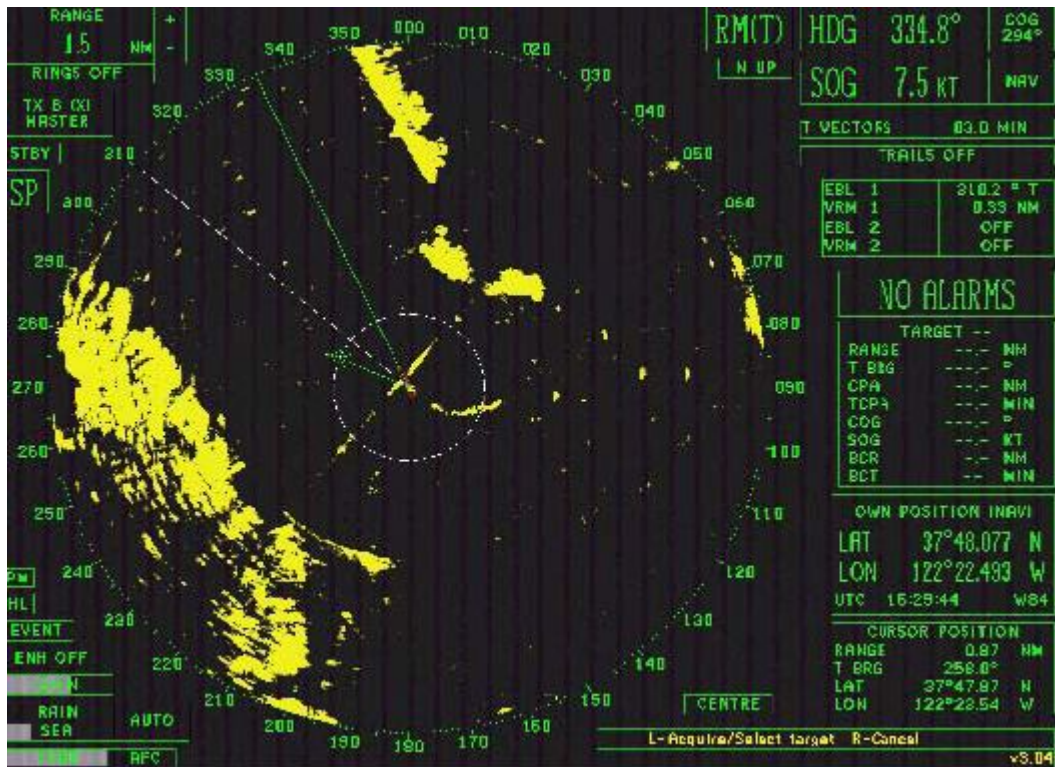


LÝ THUYẾT RADAR



CHƯƠNG I

NGUYÊN LÝ RADAR HÀNG HẢI



§ 1. KHÁI NIỆM CHUNG

Radar là phương tiện vô tuyến điện dùng để phát hiện và xác định vị trí của mục tiêu so với trạm radar . Vì vậy radar được sử dụng rộng rãi trong cả lĩnh vực quân sự và giao thông . Đặc biệt là ngành đường biển và đường không .

Thuật ngữ RADAR là viết tắt của Radio Detection And Ranging , tức là dùng sóng vô tuyến để xác định phương vị và khoảng cách tới mục tiêu .

Dù các nguyên lý cơ bản của radar được các nhà khoa học Anh và Mỹ phát hiện đầu tiên trong chiến tranh thế giới thứ hai , việc dùng tín hiệu dội như là một thiết bị hàng hải không phải là một phát minh mới .

Trước khi có radar , khi hành hải trong sương mù ở gần bờ biển gồ ghề , tàu thuyền có thể thổi một hồi còi , bắn một phát súng , hoặc gõ chuông . Khoảng thời gian từ khi phát tín hiệu âm thanh đến khi nhận được tín hiệu phản hồi sẽ chỉ ra khoảng cách từ tàu tới bờ biển hoặc vách đá, đồng thời hướng nghe được tín hiệu dội về cũng cho biết góc phương vị tương đối (góc mạn) của bờ biển so với tàu .

Từ khi ra đời đến nay , radar không ngừng được cải tiến , ngày càng được hoàn thiện . Cùng sự phát triển của các ngành khoa học , được ứng dụng thành tựu về tự động hóa , kỹ thuật điện , cùng với sự phát triển về vô tuyến điện tử ; tính năng kỹ thuật , khai thác và hoạt động của radar được nâng cao không ngừng . Đến nay với tính ưu việt của nó , tất cả các loại tàu hàng hải trên biển đều trang bị radar . Radar đã càng ngày càng ngày đi sâu phục vụ đời sống .

Với cán bộ hàng hải , để dẫn tàu an toàn cần phải biết chính xác vị trí tàu của mình và sự chuyển động tương quan với các mục tiêu trên biển . Radar sẵn sàng cung cấp những thông tin trên một cách chính xác và nhanh chóng trong khoảng thời gian rất ngắn để tránh va , xác định vị trí tàu ... Từ những vấn đề quan trọng đó , radar đã trở thành phương tiện dẫn đường chủ yếu và đảm bảo an toàn cho tàu khi hành hải. Đặc biệt là khi hành hải ở nơi có mật độ tàu thuyền lớn , hành hải ven bờ , trong sương mù , trong băng , trong đêm tối , khi tầm nhìn xa bị hạn chế ...

Đặc biệt loại radar phát xung được sử dụng hầu hết trên các tàu biển .

§2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

I-NGUYÊN LÝ CHUNG :

Để đo khoảng cách, radar xung sử dụng nguyên lý như sau: dùng sóng điện từ siêu cao tần (sóng radio) phát vào không gian dưới dạng xung radio và thu lại sóng phản xạ từ mục tiêu trở về.

Công thức tính:

$$D = \frac{C * t}{2}$$

trong đó: - D: khoảng cách từ radar đến mục tiêu

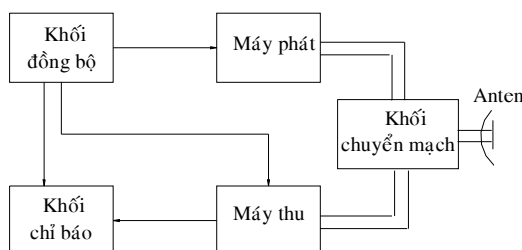
- C: tốc độ truyền sóng ($3 * 10^8$ m/s)

- t: thời gian truyền sóng (đi và phản xạ trở về)

Tính chất của sóng radio:

- Lan truyền trong không gian theo đường thẳng.
- Tốc độ lan truyền không đổi: $C = 3 * 10^8$ m/s
- Mang năng lượng lớn, gặp mục tiêu sẽ phản xạ trở về.

Mô tả nguyên lý chung của radar theo sơ đồ khối:



Diễn giải: máy phát tạo ra 1 xung điện từ siêu cao tần, qua chuyển mạch, tới anten, bức xạ vào không gian. Xung radio gặp mục tiêu phản xạ trở về, qua mạch và vào máy thu, qua bộ khuếch đại và sửa đổi tín hiệu cho ta tín hiệu quan sát được trên màn hình.

II- NGUYÊN LÝ RADAR XUNG :

Radar được trang bị cho ngành hàng hải, hàng không là loại dùng nguyên lý radar xung. Radar có nhiệm vụ phát hiện và xác định tọa độ mục tiêu so với trạm radar. trong hàng hải, tọa độ xác định bằng hệ tọa độ cực thông qua khoảng cách và góc.

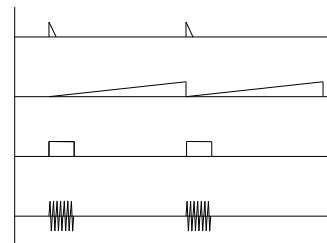
1- Xung điện:

Là đại lượng biến thiên nhanh theo 1 qui luật nhất định (chu kỳ nhất định), nó được đặc trưng bởi tần số f và bước sóng λ .

Công thức: $f = \frac{C}{\lambda}$

Hiện nay xung điện dùng trong radar có các loại sau:

- xung nhọn
- xung răng cưa
- xung vuông
- xung siêu cao tần (xung radio)



Các đặc trưng của xung radio bức xạ vào

không gian đi thám sát mục tiêu:

- chiều dài xung: τ_x
- chu kỳ lặp xung: T_x

Thông thường hiện nay:

- $\tau_x = 0.01 \div 3 \mu s$
- $T_x = 1000 \div 4000 \mu s$

Ta nhận thấy rằng $\tau_x \ll T_x$ nên cũng có thể coi T_x là khoảng cách giữa 2 xung. Với xung radio hiện nay thường sử dụng tần số $f = 9400 \text{ Mhz}$ ($\lambda = 3.2 \text{ cm}$).

2- Nguyên lý phát xung trong radar xung:

Radar phát 1 xung radio trong thời gian τ_x thám sát mục tiêu, sau đó chờ xung phản xạ trở về mới phát xung tiếp theo theo một chu kỳ nhất định là T_x . Radar phát sóng hướng nào sẽ thu sóng phản xạ trên hướng đó.

Do $\tau_x \ll T_x$ nên cũng có thể coi T_x là thời gian thu xung. Tín hiệu phản xạ từ mục tiêu trở về, qua anten, vào chuyển mạch rồi vào máy thu, khuếch đại, sửa đổi thành tín hiệu điện, đưa sang bộ chỉ báo thành tín hiệu ánh sáng trông thấy được trên mặt chỉ báo ở vị trí tương ứng với vị trí ngoài thực địa.

Để cho máy phát, máy thu và máy chỉ báo hoạt động đồng bộ với nhau, người ta tạo ra các xung chỉ thị từ khối đồng bộ điều khiển toàn trạm radar.

Để anten có thể dùng chung cho cả bộ phát và bộ thu, người ta tạo ra bộ chuyển mạch anten tách máy phát và máy thu phù hợp lúc phát và lúc thu:

- Ngắt máy thu khi máy phát hoạt động (phát sóng), chống công suất lớn phá hỏng máy thu.
- Ngắt máy phát khi máy thu hoạt động (thu sóng), đảm bảo công suất đủ lớn để thể hiện thành tín hiệu mục tiêu.

3- Cơ cấu hiện ảnh của radar:

Trong radar sử dụng ống phóng tia điện tử CRT để thể hiện ảnh các mục tiêu. Giả sử tại thời điểm t_1 có tín hiệu phản xạ từ mục tiêu trở về, sau khi biến đổi sẽ tạo trên cathode tín hiệu âm hơn bình thường (tín hiệu dương vào lưới ống phóng tia điện tử) \Rightarrow tại thời điểm đó mật độ các tia điện tử bắn về màn hình nhiều hơn, làm điểm sáng sáng hơn lên – đó chính là ảnh của mục tiêu. Khi tia quét đi qua, nhờ có lớp lưu quang

nên điểm sáng vẫn còn lưu lại. Một mục tiêu khác ở xa tâm hơn nên tín hiệu về sau (thời điểm t_2) nên ảnh ở xa tâm hơn.

Anten và tia quét quay đồng bộ, đồng pha. Mục tiêu 1 nhỏ, búp phát lướt qua nhanh nên tín hiệu phản xạ trở về nhỏ \rightarrow ảnh trên màn hình nhỏ. Giả sử có mục tiêu là 1 dải bờ, tín hiệu phản xạ trở về là 1 dải sáng liên tục. Vậy các mục tiêu nhỏ thời gian sóng phản xạ ít nên ảnh thể hiện nhỏ & ngược lại.

Để tia quét quay đồng bộ, đồng pha với anten, người ta tạo ra ở cổ CRT 1 từ trường xoay bằng cách đưa vào cuộn lái tia để từ trường này điều khiển tia quét quay đồng bộ, đồng pha với anten.

Để tia quét chuyển động từ tâm ra biên, người ta tạo ra xung răng cưa đưa vào cuộn lái tia để xung này điều khiển các tia điện tử chuyển động từ tâm ra biên.

4- Nguyên lý đo khoảng cách:

Radar phát xung radio bắt đầu từ anten lan truyền vào không gian thám sát mục tiêu đồng thời điểm sáng (trên tia quét) cũng chạy từ tâm ra biên màn ảnh. Khi xung gặp mục tiêu phản xạ trở về thì điểm sáng cũng chạy được 1 khoảng trên bán kính của màn ảnh tương ứng tỉ lệ với khoảng cách ngoài thực tế. Tại điểm đó, điểm sáng sẽ sáng hơn lên do có tín hiệu của mục tiêu đưa vào cathode của ống phóng tia điện tử. Như vậy sóng phản xạ từ mục tiêu về sẽ gây 1 vùng sáng trên màn hình có hình dáng, kích thước phụ thuộc hình dáng, kích thước của mục tiêu.

Do đó chỉ cần nhìn vị trí vùng sáng trên màn ảnh là có thể xác định được khoảng cách thực tế của mục tiêu ngoài thực địa. Mục tiêu ở xa thì đốm sáng ở gần biên màn ảnh, ngược lại mục tiêu ở gần thì đốm sáng ở gần tâm màn ảnh (vị trí tàu ta). Độ sáng của ảnh phụ thuộc mức độ phản xạ của mục tiêu.

Nếu gọi t là khoảng thời gian từ khi phát xung và cho đến khi thu được sóng phản xạ từ mục tiêu trở về radar, thì khoảng cách từ anten tới mục tiêu sẽ là:

$$D = \frac{C * t}{2}$$

trong đó: - D : khoảng cách từ radar đến mục tiêu.

- t : thời gian truyền sóng
- C : vận tốc truyền sóng trong môi trường

$$\text{Mà } t = \frac{d}{v} \Rightarrow D = \frac{C * d}{2v} = k * d$$

trong đó: d : khoảng cách từ tâm đến vị trí điểm sáng trên màn hình

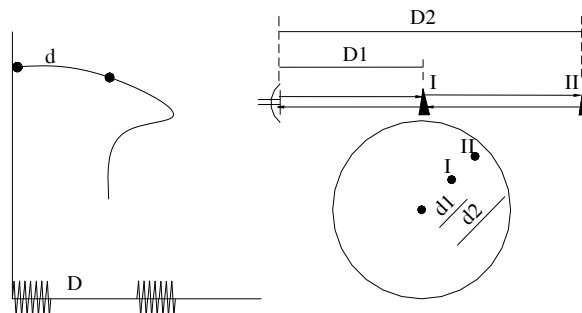
v : tốc độ dịch chuyển của điểm sáng trên màn hình.

Như vậy muốn đo khoảng cách từ tàu ta tới mục tiêu thì chỉ cần đo khoảng cách từ tâm màn hình tới ảnh mục tiêu qua cơ cấu biến đổi tỉ lệ.

$$\text{Hơn nữa: } t_{\max} = \frac{2D_{\max}}{C} = \frac{r}{v} \Rightarrow v = \frac{Cr}{2D_{\max}}$$

Nghĩa là ở thang tầm xa khác nhau thì tốc độ tia quét cũng khác nhau.

Minh họa điều trên như sau: giả sử có 2 mục tiêu 1 & 2 cùng nằm trên 1 đường phương vị so với tàu ta. Khi đó các mục tiêu 1 & 2 sẽ có ảnh tương ứng là I & II trên cùng đường phương vị trên màn hình. Các khoảng cách d_1 & d_2 của I & II so với tâm màn hình tỉ lệ với khoảng cách D_1 & D_2 của các mục tiêu 1 & 2 so với radar trong thực tế.



5- Nguyên lý đo góc:

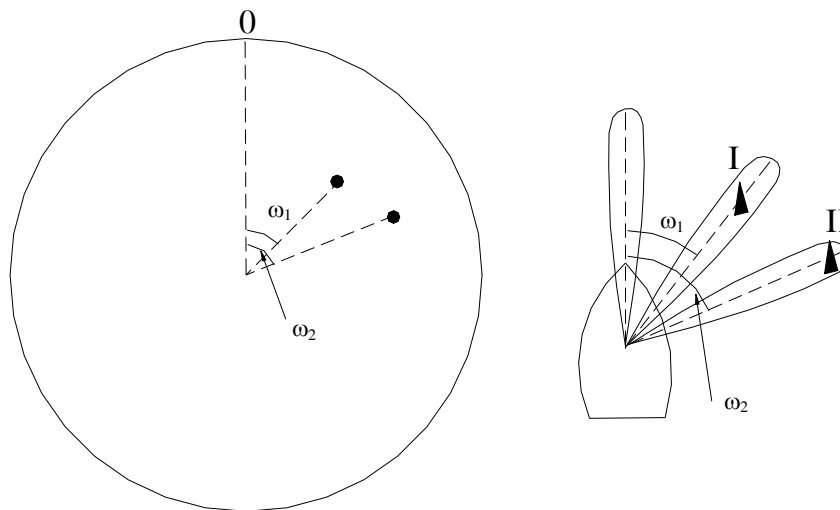
Để đo được góc mạn của mục tiêu, khi anten quay và phát sóng vào không gian thám sát mục tiêu, thì trên màn ảnh tia quét cũng quay. Người ta thiết kế sao cho chúng quay đồng pha và đồng bộ với nhau, nghĩa là anten và tia quét có cùng tốc độ quay, và khi búp phát trùng mặt phẳng trực dọc tàu thì tia quét chỉ đúng hướng 0^0 trên mặt chỉ báo.

Radar phải cùng lúc bao quát được cả khu vực quanh tàu, và đảm bảo phân biệt được từng mục tiêu ở các hướng khác nhau khi chúng không nằm dính vào nhau. để thực hiện điều này, người ta thiết kế sao cho anten quay tròn 360^0 và có tính định hướng sóng phát: anten radar bức xạ sóng điện từ vào không gian có giản đồ phát hình búp (gọi là búp phát radar).

