

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÔ HÌNH MÁY TRUNG TÂM PHAY CNC 5 TRỤC

RESEARCH DESIGN CNC 5-AXIS MILLING MACHINING CENTER MODELLING

Phạm Thị Thiều Thoa^{1,*}, Tô Văn Hùng², Bùi Xuân Chính²,
Nguyễn Công Minh³, Bùi Đình Vinh³, Nguyễn Việt Anh³

TÓM TẮT

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo mô hình máy phay CNC 5 trục điều khiển đồng thời (X, Y, Z, B, C) gia công được chi tiết có vật liệu bằng nhôm, gỗ kích thước tối đa có thể gia công được là 150x150x100mm. Máy CNC 5 trục đồng thời là loại máy gia công cao cấp vì việc tính toán động lực học phức tạp trong quá trình gia công. Máy có thể gia công được những chi tiết phức tạp, linh hoạt mà các máy gia công truyền thống, máy phay CNC 3 trục không gia công được.

Từ khóa: Máy phay CNC 5 trục, nhôm, gỗ.

ABSTRACT

This paper presents the process of studying, calculating, designing and manufacturing CNC machining center (X, Y, Z, B, C). The maximum size of workpiece with Aluminum, wood that can be processed is 150x150x100mm. The 5-axis CNC machine is also a high-end machine for complex dynamic computation during machining. The machine can be machined with the complex, flexible features that traditional machine tool, 3-axis CNC milling machine tool can not process.

Keywords: CNC 5-axis milling machine, Aluminum, wood.

¹Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp Đại học Công nghệ kỹ thuật cơ khí 4 - K9, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Lớp Đại học Công nghệ kỹ thuật cơ khí 4 - K10, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Email: phamthoa2206@gmail.com

Ngày nhận bài: 01/6/2018

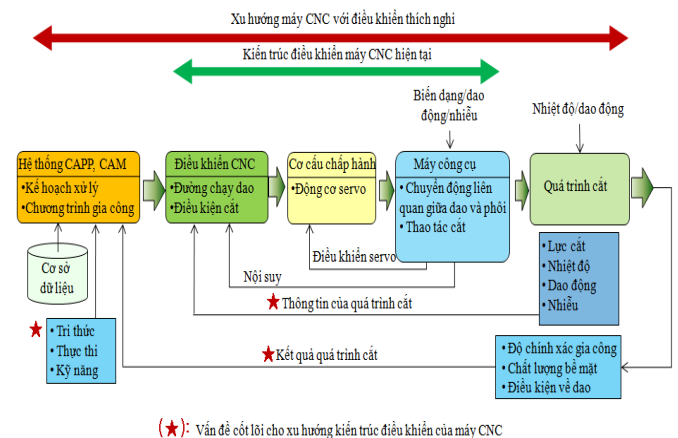
Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 26/6/2018

Ngày chấp nhận đăng: 29/6/2018

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay khoa học kỹ thuật không ngừng phát triển, áp dụng những thành tựu khoa học kỹ thuật thông minh vào trong sản xuất là một yêu cầu cấp bách và cần thiết, đặc biệt trong lĩnh vực cơ khí chế tạo. Với đòi hỏi sản phẩm gia công chính xác, chất lượng bề mặt gia công tốt và độ tin cậy gia công cao, tích hợp sự hỗ trợ của CAD/CAM công nghệ CNC đang phát triển mạnh trên thế giới với tích hợp kiểm soát chất lượng trực tuyến và Việt Nam có nhiều

trường đại học và viện nghiên cứu lớn đã đầu tư thiết bị nhưng chưa khai thác hết khả năng công nghệ của chúng. Các máy công cụ đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống sản xuất. Sự thực hiện của chúng có ảnh hưởng lớn tới chất lượng sản phẩm và năng suất của hệ thống sản xuất. Các cải tiến kỹ thuật về phần cứng và phần mềm của các máy công cụ mang lại hiệu quả thực thi cao cho các máy công cụ. Gia công tự động với năng suất và độ chính xác cao được thực hiện bởi áp dụng các máy công cụ điều khiển số CNC (Computerized Numerical Control). Những khái niệm và mô hình của máy công cụ CNC hiện tại thể hiện các đặc tính tiến bộ như sau [1]:



Hình 1. Xu hướng kiến trúc điều khiển của máy CNC

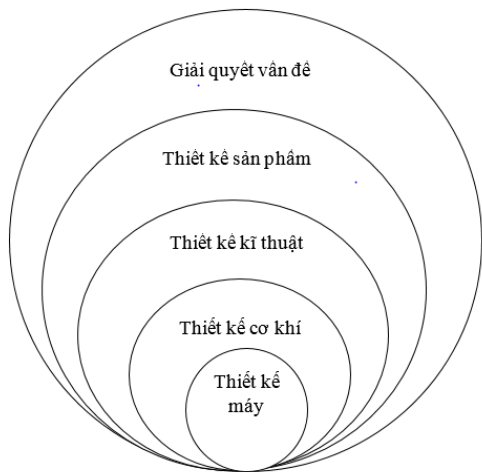
Tuy nhiên, với những chi tiết có biên dạng phức tạp, các chi tiết phải gia công ở nhiều vị trí khác nhau đòi hỏi độ chính xác về sai số vị trí tương quan thì máy phay CNC 3 trục thông thường khó gia công, mất nhiều thời gian, năng suất thấp. Do đó trong những năm gần đây với sự phát triển khoa học công nghệ thúc đẩy các nhà nghiên cứu chế tạo máy đáp ứng nhu cầu của xã hội mà máy phay CNC 5 trục ngày càng phát triển mạnh mẽ.

