



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ  
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)   
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ  
1-0052824  
(51)<sup>2022.01</sup> G01S 13/28; G01S 7/288; G01S 7/52; (13) B  
G01S 13/52

---

(21) 1-2023-06883 (22) 03/10/2023  
(45) 27/10/2025 451 (43) 25/01/2024 430A  
(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỆN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)  
Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà  
Nội.  
(72) NGUYỄN NHƯ THÀNH (VN); NGUYỄN ĐÌNH KHUÊ (VN); NGUYỄN MẠNH  
TUẤN (VN); LÊ XUÂN THÀNH (VN); NGUYỄN HỒNG VIỆT (VN).  
(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

---

(54) PHƯƠNG PHÁP LỌC MỤC TIÊU GIẢ DO BÚP SÓNG BÊN NÉN XUNG CHO  
MÃ ĐIỀU CHẾ ĐA PHA P3

(21) 1-2023-06883

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung thực hiện tính toán ngưỡng lọc mục tiêu nhằm phân biệt và lọc bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung, ứng dụng trong hệ thống xử lý tín hiệu đài ra-đa xung với tín hiệu phát và thu sử dụng mã điều chế đa pha P3; ppháp tận dụng đặc tính đầu ra nén xung của mã P3; cụ thể, vị trí búp sóng bên nằm đối xứng về hai phía của búp sóng chính và cách búp sóng chính một khoảng gần tương đương với độ rộng xung của tín hiệu phát, về phía hai bên của búp sóng chính; với mỗi độ rộng xung tín hiệu, khoảng cách này là cố định và có thể xác định trước; kết quả thực nghiệm trên đài ra-đa đã cho thấy hiệu quả của phương pháp được đề xuất có thể lọc hoàn toàn mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung.



Hình 1

### Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thực hiện bộ lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung cho mã điều chế đa pha P3. Cụ thể, phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung được ứng dụng trong các đài ra-đa xung sử dụng kỹ thuật nén xung với tín hiệu phát và thu sử dụng mã điều chế đa pha P3.

### Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung được sử dụng trong các đài ra-đa xung sử dụng kỹ thuật nén xung với tín hiệu phát và thu sử dụng mã điều chế đa pha P3 (P3 Polyphase Coded Waveform) để loại bỏ các mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung, từ đó làm giảm xác suất báo động lầm, đồng thời có thể thay thế phương pháp truyền thống sử dụng các hàm cửa sổ khi nén xung.

Trong hệ thống đài ra-đa xung, kênh phát của đài thực hiện phát các xung tín hiệu công suất lớn có độ rộng xung  $\tau$ , với chu kỳ lặp xung  $T$  ( $\tau < T$ ). Kênh thu của đài thực hiện thu các tín hiệu phản xạ từ các mục tiêu trong không gian và hệ thống xử lý tín hiệu sẽ xử lý tín hiệu thu về để đưa ra thông tin của mục tiêu. Trong hệ thống xử lý tín hiệu đài ra-đa xung, tín hiệu thu về sau khi qua các bộ lọc tín hiệu và được số hóa sẽ đi qua khối nén xung, khối tích lũy chùm xung và khối phát hiện mục tiêu. Trong đó, tín hiệu sau khi đi qua khối nén xung, công suất của tín hiệu sẽ tập chung ở búp sóng chính, là vị trí của mục tiêu so với đài ra-đa, làm tăng tỉ số tín trên tạp của tín hiệu tại vị trí này. Tuy nhiên, một hệ quả của xử lý nén xung là công suất cũng tăng lên ở búp sóng bên, là những vị trí xung quanh búp sóng chính của tín hiệu. Khi mục tiêu có công suất phản xạ về đủ lớn thì ngoài công suất tập chung ở búp sóng chính, công suất ở những búp sóng bên cũng có thể tăng lên đủ lớn, tỉ số tín trên tạp cũng tăng lên và do đó có thể gây ra báo động lầm ở những vị trí này. Phương pháp truyền thống được sử dụng rộng rãi để loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung là sử dụng một hàm cửa sổ nhân với tín hiệu khi thực hiện xử lý nén xung. Phương pháp này làm giảm công suất của búp sóng bên, do đó có thể loại bỏ được mục tiêu giả, tuy nhiên nó cũng làm giảm công suất của tín hiệu ở búp sóng chính và làm tăng độ rộng của búp sóng chính, do đó cũng có thể làm giảm khả năng phát hiện của đài ra-đa. Đề xuất phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung trong sáng chế này áp dụng cho loại mã điều chế đa pha P3. Phương pháp dựa trên đặc tính đầu ra sau nén xung về khoảng cách giữa búp sóng chính và búp sóng bên của mã P3 để tính toán ngưỡng phân loại mục tiêu. Tại mỗi vị trí, công suất của tín hiệu thu về sau nén xung sẽ so sánh với ngưỡng phân loại mục tiêu. Nếu công suất tín hiệu nhỏ hơn

