

ĐIỀU KHIỂN ĐẶC TRƯNG HƯỚNG CỦA ANTEN THAY ĐỔI THÍCH NGHI THEO HƯỚNG NGUỒN NHIỀU CÓ TÍNH ĐẾN CỰC TIỂU SAI SỐ ĐO TỌA ĐỘ GÓC

Bùi Chí Thanh*, Phùng Ngọc Anh, Nguyễn Huy Tùng

Tóm tắt: Tác chiến hiện đại được đặc trưng bởi tốc độ biến đổi tình huống trên không rất nhanh và phức tạp. Các đài radar hiện đại sử dụng hệ thống anten mạng pha tích cực cho phép thích nghi nhanh chóng với các tình huống như vậy. Nó cho phép nâng cao khả năng chống nhiễu tích cực do đối phương chế áp và nhiễu từ các phương tiện điện tử khác. Tuy nhiên, việc tính toán tham số và thiết kế hệ thống anten mạng pha tích cực đòi hỏi yêu cầu cao về công nghệ, giải pháp kỹ thuật thực hiện rất phức tạp. Trong bài báo trình bày phương pháp ước lượng tham số cho hệ thống anten mạng pha tích cực để thay đổi thích nghi đặc trưng hướng của nó theo hướng nguồn nhiễu nhằm cực đại tỉ số tín/nhiều tạp ở đầu vào thiết bị thu có tính đến cực tiểu sai số đo tọa độ góc, làm cơ sở để tính toán, thiết kế hệ thống anten của các đài radar đa chức năng. Cơ sở của phương pháp này là phân tích và mô phỏng toán học sự phụ thuộc của hình dạng giản đồ hướng anten mạng pha thích nghi tích cực vào phân bố công suất và pha tín hiệu của các phần tử phát xạ. Mô hình anten mạng pha thích nghi tích cực được lựa chọn khảo sát là mạng phẳng tuyến tính.

Từ khóa: Anten mạng pha tích cực; Hệ số trọng lượng; Giản đồ hướng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

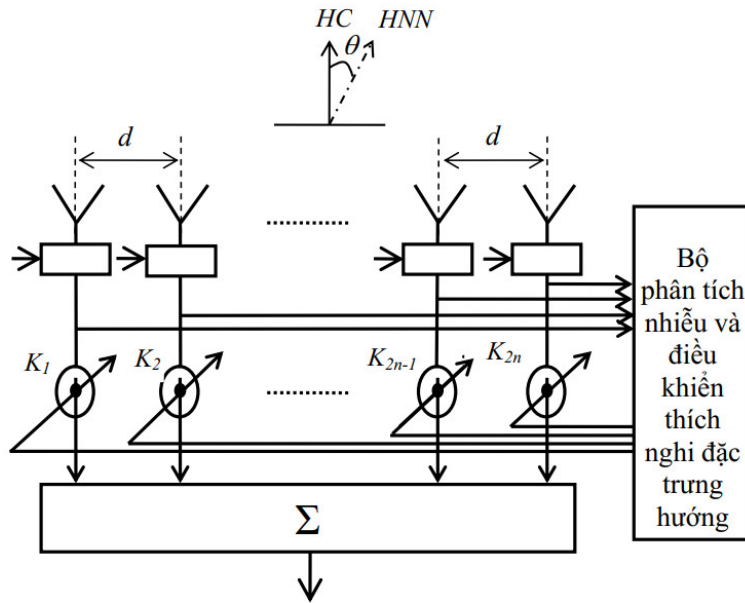
Trong lĩnh vực quân sự, các hệ thống anten với hệ chuyển động cơ khí chậm có quán tính khó đáp ứng được các yêu cầu biến đổi tình huống trên không rất nhanh và phức tạp. Nó không cho phép điều khiển đặc tính định hướng (hình dạng giản đồ hướng) một cách tức thời trong quá trình quan sát không gian. Sự phát triển của công nghệ điện tử cho phép thiết kế, chế tạo các hệ thống anten sử dụng phương pháp “quét điện tử” giản đồ hướng (GDH). Nhờ các ưu điểm vượt trội mà hệ thống anten mạng pha tích cực (AMT) ngày càng được sử dụng rộng rãi trong các radar quân sự, các hệ thống radar hàng không, các hệ thống radar liên lạc vệ tinh với trái đất, liên lạc với các mục tiêu di động và đảm bảo an toàn cho vận tải ô tô,... Trong lĩnh vực quân sự, tác chiến hiện đại xuất hiện nhiều tình huống nhiễu tích cực không mong muốn, đòi hỏi các hệ thống radar cần nhanh chóng thích nghi hiệu quả với các tình huống nhiễu đó. Các nghiên cứu [1-3] đã đề xuất thuật toán điều khiển thích nghi đặc trưng hướng của hệ thống AMT theo tiêu chuẩn cực đại tỉ số tín hiệu/nhiều ở đầu ra hệ thống ATM, theo tiêu chuẩn này, mức nhiễu ở đầu ra hệ thống AMT giảm cực tiểu nhờ sự thay đổi thích nghi hình dạng của giản đồ hướng (ở các hướng có nguồn nhiễu tác động, hệ số khuếch đại của anten giảm cực tiểu). Thế nhưng, thuật toán trên không đề cập đến hiện tượng biến dạng búp sóng chính khi điều khiển thích nghi đặc trưng hướng của hệ thống AMT theo hướng nguồn nhiễu. Hiện tượng này sẽ dẫn đến sai số đo tọa độ góc mục tiêu của đài radar. Do vậy, ước lượng tham số cho hệ thống AMT để thay đổi thích nghi GDH của nó theo hướng nguồn nhiễu nhằm giảm tối thiểu công suất nhiễu ở đầu vào máy thu radar, có tính đến cực tiểu sai số đo tọa độ góc là mục tiêu nghiên cứu của bài báo này.

