

Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh
Đại Học Bách Khoa
Khoa Điện-Diện Tử



Báo Cáo Thực Tập Ngoài Trường
Đề Tài: Công Nghệ CNC

GVHD: Bùi Quốc Bảo

Sinh Viên MSSV
Trần Thanh Bình 2010937

Thành phố Hồ Chí Minh, Ngày 2 tháng 1 năm 2024

Mục lục

1 Công Nghệ Computer Number Control(CNC)	3
1.1 Giới thiệu về CNC	3
1.1.1 Định Nghĩa	3
1.1.2 Mô tả.....	3
1.1.3 Lịch sử.....	3
1.2 Nguyên lý hoạt động	4
1.3 Các loại máy CNC.....	6
1.3.1 Máy tiện CNC	6
1.3.2 Máy phay CNC.....	7
1.3.3 Máy cắt CNC.....	8
1.3.4 Máy khoan CNC.....	9
1.3.5 Máy mài CNC	10
1.4 Ứng dụng của CNC	11
1.5 Phần Mềm điều khiển CNC	12
1.6 Các tính năng của CNC	13
1.7 Ưu điểm và nhược điểm của CNC	15
1.7.1 Ưu điểm.....	15
1.7.2 Nhược điểm	15
2 Thiết kế máy CNC	16
2.1 Phần cứng	16
2.2 Phần mềm	18
2.2.1 GRBL	18
2.2.2 Cài đặt GRBL.....	19
3 Hướng dẫn sử dụng máy CNC	22

1 Công Nghệ Computer Number Control(CNC)

1.1 Giới thiệu về CNC

1.1.1 Định Nghĩa

CNC là viết tắt của "Computer Numerical Control" (Kiểm soát số học máy tính), là một hệ thống tự động hóa sản xuất và gia công trong đó máy tính điều khiển và kiểm soát các công cụ chế tạo. Công nghệ này sử dụng các lệnh số và mã G-code để hướng dẫn máy cụ theo cách thức gia công vật liệu.

1.1.2 Mô tả

Công nghệ CNC thường liên quan đến việc sử dụng máy gia công như máy phay, máy tiện, máy laser, hay máy cắt plasma, được kiểm soát bởi máy tính. Một người điều khiển hoặc một hệ thống máy tính tạo ra mã G-code, mô tả từng bước và chuyển động của công cụ cũng như vật liệu. Mã G-code sau đó được chuyển giao và thực thi bởi máy gia công để tạo ra sản phẩm hoặc bộ phận cần chế tạo.

1.1.3 Lịch sử

1. Thời Kỳ Đầu (1940s - 1950s):

Công nghệ CNC bắt đầu phát triển vào cuối thập kỷ 1940 với mục tiêu giảm sự phụ thuộc vào lao động người và tăng cường độ chính xác trong sản xuất.

2. Đầu Những Năm 1960:

Công nghệ CNC trở nên thực tế hơn với sự xuất hiện của máy tính số. Điều này tạo ra khả năng lập trình linh hoạt hơn và gia tăng độ chính xác trong quá trình chế tạo.

3. Ứng Dụng Rộng Rãi (1970s - 1980s):

CNC bắt đầu được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp chế tạo kim loại, đặc biệt là trong sản xuất ô tô và máy bay.

4. Công Nghệ Điều Khiển Cao (1990s - 2000s):

Phần mềm CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) trở nên mạnh mẽ, cải thiện khả năng lập trình và tăng sức mạnh tính toán của máy tính. Kết Hợp Công Nghệ IoT và Máy Học (Hiện Nay):

Công nghệ CNC hiện đại liên kết với Internet of Things (IoT) và máy học, tối ưu hóa quy trình sản xuất và cung cấp khả năng dự đoán bảo trì.

5. Phát Triển Công Nghệ Laser và 3D (Hiện Nay):

Sự phát triển trong công nghệ laser CNC và CNC 3D printing mở ra nhiều khả năng mới trong chế tạo và thiết kế.

1.2 Nguyên lý hoạt động

Máy CNC hoạt động dựa trên nguyên lý tự động hóa và điều khiển số hóa, giúp máy gia công thực hiện các công việc chế tạo một cách chính xác và linh hoạt. Quá trình để một máy cnc có thể hoạt động:

1. Lập Trình:

Người sử dụng tạo một chương trình gia công bằng mã G-code hoặc CAM (Computer-Aided Manufacturing). Mã này mô tả các bước và động cơ của công cụ gia công.

2. Đưa vào máy Tính Điều Khiển:

Mã G-code sau đó được chuyển đến máy tính điều khiển của máy CNC, nơi nó được giải mã và chuyển đổi thành các tín hiệu dành cho các trục và công cụ gia công.

3. Gắn Động Cơ và Trục:

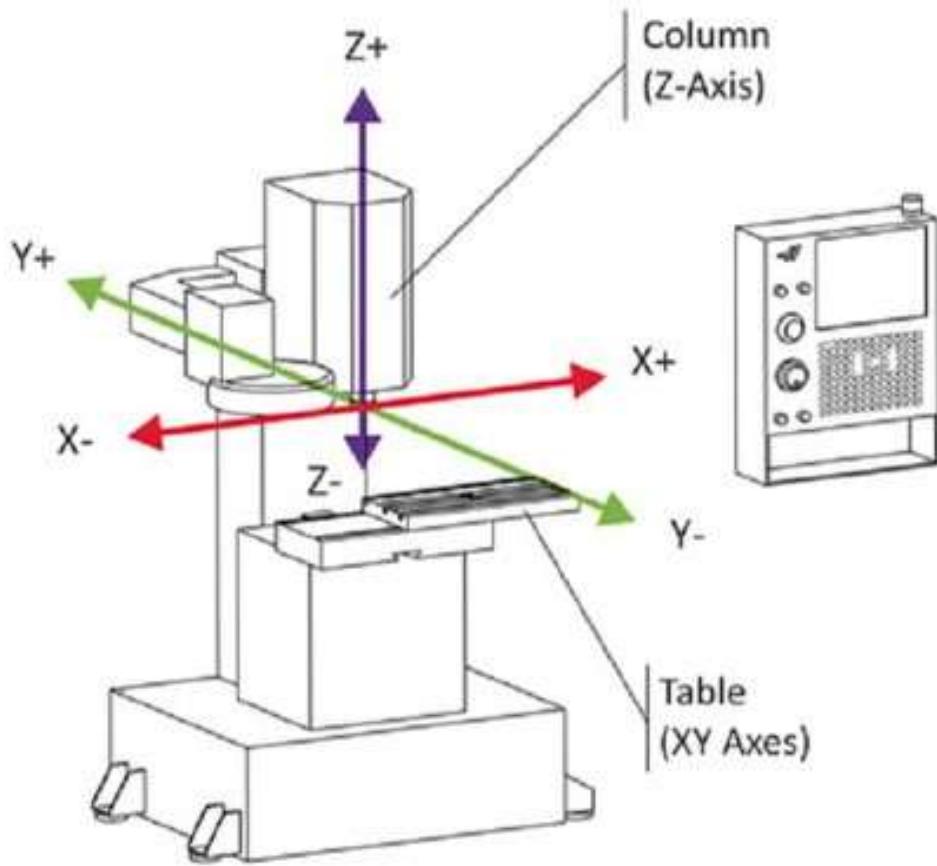
Các động cơ và trục của máy CNC di chuyển công cụ gia công và vật liệu theo các hướng và quỹ đạo xác định bởi mã G-code.

4. Cảm Biến và Hệ Thống Đo Lường:

Máy CNC thường được trang bị cảm biến và hệ thống đo lường để kiểm tra vị trí và kích thước của vật liệu. Thông tin này có thể được truyền lại máy tính điều khiển để điều chỉnh quá trình gia công.

5. Các Công Cụ Gia Công:

Công cụ gia công, như dao cắt, mũi khoan, hoặc laser, được gắn vào máy CNC. Các động cơ đặc biệt di chuyển công cụ này theo đường chỉ định trong mã G-code để thực hiện công việc chế tạo.



Hình 1: Mô tả hoạt động CNC

Vì máy CNC có khá là nhiều loại khác nhau, mỗi loại sẽ có một kiểu hoạt động của riêng mình. Nhưng để hiểu khái quát về hoạt động của chúng thì có thể khái quát như sau:

Máy CNC được hoạt động đơn giản, di chuyển trên 3 trục X, Y, Z theo tọa độ.

Khi máy CNC được khởi động và thực hiện các lệnh cắt, trục Z sẽ di chuyển lên xuống theo khoảng cách được cài đặt. Đầu cắt (trục Z) sẽ nhận nguồn năng lượng từ bộ nguồn để xuyên thủng vật liệu.

Lúc này bàn máy sẽ giữ chặt sản phẩm để máy di chuyển trên các thanh ray theo trục X và Y để tạo ra các đường cắt trên vật liệu.

1.3 Các loại máy CNC

1.3.1 Máy tiện CNC

Máy tiện được sử dụng chủ yếu trong các ngành về gỗ tại Việt Nam hay các công trình gia công tạo hình các chi tiết tròn xoay. Máy gồm có hai loại là tiện 2 trực và tiện 4 trực, loại máy 4 trực có thể vừa thực hiện trực năng tiện và chức năng phay, gia công được những hình dạng chi tiết phức tạp.



Hình 2: Máy tiện CNC

1.3.2 Máy phay CNC

Máy phay là phương pháp gia công cắt gọt kim loại dựa vào dụng cụ xoay được gọi là dao phay. Với độ chính xác và năng xuất cao nên máy phay được sử dụng nhiều trong ngành kim khí. Dao phay có nhiều lưỡi nên lâu mòn, lượng chạy dao lớn.



Hình 3: Máy phay CNC

1.3.3 Máy cắt CNC

Loại máy này sử dụng công nghệ CNC kết hợp với các phương pháp để thực hiện cắt vật liệu theo hình dạng được lập trình trước đó. Máy cắt được sử dụng rộng rãi trong các ngành gia công kim khí tại Việt Nam.



Hình 4: Máy cắt CNC

1.3.4 Máy khoan CNC

Thông thường sẽ có hai loại là máy khoan bàn và máy khoan càn. Máy khoan bàn để khoan lỗ thông qua các chi tiết thô như gỗ, nhựa, kim loại. Máy khoan càn có kích thước lớn hơn dùng để khoan các khối vật liệu lớn và tạo ra các lỗ lớn hơn.



Hình 5: Máy khoan CNC

1.3.5 Máy mài CNC

Máy mài là một loại máy cực kỳ linh hoạt được dùng để thực hiện các hoạt động mài như bè mặt, hình trụ, hình dạng phức tạp. Máy có độ tự động hóa cao, được thông dụng để mài dao phay và các bit dao cũng như các dụng cụ cắt khác.



Hình 6: Máy mài CNC

1.4 Úng dụng của CNC

Chế Tạo (Manufacturing):

Chế tạo Kim Loại: CNC thường được sử dụng để gia công kim loại, bao gồm cắt, phay, khoan và làm hình dạng các chi tiết cho máy móc, thiết bị và phụ tùng ô tô.

Chế Tạo Nhựa và Gỗ: CNC được sử dụng để tạo ra các sản phẩm từ nhựa và gỗ như các chi tiết nội thất, đồ trang trí, và mô hình.

Chế Tạo Đúc (Casting): CNC được sử dụng để tạo ra khuôn đúc chính xác cho quá trình sản xuất hàng loạt các sản phẩm đúc.

▪ Ô Tô (Automotive):

Chế Tạo Bộ Phận Ô Tô: CNC được sử dụng để sản xuất các bộ phận chính xác trong ngành ô tô như động cơ, hộp số, và các chi tiết cấu trúc.

Chế Tạo Khuôn Cụm Phục Vụ Đúc Áp Lực: CNC được sử dụng để chế tạo khuôn đúc phức tạp để tạo ra các cụm phục vụ đúc áp lực cho các chi tiết ô tô.

▪ Y Tế:

Chế Tạo Thiết Bị Y Tế: CNC được sử dụng để sản xuất các chi tiết chính xác cho thiết bị y tế như máy xét nghiệm, dụng cụ phẫu thuật và linh kiện nội soi.

Chế Tạo Khuôn Nha Khoa: CNC được sử dụng để sản xuất khuôn nha khoa, giúp tạo ra các sản phẩm nha khoa chính xác và phù hợp với từng bệnh nhân.

▪ Hàng Không và Động Cơ:

Chế Tạo Chi Tiết Động Cơ: CNC được sử dụng để chế tạo các chi tiết động cơ hàng không như cánh quạt máy bay và các linh kiện phức tạp của động cơ.

Chế Tạo Khuôn và Khuôn Phục Vụ Đúc Kim Loại: CNC được sử dụng để sản xuất khuôn và khuôn phục vụ quá trình đúc kim loại trong ngành hàng không.

▪ Nghệ Thuật và Thiết Kế:

Tạo Hình Nghệ Thuật: CNC được sử dụng trong nghệ thuật và thiết kế để tạo ra các tác phẩm nghệ thuật, điêu khắc, và sản phẩm độc đáo.

Chế Tạo Mô Hình Kiến Trúc: CNC giúp chế tạo mô hình kiến trúc và maquette với độ chính xác cao cho các dự án xây dựng.

▪ Chế Tạo Dụng Cụ và Khuôn Mẫu:

Chế Tạo Dụng Cụ Đúc và Ép Plastic: CNC được sử dụng để chế tạo dụng cụ và khuôn mẫu cho quá trình đúc và ép plastic.

Chế Tạo Khuôn Các Loại: CNC giúp chế tạo khuôn mẫu cho sản xuất hàng loạt các sản phẩm từ gồm sứ đến sản phẩm nhựa.

1.5 Phần Mềm điều khiển CNC

Có nhiều phần mềm điều khiển CNC phổ biến trên thị trường, mỗi phần mềm có các tính năng và ưu điểm riêng. Dưới đây là một số phần mềm điều khiển CNC phổ biến và đánh giá về một số khía cạnh quan trọng:

1. Mach3:

- **Ưu Điểm:**

Dễ cài đặt và sử dụng, đặc biệt là cho người mới bắt đầu với CNC. Hỗ trợ nhiều loại máy CNC và nhiều loại động cơ khác nhau. Được đánh giá cao về tính ổn định và độ tin cậy.

- **Nhược Điểm:**

Giao diện người dùng có thể trông hơi lỗi thời so với một số phần mềm khác. Khả năng tích hợp và mở rộng có thể hạn chế so với các phần mềm cao cấp hơn.

2. LinuxCNC:

- **Ưu Điểm:**

Miễn phí và mã nguồn mở, được phát triển trên nền tảng Linux. Hỗ trợ nhiều loại máy CNC và có khả năng mở rộng. Cộng đồng người dùng lớn, có nhiều tài nguyên hỗ trợ.

- **Nhược Điểm:**

Yêu cầu kiến thức kỹ thuật cao để cài đặt và cấu hình. Giao diện người dùng không phải lúc nào cũng thân thiện với người dùng mới.

3. GRBL:

- **Ưu Điểm:**

Nhỏ và dễ dàng tích hợp vào các dự án DIY (tự làm). Hỗ trợ máy CNC giá rẻ và dự án DIY sử dụng Arduino. Đơn giản, dễ sử dụng cho người mới học về CNC.

- **Nhược Điểm:**

Hạn chế trong việc hỗ trợ các tính năng cao cấp và máy CNC phức tạp. Phù hợp chủ yếu cho ứng dụng DIY và hobbyist.

4. Siemens NX CAM:

- **Ưu Điểm:**

Cung cấp nhiều tính năng chuyên sâu và chất lượng cao. Tích hợp tốt với phần mềm thiết kế Siemens NX. Hỗ trợ nhiều loại máy CNC và quy trình sản xuất.

- **Nhược Điểm:**

Giá cả cao, thường được sử dụng trong các doanh nghiệp lớn. Đòi hỏi kiến thức chuyên sâu và đào tạo để sử dụng hiệu quả.

5. Mastercam:

- **Ưu Điểm:**

Giao diện người dùng thân thiện và dễ sử dụng. Tích hợp nhiều tính năng mạnh mẽ như mô phỏng, tối ưu hóa công cụ, và quản lý công cụ. Hỗ trợ nhiều loại máy CNC và quy trình sản xuất.

- **Nhược Điểm:**

Giá cả cao, thường được sử dụng trong môi trường công nghiệp chuyên nghiệp. Có thể cảm thấy phức tạp đối với người mới học về CNC. Mỗi phần mềm điều khiển CNC có ưu và nhược điểm của riêng mình, và lựa chọn phụ thuộc vào nhu cầu cụ thể của người sử dụng, loại máy CNC, và mức độ kỹ thuật mong muốn.

1.6 Các tính năng của CNC

1. Chính Xác Cao:

CNC có khả năng đảm bảo độ chính xác cao trong quá trình gia công và sản xuất, giảm sai số và tăng chất lượng sản phẩm.