ngưỡng thì phân loại tại đó là vị trí búp sóng bên và lọc bỏ mục tiêu ở vị trí này. Ngược lại nếu công suất tín hiệu lớn hơn ngưỡng thì phân loại tại đó có thể là vị trí búp sóng chính và tiếp tục đưa qua khối phát hiện mục tiêu để xác định đầu ra phát hiện mục tiêu cuối cùng. Phương pháp đề xuất có khả năng loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung, do đó làm giảm xác suất báo động lầm của đài ra-đa, đồng thời không làm tăng độ rộng búp sóng chính và không làm giảm tỉ số tín trên tạp của tín hiệu nên đảm bảo được độ phân giải và khả năng phát hiện mục tiêu của đài ra-đa tốt hơn so với phương pháp truyền thống.

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

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tính toán ngưỡng phân loại mục tiêu nằm ở vị trí búp sóng chính hay búp sóng bên nén xung, ứng dụng trong hệ thống xử lý tín hiệu đài ra-đa xung với tín hiệu phát và thu sử dụng mã điều chế đa pha P3. Việc phân loại nhằm loại bỏ các mục tiêu nằm ở vị trí búp sóng bên nén xung để giảm xác suất báo động lầm của đài ra-đa. Để đạt được hiệu quả này, phương pháp đề xuất tận dụng đặc tính về vị trí của búp sóng chính và búp sóng bên sau nén xung của mã P3. Cụ thể, vị trí búp sóng bên nằm đối xứng về hai phía của búp sóng chính và cách búp sóng chính một khoảng gần tương đương với độ rộng xung của tín hiệu phát. Với mỗi độ rộng xung tín hiệu, khoảng cách này là cố định và có thể xác định trước. Dựa vào đặc tính này, phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung áp dụng cho mã điều chế đa pha P3 đề xuất các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: lấy thông tin của tín hiệu đầu vào xử lý, bao gồm công suất của tín hiệu và độ rộng xung của tín hiệu phát
- Bước 2: xác định đặc tính khoảng cách giữa búp sóng chính và búp sóng bên tương ứng với độ rộng xung phát
- Bước 3: tại mỗi ô cự ly của tín hiệu, tính toán ngưỡng phân loại mục tiêu
- Bước 4: so sánh công suất tại ô cự ly đang xét với ngưỡng phân loại mục tiêu và đưa ra đầu ra trong hai trường hợp:
  - Trường hợp công suất nhỏ hơn ngưỡng: xác định đây là vị trí công suất búp sóng bên, lọc bỏ mục tiêu tại vị trí này
  - Trường hợp công suất lớn hơn ngưỡng: xác định đây có thể là vị trí búp sóng chính của mục tiêu, tiếp tục tính toán và so sánh với ngưỡng phát hiện mục tiêu để xác định đầu ra cuối cùng là có mục tiêu ở vị trí này hay không.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1. Mô tả thành phần chính hệ thống ra-đa xung sử dụng phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu búp sóng bên

Hình 2. Mô tả tín hiệu mã điều chế đa pha P3 có băng thông  $B = 2\text{MHz}$  và độ dài xung trích mẫu  $N = 100$ .

Hình 3. Mô tả tương quan vị trí giữa búp sóng chính và búp sóng bên của đầu ra nén xung mã điều chế đa pha P3 có băng thông  $B = 2\text{MHz}$  và độ dài xung trích mẫu  $N = 100$ .

Hình 4. Mô tả vị trí tương quan giữa búp sóng chính và búp sóng bên của đầu ra nén xung mã điều chế đa pha P3 với độ dài xung trích mẫu khác nhau

Hình 5. Mô tả quy trình tính ngưỡng phân loại mục tiêu

Hình 6. Kết quả thực tế bắt mục tiêu trước và sau khi áp dụng phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung

Hình 7. Kết quả thực tế đặt ngưỡng xác định mục tiêu

### Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung được sử dụng trong các đài ra-đa xung sử dụng kỹ thuật nén xung với tín hiệu thu và phát sử dụng mã điều chế đa pha P3 để loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung, từ đó làm giảm xác suất báo động lầm, đồng thời có thể thay thế phương pháp truyền thống để đảm bảo độ phân giải và khả năng phát hiện mục tiêu của đài ra-đa. Tham chiếu Hình 1 là mô tả tổng quan về hệ thống thành phần của đài ra-đa ứng dụng phương pháp được đề xuất trong sáng chế này. Hệ thống bao gồm các thành phần chính:

- Hệ thống kênh phát: thực hiện phát các xung tín hiệu công suất lớn, có độ rộng xung  $\tau$  theo chu kỳ lặp  $T$ , thông qua ăng-ten để lan truyền sóng điện từ ra ngoài không gian
- Hệ thống kênh thu: thực hiện thu tín hiệu phản xạ của các mục tiêu trong không gian. Tín hiệu thu về được đưa qua các bộ lọc tín hiệu và bộ khuếch đại tín hiệu.
- Hệ thống xử lý tín hiệu: thực hiện xử lý tín hiệu thu về để đưa ra thông tin của mục tiêu (vị trí, vận tốc, công suất tín hiệu mục tiêu,...). Các khối chức năng của hệ thống xử lý tín hiệu bao gồm:
  - Khối số hóa tín hiệu: thực hiện chuyển tín hiệu từ dạng tương tự sang dạng số. Với mã điều chế đa pha P3, tín hiệu số hóa đến trước khối nén xung có tần số lấy mẫu bằng với băng thông của tín hiệu phát.
  - Khối nén xung: thực hiện phép tính tương quan giữa tín hiệu thu và tín hiệu phát để xử lý nén xung tín hiệu thu trên miền thời gian để có thể đưa ra thông tin về vị trí của mục tiêu.
  - Khối tích lũy chùm xung: thực hiện tích lũy tín hiệu thu về theo chùm xung. Một chùm  $N_{pulse}$  xung ( $N_{pulse} > 1$ ) có tương quan về pha được thực

hiện biến đổi Fourier rời rạc DFT (Discrete Fourier Transform) để phân tích tín hiệu trên miền tần số từ đó có thể đưa ra thông tin về vận tốc mục tiêu.

- Khối đặt ngưỡng xác định mục tiêu: thực hiện tính toán ngưỡng công suất để xác định mục tiêu. Khối này thực hiện hai bộ lọc đặt ngưỡng: bộ lọc đặt ngưỡng để phân loại và lọc bỏ mục tiêu ở vị trí búp sóng bên và bộ lọc đặt ngưỡng ổn định xác suất báo động lầm – CFAR (Constant False Alarm Rate) để phát hiện mục tiêu.

Mã điều chế đa pha P3 sử dụng trong hệ thống đài ra-đa được áp dụng phương pháp đề xuất trong sáng chế này, có phương trình biểu diễn tín hiệu như sau:

$$x(t) = Ae^{j(2\pi f_c t + \phi_n)}, 0 \leq t < \tau$$

Trong đó,  $A$  là biên độ tín hiệu,  $f_c$  là tần số sóng mang,  $\tau$  là độ rộng xung,  $\phi_n$  hàm điều chế pha.

Hàm điều chế pha  $\phi_n$  trong phương trình biểu diễn mã P3 về bản chất là chuỗi các giá trị trích mẫu pha của tín hiệu điều tần tuyến tính – LFM (Linear Frequency Modulation) trong thời gian bằng độ rộng xung. Xét tín hiệu mã LFM có băng thông tín hiệu là  $B$ , phương trình biểu diễn tín hiệu có dạng:

$$x_{LFM}(t) = Ae^{j\left(\pi \frac{B}{T} t^2\right)}, 0 \leq t < \tau$$

Trích mẫu pha của tín hiệu LFM với tần số trích mẫu bằng với băng thông của tín hiệu, chuỗi giá trị điều chế pha của mã P3 được biểu diễn như sau:

$$\begin{aligned} \phi_n &= \pi \frac{B}{T} \left(n \times \frac{1}{B}\right)^2 \\ &= \frac{\pi}{N} n^2, \quad n = 0, 1, \dots, (N-1) \end{aligned}$$

Trong đó,  $N = B\tau$  là độ dài xung trích mẫu.

Tham chiếu Hình 2 mô tả điều chế kênh I (phần thực) và kênh Q (phần ảo) của tín hiệu mã P3 có băng thông tín hiệu  $B = 2\text{MHz}$  và  $N = 100$ .

Đối với mã điều chế pha P3, đầu ra sau nén xung của tín hiệu có một số đặc tính của búp sóng bên như sau:

- Búp sóng bên xuất hiện đối xứng hai bên vị trí của búp sóng chính. Vị trí của búp sóng bên có công suất lớn nhất cách vị trí của búp sóng chính một khoảng gần tương đương với. Tham chiếu Hình 3 mô tả vị trí búp sóng chính và búp sóng bên nén xung của mã điều chế đa pha P3.
- Đối với mỗi độ dài xung trích mẫu, khoảng cách từ búp sóng chính đến búp sóng phụ là cố định và có thể xác định trước được. Tham chiếu Hình 4 mô tả vị trí búp

sóng chính và búp sóng bên nén xung của mã điều chế đa pha P3 với các độ dài xung trích mẫu khác nhau.

