

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY CƯA LỌNG TỰ ĐỘNG CẮT PHẦN DƯ VÀ BAVIA SẢN PHẨM ĐÚC CHO NGÀNH MAY

DESIGNING AND MANUFACTURING AUTOMATIC BAND SAW MACHINE FOR SEALING AND BAVIA CUTTING THE CAST PRODUCT FOR THE SEWING INDUSTRY

Lê Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Liêm, Nguyễn Đức Huy
Công ty TNHH Dịch vụ Kỹ thuật Thương mại Nhất Tinh

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo hệ máy cưa lọng tiêu chuẩn tự động cắt phần dư, bavia sản phẩm đúc. Hệ thống bao gồm máy cưa lọng với lưỡi cưa chuyển động theo chiều đứng kết hợp bàn máy di chuyển phi 2,5D. Bộ điều khiển cho máy được xây dựng trên board chủ máy tính kết nối bàn điều khiển số. Chế độ hoạt động được lập trình thông qua giao diện trên màn hình và gửi lệnh tới các drive máy cưa và dịch chuyển phi tương ứng. Giải pháp đề xuất cho cắt gọt khung máy may bao gồm mô phỏng xác định quỹ đạo cắt phi để tạo dữ liệu để điều khiển bàn máy 2,5D. Sau đó sử dụng bộ dữ liệu này để huấn luyện bàn máy di chuyển chính xác theo quỹ đạo thực tế. Do đó, độ chính xác cắt gọt được nâng cao trên cấu hình không phức tạp như dùng robot dịch chuyển phi.

Máy có các tính năng kỹ thuật như sau: Vật liệu cắt: Nhôm, đồng; Hành trình 400 (X) x 400 (Y) mm; Chiều dày cắt tối đa 20mm (nhôm); Sai số vị trí: ± 0.3 mm; Sai số lặp lại: ± 0.2 mm; Sai số gia công: ± 1 mm; Công suất: 4 kW; Tốc độ bàn máy 1-8 m/ph; Góc xoay cắt: 270° . Thiết bị đã được ứng dụng hiệu quả tại Công ty Nhất Tinh (TP.HCM).

Từ khoá: Cắt bavia tự động; Máy cưa lọng CNC; Bàn máy di chuyển phi.

ABSTRACT

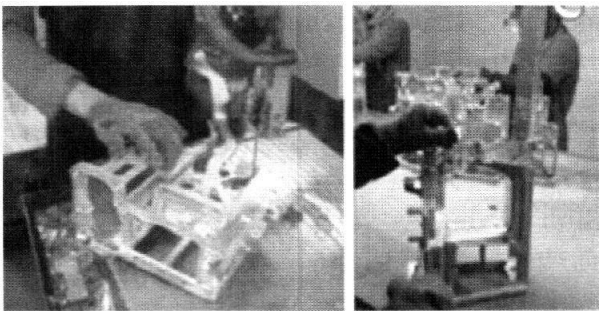
The paper presents the results of the design and manufacture of the automatic band saw machine for cutting residue, bavia casting products. The system consists of a jigsaw machine with a vertical movement saw blade incorporating a 2.5D workpiece moving table. The machine's controller is built on the computer main board. The operating mode is programmed through the interface on the digital control panel and sends commands to the saw machine drives and moves the workpiece accordingly. The proposed solution for sewing machine frame trimming includes simulation of the workpiece trajectory determination to generate data to control the 2.5D machine table. Then use this data set to train the machine to move precisely in the actual trajectory. Therefore, cutting accuracy is enhanced on a configuration that is not as complicated as using a workpiece transfer robot.

The machine has the following technical features: Cutting material: Aluminum, copper; Strokes (X Y): 400x400 mm; Maximum cutting thickness 20 mm (aluminum); Error position: ± 0.3 mm; Repeatability error: ± 0.2 mm; Machining error: ± 1 mm; Power: 4 kW; Speed of machine table 1-8 m/ ph; Cutting angle: 270° . Equipment has been used effectively at Nhat Tinh Company (HCMC).

Keywords: Automatic bavia cutting; CNC band saw machine.

