

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2008

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ ỨNG DỤNG MÁY CNC TRONG ĐIÊU KHẮC GỖ 3D

HỖ TRỢ TÀI LIỆU HỌC TẬP

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỬ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2008

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ ỨNG DỤNG MÁY CNC TRONG ĐIÊU KHẮC GỖ 3D

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY

NGÀNH ĐIỆN TỬ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Đình Đạt

Người hướng dẫn: T.S Nguyễn Trọng Thắng

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Nguyễn Đình Đạt – MSV : 1312102014

Lớp : ĐC1701- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Nghiên cứu thiết kế và ứng dụng máy cnc trong điều
khắc gỗ 3D

HIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....:

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Nguyễn Trọng Thắng
Học hàm, học vị : Thạc Sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2017

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 23 tháng 6 năm 2017

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Nguyễn Đình Đạt

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

T.S Nguyễn Trọng Thắng

Hải Phòng, ngày 23 tháng 6 năm 2017

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS. NGUYỄN TRẦN HỮU NGHỊ

HẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHẤM PHẢN BIỆN

ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ chấm phản biện

(Điểm ghi bằng số và chữ)

Ngày.....tháng.....năm 2017

Người chấm phản biện
(Ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CNC.....	2
1.1 KHÁI NIỆM	2
1.2 NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG.	3
1.3 HỆ TỌA ĐỘ VÀ CÁC ĐIỂM GỐC, ĐIỂM CHUẨN.....	3
1.4 PHÂN LOẠI.....	4
1.5 MỘT SỐ MẪU MÁY CNC 3 TRỤC.....	5
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ MÁY CNC 3 TRỤC ĐIỀU KHẮC GỖ 3D	11
1.6 . THIẾT KẾ PHẦN CƠ KHÍ MÁY CNC 3 TRỤC	11
1.6.1 Kết cấu chung về cơ khí của máy CNC	11
1.6.2 Thiết kế khung máy, bàn máy và cơ cấu chuyển động các trục	14
1.6.3 Dao cắt và động cơ chuyển động dao cắt.....	23
1.7 THIẾT KẾ PHẦN ĐIỆN MÁY CNC 3 TRỤC.....	28
1.7.1 Yêu cầu về điện của hệ thống máy CNC 3 trục	28
1.7.2 Thiết kế, lựa chọn các động cơ truyền động	28
1.7.3 Thiết kế, lựa chọn hệ thống điều khiển	33
1.7.4 Tính toán độ chính xác gia công	34
1.7.5 Hệ thống bảo vệ.....	35
1.8 . NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ĐÁP ỨNG YÊU CẦU TRONG ĐIỀU KHẮC GỖ 3D	39
1.8.1 . Yêu cầu và lựa chọn công nghệ của phần mềm	39
1.8.2 Điều khiển thông qua giao diện phần mềm đã lựa chọn.....	40
CHƯƠNG 3. THI CÔNG, LẮP ĐẶT VÀ CĂN CHỈNH MÁY CNC 3 TRỤC ĐIỀU KHẮC GỖ 3D	46
3.1. LẮP RÁP, CĂN CHỈNH CÁC KẾT CẤU CƠ KHÍ	46

3.1.1.	Căn chỉnh mặt phẳng lắp đường dẫn hướng (Linear guide way)	46
3.1.2.	Lắp 2 sóng trượt	46
3.1.3.	Chuẩn bị linh kiện	46
3.1.4.	Quy trình lắp 2 sóng trượt	47
3.1.5.	Căn chỉnh các trục và dao cắt.....	48
3.1.6.	Cân chỉnh dao cắt với spin (trục)	48
3.1.7.	Cân chỉnh spin với trục z.....	49
3.1.8.	Cân chỉnh trục z với trục y	49
3.1.9.	Cân chỉnh trục y và trục x	49
3.1.10.	Cân chỉnh z với x hoặc z với bất bàn	50
3.2.	THI CÔNG ĐẦU NỐI VÀ CẤU HÌNH PHẦN ĐIỆN	51
3.2.1.	Mạch điều khiển trung tâm	51
3.2.2.	Bộ Diver điều khiển động cơ bước	53
3.2.3.	Kết nối các mạch điện trong hệ thống.....	55
3.3.	SẢN PHẨM HOÀN THIỆN	55
CHƯƠNG 4. THỰC HIỆN GIA CÔNG SẢN PHẨM TRÊN MÁY CNC CỦA DỀ TÀI.....		57
4.1.	NHẬP FILE MÃ G-CODE GIA CÔNG VÀO PHẦN MỀM	57
4.2.	GÁ PHÔI GIA CÔNG LÊN MÁY	58
4.3.	BẮM CHẠY MÁY	60
4.4.	MỘT VAI MẪU SẢN PHẨM GIA CÔNG TRÊN MÁY CNC SẢN PHẨM CỦA DỀ TÀI	61
KẾT LUẬN		64
TAI LIỆU THAM KHẢO		65

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay khoa học kỹ thuật nói chung cũng như ngành kỹ thuật cơ điện tử nói riêng đã phát triển và có đóng góp rất nhiều trong đời sống. Nắm được tầm quan trọng đó , em đã nghiên cứu và làm đề tài : “ **Nghiên cứu thiết kế, ứng dụng máy CNC trong điều khắc tranh gỗ 3D**” do thầy Nguyễn Trọng Thắng hướng dẫn. Nhằm giúp việc gia công các họa tiết điều khắc cũng như các chi tiết gia cơ khí được nhanh và chính xác hơn.

Những kiến thức và năng lực đạt được trong quá trình học tập tại trường sẽ được đánh giá qua đợt bảo vệ đồ án tốt nghiệp. Em cố gắng tận dụng tất cả những kiến thức học tại trường cùng với sự tìm tòi nghiên cứu , để có thể hoàn thành tốt đồ án tốt nghiệp này. Kết quả là những sản phẩm đạt được trong ngày hôm nay tuy không lớn lao nhưng nó là thành quả của những năm học tại trường là thành công đầu tiên của e trước khi ra trường.

Đề tài gồm những nội dung sau:

- CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CNC
- CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ MÁY CNC 3 TRỤC ĐIỀU KHẮC GỖ 3D
- CHƯƠNG 3: THI CÔNG, LẮP ĐẶT VÀ CĂN CHỈNH MÁY CNC 3 CHẾ TÁC ĐIỀU KHẮC GỖ 3D
- CHƯƠNG 4: THỰC HIỆN GIA CÔNG SẢN PHẨM TRÊN MÁY CNC CỦA ĐỀ TÀI

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ CNC

1.1 KHÁI NIỆM

- CNC viết tắt từ tiếng Anh “Computer Numeric Control” là một dạng máy NC điều khiển tự động có sự trợ giúp của máy tính, mà trong đó các bộ phận tự động được lập trình để hoạt động theo các sự kiện tiếp nối nhau với tốc độ được xác định trước để có thể tạo ra được mẫu vật với hình dạng và kích thước yêu cầu, bằng cách sử dụng các chương trình viết bằng kí hiệu chuyên biệt theo tiêu chuẩn EIA-274-D, thường gọi là mã G.

- Sự xuất hiện của công nghệ này là một cuộc cách mạng trong sản xuất công nghiệp, nhất là ngành kim loại. Sự chuyển động kết hợp giữa ba chiều x-y-z của máy CNC giúp thực hiện các công việc gia công trở nên dễ dàng, nhanh chóng và chuẩn xác chưa từng thấy, làm giảm thiểu rất nhiều công sức của con người.

- Việc ứng dụng CNC đã trở nên rộng rãi sau một thời gian ngắn, chủ yếu là các ngành kim khí điện máy, ngành may mặc, ngành quảng cáo, ngành điện tử, ngành mỹ nghệ...các chất liệu sử dụng CNC để gia công là: sắt, inox, đồng, nhôm, mica, gỗ, MDF...

- Một máy CNC thường bao gồm các thành phần sau:
 - Khung máy và kết cấu cơ khí, cơ cấu chuyển động.
 - Các động cơ dẫn truyền chuyển động di chuyển các trục và động cơ khoan.
 - Mạch lực (mạch công suất) điều khiển các động cơ.
 - Mạch điều khiển.
 - Phần mềm điều khiển máy CNC.
 - Đề tài này sẽ nghiên cứu các vấn đề về máy CNC, trong đó tập trung vào thiết kế chế tạo máy cắt CNC 3 trục và thử nghiệm trong điêu khắc gỗ 3D.

1.2 NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG.

- Nguyên lý hoạt động cơ bản của CNC là thực hiện gia công các chi tiết, cụm chi tiết của các máy hoặc cắt khoan đục theo bản vẽ được thiết kế trước và đã chuyển sang dữ liệu số nhập vào máy tính

1.3 HỆ TỌA ĐỘ VÀ CÁC ĐIỂM GỐC, ĐIỂM CHUẨN.

- Để có thể tính toán quỹ đạo chuyển động của dụng cụ nhằm xây dựng chương trình điều khiển máy CNC như mô tả ở phần trên, một điểm quan trọng là việc xác định hệ thống tọa độ và các điểm gốc, điểm gốc chuẩn

- Thông thường, trên các máy điều khiển theo chương trình số, người ta thường sử dụng hệ tọa độ Đề các OXYZ theo quy tắc bàn tay phải hình 1.3 (hệ tọa độ thuận) và nó được gắn vào chi tiết gia công. Gốc của hệ trục tọa độ có thể đặt tại bất kỳ một điểm nào đó trên chi tiết, nhưng thông thường người ta sẽ chọn tại những điểm thuận lợi cho việc lập trình, đồng thời dễ dàng kiểm tra kích thước theo bản vẽ của chi tiết gia công mà không phải thực hiện nhiều bước tính toán bổ sung.

- Một đặc điểm mang tính quy ước là trên các máy điều khiển theo chương trình số, chi tiết gia công được xem là cố định được gắn với hệ thống tọa độ cố định nói trên, còn mọi chuyển động tạo hình và cắt gọt đều do dụng cụ thực hiện.

- Trong thực tế, điều này đôi khi là ngược lại, ví dụ như trên máy phay thì chính bàn máy mang phôi thực hiện chuyển động tạo hình, còn dụng cụ chỉ thực hiện chuyển động cắt gọt. Vì vậy khi sử dụng máy điều khiển theo chương trình số cần phải luôn luôn tạo nên một thói quen để tránh những nhầm lẫn đáng tiếc có thể gây ra nguy hiểm cho máy, dụng cụ và con người.

- Theo quy ước chung, phương của trục chính của máy là phương của trục OZ, còn chiều dương của nó được quy ước khi dao tiến ra xa chi tiết. Ví dụ với máy tiện 2D thông thường thì trục hình của nó nằm ngang và trùng với phương OZ của hệ tọa độ, chiều dương của nó hướng ra khỏi trục chính

(hướng về phía bàn dao). Phương chuyển động của bàn xe dao theo hướng chính là phương OX và chiều dương của nó là hướng ra xa bề mặt chi tiết gia công. Đối với máy phay thẳng đứng, trục Z hướng theo phương thẳng đứng lên trên, còn trục X và trục Y được xác định theo quy tắc bàn tay phải, tuy nhiên trong thực tế các nhà chế tạo máy lại thường ưu tiên chọn trục X là trục mà có chuyển động bàn máy dài hơn... Đối với các chuyển động quay xung quanh các trục tương ứng X, Y, Z được xác định bằng các địa chỉ A, B, C sẽ được xác định là dương khi chiều quay đó có hướng thuận chiều kim đồng hồ khi nhìn theo chiều dương của các trục tương ứng (khi nhìn vào gốc của hệ trục tọa độ từ phía các trục thì chiều quay của chúng là ngược chiều kim đồng hồ). Ngoài ra, còn một số chuyển động phụ song song với các trục tương ứng với các trục X, Y, Z là các địa chỉ U, V, W và hướng của chúng.

1.4 PHÂN LOẠI

- CNC có thể chia theo phân loại và theo hệ thống điều khiển:
- Theo loại máy cũng tương tự như các máy công cụ truyền thống , chia ra các loại như máy khoan CNC, máy phay CNC, máy tiện CNC,..
- Phân chia theo hệ thống có thể phân ra các loại:
 - Các máy điều khiển điểm tới điểm.VD: máy khoan,khoét, máy hàn điểm, máy đột,..
 - Các máy điều khiển đoạn thẳng : đó là các máy có khả năng gia công trong quá trình thực hiện dịch chuyển theo các trục.
- Ưu điểm cơ bản của máy CNC.
 - So với các máy điều khiển công cụ bằng tay, sản phẩm từ máy CNC không phụ thuộc vào tay nghề của người điều khiển mà phụ thuộc vào nội dung, chương trình được đưa vào máy. Người điều khiển chỉ chủ yếu theo dõi kiểm tra các chức năng hoạt động của máy.
 - Độ chính xác làm việc cao, thông thường các máy CNC có độ chính xác máy là 0.001mm do đó có thể đạt được độ chính xác cao hơn.

- Tốc độ cắt cao nhờ có cấu trúc cơ khí bền chắc của máy những vật liệu cắt hiện đại như kim loại cứng hay gốm oxit có thể sử dụng tốt hơn.
- Thời gian gia công ngắn hơn.
- Máy CNC có tính linh hoạt cao trong việc lập trình, tiết kiệm thời gian quan chỉnh máy, đạt được tính kinh tế cao trong việc gia công hàng loạt các sản phẩm nhỏ.
- Ít phải dừng máy vì kỹ thuật do đó chi phí dừng máy nhỏ.

1.5 MỘT SỐ MẪU MÁY CNC 3 TRỤC.

- Tại thị trường Việt nam đã xuất hiện nhiều loại máy CNC chủ yếu là sản xuất tại Trung Quốc, một số do các nước Đông Âu sản xuất, tuy nhiên số lượng ít, những máy này thường được dùng ở các nhà máy đóng tàu, các cơ sở sản xuất công cụ, chế tạo cơ khí. Và hiện nay, đã xuất hiện các máy CNC dùng chế tác sản phẩm phi kim. Dưới đây dẫn chứng một số máy đang bán và dùng tại Việt Nam.

- Trên hình 1.4 là hình ảnh của máy CNC 1325 QC gia công chất liệu kim loại và phi kim loại. Máy do Trung Quốc sản xuất được nhập khẩu và bán bởi công ty Eramachinery, Việt Nam.



Hình 1.4: Máy CNC 1325

- Kết cấu và các thông số của máy:
- Kết cấu bàn máy: Khung thép, mặt bàn nhôm đúc, khay nước, vòi nước phun trực tiếp để gia công sắt, tủ điều khiển liền khung tiết kiệm diện tích, thông số máy và các tính năng khác được liệt kê ở bảng 1.1.

Bảng 1.1: Thông số và tính năng của máy CNC 1235

Ray trượt loại:	X-Y-Z trượt vuông Hiwin Taiwan.
Trục Z:	Vitme bi 2510 Taiwan.
Khổ làm việc:	1300 x 2500 x 160mm.
Tốc độ chạy lớn nhất của máy:	24,000mm/min
Độ chính xác:	0.02mm
Phần mềm:	Artcut Wentai 2002, Wentai V8, ArtCAM, Jdpaint, Aspire 3.0.
Tổng công suất:	10kW.
Nguồn Cung cấp điện:	220/50/60Hz AC (1 pha).
Động cơ bước:	X- Z Leadshine
Công suất động cơ trục chính:	(spindle): 3.2Kw

- Trên hình 1.6 là máy CNC 1325-ST 45. Máy do Trung Quốc chế tạo, vật liệu gia công có thể là kim loại và phi kim. Thông số và tính năng của máy cho ở bảng 1.3.



Hình 1.6: Máy CNC 1325-ST 45

Bảng 1.3: Thông số và tính năng của máy CNC 1325-ST 45

Khung máy và chi tiết máy	Hợp Kim nhôm đúc, thép
Ray trượt các trục XYZ	Trượt vuông Taiwan
Trục X	Rack
Trục Y	Rack
Trục Z	Vít me bi 25T10 Taiwan
Công suất động cơ trục chính	3200W
Công suất máy	3800W
Hệ thống điều khiển	XZ AC Hybrit Servo
Phần mềm hỗ trợ	Corel, card.
Phần mềm điều khiển	Nc studio
Chất Liệu Bàn khắc	Nhôm Rãnh T
Chất liệu gia công	Kim loại, phi kim, gỗ, đá...
Tốc độ/vi sai	24000mm/min 0,02mm
Kích thước bàn khắc	1450x3000
Khổ khắc hiệu dụng (XYZ)	160x1300x2500(mm)
Trọng lượng	1100KG
Kích thước đóng thùng (L*W*H)	3100x1900x1500(mm)

- Trên hình 1.8 là máy CNC Máy đục Gỗ 6 đầu, máy do Trung Quốc chế tạo, đây là loại máy dùng cho gia công các vật liệu gỗ dùng trong các xí nghiệp chế tạo đồ mộc. Thông số và tính năng của máy cho ở bảng 1.5.