2. MÔ HÌNH TỔNG QUÁT ANTEN MẠNG PHA TÍCH CỰC CHO ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ

2.1. Mô hình tổng quát

Mô hình tổng quát hệ thống anten mạng pha tích cực được đưa ra trên hình 1. Trong

đó: $K_1 \div K_{2n}$ là các hệ số trọng lượng; Σ là bộ lấy tổng các kênh thành phần; HC là hướng chính; HNN là hướng nguồn nhiễu, θ là góc tạo bởi hướng chính và hướng nguồn nhiễu. Hướng chính (HC) là hướng đang bám sát mục tiêu của hệ thống AMT và trùng với pháp tuyến của mạng phẳng tuyến tính. Hướng nguồn nhiễu (HNN) lệch so với hướng chính một góc θ . Bộ phân tích nhiễu và điều khiển thích nghi đặc trưng hướng thực hiện phân tích, đánh giá các đặc trưng thống kê và tọa độ của nguồn nhiễu, từ đó, thiết lập các trọng số $\dot{K}_1 \div \dot{K}_{2n}$ nhằm thay đổi sự phân bố biên độ và pha của tín hiệu trong các phần tử phát xạ của mạng anten nhằm hình thành đặc trưng hướng của hệ thống AMT theo yêu cầu khi thu, phát năng lượng siêu cao tần.



Hình 1. Mô hình tổng quát hệ thống anten mạng pha tích cực.

2.2. Nguyên lý điều khiển thích nghi đặc trưng hướng của hệ thống AMT

Cơ sở vật lý của điều khiển đặc trưng hướng hệ thống AMT là thay đổi quy luật phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần được phát đi bởi từng phần tử trong mạng sao cho chúng được cộng pha trong không gian khi phát, còn khi thu chúng cùng pha ở đầu vào bộ lấy tổng tín hiệu các kênh thành phần ở hướng xác định. Do đó, năng lượng toàn bộ mạng sẽ được tập trung vào hướng cần quan sát. Việc phát từ một phần tử phát xạ “ i ” nào đó trong hệ thống AMT được đặc trưng bởi giản đồ định hướng $f_i(\theta, \alpha)$. Khi đó, ở vùng xa của trường có thể nhận được trường tổng, nó đặc trưng cho đặc trưng hướng của hệ thống anten mạng [4]:

$$\Phi(\theta, \alpha) = \sum_{i=1}^{2n} f_i(\theta, \alpha) \quad (1)$$

Trong đó: $2n$ là số lượng đầu phát xạ của anten. Cơ sở để lựa chọn hình dạng GĐH của hệ thống AMT được thực hiện sau khi phân tích, đánh giá được tính chất nguồn nhiễu.

