



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

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

(11)



1-0052300

(51)^{2020.01} B64C 13/00

(13) B

(21) 1-2021-07723

(22) 01/12/2021

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/02/2022 407A

(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

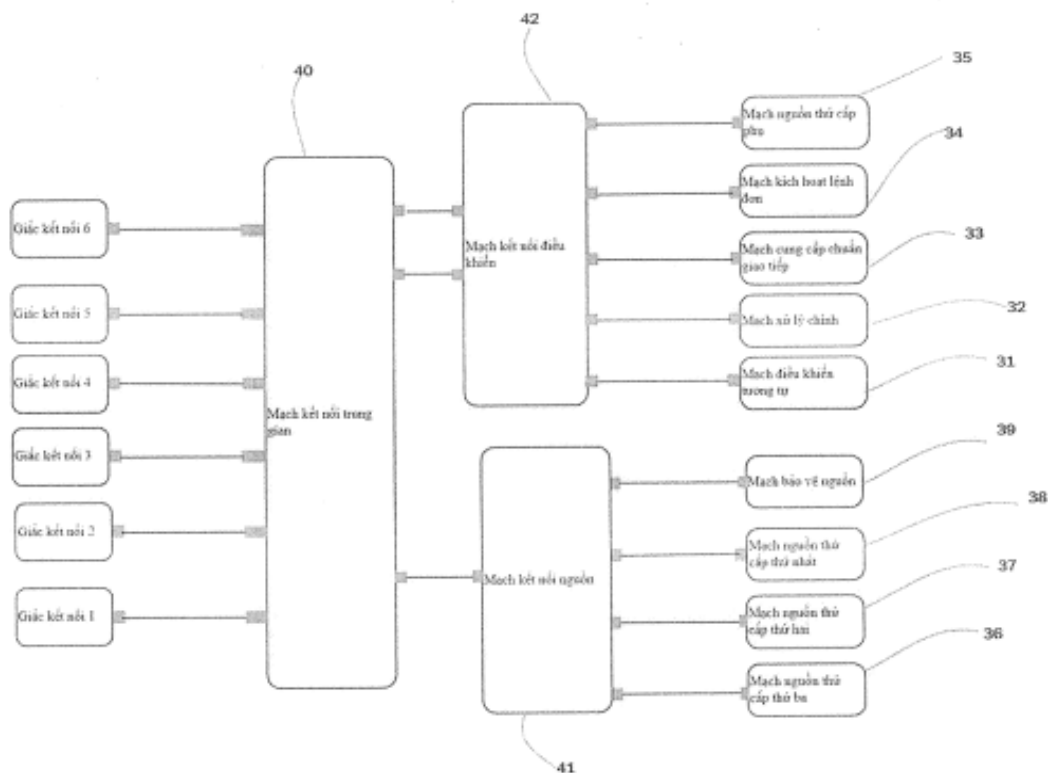
(72) ĐẶNG VĂN HUẤN (VN); ĐINH QUANG TRUNG (VN); LÊ CÔNG HUY (VN);
NGUYỄN QUỐC HUY (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) KHÔI MÁY TÍNH NHÚNG CHO PHƯƠNG TIỆN BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI
ĐÁP ỨNG CÁC TIÊU CHUẨN MÔI TRƯỜNG KHẮC NGHIỆT

(21) 1-2021-07723

(57) Sáng chế đề cập đến khối máy tính nhúng, được thiết kế để lắp đặt sử dụng trên các phương tiện bay không người lái hoạt động trong các môi trường khắc nghiệt. Khối máy tính nhúng bao gồm va cụm chính; cụm nguồn, cụm điều khiển - giao tiếp, cụm kết nối. Sáng chế tập trung vào thiết kế máy tính nhúng có khả năng thay thế, nâng cấp, áp dụng tùy biến cho nhiều dòng sản phẩm phương tiện bay không người lái; khả năng làm việc bền bỉ, đảm bảo độ tin cậy, tránh các hỏng hóc, sự cố xảy ra khi thiết bị bay không người lái hoạt động trong điều kiện môi trường khắc nghiệt.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến khối máy tính nhúng. Cụ thể, khối máy tính nhúng được đề cập trong sáng chế dùng cho phương tiện bay không người lái đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường khắc nghiệt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực quân sự, dân dụng, phương tiện bay không người lái là hệ thống phức tạp gồm nhiều mô-đun thành phần khác nhau. Khối máy tính nhúng là một trong các thành phần quan trọng nhất của phương tiện, có chức năng điều khiển phương tiện bay không người lái bay theo quỹ đạo đã định.

Trong quá trình hoạt động, phương tiện bay không người lái luôn phải chịu tác động của các điều kiện môi trường khắc nghiệt, các yếu tố này tương tự sẽ ảnh hưởng lớn đến các mô-đun điện tử thành phần của thiết bị bay. Dưới tác động ảnh hưởng môi trường bên ngoài, mô-đun điện tử trên phương tiện bay không người lái có nguy cơ cao bị hỏng hóc, hoạt động sai, chập chờn; điều này dẫn đến phương tiện bay có thể bị rơi hỏng hoặc không bay đến đúng vị trí theo quỹ đạo đã định.

Với vai trò, chức năng quan trọng của khối máy tính nhúng trong thành phần cấu tạo nên phương tiện bay không người lái; khối máy tính nhúng cần có các giải pháp thiết kế để có thể hoạt động tốt dưới tác động của môi trường điều kiện bên ngoài; để đảm bảo điều đó thiết kế khối máy tính nhúng cần đáp ứng một số bài thử nghiệm quan trọng nhất theo tiêu chuẩn quân sự; bao gồm tiêu chuẩn về môi trường MIL-STD-810, tiêu chuẩn về nguồn điện trên khoang MIL-STD-704F, tiêu chuẩn về tương thích điện từ trường MIL-STD-461E.