Đặc trưng của búp phát là góc mở ngang α_n và góc mở đứng α_d , nghĩa là các góc theo mặt cắt ngang và đứng. Búp phát radar có $\alpha_n \ll \alpha_d$ để tập trung năng lượng vào góc mở đứng đồng thời đảm bảo phát hiện được các mục tiêu ngay khi tàu lắc. Thông thường:

$$\alpha_n = 0^0 \div 3^0$$

$$\alpha_d = 20^0 \div 30^0$$



Giả sử có 2 mục tiêu 1 & 2 có góc mạn tương ứng ω_1, ω_2 ngoài thực địa như hình vẽ. Khi anten quay góc chụp vào mục tiêu 1 thì tia quét trên màn ảnh cũng quay được góc ω_1 . Do đó ảnh của mục tiêu 1 cũng nằm trên đường thẳng hợp với mũi tàu góc bằng góc mạn thật ω_1 của mục tiêu. Tương tự, với mục tiêu 2 ta cũng xác định được góc trên màn ảnh bằng góc mạn ngoài thực tế ω_2 của mục tiêu.

Như vậy theo nguyên lý trên ta đo được góc mạn của mục tiêu.

Độ sáng của ảnh trên màn hình phụ thuộc:

- sự tăng, giảm độ sáng (do người dùng thay đổi)
- sóng phản xạ, khoảng cách tới mục tiêu, thời tiết...

CHƯƠNG 2

THÔNG SỐ KHAI THÁC & KỸ THUẬT CỦA RADAR



§1. THÔNG SỐ KHAI THÁC

1- Tầm xa cực đại của radar: (tầm xa tác dụng) D_{max}

Tầm xa tác dụng của radar là khoảng cách lớn nhất mà trong giới hạn đó radar có thể phát hiện được mục tiêu, tức ảnh của mục tiêu còn xuất hiện đủ để quan sát trên màn hình.

Mục tiêu ở càng xa, tín hiệu phản xạ trở về càng yếu. Mục tiêu ở xa nhất là mục tiêu có sóng phản xạ về anten yếu nhất mà bộ thu của radar còn có khả năng khuếch đại lên đủ lớn thành tín hiệu mục tiêu.

Tầm xa cực đại tính theo công thức:

$$D_{\max} = 8 \sqrt{\frac{4\pi \cdot P_x \cdot G_a^2 \cdot S_0 \cdot (h_1 \cdot h_2)^4}{P_{\text{th.min}} \cdot \lambda^2}}$$

trong đó: P_x – công suất phát xung của radar.

G_a – hệ số phát định hướng của radar ($=4\pi/\alpha_n \cdot \alpha_d$)

S_0 – bề mặt hiệu dụng của mục tiêu

h_1, h_2 – chiều cao của anten và mục tiêu

$P_{\text{th.min}}$ – độ nhạy máy thu

λ - bước sóng

Ta thấy rằng tầm xa cực đại của radar không chỉ phụ thuộc vào khoảng cách định sẵn trên màn ảnh mà còn phụ thuộc vào:

- độ nhạy máy thu
- công suất máy phát
- điều kiện môi trường
- độ cao anten và mục tiêu
- kích thước, hình dáng, cấu tạo của mục tiêu

Hai hiện tượng chính ảnh hưởng đến D_{\max} :

(a) Đường chân trời radar:

Do bề mặt trái đất là hình cầu nên với radar cũng xuất hiện hiện tượng đường chân trời như đối với thị giác (tuy nhiên trong điều kiện bình thường, chân trời radar xa hơn chân trời thị giác khoảng 6%). Nếu mục tiêu không cao hơn đường chân trời, sóng điện từ phát đi từ radar không thể phản xạ từ mục tiêu trở về.

Trong khi ta có thể thấy các mục tiêu thấp ở gần thì radar lại có thể bắt được các mục tiêu ở xa hơn mà cao trên mặt nước. Hơn nữa, radar được lắp đặt càng cao thì càng tăng khả năng phát hiện mục tiêu ở xa. Tuy nhiên lắp đặt anten quá cao sẽ làm tăng nhiễu biển.

Công thức tính D_{\max} trong thực tế:

$$D_{\max} = 2.2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

trong đó: D_{\max} – có đơn vị tính là dặm

h_1, h_2 – có đơn vị tính là mét

(b) Tính chất của mục tiêu:

Nguyên tắc chung là mục tiêu càng lớn càng dễ phát hiện ở khoảng cách lớn. Tuy nhiên nếu mục tiêu lớn mà tính phản xạ lại yếu có thể khó nhận biết hơn mục tiêu nhỏ lại có tính phản xạ tốt.

Cấu tạo của vỏ tàu mục tiêu có ảnh hưởng đến tầm xa phát hiện. Một con tàu có vỏ bằng kim loại sẽ cho tín hiệu phản xạ tốt, ngược lại vỏ tàu bằng gỗ hay sợi thủy tinh sẽ cho tín hiệu phản xạ yếu hơn.

Các mục tiêu thẳng đứng như vách núi, là các mục tiêu tốt. Các bề mặt nằm ngang, phẳng như bãi bùn, bờ cát... là các mục tiêu xấu vì chúng làm khúc xạ sóng hơn là phản xạ sóng.

Những tín hiệu phản xạ từ các công trình xây dựng, cầu cảng... là những tín hiệu mạnh bởi ít phụ thuộc vào sự thay đổi hình dạng. Chúng có 3 mặt rộng, phẳng và vuông góc với nhau; và người ta lợi dụng cách sắp xếp này đối với các phao radar để tăng khoảng cách nhận biết của chúng.

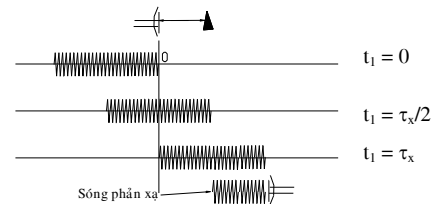
2- Tầm xa cực tiểu của radar (vùng chết của radar): D_{min}

Tầm xa cực tiểu của radar là khoảng cách gần nhất từ radar tới mục tiêu mà radar còn có khả năng nhận biết được mục tiêu. Đối với những mục tiêu nằm ở khoảng cách gần hơn, radar không có khả năng phát hiện.

Tầm xa cực tiểu của radar phụ thuộc chiều dài xung phát, chiều cao anten và α_d .

(a) Theo chiều dài xung phát τ_x :

Theo nguyên lý phát xung của radar, thì radar phát xung với chiều dài τ_x xong, chờ sóng phản xạ trở về mới phát xung thứ 2. Nếu có 1 mục tiêu ở rất gần radar, khi máy phát vừa phát xung xong thì tín hiệu phản xạ của mục tiêu đã trở về tới anten. Như vậy thời gian từ khi phát đến lúc thu xung là τ_x . Với mục tiêu ở quá gần anten, khi xung thứ nhất tới mục tiêu và phản xạ về anten



mà phần tử cuối cùng của xung phát chưa rời khỏi anten, tức là chưa phát xong thì máy thu sẽ không thu được vì bộ chuyển mạch đang ngắt máy thu. Mặt khác do bộ chuyển mạch, máy thu, chuyển động của điện tử... để chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác cần khoảng thời gian gọi là thời gian τ_i . Như vậy mục tiêu ở gần nhất mà radar có thể phát hiện được có khoảng cách:

$$D_{min} = \frac{1}{2} C.(\tau_x + \tau_i)$$

Thông thường: $\tau_x = 0.3\mu s$

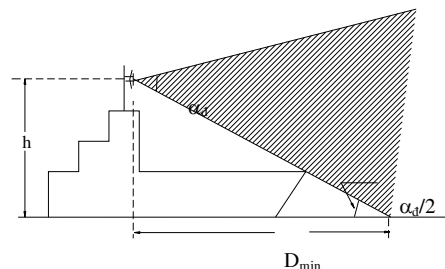
$$\tau_i = 0.2\mu s$$

Do đó $D_{min} = 75 \text{ m}$

(b) Theo chiều cao anten và α_d

Búp phát có góc mở đứng α_d giới hạn, do đó có 1 vùng gần anten sóng điện từ không tới được nên không phát hiện được mục tiêu.

$$D_{min} = h * \cotg \frac{1}{2} \alpha_d$$

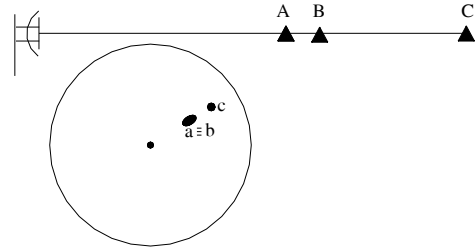


- Cách xác định D_{min} trong thực tế:

Đưa radar vào hoạt động, để ở thang cự li nhỏ nhất, sau đó dùng 1 xuống (có thể là xuống cứu sinh) buộc dây rồi thả ra xa cho đến khi bắt được ảnh trên màn hình. Sau đó dùng dây kéo từ từ xuống lại gần tàu, quan sát trên màn ảnh radar tới khi nào ảnh của xuống mất đi. Khi đó chiều dài dây cộng chiều dài xuống là D_{min} .

3- Độ phân giải theo khoảng cách:

Độ phân giải theo khoảng cách là khả năng phân biệt giữa ảnh các mục tiêu đứng gần nhau ở hiện trường trên cùng phương vị, tức là các mục tiêu tách rời nhau thì ảnh của chúng không bị chập trên màn ảnh của radar.



- Điều kiện phân giải theo khoảng cách:

Giả sử mục tiêu A và B ở gần nhau, khi phần tử đầu tiên từ B phản xạ về đến A mà phần tử cuối cùng phản xạ từ A chưa rời khỏi A thì sóng phản xạ của 2 mục tiêu sẽ nối tiếp nhau về anten gây nên 1 vệt sáng của cả 2 mục tiêu trên màn chỉ báo, vì vậy không phân biệt được ảnh của 2 mục tiêu này.

Để ảnh của 2 mục tiêu không trùng nhau trên màn hình thì khoảng cách d giữa chúng phải là:

$$d > \frac{C * \tau_x}{2}$$

Ngoài ra do điểm sáng trên mặt máy có kích thước nên độ phân giải theo khoảng cách phải đảm bảo:

$$\Delta D \geq \frac{C * \tau_x}{2} + \frac{d_a * D}{0.5D_{\max}}$$

trong đó: d_a : đường kính điểm sáng trên mặt chỉ báo

D : thang tầm xa

D_{\max} : đường kính màn ảnh

4- Độ phân giải theo góc:

Độ phân giải theo góc là khả năng phân biệt giữa ảnh các mục tiêu đứng gần nhau trên màn hình khi chúng có cùng khoảng cách tới tâm (tức là các mục tiêu đứng gần nhau, có cùng khoảng cách tới radar ngoài thực tế).

Trường hợp 2 mục tiêu có cùng khoảng cách tới radar và nằm gần nhau, ảnh của chúng trên màn hình bị chập làm một.

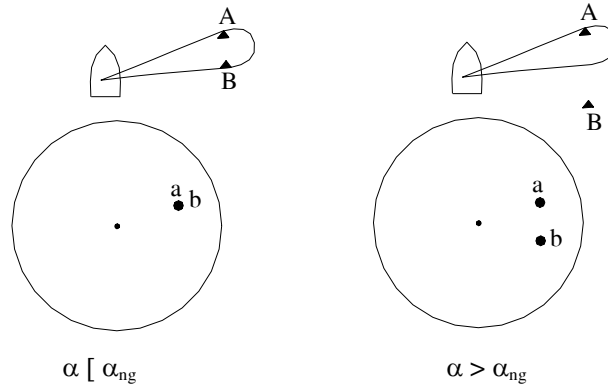
- Điều kiện phân giải theo góc:

Nếu 2 mục tiêu có cùng khoảng cách tới radar, góc kẹp giữa chúng với radar $\leq \alpha_{ng}$ thì ảnh của chúng là 1 vệt sáng nối liền nhau do tín hiệu phản xạ về kế tiếp nhau, không phân biệt được. Để ảnh của 2 mục tiêu này không trùng nhau thì góc kẹp giữa chúng:

$$\alpha_0 > \alpha_{ng}$$

Ngoài ra độ phân giải theo góc còn phụ thuộc vào đường kính điểm sáng và khoảng cách từ tâm màn hình tới ảnh mục tiêu.

$$\alpha_0 > \alpha_{ng} + 57.3d_a/D$$



§2. THÔNG SỐ KỸ THUẬT

1- Chiều dài bước sóng λ :

Người ta chọn bước sóng λ (tương ứng tần số $f = C/\lambda$) sao cho thỏa mãn các yêu cầu: sóng truyền thẳng, tập trung năng lượng vào 1 búp phát hẹp, có khả năng định hướng cao và loại bỏ được ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng thủy văn. Đồng thời để cho sóng có thể mang đủ năng lượng đi xa thì trong chiều dài xung phát τ_x phải có từ 300 ÷ 500 dao động toàn phần.

Tuy nhiên để tăng độ phân giải theo khoảng cách thì phải giảm τ_x tức giảm λ (tăng f). Radar ngày nay dùng sóng có bước sóng cm, truyền thẳng toàn bộ đối với mục tiêu lớn. Thường có 3 loại bước sóng:

$$\lambda = 10 \text{ cm} \quad \lambda = 3.2 \text{ cm} \quad \lambda = 0.8 \text{ cm}$$

Bước sóng dài thì tầm tác dụng lớn song độ phân giải kém, trái lại bước sóng ngắn có tầm tác dụng nhỏ nhưng lại phân giải tốt hơn. Vì vậy tùy từng loại radar mà chế tạo theo bước sóng phù hợp. Hiện nay radar dùng chủ yếu bước sóng 3.2 cm tức có tần số 9400 Mhz.

2- Chiều dài xung phát τ_x :

Với các loại radar khác nhau, sẽ có τ_x khác nhau. τ_x càng lớn thì năng lượng của xung tới mục tiêu càng lớn, tăng tầm xa tác dụng nhưng giảm độ phân giải, tăng bán

kính vùng chết. Ngược lại, τ_x nhỏ, tầm xa tác dụng nhỏ, giảm bán kính vùng chết nhưng độ phân giải tốt hơn.

Ngày nay radar được sản xuất với 2 chế độ xung dài và ngắn, tùy thang tầm xa và yêu cầu thực tế hàng hải mà chuyển chế độ xung phát cho phù hợp. Người ta tạo ra công tắc chuyển đổi chế độ PULSE SWITCH với 2 chế độ LONG và SHORT (với một số máy của Nhật thì 2 chế độ này là NORMAL và NARROW)

Thông thường $\tau_x = 0.01 \div 3 \mu s$

3- Chu kỳ lập xung T_x . Tần số lập xung $F_x = 1/T_x$:

Chu kỳ lập xung là khoảng thời gian giữa 2 lần phát xung kế tiếp, tần số lập xung là lượng xung xuất hiện trong một đơn vị thời gian, phụ thuộc vào tốc độ quay của anten.

Để thu được sóng phản xạ từ mục tiêu xa nhất (ở thang cự li đang sử dụng) thì trong thời gian thu xung:

$$T_x \geq 2D_{\max}/C$$

(do $\tau_x \ll T_x$ nên có thể coi T_x là thời gian thu xung)

$$\Rightarrow F_x \leq \frac{C}{2 * D_{\max}}$$

Ngoài ra để ảnh mục tiêu luôn hiện rõ và tốt trên màn hình, phải đảm bảo trong 1 vòng quay của anten phải có từ 8 \rightarrow 12 xung đập vào mục tiêu (giá trị 8 \rightarrow 12 xung được gọi là N_{\min}). Vậy tần số lập xung tối thiểu:

$$F_{x\min} = 6N_{\min} * n / \alpha_{ng}$$

Như vậy tần số lập xung để phát hiện mục tiêu ở D_{\max} là:

$$6N_{\min} * n / \alpha_{ng} \leq F_x \leq C / 2D_{\max}$$

trong đó: n: tốc độ quay của anten (vòng / phút)

N: số xung đập vào mục tiêu trong một vòng quay của anten

Tần số lập xung của các radar hiện nay: $F_x = 400 \rightarrow 3200$ xung / giây

4- Công suất phát xung:

Công suất phát xung P_x là công suất máy phát phát đi trong thời gian τ_x .

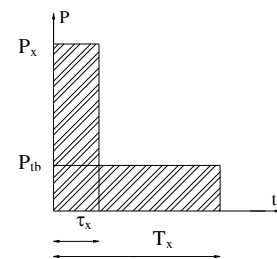
$$P_x = \frac{\int_0^{\tau_x} P dt}{\tau_x}$$

Công suất trung bình P_{tb} của máy phát trong cả chu kỳ T_x .

$$P_{tb} * T_x = P_x * \tau_x$$

Do đó:

$$P_{tb} = \frac{P_x * \tau_x}{T_x}$$



5- Độ nhạy máy thu $P_{th.\min}$:

Độ nhạy máy thu là công suất nhỏ nhất phản xạ từ mục tiêu trở về mà máy thu còn có khả năng khuếch đại lên đưa sang máy chỉ báo thể hiện thành ảnh trên màn hình. Độ nhạy máy thu tính theo công thức:

$$P_{th.min} = N * q * K * \Delta f * T$$

Trong đó: N: hệ số tạp âm

q: hệ số phân giải

K: hằng số Bozman (= $1.38 * 10^{-3}$ J/độ)

Δf : độ rộng dải lợt (dải thông)

T: nhiệt độ tuyệt đối nơi thu (0K)

Trong máy thu, $P_{th.min}$ càng nhỏ, độ nhạy càng tốt, radar càng có khả năng khuếch đại tín hiệu mục tiêu ở xa. Một số cách để tăng độ nhạy máy thu:

- Giảm hệ số tạp âm N: thay linh kiện điện tử bằng linh kiện bán dẫn
- Giảm độ rộng dải lợt Δf
- Giảm hệ số phân giải q.

