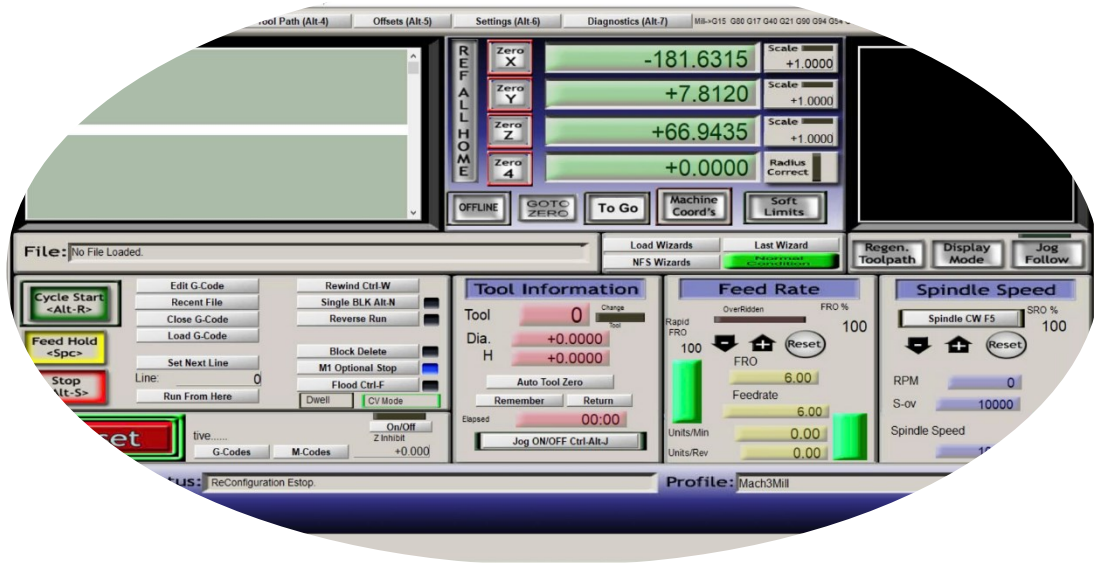




HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG MACH3 CNC

Biên soạn: Đào Ngọc Hoàng

Email: ngochoangimsat@gmail.com

Mục lục

1. Chức năng của các thanh menu	7
1.1. File	11
1.1.1. Load G-Code (Tải tệp G-Code)	11
1.1.2. LazyCAM (Phần mềm tạo G-CODE từ bản vẽ)	11
1.1.3. Close file(s) (Đóng tệp G-code đang mở)	11
1.1.4. Exit (Thoát phần mềm)	12
1.2. Config (Cấu hình).....	12
1.2.1. Select Native Unit (Chọn đơn vị đo mặc định).....	14
1.2.2. Ports and Pins (Cấu hình cổng kết nối và chân điều khiển)	14
1.2.3. Motor Tuning (Cấu hình động cơ)	31
1.2.4. General Config (Cấu hình chung).....	37
1.2.5. System Hotkey (Gán phím tắt điều khiển)	44
1.2.6. Home/Limits (Giới hạn hành trình & điểm Home).....	47
1.2.7. Toolpath (Cấu hình hiển thị đường chạy dao)	48
1.2.8. Slave Axis (Gán trục phụ chạy song song)	51
1.2.9. Backlash (Bù sai số hồi chuyển).....	51
1.2.10. Fixtures... (Hệ tọa độ G54-G59)	53
1.2.11. Tool Table (Bảng quản lý dao cụ)	56
1.2.12. Config Plugins (Cấu hình Plugin mở rộng)	58
1.2.13. Spindle Pulleys (Cài đặt hệ thống truyền động trục chính).....	59
1.2.14. Safe_Z Setup (Cấu hình chiều cao an toàn).....	61
1.2.15. Save Settings (Lưu cài đặt hiện tại)	62
1.3. Function Cfg's (Cấu hình chức năng)	64
1.3.1. Calibrate Spindle (Căn chỉnh trục chính)	64
1.3.2. Serial monitor (giám sát cổng nối tiếp).....	66
1.3.3. Calibrate MPG (Căn chỉnh tay cầm MPG).....	66
1.3.4. Screw mapping (Hiệu chỉnh sai số vítme).....	67
1.3.5. Setup Serial ModBus control (Cài đặt Modbus Serial)	69
1.3.6. Setup TCP ModBus (Cài đặt Modbus TCP)	71
1.3.7. Formulas (Hiệu chỉnh tọa độ các trục theo công thức toán học).....	72



1.3.8. Fonts (Tùy chọn phông chữ hiển thị)	73
1.3.9. Reset device sel (Đặt lại cài đặt chọn mạch điều khiển)	74
1.4. View (Hiển thị).....	74
1.4.1. Load screen (Chọn giao diện)	74
1.4.2. Save current layout (Lưu bố cục màn hình hiện tại)	76
1.4.3. Regen Toolpath (Tạo lại đường chạy dao)	76
1.5. Wizard (Trình tạo G code tự động)	76
1.5.1. Pick Wizard (Chọn trình tạo mã)	76
1.6. Operator (Vận hành)	76
1.6.1. Lock (Khóa)	76
1.6.2. Unlock (Mở khóa)	76
1.6.3. Auto-Calculator (Tự động tính toán)	76
1.6.4. Control offline (Điều khiển ngoại tuyến)	77
1.6.5. Maintenance Hours (Giờ vận hành)	77
1.6.6. VB Script editor (Chỉnh sửa mã VB Script).....	77
1.6.7. Edit Button Script (Chỉnh sửa Script của nút bấm).....	79
1.6.8. Set normal condition (Đặt điều kiện bình thường)	82
1.6.9. Restore Settings... (Khôi phục cài đặt).....	82
1.6.10. Brain control (Điều khiển các Brain).....	82
1.6.11. Brain editor (Chỉnh sửa Brain)	82
1.6.12. Check config... (Kiểm tra cấu hình)	83
1.6.13. G-Code var monitor (Giám sát các biến G-Code).....	83
1.7. Plugin control (Điều khiển trình Plugin).....	83
1.7.1. Video window (Cửa sổ video).....	84
1.7.2. BL-usbMach	84
1.8. Help (Trợ giúp)	84
2. Chức năng của các màn hình làm việc	84
2.1. Màn hình Program Run (Alt-1).....	84
2.1.1. Khu vực điều khiển chính (Main Control).....	85
2.1.2. Khu vực tọa độ trục CNC	86
2.1.3. Khu vực điều khiển trục chính (Spindle Speed).....	86
2.1.4. Khu vực tốc độ chạy dao (Feed Rate).....	87



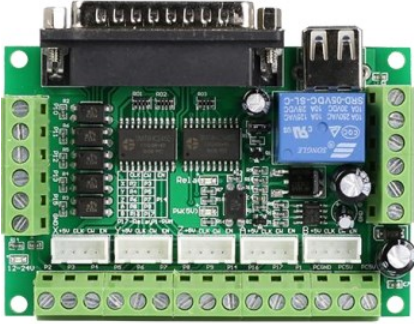
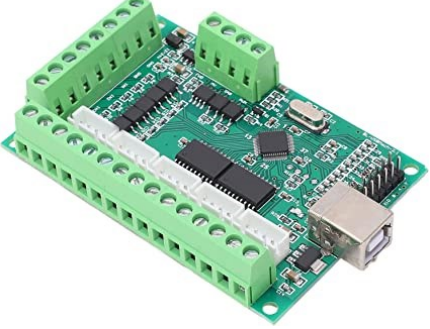
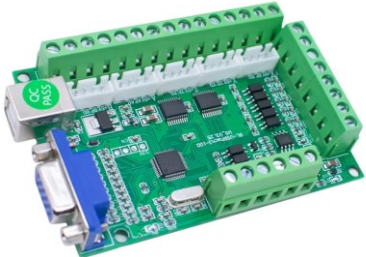
2.1.5. Khu vực thông tin dao cụ.....	87
2.1.6. Khu vực hiển thị G-code	87
2.1.7. Khu vực hiển thị thông tin đường chạy dao.....	87
2.1.8. Kết luận	89
2.2. Màn hình MIDI	89
2.2.1. Khu vực tọa độ trục (Bên trái)	89
2.2.2. Khu vực điều khiển chương trình	90
2.2.3. Khu vực điều chỉnh tốc độ tiến dao và trục chính.....	90
2.2.4. Khu vực nhập lệnh MDI	90
2.2.5. Nút Reset (Màu đỏ)	90
2.2.6. Khu vực trạng thái	90
2.2.7. Tóm tắt các chức năng chính	91
2.3. Màn hình Tool Path.....	91
2.4. Màn hình Offsets.....	92
2.4.1. Khu vực Work Offsets (Bù trừ tọa độ làm việc)	92
2.4.2. Khu vực Edge Finder (Tìm biên).....	92
2.4.3. Khu vực Gage Block Height (Chiều cao khối đo)	92
2.4.4. Khu vực Tool Offsets (Bù trừ dụng cụ)	93
2.4.5. Khu vực lưu bù trừ.....	93
2.4.6. Nút Reset và Điều khiển	93
2.4.7. Tóm tắt chức năng của màn hình Offsets	93
2.5. Màn hình Settings	94
2.5.1. Special Functions (Chức năng đặc biệt).....	94
2.5.2. Axis Calibration (Hiệu chỉnh trục)	94
2.5.3. Abs Coords (Tọa độ tuyệt đối).....	94
2.5.4. Axis Inhibits (Vô hiệu hóa trục)	95
2.5.5. Encoder Position (Vị trí bộ mã hóa).....	95
2.5.6. Rotation Radius (Bán kính quay)	95
2.5.7. Spindle Pulley (Bánh răng trục chính)	95
2.5.8. Tool Change Location (Vị trí thay dao)	95
2.5.9. Laser Grid (Lưới laser)	95
2.5.10. Tangential Control (Điều khiển cắt tiếp tuyến)	95



2.5.11. CV Settings (Cấu hình chế độ góc tiếp)	96
2.5.12. Các thiết lập khác.....	96
2.5.13. Tóm tắt chức năng màn hình Settings.....	96
2.6. Màn hình Diagnostics.....	96
2.6.1. Zero & Reference (Chỉnh gốc & tham chiếu trục)	96
2.6.2. Current Position & Machine Coord (Vị trí hiện tại & tọa độ máy)	97
2.6.3. Tool Offset (Hiệu chỉnh dao cụ).....	97
2.6.4. abs max x, y, z (Giá trị tối đa của tọa độ)	97
2.6.5. Port 1 Pins current State (Trạng thái cổng I/O)	97
2.6.6. Input Signals current State (Trạng thái tín hiệu đầu vào)	97
2.6.7. Output Signals current State (Trạng thái tín hiệu đầu ra).....	97
2.6.8. Pulse Frequency & Jog Control (Tần số xung & điều khiển Jog)	97
2.6.9. Các điều khiển chính.....	98
2.6.10. Tóm tắt chức năng màn hình Diagnostics	98
2.7. Màn hình MPG (Manual Pulse Generator)	99
2.7.1. Khu vực MPG MODE (chế độ điều khiển bằng MPG).....	100
2.7.2. Khu vực MPG Feedrate (Tốc độ di chuyển của MPG)	102
2.7.3. Khu vực Shuttle Mode và Cycle Jog Step.....	102
2.7.4. Khu vực Jog Mode (Chế độ di chuyển)	103
2.7.5. Khu vực Slow Jog Rate (Tốc độ di chuyển chậm)	104
2.7.6. Khu vực Button Jog (Điều khiển bằng nút nhấn).....	105
3. Tài liệu tham khảo	106

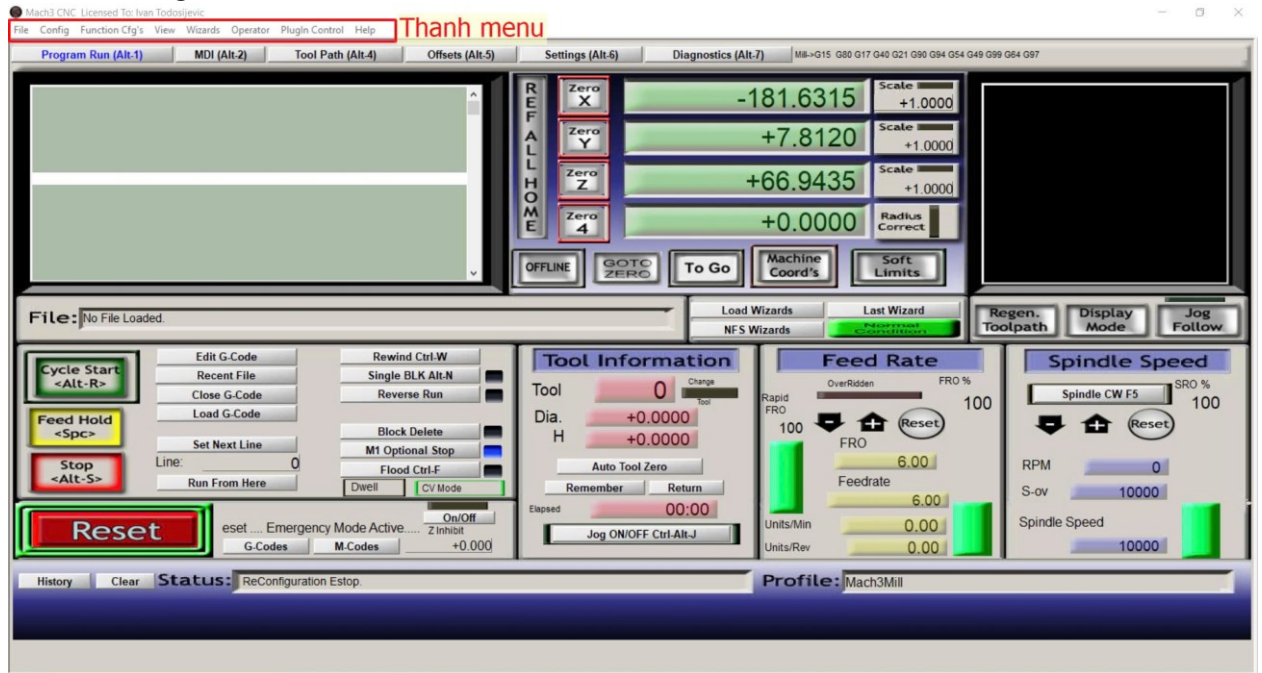


Bảng 1 – Tổng hợp một số mạch điều khiển MACH3 phổ biến hiện nay

STT	Tên mạch	Ảnh mẫu	Hướng dẫn sử dụng
1	Mạch MACH3 LPT (Nối vào cổng LPT của máy tính, nếu muốn nối vào cổng USB cần mua thêm card chuyển đổi UC100)		\files\MACH3 SOFTWARE\04.Preset\BOB_MACH3_LPT\Cai-dat-BOB_MACH3_LPT.pdf
2	Card chuyển đổi UC100 (cần kết hợp với Mạch MACH3 LPT)		\files\MACH3 SOFTWARE\04.Preset\BOB_MACH3_LPT\Cai-dat-BOB_MACH3_USB_UC100.pdf
3	Mạch Mach3 USB 4 trục BSMCEO4U-PP		\files\MACH3 SOFTWARE\04.Preset\BOB_MACH3_LPT\Cai-dat-BOB_MACH3_USB_bsmceo4u-pp.pdf
4	Mạch Mach3 USB 5 trục V2.x BL-USBMach-100 V2.1 và V2.2		\files\MACH3 SOFTWARE\04.Preset\BOB_MACH3_USB_BL-USBMach-V2.x\Cai-dat-BOB_MACH3_USB_BL-USBMach-V2.x.pdf
5	Mạch mach3 USB 5 trục V3.x BL-USBMach-100 V3.22 và V3.25		\files\MACH3 SOFTWARE\04.Preset\BOB_MACH3_USB_BL-USBMach-V3.x\Cai-dat-BOB_MACH3_USB_BL-USBMach-V3.pdf



