly phương vị của vật phản xạ, góc nghiêng của vật phản xạ, loại vật liệu và độ gồ ghề (không bằng phẳng) của bề mặt phản xạ (dữ liệu được cung cấp theo khảo sát địa hình địa vật thực tế); ngoài ra còn có thông tin về độ rộng búp sóng ăng ten, tốc độ quét ăng ten; diện tích phản xạ hiệu dụng và vận tốc trung bình của mục tiêu;

bước 2: xác định vị trí đa trị (mục tiêu ảo) của mục tiêu; bước này được thực hiện trên khối xác định vị trí mục tiêu ảo (vị trí đa trị của mục tiêu);

từ các tham số đầu vào hệ thống tính toán xác định vị trí đa trị và vùng bị phản xạ của mục tiêu; cụ thể hơn, dựa trên những điểm tương đồng về mặt hình học, có thể áp dụng kiến thức về phản xạ gương đối với hiện tượng đa đường; xét một mục tiêu thực phát sóng từ vị trí cự li R , phương vị γ cho vị trí mục tiêu ảo ở vị trí cự li R_i , phương vị γ_i như sau:

$$\begin{cases} R_i = \frac{2.R_r \cos \alpha - R \cos(\gamma_r + \alpha - \gamma)}{\cos(\arctan \tilde{X})} \\ \gamma_i = \gamma_r + \alpha - \gamma - \arctan \tilde{X} \end{cases}$$

trong đó: $\tilde{X} = \frac{X}{R_r \cos \alpha} = \frac{R \cdot \sin(\gamma_r + \alpha - \gamma)}{2.R_r \cos \alpha - R \cos(\gamma_r + \alpha - \gamma)}$

với: α là góc nghiêng của vật phản xạ so với pháp tuyến;

γ_r là phương vị của vật phản xạ;

R_r là cự ly của vật phản xạ;

X là khoảng cách từ điểm phản xạ trên mặt phản xạ tới chân đường pháp tuyến dựng từ ra đa đến mặt phẳng chứa mặt phản xạ;

$\tilde{X}$ được đặt như trên để rút gọn công thức;

từ nguyên lý của phản xạ gương này qua các công thức tính toán ta xác định được vùng bị phản xạ khi máy bay bay vào và vùng mục tiêu ảo do vật phản xạ gây ra

khi xác định vùng bị phản xạ của máy bay còn tính đến yếu tố tốc độ và hướng di chuyển của máy bay, tốc độ quét của ăng ten đài ra đa; do đó để xác định được vị trí máy bay gây ra đa đường thì ta cần nội suy giữa hai vị trí mục tiêu thực phát hiện được trong hai vòng quét liên tục;

bước 3: xác định tương quan công suất của tín hiệu phản xạ; bước này được thực hiện trên khối tính toán tương quan công suất tín hiệu phản xạ;

với tín hiệu phản xạ đa đường gây ra trong ra đa thứ cấp, tín hiệu RF sẽ bị suy giảm so với tín hiệu trực xạ, nhưng vẫn đủ lớn để kích hoạt hệ thống phát đáp gây nên đa trị mục tiêu; độ suy giảm công suất tín hiệu RF được tính toán thông qua các công thức suy hao đường truyền trong không gian tự do và hệ số phản xạ của bề mặt phản xạ;

công thức tính suy hao đường truyền sóng trong không gian tự do:

$$\Delta L = 20 \cdot \log(R) + 20 \cdot \log(f) - 147,5$$

trong đó: $R[m]$ là cự li vật phát xạ (máy bay) đến máy thu ra đa, đơn vị mét;

$f[Hz]$ là tần số sóng truyền đi trong không gian, đơn vị Hz;

hệ số phản xạ được tính như sau:

$$\rho = \rho_0 \rho_s \rho_v$$

trong đó: ρ_0 là hệ số phản xạ fresnel;

ρ_s là hệ số phản xạ bề mặt gồ ghề;