Thông thường khối máy tính nhúng thường được thiết kế để đáp ứng một số yêu cầu nhất định về chức năng giao tiếp, điều khiển đối với một phương tiện bay không người lái xác định nên khả năng thay thế, nâng cấp, áp dụng cho nhiều dòng sản phẩm bị hạn chế; đồng thời trong các thiết kế đang hầu như chú trọng vào việc đảm bảo chức năng của sản phẩm, chưa bổ sung các yêu cầu về việc đảm bảo thiết bị sau sản xuất đảm bảo các bài thử nghiệm bắt buộc theo tiêu chuẩn quân sự đối với thiết bị trên khoang như tiêu chuẩn MIL-STD-810H, MIL-STD-704F, MIL-STD-461E. Liên quan đến vấn đề này, sáng chế hệ thống điều khiển phương tiện không người lái được bộc lộ trong sáng chế Hoa Kỳ số US 2019/0230793; sáng chế điều khiển phương tiện không người lái bộc lộ trong sáng chế Hoa Kỳ số US 2006/0271251.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đưa ra các giải pháp kỹ thuật khắc phục một số vấn đề được mô tả ở trên, bằng việc thiết kế khối máy tính nhúng có khả năng dễ dàng thay thế, nâng cấp, áp dụng tùy biến cho nhiều dòng sản phẩm phương tiện bay không người lái; đồng thời đáp ứng một số bài thử quan trọng nhất đối với thiết bị điện tử trên khoang theo tiêu chuẩn MIL-STD-810H, MIL-STD-704F, MIL-STD-461E; cho phép khối máy tính nhúng có thể hoạt động bền bỉ, tin cậy trong mọi điều kiện môi trường.

Để đảm bảo khả năng dễ dàng thay thế, nâng cấp, áp dụng tùy biến cho nhiều dòng sản phẩm phương tiện bay không người lái, sáng chế sử dụng thiết kế mô-đun hóa theo chức năng đến từng bo mạch. Các bo mạch, giắc giao tiếp được kết nối với nhau qua các mạch kết nối trung gian, hình thành ba cụm chính là cụm nguồn, cụm điều khiển – giao tiếp và cụm kết nối. Cụ thể:

Cụm nguồn bao gồm mạch bảo vệ nguồn, mạch nguồn thứ cấp thứ nhất, mạch nguồn thứ cấp thứ hai, mạch nguồn thứ cấp thứ ba và mạch kết nối nguồn liên kết các mạch chức năng trên với nhau; cụm nguồn có chức năng bảo vệ, cung cấp nguồn cho các mạch của khối máy tính nhúng và một số thiết bị điện tử trên khoang của thiết bị bay không người lái.

Cụm điều khiển – giao tiếp bao gồm mạch xử lý chính, mạch cung cấp chuẩn giao tiếp, mạch điều khiển tương tự, mạch kích hoạt lệnh đơn, mạch nguồn thứ cấp phụ và mạch kết nối điều khiển liên kết các mạch chức năng trên với nhau.

Cụm kết nối bao gồm sáu giắc kết nối mặt máy, mạch kết nối trung gian liên kết cụm nguồn và cụm điều khiển – giao tiếp với nhau. Thiết kế không sử dụng dây dẫn để liên kết các bo mạch chức năng với nhau giúp quá trình tích hợp, thử nghiệm, thay thế, nâng cấp dễ dàng hơn.

Các bài thử quan trọng nhất theo tiêu chuẩn môi trường MIL-STD-810H bao gồm bài thử nhiệt độ cao hoạt động theo phương pháp thử 501.7, bài thử rung xóc hành trình hoạt động theo phương pháp thử 514.8, bài thử rung xóc vận chuyển theo phương pháp thử 514.8, bài thử độ ẩm theo phương pháp thử 507.6. Để đảm bảo khối máy tính nhúng có khả năng đáp ứng các bài thử nghiệm trên, thiết kế áp dụng một số giải pháp kỹ thuật đặc thù bao gồm, lựa chọn vật tư linh kiện điện tử, cơ khí có khả năng hoạt động tốt trong dải nhiệt độ từ -40°C đến 85°C; lựa chọn kết cấu khung gá với các rãnh định hướng cho từng các mạch chức năng; sử dụng các thanh chống rung xóc chuyên dụng cho việc cố định các mạch vào thành rãnh khung gá nhằm mục đích tránh dịch chuyển theo hai chiều; sử dụng thanh chắn để tránh mạch di chuyển theo chiều còn lại; sử dụng các tấm kim loại và trụ đồng giảm

rung xóc cho các mạch kết nối trung gian còn lại; tất cả các kết cấu cơ khí và mạch điện tử được kết nối chặt chẽ với nhau trên bộ khung gá kim loại chắc chắn giúp cho thiết bị có thể chịu được các bài thử nghiệm rung xóc theo tiêu chuẩn MIL-STD-810H; ngoài ra thiết kế sử dụng phương pháp tẩm phủ toàn bộ các bo mạch, bít kín các khe hở bởi keo chuyên dụng, sử dụng vật liệu chống gỉ sét giúp thiết bị có thể hoạt động tốt sau bài thử nghiệm độ ẩm.