1. Chức năng của các nút trên thanh menu



Hình 1-1. Vị trí thanh menu trên màn hình MACH3

Bảng 1. Tổng hợp chức năng các nút trong menu MACH3

STT	Menu cấp 1	Menu cấp 2	Chức năng
1	File		Liên quan đến mở/đóng tệp, tạo code, thoát chương trình
		Load G-Code	Mở tệp chương trình G-Code
		Lazy CAM	Mở chương trình chuyển bản vẽ sang G-Code
		Close file(s)	Đóng các tệp G-Code đã mở
		Exit	Thoát chương trình MACH3
2	Config		Menu Config trong Mach3 là nơi thiết lập các thông số quan trọng của máy CNC, bao gồm đơn vị đo, cổng điều khiển, động cơ, giới hạn trục, bù sai số, cấu hình dao cụ... Dưới đây là mô tả chi tiết từng mục:
		Select native unit	Chọn đơn vị đo cho máy CNC (mm/inch)
		Ports and Pins	Ports and Pins là phần cài đặt quan trọng trong Mach3 giúp thiết lập chân tín hiệu đầu vào, đầu ra và giao tiếp với bo mạch điều khiển CNC. Nếu cài đặt sai, Mach3 sẽ không thể điều khiển động cơ, cảm biến, spindle hoặc các chức năng khác của máy CNC.
		Motor turning	Motor Tuning trong Mach3 là phần cài đặt quan trọng giúp hiệu chỉnh tốc độ, gia tốc, bước di chuyển của động cơ bước hoặc động cơ servo để máy CNC hoạt động chính xác.
		General config...	General Config là phần cài đặt chung trong Mach3, ảnh hưởng đến cách phần mềm xử lý mã G-code, điều khiển máy CNC và các tùy chọn hệ thống
		System hotkey	Cài đặt các phím tắt điều khiển phần mềm



STT	Menu cấp 1	Menu cấp 2	Chức năng
		Home/Limits	Cài đặt chế độ tham chiếu gốc tọa độ máy, chiều di chuyển +/- quy ước của các trục , giới hạn vùng làm việc của máy
		ToolPath	Các tùy chọn hiển thị đường chạy dao
		Slave Axis	Cửa sổ Slave Axis Selection trong Mach3 cho phép bạn thiết lập trục phụ (Slave Axis) để chạy cùng với một trục chính. Điều này rất hữu ích khi máy CNC của bạn sử dụng hai động cơ bước cho cùng một trục
		Backlash	Cài đặt Backlash trong Mach3 giúp bù trừ độ rơ cơ khí khi đảo chiều chuyển động của các trục
		Fixtures	Fixtures trong Mach3 là các hệ tọa độ làm việc (Work Offsets) cho phép bạn thiết lập nhiều điểm gốc khác nhau trên bàn máy CNC
		ToolTable	ToolTable trong Mach3 là bảng quản lý danh sách dao cắt giúp lưu thông tin về nhiều loại dao khác nhau, bao gồm đường kính, chiều dài bù trừ và các thông số khác
		Config plugins	Config Plugins trong Mach3 cho phép quản lý các plugin mở rộng giúp tăng cường tính năng và hỗ trợ phần cứng bên ngoài. Đây là nơi bạn có thể bật/tắt hoặc cấu hình các plugin theo nhu cầu sử dụng
		Spindle pulleys...	Spindle Pulley trong Mach3 là phần cài đặt giúp hiệu chỉnh tốc độ trục chính (spindle speed) khi máy CNC sử dụng hệ thống dây đai (pulley) hoặc hộp số nhiều cấp.
		Safe Z setup...	Safe_Z Setup trong Mach3 là cài đặt nhấc dao lên một độ cao an toàn trước khi chạy, giúp tránh va chạm dao vào phôi hoặc bàn máy khi di chuyển trục trong quá trình chạy chương trình hoặc thực hiện lệnh thủ công.
		Save settings...	Lưu lại các cài đặt đã thiết lập
3	Function Cfg's		Function Cfg's là nơi thiết lập các tùy chọn nâng cao trong Mach3, giúp kiểm soát các chức năng đặc biệt của máy CNC như bật/tắt spindle, giới hạn tốc độ trục chính, bật tín hiệu relay, giảm rung động, v.v.
		Calibrate spindle...	Calibrate Spindle là công cụ giúp hiệu chỉnh tốc độ trục chính (Spindle) khi điều khiển bằng Mach3 + biến tần (VFD) hoặc Mach3 + mạch PWM. Nếu tốc độ Spindle không đúng với giá trị đặt trong Mach3, bạn cần dùng tính năng này để điều chỉnh
		Serial monitor	Serial Monitor được sử dụng để giao tiếp với các thiết bị bên ngoài thông qua cổng RS232 (Serial) hoặc giao thức tương tự.
		Calibrate MPG	Dùng để cài đặt bộ phát xung tay điều khiển (MPG) trục máy CNC
		Screw Mapping	Giao diện Screw Mapping Corrections trong Mach3, giúp hiệu chỉnh sai số của vítme trên các trục để tăng độ chính xác khi gia công. Cơ chế này được sử dụng để bù sai số cơ



STT	Menu cấp 1	Menu cấp 2	Chức năng
			khí do độ lệch, cong hoặc mòn của vitme theo từng vị trí dọc theo hành trình trục
		Setup Serial ModBus control	Mục "Setup Serial Modbus Control" trong Mach3 được dùng để cấu hình giao tiếp Modbus qua cổng Serial (RS232/RS485). Tính năng này giúp Mach3 có thể kết nối và điều khiển các thiết bị bên ngoài
		Setup TCP ModBus	Modbus TCP là giao thức truyền dữ liệu qua mạng Ethernet, giúp Mach3 kết nối với PLC, VFD, Arduino, ESP32, Raspberry Pi, hoặc các thiết bị hỗ trợ Modbus TCP/IP. Điều này giúp điều khiển và giám sát CNC từ xa, mở rộng khả năng giao tiếp mà không cần dùng cổng Serial (RS232/RS485).
		Formulas	Mục "Formula Axis Correction" trong Mach3 dùng để hiệu chỉnh tọa độ của các trục máy CNC bằng các công thức toán học.
		Fonts	Điều chỉnh loại phông chữ và kích cỡ chữ trên màn hình MACH3
		Reset device sel	Yêu cầu phần mềm mach3 xóa bộ nhớ đã lưu việc lựa chọn mạch điều khiển mach3 trước đó và hỏi lại việc chọn mạch điều khiển nào trong lần khởi động tiếp theo.
4	View		Tùy chọn liên quan đến hiển thị của phần mềm MACH3
		Load screen	Chọn giao diện cho phần mềm MACH3
		Save current layout	"Save Current Layout" trong menu View của Mach3 cho phép lưu lại bố cục giao diện tùy chỉnh của phần mềm
		Regen Toolpath	Regen Toolpath (Regenerate Toolpath) trong Mach3 là chức năng tái tạo lại đường chạy dao dựa trên mã G-code hiện tại.
5	Wizard		Trình tạo mã G-Code tự động dựa trên một số code mẫu
		Pick Wizard	"Pick Wizard" trong menu Wizard của Mach3 cho phép bạn chọn và sử dụng các trình tạo mã G-code tự động (Wizards) để tạo chương trình gia công nhanh mà không cần viết G-code thủ công.
6	Operator		Menu Operator trong Mach3 chứa các công cụ hỗ trợ vận hành, tùy chỉnh và kiểm tra hệ thống
		Lock	Khóa các thiết lập quan trọng của Mach3 để tránh chỉnh sửa nhầm.
		Unlock	Mở khóa để cho phép chỉnh sửa các cài đặt đã bị khóa trước đó.
		Auto-Calculator	Cho phép nhập các phép toán ngay trong các ô nhập số (ví dụ: nhập 10+5 thay vì 15). Tự động tính toán giá trị thay vì phải nhập kết quả thủ công.
		Control offline	Chuyển Mach3 sang chế độ ngoại tuyến, tạm dừng mọi điều khiển đối với máy CNC nhưng không đóng phần mềm.



STT	Menu cấp 1	Menu cấp 2	Chức năng
		Maintenance Hours	Hiển thị tổng số giờ máy đã chạy kể từ khi cài đặt. Hữu ích để theo dõi bảo trì định kỳ.
		VB Script editor	Mở trình soạn thảo VBScript để chỉnh sửa hoặc tạo macro tùy chỉnh trong Mach3. Hỗ trợ lập trình tự động hóa các thao tác (ví dụ: thay dao, đo chiều cao dao...).
		Edit Button Script	Bật chế độ chỉnh sửa VBScript liên kết với các nút trong giao diện Mach3.
		Set normal condition	Đưa Mach3 về trạng thái hoạt động bình thường sau khi xảy ra lỗi hoặc dừng đột ngột.
		Restore Settings...	Khôi phục lại các thiết lập trước đó (chỉ hoạt động nếu đã lưu thiết lập trước đó).
		Brain control	Quản lý kích hoạt/tắt các Brain trong Mach3.
		Brain editor	Chỉnh sửa hoặc tạo mới Brain – hệ thống logic điều khiển trong Mach3 dựa trên điều kiện hoạt động.
		Check config...	Kiểm tra toàn bộ cấu hình của Mach3 để phát hiện các thiết lập có thể gây lỗi.
		G-Code var mornitor	Hiển thị các biến G-code đang hoạt động trong chương trình, bao gồm tọa độ, giá trị biến hệ thống...
7	Plugin control		Menu "Plugin Control" trong Mach3 dùng để quản lý các plugin (tiện ích mở rộng) giúp mở rộng chức năng của phần mềm
		Video window	Đây là plugin cho phép kết nối camera vào Mach3 giúp căn chỉnh phôi tốt hơn
		BL-usbMach	Đây là plugin dành cho bộ điều khiển CNC dùng cổng USB
8	Help		Menu Help trong Mach3 chứa các tài liệu hướng dẫn, thông tin hỗ trợ và các tùy chọn kiểm tra phần mềm.



1.1. File

Menu **File** trong Mach3 chủ yếu liên quan đến quản lý tệp G-code, xuất nhập dữ liệu và đóng phần mềm. Dưới đây là mô tả chi tiết từng mục:

1.1.1. Load G-Code (Tải tệp G-Code)

 Chức năng:

Mở một tệp G-code (.nc, .tap, .txt, .gcode, .cnc, .ncc, .gc, v.v.) vào Mach3 để chạy chương trình CNC.

Khi tải xong, Mach3 sẽ hiển thị mã G-code và mô phỏng đường chạy dao trong cửa sổ Toolpath.

Tệp G-Code là một tệp văn bản đơn thuần, trong đó chứa một tập hợp các lệnh G-CODE và M-CODE để điều khiển máy CNC. Để hiểu rõ hơn về lệnh G-CODE xem thêm hai nội dung sau:

- Bảng tóm tắt các lệnh G-CODE (gồm cả lệnh G và lệnh M) [xem tại đây](#).
- Giải thích chi tiết hơn cách làm việc của các lệnh G-CODE [xem tại đây](#).

✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Chạy các chương trình gia công CNC được tạo từ phần mềm CAM như Fusion 360, Aspire, ArtCAM, MasterCAM...

✓ Kiểm tra đường chạy dao trước khi cắt thực tế.

1.1.2. LazyCAM (Phần mềm tạo G-CODE từ bản vẽ)

 Chức năng:

Mở phần mềm LazyCAM – một tiện ích CAM đơn giản đi kèm với Mach3.

LazyCAM giúp chuyển đổi file DXF, HPGL, BMP, JPG, G-code đơn giản thành mã G-code để chạy trên Mach3.

✦ Ứng dụng thực tế:

- ✓ Dùng cho người mới bắt đầu cần tạo G-code từ bản vẽ đơn giản.
- ✓ Chuyển đổi các file hình ảnh (JPG, BMP) thành đường chạy dao.
- ✓ Tạo G-code nhanh từ file DXF (AutoCAD, CorelDRAW).

⚠ Lưu ý: LazyCAM là phần mềm cơ bản, không mạnh bằng Fusion 360, Aspire, ArtCAM hay **MasterCAM** trong việc lập trình đường chạy dao chuyên nghiệp.

1.1.3. Close file(s) (Đóng tệp G-code đang mở)

✕ Chức năng:



Đóng tệp G-code hiện tại mà không cần thoát Mach3.

Giải phóng bộ nhớ và xóa dữ liệu G-code khỏi giao diện Mach3.

✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Xóa chương trình G-code cũ trước khi tải chương trình mới.

✓ Giảm nguy cơ chạy nhầm chương trình CNC cũ.

1.1.4. Exit (Thoát phần mềm)

● Chức năng:

- Đóng Mach3 hoàn toàn.
- Nếu có tệp G-code đang mở, Mach3 có thể hỏi bạn có muốn lưu lại không trước khi thoát.

✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Tắt Mach3 sau khi hoàn thành công việc.

✓ Tránh đóng đột ngột khi máy CNC đang chạy để không mất dữ liệu.

🔗 Kết luận

◆ Load G-Code → Mở file G-code để chạy CNC.

◆ LazyCAM → Chuyển file DXF, JPG thành G-code đơn giản.

◆ Close file(s) → Đóng file G-code đang chạy.