ρ_v là hệ số phản xạ thẩm thực vật;

bước 4: xác định hiển thị và trích xuất thông tin (vị trí, công suất) của mục tiêu ảo; bước này được thực hiện trên khối hiển thị và trích xuất thông tin;

khối hiển thị và trích xuất thông tin sẽ đưa lên giao diện trực quan các tham số đầu vào của mục tiêu bị phản xạ, của vật phản xạ và thông số tính toán đầu ra của mục tiêu ảo; trên giao diện có thể khảo sát nhiều mục tiêu bay với mọi vị trí địa hình với tính chất mặt phản xạ khác nhau. Mô tả trực quan hiện tượng đa đường với việc thể hiện vị trí của máy bay, vật phản xạ và mục tiêu ảo (nếu có) trên màn hình giám sát;

dựng và xuất riêng đồ thị ba chiều (3D) biên độ tín hiệu nhận về theo hai chiều cự li và phương vị với giới hạn từng trục tùy chọn, cho phép lưu hình ảnh hoặc tương tác với đồ thị;

liên tục trả về thông tin vị trí của góc quét, mục tiêu thực và mục tiêu ảo (nếu có) và báo lại có mục tiêu ảo hay không;

các thông số khảo sát này làm cơ sở dữ liệu cung cấp cho hệ thống chế áp đa trị do phản xạ của đài ra đa thứ cấp;

bước 5: thử nghiệm thuật toán chế áp đa trị do phản xạ trên đài ra đa thứ cấp; bước này được thực hiện trên khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp;

khối chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ của ra đa thứ cấp thực hiện thuật toán chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ; dựa vào các thông tin về vị trí đa trị, tương quan công suất tín hiệu đa trị do phản xạ sẽ tính toán được tham số trong hệ thống chế áp mục tiêu đa trị do phản xạ;

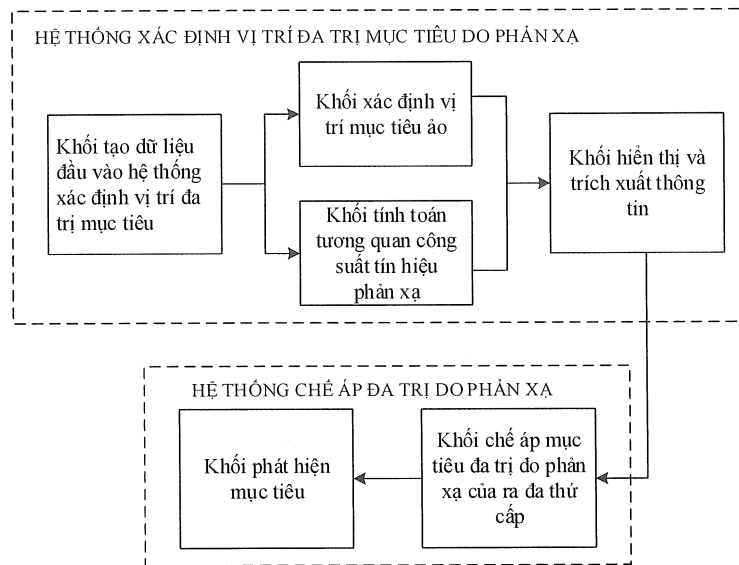
thuật toán chế áp mục tiêu đa trị thực hiện so sánh tương quan công suất kênh chính tại một cự ly R với một vùng cự ly lân cận R (“cửa sổ chế áp”) của kênh chế áp (trên hệ thống ra đa thứ cấp sử dụng hai kênh chính và kênh chế áp thu phát đồng thời); cửa sổ cự ly chế áp ở kênh chế áp được tính toán dựa vào dữ liệu thu được thực tế từ máy bay và từ hệ thống xác định vị trí đa trị mục tiêu do phản xạ, tham số cửa sổ này có thể thay đổi được;

thông thường tham số này đặt như sau:

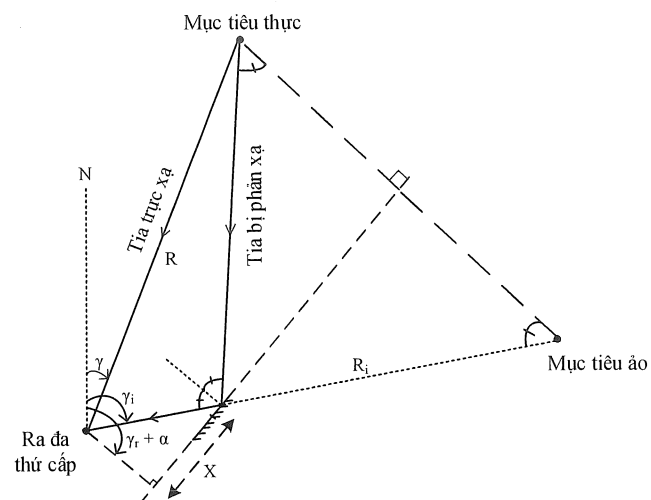
cửa sổ chế áp $\Delta t \leq 3\mu s$;

