



(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)



1-0031992

(51)⁷ G01C 19/5705; G01C 19/5726; G01C
19/5712

(13) B

(21) 1-2019-00036

(22) 03/01/2019

(45) 25/05/2022 410

(43) 27/05/2019 374A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

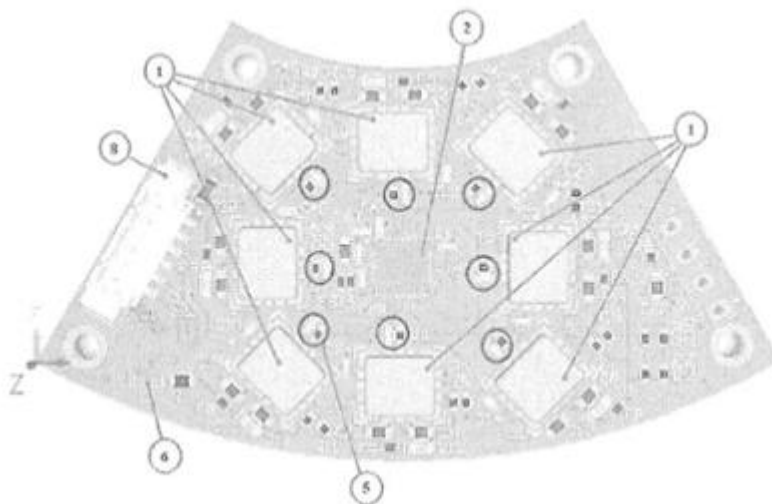
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Mạc Lưu Phong (VN); Nguyễn Văn Tâm (VN); Dương Đức Bằng (VN); Phạm Văn Tiến (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) HỆ MÔĐUN CẢM BIẾN VẬN TỐC GÓC ĐỒNG TRỤC

(57) Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục là thiết bị cảm biến điện tử, có chức năng xử lý và cung cấp tín hiệu đầu ra là vận tốc góc quán tính quanh trục với độ chính xác cao, tin cậy lớn. Thiết bị bao gồm các thành phần chính: cảm biến vận tốc góc, bộ chuyển đổi tương tự ra số, vi điều khiển, cảm biến nhiệt độ, nguồn, khung vỏ cơ khí chống nhiễu. Bộ vi xử lý của thiết bị được cài sẵn thuật toán xử lý tín hiệu giúp tăng độ chính xác cho đầu ra của thiết bị. Do có kích thước nhỏ gọn, độ chính xác cao, chi phí thấp nên thiết bị được sử dụng trong các thiết bị chính xác cao như camera UAV (thiết bị bay không người lái), hoặc ứng dụng trong đời sống như xe tự cân bằng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ môđun cảm biến vận tốc góc với độ chính xác cao, sai số nhỏ. Cụ thể, nội dung được đề cập trong sáng chế mô tả thiết kế môđun phân cứng, giải thuật xử lý tín hiệu và tính năng ứng dụng của môđun cảm biến vào điều khiển hoạt động của khối cơ khí cân bằng mang camera hoặc các sản phẩm thuộc lớp điện tử, lập trình nhúng và điều khiển tự động hóa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong số các tài liệu sáng chế đã được công bố, một số công trình có nội dung liên quan đến cảm biến vận tốc góc (gyroscope). Tuy nhiên những sáng chế liên quan còn một số tồn tại hoặc hạn chế, cụ thể như:

Sáng chế US 20070068251 A1 ngày 29/03/2007 của Hoa Kỳ mô tả thiết kế cảm biến vận tốc góc sử dụng các thanh dao động và ứng dụng của lực Criolis để đo đặc vận tốc góc quay quanh trục của cảm biến. Nội dung sáng chế chủ yếu trình bày cấu trúc các phần tử dao động, phần tử điện trong thiết kế cảm biến vận tốc góc. Tuy nhiên phương thức tăng độ chính xác cho cảm biến chưa hề được đề cập tới, để tăng độ chính xác cảm biến này thì phải đi kèm với sự cải thiện về vật liệu và công nghệ chế tạo, đòi hỏi yêu cầu về độ phức tạp và chi phí rất cao.

Sáng chế US 9170105 B1 ngày 27/10/2015 mô tả thiết kế hệ thống và phương pháp nâng cao độ chính xác đo vận tốc góc. Nội dung sáng chế chủ yếu trình bày về sự kết hợp và sắp xếp nhiều cảm biến để giảm thiểu nhiễu chung, sử dụng bộ lọc Kalman để giảm thiểu độ trôi của cảm biến. Tuy nhiên, giải pháp được đề xuất lại chưa đề cập tới các vấn đề về thiết kế phân cứng bộ xử lý, về xử lý lọc nhiễu ARW (Angular Random Walk) để tăng độ chính xác trong các ứng dụng sử dụng giá trị tích phân tín hiệu từ cảm biến.