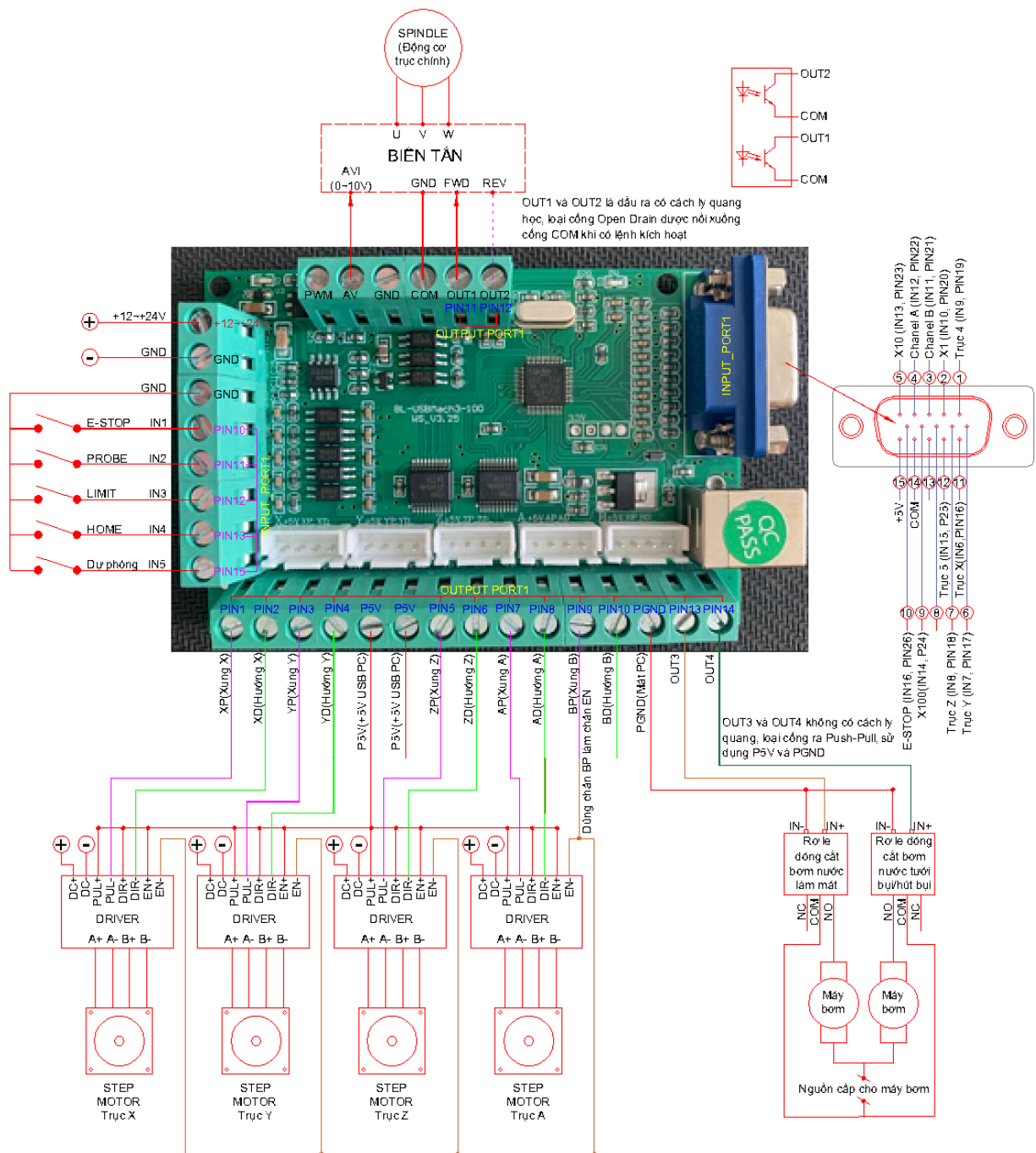
◆ Exit → Thoát phần mềm Mach3.

1.2. Config (Cấu hình)

Menu Config trong Mach3 là nơi thiết lập các thông số quan trọng của máy CNC, bao gồm đơn vị đo, cổng điều khiển, động cơ, giới hạn trục, bù sai số, cấu hình dao cụ...

Cài đặt phần này liên quan trực tiếp đến việc sử dụng bo mạch điều khiển nào, phần cứng kết nối ra sao. Trong thư mục \files\MACH3_SOFTWARE\04.Preset đi kèm bộ hướng dẫn này có hướng dẫn chi tiết việc cài đặt và cấu hình cho từng loại bo mạch điều khiển mach3 phổ biến hiện nay trên thị trường. Tiếp theo đây, trong hướng dẫn này là ví dụ của cấu hình bo mạch BL-USBMach-100 phiên bản 3.25 với cách nối dây như hình sau:





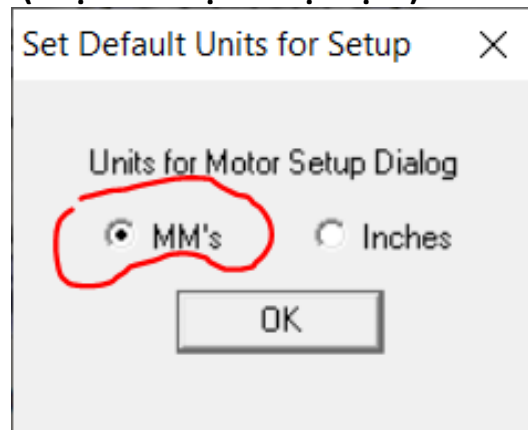
Sơ đồ kết nối mạch điều khiển và truyền động máy CNC 5 trục sử dụng bo điều khiển BL-USBMach-100 V3.25.

Nhìn sơ đồ kết nối ta thấy trong mạch này có hai đường kích dương là OUT3 và OUT4, tức là khi không có tín hiệu điều khiển sẽ ở mức thấp (0V), khi có tín hiệu điều khiển thì chân này ở mức cao (+5V), còn lại tất cả các đường tín hiệu khác đều nối chân + lên P5V (PUL+, DIR+, EN+, ...) do vậy tín hiệu kích theo sơ đồ kết nối này là kích âm, tức là bình thường các chân này sẽ ở mức cao (+5V), khi có tín hiệu điều khiển sẽ kéo xuống thấp (0V) ta gọi là loại “Active LOW”. Các tham số này liên quan đến việc cấu hình ở phần tiếp sau đây.



Dưới đây là mô tả chi tiết từng mục trong phần cấu hình Config:

1.2.1. Select Native Unit (Chọn đơn vị đo mặc định)



🔧 Chức năng: Chọn đơn vị đo chính cho máy CNC: mm (milimet) hoặc inch

✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Dùng mm nếu máy CNC làm việc với hệ mét (châu Âu, châu Á, ở Việt Nam chúng ta luôn chọn là mm do chuẩn đo lường của ta sử dụng [tiêu chuẩn SI](#)).

✓ Dùng inch nếu làm việc với hệ đo Anh-Mỹ.

1.2.2. Ports and Pins (Cấu hình cổng kết nối và chân điều khiển)

🔧 Chức năng:

Thiết lập cổng kết nối (LPT, USB, Ethernet), tốc độ Kernel, giao tiếp Modbus, và các chế độ đặc biệt.

Cấu hình chân điều khiển Step/Dir cho động cơ bước, cảm biến hành trình, Spindle, Nút dừng khẩn cấp, cảm biến home, cảm biến dò phôi...

✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Cài đặt đúng chân điều khiển trục X, Y, Z, A, B để máy hoạt động.

✓ Cấu hình tín hiệu Spindle, cảm biến, nút Emergency Stop...

Tùy thuộc vào việc bạn đang sử dụng mạch điều khiển MACH3 loại nào mà việc cấu hình các Ports (Cổng) và Pins (Chân) ở đây sẽ khác nhau. Tài liệu của một số mạch điều khiển mach3 thông dụng hiện nay cũng được đính kèm ngay phần đầu hướng của dẫn này. Mỗi chân điều khiển cần cấu hình rõ nó thuộc cổng số mấy, chân số mấy.

Tiếp theo dưới đây là mô tả chức năng và một cấu hình tham khảo chạy máy CNC 5 trục của tôi sử dụng với mạch điều khiển **BL-USBMach-100-V3.25** để các bạn tham khảo.



1.2.2.1. Port Setup and Axis Selection

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Port #1
☐ Port Enabled
0x378 Port Address
Entry in Hex 0-9 A-F only

Port #2
☐ Port Enabled
0x278 Port Address
Entry in Hex 0-9 A-F only
☐ Pins 2-9 as inputs

OR

MaxNC Mode
☐ Max CL Mode enabled
☐ Max NC-10 Wave Drive
Program restart necessary

Restart if changed
☐ Sherline 1/2 Pulse mode.
☐ ModBus InputOutput Support
☐ ModBus Plugin Supported.
☐ TCP Modbus support
☐ Event Driven Serial Control

Kemel Speed
☐ 25000Hz ☐ 35000Hz ☐ 45000Hz ☐ 60000Hz
☐ 65000Hz ☐ 75000Hz ☒ 100khz
Note: Software must be restarted and motors retuned if kemel speed is changed.

OK Cancel Apply

* Port Setup and Axis Selection (Cấu hình cổng giao tiếp & chọn trục điều khiển)

Đây là nơi thiết lập cổng LPT (Parallel Port) nếu dùng cổng song song để điều khiển máy CNC. Nếu sử dụng các bo mạch mach3 USB thì mục này không có tác dụng gì, chúng ta có thể bỏ qua.

- Port #1 (☑ Port Enabled nếu dùng bo mạch Mach3 LPT):
 - Địa chỉ cổng: 0x378 (Địa chỉ tiêu chuẩn của cổng LPT1).
 - Nếu dùng cổng LPT, cần bật Port Enabled để Mach3 nhận tín hiệu.
 - Nếu dùng USB hoặc Ethernet Motion Controller, không cần bật.
- Port #2 (☹ Không bật, chỉ bật nếu dùng thêm một cổng LPT2):
 - Địa chỉ cổng: 0x278 (Cổng LPT2, nếu có). Nếu sử dụng cổng LPT2 thì bật hộp kiểm này
 - Pins 2-9 as inputs: Nếu chọn, các chân 2-9 sẽ được dùng làm tín hiệu vào thay vì tín hiệu điều khiển động cơ.

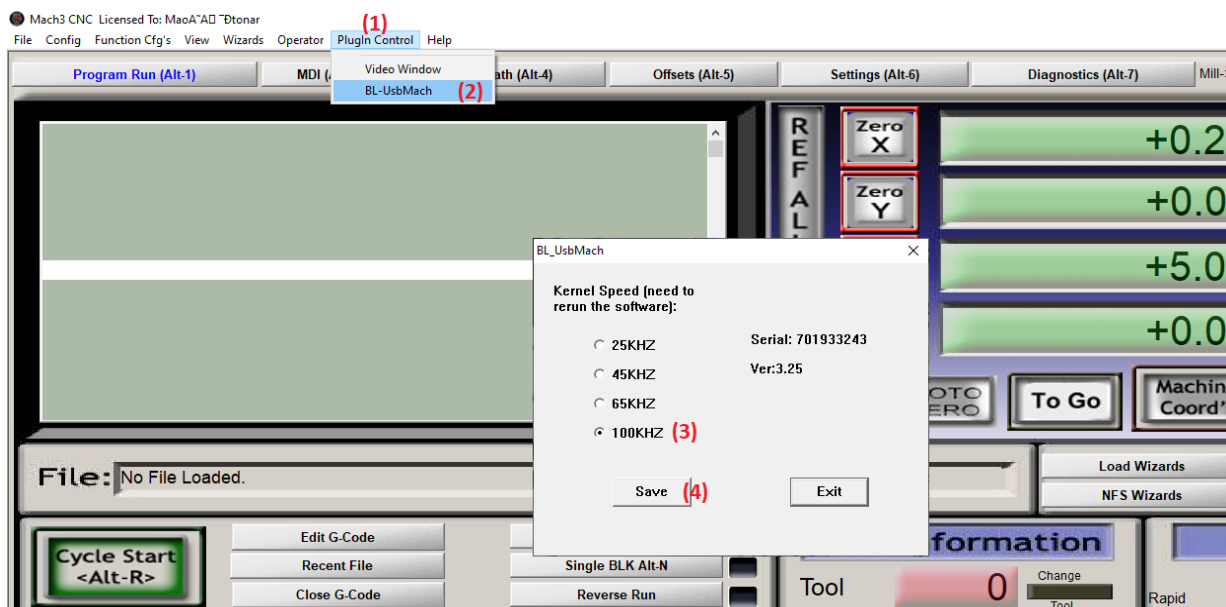
✦ Ứng dụng thực tế:

- ☑ Bật Port #1 nếu dùng cổng LPT1 (máy CNC cũ).
- ☑ Bỏ qua nếu dùng bộ điều khiển USB/Ethernet.
- ☑ Nếu có cổng LPT2, có thể bật Port #2 để mở rộng tín hiệu vào/ra.



* Kernel Speed (Tốc độ xung điều khiển động cơ)

⚙ Đây là tốc độ xử lý tín hiệu của Mach3 gửi đến động cơ bước cho các bo mạch LPT. Không áp dụng với các bo mạch USB hoặc Ethernet vì các bo mạch USB MACH3 chúng ta cần bấm vào Plugin Config-> Chọn plugin mà ta đang sử dụng rồi chọn tần số như ví dụ tôi sử dụng mạch [BL-USBMach V3.25](#) dưới đây. Một số bản cũ hơn mặc định là 100MHz không có tùy chọn thay đổi



◆ Các tùy chọn:

- 25000Hz (mặc định, phù hợp với hầu hết hệ thống LPT).
- 35000Hz - 100kHz (tăng tốc độ xung, nhưng có thể gây lỗi nếu phần cứng yếu).
- Lưu ý: Thay đổi giá trị này cần khởi động lại phần mềm và hiệu chỉnh lại động cơ. Xem chi tiết cách tần số điều khiển ảnh hưởng đến tốc độ của động cơ như thế nào tại phần [Motor Tuning](#)

✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Dùng 25000Hz hoặc 35000Hz cho hệ LPT thông thường.

✓ Nếu động cơ cần xung cao (ví dụ tốc độ trục cao), có thể thử 45000Hz - 100kHz (nhưng đòi hỏi phần cứng mạnh).

* MaxNC Mode (Chế độ hỗ trợ MaxNC Controller - Không dùng với Mach3 thông thường)

◆ Max CL Mode enabled: Chế độ điều khiển máy CNC MaxNC Closed-Loop.

◆ Max NC-10 Wave Drive: Dành cho bộ điều khiển MaxNC-10.

◆ Cần khởi động lại Mach3 nếu thay đổi.

✦ Ứng dụng thực tế:



✗ Không bật nếu không dùng bộ điều khiển MaxNC.

*** Restart if changed (Các tùy chọn yêu cầu khởi động lại khi thay đổi)**

💡 Các tùy chọn yêu cầu khởi động lại Mach3 nếu thay đổi:

- Sherline 1/2 Pulse Mode:
 - Dành cho bộ điều khiển Sherline.
 - Không bật nếu không dùng máy Sherline.
- ModBus InputOutput Support (✓ Bật):
 - Kích hoạt hỗ trợ Modbus (giao tiếp với PLC, VFD, cảm biến...).
 - Chi tiết hơn về MODBUS là gì và một vài ví dụ về việc sử dụng Modbus trong Mach3 xem tại phần [Setup Serial ModBus control](#)
 - [Chi tiết về giao thức truyền thông Modbus xem tại đây](#)
- ModBus Plugin Supported (✓ Bật):
 - Cho phép sử dụng Plugin Modbus để giao tiếp với thiết bị ngoài.
- TCP Modbus Support (⊖ Không bật):
 - Nếu muốn kết nối Modbus TCP/IP (qua mạng LAN), có thể bật.
 - Không cần nếu dùng Modbus RTU (RS232/RS485).
- Event Driven Serial Control:
 - Dành cho thiết bị điều khiển nối tiếp (RS232).
 - Không cần bật nếu không dùng thiết bị nối tiếp đặc biệt.

