

THIẾT KẾ GIẢ LẬP HỆ THỐNG RADAR GIÁM SÁT BIỂN

DESIGN OF SIMULATOR SYSTEM FOR MARINE-SURVEILLANCE RADAR

Nguyễn Trường Giang, Hoàng Trang

Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Ngày tòa soạn nhận bài 23/12/2015, ngày phản biện đánh giá 06/01/2016, ngày chấp nhận đăng 15/4/2016

TÓM TẮT

Trong bài báo này, các tác giả trình bày thiết kế, chế tạo hệ thống giả lập radar kiểm soát biển. Mục tiêu của hệ thống này là tạo ra hệ thống luyện tập có chương trình điều khiển và hiển thị giống như hệ thống khí tài thực tế, giúp cho người dùng làm quen với hệ thống thật. Các bàn phím điều khiển, chương trình và phần cứng điều khiển với PIC được thiết kế y như hệ thống khí tài thật mà đã được trang bị cho sĩ quan, về cả giao diện, ngôn ngữ và kích thước. Màn hình hiển thị giả lập được thiết kế với ngôn ngữ C# và hoạt động như hệ thống hiển thị của radar thực tế, với các chế độ giả lập cho công tác huấn luyện trong các kịch bản khác nhau.

Từ khóa: Radar; hệ thống giả lập; giám sát biển; vi điều khiển PIC; huấn luyện.

ABSTRACT

In this paper, the authors present the design, manufacture of a simulator system for marine-surveillance radar. The objective of this work is to create a practicing system which consists of control program and display like the real ones. Therefore, it helps users to become familiar with the real system. Keyboard, program and hardware for controlling based on PIC-microcontroller are designed and manufactured to match perfectly in size interface language with the actual system which is equipped to soldiers. The display interface is created using C# programming language and works with different scenarios for training purposes.

Keywords: Radar; simulator system; marine-surveillance radar; PIC-microcontroller; training.

1. GIỚI THIỆU

Trong tác chiến hiện đại, vũ khí khí tài công nghệ cao có vai trò quyết định thắng lợi trong các cuộc chiến tranh, radar là một trong khí tài hiện đại đó có vai trò nhiệm vụ rất quan trọng trong tác chiến[1]. Khí tài radar phát sóng vào không gian sục sạo tìm kiếm các mục tiêu xâm phạm vùng trời, vùng biển hải đảo, vùng lãnh thổ của Tổ Quốc để kịp thời thông báo cho các lực lượng phòng vệ như Phòng Không - Không Quân và Hải Quân có phương án tác chiến kịp thời bảo vệ lãnh thổ lãnh hải Tổ Quốc. Ngoài ra radar

còn có nhiều nhiệm vụ khác như điều khiển các loại hỏa lực tiêu diệt mục tiêu, dẫn đường cho tàu thuyền, máy bay ta tác chiến... Trong tình hình hiện nay, việc thiết kế chế tạo các hệ thống radar gặp rất nhiều khó khăn về công nghệ, do đó Việt Nam phải nhập khẩu từ nước ngoài. Khai thác sử dụng thành thạo các loại khí tài radar hiện đại có ý nghĩa hết sức quan trọng góp phần quản lý tốt vùng trời vùng biển của Tổ Quốc. Trong điều kiện khí tài thật phải nhập khẩu từ nước ngoài với giá thành rất cao và chỉ được trang bị trên tàu

phục vụ công tác sẵn sàng chiến đấu. Do vậy, một vấn đề rất cấp thiết hiện nay là nghiên cứu thiết kế và chế tạo hệ thống giả lập radar giám sát biển phục vụ nhiệm vụ huấn luyện. Hệ thống giả lập này giúp các chiến sỹ Hải Quân luyện tập, giúp các chiến sỹ nhanh chóng nắm bắt sử dụng thành thạo khí tài thật; từ đó góp phần bảo vệ vững chắc vùng trời, vùng biển, hải đảo Tổ Quốc.