Để khắc phục những điểm hạn chế nói trên, nhóm tác giả đã đề xuất chế tạo môđun mạch kết hợp nhiều cảm biến vận tốc góc không giống với bất kỳ sáng chế nào đã từng được công bố.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là xây dựng hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục, cụ thể là bo mạch phân cứng gồm nhiều hệ thống cảm biến vận tốc góc được bố trí đồng phẳng, đồng trục nhằm làm giảm sai số vận tốc góc của cảm biến riêng lẻ, đồng thời kết hợp giải thuật xử lý tín hiệu của tập cảm biến còn giúp đầu ra của môđun cảm biến giảm nhiễu tần số

cao, độ trôi góc và một số thông số khác. Đặc biệt, trên môđun cảm biến vận tốc góc còn có cảm biến đo nhiệt độ, yếu tố ảnh hưởng rất nhiều đến độ nhạy của cảm biến, sai số vận tốc góc... Môđun cảm biến yêu cầu thời gian xử lý tín hiệu nhanh, tần số xuất dữ liệu đầu ra tối thiểu 1KHz nhằm phục vụ cho điều khiển các hệ thống mà đầu vào là dữ liệu vận tốc góc sau xử lý. Ngoài ra, thiết bị còn được thiết kế nhỏ gọn có thể ghép nối dễ dàng với các loại bo mạch nhúng và giúp tiết kiệm năng lượng.

Để đạt được mục đích trên, nhóm tác giả đề xuất sáng chế thiết bị mạch phản cứng cảm biến vận tốc góc kết hợp xây dựng giải thuật phần mềm xử lý tín hiệu.

Theo phương án thực hiện sáng chế, hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục bao gồm phản cứng mạch cảm biến vận tốc góc với hai lớp: lớp trên - lớp dưới và được bao ngoài bởi vỏ cơ khí. Trong đó:

Lớp trên bao gồm cảm biến vận tốc góc, mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC - Analog-to-Digital Converter), mạch lọc thông thấp, cơ cấu kết nối; lớp dưới bao gồm vi điều khiển, nguồn, cảm biến nhiệt độ, trong đó mỗi cơ cấu thành phần khác biệt ở chỗ:

Mạch cảm biến vận tốc góc được tạo bởi N cảm biến vận tốc góc các cảm biến được bố trí trên cùng một lớp đối xứng, so le theo hình N giác đều;

Mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) có cấu trúc bộ ghi xấp xỉ nối tiếp (SAR - Successive Approximation Register) bố trí tại không gian chính giữa các cảm biến;

Vi điều khiển được nối với các thiết bị ngoại vi bởi cơ cấu kết nối, chứa bộ quan sát Kalman để lọc dữ liệu đầu vào cảm biến và đưa ra kết quả vận tốc góc với độ chính xác cao cho hệ thống;

Nguồn là các phân tử điện tử được bố trí tại lớp trên của mạch, gần cổng kết nối nguồn đầu vào; đảm bảo cách xa phân tử tốc độ cao và tín hiệu cảm biến tối thiểu 10mm để tránh việc nhiệt lượng từ nguồn tỏa ra ảnh hưởng đến các phần xử lý tín hiệu;

Mạch lọc thông thấp là mạch lọc thụ động gồm hai linh kiện thụ động là điện trở và tụ điện với tần số cắt được tính toán thỏa mãn: $f_c = (4 \div 5) \cdot f$ với f_c là tần số cắt, f là tần số lấy mẫu cảm biến vận tốc góc của mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC); $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$, R là giá trị điện trở (Ohm), C là giá trị điện dung của tụ điện (F);

Cảm biến nhiệt độ là phân tử đo giá trị nhiệt độ của mạch cảm biến, giá trị được thu thập bởi vi điều khiển, đóng vai trò là giá trị tham chiếu hiệu chỉnh thông số cảm biến;

Cơ cấu kết nối là đầu nối gồm sáu chân, đóng vai trò cung cấp nguồn để mạch cảm biến hoạt động và truyền thông tin từ vi điều khiển ra thiết bị ngoại vi.

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục còn bao gồm đèn báo nguồn là đèn led màu bất kỳ, báo trạng thái của mạch khi được kết nối nguồn điện đầu vào và nằm ở những vị trí dễ quan sát, tránh ảnh hưởng đến sắp xếp vị trí các linh kiện khác, thông thường nằm ở lớp trên của mạch.

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, số cảm biến sử dụng là số chẵn và lớn hơn tám.

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, tốt nhất nếu sử dụng tám cảm biến vận tốc góc, chia thành hai nhóm, nhóm thứ nhất đặt trên cạnh của bát giác, nhóm thứ hai được đặt trên các đường thẳng song song với cạnh còn lại của bát giác, tịnh tiến ra ngoài khoảng cách 5-7 mm.

