

MỞ ĐẦU

CNC – viết tắt cho *Computer(ized) Numerical(ly) Control(led)* (điều khiển bằng máy tính) – đề cập đến việc điều khiển bằng máy tính các máy công cụ với mục đích sản xuất các bộ phận kim khí (hay các vật liệu khác) phức tạp, bằng cách sử dụng các chương trình viết bằng kí hiệu đặc biệt theo tiêu chuẩn EIA-274-D, thường gọi là mã G. CNC được phát triển cuối thập niên 1940 đầu thập niên 1950 ở phòng thí nghiệm Servomechanism của trường MIT.

Việc gia tăng tự động hóa trong quá trình sản xuất với máy CNC tạo nên sự phát triển đáng kể về chính xác và chất lượng. Kỹ thuật tự động của CNC giảm thiểu các sai sót và giúp người thao tác có thời gian cho các công việc khác. Ngoài ra còn cho phép linh hoạt trong thao tác các sản phẩm và thời gian cần thiết cho thay đổi máy móc để sản xuất các linh kiện khác.

Việc gia công mạch in bằng phương pháp truyền thống mất rất nhiều thời gian, và trải qua nhiều khâu phức tạp, độc hại... Được sự đồng ý của hội đồng khoa học nhà trường, nhóm tác giả đã thực hiện đề tài “***Xây dựng mô hình máy cnc gia công hoàn chỉnh mạch in***”. Việc gia công mạch in bằng máy cnc là hoàn toàn tự động và tiết kiệm thời gian, ngoài ra máy cnc do nhóm tác giả xây dựng còn có thể gia công các vật phẩm khác như điêu khắc các sản phẩm phù điêu trên gỗ, mica, cắt chữ quảng cáo.

Đề tài bao gồm 4 chương với nội dung như sau:

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CNC

Chương 2: CÁC GIAO TIẾP MÁY TÍNH, LẬP TRÌNH CHO MÁY CNC

Chương 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CHẠY DAO CHO MÁY CNC SỬ DỤNG ĐỘNG CƠ BƯỚC

Chương 4: THI CÔNG MÔ HÌNH

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CNC

1.1. KHÁI NIỆM MÁY CNC

1.1.1. Khái niệm CNC.

CNC: Computer Numerical Control - Điều khiển số máy công cụ được tích hợp máy tính. Thuật ngữ CNC là một khái niệm mà hầu như bất kỳ ai học tập, đào tạo, nghiên cứu trên lĩnh vực Tự động hoá đều biết: Đó là loại thiết bị điều khiển sử dụng trong các máy gia công, chế biến. Cho phép thực hiện các quy trình gia công trên cơ sở các thông số về kích thước, hình dáng của sản phẩm, chuyển sang thành quỹ đạo chuyển động trên không gian ba chiều.

1.2. LỢI ÍCH VÀ ỨNG DỤNG CỦA MÁY CNC

1.2.1. Ba lợi ích của máy CNC.

+ Tự động hóa sản xuất

Máy CNC không chỉ quan trọng trong ngành cơ khí mà còn trong nhiều ngành khác như may mặc, giày dép, điện tử v.v. Bất cứ máy CNC nào cũng cải thiện trình độ tự động hóa của doanh nghiệp: người vận hành ít, thậm chí không còn phải can thiệp vào hoạt động của máy. Sau khi nạp chương trình gia công, nhiều máy CNC có thể tự động chạy liên tục cho tới khi kết thúc, và như vậy giải phóng nhân lực cho công việc khác. Thứ nữa, ít xảy ra hỏng hóc do lỗi vận hành, thời gian gia công được dự báo chính xác, người vận hành không đòi hỏi phải có kỹ năng thao tác (chân tay) cao như điều khiển máy công cụ truyền thống.

+ Độ chính xác và lặp lại cao của sản phẩm

Các máy CNC thế hệ mới cho phép gia công các sản phẩm có độ chính xác và độ phức tạp cao mà máy công cụ truyền thống không thể làm được. Một khi chương trình gia công đã được kiểm tra và hiệu chỉnh, máy CNC sẽ đảm bảo

cho “ra lò” hàng loạt sản phẩm phẩm với chất lượng đồng nhất. Đây là yếu tố vô cùng quan trọng trong sản xuất công nghiệp quy mô lớn

+ Linh hoạt

Chế tạo một chi tiết mới trên máy CNC đồng nghĩa với nạp cho máy một chương trình gia công mới. Được kết nối với các phần mềm CAD/CAM, công nghệ CNC trở nên vô cùng linh hoạt giúp các doanh nghiệp thích ứng với các thay đổi nhanh chóng và liên tục về mẫu mã và chủng loại sản phẩm của khách hàng.

1.2.2. Phạm vi ứng dụng.

Thuật ngữ CNC trở vào một khái niệm mà hầu như bất kì ai học tập, đào tạo, nghiên cứu trên lĩnh vực Tự động hóa đều biết: Đó là loại thiết bị điều khiển sử dụng trong các máy gia công/chế biến, cho phép thực hiện các quy trình gia công/chế biến trên cơ sở các thông số về kích thước/hình dáng của sản phẩm, chuyển sang thành quỹ đạo chuyển động trên không gian 3 chiều.

Xuất phát từ các ứng dụng ban đầu của công nghệ chế tạo máy, chủ yếu là gia công cắt gọt kim loại, hiện tại CNC được dùng trong nhiều loại máy thuộc các lĩnh vực khác nhau: trải dài từ chế tạo máy tới ngành dệt may, điều khiển robot hay chế tạo thiết bị điện tử. Trong nhiều ứng dụng, thậm chí ta không thể hình dung ra được sự thiếu vắng của CNC, đặc biệt là công nghệ chế tạo máy, ngành công nghệ đẻ ra các máy cái, phục vụ cho mọi ngành công nghiệp khác. Chính vì vậy, thật dễ hiểu khi chúng ta – một đất nước còn chậm phát triển – đã và đang nỗ lực tìm ra con đường đi để tiến tới thiết bị CNC của riêng mình. Các ứng dụng của công nghệ CNC là:

+ Máy gia công cắt gọt kim loại, chế tác nữ trang

+ Máy gia công bằng tia Laser

+ Máy mài

+ Máy điều khắc trên gỗ, đá..

+ Các loại máy gia công khác

1.3. ĐIỀU KHIỂN SỐ VÀ SỬ DỤNG ĐIỀU KHIỂN SỐ TRONG MÁY CNC

1.3.1. Điều khiển số

Điều khiển số (Numerical Control) ra đời với mục đích điều khiển các quá trình công nghệ gia công cắt gọt trên các máy công cụ. Về thực chất, đây là một quá trình tự động điều khiển các hoạt động của máy (như các máy cắt kim loại, robot, băng tải vận chuyển phôi liệu hoặc chi tiết gia công, các kho quản lý phôi và sản phẩm...) trên cơ sở các dữ liệu được cung cấp là ở dạng mã số nhị nguyên bao gồm các chữ số, số thập phân, các chữ cái và một số ký tự đặc biệt tạo nên một chương trình làm việc của thiết bị hay hệ thống. Trước đây, cũng đã có các quá trình gia công cắt gọt được điều khiển theo chương trình bằng các kỹ thuật chép hình theo mẫu, chép hình bằng hệ thống thủy lực, cam hoặc điều khiển bằng mạch logic...

Hiện nay, lĩnh vực sản xuất tự động trong chế tạo cơ khí đã phát triển và đạt đến trình độ rất cao như các phân xưởng tự động sản xuất linh hoạt và tổ hợp CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) với việc trang bị thêm các robot cấp phôi liệu và vận chuyển, các hệ thống đo lường và quản lý chất lượng tiên tiến, các kiểu nhà kho hiện đại được đưa vào áp dụng đã mang lại hiệu quả kinh tế rất đáng kể.

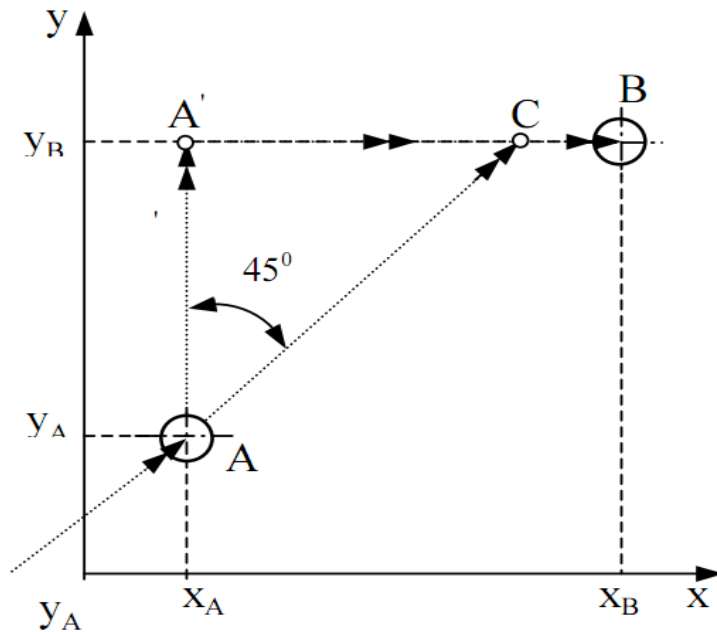
1.3.2. Điều khiển số trong các hệ thống điều khiển CNC

Tùy theo yêu cầu của từng loại máy và từng loại cơ cấu điều khiển, hệ điều khiển mà có thể phân thành 3 loại cơ bản: điều khiển điểm - điểm, điều khiển đoạn thẳng và điều khiển đường (tuyến tính hoặc phi tuyến). Tất nhiên các máy điều khiển đường đều có thể sử dụng để điều khiển điểm - điểm và đoạn thẳng.