Phần còn lại của bài báo được tổ chức như sau: Trong phần 2, chúng tôi trình bày ngắn gọn các nguyên lý làm việc của hệ thống radar và nguyên lý đo các tham số mục tiêu của radar. Từ đó, trong phần 3, chúng tôi trình bày việc thiết kế, chế tạo hệ thống giả lập. Cuối cùng, phần kết luận bài báo được trình bày trong phần 4.

2. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA HỆ THỐNG RADAR VÀ ĐO CÁC THAM SỐ MỤC TIÊU CỦA RADAR

Phần này trình bày các nguyên lý trong radar, làm cơ sở cho thiết kế và chế tạo của chúng tôi trong phần 3.

2.1 Phân loại radar theo dải tần làm việc

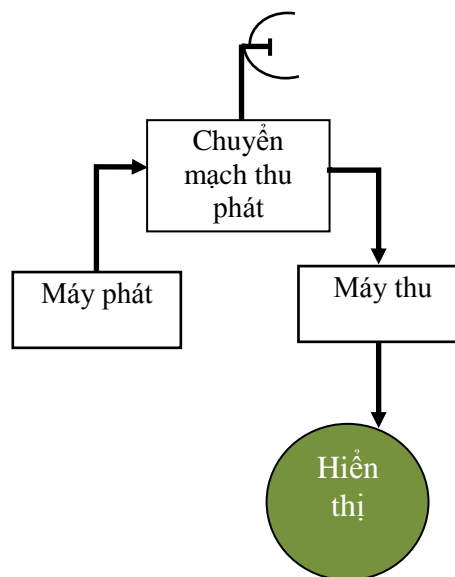
Bảng 1. Phân loại dải tần làm việc radar

Tên các băng tần	Phạm vi tần số
HF	3 MHz - 30 MHz
VHF	30 MHz – 300 MHz
UHF	300 MHz – 1000 MHz
L	1000 MHz – 2000 MHz
S	2000 MHz - 4000 MHz
C	4000 MHz- 8000 MHz
X	8000 MHz – 12000 MHz
Ku	12 GHz – 18GHz
K	18 GHz – 27 GHz
Ka	27 GHz- 40 GHz
V	40 GHz – 75 GHz
W	75 GHz- 110 GHz
mm	110 GHz – 300 GHz

Phân loại radar theo dải tần làm việc được trình bày ở **Bảng 1**[1,2,3]. Radar làm

việc ở tần số càng cao thì độ chính xác trong đo tọa độ của mục tiêu càng lớn nhưng suy hao đường truyền sóng lớn dẫn đến cự ly quan sát giảm; ngược lại radar làm việc ở tần số thấp thì cự ly quan sát tăng nhưng độ chính xác trong đo tọa độ mục tiêu giảm[4,5].

2.2 Nguyên lý làm việc của hệ thống radar

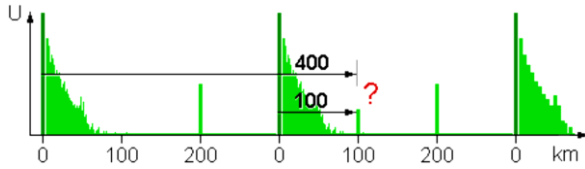


Hình 1. Nguyên lý làm việc hệ thống radar

Nguyên lý làm việc cơ bản của một hệ thống radar xung được hoạt động theo sơ đồ khối trong **Hình 1**. Máy phát radar tạo ra xung phát xạ siêu cao tần đưa qua hệ thống ống dẫn sóng tới chuyển mạch thu phát, lúc này chuyển mạch thu phát sẽ đóng tuyến thu để không cho năng lượng siêu cao tần lọt vào phá hỏng máy thu, đồng thời mở tuyến phát đưa năng lượng siêu cao tần ra ăng ten bức xạ định hướng vào không gian dưới dạng sóng siêu cao tần. Sóng siêu cao tần gặp mục tiêu phản xạ trở về được ăng ten thu nhận qua hệ thống ống dẫn sóng chuyển mạch thu phát vào máy thu. Tại máy thu, tín hiệu mục tiêu phản xạ trở về được chọn lọc, biến đổi, khuếch đại đưa đến thiết bị hiển thị. Thiết bị hiển thị mục tiêu, qua đó chúng ta có thể xác định được các tham số, tính chất của mục tiêu như cự ly, phương vị, độ cao ...

