



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0027395

(51)⁷ G01R 23/16

(13) B

(21) 1-2018-04546

(22) 12/10/2018

(45) 25/02/2021 395

(43) 25/12/2018 369A

(73) CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN THÔNG TIN M1 (VN)

Thôn Ngãi Cầu, xã An Khánh, huyện Hoài Đức, thành phố Hà Nội

(72) PHẠM VĂN PHÚ (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ HIỂN THỊ PHỔ BĂNG RỘNG THỜI GIAN THỰC ĐA ĐỘ PHÂN GIẢI DỰA TRÊN NỀN TẢNG CÔNG NGHỆ VÔ TUYẾN ĐỊNH NGHĨA BẰNG PHẦN MỀM (SDR)

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm (SDR) sử dụng các bộ trộn và bộ lọc số thích nghi dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu của tín hiệu, thực hiện biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall. Phương pháp bao gồm các bước: bước 1: dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu; bước 2: biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall; bước 3: hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển ma trận các mẫu quá khứ và hiện tại.

Bước 1: dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu

Bước 2: biến đổi Fourier nhanh (FFT) kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall

Bước 3: hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển ma trận các mẫu quá khứ và hiện tại

Lĩnh vực sử dụng sáng chế

Sáng chế đề cập đến phương pháp phân tích phổ tín hiệu thu được trong dải tần 30MHz -100MHz áp dụng cho lĩnh vực xử lý tín hiệu số, nhằm hiểu biết về các thông tin về biên độ, tần số, năng lượng dạng điều chế của tín hiệu trong thời gian ngắn mà không biết trước các đặc tính của tín hiệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phân tích phổ được xem là bước quan trọng khi xem xét mối tương quan giữa hai tín hiệu. Hiện nay, có hai phương án phân tích phổ tín hiệu, bao gồm: phân tích phổ trực tiếp từ tín hiệu trung tần tần số cao và phương pháp phân tích phổ FPGA (Field Programmable Gate Arrays - IC khả trình) thực hiện chuyển đổi số (Digital Down-Converter – DDC) sau đó thực hiện đẩy dữ liệu cho máy tính xử lý. Hai phương pháp hiện tại đều có những nhược điểm xuất phát từ đặc điểm vận hành. Cụ thể như sau:

Đối với phương pháp phân tích phổ trực tiếp từ tín hiệu trung tần không qua các khâu lọc, cụ thể cần thực hiện giảm mẫu loại bỏ đi các thành phần tín hiệu không mong muốn mà thực hiện tính một biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform - FFT). Do đó, phương pháp này có nhược điểm là cho độ nhạy thu không cao và phức tạp khi xử lý ngay tại tốc độ dữ liệu lớn. Đồng thời, phương pháp này đòi hỏi phải sử dụng các dòng chip tốc độ cao để xử lý, không tối ưu về giá thành.

Đối với phương pháp phân tích phổ FPGA thực hiện trộn, chuyển tần số trung tần về băng tần cơ sở và giảm mẫu sau đó thực hiện đẩy dữ liệu này cho máy tính xử lý biến đổi Fourier nhanh. Phương pháp này có nhược điểm là tính phụ thuộc máy tính, cấp đầu nối khi phát triển các sản phẩm yêu cầu cao về độ bền và tính cơ động. Mặt khác, phương pháp này cho tốc độ xử lý phân tích phổ không cao vì phần tính biến đổi Fourier nhanh được cho máy tính xử lý thay vì dùng phương pháp phân tích phổ FPGA chuyên dụng.

Để khắc phục các nhược điểm hiện có của hai phương pháp nêu trên, nhóm tác giả đề xuất một phương pháp phân tích và hiển thị bằng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR (vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm). Phương pháp này thực hiện lọc loại bỏ đi các thành phần tín hiệu không mong muốn, trộn, chuyển tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm mẫu và thực hiện tính biến đổi Fourier nhanh trên cùng một chip và thay đổi các độ phân giải khác nhau bằng phần mềm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp phân tích phổ tín hiệu thu được trong dải tần 30 MHz -100MHz áp dụng cho lĩnh vực xử lý tín hiệu số, nhằm hiểu biết về các thông tin về biên độ, tần số, năng lượng dạng điều chế của tín hiệu trong thời gian ngắn mà không biết trước các đặc tính của tín hiệu.

Để đạt được mục đích trên, sáng chế đề xuất phương pháp phân tích bằng cách sử dụng các bộ trộn và lọc số thích nghi có khả năng dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu của tín hiệu, sau đó mới thực hiện biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall (một dạng hàm cửa sổ dùng trong biến đổi Fourier) nhằm triệt tiêu hiện tượng rò tần số do các điểm lấy mẫu không nguyên gây ra.

Phương pháp được đề xuất bao gồm các bước: bước 1: chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu; bước 2: biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall; bước 3: hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển ma trận các mẫu quá khứ và hiện tại.

