



(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)



1-0052687

(51)^{2022.01} G01S 13/00

(13) B

(21) 1-2023-02889

(22) 28/04/2023

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/07/2023 424A

(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

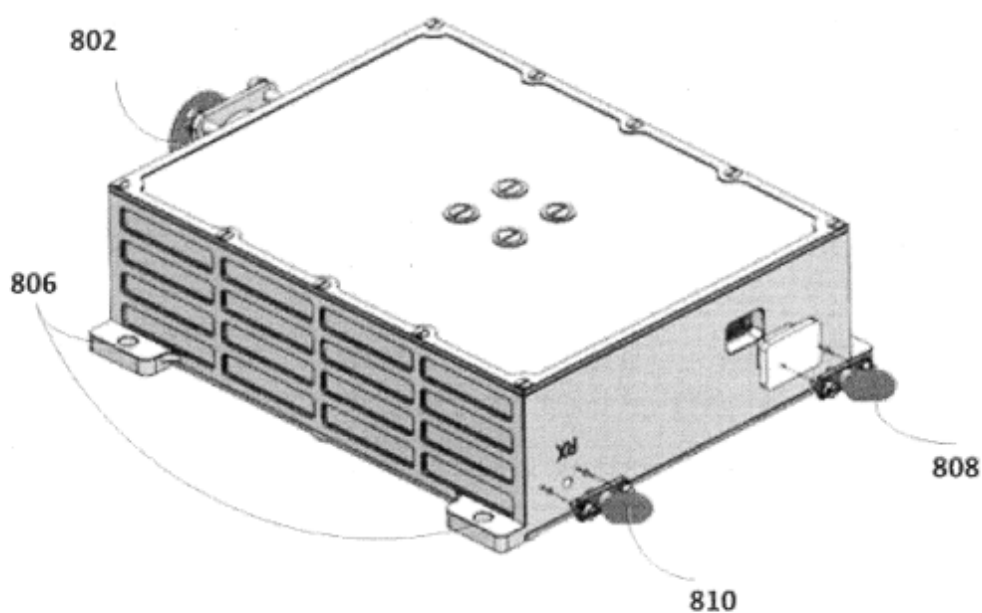
(72) HOÀNG VĂN SƠN (VN); NGUYỄN VĂN SANG (VN); LÊ KHẢ LINH (VN);
PHẠM MINH THUẬN (VN); VÕ NHƯ DẪN (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) RA ĐA ĐO ĐỘ CAO CHO THIẾT BỊ BAY DÂN DỤNG VÀ QUÂN SỰ

(21) 1-2023-02889

(57) Sáng chế đề cập đến ra đa đo độ cao cho thiết bị bay dân dụng và quân sự. Giá trị độ cao đo được phụ thuộc vào độ lệch tần của tín hiệu phát ra với tín hiệu phản xạ thu về tại ra đa. Sáng chế đề cập cụ thể, chi tiết đến thiết kế hệ thống cao tần thu phát như độ rộng búp sóng ăng-ten, khoảng cách giữa các ăng-ten trên thiết bị bay cỡ nhỏ, công suất phát của khối phát, độ nhạy thu cũng như hệ số khuếch đại tín hiệu của máy thu, phương pháp tạo tần số phát. Ngoài ra, sáng chế bổ sung vấn đề ảnh hưởng của sự rò tín hiệu cao tần giữa hai ăng-ten phát và thu đến giá trị độ cao lớn nhất đo được cũng như giải pháp cho vấn đề này.



Hình 8

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ra đa đo độ cao. Cụ thể, ra đa đo độ cao được đề cập trong sáng chế được ứng dụng cho các thiết bị bay không người lái trong lĩnh vực dân dụng và quân sự ở độ cao từ 1,5 mét đến trên 500 mét.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ra đa đo độ cao tầm thấp (low range altimeter) sử dụng hệ thống phát và thu sóng vô tuyến (RF) để đo độ cao trên địa hình cho thiết bị bay như UAV, tên lửa hành trình. Giá trị độ cao đo được này phụ thuộc vào độ lệch tần của tín hiệu phát ra với tín hiệu phản xạ thu về tại ra đa. Các sáng chế đã có chưa đề cập cụ thể, chi tiết đến thiết kế hệ thống cao tần thu phát như độ rộng búp sóng ăng-ten, khoảng cách giữa các ăng-ten trên thiết bị bay cỡ nhỏ, công suất phát của khối phát, độ nhạy thu cũng như hệ số khuếch đại tín hiệu của máy thu, phương pháp tạo tần số phát.

Ngoài ra, các sáng chế chưa đề cập đến vấn đề ảnh hưởng của sự rò tín hiệu cao tần giữa hai ăng-ten phát và thu đến giá trị độ cao lớn nhất đo được cũng như giải pháp cho vấn đề này. Cụ thể, khi thiết bị bay tăng dần độ cao, giá trị công suất của tín hiệu mang thông tin về độ cao sẽ nhỏ dần trong khi công suất rò từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu không thay đổi. Điều này dẫn đến kết quả đo trả về bị sai khi công suất rò vượt quá công suất tín hiệu mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là hướng đến một ra đa đo độ cao hoạt động ở độ cao thấp từ 1,5 đến trên 500 mét trên dải tần 4200-4400MHz ứng dụng trong lĩnh vực dân dụng và quân sự.

Để đạt được mục đích trên, ra đa độ cao được đề cập trong sáng chế bao gồm mạch đo độ cao, ăng-ten phát, ăng-ten thu. Mạch đo độ cao bao gồm khối xử lý số và mạch cao tần, trong đó khối xử lý số bao gồm: bộ tổng hợp phân đoạn – N, bộ tạo dao động điều khiển bằng điện áp (VCO), bộ khuếch đại công suất thứ nhất và bộ khuếch đại công suất thứ hai, bộ lọc thông dải thứ nhất, bộ lọc thông dải thứ hai và bộ lọc thông dải thứ ba, bộ trích công suất, bộ giới hạn công suất, bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA), bộ trộn, bộ lọc thông dải trung tần, bộ khuếch đại có thể điều chỉnh độ lợi, bộ lọc thông thấp, bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số.

