



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0004048

(51) **G01S 13/88**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2024-00602

(22) 19/09/2022

(67) 1-2022-06007

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/11/2022 416A

(71) **TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)**

Lô D26, khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hòa, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

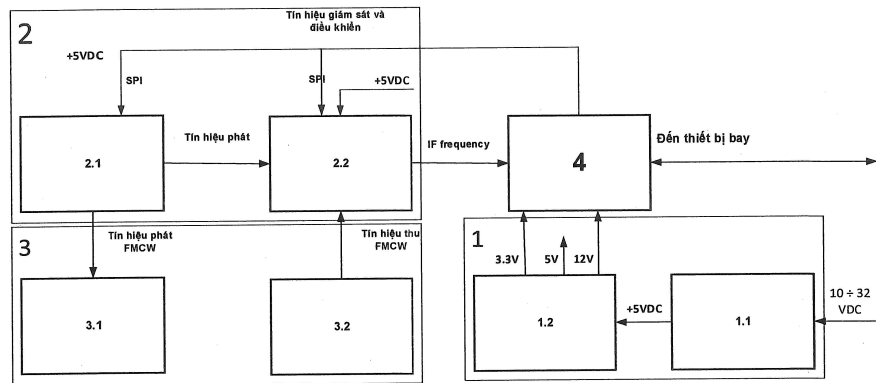
(72) Vương Đình Phong (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) **HỆ THỐNG ĐO CAO VÔ TUYẾN CHO THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI
VỚI VẬN TỐC CẬN ÂM**

(21) 2-2024-00602

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay không người lái với vận tốc cận âm bao gồm: khối xử lý tín hiệu và thông tin, khối thu phát cao tần, khối nguồn, khối ăng-ten; hệ thống được đặt trong hộp cơ khí bảo vệ. Hệ thống có chức năng xác định độ cao tức thời của thiết bị bay có vận tốc dưới âm đến bề mặt gần nhất. Đồng thời, hệ thống có chức năng tự kiểm tra và giám sát hoạt động của từng khối con trong hệ thống chung.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay không người lái với vận tốc cận âm. Cụ thể, hệ thống được đề cập trong giải pháp hữu ích có khả năng đo đặc chính xác độ cao tuyệt đối tức thời của thiết bị bay cận âm so với bề mặt phản xạ (mặt đất, mặt nước...), sáng chế được ứng dụng trong việc sử dụng để đảm bảo độ cao của thiết bị bay ở một độ cao mong muốn nhất định.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Xác định độ cao hiện tại của thiết bị bay không người lái với vận tốc cận âm là một yếu tố quan trọng đảm bảo an toàn bay hoặc là để duy trì các độ cao nhất định phục vụ các thiết bị bay không người lái. Để đảm bảo khả năng hoạt động của thiết bị bay, yêu cầu về sự an toàn và chính xác là rất lớn, nhất là trong điều kiện hoạt động ở vận tốc cao ở mức âm thanh và độ cao rất thấp (2-3m so với mặt phản xạ). Do đó việc xác định độ cao hiện tại của thiết bị bay là rất cần thiết và đặc biệt quan trọng.

Trong các tài liệu sáng chế đã công bố, có một số công trình có nội dung liên quan đến thiết kế hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay. Có thể điểm qua một số sáng chế đã công bố như sau:

Đơn sáng chế số JP2003185736 công bố ngày 03/7/2003: “Máy đo độ cao vô tuyến”. Sáng chế này sử dụng sóng xung để xác định độ cao bằng cách tính thời gian từ lúc phát một sóng xung vô tuyến sử dụng mã giả giống nhiễu (Pseudocode Noise), ưu điểm của sáng chế này là sử dụng các mã giả khác nhau do đó cho phép hoạt động của nhiều thiết bị song song cùng hoạt động trong một khu vực nhất định, tuy nhiên việc sử dụng sóng xung không phù hợp cho các thiết bị với độ cao bay thấp (chỉ đo được các độ cao trên 10m) do đặc tính của ra đa xung (giới hạn đo nhỏ nhất là độ rộng xung), tín hiệu mã giả nhiễu càng dài thì độ cao nhỏ nhất đo được càng lớn, với thiết bị bay không người lái cận âm hoạt động thời gian lớn ở độ cao nhỏ (2-3m) thì không thể áp dụng được.