Tín hiệu ở đầu ra hướng chính có dạng [4]:

$$y(t)_{HC} = y_V(t) [\dot{K}_1 + \dot{K}_2 + \dots \dot{K}_{2n-1} + \dot{K}_{2n}] \quad (2)$$

ở đây, $y_V e^{j\omega_0 t}$ là tín hiệu ở đầu vào hệ thống AMT.

Tín hiệu đầu ra hệ thống AMT ở hướng nguồn nhiễu có dạng [4]:

$$y(t)_{HNN} = y_V e^{j\omega_0 t} \left[\dot{K}_1 f_1(d, \lambda_0, \theta_{HNN}) + \dot{K}_2 f_2(d, \lambda_0, \theta_{HNN}) + \dots \right. \\ \left. + \dot{K}_{2n-1} f_{2n-1}(d, \lambda_0, \theta_{HNN}) + \dot{K}_{2n} f_{2n}(d, \lambda_0, \theta_{HNN}) \right] \quad (3)$$

Ở đây, λ_0 là độ dài bước sóng bức xạ; d là khoảng cách giữa 2 phần tử phát xạ liên tiếp trong mạng. Từ các biểu thức 2 và 3 cho thấy, tín hiệu có ích và nhiễu ở đầu ra hệ thống AMT (đầu vào máy thu) đều phụ thuộc vào các trọng số $\dot{K}_1 \div \dot{K}_{2n}$. Như vậy, để đạt được giá trị cực đại tỉ số tín/nhiều tại ở đầu ra của hệ thống AMT cần ước lượng giá trị các trọng số $\dot{K}_1 \div \dot{K}_{2n}$ với giả thiết đã xác định được góc hướng của nguồn nhiễu. Về bản chất là thay đổi phân bố trường năng lượng các sóng phát ra từ các phần tử riêng biệt trong mạng anten thông qua việc lựa chọn phù hợp các trọng số $\dot{K}_1 \div \dot{K}_{2n}$ để có được đỉnh cực đại phát xạ ở hướng cần thiết, đồng thời tạo khe lõm ở các hướng có nguồn nhiễu tích cực nhằm hạn chế sự tác động của nguồn nhiễu khi thu và hạn chế sự trình sát điện tử của đối phương khi phát.

3. ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ CỦA HỆ THỐNG ANTEN MẠNG PHA TÍCH CỰC

3.1. Giả thiết cấu trúc hệ thống AMT và các điều kiện khảo sát

Để đơn giản cho việc tính toán, cấu trúc hệ thống AMT được xem xét là mạng phẳng tuyến tính gồm $2n$ phần tử bức xạ, mỗi phần tử phát xạ của mạng là một phần tử độc lập, khoảng cách giữa 2 phần tử kế tiếp là d (hình 1). Các trọng số $\dot{K}_1 \div \dot{K}_{2n}$ đặc trưng cho hệ số truyền tín hiệu của các phần tử bức xạ trong hệ thống AMT và được mô tả bởi biểu thức toán học:

$$\dot{K}_1 = w_1 + jw_2, \dot{K}_2 = w_3 + jw_4, \dots, \dot{K}_{2n} = w_{4n-1} + jw_{4n} \quad (4)$$

Ở đây, $w_1, w_3, \dots, w_{4n-1}$ tương ứng là phần thực; $w_2, w_4, \dots, w_{4n}$ là phần ảo.