+ Điều khiển điểm-điểm

Với các loại máy này, trong quá trình gia công, người ta cho định vị nhanh dụng cụ đến tọa độ yêu cầu và trong quá trình dịch chuyển nhanh dụng cụ máy không thực hiện việc cắt gọt. Chỉ đến khi đạt được tọa độ

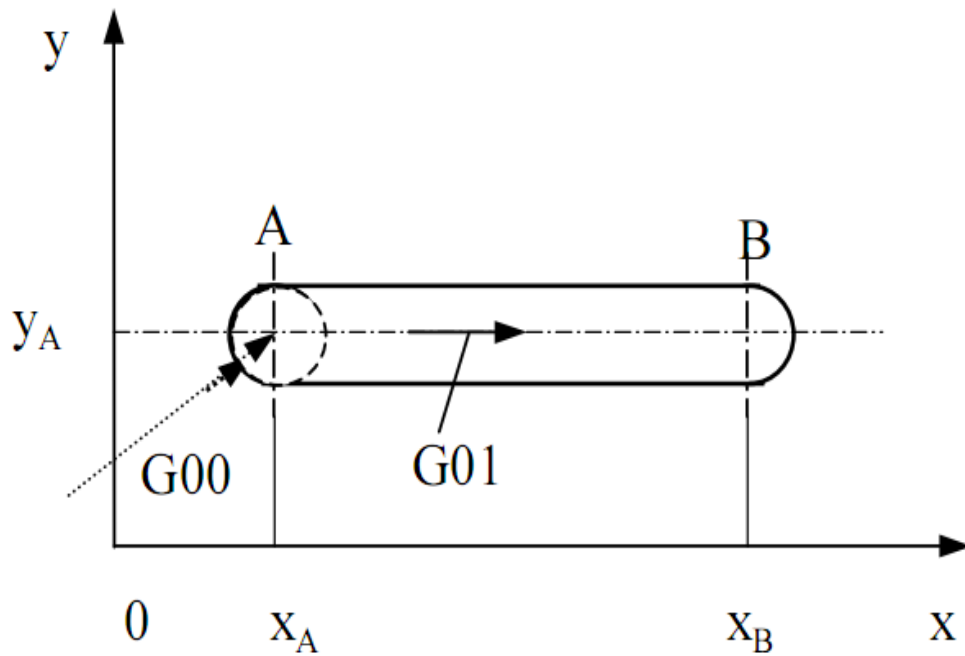
theo yêu cầu nó mới thực hiện các chuyển động cắt gọt, ví dụ như khoan lỗ, khoét, doa hoặc có thể làm những công việc khác ví dụ như ở trên các máy hàn điểm thì nó thực hiện quá trình hàn và trên các máy đột, dập thì nó thực hiện việc đột, dập lỗ...



Hình 1.1. Điều khiển điểm

+ Điều khiển theo đoạn thẳng

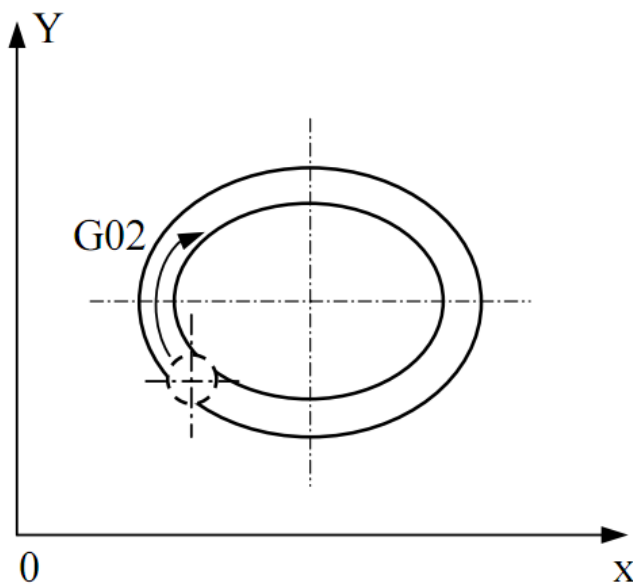
Ngoài chức năng dịch chuyển nhanh theo các trục tọa độ như ở điều khiển điểm, còn có thể thực hiện việc gia công trong quá trình dịch chuyển theo các trục này. Điều đó có nghĩa là dụng cụ sẽ thực hiện các chuyển động cắt gọt trong quá trình dịch chuyển song song theo các trục tọa độ.



Hình 1.2. Điều khiển đoạn thẳng

+ Điều khiển theo đường

Ngoài các chức năng như điều khiển điểm và điều khiển đoạn thẳng, người ta còn có thể điều khiển được dụng cụ chuyển động theo các đường bất kỳ trong mặt phẳng hoặc trong không gian có thực hiện gia công cắt gọt.



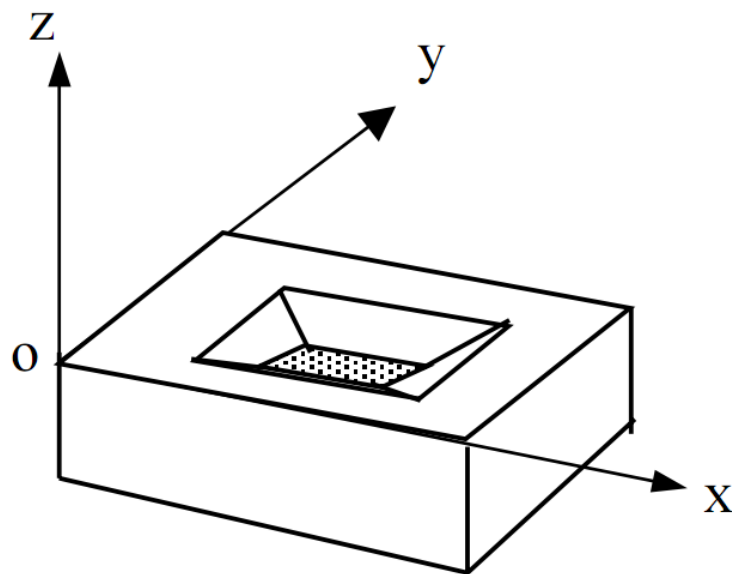
Hình 1.3. Điều khiển 2D trên máy phay

+ Điều khiển 2D

Cho phép dịch chuyển dụng cụ trong một mặt phẳng nhất định nào đó. Thí dụ như trên máy tiện, dụng cụ sẽ dịch chuyển trong mặt phẳng xoz để tạo nên đường sinh khi tiện các bề mặt, trên các máy phay 2D, dụng cụ sẽ thực hiện các chuyển động trong mặt phẳng xoy để tạo nên các đường rãnh hay các mặt bậc có biên dạng bất kỳ.

+ Điều khiển 3D

Cho phép dịch chuyển dụng cụ trong 3 mặt phẳng đồng thời để tạo nên một đường cong hay một mặt cong không gian bất kỳ. Điều này cũng tương ứng với quá trình điều khiển đồng thời cả 3 trục của máy theo một quan hệ ràng buộc nào đó tại từng thời điểm để tạo nên vết quỹ đạo của đường cong theo yêu cầu.



Hình1.4. Phay túi trên máy phay 3D

Chương 2

CÁC GIAO TIẾP MÁY TÍNH, LẬP TRÌNH CHO MÁY CNC

2.1 CÁC PHƯƠNG PHÁP GIAO TIẾP MÁY TÍNH

2.1.1 Giao tiếp qua cổng song song

- Tên gọi

Cổng song song: Dữ liệu được truyền qua cổng này theo cách song song, cụ thể dữ liệu được truyền 8 bit đồng thời hay còn gọi byte nối tiếp bit song song.

- Mức điện áp cổng đều sử dụng mức điện áp tương thích TTL(Transistor - Logic) $0^v \rightarrow +5^v$ trong đó:

0^v là mức logic LOW.

$2^v \rightarrow +5^v$ là mức logic HIGH.

Vì vậy khi ghép nối với cổng này ta chỉ ghép nối những thiết bị ngoại vi có mức điện áp tương thích TTL. Nếu thiết bị ngoại vi không có mức điện áp tương thích TTL thì ta phải áp dụng biện pháp ghép mức hoặc ghép cách ly qua bộ ghép nối quang.

- Khoảng cách ghép nối

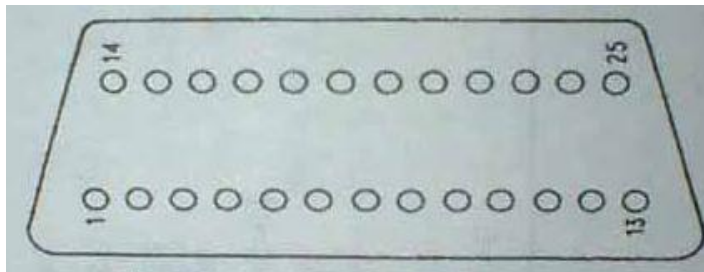
Khoảng cách cực đại giữa thiết bị ngoại vi và máy tính ghép qua cổng song song thường bị hạn chế. Lý do là hiện tượng cảm ứng giữa các đường dẫn và điện dung kí sinh hình thành giữa các đường dẫn có thể làm biến dạng tín hiệu. Khoảng cách giới hạn cực đại là 8m. Thông thường chỉ 1,5 đến 2m vì lí do an toàn dữ liệu. Nếu sử dụng khoảng cách ghép nối trên 3m thì các đường dây tín hiệu và đường dây nối đất phải được xoắn với nhau thành từng cặp để giảm thiểu ảnh hưởng của nhiễu. Biện pháp khác sử dụng cáp dẹt, trên đó mỗi đường dữ liệu được đặt giữa hai đường dây nối đất.

- Tốc độ truyền dữ liệu

Tốc độ truyền dữ liệu qua cổng song song phụ thuộc vào phần cứng được sử dụng. Trên lý thuyết tốc độ có thể đạt đến 1Mb/s nhưng với khoảng cách truyền hạn chế trong phạm vi 1m. Với nhiều mục đích sử dụng thì khoảng cách này hoàn toàn thỏa đáng, tuy vậy cũng có những ứng dụng đòi hỏi phải truyền trên khoảng cách xa hơn. Trong trường hợp đó ta phải nghĩ ngay đến khả năng ghép nối khác (như ghép nối qua cổng RS232).

+ Cấu trúc cổng song song

Cổng song song có hai loại: ổ cắm 36 chân và ổ cắm 25 chân. Ngày nay, loại ổ cắm 36 chân không còn được sử dụng, hầu hết các máy tính PC đều trang bị ổ cắm 25 chân nên ta chỉ cần quan tâm đến loại 25 chân.



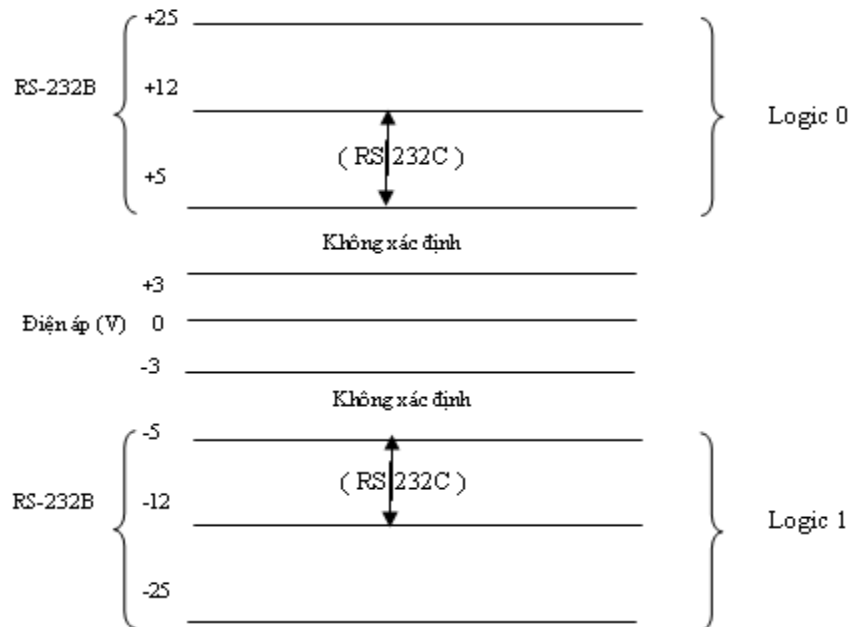
Hình 2.1. Giới thiệu loại ổ cắm 25 chân.