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục được bọc bởi vỏ cơ khí chống nhiễu điện – từ trường được làm bằng nhôm, kiểu dáng hình quạt bao trọn khối môđun mạch phân cứng, có các cổng kết nối thuận tiện thao tác cho việc cài đặt, lắp ráp thiết bị.

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, tốt hơn nếu vi điều khiển sử dụng loại 32 bit các thanh ghi và bộ tính toán số học (ALU - Arithmetics Logic Unit) đều là 32 bit hoặc dòng ARM Cortex M7 (ARM là viết tắt của “Advanced RISC Machine”, nghĩa là “bộ xử lý dựa trên kiến trúc RISC”, trong đó “RISC” là viết tắt của “Reduced Instruction Set Computer” có nghĩa là “máy tính có tập lệnh đơn giản hóa”).

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, tốt hơn nếu mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) cần độ phân giải ≥ 14 bit, số kênh tương tự đầu vào lớn hơn hoặc bằng tám.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ giải thuật xử lý tín hiệu;

Hình 2 là hình vẽ lớp trên mạch phân cứng môđun cảm biến;

Hình 3 là hình vẽ lớp dưới mạch phân cứng môđun cảm biến;

Hình 4 là vỏ cơ khí chống nhiễu điện từ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục được đề cập đến trong sáng chế cụ thể là phần cứng của môđun cảm biến, trong đó phần cứng này là tám mạch cảm biến có dạng hình rẽ quạt với hai lớp: lớp trên và lớp dưới.

Lớp trên mạch phân cứng bao gồm: cảm biến vận tốc góc 1, mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2, mạch lọc thông thấp 5, đèn led báo nguồn 6, cơ cấu kết nối 8. Trong đó, các cơ cấu này khác biệt ở chỗ:

Cảm biến vận tốc góc 1 là phần tử đo xác định giá trị vận tốc góc theo một trục, tín hiệu đầu ra là tín hiệu tương tự, độ trôi của cảm biến $\sim 12^0/h$, thuộc nhóm cảm biến vận tốc góc sử dụng công nghệ MEMS (MEMS là viết tắt của “Micro-Electro-Mechanical Systems”, nghĩa là “Hệ thống vi cơ điện tử”, là một hệ thống được tích hợp từ các thành phần cơ khí, cảm biến, bộ chấp hành và các mạch điện tử cùng nằm chung trên một lớp nền dẻo thông qua công nghệ chế tạo vi mạch) dựa trên hiệu ứng Coriolis.

Tín hiệu đầu ra của hệ cảm biến vận tốc góc đồng trục sau bộ lọc Kalman có độ lệch chuẩn được xác định theo công thức (tính với trường hợp sử dụng N cảm biến):

$$\sigma_w^2 \approx (\sigma_{y1}^2 + \sigma_{y2}^2 + \dots \sigma_{yN}^2)/N^2$$

Với việc sử dụng N cảm biến giống nhau, ta có thể coi độ lệch chuẩn của từng cảm biến là như nhau ($\approx \sigma_y$). Thay vào công thức tính độ lệch chuẩn ta được $\sigma_w^2 \approx \sigma_y^2/N$. Do đó, số lượng cảm biến tối thiểu cần sử dụng để sai số vận tốc góc đạt được giá trị mong muốn là giá trị thỏa mãn:

$$N = \text{round}\left(\frac{\text{Error}_{cb}}{\text{Error}_{mm}}\right)^2$$

với Error_{mm} là sai số mong muốn của mạch cảm biến vận tốc góc, Error_{cb} là sai số của một cảm biến, N là số lượng cảm biến tối thiểu.

Với sai số mong muốn là $0,071 \text{ deg}/\sqrt{h}$, sai số của cảm biến vận tốc góc là $0,2 \text{ deg}/\sqrt{h}$ ta xác định được số lượng cảm biến tối thiểu cần sử dụng là:

$$N = \text{round}\left(\frac{0,2}{0,071}\right)^2 = 8 \text{ cảm biến.}$$

Với yêu cầu tối ưu về diện tích sắp đặt và giảm thiểu tối đa tác động điện từ qua lại giữa các cảm biến cũng như tăng độ nhạy của mạch cảm biến, nhóm tác giả đề xuất phương án bố trí như sau:

Tám cảm biến được bố trí theo hình bát giác (tám cạnh) đều và cùng mặt phẳng với mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) (cùng lớp trên), chia thành hai nhóm: mỗi nhóm là các cảm biến đặt so le nhau. Các cảm biến nhóm thứ nhất đặt trên cạnh của bát giác, các cảm biến nhóm thứ hai được đặt trên các đường thẳng song song với cạnh còn lại của bát giác, tịnh tiến ra ngoài khoảng cách 6mm.

