ERSD 2018

KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

CƠ ĐIỆN

Nhà xuất bản giao thông vận tải

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	**PGS.TS Lê Hải An**	
Phó trưởng ban:	**GS.TS Trần Thanh Hải**	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	**GS.TS Nhữ Văn Bách**	**PGS.TS Nguyễn Như Trung**
	GS.TS Võ Trọng Hùng	**TS Đào Duy Anh**
	GS.TS Võ Chí Mỹ	**TS Nguyễn Xuân Anh**
	GS.TS Trần Văn Trị	**ThS Phạm Văn Chinh**
	PGS.TS Đoàn Văn Cánh	**ThS Phạm Chân Chính**
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	**TS Trần Quốc Cường**
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	**TS Nguyễn Đại Đồng**
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	**TS Trịnh Hải Sơn**
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	**TS Lê Ái Thụ**
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	**TS Phạm Quốc Tuấn**

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	**GS.TS Trần Thanh Hải**	
Phó trưởng ban	**PGS.TS Nguyễn Quang Minh**	
Ủy viên:	**PGS.TS Vũ Đình Hiếu**	**TS Lê Quang Duyến**
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	**TS Bùi Văn Đức**
	PGS.TS Lê Văn Hưng	**TS Nguyễn Hoàng**
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	**TS Phùng Quốc Huy**
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	**TS Nguyễn Thạc Khánh**
	PGS.TS Khổng Cao Phong	**TS Nguyễn Quốc Phi**
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	**TS Vũ Minh Ngạn**
	PGS.TS Lê Công Thành	**TS Phí Trường Thành**
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	**TS Dương Thành Trung**
	TS Lê Hồng Anh	

Cung Quang Khang 67

Điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha theo trị số điện trở ước lượng của mạch stator
Nguyễn Thạc Khánh 73

Nghiên cứu, đề xuất yêu cầu đối với rơle bảo vệ cắt nhanh để đảm bảo nguồn máy phát phân tán làm việc ổn định khi xảy ra ngắn mạch ba pha trên lưới
Phạm Trung Sơn, Nguyễn Đình Tiến 80

Một phương pháp dự đoán nhiễu điện từ (EMI-Electromagnetic Interference) cho các bộ nguồn chuyển mạch SMPS
Nguyễn Tiến Sỹ, Nguyễn Trường Giang, Hà Thị Chúc 86

Tác động ảnh hưởng và biện pháp khắc phục các thành phần sóng hài bậc cao trên hệ thống cung cấp điện tại các xí nghiệp công nghiệp mỏ
Phạm Trung Sơn, Nguyễn Đình Tiến 93

Khảo sát và đề xuất một số giải pháp hạn chế sóng hài của thiết bị điện tử công suất trong lưới điện 380V các dây chuyền sàng tuyển
Lê Xuân Thành 98

Giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành trạm biến áp khai trường mỏ lộ thiên
Đinh Văn Thắng 105

Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng méo dòng điện đến hiệu quả làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha
Đỗ Như Ý 109

TIỂU BAN
KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

Ứng dụng Matlab để nghiên cứu và phân tích phổ tần số rung động cho máy khoan xoay cầu CBIII-250T trong công nghiệp khai thác mỏ
Đặng Văn Chí, Lê Ngọc Dùng 115

Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC 3 trục cỡ nhỏ
Đặng Văn Chí, Nguyễn Thế Lực 121

Tổng quan về sự phát triển và ảnh hưởng của kỹ thuật điều khiển tới hiệu quả nổ mìn
Đào Hiếu 127

Decision support system for small hydropower systems
Nguyen Duc Khoat, Ha Van Thuy 133

Chuyển đổi giữa góc tính toán và góc điều khiển của Robot Công nghiệp
Nguyễn Đức Khoát, Phạm Minh Hải 137

Điều khiển phối hợp dựa trên tín hiệu DC bus cho hệ DC Microgrid
Phạm Thị Thanh Loan 142