Đơn sáng chế số CN210323355U công bố ngày 14/4/2020: “Máy đo độ cao vô tuyến kỹ thuật số”. Sáng chế này có mô tả về một máy đo cao vô tuyến kỹ thuật số sử dụng cho máy bay (vận tốc cận âm) tuy nhiên máy bay thường không sử dụng máy đo cao vô tuyến khi cất và hạ cánh (độ cao thấp) và thời gian cất hạ cánh cũng tương đối ngắn.

Trong các sáng chế trên có đề cập tới việc chế tạo một máy đo độ cao vô tuyến cho thiết bị bay nói chung, tuy nhiên chưa có giải pháp phù hợp cho với thiết bị bay với

vận tốc cao, độ cao thấp trong thời gian dài. Việc sử dụng trên thiết bị có vận tốc lớn và độ cao thấp đòi hỏi thuật toán xử lý phải nhanh hơn, nhiễu thấp hơn và độ chính xác lớn hơn.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay không người lái với vận tốc cận âm. Hệ thống có khả năng đo các thông số độ cao, giám sát tín hiệu trả về và cảnh báo khi độ cao của thiết bị bay ở ngoài vùng an toàn. Đồng thời, hệ thống cũng có chức năng điều chỉnh công suất tín hiệu về khác nhau để phù hợp với điều kiện thực tế. Để đạt được mục đích đề ra, cấu tạo hệ thống xác định độ cao tức thời của thiết bị bay với vận tốc cận âm có cấu tạo gồm khối chức năng: khối xử lý tín hiệu và thông tin, khối thu phát cao tần và khối ăng-ten, khối nguồn. Các khối chức năng này được đặt trong hộp cơ khí bảo vệ. Trong đó:

Khối xử lý tín hiệu và thông tin có chức năng điều khiển khối cao tần, xử lý tín hiệu và xác định độ cao, các tham số giám sát. Khối xử lý tín hiệu và thông tin có chức năng điều khiển các hệ thống thu phát tạo ra tín hiệu điều tần tuyến tính liên tục phát vào không gian và thu về qua hai ăng-ten độc lập. Từ tín hiệu phát ra và thu về, hệ thống cao tần sẽ so sánh độ lệch tần số này và cung cấp cho Khối xử lý tín hiệu và thông tin, từ đó sẽ xác định độ cao và công suất tín hiệu tương ứng với độ cao. Tốc độ lấy mẫu và xử lý của khối xử lý trung tâm yêu cầu tốc độ xác định độ cao ở mức lên tới 1000 mẫu/s để đáp ứng được tính tức thời đối với thiết bị bay tốc độ cao, tính toán tới ảnh hưởng của Doppler để đảm bảo độ chính xác tức thời.

Khối thu phát cao tần tạo tín hiệu vô tuyến, phát ra và thu về qua ăng-ten và cung cấp tín hiệu trung tần cho khối xử lý trung tâm. Khối thu phát cao tần có chức năng tạo tín hiệu vô tuyến với dạng điều chế FMCW để đáp ứng được việc đo đạc được ở độ cao thấp và độ chính xác cao.

Khối ăng-ten có chức năng phát xạ tín hiệu cao tần ra không gian và thu lại.

Khối nguồn tạo ra các nguồn điện tương ứng để cung cấp cho hệ thống với yêu cầu mức điện áp chính xác và nhiễu thấp ở tần số thấp, không gây ảnh hưởng tới tín hiệu độ cao (bản chất của tín hiệu độ cao là tần số lệch của tín hiệu phát và thu của FMCW).

Trong sáng chế này, hệ thống đo cao vô tuyến sẽ xác định khoảng cách của vật thể bay bằng cách tính toán độ lệch tần số của tín hiệu phát và tín hiệu thu qua hai ăng-ten độc lập.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả cấu tạo hệ thống đo độ cao sử dụng tín hiệu vô tuyến;

Hình 2 là hình vẽ mô tả cấu tạo hộp cơ khí bảo vệ khối xử lý tín hiệu và thông tin, khối thu phát cao tần và khối nguồn;

Hình 3 là mặt chiếu bằng phía trên chứa khối xử lý tín hiệu và thông tin;

Hình 4 là mặt chiếu bằng phía dưới chứa khối thu phát cao tần và khối nguồn;

Hình 5 là mặt cắt thể hiện phối trí theo chiều dọc các khối chức năng.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào hình vẽ kèm theo, hình vẽ này nhằm mục đích minh họa các phương án của giải pháp hữu ích mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ giải pháp hữu ích.