✦ Ứng dụng thực tế:

- ✓ Nếu dùng PLC hoặc VFD qua Modbus, cần bật ModBus InputOutput Support.
- ✓ Nếu dùng Modbus qua mạng LAN, bật TCP Modbus Support.
- ✓ Nếu không dùng Modbus, tắt hết các tùy chọn này để tránh lỗi.

🏁 Kết luận

- Nếu dùng cổng LPT: Bật Port #1 và chọn Kernel Speed phù hợp.
- Nếu dùng USB/Ethernet Motion Controller: Không cần bật Port #1, Kernel Speed không ảnh hưởng.
- Nếu cần Modbus (PLC, VFD, MPG USB): Bật ModBus InputOutput Support và ModBus Plugin Supported. Tìm hiểu thêm [Modbus là gì tại đây](#)
- Không dùng MaxNC Mode trừ khi có bộ điều khiển MaxNC.



1.2.2.2. Motor Outputs

Tab **Motor Outputs** là nơi cấu hình các chân tín hiệu điều khiển động cơ bước hoặc servo. Mỗi trục X, Y, Z, A, B, C và trục Spindle đều có thể được bật/tắt và gán chân xung (Step) và chân quy định chiều quay (Dir). Các chân này đều được quy định rõ theo từng tài liệu hướng dẫn sử dụng của các bo mạch đã giới thiệu tại [bảng tổng hợp ngay phần đầu của hướng dẫn này](#). Trong các mạch điện tử thì mỗi cổng (Port) có nhiều chân (Pin). Mỗi chân sẽ có chức năng khác nhau tùy vào việc chúng ta cấu hình nó dùng để làm gì.

Dưới đây là ví dụ giải thích từng cột trong bảng cấu hình cho bo mạch USB MACH3 5 trục màu xanh, phiên bản 3.25. Với các bo mạch khác từ tài liệu hướng dẫn cần điền đúng số Port và số Pin tương ứng theo thiết kế của mạch điện.

Nhìn vào hình chụp ta thấy trục X được điều khiển bởi hai chân sau:

- Cấp xung cho động cơ bước: Step Port = 1, Step Pin = 1. Nghĩa là tín hiệu cấp xung bước cho trục X thuộc cổng số 1 và chân số 1 (Nói cách khác chân X_step là chân 1 của cổng 1).

- Cấp tín hiệu chiều quay của động cơ bước của trục X: Dir Port = 1, Dir Pin = 2 (Dir là chữ viết tắt của từ Direction, nghĩa là Chiều hoặc Hướng). Nghĩa là tín hiệu quy định chiều quay của động cơ trục X là chân số 2 của cổng số 1.

Tùy thuộc cách nối dây điện từ Driver đến động cơ bước mà chân điều khiển có thể là xung kích âm hoặc xung kích dương. Khi sử dụng xung kích âm thì tích xanh vào ô ...LowActive tương ứng. Trong ví dụ này cả chân tín hiệu Step và chân tín hiệu Dir đều là kích âm, do vậy tích xanh cả hai.

Signal	Enabled	Step Pin#	Dir Pin#	Dir LowActive	Step LowActive	Step Port	Dir Port
X Axis		1	2			1	1
Y Axis		3	4			1	1
Z Axis		5	6			1	1
A Axis		7	8			1	1
B Axis		9	10			1	1
C Axis		0	0			0	0
Spindle		0	0			1	1



* Cột "Signal" (Tín hiệu điều khiển trục động cơ)

Danh sách các trục: X, Y, Z, A, B, C.

"Spindle" (Trục chính) cũng có thể điều khiển như động cơ bước/servo nếu cần.

* Cột "Enabled" (Bật/Tắt điều khiển trục)

✓ (Tick xanh): Trục này được bật và Mach3 sẽ gửi tín hiệu điều khiển.

✗ (Dấu X đỏ): Trục này bị tắt, Mach3 sẽ không xuất tín hiệu điều khiển.

✦ Trong ảnh:

Các trục X, Y, Z, A, B được bật (✓).

Các trục C bị tắt (✗).

Spindle được bật nhưng không có chân điều khiển vì mạch BL-USBMach-100 mặc định chân điều khiển sẵn trong thiết kế, chúng ta không thể thay đổi, còn với mạch LPT chúng ta phải chọn đúng theo hướng dẫn của bo LPT.

* Cột "Step Pin#" (Chân tín hiệu xung - Step)

✦ Chân này phát xung điều khiển động cơ bước hoặc servo:

✦ Cách thiết lập: Chân Step cần trùng với sơ đồ nối dây của driver động cơ.

* Cột "Dir Pin#" (Chân tín hiệu chiều quay - Direction)

✦ Chân này quyết định hướng quay của động cơ:

✦ Cách thiết lập:

- Chân Dir cần trùng với sơ đồ nối dây của driver động cơ.
 - Nếu trục quay sai chiều, có thể đổi chân Dir hoặc đổi cực dây động cơ.
-

* Cột "Dir LowActive" và "Step LowActive" (Tín hiệu mức thấp kích hoạt)

✦ Định nghĩa mức tín hiệu điều khiển:

- ✓ (Tick xanh): Kích hoạt mức thấp (Active Low).
- ✗ (Dấu X đỏ): Kích hoạt mức cao (Active High).

✦ Khi nào chọn Active Low hoặc High?

✓ Nếu driver động cơ yêu cầu xung âm → Chọn ✓ (Active Low).

✓ Nếu driver động cơ yêu cầu xung dương → Chọn ✗ (Active High).



*** Cột "Step Port" & "Dir Port" (Cổng tín hiệu điều khiển)**

- Nếu dùng cổng LPT1, giá trị là 1.
- Nếu dùng cổng LPT2 hoặc bộ điều khiển ngoài, có thể là 2, 3,....
- Các bo mạch BL-USBMach-100 hầu hết dùng Port 1, do vậy chúng ta điền là 1.

1.2.2.3. Input Signals

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | **Input Signals** | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Signal	Enabled	Port #	Pin Number	Active Low	Emulated	HotKey
X ++		1	12			0
X --		1	12			0
X Home		1	13			0
Y ++		1	12			0
Y --		1	12			0
Y Home		1	13			0
Z ++		1	12			0
Z --		1	12			0
Z Home		1	13			0

Pins 10-13 and 15 are inputs. Only these 5 pin numbers may be used on this screen

Automated Setup of Inputs

OK Cancel Apply

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | **Input Signals** | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Signal	Enabled	Port #	Pin Number	Active Low	Emulated	HotKey
Input #1		0	0			0
Input #2		0	0			0
Input #3		0	0			0
Input #4		0	0			0
Probe		1	11			0
Index		0	0			0
Limit Ovrld		0	0			0
EStop		1	10			0
THC On		0	0			0

Pins 10-13 and 15 are inputs. Only these 5 pin numbers may be used on this screen

Automated Setup of Inputs

OK Cancel Apply



Hình chụp màn hình này là phần cài đặt "Input Signals" trong Mach3, dùng để cấu hình các tín hiệu đầu vào như giới hạn hành trình (limit switch), home switch cho các trục X, Y, Z; nút dừng khẩn cấp E-STOP, đầu dò phôi (Prober)..... Dưới đây là giải thích chi tiết từng cột trong bảng:

*** Signal (Tín hiệu)**

- Đây là danh sách các tín hiệu đầu vào được sử dụng trong hệ thống CNC.
- Bao gồm các tín hiệu giới hạn hành trình X++, X--, Y++, Y--, Z++, Z-- (tương ứng với giới hạn dương và âm của trục X, Y, Z).
- Ngoài ra, còn có tín hiệu X Home, Y Home, Z Home để xác định điểm gốc của từng trục.

*** Enabled (Bật/Tắt tín hiệu)**

- Dấu ✓ (check) cho biết tín hiệu này đã được kích hoạt.
- Nếu không có dấu check, tín hiệu này sẽ không được Mach3 nhận diện.

*** Port #**

- Ở đây, tất cả các tín hiệu đều sử dụng Port 1.

*** Pin Number (Số chân kết nối)**

- Ví dụ:
 - X++ và X-- sử dụng chân 12.
 - X Home sử dụng chân 13.
 - Các trục khác cũng có quy tắc tương tự.

*** Active Low (Kích hoạt mức thấp)**

- Dấu ✓ cho biết tín hiệu này được kích hoạt khi mức logic thấp (0V).
- Nếu bỏ chọn, tín hiệu sẽ kích hoạt ở mức logic cao (5V).
- Điều này thường tùy thuộc vào loại công tắc giới hạn (NO hoặc NC) và cách đấu dây.

*** Emulated (Giả lập tín hiệu)**

- Dấu X (chữ thập đỏ) cho biết tín hiệu không được giả lập.
- Nếu bật tính năng này, Mach3 có thể kích hoạt tín hiệu mà không cần phần cứng thực tế (thường dùng để kiểm tra phần mềm mà không có máy).

*** HotKey (Phím tắt)**

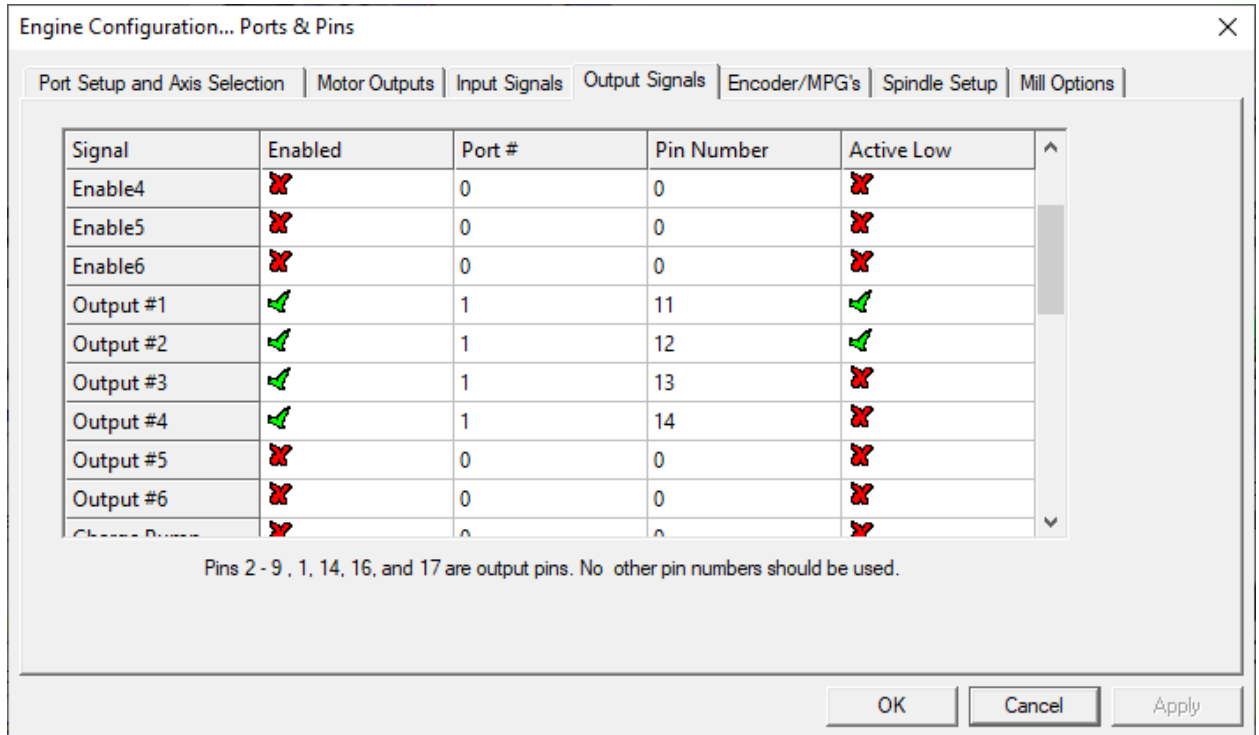
- Cột này hiển thị phím tắt có thể được gán cho tín hiệu.
- Ở đây, tất cả các giá trị đều là 0, nghĩa là không có phím tắt nào được gán.

Ghi chú quan trọng



- Chỉ các chân 10-13 và 15 có thể được sử dụng làm đầu vào (Input) trong cổng LPT của Mach3.
- Việc cấu hình đúng các tín hiệu giới hạn và home switch giúp bảo vệ máy CNC khỏi va chạm và giúp homing chính xác.

1.2.2.4. Output Signals



Hình chụp màn hình này là phần cài đặt "Output Signals" trong Mach3, dùng để cấu hình các tín hiệu đầu ra như điều khiển relay, trục chính (spindle), bơm nước làm mát, hút bụi, tưới nguội..., hoặc các thiết bị ngoại vi khác. Dưới đây là giải thích chi tiết từng cột trong bảng:

* Signal (Tín hiệu)

- Enable2, Enable3, Enable4, Enable5, Enable6: Các tín hiệu kích hoạt (Enable) dành cho các thiết bị như driver động cơ bước, servo hoặc các hệ thống khác.
- Output #1 - Output #5: Các tín hiệu đầu ra tùy chỉnh, thường dùng để điều khiển trục chính (spindle), bơm làm mát, đèn, hoặc các chức năng đặc biệt khác.

* Enabled (Bật/Tắt tín hiệu)

- ✗ (màu đỏ): Tín hiệu không được kích hoạt (Disabled).
- ✓ (màu xanh lá): Tín hiệu được kích hoạt (Enabled).
- Trong ảnh, chỉ có Output #3 là được bật, còn lại tất cả đều bị tắt.

* Port # (Cổng được sử dụng)

- Tất cả tín hiệu trong bảng này đều đang sử dụng Port 1.



*** Pin Number (Số chân kết nối)**

- Hiện tại theo sơ đồ nối dây tôi dùng tất cả 4 cổng OUT1-OUT4 tương ứng chân 11-14.
 - Trong Mach3 LPT, các chân có thể sử dụng làm Output là 2-9, 1, 14, 16, 17.
-

*** Active Low (Kích hoạt mức thấp)**

- X (màu đỏ): Không kích hoạt ở mức thấp, nghĩa là tín hiệu sẽ bật khi có mức logic cao (5V).
 - Trong ảnh, hai cổng OUT1-OUT2 là kích hoạt mức thấp, OUT3-OUT4 là kích hoạt mức cao như đã mô tả trong phần sơ đồ nối dây.
-

Ghi chú quan trọng

- Nếu muốn sử dụng Output #3, cần gán số chân (ví dụ: chân 14 hoặc 16) để nó có tác dụng thực tế.
- Các tín hiệu Enable thường dùng để kích hoạt driver động cơ bước hoặc servo. Nếu không bật, động cơ có thể không hoạt động.
- Nếu điều khiển Spindle, hãy kiểm tra xem tín hiệu Output #1 có được bật và gán đúng chân ra không.