6- Độ rộng dải lợt (dải thông) Δf

Dải thông là khoảng tần số mà trong đó máy thu thu được tín hiệu:

$$\Delta f = (0.8 \rightarrow 1.2) / \tau_x \cong 1 / \tau_x$$

7- Hệ số định hướng của anten G_a :

Đại lượng này đặc trưng cho khả năng tập trung năng lượng bức xạ về 1 phía (trong 1 búp phát) của anten radar.

Hệ số này phụ thuộc vào góc mở của búp phát (α_{ng} và α_d).

$$G_a = 4\pi / (\alpha_{ng} * \alpha_d)$$

Đối với anten khe có chiều dài l, độ rộng d thì α_{ng} và α_d tính theo:

$$\alpha_{ng} = 70\lambda / l \quad \alpha_d = 70\lambda / d$$

8- Tốc độ vòng quay của anten: n (vòng / phút)

Tốc độ thường được thiết kế trong các loại anten hiện nay là $18 \rightarrow 30$ vòng / phút.

Thông thường hay dùng $n = 22 \rightarrow 24$ vòng / phút.

CHƯƠNG 3

MỤC TIÊU RADAR, CÁC LOẠI ẢNH ẢO TRÊN MÀN ẢNH RADAR, ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG TỚI TẦM TÁC DỤNG CỦA RADAR



§1. MỤC TIÊU RADAR

1- Mục tiêu riêng biệt:

Là những mục tiêu nằm riêng biệt với nhau, ảnh của chúng là những điểm sáng riêng biệt trên màn hình.

Điều kiện để có mục tiêu riêng biệt:

$$- \text{ độ phân giải theo khoảng cách: } \Delta D \geq \frac{C * \tau_x}{2} + \frac{d * D}{0.5D_{ma}}$$

- độ phân giải theo góc: $\alpha_0 \geq \alpha_{ng} + 57.3 \frac{d}{D}$

2- Mục tiêu nhóm:

Là cụm mục tiêu không phân biệt được về góc và khoảng cách. Những mục tiêu này trên màn ảnh sẽ chập lại với nhau không phân biệt được. Trong trường hợp này, để khử ta hạ thang tầm xa và chuyển sang chế độ phát xung ngắn.

3- Mục tiêu khối:

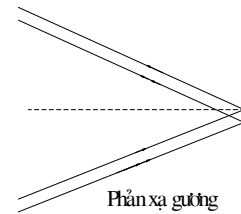
Hiện tượng này do các đám mây huyền phù, mây tích điện gây ra. Ảnh các mục tiêu này trên màn ảnh tương đối lớn, biên mờ và biến đổi theo thời gian. Để phân biệt, dựa vào tính chất quan trọng nhất là hình ảnh có độ lớn thay đổi theo thời gian và hạ thang tầm xa xuống.

§2. PHẢN XẠ SÓNG RADIO VÀ KHÚC XẠ DỊ THƯỜNG

Tất cả mọi vật có tính chất khác với tính chất của môi trường truyền sóng và nằm trên đường lan truyền của sóng điện từ, khi có tác dụng của điện từ trường sẽ xảy ra hiện tượng xuất hiện dòng điện cao tần. Nguồn năng lượng thứ cấp này sẽ bức xạ năng lượng ngược trở lại về phía nguồn phát. Sự phản xạ này phụ thuộc vào kích thước vật thể so với bước sóng λ .

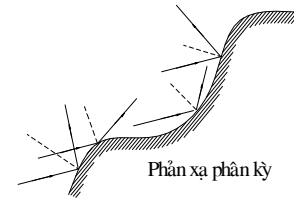
1- Phản xạ gương:

Xảy ra theo định luật quang hình (góc tới = góc phản xạ). Muốn vậy bề mặt phản xạ (bề mặt vật thể) phải nhẵn và vật thể phải có kích thước lớn hơn nhiều so với λ . Đối với những vật thể như vậy, năng lượng trở về radar lớn nên ảnh của mục tiêu rõ nét hơn.



2- Phản xạ phân kỳ:

Hiện tượng này xảy ra đối với các vật thể có kích thước lớn hơn rất nhiều so với λ nhưng có bề mặt gồ ghề. Trường hợp này năng lượng phản xạ trở về nhỏ và ảnh mục tiêu trên màn hình mờ nhạt.



3- Phản xạ cộng hưởng:

Hiện tượng này xảy ra đối với các vật thể có kích thước bằng hoặc xấp xỉ λ . Trường hợp này vật thể bị kích thích, sóng phản xạ trở lại rất mạnh, ảnh mục tiêu rõ nét trên màn hình nhưng không bền do ít khi gặp những vật thể có kích thước nhỏ như vậy.

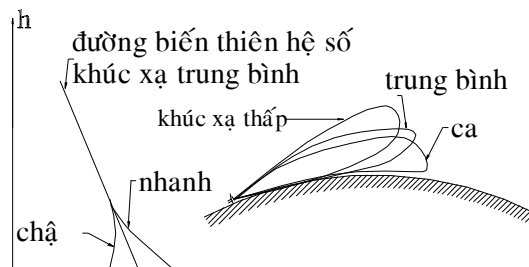
4- Khúc xạ vòng:

Đối với những vật thể có kích thước nhỏ hơn λ , sóng radio sẽ đi qua vật thể mà không trở lại.

5- Hiện tượng khúc xạ thấp: sub-refraction

Trong những điều kiện khí quyển đặc biệt, chỉ số khúc xạ có thể thay đổi làm cho sự bức xạ sóng sẽ khúc xạ lên trên hoặc xuống dưới hơn bình thường.

Hiện tượng khúc xạ thấp thường xảy ra ở vĩ độ cao khi 1 khối khí lạnh thổi tới 1 bề mặt nóng. Khi đó nhiệt độ giảm nhanh theo độ cao so với điều kiện bình thường, còn độ ẩm có thể tăng theo độ cao. Do đó mức suy giảm chỉ số khúc xạ (theo độ cao) thấp hơn bình thường, làm chùm tia radar cong lên. Mức độ suy giảm càng chênh lệch so với điều kiện bình thường thì chùm tia càng bị bẻ cong nhiều hơn, vì vậy tầm xa tác dụng của radar bị giảm.



6- Hiện tượng khúc xạ cao: super-refraction

Hiện tượng này là chùm tia radar bị bẻ cong xuống dưới nhiều hơn so với điều kiện khí quyển bình thường. Nó xảy ra sau khi không khí thổi qua 1 vùng đất nóng lại thổi tới 1 vùng biển lạnh hơn. Chênh lệch nhiệt độ giữa không khí và biển càng lớn thì hiện tượng này càng dễ xảy ra. Hiện tượng này thường xảy ra ở vùng lân cận đất liền ở vùng nhiệt đới. Nó cũng có thể xảy ra trong vùng biển có gió mậu dịch. Ảnh hưởng của hiện tượng này là tầm xa tác dụng của radar sẽ lớn hơn mức bình thường.

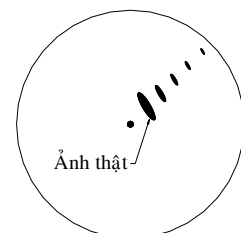
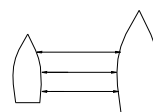
Trường hợp sóng bị khúc xạ nhiều hơn nữa, nó đập vào mặt biển rồi phản xạ lên trên, sau đó lại uốn cong xuống mặt biển. Cứ như vậy chùm tia radar sẽ men theo bề cong của trái đất làm tầm xa tác dụng tăng lên rất nhiều. Trường hợp khúc xạ cao hiếm hoi này coi như chùm tia radar được dẫn trong ống dẫn và giới hạn trong ống dẫn đó, gọi là hiện tượng ống dẫn.

§3. CÁC LOẠI ẢNH ẢO TRÊN MÀN ẢNH RADAR

Thông thường ảnh ảo hiện trên màn hình ở những nơi không có mục tiêu. trong một số trường hợp có thể làm giảm hay mất ảnh trên hướng đó.

1- Ảnh ảo do phản xạ nhiều lần.

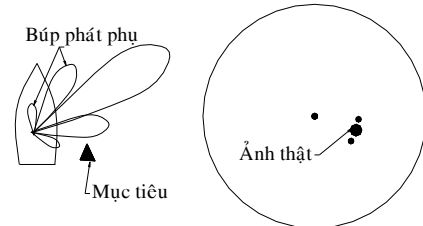
Khi tàu ta đi gần các mục tiêu lớn phản xạ sóng tốt, thì sóng phản xạ qua lại giữa tàu và



mục tiêu nhiều lần dẫn tới ngoài ảnh thật ra còn có 1 hoặc nhiều ảnh ảo nằm phía sau ảnh thật. Đặc điểm các ảnh ảo này là cách xa tâm và nhỏ dần, ảnh thật nằm gần tâm và lớn nhất. Các ảnh này nằm trên cùng 1 hướng và cách đều nhau. Tín hiệu phản xạ nhiều lần có thể giảm hay loại bỏ bằng cách giảm độ khuếch đại hay chỉnh đúng A/C SEA.

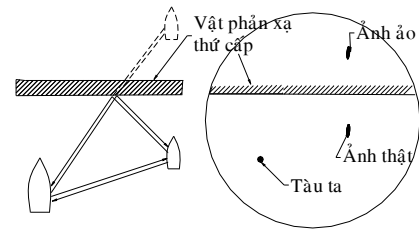
2- Ảnh ảo do búp phát phụ:

Mỗi khi bộ phận quét quay, một vài năng lượng bức xạ sẽ vượt ra khỏi giới hạn của búp phát được gọi là các búp phát phụ. Nếu có 1 mục tiêu xuất hiện ở nơi mà búp phát chính cũng như búp phát phụ phát hiện được nó, các tín hiệu do búp phát phụ gây nên sẽ xuất hiện ở 2 bên ảnh thật ở cùng 1 khoảng cách tới tàu. Các búp phát phụ thường chỉ ảnh hưởng ở khoảng cách ngắn và từ các mục tiêu cho sóng phản xạ mạnh. Ta có thể giảm hay loại bỏ bằng cách giảm độ khuếch đại hay chỉnh đúng A/C SEA.



3- Ảnh do phản xạ thứ cấp:

Nếu gặp những mục tiêu phản xạ tốt như đê chắn sóng, cầu... thì sóng từ radar đập vào các mục tiêu đó rồi phản xạ tới các mục tiêu khác. Tối gặp mục tiêu sau này nó lại phản xạ về mục tiêu 1, sau đó mới phản xạ trở về anten. Như vậy tín hiệu phản xạ sau khi phản hồi từ mục tiêu sẽ về anten bằng con đường gián tiếp.

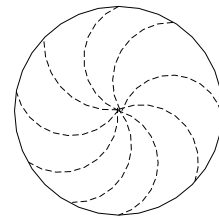


Màn ảnh chuyển động thật

Khi đó trên màn hình sẽ xuất hiện ảnh ảo của mục tiêu thứ 2, có cùng hướng với bề mặt phản xạ và có khoảng cách tới tàu khác so với tín hiệu phản xạ trực tiếp, cách bề mặt phản xạ với khoảng cách từ mục tiêu thật tới bề mặt này. Ảnh ảo này không xác định, khi vị trí tương đối giữa tàu ta và mục tiêu thay đổi thì ảnh này mất.

4- Ảnh ảo do nhiễu giao thoa:

Nếu tàu ta đi gần tàu khác mà trên tàu đó có radar đang hoạt động có cùng tần số với radar tàu ta thì nhiễu do radar tàu đó gây nên đối với tàu ta là những đường cong đứt nét chạy từ tâm ra biên màn ảnh. Để khử nhiễu này, trên radar có nút IR (Interference rejection).



5- Ảnh của mây:

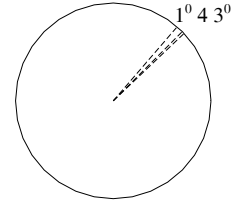
Khi tàu chạy trong vùng có thời tiết xấu, trời có nhiều mây thấp, khi bật radar thì trên màn hình cũng bắt được ảnh của chúng do chùm búp phát cũng chụp vào các đám mây và các đám mây này cũng phản xạ tín hiệu sóng radar về anten. Ảnh của

chúng là những đám sáng trôi bồng bềnh không cố định. Để giảm ảnh do mây ta giảm thang tầm xa.

§4. ẢNH NHÂN TẠO

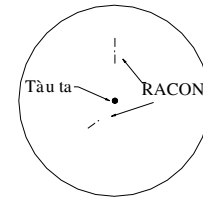
1- Ảnh của RAMARK:

RAMARK là 1 mục tiêu nhân tạo, thực chất là 1 trạm phát sóng liên tục có bước sóng tương đương bước sóng làm việc của radar. Khi tàu đi ngang khu vực có lắp đặt Ramark thì radar sẽ nhận được sóng của trạm này. Trên radar xuất hiện những đường xuyên tâm kéo dài từ tâm ra biên màn ảnh. Các đường này có thể là chuỗi các nét đứt, chuỗi các chấm hay chuỗi hỗn hợp. Những đường này đi qua vị trí Ramark, có độ rộng $1^{\circ} \rightarrow 3^{\circ}$. Do đó radar chỉ xác định được phương vị tới trạm Ramark mà thôi. Các trạm này thường lắp đặt ở những khu vực nhiều tàu qua lại hay gần những vùng hành hải nguy hiểm như bãi ngầm, bãi cạn hay những mục tiêu xung quanh mà radar khó phát hiện.



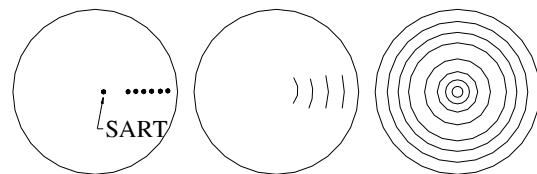
2- Ảnh của RACON:

Racon là 1 trạm thu phát sóng, phát ra 1 dấu hiệu dễ phân biệt khi được khởi động bởi xung đến từ radar. Khi sóng radar truyền tới anten của Racon thì trạm này thu tín hiệu đó đồng thời phát ngay tín hiệu của mình trên cùng tần số với radar. Tín hiệu Racon hiện trên màn hình là 1 đường xuyên tâm có gốc là 1 điểm nằm ngay bên ngoài phao tiêu radar, hoặc là tín hiệu mã Morse được thể hiện xuyên tâm ngay từ phía ngoài phao tiêu. Trạm Racon cho biết khoảng cách và phương vị từ tàu ta đến trạm. Khi mở các mạch FTC hay IR những dấu hiệu của trạm Racon có thể mất.



2- Ảnh của SART:

SART là phương tiện chính trong GMDSS dùng xác định vị trí tàu thuyền đang gặp nạn. Nó hoạt động ở dải tần số 9 Ghz, phát ra tín hiệu khi được khởi động bởi sóng tới từ bất kỳ radar nào đang hoạt động trên tàu hay trên máy bay ở dải tần số này. Trên màn hình, ảnh của nó là những chấm, bắt đầu từ vị trí của trạm SART, kéo dài theo đường phương vị, khoảng cách giữa các chấm là 0.6 nm. Để dễ phân biệt, nên sử dụng thang tầm xa $6 \rightarrow 12$ nm. Khi tàu cứu hộ đến gần SART ở khoảng cách 1 nm thì các chấm chuyển thành các



SART xa tàu

khoảng 1 Nm

rất gần

cung tròn, và thậm chí khi quá gần SART chúng sẽ biến thành các đường tròn để báo cho tàu cứu hộ biết và xử lý.

§5. TẦM XA TÁC DỤNG CỦA RADAR

1- Tầm xa tác dụng của radar khi không có tác động của môi trường:

Ở đây ta bỏ qua ảnh hưởng của các yếu tố không khí, mặt nước và sóng đi thẳng từ radar tới gặp mục tiêu phản xạ trở về.

Giả sử radar phát với công suất P_x , khoảng cách từ radar tới mục tiêu là D . Nếu radar phát không định hướng thì mật độ công suất tại vị trí có khoảng cách D là:

$$M = \frac{P_x}{4\pi \cdot D^2}$$

trong đó $4\pi D^2$ là diện tích mặt cầu tâm là tàu ta, bán kính D

Do anten phát có định hướng với hệ số định hướng G_a nên công suất tại mục tiêu là:

$$P_1 = M * G_a = \frac{P_x * G_a}{4\pi D^2}$$

Gọi S_0 là bề mặt hiệu dụng của mục tiêu. Công suất phát từ mục tiêu phản xạ trở lại anten là:

$$P_2 = P_1 * S_0 = \frac{P_x * G_a * S_0}{4\pi D^2}$$

Tại vị trí anten thu được công suất:

$$P_3 = P_2 * \frac{1}{4\pi D^2} = \frac{P_x * G_a * S_0}{16\pi^2 D^2}$$

Gọi A_0 là bề mặt hiệu dụng của anten, trong đó:

$$A_0 = \frac{G_a * \lambda^2}{4\pi}$$

Khi đó công suất ở đầu vào máy thu:

$$P_{th} = P_3 * A_0 = \frac{P_x * G_a^2 * S_0 * \lambda^2}{4^3 * \pi^3 * D^4}$$

$$\Rightarrow D = \sqrt[4]{\frac{P_x * G_a^2 * S_0 * \lambda^2}{4^3 * \pi^3 * P_{th}}}$$

Mục tiêu càng ở xa (D tăng) thì P_{th} càng nhỏ, tới 1 lúc nào đó tương ứng $P_{th.min}$ (ứng với D_{max}), cuối cùng ta có tầm xa tác dụng của radar khi không có tác động của môi trường là:

$$D_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_x * G_a^2 * S_0 * \lambda^2}{64\pi^3 * P_{th.min}}}$$

với $P_{th.min} = N \cdot q \cdot \Delta f \cdot k \cdot T$

2- Tầm xa tác dụng của radar khi có tác động của môi trường:

Ở đây xét khi sóng truyền từ anten tới mặt nước, sau đó phản xạ tới mục tiêu cùng với sóng truyền trực tiếp từ anten tới mục tiêu.