Để đảm bảo khả năng đáp ứng tất cả mười hai bài thử LDC101, LDC102, LDC103, LDC104, LDC105, LDC201, LDC301, LDC302, LDC401, LDC501, LDC601, LDC602 theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F và hai bài thử quan trọng nhất CE102, CS101 theo tiêu chuẩn MIL-STD-461E đối với thiết bị điện tử trên khoang, thiết kế sử dụng một số giải pháp kỹ thuật bao gồm; phân bổ tính toán nguồn nuôi đến các bo mạch hay thiết bị trên khoang khác một cách hợp lý, sử dụng không quá 50% công suất thiết kế tối đa của từng bo mạch nguồn giúp giảm thiểu áp lực hoạt động của các mô-đun nguồn chính; lựa chọn phương án sử dụng các mô-đun nguồn cách ly và bộ lọc nguồn đầu vào theo tiêu chuẩn quân sự với khả năng đáp ứng chín bài thử LDC101, LDC102, LDC103, LDC104, LDC105, LDC301, LDC302, LDC401, LDC501, LDC601 theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F và hai bài thử CE102, CS101 theo tiêu chuẩn MIL-STD-461E; sử dụng đi-ốt bán dẫn mắc nối tiếp tại đầu vào của bộ lọc nguồn giúp thiết bị đạt bài thử LDC602; sử dụng tụ điện vỏ nhôm dung lượng lớn theo chuẩn quân sự và điện trở công suất hạn dòng tại đầu ra của bộ lọc giúp thiết bị có khả năng đạt bài thử LDC201 theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F; tất cả các bộ phận tản nhiệt của mô-đun nguồn, bộ lọc được gắn tiếp xúc ra vỏ khung gá qua các cơ cấu cơ khí riêng giúp thiết bị vẫn có thể đạt được các bài thử khi hoạt động trong môi trường nhiệt độ cao dưới 65 oC.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ khối kết nối các mạch chức năng của khối máy tính nhúng;

Hình 2 là hình vẽ mô tả sơ đồ mạch bảo vệ nguồn;

Hình 3 là hình vẽ mô tả sơ đồ khối mạch cung cấp nguồn thứ cấp cách ly;

Hình 4 là hình ảnh ngoại quan về khối máy tính nhúng;

Hình 5 là hình ảnh mô tả kết cấu cơ khí sơ bộ bên trong của khối máy tính nhúng;

Hình 6 là hình ảnh mô tả vị trí và kết cấu gá lắp, chống rung xóc đối với các mô-đun mạch bên trong khối máy tính nhúng;

Hình 7 là hình ảnh mô tả bộ khung gá mạch chính của khối máy tính nhúng trước khi cố định các bo mạch;

Hình 8 là hình ảnh mô tả bộ khung gá mạch chính của khối máy tính nhúng sau khi cố định các bo mạch;

Hình 9 là hình ảnh mô tả chi tiết thanh chống rung chuyên biệt được sử dụng cho việc chống rung xóc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Khối máy tính nhúng có thiết kế được mô tả chi tiết qua sự tham chiếu các hình vẽ từ Hình 1 đến Hình 9.

Hình 1 mô tả sơ đồ khối kết nối các mạch trong khối máy tính nhúng. Khối máy tính nhúng được chia thành ba cụm chính là cụm nguồn, cụm điều khiển – giao tiếp, cụm kết nối với tổng cộng mười hai mạch thành phần và sáu giắc kết nối với các chức năng khác nhau.

Cụm nguồn có chức năng bảo vệ nguồn đầu vào, cung cấp nguồn cách ly đến các mạch của khối máy tính nhúng và cung cấp nguồn cách ly đến một số thiết bị ngoại vi khác trên phương tiện bay không người lái, cụm nguồn bao gồm năm mạch chính với các chức năng khác nhau. Mạch bảo vệ nguồn 39 có chức năng bảo vệ nguồn chống lại các ảnh hưởng từ sự biến động nguồn đầu vào của thiết bị, là yếu tố chính đóng góp vào việc đảm bảo thiết bị đạt các bài thử theo chuẩn MIL-STD-704F và MIL-STD-461E. Mạch nguồn thứ cấp thứ nhất 38 cung cấp nguồn cách ly thứ cấp cho mạch xử lý chính 32 và mạch cung cấp chuẩn giao tiếp 33. Mạch nguồn thứ cấp thứ hai 37 cung cấp nguồn cách ly cho mạch điều khiển tương tự 31 và một số thiết bị khác sử dụng nguồn cách ly trên phương tiện bay không người lái. Mạch nguồn thứ cấp thứ ba 36 cung cấp nguồn cách ly đến khối cảm biến trên phương tiện bay không người lái. Mạch kết nối nguồn 41 có chức năng liên kết bốn mạch đã nói ở trên hình thành cụm nguồn của khối máy tính nhúng.

Cụm điều khiển – giao tiếp có chức năng có chức năng cung cấp chuẩn giao tiếp kết nối, lệnh điều khiển đơn đến các thiết bị khác trên phương tiện bay không người lái, cụm điều khiển – giao tiếp bao gồm sáu mạch chức năng chính. Mạch nguồn thứ cấp phụ 35 có chức năng nhận đầu vào là nguồn cách ly từ các mạch nguồn thứ cấp thứ nhất 36, mạch nguồn thứ cấp thứ hai 37, mạch nguồn thứ cấp thứ ba 38 để tạo ra các nguồn thứ cấp phụ điện áp thấp hơn cấp đến bốn mạch còn lại của cụm điều khiển - giao tiếp. Mạch xử lý chính 32 có chức năng xử lý các thuật toán điều khiển, dẫn đường, điều khiển các thiết bị trên phương tiện bay không người lái thông qua các giao tiếp chuẩn, lệnh điều khiển đơn hay tương tự. Mạch kích hoạt lệnh đơn 34 đơn có chức năng cung cấp các đầu ra mức điện áp 27VDC điều khiển đến thiết bị khi nhận được lệnh điều khiển mức điện áp 3,3VDC từ mạch xử lý chính 32. Mạch cung cấp chuẩn giao tiếp 33 có chức năng cung cấp các giao thức vật

lý của chuẩn giao tiếp kết nối giữa khối máy tính nhúng đến các mô-đun thiết bị khác trên phương tiện bay không người lái, phần quy định giao thức của từng chuẩn giao tiếp sẽ do mạch xử lý chính 32 quy định. Mạch điều khiển tương tự 31 cung cấp các giao thức vật lý lệnh điều khiển tương tự đến một số mô-đun trên phương tiện bay không người lái, việc quyết định dạng tín hiệu tương tự, phương pháp điều khiển sẽ do mạch xử lý chính quyết định. Mạch kết nối điều khiển 42 có chức năng kết nối tất cả năm mạch đã nói ở trên hình thành cụm điều khiển – giao tiếp của khối máy tính nhúng.

