



(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)



1-0034600

(51)<sup>2020.01</sup> G01S 13/00

(13) B

(21) 1-2020-04423

(22) 30/07/2020

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/11/2020 392A

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

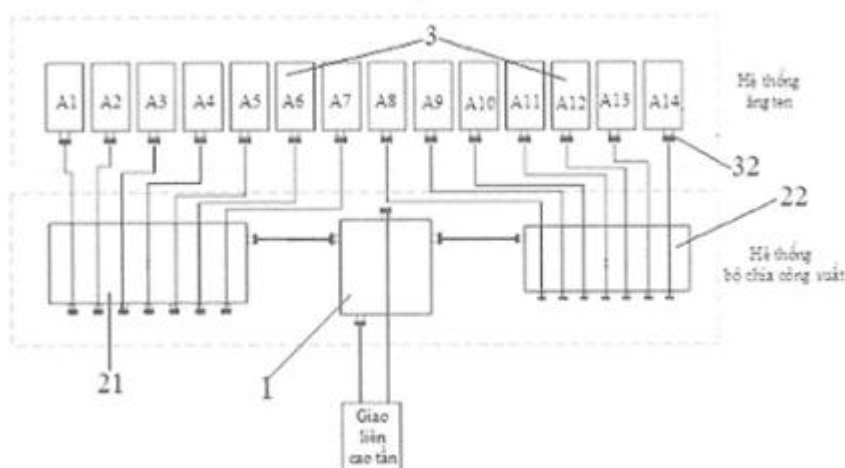
Lô D26 khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Bùi Hoàng Hà (VN); Phạm Đình Hưng (VN); Hồ Quang Huyền (VN); Trần Hoàng Việt (VN).

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

(54) HỆ THỐNG ĂNG TEN KẾT HỢP HỆ MÁY HỎI PHỤC VỤ HÀNG KHÔNG DÂN DỤNG VÀ QUÂN SỰ

(57) Sáng chế trình bày về hệ thống ăng ten có kết hợp hai hệ ăng ten có tần số hoạt động riêng biệt vào chung bằng cách thiết kế từng môđun bộ chia dải rộng và ăng ten chấn tử hoạt động hai băng tần bao gồm ba bộ phận chính: bộ chia tổng hiệu, bộ chia bảy và chấn tử ăng ten. Bộ chia tổng hiệu đạt được băng thông dải rộng nhờ sử dụng phương pháp phối hợp trở kháng nhiều tầng, còn ăng ten loga mạch in đạt được hoạt động hai băng tần nhờ thiết kế các thanh xương cá ứng với tần số hoạt động mong muốn. Từng chấn tử được sử dụng lớp nhựa tổng hợp bảo vệ riêng, chụp lên ăng ten và bắt ốc vào mặt cơ khí ăng ten.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống ăng ten kết hợp hệ máy hỏi phục vụ hàng không dân dụng và quân sự. Hệ thống ăng ten được đề cập ở đây kết hợp chung hai hệ máy hỏi phục vụ hàng không dân dụng (ICAO) và hệ máy hỏi phục vụ quân sự (Parol) thành một hệ thống ăng ten (bao gồm ăng ten và hệ thống bộ chia) hoàn chỉnh, sáng chế được sử dụng trong lĩnh vực nhận dạng, phân loại mục tiêu trên không, ứng dụng trong hệ thống radar cảnh giới phòng không và hệ thống kiểm soát không lưu.

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

Đối với máy hỏi sử dụng với mục đích quân sự, phần lớn máy hỏi được sử dụng để nhận biết và cung cấp thông tin với các máy bay chiến đấu như Su-22, Su-30MK,... Còn đối với máy hỏi sử dụng với mục đích dân sự, chúng làm nhiệm vụ phát hiện, nhận biết, kiểm soát thông tin máy bay dân sự trong vùng trời quản lý.

Do sự khác nhau về rất nhiều phương diện như cấu trúc mã hay phương thức truyền, máy hỏi quân sự đặt tại các trạm radar phòng không không thể giao tiếp được với bộ phận trả lời gắn trên các máy bay thuộc dân sự, và ngược lại.

Vì vậy, việc kết hợp hai hệ máy hỏi quân sự và dân sự được đặt ra, trong đó có hệ thống ăng ten. Để giải quyết vấn đề này, phương án sử dụng hai hệ thống ăng ten riêng biệt có thể được sử dụng. Tuy nhiên, điều này dẫn đến việc khối lượng cho cả hệ thống ăng ten là quá lớn và cồng kềnh, kéo theo sự phức tạp của các hệ thống khác, đặc biệt là cơ khí.