Trong đó, tham chiếu Hình 1, hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay không người lái với vận tốc dưới âm bao gồm các khối chức năng: khối nguồn 1; khối thu phát cao tần 2; khối ăng-ten 3; khối xử lý tín hiệu và thông tin 4. Cụ thể:

Khối nguồn 1 có chức năng cấp nguồn cho toàn bộ các thiết bị điện-điện tử sử dụng trên thiết bị. Khối nguồn 1 nuôi đầu vào từ bộ cấp nuôi nguồn là nguồn điện một chiều với khoảng dao động rộng từ $10 \div 32$ VDC và biến đổi cung cấp nguồn 3,3V và 12V cho khối xử lý tín hiệu và thông tin 4, nguồn 5V cho khối thu phát cao tần 2, khối nguồn 1 của thiết bị đo cao đáp ứng tiêu chuẩn MIL-STD-416 và MIL-STD-704F. Cấu tạo của khối nguồn 1 gồm các bộ lọc tạp âm thấp để loại bỏ nhiễu 1.1, một bộ chia để biến đổi nguồn 1.2 và các bộ lọc để đảm bảo các tiêu chuẩn của nguồn hàng không. Nguồn sử dụng là nguồn cách ly để đảm bảo tín hiệu trung tần, tín hiệu giao tiếp không bị nhiễu điện từ.

Khối thu phát cao tần 2 là khối có nhiệm vụ tạo tín hiệu điều chế cao tần và phát ra ngoài không gian, đồng thời cũng nhận tín hiệu về từ không gian và so sánh hai tín hiệu này với nhau. Khối này gồm khối phát 2.1 và khối thu 2.2, khối phát 2.1 tạo tín hiệu và khối thu 2.2 nhận tín hiệu và lọc nhiễu, xử lý tín hiệu ở tần số cao. Tín hiệu thu về từ khối thu 2.2 được so sánh với tín hiệu được trích xuất ra từ khối phát 2.1, từ đó cho ra tín hiệu lệch tần mang thông tin độ cao. Khối thu phát cao tần 2 hoạt động từ nguồn điện áp một chiều 5V cung cấp bởi khối nguồn 1. Khối này cũng bao gồm các mạch suy hao để điều chỉnh tín hiệu thu/phát khi thiết bị bay ở vùng độ cao quá thấp (tăng suy hao để giảm tín hiệu phản xạ), hoặc quá cao (giảm suy hao để tăng công suất tín hiệu) để đảm bảo tín hiệu thu về là ổn định trong một dải từ -50dBm – 0 dBm.

Khối ăng-ten 3 là khối có nhiệm vụ bức xạ các tín hiệu cao tần đã được điều chế ra ngoài không gian và thu lại theo một giản đồ hướng đáp ứng được bài toán của thiết bị bay. Khối ăng-ten 3 bao gồm một ăng-ten phát 3.1 và một ăng-ten thu 3.2, ăng-ten phát 3.1 nối với đầu ra của khối phát 2.1 thuộc khối thu phát cao tần 2, bức xạ tín hiệu

điều tần liên tục ra không gian, ăng-ten thu 3.2 nhận tín hiệu phản xạ về và truyền tín hiệu này tới khối thu 2.2 của khối thu phát cao tần 2. Hai ăng-ten này giống nhau về tính chất và cấu tạo, có thể hoán đổi vai trò cho nhau. Giản đồ hướng của một ăng-ten yêu cầu là hình nón trụ, có búp sóng từ 45-50 độ, khi tích hợp lên thiết bị bay cần lắp đặt trong cùng một mặt phẳng ngang, song song với mặt phản xạ, mặt ăng-ten hướng vuông góc với mặt phản xạ.