Trong trường hợp tổng quát sử dụng N cảm biến thì các cảm biến được bố trí trên cùng một lớp đối xứng, so le theo hình N giác đều; số cảm biến ngoài việc đảm bảo chọn theo yêu cầu về sai số mong muốn, thì nên chọn số cảm biến là số chẵn để đảm bảo việc bố trí cảm biến có sự phối hợp đồng đều hợp lý.

Các cảm biến thành phần được bố trí ở những vị trí thích hợp để tránh bị nhiễu điện từ trường với nhau, đồng thời việc bố trí cảm biến đảm bảo cho tín hiệu tương tự (analog) đọc về bị suy hao trên đường truyền ít nhất, tránh xung răng cưa, nhiễu do môi trường gây ra sai số.

Không gian chính giữa các cảm biến 1 dùng để bố trí cho mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2 (analog-to-digital converter);

Mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2 là phần tử điện tử chuyển đổi tín hiệu tương tự từ cảm biến vận tốc góc 1 sang tín hiệu số, có cấu trúc bộ ghi xấp xỉ nối tiếp (SAR - Successive Approximation Register) và được bố trí tại không gian chính giữa các cảm biến vận tốc góc 1. Mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2 phải thỏa mãn số kênh tương tự đầu vào ≥ 8 (số cảm biến vận tốc góc 1 được sử dụng).

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, với mong muốn dải đo vận tốc của mạch cảm biến là $\pm 75^\circ/\text{s}$, độ phân giải $0,015^\circ/\text{s}$ nên mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2 cần độ phân giải $\geq \text{round}(\log_2(\frac{150}{0,015})) = 14$ bit. Với yêu cầu về số kênh và độ phân giải của mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, tốt hơn nếu sử dụng mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2 có độ phân giải 16 bit, 500KSPS, tám kênh tương tự đầu vào.

Mạch lọc thông thấp 5 là mạch lọc thụ động gồm hai linh kiện thụ động là điện trở và tụ điện, đóng vai trò chọn lọc giá trị tương tự từ cảm biến vận tốc góc từ mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2. Tần số cắt được tính toán thỏa mãn: $f_c = (4 \div 5) \cdot f$ với f_c là tần số cắt, f là tần số lấy mẫu cảm biến vận tốc góc 1 của mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2; $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$, R là giá trị điện trở (Ohm), C là giá trị điện dung của tụ điện (F).

Hơn nữa, theo một phương án thực hiện sáng chế, hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục còn bao gồm đèn led báo nguồn 6 là đèn led màu bất kỳ, báo trạng thái của mạch khi được kết nối nguồn điện đầu vào và nằm ở những vị trí dễ quan sát, tránh ảnh hưởng đến sắp xếp vị trí các linh kiện khác, thông thường nằm ở lớp trên của mạch.

Lớp dưới mạch phần cứng bao gồm: vi điều khiển 3, nguồn 4, cảm biến nhiệt độ 7, trong đó, mỗi cơ cấu thành phần khác biệt ở chỗ:

Vi điều khiển 3 là phần tử trung tâm của cảm biến, đóng vai trò thu thập giá trị vận tốc góc của cảm biến, thực thi thuật toán xử lý các dữ liệu thu thập được. Vi điều khiển được lựa chọn thỏa mãn yêu cầu tốc độ tính toán và các chuẩn truyền thông.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, vi điều khiển lõi 32 bit (ARM Cortex) với cấu trúc là máy tính có tập lệnh được đơn giản hóa (Reduced Instructions Set Computer), các thanh ghi và bộ tính toán số học (ALU) đều là 32 bit. Ngoài dòng ARM Cortex M7 được chọn để đảm bảo tốc độ xử lý thì cũng có thể chọn các dòng DSP (DSP là viết tắt của “Digital signal processor”, nghĩa là “bộ xử lý tín hiệu số”) chuyên về xử lý tín hiệu khác làm lõi xử lý của hệ thống.

Tham chiếu Hình 1 đưa ra mô tả về giải thuật xử lý tín hiệu và lọc nhiễu đo của môđun. Vi xử lý sử dụng bộ quan sát Kalman để lọc dữ liệu đầu vào cảm biến và đưa ra kết quả vận tốc góc với độ chính xác cao cho hệ thống.

Nguồn 4 là các phần tử điện tử được thiết kế tạo các điện áp cung cấp cho các phần tử điện tử khác trên mạch cảm biến; được lựa chọn thỏa mãn yêu cầu độ chính xác và sụt áp cho phép của các phần tử điện tử khác trên mạch cảm biến. Nguồn được bố trí tại lớp trên của mạch, gần cổng kết nối nguồn đầu vào; đảm bảo cách xa phần tử tốc độ cao và tín hiệu cảm biến tối thiểu 10mm để tránh việc nhiệt lượng từ nguồn tỏa ra ảnh hưởng đến các phần tử xử lý tín hiệu.