Từ một số nhược điểm của máy phay CNC 3 trục so với máy phay CNC 5 trục, nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình máy phay CNC 5 trục điều khiển đồng thời nhằm tìm hiểu sâu hơn về quá trình thiết kế động lực học gia công máy CNC 5 trục, trên cơ sở đó phân tích, tính toán quỹ đạo dụng cụ cắt, tích hợp với hệ thống CAD/CAM lập trình gia công.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ THIẾT KẾ MÁY

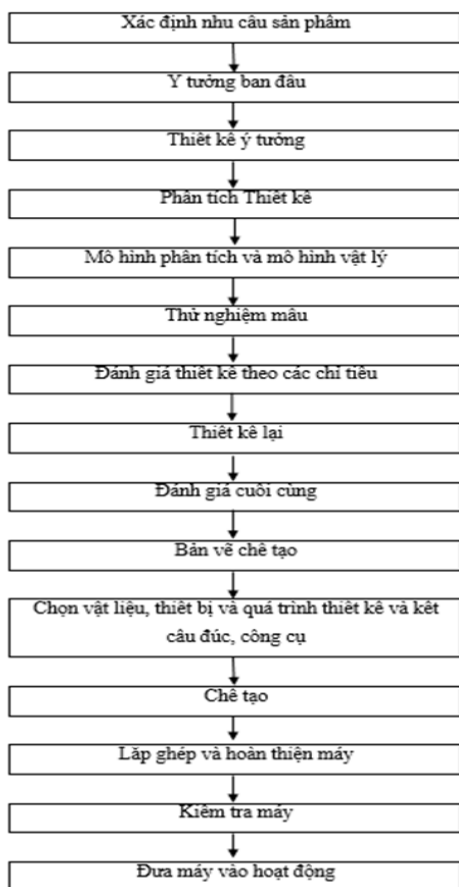
2.1 Các khái niệm cơ bản

Thiết kế là một quá trình sáng tạo và truyền đạt những ý tưởng đến những người khác. Vị trí của thiết kế máy trong quá trình thiết kế chung như hình 2.

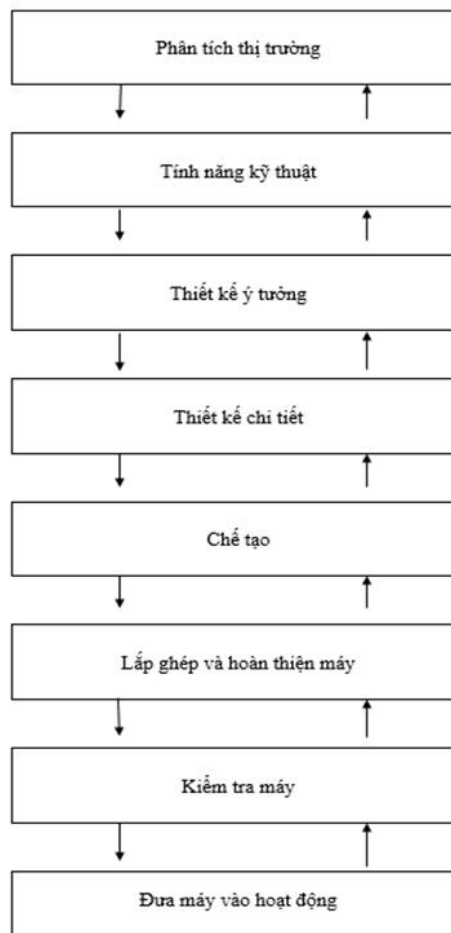


Hình 2. Vị trí thiết kế máy trong khái niệm thiết kế chung

Là quá trình liên quan đến toàn bộ hoạt động sản xuất từ nhận đơn đặt hàng đến xuất xưởng sản phẩm. Có 2 loại hình thiết kế là: thiết kế vượt rào cản và thiết kế đồng thời như hình 3.



Sơ đồ thiết kế vượt rào cản



Sơ đồ thiết kế đồng thời

Hình 3. Các sơ đồ tính toán thiết kế máy

Khi thiết kế máy phải căn cứ vào các thông số yêu cầu kỹ thuật cụ thể đặt ra để tính toán và thiết kế. Mỗi loại máy có các bộ phân thông số kỹ thuật đặc trưng, nhưng các máy công cụ có các thông số cơ bản sau:

- Giới hạn kích thước phôi;
- Giới hạn khối lượng phôi;
- Giới hạn kích thước của bề mặt gia công;
- Giới hạn kích thước của dụng cụ;
- Giới hạn kích thước vùng làm việc (khoảng dịch chuyển của dao hoặc phôi);
- Độ chính xác định vị, độ chính xác lặp lại, độ phân giải điều khiển;
- Số trục (tọa độ) có thể điều khiển và số tọa độ có thể điều khiển đồng thời;
- Độ chính xác và độ nhám bề mặt có thể gia công (ít dùng);
- Giới hạn tốc độ trục chính, thay đổi vô cấp hay phân cấp;
- Công suất, lực chạy dao, tốc độ chạy dao;
- Loại năng lượng, tổng công suất điện năng tiêu hao;
- Điều kiện làm việc (độ ẩm, nhiệt độ, rung động...);
- Kích thước, khối lượng toàn máy.