Trong sáng chế này, khối xử lý số được cấu hình để cung cấp tín hiệu thứ nhất đến ăng-ten phát và nhận tín hiệu thứ hai qua ăng-ten thu. Tín hiệu thứ hai là tín hiệu phản xạ của tín hiệu thứ nhất.

Sáng chế này cũng giải quyết vấn đề rò tín hiệu từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu nêu trên bằng một bộ lọc trung tần có đặc tuyến biên độ - tần số thích nghi theo độ cao nhằm giảm công suất tín hiệu rò giúp ra đa hoạt động ổn định trong dải độ cao từ 1,5 đến trên 500 mét.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ phối trí của ra đa đo độ cao đặt trên thiết bị bay không người lái;

Hình 2 là hình vẽ đồ thị tần số của tín hiệu đã phát và đã nhận trong băng tần hoạt động của ra đa đo độ cao;

Hình 3 là sơ đồ khối đơn giản của ra đa đo độ cao sử dụng cho thiết bị bay như Hình 1 theo các khía cạnh của sáng chế;

Hình 4 là sơ đồ khối chi tiết của ra đa đo độ cao sử dụng cho thiết bị bay như Hình 1 theo các khía cạnh của sáng chế;

Hình 5 là hình vẽ thiết kế cơ khí ăng-ten mảng pha vi dải theo phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 6 là biểu đồ thể hiện hệ số cách ly đo được giữa ăng-ten phát và ăng-ten thu theo phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 7 là biểu đồ thể hiện đặc tuyến biên độ - tần số của bộ lọc thông dải trung tần theo phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 8 là hình ảnh ngoại quan về ra đa đo độ cao.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi bộc lộ các chi tiết sử dụng trong sáng chế, cần lưu ý rằng sáng chế được tiết lộ dưới đây bao gồm nhưng không giới hạn ở sự kết hợp cấu trúc mới của các thành phần khối xử lý và các cấu hình chi tiết của chúng. Theo đó, cấu trúc, phương pháp, chức năng, điều khiển và sắp xếp các thành phần, phần mềm và mạch in phần lớn đã được minh họa trong bản vẽ bằng các sơ đồ khối chi tiết được trình bày dễ hiểu. Điều này sẽ dễ dàng nhận thấy đối với những người có kinh nghiệm trong lĩnh vực liên quan – người có được lợi ích từ các chi tiết dưới đây. Hơn nữa, sáng chế sẽ không bị giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả trong sơ đồ ví dụ.

Tham chiếu đến Hình 1, thiết bị bay 100 bao gồm khối xử lý 102, dây cáp nối từ khối

xử lý đến ăng-ten phát 110, dây cáp nối từ ăng-ten thu đến khối xử lý 112, ăng-ten phát 114 và ăng-ten thu 116. Khối xử lý 102 là thiết bị bao gồm các mạch, hộp cơ khí và các thành phần ngoài ăng-ten cùng nằm trong hộp cơ khí. Khối xử lý 102 cung cấp tín hiệu phát 104 và nhận tín hiệu phản xạ 106 tương ứng. Tín hiệu phát 104 và tín hiệu phản xạ 106 được cung cấp trong dải tần băng C (ví dụ : 4-8 GHz).

Thiết bị bay 100 trong Hình 1 trong sáng chế này được cho là một thiết bị bay. Tuy nhiên, thiết bị bay 100 có thể là bất kỳ loại thiết bị bay thương mại nào, thiết bị bay quân sự, thiết bị bay trực thăng, thiết bị bay không người lái (UAV), tàu vũ trụ hoặc bất kỳ phương tiện bay nào khác, có người lái hoặc không có người lái.

Tín hiệu phát 104 và tín hiệu phản xạ 106 có thể là cùng một dạng tín hiệu sóng liên tục được điều chế tần số (FMCW), tức là tín hiệu được truyền bằng khối xử lý 102 và phản xạ khỏi địa hình 108. Tín hiệu phản xạ 106 là phiên bản trễ của tín hiệu phát 104. Tín hiệu 104 và 106 có tần số từ 4200 MHz đến 4400 MHz theo một số phương án.

Tham chiếu đến Hình 2, đồ thị biểu diễn các tần số của tín hiệu phát 104 và tín hiệu phản xạ 106. Trong đồ thị này, trục tung (trục y) biểu diễn tần số (ví dụ: tần số từ 4200 MHz đến 4400 MHz) trong khi trục hoành (trục x) biểu thị thời gian. Đường nét liền 206 cho biết tần số của tín hiệu phát 104. Đường nét đứt 208 cho biết tần số của tín hiệu phản xạ 106. Sự khác biệt về tần số giữa đường nét liền 206 và đường nét đứt 208 biểu thị độ cao của thiết bị bay 100. Độ cao liên quan đến một nửa thời gian giữ chậm 212 nhân với vận tốc lan truyền sóng điện từ trong không gian tự do thể hiện trong công thức (1):

$$H = \frac{1}{2} c \cdot t_{gc} = \frac{1}{2} c \left(\frac{F_p}{2 \cdot \Delta f_M} T_M \right) \quad (1)$$

Trong đó:

t_{gc} : là thời gian giữ chậm 212;

c : là vận tốc lan truyền sóng điện từ trong không gian tự do;

F_p : độ lệch tần 210;

T_M : chu kỳ điều chế 214;

Δf_M : độ dịch tần 216;

Tham chiếu Hình 3, một ra đa đo độ cao 300 được sử dụng trong thiết bị bay 100 của Hình 1 bao gồm mạch đo độ cao 301, ăng-ten phát 304 và ăng-ten thu 305. Ăng-ten phát 304 và ăng-ten thu 305 được thiết kế, chế tạo để hoạt động ở băng C.