Hình 1.8: Máy đục Gỗ, 4D 6 đầu

Bảng 1.5: Thông số và tính năng máy CNC đục Gỗ, 4D 6 đầu

Thông số kỹ thuật sản phẩm	Mở rộng khắc LT25S3 - 6A sáu đầu máy khắc 4 chiều (bốn trục liên kết bốn máy khắc chiều)
Kích thước	250mm (đường kính) x 1000mm (dài)
Số đầu khắc	6 trục chính 2200W
Chính xác vị trí	0.01mm
Hệ thống kiểm soát	Naikai Ncstudio V10 bốn trục hệ thống điều khiển liên kết
Tốc độ trục chính	0 - 24000rpm
Mâm cặp trục chính	3.175/4/6/8/12.7mm
Tốc độ không khí	0-20000mm/min
Tốc độ chạy	0-12000mm/min
Vít me nhập khẩu	Nhập khẩu motor AC servo
Điện áp hoạt động	AC 220V, 50/60Hz

Bảng 1.6: Các thông số chính của máy CNC-STEP

Tính chất	Chiều cao-Z S-400	Chiều cao-Z S-720	Chiều cao-Z S-1000
Dài	(L) 736 mm	1056 mm	1336 mm
Rộng (W)	570 mm	690 mm	870 mm
Cao (H)	570 mm	570 mm	570 mm
Trọng lượng không có mặt làm việc và công cụ	32,5 kg	39,5 kg	45 kg
Bề mặt gắn (LxW)	730 x 390 mm	1050 x 510 mm	1330 x 690 mm
Độ cao toàn bộ	103 (Từ điểm cuối trên của khung)		

Kích thước ngoài theo các trục:

Đặc điểm	Độ cao-Z S-400	Độ cao-Z S-720	Độ cao-Z S-1000
Trục X	400 mm	720 mm	1000 mm
Trục Y	300 mm	420 mm	600 mm
Trục Z	110 mm	110 mm	110 mm

Các thông số khác

Đặc tính	Độ cao-Z S-400	Độ cao-Z S-720	Độ cao-Z S-1000
Tốc độ (Chuyển nhanh XY)	60 mm/sec*	60 mm/sec*	60 mm/sec*
Các bước/U at 1/10-Bước điều khiển	2000	2000	2000
Bước ren XY	6 mm	6 mm	6 mm

Bước ren Z	6 mm	6 mm	6 mm
Đường tròn dẫn XY	22 mm	22 mm	22 mm
Sóng dao động Z	16 mm	16 mm	16 mm
Giải pháp chương trình XYZ	0,003 mm	0,003 mm	0,003 mm
Độ chính xác	+ - 0,01	+ - 0,01	+ - 0,01
Độ nghiêng sau	+ - 0,03	+ - 0,03	+ - 0,03
Truyền động trục X	2 Step motors Nanotec Type ST5918L3008-A		
Truyền động trục Y	1 Step motor Nanotec Type ST5918L3008-A		
Truyền động trục Z	1 Step motor Nanotec Type ST5918L3008-A		
Công suất động cơ	max. 4,2 A		
Nhiệt độ	15-30 °C		
Độ ẩm maximum	60 %		

CHƯƠNG 2.

THIẾT KẾ MÁY CNC 3 TRỤC ĐIỀU KHẮC GỖ 3D

1.6 . THIẾT KẾ PHẦN CƠ KHÍ MÁY CNC 3 TRỤC

1.6.1 Kết cấu chung về cơ khí của máy CNC

1.6.1.1 Thân máy và đế máy

- Thân máy và đế máy thường được chế tạo bằng các chi tiết gang vì gang có độ bền nén cao gấp 10 lần so với thép và đều được kiểm tra sau khi đúc để đảm bảo không có khuyết tật đúc.

- Bên trong thân máy chứa hệ thống điều khiển, động cơ của trục chính và rất nhiều hệ thống khác.

- Yêu cầu thân máy bao gồm:

- Phải có độ cứng vững cao.
- Phải có các thiết bị chống rung động.
- Phải có độ ổn định nhiệt.

- Mục đích phải đạt được khi chế tạo thân máy:

- Phải đảm bảo độ chính xác gia công.
- Đế máy để đỡ toàn bộ máy, tạo sự ổn định và cân bằng cho máy.

1.6.1.2 . Bàn máy

- Bàn máy là nơi để gá đặt chi tiết gia công. Bàn máy có 2 loại là bàn tĩnh và bàn động. Với bàn động, nhờ có sự chuyển động linh hoạt và chính xác của bàn máy mà khả năng gia công của máy CNC được tăng lên rất cao, có khả năng gia công được những chi tiết có biên dạng phức tạp.

- Đa số trên các máy CNC hay trung tâm gia công hiện đại thì bàn máy đều là dạng bàn máy xoay được, có ý nghĩa như trục thứ 4, thứ 5 của máy. Điều này đã làm tăng tính vạn năng cho máy CNC.

- Yêu cầu của bàn máy là phải có độ ổn định, cứng vững, được điều khiển chuyển động một cách chính xác.

1.6.1.3 . Cụm trục chính

- Là nơi lắp dụng cụ, chuyển động quay của trục chính sẽ sinh ra lực cắt để cắt gọt phôi trong quá trình gia công.

- Nguồn động lực điều khiển trục chính là các động cơ, các động cơ thường sử dụng là động cơ Servo theo chế độ vòng lặp kín, bằng công nghệ số để tạo ra tốc độ điều khiển chính xác và hiệu quả cao dưới chế độ tải nặng.



Hình 2.1: Các ví dụ động lực điều khiển trục chính

1.6.1.4 Các trục truyền chuyển động

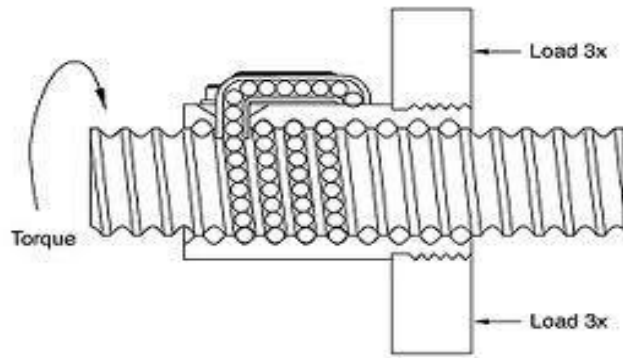
- Băng dẫn hướng: Hệ thống thanh trượt dẫn hướng có nhiệm vụ dẫn hướng cho các chuyển động theo X, Y và chuyển động theo trục Z của trục chính.

- Yêu cầu của hệ thống thanh trượt phải thẳng, có khả năng tải cao, độ cứng vững tốt, không có hiện tượng dính, trơn khi trượt. Trên hình 2.2 giới thiệu dạng băng dẫn hướng.



Hình 2.2: Băng dẫn hướng

- Trục vít me, đai ốc:
 - Trong máy công cụ điều khiển số, người ta thường sử dụng hai dạng vít me cơ bản đó là: vít me đai ốc thường và vít me đai ốc bi.



Hình 2.3: Truyền động dạng trục vít me, đai ốc

- Vít me đai ốc thường: là loại vít me và đai ốc có dạng tiếp xúc mặt còn vít me đai ốc bi: là loại mà vít me và đai ốc có dạng tiếp xúc lăn.
- Các xích động: Tất cả các đường chuyển động đến từng cơ cấu chấp hành của máy công cụ điều khiển số đều dùng những nguồn động lực riêng biệt, bởi vậy các xích động học chỉ còn 2 loại cơ bản sau:
 - Xích động học tốc độ cắt gọt
 - Xích động học của chuyển động chạy dao
- Việc tính toán thiết kế, chế tạo được thực hiện theo modul hoá.

- Thông thường các xích cắt gọt bắt đầu từ một động cơ có tốc độ thay đổi vô cấp, dẫn động trực chính thông qua một hộp tốc độ có từ 2 đến 3 cấp độ, nhằm khuếch đại các momen cắt đạt trị số cần thiết trên cơ sở tốc độ ban đầu của động cơ.

1.6.1.5 Ổ chứa dao, mũi khoan

- Dùng để tích chứa nhiều dao phục vụ cho quá trình gia công. Nhờ có ổ tích dao mà máy CNC có thể thực hiện được nhiều nguyên công cắt gọt khác nhau liên tiếp với nhiều loại dao cắt khác nhau. Do đó quá trình gia công nhanh hơn và mang tính tự động hoá cao.

1.6.2 Thiết kế khung máy, bàn máy và cơ cấu chuyển động các trục

1.6.2.1 . Mục tiêu và yêu thiết kế

- Mục đích của máy CNC cần chế tạo là phải gia công được các mẫu trong giới hạn kích thước 600 mm x 800 mm. Máy có khả năng phay tạo định hình các biên dạng 2D, gia công các bức điêu khắc nổi hoặc chìm theo thiết kế, cắt chữ. Cụ thể là dùng để khắc tranh, phù điêu tác phẩm mỹ nghệ trên vật liệu gỗ, nhựa, píp, vật liệu phi kim (trừ vật liệu đá), có tính năng tốt, làm việc ổn định, đảm bảo môi trường sạch. Có khả năng tự động hóa sản xuất, cụ thể: Chỉ cần đưa file đồ họa vào máy, cài đặt thông số và nhấn nút chạy. Sau một thời gian nhất định, máy sẽ cho ra sản phẩm hoàn chỉnh không cần sự can thiệp của người vận hành.

- Yêu cầu của máy là phải có kết cấu vững chắc, bền, đẹp, làm việc thuận tiện.

1.6.2.2 Lựa chọn vật liệu chế tạo kết cấu khung máy

- Để đáp ứng được các yêu cầu vững chắc, và cân đối giá thành vật liệu khi sản xuất hàng loạt máy CNC thương mại, nhóm tác giả chọn nguyên liệu chế tạo khung máy là thép C45.

- Thép C45 là gồm Fe và C, trong đó nồng độ cacbon có trong thép là 0,45%, C45 được xếp vào loại vật liệu có tính cacbon trung bình, thường được dùng thiết kế trục, bánh răng, khung máy...

- Thép C45 gồm các loại sau:

▪ Thép mềm (ít cacbon): Thép mềm có độ bền kéo vừa phải, nhưng lại khá rẻ tiền và dễ cán, rèn. Thép mềm sử dụng nhiều trong xây dựng, cán tấm, rèn phôi...

▪ Thép cacbon trung bình: Có sự cân bằng giữa độ mềm và độ bền và có khả năng chống bào mòn tốt, phạm vi ứng dụng rộng rãi, là các thép định hình cũng như các chi tiết máy, cơ khí.

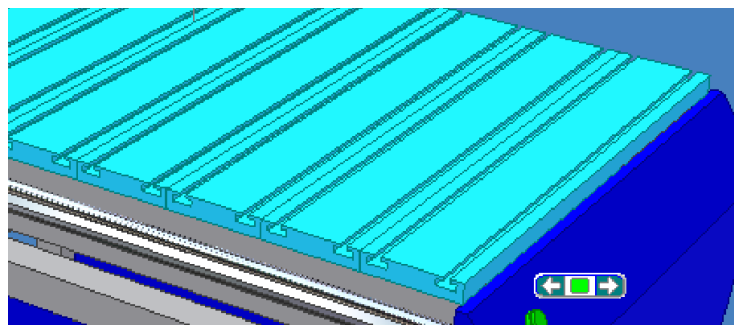
▪ Thép cacbon cao: loại này rất bền vững, sử dụng để sản xuất nhíp, lò xo, kéo thành sợi dây thép chịu cường độ lớn.

▪ Thép cacbon đặc biệt cao: Dùng trong các việc dân dụng: dao cắt, trục xe hoặc đầu búa.

1.6.2.3 Thiết kế bàn máy

- Bàn máy là nơi để gá đặt chi tiết gia công. Bàn máy phải có độ ổn định, cứng vững, được điều khiển chuyển động một cách chính xác.

- Để phạm vi của thiết bị gia công trong giới hạn 60cmx80cm, bàn máy được thiết kế có kích thước trong lòng là 80cmx120cm, được ghép bởi các tấm gang đúc có độ dày là 1cm. Trên mặt phẳng của bàn máy có bố trí các rãnh chờ để có thể bắt vít các vật liệu gia công. Trên hình 2.4 là ảnh của mặt bàn thiết kế.



Hình 2.4: Mặt phẳng bàn máy

1.6.2.4 Thiết kế truyền chuyển động và gá lắp động cơ trục X.

- Chọn băng dẫn hướng: Hệ thống thanh trượt dẫn hướng có nhiệm vụ dẫn hướng cho các chuyển động. Yêu cầu của hệ thống thanh trượt phải thẳng, có khả năng tải cao, độ cứng vững tốt, không có hiện tượng dính, trơn khi trượt.

- Trên cơ sở kinh nghiệm và khảo sát thực tiễn, tác giả chọn dây dẫn hướng là tổ hợp ray trượt và con trượt tròn. Để hướng chuyển động được cố định, chính xác và cứng vững, ta sử dụng 2 thanh dẫn hướng song song. Hình ảnh thanh dẫn hướng sử dụng trong mô hình được thể hiện ở hình 2.5.



Hình 2.5: Băng dẫn hướng ray trượt và con trượt tròn

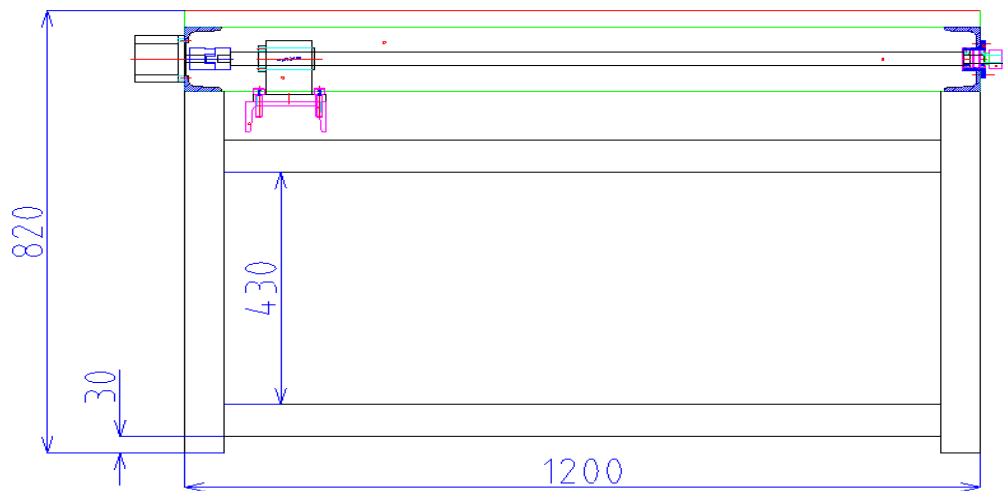
- Đây là thanh có nhiệm vụ dẫn hướng cho chuyển động của mũi dao theo trục X với phạm vi di chuyển trong biên độ 80 cm, vì vậy độ dài của thanh dẫn hướng phải này phải lớn hơn 80cm. Nhóm tác giả đã lựa chọn thanh dẫn hướng có độ dài 120cm có sẵn trên thị trường.

- Truyền chuyển động: Để truyền chuyển động, và chuyển động quay của động cơ sang chuyển động tịnh tiến của trục X, ta sử dụng cơ cấu trục vít me, đai ốc. Trên hình 2.6 thể hiện ảnh các cơ cấu này.

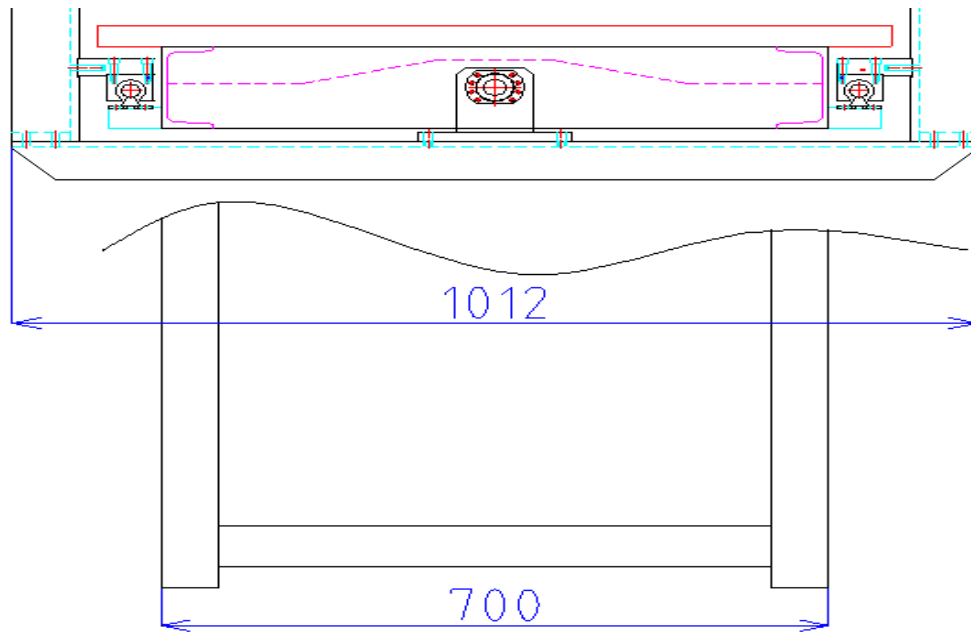


Hình 2.6: Truyền động dạng trục vít me, đai ốc

- Bản vẽ thiết kế hệ thống của thanh trượt vítme trục X thể hiện ở hình 2.7 và hình 2.8.