điều kiện công suất chế áp: $P_{KC} \geq P_{KCA} + 9dB$

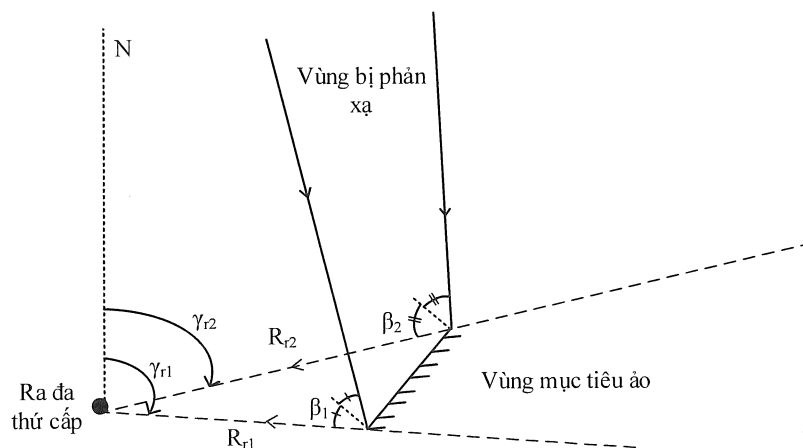
tín hiệu sau khi chế áp đa trị do phản xạ sẽ đưa tới tầng tiếp theo là khối phát hiện mục tiêu để xử lý giải mã trích xuất thông tin cho hệ thống xử lý cấp hai ra đa.