3.2. Phương pháp ước lượng tham số hệ thống AMT

Với giả thiết cấu trúc của hệ thống AMT là mạng phẳng tuyến tính thì tín hiệu ở đầu ra hướng chính có dạng:

$$y(t)_{HC} = y_V(t) [(w_1 + jw_2) + (w_3 + jw_4) + \dots + (w_{4n-3} + jw_{4n-2}) + (w_{4n-1} + jw_{4n})] \quad (5)$$

ở đây, $y_V e^{j\omega_0 t}$ là tín hiệu ở đầu vào hệ thống AMT.

Để tín hiệu ở đầu ra hướng chính bằng $y_V e^{j\omega_0 t}$ điều kiện sau cần được thỏa mãn [6]:

$$\begin{cases} w_1 + w_3 + \dots + w_{4n-3} + w_{4n-1} = 1 \\ w_2 + w_4 + \dots + w_{4n-2} + w_{4n} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Nếu có k nguồn nhiễu thì tín hiệu đầu ra hệ thống AMT ở hướng các nguồn nhiễu có dạng [6]:

$$y(t)_{HNN} = y_V e^{j\omega_0 t} \left[\dot{K}_1 (\cos \alpha_1 - j \sin \alpha_1) + \dot{K}_2 (\cos \alpha_2 - j \sin \alpha_2) + \dots \right. \\ \left. + \dot{K}_{2n-1} (\cos \alpha_{2n-1} + j \sin \alpha_{2n-1}) + \dot{K}_{2n} (\cos \alpha_{2n} + j \sin \alpha_{2n}) \right] = y_V e^{j\omega_0 t} [A + jB] \quad (7)$$

Ở đây, λ_0 là độ dài bước sóng bức xạ; A, B tương ứng là phần thực và phần ảo khi khai triển biểu thức trong [...] của phương trình 7. Các hệ số $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ được xác định như sau:

$$\alpha_j = \sum_{i=1}^k ([2\pi((n-j)d + d/2)] / \lambda_0) \sin \theta_{HNNi}, j = 1, \dots, 4$$

Để nhận được giá trị nhỏ nhất tín hiệu ở đầu ra hệ thống AMT ở HNN cần thực hiện điều kiện [6]:

$$A = 0 \text{ \& } B = 0 \quad (8)$$

Khi đó, giản đồ hướng Anten khi thu, phát của hệ thống AMT có dạng:

$$|y_p|^2 = [A^2 + B^2] f(\theta)^2 \quad (9)$$

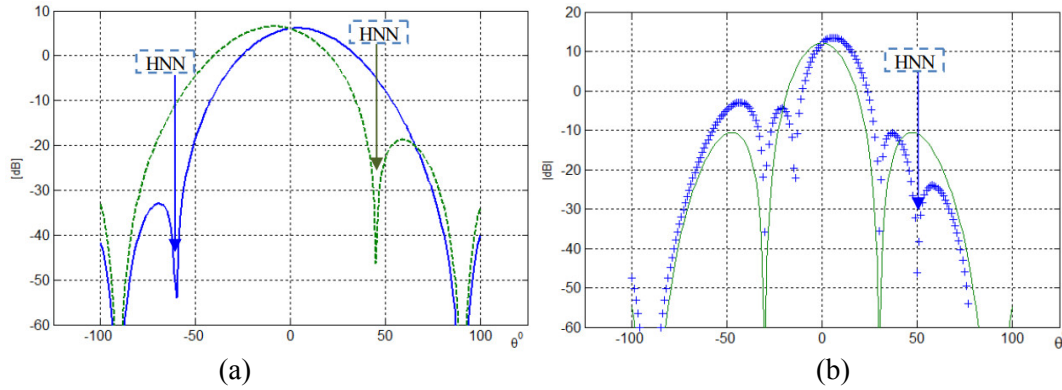
$$f(\theta) = \frac{\sin\left(\frac{2n\beta d}{2} \sin \theta\right)}{\sin\left(\frac{\beta d}{2} \sin \theta\right)}, \beta = \frac{2\pi}{\lambda_0}, d = \frac{\lambda_0}{2}$$