1.2.2.5. Encoder/MPG's

Signal	Enabled	A -Port #	A -Pin #	B -Port #	B -Pin #	Counts/U...	Velocity
Encoder1	X	0	0	0	0	1.000000	100.000000
Encoder2	X	0	0	0	0	1.000000	100.000000
Encoder3	X	0	0	0	0	1.000000	100.000000
Encoder4	X	0	0	0	0	1.000000	100.000000
MPG #1	✓	0	0	0	0	1.000000	100.000000
MPG #2	X	0	0	0	0	1.000000	100.000000
MPG #3	X	0	0	0	0	1.000000	100.000000

Hình chụp màn hình này thuộc phần cài đặt "Encoder/MPG's" trong Mach3, dùng để cấu hình bộ mã hóa (Encoder) và bộ điều khiển tay quay MPG (Manual Pulse Generator). Dưới đây là giải thích chi tiết từng cột trong bảng:



* Signal (Tín hiệu)

- Encoder1 - Encoder4: Các bộ mã hóa có thể được sử dụng để theo dõi vị trí của động cơ hoặc trục máy.
 - MPG #1 - MPG #3: Bộ điều khiển tay quay MPG, dùng để điều khiển trực thủ công trong Mach3.
-

* Enabled (Bật/Tắt tín hiệu)

- X (màu đỏ): Tín hiệu không được kích hoạt.
 - ✓ (màu xanh lá): Tín hiệu được kích hoạt.
 - Trong ảnh, MPG #1 là tín hiệu duy nhất được kích hoạt, còn lại đều bị tắt.
-

* A-Port # và A-Pin # (Cổng và chân cho kênh A của Encoder hoặc MPG)

- Giá trị 0 nghĩa là chưa gán cổng và chân nào.
-

* B-Port # và B-Pin # (Cổng và chân cho kênh B của Encoder hoặc MPG)

- Giá trị 0 nghĩa là chưa gán cổng và chân nào.
-

* Counts/Unit (Số xung trên mỗi đơn vị)

- Mặc định là 1.000000, nghĩa là mỗi xung từ encoder hoặc MPG sẽ dịch chuyển trục một đơn vị.
-

* Velocity (Tốc độ tối đa khi di chuyển bằng MPG)

- MPG #1 có giá trị mặc định 100.000.
 - Các tín hiệu khác giữ nguyên giá trị 100.000000.
-

Ghi chú quan trọng

- Nếu bạn muốn sử dụng Encoder để đọc tín hiệu từ động cơ servo hoặc đo vị trí, cần gán đúng số cổng và chân.
- Nếu bạn muốn dùng MPG để điều khiển máy CNC bằng tay quay, cần gán số cổng và chân tương ứng với tay quay MPG thực tế. Đối với các bo mạch BL-USBMach-100 thì các cổng và chân này không cần cấu hình vì nó được thiết lập mặc định trong firmware của vi điều khiển trên mạch.
- Velocity của MPG có thể điều chỉnh để thay đổi tốc độ di chuyển khi sử dụng tay quay.

Việc điều chỉnh Velocity (Tốc độ di chuyển khi sử dụng MPG) trong Mach3 phụ thuộc vào loại máy CNC, độ chính xác mong muốn và cảm giác điều khiển khi xoay tay quay MPG. Dưới đây là một số nguyên tắc để thiết lập Velocity hợp lý:



1. Nguyên tắc chung khi thiết lập Velocity

Giá trị Velocity càng cao, trục sẽ di chuyển nhanh hơn khi bạn xoay MPG.

Giá trị Velocity thấp, trục di chuyển chậm, phù hợp với điều chỉnh chính xác.

Nên thử nghiệm để tìm giá trị phù hợp với thao tác thực tế của bạn.

2. Cách thiết lập hợp lý cho từng trường hợp

(A) Nếu máy CNC có tốc độ di chuyển cao (trên 2000 mm/phút)

Velocity khoảng 50 - 100:

Thích hợp cho máy CNC cỡ lớn, cần di chuyển nhanh khi chỉnh tay.

Dùng khi di chuyển đến vị trí gần đúng rồi tinh chỉnh chậm hơn.

(B) Nếu cần độ chính xác cao (gia công tinh, phay nhôm, khắc laser)

Velocity khoảng 10 - 30:

Phù hợp khi điều chỉnh vị trí dao cắt với sai số nhỏ.

Dùng khi cần kiểm soát chặt chẽ vị trí để tránh vượt quá điểm mong muốn.

(C) Nếu dùng MPG cho tiện CNC (Lathe CNC)

Velocity khoảng 20 - 50:

Điều chỉnh vừa đủ nhanh để thao tác trơn tru mà vẫn chính xác.

3. Cách điều chỉnh trong Mach3

Mở Mach3, vào Config > Ports and Pins > Encoder/MPG's.

Tìm dòng MPG #1 (hoặc MPG bạn đang sử dụng).

Chỉnh thông số Velocity theo giá trị mong muốn.

Nhấn OK, sau đó kiểm tra thực tế bằng cách xoay tay quay.

4. Mẹo tinh chỉnh

Nếu thấy trục di chuyển quá nhanh hoặc khó kiểm soát, giảm Velocity dần.

Nếu trục phản hồi chậm khi xoay MPG, tăng Velocity.

Có thể thử kết hợp với Counts/Unit để điều chỉnh mức độ nhạy của tay quay.



1.2.2.6. Spindle Setup

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Relay Control

☐ Disable Spindle Relays

Clockwise (M3) Output #

CCW (M4) Output #

Output Signal #'s 1-6

Flood Mist Control

☐ Disable Flood/Mist relays Delay

Mist M7 Output #

Flood M8 Output #

Output Signal #'s 1-6

ModBus Spindle - Use Step/Dir as well

☐ Enabled Reg 64 - 127

Max ADC Count

Motor Control

☒ Use Spindle Motor Output

☒ PWM Control

☐ Step/Dir Motor

PWMBase Freq.

Minimum PWM %

General Parameters

CW Delay Spin UP Seconds

CCW Delay Spin UP Seconds

CW Delay Spind DOWN Seconds

CCW Delay Spin DOWN Seconds

☐ Immediate Relay off before delay

Special Functions

☐ Use Spindle Feedback in Sync Modes

☐ Closed Loop Spindle Control

P I D

☐ Spindle Speed Averaging

Special Options, Usually Off

☐ HotWire Heat for Jog

☐ Laser Mode, freq I

☐ Torch Volts Control

☐ Torch Auto Off

OK Cancel Apply

Ảnh trên là tab Spindle Setup trong phần Ports & Pins của Mach3, dùng để thiết lập điều khiển trục chính (Spindle). Tôi sẽ giải thích từng phần một cách chi tiết:

* Relay Control (Điều khiển rơ-le)

- Disable Spindle Relays:
 - ☒ Nếu bật, Mach3 sẽ không sử dụng rơ-le để bật/tắt trục chính.
 - ☒ Nếu tắt, Mach3 điều khiển trục chính thông qua tín hiệu Output.
- Clockwise (M3) Output #:
 - Chỉ định chân Output dùng để chạy trục chính theo chiều kim đồng hồ (M3).
 - Ở đây đặt là #1, tức là Mach3 sẽ kích hoạt Output 1 khi chạy M3.
- CCW (M4) Output #:
 - Chỉ định chân Output dùng để quay trục chính ngược chiều kim đồng hồ (M4).
 - Ở đây đặt là #2, tức là Output 2 sẽ được kích hoạt khi chạy M4.
- Output Signal #'s 1-6:
 - Liệt kê các tín hiệu Output có thể sử dụng để điều khiển trục chính.

* Flood Mist Control (Điều khiển làm mát)

- Disable Flood/Mist relays:



- ✓ Nếu bật, hệ thống sẽ không điều khiển rơ-le làm mát.
- ✗ Nếu tắt, Mach3 có thể bật/tắt bơm làm mát thông qua M7 (Mist) và M8 (Flood).
- Mist (M7) Output #:
 - Ở đây đặt là #4, nghĩa là khi chạy lệnh M7, Mach3 sẽ kích hoạt Output 4.
- Flood (M8) Output #:
 - Ở đây đặt là #3, nghĩa là khi chạy lệnh M8, Mach3 sẽ kích hoạt Output 3.

*** ModBus Spindle - Use Step/Dir as well (Dùng [ModBus](#) để điều khiển trục chính)**

- Enabled:
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ sử dụng giao tiếp ModBus để điều khiển trục chính.
- Reg [64 - 127]:
 - Địa chỉ thanh ghi ModBus để điều khiển tốc độ trục chính.
- Max ADC Count:
 - Đặt giá trị tối đa cho tín hiệu ADC (Analog-to-Digital Converter) nếu dùng cảm biến.

*** Motor Control (Điều khiển trục chính bằng động cơ)**

- Use Spindle Motor Output:
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ dùng chân điều khiển động cơ thay vì rơ-le để điều khiển trục chính.
- PWM Control:
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ điều khiển tốc độ trục chính bằng tín hiệu PWM (Pulse Width Modulation).
 - Phù hợp khi dùng biến tần (VFD) hoặc bộ điều khiển tốc độ.
- Step/Dir Motor:
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ điều khiển trục chính như một động cơ bước.

*** Special Functions (Chức năng đặc biệt)**

- Use Spindle Feedback in Sync Modes:
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ dùng cảm biến phản hồi tốc độ trục chính (Encoder).
- Closed Loop Spindle Control:
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ điều chỉnh trục chính theo phản hồi tốc độ thực tế.



- P (0.25), I (1), D (0.3):
 - Các thông số điều khiển PID cho trục chính.

* General Parameters (Thông số chung)

- CW Delay Spin UP:
 - Độ trễ khi khởi động trục chính theo chiều kim đồng hồ (M3).
 - Ở đây đặt là 1 giây.
- CCW Delay Spin UP:
 - Độ trễ khi khởi động trục chính ngược chiều kim đồng hồ (M4).
 - Ở đây đặt là 1 giây.
- CW Delay Spin DOWN:
 - Độ trễ khi dừng trục chính chạy theo M3.
- CCW Delay Spin DOWN:
 - Độ trễ khi dừng trục chính chạy theo M4.
- Immediate Relay Off before delay:
 - Nếu bật, rơ-le sẽ tắt ngay lập tức khi dừng trục chính, không chờ thời gian trễ.

* Special Options (Tùy chọn đặc biệt, thường tắt)

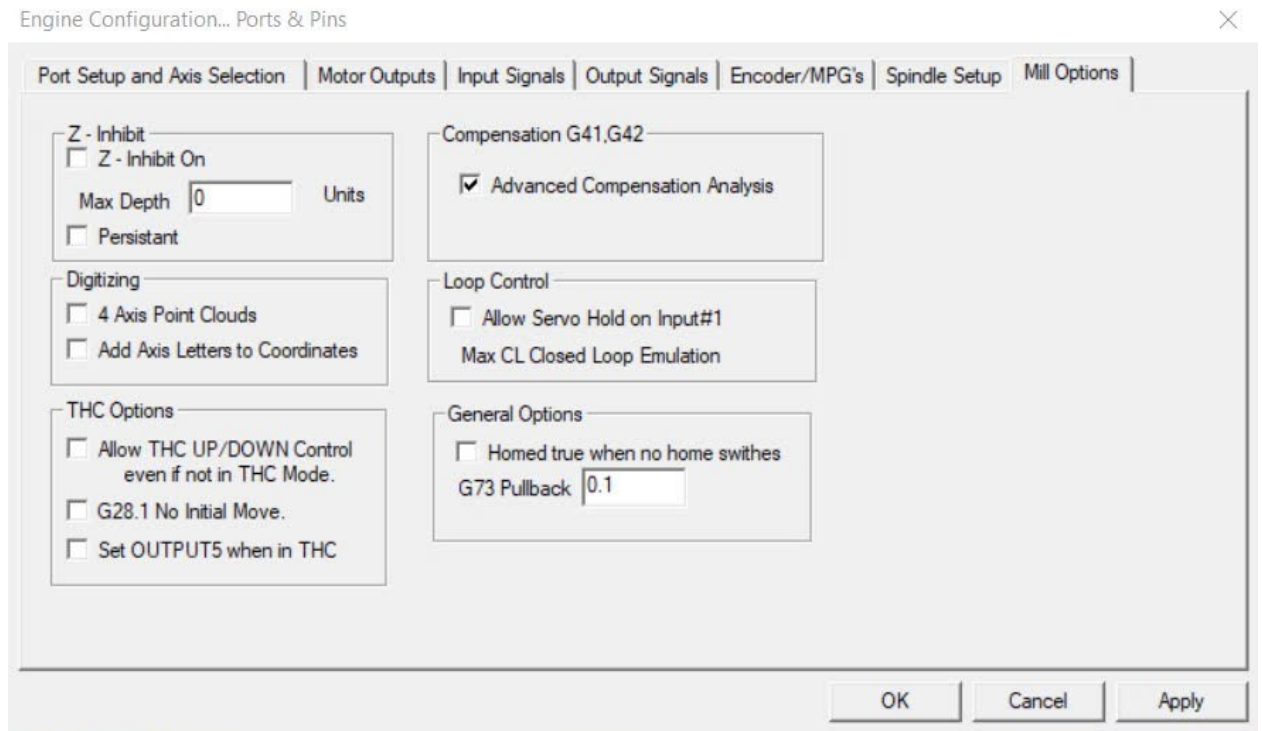
- HotWire Heat for Jog:
 - Dùng cho máy cắt dây nóng (HotWire CNC).
- Laser Mode. freq:
 - Điều chỉnh tần số PWM cho laser.
- Torch Volts Control:
 - Dùng trong điều khiển chiều cao mỏ cắt plasma (Torch Height Control - THC).
- Torch Auto Off:
 - Tự động tắt mỏ cắt sau khi hoàn thành công việc.

Tóm lại, cài đặt trong ảnh này phù hợp với:

- Điều khiển trục chính bằng PWM.
- Sử dụng rơ-le để bật/tắt làm mát (Mist/Flood).
- Có thời gian trễ 1 giây khi bật/tắt trục chính.



1.2.2.7. Mill Options



Đây là tab Mill Options trong phần Ports & Pins của Mach3, dùng để thiết lập một số tùy chọn bổ sung cho máy CNC. Tôi sẽ giải thích từng mục trong ảnh:

* Z - Inhibit (Ngăn chặn trục Z)

- Z - Inhibit On
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ giới hạn chuyển động của trục Z theo độ sâu tối đa.
- Max Depth (0 Units)
 - Nếu Z - Inhibit được bật, trục Z sẽ không di chuyển quá độ sâu này.
- Persistent
 - ✓ Nếu bật, cài đặt này sẽ được giữ nguyên sau khi khởi động lại.

→ Tính năng này chủ yếu dùng để hạn chế độ sâu cắt, tránh cắt quá sâu gây hư hỏng dao hoặc phôi.

* Compensation G41, G42 (Bù dao trái/phải)

- Advanced Compensation Analysis
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ sử dụng thuật toán phân tích bù dao nâng cao khi chạy lệnh G41/G42.

→ Nên bật nếu dùng bù dao tự động, giúp điều chỉnh chính xác hơn khi cắt biên dạng.