2. Linh Hoạt và Đa Nhiệm:

Có thể thay đổi nhanh chóng và dễ dàng giữa các loại công cụ và quá trình gia công khác nhau, làm tăng linh hoạt và đa nhiệm của máy CNC.

3. Tự Động Hóa:

CNC tự động hóa quá trình sản xuất, giảm sự phụ thuộc vào lao động người và tăng hiệu suất.

4. Lập Trình Linh Hoạt:

Các máy CNC có khả năng lập trình linh hoạt, từ việc tạo mã G-code bằng tay đến sử dụng phần mềm CAD/CAM để tạo ra mã tự động.

5. Tích Hợp Đồng Bộ:

Các máy CNC thường có khả năng tích hợp với các hệ thống CAD/CAM và các phần mềm quản lý sản xuất, tạo ra một quy trình làm việc đồng bộ và hiệu quả.

6. Lập Trình Offline:

Máy CNC có khả năng lập trình offline, nghĩa là có thể được lập trình và chạy mà không cần kết nối trực tiếp với máy tính điều khiển.

7. Mô Phỏng và Kiểm Tra Trước:

Các phần mềm điều khiển CNC thường có tính năng mô phỏng và kiểm tra trước, giúp dự đoán và ngăn chặn lỗi trước khi bắt đầu quá trình gia công.

8. Chế Độ Tự Động Bảo Trì:

Một số máy CNC có chế độ tự động bảo trì, giúp duy trì hiệu suất và độ tin cậy của máy.

9. Giao Diện Người Dùng Thân Thiện:

Các máy CNC thường có giao diện người dùng thân thiện, giúp người sử dụng dễ dàng theo dõi và kiểm soát quá trình gia công.

10. Tích Hợp Công Nghệ Mới:

Công nghệ CNC liên tục tích hợp các cải tiến như IoT (Internet of Things), trí tuệ nhân tạo, và máy học để tối ưu hóa quy trình sản xuất.

11. Ứng Dụng Rộng Rãi:

Công nghệ CNC được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như chế tạo kim loại, gỗ, nhựa, y tế, ô tô, hàng không, và nghệ thuật.

12. Tính Năng 3D và Laser:

Nhiều máy CNC hiện đại hỗ trợ gia công 3D và sử dụng công nghệ laser để tạo ra sản phẩm phức tạp và chất lượng cao.

1.7 Ưu điểm và nhược điểm của CNC

1.7.1 Ưu điểm

Nói đến CNC thì chắc chắn sẽ có nhiều ưu điểm hơn so với làm thủ công như trước đây. Công nghệ CNC ra đời giúp tự động hóa công việc thông qua các nội dung chương trình được lập trình sẵn.

- Đối việc gia công đơn giản thì tay nghề của thợ gia công là nột yếu tố quan trọng nhất. Nhưng đối với máy cnc thì kết quả công việc không phụ thuộc vào tay nghề người vận hành. Người vận hành chỉ đóng vai trò giám sát điều chỉnh máy các hoạt động của máy cnc.
- Máy cnc giúp gia tăng năng suất làm việc gấp nhiều lần với làm bằng thủ công.
- Nhờ vào sự hỗ trợ của máy tính nên việc chỉnh sửa thông số vô cùng dễ dàng.
- Ứng dụng hệ thống truyền động hiện đại nên tốc độ di chuyên được nâng cao rõ rệt.
- Độ chính xác gần như là tuyệt đối, sai số cơ khí vô cùng nhỏ.
- Có khả năng làm việc với nhiều vật liệu khác nhau giúp đa dạng được sản phẩm.
- Gia công được các chi tiết nhỏ với độ chính xác cao.

1.7.2 Nhược điểm

- Giá thành đầu tư cao.
- Mất phí sửa chữa khi hết bảo hành.
- Người vận hành phải có kiến thức cơ bản máy tính.
- Vận hành máy cũng tương đối khó khăn.

2 Thiết kế máy CNC

Để tạo ra một máy CNC, cần phải có bộ điều khiển và khung cơ khí(xác máy CNC). Trong phạm vi của bài báo cáo này, chúng ta sẽ tập trung vào việc đề cập đến quá trình thiết kế của bộ điều khiển và phần khung cơ khí đã được cho trước như hình 7.

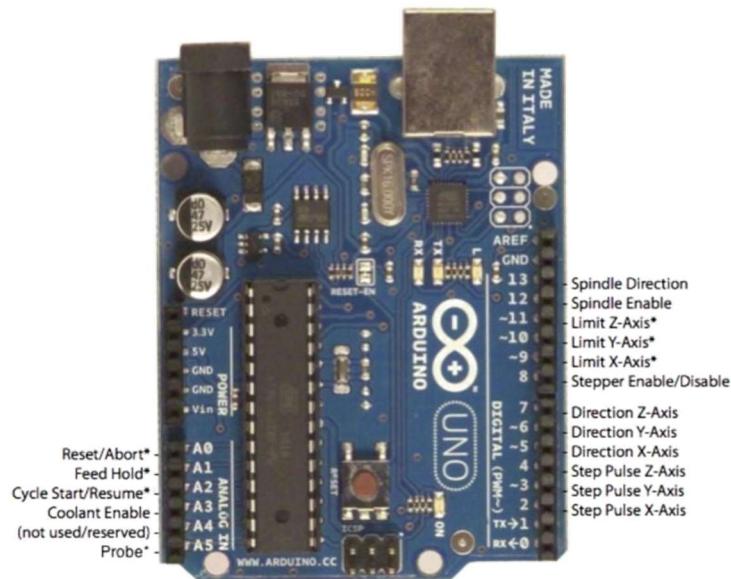


Hình 7: Khung máy CNC

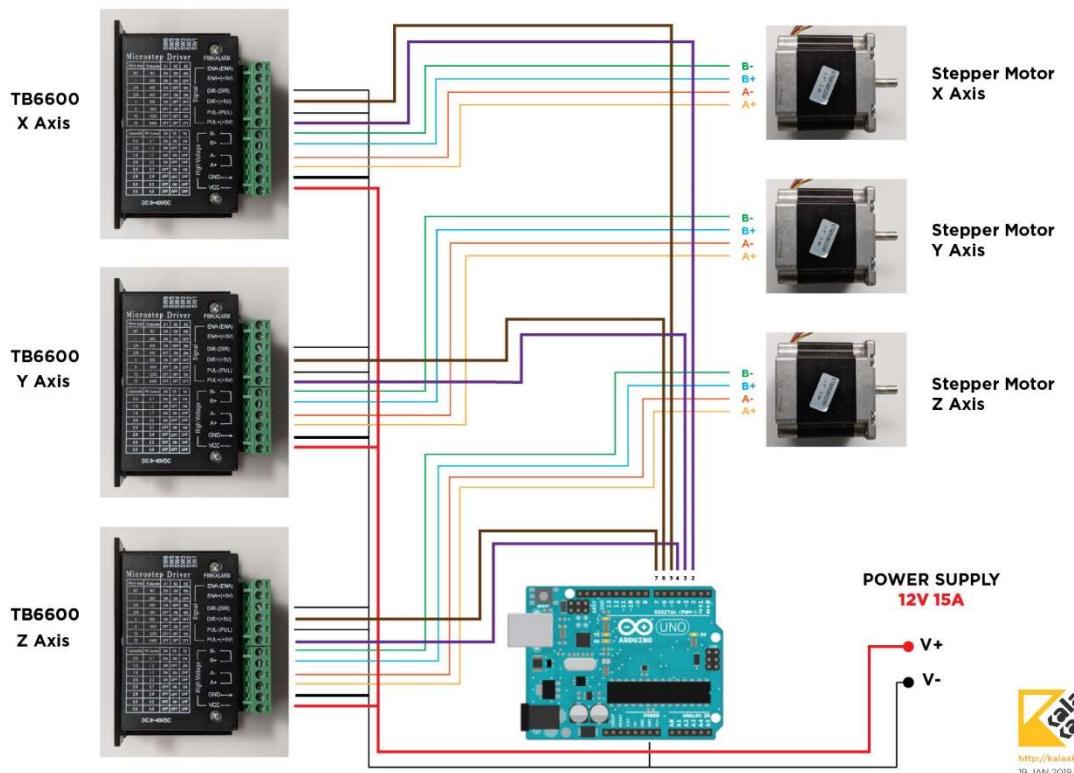
2.1 Phần cứng

- Arduino – như đã nêu trên, chúng ta cần có một Arduino để cài đặt GRBL. Một cách cũ thê, chúng ta cần một board Arduino dùng chip Atmega 328, nghĩa là chúng ta có thể dùng Arduino Uno hay Nano đều được.
- Động cơ bước – Động cơ bước cung cấp các chuyển động cho máy
- Bộ điều khiển (driver) – để điều khiển động cơ bước chúng ta cần có một bộ điều khiển và một lựa chọn phổ biến đó là A4988 hoặc DRV 8825
- Shield Arduino CNC – để kết nối bộ điều khiển động cơ bước với Arduino, cách đơn giản nhất là sử dụng Arduino CNC shield. Chúng sử dụng tất cả chân của Arduino và cung cấp một cách dễ nhất khi kết nối với tất cả mọi thứ, động cơ bước, trục xoay, công tắc hành trình, quạt tản nhiệt

Sơ đồ kết nối các linh kiện:



Hình 8: Arduino UNO GRBL Pinout



Hình 9: Sơ đồ kết nối các linh kiện trong bộ điều khiển CNC

2.2 Phần mềm

2.2.1 GRBL

GRBL là một phần mềm miễn phí, mã nguồn mở và hiệu năng cao dùng để điều khiển chuyển động của máy móc, những loại máy có thể tạo ra các vật thể hoặc làm các vật thể chuyển động, chạy trên Arduino. “Nếu phong trào ‘maker’ là một ngành công nghiệp, Grbl sẽ trở thành một tiêu chuẩn công nghiệp”

Hầu hết các máy in 3D mã nguồn mở đều sử dụng Grbl. Nó thích hợp cho hàng trăm loại dự án bao gồm máy cắt laser, máy viết chữ, máy khoan lỗ, máy phun sơn và máy vẽ. Dựa vào sự hiệu quả, đơn giản và đòi hỏi phần cứng không quá cao làm cho Grbl trở thành một hiện tượng mã nguồn mở.

Vào năm 2009, SImen Slave Skogsrud (<http://bengler.no/grbl>) đã ủng hộ cho cộng đồng mã nguồn mở bằng việc viết và tung ra phiên bản sớm của Grbl đến mọi người. Từ năm 2011, Grbl đang được thúc đẩy như một dự án mở hướng tới cộng đồng dưới sự dẫn dắt của TS. Sungeun “Sonny” Jeon.

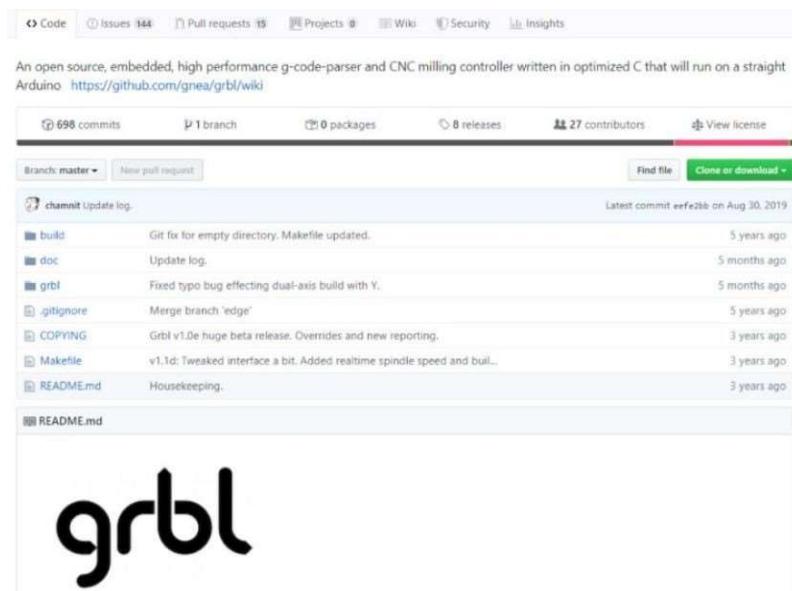
Những tính năng hấp dẫn

- Grbl là một lựa chọn tốt cho những ứng dụng nhỏ gọn. Chúng ta có thể sử dụng nó cho các máy phay, điều khiển từ máy laptop hoặc Raspberry Pi, sử dụng các giao diện điều khiển để xuất G-code vào hệ thống điều khiển. Grbl được viết bằng ngôn ngữ C tối ưu hóa nhằm tận dụng hết khả năng của vi xử lý Atmega328p của Arduino để đạt được độ đồng bộ chính xác. Nó có thể đảm bảo việc truyền tải tốc độ bước đến trên 30kHz và cung cấp một luồng xung ổn định, không nhiễu loạn.
- Grbl sử dụng cho các máy 3 trục. Không (chưa) có trục xoay – chỉ X, Y và Z.
- Trình biên dịch G-code triển khai một tập hợp con của tiêu chuẩn LinuxCNC và được hỗ trợ bởi hầu hết các công cụ CAM một cách hoàn hảo. Để biết thêm mô tả về các mã G-Code này, bạn đọc hãy xem tài liệu của LinuxCNC để tìm hiểu thêm, (G-code Quick Reference). Lưu ý rằng sẽ có một số thiếu sót so với tiêu chuẩn G-code được liệt kê dưới đây
- Nội suy vòng tròn đầy đủ với G2, G3 và tham số P không hỗ trợ.

Cài đặt GRBL

Đầu tiên, để có thể cài đặt hoặc tải GRBL lên Arduino thì chúng ta cần phần mềm Arduino IDE.

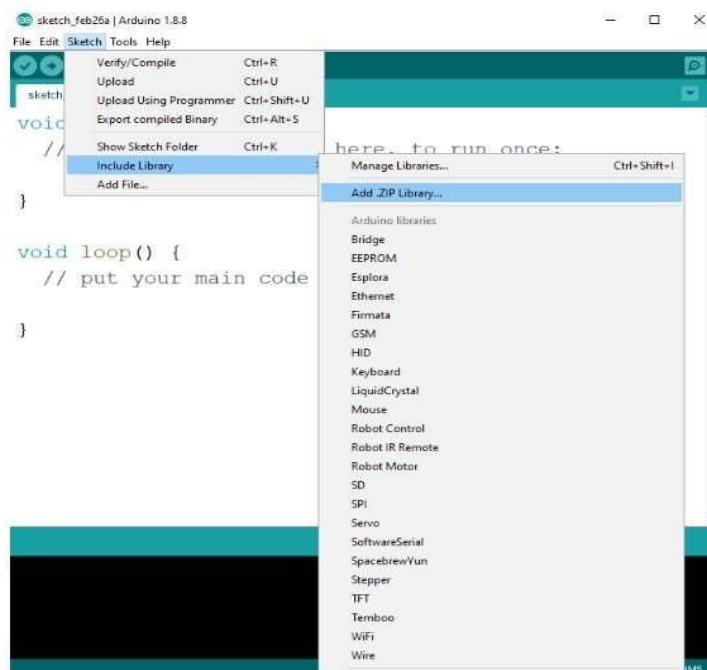
Sau đó có thể tải GRBL về từ [github.com](https://github.com/gnea/grbl)



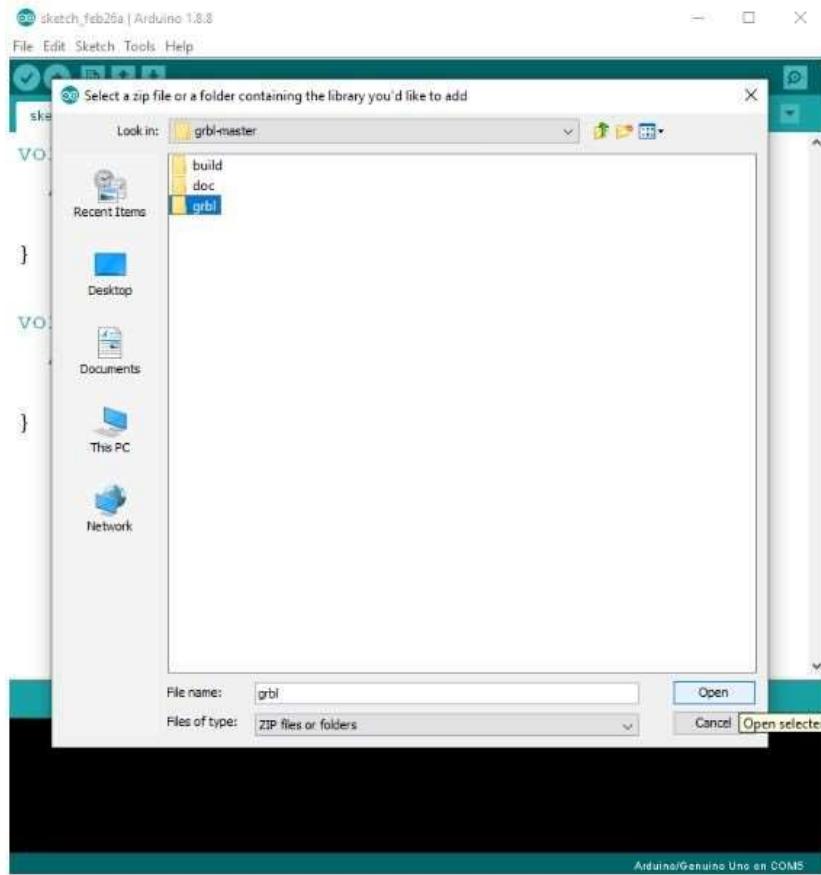
Tải ở dạng .ZIP file và thực theo các bước sau:

Mở grbl-master.zip và giải nén

Mở Arduino IDE, chọn Sketch > Include Library > Add .ZIP Library...