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG, KHẢO SÁT

Hình 2 đưa ra kết quả tính toán đặc trưng hướng của hệ thống AMT gồm: 2 phần tử phát xạ (hình a) tương ứng với hướng nguồn nhiễu $\theta_{HNN} = -60^\circ$ (nét liền) và $\theta_{HNN} = 45^\circ$ (nét đứt). Các trọng số tương ứng tìm được từ việc giải các phương trình (6, 8) là:

$$w_1 = 0.5; w_2 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \sin \theta_{HNN}\right)}{2 \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin \theta_{HNN}\right)}; w_3 = 0.5; w_4 = -\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \sin \theta_{HNN}\right)}{2 \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin \theta_{HNN}\right)}; \text{ 4 phần tử phát xạ}$$

- hình b tương ứng $\theta_{HNN} = 50^\circ$ (nét +) với các trọng số $w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25$, $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$. Trong điều kiện không có nhiễu tích cực tác động, không nhất thiết phải giải phương trình (8) để tạo khe lõm của đặc trưng hướng. Kết quả nhận được là các đường “đường liền”. Kết quả tính toán và mô phỏng trong bài báo được thực hiện trên phần mềm MATLAB.



Hình 2. Đặc trưng hướng của hệ thống AMT gồm
(a) 2 phần tử, đường liền ứng với $\theta_{HNN} = -60^\circ$, đường nét đứt ($\theta_{HNN} = 45^\circ$),
(b) 4 phần tử, $\theta_{HNN} = 50^\circ$ (đường nét +).

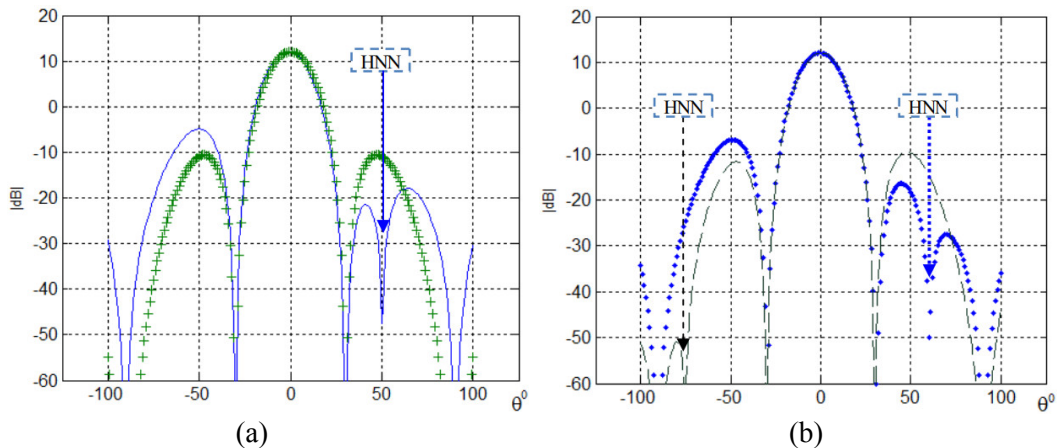
Phân tích hình 2 cho thấy rằng, sự lựa chọn hợp lý phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần khi phát xạ cho phép tạo khe lõm của đặc trưng hướng ở các hướng có nguồn nhiễu. Tuy nhiên, hiện tượng “méo” búp sóng chính đặc trưng hướng của anten (hướng bám sát mục tiêu) xuất hiện khi thay đổi dạng phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần trên mỗi phần tử phát xạ nhằm đạt được khe lõm của đặc trưng hướng thay đổi thích nghi theo hướng nguồn nhiễu. Hiện tượng “méo” này được thể hiện ở 3 khía