2.3 Nguyên tắc đo các tham số mục tiêu radar

a) Đo cự ly của mục tiêu radar



Hình 2. Cự ly của 2 tín hiệu mục tiêu

Nguyên tắc đo cự ly cơ bản như sau: nếu gọi T là thời gian giữ chậm từ khi xung phát xạ ra khỏi ăng ten tới khi gặp mục tiêu phản xạ trở về được máy thu thì cự ly của mục tiêu R được tính theo công thức (1).

$$R = (C \cdot T) / 2 \quad (1)$$

trong đó:

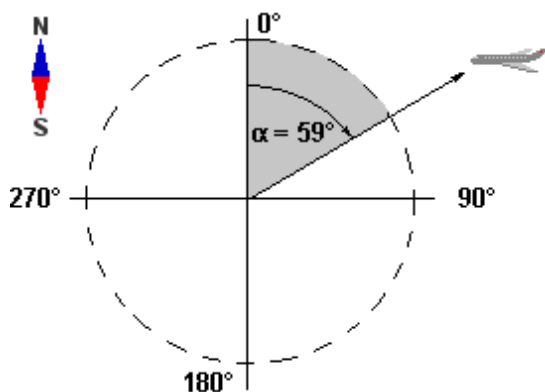
R là cự ly của mục tiêu.

C là vận tốc sóng điện từ ($3 \cdot 10^8$ m/s).

T là thời gian truyền sóng.

Hình 2 một ví dụ thực tế của cự ly mục tiêu radar, trong đó cự ly tối đa mà radar có thể đo được là 300 km, mục tiêu được radar phát hiện trong hình này là ở cự ly 100 km.

b) Đo góc phương vị của mục tiêu radar

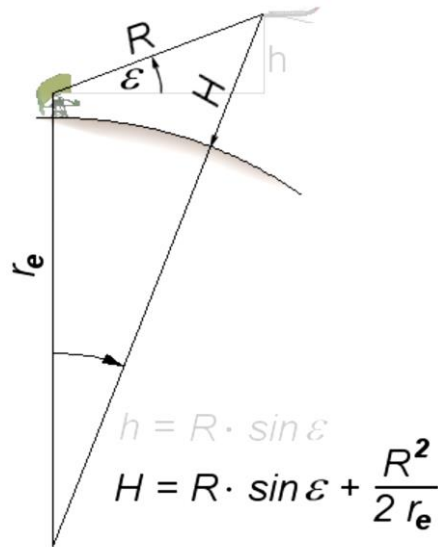


Hình 3. Nguyên tắc đo góc phương vị mục tiêu radar

Để đo được góc của mục tiêu, khi ăng ten quay và phát sóng vào không gian dò tìm mục tiêu, thì trên màn hình radar cũng quay, thiết kế sao cho chúng quay đồng pha và

đồng bộ với nhau, nghĩa là ăng ten và tia quét có cùng tốc độ quay, và khi búp chỉ hướng chính Bắc thì tia quét cũng chỉ đúng 0 độ trên màn hình hiển thị mục tiêu. Giả sử trên Hình 3, búp sóng quét tới góc α gặp mục tiêu phản xạ trở về hiển thị trên màn hình radar ta sẽ đo được góc 59 độ.

c) Nguyên tắc đo độ cao mục tiêu radar



Hình 4. Nguyên tắc đo độ cao mục tiêu radar

Nếu như mặt đất bằng phẳng ta có thể dễ dàng tính toán được độ cao mục tiêu theo công thức (2).

$$h = R \cdot \sin \epsilon \quad (2)$$

Trên thực tế trái đất chúng ta hình cầu thể hiện trên hình 4 do đó độ cao thực tế của mục tiêu tính theo công thức (3).

$$H = R \cdot \sin \epsilon + R^2 / 2r_e \quad (3)$$

trong đó:

h là độ cao của mục tiêu nếu coi mặt đất là bằng phẳng.