Quá trình tính toán và thiết máy

Tương tự quá trình thiết kế sản phẩm, quá trình thiết kế máy bao gồm:

- ❖ Xác định nhu cầu thị trường;
- ❖ Xác định yêu cầu kỹ thuật;
- ❖ Xác định nguyên lý hoạt động cho máy;
- ❖ Lập sơ đồ động máy;
- ❖ Tính toán bộ phận cung cấp năng lượng - phân phối tỉ số truyền;
- ❖ Chọn vật liệu cho các chi tiết máy;
- ❖ Tính toán động học, động lực học cho các chi tiết máy;
- ❖ Sản xuất mẫu thử, điều chỉnh, sửa lại thiết kế;
- ❖ Lập tài liệu thiết kế.

2.2 Các phương pháp thiết kế

Thiết kế đơn định: đảm bảo các chỉ tiêu khả năng làm việc cho chi tiết máy hoặc sản phẩm. Tính theo ứng suất cho phép và hệ số an toàn, xét đến ảnh hưởng của kích thước, độ bền, đặc tính tải trọng các đại lượng này xem như đơn định.

Thiết kế theo độ tin cậy: đảm bảo độ an toàn và độ tin cậy cho sản phẩm. Tính theo xác suất làm việc không hỏng là phương pháp tiến bộ nhất, xét đến ảnh hưởng của độ phân tán tải trọng, cơ tính vật liệu, dung sai kích thước... trên cơ sở thiết kế xác suất.

Thiết kế bền vững: để xác định giá trị tối ưu cho các thông số thiết kế, đảm bảo hình dạng, chất lượng và giá thành. Thiết kế bền vững đảm bảo các thông số thiết kế bền vững với các nhân tố nhiễu, không cảm nhận sự ảnh hưởng miễn phân bố bởi các đại lượng ngẫu nhiên khi thiết kế. Các nhân tố nhiễu là các nhân tố không kiểm soát được hoặc kiểm soát với chi phí cao. Thiết kế bền vững chia làm ba giai đoạn.

Thiết kế hệ thống: tìm hiểu cơ sở kỹ thuật thiết kế và thiết kế sơ bộ.

Thiết kế tham số: chọn các giá trị kích thước, tính chất thích hợp cho tham số thiết kế của chi tiết hoặc sản phẩm, sử dụng thiết kế xác suất phân tích độ ảnh hưởng từng thông số.

Thiết kế dung sai: chi tiết chất lượng cao thay thế chi tiết có độ tin cậy thấp, nâng cao chất lượng chi tiết hoặc sản phẩm. Sử dụng quy hoạch thực nghiệm và dung sai xác suất để gán dung sai cho kích thước.

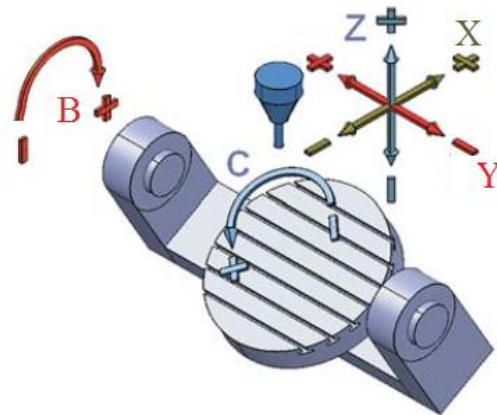
Với điều kiện và yêu cầu mô hình máy CNC 5 trục đồng thời đảm bảo về thông số kỹ thuật, độ cứng vững... nên tác giả lựa chọn thiết kế theo phương pháp thiết kế bền vững. Thiết kế dựa trên cơ sở khoa học do chưa có kinh nghiệm. Trong quá trình thiết kế đầu tiên tiến hành tính toán thiết kế sơ bộ, bỏ qua một số hệ số. Sau khi có các kích thước mới tiến hành kiểm nghiệm. Quá trình thiết kế máy dựa chủ yếu vào tính toán và thực nghiệm. Nhiều công cụ tính toán khác nhau được áp dụng để tính toán thiết kế.

Nhóm nghiên cứu chủ yếu dùng sổ tay dung sai, sổ tay sức bền, máy tính bỏ túi, cũng như phần mềm Solidwork (tính toán ứng suất, sức bền,...) để tính toán thiết kế máy.

3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÔ HÌNH MÁY CNC 5 TRỤC ĐỒNG THỜI

3.1 Phân tích nguyên lý hoạt động và động học chuyển động

Dựa vào nguyên cấu lý thuyết, thực tiễn và các thông số đầu vào chọn 5 trục gia công là X, Y, Z, B, C



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy

Động cơ cung cấp năng lượng: Động cơ bước, chuyển đổi điện năng thành cơ năng; Hệ thống truyền động: gồm 5 trục: Trục Z, Y, X: sử dụng trục vít me bi truyền chuyển động và thanh ray trượt bi để hỗ trợ chuyển động. Trục X, Y, Z chuyển động theo các phương X Y Z trong không gian để thực hiện quá trình gia công[4]; Trục B, C nối trục tiếp với trục động cơ với điều kiện mô men hãm của trục động cơ phải lớn hơn mô men làm quay các trục B, C hoặc phải sử dụng hộp giảm tốc trục vít bánh phù hợp.; Bộ phận công tác: Trục chính có tác dụng quay dao, thực hiện quá trình gia công, trục tiếp xúc và làm thay đổi hình dạng, kích thước của phôi.