Chọn thư mục đã giải nén grbl-master, chọn thư mục grbl và mở thư mục. Bây giờ chúng ta đã có GRBL trong thư viện Arduino



Thông số GRBL

Ở điểm này, nên hiệu chỉnh GRBL theo máy của cần thiết kế, việc này có thể làm thông qua Serial Monitor của Arduino IDE. Mỗi lần mở Serial Monitor sẽ có một dòng nhảm như Grbl 1.1h ['\$' for help]. Nếu không thấy dòng nhảm này, cần phải kiểm tra lại là đã đổi baudrate sang 115200 hay chưa. Nếu gõ \$\$ thì sẽ nhận được một danh sách các lệnh cài đặt và đơn vị cài đặt, chúng sẽ xuất hiện giống như bên dưới:

- \$0=10 (Step pulse time, microseconds)
- \$1=25 (Step idle delay, milliseconds)
- \$2=7 (Step pulse invert, mask)
- \$3=6 (Step direction invert, mask)
- \$4=0 (Invert step enable pin, boolean)
- \$5=1 (Invert limit pins, boolean)
- \$6=0 (Invert probe pin, boolean)
- \$10=1 (Status report options, mask)
- \$11=0.010 (Junction deviation, millimeters)
- \$12=0.002 (Arc tolerance, millimeters)

\$13=0 (Report in inches, boolean)
\$20=1 (Soft limits enable, boolean)
\$21=0 (Hard limits enable, boolean)
\$22=1 (Homing cycle enable, boolean)
\$23=3 (Homing direction invert, mask)
\$24=25.000 (Homing locate feed rate, mm/min)
\$25=500.000 (Homing search seek rate, mm/min)
\$26=250 (Homing switch debounce delay, milliseconds)
\$27=2.000 (Homing switch pull-off distance, millimeters)
\$30=11000 (Maximum spindle speed, RPM)
\$31=0 (Minimum spindle speed, RPM)
\$32=0 (Laser-mode enable, boolean)
\$100=800.000 (X-axis travel resolution, step/mm)
\$101=800.000 (Y-axis travel resolution, step/mm)
\$102=800.000 (Z-axis travel resolution, step/mm)
\$110=2000.000 (X-axis maximum rate, mm/min)
\$111=2000.000 (Y-axis maximum rate, mm/min)
\$112=700.000 (Z-axis maximum rate, mm/min)
\$120=10.000 (X-axis acceleration, mm/sec²)
\$121=10.000 (Y-axis acceleration, mm/sec²)
\$122=10.000 (Z-axis acceleration, mm/sec²)
\$130=270.000 (X-axis maximum travel, millimeters)
\$131=370.000 (Y-axis maximum travel, millimeters)
\$132=50.000 (Z-axis maximum travel, millimeters)

Tất cả những lệnh điều khiển có thể được hiệu chỉnh dựa theo máy CNC của được yêu cầu thiết kế. Ví dụ như với lệnh điều khiển đầu tiên, \$100=800.000 (x, step/mm) có thể điều chỉnh bước theo đơn vị mm của máy, hoặc có thể xác định rõ bao nhiêu bước để động cơ có thể di chuyển trên trục X được 1mm .

Tuy nhiên nên giữ các cài đặt như đã có. Đó là cách đơn giản nhất để hiệu chỉnh chúng dựa theo máy thông qua phần mềm điều khiển.

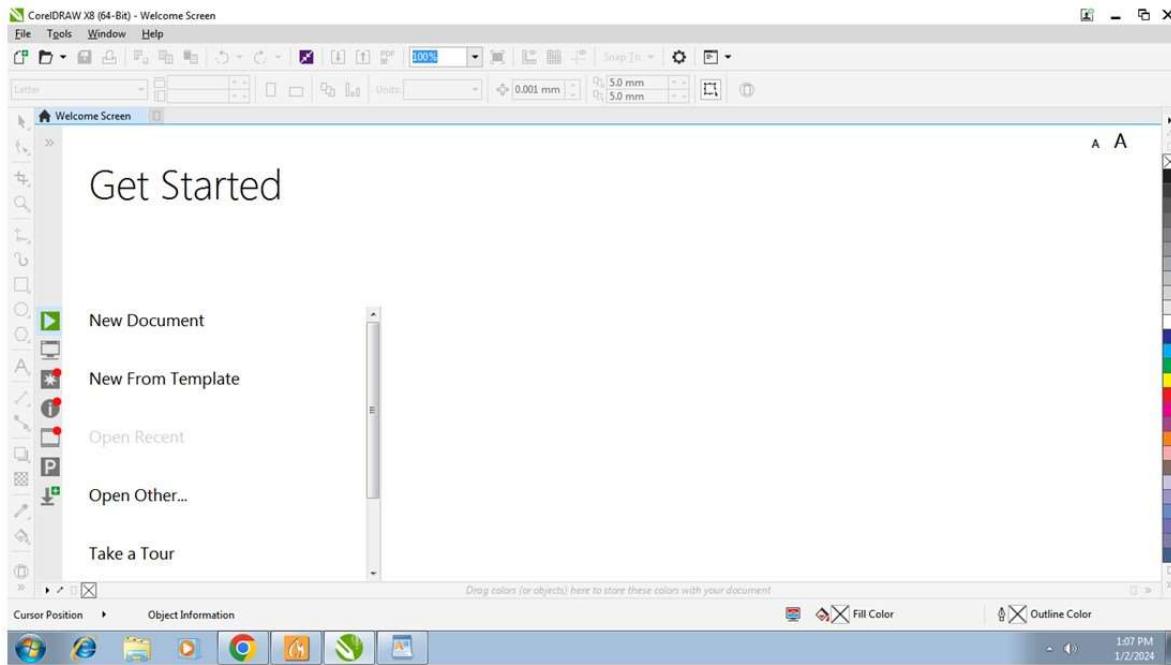
Bộ điều khiển GRBL

Mỗi khi cài đặt phần mềm GRBL, thì Arduino sẽ biết đọc được G-code và làm cách nào để điều khiển máy CNC dựa theo nó. Tuy nhiên, để gửi G-code cho Arduino cần phải có một giao diện hoặc chương trình điều khiển để Arduino biết phải làm gì. Thật ra, có cả mã nguồn mở hoặc các phần mềm thương mại để phục vụ cho vấn đề đó. Và báo cáo này sẽ sử dụng mã nguồn mở, và đây là ví dụ. Bài báo cáo sẽ sử dụng phần mềm Candle để điều khiển.

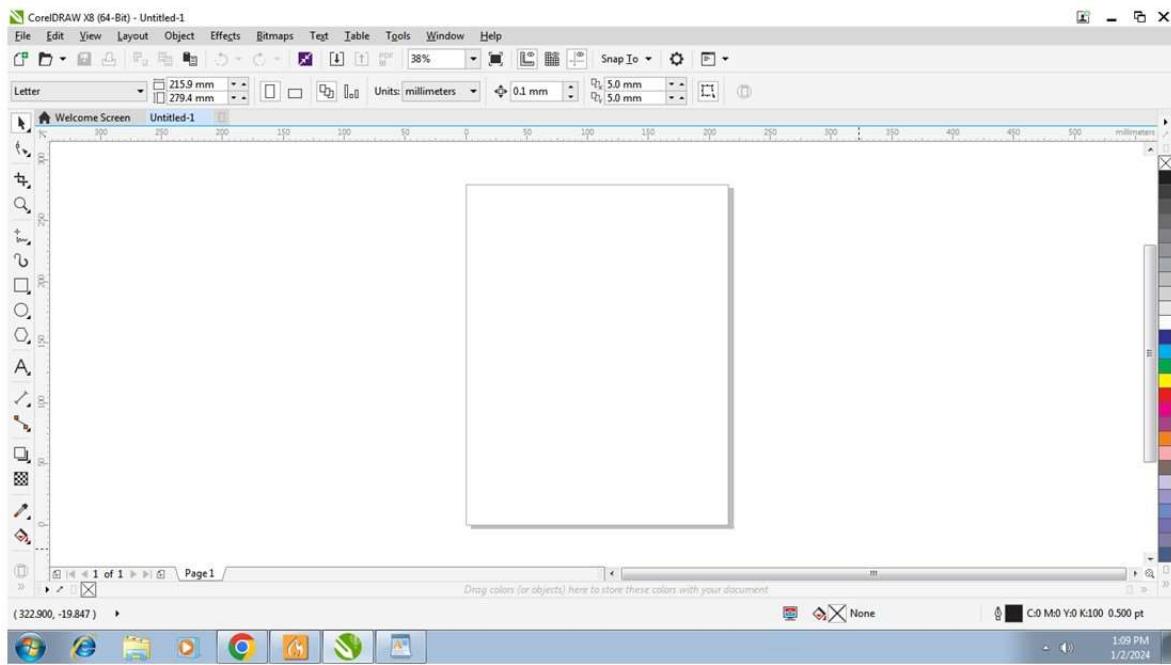
3 Hướng dẫn sử dụng máy CNC

3.1. Phần mềm Corel

Chuyển file PDF của PCB cần gia công thành định dạng vector hoặc bitmap (nếu PCB lớn)