1. GIỚI THIỆU

Theo thống kê của Hội Đúc và Luyện kim Việt Nam, hiện cả nước có khoảng 600 doanh nghiệp nội địa hoạt động trong lĩnh vực đúc với các sản phẩm như vỏ động cơ, đúc ống- đúc phôi cho chế tạo cơ khí, phụ tùng ô tô, xe máy... với công suất từ 10.000 tới 50.000 tấn/năm. Nhu cầu vật đúc mỗi năm đều tăng, dự kiến, đạt gần 2 triệu tấn sản phẩm năm 2020 và sẽ tăng 25% vào năm 2025. Đúc thuộc lĩnh vực gia công nhanh, nhưng công đoạn xử lý dư lượng sau đúc (cắt bỏ, mài, làm sạch bề mặt) hầu như vẫn thực hiện bằng tay (Hình 1), tốn nhiều thời gian, công sức và năng suất thấp.



Hình 1: Thao tác của công nhân cắt bỏ và mài bề mặt thủ công.

Công nghệ tự động xử lý cổ rót và làm sạch ba-via biên dạng 3D chi tiết đúc thuộc các lĩnh vực công nghệ CNC, Robot; CAM và thiết bị cắt - mài chuyên dụng. Vì vậy, việc tích hợp các công nghệ này có độ khó và sự phức tạp nhất định. Do đó, việc thiết kế chế tạo thiết bị tự động xử lý cho sản phẩm đúc là một yêu cầu cấp thiết, cho phép nâng cao năng suất, chất lượng và giảm giá thành sản phẩm. Trên thị trường hiện đã có các loại sản phẩm tích hợp CNC và robot cho các ứng dụng xử lý làm sạch sản phẩm sau khi đúc. Sản phẩm của Trebi (Italia) [1] sử dụng tay máy để cắt phần dư thừa của sản phẩm đúc đồng - nhôm, nhưng không cắt được biên dạng mặt trong và chi phí đầu tư rất cao. Máy cửa lọng CNC của Yow

Cherng CNC Band Saw YC 020 [2] cho phép cửa cắt những đường cong phức tạp trong gia công gỗ. Máy KATANA của Hãng FICEP [3] là loại cửa 2 cột. Một số loại máy hoạt động theo cấu hình cửa lọng tiêu chuẩn với bàn máy di chuyển phôi CNC.

Nghiên cứu phát triển máy CNC đã được các nhà khoa học - công nghệ trong nước quan tâm từ lâu. Ban đầu là thiết kế, chế tạo các bộ điều khiển cho máy CNC [4÷6]. Một số công ty trong nước định hướng phát triển các loại máy gia công CNC cho các ứng dụng chuyên biệt, có độ chính xác đáp ứng các nhu cầu gia công sản xuất trong nước. Điển hình là Công ty TNHH Cơ Điện Tử Hiệp Phát (TP.HCM) thực hiện việc thiết kế chế tạo máy CNC, thiết kế bộ điều khiển, các giải pháp phần mềm và các phụ tùng cho máy CNC [7]. Các thiết bị cung cấp cho thị trường là các máy Gantry Robot 3D, có thể dùng để di chuyển đồ vật, cắt laser, dán keo, và thực hiện được các tính năng như 1 máy CNC 3 trục thông thường có thể làm như cắt, khắc, phay trên các vật liệu mềm. Một trong các loại máy CNC được nhiều công ty trong nước thiết kế, chế tạo và cung cấp cho thị trường là máy CNC cắt kim loại bằng gas hoặc plasma [8-10]. Như vậy, có thể nhận thấy việc nghiên cứu chế tạo thiết bị tự động để gia công làm sạch sản phẩm đúc trong nước vẫn chưa được quan tâm thực hiện. Trong khi các sản phẩm ngoại nhập có giá thành đắt, có thể chưa phù hợp với những sản phẩm đúc nội địa.

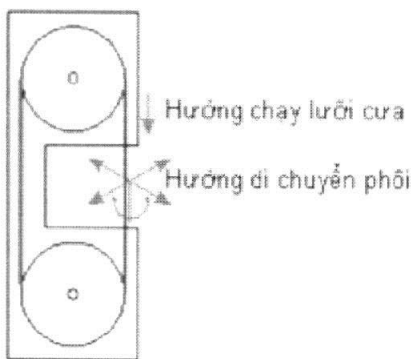
Đối tượng của nghiên cứu này là chế tạo máy cửa lọng cắt phần dư cho khung máy may gia đình sau khi đúc áp lực. Chi tiết cắt gồm: cổng rót của khung máy may đúc nhôm áp lực, kích thước bao của vùng cắt (có biên dạng lõm, góc miền cắt đến 270°) là 200 x 400 mm, độ dày cắt tối đa 3 mm. Độ chính xác vị trí 0.2 mm, đường cắt không phạm vào thành phẩm (thân máy may).

2. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY CỬA LỌNG TỰ ĐỘNG

2.1. Đề xuất cấu hình máy cửa lọng tiêu chuẩn kết hợp bàn máy di chuyển phối CNC 2.5D

Máy cửa lọng cắt bavia sản phẩm có thể thiết kế theo phương án Robot di chuyển phối - phù hợp với những chi tiết nhẹ và vừa, không bị giới hạn không gian làm việc. Bài báo này trình bày giải pháp chọn phương án máy cửa lọng kết hợp bàn máy CNC di chuyển phối 2,5D, phù hợp với những chi tiết nặng, không gian làm việc hạn chế.

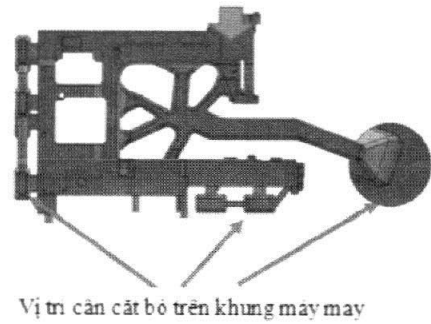
Phân tích các thiết bị điều khiển xoay lưỡi cửa chỉ đáp ứng được miền cắt tối đa tới góc 180°, trong khi yêu cầu đặt ra cho miền cắt tới góc 270°, vì vậy cần có sự điều khiển kết hợp di chuyển bàn máy (phôi). Nguyên lý làm việc: Bàn máy di chuyển phối theo biên dạng cắt gồm 2 phương X-Y và 1 trục xoay đảm bảo lưỡi cửa luôn tiếp tuyến với biên dạng gia công (Hình 2).



Hình 2: Nguyên lý máy cửa lọng tiêu chuẩn kết hợp bàn máy di chuyển phối CNC 2.5D

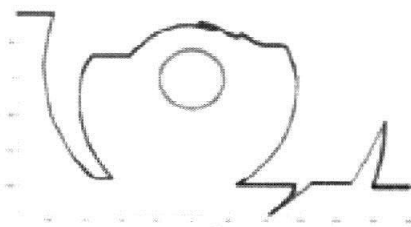
2.2. Động học máy cửa lọng

Xét trường hợp khung máy may sau khi đúc có những điểm cần cắt bỏ như Hình 3.



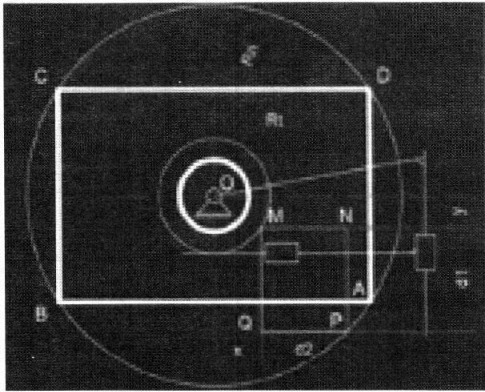
Hình 3: Những vị trí cần cắt bỏ trên khung máy may

Để thiết kế phần cửa lọng và bàn xoay gắn sản phẩm đúc khung máy may, ta cần phải xác định các quỹ đạo của lưỡi cửa và bàn xoay gắn khung đúc. Vì các quỹ đạo bàn xoay phụ thuộc vào điểm kẹp khung, nên việc xác định các quỹ đạo này được thực hiện bằng mô phỏng theo vị trí các nhóm điểm kẹp. Với điểm kẹp ở vị trí mũi tên (Hình 3), đường di chuyển của bàn máy: chạy hết quỹ đạo (đường màu xanh) và tránh lưỡi cửa (vòng tròn màu đỏ) như trên Hình 4. Như vậy, vùng di chuyển của bàn máy bao hết quỹ đạo bao ngoài và không chạm vào vòng tròn ở giữa.



Hình 4: Đường di chuyển của bàn máy

Bàn máy có thể thiết kế để di chuyển trong hình chữ nhật ABCD kích thước $a \times b$, và không chạm vào đường tròn bán kính r tại tâm hình chữ nhật (Hình 5). Khi đó, vùng hoạt động của bàn máy có hành trình hai trục d_1, d_2 và khớp xoay ở tâm hình chữ nhật có thể xoay được 360°. Để cắt phôi thì ít nhất vùng hoạt động của bàn máy phải bao hết hình chữ nhật này.