Gọi E_0 là cường độ điện trường thu được tại vị trí của mục tiêu do sóng truyền trực tiếp, E_p là cường độ điện trường thu được tại vị trí mục tiêu do phản xạ.

Người ta chứng minh được: $E_p = \rho.E_0$

Trong đó ρ là hệ số phản xạ.

Khi đó điện trường tổng cộng tại vị trí mục tiêu:

$$E_T = E_0 + E_p = (1 + \rho).E_0$$

Đặt $1 + \rho = \&$

$$\Rightarrow E_T = \&.E_0$$

Với $\&$: là hệ số giao thoa giữa sóng truyền trực tiếp và sóng phản xạ.

Tại vị trí của mục tiêu, nếu điện trường tổng E_T càng lớn thì tầm xa tác dụng của radar càng lớn.

Nếu chỉ có điện trường E_0 thì tầm xa tác dụng là D_{max} . Trong trường hợp xét tới ảnh hưởng của môi trường, điện trường thu được tại vị trí mục tiêu là E_T . Khi đó, ta có tầm xa tác dụng là D'_{max} : $D'_{max} = \&.D_{max}$

Xác định $\&$ theo công thức:

$$\phi = \frac{4\pi * h_1 * h_2}{\lambda * D'_{max}}$$

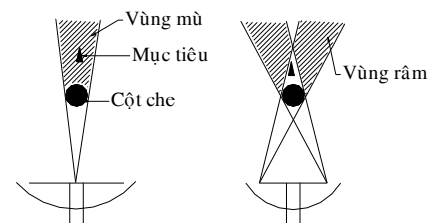
Do đó:

$$D'_{max} = \sqrt[8]{\frac{4\pi.P_x.S_0.G_a^2.(h_1.h_2)^4}{P_{th.min}.\lambda^2}}$$

§6. ẢNH HƯỞNG CỦA VÙNG CHẾT – VÙNG MÙ – VÙNG RÂM – GÓC CHẾT

1- Vùng mù (rẽ quạt mù) :

Là vùng bị các cấu trúc của tàu như ống khói, cần cẩu... che không cho sóng của radar vượt qua dẫn tới toàn bộ khu vực phía sau các cấu trúc đó không nhận được sóng radar. Do đó radar không phát hiện được các mục tiêu nằm trong khu vực đó.



2- Vùng râm:

Là vùng cũng do ảnh hưởng của các cấu trúc trên tàu nên sóng radar bức xạ rất yếu, dẫn tới việc là radar lúc phát hiện được lúc không phát hiện được các mục tiêu nằm trong khu vực đó.

3- Góc chết:

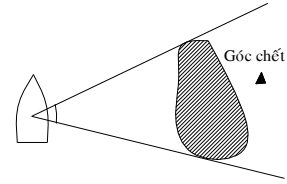
Do tàu ta đi gần những vật thể hay mục tiêu có kích thước lớn ngăn không cho sóng radar vượt qua dẫn tới radar không phát hiện được các mục tiêu nằm sau vật thể đó. Góc bị ngăn bởi mục tiêu mà radar không phát hiện được gọi là góc chết.

3- Vùng chết:

Là 1 vùng nằm xung quanh tàu mà búp phát anten không chụp xuống được, nên radar không phát hiện được các mục tiêu nằm trong vùng đó.

Đối với mỗi con tàu, ta cần xác định được vùng chết, vùng râm, vùng mù để từ đó khi dùng radar cần phải chú ý tới những vùng này.

Việc xác định vùng mù và râm thường dựa vào sóng biển. Vùng nào không có tín hiệu nhiều là vùng mù, vùng nào tín hiệu nhiều yếu là vùng râm. Còn vùng chết thì xác định bằng phương pháp theo dõi ảnh của xuống. Khi xác định các yếu tố trên nên xác định trên thang tầm xa nhỏ nhất.



CHƯƠNG 4

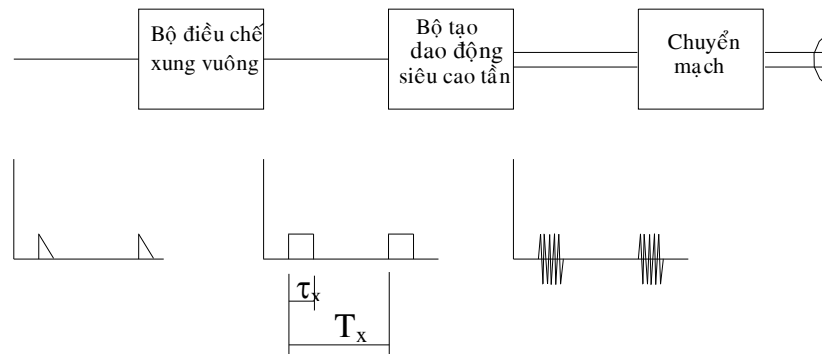
MÁY PHÁT RADAR



Máy phát radar có nhiệm vụ tạo ra dao động siêu cao tần có công suất đủ lớn, độ dài τ_x và chu kỳ T_x nhất định tương ứng với các thang tầm xa khác nhau để bức xạ vào không gian.

Hiện nay, người ta thường thiết kế radar có $\tau_x = 0.01 \div 3 \mu s$, tần số lặp xung = $400 \div 3200$, ứng với công suất xung đỉnh là 10 kw đối với thang tầm gần, 25 kw đối với thang tầm xa.

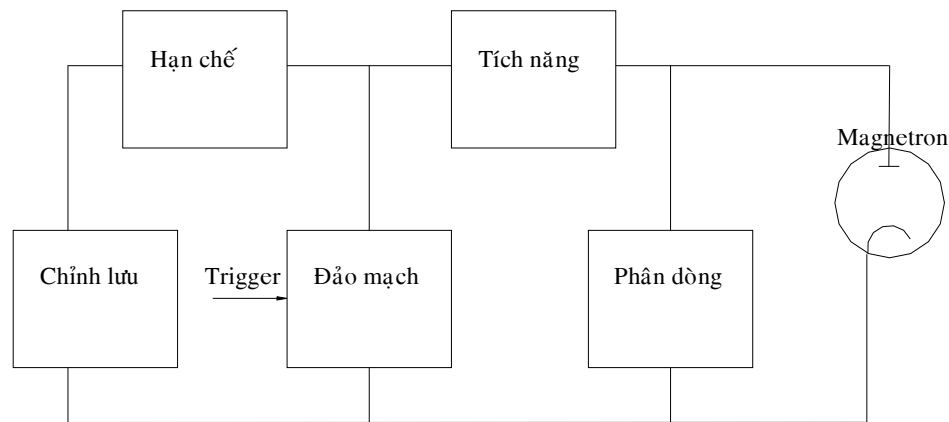
Sơ đồ khối máy phát:



- Xung từ bộ khởi động đến khởi động bộ điều chế
- Bộ điều chế (có kèm theo bộ tiền điều chế) sẽ tạo ra 1 xung vuông có bề rộng để đưa vào cathode của đèn magnetron. Độ rộng xung này tùy thuộc vào thang tầm xa và vị trí của công tắc chiều dài xung.
- Đèn magnetron là bộ phận chủ yếu trong máy phát, tạo ra các xung radio siêu cao tần. Đèn hoạt động trong khoảng thời gian tác động của τ_x tạo dao động có tần số $f = 9400 \text{ Mhz}$ trong thời gian τ_x (có khoảng $300 \div 500$ dao động hình sin). Xung này được đưa vào ống dẫn sóng, qua chuyển mạch anten, tới anten và bức xạ ra không gian.

1. Bộ điều chế xung:

Bộ điều chế xung có nhiệm vụ tạo ra 1 xung cao áp khi có xung khởi động đưa tới. Xung cao áp này có độ dài τ_x và có chu kỳ T_x nhất định để đưa sang bộ tạo sóng siêu cao tần. Ở bộ này có công tắc PULSE SWITCH để chuyển đổi chiều dài xung



phát.

Sơ đồ khối:

Sơ đồ khối bộ điều chế xung

- Bộ chỉnh lưu cao áp: cung cấp điện 1 chiều (từ 10 ÷ 20 Kv) cho mạch điều chế.
- Bộ hạn chế: hạn chế bớt biên độ dòng điện cao áp, giữ cho điện áp bộ tích năng ổn định.
- Bộ đảo mạch:
 - Khi chưa có xung khởi động (trigger) tới sẽ không hoạt động. Dòng 1 chiều cao áp sẽ qua bộ hạn chế, tích năng và phân dòng để nạp năng lượng cho bộ tích năng.
 - Khi có xung khởi động tới, bộ đảo mạch sẽ hoạt động. Năng lượng từ bộ tích năng qua đảo mạch tới đèn magnetron. Đèn hoạt động sinh ra sóng siêu cao tần. Lúc này bộ phân dòng không cho dòng điện chạy qua do xung điện quá nhanh.
- Bộ phân dòng: phân dòng cho nhánh, gồm cuộn cảm và tụ điện.
- Bộ tích năng: tích trữ năng lượng cung cấp cho tải.

Căn cứ vào bộ tích năng người ta phân loại bộ điều chế:

- + Dùng tụ tích năng.
- + Dùng từ tích năng.
- + Dùng đường dây tích năng.

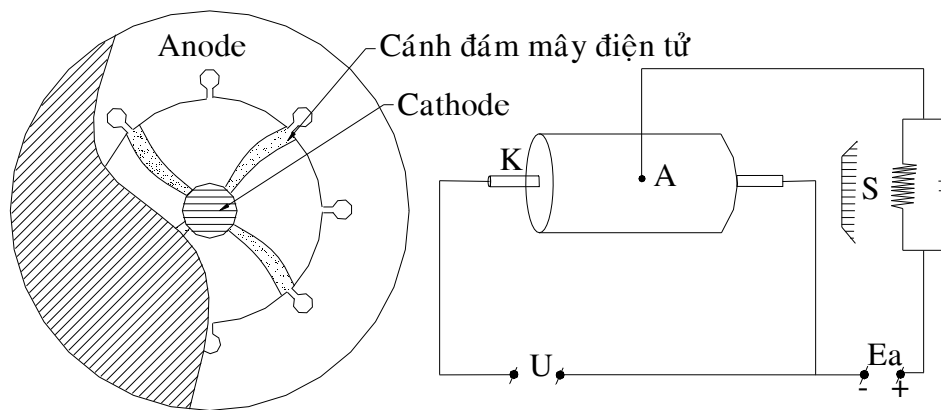
Lưu ý:

- Xung khởi động đưa đến bộ đảo mạch đồng thời cũng đưa đến bộ chỉ báo để khởi động tia quét chạy từ tâm ra biên.
- Công tắc chuyển đổi xung phát PULSE SWITCH: ứng với các thang tầm xa khác nhau sẽ phát xung có chiều dài phù hợp. Muốn xung dài thì làm sao cho bộ tích năng phóng điện chậm và ngược lại.

1- Bộ tạo dao động siêu cao tần:

Bộ này nhận xung vuông có chiều dài τ_x , tần số lập xung F_x từ bộ điều chế: tạo xung siêu cao tần công suất lớn có độ dài xung τ_x , tần số lập xung F_x đưa vào ống dẫn sóng. Dụng cụ tạo dao động siêu cao tần chủ yếu là đèn magnetron có nguyên lý giống đèn điện tử 2 cực, song mắc giữa anode và cathode 1 mạch dao động đặc biệt gọi là hốc cộng hưởng. Người ta đặt từ trường có đường sức song song với mạch anode và cathode, vuông góc với điện trường anode và cathode. Hốc cộng hưởng tương ứng với mạch cộng hưởng có tần số cộng hưởng với tần số dao động siêu cao tần, thành thẳng tương ứng với tụ, phần quay tương ứng với cuộn dây.

* Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của đèn magnetron:



Cấu tạo đèn Magnetron

Anode được làm bằng đồng hình trụ, trên đó có khoét 1 số chỗ các hốc cộng hưởng. Các hốc cộng hưởng này được thông với khoang bên trong của anode bởi các khe hẹp vuông góc.

Cathode, ở bên trong, cũng có hình trụ và là loại được đốt gián tiếp. Để tăng cường sự bức xạ điện tử ở cathode, trên bề mặt của cathode người ta phủ 1 lớp oxit.

Khoảng giữa anode và cathode được hút chân không. Tất cả được bọc kín và được đặt trong từ trường của nam châm vĩnh cửu NS. Nam châm vĩnh cửu này được chế tạo đặc biệt để tạo ra cường độ từ trường lớn.

Cathode bắn ra các điện tử khi bị nung nóng. Nếu bỏ nam châm vĩnh cửu NS thì hệ thống giống đèn điện tử 2 cực, các điện tử sau khi thoát khỏi cathode sẽ bắn thẳng về anode dưới tác dụng của điện trường E. Nhưng do có từ trường của nam châm, quỹ đạo của các điện tử bị thay đổi. Chúng chuyển động theo đường xoắn ốc về phía anode. Sự chuyển động này phụ thuộc vào độ lớn của từ trường H:

- Khi $H = 0$ (không có nam châm): các điện tử bắn thẳng về anode
- Khi $H < H_{\text{tới hạn}}$: các điện tử chuyển động đập vào anode không trở về.
- Khi $H = H_{\text{tới hạn}}$: các điện tử chuyển động tiếp xúc với anode rồi trở về.

- Khi $H > H_{\text{tới hạn}}$: các điện tử chuyển động không tới anode đã quay ngược trở về.

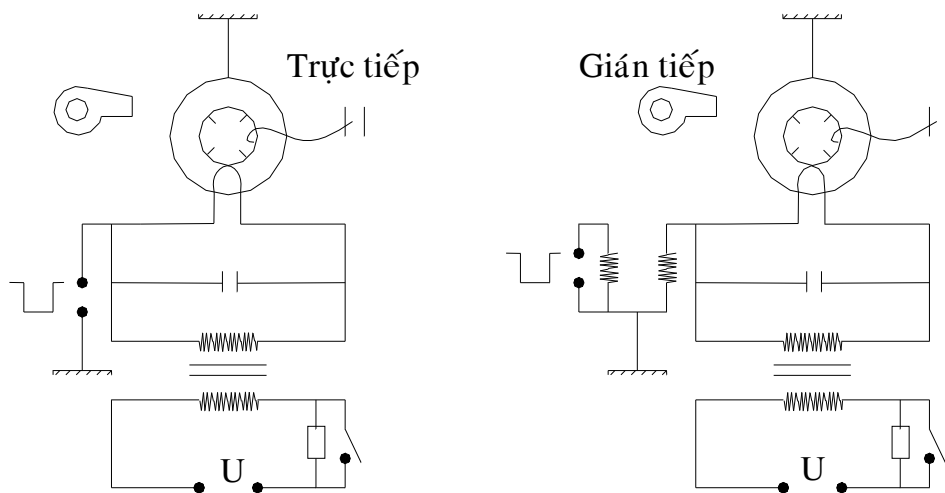
Các điện tử chuyển động theo đường cong tới sát anode rồi bật ngược trở lại cathode tạo thành những đám mây điện tử (rotor điện tử) hình cánh sao (số lượng cánh sao = $\frac{1}{2}$ số lượng hốc cộng hưởng). Các rotor điện tử kích thích các điện tử trên bề mặt anode. Các điện tử này sẽ chuyển động gây ra các dao động siêu cao tần với rất nhiều tần số, trong đó có tần số f mà ta mong muốn. Nếu anode được nối với khung dao động LC thì ta lấy ra được các dao động đó. Nhưng thực tế các dao động đó là các dao động siêu cao tần nên người ta phải thay khung dao động LC bằng các hốc cộng hưởng, cộng hưởng với tần số f mong muốn. Muốn đưa được các dao động siêu cao tần này ra ống dẫn sóng người ta lấy ở bất cứ 1 hốc nào bằng móc ghép.

Cách mắc đèn magnetron vào mạch:

Đèn magnetron được đặt vào với xung điều chế từ 10 ÷ 20 kv để tạo điện trường xoay chiều siêu cao tần. Vậy để đảm bảo an toàn, người ta không đưa trực tiếp xung dương vào anode mà cho anode nối đất và đưa xung âm vào cathode.

Có 2 cách mắc:

- + Mắc trực tiếp: đưa thẳng xung điều chế vào cathode.
- + Mắc gián tiếp: đưa xung điều chế vào cathode thông qua 1 biến áp.



Cách mắc đèn magnetron vào mạch

- . Điện áp đốt U_d khoảng 6.3V
- . Do đèn hoạt động ở điện thế rất cao và công suất lớn từ 10 ÷ 25 kw, vì vậy người ta phải dùng quạt gió để làm mát cho đèn.
- . Tụ C có nhiệm vụ đập tia lửa điện.
- . Khóa K có nhiệm vụ ngắt ra sau khi đèn hoạt động 1 thời gian.

