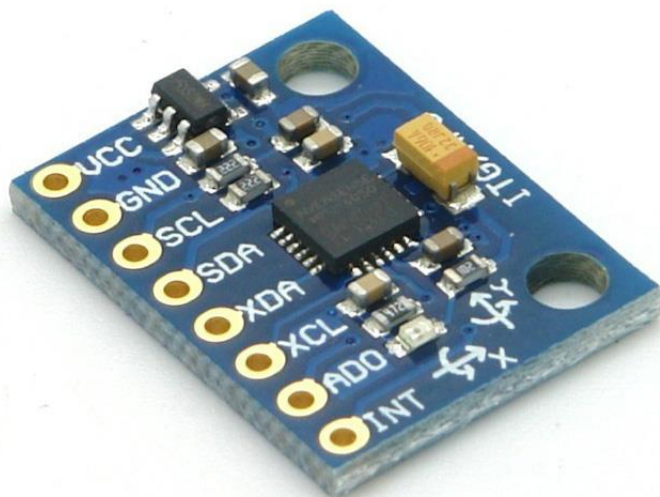


CẢM BIẾN GIA TỐC

I. Đặt vấn đề

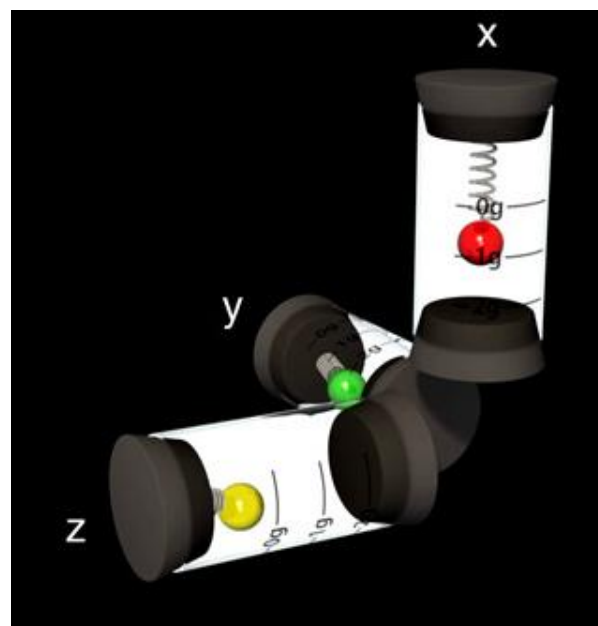
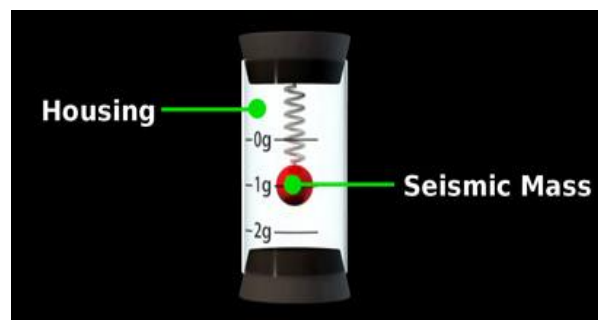
Để khảo sát trạng thái chuyển động của một vật, chúng ta cần biết 3 thông số động học: vị trí, vận tốc, gia tốc. Các thông số trên có thể biến đổi qua lại cho nhau bằng các phép toán đạo hàm và tích phân. Tuy nhiên trong thực tế, người ta thường sử dụng rộng rãi phép toán tích phân vì nó đem lại kết quả tốt hơn khi có nhiễu và sự tắt dần. Chính vì vậy, người ta thường xác định gia tốc để khảo sát chuyển động của một vật. Để máy có thể hiểu được thông số gia tốc và sử dụng nó trong các bài toán Tự động hóa ... ta cần cảm biến gia tốc.