Hình 5: Vùng hoạt động của lưới cửa và bàn xoay 2,5D là hình chữ nhật và đường đi chuyển phối

Gọi MNPQ là hình bao vùng hoạt động của 2 trục tịnh tiến. Khi đó, để có vùng hoạt động như trên thì M thuộc đường tròn tâm O bán kính R_t , N thuộc đường tròn tâm O bán kính R_n . Tức là:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = R_t^2 \\ (x + d_2)^2 + (y + d_1)^2 = R_n^2 \end{cases} \quad (1)$$

Phân tích đường đi chuyển của phối sẽ nhận thấy những đường cong là hành trình chuyển hướng phối, những đường thẳng nằm ngang là hành trình cắt phối. Do đó, cơ cấu có thể sử dụng một khớp xoay ở vị trí tâm lưới cửa (tâm đường tròn) dùng để di chuyển phối và định hướng phối trong quá trình cắt. Nghĩa là khi cắt không sử dụng khớp xoay mà sử dụng hai khớp tịnh tiến (bàn máy CNC) để di chuyển phối.

Tổng đường cắt ngang dài nhất là 250mm, nên chọn trục ngang có hành trình 250mm, tức là $d_2 = 250$. Đồng thời chọn điểm P trùng với điểm A. Khi đó:

$$\begin{cases} x + d_2 = \frac{b}{2} \\ y + d_1 = \frac{a}{2} \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{b}{2} - d_2 \\ y = \frac{a}{2} - d_1 \end{cases}$$

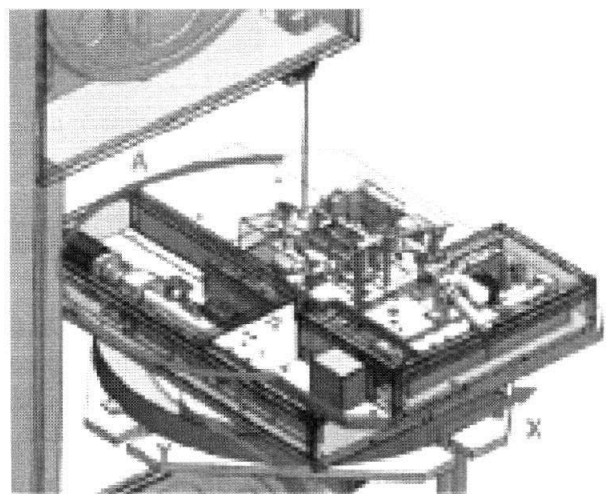
Do đó:

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 = R_t^2 &\leftrightarrow \left(\frac{b}{2} - d_2\right)^2 + \left(\frac{a}{2} - d_1\right)^2 \\ &= R_t^2 \leftrightarrow d_1 = \frac{a}{2} - \sqrt{R_t^2 - \left(\frac{b}{2} - d_2\right)^2} \quad (2) \end{aligned}$$

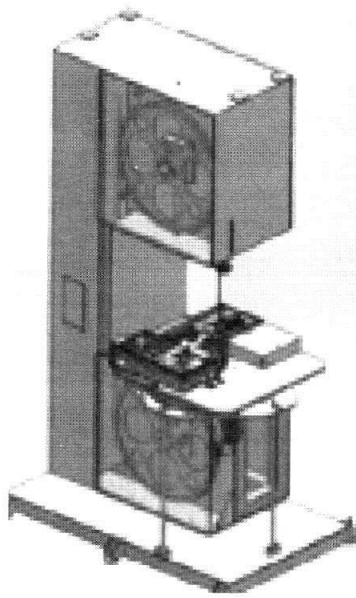
2.3. Thiết kế, chế tạo phần cơ khí máy cửa lọng kết hợp bàn máy di chuyển 2,5D

Từ công thức (2) cơ cấu cửa lọng kết hợp bàn máy 2.5D có 1 khớp xoay 360° đặt ở vị trí lưới cửa và 2 khớp tịnh tiến (X - Y) cho bàn xoay có hành trình lần lượt là 180 mm và 250 mm (Hình 6).