Phương pháp được đề xuất có khả năng ứng dụng rộng rãi và thích hợp với phần lớn thiết bị. Phương pháp cho kết quả tối ưu nhất khi sử dụng thiết kế mô phỏng dựa trên công cụ thiết kế mô phỏng Matlab-Simulink và được hiện thực hóa trên dòng chip ZynQ7000, cụ thể, phương pháp cho kết quả tối ưu về tài nguyên và tốc độ phân tích phổ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ sơ đồ tổng quát các bước thực hiện sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ sơ đồ tổng quát tương tác hệ thống trong quá trình thực hiện sáng chế;

Hình 3 là hình vẽ sơ đồ tổng quát thiết kế bộ chuyển đổi số;

Hình 4 là hình vẽ sơ đồ tổng quát thiết kế môđun biến đổi Fourier nhanh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả chi tiết phương pháp phân tích phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải thông qua các hình vẽ minh họa kèm theo.

Sáng chế đề xuất một phương pháp phân tích phổ tín hiệu thu được trong dải tần 30 MHz-100MHz áp dụng cho lĩnh vực kỹ thuật xử lý tín hiệu số, nhằm hiểu biết về các thông tin về biên độ, tần số, năng lượng, dạng điều chế của tín hiệu trong thời gian ngắn mà không biết trước các đặc tính của tín hiệu.

Bằng cách thiết kế các bộ trộn và bộ lọc số thích nghi có khả năng dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu của tín hiệu, sau đó mới thực hiện biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall nhằm triệt tiêu hiện tượng rò tần số do các điểm lấy mẫu không nguyên gây ra. Dữ liệu sau khi phân tích phổ hiển thị được đẩy ra màn hình hiển thị.

Phương pháp được đề xuất có khả năng ứng dụng rộng rãi và tương thích với phần lớn các cấu kiện điện tử. Tuy nhiên, phương pháp sẽ cho kết quả tốt nhất khi được hiện thực hóa trên dòng chip ZynQ7000, đồng thời được thiết kế mô phỏng dựa trên công cụ thiết kế, mô phỏng Matlab-Simulink, cho kết quả tối ưu về tài nguyên và tốc độ phân tích phổ.

Tham chiếu hình 1, các môđun xử lý tín hiệu chính với các bước thực hiện được mô tả cụ thể như sau:

Bước 1: dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu.

Tại bước này, thực hiện chuyển tần số trung tần về băng tần cơ sở và giảm tốc độ lấy mẫu.

Tại bước này, bộ chuyển đổi số sẽ thực hiện chức năng chuyển tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu.

Tham chiếu hình 3 thể hiện một cách tổng quát mô hình thiết kế bộ chuyển đổi số. Theo đó, bộ chuyển đổi số bao gồm: bộ cấu hình thay đổi băng thông quan sát (Config span); bộ tổng hợp tần số trực tiếp (Direct Digital Synthesizer - DDS), các khối băng thông quan sát Span, bộ lọc lược mẫu (CIC), khối điều khiển đóng ngắt (FIFO: First In First Out - vào trước ra trước), cụ thể:

- Bộ tổng hợp tần số trực tiếp: có khả năng lập trình thay đổi pha để tạo ra các sóng Sin, Cos với tần số trung tâm thay đổi phụ thuộc vào từng băng thông quan sát được nhân với tín hiệu sau khi lấy mẫu dưới tạo ra các thành phần tổng và hiệu. Bộ tổng hợp tần số trực tiếp có chức năng tạo ra các thành phần Sin, Cos với tần số theo công thức sau:

$$f_{out} = \frac{f_{clk} \cdot m}{2^N}$$

Trong đó:

f_{clk} : tần số xung nhịp (clock) hệ thống.

m : pha điều khiển tần số đầu vào.

N : số bit dành cho thanh ghi của bộ tích lũy pha.

Thông tin mang trên hai thành phần trực đồng pha (I) và vuông pha (Q) được đưa đồng thời tới các khối lọc giảm mẫu khác nhau.

- Các khối băng thông quan sát Span bao gồm: Span 10.24 (gồm hai bộ lọc giảm mẫu FIR - Finite Impulse), 20.48 (gồm hai bộ lọc giảm mẫu), 5.12 (gồm hai bộ

lọc giảm mẫu), để loại bỏ đi các thành phần tổng và một phần các hài do quá trình giảm mẫu sinh ra.

- Các phần băng thông quan sát Span nhỏ hơn 10,24MHz bao gồm bộ lọc lược mẫu (Cascaded Integrator Comb - CIC) và bộ lọc bù đáp tuyến tần số (Compensating Finite Impulse Response - CFIR) nhằm khắc phục các hạn chế về đáp tuyến tần số không phẳng trong dải thông do bộ lọc lược mẫu sinh ra.

Sau đó, các thành phần này được đưa tới bộ ghép kênh (Multiplexer - MUX) để lựa chọn ra băng thông quan sát mong muốn theo yêu cầu người dùng.

