**LỜI MỞ ĐẦU**

Ngày nay trong mọi lĩnh vực khoa học kỹ thuật luôn xuất hiện khái niệm kỹ thuật vi xử lý và điều khiển, với sự trợ giúp của máy tính kỹ thuật vi xử lý và điều khiển đã có sự phát triển mạnh mẽ đặc biệt là sự phát triển nhanh chóng của các họ vi xử lý và điều khiển với những tính năng mới.

Và xuất phát từ những sự phát triển đó nhóm em đã thực hiện đề tài đó là: “Điều khiển động cơ DC servo bằng vi điều khiển SMT32”.

Động cơ DC servo đã xuất hiện nhiều trong công nghiệp và trong sản xuất. Hầu như trong bất cứ dây chuyền sản xuất nào hay trong các xưởng, nhà máy, xí nghiệp,…đều cũng sử dụng động cơ DC servo. Một số ứng dụng cơ bản của động cơ DC servo trong công nghiệp như là điều khiển vị trí, vận tốc, gia tốc, trong các cơ cấu servo máy CNC, băng tải, cơ cấu robot,…

Đề tài này giúp nhóm em hiểu rõ hơn về vi điều khiển, đồng thời tích lũy kiến thức đặc biệt là những kinh nghiệm trong quá trình lắp mạch thực tế song do thời gian và kiến thức có hạn nên sản phẩm còn nhiều thiếu sót. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý của các thầy cô để có thể nâng cao chất lượng của đề tài.

Em xin chân thành cảm ơn!

**PHẦN 1: GIỚI THIỆU ĐỘNG CƠ DC SERVO**

Điều khiển động cơ 1 chiều: dẫn động chạy dao máy công cụ điều khiển số NC/CNC đòi hỏi hệ điều khiển phải có khả năng điều khiển đồng thời cả tốc độ và vị trí. Mặc dù với sự phát triển của công nghiệp điện tử, động cơ xoay chiều điều khiển tốc độ bằng biến tần ngày càng phát triển mạnh mẽ nhưng động cơ servo DC vẫn được sử dụng phổ biến trong các máy công cụ điều khiển số. Những năm trước 1995 của thế kỷ trước 95% động cơ dùng trong xích chuyển động dao máy động cơ NC/CNC đều được sử dụng động cơ DC điều khiển servo. Động sơ servo DC có 2 loại: động cơ 1 chiều có chổi than và động cơ 1 chiều không có chổi than.

1. ***Động cơ DC servo có chổi than***

Động cơ servo dòng một chiều DC chổi than được trình bày trên hình 1.1 gồm 4 thành phần cơ bản: stator của động cơ DC là một nam châm vĩnh cửu, cuộn dây phần cứng lắp trên roto. Trong quá trình hoạt động, từ trường cố định được sinh ra từ nam châm vĩnh cửu gắn trên stator tương tác với dòng từ sinh ra từ cuộn dây trên roto khi có dòng điện chạy qua nó. Quá trình tương tác đó sinh ra moment tác động lên trục roto.

Diagram, engineering drawing

Description automatically generated

***Hình 1.1.*** *Cấu tạo động cơ servo DMC chổi than*

Ưu điểm của động cơ servo DC chổi than là đơn giản trong điều khiển và giá thành sản phẩm rẻ. Tuy nhiên sử dụng chuyển mạch cơ khí gây ra ồn, tăng nhiệt độ trên vành góp và quán tính roto cao khi giảm tốc độ. Để khắc phục các nhược điểm trên người ta đã sử dụng động cơ servo DC không chổi than

1. ***Động cơ DC servo không có chổi than***

Động cơ servo DC không có chổi than được sử dụng phổ biến trong máy công cụ điều khiển số. cấu trúc của nó về cơ bản giống như động cơ servo DC chổi than nhưng khác ở chỗ các cuộng pha của động cơ lắp trên stato và roto là nam châm vĩnh cửu. roto được chế tạo từ vật liệu ferit hoặc samari coban. Roto làm từ vật liệu samari coban có khả năng tập trung từ cao và từ dư thấp. nhưng giá thành roto loại này cao hơn nhiều so với khi roto làm từ vật liệu ferit. Vì vậy, nó chỉ dùng để chế tạo roto cho động cơ DC không chổi than được sinh ra nhờ mạch điều khiển thứ tự cấp dòng cho các cuộn pha. Cuộn dây pha của động cơ không chuyển động vì vậy có thể sử dụng chuyển mạch bằng điện tử nên loại trừ bằng những nhược điểm tồn tịa trong động cơ DC servo chổi than.