Mô phỏng điều khiển kích từ máy phát cho hệ truyền động điện máy xúc EKG bằng chỉnh lưu Thyristor
Khổng Cao Phong, Lưu Hồng Quân 148

Nghiên cứu chế tạo nguyên mẫu thiết bị thử nổ phá hủy bằng xung điện

Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC 3 trục cỡ nhỏ

Đặng Văn Chí [1,*] ,Nguyễn Thế Lực [1],
[1] *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TÓM TẮT

Máy phay CNC là một trong những thành tựu của tiến bộ khoa học kỹ thuật trên thế giới. Máy phay CNC ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong chế tạo máy, đặc biệt trong lĩnh vực cơ khí chính xác và tự động hóa quá trình sản xuất. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày các nội dung về: "Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC 3 trục" được thực hiện và hoàn thành tại Phòng thí nghiệm Tự động hóa - Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội. Kết quả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công máy phay CNC 3 trục có ý nghĩa về mặt khoa học và thực tiễn. Có thể ứng dụng vào giảng dạy, đào tạo và thực hành môn học CNC cho chuyên ngành kỹ thuật điều khiển và tự động hóa. Sản phẩm có thể triển khai vào thực tiễn sản xuất một cách hiệu quả và thay thế sản phẩm cùng loại nhập khẩu.

Từ khóa: Máy phay CNC, Động cơ bước, Mach 3.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, khoa học kỹ thuật ngày càng phát triển, vì vậy việc ứng dụng các kỹ thuật tiên tiến vào sản xuất nhằm tạo ra những sản phẩm có năng suất, chất lượng cao và giá thành hạ ngày càng cấp thiết, đặc biệt với các nước đang phát triển như Việt Nam và chuẩn bị hội nhập thế giới.

Các nước có nền công nghiệp phát triển, tự động hóa quá trình sản xuất trong đó có ngành cơ khí chế tạo đã được thực hiện từ những năm trước đây. Một trong những vấn đề quyết định của tự động hóa ngành cơ khí chế tạo là kỹ thuật điều khiển số và công nghệ trên các máy điều khiển số. Các máy công cụ điều khiển số được dùng phổ biến ở các nước phát triển như máy CNC, trong những năm gần đây đã được nhập vào Việt Nam và được sử dụng rộng rãi ở các Công ty, Nhà máy và Xí nghiệp… Máy công cụ điều khiển số hiện đại (CNC) là các thiết bị điển hình trong sản xuất tự động và nó là đặc trưng cho ngành cơ khí tự động. Vậy để làm chủ được công nghệ thì ta phải làm chủ được kỹ thuật thiết kế và chế tạo CNC.

Ở Việt Nam, trong một số các Viện nghiên cứu, các Trường Đại học, Cao đẳng đã đang từng bước đưa vào giảng dạy môn học CNC. Tuy nhiên, còn quá nhiều rào cản về tài chính mà các phòng thí nghiệm, thực hành chưa được đầu tư cho nghiên cứu, thiết kế, chế tạo một cách thỏa đáng. Với thực trạng trên, nhóm nghiên cứu đề xuất nghiên cứu chế tạo máy phay CNC để nhằm phục vụ tốt hơn công tác giảng dạy và đào tạo môn học CNC của Bộ môn Tự động hóa - Khoa Cơ điện. Đồng thời kết quả nghiên cứu có thể triển khai chế tạo thành sản phẩm thương mại, hoàn toàn có khả năng đáp ứng yêu cầu thực tiễn sản xuất công nghiệp.