Từ thực tiễn các máy có sẵn trên thị trường, dựa vào thông số đầu vào như chế độ cắt, vật liệu gia công, kích thước máy, nguyên lý hoạt động, giá cả và chất lượng nhóm đã chế tạo mô hình máy phay CNC 5 trục để phục vụ công tác nghiên cứu và đào tạo.

Thông số đầu vào tính toán thiết kế mô hình máy CNC 5 trục đồng thời:

- Điều khiển 5 trục đồng thời trong quá trình gia công
- Gia công vật liệu nhôm, gỗ
- Kích thước hành trình $X \times Y \times Z = 150 \times 150 \times 100$ mm, góc $B = -90^\circ \div 90^\circ$, $C = 0 \div 360^\circ$
- Gia công chi tiết có trọng lượng tối đa 30 kg.

3.2 Tính toán thiết kế hệ thống cơ khí

3.2.1 Tính toán cụm trục X, Y, Z

Tính toán công suất trục chính

Chiều sâu cắt lớn nhất $t = 2$ mm; Chọn lượng chạy dao; $s_z = 0,06$ mm/răng; Số răng $z = 2$ răng;

- Vận tốc cắt

$$v = \frac{c_v \cdot D^{4v}}{T_m \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot B^{u_v} \cdot Z^p} \cdot K_v; \text{ m/ph}$$

Tính toán theo thép cacbon có $\delta_b = 65 \text{ kg/mm}^2$, Dao cắt: dao phay ngón P18 $B \leq 100 \text{ mm}$ (chiều rộng phay); chiều sâu cắt $t = 2 \text{ mm}$; $S_z = 0,06 \text{ mm}$; $S > 0,1$; Tra bảng D-1 [6] ta có:

Bảng 1. Các thông số vận tốc cắt[6]

v	q _v	x _v	y _v	u _v	p _v	m
46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33

Chọn D_{max} (đường kính dao phay) = 10mm

$T = 90'$ (Tuổi thọ trung bình của dụng cụ cắt thông thường) (bảng 2-5.1)[6]

$K_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} = 1.1.1 = 1$ (hệ số hiệu chuẩn về tốc độ cắt)

$K_{mv} = c_m \cdot (65/\delta_b)^{nv}$ (bảng 2.1) $k_{mv} = 0,879$ (xét đến ảnh hưởng của vật liệu gia công)

$C_m = 1$ (bảng 3.1)

$n_v = 0,9$ (bảng 3.1)

$k_{nv} = 1$ (bảng 7.1)

$k_{uv} = 1$ (bảng 8.1)

Thay các thông số vào ta tính được $v = 48,65 \text{ (m/p)} = 1548,58 \text{ (v/p)}$

- Tính lực cắt

$$P_z = \frac{c_p \cdot t^{x_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot B^{u_p} \cdot Z^p}{D^{q_p} \cdot n^{wp}} \cdot K_p$$

Bảng 2. Các thông số lực cắt[6]

C _p	X _p	Y _p	U _{pf}	W _p	Q _p
68,2	0,86	0,72	1	0	0,86

Bảng 12-1 [6] $K_p = k_{mp} = (\delta/75)^{np}$; $n_p = 0,55$ (bảng 13.1); $K_{mp} = 0,924$; Thay các thông số trên vào P_z ta được $P_z = 624,79 \text{ (N)}$ và khi phay các hợp kim nhôm $P_z = 624,79 \cdot 0,25 = 156,2 \text{ (N)}$.

- Công suất

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} = 1,24 \text{ kW}$$

Vậy chọn động cơ quay trục chính có công suất là 1,5 (kW)

Trên cơ sở động lực học gia công trên máy CNC tác giả lựa chọn động cơ bước qua khớp nối, truyền dẫn vít me đai ốc bi với hệ thống thanh trượt dẫn bi.

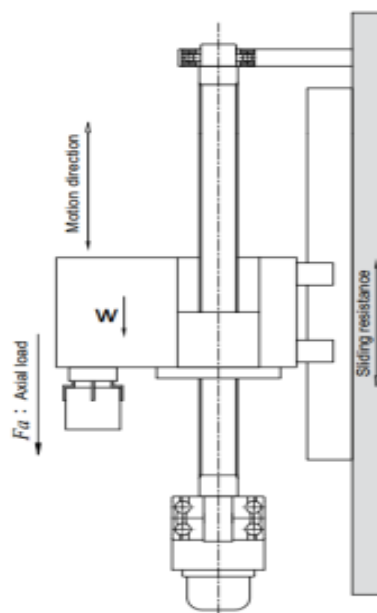
Lực dọc trục: Tăng tốc (đi lên): $F_{a1} = mg + ma = 50 \cdot 10 + 50 \cdot 5 = 750 \text{ N}$; Chạy đều (đi lên): $F_{a2} = mg = 50 \cdot 10 = 500 \text{ N}$; Gia công (đi lên): $F_{a3} = F_{mz} + \mu F_m + mg = 0 + 0,1 \cdot 98 + 50 \cdot 10 = 509,8 \text{ N}$.