Cụm kết nối có chức năng kết nối hai cụm nguồn và cụm điều khiển – giao tiếp với nhau, đồng thời cung cấp giao diện kết nối khối máy tính nhúng với các thiết bị ngoại vi khác trên phương tiện bay không người lái; cụm kết nối bao gồm mạch kết nối trung gian 40 và sáu giắc kết nối mặt máy từ giắc kết nối thứ nhất đến giắc kết nối thứ sáu.

Để đảm bảo khả năng giúp khối máy tính nhúng đạt được mười hai bài thử nghiệm theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F và hai bài thử chính quan trọng theo tiêu chuẩn MIL-STD-461E; theo phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế, mạch bảo vệ nguồn 39 có sơ đồ khối mô tả như theo Hình 2. Với nguồn đầu vào mức 27V, thiết kế sử dụng đi-ốt chống ngược 101 có điện áp tối đa ít nhất gấp đôi mức điện áp đầu vào và khả năng dẫn dòng gấp ít nhất ba lần mức dòng điện yêu cầu, giúp khối máy tính nhúng đạt được bài thử LDC02. Bộ lọc nguồn đầu vào thứ nhất 102 kết hợp với ba mạch cung cấp nguồn thứ cấp cách ly 36, 37, 38 giúp khối máy tính nhúng có khả năng đạt được mười bài thử theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F và hai bài thử theo tiêu chuẩn MIL-STD-461E. Tụ điện dung lượng 104 và điện trở hạn dòng 103 được mắc phía sau bộ lọc nguồn đầu vào thứ nhất 102 cung cấp giải pháp giúp khối máy tính nhúng đạt được bài thử LDC201 theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F.

Theo phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế, các mạch cung cấp nguồn thứ cấp cách ly bao gồm mạch nguồn thứ cấp thứ nhất 38, mạch nguồn thứ cấp thứ hai 37, mạch nguồn thứ cấp thứ ba 36 có phương án thiết kế sơ đồ khối chức năng theo Hình 3. Sử dụng linh kiện đi-ốt chống ngược 111 có chức năng bảo vệ chống ngược nguồn cho mạch, bộ lọc nguồn đầu vào thứ hai 112 chuyên biệt giúp hạn chế các nhiễu nguồn đầu vào và ngăn ngừa nguồn nhiễu từ mô-đun cách ly trở lại hệ thống điện trên khoang; bộ chuyển đổi nguồn DC/DC cách ly 113 và bộ lọc nguồn đầu ra 114 kết hợp tạo thành cụm nguồn cung cấp các nguồn cách ly thứ cấp có công suất gấp tối thiểu hai lần công suất yêu cầu với các đặc điểm nguồn đầu ra đảm bảo trong ngưỡng hoạt động cho phép của các mạch và thiết bị ngoại vi trên phương tiện bay không người lái.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, thiết kế cơ khí và phối trí các thành phần của khối máy tính nhúng được mô tả theo Hình 4, Hình 5 và Hình 6. Thiết kế đảm bảo khối máy tính nhúng có khả năng đáp ứng bốn bài thử theo tiêu chuẩn môi trường MIL-STD-80H, bao gồm bài thử nhiệt độ cao hoạt động theo phương pháp thử 501.7, bài thử rung xóc hành trình hoạt động theo phương pháp thử 514.8, bài thử rung xóc vận chuyển theo phương pháp thử 514.8, bài thử độ ẩm theo phương pháp thử 507.6.

Theo phương án thiết kế ưu tiên của sáng chế, thiết kế sử dụng khung gá mạch 6 được làm từ hợp kim nhôm theo Hình 7; các mạch chức năng thành phần được cố định lắp ráp theo các rãnh 15 của khung gá mạch 6 theo Hình 7, sử dụng các thanh chống rung chuyên biệt 16 theo Hình 9 để ép và cố định chống dịch chuyển theo hai hướng cho các bộ mạch, sử dụng thanh chắn ngang 17 để cố định chống dịch chuyển hướng còn lại cho các bộ mạch của cụm điều khiển – giao tiếp, sử dụng thanh chắn dọc 18 để cố định chống dịch chuyển theo hướng còn lại cho các bộ mạch của cụm nguồn.

Theo phương án thiết kế, phối trí ưu tiên của sáng chế tất cả mười hai mạch chức năng của khối máy tính nhúng được kết nối, liên kết, gá lắp trên khung gá mạch 6 theo Hình 8. Khung gá mạch 6 được lắp đặt, cố định vào vỏ hộp cơ khí chính qua phần tai gá 22 của khung gá; việc tách khung gá mạch 6 ra khỏi vỏ hộp cơ khí giúp quá trình tích hợp, thử nghiệm dễ dàng hơn. Kết cấu khung gá mạch 6 và việc sử dụng các giải pháp gá lắp mạch như trên đảm bảo khối máy tính nhúng luôn hoạt động ổn định, chống chịu được các rung xóc trong quá trình vận chuyển và bay hành trình; cụ thể là đảm bảo khối máy tính nhúng đạt các bài thử nghiệm rung xóc theo phương pháp thử 514.8 của chuẩn MIL-STD-810H.