2. Thiết kế và chế tạo máy phay CNC 3 trục

2.1. Yêu cầu về thông số kỹ thuật và công nghệ của máy CNC

Vật liệu gia công: Nhôm, hợp kim nhôm, đồng, mica, phíp, gỗ, gỗ phíp, ….
Dụng cụ gia công: dao phay, đường kính trục lớn nhất D_{max}= 10mm.
Động cơ trục chính: Tốc độ quay trục chính tối đa ω_{max} = 24000 vòng/phút.
Giới hạn hành trình di chuyển tối đa các trục: L_x=400mm, L_y = 600mm, L_z = 200mm.
Khung máy: Sử dụng vật liệu kim loại (nhôm, thép) đảm bảo độ bền, cứng, vững, ổn định khi làm việc.

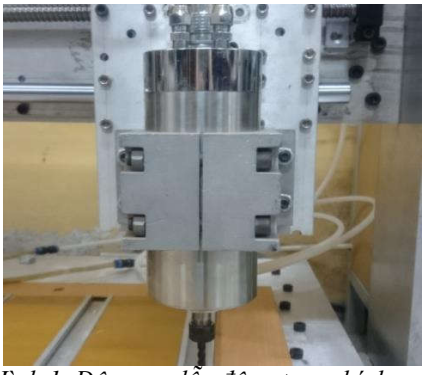
2.2. Nghiên cứu tính chọn thiết bị truyền động

a. Động cơ dẫn động trục chính

Chọn động cơ 3 pha không đồng bộ (hình 1) với thông số kỹ thuật như sau:

P=1.5kW; f = 400Hz; U=220V;I=5A;ω_{dc}=0÷24000vòng/phút. (TS.Trần Văn Địch, 2000).

* *Tác giả liên hệ*
Email: dangvanchi@humg.edu.vn



Hình 1. Động cơ dẫn động trục chính

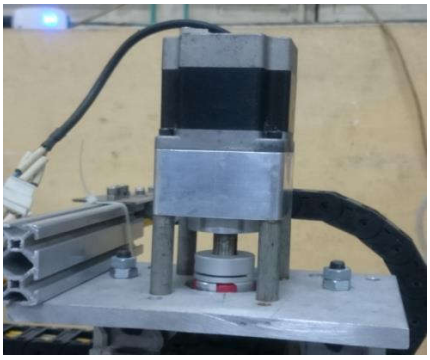
Điều chỉnh tốc độ động cơ trục chính bằng biến tần LS, loại SV022iC5-1 với thông số kỹ thuật như sau:

Thông số đầu vào: U_1 = 200-230Vac (1 phase); f_1 = 50Hz hoặc 60Hz

Thông số đầu ra: U_2 = 0-230Vac(3 phase); f_2 = 0-400Hz; P = 3HP/2.2kW

b. Động cơ dẫn động cho 3 trục x, y, z

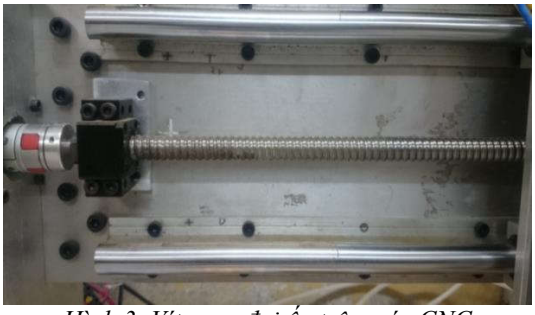
Để điều khiển dẫn động các trục x, y, z của máy CNC, có thể chọn các loại động cơ có khả năng điều khiển vị trí như: Động cơ Servo, động cơ một chiều hoặc động cơ bước (Trương Hữu Chí, Võ Thị Ry, 2007). Tuy nhiên nhóm tác giả đã lựa chọn động cơ bước (stepping motor) để dẫn động cho các trục dođộng cơ bước đáp ứng tốt các yêu cầu về điều khiển chính xác vị trí,có ưu điểm là không cần mạch phản hồi và giá thành thấp. (Nguyễn Quang Hùng, Trần Ngọc Bình, 2005; Marc McComb, 2007; Beckhoff New Automation Technology, 2010).