Bên cạnh đó, một tín hiệu cho phép được đưa tới khối điều khiển đóng ngắt bao gồm một bộ đếm, so sánh để lấy quyết định chắc chắn có tín hiệu ra bộ chuyển đổi số thì mới cho phép khối điều khiển đóng ngắt ghi.

- Bộ truyền cấu hình điều khiển (Config span) thay đổi các băng thông khác nhau, gồm các bộ lô-gic (xor), bộ ghép kênh (mux), bộ đếm để tạo khung cấu hình thiết lập lại tốc độ giảm mẫu lược mẫu.
- Ngưỡng báo tràn: gồm một bộ ghép kênh (mux) lựa chọn ít nhất hai chế độ thiết lập ngưỡng báo tràn cho khối điều khiển đóng ngắt tương ứng với số điểm tính biến đổi Fourier nhanh.

Tham chiếu hình 2, độ phân giải băng thông (Resolution Bandwidth - RBW) được cấu hình bằng sự kết hợp giữa cấu hình số điểm phép biến đổi Fourier nhanh, bộ tổng hợp tần số trực tiếp băng thông các bộ lọc giảm mẫu, bộ ghép kênh (mux) trong bộ chuyển đổi số, thay đổi ngưỡng báo tràn.

Bằng cách sử dụng những môđun đã mô tả trên, bộ chuyển đổi số tiến hành chuyển tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu để tiện cho việc xử lý thông tin. Cụ thể như sau:

Tín hiệu tương tự trung tần 140MHz, băng thông 20MHz lần lượt được đi qua mạch chuyển đổi tương tự ra số (Analog-to-digital Converter - ADC) và bộ lọc thông cao. Tại đây, tín hiệu được lấy mẫu dưới (tốc độ lấy mẫu lớn hơn hoặc bằng hai lần băng thông của tín hiệu) với tốc độ 81,92MHz. Bộ lọc thông cao nhằm loại bỏ các thành phần

tín hiệu ngoài dải 20MHz. Nhưng với tốc độ lấy mẫu 81.92MHz còn khá lớn cho việc xử lý thông tin.

Tín hiệu được đưa đến bộ chuyển đổi số, chuyển tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu.

Bộ tổng hợp tần số trực tiếp tạo ra các thành phần Sin, Cos tần số 23.84MHz trộn số với tín hiệu sau khi lấy mẫu dưới. Dữ liệu sau trộn với tần số được tạo ra từ bộ tổng hợp tần số trực tiếp được đưa qua các khối lọc giảm mẫu CIC (bộ lọc có đáp tuyến không phẳng nhưng lại cho tốc độ giảm mẫu lớn) và bộ lọc bù đáp tuyến không phẳng trong miền tần số (CFIR), và đồng thời các bộ lọc này có khả năng tùy chỉnh được bằng thông quan sát tương ứng với từng độ phân giải băng thông (RBW).

Kết thúc bước này là dữ liệu đầu ra đã được xử lý đưa về băng tần cơ sở bao gồm hai thành phần đồng pha (I) và vuông pha (Q) với tốc độ thấp.

Mỗi phần 16 bit được gộp lại thành một luồng 32 bit, sau đó đưa tới khối điều khiển đóng ngắt nhằm đồng bộ tốc độ dữ liệu giữa bộ chuyển đổi số (81.92MHz) và môđun biến đổi Fourier nhanh hoạt động ở tốc độ xung nhịp (Clock) cao hơn (125MHz).

Dữ liệu đầu ra tại bước này sẽ là dữ liệu đầu vào của bước thực hiện tiếp theo.

Bước 2: biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall.

Tại bước này, tiến hành biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall dựa trên môđun biến đổi Fourier nhanh.

Tham chiếu hình 4, thể hiện nội dung thiết kế môđun biến đổi Fourier nhanh (FFT), cụ thể như sau:

- Cấu hình FFT size: cấu hình số điểm biến đổi Fourier nhanh 4096 hoặc 2048 điểm.
- Cửa sổ Nuttall: Counter tạo địa chỉ truy cập các giá trị hàm cửa sổ, Rom chứa giá trị các hàm cửa sổ.

- Phổ biên độ (Amplitude Spectrum): tính toán phổ biên độ một phía và thực hiện biến đổi Lô-ga cơ số 10.
- Phổ dương (Positive Spectrum): lấy phổ một phía 2048/4096 – băng thông quan sát Span 20MHz, 1024/2048 – các băng thông quan sát Span còn lại.
- Biến đổi Fourier nhanh là thuật toán hiệu quả cho việc biến đổi hàm Fourier rời rạc từ miền thời gian sang miền tần số với số điểm tính toán 2^m (m là số nguyên dương).