Lưu ý đối với máy phát:

- Do điện áp đặt vào cathode và anode của đèn magnetron rất lớn nên để đảm bảo an toàn người ta nối anode tiếp đất và đặt điện áp âm vào cathode. Xung từ bộ điều chế vào đèn magnetron là xung âm.
- Do sự bắn phá của các điện tử lên anode nên 1 phần năng lượng điện trở thành năng lượng nhiệt, do vậy anode bị đốt nóng. Vì vậy người ta làm mát đèn magnetron bằng các lá tỏa nhiệt, bằng quạt gió... Khi bật radar sang chế độ phát, nghe tiếng rào rào trong máy là do bộ làm mát làm việc. Nếu bộ phận này không hoạt động thì đèn nóng, dòng tăng lên, bộ phận bảo vệ đèn sẽ tự ngắt. Công tắc thường đặt trong mạch này (OVERLOAD) sẽ nhảy sang vị trí OFF.
- Tầm tác dụng của radar lớn hay nhỏ phụ thuộc vào sự làm việc của đèn magnetron tốt hay xấu. Vì vậy yêu cầu đèn phải hoạt động ổn định nên trên mặt máy có công tắc kiểm tra và chỉ báo của đèn magnetron. Đèn phải hoạt động đúng quy trình, phải có thời gian cho đèn chuẩn bị trước khi phát.
- Khi đã điều chỉnh tất cả các núm nút ở vị trí thích hợp để có ảnh rõ nét mà ảnh vẫn mờ, nghĩa là đèn magnetron phát xạ yếu.
- Trên phương diện sử dụng và bảo quản, đèn magnetron hoạt động theo nguyên lý điện và từ, nên không được làm mát hay ảnh hưởng đến nguồn từ của đèn.
- Các radar hiện nay đều sử dụng đèn magnetron để tạo dao động siêu cao tần. Đó là đèn tạo dao động theo nguyên tắc cổ điển nên cần có thời gian đốt nóng cathode. Khi tín hiệu báo radar đã sẵn sàng ta mới bật radar sang chế độ phát xung. Ở một số tàu trọng tải lớn, người ta thường lắp thêm radar có chế độ khẩn cấp EMERGENCY. Khi sử dụng chế độ này radar có thể hoạt động được ngay mà không cần thời gian chuẩn bị. Tuy nhiên không nên lợi dụng chức năng này vì sẽ gây hại cho radar.
- Nếu trên màn hình, ảnh của các mục tiêu thẳng đứng, phẳng như: đê chắn sóng, cầu cảng,... bị biến dạng, thì có nghĩa có sự không đồng bộ giữa máy chỉ báo và máy phát và cần phải kiểm tra lại.

CHƯƠNG 5

ANTENNA RADAR HÀNG HẢI



1- Yêu cầu:

Antenna radar là thiết bị phát sóng radio và thu sóng phản xạ trở về đưa vào ống dẫn sóng, là loại antenna định hướng, lắp đặt trên tàu thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Phải quét tròn 360^0 và chụp năng lượng xuống mặt biển.
- Tạo ra búp phát có tính định hướng cao, đảm bảo khả năng phân giải theo góc và theo khoảng cách, loại được các búp phát phụ nếu năng lượng búp phát phụ nhỏ hơn 1% búp phát chính.
- Tốc độ quay của antenna sao cho trong 1 vòng quay của antenna phải có ít nhất $10 \div 12$ xung đập vào mục tiêu ($n = 22 \div 24$ vòng / phút)
- Bề mặt hiệu dụng của antenna phải đủ lớn để đảm bảo tầm xa tác dụng của antenna.
- Dãi lọt phải đủ lớn để thu tất cả các tín hiệu phản xạ trở về.
- Chiều cao antenna phải đủ lớn để tăng tầm xa nhưng không quá lớn sẽ làm tăng bán kính vùng chết. Đồng thời bố trí sao cho tránh được ảnh hưởng của các dụng cụ nghi khí hàng hải, cột cờ, cần cẩu... để giảm vùng râm vùng mù.
- Phải gọn nhẹ, độ bền cơ học cao, chịu được sóng gió.

Để có tính năng trên người ta chế tạo 2 loại antenna: antenna parabol và antenna khe. Thực tế hiện nay trên tàu chỉ dùng antenna khe, antenna parabol chỉ dùng cho radar bờ.

2- Các thông số chính của antenna:

- Thông số giản đồ phát: đặc trưng bởi α_{ng} và α_d biểu hiện sự phụ thuộc cường độ điện trường hoặc mật độ công suất vào các hướng khi phát.
- Hệ số định hướng G: khả năng tập trung năng lượng về 1 hướng. Nếu búp phát càng hẹp thì khả năng phân biệt càng tốt, độ chính xác định hướng cao và còn có tác dụng tăng tầm xa tác dụng, giảm nhiễu xạ từ các hướng vào antenna.
- Hệ số hiệu dụng: là tỉ số năng lượng có ích / năng lượng phát.
- Hệ số khuếch đại: hệ số hiệu dụng * hệ số định hướng.
- Tốc độ quay của antenna : đảm bảo $20 \div 30$ vòng / phút.

3- Một số chú ý khi sử dụng :

- Năng lượng bức xạ từ antenna là năng lượng siêu cao tần có ảnh hưởng đến sức khỏe, khi antenna quét không nên nhìn vào antenna.
- Không sơn vào mặt bịt nước của loa bức xạ.
- Antenna phải kín nước
- Trong khi lắp đặt phải chú ý tới khoảng cách an toàn với la bàn từ và la bàn điện theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

4- Một số thiết bị:

(1) Cáp đồng trục:

Năng lượng siêu cao tần có thể truyền theo đường dây dài, cáp đồng trục hay các ống dẫn sóng. Nếu truyền tải bằng các đường dây trần song song thì sẽ bị tổn hao năng lượng rất lớn do bức xạ ra ngoài không gian (vì công suất bức xạ tỉ lệ bình phương tần số) và chịu ảnh hưởng rất nhiều bởi dao động điện từ bên ngoài. Do đó người ta sử dụng cáp đồng trục.

(HÌNH VẼ)

- Vector E : đường sức của điện trường dọc theo bán kính .

- Vector H : đường sức từ trường là những vòng tròn đồng tâm

Từ trường nằm giữa lõi kim loại và lõi , do đó nó tránh được tổn hao do bức xạ. Vỏ bọc bên ngoài giúp tránh được ảnh hưởng điện từ trường bên ngoài . Ta thấy rằng dòng điện và điện tích tập trung ở bề mặt ngoài của lõi và lõi kim loại , nên bề mặt lõi người ta mạ bạc , còn lõi kim loại được nối đất . Như vậy lõi kim loại và lõi như hai cực của nguồn điện .

Cáp đồng trục thường chỉ dùng để truyền tải năng lượng với tần số < 3000 Mhz tương đương bước sóng $\lambda > 10$ cm.

Trong radar người ta dùng cáp đồng trục để nối các khối và lấy năng lượng từ chúng. Khi năng lượng với tần số > 3000 Mhz thì dùng ống dẫn sóng.

(2) Ống dẫn sóng:

Dùng truyền tải năng lượng sóng siêu cao tần từ máy phát tới anten và sóng phản xạ trở về anten tới máy thu.

Thành ống dẫn sóng được làm bằng vật liệu dẫn điện tốt (thường là đồng hay Ni), có tiết diện tròn hay chữ nhật. Để tránh hiện tượng bức xạ năng lượng vào không gian do hiệu ứng dòng điện gây ra, bề mặt trong ống dẫn sóng được phủ 1 lớp bạc mỏng.

Ống dẫn sóng tròn được dùng trong khớp nối giữa ống cố định và anten khi quay, việc dẫn sóng chủ yếu dùng ống chữ nhật với thành rộng là a, thành hẹp là b.

Sóng radar hiện nay $\lambda = 3.2$ cm thì $a*b = 22.9*10.2$ mm

$$a*b = 28.6*12.7 \text{ mm}$$

Ống dẫn sóng chữ nhật được đặc trưng bởi bước sóng tới hạn, là bước sóng dài nhất của sóng điện từ mà ống có thể truyền mà không tổn hao.

$$\lambda_{th} \cong 2a$$

Bước sóng lan truyền trong ống được tính bởi công thức:

$$\lambda_b = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{th}}\right)^2}}$$

Nguyên lý lan truyền sóng: sóng đi tới phản xạ từ thành nọ sang thành kia, lan truyền từ đầu đến cuối ống.

Điện trường, từ trường trong ống phân bố như hình vẽ :
(HÌNH VẼ)

@. Cách uốn ống dẫn sóng : Có 2 cách :

. Uốn theo điện trường 900 : sau khi uốn điện trường đổi chiều 900 còn từ trường vẫn giữ nguyên hướng.

. Uốn theo từ trường 900 : từ trường đổi hướng 900, điện trường giữ nguyên hướng.

(HÌNH VẼ)

@. Các dạng ống dẫn sóng đặc biệt :

(HÌNH VẼ)

. Ống dẫn sóng cong biến đổi từ tiết diện nằm ngang sang thẳng đứng.

. Ống dẫn sóng thu nhỏ – phóng to tiết diện.

. Ống dẫn sóng chuyển đổi tiết diện từ tròn sang vuông (chữ nhật).

Để tránh hiện tượng phản xạ năng lượng thì chiều dài của những đoạn ống này thường vào khoảng vài lần bước sóng.

@. Phân nhánh năng lượng :

Trong radar nhiều khi phải phân nhánh năng lượng từ 1 ống dẫn chính ra nhiều ống dẫn phụ, vì vậy cần có những đoạn phân nhánh năng lượng.

. Phân nhánh năng lượng theo điện trường : sau khi phân nhánh, điện trường ở 2 nhánh phụ sẽ ngược chiều nhau.

(HÌNH VẼ)

. Phân nhánh năng lượng theo từ trường : sau khi phân nhánh từ trường ở 2 nhánh phụ cùng chiều.

(HÌNH VẼ)

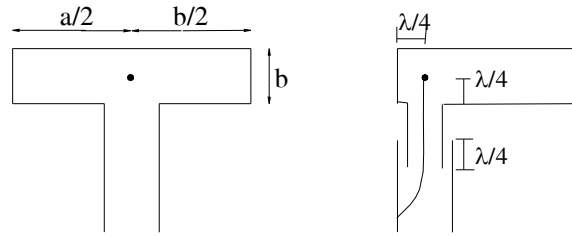
@. Ghép nối :

Để thuận tiện cho việc ghép ống dẫn sóng, người ta chế tạo từng đoạn ống một rồi ghép lại với nhau theo đúng nguyên lý hở ngắn mạch để trở kháng bằng 0. Để làm như vậy ở 2 đầu ống dẫn sóng (nối với nhau) người ta chế tạo các mặt bích có kích thước như hình vẽ. Để tránh nước vào ở các mối ghép, người ta sử dụng đệm cao su.

(HÌNH VẼ)

@. Cách truyền tải năng lượng vào ống dẫn sóng :

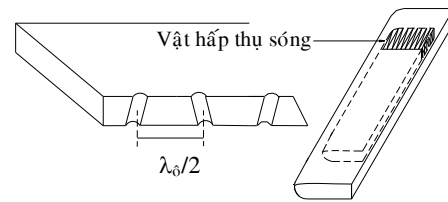
Để truyền tải năng lượng vào ống dẫn sóng người ta dùng 1 cáp đồng trục có vỏ ngoài nối với thành ống dẫn sóng bên dưới. Đầu của đoạn cáp đồng trục đó được đưa lên ống dẫn sóng di động như hình vẽ. Cách ghép nối này được sử dụng khi nối ghép ống dẫn sóng cố định với ống dẫn sóng di động ở anten.



(3) Anten khe:

Là loại anten trực tiếp bức xạ sóng vào không gian không cần loa bức xạ và gương phản xạ.

Khe hẹp được khoét trên thành ống dẫn sóng ở thành rộng hay thành hẹp, khe có chiều dài $\lambda_0 / 2$, chiều rộng $\ll \lambda_0$.



Để khe hẹp có thể bức xạ sóng vào không gian, người ta khoét sao cho khe nằm cắt ngang chiều của dòng điện siêu cao tần chạy trên thành ống dẫn sóng tức là khe phải nằm trùng theo chiều vector từ trường H hay cắt H với góc $< 90^0$. Thông thường khe hẹp nghiêng góc 70^0 với trục ống dẫn sóng.

Khi dòng điện siêu cao tần tới gặp khe hẹp, dòng này sẽ vòng quanh khe hẹp, khe bị kích thích điện áp. Khi đó khe trở thành nguồn bức xạ năng lượng siêu cao tần vào không gian. Để tăng cường độ bức phát, trên thành ống người ta khoét nhiều khe hẹp, khoảng cách giữa mỗi khe là $\lambda_0 / 2$. Khi đó sóng phát ra từ các khe sẽ cùng pha. Giảm đồ bức phát phụ thuộc số lượng khe, tăng số lượng khe \rightarrow giảm α_{ng} nhưng lại tăng chiều dài anten \rightarrow cồng kềnh.

Để tránh sự tác động tương hỗ giữa các khe, bóp nghẹt giảm đồ phát (giảm α_{ng}), đồng thời giảm các bức phụ ký sinh, người ta ngăn cách giữa các khe bằng những tấm kim loại mỏng, tất cả đặt trong 1 loa bằng đuy-ra. Trên bề mặt của loa này người ta phủ 1 lớp bột xốp mỏng để tránh ảnh hưởng tới sự bức xạ sóng. Mặt trước của loa người ta làm bằng xốp đặc biệt nhằm giúp anten không bị ảnh hưởng của môi trường. Cuối ống dẫn sóng người ta đặt 1 vật hấp thụ sóng có tác dụng tiêu tán dưới dạng nhiệt sóng tới nó để đảm bảo hình thành sóng chạy trong anten. Điện từ trường bức xạ qua anten có bức phát phụ thuộc chiều dài và rộng anten:

$$\alpha_{ng} = 70 \cdot \frac{\lambda}{l}, \quad \alpha_d = 70 \cdot \frac{\lambda}{d}$$

(4) Chuyển mạch antenna :

Antenna radar đồng thời thực hiện 2 nhiệm vụ: phát và thu sóng radio. Theo nguyên lý, thời gian phát xung (rồi nghỉ để thu xung phản xạ trở về, sau đó phát xung tiếp theo) rất ngắn, khoảng $0.01 \div 3 \mu s$. Máy phát phát năng lượng rất lớn, máy thu lại có độ nhạy cao, do đó phải ngắt máy thu khi máy phát phát để bảo vệ máy thu. Ngược lại khi máy thu thu sóng, do sóng phản xạ về có năng lượng nhỏ, Để đảm bảo toàn bộ năng lượng về máy thu để tín hiệu nhận được có đủ độ lớn thể hiện lên mặt chỉ báo, cần ngắt máy phát ra khỏi máy thu. Vì vậy để thực hiện các chức năng trên cần có bộ chuyển mạch.

Yêu cầu đối với bộ chuyển mạch:

- Khi máy phát phát sóng, công suất lọt vào máy thu $< 0.2w$.
- Khi máy thu thu sóng, năng lượng lọt vào máy phát $< 0.1\%$ năng lượng sóng phản xạ.
- Tính ì của bộ chuyển mạch phải nhỏ, khoảng $0.1 \mu s$.
- Độ tổn hao năng lượng nhỏ.

a. Chuyển mạch antenna điện tử (dùng đèn phóng điện) :

@. Cấu tạo của đèn 2 cực :

Bình thủy tinh có 2 cực nối với điện áp mỗi $800 \div 1000 v$. Đèn này khi có sóng siêu cao tần năng lượng lớn tới sẽ có hiện tượng phóng điện ngắn mạch.

@. Chuyển mạch :

(HÌNH VẼ)

* Cấu tạo :

Trên ống dẫn sóng phân nhánh người ta đặt các đèn điện tử ATR (đèn phát) và đèn TR (đèn bảo vệ máy thu) lần lượt trước máy phát và máy thu như hình vẽ.

* Nguyên lý hoạt động :

. Khi phát : năng lượng sóng rất lớn làm cho các đèn phóng điện ngắn mạch. Đối với đèn ATR : nối liền thành ống dẫn sóng. Đối với đèn TR : đèn phóng điện gây ra hiện tượng ngắn mạch $\lambda/2$ làm trở kháng giữa 2 điểm a và b bằng 0, tách máy thu ra ngoài. Khi đó toàn bộ năng lượng sẽ từ máy phát đưa tới antenna.

. Khi thu : năng lượng sóng phản xạ trở về nhỏ, 2 đèn điện tử đều không phóng điện. Đèn ATR cách c một khoảng $\lambda/4$ nên xảy ra hiện tượng ngắn mạch $\lambda/4$ làm cho trở kháng giữa 2 điểm b và c bằng 0, ngắt máy phát ra ngoài. Khi đó toàn bộ năng lượng sóng phản xạ trở về sẽ đến máy thu.

Trường hợp năng lượng phản xạ về quá mạnh, đèn TR sẽ phóng điện, không cho sóng phản xạ vào máy thu làm hỏng máy thu.

Hơi nước và hydro ở áp suất thấp trong đèn điện tử có tác dụng dập tắt những ion còn lại sau khi đèn không phóng điện (giảm τ_i).

* Ưu nhược điểm :

- . Ưu : gọn nhẹ, rẻ tiền, dễ thay thế.
- . Nhược : tính ì lớn do phụ thuộc vào thời gian phóng điện của đèn điện tử.

b. Chuyển mạch fe-rit :

(HÌNH VẼ)

* Cấu tạo :

- . Ống dẫn sóng kép, có đoạn uốn cong sao cho chiều dài ống dưới lớn hơn ống trên là $\lambda/4$ để khi đi qua sóng dưới sẽ chậm hơn sóng trên là 90^0 (đoạn dịch pha DF).
- . Hai cầu khe CK_1 và CK_2 có tác dụng khi đi qua cầu khe sẽ chậm pha 90^0 .
- . Hai thanh fe-rit Φ_1 và Φ_2 đặt ở ống trên và ống dưới trong từ trường vĩnh cửu. Thanh fe-rit có tác dụng :
 - + Khi phát sóng, sóng đi qua đoạn ống bên dưới sẽ chậm pha so với sóng bên trên là 90^0 .
 - + Khi thu sóng, sóng đi bên trên sẽ chậm pha so với sóng đi bên dưới là 90^0 .

Kích thước thanh fe-rit khoảng $100 * 8 * 6$ mm.

* Nguyên lý hoạt động :

. Khi phát : sóng tới CK_1 chia làm 2 phần. Một phần đi qua CK_1 sẽ bị chậm pha 90^0 . Nếu sóng này tới máy thu, năng lượng lớn, đèn TR sẽ chấp mạch ngăn không cho vào máy thu. Sóng dưới đi qua thanh fe-rit sẽ chậm pha thêm 90^0 , qua đoạn dịch pha DF tiếp tục chậm pha đi 90^0 nữa. Khi sóng bên dưới qua CK_2 lên bên trên lại tiếp tục chậm pha thêm 90^0 , tổng cộng chậm pha 360^0 , cùng pha với sóng bên trên tới antenna, năng lượng vào antenna cực đại.