* Digitizing (Số hóa dữ liệu quét)

- 4 Axis Point Clouds
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ hỗ trợ quét bề mặt và tạo dữ liệu điểm (Point Cloud) cho 4 trục.
- Add Axis Letters to Coordinates
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ tự động thêm ký hiệu trục vào tọa độ trong tập tin xuất ra.

→ Tùy chọn này hữu ích khi dùng đầu dò (probe) để quét bề mặt chi tiết.

* THC Options (Tùy chọn điều khiển chiều cao mỏ cắt)

- Allow THC UP/DOWN Control even if not in THC Mode
 - ✓ Nếu bật, Mach3 vẫn cho phép điều khiển chiều cao mỏ cắt dù không ở chế độ THC.
- G28.1 No Initial Move
 - ✓ Nếu bật, lệnh G28.1 (tìm điểm gốc) sẽ không thực hiện di chuyển ban đầu.
- Set OUTPUT5 when in THC
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ kích hoạt Output 5 khi THC hoạt động.

→ Các tùy chọn này thường dùng trong máy cắt Plasma CNC có chức năng điều khiển chiều cao mỏ cắt (Torch Height Control - THC).

* Loop Control (Điều khiển vòng lặp)

- Allow Servo Hold on Input#1
 - ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ giữ động cơ servo ở trạng thái dừng khi nhận tín hiệu Input #1.
- Max CL Closed Loop Emulation
 - Cho phép mô phỏng vòng điều khiển kín (Closed Loop).

→ Nếu sử dụng hệ thống servo hoặc cần kiểm soát chính xác vị trí, bạn có thể bật tùy chọn này.

* General Options (Tùy chọn chung)

- Homed true when no home switches



- ✓ Nếu bật, Mach3 sẽ tự động coi máy đã về gốc (homed) dù không có công tắc home.
 - G73 Pullback (0.1)
 - Độ lùi dao khi thực hiện chu trình khoan G73 (chu trình khoan phá phoi).
- Nếu máy không có công tắc home, có thể bật "Homed true when no home switches" để tránh lỗi. Giá trị G73 Pullback nên điều chỉnh tùy theo loại vật liệu và mũi khoan.

Kết luận

Cài đặt trong ảnh này phù hợp cho:

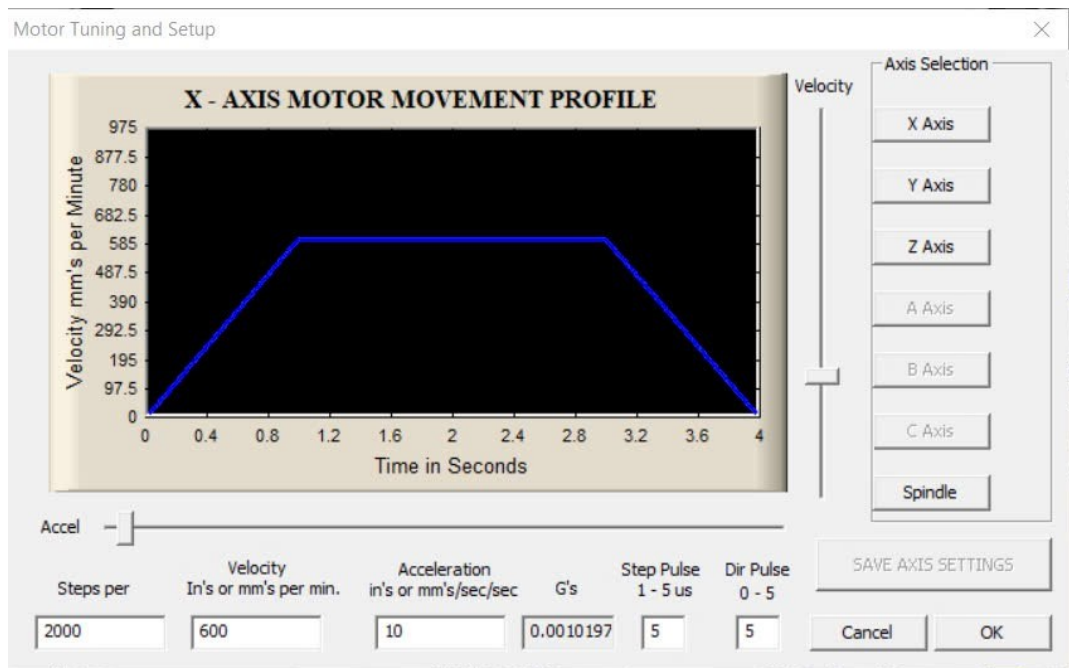
1. CNC không có công tắc home (Homed true when no home switches).
 2. Bù dao nâng cao (G41, G42) được bật để tăng độ chính xác khi phay biên dạng.
 3. Không giới hạn độ sâu trục Z (Max Depth = 0).
 4. Chưa bật các tùy chọn THC (dành cho Plasma CNC).
 5. Không sử dụng quét bề mặt (Digitizing) hoặc điều khiển vòng lặp (Loop Control).
-

1.2.3. Motor Tuning (Cấu hình động cơ)

⚙ Chức năng:

- Thiết lập thông số quan trọng của động cơ bước hoặc servo:
 - Steps per unit: Số bước để di chuyển 1mm hoặc 1 inch.
 - Velocity: Tốc độ tối đa của trục (mm/phút).
 - Acceleration: Gia tốc di chuyển (tốc độ tăng dần khi khởi động mm/s²).



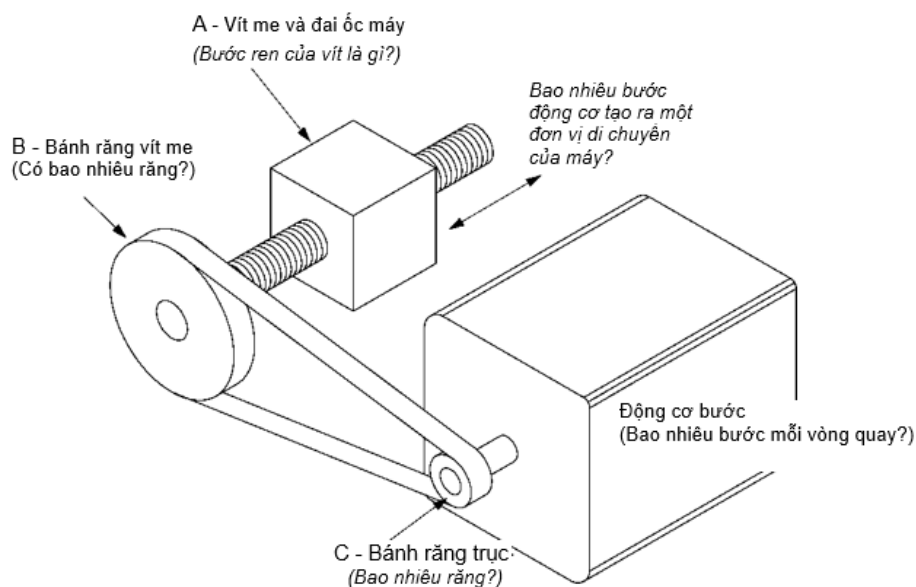


Đây là màn hình Motor Tuning and Setup trong Mach3, nơi bạn thiết lập các thông số cho động cơ bước hoặc servo của máy CNC.

✦ Ứng dụng thực tế:

- ✓ Điều chỉnh để động cơ bước chạy đúng khoảng cách.
- ✓ Tối ưu tốc độ di chuyển để tránh rung giật khi chạy nhanh.

1.2.3.1. Steps per (Số bước của động cơ để trục di chuyển được 1mm)



Steps per là số bước mà động cơ bước cần quay để di chuyển được một đơn vị khoảng cách (mm hoặc inch). Công thức tính:

$$\text{Steps per} = \frac{SPR \times \text{Ratio}}{Dis \times MRS}, \text{ đơn vị tính là (bước/mm hoặc bước/inch);}$$

Trong đó:



Ratio – là tỷ số truyền của hộp số hoặc puli hoặc cặp bánh răng, khi không sử dụng hộp số, cặp bánh răng tăng giảm tốc hoặc puli, Ratio = 1. Giả sử hộp số có tỷ số truyền 10:1 thì ratio = 10. Tức là động cơ quay 10 vòng, hộp số chuyển ra 1 vòng. Khi đó vít me quay 1 vòng. $\text{Ratio} = (\text{Số răng của bánh răng B})/(\text{Số răng của bánh răng C})$.

Dis – là khoảng cách di chuyển được của trục khi vítme quay 1 vòng, hay còn gọi là bước ren của vítme;

SPR – là số bước để động cơ quay hết 1 vòng ở chế độ full step, hầu hết các động cơ bước sử dụng trong các máy CNC hiện nay có bước 1.8° , tức là sẽ cần 200 bước để quay hết vòng;

MRS – là vi bước của mạch điều khiển. Vi bước (Microstepping) là kỹ thuật giúp chia nhỏ góc quay của động cơ bước nhằm tăng độ mượt và chính xác khi di chuyển. Dưới đây là các mức vi bước phổ biến của mạch điều khiển động cơ bước:

Vi bước	Góc quay thực tế (độ)	Số bước trên vòng
Full Step (1/1)	1.8°	200 bước/vòng
Half Step (1/2)	0.9°	400 bước/vòng
1/4 Step	0.45°	800 bước/vòng
1/8 Step	0.225°	1600 bước/vòng
1/16 Step	0.1125°	3200 bước/vòng
1/32 Step	0.05625°	6400 bước/vòng
1/64 Step	0.028125°	12800 bước/vòng
1/128 Step	0.0140625°	25600 bước/vòng

Các giá trị trên áp dụng cho động cơ bước **$1.8^\circ/\text{bước}$** (loại phổ biến như NEMA 17, NEMA 23). Nếu dùng động cơ **$0.9^\circ/\text{bước}$** thì số bước sẽ gấp đôi.

* Ảnh hưởng của vi bước đến hệ thống

Full Step (1/1):

- Mô-men xoắn lớn nhất, nhưng di chuyển không mượt, dễ rung.
- Phù hợp với hệ thống cần lực lớn, không quan trọng độ mượt (ví dụ: máy CNC cắt plasma).

Half Step (1/2):

- Giảm rung nhẹ so với Full Step, nhưng mô-men giảm một chút.
- Phù hợp với máy CNC, máy in 3D đơn giản.

Vi bước nhỏ (1/4, 1/8, 1/16, 1/32...):

Ưu điểm: Di chuyển mượt hơn, giảm rung động.

Nhược điểm: Giảm mô-men xoắn, yêu cầu tốc độ xung (pulse rate) cao hơn.

Phù hợp với hệ thống yêu cầu độ mượt cao như máy in 3D, laser, CNC mini.



* Cách chọn vi bước phù hợp

CNC phay, cắt nhôm/thép: Nên chọn 1/4 hoặc 1/8 bước để cân bằng lực và độ mượt.

Máy in 3D, Laser: Nên chọn 1/16 hoặc 1/32 bước để đảm bảo đường nét mượt mà.

CNC Plasma: Dùng 1/1 hoặc 1/2 bước để đảm bảo mô-men cao, không bị mất bước.

* Cách thiết lập vi bước trên driver

Ví dụ:

- Máy CNC có trục sử dụng động cơ bước NEMA 23, có mô-men 2.54Nm. Đây là loại động cơ bước 2 pha, có góc quay 1.8°/bước (tương đương 200 bước/vòng ở chế độ Full Step).

- Vitme là SFU1605 (loại vitme có đường kính 16mm, bước ren 5mm nghĩa là khi vitme quay một vòng thì trục sẽ di chuyển được 5mm).

- Giữa động cơ và vít me không sử dụng hộp số giảm tốc -> Ratio = 1;

- Mạch điều khiển giả sử là driver HY-DIV268N-5A, có thể thiết lập vi bước qua các DIP switch. Thông thường S1, S2, S3 (Microstep Settings) dùng để đặt vi bước theo bảng hướng dẫn trên driver.

Cụ thể:

1/4 Step: S1 = OFF, S2 = ON, S3 = OFF;

1/8 Step: S1 = OFF, S2 = OFF, S3 = ON;

1/16 Step: S1 = ON, S2 = OFF, S3 = OFF

Ta chọn vi bước 1/16 để máy chạy êm (động cơ sẽ chạy 3200 bước/vòng), khi đó:

$$\text{Steps per} = \frac{200 \times 1}{5 \times \frac{1}{16}} = \frac{200 \times 16}{5} = \frac{3200}{5} = 640 \text{ (bước/mm)};$$

Như vậy trong trường hợp của ví dụ này, mục **Steps per** trên MACH3 ta điền vào là 640;

1.2.3.2. Velocity (Vận tốc)

Velocity (tốc độ tối đa) là tốc độ di chuyển tối đa của trục, thường tính bằng mm/phút hoặc inch/phút tùy thuộc vào chúng ta đang cấu hình đơn vị là mm hay inch trong phần **1.2.1 Select Natie Unit** đã mô tả.

Tốc độ này phụ thuộc vào khả năng của động cơ, driver, nguồn điện và cơ cấu cơ khí. Giá trị này nên được điều chỉnh để đảm bảo máy hoạt động ổn định mà không bị mất bước. Cách tính tốc độ tối đa mà máy có thể đạt được:

$$\text{Velocity} = \text{RMP} \times \text{Dis (mm/phút)};$$

Trong đó:

RMP – là tốc độ quay nhanh nhất mà động cơ có thể đạt được, vòng/phút;



Dis – là khoảng cách trục di chuyển được khi động cơ quay 1 vòng, mm;

Tốc độ quay nhanh nhất mà động cơ có thể đạt được phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: tần số của mạch điều khiển, nguồn điện và tải trọng mà động cơ đang chịu..... Tốc độ quay tối đa của động cơ được tính như sau

+ Tính tốc độ tối đa có thể đạt được theo mạch điều khiển (1)

$$RMP = \frac{60 \times F}{P}, \text{ vòng/phút}$$

F – tần số của mạch điều khiển, Hz. Ví dụ mạch MACH3USB 5 trục của trung quốc đang được sử dụng phổ biến hiện nay cho tần số điều khiển 100KHz = 100.000 Hz.

P – Số bước cần thiết cho mỗi vòng quay của trục động cơ, bước/vòng.

Vi bước	Số bước để quay 1 vòng, với động cơ bước 1.8 độ	Tốc độ quay tối đa theo lý thuyết (RMP), vòng/phút						
		Tần số phát xung của Driver (F), Hz						
		25.000	35.000	45.000	60.000	65.000	75.000	100.000
Full Step (1/1)	200	7500	10500	13500	18000	19500	22500	30000
Half Step (1/2)	400	3750	5250	6750	9000	9750	11250	15000
1/4 Step	800	1875	2625	3375	4500	4875	5625	7500
1/8 Step	1600	937	1312	1687	2250	2437	2812	3750
1/16 Step	3200	468	656	843	1125	1218	1406	1875
1/32 Step	6400	234	328	421	562	609	703	937
1/64 Step	12800	117	164	210	281	304	351	468
1/128 Step	25600	58	82	105	140	152	175	234
1/5 Step	1000	1500	2100	2700	3600	3900	4500	6000
1/10 Step	2000	750	1050	1350	1800	1950	2250	3000
1/20 Step	4000	375	525	675	900	975	1125	1500
1/25 Step	5000	300	420	540	720	780	900	1200
1/50 Step	10000	150	210	270	360	390	450	600
1/100 Step	20000	75	105	135	180	195	225	300

Ví dụ nếu ta chọn vi bước cho động cơ lái trục X của máy CNC là 1/16 với tần số mạch điều khiển là 100KHz thì về mặt lý thuyết động cơ có thể quay nhanh nhất là 1875 vòng/phút.