- Khi độ dài xung trích mẫu tăng thì tỉ số đỉnh búp sóng phụ lớn nhất so với búp sóng chính PSL (Peak sidelobe level) giảm.

Dựa vào đặc tính về khoảng cách giữa búp sóng chính và búp sóng bên này, phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung cho mã điều chế đa pha P3 đề xuất các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: lấy thông tin của tín hiệu đầu vào xử lý, bao gồm công suất của tín hiệu và độ rộng xung của tín hiệu phát.
- Bước 2: xác định đặc tính khoảng cách giữa búp sóng chính và búp sóng bên tương ứng với độ rộng xung phát.

Ứng với mỗi độ dài xung trích mẫu  $N$ , khoảng cách  $K$  điểm lấy mẫu giữa búp sóng chính và búp sóng phụ của đầu ra nén xung mã P3 là cố định. Giá trị này có thể xác định qua mô phỏng với mỗi độ rộng xung khác nhau và lưu thành một bảng tra tương ứng.

- Bước 3: tại mỗi ô cụ ly của tín hiệu, tính toán ngưỡng phân loại mục tiêu

Ngưỡng phân loại mục tiêu được tính bằng trung bình công suất của các ô cụ ly trong một vùng cửa sổ nằm ở hai phía (trái và phải) ô cụ ly đang xét và cách vị trí của ô cụ ly đang xét một khoảng bằng  $K$  điểm lấy mẫu. Công thức tính ngưỡng phân loại mục tiêu được tính toán như sau:

$$P_{ngưỡng} = \frac{1}{2} \left( \frac{\sum_{i=1}^W P_{Li}}{W} + \frac{\sum_{i=1}^W P_{Ri}}{W} \right)$$

Trong đó:

- $P_{Li}, P_{Ri}$  là công suất của các ô cụ ly trong vùng cửa sổ nằm về hai phía ô cụ ly đang xét và cách ô cụ ly đang xét một đoạn  $K$  điểm lấy mẫu
- $W$  là độ rộng vùng cửa sổ lấy ô cụ ly tính trung bình

Tham chiếu Hình 5 mô tả quy trình tính toán ngưỡng phân loại mục tiêu.

- Bước 4: so sánh công suất tại ô cụ ly đang xét với ngưỡng phân loại mục tiêu và đưa ra đầu ra trong hai trường hợp:
  - Trường hợp công suất nhỏ hơn ngưỡng: xác định đây là vị trí công suất búp sóng bên, lọc bỏ mục tiêu tại vị trí này
  - Trường hợp công suất lớn hơn ngưỡng: xác định đây có thể là vị trí búp sóng chính của mục tiêu, tiếp tục tính toán và so sánh với ngưỡng phát hiện mục tiêu để xác định đầu ra cuối cùng là có mục tiêu ở vị trí này hay không.

### Hiệu quả đạt được của sáng chế

Kết quả thực nghiệm trên đài ra-đa VRS-MRS cho thấy phương pháp mới này có thể loại bỏ được 100% các trường hợp xuất hiện mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung. Kết quả bắt mục tiêu và lọc bỏ mục tiêu giả trong thực tế minh họa ở Hình 6 và Hình 7.

Kết quả so sánh mức độ tổn hao tín hiệu ở búp sóng chính giữa phương pháp đề cập trong sáng chế so với một số hàm cửa sổ phổ biến được sử dụng trong phương pháp truyền thống:

| Phương pháp                        | Mức độ tổn hao công suất ở búp sóng chính | Độ suy giảm khả năng cự ly phát hiện |
|------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Lọc mục tiêu búp sóng bên nén xung | 0 dB                                      | 0%                                   |
| Nhân cửa sổ nén xung Hamming       | 2.7 dB                                    | 14.4%                                |
| Nhân cửa sổ nén xung Hamming       | 3 dB                                      | 15.8%                                |
| Nhân cửa sổ nén xung Chebyshev     | 3.2 dB                                    | 16.8%                                |
| Nhân cửa sổ nén xung Blackman      | 3.8 dB                                    | 19.6%                                |

Từ kết quả so sánh cho thấy phương án đề xuất có khả năng phát hiện mục tiêu tốt hơn so với các hàm cửa sổ khác nhau áp dụng cho phương pháp truyền thống nên phương án này có thể thực hiện trong thực tế để loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung và tăng khả năng phát hiện của đài ra-đa.



### Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung cho mã điều chế đa pha P3; thực hiện tính toán ngưỡng để phân loại và lọc bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung, ứng dụng trong hệ thống xử lý tín hiệu đài ra-đa xung với tín hiệu phát và thu sử dụng mã điều chế đa pha P3; phương pháp đề xuất tận dụng đặc tính về vị trí của búp sóng chính và búp sóng bên sau nén xung của mã P3; cụ thể đối với mã P3, đầu ra sau nén xung của tín hiệu có một số đặc tính của búp sóng bên như sau: búp sóng bên xuất hiện đối xứng hai bên vị trí của búp sóng chính; vị trí của búp bên có công suất lớn nhất cách vị trí của búp sóng chính một khoảng gần tương đương với độ rộng xung của tín hiệu xung phát; đối với mỗi độ dài xung trích mẫu, khoảng cách từ búp sóng chính đến búp sóng phụ là cố định và có thể xác định trước; khi độ dài xung trích mẫu tăng thì tỉ số đỉnh búp sóng phụ lớn nhất so với búp sóng chính PSL (Peak sidelobe level) giảm;

dựa vào đặc tính về khoảng cách giữa búp sóng chính và búp sóng bên, phương pháp lọc loại bỏ mục tiêu giả do búp sóng bên nén xung cho mã điều chế đa pha P3 xác định đặc tính khoảng cách giữa búp sóng chính và búp sóng bên tương ứng với độ rộng xung phát; đề xuất các bước thực hiện như sau:

bước 1: lấy thông tin của tín hiệu đầu vào xử lý, bao gồm công suất của tín hiệu và độ rộng xung của tín hiệu phát;

bước 2: ứng với mỗi độ dài xung trích mẫu  $N$  của mã P3, khoảng cách  $K$  điểm lấy mẫu giữa búp sóng chính và búp sóng phụ của đầu ra nén xung mã P3 là cố định; giá trị này có thể xác định qua mô phỏng với mỗi độ rộng xung khác nhau và lưu thành một bảng tra tương ứng;

bước 3: tại mỗi ô cự ly của tín hiệu, tính toán ngưỡng phân loại mục tiêu ngưỡng phân loại mục tiêu được tính bằng trung bình công suất của các ô cự ly trong một vùng cửa sổ nằm ở hai phía (trái và phải) ô cự ly đang xét và cách vị trí của ô cự ly đang xét một khoảng bằng  $K$  điểm lấy mẫu; công thức tính ngưỡng phân loại mục tiêu được tính toán như sau:

$$P_{threshold} = \frac{1}{2} \left( \frac{\sum_{i=1}^W P_{Li}}{W} + \frac{\sum_{i=1}^W P_{Ri}}{W} \right)$$

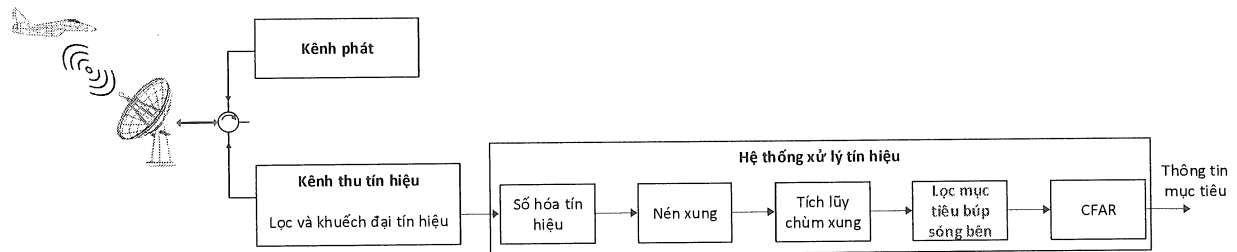
trong đó:

- $P_{Li}, P_{Ri}$  là công suất của các ô cự ly trong vùng cửa sổ nằm về hai phía ô cự ly đang xét và cách ô cự ly đang xét một đoạn  $K$  điểm lấy mẫu;
- $W$  là độ rộng vùng cửa sổ lấy ô cự ly tính trung bình;