II. Nguyên lí hoạt động

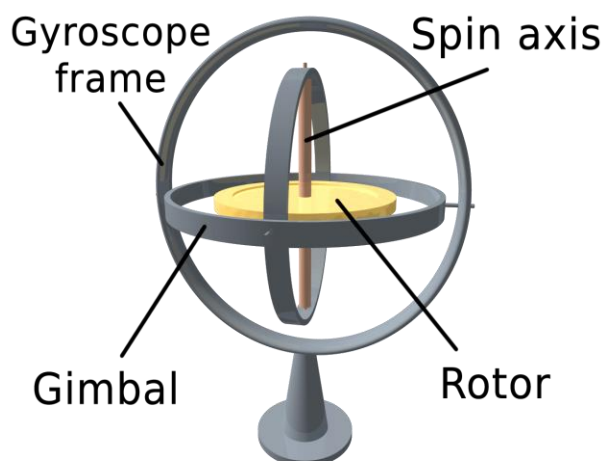
1) Gia tốc kế (Accelerometer)

Hãy nhìn vào khoang chứa hình trụ có chứa quả bóng gắn lò xo. Đây là một mô hình cảm biến gia tốc khá căn bản. Khoang chứa hình trụ này được gắn liền vào vật thể mà bạn cần đo gia tốc, còn quả bóng là vật có thể di chuyển một chiều bên trong khoang chứa. Khi bạn di chuyển khoang chứa, quả bóng cũng sẽ di chuyển bên trong khoang chứa, khiến lò xo co hoặc giãn ra. Dựa vào độ co giãn của lò xo, bạn có thể đoán biết được lực và gia tốc của chuyển động. Nếu sử dụng 3 cảm biến gia tốc đơn giản phía trên đặt trên 3 chiều X, Y, Z, bạn có thể dễ dàng đo được chuyển động của vật thể trong không gian.



2) Con quay hồi chuyển (Gyroscope)

Con quay hồi chuyển là thiết bị dùng để đo hoặc duy trì sự định hướng. Khi đĩa xoay với vận tốc rất cao, sự chuyển hướng theo moment ngoại lực được giảm thiểu giúp gyroscope hầu như duy trì được độ nghiêng của nó. Hiện tượng này được ứng dụng để giám sát độ nghiêng. Gia tốc kế chỉ có thể đo được gia tốc tuyến tính của thiết bị, trong khi con quay hồi chuyển có

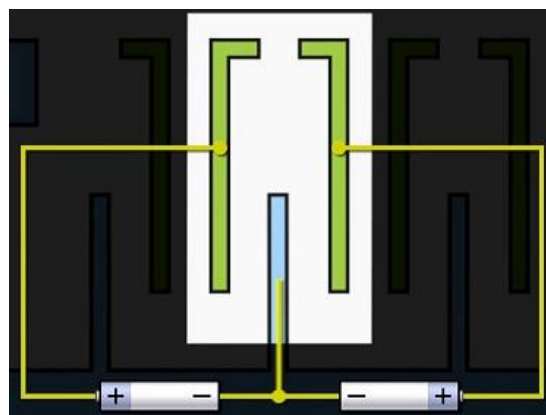
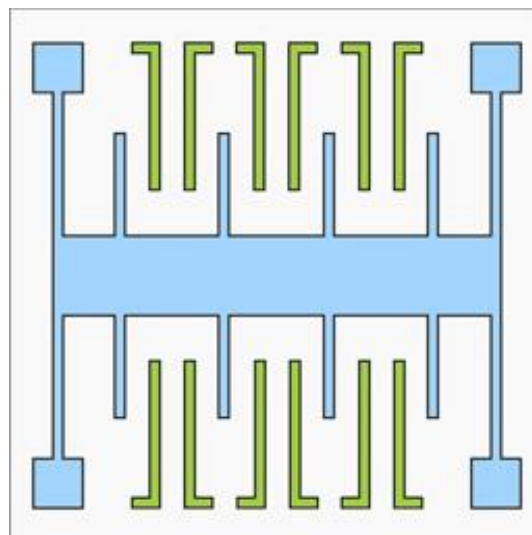


thể nhận biết được hướng của thiết bị, hệ thống có thể dễ dàng ghi nhận những chuyển động theo cả phương ngang hoặc phương thẳng đứng. Cảm biến hoạt động dựa trên hiệu ứng Coriolis.