Điều khiển các trục máy công cụ điều khiển số đòi hỏi điều khiển chính xác cả về vị trí và tốc độ. Vì vậy, động cơ servo DC không chổi than cần phải có mạch phản hồi, tín hiệu phản hồi là tốc độ quay trục động cơ hoặc vị trí góc trục. Để đảm bảo chính xác chuyển động bàn máy, tín hiệu phản hồi phải được cấp liên tục cho mạch điều khiển. Trong công nghiệp, thiết bị mạch phản hồi của động cơ servo DC thường sử dụng là cảm biến tốc độ(tachometer) chổi than hoặc không có chổi than, sensor hiệu ứng Hall, resolver, synchro và encoder.

Diagram, engineering drawing

Description automatically generated

***Hình 1.2.*** *a) sensor hiệu ứng Hall và đĩa từ lắp ở đuôi động cơ*

*b) Tín hiệu chuyển mạch sensor hiệu ứng hall sinh ra trong một vòng*

1. **Lựa chọn động cơ**

Trong đề tài này, nhóm lựa chọn sử dụng động cơ servo SG90 để thực hiện do giá thành rẻ, dễ sử dụng cho việc thực hành.

Ứng dụng: công dụng chính của động cơ servo là đạt được góc quay chính xác trong khoảng từ 900 – 1800. Việc điều khiển này có thể ứng dụng để lái robot, di chuyển các tay máy lên xuống, quay một cảm biến để quét khắp phòng…

Thông số kỹ thuật của động cơ:

- Động cơ servo SG90 có thể xoay 1800

- Khối lượng : 9g

- Kích thước: 22.2x11.8.32 mm

- Momen xoắn: 1.8kg/cm

- Tốc độ hoạt động: 60 độ trong 0.1 giây

- Điện áp hoạt động: 4.8V(~5V)

- Nhiệt độ hoạt động: 0 ºC – 55 ºC

- Kết nối dây màu đỏ với 5V, dây màu nâu với mass, dây màu cam với chân phát xung của vi điều khiển. Ở chân xung cấp một xung từ 1ms-2ms theo để điều khiển góc quay theo ý muốn.

Diagram

Description automatically generated

***Hình 1.3.*** *Cách nối dây động cơ DC servo*

1. **Nguyên lý hoạt động của động cơ servo**

Sử dụng giải thuật PID để điều khiển

Động cơ servo được thiết kế những hệ thống hồi tiếp vòng kín. Tín hiệu ra của động cơ được nối với một mạch điều khiển. Khi động cơ quay, vận tốc và vị trí sẽ được hồi tiếp về mạch điều khiển này. Nếu có bầt kỳ lý do nào ngăn cản chuyển động quay của động cơ, cơ cấu hồi tiếp sẽ nhận thấy tín hiệu ra chưa đạt được vị trí mong muốn. Mạch điều khiển tiếp tục chỉnh sai lệch cho động cơ đạt được điểm chính xác. Các động cơ servo điều khiển bằng liên lạc vô tuyến được gọi là động cơ servo RC (radio-controlled). Trong thực tế, bản thân động cơ servo không phải được điều khiển bằng vô tuyến, nó chỉ nối với máy thu vô tuyến trên máy bay hay xe hơi. Động cơ servo nhận tín hiệu từ máy thu này.