Để khắc phục vấn đề nêu trên, sáng chế đưa ra giải pháp kết hợp ăng ten máy hỏi hệ dân sự và quân sự vào chung một hệ thống hoàn chỉnh. Sáng chế xoay quanh việc kết hợp giữa bộ chia tổng hiệu, bộ chia bẫy và chân tử ăng ten.

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

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống ăng ten có thể hoạt động ở hai băng tần, băng tần thứ nhất từ 1030-1090 MHz (ICAO) và băng tần thứ hai từ 1458-1532MHz (Parol), bao gồm cả kênh tổng và kênh hiệu để tăng độ phân giải bất mục tiêu.

Để đạt được mục đích trên, hệ thống ăng ten được đề xuất bao gồm một bộ chia tổng hiệu (BCTH) nối với hai bộ chia bảy (BC7), và sau đó nối ra mười bốn chân tử ăng ten. Trong đó:

Bộ chia tổng hiệu: trở kháng nhiều tầng được sử dụng để đảm bảo tần số hoạt động bao phủ cả băng tần của hàng không dân dụng và quân sự (vì nếu sử dụng phương pháp phối hợp trở kháng một tầng thì chỉ có thể đáp ứng hoạt động trong băng tần của một trong hai đối tượng trên). Chức năng của bộ chia tổng hiệu dùng để chia đều công suất cho hai bộ chia bảy.

Bộ chia bảy: sử dụng phối hợp trở kháng một tầng đã đạt đủ băng thông yêu cầu nên trong sáng chế này sẽ không đề cập đến. Bộ chia bảy có chức năng chia công suất đầu ra đến các chân tử ăng ten đơn. Để đạt được mức búp phụ thấp, các chân tử đơn cần được cấp công suất tuân theo phân bố Taylor. Do đó, bộ chia bảy được thiết kế phân bố đầu ra tuân theo phân bố Taylor.

Chân tử ăng ten: chân tử ăng ten loga chu kỳ mạch in được sử dụng ghép mảng để thu được hệ số tăng ích (Gain) và góc nửa công suất (HPBW) như mong muốn. Các chân tử được thiết kế như nhau và có thể lắp lẫn. Mỗi chân tử riêng biệt được đóng gói bằng vỏ bọc vật liệu nhựa tổng hợp (compozit) với tiêu chuẩn chống nước nghiêm ngặt tránh các tác động môi trường, đặc biệt là nước mưa với áp suất lớn. Đối với chân tử ăng ten loga chu kỳ mạch in, kích thước và khoảng cách của các thanh xương cá quyết định tần số hoạt động của chân tử ăng ten.

Để đạt được đặc tính hoạt động hai băng tần, từng môđun con (bao gồm bộ chia tổng hiệu, bộ chia bảy và chân tử ăng ten) phải đảm bảo được tần số hoạt động phủ được hai băng tần ICAO và Parol trước khi ghép vào hệ thống.

#### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1: là sơ đồ ghép nối hệ thống ăng ten máy hỏi kết hợp ICAO và Parol;

Hình 2: là mô hình chân tử ăng ten loga mạch in;

Hình 3: là mô hình phương pháp phối hợp trở kháng hai tầng áp dụng cho bộ chia tổng hiệu;

Hình 4: là kết quả sóng đứng (VSWR) kênh tổng và hiệu của hệ thống ăng ten máy hỏi kết hợp ICAO và Parol;

Hình 5: là giản đồ hướng mặt phẳng phương vị ở tần số phát hệ ICAO 1030 MHz;

Hình 6: là giản đồ hướng mặt phẳng phương vị ở tần số thu hệ ICAO 1090 MHz;

Hình 7: là giản đồ hướng mặt phẳng phương vị ở tần số thu hệ Parol 1458 MHz;

Hình 8: là giản đồ hướng mặt phẳng phương vị ở tần số thu hệ Parol 1470 MHz;

Hình 9: là giản đồ hướng mặt phẳng phương vị ở tần số phát hệ Parol 1532 MHz;

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Phần sau đây mô tả chi tiết hệ thống ăng ten kết hợp hệ máy hỏi phục vụ hàng không dân dụng dân dụng và quân sự 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:

Máy hỏi hệ dân dụng: là thiết bị được sử dụng để cung cấp cho nhân viên khai thác kỹ thuật mặt đất hoặc kiểm soát viên không lưu thông tin về nhận dạng, vị trí tàu bay (theo cự ly, phương vị), thông tin về độ cao khí áp, số hiệu chuyến bay, véc tơ vận tốc, hướng di chuyển và một số thông tin khác (như ký mã hiệu đặc biệt và/hoặc các thông tin khác qua đường truyền dữ liệu) của các máy bay dân sự.

Máy hỏi hệ quân sự: là thiết bị được lắp đặt ở các trạm radar, hoạt động đồng bộ với đài radar cảnh giới để nhận biết địch/ta, cung cấp thông tin về số hiệu, độ cao, mức nhiên liệu,... đối tượng trên không cho hệ thống quản lý vùng trời nhằm tránh tiêu diệt nhầm.