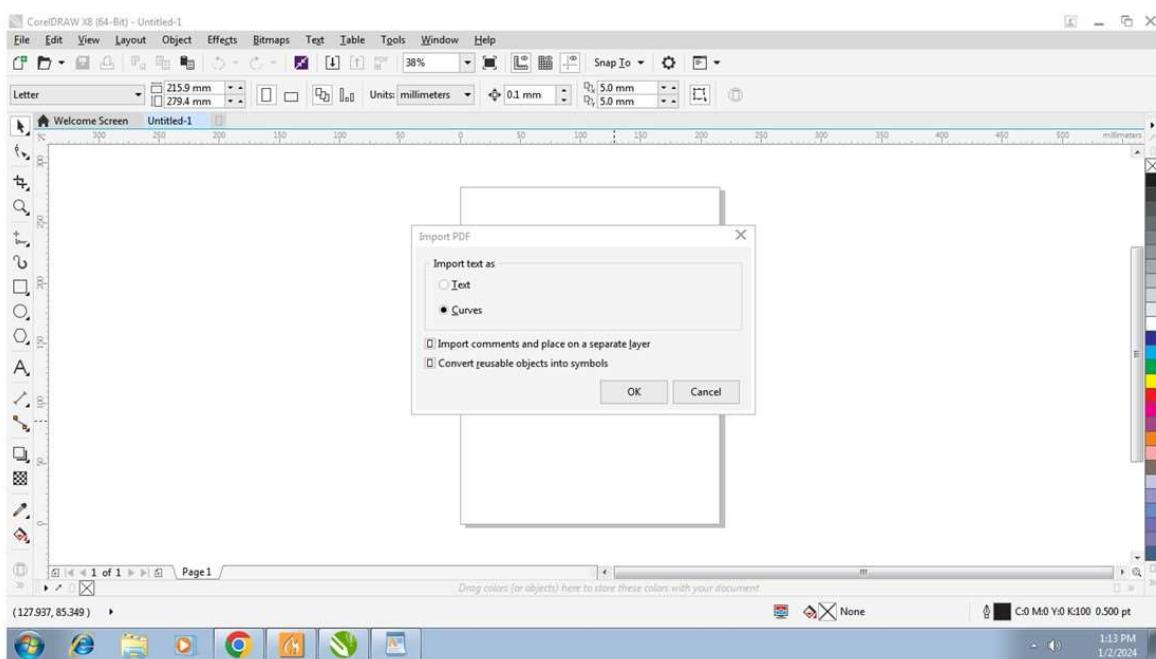


Ctrl + N : để tạo một trang mới

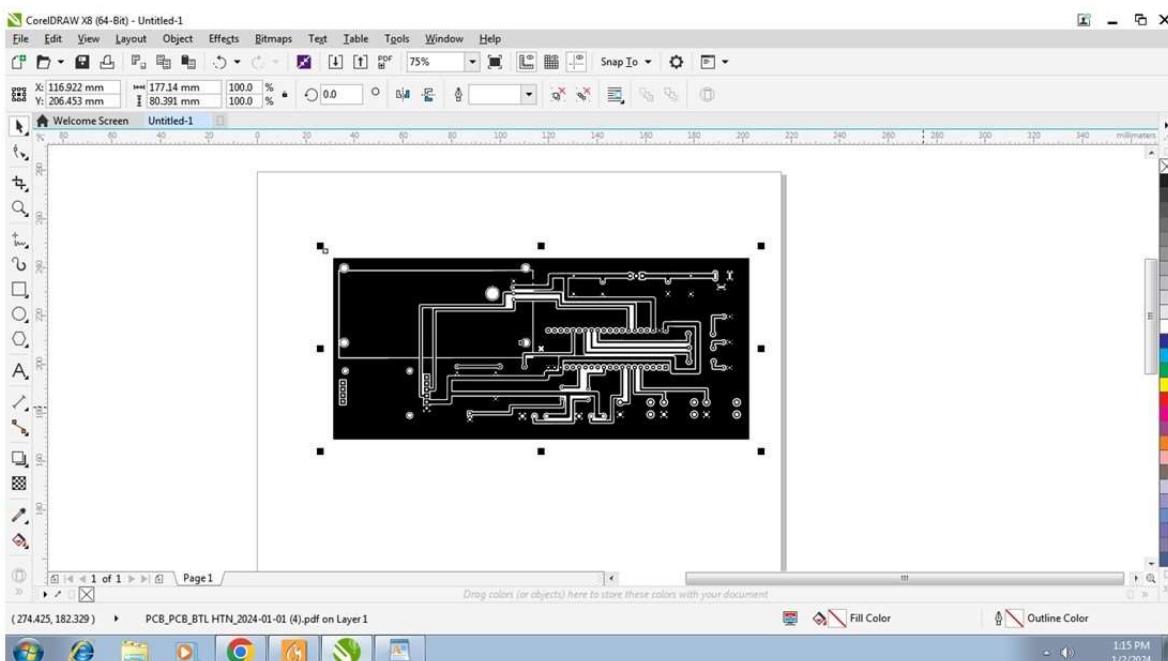


Lưu ý: đảm bảo đơn vị là mm

Ctrl + I : Import file PDF, bitmap, DXF của PCB

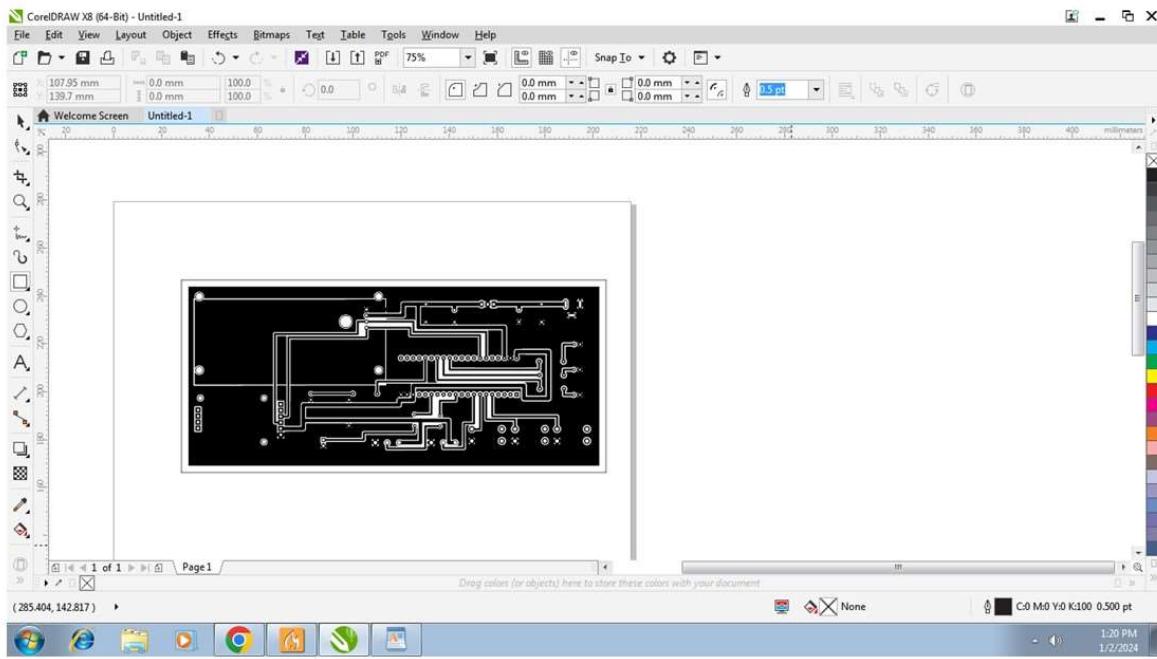


Import text as Curves - OK



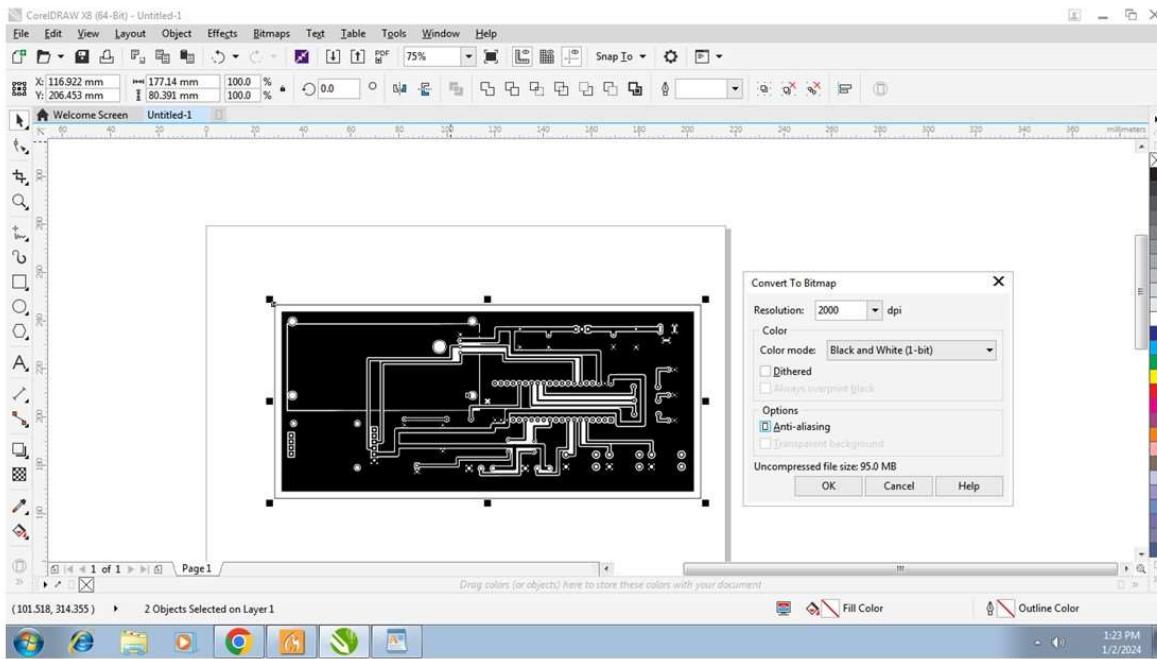
Kiểm tra lại kích thước của bo đã khớp với thiết kế!!!

Do máy cấu hình khá yếu, đối với các file PCB kích thước lớn (> 10cm) sẽ render khá lâu, nên sử dụng Corel để xuất ra file Bitmap. Còn với các file nhỏ thì vẫn có thể xuất trực tiếp thành vector cho phần mềm tiếp theo. Vẽ 1 hình chữ nhật vừa bao quanh hết viền ngoài của file.

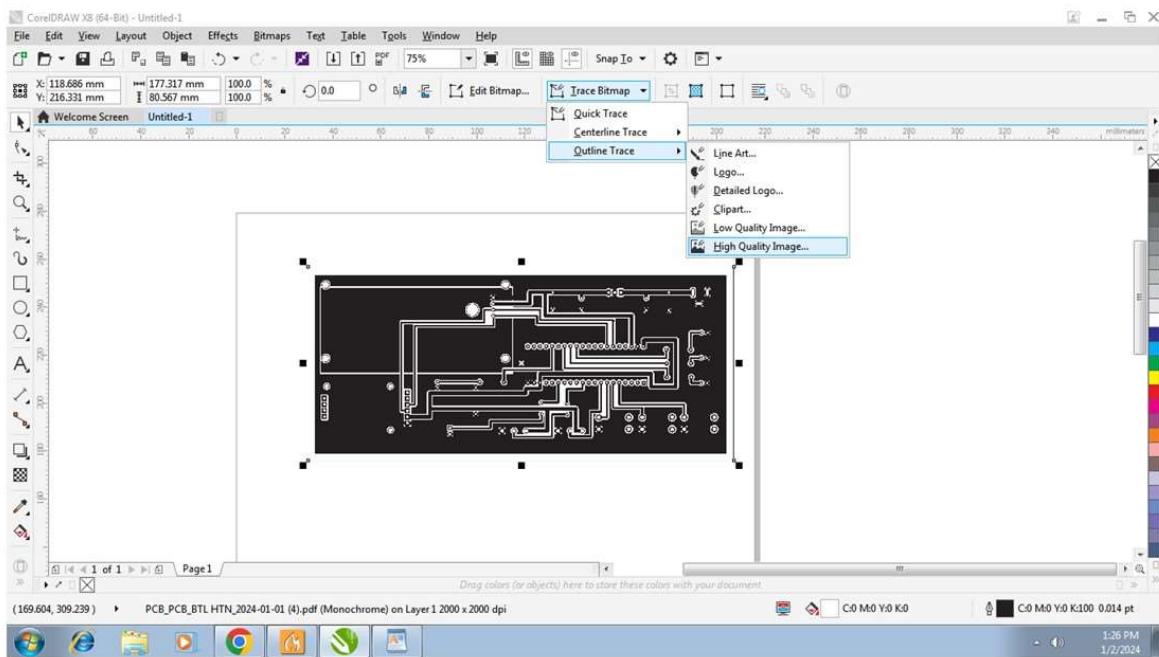


Ctrl + A , Bitmaps - Convert to Bitmap... , và cài đặt các thông số như hình sau đó nhấn OK

Sau khi convert xong, Ctrl + A, Trace bitmap - Outline Trace - High Quality Image

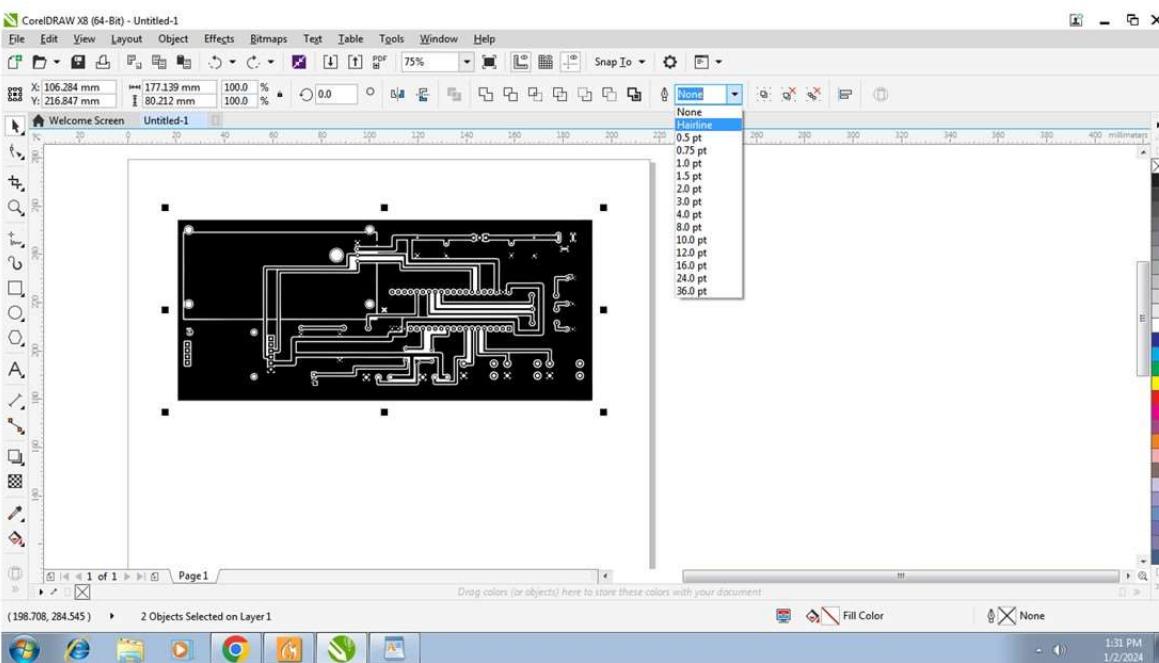


Hướng dẫn sử dụng máy CNC

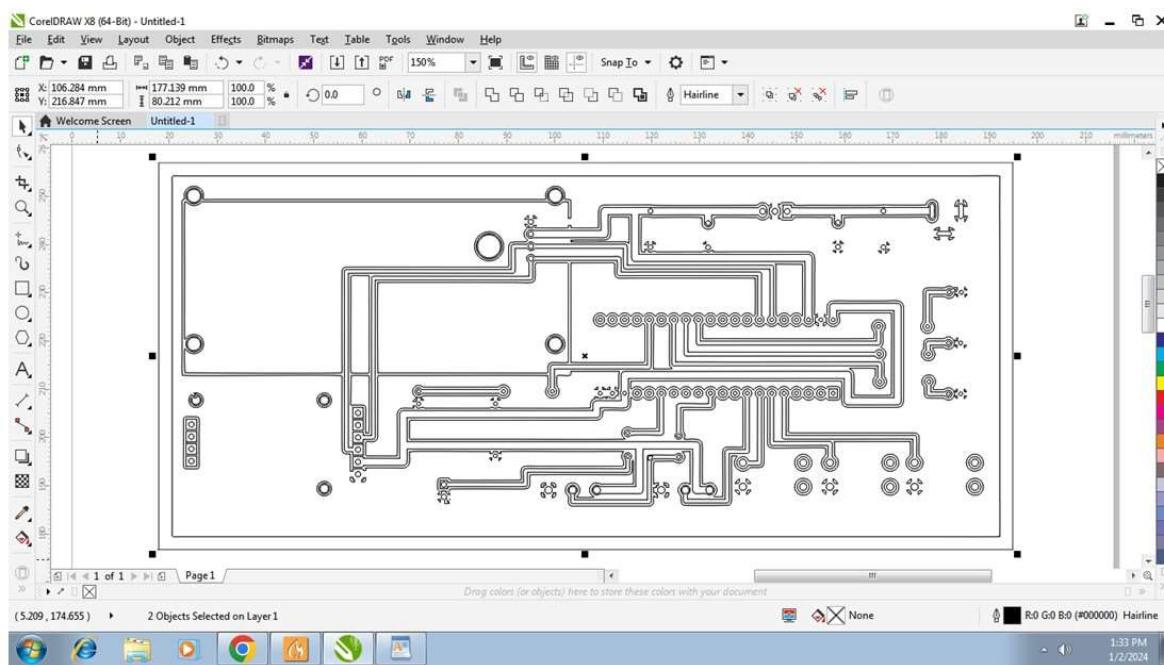


Để các thông số theo mặc định, đợi phần mềm Trace nét. Tick chọn mục Group object by color - OK

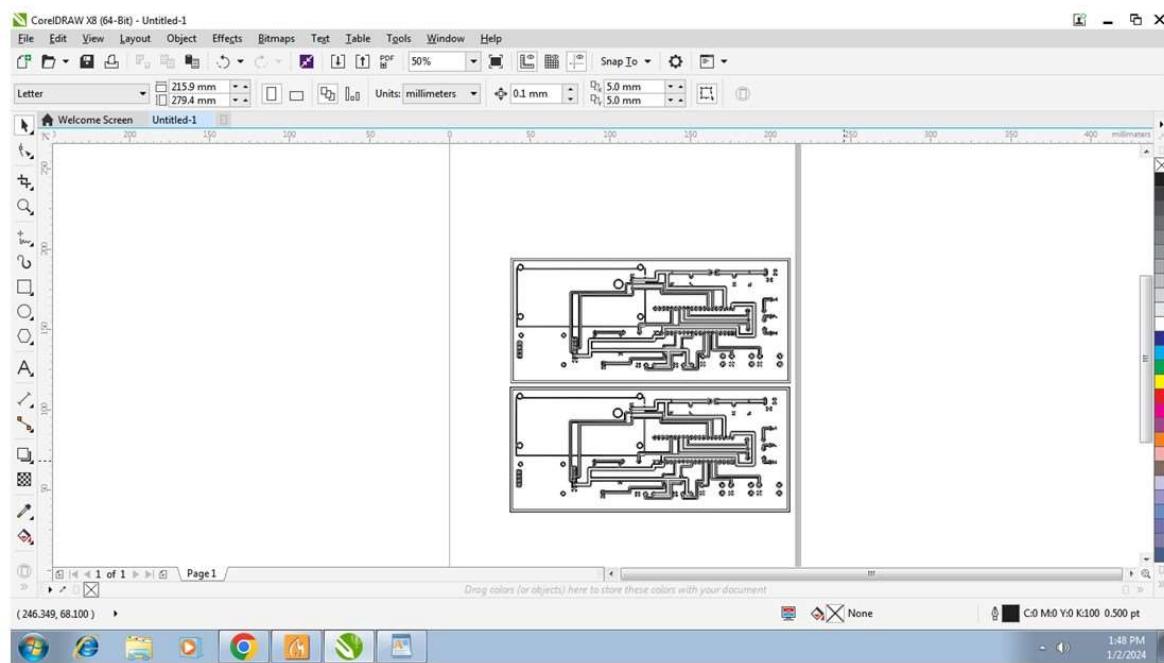
Sau khi tách nét xong, xóa bitmap đã convert trước đó, chọn đối tượng vừa được trace, chọn độ dày line <> None, chọn màu = no color



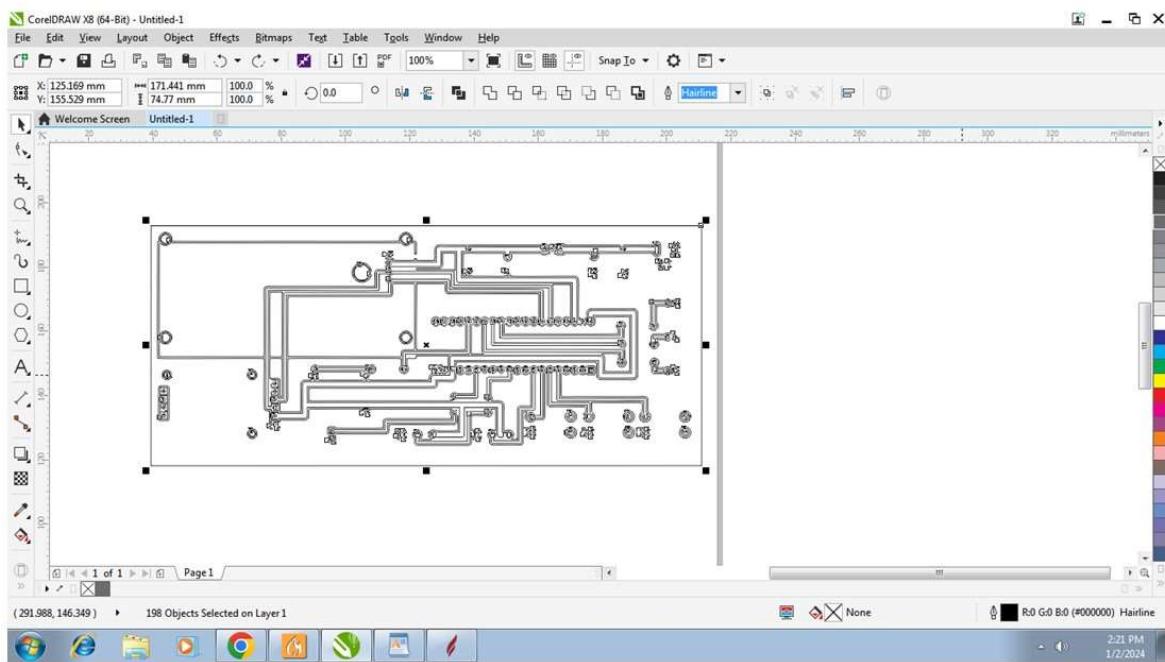
Hướng dẫn sử dụng máy CNC



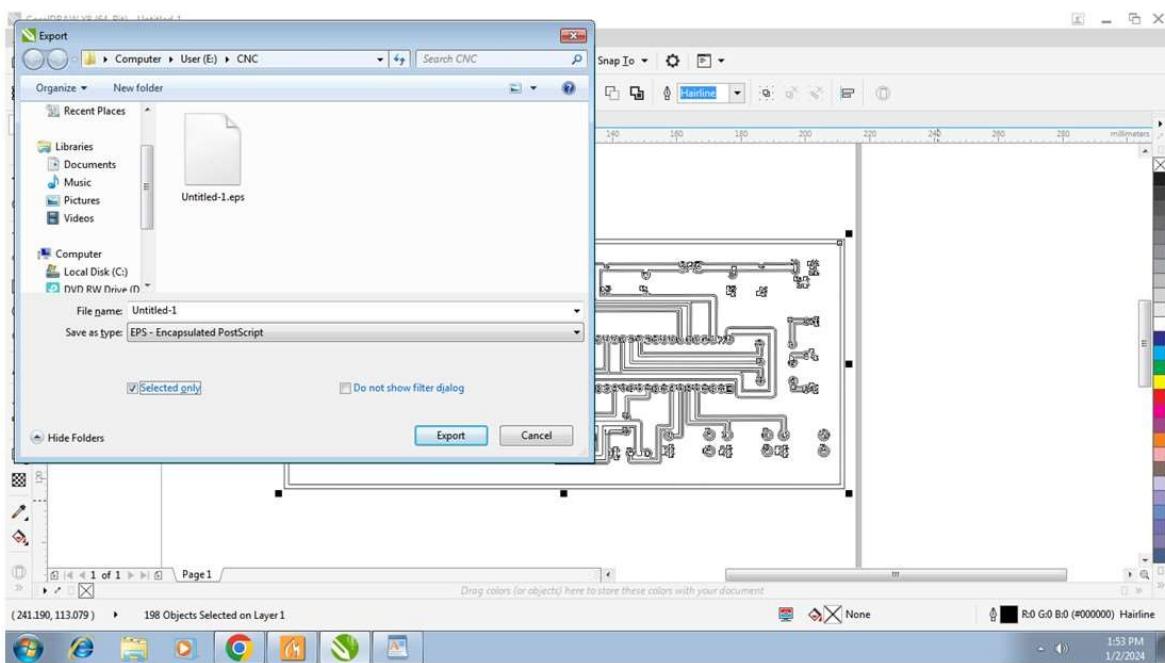
Ctrl + A, Ctrl + U để tách các đối tượng (chỉ bấm Ctrl + U 1 lần). Kéo phần mạch và phần lõi ra riêng. Chọn viền chữ nhật vẽ từ ban đầu và xóa.