III. Cấu tạo

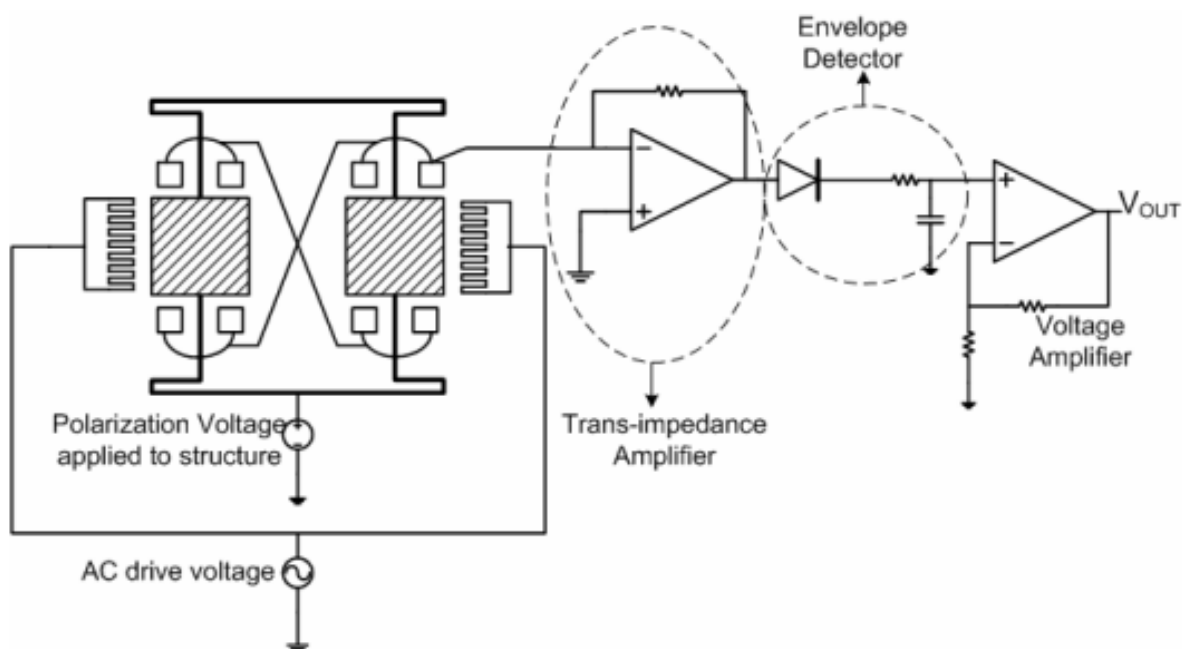
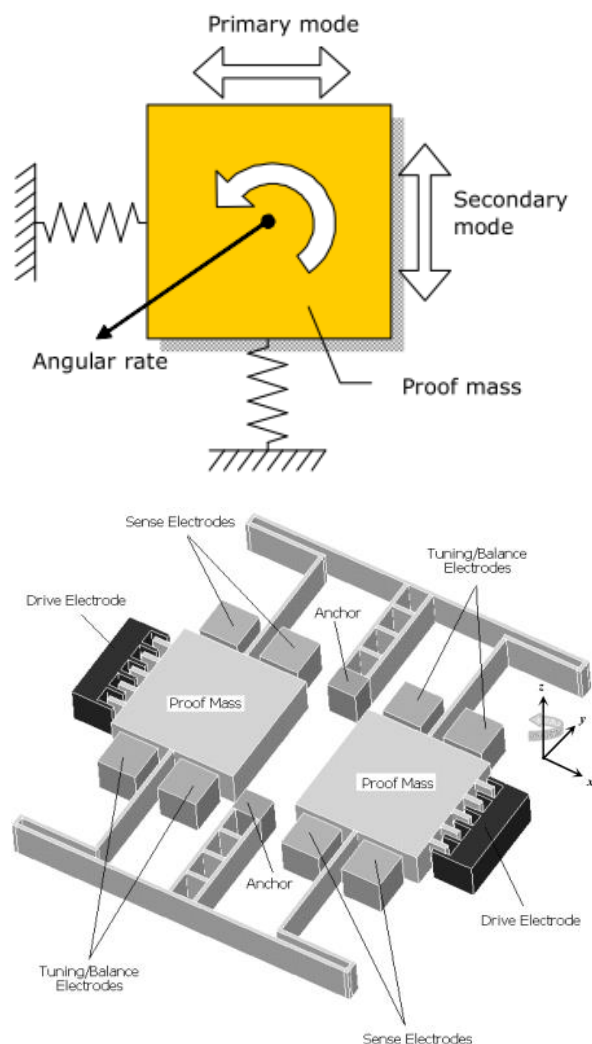
1) Gia tốc kế (Accelerometer)