cạnh: độ rộng, đỉnh cực đại so với hướng pháp tuyến của mạng Anten (hướng 0^0) và tính đối xứng so với đỉnh cực đại của bức sóng chính bị thay đổi khi thay đổi dạng phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần trên mỗi phần tử phát xạ của mạng. Điều đó sẽ làm tăng sai số đo tọa độ góc của mục tiêu và tăng sự thẳng giăng tín hiệu phản xạ từ chúng. Để khắc phục hiện “méo” khi thay đổi quy luật phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần được phát đi bởi từng phần tử trong mạng nhằm thích nghi với hướng nguồn nhiễu thì điểm cực đại của cánh sóng chính của GĐH phải trùng với pháp tuyến của Anten. Khi đó, đạo hàm theo biến θ các biểu thức phần thực “A” và phần ảo “B” của phương trình 7 phải bằng không tại $\theta = 0^0$, tức là cần thực hiện điều kiện sau:

$$\frac{\partial A}{\partial \theta} = 0; \frac{\partial B}{\partial \theta} = 0 \text{ với } \theta = 0 \quad (10)$$

Giải phương trình 10 cho phép xác định được các trọng số phức $\hat{K}_1 \div \hat{K}_{2n}$, nó quyết định quy luật phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần được phát đi bởi từng phần tử trong mạng.

Hình 3 đưa ra kết quả tính toán đặc trưng hướng của hệ thống AMT gồm 4 phần tử phát xạ trên phần mềm MATLAB. Đối với hình 3a, điều kiện ban đầu được lựa chọn là: $w_1 = 0.25$; $w_2 = 0.25$; $w_3 = 0.25$; $w_5 = 0.25$. Các trọng số tương ứng tìm được từ việc giải các phương trình (6, 8, 10) là: $w_4 = 0.2637$; $w_6 = -0.2637$; $w_7 = 0.25$; $w_8 = -0.25$ với $\theta_{HNN} = 50^0$ (đường liền), đường “+” ứng với $w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25$, $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$. Kết quả mô phỏng trên hình 3b tương ứng với điều kiện ban đầu là: $w_1 = 0.25$; $w_3 = 0.25$; $w_5 = 0.25$; $w_7 = 0.25$. Các trọng số tìm được từ việc giải các phương trình (6, 8, 10) là: $w_2 = -0.0534$; $w_4 = -0.0534$; $w_6 = -0.0534$; $w_8 = -0.0534$ với $\theta_{HNN} = 60^0$; $w_2 = 0.0134$; $w_4 = -0.0134$; $w_6 = 0.0134$; $w_8 = -0.0134$ với $\theta_{HNN} = -75^0$.



Hình 3. Đặc trưng hướng của hệ thống AMT gồm 4 phần tử:

- a) tương ứng với hướng nguồn nhiễu so với pháp tuyến của Anten $\theta_{HNN} = 50^0$ (đường liền),
đường “+” tương ứng $w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25$, $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$;
b) $\theta_{HNN} = 60^0$ (đường chấm), $\theta_{HNN} = -75^0$ (đường đứt nét).

Kết quả tính toán trên phần mềm Matlab đánh giá hiệu quả của phương pháp ước lượng trọng số hệ thống AMT thích nghi theo hướng nguồn nhiễu tích cực được thể hiện

cụ thể ở bảng sau:

Số lượng phần tử phát xạ trong mạng	Giả thiết phân bố biên độ và pha (giá trị trọng số của hệ thống AMT)		θ_{HNN} (độ góc)	γ (dB)	$\Delta\theta_{sl}$ (độ góc)	$\Delta\theta_{20dB}$ (độ góc)
	Phân bố đều cả về biên độ và pha của tín hiệu trong các phần tử mạng anten	Sử dụng phương pháp ước lượng trọng số thích nghi theo hướng nguồn nhiều				
2 (hình 2a)	$w_1 = w_3 = 0.5;$ $w_2 = w_4 = 0$	$w_1 = w_3 = 0.5;$ $w_2 = 0.2477;$ $w_4 = -0.2477$	45°	34.8	9.3°	11.6°
2 (hình 2a)	$w_1 = w_3 = 0.5;$ $w_2 = w_4 = 0$	$w_1 = w_3 = 0.5;$ $w_2 = 0.1064;$ $w_4 = -0.1064$	-60°	43.5	2.7°	10.3°
4 (hình 3a)	$w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25;$ $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$	$w_1 = w_2 = w_3 = w_5 = 0.25;$ $w_4 = 0.1824; w_6 = -0.1824;$ $w_7 = 0.25; w_8 = -0.25$	50°	-36.8	7.1°	8.9°
4 (hình 3a)	$w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25;$ $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$	$w_1 = w_2 = w_3 = w_5 = 0.25;$ $w_4 = 0.2637; w_6 = -0.2637;$ $w_7 = 0.25; w_8 = -0.25$	50°	-36.4	0°	0°
4 (hình 3b)	$w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25;$ $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$	$w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25$ $w_2 = -0.0534; w_4 = -0.0534;$ $w_6 = -0.0534; w_8 = -0.0534$	60°	-32.6	0°	0°
4 (hình 3b)	$w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25;$ $w_2 = w_4 = w_6 = w_8 = 0$	$w_1 = w_3 = w_5 = w_7 = 0.25$ $w_2 = 0.0134; w_4 = -0.0134;$ $w_6 = 0.0134; w_8 = -0.0134$	-75°	-28.2	0°	0°