Cảm biến nhiệt độ 7 là phần tử đo giá trị nhiệt độ của mạch cảm biến, giá trị được thu thập bởi vi điều khiển 3, đóng vai trò là giá trị tham chiếu hiệu chỉnh thông số cảm biến. Đường đặc tính thể hiện các tham số của cảm biến (đồ thị Allan Variance) thay đổi qua từng dải nhiệt độ khác nhau. Đường đặc tính này của cảm biến được đo trước theo từng mốc nhiệt cố định từ 10°C đến 80°C (bước thay đổi nhiệt độ là 5°C). Tham số của bộ lọc Kalman sẽ được thay đổi thích ứng phụ thuộc vào giá trị nhiệt độ đo được và đường đặc tính đo trước nhằm giúp nâng cao chất lượng bộ lọc số.

Cơ cấu kết nối 8 là đầu nối gồm sáu chân, đóng vai trò cung cấp nguồn để mạch cảm biến hoạt động và truyền thông tin từ vi điều khiển 3 ra thiết bị ngoại vi.

Toàn bộ hệ thống mạch cảm biến và xử lý tín hiệu, cổng kết nối được cố định vững chắc và bảo vệ từ vỏ cơ khí hợp kim nhôm, đảm bảo phục vụ việc kết nối và bảo vệ cảm biến tránh tác động môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, đồng thời vỏ cơ khí còn có tác dụng chống nhiễu điện từ trường giúp cho việc đọc dữ liệu cảm biến và xử lý ít bị nhiễu. Các giắc (jack) kết nối thuận tiện thao tác cho việc cài đặt, lắp ráp thiết bị. Tham chiếu Hình 4, vỏ nhôm chống nhiễu điện từ, kiểu dáng hình quạt bao trọn khối môđun mạch phần cứng, có chức năng bảo vệ môđun cảm biến cũng như tạo lồng Faraday, chống nhiễu điện từ trường dựa trên tính chất: điện trường bên trong bề mặt vật dẫn bằng 0 nên nếu bên ngoài có tích điện thì bên trong lồng Faraday cũng không bị tích điện trường và từ trường, từ đó chống được nhiễu điện từ trường gây ra cho bo mạch phần cứng bên trong.

Đầu ra của cảm biến là tín hiệu tương tự, để tránh ảnh hưởng bởi các tín hiệu số, nguồn và tránh suy hao tín hiệu thì các cảm biến và bộ chuyển đổi tương tự sang số được bố trí trên cùng một lớp; bên cạnh đó mạch lọc thông thấp được bố trí giữa đầu ra cảm biến và đầu vào của bộ chuyển đổi tương tự sang số đảm bảo sai lệch độ trễ tín hiệu từ cảm biến tới bộ chuyển đổi tương tự sang số giữa các cảm biến là không đáng kể. Các phần tử còn lại như nguồn, vi điều khiển, cảm biến nhiệt độ được đặt trên cùng một lớp còn lại.

Sự tương tác giữa các phần tử trong thiết bị được bắt đầu khi cấp nguồn điện áp 5V một chiều vào cho hệ thống, khối nguồn 4 có chức năng đảm bảo tạo ra nguồn 3,3V ổn định cung cấp cho toàn bộ hệ thống hoạt động. Sau khi nguồn 3,3V ổn định, đèn led báo nguồn 6 sáng báo hệ thống bắt đầu hoạt động, sau đó hệ hoạt động trên một vòng kín theo trình tự: các cảm biến vận tốc góc 1 đo và đưa ra giá trị điện áp tương tự tương ứng với giá trị vận tốc góc, giá trị điện áp này sau khi được khối lọc thông thấp 5 loại bỏ các tín hiệu nhiễu tần số cao sẽ được mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 2 chuyển đổi sang giá trị số đưa vào vi điều khiển 3 thông qua giao tiếp SPI; đồng thời khi được cấp nguồn 4, khối cảm biến nhiệt độ 7 cũng đo và đưa ra giá trị điện áp vào thẳng khối chuyển đổi tương tự sang số bên trong vi điều khiển 3 để đọc về giá trị nhiệt độ; vi điều khiển 7 sau khi thu thập đủ dữ liệu đầu vào cần thiết sẽ tiến hành thuật toán xử lý tín hiệu và đưa ra đầu ra cho hệ thống.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phần sau đây đề cập đến ví dụ về các cơ cấu chính xác của hệ cảm biến vận tốc góc đồng trục. Ví dụ sau đây chỉ nhằm mục đích làm rõ mà không áp đặt bất kỳ giới hạn nào lên sáng chế đề xuất.