+ Tính tốc độ tối đa theo khả năng mang tải của động cơ:

Trong thực tế, động cơ bước không thể đạt mức vận tốc lý thuyết tính toán theo công thức (1) do giới hạn mô-men xoắn ở tốc độ cao, tức là khi quay với tốc độ càng cao hoặc gia tốc chọn càng cao thì mô men xoắn của động cơ sẽ giảm. Để kiểm tra mối quan hệ giữa mô men và tốc độ cho phép của từng động cơ cần tra tài liệu kỹ thuật của nhà sản xuất. Để đảm bảo động cơ chạy ổn định và không bị mất bước trong trường hợp không có tài liệu kỹ thuật của nhà sản xuất, có thể thử nghiệm với tốc độ nhỏ bằng 30-50% tốc độ tính toán và kiểm tra khi chịu tải có bị mất bước không sau đó chỉnh tăng dần nếu muốn.



Khi nhập vào phần mềm MACH3 nên chọn giá trị nhỏ hơn giá trị tối đa để máy chạy khỏe và ổn định, không bị mất bước khi có lực cản lớn. Tuy nhiên cũng không nên chọn giá trị nhỏ quá khiến máy di chuyển chậm.

Với động cơ và vitme bước 5 đã chọn như ở mục ví dụ tính toán [1.2.3.1. Steps per](#) đã đề cập, ta có tốc độ quay tối đa khi tần số mạch điều khiển 100KHz là 1875 vòng/phút (tra bảng hoặc tính toán), ta chọn sơ bộ 30% của 1875 là $0.3 \times 1875 = 562$ vòng/phút. Như vậy tốc độ trục điền vào MACH3 là:

$$\text{Velocity} = 562 \times 5 = 2810 \text{ mm/phút};$$

1.2.3.3. Acceleration (gia tốc)

Acceleration (gia tốc) là tốc độ tăng tốc hoặc giảm tốc của động cơ khi bắt đầu hoặc dừng chuyển động. Giá trị này càng cao, trục sẽ tăng tốc nhanh hơn, nhưng nếu quá cao có thể gây mất bước.

Công thức gần đúng:

$$\text{Acceleration} = \frac{\text{Velocity}^2}{2 \times \text{Travel Distance to Max Speed}}$$

Trong đó:

Acceleration – là gia tốc, m/s^2 .

Velocity - là tốc độ di chuyển của trục (mm/s).

Travel Distance to Max Speed – là khoảng cách đi được đến khi đạt tốc độ cài đặt. Thông thường, giá trị Travel Distance to Max Speed nên nằm trong khoảng 10 - 50 mm để đảm bảo máy đạt tốc độ nhanh nhưng vẫn mượt mà.

Ví dụ với kết quả tính toán $\text{Velocity} = 2810 \text{ mm/phút} = 46.8 \text{ mm/s}$. Chọn khoảng cách đi được đến khi đạt tốc độ cài đặt Travel Distance to Max Speed = 20mm, ta có:

$\text{Acceleration} = 46.8^2 / (2 \times 20) = 54,7 \text{ mm/s}^2$. Như vậy ta điền vào mục Acceleration của MACH3 là 50 (chọn số nhỏ hơn kết quả tính toán và làm tròn một chút)

Để chọn gia tốc hợp lý và kiểm tra xem động cơ bước có bị mất bước hay không trong Mach3, bạn có thể thực hiện các bước sau:

+ Kinh nghiệm chọn gia tốc hợp lý

- Cân bằng giữa tốc độ và độ ổn định: Gia tốc quá cao có thể gây mất bước, còn gia tốc quá thấp làm chậm hiệu suất máy.
- Tính toán dựa trên hệ thống cơ khí:
 - Nếu dùng vitme bi, có thể chọn gia tốc cao hơn do ma sát thấp.
 - Nếu dùng thanh răng hoặc vitme thông thường, nên giảm gia tốc để tránh rung.
- Thử nghiệm từng bước:
 - Bắt đầu với giá trị thấp ($\sim 10\text{--}20 \text{ mm/s}^2$) và tăng dần cho đến khi thấy động cơ chạy không ổn định.



- Giảm xuống 10–20% từ giá trị cao nhất ổn định để có độ tin cậy cao hơn.
- Dựa vào lực cản tải trọng: Nếu máy phải cắt vật liệu cứng hoặc có quán tính lớn, cần giảm gia tốc để tránh dừng đột ngột.
- + Cách kiểm tra xem có bị mất bước không**
 - Kiểm tra lệnh di chuyển có đúng vị trí không:
 1. Chạy lệnh G0 X100 Y100.
 2. Đo thực tế xem trục X, Y có đến đúng vị trí 100mm không.
 3. Chạy lệnh G0 X0 Y0 để xem có về đúng điểm gốc không.
 - Đánh dấu vị trí gốc trước khi chạy chương trình: Dùng bút hoặc thước đo để kiểm tra xem sau khi chạy xong có trở lại đúng vị trí không.
 - Chạy lặp lại nhiều lần: Nếu sau nhiều lần chạy thấy sai số tích lũy, có thể động cơ bị mất bước.
 - Nghe tiếng động cơ: Nếu động cơ phát ra tiếng gằn, giật cục hoặc rít thì có thể gia tốc quá cao.
 - Kiểm tra độ nóng của động cơ và driver: Nếu quá nóng, có thể do quá tải hoặc dòng điện cài đặt chưa phù hợp.

+ Chọn gia tốc dựa trên loại truyền động

- Vitme bi (loại 1605, 1610, 2010, v.v.):
 - Thường chịu được gia tốc cao, có thể đặt từ 200 - 500 mm/s².
- Thanh răng + bánh răng:
 - Có thể chọn 100 - 300 mm/s² tùy vào mô-men xoắn động cơ và chất lượng lắp ráp.
- Dây đai:
 - Thường thấp hơn để tránh trượt, khoảng 50 - 150 mm/s².

1.2.3.4. Step Pulse và Dir Pulse

Step Pulse (xung bước) và Dir Pulse (xung hướng) là thời gian xung cần thiết để driver nhận tín hiệu chính xác. Giá trị này thường đặt trong khoảng 3-5 μ s tùy theo driver điều khiển động cơ bước.

1.2.4. General Config (Cấu hình chung)

General Config là phần cài đặt chung trong Mach3, ảnh hưởng đến cách phần mềm xử lý mã G-code, điều khiển máy CNC và các tùy chọn hệ thống



1.2.4.1. G20, G21 Control

- Lock DRO's to setup units: Khóa các hiển thị DRO theo đơn vị đã thiết lập, giúp tránh thay đổi ngoài ý muốn.

1.2.4.2. Tool Change (Thay đổi dao)

- Ignore Tool Change: Bỏ qua lệnh thay dao, không dừng chương trình.
- Stop Spindle, Wait for Cycle Start: Dừng trục chính và đợi xác nhận từ người dùng trước khi tiếp tục.
- Auto Tool Changer: Sử dụng bộ thay dao tự động nếu có.

1.2.4.3. Angular Properties (Thuộc tính góc quay)

- Unchecked for Linear: Nếu chọn, trục tương ứng sẽ được tính theo dạng góc quay. Nếu không được chọn vào hộp kiểm thì trục sẽ là trục tuyến tính (di chuyển giống trục X Y Z) thay vì quay.
- A/B/C Axis is Angular: Như trong ảnh thì các trục phụ là trục quay thay vì tuyến tính vì các hộp kiểm đang được chọn.

1.2.4.4. Pgm End or M30 or Rewind (Kết thúc chương trình)

- Turn off all outputs: Tắt toàn bộ đầu ra khi chương trình kết thúc.
- E-Stop the system: Kích hoạt E-Stop khi kết thúc chương trình.
- Perform G92.1: Xóa offset G92 khi chương trình kết thúc.
- Remove Tool Offset: Hủy bỏ offset của dao sau khi chạy xong.
- Radius Comp Off: Tắt bù bán kính dao.



- Turn Off Spindle: Tắt trục chính khi kết thúc.

1.2.4.5. **M01 Control**

- Stop on M01 Command: Dừng chương trình khi gặp M01 nếu tùy chọn đang bật.

1.2.4.6. **Serial Output (Cấu hình cổng nối tiếp)**

- ComPort #: Chọn cổng COM để giao tiếp với thiết bị ngoại vi.
- BaudRate: Tốc độ truyền dữ liệu (9600 bps).
- 8-Bit 1-Stop / 7 Bit 2-Stop: Cấu hình dữ liệu truyền.

1.2.4.7. **Program Safety**

- Program Safety Lockout: Khóa chương trình khi kích hoạt đầu vào input #1 bảo vệ ngoài.

1.2.4.8. **Editor**

- GCode Editor: Chọn trình chỉnh sửa GCode mặc định.
- Browse: Duyệt tìm trình chỉnh sửa khác.

1.2.4.9. **Startup Modals (Chế độ khởi động)**

- Use Init String on ALL "Resets": Gửi chuỗi lệnh khởi tạo khi nhấn "Reset".
- Initialization String: Chuỗi GCode khởi tạo (ví dụ: G80 để hủy chế độ chu kỳ khoan).

1.2.4.10. **Motion Mode (Chế độ chuyển động)**

- Constant Velocity: Duy trì tốc độ chuyển động liên tục.
- Exact Stop: Dừng hoàn toàn tại mỗi điểm.

1.2.4.11. **Distance Mode (Chế độ khoảng cách)**

- Absolute / Inc: Chọn chế độ tuyệt đối hay gia tăng.

1.2.4.12. **IJ Mode**

- Absolute / Inc: Xác định cách xử lý tọa độ I và J trong lệnh G02/G03. Chọn chế độ tuyệt đối (Absolute) hay gia tăng (Inc).

1.2.4.13. **Active Plane of Movement**

- XY / YZ / XZ: Chọn mặt phẳng hoạt động chính.

1.2.4.14. **Jog Increments in Cycle Mode (Bước di chuyển khi jog)**

- Các giá trị cài đặt giúp chọn khoảng di chuyển khi nhấn jog.

1.2.4.15. **Shuttle Wheel Setting**

- Shuttle Accel: Điều chỉnh gia tốc khi sử dụng nút xoay shuttle.

1.2.4.16. **Inputs Signal Debouncing/Noise rejection**

- Debounce Interval: Giảm nhiễu tín hiệu đầu vào.
- Index Debounce: Lọc nhiễu cho tín hiệu index của spindle.



1.2.4.17. General Configuration

- * Z is 2.5D on Output #6:

Chỉ định Z hoạt động như 2.5D trên đầu ra số 6. Tùy chọn này biến trục Z thành trục điều khiển đơn giản với hai trạng thái (cao/thấp) thay vì một trục chuyển động liên tục, giúp Mach3 điều khiển trục Z thông qua Output #6 thay vì GCode điều khiển trực tiếp. Khi bật tùy chọn này, Mach3 sẽ coi trục Z chỉ có hai trạng thái (cao/thấp) thay vì điều khiển chính xác vị trí. Điều này thường được dùng trong máy cắt plasma, laser hoặc router đơn giản, nơi trục Z không cần điều khiển chính xác từng mm mà chỉ cần nâng lên để tránh va chạm và hạ xuống để cắt.

- * Home Sw. Safety:

Yêu cầu công tắc Home để đảm bảo an toàn. Mach3 sẽ thực hiện kiểm tra an toàn đối với công tắc Home trước khi thực hiện lệnh "Home" (quy trình tìm điểm gốc). Khi bạn nhấn nút "Ref All Home" hoặc thực hiện lệnh "G28", Mach3 sẽ kiểm tra xem công tắc Home có đang bị kích hoạt sẵn hay không. Nếu công tắc đang bị nhấn trước khi Home bắt đầu, Mach3 sẽ báo lỗi và không thực hiện lệnh Home.

- * LookAhead xx lines:

Số dòng GCode được đọc trước để tối ưu hóa chuyển động.

- * Ignore M calls while loading:

Bỏ qua lệnh M trong quá trình tải file.

- * M9: Execute after Block:

Thực thi M9 sau mỗi block lệnh.

- * UDP Pendent Control:

Cho phép điều khiển từ bộ giao tiếp UDP.

- * Run Macro Pump:

Chạy macro C:\Mach3\macros\Mach3Mill\macropump.m1s tự động. "Macro Pump" là một đoạn mã VBScript (Visual Basic Script) chạy liên tục trong Mach3, thường được sử dụng để giám sát hoặc điều khiển các chức năng đặc biệt trong hệ thống CNC. Khi bật tùy chọn này, Mach3 sẽ chạy macro mỗi chu kỳ quét của phần mềm (thường khoảng vài mili giây một lần). Tìm hiểu thêm về macro [tại đây](#)

- * ChargePump On in EStop:

Bật tín hiệu ChargePump khi E-Stop.

- * Persistent Jog Mode:

Giữ chế độ jog khi thoát Mach3.

- * FeedOverride Persist:

Giữ nguyên giá trị điều chỉnh tốc độ khi khởi động lại.



* No System Menu in Mach3:

Ẩn menu hệ thống.

* Use Key Clicks:

Bật âm thanh khi nhấn phím.

* Home Slave with Master Axis:

Định vị trục phụ theo trục chính khi home.

* Include TLO in Z from G31:

Bao gồm chiều cao dao khi dò phôi G31.

* Lock Rapid FRO to Feed FRO:

Khóa tốc độ di chuyển nhanh với tốc độ cắt.

* Disable Gouge/Concavity Checks:

Tắt kiểm tra lõm/lồi trong quá trình tính toán đường chạy dao. Thường được sử dụng để giảm tải tính toán nếu không cần kiểm tra va chạm giữa dao và phôi.

* G04 Dwell in ms:

Chuyển đổi đơn vị thời gian dừng (Dwell - G04) sang mili giây thay vì giây. Nếu không chọn, giá trị mặc định của G04 là tính theo giây.

* Use WatchDogs:

Bật tính năng giám sát Watchdog, giúp kiểm tra lỗi và khởi động lại Mach3 nếu có sự cố. Nếu hệ thống hoạt động ổn định, có thể bỏ chọn để tránh lỗi kích hoạt nhầm.

* Debug This Run:

Bật chế độ debug cho phiên chạy hiện tại, giúp phát hiện lỗi trong GCode hoặc Mach3.