Khối xử lý tín hiệu và thông tin 4 phụ trách giám sát trạng thái của toàn bộ thiết bị, điều khiển khối thu phát cao tần 2 thông qua các giao tiếp tín hiệu SPI, tính toán xử lý thông tin độ cao và đóng gói gửi bản tin đến máy tính hoặc hệ thống điều khiển bay của thiết bị bay. Khối này gồm hai phần là khối xử lý tín hiệu và khối xử lý thông tin, khối xử lý tín hiệu nhận tín hiệu lệch mang độ cao từ khối thu phát cao tần và tính toán ra thông tin tần số và công suất. Từ thông tin tần số và công suất này, khối xử lý thông tin sẽ xử lý đưa ra tín hiệu độ cao cuối tuần cùng với các cảnh báo cuối để gửi về cho thiết bị bay. Để đáp ứng việc cập nhật độ cao lên tới tần số 1000Hz, tín hiệu lệch tần được lấy mẫu ở tần số rất cao lớn hơn nhiều lần tần số Nyquist, sử dụng thuật toán biến đổi nhanh Fourier để xác định tần số và công suất.

Tham chiếu Hình 2, Hình 3, Hình 4 và Hình 5, hệ thống được đề cập trong sáng chế được đặt trong hộp cơ khí bảo vệ 5, có thiết kế dạng hộp kín, có vỏ làm bằng kim loại, chống ăn mòn và chịu áp suất, nhỏ gọn và có khối lượng thấp phù hợp với bố trí trên các thiết bị bay vốn bị giới hạn về không gian và khối lượng mang, vỏ hộp dẫn điện và tiếp đất với toàn bộ hệ thống đất chung của thiết bị bay. Bố trí các khối nguồn 1, khối xử lý tín hiệu và thông tin 4, khối thu phát cao tần 2 chung trong một không gian nhỏ nên yêu cầu giữa các khu vực có các vách ngăn để hạn chế nhiễu xuyên, ảnh hưởng tới chất lượng chung của hệ thống. Dùng một bộ nối (connector) chung để cấp nguồn và truyền dữ liệu, đảm bảo chống nước, chống bụi và đáp ứng các tiêu chuẩn hàng không. Các mạch điện-điện tử được gắn kết chắc chắn trong hộp bằng các ốc vít tiêu chuẩn, đáp ứng được gia tốc lên đến 14g và chịu đựng được các bài thử nghiệm va đập và rung xóc theo tiêu chuẩn MIL-STD-810.

Với cấu tạo như trên, hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay không người lái với vận tốc cận âm có chức năng xác định độ cao tức thời của thiết bị bay với vận tốc ngang lên tới vận tốc âm thanh, hoạt động tin cậy ở độ cao thấp. Hệ thống đo độ cao có khả năng hoạt động ổn định, chịu được gia tốc lớn và nhiễu điện từ trên các thành phần khác của thiết bị bay theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F và MIL-STD-461.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Hệ thống đo độ cao theo mô tả của giải pháp hữu ích này có khả năng đo độ cao chính xác và tin cậy, với khả năng cập nhật độ cao với tốc độ 1000Hz, đảm bảo cho hoạt

động của thiết bị bay với vận tốc lớn đến tốc độ của âm thanh ở độ cao rất thấp. Hệ thống đồng thời giám sát hoạt động các thành phần con của hệ thống qua đó đánh giá và đưa ra cảnh báo đối với những điều kiện bất thường cho thiết bị bay về mặt kênh cao.

Mặc dù các mô tả nêu trên chứa nhiều chi tiết cụ thể, chúng không được coi là giới hạn về phương án thực thi giải pháp hữu ích, mà chỉ nhằm mục đích minh họa một số phương án thực thi được ưu tiên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống đo cao vô tuyến cho thiết bị bay không người lái với vận tốc cận âm, bao gồm:

khối nguồn (1): có chức năng cấp nguồn cho toàn bộ các thiết bị điện-điện tử sử dụng trên thiết bị; khối nguồn (1) nuôi đầu vào từ bộ cấp nuôi nguồn là nguồn điện một chiều với khoảng dao động rộng từ $10 \div 32$ VDC và biến đổi cung cấp nguồn 3,3V và 12V cho khối xử lý tín hiệu và thông tin (4), nguồn 5V cho khối thu phát cao tần (2), khối nguồn (1) của thiết bị đo cao đáp ứng tiêu chuẩn MIL-STD-416 và MIL-STD-704F; cấu tạo của khối nguồn (1) gồm các bộ lọc tạp âm thấp để loại bỏ nhiễu (1.1), một bộ chia để biến đổi nguồn (1.2) để đảm bảo các tiêu chuẩn của nguồn hàng không; nguồn sử dụng là nguồn cách ly để đảm bảo tín hiệu trung tần, tín hiệu giao tiếp không bị nhiễu điện từ;