Giảm tốc (đi lên): $F_{a4} = mg - ma = 250 \text{ N}$; Lực dọc trục lớn nhất khi không gia công = $750 \text{ N} = 75 \text{ kgf}$; Lực dọc trục lớn nhất khi gia công = $509,8 \text{ N} = 50,98 \text{ kgf}$ chọn $F = 750 \text{ N}$ để tính toán tải trọng qua quá trình tính toán lựa chọn động cơ truyền dẫn trục Z động cơ bước.

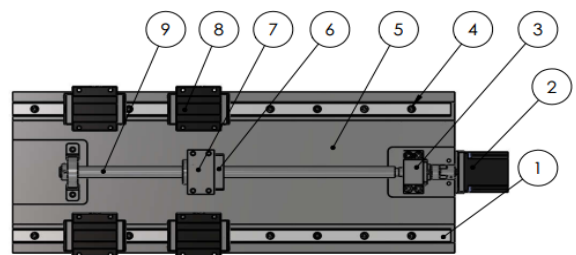
Các dữ liệu để tính chọn động cơ: Bước vít me: $h = 5 \text{ (mm)}$; Hệ số ma sát trượt: $\mu = 0,12$; Gia tốc trọng trường: $g = 10 \text{ (m/s}^2)$; Khối lượng phần dịch chuyển: $m = 50 \text{ (kg)}$; Góc nghiêng của trục: $\alpha = 90^\circ$; Tỷ số truyền giảm tốc: $i = 1$ (do chọn phương án động cơ nối trực tiếp với vít me không qua hộp giảm tốc); Hiệu suất của máy: $\eta = 0,9$; Lực cắt lớn nhất: $F_m = 509,8 \text{ (N)}$; Tốc độ vòng lớn nhất của động cơ: $n = 1500 \text{ (v/gp)}$.

Trong cơ cấu bàn Z lực dọc trục đóng vai trò chủ yếu gây tác động lên ổ lăn, lực hướng tâm vuông góc với cụm trục vítme trong cơ cấu là khá nhỏ, tuy nhiên khi hoạt động với vận tốc lớn dễ xảy ra rung động, nên yếu tố định tâm cần có cho cơ cấu.

Tương tự tính toán cụm trục X, Y, Z được kết cấu như hình 5, 6, 7.

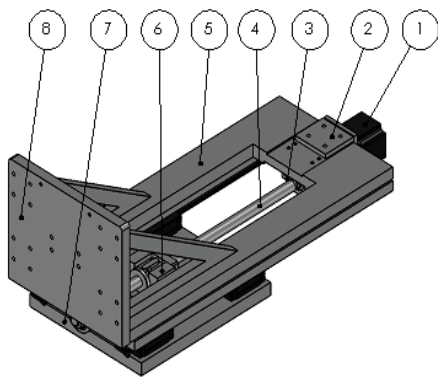


Hình 5. Phân tích lực cho kết cấu cụm trục Z



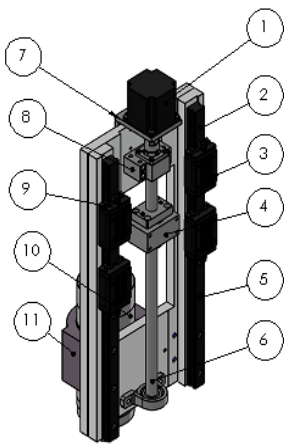
PART LIST			
ITEM	QTY	NAME	DESCRIPTION
1	2	Thanh trượt	
2	1	Động cơ bước	
3	1	Gối đỡ	
4	18	Vít M5x20	
5	1	Bàn trục X	
6	1	Đai ốc bi	
7	1	Giá đỡ đai ốc bi	
8	4	Con trượt	
9	1	Vít me bi	

Hình 6. Kết cấu cụm trục X



PART LIST			
ITEM	QTY	NAME	DESCRIPTION
1	1	Động cơ trục Y	
2	1	Gá động cơ	
3	2	Gối đỡ trục vít me	
4	1	Trục vít me bi	
5	1	Bàn trục Y	
6	1	Đai ốc bi	
7	1	Tâm gá trục Y	
8	1	Tâm gá trục Z	

Hình 7. Kết cấu cụm trục Y



PART LIST			
ITEM	QTY	NAME	DESCRIPTION
1	1	Động cơ trục Z	
2	2	Thanh trượt	
3	4	Con trượt	
4	1	Bracket	
5	16	Vít M5x20	
6	1	Trục vít me	
7	1	Gá động cơ	
8	2	Gối đỡ trục vít me	
9	1	Đai ốc bi	
10	1	Spindle	
11	1	Gá spindle	

Hình 8. Kết cấu cụm trục Z

Chọn động cơ bước SUMTOR 57HS5630A4 sau khi tính toán. Thông số kỹ thuật chính:

- Kích thước mặt bích: 56x56 mm;
- Chiều dài thân: 56 mm;
- Khối lượng: 680 g;
- Dòng chịu tải: 3 A;
- Góc bước: 1,8°/step.
- Moment xoắn trên trục: 1.1 Nm

Bảng 3. Thông số thanh trượt Mã SVR 28-280

H	L	B	L ₁	P ₁	S ₁
28	280	42	47	32	M5
BB	D*G*H	P	C	C ₀	
22,5	6*9,5*8,5	60	7,2	12,1	

Dựa vào đường kính trục vít me và tốc độ quay của động cơ tính toán chọn sơ bộ thông số của ổ lăn mã 62300-2RS1 tiêu chuẩn của SKF.