Yêu cầu bảo hộ

1. Khối máy tính nhúng cho phương tiện bay không người lái được chia thành ba cụm chính là cụm nguồn, cụm điều khiển – giao tiếp, cụm kết nối, cụ thể:

cụm nguồn được cấu tạo từ năm mạch chính bao gồm: mạch bảo vệ nguồn, mạch nguồn thứ cấp thứ nhất, mạch nguồn thứ cấp thứ hai, mạch cấp nguồn thứ cấp thứ ba, mạch kết nối nguồn; trong đó: mạch kết nối nguồn có chức năng liên kết các bốn mạch còn lại với nhau, kết nối với cụm kết nối để nhận nguồn đầu vào từ hệ thống điện, phân phối nguồn đầu ra đến các mạch của cụm điều khiển – giao tiếp và các thiết bị ngoại vi sử dụng nguồn cách ly trên phương tiện bay không người lái;

cụm điều khiển – giao tiếp được cấu tạo từ sáu mạch chính bao gồm: mạch nguồn thứ cấp phụ, mạch kích hoạt lệnh đơn, mạch cung cấp chuẩn giao tiếp, mạch xử lý chính, mạch điều khiển tương tự và mạch kết nối điều khiển; trong đó: mạch kết nối điều khiển có chức năng kết nối toàn bộ năm mạch còn lại với nhau, kết nối với cụm kết nối để nhận nguồn đầu vào từ cụm nguồn và cung cấp các giao tiếp, lệnh điều khiển đến các thiết bị ngoại vi trên phương tiện bay không người lái;

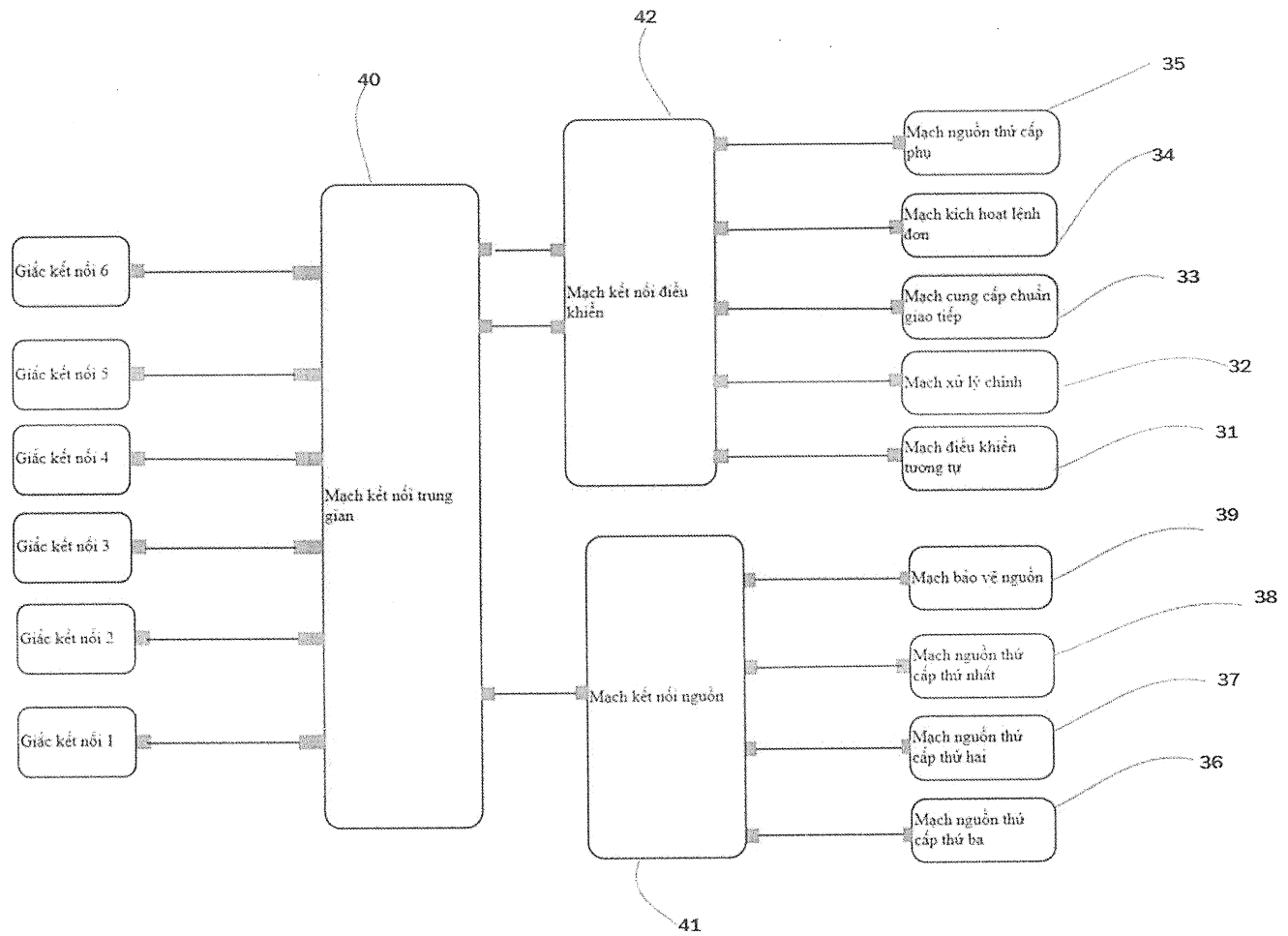
cụm kết nối bao gồm mạch kết nối trung gian và sáu giắc kết nối mặt máy; mạch kết nối trung gian kết nối đến các giắc kết nối mặt máy theo các cấp điện rời, kết nối đến cụm điều khiển – giao tiếp và cụm nguồn qua các giắc liên kết hàn trên mạch.

2. Khối máy tính nhúng cho phương tiện bay không người lái theo điểm 1, trong đó: mạch bảo vệ nguồn được sử dụng cho các thiết bị điện tử trên khoang sử dụng nguồn đầu vào $27V \pm 2,7V$; kết hợp với mạch cấp nguồn thứ cấp thứ nhất, mạch cấp nguồn thứ cấp thứ hai, mạch cấp nguồn thứ cấp thứ ba tạo thành cụm nguồn có khả năng đạt được tất cả các bài thử nghiệm đối với nguồn điện của thiết bị điện tử trên khoang theo tiêu chuẩn MIL-STD-704F và hai bài thử nghiệm tương thích điện từ trường quan trọng CE102, CS101 theo tiêu chuẩn MIL-STD-461E.