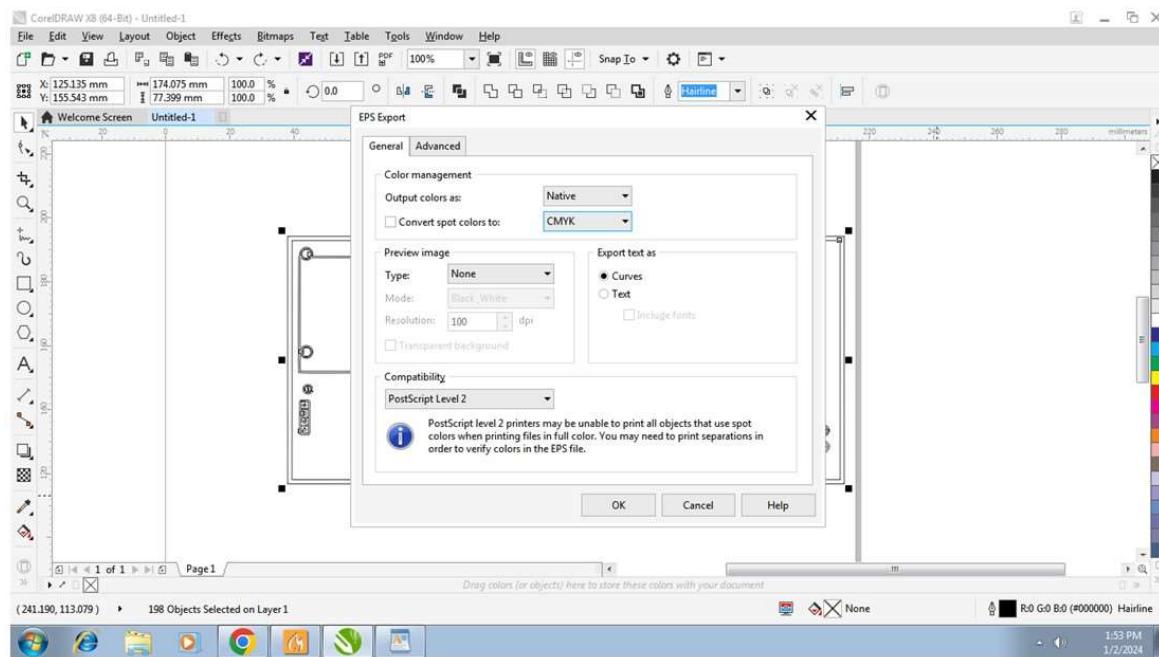
Hướng dẫn sử dụng máy CNC



Có thể xóa 1 trong 2 nếu cả 2 giống nhau. *Ctrl + A, Ctrl + E, Save as Type : .EPS*

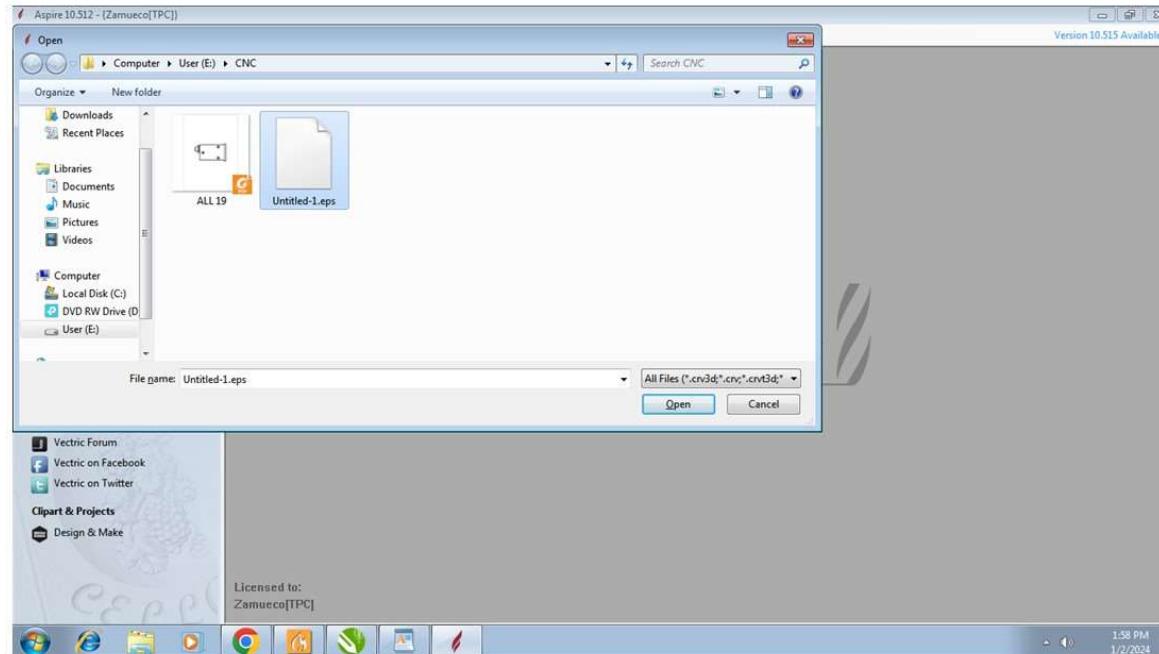


Hướng dẫn sử dụng máy CNC



3.2. Phần mềm Aspire

Phần mềm tạo, chuyển đổi file thiết kế cho trước thành tệp độ cho máy CNC (Gcode)
Ctrl + O : để mở file .eps vừa tạo, có thể tạo bản vẽ đơn giản trực tiếp bằng Aspire.



Cài đặt các thông số như hình, đồng thời kiểm tra lại kích thước bản vẽ (thường sẽ có chút sai khác do độ dày của line)

Job Type: kiểu gia công

- + Single Sided: gia công 1 mặt.
- + Double Sided: gia công 2 mặt.
- + Rotary: gia công theo dạng trục xoay.

Job Size: kích thước phôi gia công

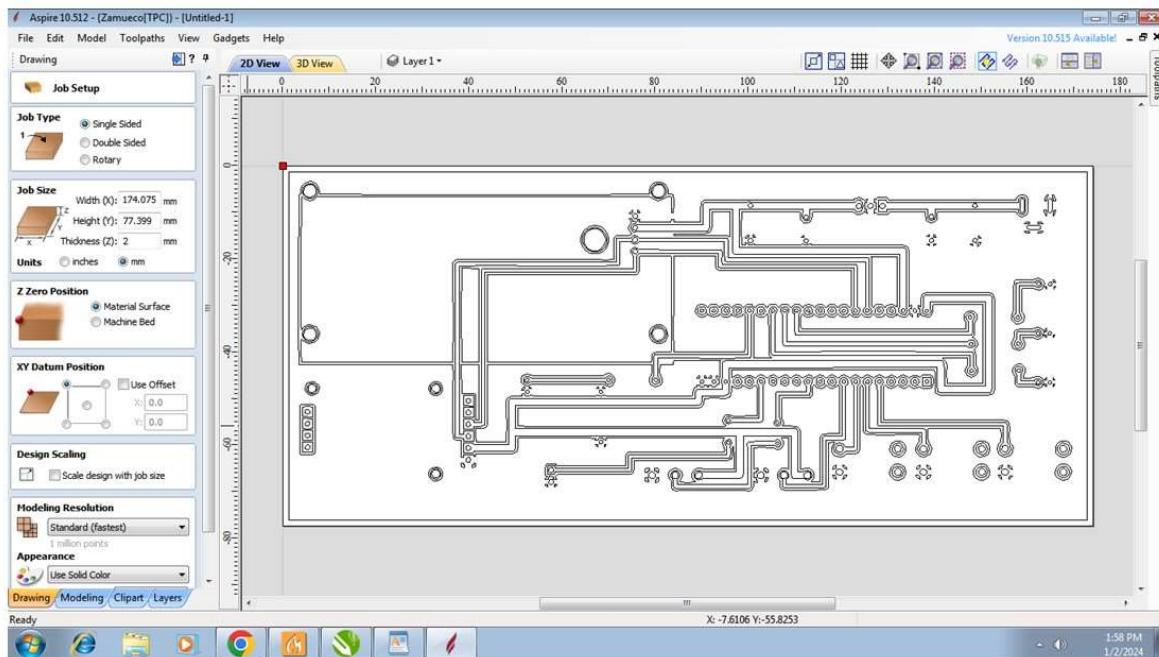
- + X,Y: kích thước rộng x cao.
- + Z: độ dày của phôi (PCB thường 2mm)
- + Đơn vị: chọn theo đơn vị của file.

Z Zero Position: vị trí điểm 0 trục Z, thường chọn theo mặt phẳng phôi (Material Surface)

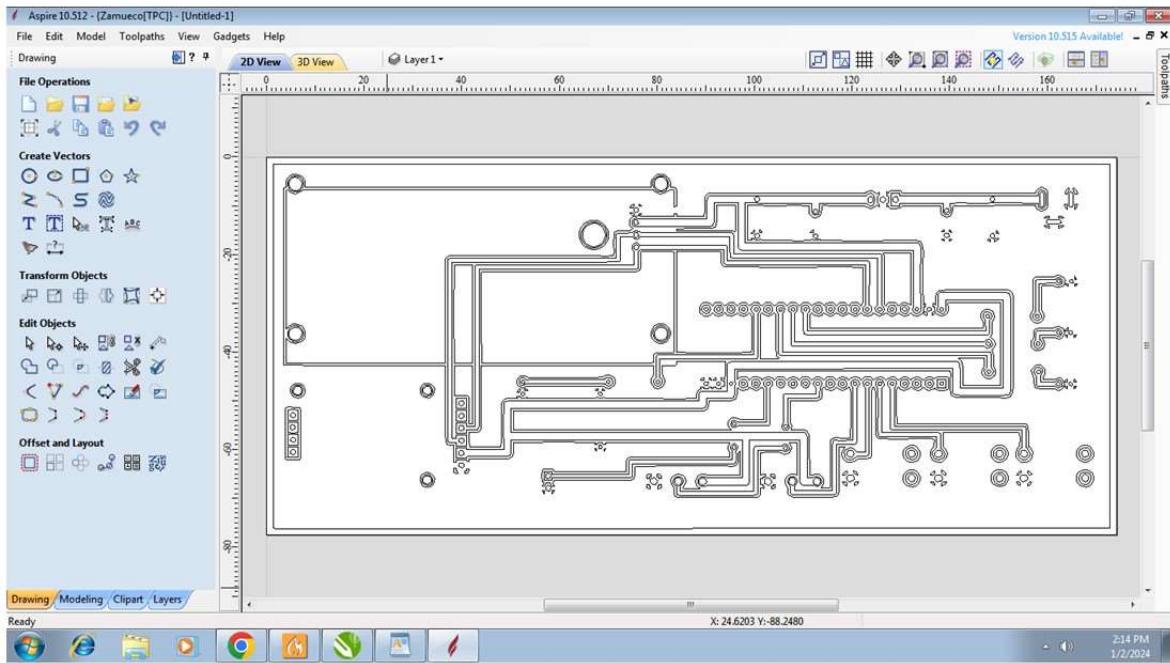
XY Datum Position: Cài đặt gốc tọa độ phôi.

+ Có thể chọn 5 điểm cho phôi, thường sẽ chọn trên cùng bên trái để khi gia công xong dễ dàng tháo phôi.

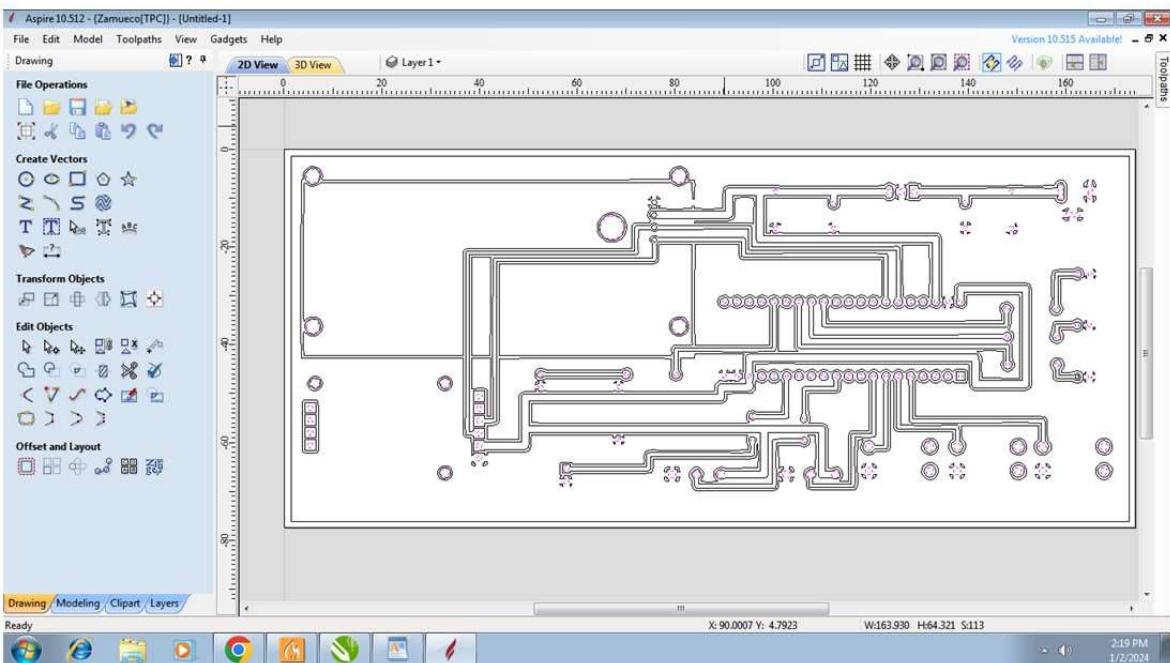
+ Lưu ý bỏ chọn Use offset!!!



