



(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)



1-0052616

(51)<sup>2020.01</sup> H01Q 13/08; H01Q 13/10

(13) B

(21) 1-2020-04422

(22) 30/07/2020

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/11/2020 392A

(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

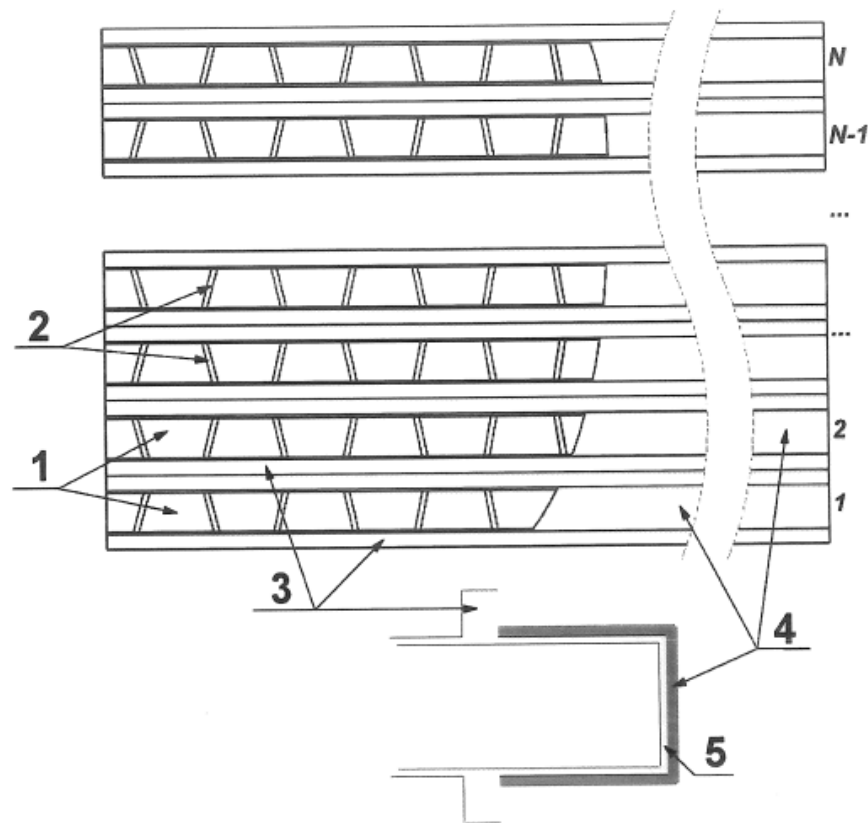
(72) NGUYỄN QUỐC DUY (VN); PHẠM ĐÌNH HÙNG (VN); TRẦN HOÀNG VIỆT (VN); NGUYỄN VĂN NGHĨA (VN); NGÔ THỊ HƯỜNG (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) ẮNGTEN MẢNG KHE HAI CHIỀU CẮT THÀNH HẸP ỐNG SÓNG HÌNH CHỮ NHẬT

(21) 1-2020-04422

(57) Sáng chế trình bày về thiết kế ăngten mảng khe hai chiều được tạo thành từ N ống sóng xếp chồng lên nhau trong mặt phẳng góc tà. Mỗi hàng ăngten là một mảng gồm M khe cắt ở thành hẹp ống sóng có dạng hình hộp chữ nhật. Để có mức cánh sóng bên mong muốn thì biên độ phát xạ sóng phải được kiểm soát hiệu quả. Biên độ phát xạ này tỉ lệ thuận với góc nghiêng của mỗi khe. Trên mỗi hàng ăngten có hai gân chạy dọc trên thành rộng ống sóng nhằm tăng cứng và tạo mặt phản xạ trong mảng hai chiều. Mỗi hàng ăngten có một lớp vỏ cơ khí bảo vệ riêng, dạng hình chữ U, chụp lên mặt phát xạ của ăngten.



Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến ăngten mảng khe hai chiều cắt thành hẹp ống sóng hình chữ nhật. Ăngten mảng khe cắt thành hẹp ống sóng hình chữ nhật được ứng dụng rộng rãi để định vị vật thể, dẫn đường các khí tài như tên lửa, máy bay, các hệ thống dò tìm và định vị góc bằng sóng vô tuyến (còn gọi là radar) và các hệ thống sử dụng sóng vô tuyến điện khác.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các loại chấn tử tạo ăngten mảng phổ biến hiện nay là các chấn tử đơn (monopole) cực hoặc lưỡng cực (dipole) từ mạch in (PCB), hoặc các chấn tử ăngten đường sọc (stripline) có điện môi là không khí.

Ăngten mảng từ các chấn tử mạch in (PCB) có ưu điểm là khối lượng nhẹ, dễ dàng chế tạo. Nhưng những loại ăngten này có suy hao trên đường mạch lớn, độ bền cơ khí không cao do lớp điện môi khá mỏng, cơ cấu khung gá cơ khí phức tạp, gây khó khăn cho việc tạo các mảng có kích thước lớn.

Để giải quyết các vấn đề của ăngten mạch in, các ăngten sử dụng chấn tử ăngten đường sọc (stripline) được sử dụng như một giải pháp thay thế hiệu quả. Tuy nhiên, loại ăngten này vẫn còn một số vấn đề như khối lượng lớn, chế tạo từ nhiều phần khác nhau nên tích hợp tốn nhiều thời gian.

Ngoài ra, để tiếp điện cho các phần tử của mảng nói trên, cần thiết kế bộ chia công suất có phân bố pha và biên độ chính xác để đạt được mức sóng bên mong muốn. Công việc này đòi hỏi nhiều thời gian và công sức mô phỏng, tích hợp và hiệu chỉnh, đồng thời làm tăng sự phức tạp của hệ thống ăngten.

Để khắc phục các hạn chế của các giải pháp kỹ thuật nêu trên, các tác giả đã nghiên cứu và đưa ra sáng chế về ăngten mảng khe hai chiều cắt thành hẹp ống sóng hình chữ nhật nhằm tạo phân cực ngang trong mặt phẳng phương vị.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế này là đề xuất ăngten mảng khe hai chiều cắt thành hẹp ống sóng hình chữ nhật. Để đạt được mục đích này, ăngten được đề xuất trong sáng chế

bao gồm các bộ phận:

- Ống sóng: là một mảng các khe tiếp điện nối tiếp nhau. Ống sóng làm từ kim loại có thể là đồng, nhôm, hoặc hợp kim. Để khối lượng của hệ nhẹ thì vật liệu ưu tiên là nhôm.
- Khe phát xạ: mỗi khe tương đương với một chấn tử của mảng, các khe được tiếp điện nối tiếp nhau và sóng phát xạ qua các khe này; các khe cắt chéo trên thành hẹp ống sóng để có phân cực ngang (phân cực chính) trong mặt phẳng phương vị; hai khe liên tiếp nhau trong một hàng ăngten, và trong hai hàng liên tiếp nhau trong mảng hai chiều phải có hướng ngược nhau để chế áp phân cực phụ của ăngten; biên độ sóng điện từ của mỗi khe tỉ lệ thuận với góc nghiêng mỗi khe, để giản đồ hướng của hệ trong mặt phẳng phương vị có mức cánh sóng bên mong muốn thì biên độ phát xạ sóng điện từ của mỗi khe phải được kiểm soát hiệu quả và các khe đối xứng nhau qua tâm cơ khí của mỗi hàng ăngten. Do yêu cầu ống sóng đặt song song với mặt đất và phân cực ngang trong mặt phẳng phương vị, nên phải trở khe chéo ở cạnh bên ống sóng.
- Thanh tăng cứng: giúp tăng cứng cho hàng ăngten và tạo mặt phản xạ trong mảng hai chiều; các thanh tăng cứng là các đường gân chạy dọc trên thành rộng của ống sóng.
- Vỏ cơ khí: được làm từ vật liệu tổng hợp (vật liệu composite), có dạng hình chữ U chạy dọc theo mặt phát xạ của ăngten, có chức năng bảo vệ ăngten khi làm việc trong các điều kiện thời tiết khác nhau.
- Mặt phát xạ: mặt phát xạ của ăngten là thành hẹp có trở các khe, được bảo vệ bằng lớp vỏ cơ khí làm từ vật liệu tổng hợp (vật liệu composite), có mặt cắt là hình chữ U.

#### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 là hình vẽ thể hiện ăngten được đề xuất trong sáng chế.

Hình 2 là giản đồ hướng của ăngten trong mặt phẳng phương vị ở tần số trung tâm  $f_0$  (GHz).

Hình 3 là giản đồ hướng của ăngten trong mặt phẳng góc tà ở tần số trung tâm  $f_0$  (GHz).

Hình 4 là hình vẽ thể hiện hệ số sóng đứng (VSWR) của một hàng ăngten.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả chi tiết về đặc điểm kết cấu của ăngten mảng khe hai chiều cắt thành hẹp ống sóng hình chữ nhật thông qua diễn giải và các hình vẽ kèm theo. Trong đó có sử dụng một số thuật ngữ chuyên biệt và được hiểu như sau:

Mặt phẳng phương vị là mặt phẳng song song với bề mặt trái đất.

Mặt phẳng góc tà là mặt phẳng có hướng vuông góc với bề mặt trái đất.

Sự phân cực của ăngten là hướng của véc-tơ điện trường (véc-tơ E) khi so sánh tương quan với hướng truyền sóng và mặt phẳng phương vị.

Phân cực chính là phân cực ngang, khi đó véc-tơ E có hướng vuông góc với phương truyền sóng và song song với mặt đất.

Phân cực phụ là phân cực đứng, khi đó véc-tơ E có hướng vuông góc với cả hướng truyền sóng và mặt đất.

Sóng điện từ là sự lan truyền trong không gian của các giao động điện từ.

Biên độ sóng điện từ là độ lớn của các giao động điện từ.

Bước sóng là khoảng cách hai điểm trong không gian có giao động cùng pha.

Như được thể hiện trên Hình 1, ăngten mảng hai chiều được tạo thành từ N ống sóng 1 đồng dạng, xếp chồng lên nhau trong mặt phẳng góc tà. Mỗi ống sóng là một mảng gồm M khe phát xạ 2 trong mặt phẳng phương vị. Thanh tăng cứng 3 chạy dọc theo thành rộng ống sóng, và mỗi ống sóng có một vỏ cơ khí 4 riêng. Vỏ cơ khí 4 từ vật liệu tổng hợp (sợi composite) có dạng cắt chình chữ U, chụp vào mặt phát xạ 5 của mỗi hàng ăngten. Chiều cao vỏ cơ khí 4 bằng chiều cao thành hẹp ống sóng 1, chiều rộng vỏ cơ khí 4 bằng khoảng cách từ mặt phát xạ 5 đến thanh tăng cứng 3. Các bộ phận được liệt kê ở trên có những mô tả nội dung như sau:

- Ống sóng: là một mảng các khe tiếp điện nối tiếp nhau; Ống sóng làm từ kim loại có thể là đồng, nhôm, hoặc hợp kim. Để khối lượng của hệ nhẹ thì vật liệu ưu tiên là nhôm.

- Khe phát xạ: mỗi khe tương đương với một chấn tử của mảng phát xạ sóng điện từ ra không gian, các khe được tiếp điện nối tiếp nhau và sóng phát xạ qua các khe này; các khe cắt chéo trên thành hẹp ống sóng để có phân cực ngang (phân cực chính)

trong mặt phẳng phương vị; hai khe liên tiếp nhau trong một hàng ăngten, và trong hai hàng liên tiếp nhau trong mảng hai chiều phải có hướng ngược nhau để chế áp phân cực phụ của ăngten; biên độ sóng điện từ của mỗi khe phải tỉ lệ thuận với góc nghiêng mỗi khe và các khe đối xứng nhau qua tâm cơ khí của mỗi hàng ăngten để giảm độ hướng của hệ trong mặt phẳng phương vị có mức cánh sóng bên mong muốn.