H là độ cao thực tế của mục tiêu.

R là cự ly của mục tiêu.

r_e là bán kính trái đất (gần bằng 6370km) [6].

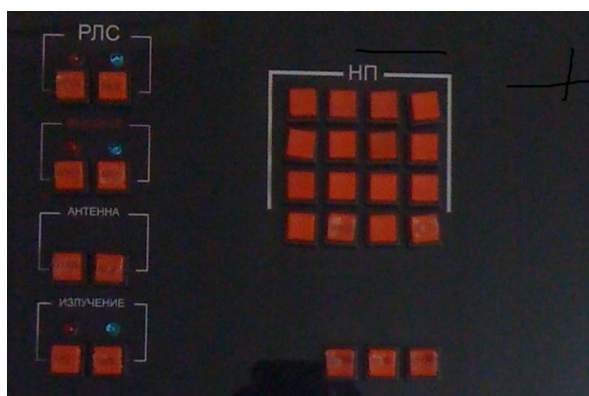
ϵ là góc tạo thành bởi độ cao mục tiêu với mặt phẳng ngang.

3. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO

Để thiết kế, chế tạo hệ thống giả lập radar giám sát biên, chúng tôi thiết kế và chế tạo thiết bị điều khiển hệ thống, thiết bị tạo giả mục tiêu radar và thiết bị hiển thị mục tiêu radar. Thiết bị hiển thị là màn hình LCD độ lớn tương đương với màn hình radar trên thiết bị thực tế. Hai phần dưới đây trình bày thiết kế và chế tạo thiết bị điều khiển hệ thống và thiết bị tạo giả mục tiêu radar.

3.1 Thiết kế thiết bị điều khiển hệ thống

Để sát với mục đích thiết kế hệ thống luyện tập cho chiến sỹ Hải Quân làm quen với hệ thống thật sử dụng ngôn ngữ Nga, trước tiên chúng tôi thiết kế, chế tạo giao diện điều khiển để người dùng tương tác với hệ thống thể hiện trên **Hình 5**.



Hình 5. Giao diện điều khiển hệ thống luyện tập

Trong đó, ý nghĩa các nút nhấn:

РЛС- ВКЛ: là mở nguồn máy РЛС

РЛС- ОТКЛ: là tắt nguồn máy РЛС

ВЫСОКОЕ: là mở cao áp

ОТКЛ: là tắt cao áp

АНТЕННА: là điều khiển quay ăng ten

ИЗЛУЧЕНИЕ: là nối đầu ra máy phát

ВП: là bàn phím nhập số liệu

ВВОД: là nhập vào sự lựa chọn

СБРОС: là bỏ sự lựa chọn

Giao diện gồm phần điều khiển hệ thống và nhập tham số để xử lý mục tiêu radar. Phần điều khiển gồm các nút nhấn lớn để điều khiển tắt mở hệ thống quay ăng ten, tắt mở phát sóng cao tần, hỏi đáp địch ta. Phần nhập các tham số là ma trận phím để nhập các số nguyên từ 0 - 9, các phép tính cơ bản ngoài ra giao diện còn có đèn báo phân biệt địch ta. Phần bên dưới bảng điều khiển là các mạch điều khiển với khối trung tâm dựa trên chip vi điều khiển PIC. Các phím nhấn trên giao diện được kết nối với mạch điều khiển ở dưới và được lập trình theo chức năng của từng phím.

3.2 Thiết kế thiết bị tạo giả mục tiêu radar

Thiết bị tạo giả gồm máy tính cấu hình cao có card đồ họa và chương trình giả lập mục tiêu trên màn hình radar. Máy tính này được kết nối với mạch điều khiển được đề cập trong mục 3.1.

a) Giải thuật cơ bản của hệ thống

Giải thuật cơ bản của hệ thống được thực hiện theo giải thuật **Hình 6**, với quy trình như sau:

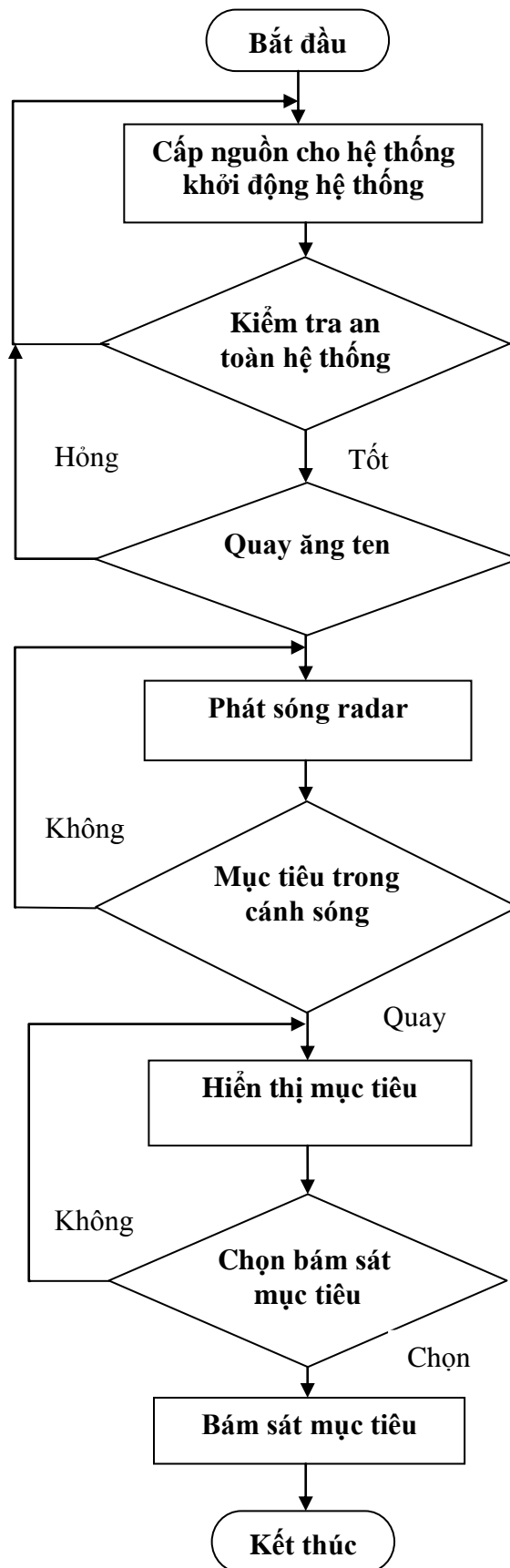
Bắt đầu làm việc, cấp nguồn cho hệ thống và khởi động hệ thống.

Hệ thống tự động kiểm tra an toàn, nếu kiểm tra báo tốt tiến hành quay ăng ten, nếu hỏng quay về khởi động lại.

Hệ thống quay ăng ten làm việc tốt thì tiến hành phát sóng radar, khi phát sóng radar nếu mục tiêu nằm trong cánh sóng radar sẽ được hiển thị trên màn hình radar, nếu không nằm trong cánh sóng sẽ không mục tiêu thì quay về phát sóng radar.

Khi có mục tiêu hiển thị trên màn hình radar thì tiến hành chọn mục tiêu bám sát, khi mục tiêu được chọn bám sát thì hệ thống tự động bám sát mục tiêu, nếu mục tiêu không được chọn bám sát quay về hiển thị mục tiêu.