Tại CK_2 , một phần sóng bên trên sẽ đi xuống dưới, bị chậm pha 90^0 , ngược pha với sóng -270^0 bên dưới. Hai sóng này sẽ triệt tiêu nhau và tiêu hủy dưới dạng nhiệt ở vật hấp thụ.

. Khi thu : sóng từ antenna phản xạ trở về, 1 phần qua CK_2 đi xuống dưới chậm pha 90^0 , qua đoạn DF chậm đi 90^0 nữa. Đồng thời sóng ở bên trên đi qua thanh fe-rit bị chậm đi 90^0 , qua CK_1 chậm thêm 90^0 , hai sóng trên và dưới cùng pha tới máy thu.

Thành phần sóng bên dưới qua CK_1 lên trên sẽ chậm pha tiếp 90^0 (-270^0) ngược pha với sóng bên trên (-90^0) sẽ bị triệt tiêu.

* Ưu nhược điểm :

- . Ưu điểm : tính ì nhỏ
- . Nhược điểm : chế tạo đắt tiền, phức tạp.

CHƯƠNG 6

MÁY THU RADAR

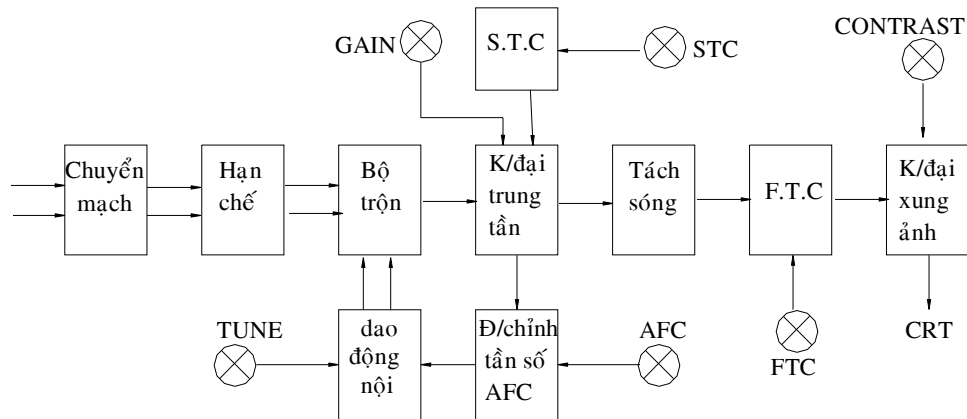


Máy thu radar có nhiệm vụ nhận tín hiệu siêu cao tần từ mục tiêu về, qua antenna, biến thành tín hiệu điện rồi khuếch đại lên đưa sang máy chỉ báo.

Yêu cầu đối với máy thu:

- Độ nhạy cao.
- Tạp âm nhỏ, thu được những tín hiệu yếu.
- Dải lọt đủ rộng để đảm bảo các xung tín hiệu không bị biến dạng.
- Có khả năng chịu va chạm cơ học, độ bền cao, kích thước gọn nhẹ, khả năng làm việc ổn định.
- Phải có bộ điều chỉnh tốt để có ảnh rõ nét.

* Sơ đồ khối :



I. Bộ hạn chế :

Trường hợp xung phản xạ trở về máy thu quá mạnh có nguy cơ làm hỏng máy thu thì bộ hạn chế có nhiệm vụ hạn chế bớt xung phản xạ (hạn chế bớt biên độ nhưng vẫn đảm bảo giữ nguyên tần số).

Bộ hạn chế thường dùng diode cản biên lắp vào ống dẫn sóng trước khi vào bộ trộn, cũng có thể dùng đèn phóng điện.

II. Bộ trộn đối xứng:

(HÌNH VẼ)

Bộ trộn đối xứng có nhiệm vụ nhận tín hiệu phản xạ từ mục tiêu trở về (qua chuyển mạch antenna) và tín hiệu từ bộ dao động nội đưa sang để kết hợp tạo ra tín hiệu trung tần.

Bộ trộn được lắp ở tầng đầu máy thu. Một đoạn ống dẫn sóng cấu tạo như hình vẽ. Nhánh trên thành rộng đưa tín hiệu phản xạ từ mục tiêu trở về vào (f_t). Nhánh hẹp đưa tín hiệu từ bộ dao động nội tới (f_k). Hai bên thành ống chính đặt 2 đèn trộn D_1 và D_2 giống hệt nhau. Hai đèn này được nối với biến áp trung tần để đưa tới các khối sau.

Do đặc tính phân nhánh điện trường của ống dẫn sóng, tín hiệu f_t sau khi phân nhánh ngược pha nhau 180° khi qua 2 đèn, f_k qua 2 đèn cùng pha. Tín hiệu f_t và f_k được trộn tại đèn D_1 và D_2 , lấy ra tín hiệu trung tần :

$$f_{tt} = f_k - f_t$$

Tần số trung tần nhỏ hơn rất nhiều nhưng vẫn đảm bảo nguyên dạng của tín hiệu phản xạ. Sở dĩ làm như vậy là để chọn tần số thích hợp cho máy thu làm việc, nâng cao tính kinh tế và chất lượng máy thu. Thường :

$$f_{tt} = 60 \text{ Mhz} \quad f_k = 9460 \text{ Mhz} \quad f_t = 9400 \text{ Mhz}$$

Theo sơ đồ tương đương, tín hiệu phản xạ qua phân nhánh T1, tín hiệu từ bộ dao động tới qua phân nhánh T2. Nhờ tác dụng của D_1 , D_2 và khung LC ta lấy ra được f_{tt} . Tạp âm của máy thu chủ yếu do bộ dao động nội gây ra. Với sơ đồ trộn cân bằng, phần tạp âm chủ yếu được loại trừ. Xét về pha :

$$D_1 \text{ dòng có pha} \quad \varphi_{tt1} = \varphi_k - \varphi_t$$

$$D_2 \text{ dòng có pha} \quad \varphi_{tt2} = \varphi_k - (\varphi_t - \pi) = \varphi_{tt1} + \pi$$

Vậy tín hiệu trung tần qua cuộn L sẽ cùng chiều và được lấy ra qua biến áp T_3 .

Tạp âm : dòng tạp âm do f_k gây ra qua 2 đèn cùng pha và ngược chiều nên chúng sẽ được loại trừ khi qua cuộn L.

III. Bộ dao động nội:

Bộ dao động nội có nhiệm vụ tạo ra dao động siêu cao tần với công suất nhỏ đưa sang bộ trộn, với tần số sao cho nó trừ đi tần số tín hiệu phản xạ trở về thì bằng tần số trung tần chuẩn. Công suất do bộ dao động nội tạo ra khoảng 5 w.

Bộ dao động nội có yêu cầu :

- . Có hệ số nhiễu ổn nhỏ.
- . Hoạt động ở tần số ổn định.
- . Khi cần có thể thay đổi tần số bằng phương pháp cơ hay điện.

Bộ dao động nội thường sử dụng đèn siêu cao tần cổ điển Klistron hoặc diode Gunn.

* Đèn Klistron :

(HÌNH VẼ)

. Đèn bao gồm ống hình trụ bằng thủy tinh có độ chân không cao, liên kết với một hộp cộng hưởng. Anode của đèn có dạng lưới. Ngoài ra đèn còn có cực phản xạ được gắn với nguồ 1 chiều tạo điện áp âm so với cathode. Ở hộp cộng

hưởng có vít điều chỉnh thể tích của buồng cộng hưởng và có móc ghép để lấy dao động siêu cao tần đưa sang bộ trộn.

. Hoạt động : Các điện tử bật ra từ cathode, dưới tác dụng của điện trường anode-cathode sẽ chuyển động về anode. Vì anode có dạng lưới nên một số điện tử sẽ tới anode tạo thành dòng anode i_a , còn một số điện tử do gia tốc sẽ chuyển động vượt qua anode về phía cực F. Khi qua hốc cộng hưởng, các điện tử này sẽ kích thích hốc cộng hưởng. Trên hốc cộng hưởng sẽ xuất hiện các dao động siêu cao tần, trong đó có tần số f mà ta mong muốn.

Trong quá trình dao động, hốc cộng hưởng sẽ tạo ở hai vách lưới của hốc điện trường biến thiên. Khi các điện tử đi tới vách lưới vào thời điểm trên – dưới +, các điện tử này sẽ được tăng tốc độ đi tới cực phản xạ. Do cực phản xạ mang điện áp âm so với cathode, các điện tử sẽ bị bật ngược trở lại với vận tốc nhỏ. Những điện tử tiếp theo khi tới vách lưới vào thời điểm trên + dưới -, sẽ bị cản và đi qua vách lưới với vận tốc nhỏ, bị cực phản xạ đẩy trở lại với vận tốc lớn. Các điện tử tới vách lưới vào thời điểm điện trường bằng 0 sẽ bị bật ngược trở lại với vận tốc trung bình. Người ta chế tạo (bằng cách thay đổi điện áp và thể tích hốc cộng hưởng) sao cho 3 lớp điện tử nói trên sẽ trở về hốc cộng hưởng cùng một lúc và các điện tử này sẽ bổ sung năng lượng để duy trì tần số f_k .

Ở đây người ta dùng móc ghép lấy ra tần số f_k đưa sang bộ trộn. Người ta dùng vít điều chỉnh thể tích để hộp cộng hưởng với tần số f_k khi cần thay đổi lớn. Để điều chỉnh tần số f_k trong khoảng thay đổi nhỏ, người ta sẽ thay đổi điện áp đặt vào cực phản xạ và đây chính là núm điều chỉnh TUNE trên mặt máy radar.

. Ưu điểm : việc chế tạo tương đối đơn giản, dễ điều chỉnh tần số, làm việc ổn định, kích thước nhỏ, đảm bảo công suất đủ lớn để biến đổi tần số ở dải sóng cm.

. Nhược điểm : Độ nhiễu ồn bản thân tương đối lớn.

* Diode Gunn :

(HÌNH VẼ)

. Cấu tạo : là loại diode không tiếp giáp, thường dùng các loại hợp chất GeAs, InSb, InAs ... đặt bên trong hộp cộng hưởng.

. Hoạt động : Dựa trên hiện tượng Gunn : Khi có một điện trường đủ lớn đặt vào 2 đầu của 1 thanh hợp chất bán dẫn như trên (hoàn toàn tinh khiết) thì sẽ nhận được trong hợp chất bán dẫn này 1 dao động siêu cao tần, kết hợp với hốc cộng hưởng chúng ta có thể lấy được dao động siêu cao tần này ra làm dao động nội.

Để điều chỉnh tần số của bộ dao động nội, ta có thể thay đổi thể tích của hốc cộng hưởng hoặc thay đổi điện áp đặt vào diode Gunn.

Diode Gunn thường dùng trong mạch có công suất nhỏ.

. Ưu điểm :

- + Gọn, nhẹ, dễ chế tạo, công suất tiêu thụ nhỏ.
- + Đường đặt tính tuyến tính hơn đèn Klistron.
- + Độ nhiễu ồn bản thân nhỏ.
- + Công suất phát ra đủ lớn, dải tần làm việc rộng.

. Nhược điểm : dễ hư hỏng.

IV. Bộ tự động điều chỉnh tần số:

Hiệu quả làm việc của radar phụ thuộc rất nhiều vào sự ổn định của tần số trung tần f_{tt} . Khi f_{tt} thay đổi thì hệ số khuếch đại máy thu thay đổi rất lớn. Vì vậy người ta lắp mạch tự động điều chỉnh tần số đảm bảo máy thu cộng hưởng tốt nhất.

(Để điều chỉnh tần số trung tần bằng tần số trung tần chuẩn người ta điều chỉnh tần số dao động nội. Có 2 cách : bằng tay hoặc tự động.)

* Sơ đồ mạch tự động điều chỉnh tần số :

(HÌNH VẼ)

- . Hạn chế AFC : giảm công suất tín hiệu rồi đưa vào bộ trộn AFC.
- . Trộn AFC : trộn tín hiệu từ bộ hạn chế AFC đưa sang với tần số dao động nội.
- . Phân biệt tần số : kiểm tra xem tần số trung tần AFC lớn hay nhỏ hơn so với tần số trung tần chuẩn.
- . Bộ điều khiển : tạo điện áp điều khiển U_{dkh} đặt vào cực phản xạ của đèn Klistron.

* Hoạt động :

Khi máy phát phát sóng một phần tín hiệu sẽ qua hạn chế AFC tới bộ trộn cân bằng AFC của mạch điều chỉnh tần số giống hệt bộ trộn máy thu và có cùng thông số. Bộ trộn AFC sẽ trộn tín hiệu này với tín hiệu từ bộ dao động nội đưa sang thành tín hiệu trung tần AFC (f_{ttAFC}).

Khi đèn magnetron phát sóng tăng thì f_{ttAFC} sẽ giảm và ngược lại, qua mạch phân biệt tần số cho thấy có sự thay đổi tần số so với tần số trung tần chuẩn, thay đổi thành tín hiệu điện để đưa sang mạch điều khiển. Mạch điều khiển sẽ tác động làm cho bộ dao động nội thay đổi sao cho tần số f_k phát ra đảm bảo khi đưa sang bộ trộn máy thu trộn với tín hiệu phản xạ trở về đạt đúng bằng tần số trung tần chuẩn.

V. Bộ khuếch đại trung tần :

Tín hiệu phản xạ về máy thu có năng lượng rất thấp. Để có đủ khả năng làm việc, người ta khuếch đại lên để cho tín hiệu giữ nguyên hình dạng và độ dài nhưng biên độ lớn lên rất nhiều, với năng lượng lớn hơn.

Tùy từng loại radar mà bộ khuếch đại trung tần sử dụng đèn điện tử hay bán dẫn, bố trí số tầng khuếch đại nhiều hay ít, hệ số khuếch đại lớn hay nhỏ. Thông thường điện áp ra khỏi tầng khuếch đại cỡ $1 \div 1.5$ v. Khi sử dụng nhiều tầng khuếch đại thì hệ số khuếch đại bằng tích các hệ số khuếch đại của từng tầng. Ta có thể thay đổi hệ số này qua nút điều chỉnh GAIN bố trí ở mặt máy và trong máy thu.

Thông thường khuếch đại trung tần được thiết kế để khuếch đại ở tần số 60 Mhz, tuy nhiên cũng có loại ở tần số 35 Mhz, 40 Mhz ...

Số lượng và hệ số khuếch đại được thiết kế sao cho :

- . Hệ số khuếch đại lớn, không bị méo và có thể điều chỉnh theo thời gian.
- . Thay đổi được dải thông cho xung ngắn và dài khác nhau.
- . Tránh được nhiễu tạp âm, giảm được độ ồn, tăng được độ nhạy máy thu.

VI. Bộ tách sóng :

Tín hiệu phản xạ, qua khuếch đại trung tần có tần số cao, để đưa tới ống phóng tia điện tử phải tách xung thị tần ra. Muốn vậy dùng mạch tách sóng tách xung thị tần khỏi xung cao tần.

Bộ tách sóng có 2 loại : tách sóng cả chu kỳ và nửa chu kỳ. Nó có cấu tạo đơn giản gồm tụ điện C_1 đóng vai trò bộ lọc xung cao tần, tụ điện C_2 lấy xung thị tần, diode (hoặc đèn điện tử) tách sóng và điện trở để thoát thành phần 1 chiều.

(HÌNH VẼ)

Dao động nằm trong đường bao không gây sụt áp khi qua tụ C_1 ($U_c = I_c * X_c \ll$) còn thành phần đường bao không qua C mà qua R , gây trên R một sụt áp và ta lấy ra được tín hiệu xung ảnh (là những xung vuông có biên độ như nhau).

VII. Mạch khử nhiễu giáng thủy FTC (Fast Time Constant) :

Khi có mưa, tuyết... ; các hạt này nhỏ nhưng dày và liên tục nên nó cũng phản xạ lại đáng kể sóng radar. Sóng phản xạ này tạo nên nhiễu giáng thủy mà thông thường nhất là nhiễu mưa. Nó có tính chất là gây nhiễu xung quanh các mục tiêu và mang tính chất là hằng số. Nhiễu giáng thủy làm chập ảnh các mục tiêu gần nhau, đặc biệt khi tàu chạy ven bờ thường bị chập ảnh với bờ.

Để khử nhiễu mưa (mang tính chất hằng số) ta dùng mạch vi phân ($U_r = du_r/dt$) kết hợp với mạch lọc để loại ảnh do nhiễu này gây nên.

(HÌNH VẼ)

Cấu tạo của mạch đơn giản gồm 1 tụ điện biến dung để có thể thay đổi hệ số vi phân, 1 điện trở và 1 diode tách phần xung âm hay dương.

Tín hiệu từ khuếch đại trung tần gồm tín hiệu của cả mục tiêu và nhiễu, sau khi qua mạch khử nhiễu mưa (giáng thủy) sẽ tách được nhiễu ra và đưa tín hiệu mục tiêu sang khuếch đại xung ảnh.

Mạch vi phân còn có tác dụng tăng độ phân giải của các mục tiêu nhỏ ở gần nhau.

VIII. Mạch khử nhiễu biển (Sensitivity Time Control) :

Khi mặt biển có sóng mà sử dụng radar ở thang tầm gần, ta thấy trên màn ảnh vùng xung quanh tâm tia quét bị lóa sáng do ảnh phản xạ rất mạnh của sóng biển vùng xung quanh tàu gây nên, làm cho ảnh của các mục tiêu nhỏ nằm trong khu vực đó không thể hoặc rất khó phát hiện. Hơn nữa các mục tiêu xa nằm gần biên màn hình bị mờ khó phát hiện.