khối thu phát cao tần (2): là khối có nhiệm vụ tạo tín hiệu điều chế cao tần và phát ra ngoài không gian, đồng thời cũng nhận tín hiệu về từ không gian và so sánh hai tín hiệu này với nhau; khối này gồm khối phát (2.1) và khối thu (2.2), khối phát (2.1) tạo tín hiệu và khối thu (2.2) nhận tín hiệu và lọc nhiễu, xử lý tín hiệu ở tần số cao; tín hiệu thu về từ khối thu (2.2) được so sánh với tín hiệu được trích xuất ra từ khối phát (2.1), từ đó cho ra tín hiệu lệch tần mang thông tin độ cao; khối thu phát cao tần (2) hoạt động từ nguồn điện áp một chiều 5V cung cấp bởi khối nguồn (1); khối này cũng bao gồm các mạch suy hao để điều chỉnh tín hiệu thu/phát khi thiết bị bay ở vùng độ cao quá thấp (tăng suy hao để giảm tín hiệu phản xạ), hoặc quá cao (giảm suy hao để tăng công suất tín hiệu) để đảm bảo tín hiệu thu về là ổn định trong một dải từ -50dBm – 0 dBm;

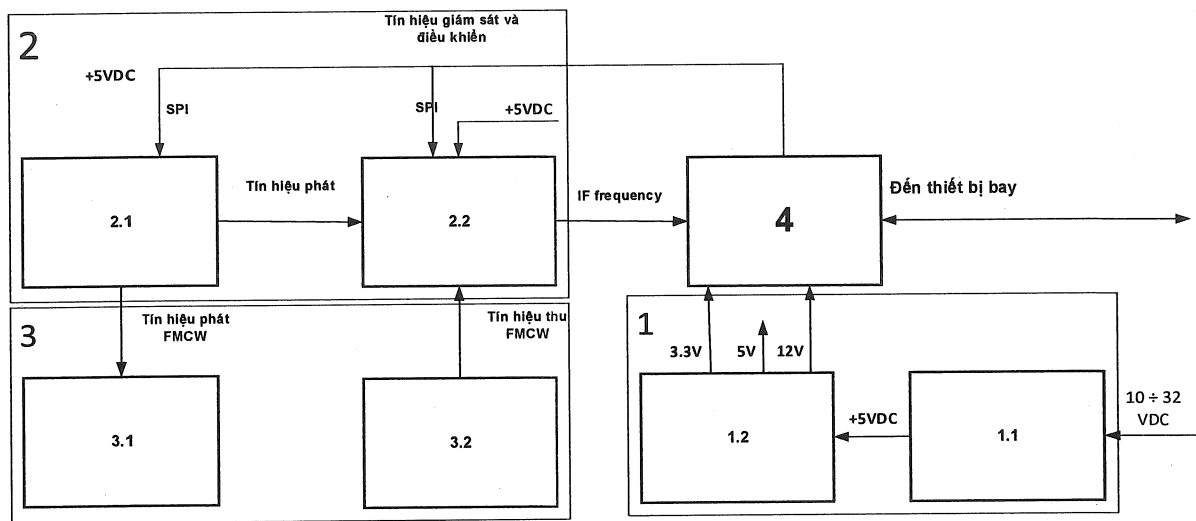
khối ăng-ten (3): là khối có nhiệm vụ bức xạ các tín hiệu cao tần đã được điều chế ra ngoài không gian và thu lại theo một giản đồ hướng đáp ứng được bài toán của thiết bị bay; khối ăng-ten (3) bao gồm một ăng-ten phát (3.1) và một ăng-ten thu (3.2), ăng-ten phát (3.1) nối với đầu ra của khối phát (2.1) thuộc khối thu phát cao tần (2), bức xạ tín hiệu điều tần liên tục ra không gian, ăng-ten thu (3.2) nhận tín hiệu phản xạ về và truyền tín hiệu này tới khối thu (2.2) của khối thu phát cao tần (2); hai ăng-ten này giống nhau về tính chất và cấu tạo, có thể hoán đổi vai trò cho nhau; giản đồ hướng của một ăng-ten yêu cầu là hình nón trụ, có búp sóng từ 45-50 độ, khi tích hợp lên thiết bị bay cần lắp đặt trong cùng một mặt phẳng ngang, song song với mặt phản xạ, mặt ăng-ten hướng vuông góc với mặt phản xạ;

khối xử lý tín hiệu và thông tin (4): phụ trách giám sát trạng thái của toàn bộ thiết bị, điều khiển khối thu phát cao tần (2) thông qua các giao diện ngoại vi nối tiếp SPI, tính toán xử lý thông tin độ cao và đóng gói gửi bản tin đến máy tính hoặc hệ thống điều