2.1.2 Cổng nối tiếp

+ Đặt vấn đề

So với các khả năng ghép nối khác tốc độ truyền qua cổng nối tiếp chậm, tốc độ thường sử dụng là 19600 bit/s/20m. Tốc độ truyền ở các modem đời mới nhất cũng chỉ đạt 56,6Kbit/s. Về sau có một số tiêu chuẩn nối tiếp khác ra đời như RS422, RS485 cho phép truyền với tốc độ cao hơn và khoảng cách dài hơn: ví dụ RS422 10Mbit/s/hàng ngàn km. Một số chuẩn khác còn cho phép sử dụng trên mạng máy tính.

+ Mức điện áp trên đường truyền



Hình 2.2. Các mức điện áp của chuẩn RS232

Từ sơ đồ trên ta thấy cải tiến của RS232B là làm tăng mức điện áp từ $\pm 5V$ đến $\pm 25V$. Trong đó:

-Mức logic 1 tính từ $-5V$ đến $-25V$.

-Mức logic 0 tính từ $+5V$ đến $+25V$.

-Các mức từ $-3V$ đến $+3V$ gọi là trạng thái chuyển tiếp.

-Các mức điện áp từ $\pm 3V$ đến $\pm 5V$ gọi là không xác định.

Dữ liệu có mức điện áp rơi vào khoảng này sẽ dẫn đến kết quả không dự tính được và đây cũng là tình trạng hoạt động của những hệ thống được thiết bị kế sơ sài. Điều đáng chú ý ở đây là: Mức 1 ~ LOW, mức 0 ~ HIGH vì trước khi đưa vào xử lý còn có bộ nhớ đảo còn gọi là bộ nhớ chuẩn dạng tín hiệu.

Việc nâng mức điện áp của chuẩn RS232B dẫn đến sự hạn chế về tốc độ truyền, vì vậy người ta thấy giữa tốc độ truyền và khoảng cách truyền phải có sự dung hoà. RS232C là chuẩn hiện nay đang được áp dụng.

Điện áp sử dụng là $\pm 12V$. Trong đó:

-12V là mức logic 1 (HIGH)

+12V là mức logic 0 (LOW)

Cụ thể:

+3V -> +12V là mức 0

+5V -> +12V là mức tin cậy (của mức 0)

-3V -> -12V là mức 0

-5V -> -12V là mức tin cậy (của mức 1)

2.1.3 Cổng USB

+ Những nét chung

Có thể nói Máy tính PC từ khi ra đời đã không ngừng phát triển. Hiện nay máy tính PC vẫn đang được cải tiến nhằm nâng cao những tính năng của hệ thống. Những hướng chính là:

+ Tiếp tục cải tiến bộ vi xử lý cũng như đưa ra những bộ xử lý mới.

+ Cải tiến các hệ thống đồ họa, ví dụ: card AGP

+ Nâng cao tốc độ của đồng hồ hệ thống và của chính bộ xử lý.

+ Cải tiến các kiến trúc bus đặc biệt các cầu PCI.

+ Hoàn thiện công nghệ cắm và chạy (plug and play) và quá trình tự động cài đặt. Đặc biệt hoàn thiện cổng USB để trợ giúp cho việc dễ dàng ghép nối. Nếu như máy tính dùng nguồn AT có hai cổng RS 232 thì ở phía sau các máy tính đời mới thường dùng nguồn ATX đều có 2 ổ cắm USB. Cổng USB thực chất là BUS, bởi vì qua đó có thể đấu nối đồng thời rất nhiều thiết bị ngoại vi với những chủng loại khác nhau. Vì vậy, có thể gọi bus USB là bus nối tiếp đa năng theo đúng nghĩa của nó.

2.2 LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN MÁY CNC

2.2.1. Ngôn ngữ lập trình tự động

Với ngôn ngữ lập trình bằng máy tính hay còn gọi là lập trình tự động, thì về cơ bản đều dựa theo tiêu chuẩn thống nhất - Đó gọi là ngôn ngữ lập trình tự động APT (Automatically Programmed Tools : công cụ lập trình tự động). Ngôn ngữ này được phát triển từ Viện nghiên cứu công nghệ Illinois của Mỹ (Illinois Institute of Technology Research Institution -IITRI). Hiện nay nó được sử dụng và phổ biến nhất. Với APT, cho phép lập chương trình với các máy 5D với gồm trên 3.000 từ. APT bao gồm các nhóm cơ bản sau:

- Mô tả kích thước và hình dáng hình học của chi tiết gia công.
- Mô tả trình tự và quỹ đạo chuyển động của dụng cụ cắt.
- Điều khiển các cơ cấu của máy cũng như thay đổi các thông số cắt gọt.
- Bổ sung các chức năng chuyên dụng như chu trình ăn dao, bù dao và các chức năng chuyển tiếp khác.

Về thực chất, ngôn ngữ APT là biểu diễn một chương trình gia công bằng cách mô tả các hoạt động của dao cùng với các chức năng cắt gọt của nó bằng các câu lệnh trên cơ sở viết tắt của các từ trong tiếng Anh.

2.2.2. Ngôn ngữ lập trình bằng tay

Trong phần này, chỉ chủ yếu giới thiệu ngôn ngữ lập trình bằng tay hay còn gọi là ngôn ngữ máy mà mỗi ký tự của nó được xác định theo mã nhị phân 8 bit theo ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Về cơ bản mã này cũng giống như tiêu chuẩn ISO và DIN 66024. Trên cơ sở của các ký tự, chương trình được hình thành từ các block và mỗi block gồm các từ chương trình hay gọi là từ lệnh và mỗi từ lệnh được hình thành từ các ký tự và các con số đứng sau nó.

Ví dụ : N15 G01 X40 Y50 Z75 F30 S1200 là 1 block

Trong đó : N15 : Số câu lệnh theo thứ tự của chương trình

G01 : Từ lệnh điều khiển sự dịch chuyển thẳng của dụng cụ có cắt gọt (linear Interpolation).

X40 ; Y50 ; Z75 : Tọa độ các điểm đến (trong hệ tọa độ X, Y, Z)

F30 : F lượng chạy dao : (Feedrate) 30mm/ph hoặc inch/ph.

S1200 : Số vòng quay trục chính (Speed) 1200 v/ph hoặc tốc độ cắt m/ph, (inch)/ph.

- Chức năng phụ

Chức năng phụ M dùng để kiểm tra và điều khiển các chức năng hoạt động của máy như cho trục chính quay thuận, nghịch; dừng trục chính; tưới dung dịch trơn nguội ở chế độ phun sương hoặc phun tia; tắt dung dịch trơn nguội; dừng có điều kiện và không điều kiện chương trình; kẹp và tháo chi tiết...

M00: Dừng chương trình (Program stop):

Máy sẽ ngừng ngay sau khi thực hiện xong các câu lệnh ở M00

M01: Dừng chương trình có lựa chọn (Optional program stop) :

Cũng tương tự như M00 nhưng lệnh này chỉ có hiệu lực khi nút ngừng lựa chọn đã được ấn (Optional stop)

M02 : Kết thúc chương trình (Program end)

2.3 PHẦN MỀM MACH2 VÀ GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN

Mach2 với giao diện window gần gũi và thân thiện với người dùng có các mục File, Edit, View, Machine, Setup, Function, Window, Help.

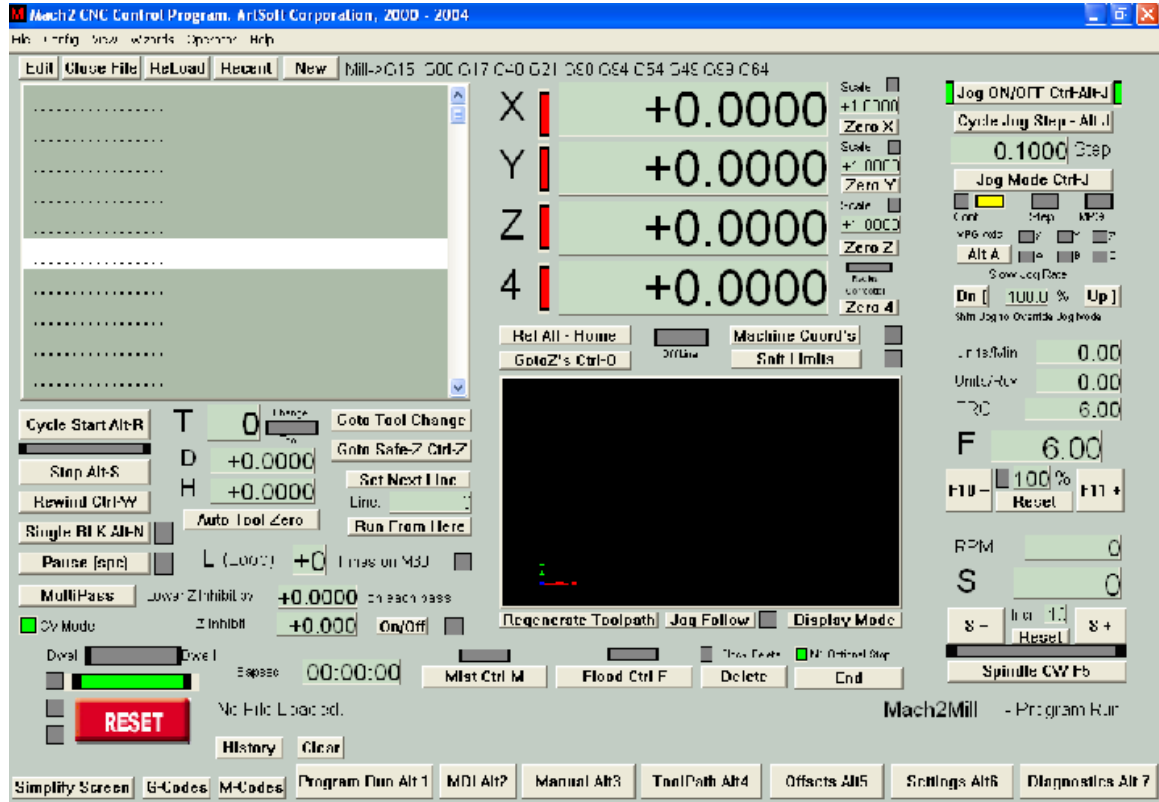
- Vùng đồ họa được chia thành các ô theo đơn vị của trục X, Y, Z theo định nghĩa.