Cụ thể, thuật toán phục vụ cho việc biến đổi hàm Fourier rời rạc từ miền thời gian sang miền tần số như sau:

+ Biểu diễn mẫu các tín hiệu rời rạc có dạng (chuẩn hóa chu kì lấy mẫu):

$$x(n), n = 0, \dots, N-1 \quad (1.1)$$

+ Biến đổi Fourier rời rạc các mẫu tín hiệu rời rạc theo công thức:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-jnk2\pi/N}; k = 0, \dots, N-1 \quad (1.2)$$

Trong đó: N là số điểm FFT.

Thuật toán biến đổi Fourier nhanh phân tích dữ liệu nhận được cung cấp giá trị cho khối tính toán phổ biên độ phổ năng lượng, đồng thời phải thực hiện phân tích trong thời gian ngắn nhằm đảm bảo không bị mất mát thông tin với các sự kiện nhảy tần nhanh.

Bên cạnh đó, thuật toán này cần phải có khả năng cấu hình được số điểm biến đổi Fourier nhanh, xử lý phân luồng thời gian (tại sườn dương của xung nhịp thực hiện tính xử lý hàm cửa sổ, và tại sườn âm của xung đồng hồ thực hiện tính biến đổi Fourier nhanh và phổ biên độ) nhằm phân tích các mục tiêu khó quan sát khi chúng chìm trong nền nhiễu, cụ thể:

Theo một phương án của sáng chế, bước này sẽ được thực hiện bằng cách sử dụng mô đun, thuật toán biến đổi Fourier nhanh nêu trên.

Tham chiếu hình 4, thể hiện nội dung thiết kế môđun biến đổi Fourier nhanh, dữ liệu thông qua bước biến đổi Fourier nhanh và hàm cửa sổ Nuttall, cụ thể như sau:

Sử dụng dữ liệu 32 bit nhận được từ khối điều khiển đóng ngắt từ bước 1. Dữ liệu này được tách hai thành phần đồng pha (I) và vuông pha (Q) mỗi phần 16 bit, được đưa qua hàm cửa sổ Nuttall với số điểm mẫu không lẻ với yêu cầu số mẫu nhỏ hơn hoặc bằng kích thước FFT do đó hạn chế hiện tượng rò tần số do các điểm lấy mẫu không nguyên gây ra.

Dữ liệu này đi qua:

- Khối phổ biên độ (Amplitude Spectrum) để tiến hành lấy phổ một phía 2048/4096 – băng thông quan sát Span 20MHz, 1024/2048 – các băng thông quan sát Span còn lại, và
- Khối phổ dương (Positive Spectrum) để tính toán phổ biên độ một phía và thực hiện biến đổi Lô-ga cơ số 10 theo công thức:

$$z = 10 * \log_{10} [2.(x^2 + y^2) / N^2] (\text{dB}) \quad (1.3)$$

Trong đó:

z: phổ biên độ theo đơn vị dBm;

x: trục thực;

y: trục ảo;

N: số điểm FFT.

Kết thúc bước này, thu được tín hiệu phổ năng lượng tín hiệu trên miền tần số. Dữ liệu đầu ra tại bước này sẽ là dữ liệu đầu vào của bước thực hiện tiếp theo.

Bước 3: hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển ma trận các mẫu quá khứ và hiện tại.

Việc hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển theo hàm mũ theo công thức:

$$S_t = \alpha.Y_t + (1 - \alpha).S_{t-1}; 0 < \alpha < 1$$

Trong đó:

- St: giá trị trung bình hiện tại.
- St-1: giá trị trung bình trước đó.
- $\alpha = 0.67$ (khảo sát thực tế phổ tín hiệu thu được).

Tính trung bình di chuyển giữa các mẫu phổ quá khứ và mẫu hiện tại nhận được từ bước 2 với một hệ số chọn trước (hệ số được lựa chọn bằng khảo sát thực tế tín hiệu thu được). Hệ số này sẽ quyết định phần trăm các mẫu tín hiệu quá khứ tác động đến việc tính trung bình mẫu tín hiệu hiện tại và tương lai.

Các mẫu trung bình đã tính làm cơ sở cho phép tính trung bình mẫu hiện tại, và quan hệ giữa chúng được biểu diễn qua một hàm e mũ. Điều này làm cho các mẫu quá khứ không hoàn toàn mất hẳn mà sẽ giảm dần theo quy luật hàm mũ ngược.

Việc tính trung bình các mẫu đã tạo thành một bộ lọc thay đổi theo sự biến thiên của mẫu các tín hiệu mà nó tính trung bình. Bộ lọc trung bình đã loại bỏ đi các thành phần biến đổi nhanh do đó làm giảm tạp âm ngẫu nhiên, với mắt lọc là các mẫu trung bình theo thời gian.

Sau khi kết thúc quá trình này thu được phổ năng lượng giảm tạp âm ngẫu nhiên. Dữ liệu sau khi phân tích phổ hiển thị được xuất ra màn hình hiển thị.