Vật thể chuyển động được đo đạc trong cảm biến sẽ là chiếc "lược thưa" màu xanh nhạt trong hình vẽ. Khoang chứa chính là toàn bộ khoảng màu trắng, còn “quả bóng” là vật thể màu xanh nhạt có hình hơi giống chiếc lược. Lò xo trong cảm biến sẽ là lớp silicon đi dọc chiếc lược thưa này. Nếu bạn đo được chuyển động của lớp silicon dọc này, bạn có thể đo được chuyển động của cảm biến. Ta cùng nhìn vào một góc của cảm biến. Tại đây, bạn có thể thấy rằng, một đầu chân của chiếc lược trung tâm và 2 chân được gắn trên khoang chứa là 3 phần của một tụ điện biến thiên. Do đó, khi bộ chiếc lược trung tâm chuyển động, dòng điện sẽ được sản sinh. Bằng cách nhận diện các dòng điện này, chúng ta có thể nhận diện được chuyển động của cảm biến. Khi đo độ mạnh yếu của dòng điện, các kỹ sư có thể đo mức độ chuyển động của cảm biến.



2) Con quay hồi chuyển (Gyroscope)

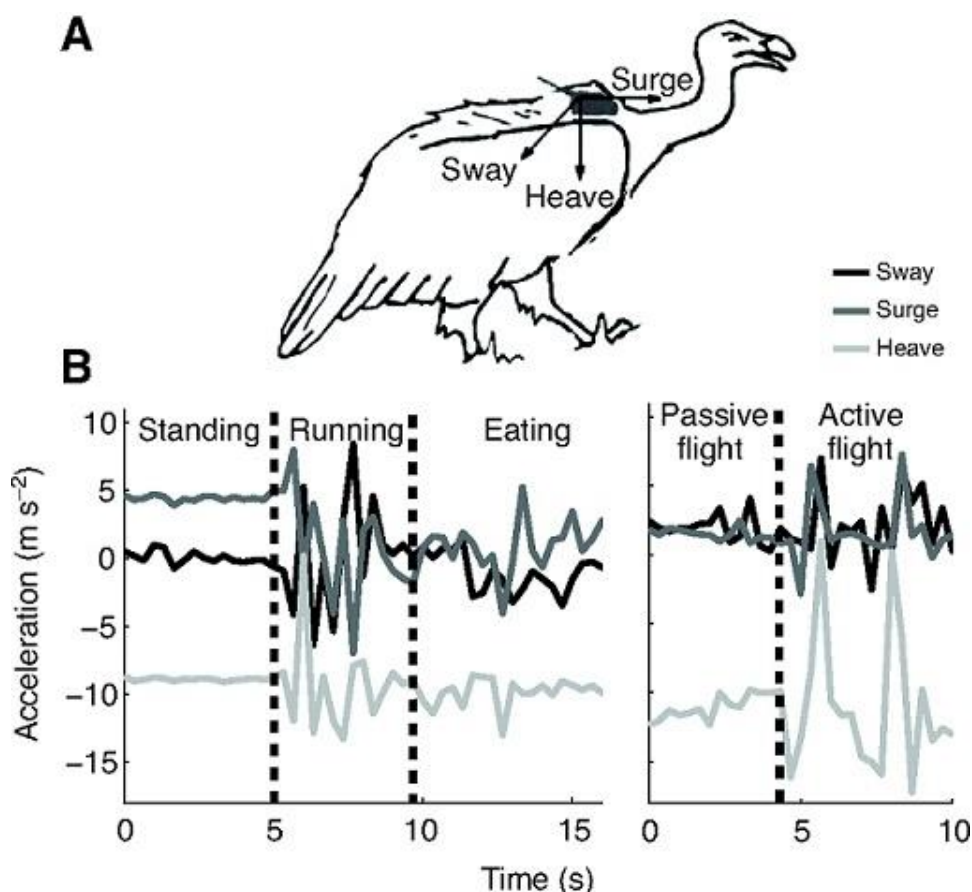
Ta chỉ quan sát 1 loại Gyroscope điển hình là MEMS Gyroscope. Các cảm biến gyroscope sử dụng một khối proof mass dao động theo một phương được gọi là phương sơ cấp. Khối này đồng thời bị quay quanh một trục, làm xuất hiện lực Coriolis khiến nó có thêm dao động theo phương khác, gọi là phương thứ cấp. Trên phương chuyển động thứ cấp này có gắn bản cực tụ điện để nhận biết sự thay đổi điện dung gây bởi chuyển động này, và từ đó là vận tốc xoay. Sơ đồ nguyên lý của cảm biến như hình dưới.



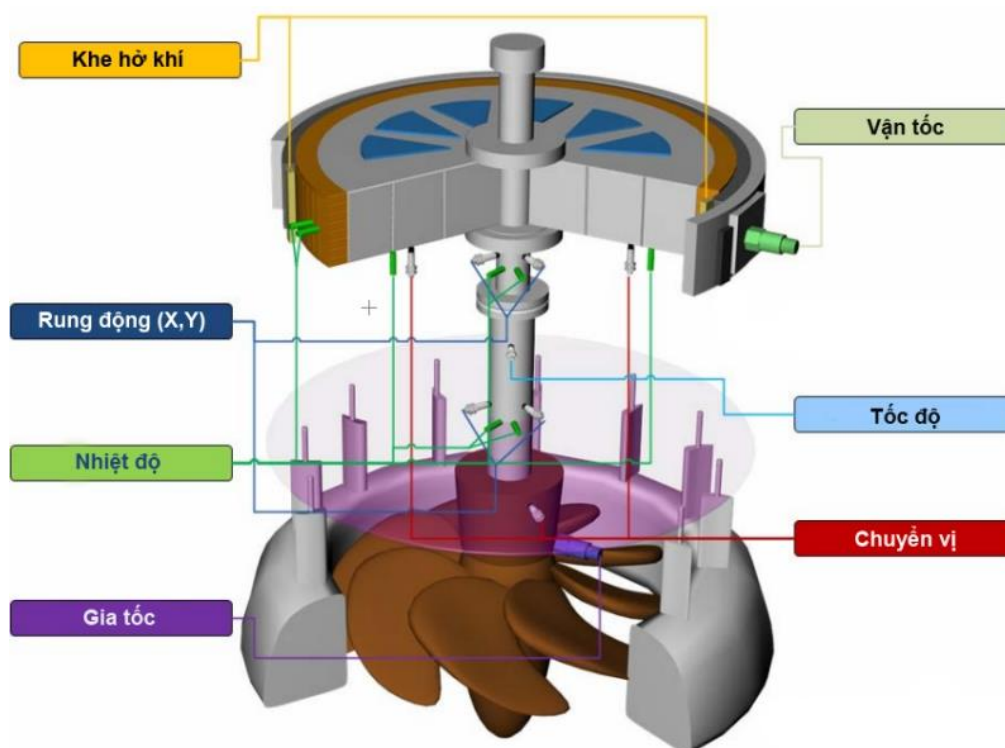
IV. Ứng dụng

Cảm biến gia tốc có khả năng ứng dụng rất to lớn trong thực tế:

- a) **Kỹ thuật:** Cảm biến gia tốc có thể đo gia tốc của các phương tiện, đo dao động của ô tô, máy móc, nhà cửa, các hệ thống tự động hóa và lắp đặt an toàn. Nó cũng có thể được dùng để đo các hoạt động địa chất, đo độ dốc, vị trí và tốc độ động học với sự ảnh hưởng hoặc không ảnh hưởng của trọng lực. Một trong những ứng dụng rất quan trọng là cảm biến gia tốc đo gia tốc trọng trường.
- b) **Sinh học:** Cảm biến gia tốc cũng được sử dụng rất nhiều trong công nghệ sinh học. Dữ liệu với tần số cao của cảm biến gia tốc 2 trục hay 3 trục giúp các nhà khoa học có thể quan sát rất tốt các hoạt động của các con vật khi chúng ở ngoài tự nhiên. Ngoài ra, dữ liệu về gia tốc cho phép các nhà khoa học xác định tỉ lệ chuyển hóa năng lượng của các loài động vật hoang dã.



c) **Công nghiệp:** Cảm biến gia tốc cũng được sử dụng trong việc bảo quản máy móc để báo cáo sự dao động và biến đổi của các trục quay, ổ bi,... kịp thời. Được dùng nhiều trong các thiết bị như tua bin, máy bơm, quạt, con lăn, máy nén,... đây là những thiết bị nếu không phát hiện lỗi kịp thời thì sẽ dẫn đến sửa chữa rất tốn kém. Dữ liệu về dao động của máy móc giúp người sử dụng có thể theo dõi và phát hiện những lỗi này trước khi thiết bị quay bị hỏng.



d) **Giám sát xây dựng và kết cấu:** Cảm biến gia tốc được sử dụng để đo các chuyển động và dao động của một cấu trúc chịu ảnh hưởng của các hệ thống chuyển động. Các hệ thống chuyển động bắt nguồn từ vô số nguồn khác nhau như:

- Hoạt động con người: đi lại, chạy, nhảy, khiêu vũ...
- Công việc xây dựng: đóng cọc, phá dỡ, khoan, đào...
- Các máy làm việc: bên trong tòa nhà hay các khu vực lân cận
- Vận chuyển hàng hóa nặng trên cầu
- Va chạm xe cộ

- Tải trọng tác động
- Sự chấn động: bên trong và bên ngoài các vụ nổ
- Sự đứt gãy, sụp đổ của các kết cấu
- Sức gió
- Áp suất không khí
- Hông kết cấu do sự biến đổi của nền
- Động đất và hậu chấn

Việc theo dõi một cấu trúc phản hồi với tác động bên ngoài như thế nào là rất quan trọng để đánh giá về độ an toàn cũng như tính bền của cấu trúc.

e) **Y học:** Trong vài năm gần đây, rất nhiều công ty đã sản xuất ra các đồng hồ đeo tay thể thao có chân đế gắn các cảm biến gia tốc giúp cho việc theo dõi tốc độ và vị trí chạy của người đeo nó. Ở Bỉ, các máy đếm bước sử dụng cảm biến gia tốc được chính phủ quảng bá rộng rãi để khuyến khích người dân đi bộ hàng nghìn bước mỗi ngày. Herman Digital Trainer sử dụng cảm biến gia tốc để đo lực tấn công trong luyện tập thể dục. Nó cũng được sử dụng để tính toán các thông số về dáng đi. Loại cảm biến này có thể được sử dụng để đo hoặc giám sát con người.



f) **Định vị:** Cảm biến gia tốc được kết hợp với một số thiết bị khác và một vài thuật toán có thể được sử dụng như một chiếc la bàn để xác định vị trí, hướng đi và vận tốc của một vật mà không cần các thông số bên ngoài.