Hình 2. Động cơ dẫn động trục tọa độ

Lựa chọn động cơ bước 5 phase của hãng Autonic (hình 2) với thông số kỹ thuật: $U_{đm}$ = 1.45V; $I_{đm}$ = 1.4A/phase; 250 bước/1vòng quay ($1{,}44^0$/1bước).

c. Bộ phận truyền động cơ khí biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến

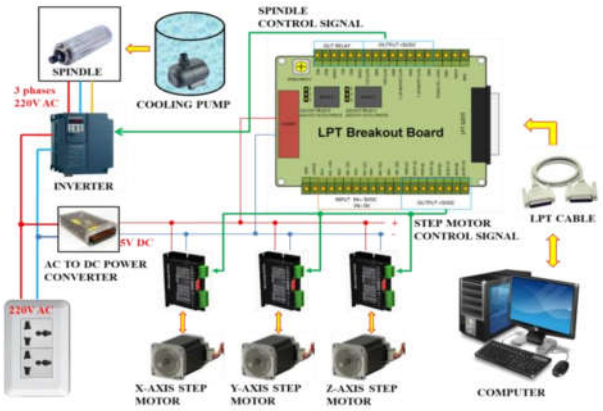


Hình 3. Vít me – đai ốc trên máy CNC

Đối với bộ truyền cơ khí biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến ta chọn bộ truyền vitme bi (hình 3). Với ưu điểm kết cấu cơ khí khử khe hở giữa vít me và đai ốc, tạo sức căng ban đầu nhằm tăng độ cứng vững dọc trục, tạo ma sát nhỏ, hiệu suất cao và cũng sẵn có trên thị trường (Phan Hữu Phúc, 2000).

2.3. Nghiên cứu thiết kế hệ thống điều khiển

a. Thiết kế sơ đồ nguyên lý tổng quan hệ thống điều khiển



Hình 4.Sơ đồ nguyên lý điều khiển hệ thống máy CNC 3 trục

Hệ thống điều khiển như hình 4 (Tạ Duy Liêm, 2001) gồm:

- Bộ nguồn và bo mạch điều khiển ghép nối máy tính.
- Cụm 3 driver điều khiển động cơ bước di chuyển ở các trục tọa độ với tính năng làm việc ổn định trong môi trường sản xuất công nghiệpkhắc nghiệt. Đáp ứng nhanh và dễ dàng điều khiển trực tiếp từ máy tính thông qua phần mềm.
- Thiết bị điều khiển động cơ trục chính (SPINDLE): Biến tần LS-i5.
- Hệ thống bơm nước tuần hoàn để làm mát động cơ.
- Các bộ điều khiển động cơ (motor driver) nhận tín hiệu điều khiển từ bo mạch chính kết nối với máy tính thông qua dây cable.
- Hiện nay có 3 phương thức ghép nối máy tính được sử dụng đó là: Ghép nối thông qua khe cắm PCI, qua cổng USB hoặc cổng LPT.

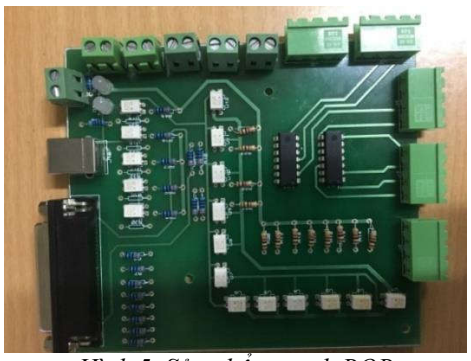
b. Thiết kế mạch LPT-BOB (Break Out Board)

Chức năng chính của mạch BOB là chuyển đổi tín hiệu điều khiển từ máy tính đến các MOTOR DRIVER và biến tần để điều khiển động cơ bước và SPINDLE. Ngoài ra mạch BOB cho phép kết nối các tín hiệu từ các cảm biến và các nút nhấn điều khiển đến máy tính.