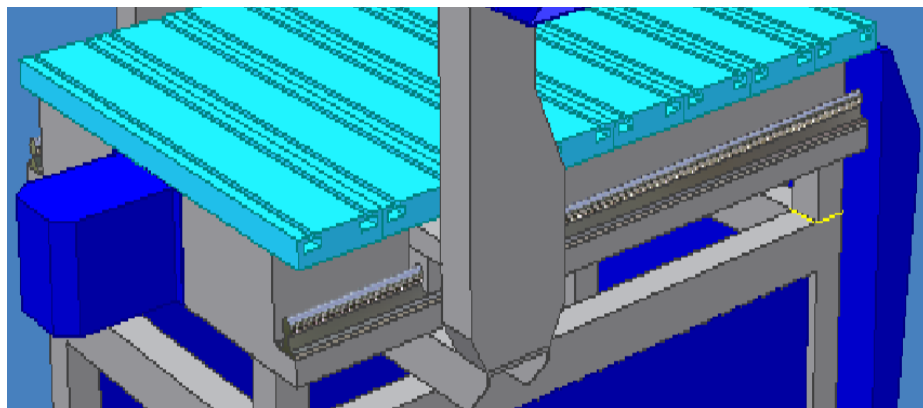
Hình 2.7: Bản vẽ mặt cạnh trục X và đế máy



Hình 2.8: Bản vẽ mặt trực diện trục X và đế máy

- Trên hình vẽ thể hiện động cơ truyền chuyển động và cơ cấu vítme được bố trí ở giữa, còn 2 thanh dẫn hướng bố trí ở 2 bên, toàn bộ kết cấu nhằm tạo sự trơn chu, chắc chắn và chuyển động chính xác. Để đáp ứng nhu cầu độ chính xác đặt ra (0.01mm), ta chọn trục vít me đai ốc TBI 12 bước 4 xuất xứ Đài Loan, loại này có trục là 12mm và bước ren là 4mm.

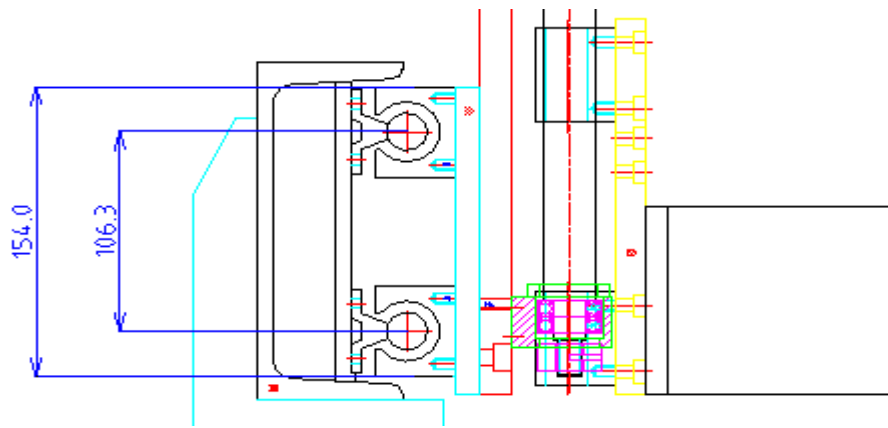
- Ảnh thiết kế 3D của trục X được thể hiện ở hình 2.9



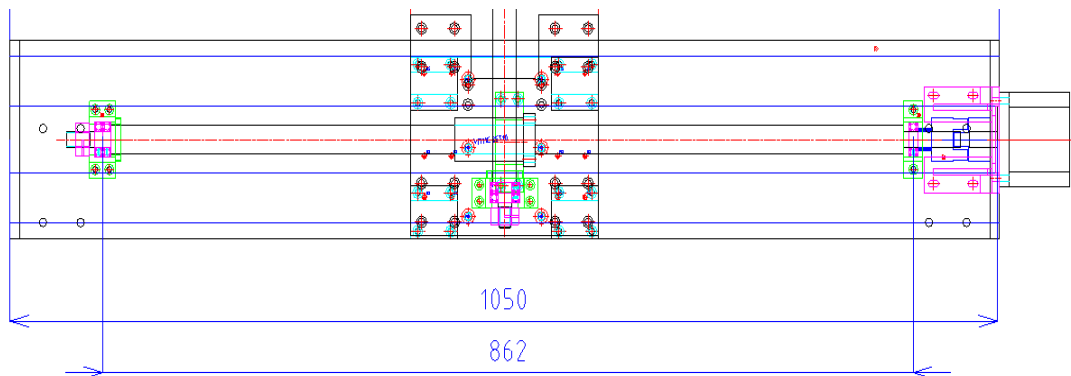
Hình 2.9: Hình ảnh thiết kế 3D trục X

1.6.2.5 Thiết kế truyền chuyển động và gá lắp động cho trục Y.

- Phương án chọn băng dẫn hướng và chọn trục truyền chuyển động cũng được sử dụng giống như với thiết kế trục X, tức ta sử dụng băng dẫn hướng là ray trượt và con trượt tròn, còn truyền chuyển động ta sử dụng truyền động dạng trục vít me, đai ốc. Tuy nhiên đặc điểm trục Y khác với đặc điểm trục X là trục Y có hành trình ngắn hơn (60cm) và chịu tải trọng thấp. Bản vẽ trục Y được thể hiện ở hình 2.10 và hình 2.11, với trục vít me đai ốc được chọn cũng là loại TBI 12 bước 4.

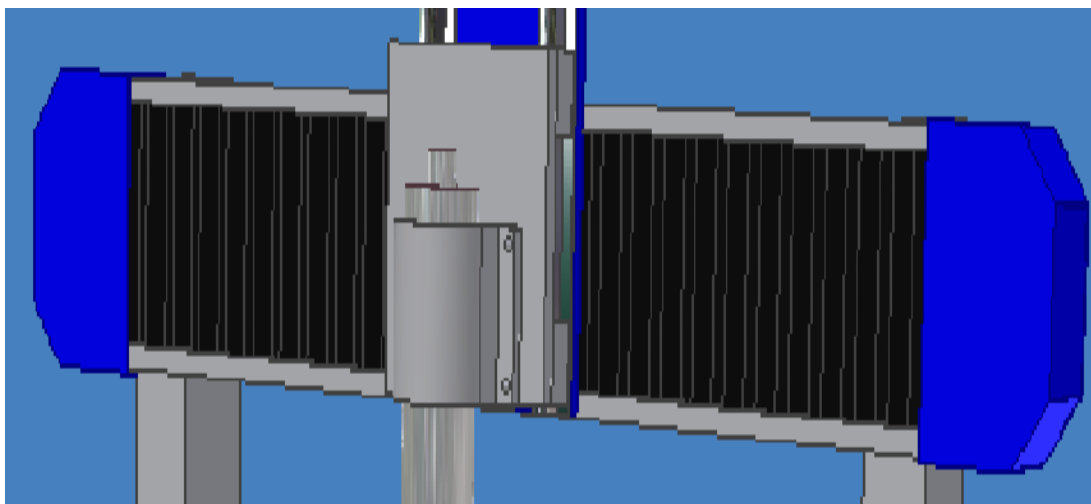


Hình 2.10: Bản vẽ mặt cạnh trục Y



Hình 2.11: Bản vẽ mặt trục diện trục Y

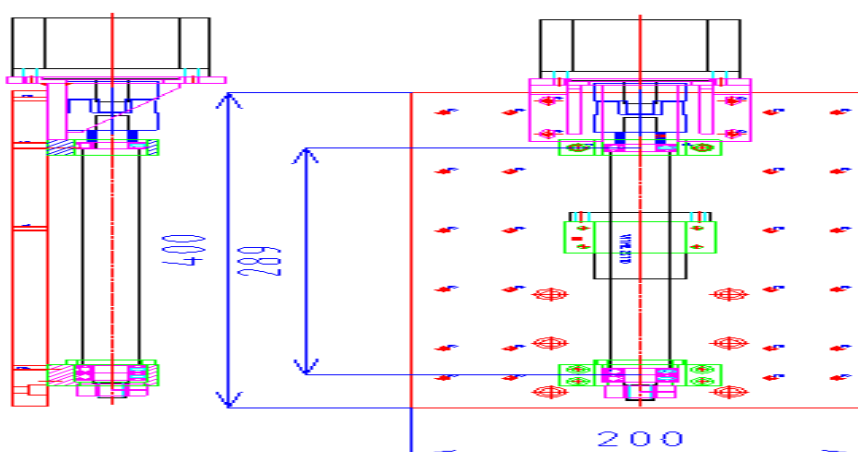
- Phương án truyền chuyển động là bố trí tổ hợp động cơ và vít ve ở giữa, động cơ được để ở sát mép bên phải. Quá trình chuyển động đảm bảo cân đối và chính xác. Ảnh thiết kế 3D trục Y được thể hiện ở hình 2.12.



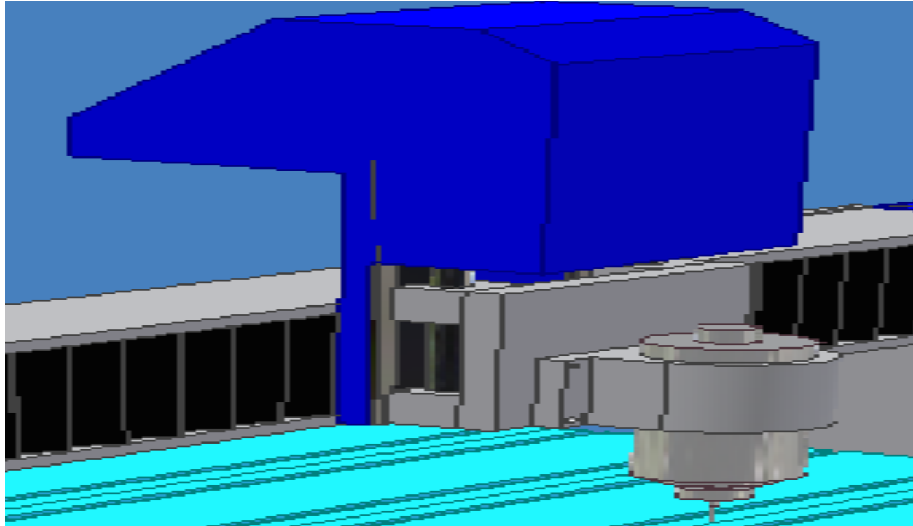
Hình 2.12: Ảnh thiết kế 3D trục Y

1.6.2.6 Thiết kế truyền chuyển động và gá lắp động cơ trục Z

- Bản vẽ thiết kế gia công mặt cạnh và mặt trục diện của trục Z được thể hiện ở hình 2.13. Động cơ truyền chuyển động trục Z được đặt trên cùng. Toàn bộ cơ cấu chuyển động của trục Z và cơ cấu mũi khoan được gắn lên trục chuyển động Y, toàn bộ cơ cấu này được thể hiện 3D ở hình 2.14.



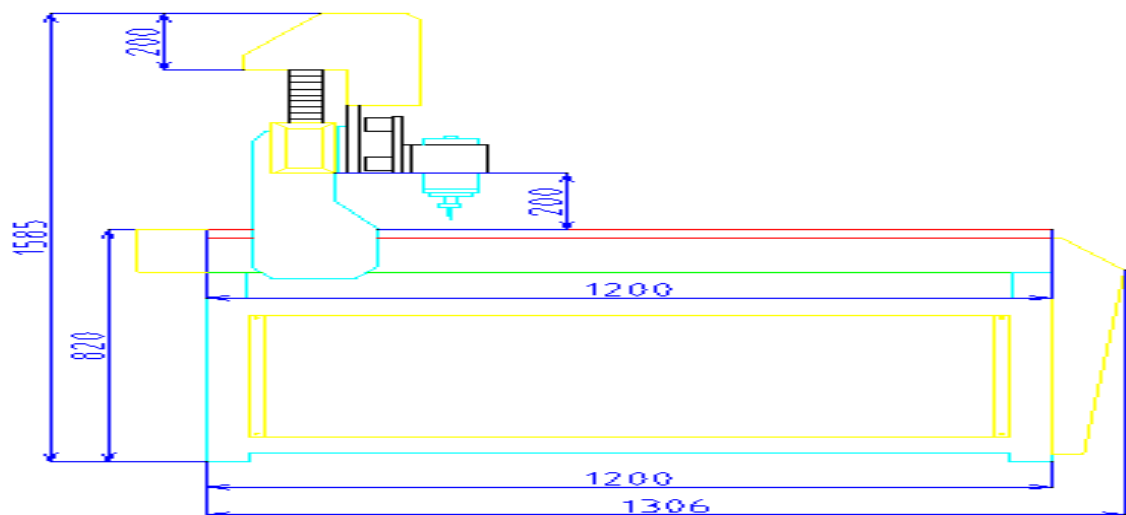
Hình 2.13: Bản vẽ truyền chuyển động của trục Z



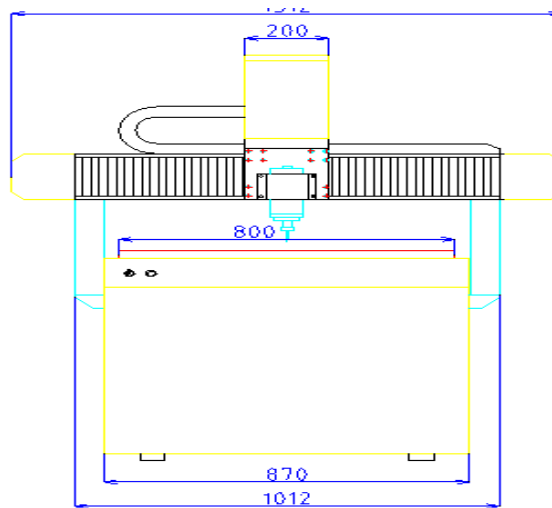
Hình 2.14: Ảnh cơ cấu chuyển động của trục Z gắn trên trục Y