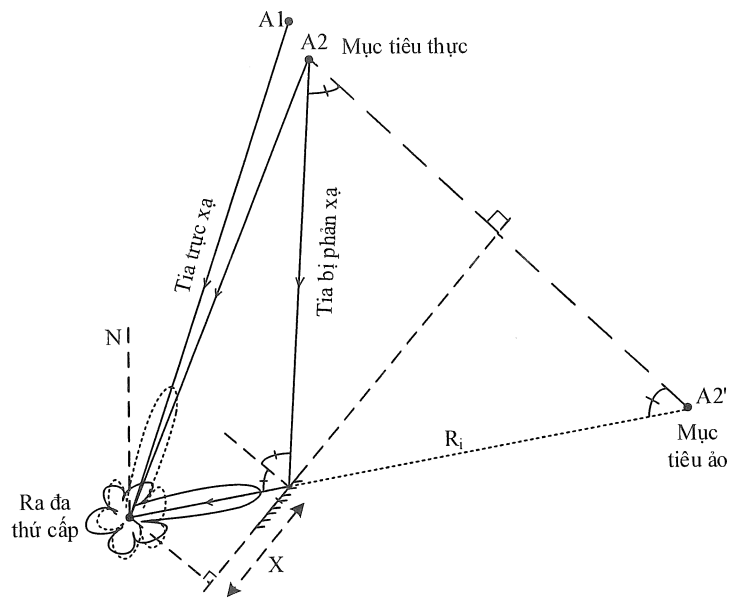
Hình 1



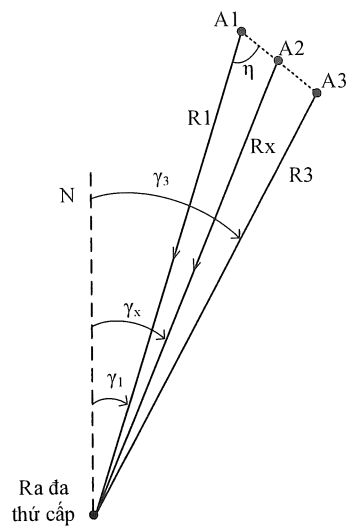
Hình 2



Hình 3

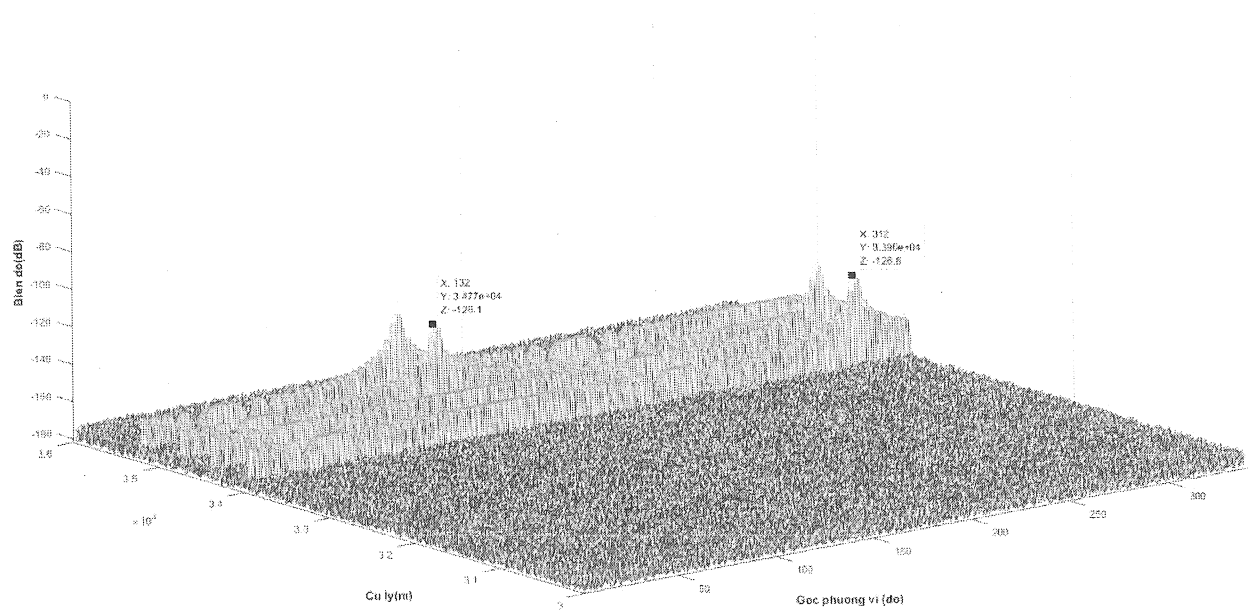


Hình 4

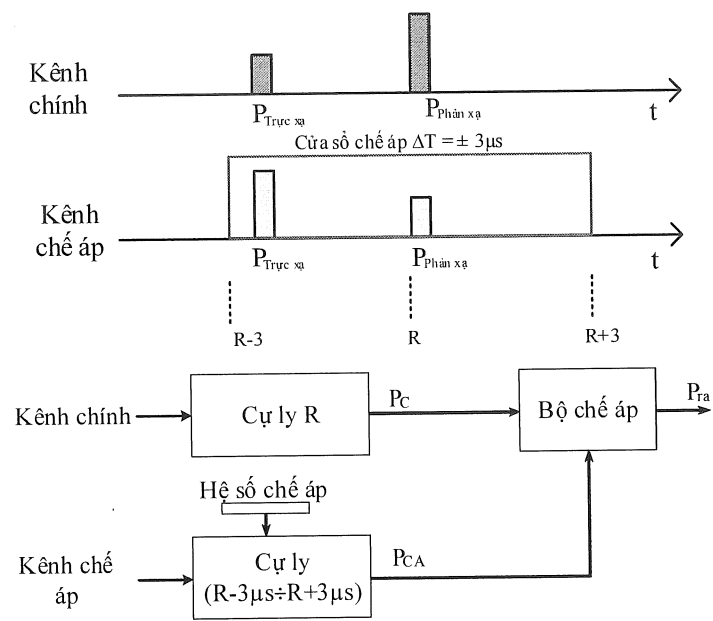


Hình 5

Vi tri hien tai	
Goc quet radar (deg):	360
Muc tieu thuc:	
Cu li (m):	Phuong vi (deg):
33896	312.16
Muc tieu ao:	
Cu li (m):	Phuong vi (deg):
34696	131.844



Hình 6:



Hình 7