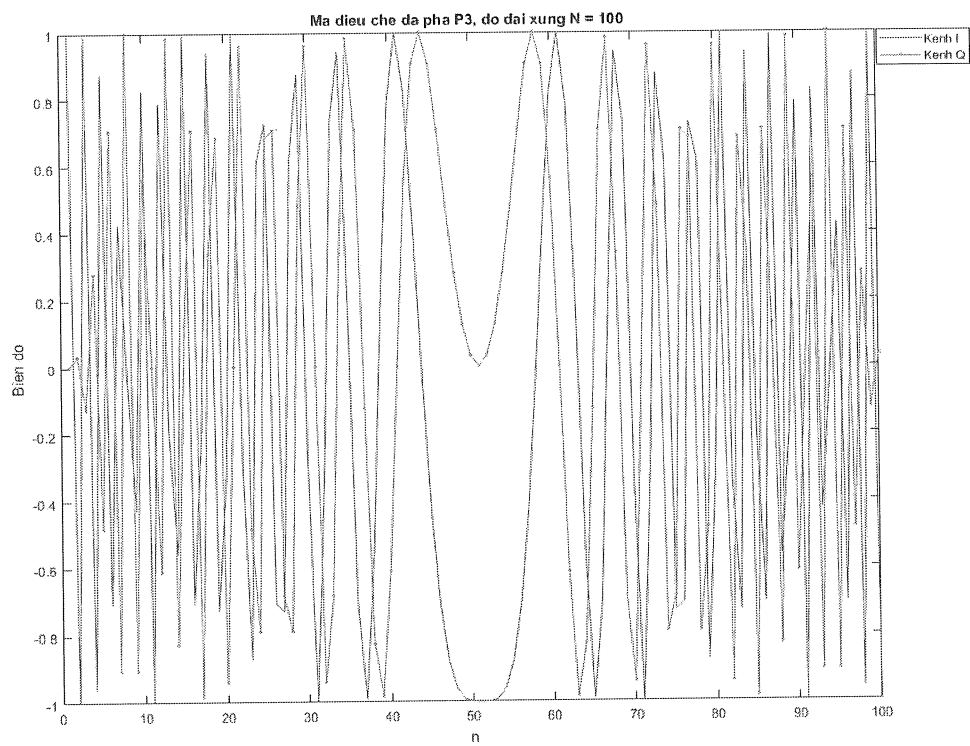
bước 4: so sánh công suất tại ô cự ly đang xét với ngưỡng phân loại mục tiêu và đưa ra đầu ra trong hai trường hợp:

- trường hợp công suất nhỏ hơn ngưỡng: xác định đây là vị trí công suất búp sóng bên, lọc bỏ mục tiêu tại vị trí này;
- trường hợp công suất lớn hơn ngưỡng: xác định đây có thể là vị trí búp sóng chính của mục tiêu, tiếp tục tính toán và so sánh với ngưỡng phát hiện mục tiêu để xác định đầu ra cuối cùng là có mục tiêu ở vị trí này hay không.