1.6.2.7 Bản vẽ tổng thể

- Trên hình 2.15 và 2.16 là bản vẽ tổng thể hệ thống

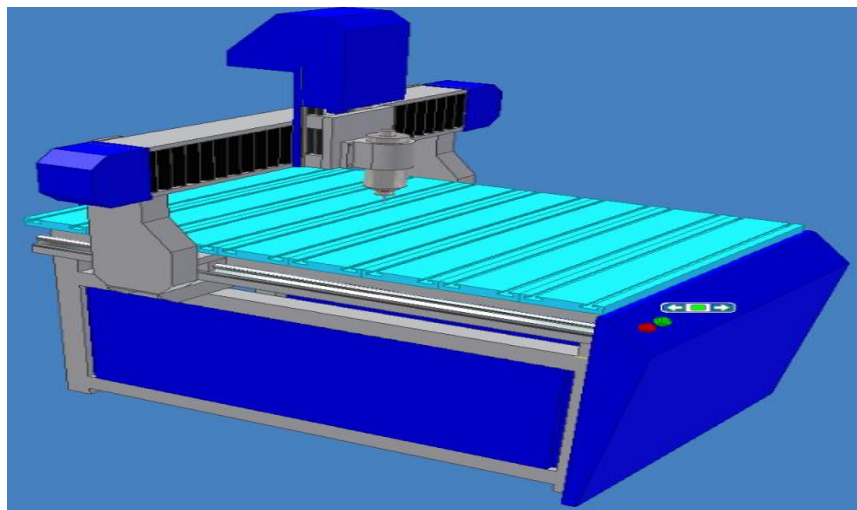


Hình 2.13: Bản vẽ truyền chuyển động của trục Z

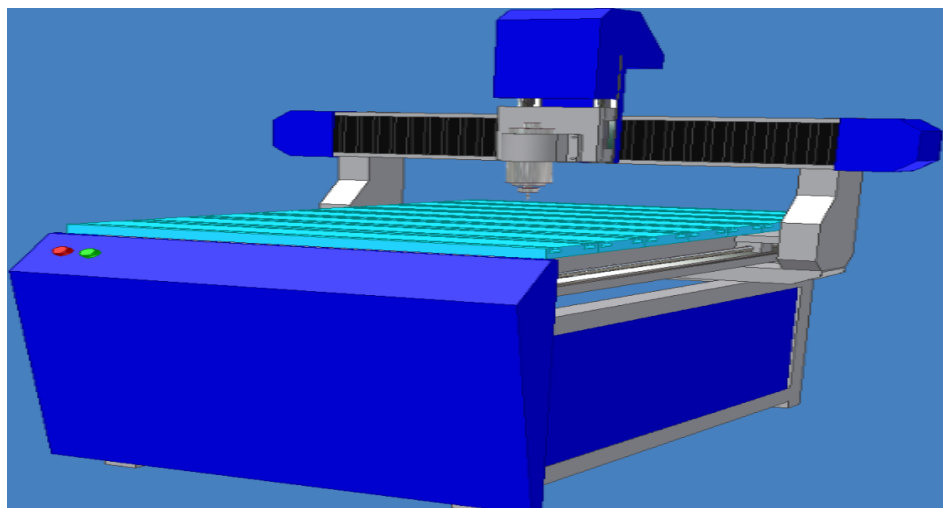


Hình 2.16: Bản vẽ mặt trực diện

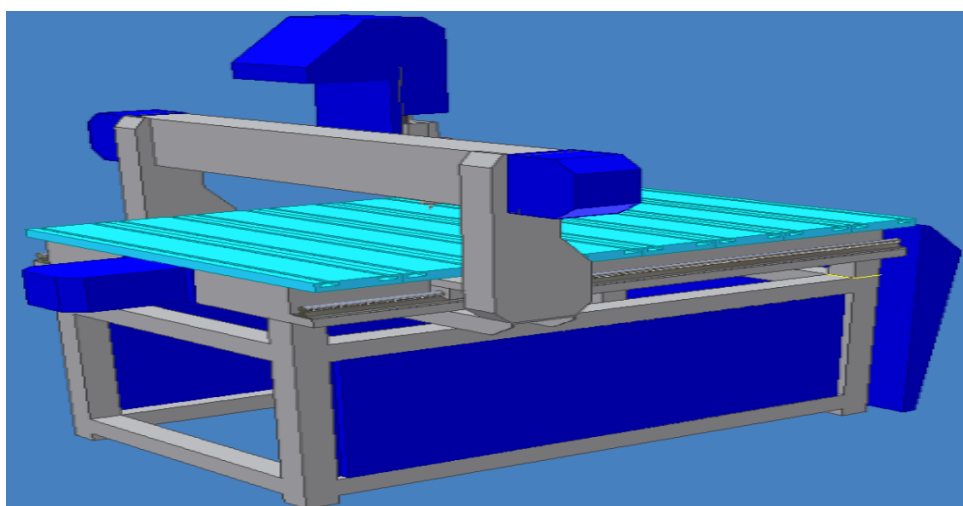
- Ảnh thiết kế 3D của kết cấu cơ khí máy được thể hiện ở các hình 2.17, 2.18 và 2.19.



Hình 2.17: Ảnh 3D mặt phải



Hình 2.18: Ảnh 3D mặt trái



Hình 2.19: Ảnh 3D mặt sau

- Trên đây là toàn bộ thiết kế phần cơ khí cho máy CNC 3 trục. Toàn bộ các bản vẽ chi tiết cơ khí đều được trình bày cụ thể tại phụ lục của báo cáo.

1.6.3 Dao cắt và động cơ chuyển động dao cắt

1.6.3.1 Gia công tốc độ cao (HSM)

- Để hoạt động cắt được hiệu quả, ta lựa chọn phương án chuyển động của dao cắt là phương án gia công tốc độ cao.

- Cho đến nay trên thế giới vẫn chưa có một định nghĩa thống nhất cho thuật ngữ “Gia công tốc độ cao”. Theo lý thuyết được Salomons đưa ra vào năm 1931 thì “Gia công tốc độ cao là gia công với vận tốc cắt nhanh hơn vận tốc cắt khi gia công truyền thống từ 5 đến 10 lần”. Về sau này có thêm một số

cách hiểu khác về HSM như gia công với tốc độ trục chính cao (high spindle speed machining), gia công với bước tiến lớn (high feed machining), gia công năng suất cao (high productive machining). Tuy nhiên, các cách hiểu này chỉ mang tính tương đối vì một tốc độ của trục chính được xem là nhanh đối với loại vật liệu này có thể bị xem là chậm với một loại vật liệu khác hoặc được xem là nhanh ngày hôm nay sẽ bị xem là bình thường nếu tốc độ cắt được nâng lên trong tương lai.

- Ngày nay, khái niệm thường được nhắc đến khi nói về HSM là :“Gia công tốc độ cao là phương pháp gia công sử dụng tốc độ trục chính cao và bước tiến lớn với lượng dịch dao ngang nhỏ và chiều sâu cắt nhỏ”.

- Ưu điểm và ứng dụng của gia công tốc độ cao so với gia công truyền thống, HSM có nhiều ưu điểm sau:

- Tốc độ bóc tách phôi nhanh
- Lực cắt thấp
- Chất lượng bề mặt gia công tốt
- Gia công được vật liệu có độ cứng cao
- Gia công được chi tiết thành rất mỏng
- Không cần tưới nguội.

- Nhờ những ưu điểm này mà HSM được ứng dụng ngày càng phổ biến trong hầu hết các lĩnh vực có liên quan đến gia công cơ khí.

- Máy cắt HSM phải đáp ứng được những yêu cầu cơ bản sau:

- Trục chính có công suất lớn và số vòng quay cao: > 20.000 v/ph
- Tốc độ xử lý dữ liệu nhanh : 50-2000 block/s
- Tốc độ truyền tải dữ liệu nhanh : 250 kbit/s
- Dung lượng lưu trữ lớn: > 50 MB
- Có khả năng nội suy đường NURBS
- Độ cứng vững, độ đồng tâm và khả năng ổn định nhiệt của trục chính

cao

- Có tùy chọn làm mát xuyên qua trục chính
- Có khả năng đọc trước câu lệnh trong chương trình gia công

1.6.3.2 Dao cắt

- Theo thống kê của hãng dụng cụ cắt Sandvik, có đến 80% – 90% khối lượng gia công HSM được tiến hành bằng dao phay ngón hoặc dao phay cầu đường kính từ 1mm đến 20mm. Hai loại dụng cụ cắt này cũng ở dạng nguyên khối hoặc ghép mảnh nhưng đặc tính hình học và vật liệu làm ra chúng có sự khác biệt để phù hợp với công nghệ phay HSM.

- Về hình học, dụng cụ cắt HSM thường được thiết kế để gia công với chiều sâu cắt nhỏ. Hình dạng và số lượng lưỡi cắt có thể được lựa chọn tùy theo điều kiện gia công (cắt vật liệu nào, thô hay tinh, phay phẳng hay hay phay rãnh ...) nhưng quan trọng là kích thước các lưỡi cắt phải chính xác để bảo đảm tính cân bằng, hạn chế rung động trong quá trình cắt. Một số loại còn được thiết kế lỗ thông để thổi khí hoặc dung dịch làm nguội.

- Về vật liệu, hai tính chất cơ bản của vật liệu dùng làm dụng cụ cắt là độ bền và độ cứng ở nhiệt độ cao. Thép gió không thỏa mãn được hai yêu cầu này nên hầu như không còn được sử dụng trong gia công HSM, thay vào đó là những loại vật liệu carbide, gốm (ceramic), gốm kim loại (cermet) và đặc biệt là vật liệu siêu cứng như CBN (cubic boron nitride), PCD (polycrystalline diamond). Đặc điểm của những loại vật liệu này là độ cứng càng cao thì càng giòn, chính vì vậy, công nghệ phủ bề mặt được sử dụng rất rộng rãi trong chế tạo dụng cụ cắt cho HSM. Sự kết hợp giữa vật liệu nền và lớp phủ đã cho ra đời rất nhiều loại dụng cụ cắt với những đặc tính riêng đáp ứng tối đa yêu cầu cắt gọt. Các hợp chất thường được dùng làm lớp phủ là TiC (chống mài mòn), TiN (chống dính lưỡi cắt), TiAlN (chịu nhiệt cao, cách nhiệt tốt)... Hai phương pháp phủ được sử dụng là lắng đọng vật chất bay hơi (Physical Vapor Deposition – PVD) với chiều dày lớp phủ 2 – 5 μm và lắng đọng hóa học (Chemical Vapor Deposition – CVD) với chiều dày lớp phủ 5 – 10 μm .

1.6.3.3 Đầu gá dụng cụ cắt

- Đầu gá dụng cụ cắt có nhiệm vụ giữ chặt dụng cụ cắt và truyền momen xoắn cho nó trong quá trình cắt gọt. Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của đầu gá là sự cân bằng và nó càng quan trọng hơn trong công nghệ HSM vì khi quay ở tốc độ cao (trên 8000 rpm), sự rung động sẽ ảnh hưởng xấu đến chất lượng bề mặt gia công và gây hại cho trục chính của máy.

- Hiện nay phổ biến hai loại đầu gá là đầu gá côn (CAT, SK, BT) và đầu gá HSK. Ta lựa chọn đầu gá HSK, cụ thể là loại HSK E/F Series, là loại được dùng nhiều trong các máy HSM vì những ưu điểm sau:

- Kích thước nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ
- Tiếp xúc với trục chính theo cả bề mặt côn và mặt vai nên cứng vững hơn loại CAT & BT chỉ tiếp xúc bằng mặt côn
- Có kết cấu rỗng ôm lấy trục chính nên lực ly tâm sinh ra trong lúc trục chính quay sẽ càng giữ chặt trục chính trong thân của nó và hạn chế tác động xấu đến trục chính trong trường hợp dụng cụ cắt bị gãy.

1.6.3.4 Chế độ cắt

- Ngoài tốc độ cao và bước tiến lớn, điểm khác biệt rõ nét giữa HSM và các kiểu gia công khác là HSM có lượng ăn dao ngang và chiều sâu cắt rất bé để giảm lực cắt và va đập. Chế độ cắt dựa trên thực nghiệm với một số loại vật liệu và kiểu gia công được cho trong bảng 2.2 và bảng 2.3.

- Vật liệu gia công và vật liệu làm dụng cụ cắt không ngừng được nghiên cứu và ứng dụng. Điều này dẫn đến việc rất khó xác định được điều kiện cắt tối ưu trong những trường hợp gia công cụ thể. Vì vậy, trước khi gia công HSM, thì ngoài việc tham khảo chế độ cắt do nhà chế tạo dụng cụ cắt đưa ra, ta còn phải tiến hành cắt thử để tìm ra chế độ cắt phù hợp nhất với yêu cầu gia công điều kiện hiện có.

- Một điểm khác biệt nữa so với gia công truyền thống là gia công HSM thường không cần tưới nguội. Trong gia công truyền thống, tốc độ cắt chậm nên có đủ thời gian để nhiệt truyền từ phoi vào phôi, làm tăng độ cứng của phôi dẫn đến việc cần lực cắt lớn hơn để tách phoi. Nhiệt lượng lớn hơn lại được truyền vào phôi và quá trình này cứ tiếp diễn và phải dùng dung dịch tưới nguội để hạ nhiệt độ và đẩy phoi ra khỏi vùng cắt. Tuy nhiên, trong gia công HSM, phần lớn nhiệt sẽ được truyền vào phoi do đó, chỉ cần dùng khí nén thổi phoi ra khỏi vùng cắt để tránh hiện tượng phoi bám trên dụng cụ cắt và bị cắt lại một lần nữa.

Bảng 2.2: Tốc độ cắt và bước tiến

		Dao phay ngón WC phủ PCD/ceramic		Dao ghép mảnh ceramic/CBN/PCD	
		Phay thường [m/ph]	HSM [m/ph]	Phay thường [m/ph]	HSM [m/ph]
Nhôm		> 305	3050	> 610	> 3658 (WC/PCD)
Gang	Mềm	152	366	366	1219 (ceramic)
	Cứng	107	244	244	914 (ceramic)
Thép	Thường	107	366	366	610
	Hợp kim	76	244	213	366
	Không gỉ	107	152	152	274
	Độ cứng 65 HRC	24	122	30 (WC) 91 (CBN/ceramic)	46 (WC) 183 (CBN/ceramic)
Titan		38	61	46	91
Siêu hợp kim		46	76	84 (WC)	366 (ceramic)

1.6.3.5 Lựa chọn động cơ dao cắt

- Dựa vào các cơ sở trên, ta lựa chọn động cơ dao cắt với tốc độ cao, công suất cơ dư thừa so với lực cắt để đảm bảo tính cứng của đặc tính cơ. Động cơ dao cắt được lựa chọn là động cơ GDZ-80-1.5 của ChangSheng với công suất 1.5KW, điện áp 220V, 3 vòng bi. Các thông số của động cơ như sau:

- Công suất: 1.5KW
- Điện áp: 220VAC (Nối với đầu ra biến tần)
- Dòng điện: 5A
- Tốc độ tối đa: 24.000 vòng/phút
- Kích thước: Đường kính 80mm. Chiều dài 188mm

- Đầu kẹp: ER11
- Làm mát bằng nước

1.7 THIẾT KẾ PHẦN ĐIỆN MÁY CNC 3 TRỤC

1.7.1 Yêu cầu về điện của hệ thống máy CNC 3 trục

- Hệ thống điện của máy CNC thiết kế phải đảm bảo được các tính năng sau:

▪ Về mạch động lực: Cần phải chọn được các động cơ đảm bảo hoạt động truyền động chính xác các trục, có khả năng thay đổi tốc độ, dừng chính xác, khởi động nhanh, có mô men lớn.

- Về hệ thống điều khiển cần đảm bảo:
 - Điều khiển động cơ bước với tần số tối đa 25kHz.
 - Ít nhất điều khiển số 3 động cơ bước.
 - Độ rộng xung bé nhất là 12 μ s.
 - Có hệ thống phím điều khiển bằng tay các trục
 - Nhận biết được các giới hạn của các trục để đảm bảo an toàn.
 - Có thể điều khiển từ các thiết bị ngoài qua giao diện I2C
 - Gia công khắc được các vật liệu phi kim như gỗ.

1.7.2 Thiết kế, lựa chọn các động cơ truyền động

- Nhiệm vụ chính của các hệ truyền động chạy dao là chuyển đổi các lệnh trong bộ điều khiển thành các chuyển động tịnh tiến hay quay tròn của những bàn máy mang dao hoặc chi tiết gia công trên máy công cụ.

- Các chuyển động tịnh tiến là các chuyển động thẳng theo phương ba trục tọa độ của không gian ba chiều, còn các chuyển động quay tròn là các chuyển động xung quanh các trục tọa độ này.

- Chuyển động chạy dao là chuyển động dịch chuyển tương đối giữa dao và chi tiết theo một phương trình xác định và phải đảm bảo được tốc độ cắt.

- Truyền động chạy dao phải đảm bảo dịch chuyển của dụng cụ cắt theo quỹ đạo và đảm bảo các yếu tố: biên dạng đường cắt, biên dạng của dụng cụ cắt và các yêu cầu chi tiết gia công khác phải đạt được, do đó sẽ có các động cơ khác nhau điều khiển chuyển động cắt.

- Hệ truyền động chạy dao của một máy công cụ CNC phải thể hiện được những tính chất sau đây:

- Có tính động học cao: nếu đại lượng dẫn biến đổi, bàn máy phải theo kịp biến đổi đó trong khoảng thời gian ngắn nhất.

- Có độ ổn số vòng quay cao: khi các lực cản chạy dao biến đổi, cần hạn chế tới mức thấp nhất ảnh hưởng của nó đến tốc độ chạy dao, tốt nhất là không ảnh hưởng gì. Ngay cả khi chạy dao tốc độ nhỏ nhất cũng đòi hỏi một quá trình tốc độ ổn định.

- Phạm vi điều chỉnh số vòng quay lớn.

- Phải giải quyết được cả độ phân giải kích thước nhỏ nhất

- Các hệ thống động cơ và bộ điều khiển được sử dụng cho truyền động chạy dao thường là:

- Hệ thống điều khiển AC servo và động cơ

- Hệ thống điều khiển DC servo và động cơ

- Hệ thống điều khiển và động cơ bước

- Trong các hệ thống truyền động trên thì loại động cơ được sử dụng nhiều nhất là động cơ bước, vì động cơ bước có nhiều ưu điểm nổi bật như điều khiển thuận lợi chính xác vị trí theo nhịp bước và mạch khiển đơn giản. Vì vậy, nhóm tác giả chọn động cơ bước cho các chuyển động chạy dao theo các trục tọa độ 3 chiều XYZ. Tiếp theo, ta sẽ tiến hành chọn động cơ bước cho truyền động của 3 trục.

1.7.2.1 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:

$$Z \geq \frac{\alpha}{2\theta} \quad (2.1)$$

Với ví dụ trên ta phải có:

$$Z \geq \frac{1.8}{0.12} = 15 \quad (2.2)$$

- 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 VT, tốc độ quay của động cơ là V_M , ta phải có:

$$V_M \geq Z.V_T \quad (2.3)$$

- 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 của 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:

$$M_{\max} < Z.M_0 \quad (2.4)$$

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.