- Vùng điều khiển bằng tay nằm bên góc phải của màn hình

Thoạt nhìn chúng ta sẽ bối rối bởi Mach2 có quá nhiều chức năng và lựa chọn nhưng thực ra với sự phức tạp của công nghệ CNC thì chừng đó mới đáp ứng được yêu cầu cao của công nghệ.

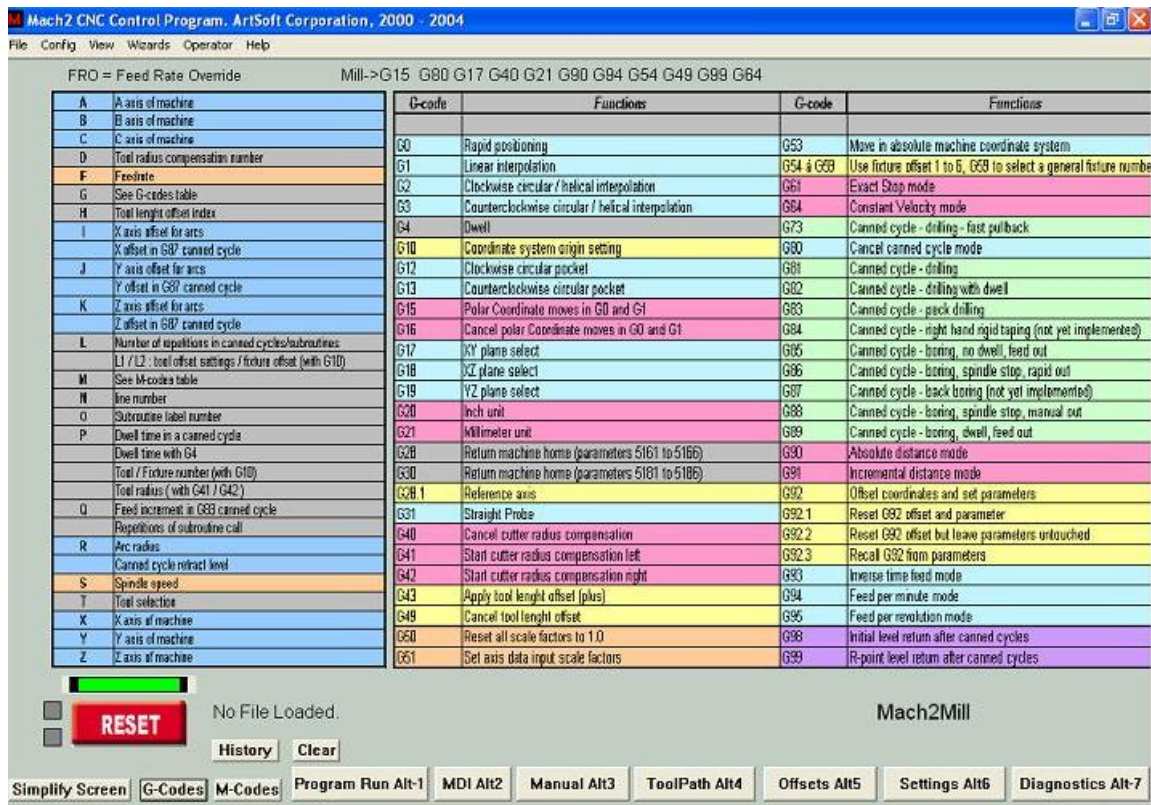
2.3.1. Giao diện chính

Khi ta mở chương trình Mach2 lên, ta thấy màn hình như sau:



Hình 2.3. Giao diện Mach2

Với Mach 2 chúng ta có thể nhập các File DXF, File ảnh... vào để chuyển thành mã G cho máy chạy, Mach2 cũng hỗ trợ lập trình bằng tay ngay trên phần mềm. Để trợ giúp cho người lập trình, Mach2 tích hợp bảng mã chức năng, gồm có G code và M code:

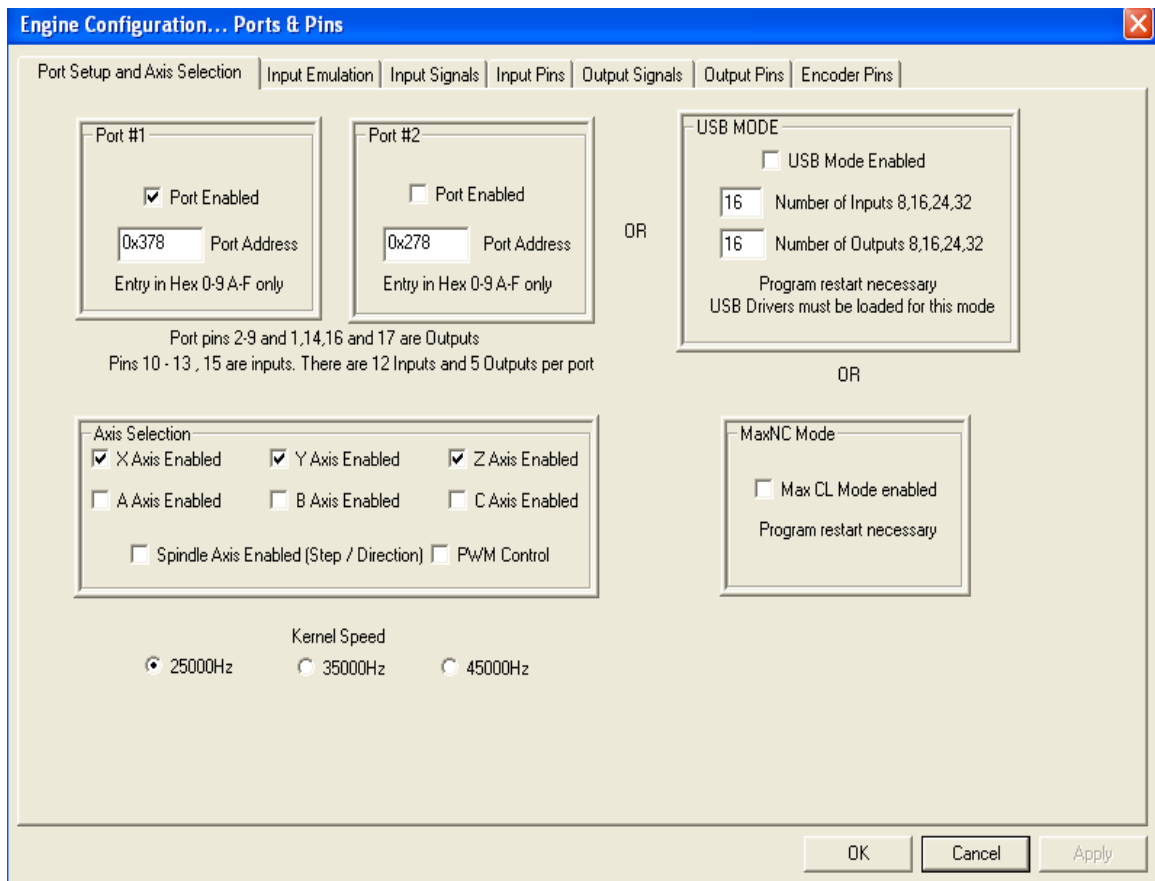


Hình 2.4. Bảng mã tích hợp trong Mach2 để trợ giúp người lập trình

2.3.2. Thiết lập các thông số điều khiển

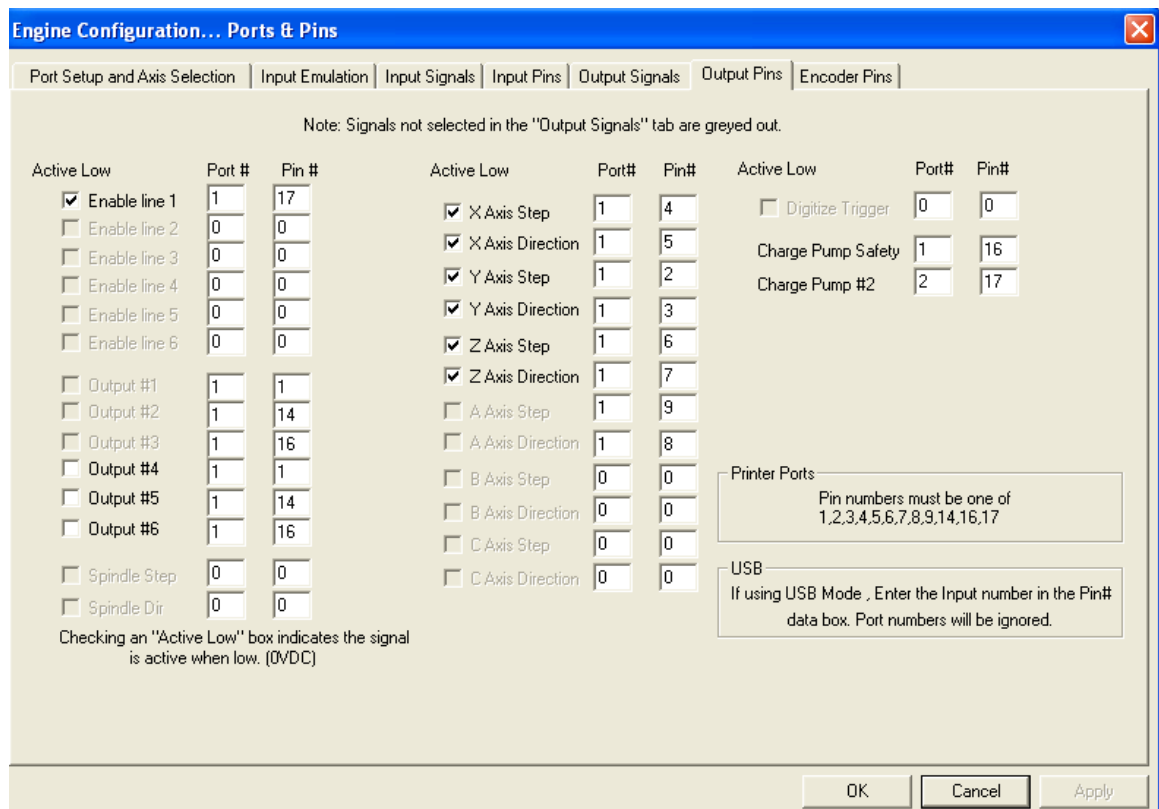
Mach2 hỗ trợ các giao tiếp công LPT và công USB, do mạch điện thiết kế là giao tiếp LPT nên chúng ta thiết lập trong Mach2 như sau:

chọn địa chỉ công LPT 1 có địa chỉ 0x378



Hình 2.5. Thiết lập cổng LPT

Sau khi chọn cổng LPT, chúng ta thiết lập đến ngõ ra trong cổng này:

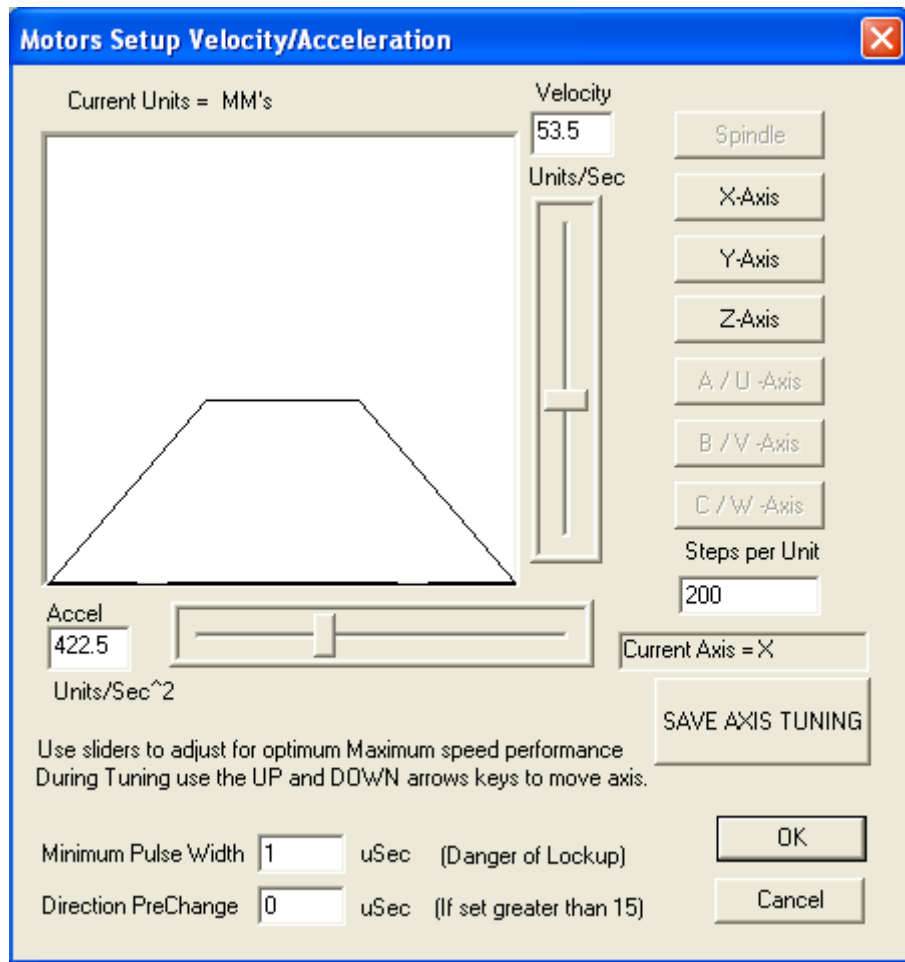


Hình 2.6. Thiết lập ngõ ra

Với mô hình máy phay CNC 3 trục , chúng ta chỉ cần 6 ngõ ra , ở đây ta lựa chọn các chân 2,3,4,5,6,7.

Tương ứng với các tín hiệu xung điều khiển mô tơ trục Y, X, Z

Để động cơ chạy ổn định, đáp ứng được tốc độ cao nhất mà không bị mất bước thì chúng ta phải điều chỉnh tần số xung và độ rộng của xung:



Hình 2.7. Điều chỉnh thông số xung vào cuộn dây động cơ

Chương 3

THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CHẠY DAO CHO MÁY CNC SỬ DỤNG ĐỘNG CƠ BƯỚC

3.1 KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ BƯỚC

3.1.1 Khái niệm chung

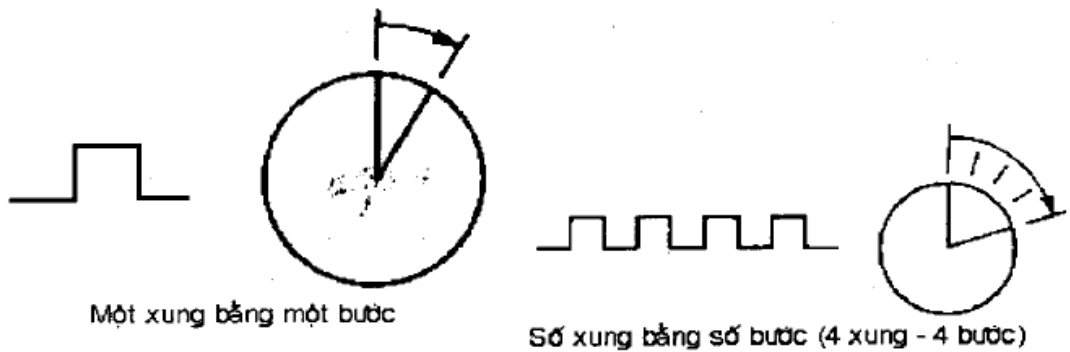
Các hệ truyền động rời rạc thường được thực hiện nhờ động cơ chấp hành đặc biệt gọi là động cơ bước. Động cơ bước thực chất là động cơ đồng bộ dùng để biến đổi các tín hiệu điều khiển dưới dạng xung điện rời rạc kế tiếp nhau thành các chuyển động góc xoay hoặc các chuyển động của roto và có khả năng cố định roto vào những vị trí cần thiết.

Động cơ bước làm việc được là nhờ có bộ chuyển mạch điện tử đưa các tín hiệu điều khiển vào stato theo một thứ tự và tần số nhất định. Tổng số góc quay của roto tương ứng với số lần chuyển mạch, cũng như chiều quay và tốc độ quay của roto phụ thuộc vào thứ tự chuyển đổi và tần số chuyển đổi. Khi một xung điện áp đặt vào cuộn dây stato (phần cứng) của động cơ bước thì roto (phần cảm) của động cơ bước sẽ quay đi một góc nhất định, góc ấy là một bước quay của động cơ. Khi các xung điện áp đặt vào các cuộn dây phần cứng thay đổi liên tục thì roto sẽ quay liên tục. (Nhưng thực chất chuyển động đó vẫn là theo các bước rời rạc)

Về cấu tạo, động cơ bước có thể coi là tổng hợp của của hai loại động cơ: động cơ một chiều không tiếp xúc và động cơ đồng bộ giảm tốc công suất nhỏ.

Trong khi động cơ một chiều không tiếp xúc có roto thường là một nam châm vĩnh cửu (số đôi cực $2p = 2$) và cần có một cảm biến vị trí roto(để thực hiện chức năng tạo ra tín hiệu điều khiển nhằm xác định thời điểm và thứ tự đổi chiều thì động cơ bước có roto dạng cực lõi gồm nhiều răng cách đều cấu thành các cặp nam châm N- S xen kẽ nhau để tạo ra số cặp $2p$ lớn hơn và không cần phải có bộ cảm biến vị trí roto. Nhờ cảm biến vị trí roto có thể điều

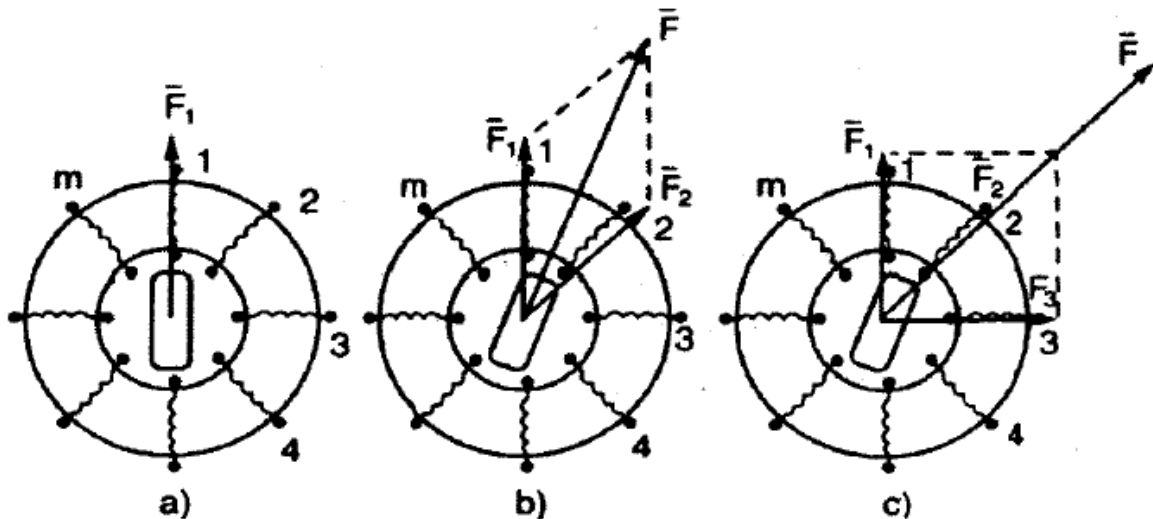
khiến dòng 1 chiều vào các cuộn dây stato để có từ trường quay liên tục. Đối với động cơ bước, vì từ trường quay không liên tục do các xung điện cấp vào rời rạc nên roto quay theo các bước.



Hình 3.1. Mô hình số hóa động cơ bước

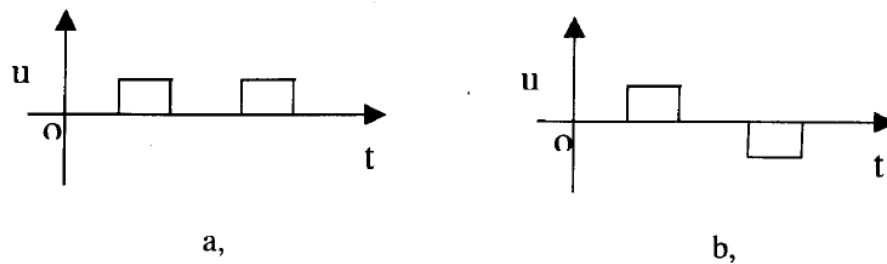
3.1.2 Nguyên lý hoạt động

Khác với động cơ đồng bộ thông thường, roto của động cơ bước không có cuộn dây khởi động (lông sóc mở máy) mà nó được khởi động bằng phương pháp tần số, roto của động cơ bước có thể được kích thích (roto tích cực) hoặc không được kích thích (roto thụ động).