Cụ thể, hệ cảm biến vận tốc góc đồng trục sử dụng tám cảm biến vận tốc góc CRM100, vi điều khiển STM32F722RET6, mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC) 16 bit AD7699BCPZRL7, IC Voltage Reference REF196GSZ-REEL.

Hệ cảm biến vận tốc góc được chế thử có giá trị Angular random walk (ARW) và Bias instability (BI) được xác định trên đường đặc tính Allan Variance giảm 2,83 lần so với giá trị ARW và BI của một cảm biến gốc và có băng thông lên tới 40Hz. Bản chế thử của môđun cảm biến được ứng dụng trên hệ thống điều khiển camera máy bay không người lái (UAV) tầm gần, cho kết quả sai số cân bằng đạt 0,5mRad ở vùng tần số dưới 5Hz.

Cũng với cấu hình thiết bị nêu trên, cảm biến này còn có thể trang bị trên camera máy bay không người lái (UAV) tầm trung, hoặc được trang bị trên xe tự hành, các loại robot cân bằng. Môđun đặc biệt hiệu quả và được hướng đến ứng dụng cho những thiết bị hoạt động ở môi trường rung lắc khắc nghiệt và yêu cầu cao về độ chính xác.

Sáng chế sử dụng vi điều khiển lõi ARM Cortex M7 với tốc độ xử lý nhanh, hỗ trợ các chức năng xử lý tín hiệu số (DSP, FFT) (FFT là viết tắt của từ “Fast Fourier transform”, nghĩa là “biến đổi Fourier nhanh”, là một thuật toán rất hiệu quả để tính toán biến đổi Fourier rời rạc và biến đổi ngược), giao tiếp và đọc dữ liệu từ ngoại vi tốc độ cao đảm bảo tần số xử lý tín hiệu cảm biến tối thiểu 1KHz, ngoài ra mạch cảm biến còn có ic chuyển đổi tín hiệu tương tự (analog) sang số (digital) với độ phân giải 16 bit, đảm bảo sai số đo nhỏ và hệ thống xử lý được tín hiệu số với độ phân giải cao. Đầu ra của hệ thống là dữ liệu số được truyền thông qua chuẩn SPI hoặc CAN (SPI là viết tắt của từ “Serial Peripheral Interface”, nghĩa là “giao diện ngoại vi nối tiếp”, là một chuẩn truyền thông nối tiếp đồng bộ; CAN là viết tắt của từ “Controller Area Network”, là tên của một chuẩn kết nối, được thiết kế để các vi điều khiển và các thiết bị giao tiếp với nhau mà không cần thông qua máy tính), vì vậy khắc phục được lỗi truyền dữ liệu so với việc đọc dữ liệu tương tự (analog) trực tiếp. Thiết bị có tuổi thọ lâu, sử dụng nguồn điện 5VDC, tiêu thụ năng lượng thấp ($\approx 1\text{ W}$).

Ứng dụng trực tiếp của mạch xử lý hệ cảm biến vận tốc góc đồng trục là làm dữ liệu đầu vào cho các hệ thống điều khiển sử dụng giá trị vận tốc góc với hệ tham chiếu quán tính như các xe tự cân bằng, hệ thống cơ khí cân bằng, rô bốt tự hành, hệ thống xác định bản đồ đường đi.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục bao gồm phần cứng mạch cảm biến vận tốc góc với hai lớp: lớp trên- lớp dưới và được bao ngoài bởi vỏ cơ khí

lớp trên bao gồm cảm biến vận tốc góc, mạch chuyển đổi tương tự ra số, mạch lọc thông thấp, cơ cấu kết nối; lớp dưới bao gồm vi điều khiển, nguồn, cảm biến nhiệt độ, trong đó mỗi cơ cấu thành phần khác biệt ở chỗ:

mạch cảm biến vận tốc góc được tạo bởi N cảm biến vận tốc góc các cảm biến được bố trí trên cùng một lớp đối xứng, so le theo hình N giác đều;

mạch chuyển đổi tương tự ra số có cấu trúc SAR bố trí tại không gian chính giữa các cảm biến;

vi điều khiển được nối với các thiết bị ngoại vi bởi cơ cấu kết nối, chứa bộ quan sát kalman để lọc dữ liệu đầu vào cảm biến và đưa ra kết quả vận tốc góc với độ chính xác cao cho hệ thống;

nguồn là các phân tử điện tử được bố trí tại lớp trên của mạch, gần cổng kết nối nguồn đầu vào; đảm bảo cách xa phần tử tốc độ cao và tín hiệu cảm biến tối thiểu 10mm để tránh việc nhiệt lượng từ nguồn tỏa ra ảnh hưởng đến các phần xử lý tín hiệu;

mạch lọc thông thấp là mạch lọc thụ động gồm hai linh kiện thụ động là điện trở và tụ điện với tần số cắt thỏa mãn: $f_c = (4 \div 5) \cdot f$ với f_c là tần số cắt, f là tần số lấy mẫu cảm biến vận tốc góc của mạch chuyển đổi tương tự ra số (ADC); $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$, R là giá trị điện trở, C là giá trị điện dung của tụ điện (F);

cảm biến nhiệt độ là phần tử đo giá trị nhiệt độ của mạch cảm biến, giá trị được thu thập bởi vi điều khiển, đóng vai trò là giá trị tham chiếu hiệu chỉnh thông số cảm biến;