- Quán tính quay của động cơ tính theo công thức gần đúng. Quán tính quay của tải nhìn chung phải tính theo công thức (2.4), nếu không dựa vào kinh nghiệm và thử nghiệm.

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

$$J_T \leq 4.J_M.Z^2 \quad (2.5)$$

(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 (2.1) Tính Z_{\min} .

Thay Z_{\min} vào (2.5) để chọn Z , nếu Z_{\min} thỏa mãn (2.5) thì lấy $Z_0 = Z_{\min}$, nếu không buộc phải lấy $Z_0 > Z_{\min}$ thỏa mãn (2.5).

Từ Z_0 thay vào 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 modul điều khiển ra trục động cơ là mạch hở không có hồi tiếp (trục đầu không cần gắn máy phát tốc hoặc Encoder), nên động cơ không thể biết nó có đáp ứng được các lệnh ra hay không. 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 rotor 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:

Kích thước 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.

1.7.2.2 Thông số động cơ bước lựa chọn

- Dựa trên các cơ sở lý luận đã trình bày, nhóm tác giả lựa chọn động cơ bước cho các trục X, Y, Z là động cơ bước 17SHD60600. Hình ảnh của động cơ được thể hiện ở hình 2.20.

- 17SHD60600 là động cơ bước có momen lực lớn. Với chiều dài 60 mm và lực kéo cam kết lên đến 600 mN.m (trên thực tế có thể đạt đến 700 mN.m).

- Ý nghĩa ghi trên nhãn hiệu động cơ như sau:

17: NEMA 17

SH: Hybrid Stepper Motor

D: 1 bước của động cơ là 1.8 độ.

60: chiều dài động cơ tính theo mm

600: lực kéo động cơ tính theo mN.m

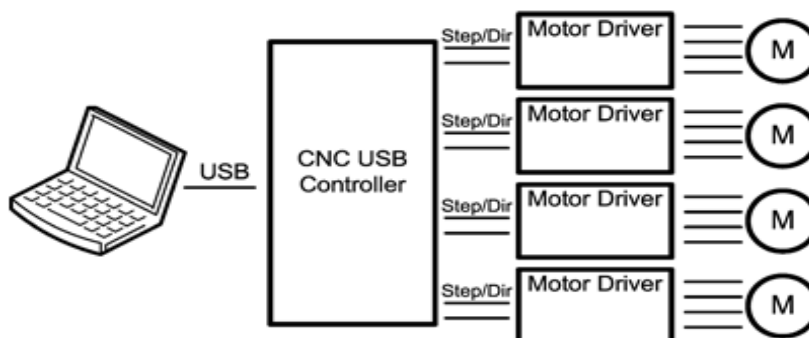


Hình 2.20: Lựa chọn động cơ bước điều khiển 3 trục X, Y, Z

1.7.3 Thiết kế, lựa chọn hệ thống điều khiển

- Từng trục của máy CNC được chuyển động bởi các động cơ bước, các động cơ bước này được cấp nguồn công suất từ các bộ điều khiển động cơ (Motor Driver). Mỗi tổ hợp động cơ và Motor Driver được điều khiển hướng và tốc độ bởi mạch điều khiển CNC CONTROLLER.

- Mạch điều khiển phải có tính năng giao tiếp được với máy tính thông qua cổng USB [8]. Toàn bộ chương trình và mẫu thi công sản phẩm được lưu trữ và xuất phát lệnh điều khiển từ máy tính. Sơ đồ đơn giản hệ thống điều khiển máy CNC được thể hiện ở hình 2.22.



Hình 2.22: Sơ đồ nguyên lý điều khiển máy CNC

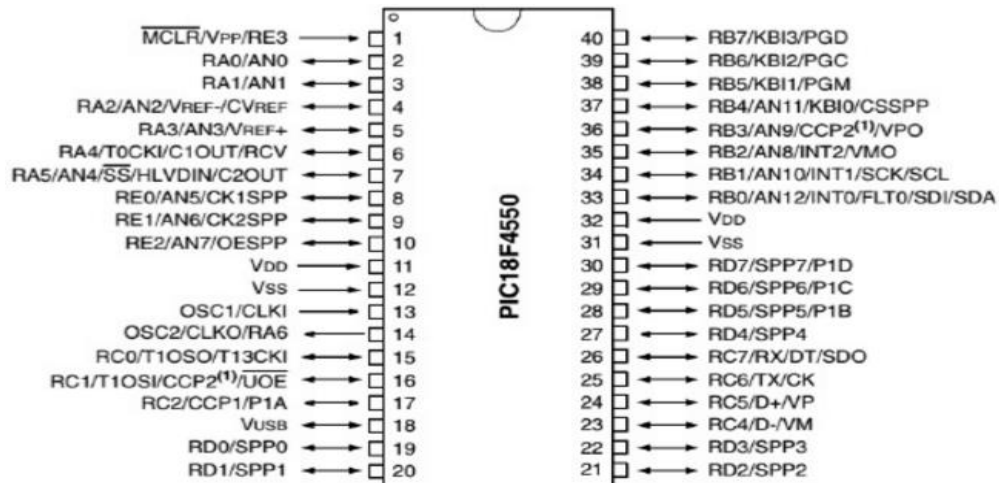
1.7.3.1 . Thiết kế, lựa chọn mạch điều khiển trung tâm

- Mạch điều khiển trung tâm có chức năng nhận lệnh từ máy tính để điều khiển toàn bộ hoạt động của hệ thống, do vậy mạch phải có khả năng giao tiếp với máy tính thông qua cổng USB [7], thực hiện điều khiển các động

cơ bước để tiến lùi từng trục của máy CNC, điều khiển động cơ khoan thông qua biến tần.

- Phần tử điều khiển trung tâm hệ thống là vi điều khiển PIC 18F4550.

Bố trí các chân cụ thể của PIC18F4550 như hình 2.24.



Hình 2.24: Sơ đồ khối chức năng các chân PIC 18F4550

- Cấu hình PIC 18F4550 gồm có:
 - 5 port xuất/ nhập.
 - Có 13 kênh chuyển đổi A/D
 - Có port giao tiếp song song

1.7.4 Tính toán độ chính xác gia công

- Các trục X, Y đều lựa chọn cùng loại vitme đai ốc và cùng loại động cơ bước nên độ phân giải và bước dịch chuyển trên 2 trục tọa độ X và Y là giống nhau.

- Độ chính xác hay bước dịch chuyển được tính như sau:

- Do trục vitme đai ốc có bước ren là 4mm, nên nếu động cơ bước quay hết một vòng thì sẽ di chuyển trục tọa độ đi một quãng đường là $a=4$ mm.

- Động cơ bước được lựa chọn là loại động cơ với góc dịch chuyển 1 bước là 1.8° nên để quay hết một vòng thì số xung điều khiển đưa vào động cơ bước là $360/1.8=200$ bước (với chế độ cả bước). Trong thực tế, ta điều

hiển động cơ ở chế độ nửa bước, nên mỗi lần cấp xung dịch chuyển là động cơ quay 0.9° . Từ đây ta tính được quãng đường dịch chuyển ở các trục tọa độ mỗi khi cấp xung là $l=a/400=4/400=0.01\text{mm}$.

1.7.5 Hệ thống bảo vệ

- Hệ thống bảo vệ bao gồm: mạch bảo vệ quá tải, mạch bảo vệ giới hạn hành trình di chuyển của các trục tọa độ và bảo vệ dừng khẩn cấp.

- Về bảo vệ quá tải: ta sử dụng aptomat. Aptomat là khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện (Circuit Breaker), có công dụng bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp..

- Một aptomat gồm những bộ phận chính như sau:

- Hệ thống tiếp điểm, hệ thống dập hồ quang, hệ thống truyền động, Cơ cấu bảo vệ và cần gạt bằng tay.

- Có 3 loại aptomat chính như sau:

- Loại dòng cực tiểu: Nó tự động ngắt mạch khi dòng điện trong mạch nhỏ hơn dòng điện chỉnh định I_{cd} . Khi $I < I_{cd}$, lực điện từ của nam châm điện 1 không đủ sức giữ nắp 2 nên lực kéo của lò xo 3 sẽ kéo tiếp điểm động ra khỏi tiếp điểm tĩnh, mạch điện bị ngắt.

- Loại dòng cực đại: Aptomat loại dòng cực đại tự động ngắt mạch khi dòng điện vượt quá trị số dòng chỉnh định I_{cd} khi $I > I_{cd}$ lực điện từ của nam châm điện 1 thắng lực cản lò xo 3, nắp 2 bị kéo làm máu giữa thanh 4 và đòn 5 bật ra, lò xo ngắt 6 kéo tiếp điểm động ra khỏi tiếp điểm tĩnh, mạch điện bị ngắt. Aptomat dòng cực đại dùng bảo vệ mạch điện khi bị quá tải hoặc ngắn mạch.

- Loại thấp áp: Nó tự động ngắt mạch khi điện áp U giảm xuống dưới mức chỉnh định U_{cd} . Nếu $U < U_{cd}$. Lực điện từ của nam châm điện 1 có cuộn dây mắc song song với lưới giảm yếu hơn lực kéo của lò xo 3 nên máu giữa thanh 4 và đòn 5 bật ra, lò xo 6 kéo tiếp điểm động rời khỏi tiếp điểm tĩnh,

mạch điện bị cắt. Aptomat điện áp thấp dùng để bảo vệ mạch điện khi điện áp sụt quá thấp hay khi mất điện áp.

- Tính toán chọn CB: Trước khi chọn CB chúng ta phải tính toán dòng chạy qua CB bình thường là bao nhiêu, dòng điện quá tải (nếu có), dòng điện ngắn mạch trên hệ thống. Việc tính toán như vậy sẽ giúp cho chúng ta an toàn hơn khi vận hành chúng.

- Lựa chọn CB:

$$U_{dmCB} \geq U_{dmlưới}$$

$$I_{dmCB} \geq I_{tt}$$

$$I_{cdmCB} \geq I_N$$

Trong đó: U_{dmCB} : Điện áp CB chịu được.

$U_{dmlưới}$: Điện áp lưới.

I_{dmCB} : Dòng điện CB chịu được.

I_{tt} : Dòng điện tính toán của thiết bị.

I_{cdmCB} : Dòng cắt của CB

I_N : Dòng ngắn mạch (từ điểm ngắn mạch trở về nguồn)

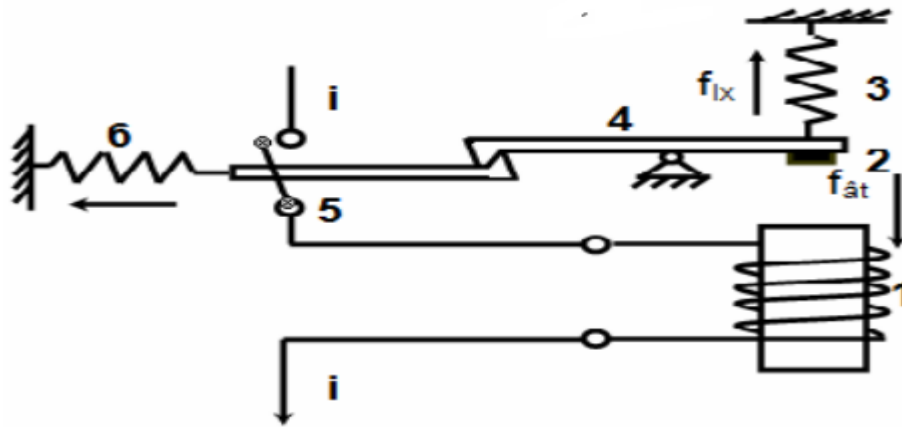
- Tổng công suất điện của máy CNC là 1,5KW, với điện áp 1 pha là 220V, ta tính được I_{tt} như sau:

$$I_{tt} = 1500/220 = 6.8 \text{ (A)}$$

Thông thường chọn $I_{dmCB} = (1.2 - 1.5)I_{tt}$

Thực tế ta chọn: $I_{dmCB} = 1.5 \times 9.5 = 10.22 \text{ (A)}$

- Vậy ta chọn aptomat một pha là 15A, với điện áp định mức là 220V, và là loại aptomat dòng cực đại. Cấu tạo bên trong aptomat được thể hiện ở hình 2.31 và nguyên lý hoạt động của aptomat loại dòng cực đại được thể hiện ở hình 2.32



Hình 2.32: Nguyên lý hoạt động aptpmat loại dòng cực đại

- Bảo vệ giới hạn hành trình di chuyển các trục tọa độ: Ta sử dụng cảm biến tiệm cận, tức cảm biến sẽ trả về mức tích cực khi phát hiện một vật thể đến gần.
- Để các trục tọa độ di chuyển trong các giới hạn cơ khí cho phép, tại mỗi một điểm của giới hạn, bố trí một cảm biến tiệm cận. Khi hành trình ở các trục tới điểm giới hạn, cảm biến tiệm cận sẽ trả về mức logic tích cực, đưa tín hiệu về mạch điều khiển trung tâm. Mạch điều khiển trung tâm sẽ điều khiển không cho phép chuyển động ở các trục vượt qua các giới hạn này.
- Chọn cảm biến tiệm cận mã số PRD Series, có hình dạng như hình 2.33



Hình 2.33: Cảm biến tiệm cận bảo vệ giới hạn hành trình các trục

- Cảm biến tiệm cận trên có các ưu điểm sau:
 - Cảm ứng từ khoảng cách dài, độ tin cậy cao.

- Cải tiến chống nhiễu bởi IC được thiết kế riêng biệt
- Có mạch bảo vệ nối ngược cực nguồn
- Có mạch bảo vệ quá áp
- Có mạch bảo vệ quá dòng
- Tuổi thọ dài, độ tin cậy cao đối với hoạt động đơn giản
- Có thể kiểm tra trạng thái hoạt động bởi chỉ thị LED Đỏ
- Cấu trúc chống thấm nước IP67
- Được ứng dụng rộng rãi để thay thế cho công tắc cực nhỏ, công tắc giới hạn

- Cảm biến tiệm cận này có 2 đầu dây để đấu nối với mạch điều khiển trung tâm. Một đầu được nối với chân chung với các cảm biến khác, một đầu đấu với riêng rẽ để nhận biết được từng điểm giới hạn.

- Bảo vệ khẩn cấp (emergency): Trong trường hợp có sự cố nghiêm trọng, khẩn cấp, ta phải ngắt toàn bộ hệ thống điện ngay lập tức, khi đó ta sử dụng nút dừng khẩn cấp.

- Nút dừng khẩn cấp với nguyên lý hoạt động là tiếp điểm thường đóng để thông mạch điện cho hệ thống hoạt động bình thường. Khi tác động (ấn nút), tiếp điểm thường đóng này sẽ hở mạch, ngắt toàn bộ hệ thống điện của máy, máy sẽ dừng hoạt động ngay lập tức.

- Hình ảnh nút dừng khẩn cấp được chọn thể hiện ở hình 2.34



Hình 2.34: Nút dừng sự cố khẩn cấp

- Bảo nối mát an toàn: Nối mát an toàn là sự chủ định nối điện các bộ phận của thiết bị điện với hệ thống tiếp đất (tiếp địa) để đảm bảo an toàn cho người sử dụng khi chạm vào.

- Để tiếp địa, ta dùng dây dẫn điện nối các thiết bị điện với đất (dùng thanh kim loại dẫn điện tốt cắm sâu trong đất), khi các thiết bị điện bị hỏng cách điện rò điện ra vỏ thiết bị thì lập tức dòng điện rò này sẽ chạy xuống đất để bảo vệ cho người sử dụng thiết bị không bị điện giật.

1.8 . NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ĐÁP ỨNG YÊU CẦU TRONG ĐIỀU KHẮC GỖ 3D

1.8.1 . Yêu cầu và lựa chọn công nghệ của phần mềm

- Phần mềm phải đảm bảo gia công được sản phẩm từ các tập tin mã tiêu chuẩn G (ví dụ như *.nc), các đường gia công khác như: SW, UG, PW, và từ các phần mềm khác để tạo ra các đường chạy dao.

- Phần mềm phải có các nút bắt đầu (start), kết thúc (stop) và tạm dừng (pause), và mở rộng có thể nhận biết và gia công các mã mở rộng G sau:

- G40, G41, G42

- G43, G49

- G54, G59.3

- Các mã G trên đây được tạo ra từ các phần mềm SolidCAM, MasterCAM, ArtCAM, Vectric.

- Ngoài ra phần mềm còn phải nhận được các File (tệp) dạng:

- Toolpath from DXF files
- Toolpath from PLT/HPGL files
- Timport toolpath from image files
- Toolpath from NC-Drill (Excellon) files
- Toolpath from Gerber (RS-274X) files
- Toolpath simulation

- Phần mềm phải có khả năng tự động điều khiển chế tác sản phẩm, tự động đo và hiển thị vị trí di chuyển các trục.

- Phần mềm chạy điều khiển đồng thời cho 4 trục, tần số đầu ra lên đến 25K, hoặc điều khiển riêng rẽ 4 trục tần số đầu ra tối đa 100K Hz.