Hình 3.2. Sơ đồ nguyên lý động cơ bước m pha với 2 rôto 2 cực và các lực điện từ khi điều khiển bằng xung 1 cực.

Xung điện áp cấp cho m cuộn dây stato có thể là xung một cực (hình 3a) hoặc xung hai cực (hình 3b)



Hình 3.3 Xung điện áp cấp cho cuộn dây stato

a, xung một cực ; b, xung hai cực.

Chuyển mạch điện tử có thể cung cấp điện áp điều khiển cho các cuộn dây stato theo từng cuộn dây riêng lẻ hoặc theo từng nhóm các cuộn dây. Trị số và chiều của lực điện từ tổng F của động cơ và do đó có vị trí của roto trong không gian hoàn thành phụ thuộc vào phương pháp cung cấp điện cho các cuộn dây.

Ví dụ, nếu các cuộn dây của động cơ trên hình 2 được cấp điện cho từng cuộn dây riêng lẻ theo thứ tự 1, 2, 3, ...m, bởi xung 1 cực, thì roto của động cơ có m vị trí ổn định trùng với trục của các cuộn dây.

Trong thực tế để tăng cường lực điện từ tổng của stato và do đó tăng từ thông và momen đồng bộ, người ta thường cấp điện đồng thời cho hai, ba hoặc nhiều cuộn dây. Lúc đó roto của động cơ bước sẽ có vị trí cân bằng (ổn định) trùng với vectơ lực điện từ tổng F . Đồng thời lực điện từ tổng F cũng có giá trị lớn điện từ thành phần của các cuộn dây stato

Trên hình 3.2b vẽ lực điện từ tổng F khi cung cấp điện đồng thời cho một số chẵn cuộn dây (2 cuộn dây). Lực điện từ tổng F có trị số lớn hơn và nằm ở vị trí chính giữa hai trục của hai cuộn dây. Trên hình 3.2c vẽ lực điện từ tổng F khi cấp điện đồng thời cho một số lẻ cuộn dây (3 cuộn dây). Lực điện từ tổng F nằm trùng với trục của một cuộn dây nhưng có trị số lớn hơn. Trong cả hai

trường hợp (cấp điện cho một số chẵn cuộn dây và một số lẻ cuộn dây), roto của động cơ bước sẽ có m vị trí cân bằng. Góc xê dịch giữa 2 vị trí liên tiếp của roto bằng $2\pi/m$.

Nếu cấp điện theo thứ tự một số chẵn cuộn dây, rồi một số lẻ cuộn dây(ví dụ kết hợp giữa hình 3.2b và 3.2c), có nghĩa là số lượng cuộn dây được điều khiển luôn thay đổi từ chẵn sang lẻ và từ lẻ sang chẵn thì số vị trí cân bằng của roto sẽ tăng lên gấp đôi là $2m$, độ lớn của một bước sẽ giảm đi một nửa bằng $2\pi/2m$. Trường hợp này được gọi là điều khiển không đối xứng hay điều khiển nửa bước (half step).

Nếu số lượng cuộn dây được điều khiển luôn luôn không đổi (một số chẵn cuộn dây hoặc một số lẻ cuộn dây, ví dụ hình 3.2b hoặc 3.2c) thì roto có m vị trí cân bằng và được gọi là điều khiển đối xứng, hay điều khiển cả bước (full step).

Một cách tổng quát, số bước quay của roto trong khoảng $0 \div 360^0$ là :

$$K = m.n_1.n_2.p, \quad (1)$$

Trong đó:

p: số đôi cực của roto.

m: số cuộn dây điều khiển trên stato (số pha)

n_1 : hệ số $n_1 = 1$ ứng với điều khiển đối xứng.

$n_2 = 2$ ứng với điều khiển không đối xứng

n_2 : hệ số $n_2 = 1$ điều khiển bằng xung một cực

$n_2 = 2$ điều khiển bằng xung 2 cực.

Bước quay của roto trong không gian là $\alpha = 360^0/K$.

Trường hợp riêng công thức (1) không đúng (sẽ đề cập)

3.1.3 Cấu tạo và phân loại động cơ bước

Để tăng số bước của động cơ (tăng độ phân giải về góc), theo công thức (1), cần phải tăng số lượng cuộn dây pha m và tăng số cặp cực p . Việc tăng số lượng cuộn dây m trên stato gặp nhiều khó khăn do hạn chế về kích thước của stato và những trở ngại khi đặt các bobin dây quấn vào các rãnh hở của stato, đồng thời khi số pha m lớn thì mạch điều khiển cũng sẽ phức tạp hơn. Do đó người ta thường làm động cơ bước với số lượng pha m đủ nhỏ, là 2 pha, 4 pha và 5 pha, trong đó thông dụng nhất là 2 pha và 4 pha.

Việc tăng số bước của động cơ cuối cùng được giải quyết bằng tăng số lượng cặp cực roto. Roto động cơ bước tạo thành nhiều cặp cực được chế tạo từ vật liệu kỹ thuật đặc biệt có độ từ hóa cao và chịu được momen tải lớn, vì chính roto là bộ phận chịu tải trọng cơ khí thông qua trục của nó.

Xét về cấu tạo, động cơ bước có ba loại chính:

- + Động cơ bước có roto được kích thích (có dây quấn kích thích hoặc kích thích bằng nam châm vĩnh cửu)
- + Động cơ bước có roto không kích thích (động cơ kiểu cảm ứng và động cơ kiểu phản kháng).
- + Động cơ hỗn hợp, kết hợp cả 2 loại trên.

3.1.4 Điều khiển tốc độ quay của động cơ bước

Động cơ bước có thể quay với bất kỳ tốc độ nào trong dải từ 0 vòng/phút đến giá trị cực đại cho phép. Do tính chất đặc biệt, động cơ bước có thể dừng đột ngột ở bất kỳ vị trí nào trong độ phân giải của góc bước khi đang quay với bất kỳ tốc độ nào trong dải cho phép. Vì vậy động cơ bước ít khi dùng cho các thiết bị cần quay với tốc độ đều (trường hợp này ta sử dụng các loại động cơ khác đơn giản hơn) mà nó được sử dụng chủ yếu để điều khiển thích nghi, nghĩa là tốc độ quay biến đổi liên tục, thậm chí động cơ phải dừng và đứng yên ở vị trí bám sát.

Với lẽ đó, vận tốc quay của động cơ bước thường luôn được hiểu là vận tốc trung bình.

Giả sử trong thời gian t (giây) ta thực hiện n lần dịch bước (mỗi lần dịch một bước) thì tần số dịch bước là $f = 1/t$.

Giả sử góc bước của động cơ là θ^0 thì để đạt được một vòng quay ta phải cho động cơ quay $360^0/\theta^0$ bước quay.

Vận tốc trung bình V của động cơ bước trong thời gian t giây là:

$$V = n/t \cdot \theta / 360 = f \cdot \theta / 360 \quad (\text{vòng/giây}) \quad (2)$$

Việc điều khiển vận tốc động cơ bước, được thực hiện bằng cách thay đổi tần số dịch bước f . Lưu ý rằng tần số dịch bước f trong trường hợp tổng quát không đồng nhất với tần số các xung điều khiển, mà nó là tổ hợp của sự biến đổi trạng thái của các xung điều khiển đó. Vì vậy việc điều khiển này thường được thực hiện bởi các bộ vi xử lý. Nhìn vào đồ thị momen-vận tốc động cơ bước (ví dụ ở catalog 1, catalog 2, catalog 3) có thể thấy rằng với vận tốc dưới 5 vòng/giây (300 vòng/ phút), động cơ còn giữ được momen cực đại; trên vận tốc này momen của động cơ sẽ bị giảm dần theo chiều tăng của vận tốc. Do đó việc lựa chọn tải trọng và vận tốc quay cực đại phải được tính toán trước khi tính toán hệ truyền động sử dụng động cơ bước.

Một yếu tố rất quan trọng với động cơ bước là vận tốc tức thời, vận tốc này phải nhỏ hơn vận tốc cực đại đã được tính toán với một tải trọng cho trước.

Gọi T_{cb} là thời gian giữa hai lần chuyển bước liên tiếp, ta tính được vận tốc tức thời V_t :

$$V_t = \theta / (360 \cdot T_{cb}) \quad (\text{Vòng/giây}) \quad (3)$$

Thời gian T_{cb} không nhất thiết phải cố định nhưng phải đảm bảo điều kiện:

$$T_{cb} > \theta / (360 \cdot V_{\max}) \quad (4)$$

Ví dụ với $\theta = 1,8^0$, $V_{\max} = 15$ vòng/giây (900 vòng/phút)

Thì $T_{cb} > 0,33$ ms, cũng có nghĩa là tần số chuyển bước $f < 3$ kHz.

3.2.5 Điều khiển chiều quay của động cơ bước

Chiều quay của động cơ một chiều có thể điều khiển bằng cách thay đổi chiều của dòng điện cấp vào. Đối với động cơ bước, chiều quay không phụ thuộc với chiều dòng điện cấp cho các cuộn dây mà nó phụ thuộc vào thứ tự chuyển dịch các bước. Chẳng hạn, roto đang ở vị trí bước thứ n ; nếu ta cấp điện sao cho nó chuyển sang vị trí bước thứ $(n+1)$ thì động cơ quay phải; nếu ta cấp điện sao cho roto chuyển sang vị trí bước thứ $(n-1)$ thì động cơ quay trái. Bộ tạo xung điều khiển sẽ thực hiện điều này.

Chiều quay của động cơ bước được xác định bằng thứ tự chuyển dịch các trạng thái cấp điện của các cuộn dây stator. Đối với động cơ 2 pha, nếu điều khiển cả bước, có 4 trạng thái cấp điện; nếu điều khiển nửa bước sẽ có 8 trạng thái cấp điện.

Đối với động cơ 4 pha, nếu cấp xung một cực thì cũng sẽ có 4 và 8 trạng thái cấp điện vào các cuộn dây cho hai trường hợp điều khiển cả bước và nửa bước. Bảng 1 nêu các trạng thái cấp điện theo cách đơn giản nhất cho 4 cuộn dây pha.

Bảng 3.1. Trạng thái cấp điện các pha của động cơ 4 pha

Trạng thái Cuộn dây	1	2	3	4	5	6	7	8
Cuộn 1	1	1	0	0	0	0	0	1
Cuộn 2	0	1	1	1	0	0	0	0
Cuộn 3	0	0	0	1	1	1	0	0
Cuộn 4	0	0	0	0	0	1	1	1

Trong bảng : tương ứng với cột các trạng thái, ô nào đánh số 1 là cuộn dây đó được cấp điện 1 cực, ô nào đánh số 0 là cuộn dây đó không được cấp điện.