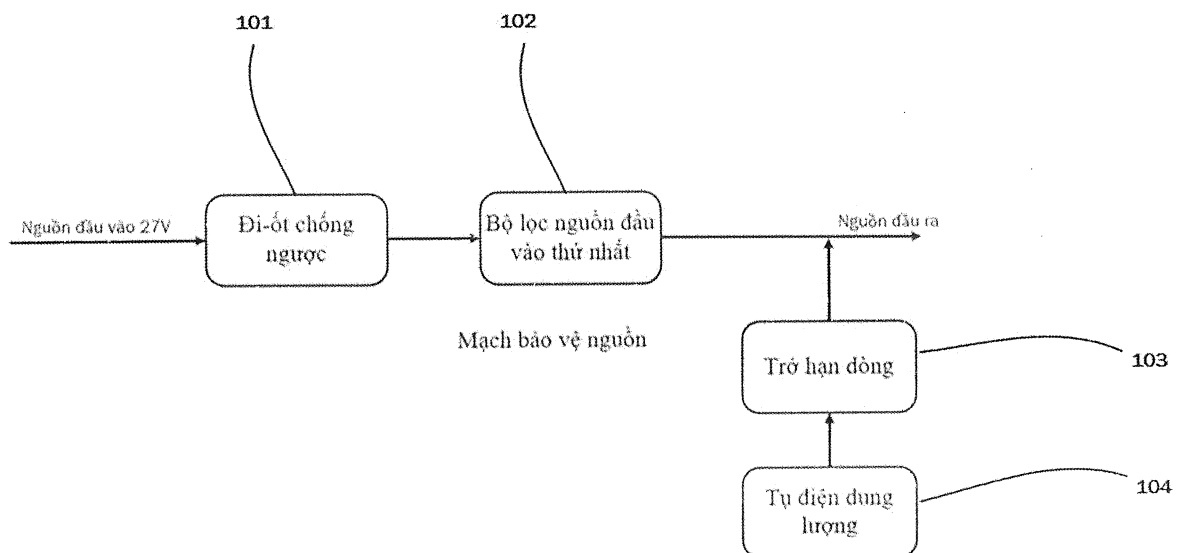
3. Khối máy tính nhúng cho phương tiện bay không người lái theo điểm 1, trong đó: thiết kế sử dụng khung gá mạch được làm từ hợp kim nhôm, các mạch chức năng thành phần được cố định lắp ráp theo các rãnh của khung gá mạch, sử dụng các thanh chống rung chuyên biệt để ép và cố định chống dịch chuyển theo hai hướng cho các bộ mạch, sử dụng thanh chắn ngang để cố định chống dịch chuyển hướng còn lại cho các bo mạch của cụm điều khiển – giao tiếp, sử dụng thanh chắn dọc để cố định chống dịch chuyển theo hướng còn lại cho các bo mạch của cụm nguồn.

4. Khối máy tính nhúng cho phương tiện bay không người lái theo điểm 1, trong đó:

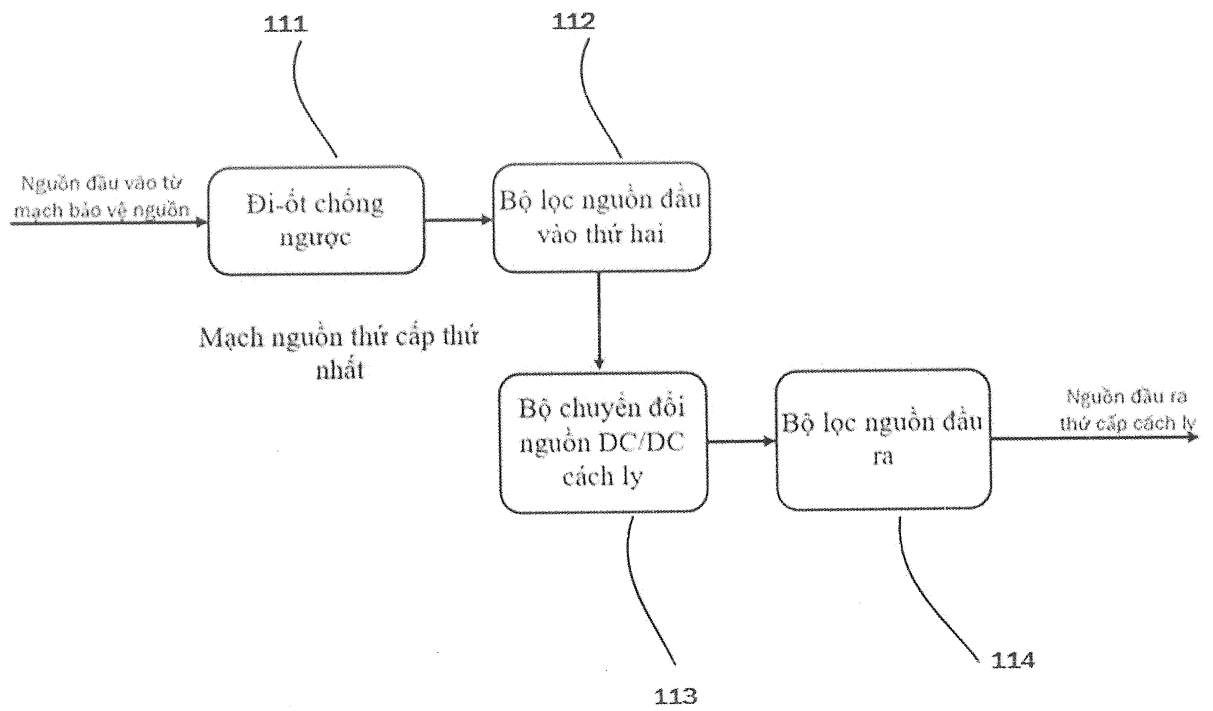
phối trí ưu tiên của sáng chế tất cả mười hai mạch chức năng của khối máy tính nhúng được kết nối, liên kết, gá lắp trên khung gá mạch; khung gá mạch được lắp đặt, cố định vào vỏ hộp cơ khí chính qua phần tai gá của khung gá; việc tách khung gá mạch ra khỏi vỏ hộp cơ khí giúp quá trình tích hợp, thử nghiệm dễ dàng hơn; kết cấu khung gá mạch và việc sử dụng các giải pháp gá lắp mạch như trên đảm bảo khối máy tính nhúng luôn hoạt động ổn định, chống chịu được các rung xóc trong quá trình vận chuyển và bay hành trình; cụ thể là đảm bảo khối máy tính nhúng đạt các bài thử nghiệm rung xóc theo phương pháp thử 514.8 của chuẩn MIL-STD-810H.