Để khắc phục người ta lắp mạch khử nhiễu biển, thực chất là mạch điều chỉnh độ khuếch đại theo tầm xa: mục tiêu gần khuếch đại ít, mục tiêu xa khuếch đại nhiều,

bằng cách tạo ra 1 điện áp giảm dần theo hàm mũ, đặt vào bộ khuếch đại trung tần. Để điều chỉnh trên mặt máy có lắp nút điều chỉnh STC, điều chỉnh mức độ khử nhiễu biến cho phù hợp với trạng thái mặt biển.

(HÌNH VẼ)

IX. Mạch khuếch đại xung ảnh :

Mạch khuếch đại xung ảnh có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu xung thị tần của mục tiêu để tín hiệu xung thị tần có đủ độ lớn hiện lên màn hình.

Mạch khuếch đại gồm 1 hoặc vài tầng, không đòi hỏi hệ số khuếch đại cao song dải lọt phải đủ lớn để tránh méo tín hiệu. Tùy theo phương pháp đưa xung ảnh vào ống phóng tia điện tử mà người ta bố trí mạch sao cho ra khỏi mạch khuếch đại xung ảnh sẽ là xung âm hay dương. Thông thường tín hiệu được đưa đến cathode nên thường là xung âm.

Mạch này tùy radar mà có thể dùng khuếch đại điện tử hay bán dẫn.

CHƯƠNG 7

MÁY CHỈ BÁO RADAR

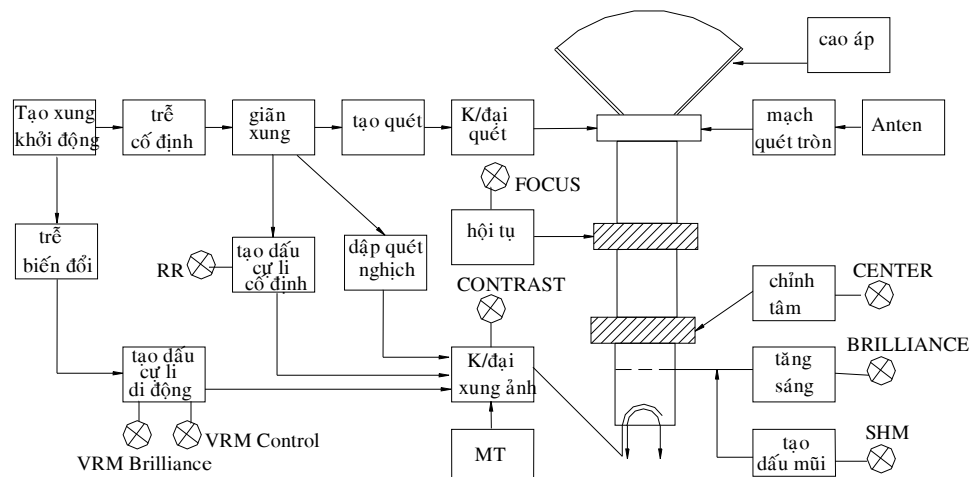


Máy chỉ báo đặt ở buồng lái, là thiết bị đầu cuối của radar thể hiện mọi thông tin cần thiết và đặt toàn bộ các nút điều khiển. Người sử dụng trực tiếp điều khiển trạm radar lấy các thông số mục tiêu cần thiết. Máy chỉ báo cho 2 thông số chính của mục tiêu là khoảng cách và góc. Máy chỉ báo có các loại: chỉ báo chuyển động tương đối, chỉ báo chuyển động thật, radar + ARPA.

Các yêu cầu với máy chỉ báo:

- Gọn nhẹ
- Tiêu hao năng lượng ít
- Độ bền cơ học cao
- Các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng
- Khả năng tự động lớn
- Có các nút điều khiển với chức năng mở rộng
- Độ phân giải cao, cho ảnh rõ.
- Các vòng cự li phải được điều chỉnh chính xác
- Độ nhạy thích hợp.

* Sơ đồ khối (phần chính là ống phóng tia điện tử)



I. Cơ cấu đo cự li :

Đo cự li tới mục tiêu là đo khoảng cách tỉ lệ ở màn hình từ tâm tia quét đến ảnh mục tiêu. Thường để đo cự li người ta thiết kế cơ cấu đo bằng vòng cự li cố định và di động.

. Đo bằng vòng cự ly di động : Đưa một xung vuông dương có thể di chuyển được trên đường quét, khi tia quét quay ta được một vòng tròn. Vòng tròn này có thể thay đổi được bán kính. Việc thay đổi bán kính vòng tròn do một nút điều khiển trên mặt máy, quay nút thì bán kính vòng tròn thay đổi đồng thời làm làm thay đổi giá trị của đèn điện tử chỉ thị khoảng cách tên đồng hồ chỉ báo, tương ứng với khoảng cách ngoài thực địa. Muốn đo khoảng cách ta điều chỉnh cho vòng tròn này tiếp xúc với mục tiêu và đọc giá trị trên đồng hồ.

. Đo bằng vòng cự ly cố định : có 2 cách

+ Cách 1 : người ta vạch trên một tấm mica những vòng tròn đồng tâm hoặc những đường thẳng song song để đo khoảng cách bằng nội suy. Tâm của tấm mica được đặt trùng với tâm tia quét của màn hình.

+ Cách 2 : đưa các xung dương cách đều nhau lên tia quét, khi tia quét quay sẽ tạo thành những vòng tròn đồng tâm cách đều nhau để có thể nội suy ra cự ly.

Ngoài ra ở các radar mới ngày nay trên màn hình người ta còn tạo ra con trỏ có thể sử dụng để đo khoảng cách đến các mục tiêu.

II. Cơ cấu đo hướng :

Người ta bố trí thước đo độ (còn gọi là vòng khắc độ hoặc vòng phương vị) ở mép màn ảnh. Thước đo cố định (vòng khắc độ cố định hoặc vòng phương vị cố định) cho ta góc mạn (hay còn gọi là phương vị tương đối), thước di động (vòng khắc độ di động hoặc vòng phương vị di động) dùng đo phương vị. Tùy loại radar mà người ta bố trí 1 hoặc cả 2 loại trên.

Ở màn hình radar người ta bố trí thước ngắm cơ khí (thước song song) hay điện tử (đường phương vị điện tử – EBL), chúng xoay được nhờ nút điều khiển. Khi muốn đo hướng đến mục tiêu ta xoay thước ngắm lên mục tiêu và đọc giá trị ở thước đo độ hoặc các đồng hồ chỉ thị.

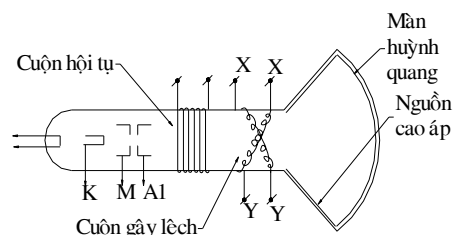
Ngoài ra cũng giống như đo khoảng cách, ở các radar mới người ta cũng có thể sử dụng con trỏ để xác định giá trị này.

III. Ống phóng tia điện tử :

Ống phóng tia điện tử có nhiệm vụ biến tín hiệu điện thành tín hiệu ánh sáng quan sát được trên màn hình.

Cấu tạo :

- Cathode K
- Cực điều chế M
- Anode A₁ có dạng trụ
- Anode A₂ là màn than dẫn điện, nối với nguồn cao áp.
- Cuộn dây hội tụ để hội tụ tia điện tử.
- Cuộn dây gây lệch XX, YY có 2 loại là cố định hay quay, nhiệm vụ quay tia quét.



- Màn huỳnh quang phát sáng khi điện tử đập vào và giữ lại 1 thời gian.
- Điện áp nung khoảng 6 – 12 v
- Đường kính CRT thường khoảng 10 ÷ 16”

VI. Bộ tạo xung khởi động :

Bộ tạo xung khởi động có nhiệm vụ điều khiển toàn bộ trạm radar hoạt động đồng bộ với nhau, đảm bảo các khối quan hệ thời gian chặt chẽ với nhau.

Thông thường là bộ blocking tự kích thích tạo xung khởi động từ những dao động hình vuông hoặc trực tiếp từ nguồn nuôi trạm radar.

Xét mạch điện blocking :

(HÌNH VẼ)

Khi cung cấp nguồn điện E_a , đèn sẽ hoạt động. Trong cuộn 2 sẽ có dòng i_a chạy qua. Do được ghép từ với nhau, cuộn 2 sẽ cảm ứng sang cuộn 1 & 3. Trên cuộn 1 sinh ra 1 suất điện động. Người ta thiết kế sao cho đầu dương của cuộn này đặt vào lưới của đèn, đầu âm đặt vào cathode. Khi đó đèn hoạt động rất mạnh, dòng i_a tăng đột ngột. Lúc này ở cuộn 3 ta cũng lấy ra được một điện áp tăng.

Đồng thời khi đèn hoạt động thì sẽ có dòng lưới i_g chạy qua đèn : từ đầu + của cuộn 1 qua tụ C, qua đèn rồi về đầu -. Dòng lưới sẽ nạp điện cho tụ, đầu âm của tụ đặt vào lưới của đèn.

Khi đó có 2 điện áp đặt vào lưới của đèn : + do cuộn 1 tạo ra và - do tụ C đặt vào. Tới lúc nào đó điện áp - sẽ lớn hơn điện áp + làm cho điện áp lưới giảm đến giá trị tới hạn và đèn khóa. Vì thế dòng i_a mất, điện áp cảm ứng sang cuộn 3 giảm đột ngột. Đồng thời khi đó dòng i_g mất, tụ C phóng điện qua cuộn 1 & R_g . Tới 1 lúc nào đó điện áp + đặt vào lưới của đèn lại lớn hơn điện áp -, đèn lại hoạt động tiếp tục quá trình tiếp theo.

V. Bộ gây trễ :

Bộ gây trễ (bộ trễ xung) có nhiệm vụ đưa xung khởi động tới các mạch có yêu cầu xung khởi động ở những khoảng thời gian khác nhau.

Có 2 phương pháp tạo trễ :

1. Tạo trễ điện tử :

(HÌNH VẼ)

Xung khởi động kích thích tạo xung vuông nhằm tạo ra xung vuông âm, sau đó đưa qua mạch vi phân và mạch xén. Bằng cách đó ta có khoảng thời gian chênh lệch giữa xung vào và ra là Δt . Giá trị này có thể thay đổi được nhờ độ dài của xung vuông.

2. Tạo trễ theo phương pháp dùng đường dây gây trễ:

Đường dây gây trễ gồm các mắt xích LC liên kết với nhau. Tín hiệu qua bộ này sẽ chậm đi khoảng thời gian cần thiết thích hợp cho từng khối.

Thời gian trễ xác định theo công thức :

$$\Delta t = n\sqrt{L * C}$$

trong đó : n : số mắt xích LC

VI. Mạch tạo quét :

Mạch tạo quét có nhiệm vụ đưa 1 điện áp có dạng xung răng cưa biến thiên tuyến tính theo thời gian vào cuộn gây lệch làm tia điện tử chạy từ tâm ra biên tương ứng với việc xung siêu cao tần đi thám sát mục tiêu rồi phản xạ trở về. Mạch này chính là thước đo thời gian. Để radar có nhiều thang tầm xa, người ta thiết kế bộ tạo quét có xung răng cưa có độ dài khác nhau tương ứng từng thang tầm xa. Là mạch đo thời gian nên nó phải quét từ khi xung thám sát mục tiêu rời antenna, việc này do xung điều khiển làm đồng bộ phát và quét. Để tạo xung răng cưa người ta dựa vào đường đặc tính nạp điện cho tụ, nó là đường tuyến tính nên đảm bảo tia điện tử chạy đều.

Mạch tạo quét có yêu cầu là đường đặc tính của điện áp phải thẳng và thời gian quét nghịch của tia quét phải nhỏ. Khi tụ điện tích điện thì tia điện tử cũng bắt đầu dịch chuyển từ tâm.

* Nguyên lý hoạt động của sơ đồ :

(HÌNH VẼ)

Khi cung cấp nguồn điện $+E_a$ cho mạch đồng thời chưa có xung khởi động tới, do có điện áp dương qua R_g đặt vào lưới của đèn nên đèn hoạt động rất mạnh.

Khi có xung âm (rộng bằng đường quét) đưa tới đặt điện áp âm vào giữa lưới và cathode, đèn bị khóa. Khi đó dòng điện từ E_a qua R_a , C_1 về đất nạp điện cho tụ. Điện áp lấy ra trên tụ C sẽ tăng dần theo thời gian. Người ta thiết kế R_a và C sao cho điện áp này là tuyến tính. Điện áp này sẽ được đưa qua khuếch đại để đặt vào cuộn lái tia. Khi xung khởi động mất đèn lại hoạt động rất mạnh, tụ sẽ phóng điện. Thời gian phóng nhỏ tương ứng lúc radar phát xung.

Khóa K ở đây thay đổi điện dung tụ điện (C_1 , C_2 , $C_3...$) để thay đổi thời gian thu xung. Vì vậy khóa K chính là thang tầm xa trên máy.

VII. Mạch khuếch đại quét :

Xung răng cưa từ bộ tạo quét có năng lượng yếu không điều khiển được tia điện tử nên phải được đưa qua bộ khuếch đại quét. Sau khi qua bộ này xung răng cưa có biên độ lớn hơn rất nhiều, đủ năng lượng để điều khiển tia điện tử. Nó được đưa tới cuộn gây lệch. Mạch này dùng bán dẫn hay điện tử.

VIII. Mạch tạo quét tròn :

Nhiệm vụ của mạch tạo quét tròn là làm cho tia quét trên màn ảnh quay đồng bộ, đồng pha với antenna, đảm bảo khi antenna quay được góc α so với mũi tàu thì tia quét cũng quay góc α so với dấu mũi tàu để mục tiêu hiện đúng góc so với thực tế. Để quay tia quét người ta dùng các sensin làm quay cuộn gây lệch hay tạo từ trường quay để quay tia điện tử. Quay cuộn gây lệch gọi là phương pháp cơ, tạo từ trường quay là phương pháp điện.

⊗ Phương pháp cơ (cuộn gây lệch di động) :

(HÌNH VẼ)

Thời điểm ban đầu, do được cấu tạo như nhau và làm đồng pha, hai motor quay hệ thống truyền bánh răng làm antenna và cuộn lái tia quay đồng bộ

đồng pha với nhau. Khi đó rotor của 2 sensin quay đồng pha với nhau, các sensin cân bằng nên không có dòng trong rotor sensin thu.

Nếu vì lý do bên ngoài tác động, motor lai antenna quay nhanh lên (hoặc chậm đi), 2 sensin quay với tốc độ khác nhau làm cho 2 sensin không còn cân bằng, sinh ra dòng trong sensin thu. Dòng này qua khuếch đại phù trợ, đến motor lai cuộn lái tia làm tăng (hoặc giảm) tốc độ để đạt bằng với motor lai antenna. Mạch sensin trở lại cân bằng.

✿ Phương pháp điện (cuộn gây lệch cố định) :

(HÌNH VẼ)

Cuộn gây lệch gồm 3 cuộn dây đặt cố định lệch nhau 120° .

Tín hiệu từ bộ tạo quét được đưa tới khuếch đại quét, sau đó đưa tới bộ phân giải quét. Đây là bộ vi xử lý. Từ bộ phân giải quét này tín hiệu sẽ được đưa đến motor lai antenna, cũng như đưa tới 3 cuộn dây của cuộn gây lệch để tạo ra từ trường xoay ở cuộn này.

Việc đồng bộ đồng pha giữa antenna và từ trường quay ở cuộn gây lệch do bộ phân giải quét đảm nhiệm.

IX. Mạch tạo dấu cự li cố định :

Nhiệm vụ của mạch tạo dấu cự li cố định là tạo ra các xung vuông cách đều nhau rãi trên tia quét để đưa vào cathode ống phóng tia điện tử. Khi tia quét quay sẽ tạo thành các vòng sáng cố định đồng tâm cách đều nhau trên màn ảnh.

✿ Sơ đồ khối :

(HÌNH VẼ)

Bộ tạo dao động hình sine tạo ra dao động với số chu kỳ tương ứng với số vòng cự li cố định mong muốn trên màn ảnh. Khi qua bộ hạn chế sẽ cắt phần âm, lấy phần dương đưa sang bộ vi phân. Bộ này có nhiệm vụ bóp hẹp giản đồ phát và làm cho khoảng cách giữa mỗi xung tương ứng với thời gian xung đi được trong một khoảng cách ΔD . Bộ dao động nghẹt blocking, tương ứng với 1 xung điện áp đưa từ bộ vi phân sang, sẽ tạo ra 1 xung vuông dương. Tín hiệu này khi đưa qua khuếch đại xung ảnh sẽ được khuếch đại cũng như đảo chiều xung để đưa tới cathode. Để có được sự đồng bộ, bộ này sẽ hoạt động trong sự kiểm chế của xung khởi động.

X. Mạch tạo dấu cự li di động :

Nhiệm vụ của mạch tạo dấu cự li di động là tạo ra xung dương di chuyển được trên đường quét và đồng bộ với đồng hồ chỉ thị khoảng cách. Khi tia quét quay ta có được vòng tròn bán kính thay đổi được. Thay đổi bán kính vòng tròn kết hợp với chỉ thị khoảng cách ta có thể xác định khoảng cách đến mục tiêu 1 cách chính xác.

Để tạo được xung dương có thể di chuyển trên đường quét cần phải tạo được dao động hình sine có pha thay đổi được theo thời gian. Để làm được việc đó người ta thực hiện như sau :

(HÌNH VẼ)

Hai cuộn dây A và B (gọi là stator) được đặt vuông góc với nhau. Cuộn C (gọi là rotor) đặt trong lòng 2 cuộn A & B, hợp với trục cuộn A một góc là θ .