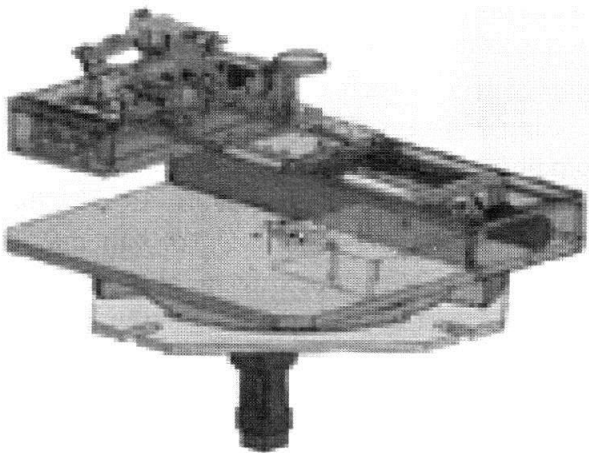
Vị trí Home phù hợp được chọn là vị trí ngược chiều di chuyển một đoạn tương ứng với thời gian di chuyển khoảng 2 giây: là vị trí trên bàn đỡ trục X cách bao che trục Y một đoạn khoảng 150 mm. Một vị trí trên bàn đỡ cụm kẹp phối cách bao che trục X một đoạn khoảng 100 mm. Trục xoay lệnh một góc 10°-15°. Bản vẽ 3D chi tiết máy cửa lọng với bàn máy di chuyển phối 2.5D được thiết kế như trên Hình 7. Bản vẽ thiết kế bàn máy 2,5D - trên Hình 8.



Hình 6: Chiều di chuyển của các trục điều khiển khi xác định vị trí Home



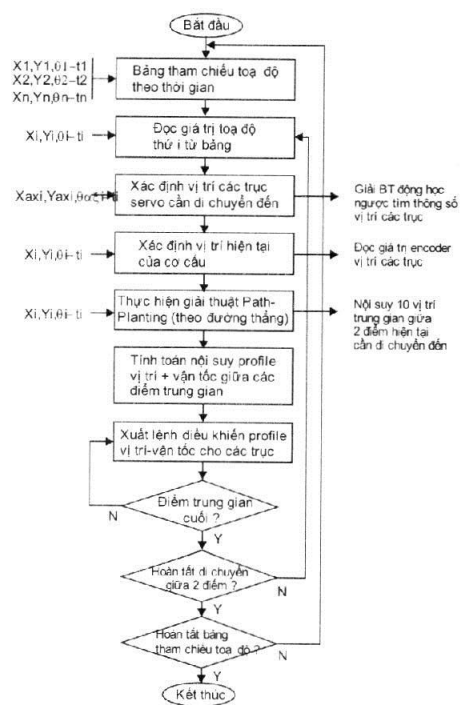
Hình 7: Bản vẽ 3D tổng thể máy cưa (với cụm căng lưỡi cưa) kết hợp bàn di chuyển phối 2,5D



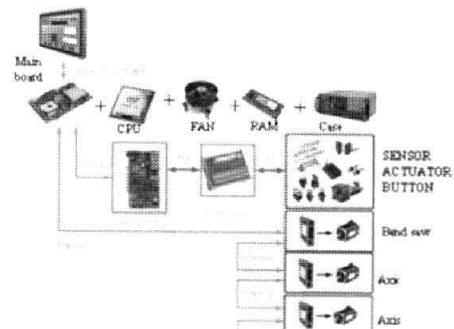
Hình 8: Cụm bàn máy cưa bàn máy di chuyển phối 2,5D

2.4. Thiết kế hệ điều khiển

Hệ điều khiển máy cưa lọng với bàn máy 2,5D thực hiện quá trình điều khiển theo giải thuật Hình 9, với cấu hình phần cứng cho bộ điều khiển trung tâm được thiết kế tương ứng như trên Hình 10. Hệ thống gồm main board máy tính kết nối bàn điều khiển số, các cảm biến encoder định vị và drive AC servo.



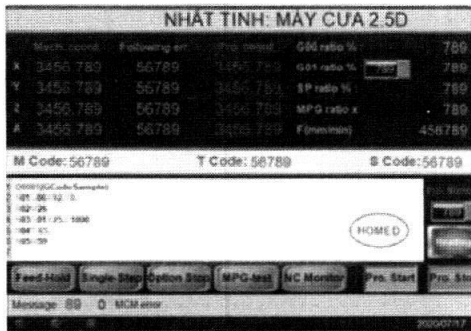
Hình 9: Giải đồ phân mềm điều khiển máy cưa lọng với bàn máy 2,5D



Hình 10: Hệ thống điều khiển máy cưa lọng với bàn máy 2,5D

Các màn hình giao diện được thiết kế bao gồm: Màn hình chức năng HOME; JOG; EDIT, MCM (cho phép hiệu chỉnh thông số liên quan đến cấu hình các trục của máy và hiệu chỉnh thông số các hệ tọa độ gia công G54, G55, G56, G57, G58, G59) và Màn hình AUTO (Hình 11) cho phép chọn các chế độ: chạy từng bước/chạy liên tục; Chạy theo bánh xe quay MPG; Dừng tạm thời; Điều chỉnh % tốc độ

chạy feed; Hiển thị tọa độ vị trí theo hệ trục tọa độ máy, và hệ trục tọa độ gia công.