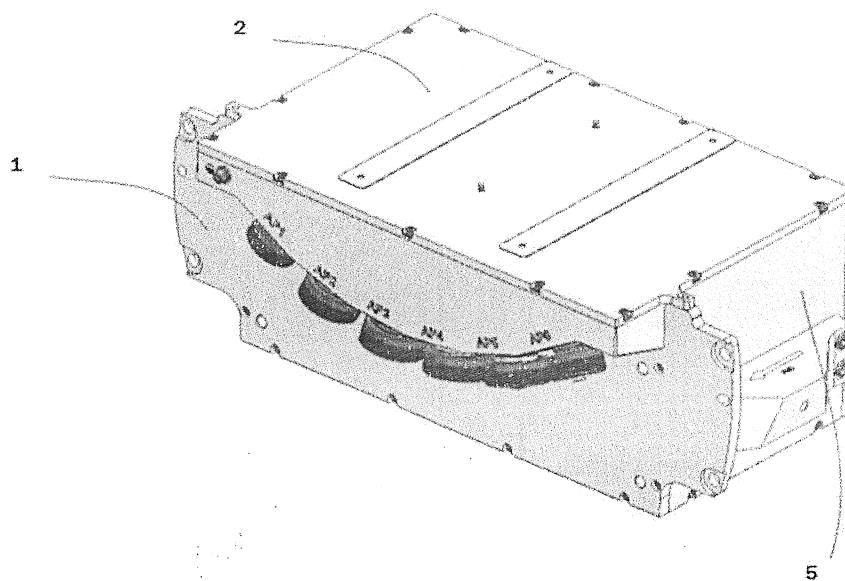
Hình 1



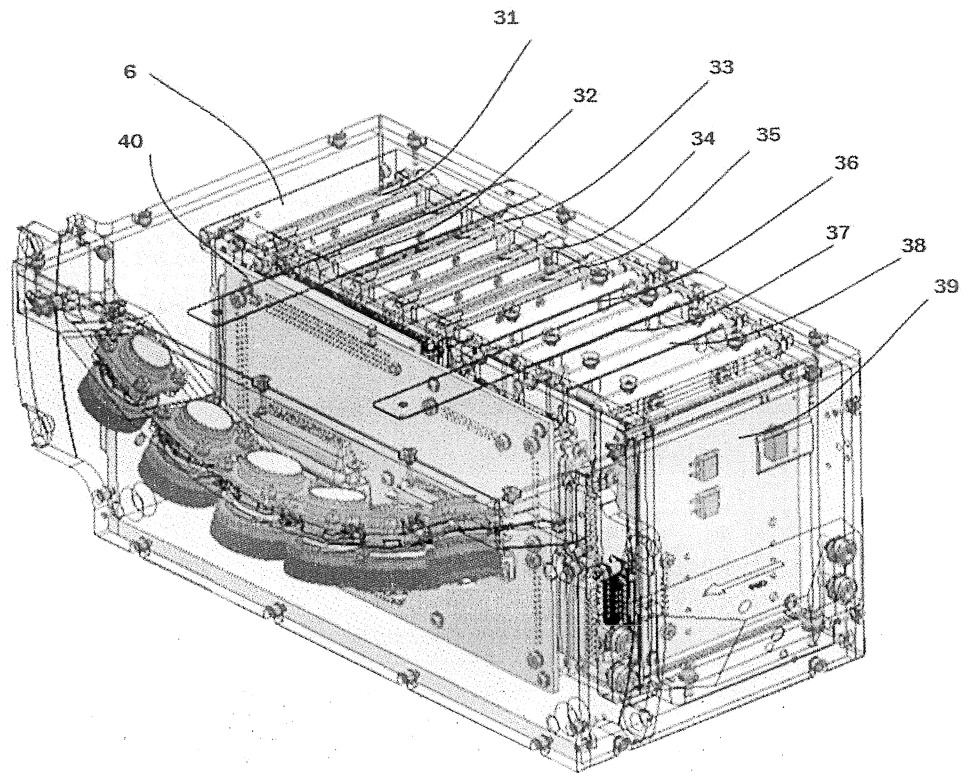
Hình 2



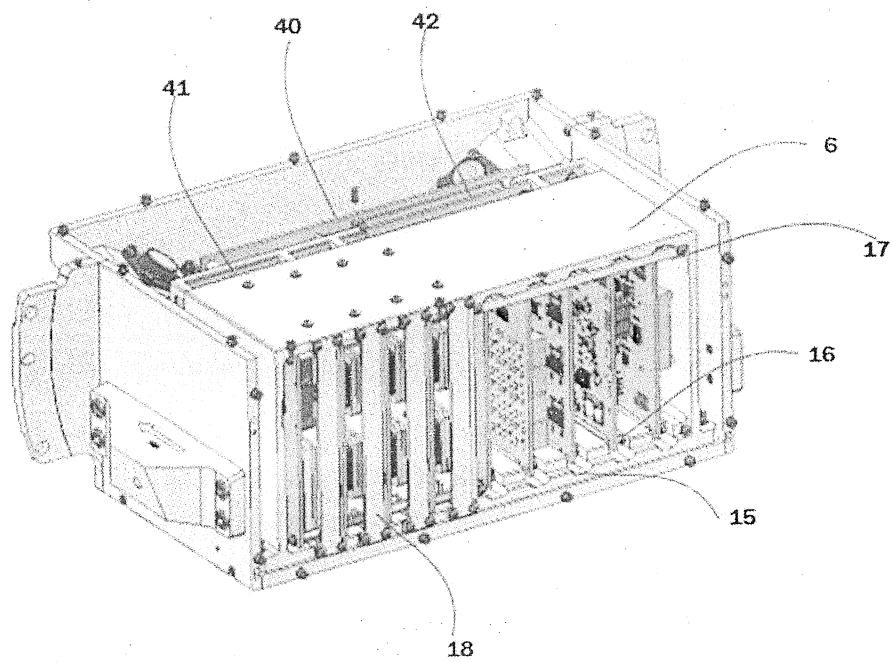
Hình 3