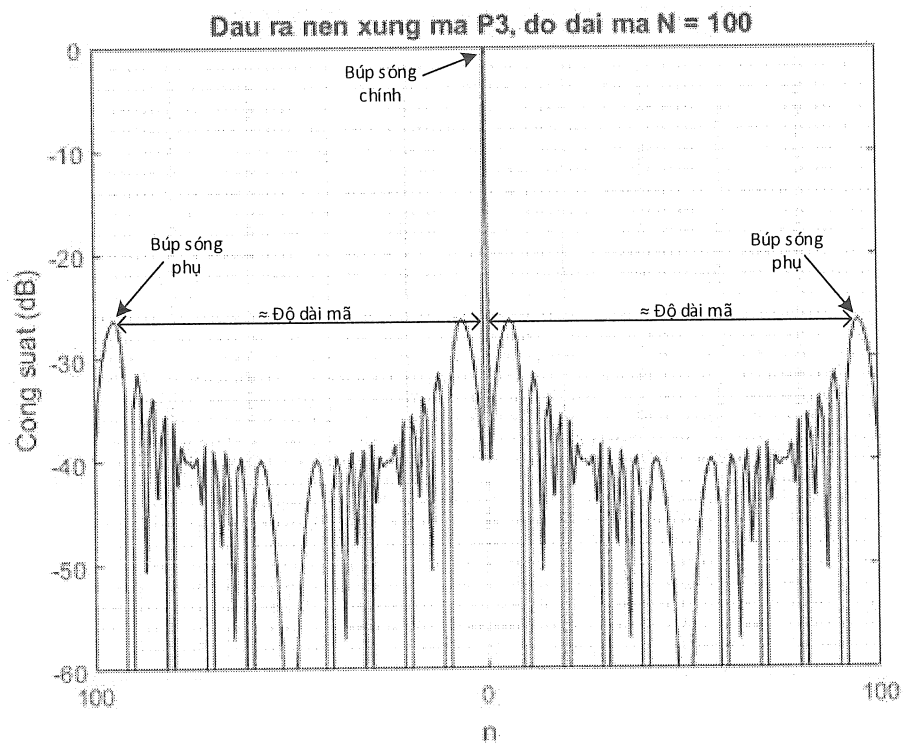
Hình vẽ



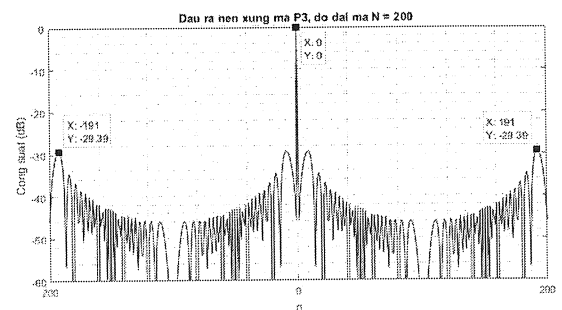
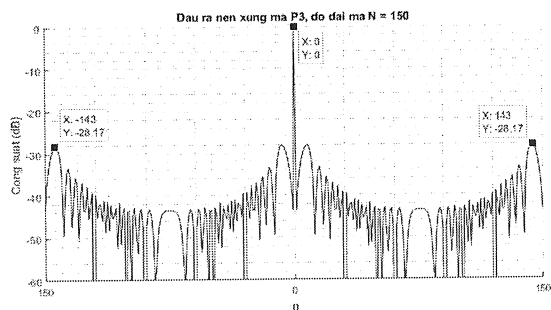
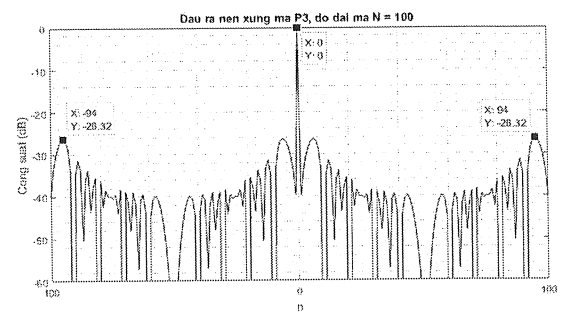
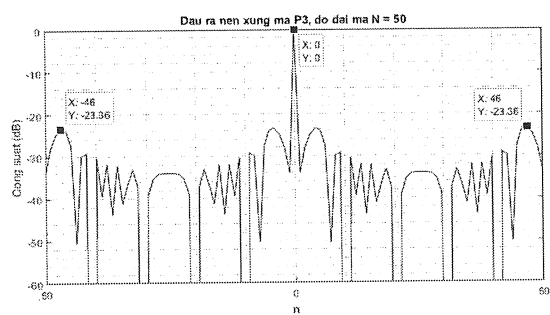
Hình 1