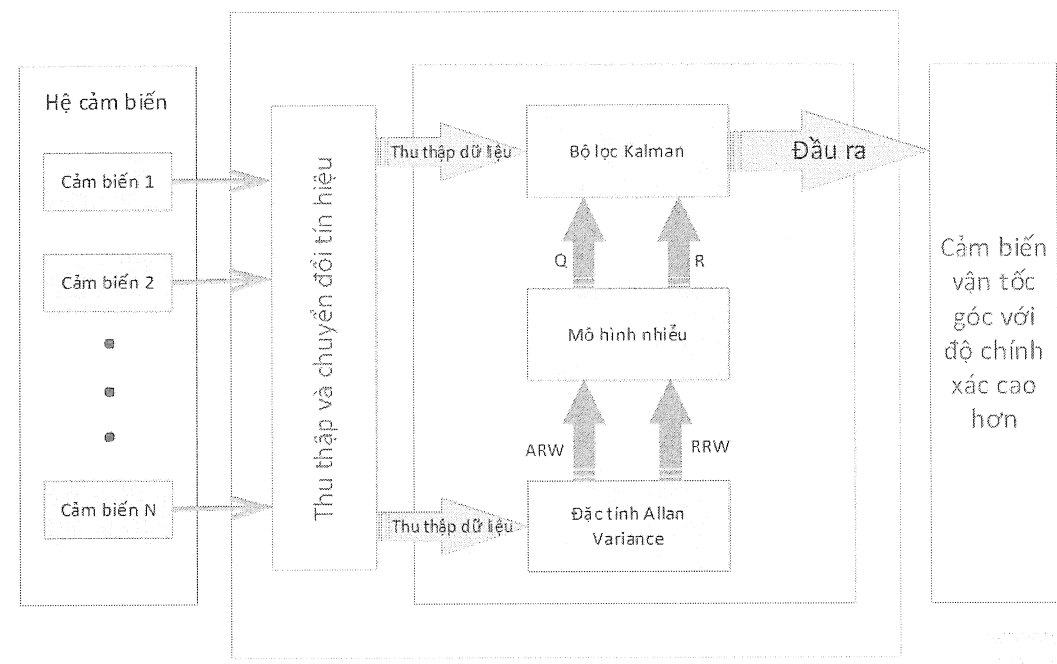
cơ cấu kết nối là đầu nối gồm sáu chân, đóng vai trò cung cấp nguồn để mạch cảm biến hoạt động và truyền thông tin từ vi điều khiển ra thiết bị ngoại vi.

2. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục theo điểm 1 còn bao gồm đèn led báo nguồn là đèn led màu, báo trạng thái của mạch khi kết nối nguồn điện đầu vào và nằm ở những vị trí dễ quan sát, tránh ảnh hưởng đến sắp xếp vị trí các linh kiện khác, thông thường nằm ở lớp trên của mạch.

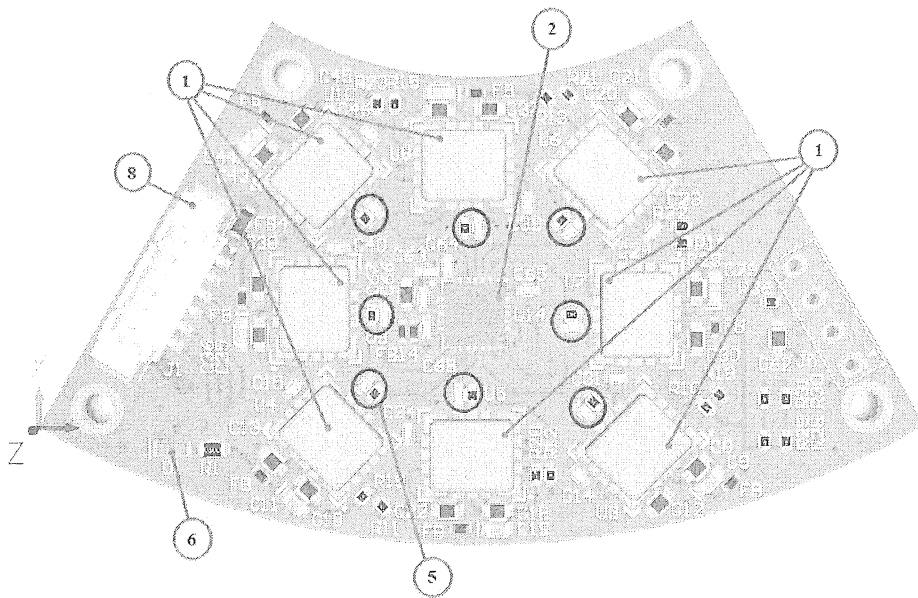
3. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục theo điểm 1, trong đó số cảm biến sử dụng là số chẵn và lớn hơn 8.

4. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục theo điểm 1, trong đó, tốt nhất nếu sử dụng 8 cảm biến vận tốc góc, chia thành hai nhóm, nhóm thứ nhất đặt trên cạnh của bát giác, nhóm thứ hai được đặt trên các đường thẳng song song với cạnh còn lại của bát giác, tịnh tiến ra ngoài khoảng cách 5-7 mm.

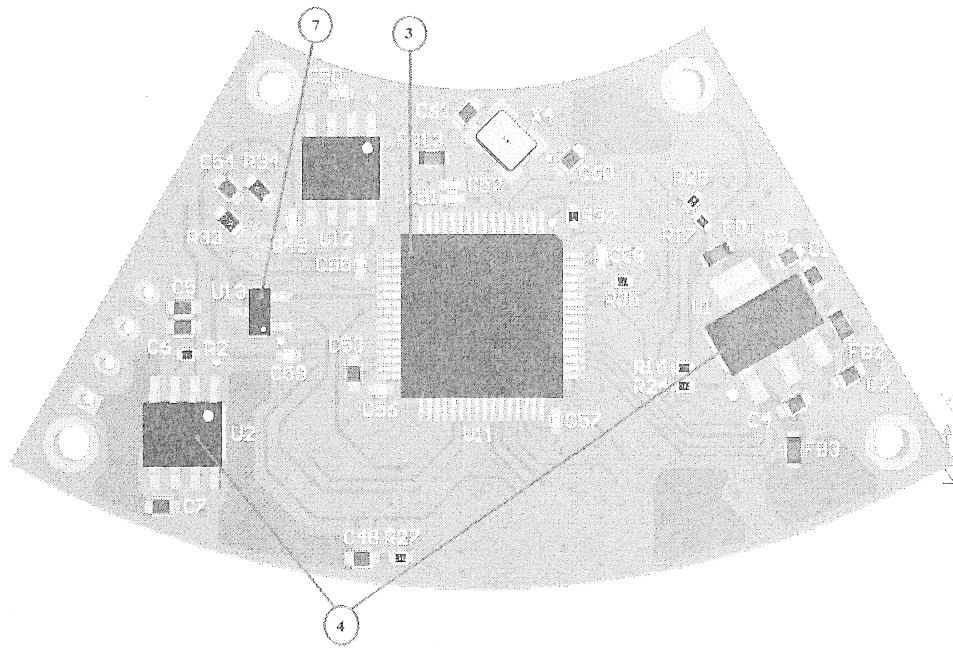
5. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 2, được bọc bởi vỏ cơ khí chống nhiễu điện – từ trường được làm bằng nhôm, kiểu dáng hình quạt bao trọn khối môđun mạch phần cứng, có các cổng kết nối thuận tiện thao tác cho việc cài đặt, lắp ráp thiết bị.
6. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 3 trong đó, vi điều khiển sử dụng loại 32 bit các thanh ghi và bộ tính toán số học đều là 32 bit hoặc dòng ARM Cortex M7.
7. Hệ môđun cảm biến vận tốc góc đồng trục theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 4 trong đó mạch chuyển đổi tương tự ra số cần độ phân giải ≥ 14 bit, số kênh tương tự đầu vào lớn hơn hoặc bằng 8.



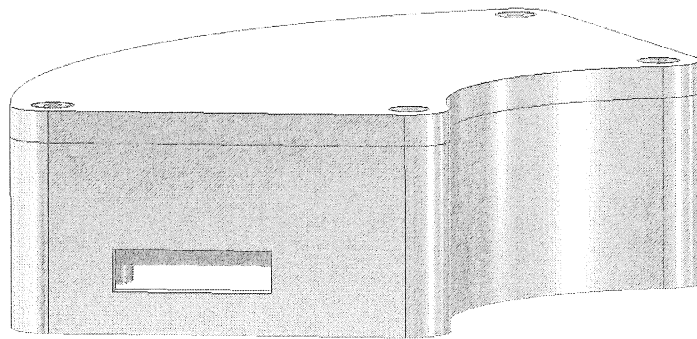
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4