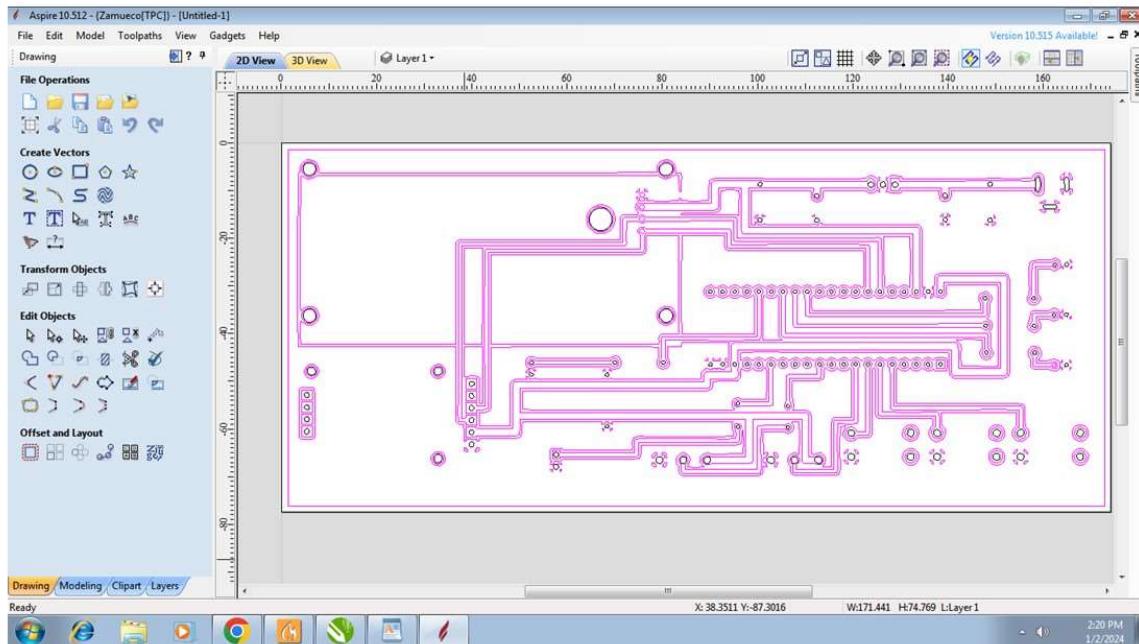
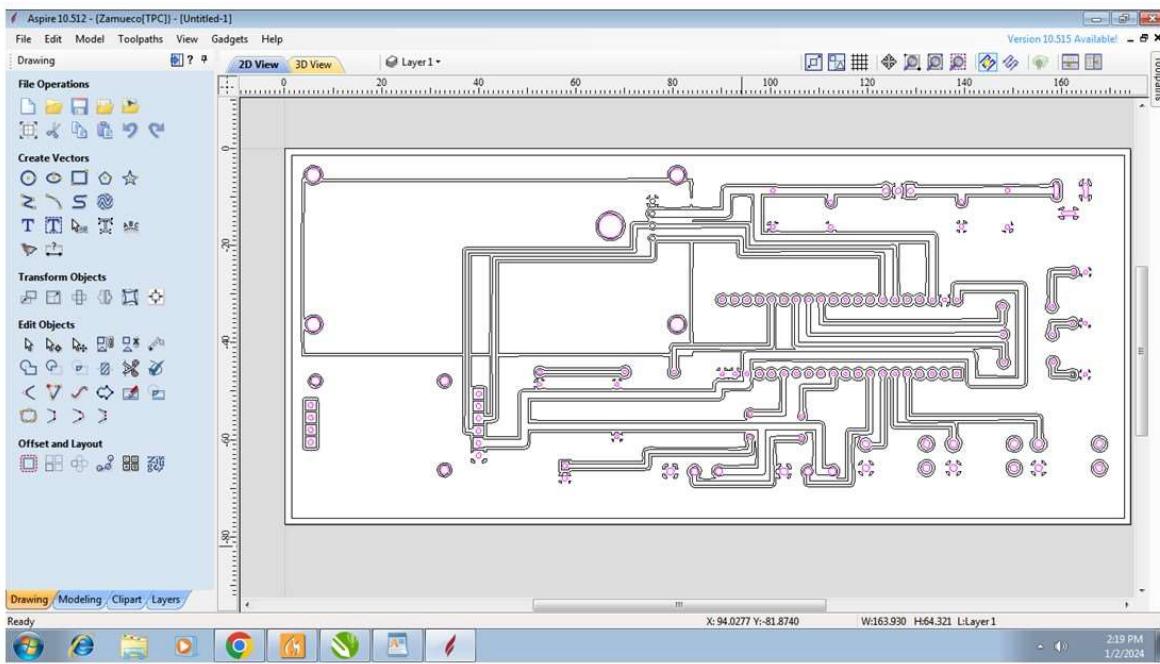
Hướng dẫn sử dụng máy CNC



Lưu ý, bấm Ctrl + G để Group các đối tượng, Ctrl + U để tách các đối tượng.
Sau đó, chọn các lỗ khoan, lỗ bắt ốc và group lại, sau đó group các đối tượng còn lại.

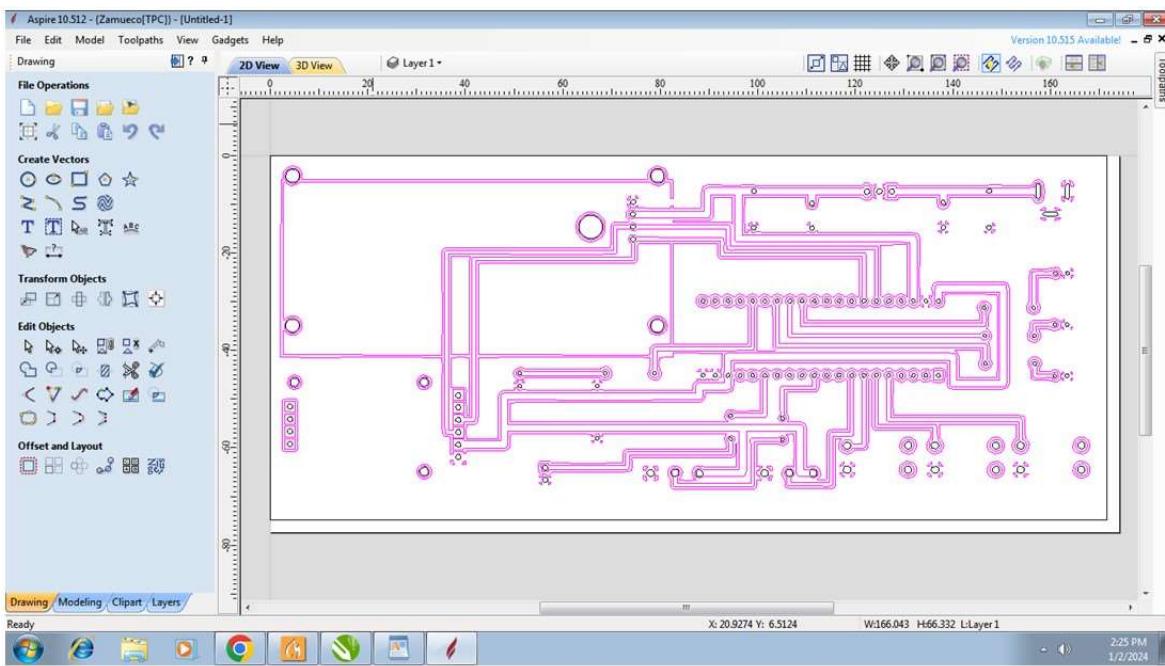


Hướng dẫn sử dụng máy CNC

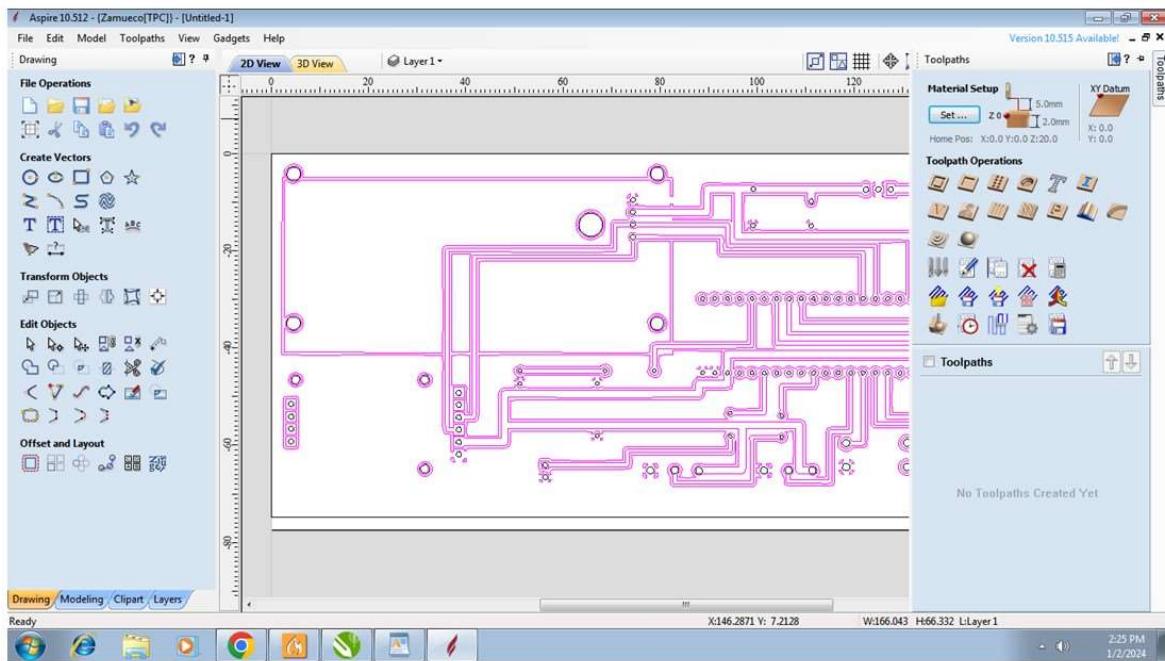


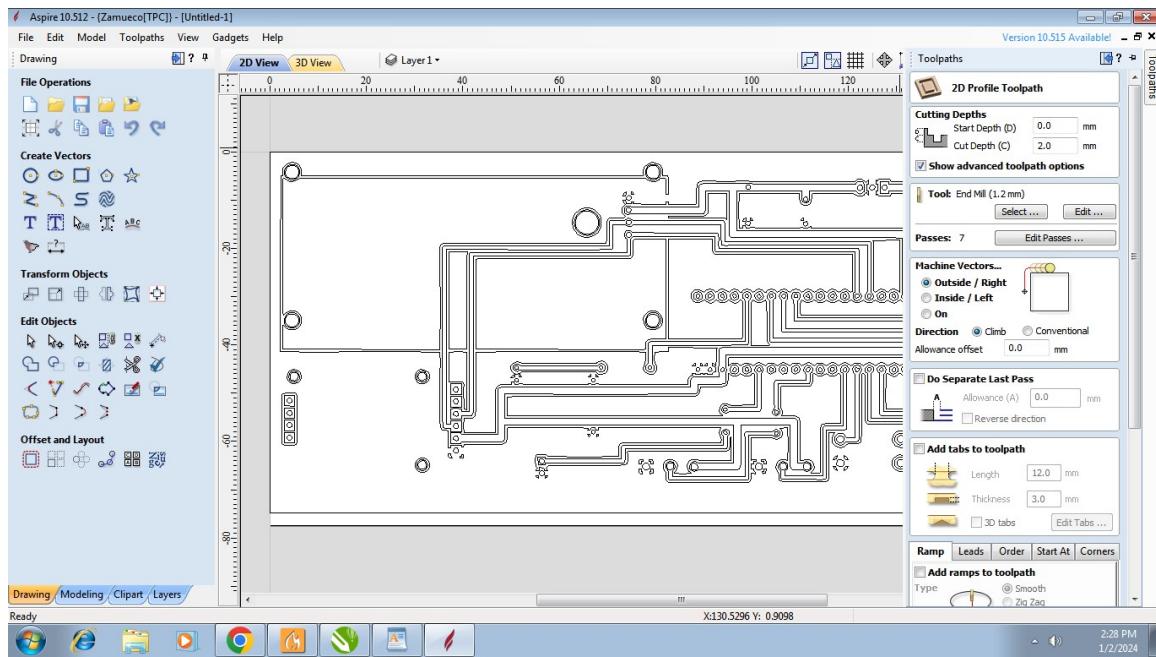
Chọn phần mạch, nếu mạch được thiết kế có 1 đường viền dính liền bao quanh toàn bộ đường mạch, thì bỏ chọn đường ấy, chỉ giữ lại các đường mạch phía trong.

Hướng dẫn sử dụng máy CNC



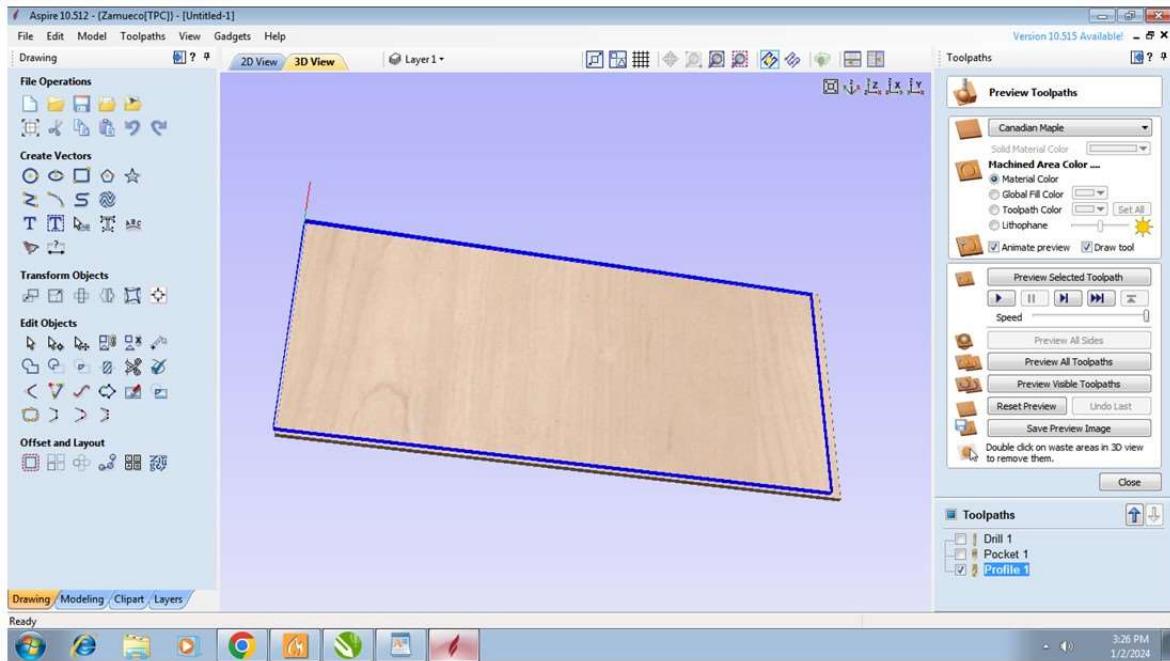
Vào tab Toolpaths





Profile Toolpath: Cắt theo biên dạng của đối tượng

- + Cutting Depths: Độ sâu đường cắt
 - + Start Depth (D) : Độ sâu bắt đầu, tính từ mặt phôi (thường = 0)
 - + Cut Depth (C) : Độ sâu cần cắt, tùy vào yêu cầu cụ thể từng đối tượng mà chọn độ sâu thích hợp.
- + Tool: Chọn loại dao dùng cho đường cắt
 - + Tùy vật liệu, tốc độ chạy, kích thước, đường kính dao, độ sâu cắt mà chọn cho phù hợp (có thể tham khảo ở phụ lục số 1)
- + Machine Vectors... : Chọn biên để bù dao
 - + OutSide: bù dao bên ngoài biên dạng (giữ biên ngoài)
 - + InSide: bù dao bên trong biên dạng (giữ biên trong)
 - + On: không bù dao, tâm dao == tâm đường (có thể bị cắt phạm vào các đối tượng khác nếu không chọn dao phù hợp)
- + Add tabs to toolpath: Chừa phần phôi giữ cố định khi gia công.