Cuộn A & B mắc nối tiếp và mắc nối tiếp với cuộn thứ cấp của biến áp T. Cuộn sơ cấp của biến áp T được mắc với nguồn dao động tần số f. Điều chỉnh tụ C cho cộng hưởng với tần số f. Khi đó dòng điện qua A & B lệch pha nhau 90^0 (do trục A & B vuông góc với nhau). Giả sử gọi dòng điện chạy trong cuộn A là :

$$i_A = I_A \sin \omega t$$

Dòng điện chạy trong cuộn B sẽ là :

$$i_B = I_B \cos \omega t$$

Hai dòng điện này chạy trong cuộn A & B sẽ cảm ứng sang cuộn C các suất điện động E_A và E_B . Vì cuộn C đặt lệch trục so với cuộn A một góc θ , ta có :

$$E_A = -\mu \sin \theta \, di_A/dt = -\mu \sin \theta \cdot I_A \omega \cos \omega t$$

$$E_B = -\mu \cos \theta \, di_B/dt = +\mu \cos \theta \cdot I_B \omega \sin \omega t$$

Suất điện động tổng cộng trên C sẽ là :

$$U_{ra} = E_A + E_B$$

$$= -\mu \sin \theta \cdot I_A \omega \cos \omega t + \mu \cos \theta \cdot I_B \omega \sin \omega t$$

Điều chỉnh điện dung tụ C và R sao cho dòng $I_A = I_B = I$, ta có :

$$U_{ra} = \mu I \omega (\sin \omega t \cos \theta - \cos \omega t \sin \theta)$$

$$= \mu I \omega \sin(\omega t - \theta)$$

Vậy ở đầu ra cuộn C ta đã tạo được 1 dao động có thể thay đổi được pha theo thời gian, phụ thuộc vào góc lệch θ .

Xung khởi động ở đây được đưa qua điện trở R_1 để khống chế mạch hoạt động trong thời gian nhất định.

XI. Mạch tạo dấu mũi tàu :

Tạo vệt sáng đánh dấu hướng mũi tàu để thuận tiện quan sát theo dõi mục tiêu. Việc này được thực hiện bởi xung điện áp dương hay âm đưa vào cực điều chế hay cathode ống phóng tia điện tử làm tia điện tử mạnh lên thành 1 vệt sáng khi anten quay qua hướng mũi tàu. Cường độ sáng dấu mũi tàu có thể điều chỉnh bằng nút điều khiển trên mặt chỉ báo, thực chất là chỉnh xung điện áp.

* Mạch tạo dấu mũi tàu :

(HÌNH VẼ)

. Khi tiếp điểm K hở (búp phát antenna chưa chụp vào mặt phẳng trục dọc tàu), dòng điện lưới i_g sẽ tích điện cho tụ C có dấu như hình vẽ. Do có điện áp qua R_g đặt vào lưới của đèn nên dòng điện chạy qua đèn rất lớn \rightarrow điện thế ở anode sẽ sụt xuống $= U_{a_{min}} \approx 0$.

. Khi búp phát chụp vào mặt phẳng trục dọc tàu, do motor lai M quay đồng bộ đồng pha với antenna cho nên lúc này tiếp điểm K được đóng lại. Khi đó đầu dương của tụ C được nối đất (hay cũng chính là cathode của đèn), còn đầu âm của tụ C được đặt vào lưới của đèn làm cho đèn ngưng hoạt động. Điện thế của anode sẽ tăng từ $U_{a_{min}} \rightarrow E_a$.

Tóm lại, tại thời điểm búp phát trùng mặt phẳng trục dọc tàu, trên anode của đèn ta lấy được một xung điện áp dương đưa đến bộ khuếch đại xung ảnh rồi từ đó đưa vào

cathode của CRT. Lúc đó trên màn hình radar sẽ có 1 vệt sáng từ tâm tia quét chạy ra biên màn hình đánh dấu hướng mũi tàu (SHM).

✱ Chú ý :

. Khi muốn kiểm tra xem dưới SHM có mục tiêu nhỏ nào lẫn trong đó không, ta tắt tạm thời dấu mũi tàu (nếu là nút vặn : vặn sang hết trái và giữ, nếu là nút ấn : ấn và giữ).

. Người ta cũng sử dụng diode quang để tạo dấu mũi tàu : ở khối quét người ta đặt diode quang ở về phía mũi tàu. Bên trên có 1 bộ phận xoay theo antenna có khoét 1 rãnh. Khi rãnh này quay qua diode quang (antenna quay về hướng mũi tàu), diode sẽ phát tín hiệu đưa vào CRT để thể hiện dấu mũi tàu.

. Khi SHM lệch khỏi 0^0 của vòng khắc độ cố định, ta điều chỉnh bánh răng lai antenna ở trên khối quét bằng 1 vít lục lăng dịch theo chiều ngược lại sao cho vệt sáng dừng lại ở vạch 0^0 độ là được.

CHƯƠNG 8

MÀN ẢNH RADAR



1- Các chế độ chỉ hướng:

(a) Chế độ chỉ hướng mũi tàu: HEAD UP

Trên màn ảnh radar, dấu mũi tàu SHM luôn cố định tại vạch 0^0 của vòng khắc độ cố định. Khi tàu quay trở, SHM vẫn đứng yên, ảnh các mục tiêu cố định sẽ quay ngược hướng quay trở của tàu.

Ưu điểm: sự phân bố của ảnh các mục tiêu trên màn hình giống thực tế hiện trường khi nhìn từ buồng lái trên tàu về phía mũi nên thường sử dụng khi điều động tàu, khi ra vào luồng hay hành hải ở nơi đông tàu thuyền qua lại.

Khuyết điểm:

- Khi tàu quay trở, ảnh các mục tiêu quay trở theo chiều ngược lại tạo các vết nhòe trên màn hình, làm khó quan sát, không xác định được các mục tiêu gần nhau, đo thiếu chính xác.
- Không cho biết hướng thật 1 cách trực quan.
- Chỉ đo được góc mạn (phương vị tương đối) của mục tiêu. Muốn xác định được phương vị của mục tiêu phải lấy giá trị góc mạn cộng hướng đi, hoặc ở một số radar có thể kết hợp việc sử dụng vòng phương vị di động.

(b) Chế độ chỉ hướng bắc thật: NORTH UP

Ở chế độ này radar phải nối với la bàn. Vạch dấu mũi tàu trên màn ảnh sẽ lệch đi 1 góc so với điểm 0^0 đúng bằng hướng đi thực tế của tàu (dấu mũi tàu cùng toàn bộ màn ảnh xoay đi 1 góc đúng bằng hướng chạy tàu). Khi đó ta đọc góc kẹp giữa vạch 0^0 và đường ngắm qua ảnh mục tiêu sẽ cho ta biết phương vị của nó. Khi tàu quay trở, SHM quay theo, luôn đảm bảo chỉ báo đúng hướng thực tế của tàu, ảnh các mục tiêu cố định sẽ cố định.

Ưu điểm:

- Ảnh các mục tiêu cố định giữ nguyên khi tàu quay trở nên màn ảnh không bị nhòe, dễ quan sát, xác định vị trí chính xác.
- Quang cảnh trên màn hình radar giống trên hải đồ. Thường được dùng khi hành hải xa bờ hay khi dùng xác định vị trí tàu làm người quan sát dễ nhận mục tiêu hơn.

Khuyết điểm:

- Màn ảnh xoay đi 1 góc đúng bằng hướng chạy tàu nên dễ gây cảm giác sai nhất là khi chạy hướng Nam.

- Quang cảnh thực tế phía trước mũi tàu và màn hình khác nhau, không dùng để ra vào luồng.

(c) **Chế độ chỉ hướng lái tàu: COURSE UP**

Chế độ là chế độ mà trong đó màn hình được cài đặt ở 1 hướng nào đó, thường là hướng chạy tàu. Vì thế khi quan sát trên màn hình ta thấy chế độ này tương tự chế độ chỉ hướng mũi tàu, chỉ khác là vạch dấu mũi tàu sẽ dao động khi tàu bị đảo hướng quanh.

Ưu điểm : tương tự như chế độ hướng mũi tàu. Ngoài ra, khi tàu quay trở, vì dấu mũi tàu quay còn các mục tiêu đứng yên nên màn ảnh không bị nhòe.

Chú ý : ở chế độ này khi tàu thay đổi hướng ở góc lớn, ta phải cài đặt lại hướng cho màn hình.

2- Màn ảnh chỉ báo chuyển động thật:

Radar có màn ảnh chỉ báo chuyển động thật là radar có màn ảnh thể hiện ảnh của mục tiêu đúng với thực tế của nó ngoài hiện trường nghĩa là các mục tiêu chuyển động thì ảnh của chúng cũng chuyển động với hướng và tốc độ tương ứng, các mục tiêu cố định sẽ đứng yên. Tàu ta (tâm tia quét) cũng chuyển động tương ứng hướng và tốc độ ngoài thực tế.

Về mặt cấu tạo, radar chỉ báo chuyển động thật chỉ khác với radar chuyển động tương đối ở cơ cấu chỉ báo chuyển động thật. Cơ cấu này có nhiệm vụ nhận tín hiệu tốc độ từ tốc độ kế hay đặt bằng tay và tín hiệu hướng đi từ la bàn con quay (hay nhận 2 loại tín hiệu này từ GPS). Sau đó nó sẽ phân tích, biến đổi các tín hiệu này thành các tín hiệu đưa vào các cuộn dây gây lệch để tạo ra từ trường điều khiển tâm quét. Do đó ảnh của các mục tiêu di chuyển tương ứng ngoài thực tế. Căn cứ sự di chuyển ảnh các mục tiêu trên màn hình ta có hướng đi và vận tốc thực tế của nó.

Một số chú ý khi sử dụng chế độ này:

- Radar chỉ báo chuyển động thật đòi hỏi phải có 1 lớp dư huy tốt hơn radar thường và nên hoạt động ở thang tầm gần (< 24 nm).
- Radar chỉ báo chuyển động thật bao giờ cũng có chế độ chỉ báo tương đối. Vì thế khi hoạt động ở chế độ nào chuyển công tắc về nơi tương ứng.
- Trước khi đưa về chế độ chỉ báo chuyển động thật, phải đưa tín hiệu tốc độ và hướng đi vào radar. Tín hiệu hướng đi phải nối trực tiếp từ la bàn, tín hiệu tốc độ có thể nhập bằng tay.
- Thường ta đặt vị trí tàu ở cách biên 1/3 bán kính và cho dấu mũi tàu đi qua tâm màn ảnh để tăng khả năng quan sát ở phía trước và thời gian đặt lại vị trí tàu sẽ lâu hơn. Khi tới bên kia cách 1/3 bán kính thì phải đặt lại vị trí tàu, nếu không đặt lại, radar sẽ tự động chuyển về chế độ chuyển động tương đối (vị trí tàu ta ở tâm màn hình)
- Việc đo khoảng cách cũng sử dụng các vòng cự li bình thường vì tâm các vòng cự li đó là tàu ta. Do đó chúng có thể chỉ là 1 cung tròn. Việc đo

hướng không thể dùng thước cơ khí mà phải dùng tia điện tử, ta chỉ cần xoay tia điện tử qua mục tiêu, cơ cấu chỉ báo cho ta biết hướng mục tiêu.

- Ở loại rada này có nút ZERO SPEED. Khi dùng nút này, ta dùng màn ảnh radar. Sử dụng khi đo đạc tới mục tiêu, hay cần quan sát kỹ hiện trạng quang cảnh màn hình lúc đó.

CÁC ĐẶC TÍNH TIÊU CHUẨN THEO YÊU CẦU CỦA IMO VỀ RADAR

(Áp dụng cho những radar lắp đặt sau 01/01/1999)

Radar phải đảm bảo yêu cầu khai thác trong điều kiện bình thường, cung cấp ảnh vị trí các phương tiện nổi, chướng ngại nguy hiểm, phao tiêu, đường bờ... cũng như các dấu hiệu hàng hải khác để định vị, dẫn tàu và tránh va.

1- Tâm hoạt động :

Trong điều kiện bình thường, nếu anten radar đặt ở độ cao 15 m so với mặt biển thì phải bắt được ảnh rõ ràng các mục tiêu sau:

(a) Mép bờ :

- $H_{bờ} = 60$ m từ khoảng cách 20 Nm
- $H_{bờ} = 6$ m từ khoảng cách 7 Nm

(b) Các mục tiêu nổi:

- Tàu có trọng tải 5000 GRT từ khoảng cách 7 Nm.
- Tàu có chiều dài 10 m từ khoảng cách 3 Nm.
- Mục tiêu nhỏ, như là các phao tiêu hàng hải có bề mặt hiệu dụng 10 m^2 từ khoảng cách 2 Nm.

2- Tâm cực tiểu:

Các mục tiêu ở mục 1.b phải có hiển thị được rõ ràng ở cự li từ 50 m đến 1 Nm tính từ vị trí antenna mà không cần điều chỉnh thêm nút nào ngoài việc lựa chọn thang tầm xa.

3- Màn ảnh của radar:

Radar phải có màn ảnh thỏa mãn:

- Tàu có trọng tải 150 – 1000 GRT: đường kính tối thiểu 9 inches (180 mm)
- Tàu có trọng tải 1000 – 10,000 GRT: đường kính tối thiểu 12 inches (250 mm)
- Tàu có trọng tải 10,000 GRT trở lên: đường kính tối thiểu 16 inches (340 mm)

4- Thang tầm xa:

Radar phải có mức thang tầm xa sau:

0.25, 0.5, 0.75, 1.5, 3, 6, 12, 24

Ngoài ra radar cũng có thể hiển thị ở những thang tầm xa lớn hơn hoặc nhỏ hơn

5- Thang đo khoảng cách:

- Giá trị thang tầm xa và khoảng cách giữa các vòng cự li cố định RM phải được ghi rõ ràng.
- Ở các thang tầm xa 0.25, 0.5, 0.75 Nm vòng cự li cố định RM phải có tối thiểu 2 vòng và tối đa 6 vòng, còn ở các thang khác phải có 6 vòng.
- Radar phải có vòng cự li di động VRM và khoảng cách được chỉ báo bằng số.
- Sai số đo khoảng cách bằng VRM và RM không được vượt quá 1% thang đo đang dùng hay 30 m, tùy theo giá trị nào lớn hơn, kể cả khi sử dụng chế độ lệch tâm.
- Phải thay đổi được độ sáng của vòng VRM và RM, có thể tắt hẳn.

6- Vạch dấu mũi tàu:

- Radar phải thể hiện được vạch dấu mũi tàu SHM có độ mảnh không được lớn hơn 0.5° và sai số $< 1^{\circ}$.
- Có thể tắt tạm thời SHM bằng nút ấn hoặc xoay, không được tắt hẳn.

7- Đo hướng ngắm tới mục tiêu:

- Có thể đo hướng ngắm nhanh chóng với bất cứ mục tiêu nào xuất hiện trên màn hình bằng đường phương vị điện tử EBL, sai số $< 1^{\circ}$.
- Có thể tắt hoặc thay đổi độ sáng của EBL.
- Có thể xoay EBL theo 2 chiều thuận /ngược chiều kim đồng hồ, mỗi nhịp thay đổi không vượt quá 0.2° .

8- Khả năng phân giải:

- Phân giải theo khoảng cách: radar hoạt động ở thang tầm xa 1.5 Nm, ảnh mục tiêu xuất hiện trên 50% bán kính màn hình thì 2 mục tiêu riêng biệt có khoảng cách giữa chúng là 40 m nằm trên cùng 1 hướng, ảnh của chúng phải thể hiện riêng biệt.
- Phân giải theo góc: ở thang đo 1.5 Nm, ảnh mục tiêu xuất hiện ở nửa ngoài bán kính màn hình, 2 mục tiêu riêng biệt ở cùng 1 khoảng cách có góc kẹp giữa chúng là 2.5° , ảnh của chúng phải thể hiện riêng biệt.

9- Khả năng làm việc khi tàu nghiêng hoặc chúi:

Khi tàu bị lắc dọc hay ngang một góc 10° thì các tiêu chuẩn ở mục 1 vẫn phải thực hiện được.

10- Anten:

Phải quay thuận chiều kim đồng hồ, quay liên tục với góc 360° , tốc độ không nhỏ hơn 20 vòng / phút, và ổn định với vận tốc gió 100 knots.

11- Ổn định phương vị:

- Yêu cầu cung cấp ảnh ổn định theo hướng la bàn, độ chính xác có sai số trong phạm vi 0.5^0 với tốc độ quay của đĩa la bàn là 2 vòng / phút.
- Thiết bị radar phải làm việc bình thường với cách chỉ hướng mũi tàu khi la bàn con quay không hoạt động.
- Thời gian thay đổi chế độ chỉ hướng trong khoảng 5 giây.

12- Kiểm tra:

Khi lắp ráp radar xuống tàu phải được kiểm tra trước khi chạy biển sao cho thỏa mãn các yêu cầu trên.

13- Bộ phận khử nhiễu:

Radar phải có bộ phận khử nhiễu biển, mưa... Yêu cầu kiểm tra bằng tay và không có tác dụng khi hết trái. Có thể trang bị khử nhiễu tự động nhưng phải có khả năng tắt nó.

14- Thao tác:

- Thao tác (khởi động) từ vị trí màn ảnh.
- Các nút phải dễ nhận dạng để sử dụng, các yêu cầu đúng theo qui định của IMO.
- Sau khi bật công tắc nguồn, radar có thể hoạt động với đầy đủ các chức năng sau 4 phút.
- Từ trạng thái Stand-by sang On khoảng 15 giây.

15- Miscellaneous items:

- Radar phải có chế độ chỉ báo chuyển động tương đối có khả năng hỗ trợ hay phòng ngừa va chạm xảy ra trên biển.
- Theo SOLAS, khi lắp 2 radar thì mỗi radar phải hoạt động độc lập, cả 2 có thể hoạt động đồng thời không phụ thuộc vào nhau, hoạt động bình thường khi sử dụng nguồn sự cố.