Theo đó, số lượng ống sóng 1 (N) trong mặt phẳng góc tà, số khe phát xạ 2 (M) trong một hàng ăngten được xác định thông qua góc nửa công suất (half power beamwidth – HPBW) của giản đồ hướng trong mỗi mặt phẳng, bên cạnh đó cũng cần xác định độ rộng của khe, góc nghiêng của khe, chiều sâu của khe (là các thông số cơ bản của khe phát xạ 2), cụ thể, số lượng ống sóng 1 (N) và số khe phát xạ 2 (M) được tính dựa theo công thức sau:

$$N = 50 \frac{\lambda_0}{HPBW_H \cdot P_H \cdot \sin \theta_{\max}} \quad (E.1)$$

$$M = 50 \frac{\lambda_0}{HPBW_E \cdot P_E} \quad (E.2)$$

Trong đó,  $HPBW_H$ ,  $HPBW_E$  – góc nửa công suất trong mặt phẳng góc tà và trong mặt phẳng phương vị;  $\lambda_0$  – bước sóng trong không gian tự do ở tần số trung tâm  $f_0$  (GHz),  $P_H$  – khoảng cách các hàng trong mặt phẳng góc tà;  $P_E$  – khoảng cách giữa các khe;  $\theta_{\max}$  – góc quét búp sóng lớn nhất trong mặt phẳng góc tà.

Độ rộng của khe (w) được xác định bằng công thức sau:

$$w \cong \frac{\lambda_0}{20} \quad (E.3)$$

Góc nghiêng của khe thứ m ( $\theta_m$ ) được xác định bằng công thức sau:

$$\theta_m = p_1 \cdot g_m^2 + p_2 \cdot g_m + p_3 \quad (E.4)$$

Trong đó, giá trị các hệ số  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  là các hệ số tự do, được tối ưu dựa vào mức cánh sóng bên mong muốn của hệ trong mặt phẳng phương vị.

Đại lượng  $g_m$  tương đương mức suy hao năng lượng điện từ tại mỗi khe, được xác định bằng công thức sau:

$$g_m = \frac{a_m^2}{\sum_{m=1}^M a_m^2} \quad (E.5)$$

Trong đó,  $a_m$  – biên độ điện từ phát xạ từ khe thứ  $m$  của hàng ăngten. Biên độ có thể phân bố theo quy luật sine (hoặc cosine), phân bố Taylor, hoặc Dolph - Chebyshev (các phân bố này không có từ có ý nghĩa tương ứng trong tiếng Việt) để đạt được mức cánh sóng biên mong muốn.

Chiều sâu khe thứ  $m$  của mảng ( $d_m$ ) cắt ở thành rộng ống sóng được xác định bằng công thức sau:

$$d_m = 0.245\lambda_0 - \frac{b}{2\cos\theta_m} \quad (E.6)$$

Các bộ phận còn lại bao gồm thanh tăng cứng 3, vỏ cơ khí ống sóng 4 và mặt phát xạ 5 có những đặc điểm kỹ thuật được liệt kê dưới đây và không phải là những dấu hiệu kỹ thuật mới:

- Thanh tăng cứng: giúp tăng cứng cho hàng ăngten và tạo mặt phản xạ trong mảng hai chiều; các thanh tăng cứng là các đường gân chạy dọc trên thành rộng của ống sóng.
- Vỏ cơ khí: được làm từ vật liệu tổng hợp (vật liệu composite), có dạng hình chữ U chạy dọc theo mặt phát xạ của ăngten, có chức năng bảo vệ ăngten khi làm việc trong các điều kiện thời tiết khác nhau.
- Mặt phát xạ: mặt phát xạ của ăngten là thành hẹp có trở các khe, được bảo vệ bằng lớp vỏ cơ khí làm từ vật liệu tổng hợp (vật liệu composite), có mặt cắt là hình chữ U.

### Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ về ăngten mảng khe băng C (tần số 5,85 – 8,2 GHz), ống sóng WR137 có kích thước chuẩn 34,85 x 15,8 mm, vật liệu ống sóng làm từ nhôm, gồm 8 ống sóng cách nhau  $0,7\lambda_0$  trong mặt phẳng góc tà, mỗi ống sóng có 20 khe đối xứng với nhau qua tâm cơ khí mỗi hàng. Các tham số góc nghiêng mỗi khe, chiều sâu cắt thành rộng ống sóng ở bảng 1, các hệ số trong công thức 4 như sau:  $p_1 = -0,2$ ,  $p_2 = 4,2$ ,  $p_3 = -2,97$  để đạt mức cánh sóng bên lý thuyết mong muốn là  $\geq 30$  dB. Hình 2 trình bày về giản đồ hướng của hệ trong mặt phẳng phương vị, còn Hình 3 là giản đồ của hệ trong mặt phẳng góc tà ở tần số trung tâm  $f_0$  (GHz), Hình 4 trình bày về hệ số sóng đứng (voltage standing wave

ratio – VSWR) trong dải tần. Kết quả đo đặc hệ này: trong dải tần 15% thì mức cánh sóng bên gián đồ hướng trong mặt phẳng phương vị  $\geq 27.5$  dB.

Bảng 1: tham số ăngten mảng khe băng C

| STT khe | Góc nghiêng khe ( $\theta$ , độ) | Chiều sâu cắt thành rộng (d, mm) |
|---------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1       | 3,33                             | 1,66                             |
| 2       | 4,44                             | 1,64                             |
| 3       | 6,43                             | 1,62                             |
| 4       | 8,92                             | 1,56                             |
| 5       | 11,57                            | 1,49                             |
| 6       | 14,13                            | 1,39                             |
| 7       | 16,41                            | 1,29                             |
| 8       | 18,3                             | 1,2                              |
| 9       | 19,66                            | 1,12                             |
| 10      | 20,37                            | 1,08                             |

### Hiệu quả sáng chế đạt được

Sáng chế đưa ra giải pháp xây dựng hệ thống ăngten mảng hai chiều (2D). Mảng hai chiều được tạo thành N ống sóng trong mặt phẳng góc tã. Mỗi ống sóng được cấu tạo từ việc cắt các khe (M khe) trên thành hẹp ống sóng để tạo mảng.

Ống sóng ăngten bền về cơ học, dễ dàng cắt khe để tạo ăngten mảng. Vật liệu ống sóng làm từ nhôm nên có khối lượng nhẹ.

Về mặt điện từ trường: ống sóng có khả năng chịu tải lên tới hàng mega Wats, mức suy hao năng lượng trên bề mặt là rất nhỏ.

Ngoài ra, ăngten mảng khe có ưu điểm là không cần thiết kế bộ chia công suất cho các chấn tử như những mảng ăngten khác như mảng chấn tử đơn cực, mảng chấn tử lưỡng cực nên giảm tải được sự cồng kềnh và phức tạp của hệ thống ăngten.

Ăngten mô tả ở trên có thể ứng dụng trong các hệ thống đài ra đa cảnh giới mặt đất, cảnh giới vùng trời, biển đảo, ra đa dẫn đường...

Mô tả chi tiết về sáng chế này đã được trình bày cụ thể ở trên, tuy nhiên cũng cần hiểu rằng các mô tả được trình bày chỉ đơn thuần là hình mẫu của sáng chế, nó có thể được thể hiện dưới nhiều hình thức khác nhau. Vì thế, các chi tiết về chức năng cụ thể

được trình bày dưới đây không được hiểu một cách hạn chế, chúng cũng chỉ là cơ sở cho những đề xuất khác.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Ăngten mảng khe hai chiều cắt thành hẹp ống sóng hình chữ nhật bao gồm các bộ phận: ống sóng, khe phát xạ, thanh tăng cứng, vỏ cơ khí và mặt phát xạ, trong đó các bộ phận như thanh tăng cứng, vỏ cơ khí và mặt phản xạ là những đặc điểm thông thường, còn điểm khác biệt của sáng chế được thể hiện ở chỗ:

ống sóng: là một mảng các khe tiếp điện nối tiếp nhau trong mặt phẳng phương vị; ống sóng làm từ kim loại như đồng, nhôm, hoặc hợp kim; để khối lượng của hệ nhẹ thì vật liệu ưu tiên là nhôm;

khe phát xạ: là khoảng cách giữa các ống sóng, mỗi khe tương đương với một chần tử của mảng phát xạ sóng điện từ ra không gian, các khe được tiếp điện nối tiếp nhau và sóng phát xạ qua các khe này; các khe cắt chéo trên thành hẹp ống sóng để có phân cực ngang (phân cực chính) trong mặt phẳng phương vị; hai khe liên tiếp nhau trong một hàng ăngten, và trong hai hàng liên tiếp nhau trong mảng hai chiều phải có hướng ngược nhau để chế áp phân cực phụ của ăngten; biên độ sóng điện từ của mỗi khe phải tỉ lệ thuận với góc nghiêng mỗi khe và các khe đối xứng nhau qua tâm cơ khí của mỗi hàng ăngten để giảm độ hướng của hệ trong mặt phẳng phương vị có mức cánh sóng bên mong muốn;

theo đó, số lượng ống sóng (N) trong mặt phẳng góc tà, số khe phát xạ (M) trong một hàng ăngten được xác định thông qua góc nửa công suất (HPBW) của giản đồ hướng trong mỗi mặt phẳng, bên cạnh đó cũng cần xác định độ rộng của khe, góc nghiêng của khe, chiều sâu của khe (là các thông số cơ bản của khe phát xạ), cụ thể, số lượng ống sóng (N) và số khe phát xạ (M) được tính dựa theo công thức sau:

$$N = 50 \frac{\lambda_0}{HPBW_H \cdot P_H \cdot \sin \theta_{\max}}$$

$$M = 50 \frac{\lambda_0}{HPBW_E \cdot P_E}$$

trong đó,  $HPBW_H$ ,  $HPBW_E$  – góc nửa công suất trong mặt phẳng góc tà và trong mặt phẳng phương vị;  $\lambda_0$  – bước sóng trong không gian tự do ở tần số trung tâm  $f_0$  (GHz),  $P_H$  – khoảng cách các hàng trong mặt phẳng góc tà;  $P_E$  – khoảng cách giữa các khe;  $\theta_{\max}$  – góc quét búp sóng lớn nhất trong mặt phẳng góc tà;

độ rộng của khe ( $w$ ) được xác định bằng công thức sau:

$$w \cong \frac{\lambda_0}{20}$$

góc nghiêng của khe thứ  $m$  ( $\theta_m$ ) được xác định bằng công thức sau:

$$\theta_m = p_1 \cdot g_m^2 + p_2 \cdot g_m + p_3$$

trong đó, giá trị các hệ số  $p_1 = -0,2$ ,  $p_2 = 4,2$ ,  $p_3 = -2,97$  là các hệ số tối ưu cho kết quả mức cánh sóng bên  $\geq 30$  dB;

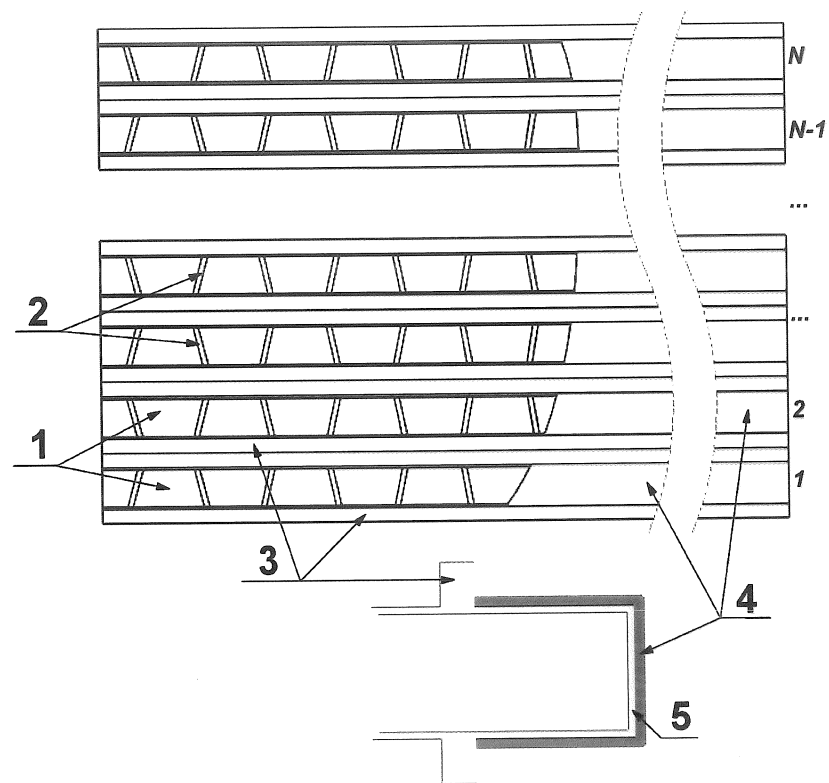
đại lượng  $g_m$  tương đương mức suy hao năng lượng điện từ tại mỗi khe và được xác định bằng công thức sau:

$$g_m = \frac{a_m^2}{\sum_{m=1}^M a_m^2}$$

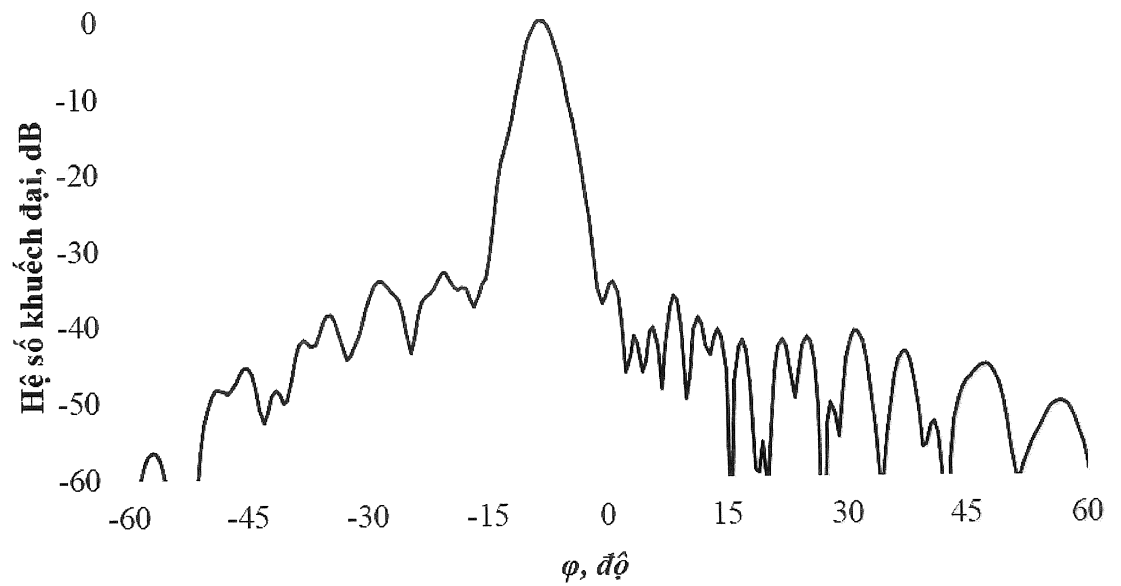
trong đó,  $a_m$  – biên độ điện từ phát xạ từ khe thứ  $m$  của hàng ăngten; biên độ phân bố theo quy luật sine (hoặc cosine), phân bố taylor, hoặc dolph - chevbyshev để đạt được mức cánh sóng biên mong muốn;

chiều sâu khe thứ  $m$  của mảng ( $d_m$ ) cắt ở thành rộng ống sóng được xác định bằng công thức sau:

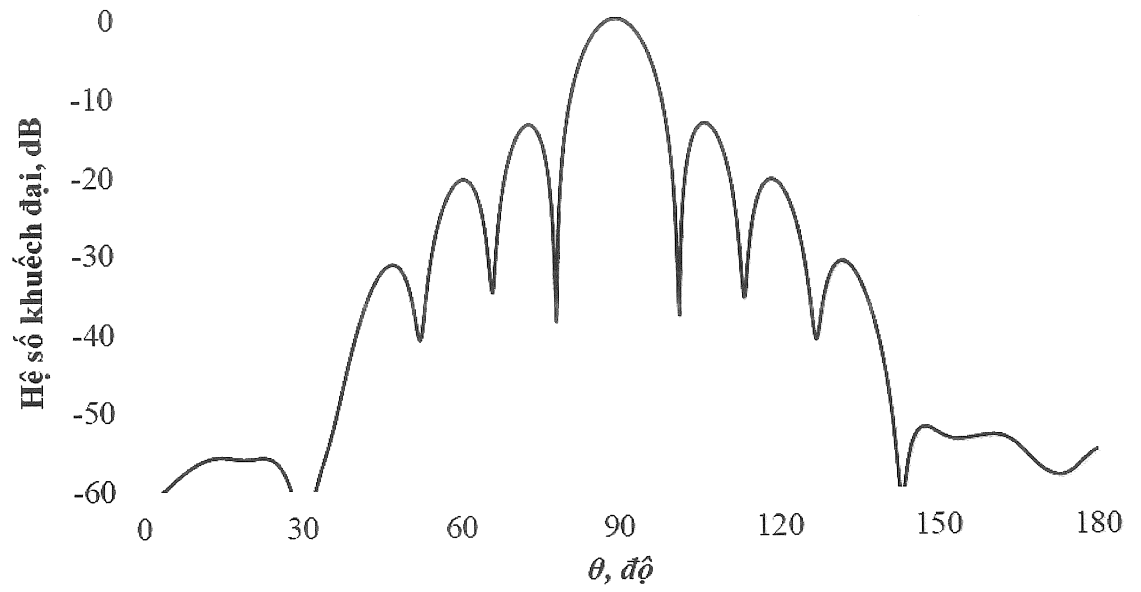
$$d_m = 0.245\lambda_0 - \frac{b}{2\cos\theta_m}.$$



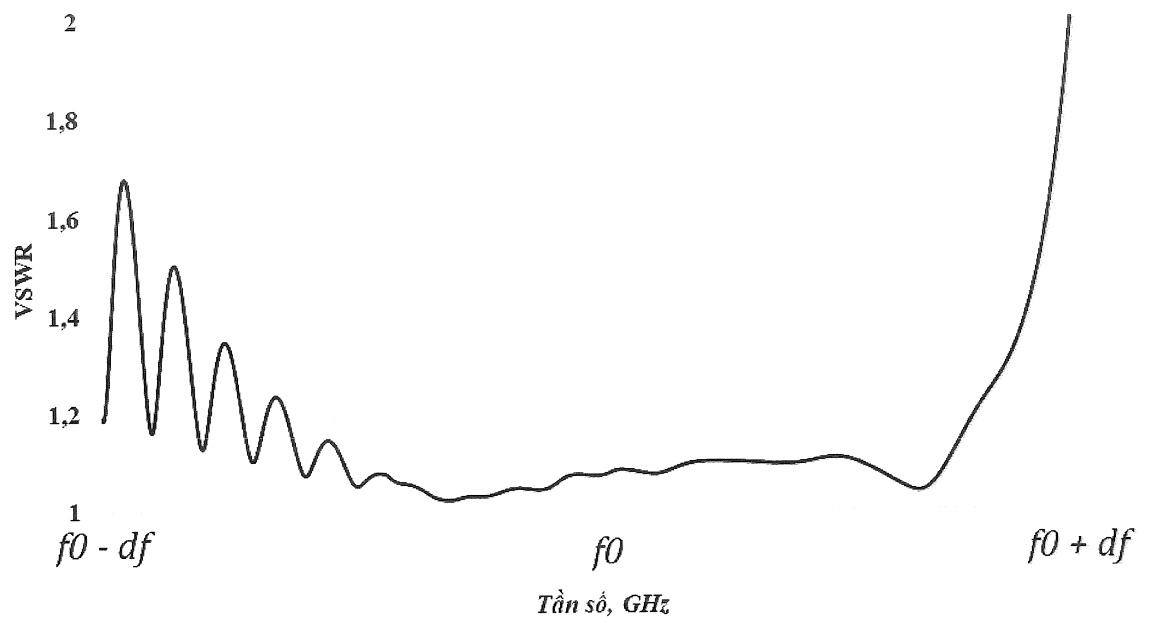
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4