Mạch BOB (hình 5) được thiết kếtrên phần mềm Proteus. Các linh kiện sử dụng thông dụng như OPTO 521, IC 74HC04, cùng với một vài linh kiện cơ bản như điện trở, tụ điện,… (Kajal J.Madekar, Kranti R. Nanaware, Pooja R. Phadtare, Vikas S. Mane, 2016).

c. Thiết kế lắp đặt tủ điện điều khiển

Tủ điều khiển (hình 6) bao gồm toàn bộ các thiết bị điện điều khiển và các bo mạch điều khiển máy CNC cùng với khối nguồn.Tủ điều khiển có các giắc kết nối tín hiệu điều khiển, kết nối nguồn theo tiêu chuẩn công nghiệpđảm bảo kết nối chắc chắn và ổn định khi làm việc lâu dài. Các nút bấm điều khiển, nút dừng khẩn cấp, đèn báo được bố trí trên bề mặt tủ điều khiển giúp cho thao tác vận hành điều khiển máy được thuận tiện, đảm bảo an toàn, chính xác.



Hình 5. Sản phẩm mạch BOB (Break Out Board) máy CNC

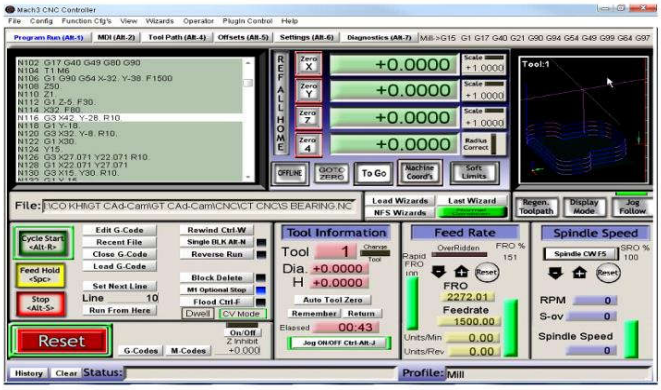
Hình 6. Các thiết bị trong tủ điều khiển máy CNC

2.2. Giao diện làm việc

Hiện nay có rất nhiều các phần mềm được sử dụng để điều khiển máy CNC. Phần mềm Mach3 của hãng ArtSoft được sử dụng khá phổ biến do tính đơn giản và hiệu quả mang lại. Phần mềm Mach 3 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 (Phan Hữu Phúc, 2000). Phần mềm Mach 3 có thể kết nối với các bo mạch điều khiển máy thông qua ghép nối cổng LPT hoặc USB. Giao diện làm việc của phần mềm Mach 3 (hình 7) được thiết kế trực quan, thân thiện với người dùng, cho phép thiết đặt các thông số điều khiển và giám sát quá trình làm việc của máy CNC.

a. Chức năng và đặc điểm cơ bản của phần mềm Mach3

- Cho phép nhập trực tiếp các file dxf, bmp, jpg và hpgl thông qua phần mềm LazyCam.
- Hiển thị G-code trực quan và tạo ra G-code thông qua LazyCam hoặc Wizards.
- Giao diện có thể tùy biến hoàn toàn theo ý thích người sử dụng.
- Tùy biến G-code và Macro bằng cách sử dụng VBscript.
- Điều khiển tốc độ trục chính (Spindle), các rơle đóng-cắt.
- Khả năng tạo ra xung điều khiển tốc độ động cơ bằng tay.
- Hiển thị video khi máy chạy, quan sát vị trí, hành trình chạy dao theo 3 trục
- Có khả năng dùng được với màn hình cảm ứng.