- Phần mềm có khả năng điều khiển được tối đa 4-trục và điều khiển tốc độ trục chính, kiểm soát chuyển đổi, điều khiển nước làm mát, điều khiển phun.

- Tất cả các tính năng của phần mềm được được hỗ trợ tùy chỉnh từ các phím tắt bàn phím.

- Phần mềm hỗ trợ breakpoint (điểm dừng) tiếp tục chức năng khác khi tạm dừng;

- Phần mềm có nhận biết được cảm biến xác định giới hạn của hành trình

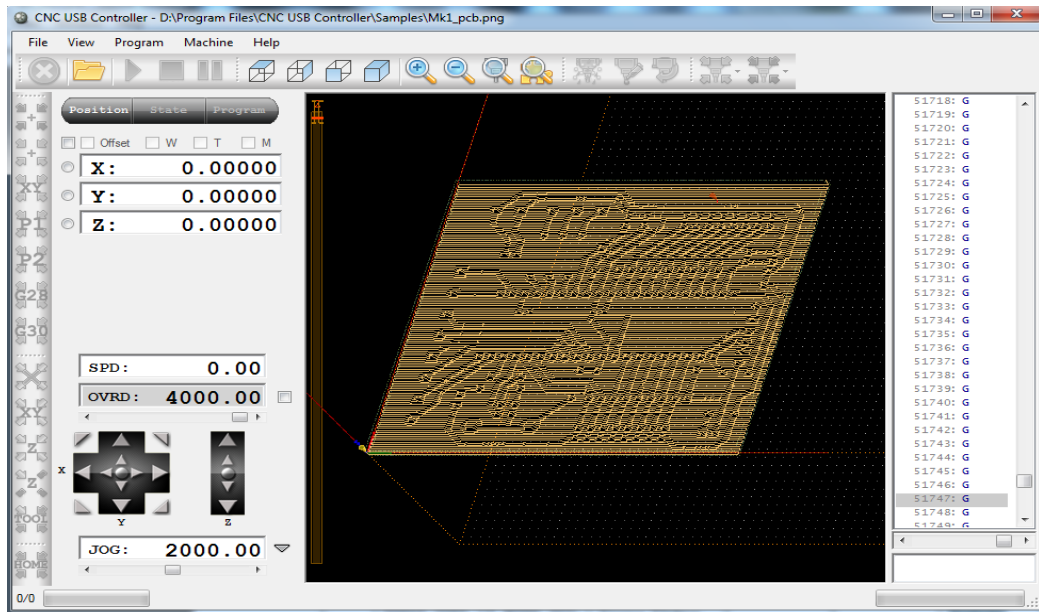
- Phần mềm phải hỗ trợ giao tiếp với mạch điều khiển thông qua cổng máy tính thông dụng và phổ biến nhất hiện nay là cổng USB.

- Phần mềm điều khiển các động cơ bước ở các trục theo phương pháp cả bước, đồng thời phải điều khiển được hướng quay của các động cơ.

- Công nghệ chế tạo CNC đã được nghiên cứu mạnh mẽ trên thế giới. Vì vậy rất thuận lợi cho việc lựa chọn các phần mềm điều khiển. Một vài phần mềm điều khiển điển hình có trên thị trường hiện nay là phần mềm Mach3 của hãng ArtSoft và phần mềm USB Controller của hãng PLANET USB CNC phát triển. Trong đó phần mềm USB Controller có ưu điểm vượt trội là dễ cấu hình, dễ điều khiển, vận hành và kiểm soát được các tín hiệu vào ra đầy đủ. Vì vậy nhóm tác giả lựa chọn phần mềm USB Controller để điều khiển cho hệ thống CNC của mình.

1.8.2 Điều khiển thông qua giao diện phần mềm đã lựa chọn

- Giao diện chính của phần mềm điều khiển được hiển thị ở hình 2.35



Hình 2.35: Giao diện chính phần mềm điều khiển

- Toàn bộ dữ liệu và trạng thái hoạt động trong quá trình thực thi G-Code của hệ thống được hiển thị trên giao diện chính. Giao diện được thiết kế dễ hiểu và dễ thao tác. Có rất nhiều chức năng điều chỉnh có thể được thực hiện thông qua nút trên màn hình hoặc dùng phím nóng (hot-keys).

- Trong màn hình chính có 7 vùng chức năng khác nhau. Mỗi vùng đều chứa các thông tin nhất định trong quá trình thực thi mã G:

- Bảng chương trình vị trí hoặc trạng thái (Position/State/Program panels).
 - Chương trình hiển thị (Program visualization/preview).
 - Bảng mã G (G-Code panel).
 - Bảng số liệu nhập bằng tay (Manual data input (MDI) panel).
 - Danh mục và công cụ (Menus and toolbars).
 - Thanh tiêu chuẩn (Status bar).
 - Các chức năng viết tắt (Function shortcuts.)
- Sau đây ta sẽ nghiên cứu chi tiết từng vùng chức năng trên.

1.8.2.1 Panen vị trí (Position panel)

- Bảng vị trí (Position panel) hiển thị trạng thái lệch (active offsets) vị trí và tốc độ của máy. Trên bảng này ta có thể sử dụng các nút Jog để di chuyển bằng tay để máy về vị trí mong muốn. Trên bảng này cũng có thanh trượt cài đặt tốc độ, các ô dạng check box (hộp kiểm tra). Các chế độ khi chọn các check box như sau:

- **Offset:**

- + W- Working offset (Độ lệch làm việc)
- + T - Tool offset (Công cụ độ lệch)
- + M - Matrix transformation (Ma trận chuyển đổi)



Hình 2.36: Position panel.

- Vị trí máy (Machine position:)

▪ Hiển thị vị trí hiện tại của máy. Nếu ô offset (độ lệch) được tích thì các giá trị của nó sẽ được hiển thị. Người sử dụng có thể nhập giá trị mới, giá trị này có thể sử dụng làm giá trị khởi tạo của vị trí ban đầu. Mỗi ô tọa độ đều có nút nhỏ ở trước để cài đặt giá trị khởi tạo của vị trí ban đầu là không. Giá trị khởi tạo này sẽ làm thay đổi trực tiếp giá trị tọa độ tuyệt đối của tọa độ vị

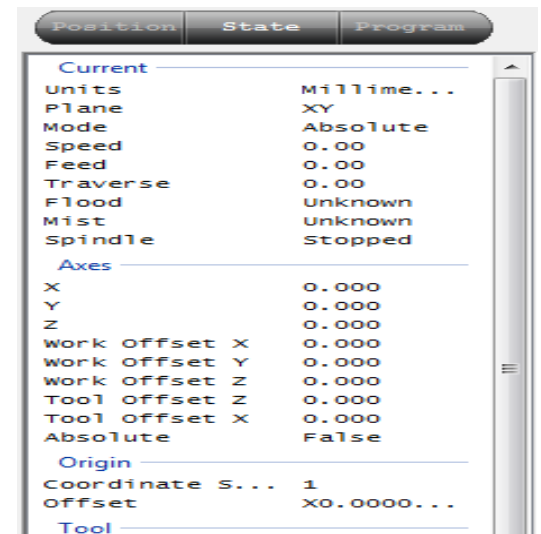
trí. Nếu tọa độ tuyệt đối thay đổi tự động và chỉnh sửa theo cảm biến vị trí thì nó có thể xuất hiện sự sai khác.

- Hiển thị tốc độ (Speed display):
- Hiển thị tốc độ hiện tại của máy theo phút.

▪ Nút Jog: Click và giữ mũi tên Jog lớn (phía ngoài) sẽ điều khiển các trục chuyển động liên tục. Mũi tên nhỏ hơn (ở gần giữa) sẽ điều khiển các trục chuyển động từng bước một. Mỗi bước có thể tăng bằng cách điều chỉnh, cài đặt bởi nút thả, cạnh ô hiển thị tốc độ.

- Tốc độ đặt (Speed set):

Hiển thị giá trị tốc độ đặt. Nếu ô check box được đánh dấu thì “speed override” sẽ được kích hoạt, giá trị sẽ được điều chỉnh nhập vào bằng thanh trượt ở phía dưới.



1.8.2.2 Bảng trạng thái (State panel)

Hình 2.37: State panel

- State panel hiển thị loạt thông tin liên quan đến thông số hoạt động và thiết lập. Các thông tin tham chiếu đến trạng thái hiện tại của máy và trạng thái của chương trình mô phỏng.

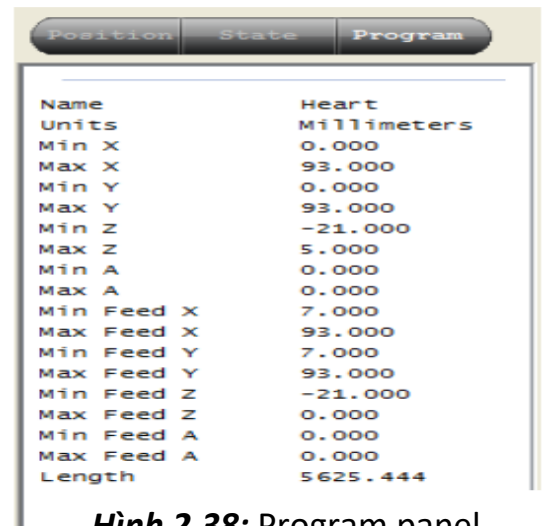
- Các thông tin trong bảng gồm:
 - **Units (Đơn vị):** Minimet hoặc inch
 - **Plane (trục):** XY, YZ or ZX
 - **Mode (chế độ):** tuyệt đối hoặc tương đối (absolute or relative)
 - **Speed (tốc độ):** Tốc độ hiện tại
 - **Feed (phản hồi):** Giá trị tốc độ phản hồi
 - **Traverse:** Giá trị tốc độ chuyển động
 - **Flood (nước làm mát):** chọn chế độ bật hoặc tắt
 - **Mist:** on/off

- **Spindle (trục khoan):** Hướng và tốc độ
- **Axes:** trục tọa độ tham chiếu
- **Work Offset:** Giá trị độ lệch làm việc
- **Tool Offset:** Giá trị độ lệch công cụ
- **Absolute:** Chuyển động tuyệt đối
- **Tool:** Công cụ
- **Name:** Tên **Shape:** Hình dạng công cụ
- **Diameter:** Thông số công cụ
- **Tool Offset:** Độ lệch công cụ từ bàn công cụ

1.8.2.3 Bảng chương trình (Program panel)

- Bảng Program panel hiển thị các thông tin về chương trình đang hoạt động. Các thông tin hiển thị bao gồm

- **Name:** Tên chương trình.
- **Units:** Đơn vị sử dụng trong bảng.
- **Min/Max:** Giá trị cực tiểu và cực đại trong chương trình.
- **Min Feed, Max Feed:** Giá trị cực tiểu và cực đại cho chuyển động phản hồi.
- **Length:** Độ dài xung răng cưa
- **Time:** Thời gian ước tính để thực thi chương trình



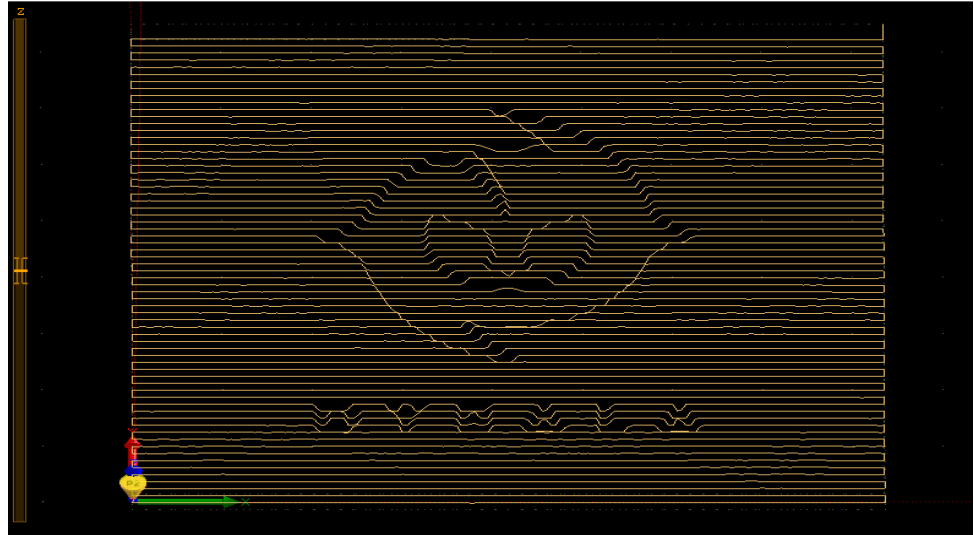
Position State Program	
Name	Heart
Units	Millimeters
Min X	0.000
Max X	93.000
Min Y	0.000
Max Y	93.000
Min Z	-21.000
Max Z	5.000
Min A	0.000
Max A	0.000
Min Feed X	7.000
Max Feed X	93.000
Min Feed Y	7.000
Max Feed Y	93.000
Min Feed Z	-21.000
Max Feed Z	0.000
Min Feed A	0.000
Max Feed A	0.000
Length	5625.444

Hình 2.38: Program panel

- **Time (O):** Thời gian ước tính để thực thi chương trình nếu sử dụng tốc độ “speed override”

1.8.2.4 Hiển thị chương trình đồ họa

- Hiển thị hình ảnh 3D của máy, công cụ và bước đi, hình 2.39 thể hiện một ví dụ về hiển thị đồ họa.



Hình 2.39: Hiển thị đồ họa

1.8.2.5 Bảng hiển thị mã G

- Bảng hiển thị mã G hiển thị các dòng mã G đang thực thi. Với các ký hiệu như sau:

- Dòng màu đỏ thể hiện tạm dừng. Phần mềm thực thi chương trình tạm dừng tại dòng này.

- Màu đỏ tối thể hiện số dòng.

- Dòng với ký hiệu \perp thể hiện là tăng tốc.

- Dòng với ký hiệu \lrcorner thể hiện là giảm tốc.

- Dòng với ký hiệu \sqsubset thể hiện tăng tốc và giảm tốc.

- Dòng với “.” thể hiện đã bị xóa

- Dòng với “x” thể hiện đã được bỏ qua

1:	T1 M6
2:	G17
3:	G0 Z 5.000 H1
4:	G0 X 0.000 Y 0.000 S
5:	G0 X 240.446 Y 2.36
6:	G1 Z -4.000 F1500.0
7:	G1 X -0.080 F3000.0
8:	Y 5.563
9:	X 17.889
10:	X 17.798 Y 5.655
11:	X 17.444 Y 6.059
12:	X 17.146 Y 6.512
13:	X 16.911 Y 7.001
14:	X 16.746 Y 7.513
15:	X 16.579 Y 8.178
16:	X 16.507 Y 8.763
17:	X -0.080
18:	Y 11.963
19:	X 17.203
20:	X 17.229 Y 12.005
21:	X 17.632 Y 12.476
22:	X 17.964 Y 12.809
23:	X 18.032 Y 12.876
24:	X 18.369 Y 13.353
25:	X 18.777 Y 13.780
26:	X 19.243 Y 14.143

Hình 2.40: Bảng hiển thị mã G

1.8.2.6 Bảng nhập dữ liệu đầu vào bằng tay (MDI)

- MDI là hộp nhập dữ liệu (text box) đầu vào, cho phép điều chỉnh mã G. Ví dụ nếu nhập X10, Y10, sẽ điều khiển chuyển động máy tới vị trí này.

CHƯƠNG 3.

THI CÔNG, LẮP ĐẶT VÀ CĂN CHỈNH MÁY CNC 3 CHẾ TÁC SẢN PHẨM MỸ NGHỆ

3.1. LẮP RÁP, CĂN CHỈNH CÁC KẾT CẤU CƠ KHÍ

- Trên cơ sở các bản vẽ thiết kế cơ khí của máy ở chương 2, thực hiện thi công lắp ráp, căn chỉnh các kết cấu cơ khí của máy như sau:

3.1.1. Căn chỉnh mặt phẳng lắp đường dẫn hướng (Linear guide way)

- Mục đích của phần căn chỉnh này là lắp đặt Linear guide way thật phẳng (với sai số $\sim 0,02/1000$), đồng thời kiểm tra độ thẳng và độ phẳng của bề mặt bắt linear guider way đảm bảo yêu cầu kỹ thuật [1].



Hình 3.1: Khung đế của máy

3.1.2. Lắp 2 sòng trượt

3.1.3. Chuẩn bị linh kiện

- 2 sòng trượt HWIN RGH 45HA 2R 1200 ZB UP II KK
- Phiến tỳ sòng trượt
- Bu lông M12x1.75xL35-40 momen vặn:

$M_a = 1200 \text{ Kgf-cm}$ (Hiwin)

$M_a = 1200 \text{ Kgf-cm}$ (Rexroth)

$$Ma = 1400 \text{ Kgf-cm (Schaeffler)}$$

- Bu lông vặn phiên tỳ sống trượt M6x1xL20 $Ma = 140 \text{ kgf-cm}$

3.1.4. Quy trình lắp 2 sống trượt

- Mục đích: Lắp 2 sống trượt sao cho các mặt trên của Block di chuyển đồng phẳng với nhau. Các mặt bên của block di chuyển trên 2 mặt phẳng song song với nhau.