Pocket Toolpath: khắc theo biên dạng đối tượng

+ Cutting Depths: Độ sâu đường khắc

+ Start Depth (D) : Độ sâu bắt đầu, tính từ mặt phôi (thường = 0)

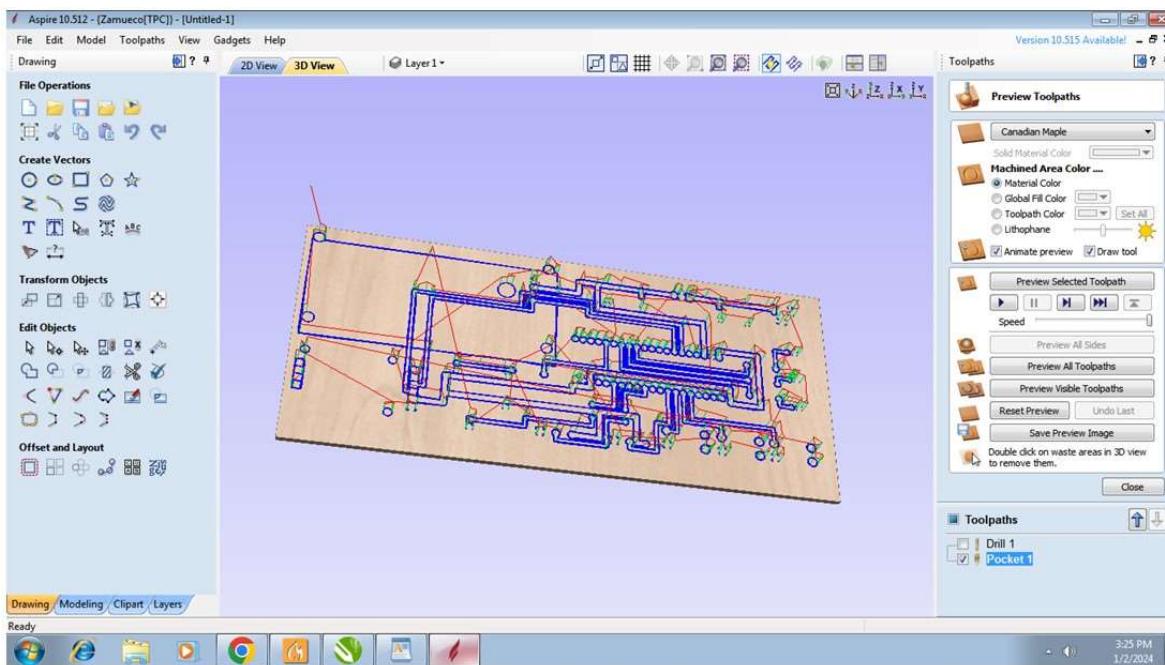
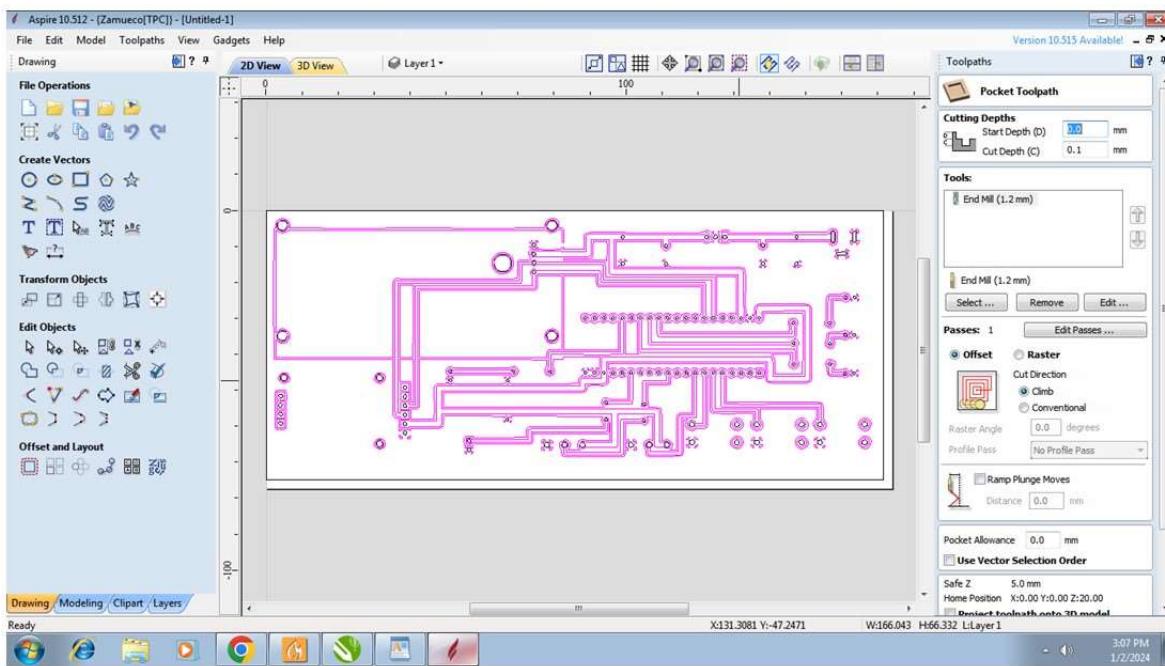
+ Cut Depth (C) : Độ sâu cần khắc, tùy vào yêu cầu cụ thể từng đối tượng mà chọn độ sâu thích hợp.

+ Tool: Chọn loại dao dùng cho đường cắt

+ Tùy vật liệu, tốc độ chạy, kích thước, đường kính dao, độ sâu cắt mà chọn cho phù hợp (có thể tham khảo ở phụ lục số 1)

+ Có thể chọn nhiều loại dao khắc cùng lúc để rút ngắn thời gian gia công. Những chỗ rộng, cần gia công nhanh có thể chọn dao lớn để chạy, những chỗ nhỏ (chân IC dán, các pad đồng sát nhau,...)

Hướng dẫn sử dụng máy CNC



Drilling Toolpath: Chức năng khoan

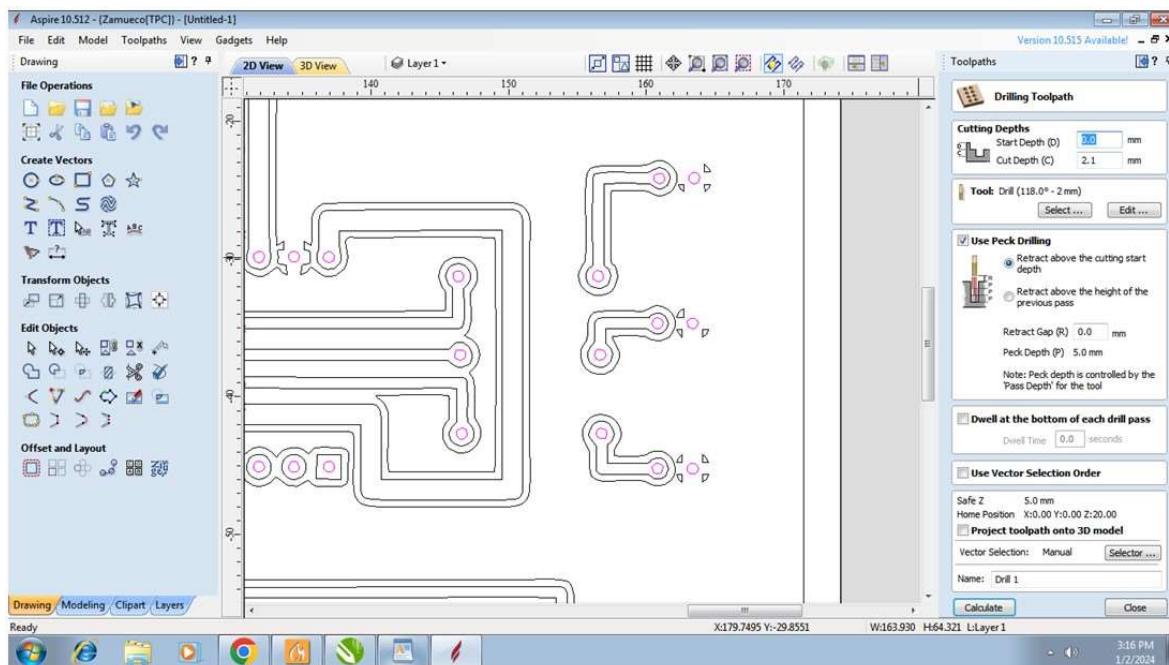
+ Cutting Depths: Độ sâu khoan

+ Start Depth (D) : Độ sâu bắt đầu, tính từ mặt phôi (thường = 0)

+ Cut Depth (C) : Độ sâu cần khắc, tùy vào độ dày vật liệu, thường sẽ = độ dày phôi + 0.2mm.

+ Tool: Chọn loại mũi khoan

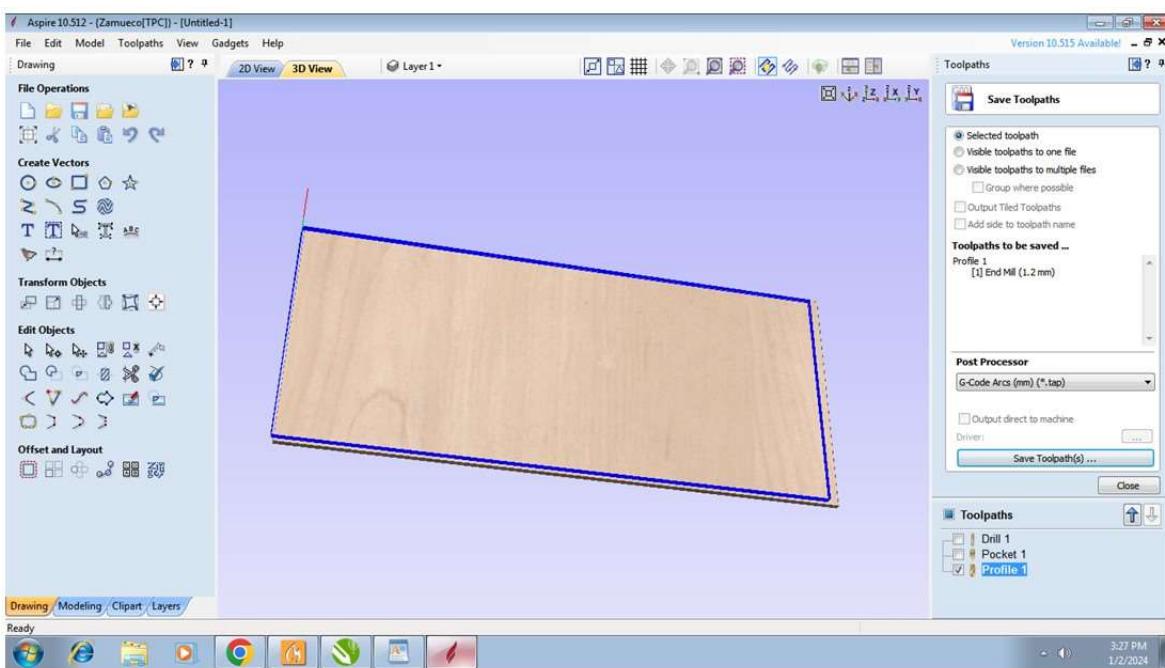
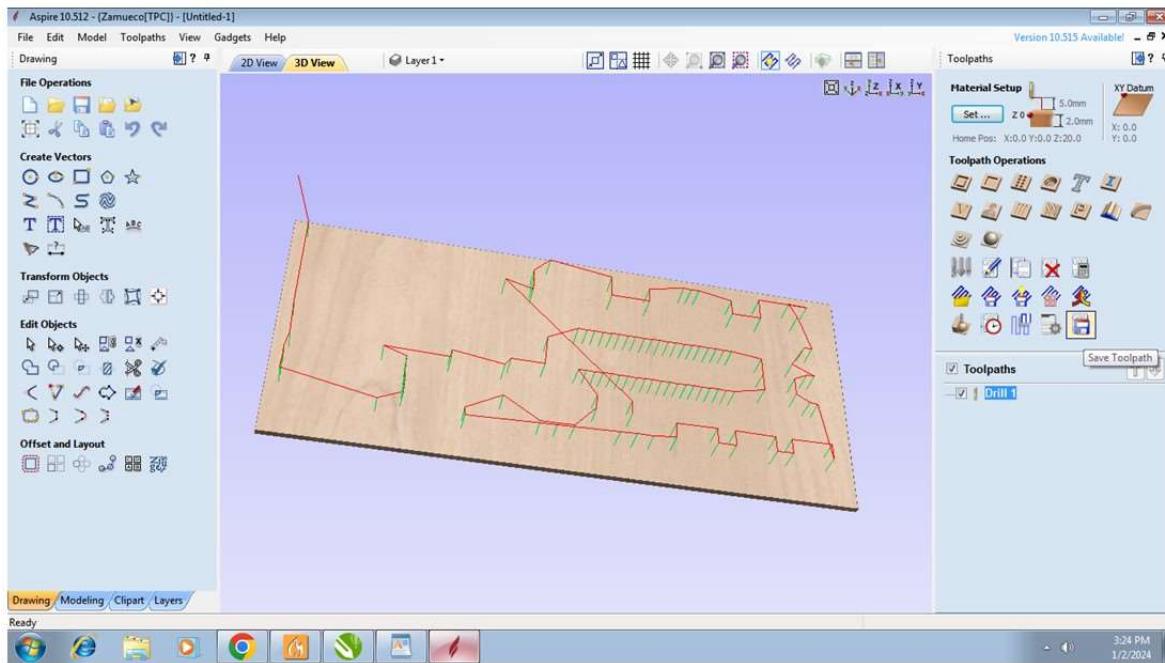
+ Use Peck Drilling : khoan thoát phôi, dùng khi độ sâu khoan lớn, vật liệu cứng cần khoan nháp nhiều lần.



Save Toolpath: Lưu ra các file gia công.

+ Chỉ cho phép gộp các đường cắt khi dùng chung loại dao.

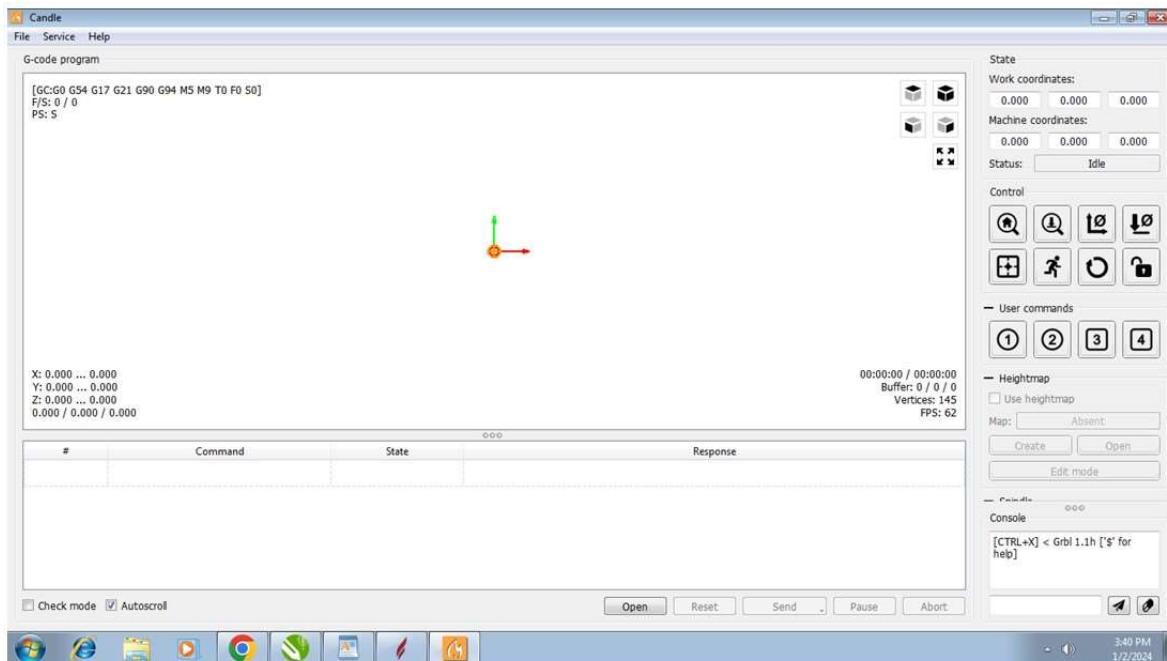
Hướng dẫn sử dụng máy CNC



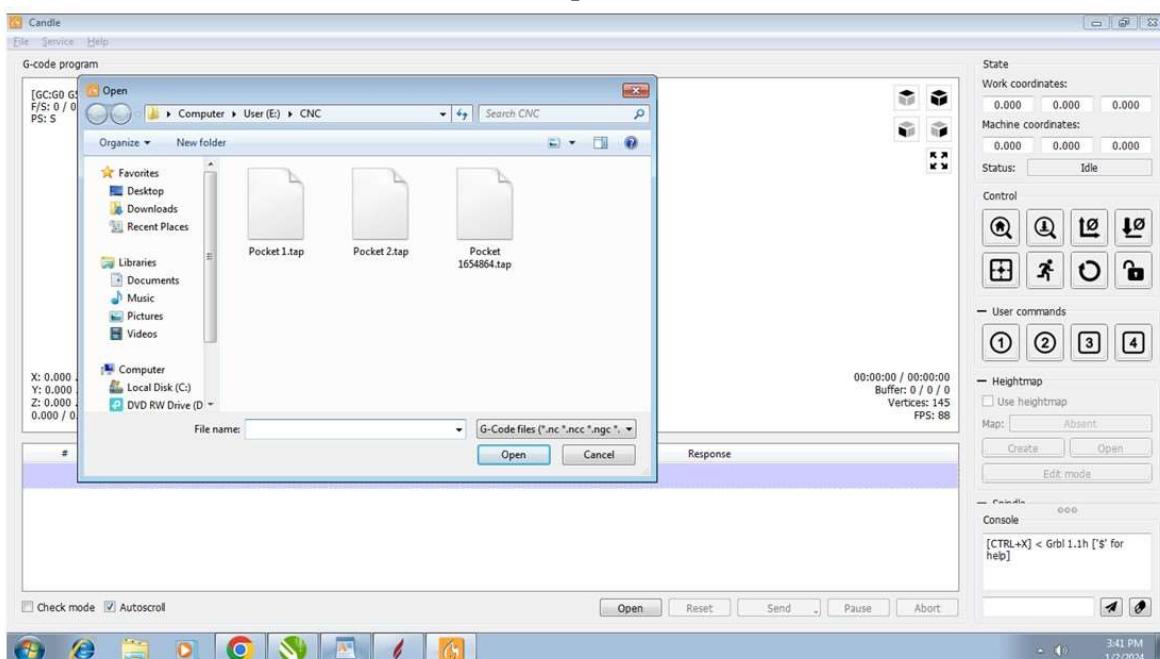
3.3. Phần mềm Candle

Phần mềm điều khiển máy CNC.