Nếu điều khiển cả bước thì chỉ có 4 trạng thái: 1,3,5, 7 hoặc 2, 4,6,8.

Nếu điều khiển nửa bước thì có 8 trạng thái.

Khi đã xác định cách cấp điện như trên, trong lúc hoạt động, động cơ bước chỉ có thể ở 8 trạng thái ổn định đó, ngoài ra không còn trạng thái ổn định nào khác. Mỗi lần dịch chuyển trạng thái cấp điện sang trạng thái liền kề thì động cơ dịch chuyển một bước (bước đủ hay nửa bước).

Nếu chiều dịch chuyển từ trái qua phải thì động cơ quay phải, ngược lại nếu chuyển dịch từ phải quay trái. Ví dụ đang ở trạng thái 8 (cuộn 1 và cuộn 4 cấp điện), nếu dịch trái sang trạng thái 7 (cuộn 1 cắt điện và cuộn 4 vẫn giữ nguyên) thì động cơ quay trái ; nếu dịch phải sang trạng thái 1 (cuộn 1 để nguyên, cắt điện cuộn 4) thì động cơ quay phải.

Từ bảng 1 có thể đưa ra một chú ý hết sức quan trọng: Trong quá trình hoạt động (quay hay giữ) thì ít nhất một cuộn dây pha phải được cấp điện. Nếu tất cả cuộn dây không được cấp điện (Trạng thái Turn-off) thì rôto sẽ quay tron, có nghĩa là nếu ta gây ra mômen quay thì rôto động cơ sẽ bị quay bởi lực bên ngoài. Ngược lại muốn dùng lực ngoài để thay đổi vị trí tải thì phải đưa động cơ về trạng thái Turn-off. Tầm quan trọng của chú ý này còn nằm ở chế độ: hệ truyền động động cơ bước sẽ không hoạt động đúng được nếu ta điều khiển nó luôn ở hai trạng thái Turn – off và dịch bước, mà phải điều khiển ở hai chế độ giữ bước và dịch bước, có nghĩa là bắt buộc phải cấp điện cho cuộn dây pha kể cả khi hệ dừng và lúc hệ chuyển động. Vấn đề cốt lõi của việc điều khiển động cơ bước là cấp điện lúc động cơ dừng – giữ. Do đó sẽ là sai lầm lớn nếu ta chỉ cấp xung điều khiển lúc động cơ quay còn lúc dừng thì không cấp xung điều khiển. (Điều nay thường thấy khi người thiết kế chưa nắm bản chất của việc điều khiển động cơ bước).

3.2 LỰA CHỌN ĐỘNG CƠ

Cũng như mọi hệ truyền động khác, hệ truyền động sử dụng động cơ bước cần có bộ giảm tốc – chuyển tải (hơn đơn giản gọi là hộp số) nối ghép từ trục động cơ ra trục quay của đối tượng. Ở đây đề cập chủ yếu hai vấn đề:

+ Tính toán tỷ số truyền cho bộ giảm tốc – chuyển tải.

+ Chọn phương án giảm tốc chuyển tải.

3.2.1. Tính toán tỉ số truyền và chọn động cơ

Tỷ số truyền cần đáp ứng ba yêu cầu sau:

+ **Độ phân giải về góc và tốc độ quay**

Trừ trường hợp đặc biệt điều khiển theo vi bước, độ phân giải về góc của động cơ bước cố định là α hoặc $\alpha/2$ đối với điều khiển cả bước và nửa bước. (Ở đó α là góc bước cho theo catalog, ví dụ $\alpha = 1,8^0$). Độ phân giải của đối tượng điều khiển yêu cầu cao hơn nhiều, chẳng hạn $0,06^0$ (tương ứng với 6000 bước trong một vòng quay).

Gọi tỷ số truyền là Z , độ phân giải của đối tượng là θ , ta phải chọn sao cho

$$Z \geq \frac{\alpha}{2\theta} \quad (5)$$

Với ví dụ trên ta phải có.

$$Z \geq \frac{1.8}{0.12} = 15$$

Bộ giảm tốc sẽ làm giảm tốc độ quay của đối tượng so với tốc độ quay của động cơ. Gọi tốc độ quay của đối tượng là V_T , tốc độ quay của động cơ là V_M , ta phải có:

$$V_M \geq Z.V_T \quad (5)$$

+ **Điều kiện về momen**

Trong trường hợp tải quay trong mặt phẳng thẳng đứng (trục quay nằm ngang) mà mật độ trọng lực không phân bố đều và đối xứng qua tâm (có nghĩa

là trọng lực cầu tải có cánh tay đòn so với tâm trục quay luôn thay đổi) thì phải lấy momen tải (M_C) ở giá trị cực đại để tính toán.

Nếu trục quay thẳng đứng, cần cố gắng cân bằng tải ở mọi phía theo phương nằm ngang. Khi đã cân bằng thì momen tải tương đối đều, trừ khi khởi động phải thêm momen do ma sát nghỉ sinh ra.

Trong mọi trường hợp quan hệ momen đều phải thỏa mãn:

$$M_{\max} < Z.M_0 \quad (7)$$

Trong đó: M_{\max} là giá trị lớn nhất của momen tải;

M_0 là giá trị momen của động cơ ứng với tốc độ quay lớn nhất mà động cơ cần phải đạt trong hệ truyền động.

+Điều kiện về quán tính quay

Quán tính quay không phụ thuộc vào trạng thái của trục quay trong không gian (thẳng đứng, nằm ngang hay nghiêng bao nhiêu độ) mà chỉ phụ thuộc vào khối lượng và sự phân bố mật độ khối lượng so với trục quay.

Mối quan hệ về quán tính quay cần thỏa mãn điều kiện:

$$J_T \leq 4.J_M.Z^2 \quad (8)$$

(J_T và J_M lần lượt là quán tính quay của tải và của động cơ).

Từ các phân tích ở trên, khi tính toán tỷ số truyền và chọn động cơ cần làm các bước sau:

+ Từ công thức (47) Tính Z_{\min} .

+ Thay Z_{\min} vào (50) để chọn Z , nếu Z_{\min} thỏa mãn (8) thì lấy $Z_0 = Z_{\min}$, nếu không buộc phải lấy $Z_0 > Z_{\min}$ thỏa mãn (8).

+ Từ Z_0 thay vào (48) để tính $\min(V_M)$ sau đó chọn V_{M0} và $\min(M_0)$ tìm động cơ có đặc tuyến momen - tốc độ thỏa mãn (tra theo Catalog).

Đối với động cơ bước, vòng điều khiển từ modun điều khiển ra trục động cơ là mạch hở không có hồi tiếp (trục đầu không cần gắn ta-kho-met hoặc

Encoder) nên động cơ không thể biết nó có đáp ứng được các lệnh ra hay không. Hai trường hợp có thể xảy ra :

+ Khắc phục hiện tượng trên có hai cách.

- Lắp Encoder vào đầu trục động cơ để giám sát để dịch bước của động cơ. Đây là phương án tốn kém nhưng chắc chắn. Hiện nay một số hãng đã chế tạo động cơ bước có trục hở cả hai đầu để có thể lắp được Encoder. Đối với hệ điều khiển bám sát vị trí, ngoài Encoder lắp ở đầu động cơ còn phải lắp Encoder ở đầu trục của đối tượng điều khiển để giám sát được vị trí của đối tượng (có nghĩa là kiểm tra được cả hệ truyền động của hộp số, trục cơ ...)

- Tính toán độ dự trữ thật cao và chọn modun điều khiển thật chính xác để chắc chắn rằng động cơ và hệ cơ khí đáp ứng trung thành các lệnh điều khiển.

Chọn quán tính tải từ 4 đến 10 lần quán tính của roto động cơ.

-Với hệ chất lượng cao (chẳng hạn quay nhanh), tỷ số này ≤ 4 .

-Với hệ chất lượng vừa phải, chọn tỷ số từ 4 đến 10.

+Chọn kích thước động cơ bằng kinh nghiệm

Kích thích động cơ có ảnh hưởng đến đặc tuyến động của cả hệ. Các yếu tố cần tính đến là ma sát của hệ, quán tính tải và hiện tượng cộng hưởng lớn. Việc cân nhắc này nhìn chung khá phức tạp, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm.

3.4 THIẾT KẾ HỆ THỐNG MẠCH DRIVER ĐỘNG CƠ BƯỚC

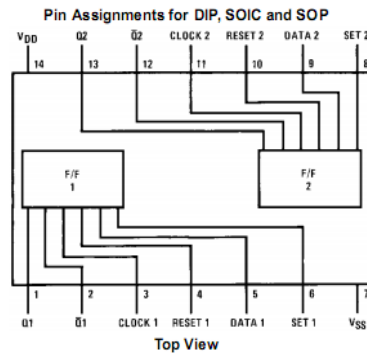
3.4.1. Thiết kế mạch điện

Do mục đích thiết kế mạch driver cho động cơ bước chỉ là nhận tín hiệu 0-1 từ máy tính rồi chuyển tín hiệu đó thành tín hiệu đóng ngắt , cấp điện cho cuộn dây của động cơ bước nên chúng ta có nhiều phương án thiết kế mạch điện, dưới đây là một mạch điện đơn giản, hiệu quả mà tác giả đã làm thành công:

Trong đó 4030 là IC thực hiện chức năng AND đầu vào, nó sẽ đảm bảo cho các MOSFET đóng, ngắt đúng thứ tự. 4013 là loại FLIP-FLOP có 2 nhân làm

việc song song bên trong(Dual D-Type Flip-Flop) 4013B D-loại flip-flop là mạch tích hợp được xây dựng với N-P-kênh và tăng cường mật độ transistors. Mỗi flip-flop có sự độc lập về dữ liệu, cài đặt, thiết lập lại, và xung nhịp đầu vào trạng thái công "Q1" và "Q2" và kết quả đầu ra.