- Cách lắp:

- Coi sống trượt trái là sống trượt chính, ta sẽ lắp sống trượt phải theo sống trượt bên trái. Gồm các bước sau:

- Bước 1: Đặt sống trượt trái vào vị trí lắp ghép trên bộ máy. Lắp lỏng 23 con bu lông M12 vào sống trượt.

- Bước 2: Bắt 23 phiên tỳ vào sống trượt. Bắt M6 vào phiên tỳ, dùng cờ lê lực chỉnh sao cho phù hợp, tuần tự vặn từ con bu lông từ 1 đến 23 theo số lẻ sau đó vặn từ con 2 đến 22 theo số chẵn với Momen vặn: $M = 0,4Ma$ (lần 1), $M=0,7Ma$ (lần 2), $M = 1Ma$ (lần 3)

- Bước 3: Sau khi vặn chặt các phiên tỳ để đảm bảo cho sống trượt đã tỳ vào vai của bộ. Ta bắt đầu vặn chặt các bu lông M12 cũng tuần tự như trên.

- Bước 4: Đặt thước đá lên cụm căn chỉnh. Dùng đồng hồ so đặt lên block của sống trượt trái, đo 2 vị trí đầu và cuối của thước theo 2 phương. Căn chỉnh sao cho 2 vị trí này để đồng hồ so bằng không. Khi đó đảm bảo thước đã được căn chuẩn. Cho các block di chuyển dọc theo sống trượt và kiểm tra xem đồng hồ so có bị chênh lệch nhiều không, thường các máy yêu cầu độ thẳng của sống trượt là dưới $0,01/1000\text{mm}$ (phụ thuộc tùy loại sống trượt). Nếu tại vị trí nào mà không đảm bảo yêu cầu thì ta lỏng phiên tỳ và xiết bu lông tại vị trí đó với Momen = $Ma \pm 10\%Ma$.



Hình 3.3: Lắp đặt sống trượt 1

○ Bước 5: Bắt sống trượt phải. Tuân tự như Bước 2 và bước 3. Sau đó dùng đồng hồ so tại 2 vị trí khi bắt sống trượt trái đã so. Ta đo và căn chỉnh như bước 4 đảm bảo độ thẳng 0,01/1000mm.



Hình 3.4: Lắp đặt sống trượt 2

3.1.5. Căn chỉnh các trục và dao cắt

3.1.6. Căn chỉnh dao cắt với spin (trục)

- Đầu tiên dùng 1 thanh thép gió (thẳng và tròn) kẹp vào colet, sau đó dùng đồng hồ so và căn chỉnh phần xa colet nhất và phần gần colet nhất để đảm bảo dao động tâm với colet.

- Nếu ta dùng spin có colet sẵn thì có thể bỏ qua bước này.

3.1.7. Cân chỉnh spin với trục z

- Sau khi hoàn thành bước 1, ta vẫn giữ nguyên vị trí đồng hồ so và cho trục Z chạy từ đầu này đến đầu kia hành trình để xem spin và Z lệch nhau về hướng nào và bao nhiêu rồi tiến hành cân chỉnh. Cứ tuần tự như thế cho đến khi độ lệch giữa 2 đầu vào khoảng 0.05 đến 0,1mm là đạt (hành trình trục Z ngắn và chỉ di chuyển lên xuống nên có thể sai số chấp nhận ở mức cao hơn tùy người sử dụng)

3.1.8. Cân chỉnh trục z với trục y

- Hoàn thành xong bước 2 và tiến hành gá trục Z lên Y. Sau khi gá xong ta để đầu dò của đồng hồ so lên thanh thép gió theo phương song song với trục Y. Cho trục Z chạy lên chạy xuống để xác định độ lệch của Y và Z là bao nhiêu độ, sau đó cân chỉnh 2 đầu đến hết mức có thể (càng ít càng vuông góc).



Hình 3.5: Cân chỉnh trục Z với trục Y

3.1.9. Cân chỉnh trục y và trục x

- Vì đây là máy kết cấu kiểu H nên ta thường cân chỉnh Y theo X chứ không cân chỉnh X theo Y.

- Sau khi cân chỉnh xong ở bước 3 thì tiến hành lắp trục YZ lên máy, máy đã có bàn và trục Z.

- Gá 1 miếng gỗ cao khoảng 5 đến 7cm, dài khoảng 10cm².

- Thay thanh thép gió bằng 1 dao end mill và tiến hành phay tâm gỗ theo trục X. Phay xong ta gá lên phần vừa phay 1 cây thước ê ke đồng thời kẹp đồng hồ so lên trục Y. Đặt đầu dò lên thanh thước ê ke và tiến hành cho chạy trục Y để biết Y và X lệch bao nhiêu để cân chỉnh, phần này tương đối quan trọng nên cân chỉnh càng chính xác càng tốt.

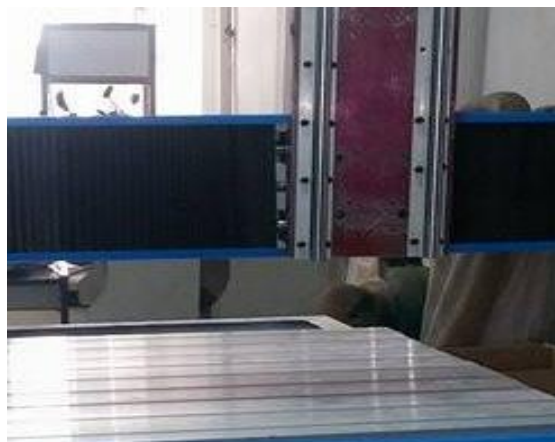


Hình 3.6: Cân chỉnh trục Y với trục X

3.1.10. Cân chỉnh z với x hoặc z với bật bàn

- Sau khi xong bước 4 ta tiến hành phay miếng gỗ đó theo phương trục Y, bây giờ miếng gỗ đã có 2 mặt vuông góc nhau (bước 4).

- Kẹp đồng hồ so lên Z và đặt đầu dò lên 2 cạnh vừa phay cho Z chạy lên xuống để xác định dao đang lệch về hướng nào và lệch bao nhiêu để tiến hành cân chỉnh.



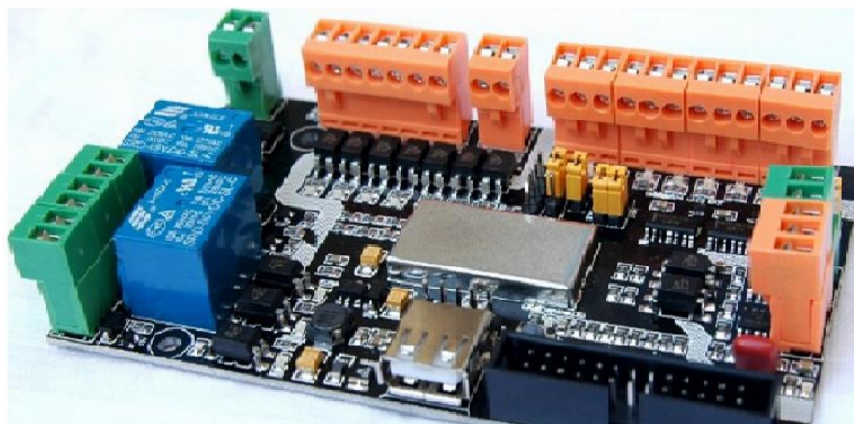
Hình 3.7: Cân chỉnh Z với Y

- Sau khi lắp đặt căn chỉnh chính xác các trục, bước tiếp theo đi kiểm tra cơ cấu chấp hành.

3.2. THI CÔNG ĐẦU NỐI VÀ CẤU HÌNH PHẦN ĐIỆN

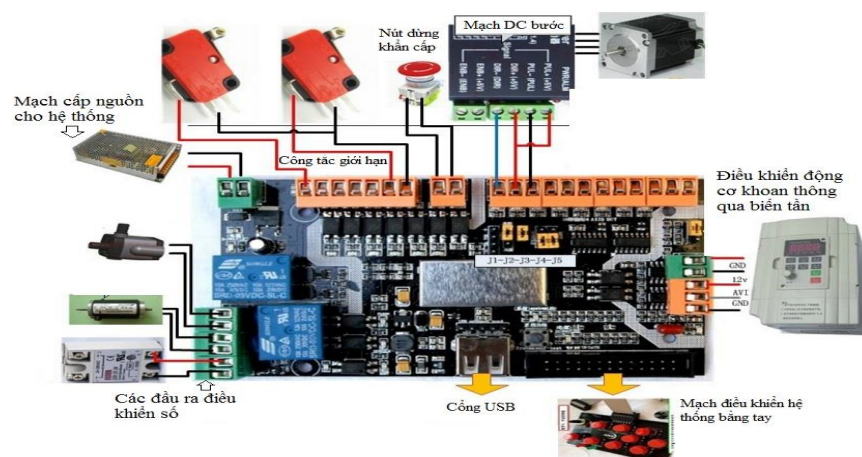
3.2.1. Mạch điều khiển trung tâm

- Mạch điều khiển trung tâm có chức năng nhận lệnh từ máy tính để điều khiển toàn bộ hoạt động của hệ thống như: điều khiển các mạch driver động cơ bước, điều khiển động cơ khoan thông qua biến tần. Hình ảnh mạch điều khiển trung tâm được thể hiện ở hình 3.9.



Hình 3.9: Mạch điều khiển trung tâm

- Chi tiết các cổng kết nối của mạch điều khiển: được thể hiện ở hình 3.10.



Hình 3.10: Chi tiết các cổng kết nối và các nút của mạch điều khiển

- Các cổng và giắc kết nối gồm:

- Giắc 2 chân nhận nguồn nuôi cho mạch điều khiển: Giắc này dùng để đấu nối nguồn cung cấp cho cụm mạch cách ly quang. Nếu ta không sử dụng các công tắc giới hạn và nút dừng khẩn cấp, có thể bỏ qua không cần đấu nối nguồn này.

- Dây công tắc giới hạn hành trình của các trục X, Y, Z: Các chân từ 1-6 lần lượt có chức năng là giới hạn của các trục $X+$, $X-$, $Y-$, $Z+$, $(Z-)$, $Y+$. Khi đấu nối yêu cầu cần đấu song song với các công tắc hành trình với các tụ $100nF$ để tăng tính kháng nhiễu.

- Giắc 2 chân kết nối với nút dừng khẩn cấp emergency: tiếp điểm nút dừng khẩn cấp này là tiếp điểm thường đóng để tăng khả năng kịp thời và đáp ứng được tính tin cậy.

- 4 cụm giắc 3 chân điều khiển driver động cơ bước, chức năng của cụm 3 chân điều khiển như sau: Chân 1 điều khiển hướng DIR, chân 2 cung cấp điện thế A nốt (anode) chung hoặc Ka tốt (Cathode) chung cho các chân điều khiển (chọn Anode chung hay Cathode chung phụ thuộc vào jum), chân 3 cung cấp xung điều khiển động cơ bước với chi kỳ xung nhỏ nhất là $12\mu s$ PUL+, PUL- và DIR.

- Cụm giắc 5 chân điều khiển động cơ gia công (động cơ khoan) thông qua điều khiển biến tần.

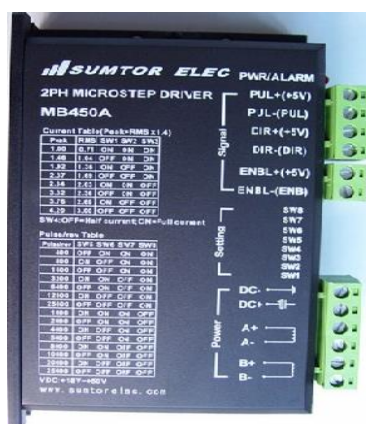
- Cổng cắm cáp kết nối với mạch điều khiển bằng tay: Khi kết nối với mạch điều khiển bằng tay có thể điều khiển tiến lùi từng trục tọa độ X, Y, Z. Chức năng cụ thể các chân ở giắc này như sau:

- Chân 1: $X-$, quay ngược trục X
- Chân 2: $X+$, quay tiến trục X
- Chân 3: $Y-$, quay lùi trục Y
- Chân 4: $Y+$, quay tiến trục Y
- Chân 5 : $Z-$, quay lùi trục Z

- Chân 6: Z+, quay tiến trục Z
- Chân 7: A-, quay lùi trục A
- Chân 8: A+, quay tiến trục A
- Chân 9: GND, chân mát
- Chân 10: 5V, chân nguồn
- Chân 11: RST, nút phục hồi (reset) hệ thống
- Chân 12: Chân phản hồi tốc độ.
- Chân 13: S, hệ thống đèn
- Chân 14: P, đèn nguồn
- Cổng kết nối với máy tính thông qua USB.
- Ngoài ra còn có cụm giắc cắm 6 chân điều khiển được 3 thiết bị số, các thiết bị này có thể sử dụng để điều khiển hệ thống bơm nước làm mát hay quạt gió...

3.2.2. Bộ Diver điều khiển động cơ bước

- Mạch driver điều khiển động cơ bước là mạch điều khiển và cung cấp công suất để quay các động cơ bước, truyền chuyển động cho các trục chuyển động X,Y,Z của máy CNC. Mạch driver điều khiển động cơ bước yêu cầu phải chắc chắn, tin cậy, cung cấp dòng điện đủ cho động cơ bước hoạt động. Ảnh driver điều khiển 01 động cơ bước được đóng trong một vỏ hộp chắc chắn thể hiện ở hình 3.11.



Hình 3.11: Hình ảnh đóng hộp mạch driver động cơ bước

- Mạch điều khiển động cơ bước này có thể dùng cho các loại động cơ bước: 42/57/86 2pha hoặc 4 dây, có dòng tải là 4A/42VDC. Thông số của mạch như sau:

- Nguồn đầu vào là 9V - 42V.
- Dòng cấp tối đa là 4A.
- Ngõ vào có cách ly quang, tốc độ cao.
- Có tích hợp đo quá dòng quá áp.
- Cách đấu nối và điều khiển:
 - DC+: Nối với nguồn điện từ 9 - 40VDC
 - DC- : Điện áp (-) âm của nguồn
 - A+ và A -: Nối vào cặp cuộn dây của động cơ bước
 - B+ và B- : Nối với cặp cuộn dây còn lại của động cơ
 - PUL+: Tín hiệu cấp xung dương điều khiển tốc độ (+5V)
 - PUL-: Tín hiệu cấp xung âm điều khiển tốc độ (-)
 - DIR+: Tín hiệu cấp xung dương điều khiển hướng (+5V)
 - DIR-: Tín hiệu cấp xung âm điều khiển hướng
 - Tín hiệu cho phép hoạt động ENA+ và ENA –

- Khi sử dụng ta cài đặt cường độ dòng điện phù hợp cho các ứng dụng của mình. Bảng 3.1 thể hiện cường độ dòng điện cài đặt.

Bảng 3.1: Cài đặt cường độ dòng điện

Output Current (A)				
SW1	SW2	SW3	PEAK	RMS
on	on	on	1.00	0.71
off	on	on	1.46	1.04
on	off	on	1.91	1.36
off	off	on	2.37	1.69
on	on	off	2.84	2.03
off	on	off	3.31	2.36
on	off	off	3.76	2.69
off	off	off	4.20	3.00

- Ngoài ra ta có thể cài đặt chế độ bước chuyển động cho mỗi xung nhịp PUL nhận được, bảng cài đặt này được thể hiện ở bảng 3.2

Bảng 3.2: Cài đặt vi bước cho driver

SW5	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off
SW6	on	off	off	on	on	off	off	on	on	off	off	on	on	off	off
SW7	on	on	on	off	off	off	off	on	on	on	on	off	off	off	off
SW8	on	on	on	on	on	on	on	off	off	off	off	off	off	off	off
Pulse /rev	400	800	1600	3200	6400	12800	25600	10000	20000	40000	50000	80000	100000	200000	250000

3.2.3. Kết nối các mạch điện trong hệ thống

- Toàn bộ hệ thống điện sau khi đấu nối được thể hiện trên hình 3.15.