Mạch đo độ cao 301 và ăng-ten phát 304 tạo và phát tín hiệu sóng liên tục được điều chế tần số (Frequency-Modulated Continuous Wave - FMCW); mạch đo độ cao 301 và ăng-ten thu 305 nhận tín hiệu phản xạ của tín hiệu phát tương ứng. Theo một số phương án, mạch đo độ cao 301 bao gồm khối xử lý số 302, mạch cao tần 306. Mạch đo độ cao 301 còn có thể bao gồm các mạch xử lý số, bộ lọc, bộ tạo dao động điều khiển bằng điện áp (VCO), bộ tổng hợp kỹ thuật số trực tiếp (DDS), bộ ghép nối RF, bộ trộn RF, mạch khuếch đại RF, ăng-ten và/hoặc bất kỳ mạch nào khác (ví dụ: mạch logic), bộ xử lý/bộ vi xử lý hoặc thành phần bộ nhớ (ví dụ: bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), ổ cứng).

Theo một số phương án, mạch cao tần 306 sử dụng phần cứng và phần mềm để cung cấp dữ liệu hoặc tín hiệu độ lệch tần cho khối xử lý số 302. Mạch cao tần 306 bao gồm: bộ trộn, bộ lọc, bộ trích công suất, bộ khuếch đại công suất và bộ khuếch đại công suất tạp âm thấp được thiết kế để hoạt động ở băng C.

Trong một số phương án, bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số (ADC) (không được thể hiện trên Hình 3) được tích hợp tại đầu vào khối xử lý số 302 để nhận tín hiệu chênh lệch từ mạch cao tần 306 rồi chuyển đổi thành tín hiệu được lấy mẫu cung cấp cho khối xử lý số 302. Tín hiệu độ lệch tần có nguồn gốc từ sự khác biệt giữa tín hiệu phát được cung cấp cho ăng-ten phát 304 và tín hiệu phản xạ nhận được bởi ăng-ten thu 305. Tín hiệu chênh lệch này là tín hiệu băng tần cơ sở đại diện cho giá trị độ cao tương ứng cung cấp đến khối xử lý số 302.

Khối xử lý số 302 bao gồm một hoặc nhiều mạch xử lý (ví dụ: bộ xử lý tín hiệu, bộ xử lý đa năng và bộ nhớ) được cấu hình (thông qua phần mềm) để tính toán giá trị độ cao theo dữ liệu nhận được từ mạch cao tần 306.

Tham chiếu đến Hình 4, chi tiết các thành phần của radar đo độ cao được sử dụng trong khối xử lý 102 của Hình 1. Tương tự như Hình 3, một radar đo độ cao 400 bao gồm mạch đo độ cao 401, ăng-ten phát 412, ăng-ten thu 413. Mạch đo độ cao 401 bao gồm: một bộ tổng hợp phân đoạn – N 404, bộ tạo dao động điều khiển bằng điện áp (VCO) 405, bộ khuếch đại công suất thứ nhất 407 và bộ khuếch đại công suất thứ hai 411, bộ lọc thông dải thứ nhất 408, bộ lọc thông dải thứ hai 410 và bộ lọc thông dải thứ ba 416, bộ trích công suất 409, bộ giới hạn công suất 414, bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA) 415, bộ trộn 417, bộ lọc thông dải trung tần 419, bộ khuếch đại có thể điều chỉnh độ lợi 420, bộ lọc thông thấp 421, bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số 422.

Các ăng-ten phát 412, ăng-ten thu 413 tương tự như các ăng-ten phát 304, ăng-ten thu 305 (Hình 3) là một phần của hệ thống ăng-ten. Hệ thống ăng-ten có thể bao gồm một

phần tử hoặc nhiều phần tử được ghép lại để truyền tín hiệu do mạch đo độ cao 401 tạo ra.

Bộ tổng hợp phân đoạn – N 404 và VCO 405 được phần mềm cấu hình để tạo trực tiếp tín hiệu FMCW băng tần C, tín hiệu này được khuếch đại bởi bộ khuếch đại 406, sau đó được trích một phần công suất ở bộ trích công suất 409, phần công suất nhỏ tới bộ trộn 417, phần công suất lớn được khuếch đại thêm bởi bộ khuếch đại công suất băng thứ hai 411 và được truyền đến ăng-ten phát 412 dưới dạng tín hiệu truyền 104.

Bộ tổng hợp phân đoạn – N 404 được điều khiển bởi VCO 405 có thể tạo các tín hiệu tương ứng ở một tần số cụ thể dựa trên điện áp nhận được từ bộ tổng hợp phân đoạn – N 404. Theo một số phương án, bộ tổng hợp phân đoạn – N 404 điều khiển các VCOs 405 khiến các VCOs 405 tạo ra tín hiệu dốc lên và dốc xuống trong vùng tần số hoạt động (ví dụ: dốc giữa 4200-4400 MHz trong băng C).

Bộ tổng hợp phân đoạn – N 404 có thể được tích hợp sẵn VCO 405 và bộ khuếch đại 406 để tạo tín hiệu FMCW làm đầu vào cho bộ trộn 417 thông qua bộ trích công suất 409. Tín hiệu có thể được khuếch đại thêm bởi bộ khuếch đại công suất băng tần thứ hai 411 để truyền lên ăng-ten phát 412.

Ăng-ten thu 413 được thiết kế để nhận tín hiệu phản xạ (ví dụ tín hiệu phản xạ 106). Bộ giới hạn công suất 414 được đặt ngay sau ăng-ten thu 413 để bảo vệ các thành phần máy thu. LNA 415 được sử dụng để khuếch đại tín hiệu phản xạ 106 thu được. Bộ trộn 417 trộn hạ tần tín hiệu được tạo ra bởi bộ tổng hợp phân đoạn – N 404 và VCO 405 với tín hiệu phản xạ thu được từ ăng-ten phát 413 sau khi được khuếch đại bởi bộ khuếch đại 415. Sản phẩm sau trộn là tín hiệu bao gồm cả tổng và chênh lệch tần số của tín hiệu phát 104 và tín hiệu phản xạ 106. Bộ lọc thông dải trung tần 419, bộ khuếch đại có thể điều chỉnh độ lợi 420 và bộ lọc thông thấp 421 được sử dụng để loại bỏ tổng các tần số, giữ lại tần số chênh lệch đồng thời khuếch đại chúng. Trong đó, bộ lọc thông dải trung tần 419 được thiết kế đặc biệt có đặc tuyến biên độ - tần số thích nghi theo độ cao hoạt động nhằm giảm thiểu công suất rò cố định từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu. Bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số (ADC) 422 được sử dụng để lấy mẫu các tín hiệu đã lọc và cung cấp các tín hiệu được lấy mẫu cho khối xử lý số 302.