Băng tần: là một khoảng trong miền tần số, giới hạn bởi một giá trị tần số thấp và một giá trị tần số cao.

Trở kháng: là đại lượng đặc trưng cho sự cản trở dòng điện khi có hiệu điện thế đặt vào.

Băng thông: độ rộng của một dải tần số.

Kênh tổng: là kênh cấp nguồn đồng pha cho tất cả các chấn tử ăng ten, đảm bảo búp sóng tổng hợp mảng tập trung công suất vào hướng yêu cầu.

Kênh hiệu: là kênh cấp nguồn ngược pha các chấn tử ăng ten (tham chiếu Hình 1, các chấn tử từ vị trí thứ nhất đến vị trí thứ bảy (A1-A7) được cấp nguồn ngược pha với các chấn tử từ vị trí thứ tám đến vị trí thứ mười bốn (A8-A14)). Búp sóng hiệu thu được có hình dạng tách đôi, giúp tăng khả năng phân biệt mục tiêu khi kết hợp với búp sóng kênh tổng.

Hệ số tăng ích: là tỷ lệ cường độ bức xạ theo hướng bức xạ lớn nhất của ăng ten so với cường độ bức xạ có được khi ăng ten bức xạ tất cả công suất và được phân phối bằng nhau theo mọi hướng.

Góc nửa công suất: là góc được xác định bởi hai điểm biên có mức công suất bằng một nửa (-3dB) so với công suất tại điểm lớn nhất.

Mức búp phụ: là cường độ của búp sóng phụ lớn nhất trừ búp chính.

Mặt phẳng phương vị: là mặt phẳng theo phương ngang, đi qua ăng ten và song song với mặt đất.

Như được thể hiện trên Hình 1, hệ thống ăng ten kết hợp máy hỏi hệ dân dụng và quân sự bao gồm bộ chia tổng hiệu 1, bộ chia bảy 2 và chấn tử ăng ten 3. Đối với bộ chia bảy 2, do việc sử dụng phối hợp trở kháng một tầng đã đạt đủ băng thông yêu cầu nên trong sáng chế này sẽ không đề cập đến.

Để đạt được mức búp phụ thấp, các chấn tử ăng ten được cấp nguồn biên độ đối xứng tuân theo phân bố Taylor (chấn tử A1 cấp nguồn đồng biên với chấn tử A14, chấn tử A2 cấp nguồn đồng biên với chấn tử A13, chấn tử A3 cấp nguồn đồng biên với chấn tử A12,...). Từ đó, tổng công suất được cấp cho các chấn tử từ A1 đến A7 bằng với tổng công suất được cấp cho các chấn tử từ A8 đến A14. Vì bộ chia bảy thứ nhất 21 phụ trách cấp công suất cho các chấn tử A1 đến A7, bộ chia bảy thứ hai 22 phụ trách cấp công suất cho các chấn tử từ A8 đến A14, thế nên công suất vào mỗi bộ chia bảy 2 là bằng nhau. Do đó, bộ chia tổng hiệu 1 phải được thiết kế hai đầu ra công suất đều. Để đạt được mục đích bộ chia băng rộng, bộ chia tổng hiệu 1 được thiết kế phối hợp trở kháng hai tầng với hai tầng đường mạch (tham chiếu Hình 3), trở kháng đầu vào 50 Ohm. Vì vậy, trở kháng đầu vào tại nhánh rẽ chia đôi của bộ chia tổng hiệu 1 có trở kháng 100 Ohm. Bài toán được quy về việc thiết kế phối hợp trở kháng giữa tải  $Z_L=50$  Ohm và trở kháng đặc tính  $Z_0=100$  Ohm. Đối với cách thức phối hợp trở kháng nhiều tầng áp dụng với bộ chia (trong thiết kế sử dụng hai tầng), trở kháng của đường mạch tầng thứ nhất 11 và mạch tầng thứ hai 12 (kênh tổng) được xác định bằng công thức sau:

$$Z_1 = e^{\ln Z_0 + 2^{-N} C_0^2 \ln \frac{Z_L}{Z_0}}; \quad (E.1)$$

$$Z_2 = e^{\ln Z_1 + 2^{-N} C_1^2 \ln \frac{Z_L}{Z_0}} \quad (E.2)$$

Trong đó:  $Z_0=100$ ,  $Z_L=50$ ,  $N$  – là số tầng phối hợp trở kháng,  $Z_1$  là trở kháng đường mạch phối hợp tầng thứ nhất 11,  $Z_2$  là trở kháng đường mạch phối hợp tầng thứ hai 12. Độ rộng đường mạch kênh hiệu được xác định bằng cách tương tự. Băng thông đạt được có thể được tính toán bằng công thức:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 2 - \frac{4}{\pi} \cos^{-1} \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{\Gamma_m}{|A|} \right)^{1/N} \right]; \quad (\text{E.3})$$

Trong đó:

$$A = 2^{-N} \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \cong \frac{1}{2^{N+1}} \ln \frac{Z_L}{Z_0}; \quad (\text{E.4})$$

$\Gamma_m$ : hệ số phản xạ mong muốn thiết kế.