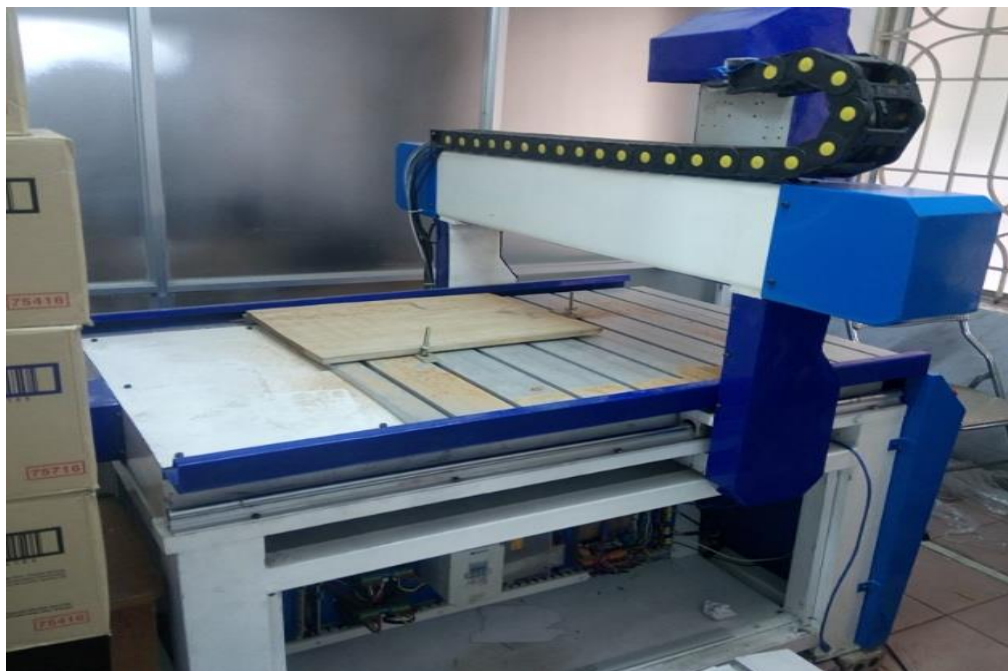


Hình 3.15: Hệ thống điện của máy CNC

3.3. SẢN PHẨM HOÀN THIỆN

- Sau khi hoàn tất thi công phần cơ khí và phần điện của máy, ta được kết cấu tổng thể của máy được thể hiện ở hình 3.16
- Máy có các thông số và tính năng như sau:
 - Máy có thể gia công hình sản phẩm có kích giới hạn: 600x800mm
 - Công suất tiêu thụ của máy 1,5Kw
 - Độ chính xác khi gia công: đạt 0,1mm

- Tốc độ chạy dao: 5m/phút
- Tốc độ động cơ trục chính: 24.000 V/phút
- Có khả năng phay tạo định hình các biên dạng 2D, gia công các bức điêu khắc nổi hoặc chìm theo thiết kế, có khả năng cắt chữ.
- Tự động hóa sản xuất: Chỉ cần đưa file đồ họa vào máy, cài đặt thông số và nhấn nút chạy. Sau một thời gian nhất định, máy sẽ cho ra sản phẩm hoàn chỉnh không cần sự can thiệp của người vận hành.
- Máy có kết cấu vững chắc, bền, đẹp, làm việc thuận tiện.



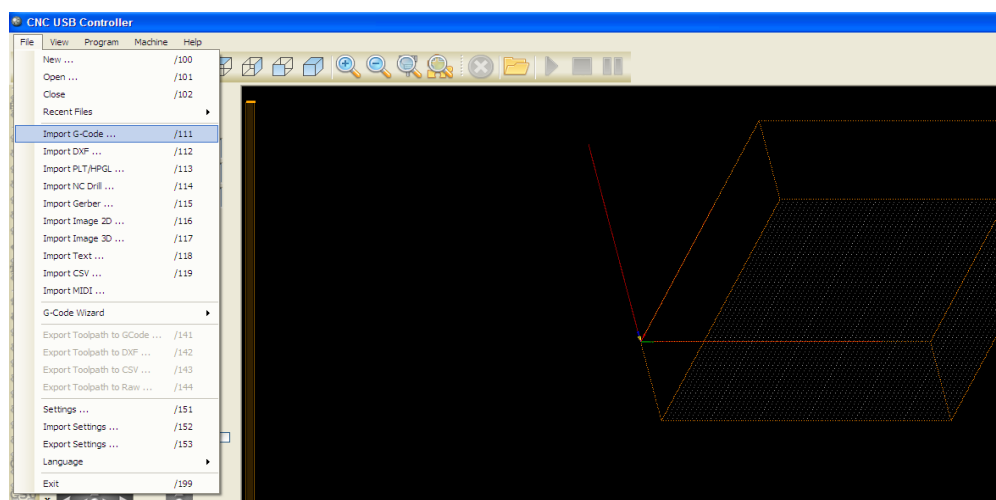
Hình 3.16: Hình ảnh tổng thể của máy

CHƯƠNG 4.

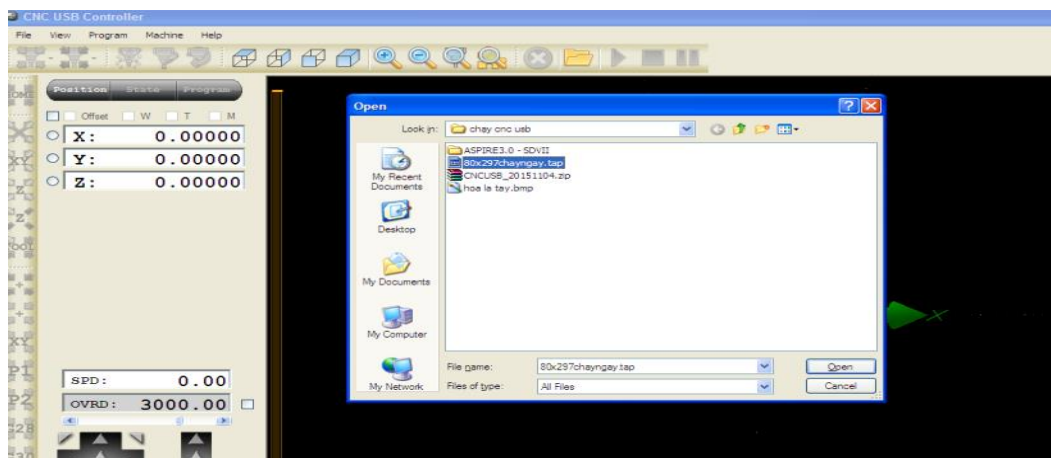
THỰC HIỆN GIA CÔNG SẢN PHẨM TRÊN MÁY CNC CỦA ĐỀ TÀI

4.1. NHẬP FILE MÃ G-CODE GIA CÔNG VÀO PHẦN MỀM

- Trong phần mềm gia công, ta mở menu file, chọn Import G-code (hình 4.1), sau đó sẽ hiện ra đường dẫn để ta chọn file mã G-code cần gia công (hình 4.2).

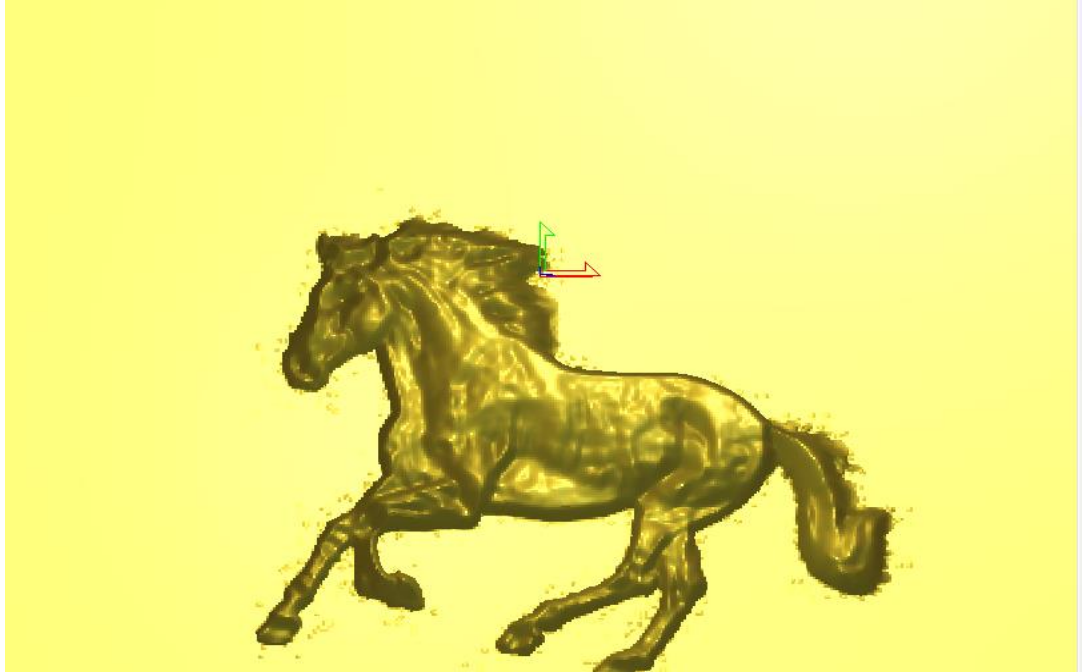


Hình 4.1: Nhập file Import G-code



Hình 4.2: Chọn file Import G-code theo đường dẫn

- Sau khi nhập được file G-Code ảnh 3D của sản phẩm cần gia công sẽ được hiện thị trên giao diện của phần mềm, ví dụ được thể hiện như ở hình 4.3.



Hình 4.3: Hình 3D sản phẩm cần gia công

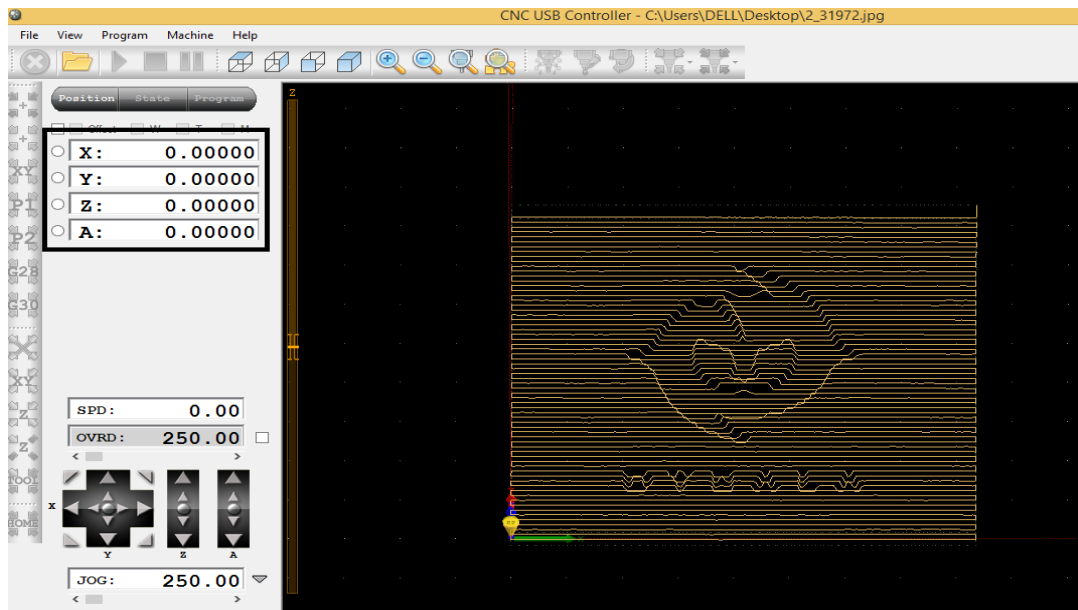
4.2. GÁ PHÔI GIA CÔNG LÊN MÁY

- Sau khi phần mềm đã sẵn sàng, ta thực hiện gá phôi cần gia công lên máy. Yêu cầu gá phôi là phải đảm bảo phôi được gắn chắc chắn và cân đối, sao cho không bị xô dịch trong khi máy chạy gia công. Sau khi gá phôi chắc chắn, ta thực hiện điều khiển mũi khoan tới vị trí ban đầu, để chuẩn bị gia công.



Hình 4.4: Gá phôi gia công vào máy

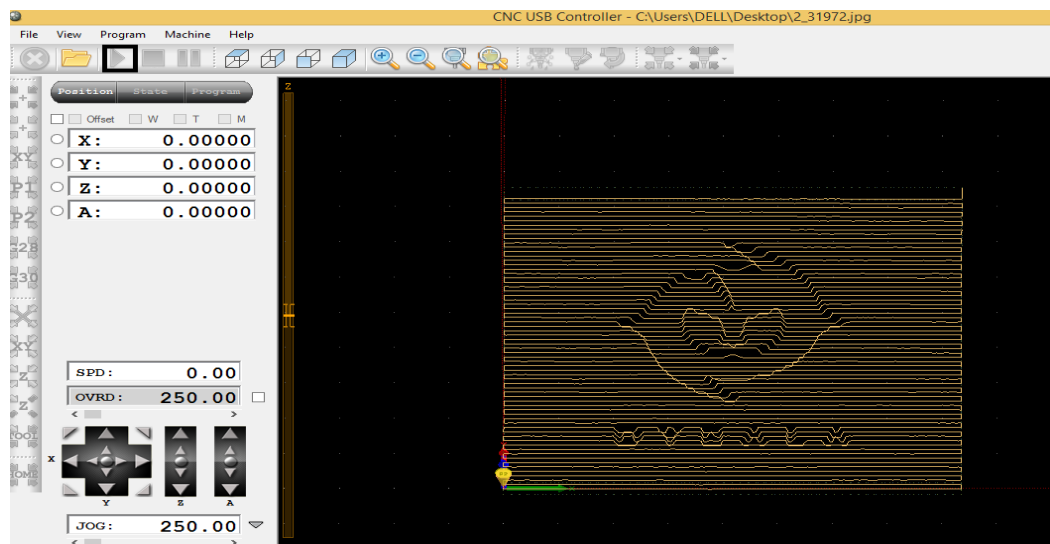
- Bước tiếp theo, ta thực hiện reset tọa độ ban đầu về vị trí (0,0,0) bằng phần mềm.
- Để reset tọa độ, ta điều khiển cho mũi dao tới vị trí ban đầu mong muốn, sau đó nhập bằng tay các ô tọa độ của các trục X,Y,Z. Các trục tọa độ ta đều cho giá trị bằng 0, sau đó ấn Enter. Lúc này, vị trí hiện tại của mũi dao sẽ được mặc định là tọa độ $(X,Y,Z)=(0,0,0)$. Dựa vào tọa độ gốc này, hệ thống sẽ tính các tọa độ lệch để điều khiển di chuyển mũi dao.



Hình 4.5: Reset về tọa độ gốc ban đầu

4.3. BẮM CHẠY MÁY

- Sau khi thực hiện đầy đủ các quy trình về phần mềm và gá lắp phôi vào máy chắc chắn, tiến hành cho chạy máy bằng việc ấn nút Run trên giao diện điều khiển.



Hình 4.6: Bấm chạy máy



Hình 4.7: Hình ảnh mũi khoan trong khi gia công

- Khi gia công hết chương trình mã G-Code, máy sẽ tự động dừng lại. Ta được sản phẩm điêu khắc
- Kết quả sản phẩm cho thấy toàn bộ hệ thống của máy đã chạy tốt, cho ta sản phẩm gia công đạt chất lượng cao.

4.4. MỘT VAI MẪU SẢN PHẨM GIA CÔNG TRÊN MÁY CNC SẢN PHẨM CỦA DỀ TÀI



Hình 4.10: Kết quả gia công mẫu 1



Hình 4.11: Kết quả gia công mẫu 2



Hình 4.12: Kết quả gia công mẫu 3



Hình 4.13: Kết quả gia công mẫu 4

KẾT LUẬN

Thời gian thực hiện với sự tạo điều kiện và giúp đỡ của thầy Nguyễn Trọng Thắng em đã thực hiện thành công đề tài “*Nghiên cứu thiết kế và ứng dụng máy CNC trong điều khắc gỗ 3D*”. Các công việc đã thực hiện bao gồm: Thiết kế, thi công và chỉnh định máy CNC 3 trục ứng dụng trong điều khắc gỗ 3D.

Do thời gian có hạn và kinh nghiệm bản thân chưa có với sự giúp đỡ của các thầy cô trong nhà trường đã giúp em hoàn thành nhiệm vụ của mình. Qua đây em xin cảm ơn các thầy cô giáo đã dìu dắt em trong 4 năm học vừa qua. Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong khoa Điện-Điện tử đã dạy dỗ và trang bị cho em những kiến thức chuyên ngành quý giá.

Em sẽ cố gắng tiếp thu kiến thức và không ngừng học hỏi để áp dụng vào những công việc thực tế sau này.

Hải Phòng, ngày 20 tháng 6 năm 2017

Sinh viên

Nguyễn Đình Đạt

TAI LIỆU THAM KHẢO

1. GS N Nguyễn Đắc Lộc (1999)- *Sổ tay Công nghệ chế tạo máy - tập 1,2,3*- XB Khoa học và Kỹ thuật.
2. Ngô Diên Tập (1999)- *Đo lường và điều khiển bằng máy tính* - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
3. Ngô Diên Tập (2001)- *Lập trình ghép nối máy tính trên Window* - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
4. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển - *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*- NXB Giáo dục.
5. Các Website: www.pmi-amt.com, www.Hiwin.com, www.skf.com, www.alibaba.com, www.anilam.com.