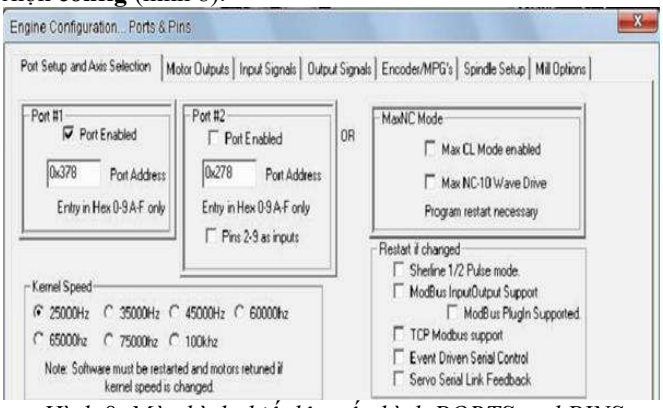


Hình 7. Giao diện Mach3 điều khiển và giám sát máy CNC

b. Thiết đặt các thông số

Để truyền tín hiệu từ Mach3 ra cổng LPT, trước hết ta phải hiệu chỉnh số chân và số cổng LPT trên phần mềm bằng cách:

Trên thanh **Menu** chọn **config** (hình 8).



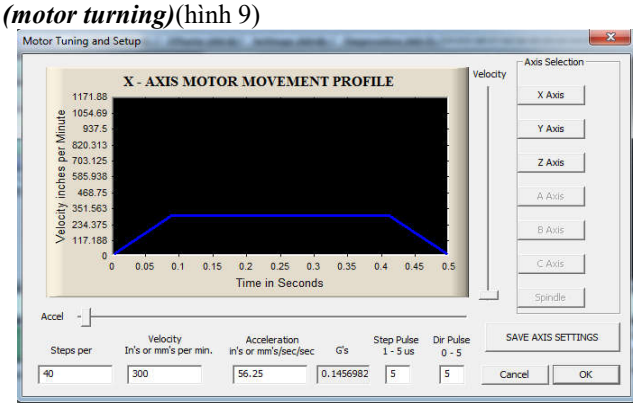
Hình 8. Màn hình thiết lập cấu hình PORTS and PINS

Trong hộp thoại gồm 7 tab với các function:(Beckhoff New Automation Technology,2010).

- **Port setup and axis selection:** cho phép thiết lập số cổng LPT.
- **Motor output:** Tín hiệu xuất ra cho động cơ, cho phép ta chọn chân cấp xung điều khiển bước cho động cơ và chân cấp tín hiệu điều khiển chiều quay động cơ hay hướng di chuyển ở mỗi trục.
- **Input signals:** cho phép thiết lập chân tín hiệu ngõ vào(như các tín hiệu hành trình …).
- **Output signals:** cho phép thiết lập chân tín hiệu ngõ ra (như đóng mở động cơ trục chính, bơm làm mát…).
- **Encoder/MPG's:** Cho phép thiết lập chân tín hiệu Handle.

▪ **Spindle setup:** Cho phép cài đặt tín hiệu đóng mở trục chính, chọn chế độ làm mát…
▪ **Mill option:**Các lựa chọn cho chế độ Mill như cài đặt khoảng cách an toàn cho trục Z…

c. ***Hiệu chỉnh Motor (motor turning)***(hình 9)



Hình 9. Hộp thoại cho phép hiệu chỉnh số xung di chuyển motor

▪ Để vít me dịch chuyển tịnh tiến một khoảng dài 1mm thì ta phải quy đổi tương đương số bước/vòng quay.
▪ **Steps per** là số bước để trục di chuyển 1 mm (nếu chọn đơn vị là mm).
▪ **Velocity Inches per Minute** là tốc độ dịch chuyển (mm/phút).
▪ Chọn thông số hợp lý phụ thuộc vào vít me.
▪ Chọn phương pháp điều khiển một bước, nửa bước hoặc vi bước và yêu cầu thiết bị gia công.
Cuối cùng chọn nút MDI, nhập G-code vào Input để điều khiển máy.