Theo một số phương án, khối xử lý số 302 được thiết kế để xác định độ cao của thiết bị bay 100 dựa trên các tín hiệu được lấy mẫu. Các mẫu được cung cấp bởi bộ ADC 422 biểu thị sự khác biệt về tần số giữa tín hiệu phát 104 và tín hiệu phản xạ 106. Dựa trên sự khác biệt về tần số (ví dụ: độ cao của thiết bị bay 100 là hàm của tần số chênh lệch), khối xử lý số 302 có thể xác định được độ cao của thiết bị bay 100.

Độ cao được xác định bởi khối xử lý số có thể được truyền đến các hệ thống khác của thiết bị bay 100. Có thể thiết kế mạch truyền thông 423 với mục đích hoạt động như một giao diện giữa khối xử lý số và các hệ thống khác của thiết bị bay 100. Ví dụ, có thể thiết kế mạch truyền thông 423 để thông báo và hiển thị giá trị độ cao đến màn hình 425 thông qua chuẩn giao tiếp truyền thông (ví dụ: RS422 – Tiêu chuẩn khuyến nghị số 422, RS – Tiêu chuẩn khuyến nghị số 485 hoặc bất kỳ giao tiếp truyền thông nào khác).

Mạch nguồn 424 có thể được thiết kế để nhận điện áp từ nguồn điện bên ngoài. Theo một số phương án, mạch nguồn 424 có thể nhận nguồn AC hoặc DC và cung cấp cho mạch đo độ cao 401. Mạch nguồn 424 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc, bộ điều chỉnh, bộ chỉnh lưu hoặc các mạch khác cần thiết để cấp nguồn cho ra đa đo độ cao 400.

Ăng-ten 500 (Hình 5) là ăng-ten vi dải bao gồm mảng 2x2 gồm các phần tử băng tần C (502). Ăng-ten hoạt động tại tần số 4200-4400 MHz có độ rộng búp sóng 40° trên mặt phẳng ngang, 45° trên mặt phẳng thẳng đứng và độ lợi là 10 dBi. Ăng-ten 500 có thể đóng vai trò là ăng-ten phát 304, ăng-ten thu 305 (Hình 3) hoặc ăng-ten phát 412, ăng-ten thu 413 (Hình 4) và cũng có thể được tích hợp trực tiếp trên bảng mạch theo một số phương án.

Tham chiếu Hình 6, biểu đồ 600 (đường 606) minh họa độ cách ly giữa ăng-ten phát và ăng-ten thu đặt cách nhau 1m bên ngoài thân thiết bị bay. Trục X 602 biểu thị tỉ lệ công suất rò từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu tính theo đơn vị dB. Trục Y 604 biểu thị tần số đơn vị GHz. Lượng công suất rò được xác định bởi công thức (2):

$$P_{rò} = P_t - S21 \quad (2)$$

Trong đó:

$P_{rò}$: Công suất rò từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu (dBm);

P_t : Công suất phát (dBm);

$S21$: Tỉ lệ công suất rò (dB);

Tham chiếu Hình 7, biểu đồ 700 có đặc tuyến biên độ - tần số (đường 706) là kết quả của bộ lọc thông dải trung tần 419 được thiết kế đặc biệt nhằm giảm thiểu công suất rò cố định từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu. Trục X 702 biểu thị tỉ lệ công suất tính theo đơn vị dB. Trục Y 704 biểu thị tần số đơn vị kHz. Tần số của tín hiệu rò phụ thuộc vào chiều dài dây cáp nối từ khối xử lý 102 đến ăng-ten phát 114, chiều dài dây cáp nối từ ăng-ten thu 116 đến khối xử lý 102, khoảng cách đặt hai ăng-ten bên ngoài thân thiết bị bay và được xác định bởi công thức (3):

$$F_p = \frac{4 \cdot d \cdot \Delta f_M}{c \cdot T_M} \quad (3)$$

Trong đó:

c : là vận tốc lan truyền sóng điện từ trong không gian tự do;

F_p : độ lệch tần 210;

T_M : chu kỳ điều chế 214;

Δf_M : độ dịch tần 216;

d : khoảng cách đặt hai ăng-ten 118;

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, ra đa đo độ cao có thiết kế cơ khí và phối trí các thành phần được mô tả theo Hình 8. Tham chiếu đến Hình 8, hình ảnh ngoại quan của khối xử lý được hoàn thiện theo phương án ưu tiên của sáng chế. Giắc kết nối 802 nhận nguồn DC và cung cấp cho ra đa đo độ cao đồng thời trả về giá trị độ cao đến màn hình 425 thông qua giao thức truyền thông RS422. Các giắc kết nối 808, 810 được ghép nối lần lượt đến ăng-ten phát và ăng-ten thu thông qua cáp cao tần. Ra đa đo độ cao được cố định trên thiết bị bay 100 bởi bốn tai ốc 806.

Yêu cầu bảo hộ

1. Ra đa đo độ cao cho thiết bị bay dân dụng và quân sự bao gồm mạch đo độ cao, ăng-ten phát, ăng-ten thu; trong đó, mạch đo độ cao bao gồm: khối xử lý số và mạch cao tần; trong đó, khối xử lý số bao gồm: bộ tổng hợp phân đoạn – N, bộ tạo dao động điều khiển bằng điện áp (VCO), bộ khuếch đại công suất thứ nhất và bộ khuếch đại công suất thứ hai, bộ lọc thông dải thứ nhất, bộ lọc thông dải thứ hai và bộ lọc thông dải thứ ba, bộ trích công suất, bộ giới hạn công suất, bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA), bộ trộn, bộ lọc thông dải trung tần, bộ khuếch đại có thể điều chỉnh độ lợi, bộ lọc thông thấp, bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số; trong đó khác biệt ở chỗ:

các ăng-ten phát, ăng-ten thu là một phần của hệ thống ăng-ten, hệ thống ăng-ten có thể bao gồm một phần tử hoặc nhiều phần tử được ghép lại để truyền tín hiệu do mạch đo độ cao tạo ra;

bộ tổng hợp phân đoạn – N và VCO được phần mềm cấu hình để tạo trực tiếp tín hiệu FMCW băng tần C, tín hiệu này được khuếch đại bởi bộ khuếch đại, sau đó được trích một phần công suất ở bộ trích công suất, phần công suất nhỏ tới bộ trộn, phần công suất lớn được khuếch đại thêm bởi bộ khuếch đại công suất thứ hai lên mức 27 dBm và được truyền đến ăng-ten phát dưới dạng tín hiệu truyền; khối tạo tín hiệu FMCW bao gồm – vòng khóa pha (PLL) N và khối dao động điều khiển bằng điện áp (VCO) N; bộ vòng khóa pha – N có thể được tích hợp sẵn VCO và bộ khuếch đại để tạo tín hiệu FMCW làm đầu vào cho bộ trộn thông qua bộ trích công suất; tín hiệu có thể được khuếch đại thêm bởi bộ khuếch đại công suất băng tần thứ hai để truyền lên ăng-ten phát;

bộ giới hạn công suất được đặt ngay sau ăng-ten thu để bảo vệ các thành phần máy thu;

bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA) được sử dụng để khuếch đại tín hiệu phản xạ thu được;

bộ trộn hạ tần tín hiệu được tạo ra bởi bộ tổng hợp phân đoạn – N và VCO với tín hiệu phản xạ thu được từ ăng-ten phát sau khi được khuếch đại bởi bộ khuếch đại; sản phẩm sau trộn là tín hiệu bao gồm cả tổng và chênh lệch tần số của tín hiệu phát và tín hiệu phản xạ;

bộ lọc thông dải trung tần, bộ khuếch đại có thể điều chỉnh độ lợi cho cả khối thu ở mức 60-70 dB và bộ lọc thông thấp được sử dụng để loại bỏ tổng các tần số, giữ lại tần số chênh lệch đồng thời khuếch đại chúng; trong đó, bộ lọc thông dải trung tần được thiết kế

đặc biệt có đặc tuyến biên độ - tần số thích nghi theo độ cao hoạt động nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của công suất rò từ ăng-ten phát sang ăng-ten thu

bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số (ADC) được sử dụng để lấy mẫu các tín hiệu đã lọc và cung cấp các tín hiệu được lấy mẫu cho khối xử lý số.

2. Ra đa đo độ cao cho thiết bị bay dân dụng và quân sự theo điểm 1, trong đó khối xử lý số còn bao gồm:

mạch truyền thông hoạt động như một giao diện giữa khối xử lý số và các hệ thống khác của thiết bị bay.

3. Ra đa đo độ cao cho thiết bị bay dân dụng và quân sự theo điểm 1, trong đó khối xử lý số còn bao gồm:

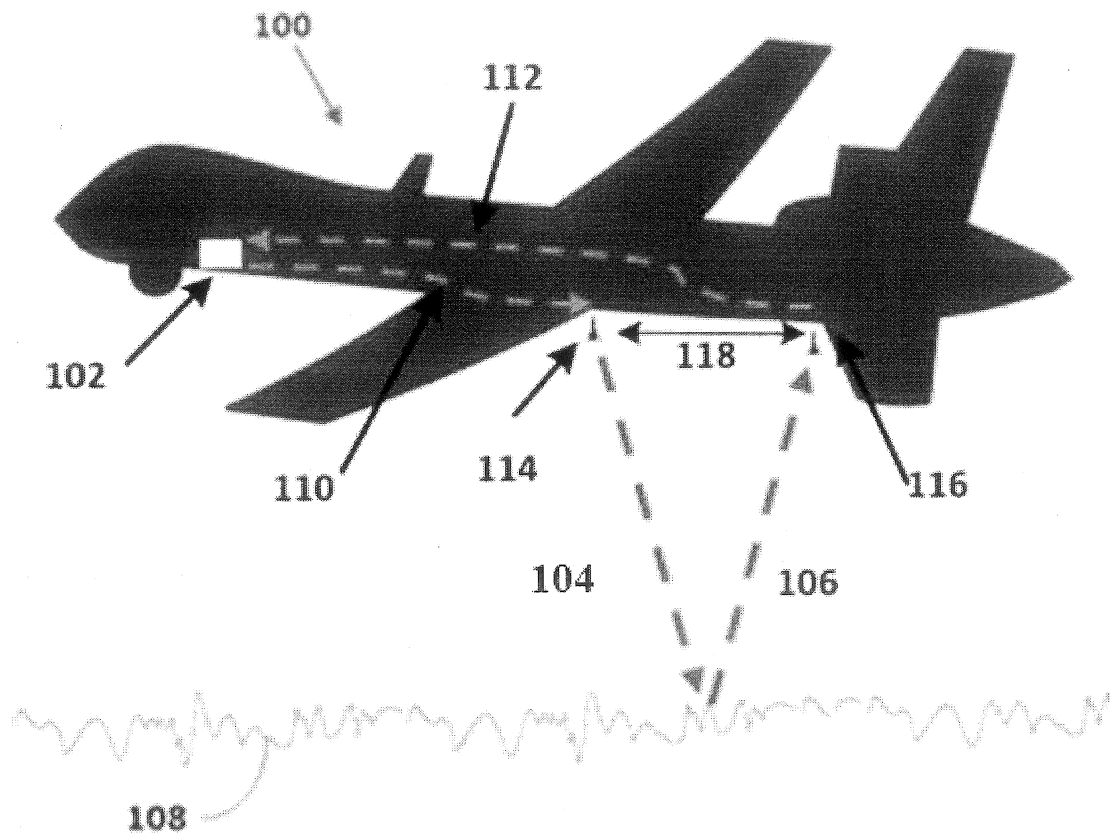
mạch nguồn được thiết kế để nhận điện áp từ nguồn điện bên ngoài; theo một số phương án, mạch nguồn có thể nhận nguồn AC hoặc DC và cung cấp cho mạch đo độ cao; mạch nguồn có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc, bộ điều chỉnh, bộ chỉnh lưu hoặc các mạch khác cần thiết để cấp nguồn cho ra đa đo độ cao.