Tham chiếu Hình 2, đối với chân tử ăng ten 3, chân tử ăng ten loga chu kỳ mạch in (PCB) được sử dụng ghép mảng. Việc ghép mảng nhằm mục đích tăng cường độ trường bức sóng tổng của ăng ten, hay nói cách khác là tăng hệ số tăng ích. Cường độ trường bức sóng tổng khi ghép mảng xác định bởi công thức:

$$\begin{aligned} E_{\text{tổng}} &= E_{\text{chân tử đơn}} \times AF \\ &= E_{\text{chân tử đơn}} \times \sum_{n=1}^N e^{j(n-1)(\frac{2\pi}{\lambda} d \cos \theta + \beta)} \end{aligned} \quad (\text{E.5})$$

Trong đó:

N: số lượng chân tử ghép mảng;

d: khoảng cách giữa các chân tử khi ghép mảng;

$\theta$ : góc đang xét trong mặt phẳng ghép mảng;

$\beta$ : độ lệch pha giữa các chân tử khi ghép mảng;

Có thể thấy khi số lượng chân tử N và khoảng cách giữa các chân tử d khi ghép mảng tăng sẽ khiến hệ số AF tăng lên, do đó cường độ trường bức sóng tổng ghép mảng sẽ tăng lên. Hay nói cách khác, việc ghép mảng giúp cho hệ số tăng ích được cải thiện. Đối với nguyên lý thiết kế của chân tử loga PCB, mỗi thanh xương cá 31 đại diện cho một tần số hoạt động. Ta có bốn thanh chân tử xương cá L1, L2, L3, L4 được thiết kế bao phủ tần số quân sự 1458-1532 MHz, còn bốn chân tử L5, L6, L7, L8 được thiết kế bao phủ tần số ICAO 1030-1090 MHz. Tần số hoạt động của mỗi thanh xương cá được xác định theo công thức:

$$f_n = \frac{c}{\sqrt{\epsilon} \cdot 4 \cdot L_n} \quad (\text{E.6})$$

Trong đó:

$f_n$  – tần số hoạt động tương ứng của chân tử xương cá thứ tự n;

$\epsilon$  – hằng số điện môi của vật liệu PCB làm ăng ten loga mạch in;

$L_n$  – chiều dài của thanh chân tử xương cá thứ tự n;

$c$  – vận tốc ánh sáng ( $=3.10^8$  m/s).

Đề chân tử ăng ten 3 loại loga PCB phối hợp trở kháng tốt, khoảng cách giữa các thanh chân tử xương cá 31 cũng phải đáp ứng tỷ lệ:

$$\frac{L_{n+1}}{L_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n} = k = \text{hằng số} \quad (\text{E.7})$$

Tham chiếu Hình 1, vỏ cơ khí 32 từ vật liệu nhựa tổng hợp có độ dày 1,5mm được chụp vào từng chân tử ăng ten loga mạch in để dễ xử lý từng chân tử thay vì sử dụng vỏ bọc nhựa tổng hợp cho cả hệ ăng ten, tiêu chuẩn chống nước IP nghiêm ngặt giúp tránh tác động từ môi trường, đặc biệt là nước mưa với áp suất lớn.

Với nguyên lý thiết kế như trên, kết quả đạt được được như sau:

| STT | Tham số                            | Đơn vị | Kết quả đạt được    | Ghi chú           |
|-----|------------------------------------|--------|---------------------|-------------------|
| 1   | Hệ số sóng đứng (VSWR)             | -      | $\leq 1,98$         | Tham chiếu Hình 4 |
| 2   | Hệ số tăng ích (Gain) kênh tổng    | dBi    | f = 1,03 GHz: 20,3  | Tham chiếu Hình 5 |
|     |                                    |        | f = 1,09 GHz: 20,6  | Tham chiếu Hình 6 |
|     |                                    |        | f = 1,458 GHz: 21,5 | Tham chiếu Hình 7 |
|     |                                    |        | f = 1,47 GHz: 21,3  | Tham chiếu Hình 8 |
|     |                                    |        | f = 1,532 GHz: 23   | Tham chiếu Hình 9 |
| 3   | Mức búp phụ (SLL) kênh tổng        | dB     | f = 1,03 GHz: 25    | Tham chiếu Hình 5 |
|     |                                    |        | f = 1,09 GHz: 27    | Tham chiếu Hình 6 |
|     |                                    |        | f = 1,458 GHz: 31   | Tham chiếu Hình 7 |
|     |                                    |        | f = 1,47 GHz: 31    | Tham chiếu Hình 8 |
|     |                                    |        | f = 1,532 GHz: 29   | Tham chiếu Hình 9 |
| 4   | Góc nửa công suất (HPBW) kênh tổng | độ     | f = 1,03 GHz: 8,8   | Tham chiếu Hình 5 |
|     |                                    |        | f = 1,09 GHz: 8,2   | Tham chiếu Hình 6 |
|     |                                    |        | f = 1,458 GHz: 6,1  | Tham chiếu Hình 7 |
|     |                                    |        | f = 1,47 GHz: 6     | Tham chiếu Hình 8 |
|     |                                    |        | f = 1,532 GHz: 5,8  | Tham chiếu Hình 9 |