Hình 2



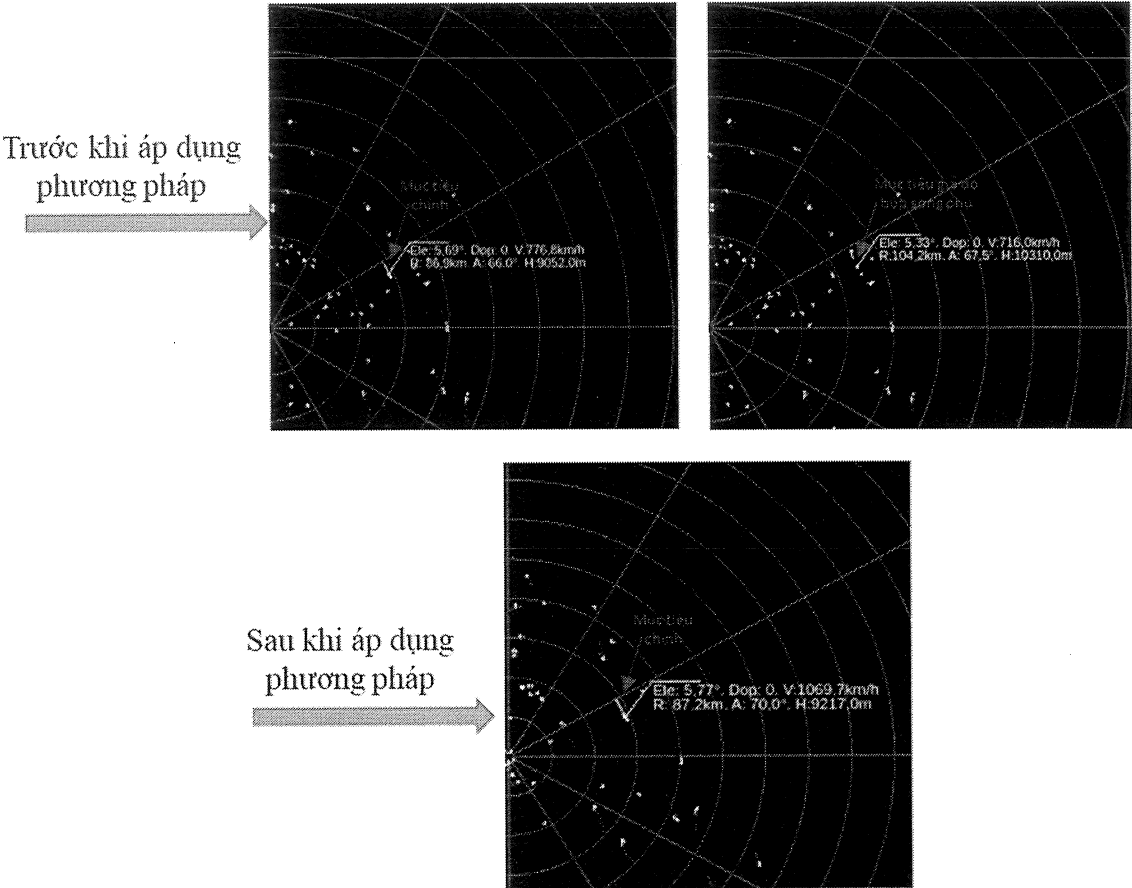
Hình 3



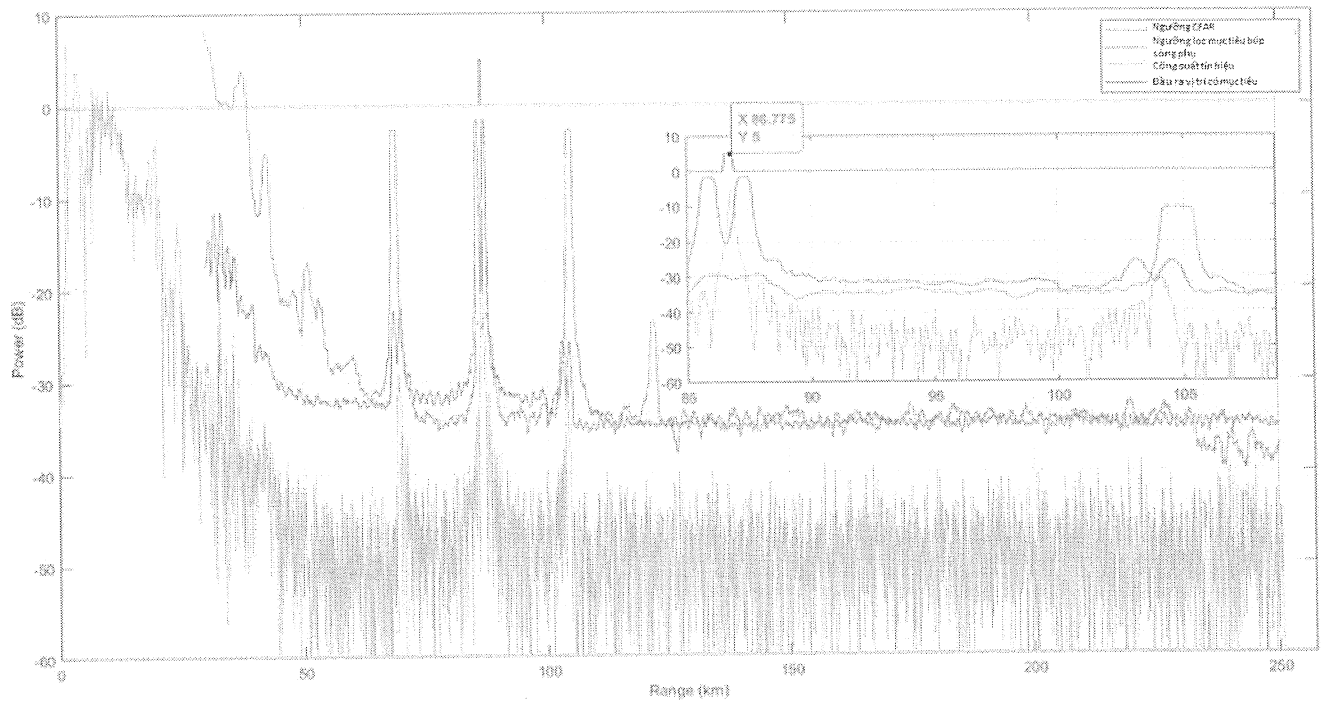
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7