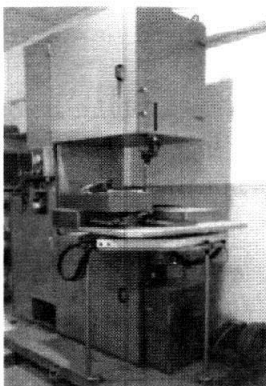


Hình 11: Màn hình giao diện chế độ chạy tự động Auto

3. KẾT QUẢ VÀ ỨNG DỤNG

Máy cửa lọng tiêu chuẩn kết hợp bàn máy di chuyển phôi CNC 2.5D được chế tạo như trên Hình 12. Quy trình vận hành bao gồm: Thao tác thay lưỡi cửa; Thao tác xác định vị trí home; Thao tác xác định gốc tọa độ làm việc (work origins); Thao tác vận hành cơ bản.

Máy có các tính năng kỹ thuật như sau: Vật liệu cắt: Nhôm, đồng; hành trình (X Y): 400 x 400 mm; Chiều dày cắt tối đa 20 mm (nhôm); Sai số vị trí: ± 0.3 mm; Sai số lặp lại: ± 0.2 mm; Sai số gia công: ± 1 mm; Công suất: 4 kW; Tốc độ bàn máy 1-8 m/ph; Góc xoay cắt: 270° .



Hình 12: Sản phẩm máy cửa lọng kết hợp bàn máy di chuyển phôi CNC 2.5D

4. KẾT LUẬN

Mục tiêu thiết kế, chế tạo máy cửa lọng kết hợp bàn máy di chuyển phôi 2,5D là cùng với các thiết bị khác như: Máy cửa lọng tiêu chuẩn kết hợp tay máy robot scara đặc thù di chuyển phôi; Các máy mài CNC gồm 3 trục tịnh tiến XYZ kết hợp với đầu mài tự lựa đa phương hoặc đơn phương; Robot tiêu chuẩn kết hợp với đầu mài tự lựa đa phương hoặc đơn phương, băng tải, ... nhằm tạo thành dây chuyền tự động tổng quát cho ứng dụng cắt – mài sản phẩm đúc (lốc xe máy, khung máy may,...).

Các tác giả trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM, thông qua Hợp đồng số 49/2019/HĐ-QPTKHCN (ngày 22-07-2019), đã hỗ trợ để hoàn thành công trình này. ❖

Ngày nhận bài: 25/02/2021

Ngày phản biện: 15/3/2021

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Robotic band saw machine RBS750 - Trebi; <http://www.trebi-bs.com/>, 8-2018.
- [2]. Yow Cherng, products, CNC Band Saw YC 020, 2018.
- [3]. <http://www.ronmack.com.au/products/metalwork/katana-double-column-bandsaw-by-ficep.aspx>
- [4]. Lê Hoài Quốc; “Nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển số hoá cho các máy công cụ điều khiển tay”, Báo cáo tổng kết đề tài cấp TP.Hồ Chí Minh, 2006.
- [5]. Lê Anh Kiệt; “Nghiên cứu thiết kế chế tạo bộ điều khiển số đa năng sử dụng cho robot, máy CNC và các máy đóng gói tự động”, Báo cáo tổng kết đề tài cấp TP. Hồ Chí Minh, 2013-2014.
- [6]. Nguyễn Văn Trí; “Ươm tạo công nghệ khuôn mẫu kỹ thuật cao của Công ty TNHH Lập Phúc”, Báo cáo tổng kết dự án 20 năm của Công ty Lập Phúc, 2014.
- [7]. Công ty Hiệp Phát; Giới thiệu sản phẩm, 2017.
- [8]. F-cut solutions, máy cắt plasma, giới thiệu sản phẩm, 2016.
- [9]. Công ty Chế tạo máy AKB, Giới thiệu sản phẩm, 2017.
- [10]. Dự án Sở Khoa học và Công nghệ TP.Hồ Chí Minh, 2012; “Hoàn thiện công nghệ, thiết kế và chế tạo máy cắt kim loại dạng tấm bằng khí gas-ôxy và plasma CNC, Chủ nhiệm: KS. Đào Chiến Thuật, Công ty Hoài Thành.