Với cấu tạo và các thông số như trên, hệ thống ăng ten kết hợp hệ máy hỏi phục vụ hàng không dân dụng dân dụng và quân sự có nguyên lý hoạt động theo chế độ bán song công. Tại một thời điểm bất kỳ, hệ thống chỉ hoạt động ở chế độ hàng không dân dụng hoặc quân sự. Khi hệ thống ăng ten được dùng cho trạm radar, hoạt động thường

trực ở chế độ quân sự, khi có mục tiêu dân sự khả nghi cần bắt bảm, trắc thủ ấn chuyển mạch sang chế độ hàng không dân dụng để hỏi đáp và lấy thông tin từ máy bay dân sự. Khi đã có thông tin, chế độ quân sự lại được chuyển ngược lại. Tương tự, khi hệ thống ăng ten được dùng tại nơi mà hoạt động thường trực là chế độ hàng không dân dụng, nếu muốn lấy thông tin từ mục tiêu máy bay quân sự, trắc thủ ấn chuyển mạch sang chế độ quân sự. Sau khi có thông tin, chuyển lại sang chế độ hàng không dân dụng.

Sáng chế đưa ra giải pháp kết hợp ăng ten hai hệ máy hỏi có tần số hoạt động khác nhau vào chung một hệ ăng ten thay vì sử dụng hai hệ ăng ten chiến đấu độc lập, giúp giảm tải đáng kể (xấp xỉ 50%) khối lượng so với thực hiện phương án hai hệ ăng ten riêng biệt.

Lớp vỏ bọc nhựa tổng hợp được sử dụng với từng chấn tử ăng ten loga mạch in riêng biệt, giúp việc kiểm tra, sửa chữa chấn tử nếu có hỏng hóc đơn giản hơn. Thay vì phải tháo lớp vỏ nhựa tổng hợp của cả hệ thống, giờ chỉ cần tháo lớp vỏ nhựa tổng hợp của một chấn tử.

Mô tả của sáng chế không chỉ gói gọn cho việc áp dụng với hệ máy hỏi phục vụ hàng không dân dụng và quân sự, nó có thể được áp dụng với các hệ thống đa băng tần khác nhau.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống ăng ten kết hợp hệ máy hồi phục vụ hàng không dân dụng và quân sự bao gồm một bộ chia tổng hiệu nối với hai bộ chia bảy, và sau đó nối ra mười bốn chấn tử ăng ten, khác biệt ở chỗ:

bộ chia tổng hiệu: trở kháng nhiều tầng được sử dụng để đảm bảo tần số hoạt động bao phủ cả băng tần của hàng không dân dụng và quân sự, chức năng của bộ chia tổng hiệu dùng để chia đều công suất cho hai bộ chia bảy;

chấn tử ăng ten: chấn tử ăng ten loga chu kỳ mạch in được sử dụng ghép mảng để thu được hệ số tăng ích và góc nửa công suất như mong muốn, các chấn tử được thiết kế như nhau và có thể lắp lẫn, mỗi chấn tử riêng biệt được đóng gói bằng vỏ bọc vật liệu nhựa tổng hợp (compozit) với tiêu chuẩn chống nước nghiêm ngặt tránh các tác động môi trường, đặc biệt là nước mưa với áp suất lớn, đối với chấn tử ăng ten loga chu kỳ mạch in, kích thước và khoảng cách của các thanh xương cá quyết định tần số hoạt động của chấn tử ăng ten;

mỗi thanh xương cá đại diện cho một tần số hoạt động; ta có bốn thanh chấn tử xương cá được thiết kế bao phủ tần số quân sự 1458-1532 MHz, còn bốn chấn tử được thiết kế bao phủ tần số ICAO 1030-1090 MHz; tần số hoạt động của mỗi thanh xương cá được xác định theo công thức:

$$f_n = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon} \cdot 4 \cdot L_n}$$

trong đó:

$f_n$  – tần số hoạt động tương ứng của chấn tử xương cá thứ tự  $n$ ;

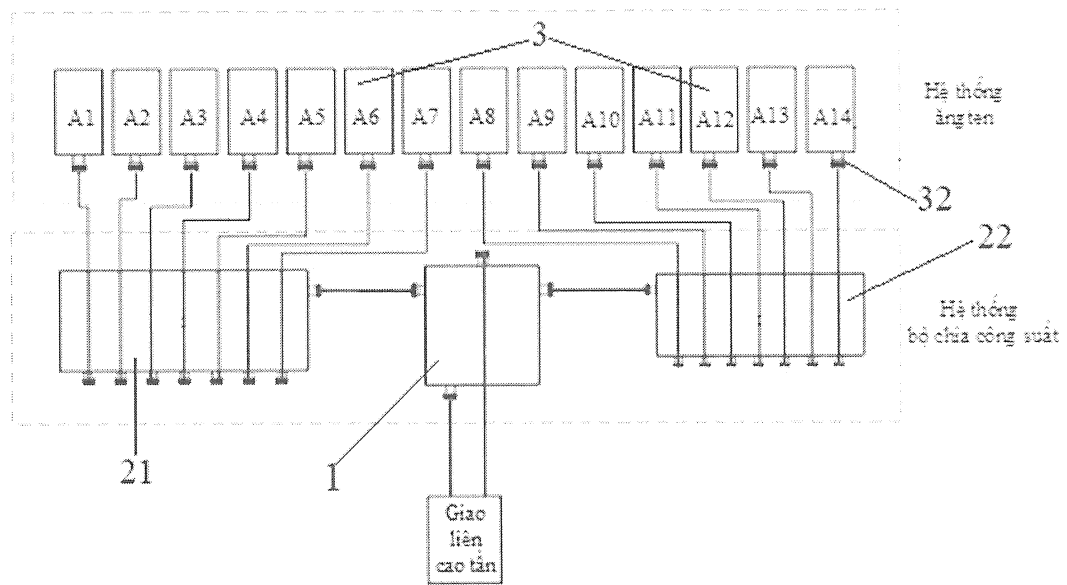
$\varepsilon$  – hằng số điện môi của vật liệu PCB làm ăng ten loga mạch in;

$L_n$  – chiều dài của thanh chấn tử xương cá thứ tự  $n$ ;

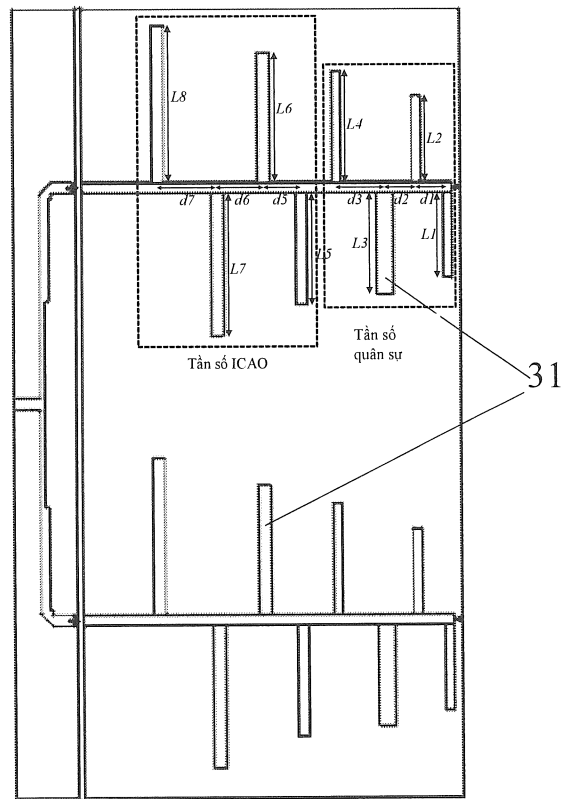
$c$  – vận tốc ánh sáng ( $=3 \cdot 10^8$  m/s);

để chấn tử ăng ten loại loga loại chu kỳ mạch in phối hợp trở kháng tốt, khoảng cách giữa các thanh chấn tử xương cá cũng phải đáp ứng tỷ lệ:

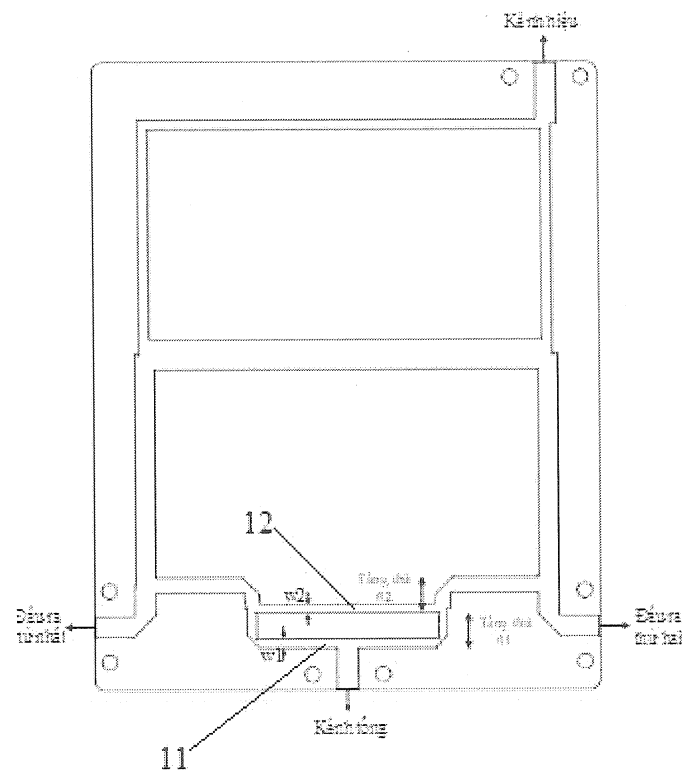
$$\frac{L_{n+1}}{L_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n} = k = \text{hằng số}.$$