3.2.2 Tính toán trục xoay B, C

Chọn thông số đầu vào

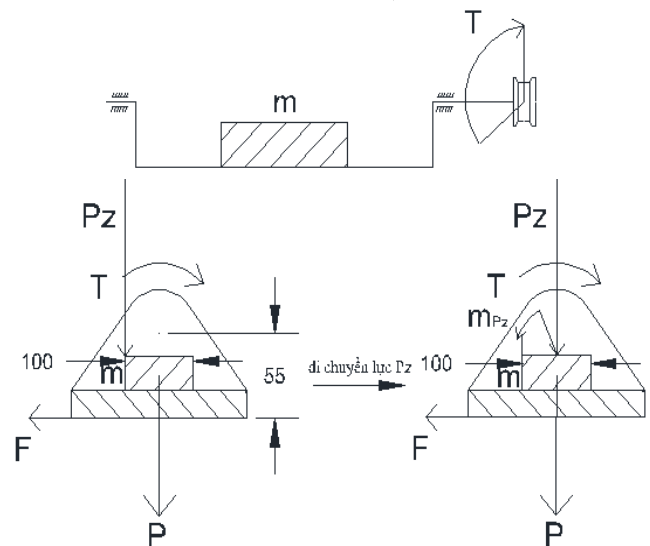
- Khối lượng bàn xoay là $m = 30$ kg
- Tốc độ quay lớn nhất của trục $n = 100$ v/ph
- Tỷ số truyền của bộ truyền đai là $i = 2$; bộ truyền được chọn là đai răng

- Thời gian để đạt tốc độ cực đại là 0,4 s

- Hiệu suất bộ truyền đai $\eta_1 = 0,92$

- Hiệu suất của ổ bi là $\eta_2 = 0,99$

Tính momen cần thiết để bàn quay



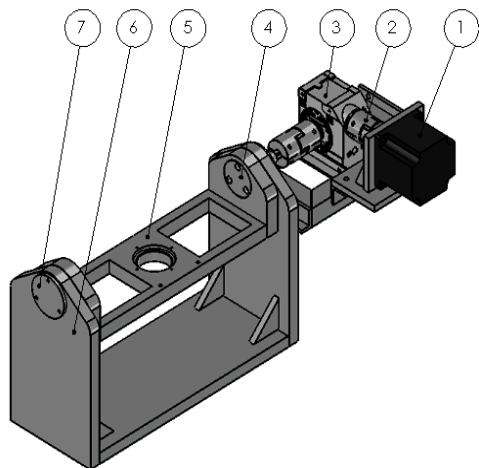
Hình 9. Sơ đồ phân tích lực tác động lên trục quay B

Tính toán chọn động cơ

Dựa vào momen tính được $T_2 = 7,66$ Nm chọn được động cơ có các thông số kỹ thuật như sau: Kích thước: Mặt bích LxW= 86x86 mm, chiều dài thân 150 mm, đường kính trục 14 mm, rãnh then; Chịu tải 6A, moment xoắn 8,2Nm, 4 dây, nặng 3,5 kg; Góc bước: 1,8° ± 5%; Nhiệt độ môi trường xung quanh: 20°C ~ +50°C - Nhiệt độ làm việc lớn nhất: 80°C.

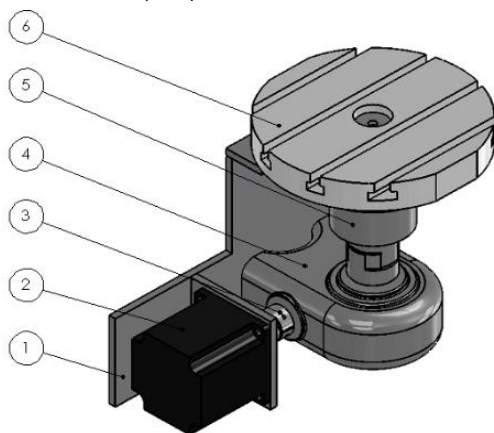
Bảng 4. Thông số thanh trượt Mã SVR 28-280

H	L	B	L ₁	P ₁	S ₁
28	280	42	47	32	M5
BB	D*G*H	P	C	C ₀	
22,5	6*9,5*8,5	60	7,2	12,1	



PART LIST			
ITEM	QTY	NAME	DESCRIPTION
1	1	Động cơ	
2	1	Khớp nối	
3	1	Hộp giảm tốc	Tỉ số truyền 1:60
4	1	Trục	
5	1	Bàn máy trục B	
6	1	Thân đỡ trục B	
7	1	Vỏ nắp	

Hình 10. Kết cấu cụm trục B



PART LIST			
ITEM	QTY	NAME	DESCRIPTION
1	1	Tâm giá động cơ	
2	1	Động cơ	
3	1	Khớp nối	
4	1	Hộp giảm tốc	Tỉ số truyền 1:25
5	1	Vỏ lắp ổ lăn	
6	1	Bàn máy trục C	

Hình 11. Kết cấu cụm trục C

Dựa vào đường kính trục vít me và tốc độ quay của động cơ tính toán chọn sơ bộ thông số của ổ lăn mã 62300-2RS1 tiêu chuẩn của SKF. Thiết kế được kết cấu của trục B và C như hình 10, 11.