4. Ra đa đo độ cao cho thiết bị bay dân dụng và quân sự theo điểm 1, trong đó:

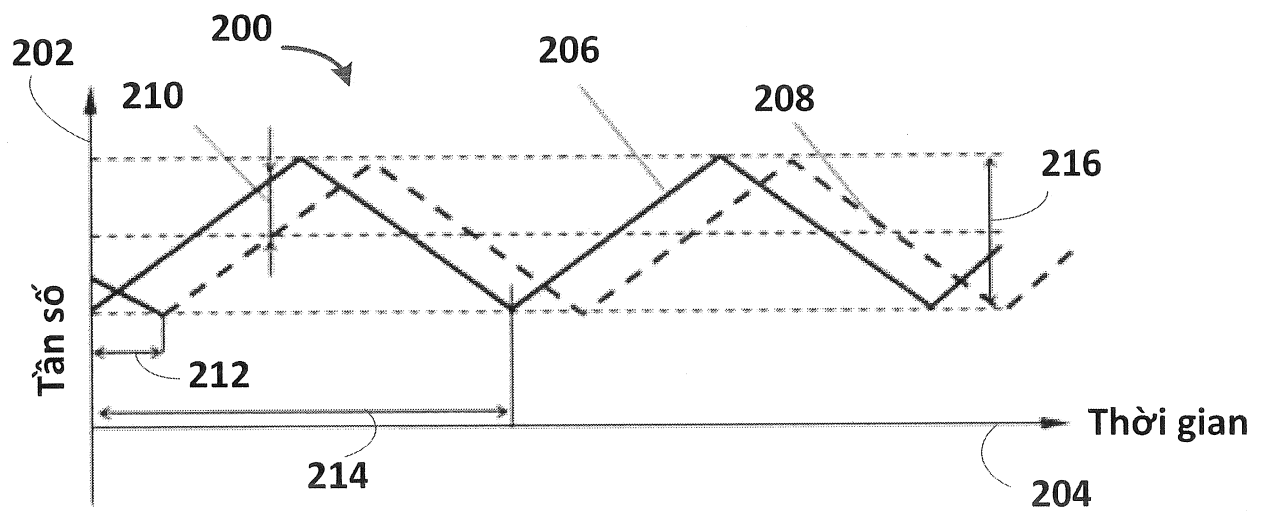
ăng-ten là ăng-ten vi dải bao gồm mảng 2x2 gồm các phần tử băng tần C; ăng-ten hoạt động tại tần số 4200-4400 MHz có độ rộng búp sóng 40° trên mặt phẳng ngang, 45° trên mặt phẳng thẳng đứng và độ lợi là 10-13 dBi; ăng-ten có thể đóng vai trò là ăng-ten phát, ăng-ten thu đặt cách nhau tối thiểu 810 cm để giảm thiểu ảnh hưởng tương hỗ và cũng có thể được tích hợp trực tiếp trên bảng mạch theo một số phương án.

5. Ra đa đo độ cao cho thiết bị bay dân dụng và quân sự theo điểm 1, trong đó:

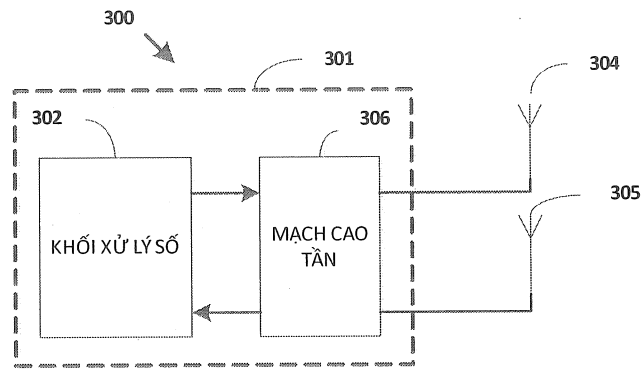
có thiết kế cơ khí và phối trí các thành phần gồm: giắc kết nối nhận nguồn DC và cung cấp cho ra đa đo độ cao đồng thời trả về giá trị độ cao đến màn hình thông qua giao thức truyền thông RS422; các giắc kết nối được ghép nối lần lượt đến ăng-ten phát và ăng-ten thu thông qua cáp cao tần; ra đa đo độ cao được cố định trên thiết bị bay bởi bốn tai ốc.