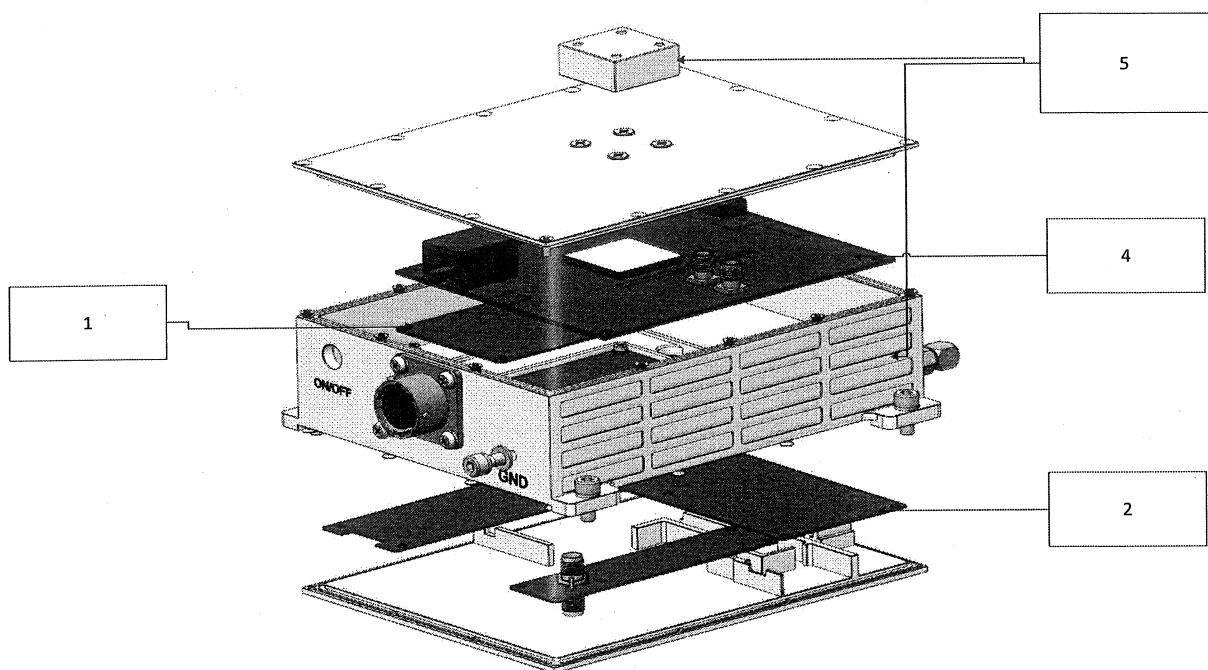
khởi bay của thiết bị bay; khối này gồm hai phần là khối xử lý tín hiệu và khối xử lý thông tin, khối xử lý tín hiệu nhận tín hiệu lệch mang độ cao từ khối thu phát cao tần (2) và tính toán ra thông tin tần số và công suất; từ thông tin tần số và công suất này, khối xử lý thông tin sẽ xử lý đưa ra tín hiệu độ cao cuối tuần cùng với các cảnh báo cuối để gửi về cho thiết bị bay; để đáp ứng việc cập nhật độ cao lên tới tần số 1000Hz, tín hiệu lệch tần được lấy mẫu ở tần số rất cao lớn hơn nhiều lần tần số *nyquist*, sử dụng thuật toán biến đổi nhanh *fourier* để xác định tần số và công suất;

trong đó:

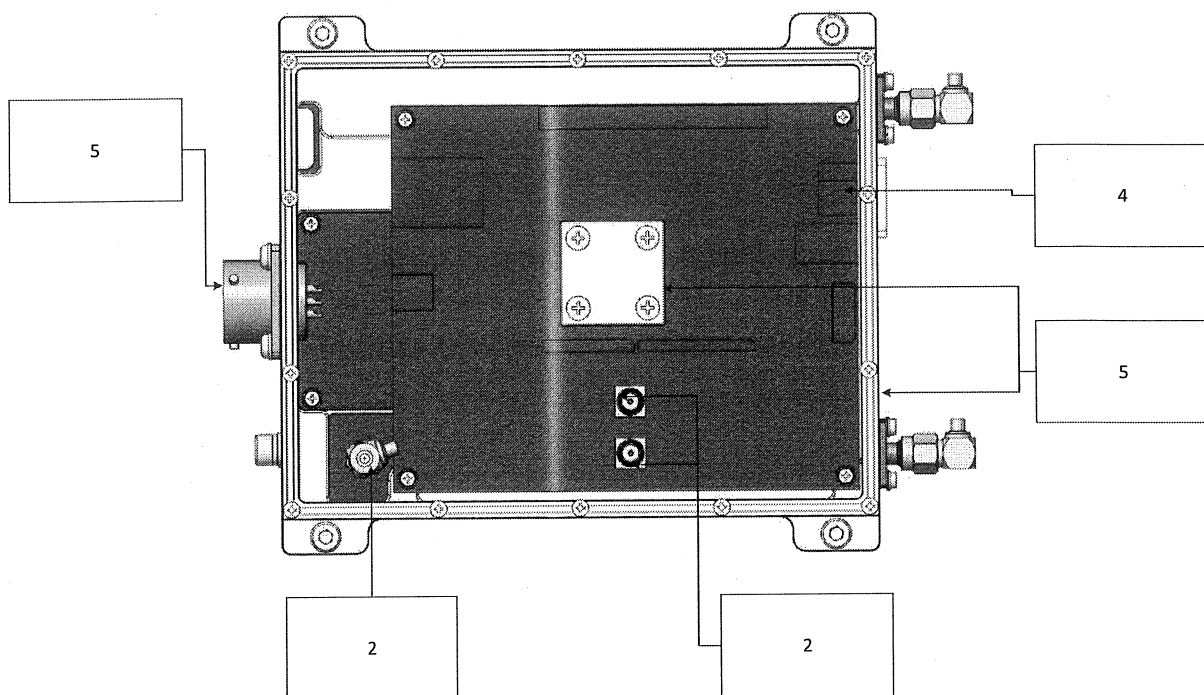
hệ thống này được đặt trong hộp cơ khí bảo vệ (5), có thiết kế dạng hộp kín, có vỏ làm bằng kim loại, chống ăn mòn và chịu áp suất; hộp nhỏ gọn và có khối lượng thấp phù hợp với bố trí trên các thiết bị bay vốn bị giới hạn về không gian và khối lượng mang, vỏ hộp dẫn điện và tiếp đất với toàn bộ hệ thống đất chung của thiết bị bay; bố trí các khối nguồn (1), khối xử lý tín hiệu và thông tin (4), khối thu phát cao tần (2) chung trong một không gian nhỏ nên yêu cầu giữa các khu vực có các vách ngăn để hạn chế nhiễu xuyên, ảnh hưởng tới chất lượng chung của hệ thống; dùng một bộ nối (connector) chung để cấp nguồn và truyền dữ liệu, đảm bảo chống nước, chống bụi và đáp ứng các tiêu chuẩn hàng không; các mạch điện-điện tử được gắn kết chắc chắn trong hộp bằng các ốc vít tiêu chuẩn, đáp ứng được gia tốc lên đến 14g và chịu đựng được các bài thử nghiệm va đập và rung xóc theo tiêu chuẩn MIL-STD-810.