Tham chiếu hình 2, dữ liệu sau khi hoàn thành phân tích phổ được hiển thị ra màn hình hiển thị thông qua ngõ cắm dây cáp dẫn thích hợp. Việc hiển thị ra màn hình có thể tốt hơn nếu sử dụng ngõ cắm giao diện kỹ thuật số tốc độ cao (High-Definition Multimedia Interface - HDMI) hoàn toàn tương thích với máy vi tính, màn hình hiển thị và những thiết bị điện tử gia đình theo chuẩn giao tiếp hình ảnh kỹ thuật số.

Theo đó, phương pháp đề xuất có khả năng thích nghi và ứng dụng với đa số thiết bị trên thực tế.

Sáng chế đề xuất khác biệt ở chỗ, giải pháp được phát triển điều khiển bằng phần mềm với sự mềm dẻo, linh động dựa trên nền tảng công nghệ vô tuyến định nghĩa bằng phần mềm. Cụ thể, sáng chế xây dựng thiết kế lõi xử lý tín hiệu trên chip ZynQ7000 cho khả năng điều khiển cấu hình các độ phân giải khác nhau bằng phần mềm. Điều này cho phép phân tích phổ tín hiệu thời gian thực băng rộng lên tới 20.48MHz và 61.44MHz trong chế độ quét với nhiều độ phân giải khác nhau 10, 5, 2.5, 1.25 ...0.1563kHz cho độ nhạy tín hiệu thu phân tích được lên tới -120dBm, quan sát được phổ của các tín hiệu có trong thời gian 260 μs .

Các phần mô tả nêu trên chỉ là các phương án cụ thể của sáng chế, mà không dự định giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Bất kỳ sự sửa đổi hoặc sự thay thế dễ dàng được tìm ra bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng trong phạm vi kỹ thuật được bộc lộ theo sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế sẽ thuộc phạm vi bảo hộ của yêu cầu bảo hộ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR bao gồm các bước:

bước 1: dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu; cụ thể, sử dụng bộ chuyển đổi số và bộ trộn tần số để tạo ra các tần số mong muốn, và được đưa qua các khối lọc có khả năng tùy chỉnh được bằng thông quan sát tương ứng với từng độ phân giải;

bước 2: biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall; cụ thể tách dữ liệu nhận được từ khối điều khiển đóng ngắt được tách hai thành phần đồng pha (I) và vuông pha (Q) mỗi phần 16 bit và đưa qua hàm cửa sổ Nuttall;

bước 3: hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển ma trận các mẫu quá khứ và hiện tại; cụ thể tính trung bình di chuyển giữa các mẫu phổ quá khứ và mẫu hiện tại nhận được từ bước 2 với một hệ số chọn trước.

2. Phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR theo điểm 1, tại bước dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu:

sử dụng bộ tổng hợp tần số trực tiếp lập trình thay đổi pha để tạo ra các sóng Sin, Cos với tần số trung tâm thay đổi phụ thuộc vào từng băng thông quan sát được nhân với tín hiệu sau khi lấy mẫu dưới tạo ra các thành phần tổng và hiệu;

thông tin mang trên hai thành phần trực đồng pha (I) và vuông pha (Q) được đưa đồng thời tới các khối lọc giảm mẫu khác nhau: span 10.24 (gồm hai bộ lọc giảm mẫu FIR - finite impulse), 20.48 (gồm hai bộ lọc giảm mẫu), 5.12 (gồm hai bộ lọc giảm mẫu), để loại bỏ đi các thành phần tổng và một phần các hài do quá trình giảm mẫu sinh ra.

3. Phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR theo điểm 1 và điểm 2, tại bước dịch chuyển tần số tín hiệu từ miền tần số trung tần về băng tần cơ sở, giảm tốc độ lấy mẫu tín hiệu:

một tín hiệu cho phép được đưa tới khối điều khiển đóng ngắt: bao gồm một bộ đếm, so sánh để lấy quyết định chắc chắn có tín hiệu ra bộ chuyển đổi số thì mới cho phép khối điều khiển đóng ngắt ghi;

kết thúc bước này là dữ liệu đầu ra đã được xử lý đưa về băng tần cơ sở bao gồm hai thành phần đồng pha (I) và vuông pha (Q) với tốc độ thấp;

mỗi phần 16 bit được gộp lại thành một luồng 32 bit;

sau đó đưa tới khối điều khiển đóng ngắt nhằm đồng bộ tốc độ dữ liệu giữa phần chuyển đổi số (81.92MHz) và môđun biến đổi Fourier nhanh hoạt động ở tốc độ xung nhịp cao hơn (125MHz).

4. Phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR theo điểm 1, tại bước biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall:

dữ liệu 32 bit nhận được từ khối điều khiển đóng ngắt, được tách hai thành phần đồng pha (I) và vuông pha (Q) mỗi phần 16 bit;

dữ liệu này được đưa qua hàm cửa sổ Nuttall với số điểm mẫu không lẻ với yêu cầu số mẫu nhỏ hơn hoặc bằng kích thước FFT.

5. Phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR theo điểm 1 và điểm 5, tại bước biến đổi Fourier nhanh kết hợp với hàm cửa sổ Nuttall:

dữ liệu sau khi đi qua hàm cửa sổ Nuttall được đi qua khối phổ dương và khối phổ biên độ để tiến hành lấy phổ một phía 2048/4096 – Span 20MHz, 1024/2048 – các Span còn lại và;

tính toán phổ biên độ một phía và thực hiện biến đổi Lô-ga cơ số 10;

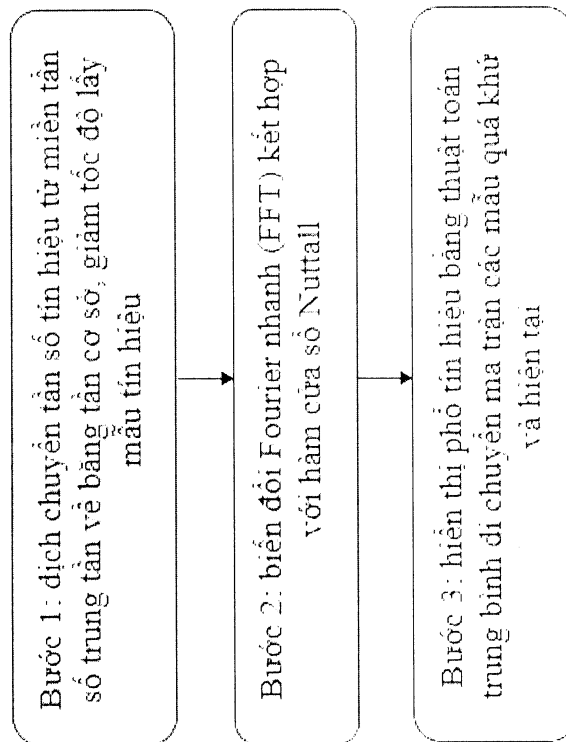
kết thúc bước này, thu được tín hiệu phổ năng lượng tín hiệu trên miền tần số.

6. Phương pháp phân tích và hiển thị phổ băng rộng thời gian thực đa độ phân giải dựa trên nền tảng công nghệ SDR theo điểm 1, tại bước hiển thị phổ tín hiệu bằng thuật toán trung bình di chuyển ma trận các mẫu quá khứ và hiện tại, trong đó:

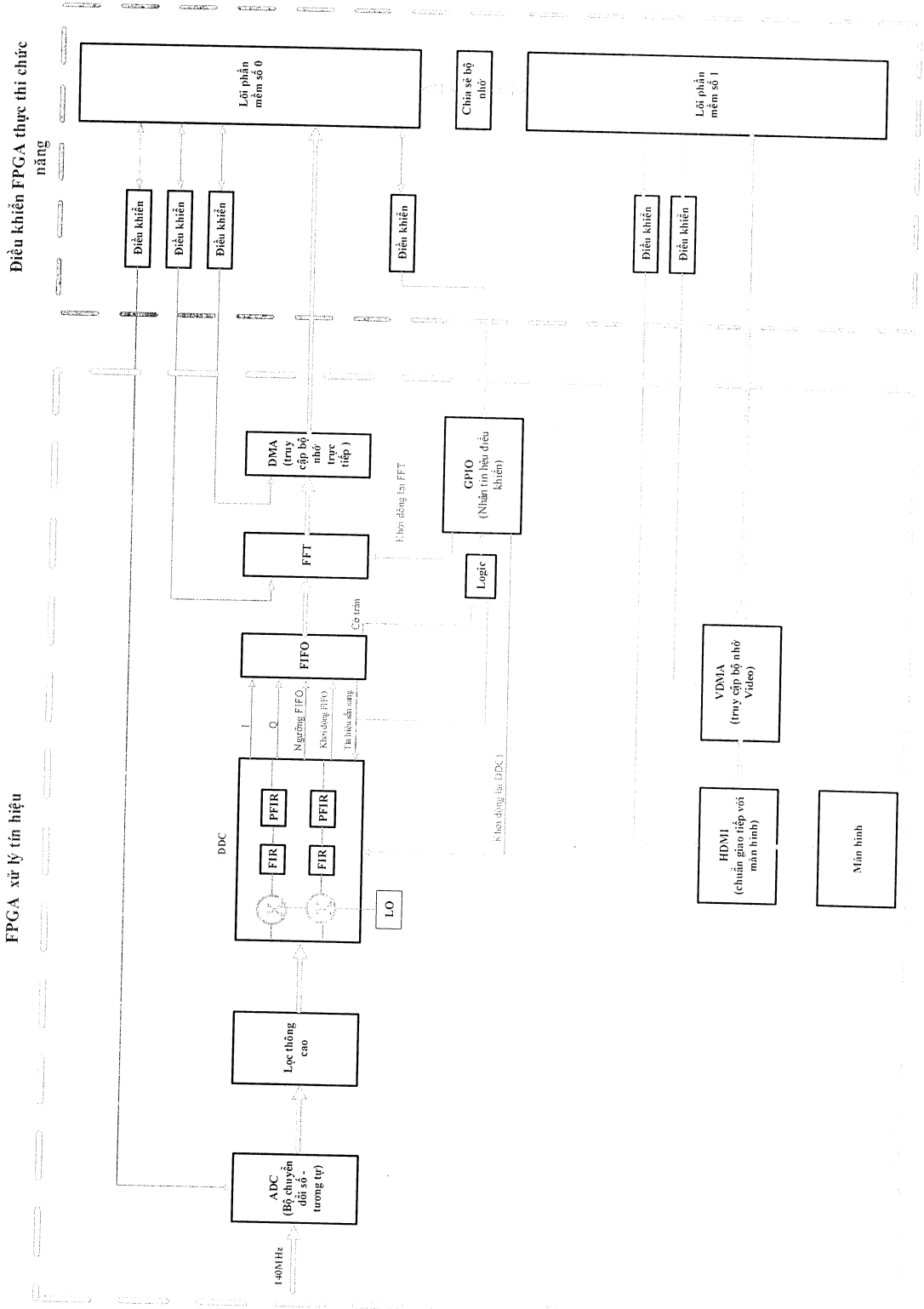
tính trung bình di chuyển giữa các mẫu phổ quá khứ và mẫu hiện tại nhận được từ bước 2 với một hệ số chọn trước (hệ số được lựa chọn bằng khảo sát thực tế tín hiệu thu được), hệ số này sẽ quyết định phần trăm các mẫu tín hiệu quá khứ tác động đến việc tính trung bình mẫu tín hiệu hiện tại và tương lai;