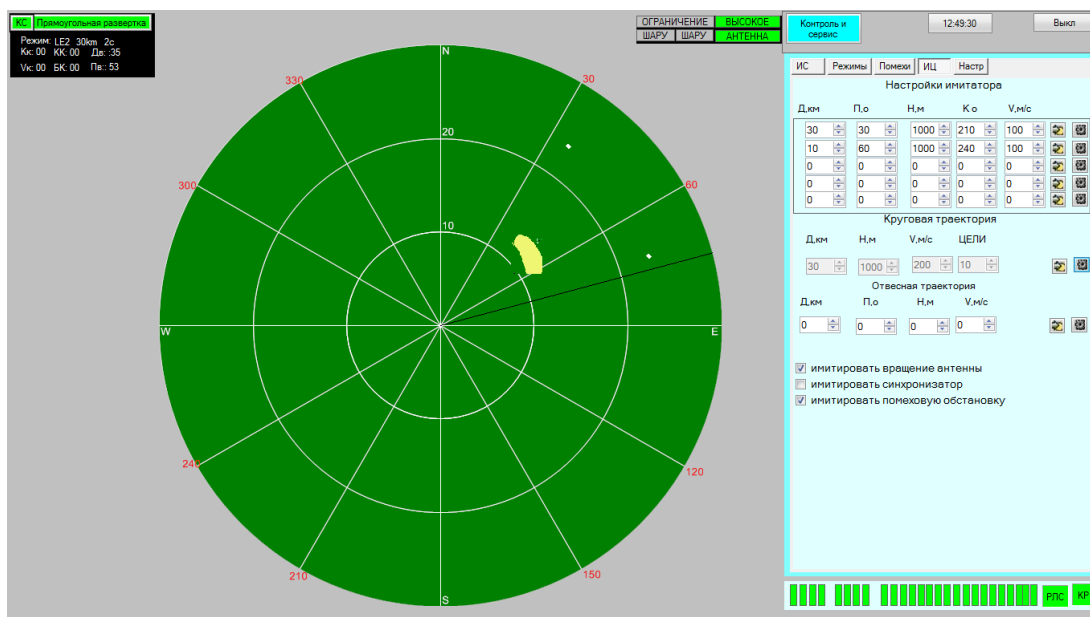
Kết thúc quy trình làm việc cơ bản của hệ thống.



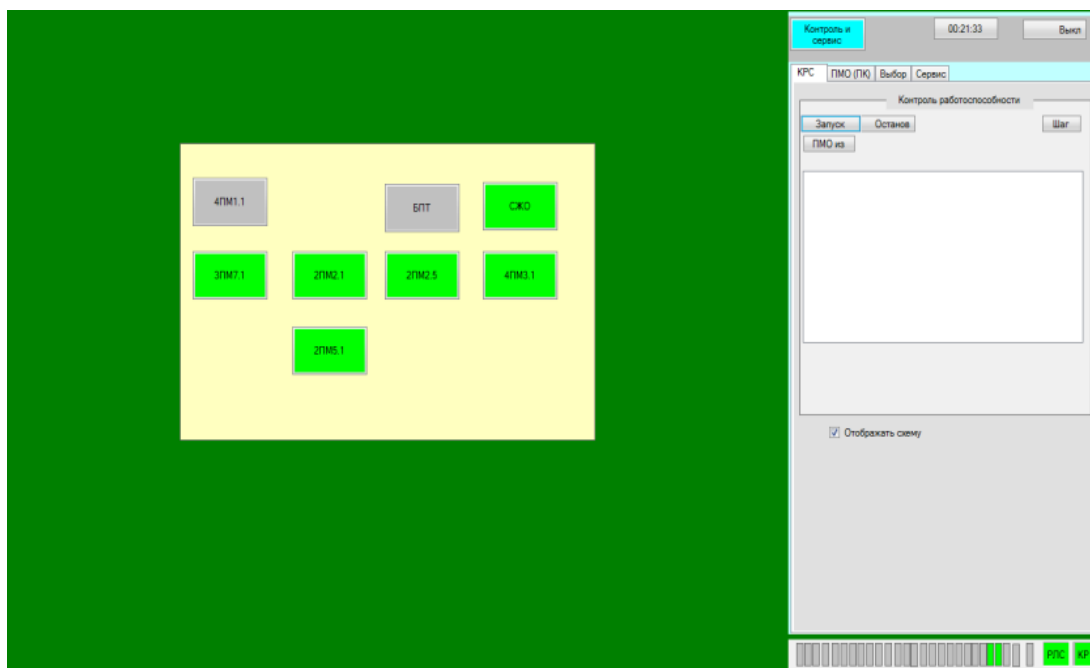
Hình 6. Giải thuật cơ bản của hệ thống

b) Thiết kế giả lập màn hình hiển thị hệ thống radar

Màn hình hiển thị giả lập hệ thống radar dùng để hiển thị mục tiêu radar, trạng thái làm việc và điều khiển hệ thống làm việc.