3. Kết quả và thảo luận

Mô hình máy phay CNC 3 trục hoàn thiện được nhóm tác giả lắp đặt, tích hợp theo các thiết bị được lựa chọn và thiết kế ở trên (hình 10).

Hình 10. Mô hình máy phay CNC 3 trục hoàn thiện

Hình 11. Máy chạy thử nghiệm phay gỗ

Máy đã được chạy thử trên các chất liệu khác nhau cho kết quả đáp ứng các yêu cầu đặt ra về chất lượng, kỹ thuật và độ chính xác gia công. Đảm bảo về mặt thẩm mỹ quá trình gia công cơ khí (hình 11).

4. Kết luận

Đề tài nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy CNC 3 trục đã giải quyết và hoàn thành các nội dung theo yêu cầu và mục tiêu đặt ra.

Máy đã được chạy thử nghiệm trong phòng thí nghiệm Bộ môn Tự động hóa với các chất liệu khác nhau, đã đáp ứng được các yêu cầu thiết kế và đảm bảo chất lượng sản phẩm.

Thử nghiệm với các chức năng điều khiển khác nhau: chế độ điều khiển bằng tay, điều khiển tự động được đánh giá hệ thống hoạt động ổn định và làm việc tin cậy.

Sản phẩm của đề tài bước đầu là một công cụ học tập, giảng dạy thực hành hữu hiệu, bổ trợ cho môn học lập trình CNC, đáp ứng tốt yêu cầu cơ bản không chỉ đào tạo kỹ sư ngành kỹ thuật điều khiển và tự động hóa mà còn có thể đáp ứng các yêu cầu thực hành cho kỹ sư chuyên ngành cơ khí chế tạo, máy và thiết bị Mỏ trong Khoa Cơ - Điện.

Có thể phát triển thành sản phẩm thương mại và chuyển giao công nghệ chế tạo cho các đơn vị sản

xuất công nghiệp, có thể triển khai ứng dụng thực tế.

Tài liệu tham khảo

Trương Hữu Chí, Võ Thị Ry, 2007. *Cơ điện tử trong chế tạo máy*. Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội.

PGS.TS. Trần Văn Địch, 2000. *Công nghệ trên máy CNC*. Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội.

Tạ Duy Liêm, 2001. *Hệ thống điều khiển số cho Máy Công cụ*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Nguyễn Quang Hùng, Trần Ngọc Bình,2005. *Động cơ bước kỹ thuật điều khiển và ứng dụng*. Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội.

Phan Hữu Phúc, 2000. *CAD/CAM thiết kế và chế tạo có máy tính trợ giúp.* Nhà xuất bản Giáo dục - Hà Nội.

Beckhoff New Automation Technology, 2010. *Application Note DK9222-0410-0014, Motion Control*.

Kajal J.Madekar, Kranti R. Nanaware, Pooja R. Phadtare, Vikas S. Mane, 2016**.** *Automatic mini CNC machine for PCB drawing and drilling.* International Research Journal of Engineering and Technology, Volume: 03 Issue: 02 | Feb-2016,e-ISSN: 2395 -0056.

Marc McComb, 2007. *Introduction to Stepper Motor.* Microchip WebSeminars.

ABSTRACT

Research - Design and manufacture of small 3 axis CNC milling machine

Dang Van Chi[1], Nguyen The Luc[1]

[1] *Hanoi University of Mining and Geology*

CNC milling machine is one of the achievement of scientific progress in the world. It is widely used in manufacturing machine, especially in the field of precision mechanics and the automation of production process. In this article, the authors present contents and results of the project: "Research, design and manufacture of 3 axis CNC milling machine" which was done and completed at the Automation Laboratory – Ha Noi university of Mining and Geology. The result of this project is scientific knowledge. The 3-axis CNC milling machine model can also be used for teaching, training and practice CNC courses for engineering and automation. The product can be effectively putted in practive and replaced with the same imported product.

Keywords: CNC milling machine, step motor, Mach 3 software.