Connection Diagram



Truth Table

CL (Note 1)	D	R	S	Q	\bar{Q}
—	0	0	0	0	1
—	1	0	0	1	0
—	x	0	0	Q	\bar{Q}
x	x	1	0	0	1
x	x	0	1	1	0
x	x	1	1	1	1

No Change
x = Don't Care Case
Note 1: Level Change

Hình 3.4. Sơ đồ flip-flop 4013 và bảng sự thật

Như chúng ta đã biết, việc lựa chọn van bán dẫn đóng ngắt dòng điện cho cuộn dây động cơ bước phụ thuộc vào dòng điện định mức của động cơ, để mạch điện làm việc ổn định, các MOSFET không bị nóng thì ở đây em đã chọn MOSFET IRFZ44N, với các thông số sau:

$$VDSS = 55V ; DS(on) = 17.5m\Omega ; ID = 4A$$


Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10\text{V}$	49	A
$I_D @ T_C = 100^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10\text{V}$	35	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	160	
$P_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Power Dissipation	94	W
	Linear Derating Factor	0.63	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
I_{AR}	Avalanche Current ①	25	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	9.4	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ②	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1N•m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	1.5	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	55	—	—	V	$V_{GS} = 0\text{V}, I_D = 250\mu\text{A}$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.058	—	V/°C	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	17.5	m Ω	$V_{GS} = 10\text{V}, I_D = 25\text{A}$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu\text{A}$
g_{fs}	Forward Transconductance	19	—	—	S	$V_{DS} = 25\text{V}, I_D = 25\text{A}$ ④
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 55\text{V}, V_{GS} = 0\text{V}$
		—	—	250		$V_{DS} = 44\text{V}, V_{GS} = 0\text{V}, T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20\text{V}$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -20\text{V}$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	63	nC	$I_D = 25\text{A}$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	14		$V_{DS} = 44\text{V}$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	23		$V_{GS} = 10\text{V}$, See Fig. 6 and 13
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	12	—	ns	$V_{DD} = 28\text{V}$
t_r	Rise Time	—	60	—		$I_D = 25\text{A}$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	44	—		$R_G = 12\Omega$
t_f	Fall Time	—	45	—		$V_{GS} = 10\text{V}$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	1470	—	pF	$V_{DS} = 0\text{V}$
C_{oss}	Output Capacitance	—	360	—		$V_{DS} = 25\text{V}$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	88	—		$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	—	530 ③	150 ③	mJ	$I_{AS} = 25\text{A}, L = 0.47\text{mH}$

Chương 4

THI CÔNG MÔ HÌNH

4.1 YÊU CẦU THIẾT KẾ

Thiết kế máy phay CNC 3 trục

* Thông số kỹ thuật dự kiến đạt được sau khi chế tạo:

Khả năng công nghệ	Hành trình trục X lớn nhất	900mm
	Hành trình trục Y lớn nhất	600mm
	Hành trình trục Z lớn nhất	200mm
Vật liệu gia công		Xốp, gỗ, vật liệu phi kim
Tốc độ tối hạn	Tốc độ dịch chuyển nhanh nhất (trục X)	1000mm/phút
	Tốc độ dịch chuyển nhanh nhất (trục Y)	1000mm/phút
	Tốc độ dịch chuyển nhanh nhất (trục Z)	1000mm/phút
Động cơ	Động cơ đầu cắt	VẠN NẶNG 200W
	Động cơ điều khiển các trục X, Y, Z (động cơ bước)	3V – 3.25A - 1.8 ⁰
Khối lượng		70kg

4.2 GIẢI PHÁP KỸ THUẬT

4.2.1 Phần cơ khí

+ Khung máy: Để tăng độ cứng vững cho máy, để cho quá trình chế tạo và lắp ráp máy, nhóm tác giả chọn vật liệu là sắt hộp 4*4cm.

+ Truyền động các trục: sử dụng các thanh trượt chuyên dùng cho các máy công nghiệp

4.2.2. Phần điện và điều khiển

+ Mạch công suất: Thiết kế mạch công suất sử dụng mosfet để tăng công suất điều khiển, sử dụng được động cơ có dòng điều khiển lớn.

+ Nguồn động lực: Chọn nguồn biến áp, cho khả năng làm việc lâu dài.

+ Nguồn điều khiển: Chọn nguồn xung vì yêu cầu ổn định điện áp

+ Điều khiển: Điều khiển từ chương trình máy tính Mach2

+ Động cơ gia công: Chọn động cơ vạn năng để có thể đạt tốc độ cao

4.4 KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

4.4.1 Một số hình ảnh trong quá trình dựng máy



Hình 4.1. Một số chi tiết cơ khí trục X, Y và động cơ bước



Hình 4.2. Trục truyền động Z

4.4.2 Hình ảnh máy sau khi hoàn thành



Hình 4.3. Hình ảnh máy khi hoàn thành

4.4.3 Quy trình gia công một sản phẩm trên mô hình máy cnc

Tùy theo từng vật phẩm gia công mà quy trình có đôi chút khác nhau, tuy nhiên quá trình tạo ra một sản phẩm đều phải trải qua các bước cơ bản sau:

- + Thiết kế sản phẩm cần gia công 2D hoặc 3D bằng phần mềm cad chuyên dụng hoặc chuẩn bị các thiết kế dưới định dạng hình ảnh.
- + Chuyển các bản thiết kế trên vào phần mềm CAM để xuất mã Gcode.
- + Chuẩn bị phôi
- + Nạp mã Gcode vào phần mềm gia công Mach2.
- + Bật máy , máy sẽ chạy với các dòng lệnh Gcode đã nạp.
- + Kết thúc quá trình chạy máy, ta sẽ thu được sản phẩm như bản thiết kế ban đầu.

4.4.4 Một số hình ảnh sản phẩm gia công được bằng máy cnc do nhóm tác giả thực hiện

- + Máy cnc do nhóm tác giả xây dựng phay tạo đường mạch và khoa lỗ tự động



Hình 4.4. Mạch in gia công tự động bằng máy cnc

+ Mở rộng phạm vi khai thác, máy có thể điêu khắc các bức phù điêu , sản phẩm là hình nổi 3d



Hình 4.5. Máy cnc điêu khắc trên gỗ hình con chim hạc 3D



Hình 4.6. Máy cnc điêu khắc hình cá chép trên vật liệu Mica

KẾT LUẬN

Sau thời gian thực hiện đề tài, nhóm tác giả đã hoàn thành mô hình máy cnc, mô hình đã hoạt động và đã đạt được nhiều kết quả cao, mô hình máy cnc này đã thực hiện được như yêu cầu đặt ra là gia công hoàn thiện mạch in, không cần khâu in mạch, là mạch, ăn mòn.. như phương pháp truyền thống, ngoài ra máy cnc này có thể gia công trên nhiều vật liệu khác nhau như gỗ, mica, tấm nhựa nhôm phục vụ trong các ngành quảng cáo, điêu khắc.

Đề tài khi hoàn thành đã đáp ứng được yêu cầu đề ra là gia công hoàn thiện mạch in, ưu và nhược điểm của làm mạch bằng máy cnc như sau:

+ Ưu điểm: Làm mạch in bằng máy nhanh hơn so với làm bằng phương pháp truyền thống, không ô nhiễm môi trường, có thể gia công một lúc nhiều mạch bằng cách lắp thêm nhiều đầu cắt.

+ Nhược điểm : Nhược điểm khi gia công bằng máy là có tiếng ồn khi máy chạy, tuy nhiên nếu có kinh phí cao thì nhược điểm này có thể khắc phục được bằng cách thay động cơ gia công vạn năng đang sử dụng bằng động cơ không đồng bộ roto lồng sóc, chạy ở tần số 400Hz với biến tần.

Ngoài chức năng chính là gia công mạch in như nội dung đề tài đã thực hiện, ta có thể mở rộng khả năng ứng dụng của máy ví dụ dùng trong ngành quảng cáo, điêu khắc các sản phẩm phù điêu, cắt sắt bằng mỏ cắt ga-oxi hoặc plasma, khắc dấu ..

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CNC	2
1.1. KHÁI NIỆM MÁY CNC	2
1.1.1. Khái niệm CNC.....	2
1.2. LỢI ÍCH VÀ ỨNG DỤNG CỦA MÁY CNC	2
1.2.1. Ba lợi ích của máy CNC.	2
1.2.2. Phạm vi ứng dụng.	3
1.3. ĐIỀU KHIỂN SỐ VÀ SỬ DỤNG ĐIỀU KHIỂN SỐ TRONG MÁY CNC ...	4
1.3.1. Điều khiển số.....	4
1.3.2. Điều khiển số trong các hệ thống điều khiển CNC.....	4
Chương 2. CÁC GIAO TIẾP MÁY TÍNH, LẬP TRÌNH CHO MÁY CNC	8
2.1 CÁC PHƯƠNG PHÁP GIAO TIẾP MÁY TÍNH.....	8
2.1.1 Giao tiếp qua cổng song song	8
2.1.2 Cổng nối tiếp.....	9
2.1.3 Cổng USB	11
2.2 LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN MÁY CNC	12
2.2.1. Ngôn ngữ lập trình tự động.....	12
Chương 3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CHẠY DAO CHO MÁY CNC SỬ DỤNG ĐỘNG CƠ BƯỚC	18
3.1 KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ BƯỚC	18
3.1.1 Khái niệm chung	18
3.1.2 Nguyên lý hoạt động	19
3.1.3 Cấu tạo và phân loại động cơ bước.....	22
3.1.4 Điều khiển tốc độ quay của động cơ bước.....	22
3.2.5 Điều khiển chiều quay của động cơ bước	24
3.2 LỰA CHỌN ĐỘNG CƠ	26
3.2.1. Tính toán tỉ số truyền và chọn động cơ.....	26
3.4 THIẾT KẾ HỆ THỐNG MẠCH DRIVER ĐỘNG CƠ BƯỚC	28
3.4.1. Thiết kế mạch điện	28

Chương 4. THI CÔNG MÔ HÌNH.....	31
4.1 YÊU CẦU THIẾT KẾ	31
4.2 GIẢI PHÁP KỸ THUẬT	32
4.2.1 Phần cơ khí.....	32
4.2.2. Phần điện và điều khiển	32
4.4 KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC.....	33
4.4.1 Một số hình ảnh trong quá trình dựng máy.....	33
4.4.2 Hình ảnh máy sau khi hoàn thành	35
4.4.3 Quy trình gia công một sản phẩm trên mô hình máy cnc	36
4.4.4 Một số hình ảnh sản phẩm gia công được bằng máy cnc do nhóm tác giả thực hiện	36
KẾT LUẬN	38

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Minh Hà(1997), *Kỹ thuật mạch điện tử*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật
2. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (2005), *Máy điện*, Nhà xuất bản Xây dựng.
3. Ngô Hồng Quang (2003), *Thiết kế cung cấp điện*, Nhà xuất bản khoa học – kỹ thuật.
4. Ngô Diên Tập(2005), *Giáo trình vi xử lý và cấu trúc máy tính*, Nhà xuất bản Giáo dục.
5. Ngô Diên Tập (2005), *Lập trình ghép nối máy tính trong Windows*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật.
6. Bùi Thanh Trúc, Phạm Minh Đạo (2010), *Giáo trình gia công trên máy CNC*, Nhà xuất bản Lao Động.
7. Nguyễn Thúy Vân (2004), *Kỹ thuật số*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật.
8. www.Google.com