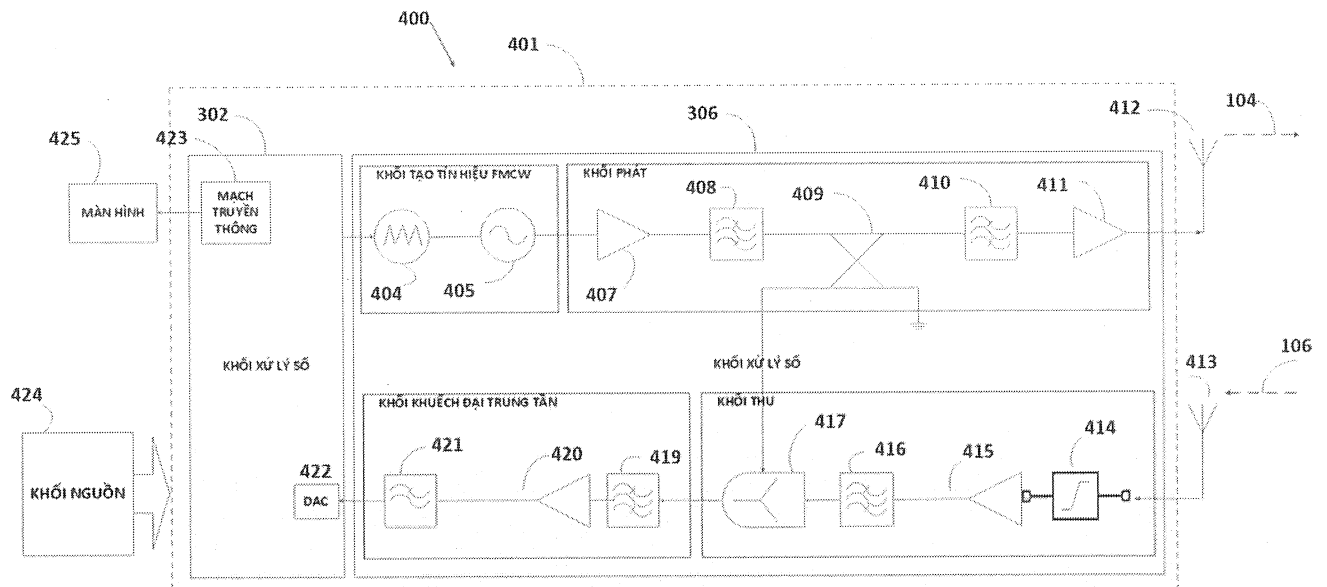
Hình 1



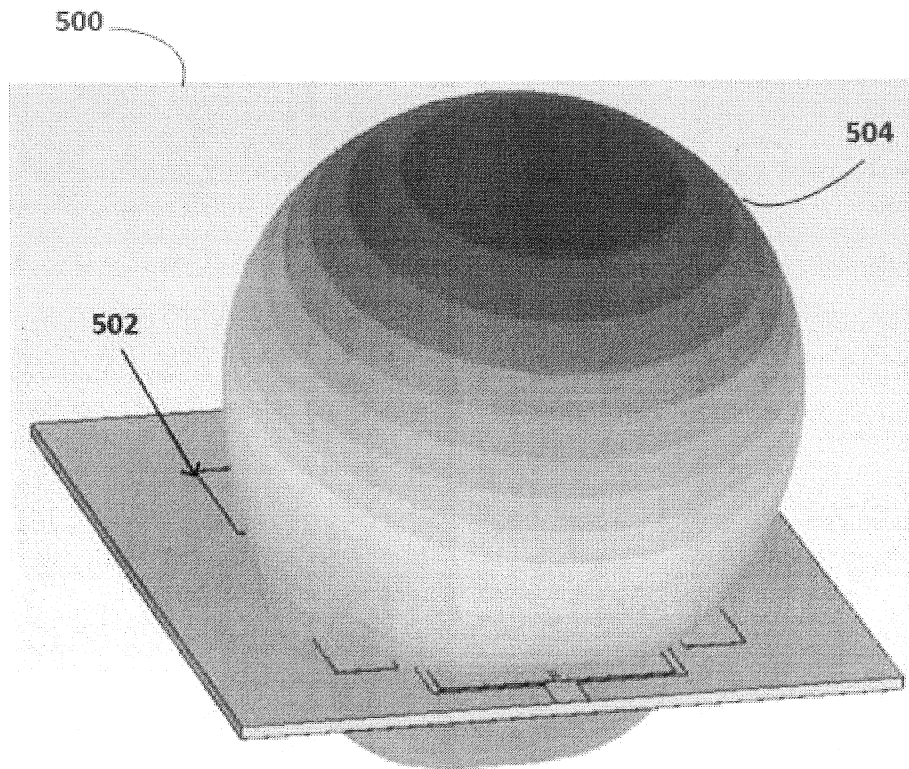
Hình 2



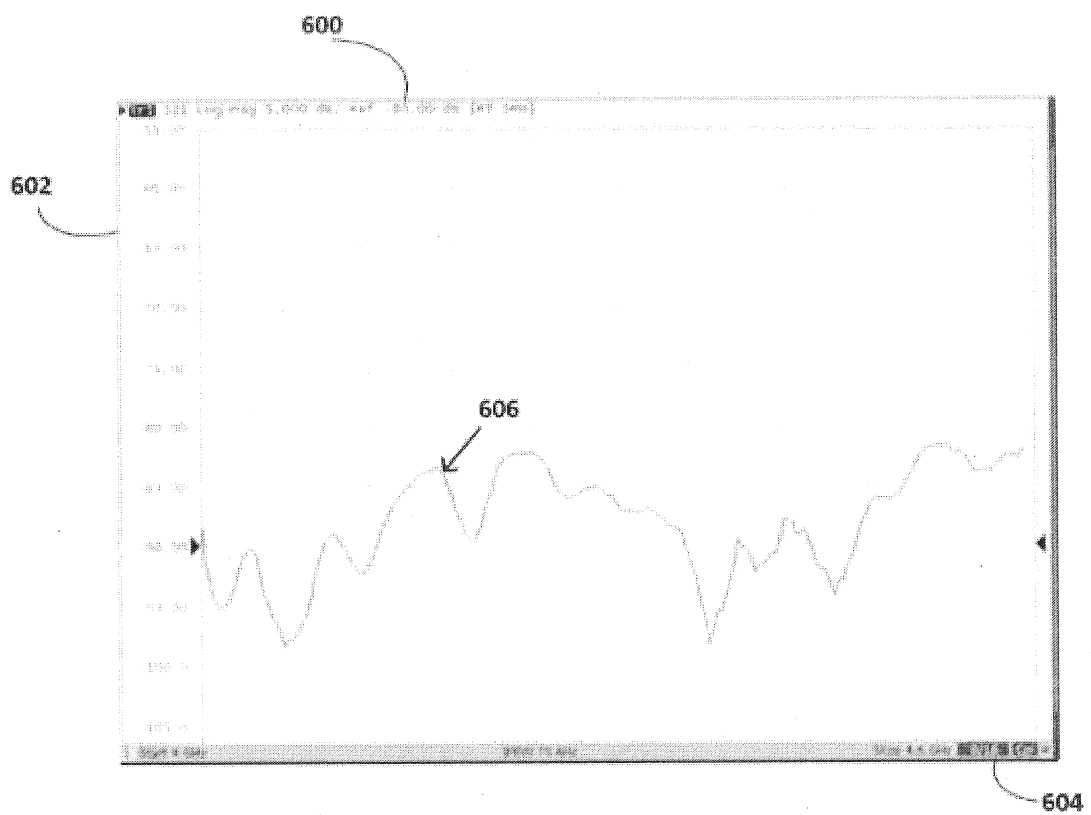
Hình 3