- g) **Giao thông:** Cảm biến gia tốc được sử dụng để phát hiện điểm cao nhất trong chuyển động của các loại tên lửa. Một trong những ứng dụng thông dụng nhất của cảm biến gia tốc là trong hệ thống túi khí an toàn của các xe hơi hiện đại. Các cảm biến gia tốc xác định những thay đổi đột ngột của gia tốc phương tiện để xác định khi nào có va chạm xảy ra và mức độ nghiêm trọng của va chạm.



- h) **Các thiết bị điện tử cá nhân:** Các cảm biến gia tốc được tích hợp trong các thiết bị điện tử cá nhân giúp xác định hướng của các thiết bị như smartphone, tablet,...

Một số smartphone, máy nghe nhạc kỹ thuật số có chứa gia tốc kế để điều khiển giao diện người dùng, thường là để xoay ngang/dọc màn hình thiết bị sao cho phù hợp với vị trí của nó.



Gia tốc kế được sử dụng trong hệ thống kiểm soát cân bằng điện tử để đo chuyển động thực tế của xe. Hệ thống máy tính có thể điều chỉnh phanh và giảm công suất của xe. Điều này có thể giúp giảm khả năng quay và lật xe. Bàn điều khiển video game Wii của Nintendo sử dụng bộ điều khiển được gọi là Wii Remote có chứa một bộ gia tốc kế ba trục và được thiết kế cho phép nhận biết chuyển động của tay cầm.



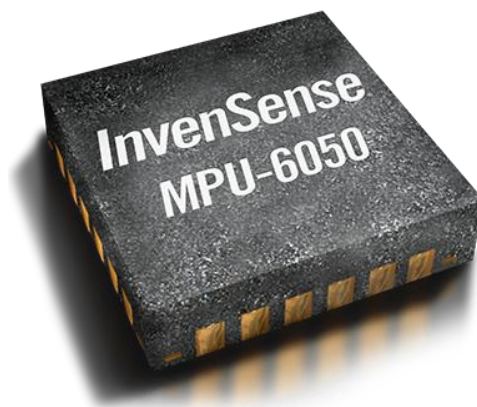
Những sản phẩm, dự án hay có thể làm tại nhà:

- Robot 2 bánh tự cân bằng
- Máy bay điều khiển từ xa (drone)
- Chuột máy tính trên không
- Tay cầm chơi game
- Hệ thống giữ thẳng bằng cho camera/máy ảnh.
- Các ứng dụng: đếm số bước chân, cảm biến rơi, cảm biến rung/lắc...

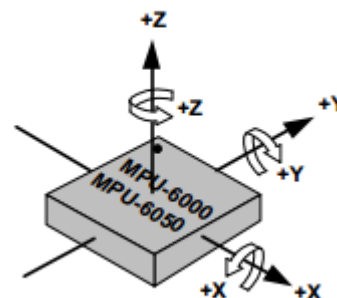
V. Tìm hiểu cảm biến MPU6050

1) Giới thiệu chung

MPU-6050 là cảm biến của hãng InvenSense. MPU-6050 là một trong những giải pháp cảm biến chuyển động đầu tiên trên thế giới có tới 6 (mở rộng tới 9) trục cảm biến bao gồm 3-axis gyroscope, 3-axis accelerometer và một Digital Motion Processor (DMP) tích hợp trong 1 chip duy nhất có kích thước rất nhỏ (4x4x0.9mm). Với bus cảm biến I2C dành riêng, nó trực tiếp chấp nhận đầu vào từ một la bàn bên ngoài 3 trục để cung cấp kết quả MotionFusion™ 9 trục hoàn chỉnh.