kết thúc quá trình này thu được phổ năng lượng giảm tạp âm ngẫu nhiên;

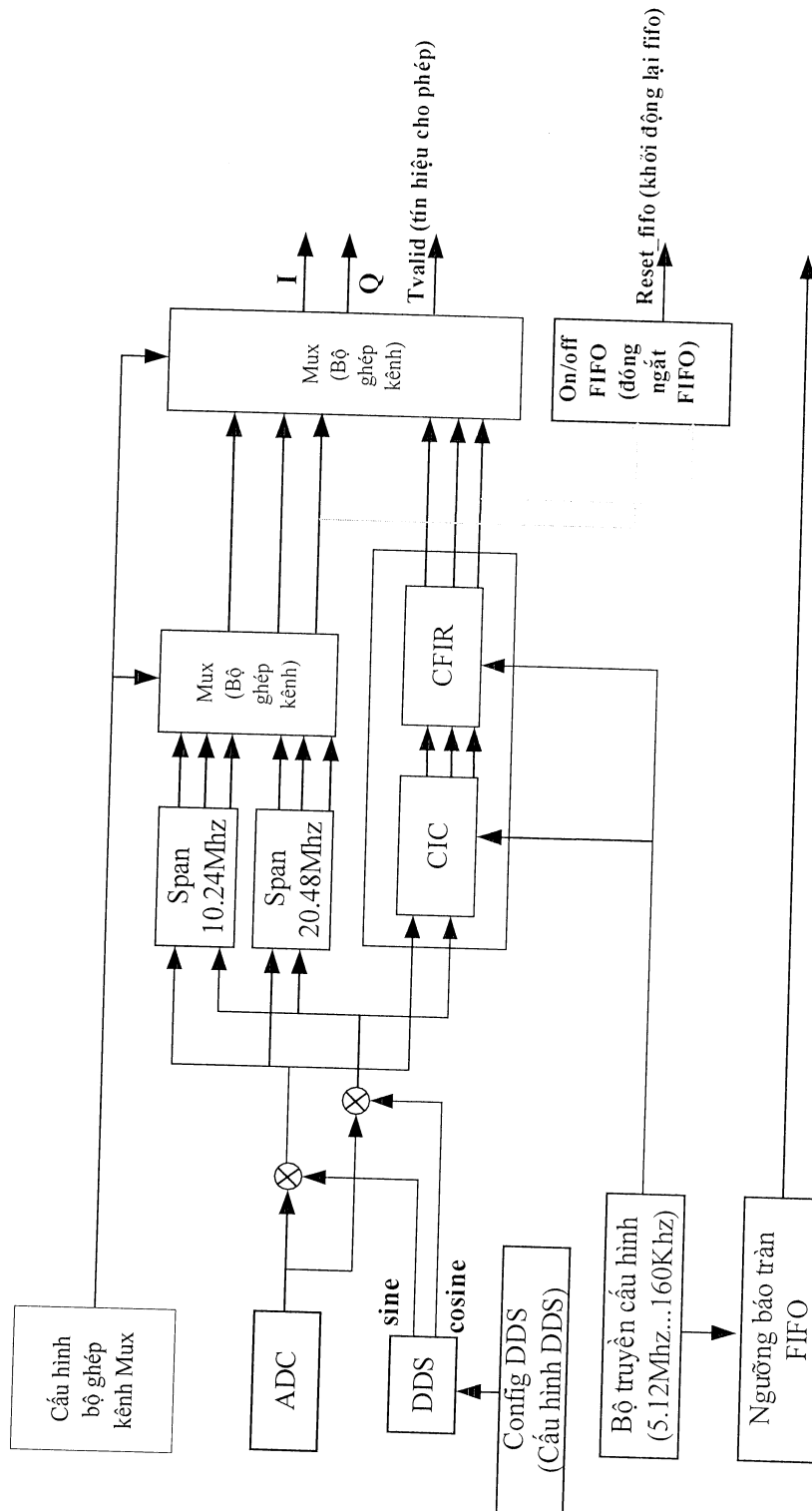
dữ liệu sau khi phân tích phổ hiển thị được xuất ra màn hình hiển thị thông qua ngõ cắm dây cáp dẫn thích hợp; tốt hơn nếu sử dụng ngõ cắm giao diện kỹ thuật số tốc độ cao (high-definition multimedia interface - HDMI).