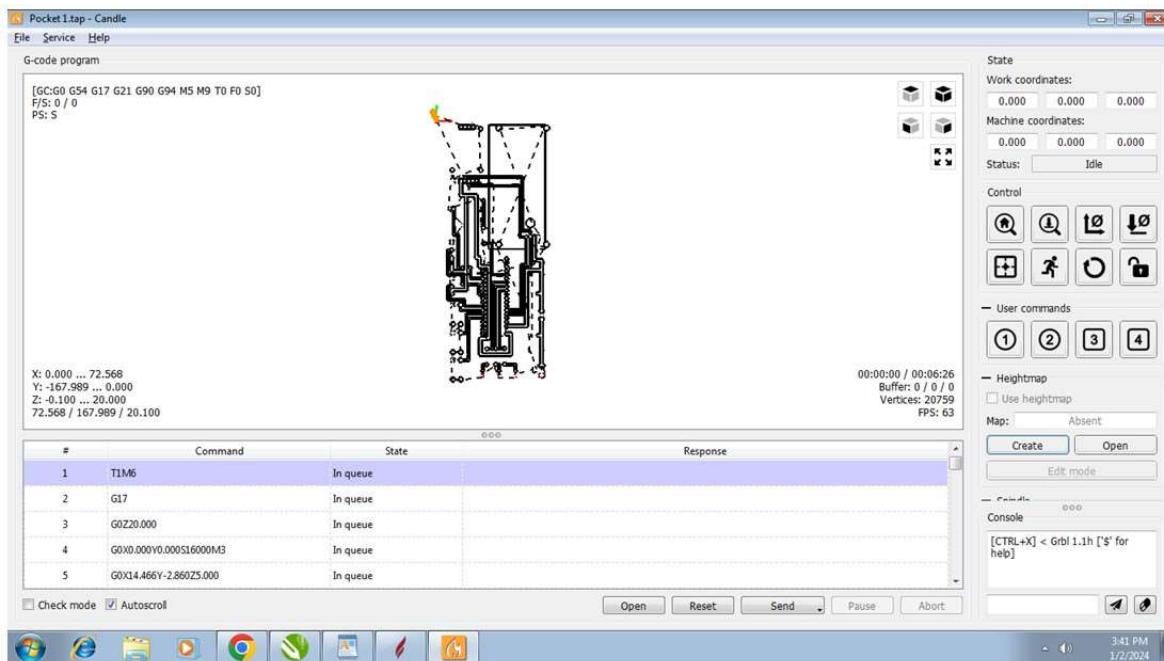
Khi kết nối máy với phần mềm, nếu kết nối thành công console sẽ hiện [CTRL+X] < Grbl 1.1h ['\$ for help]. Nếu không hiện, kiểm tra lại cổng COM xem đã đúng cổng của máy CNC chưa, chọn trong Service – Setting – COM



Giao diện chính phần mềm Candle



Ctrl + O: để mở file Gcode gia công



Hãy đảm bảo cụm z và mũi dao không bị cản trở khi di chuyển, công tắc emerg đã được off và công tắc bật spindle off. Tiến hành lắp mũi dao theo bản vẽ gcode. Đảm bảo siết chặt và đều đầu kẹp mũi dao.

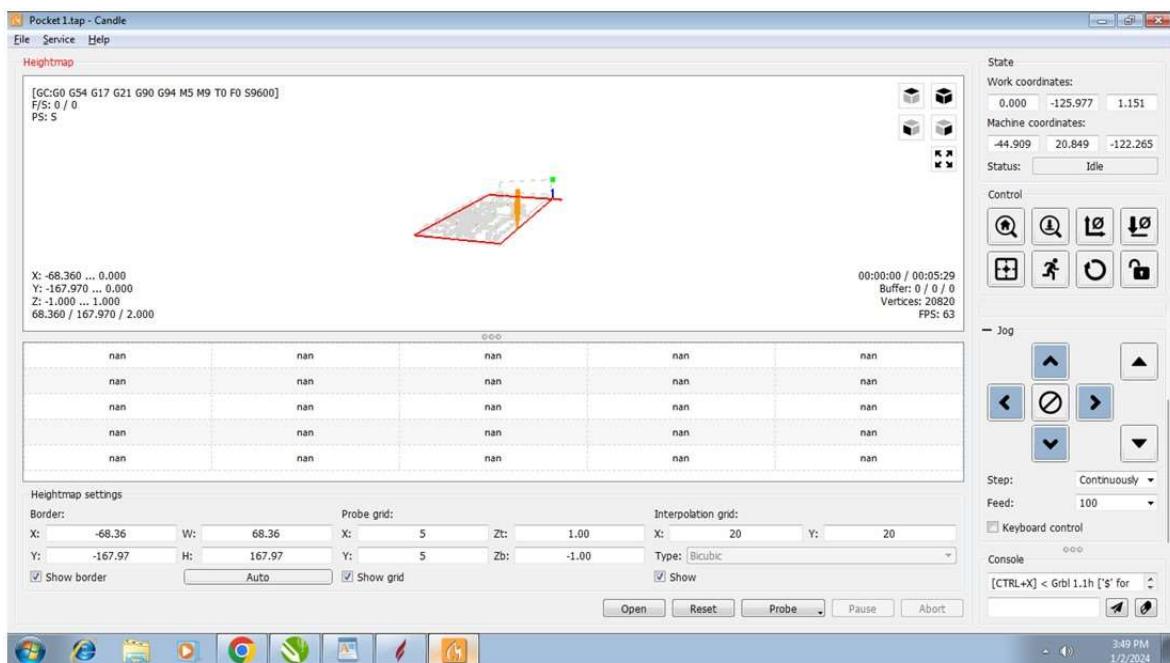
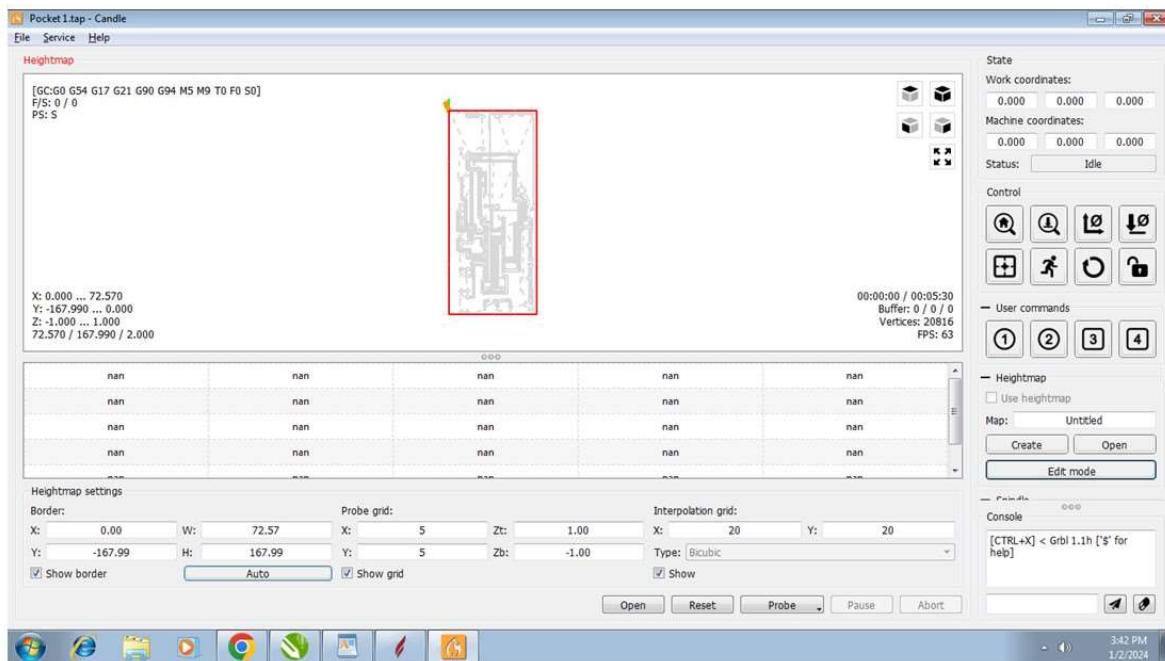
Vào tab Job, điều khiển các trục đến vị trí HOME của bản vẽ, sau đó set zero các trục bằng đảm bảo tọa độ work coordinates đều là 0.000.

Khi sử dụng máy để gia công PCB, độ phẳng của bàn cũng như của phím không được đảm bảo, nên để đạt chất lượng tốt, không bị lỗi thì máy được trang bị thêm đầu dò độ cao phôi. Bộ dò gồm 2 kẹp cá sấu, 1 được kết nối với phím, 1 được kết nối với Spindle.

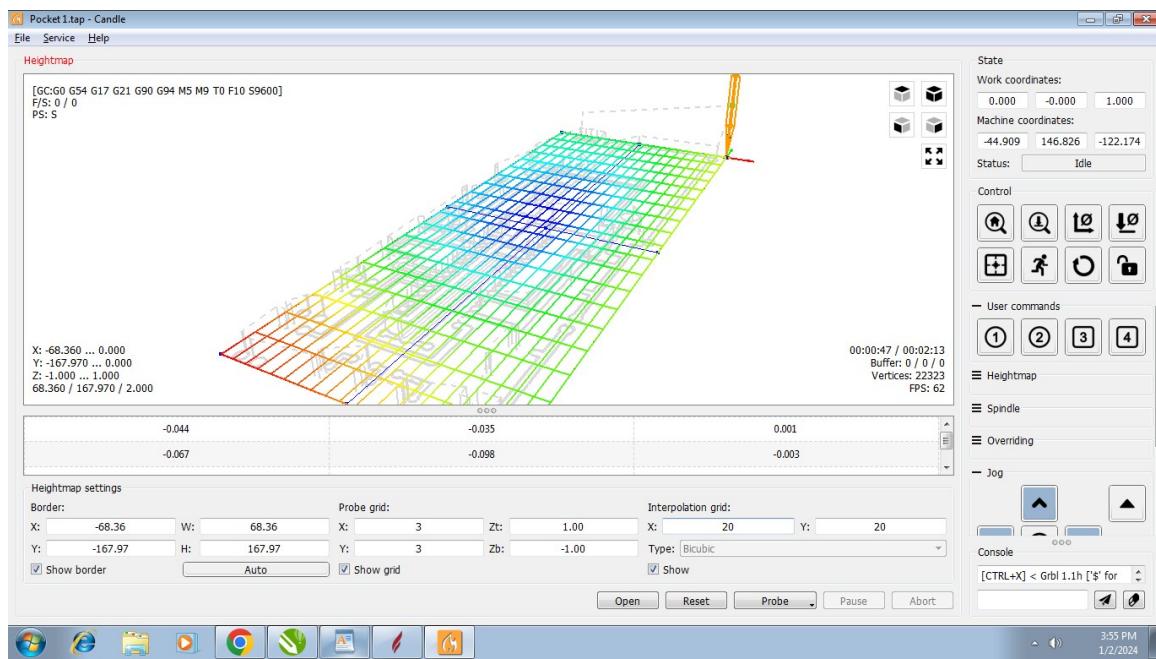
Kiểm tra tiếp xúc bằng cách chạm 2 đầu dò với nhau, đèn xanh trên jack cảm sẽ sáng lên. Phải đảm bảo công tắc Spindle OFF.

Vào tab Heightmap, Edit mode – Chọn Auto để phần mềm bo hết vùng làm việc của file. Sau đó vào mục Probe Grid, tùy vào kích thước mạch, ta nên bố trí số điểm đo đủ gần để đạt hiệu suất cao. Thường bố trí các điểm cách nhau 2cm – 4cm. (*Hãy đảm bảo đầu dò đã được kết nối và tiếp xúc giữa phôi và dao là tốt nhất*). Sau đó bấm Probe.

Hướng dẫn sử dụng máy CNC



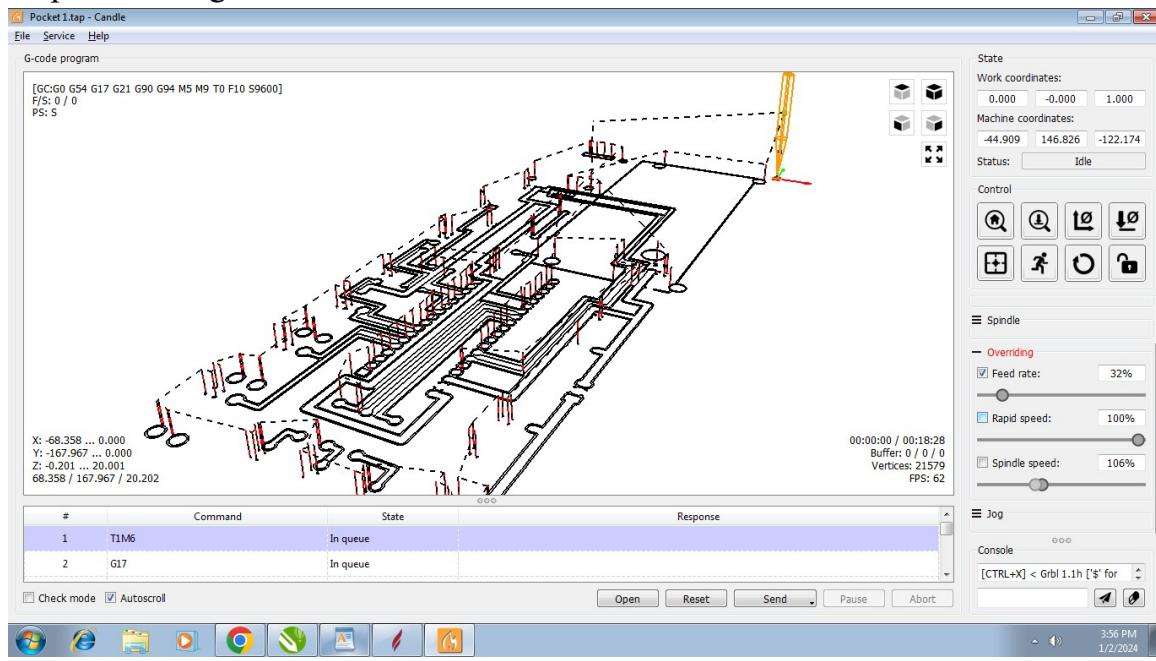
Hướng dẫn sử dụng máy CNC



Sau khi đo xong, ở tab Heightmap, Edit Mode – Tick chọn Use Heightmap.

Tiến hành tháo đầu dò, kể từ bây giờ, không dời, tháo phôi vì sẽ làm sai lệch kết quả đo.

*Ở lần chạy đầu của mỗi loại dao, ta nên kéo tốc độ FeedRate(tab Overriding) xuống thấp để dễ dàng điều chỉnh độ cao của trục Z.



Sau đó, ta dừng máy bằng nút EMER trên tủ điều khiển, dịch trục Z bằng tay để dao cắt được vào phôi. Sau đó ta có thể tăng dần FeedRate để giảm thời gian gia công. Tuyệt đối không đưa tốc độ lên quá cao, sẽ dẫn đến mất bước động cơ, sai lệch hay thậm chí làm hư hỏng các linh kiện cơ khí của máy.

3.4. *Nguyên tắc an toàn*

1. Đảm bảo công tắc Spindle OFF khi thực hiện trực tiếp với máy.
2. Kiểm tra tất cả các trỏ ngại xung quanh gây cản trở quá trình chuyển động của máy.
3. Khi thực hiện các lệnh JOB, đảm bảo mũi dao ở khoảng cách an toàn so với bàn, phôi cũng như các phần trên bàn.
4. Khi gắn đầu dò, Spindle phải OFF. Tháo đầu dò trước khi chạy Gcode.
5. Khi có sự cố xảy ra, lập tức nhấn nút Emergency, không bấm PAUSE, ABORT trên phần mềm (đáp ứng chậm).
6. Phải kiểm tra lại tọa độ của máy trước khi chạy Gcode.
7. Sau khi sử dụng xong, dọn máy, cắt mũi cẩn thận. Tắt tất cả công tắc của máy.

3.5. *Kết quả gia công*