MPU-6050 có ba bộ chuyển đổi ADC (analog-to-digital) 16-bit để số hóa các đầu ra con quay hồi chuyển và ba ADC 16-bit để số hóa các đầu ra gia tốc kế. Để theo dõi chính xác cả chuyển động nhanh và chuyển động chậm, các bộ phận này có thang đo chính quy có thể lập trình được cho người sử dụng với phạm vi là ± 250 , ± 500 , ± 1000 , và $\pm 2000^\circ$ /giây (dps) và một máy gia tốc kế có thể lập trình trong dải $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, và $\pm 16g$.



2) Tính năng

a) Gyroscope

- Tích hợp ADC 16 bit cho phép lấy dữ liệu đồng thời của các con quay hồi chuyển.
- Tăng độ chính xác và độ nhạy của cân bằng nhiệt độ giúp giảm sự hiệu chỉnh của người dùng.
- Cải thiện hiệu suất và giảm nhiễu khi hoạt động ở tần số thấp.
- Dòng hoạt động: 3.6mA

- Dòng chờ: 5 μ A

b) Accelerometer

- Tích hợp ADC 16 bit cho phép lấy dữ liệu đồng thời của các gia tốc kế.
- Dòng hoạt động: 500 μ A.
- Dòng ở chế độ công suất thấp: 10 μ A ở 1.25Hz, 20 μ A ở 5Hz, 60 μ A ở 20Hz, 110 μ A ở 40Hz.
- Phát hiện hướng và điều hướng.
- Ngắt do người sử dụng tự lập trình.

c) Một số tính năng khác

- Thêm một cổng I2C phụ để đọc dữ liệu từ các cảm biến bên ngoài.
- Chịu shock 10000g.
- Bộ lọc kỹ thuật số do người sử dụng lập trình cho cảm biến con quay, cảm biến gia tốc, và cảm biến nhiệt độ.
- Bộ đệm 1024 bytes FIFO làm giảm tiêu thụ năng lượng.

3) Ứng dụng

- + Công nghệ BlurFree (để chống rung khi chụp ảnh, quay video)
- + Công nghệ AirSign (cho An ninh / Xác thực)
- + Công nghệ TouchAnywhere (cho ứng dụng điều khiển / điều hướng giao diện người dùng "không chạm").
- + Công nghệ MotionCommand (đối với cử chỉ, điệu bộ).
- + Phát triển ứng dụng và game dựa vào chuyển động người chơi.
- + Các dịch vụ vị trí, la bàn ảo...
- + Các thiết bị điều khiển từ xa 3D, chuột 3D.
- + Bộ cảm biến trang bị cho sức khỏe, thể dục thể thao.
- + Đồ chơi.

MPU6050 thường được kết hợp trong module GY-521. GY-521 có thể giao tiếp với nhiều loại KIT và Vi điều khiển khác như Arduino, PIC,... Schematic của GY-521 như hình dưới.



VI. Kết luận

Cảm biến gia tốc có vai trò cực kỳ quan trọng và có ứng dụng trong mọi lĩnh vực của cuộc sống. Chính vì vậy, việc nghiên cứu và tiếp tục phát triển các cảm biến gia tốc là việc làm cần thiết để đáp ứng yêu cầu ngày càng cao về độ chính xác và tốc độ xử lý thông tin trong thực tế.

VII. Danh mục tài liệu tham khảo

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Accelerometer>, truy nhập lần cuối 24/3/2017.
- [2] Hình ảnh tìm kiếm trên Google Images.
- [3] <http://machtudong.vn/sanpham/mpu-6050.html>, truy nhập cuối cùng ngày 24/3/2017.
- [4] arduino.vn, truy nhập cuối cùng ngày 24/3/2017.
- [5] InvenSense, *MPU-6000 and MPU6050 Product Specification Revision 3.4*, 2013.