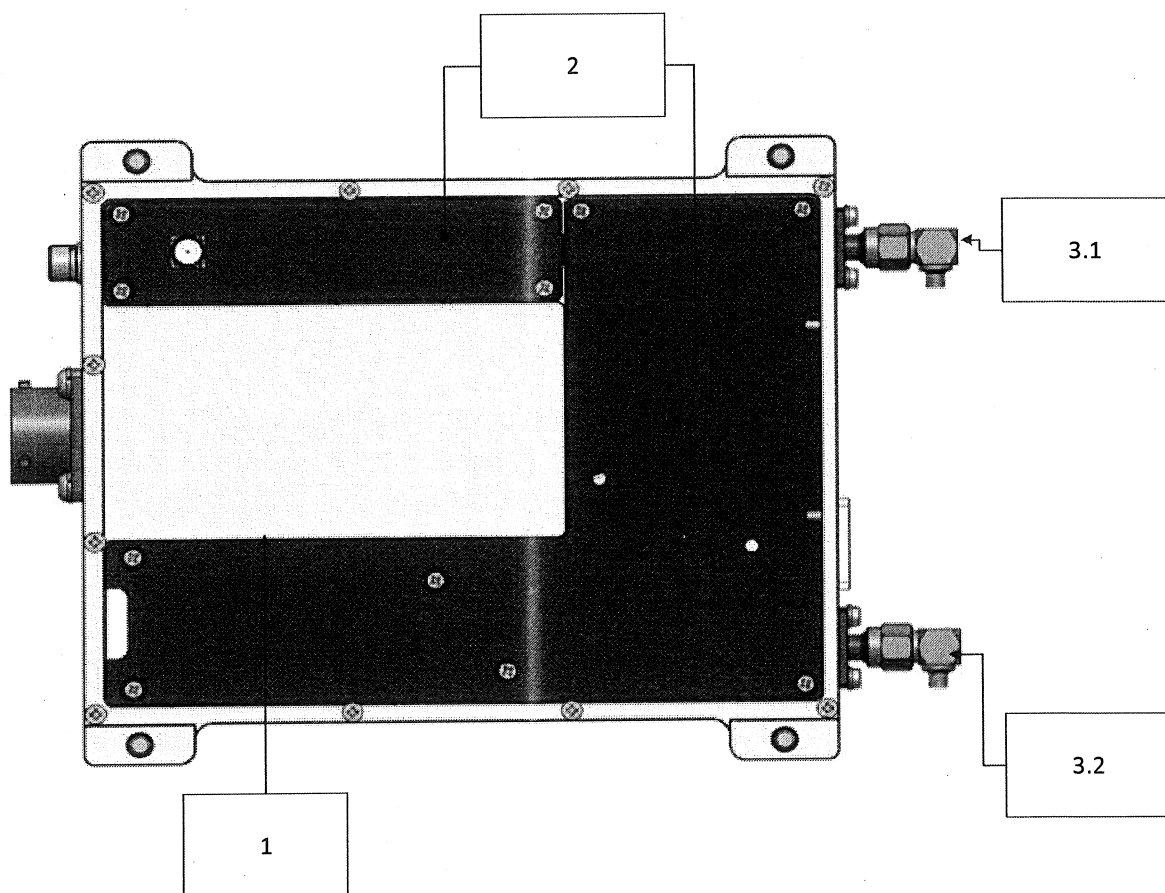
Hình 1



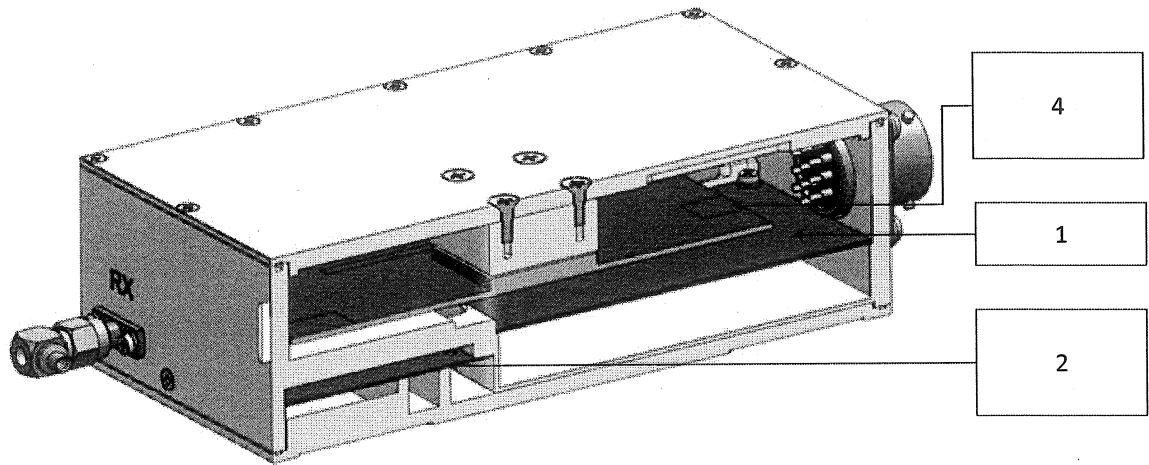
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5