Cấu trúc chung của hệ thống vòng kín như sau:

Diagram

Description automatically generated

***Hình 1.4.*** *Cấu trúc chung của hệ thống vòng kín*

Trong hình vẽ trên:

**-** Plant: là hệ thống cần được điều khiển

**-** Controller: Cung cấp tín hiệu điều khiển cho Plant, được thiết kế để điều khiển toàn bộ đáp ứng của hệ thống.

Hàm truyền của bộ điều khiển PID có dạng như sau:

Text

Description automatically generated

Trong đó:

          - KP: Độ lợi khâu tỷ lệ

**-** KI: Độ lợi khâu tích phân

**-**KD: Độ lợi khâu vi phân

Biến số (e) đại diện cho sai số giữa giá trị mong muốn (R) và giá trị ngõ ra (Y). Sai số này (e) sẽ được đưa đến bộ điều khiển PID, và bộ điều khiển này sẽ tính toán cả vi phân và tích phân của tín hiệu sai số này. Tín hiệu (u) sẽ có giá trị như sau:

Text, whiteboard

Description automatically generated

Tín hiệu (u) sẽ được đưa đến đối tượng điều khiển và ta sẽ thu được một tín hiệu (Y) mới. Tín hiệu này sẽ lại được đưa đến cảm biến để tính toán ra sai số mới (e). Bộ điều khiển lại tính toán các giá trị vi phân, tích phân của sai số này. Quá trình cứ thế lặp đi lặp lại.

Đặc tính của bộ điều khiển P, I và D: Bộ điều khiển tỷ lệ (KP) có tác dụng làm giảm thời gian lên và sẽ làm giảm, nhưng không triệt tiêu, sai số ở trạng thái xác lập (steady- state error).

Bộ điều khiển tích phân (KI) sẽ triệt tiêu sai số ở trạng thái xác lập, nhưng lại có thể làm giảm chất lượng của đáp ứng quá độ.

Bộ điều khiển vi phân (KD) sẽ làm tăng độ ổn định của hệ thống, giảm độ vọt lố và tăng chất lượng đáp ứng quá độ.

**Phần 2: GIỚI THIỆU VI ĐIỀU KHIỂN STM32F103C8T6**

STM32 là một trong những dòng chip phổ biến của ST với nhiều họ thông dụng như F0,F1,F2,F3,F4….. Stm32f103 thuộc họ F1 với lõi là ARM COTEX M3. STM32F103 là vi điều khiển 32 bit, tốc độ tối đa là 72Mhz. Giá thành cũng khá rẻ so với các loại vi điều khiển có chức năng tương tự. Mạch nạp cũng như công cụ lập trình khá đa dạng và dễ sử dụng.

Mạch nạp: có khá nhiều loại mạch nạp như : ULINK, J-LINK , CMSIS-DAP, STLINK… ở đây mình sử dụng Stlink vì giá thành khá rả và debug lỗi cũng tốt.

Cấu hình chi tiết của STM32F103C8T6:

* ARM 32-bit Cortex M3 với clock max là 72Mhz.
* Bộ nhớ:
  + 64 kbytes bộ nhớ Flash(bộ nhớ lập trình).
  + 20kbytes SRAM.
* Clock, reset và quản lý nguồn.
  + Điện áp hoạt động 2.0V -> 3.6V.
  + Power on reset(POR), Power down reset(PDR) và programmable voltage detector (PVD).
  + Sử dụng thạch anh ngoài từ 4Mhz -> 20Mhz.
  + Thạch anh nội dùng dao động RC ở mode 8Mhz hoặc 40khz.
  + Sử dụng thạch anh ngoài 32.768khz được sử dụng cho RTC.

PHẦN 3: GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN VÀ CODE

Sử dụng TIM2 để điều khiển góc quay và tốc độ động cơ servo SG90

Mô tả thuật toán

Servo được điều khiển bằng giải thuật PID nhưng ta không cần quan tâm nhiều vì trong 3 chân của servo, ta chỉ quan tâm đến chân PWM để cấp xung vào điều khiển động cơ.

Do servo hoạt động ở tần số 50Hz, tức chu kì xung PWM điều khiển servo là T = 20ms. Nhiệm vụ của người lập trình là sử dụng timer 2 của STM32F103C8T6 băm xung tạo ra xung có chu kì là 20ms để điều khiển động cơ.

Công thức tính toán tạo xung PWM có tần số 50Hz như sau:

Tmemory = 1/F

Tservo = 1/F1

Tservo= couter\*1/F

Court = F\*Tservo