Hình 7. Màn hình giả lập hệ thống radar ở chế độ làm việc



Hình 8. Màn hình giả lập hệ thống radar ở chế độ kiểm tra

Màn hình được thiết kế giao diện giống như màn hình radar thực tế, để giúp cho chiến sỹ Hải Quân luyện tập sát với thực tế giao diện cũng sử dụng ngôn ngữ Nga và được thể hiện trên **Hình 3**.

Màn hình hiển thị giả lập hệ thống radar được thiết kế gồm các phần cơ bản sau:

Chính giữa màn hình hiển thị giả lập hệ thống radar thiết kế màn hình hiển thị mục tiêu radar. Tại màn hình hiển thị giả lập hệ

thống sẽ lập trình giả lập hiển thị các loại mục tiêu radar, như các loại tàu thuyền, các phương tiện bay, các loại nhiễu trong radar..., tại đây cũng thiết kế lập trình giả lập lưới đo cự ly và phương vị cố định để người sử dụng xác định nhanh tọa độ của mục tiêu radar.

Bên phải màn hình hiển thị giả lập hệ thống radar thiết kế lập trình giả lập các pannel điều khiển hệ thống radar và pannel chỉ thị tham số của mục tiêu radar có chức năng và tính chất giống như hệ thống radar trên thực tế.

Phía trên màn hình hiển thị giả lập hệ thống radar thiết kế lập trình giả lập pannel hiển thị trạng thái làm việc của các thiết bị trong hệ thống radar.

c) Thiết kế màn hình giả lập hệ thống radar ở chế độ kiểm tra

Màn hình giả lập hệ thống radar ở chế độ kiểm tra dùng để giả lập quy trình kiểm tra của hệ thống radar thật và được thể hiện trên **Hình 8**. Màn hình được thiết kế lập trình gồm 2 phần, có giao diện, quy trình và chức

năng được hiển thị giống hệ thống radar thật. Phần bên phải lập trình giả lập pannel mô phỏng quá trình kiểm tra thiết bị trong hệ thống radar, phần bên trái lập trình giả lập các pannel điều khiển quy trình kiểm tra các thiết bị trong hệ thống radar.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày thiết kế chế tạo giả lập hệ thống radar giám sát biển trang bị trên các tàu chiến đấu. Hệ thống giả lập radar giám sát biển phục vụ chiến sỹ Hải Quân luyện tập trong các tình huống chiến đấu giống hệ thống radar thật, giúp chiến sỹ làm quen, nắm bắt từ đó nhanh chóng làm chủ hệ thống radar thật trang bị trên các tàu chiến của Hải Quân. Kết quả thử nghiệm của hệ thống trình bày trong bài báo này mở ra hướng thiết kế hệ thống giả lập cho nhiều loại vũ khí khí tài khác của Hải Quân. Những hệ thống này là phương tiện luyện tập hiệu quả cho chiến sỹ Hải Quân nhanh chóng nắm bắt làm chủ vũ khí khí tài hiện đại, giúp đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ bảo vệ Tổ Quốc trong tình hình mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thanh Hùng, *Nguyên lý Radar*, NXB Học viện Hải quân, 2011
- [2] Frank E. Sloan, Gilbert J. Cote., *Radar Principles*, Naval Education and Training, 1998
- [3] Online: www.radartutorial.eu
- [4] Peyton Z. Peebles, *Radar Principles*, New Work, John Wiley & Sons, 1998
- [5] Merril I. Skolic, *Radar Handbook*, Second Edition, Mc, Graw-Hill, 1990
- [6] Nguyễn Đức Luyện, Ngô Văn Bắc, Vũ Hồng Thanh, *Nguyên lý radar*, NXB Học viện Kỹ thuật Quân sự, 2000.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết

ThS. Nguyễn Trường Giang

Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Email: 12140014@hcmut.edu.vn