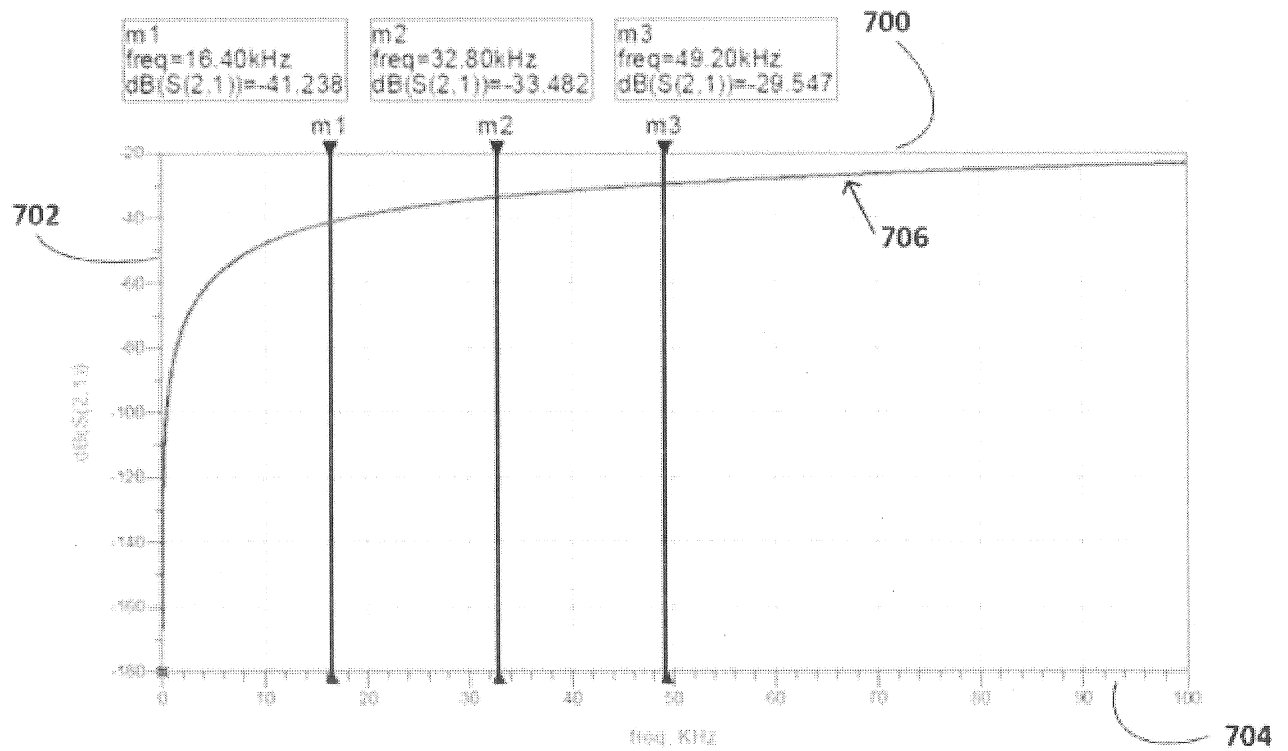
Hình 4



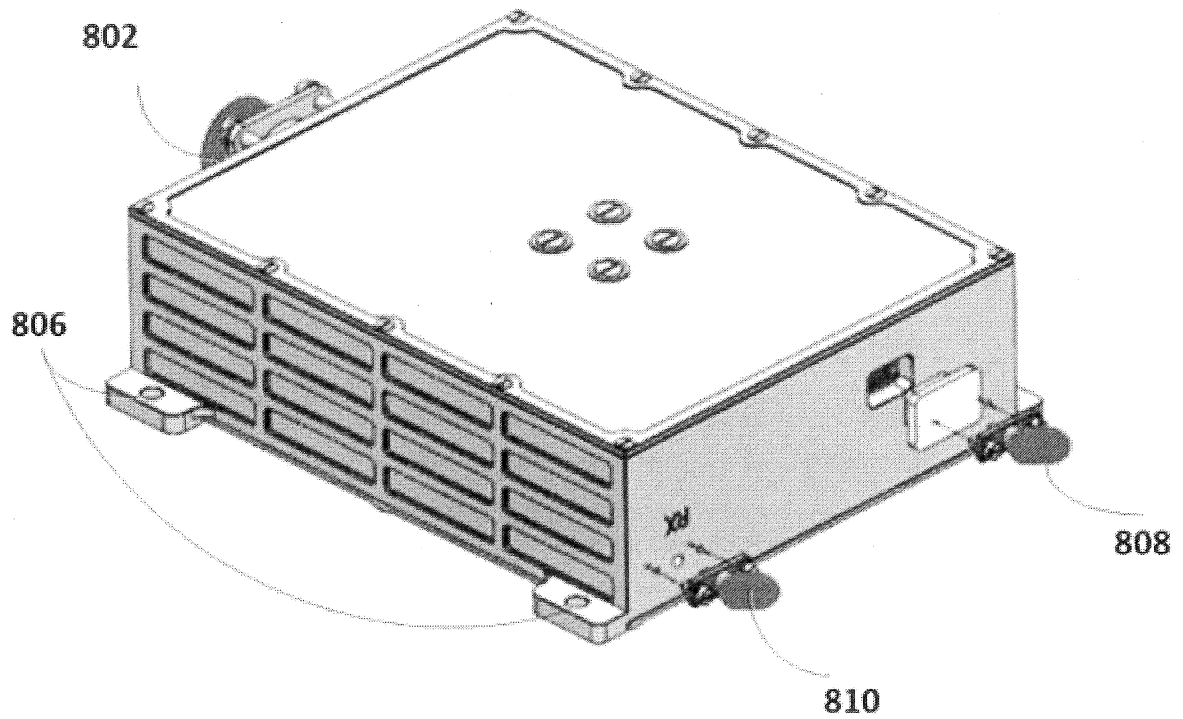
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8