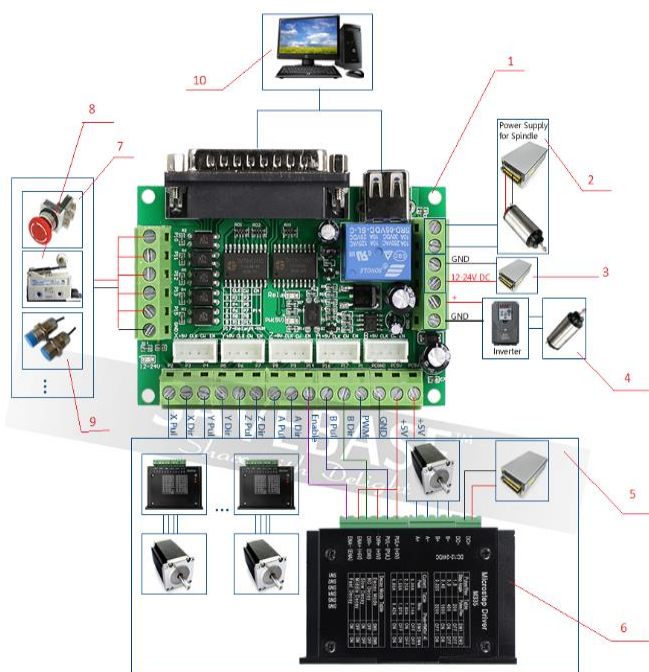
3.2.3 Tính toán thiết kế bộ điều khiển[5]

Tác giả lựa chọn phần mềm điều khiển Mach 3 vì đây là phần mềm miễn phí phục vụ cho nghiên cứu, thử nghiệm và phù hợp với yêu cầu đặt ra của bài toán điều khiển máy CNC 5 trục đồng thời, mạch điều khiển Mach 3 cho máy CNC 5 trục hỗ trợ giao tiếp với máy tính qua cổng LPT, cho phép xây dựng các máy phay CNC, cắt laze, khắc... hiệu quả nhất với chi phí vừa phải.

- Hoàn toàn tương thích với phần mềm MACH3.

- Cấp nguồn qua cổng USB và các thiết bị ngoại vi độc lập nhằm tránh sốc điện cho máy tính khi vận hành [3].
- Điện áp nguồn ngoài có thể thay đổi trong khoảng từ 12V đến 24V.
- Tất cả các tín hiệu vào đều thông qua cách ly quang để bảo vệ mạch.
- Sử dụng 1 rơ le, có thể dùng để điều khiển spindle (tắt P17).
- Có đầu ra analog (0 – 10V) để nối với bộ biến tần khi cần điều khiển tốc độ spindle.
- Có thể điều khiển cùng lúc tới 5 động cơ bước (5 trục).
- Có thể kết nối với driver động cơ bước theo Anốt chung hoặc Catốt chung.

* Sơ đồ bộ điều khiển CNC 5 trục như hình 12.

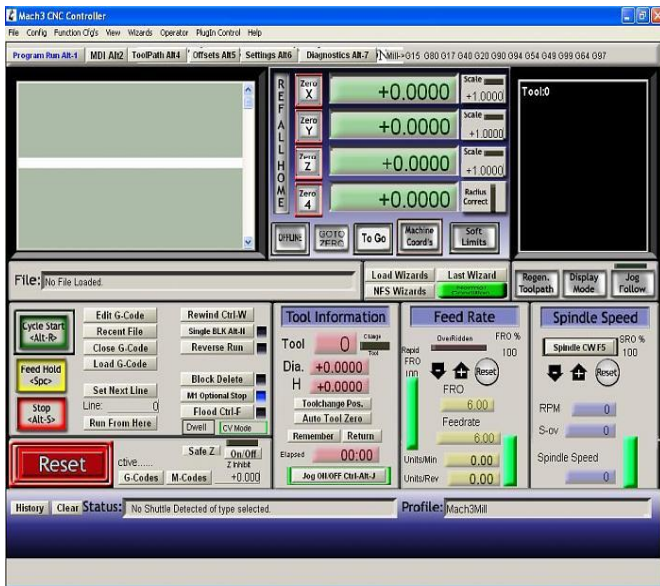


Hình 12. Sơ đồ linh kiện điện, điện tử điều khiển máy CNC 5 trục đồng thời

* Linh kiện điện, điện tử điều khiển máy gồm các chi tiết chính sau:

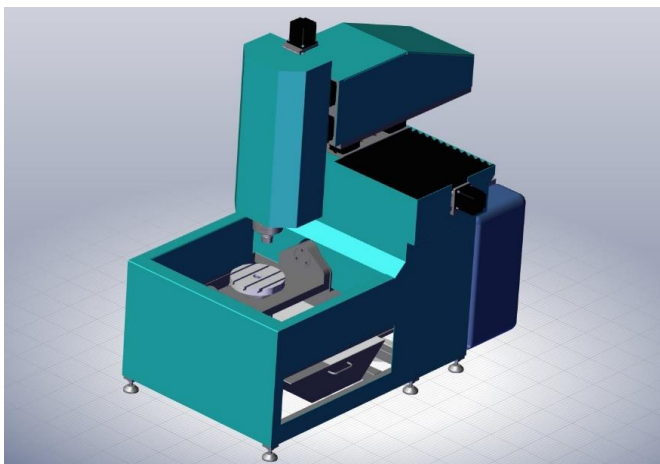
1. Vi điều khiển BOB mạch Mach3
2. Nguồn bật tắt trục chính
3. Nguồn điện
4. Đầu ra biến tần và trục chính
5. Động cơ bước 5 trục X Y Z B C
6. Driver điều khiển động cơ bước
7. Nút dừng khẩn cấp
8. Công tắc giới hạn các trục
9. Sensor giới hạn hành trình dịch chuyển
10. Máy tính

Để tương thích với Bob Mach3 ở trên, thì ta chọn phần mềm Mach3, Mach3 là phần mềm của hãng ArtSoft, ban đầu được thiết kế dành cho những người chế tạo máy CNC tại nhà theo sở thích nhưng đã nhanh chóng trở thành phần mềm điều khiển linh hoạt trong công nghiệp.



Hình 13. Giao diện phần mềm MACH 3 điều khiển máy

Sau khi phân tích kết cấu máy, nhóm tác giả đã ứng dụng phần mềm PTC Creo Elements để thiết kế mô hình máy và mô hình phân rã của các cụm chi tiết.



Hình 14. Mô hình thiết kế máy hoàn chỉnh

Các chi tiết có trên máy đều được thiết kế theo tiêu chuẩn để thuận tiện cho việc chế tạo cũng như sửa chữa và thay thế sau này.

- + Trục X,Y,Z được dẫn động bằng bộ truyền vít me đai ốc bi để đạt được độ chính xác nhất trong quá trình máy hoạt động.
- + Các trục B, C được tăng cường momen xoắn nhờ 2 hộp giảm tốc độ ở 2 trục.
- + Sử dụng động cơ bước để truyền động cho tất cả các trục.
- + Sử dụng cảm biến hành trình để giới hạn hành trình cho các trục X, Y, Z.
- + Sử dụng động cơ Spindle có công suất 1,5KW để tạo ra chuyển động cắt gọt.
- + Sử dụng các mối ghép bulong, mối ghép hàn và mối ghép then để tạo thành máy.

Sau khi tính toán, nhóm nghiên cứu đã tiến hành lắp ráp và mô phỏng động học trên phần mềm Unigraphics NX sau đó lập quy trình công nghệ và chế tạo mô hình máy phay CNC 5 trục có các thông số kỹ thuật như bảng 5.

Bảng 5. Thông số kỹ thuật máy

Tên máy	Mô hình máy phay CNC 5 trục
Kích thước gia công	150x150x100mm
Đường kính dao lớn nhất	Ø6
Vật liệu gia công	Nhôm, gỗ ...
Kết nối với máy tính	Có
Màn hình LCD	Có
Cảm biến an toàn	Có
Tốc độ cắt tối đa	40 (m/ph)
Điện áp nguồn	220V - 50Hz



Hình 15. Hình ảnh mô hình máy CNC 5 trục đồng thời gia công



Hình 16. Một số sản phẩm chế tạo trên mô hình máy CNC 5 trục đồng thời

4. KẾT LUẬN

Mô hình máy CNC 5 trục đồng thời nhóm nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo được có thể gia công được các chi tiết vật liệu nhôm, gỗ, gia công có biên dạng phức tạp trên một lần gá. Tuy đây, là sản phẩm đầu tiên trong lĩnh vực thiết kế và chế tạo máy trung tâm gia công 5 trục đồng thời phục vụ cho nghiên cứu và đào tạo. Đặc biệt hơn là cơ sở cho sự tiếp cận với công nghệ gia công điều khiển số (CNC) phức tạp, hiện đại và thông minh trong thời kỳ cách mạng công nghiệp 4.0.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. S. Mekid, P. Pruschek and J. Hernandez, 2009. *Beyond intelligent manufacturing: a new generation of flexible intelligent NC machines*. Mechanism and Machine Theory, Vol.44/466-476.

[2]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, 2006. *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*, tập 1,2. Nhà xuất bản Giáo dục.

[3]. Nguyễn Quang Hùng, Trần Ngọc Bình, 2003. *Động cơ bước - kỹ thuật điều khiển và ứng dụng*. NXB Khoa học và kỹ thuật.

[4]. Bùi Quý Lực, 2006. *Hệ thống điều khiển số trong công nghiệp*. NXB Khoa học và kỹ thuật.

[5]. Tống Văn On, Hoàng Đức Hải, 2005. *Họ vi điều khiển 8051*. NXB Lao động - Xã hội.

[6]. Nguyễn Ngọc Đào, 2008. *Chế độ cắt gia công cơ khí*. NXB Khoa học và kỹ thuật.