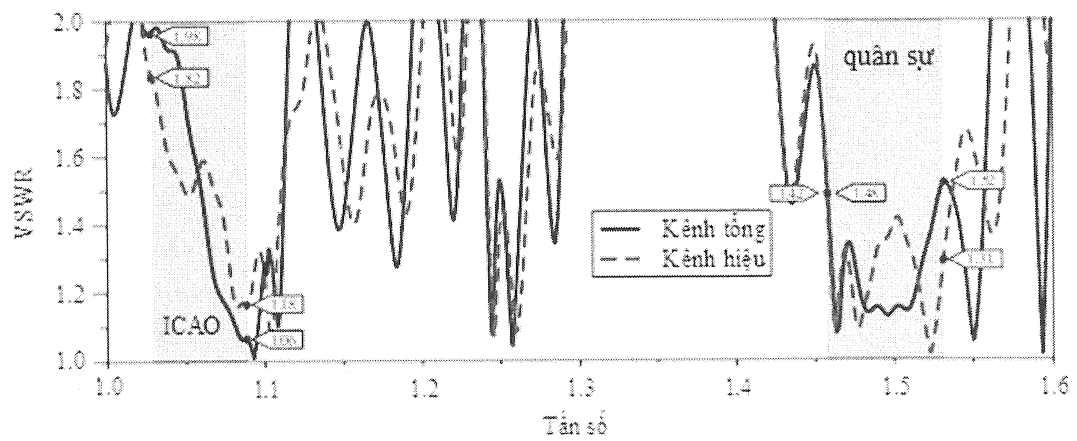
Hình 1



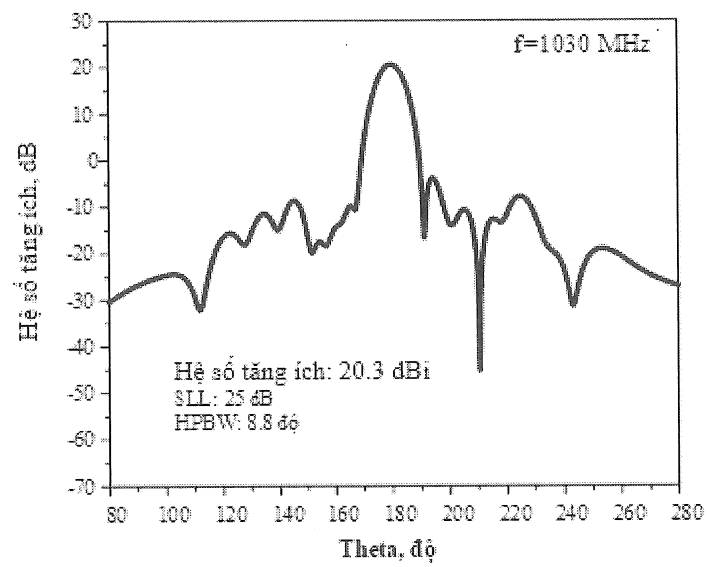
Hình 2



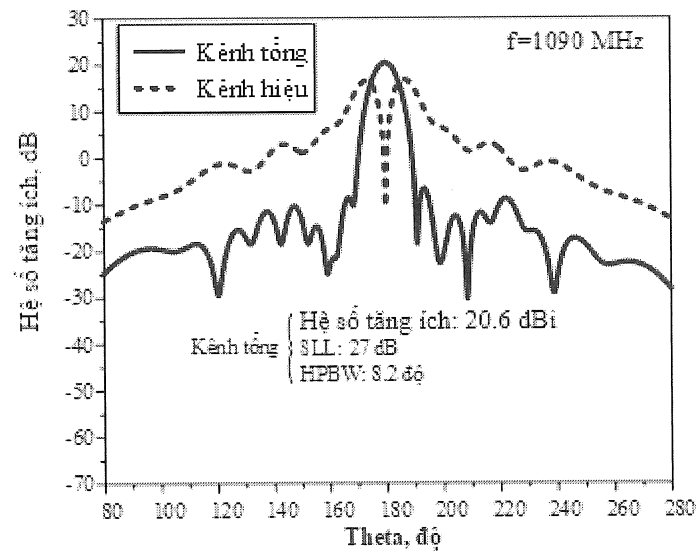
Hình 3



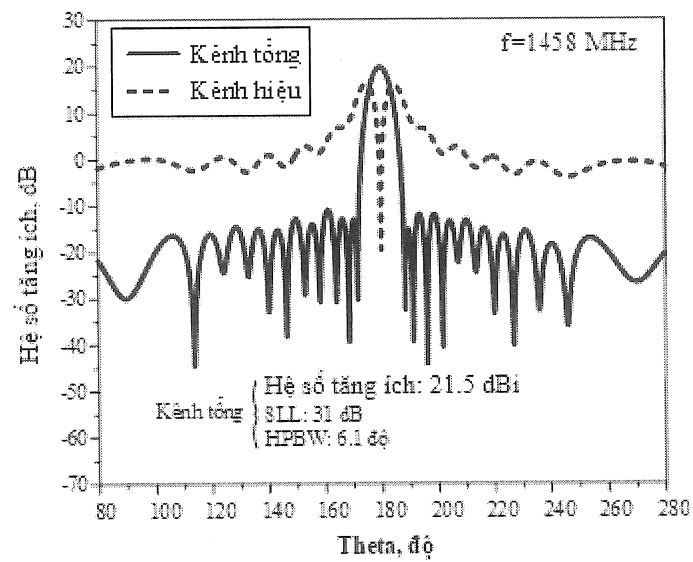
Hình 4



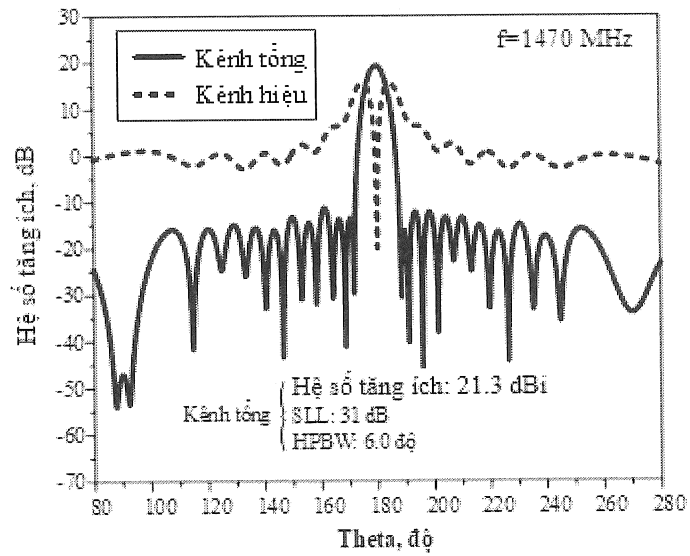
Hình 5



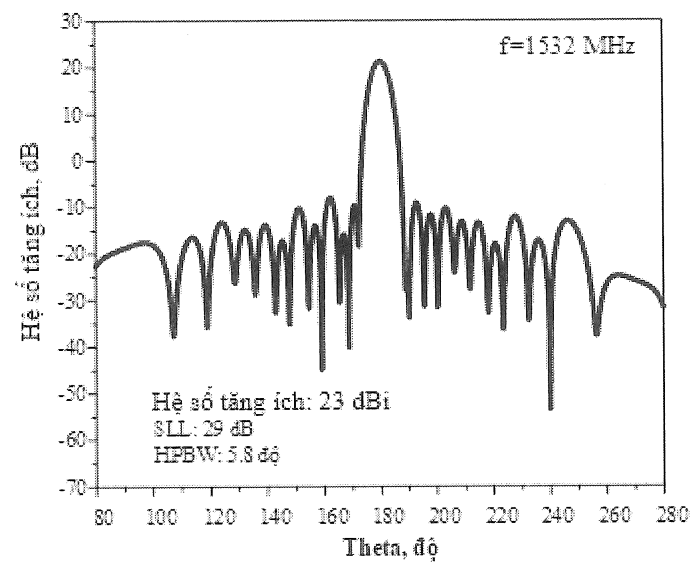
Hình 6



Hình 7



Hình 8



Hình 9