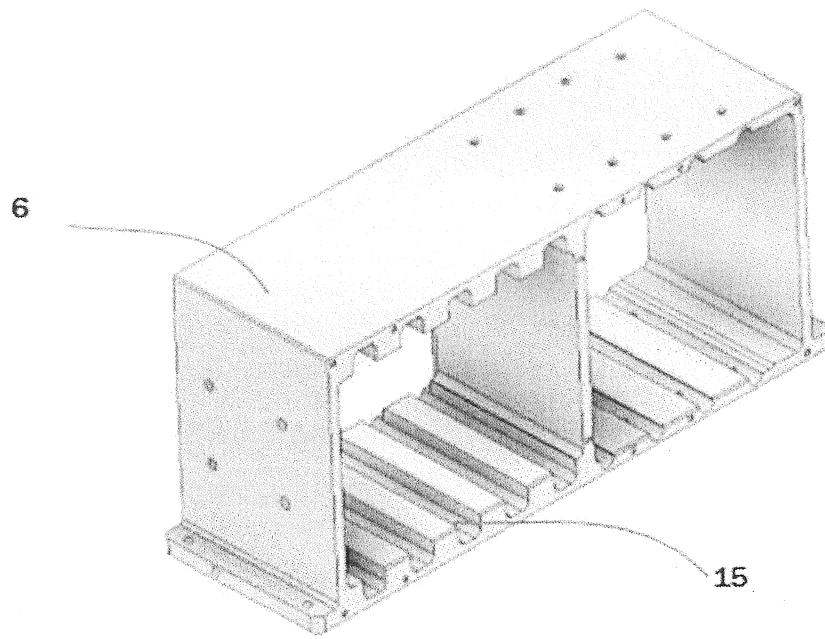
Hình 4



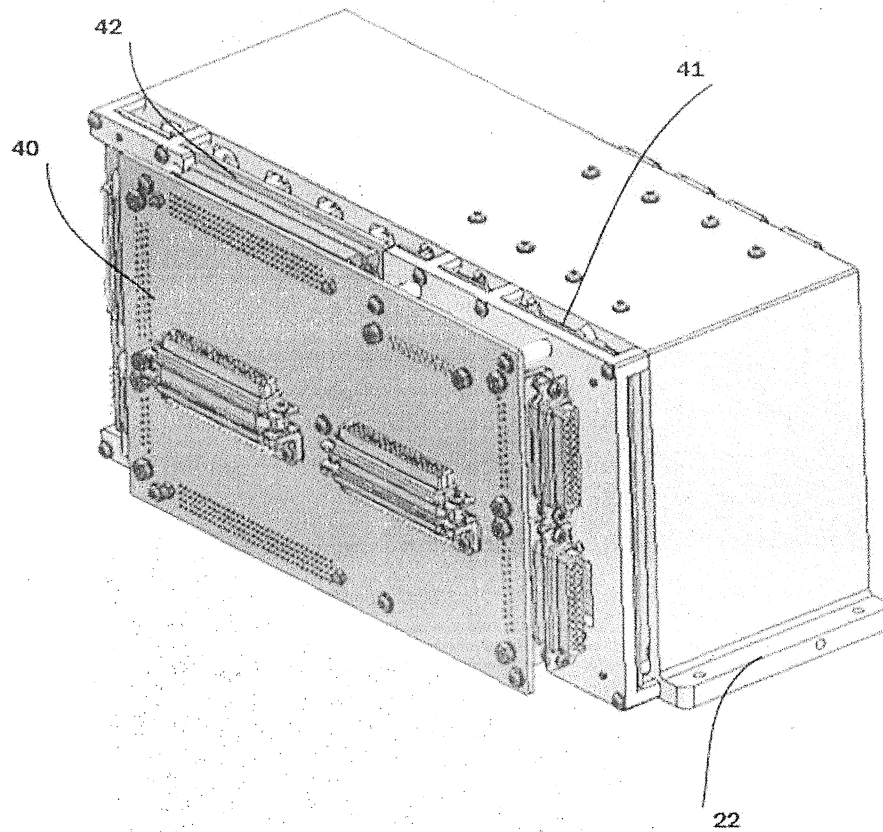
Hình 5



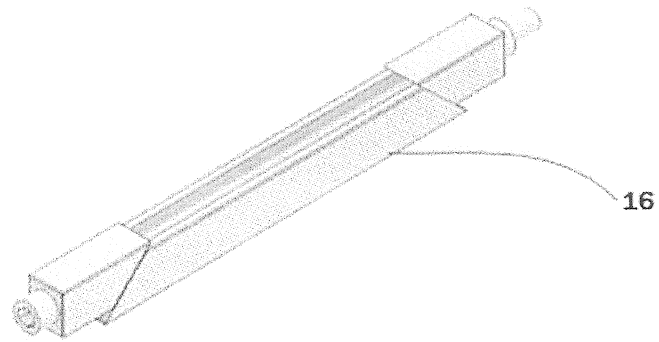
Hình 6



Hình 7



Hình 8



Hình 9