Ở đây, γ – Hệ số giảm nhiễu ở đầu vào máy thu ra đa khi sử dụng hệ thống AMT;

$\gamma = K_{HNN}/K_0$ với K_0 – hệ số khuếch đại của anten ở hướng nguồn nhiễu so với đỉnh cực đại của GĐH khi phân bố đều biên độ và pha tín hiệu của các phần tử mạng anten;

K_{HNN} – hệ số khuếch đại của anten ở hướng nguồn nhiễu so với đỉnh cực đại của GĐH khi sử dụng phương pháp ước lượng trọng số hệ thống AMT được đề cập trong bài báo;

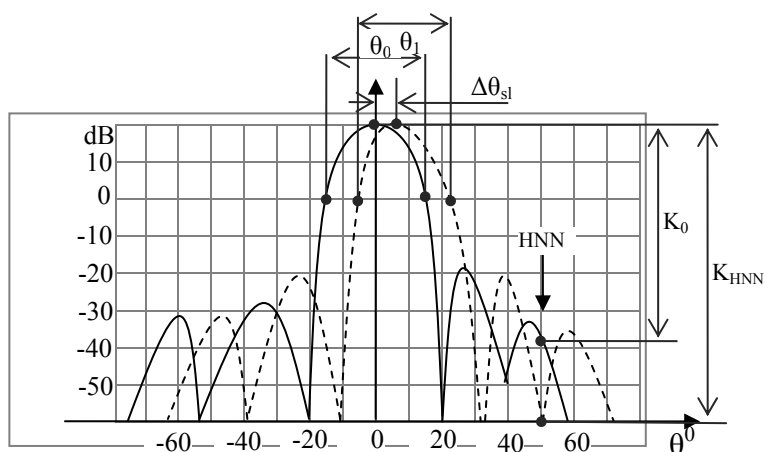
$\Delta\theta_{sl}$ – Góc sai lệch của đỉnh cực đại cánh sóng chính khi thay đổi thích nghi GĐH anten theo hướng nguồn nhiễu so với hướng pháp tuyến của anten;

$\Delta\theta_{20dB}$ – Độ thăng giáng bề rộng cánh sóng chính ở mức -20 dB so với đỉnh cực đại của GĐH khi ước lượng trọng số hệ thống AMT thích nghi theo hướng nguồn nhiễu,

$\Delta\theta_{20dB} = |\theta_0 - \theta_1|$;

θ_{HNN} – Góc hướng của nguồn nhiễu so với pháp tuyến của hệ thống AMT;

Các đại lượng $\Delta\theta_{sl}$, θ_0 , θ_1 , θ_{HNN} , K_0 , K_{HNN} được biểu đạt trên hình 4.



Hình 4. Đặc trưng hướng của hệ thống AMT, “đường liền” tương ứng khi thực hiện phân bố đều về biên độ và pha tín hiệu của các phần tử phát xạ, “đường đứt đoạn” tương ứng với các trọng số từ việc giải các phương trình (6), (8).