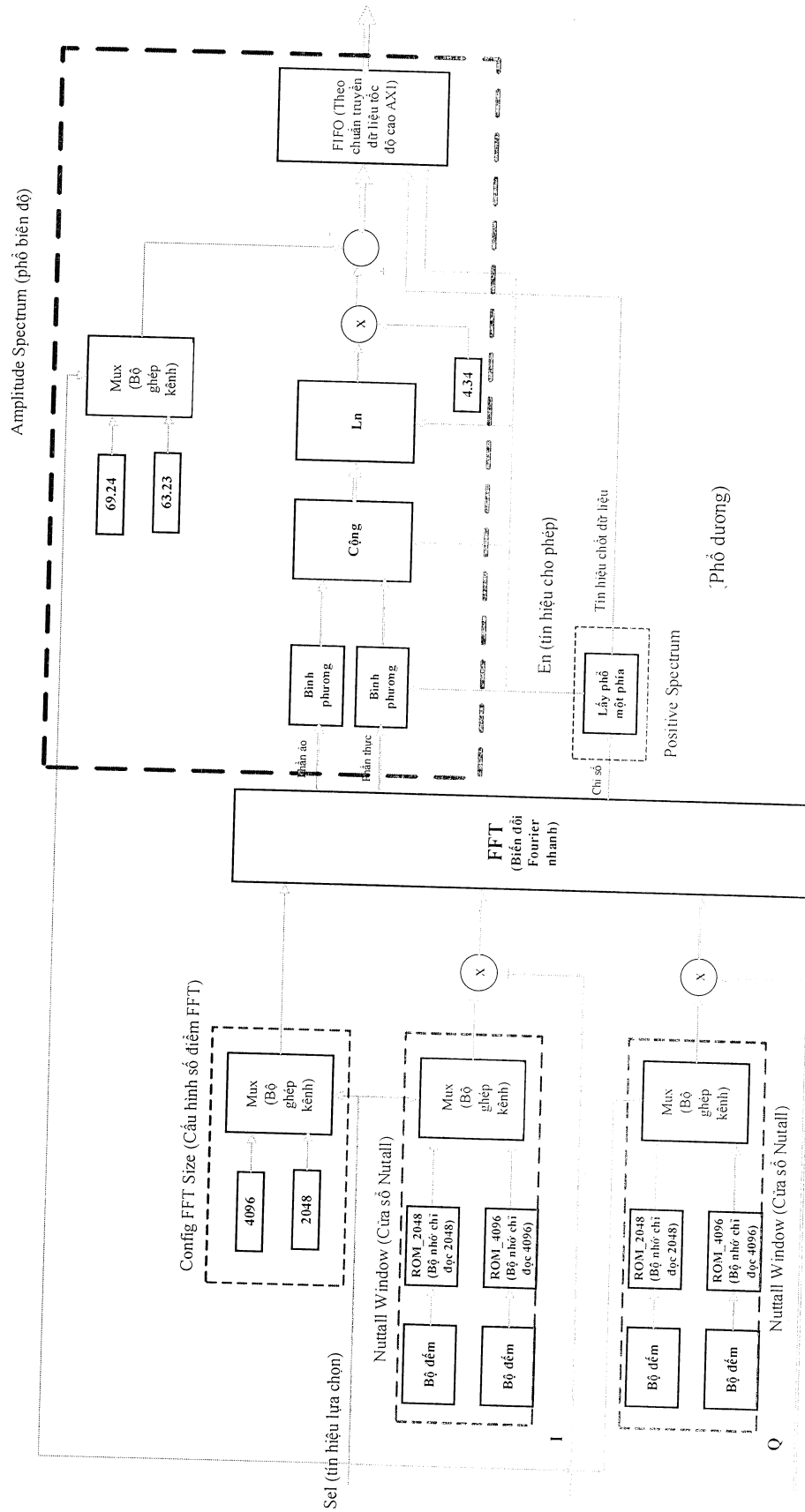
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4