Phân tích kết quả mô phỏng trên hình 3 và bảng trên cho thấy việc thay đổi quy luật phân bố pha và biên độ các tín hiệu thành phần được phát đi bởi từng phần tử trong mạng nhằm thích nghi với hướng nguồn nhiễu sẽ không dẫn đến hiện tượng “méo” cánh sóng chính của GĐH anten, nó cho phép nâng cao độ chính xác đo tọa độ góc của mục tiêu.

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở của phương pháp ước lượng trọng số của anten mạng pha tích cực được trình bày trong phần 3 và kết quả tính toán, mô phỏng trong phần 4 của bài báo cho phép giải quyết 2 vấn đề: Thứ nhất, tỉ số tín/tạp ở đầu vào máy thu đạt giá trị cực đại nếu khe lõm GĐH của anten trùng với hướng có nguồn nhiễu tích cực nhờ xác định phân bố pha và biên độ các tín hiệu thành phần đối với mỗi phần tử bức xạ trong mạng; Thứ hai, khắc phục được hiện tượng méo cánh sóng chính của GĐH anten khi thay đổi quy luật phân bố pha và công suất các tín hiệu thành phần trong từng phần tử của mạng. Khi có số lượng lớn các phần tử bức xạ và xuất hiện m hướng nguồn nhiễu, việc tính toán các trọng số của hệ thống AMT được thực hiện trên cơ sở giải các phương trình Пистолькорса А.А hoặc trên cơ sở phân tích tính chất tương quan của tín hiệu nhờ sử dụng phương trình Винера-Хопфа [5].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. C. Tang, K.Liu, S. Tretter, "Optimal weight extraction for adaptive Beamforming using systolic arrays", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic System, vol. 30, NO. 2, April 1994.
- [2]. R. Schreiber, "Implementation of adaptive array algorithms", IEEE Transactions on Acoustics, Speech, Signal Processing, ASSP - 34, 5 (October 1986), 1034 - 1045.
- [3]. T. Tang, "Adaptive array systems using QR - based RLS and CRLS techniques with systolic array architectures", Ph.D dissertation, University of Maryland, Baltimore County, May 1991.
- [4]. Г. З. Айзенберга “Антенны УКВ”, М. Связь. 1977.
- [5]. Р.А. Монзинго, Т.У. Миллер, “Адаптивные антенные решетки”, Введение в теорию, М. Радио и связь. 1986.
- [6]. Воскресенский Д.И, “Антенны с обработкой сигнала”, Учеб. Пособие для вузов, М. сайнс-пресс, 2002. – 80 с. ил.

ABSTRACT

CONTROL THE ANTENNA'S DIRECTIONAL CHARACTERISTICS TO ADAPT TO THE DIRECTION OF THE NOISE SOURCE, TAKING INTO ACCOUNT THE MINIMUM ERROR OF THE ANGULAR COORDINATE MEASUREMENT

Modern combat is characterized by the speed of changing air situations very quickly and complicated. Modern radar stations use active phase network antennas to enable quick adaptation to such situations. It allows improving the ability of anti-jamming positives caused by opponents and interference from other electronic means. However, the calculation of parameters and the design of active phase network antennas require high technology requirements, complicated technical solutions. In the article, the parameter estimation methods of the active phased array antenna system are presented to adapt the variable directional characteristic towards the source of noise to maximize the signal/noise ratio at the receiver input, taking into account the minimum angle measurement error, as a basis for the calculation and design of antenna systems of multifunction radios. The basis of this method is mathematical analysis and simulation of the dependence of the shape of the directional diagram of the adaptive phase network antenna positively on the power distribution and signal phase of the emissive elements. The model of active adaptive phase network antenna selected to be surveyed is a linear planar network.

Keywords: Active phased array antenna; Weight factor; Directional diagram.

Nhận bài ngày 21 tháng 10 năm 2019

Hoàn thiện ngày 22 tháng 11 năm 2019

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 4 năm 2020

Địa chỉ: Học viện Phòng không - Không quân.

*Email: ngocanh36k33@gmail.com.