* Enhanced Pulsing:

(Đã bật - ☒) Cho phép xung phát ra từ Mach3 được tối ưu hóa hơn, giúp bộ điều khiển nhận tín hiệu chính xác hơn. Nên bật nếu phần cứng hỗ trợ để có hiệu suất tốt hơn.

* Allow Wave Files:

Cho phép phát âm thanh dạng file WAV trong Mach3, có thể dùng để cảnh báo hoặc thông báo sự kiện.

* Allow Speech:

Cho phép Mach3 phát giọng nói để thông báo trạng thái.

* Set Charge Pump to 5Khz - Laser Standby:

Đặt tín hiệu Charge Pump ở tần số 5kHz, có thể sử dụng cho chế độ chờ của laser hoặc bộ điều khiển CNC.



* Use OUTPUT20 as Dwell Trigger:

Sử dụng Output 20 để kích hoạt lệnh Dwell (G04), cho phép dừng tạm thời máy khi Output 20 được kích hoạt.

* No FRO on Queue:

Vô hiệu hóa Feedrate Override (FRO) trên hàng đợi lệnh. Khi bật, FRO sẽ chỉ áp dụng ngay lập tức mà không ảnh hưởng đến các lệnh đã xếp hàng.

* Turn Manual Spindle Incr:

Xác định số bước tăng/giảm khi điều chỉnh tốc độ trục chính bằng tay. Mặc định: 10 đơn vị mỗi lần xoay núm hoặc nhấn nút.

* Spindle OV increment:

Xác định mức tăng của điều chỉnh quá tốc độ (Override - OV) cho trục chính. Mặc định: 10% mỗi lần tăng/giảm.

1.2.4.18. Rotational

* Rot 360 rollover:

Cho phép trục quay vượt quá 360 độ.

* Ang Short Rot on G0:

Giới hạn khoảng quay ngắn nhất. Khi tùy chọn này được bật, Mach3 sẽ chọn đường đi ngắn nhất để quay trục xoay (thường là trục A, B, hoặc C) đến vị trí mong muốn khi thực hiện lệnh G0 (di chuyển nhanh). Nếu tùy chọn này tắt, trục xoay có thể quay theo hướng dài hơn (ví dụ, từ 350° đến 10° có thể quay hết 360° thay vì chỉ quay 20° ngược lại).

* Rotational Soft Limits:

Giới hạn mềm cho trục quay.

1.2.4.19. Screen Control

* Hi-Res Screens:

Dùng màn hình có độ phân giải cao.

* Boxed DRO's and Graphics:

Hiển thị DROs và đồ họa có viền.

* Auto Screen Enlarge:

Tự động phóng to giao diện.

* Flash Errors and Comments:

Nhấp nháy thông báo lỗi.



1.2.4.20. **CV Control**

* Plasma Mode:

Chế độ cắt plasma.

* CV Dist Tolerance:

Điều chỉnh dung sai của chế độ CV.

* G100 Adaptive NurbsCV:

Bật hỗ trợ đường cong Nurbs.

* Stop CV on angles > X°:

Dừng CV nếu góc lớn hơn giá trị cài đặt.

Giải thích: CV Control (Constant Velocity Control) là hệ thống điều khiển tốc độ giúp Mach3 duy trì tốc độ cắt ổn định khi thực hiện các đường chạy dao phức tạp. Mach3 có hai chế độ di chuyển khi thực hiện lệnh GCode:

Exact Stop Mode (Chế độ dừng chính xác - G61)

◆ Máy dừng hoàn toàn tại mỗi điểm giao nhau giữa các đoạn đường chạy dao trước khi tiếp tục.

◆ Đảm bảo độ chính xác cao nhưng có thể làm chậm quá trình gia công.

◆ Dùng cho các đường cắt chính xác như gia công khuôn mẫu, phay rãnh góc nhọn.

Constant Velocity Mode (Chế độ vận tốc không đổi - G64)

◆ Máy cố gắng duy trì tốc độ chạy dao ổn định, ngay cả khi thay đổi hướng di chuyển.

◆ Giúp chuyển động mượt hơn, đặc biệt hữu ích khi gia công các đường cong.

◆ Có thể làm tròn nhẹ ở các góc thay vì dừng đột ngột.

1.2.4.21. **Axis DRO Properties**

* Tool Selections Persistent:

Giữ nguyên lựa chọn dao khi khởi động lại.

* Optional Offset Save:

Lưu offset khi tắt máy.

* Persistent Offsets:

Giữ nguyên giá trị offset giữa các lần chạy.

* Persistent DROs:

Giữ giá trị DRO khi khởi động lại.

* Copy G54 from G59.253 on startup:

Sao chép offset từ G59.253 khi khởi động.



1.2.5. System Hotkey (Gán phím tắt điều khiển)

Màn hình này cho phép bạn gán phím tắt (HotKey) để điều khiển các chức năng trong Mach3, bao gồm Jog (di chuyển trục), điều khiển hệ thống, và nút ngoài (External Buttons).

Jog Hotkeys	
	ScanCode
X++	39
X--	37
Y++	38
Y--	40
Z++	33
Z--	34
A / U ++	999
A / U --	999
B / V ++	999
B / V --	999
C / W ++	999
C / W --	999

System Hotkeys	
	ScanCode
DRD Select	106
MDI Select	105
Load G-Code	999
Code List	999
Reset On	105

External Buttons - OEM Codes	
Trigger #	OEM Code
1	-1
2	-1
3	-1
4	-1
5	-1
6	-1
7	-1
8	-1
9	-1
10	-1
11	-1
12	-1
13	-1
14	-1
15	-1

OK

Màn hình này cho phép bạn gán phím tắt (HotKey) để điều khiển các chức năng trong Mach3, bao gồm Jog (di chuyển trục), điều khiển hệ thống, và nút ngoài (External Buttons).

1.2.5.1. Jog Hotkeys (Phím tắt di chuyển trục)

Chức năng: Gán phím tắt để di chuyển các trục X, Y, Z, A, B, C theo hướng dương (+) hoặc âm (-).

- X++ / X--: Di chuyển trục X tiến/lùi.
- Y++ / Y--: Di chuyển trục Y tiến/lùi.
- Z++ / Z--: Di chuyển trục Z lên/xuống.
- A++ / A--: Di chuyển trục A (nếu có) theo hướng dương/âm.
- B++ / B--: Di chuyển trục B (nếu có) theo hướng dương/âm.
- C++ / C--: Di chuyển trục C (nếu có) theo hướng dương/âm.

✦ Cột "ScanCode" là mã bàn phím của phím đã gán. Bạn có thể nhấn vào ô trống và nhập phím mong muốn.



1.2.5.2. System Hotkeys (Phím tắt hệ thống)

Chức năng: Thiết lập phím tắt cho một số chức năng quan trọng của Mach3.

- DRO Select: Chọn hiển thị giá trị DRO (Digital ReadOut).
- MDI Select: Mở cửa sổ nhập lệnh MDI (Manual Data Input).
- Load G-Code: Mở hộp thoại để tải file G-Code.
- Code List: Mở danh sách mã lệnh.
- Reset On: Gán phím để nhấn "Reset" trong Mach3.

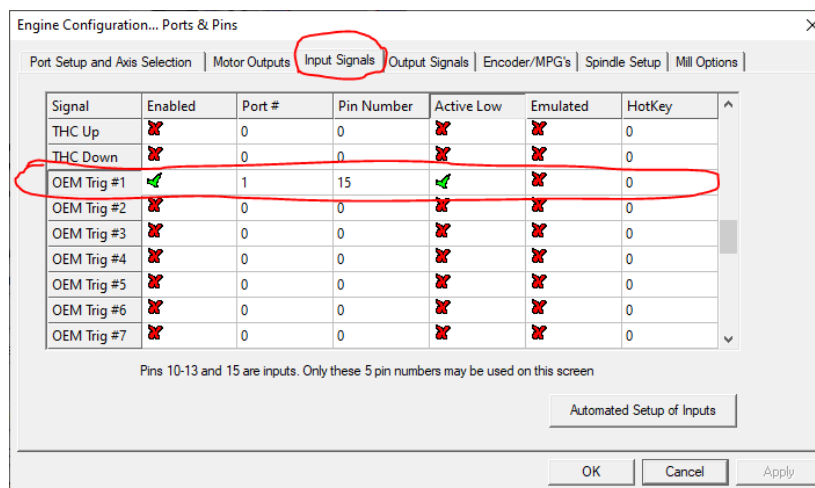
✦ Giống với phần Jog Hotkeys, cột "ScanCode" hiển thị mã phím được gán.

1.2.5.3. External Buttons - OEM Codes (Nút ngoài - Mã OEM)

Chức năng: Gán các nút bấm bên ngoài (ví dụ: nút trên bảng điều khiển vật lý) để thực hiện các chức năng trong Mach3.

- OEM Trigger #: Số thứ tự của nút bấm ngoài.
- OEM Code: Mã lệnh Mach3 thực hiện khi nhấn nút. Tham khảo OEM Code [tại đây](#)

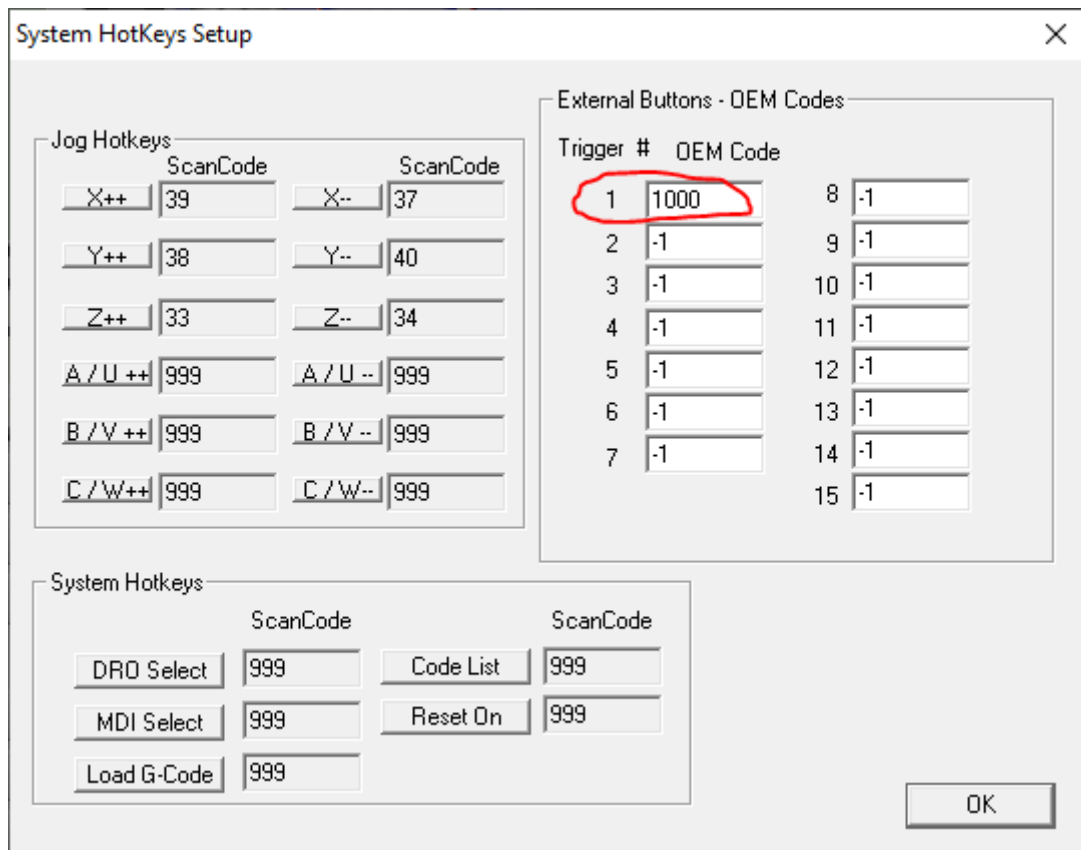
✦ Ví dụ: Tạo một nút nhấn trên tủ điện của máy CNC với tên “Chạy chương trình”, khi bấm vào nút này thì máy bắt đầu chạy thực thi chương trình phay (tương tự khi ta bấm nút **Cycle start** trên màn hình giao diện) ta làm như sau:



Bước 1: Vào menu Config -> Ports and Pins -> Input signals -> tại dòng OEM Trigger#1 tích chọn Enable, chọn cổng (Port) là 1, chọn chân (Pin) là 15 vì trong sơ đồ của tôi chân IN5 hiện chưa sử dụng, chúng ta gán chân IN5 (chân IN5 của mạch BL-USB Mach-100 V3.25 thuộc Port1 PIN15) làm nút OEM Trigger#1.

Bước 2: Vào menu Config -> System hotkeys -> tại mục External Buttons – OEM Codes chúng ta điền vào mục Trigger#1 là **1000**. Vì 1000 là mã OEM BUTTON thực hiện chức năng Cycle start.





Bằng cách làm tương tự, các bạn có thể tạo 15 nút từ OEM Trigger#1 đến #15 miễn mạch của bạn có đủ số cổng INPUT cần thiết, nếu cần mở rộng thêm cổng INPUT với bo mạch không đủ số cổng, hãy tham khảo [Modbus](#). để sử dụng arduino sẽ có thêm vô cùng nhiều cổng INPUT bổ sung, mỗi nút có thể tùy chọn bất kỳ chức năng nào trong mach3 theo mã [OEM code ở đây](#). Ngoài ra, nếu mở rộng thêm bằng modbus chúng ta cũng có thêm vô cùng nhiều đầu vào không chỉ bị giới hạn bởi 15 cổng Trigger#xx trong giao diện này vì [Modbus](#) + [Brain](#) có thể làm bất cứ việc gì bằng lệnh ngoài.

- Nếu để giá trị -1, Mach3 sẽ không gán chức năng nào cho nút đó.

Tóm tắt

- ◆ "Jog Hotkeys": Gán phím tắt để di chuyển các trục CNC.
- ◆ "System Hotkeys": Gán phím tắt để thực hiện các chức năng hệ thống (Reset, Load G-Code, v.v.).
- ◆ "External Buttons - OEM Codes": Liên kết các nút bấm bên ngoài với mã lệnh Mach3.
- ◆ ScanCode: là mã bàn phím của phím được gán, có thể thay đổi bằng cách nhập trực tiếp.
- ✦ Nếu bạn có bảng điều khiển vật lý hoặc cần thao tác nhanh trong Mach3, thiết lập phím tắt phù hợp sẽ giúp cải thiện tốc độ và sự tiện lợi khi vận hành máy CNC. 🚀



1.2.6. Home/Limits (Giới hạn hành trình & điểm Home)

Màn hình này cho phép cấu hình giới hạn mềm (Soft Limits) và thiết lập vị trí Home cho từng trục của máy CNC. Đây là một phần quan trọng để bảo vệ máy khỏi va chạm khi chạy G-code.

Motor Home/SoftLimits

×

Entries are in setup units.

Axis	Reversed	Soft Max	Soft Min	Slow Zone	Home Off.	Home N...	Auto Zero	Speed %
X		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
Y		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
Z		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
A		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
B		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
C		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20

G28 home location coordinates

X

0

A

0

Y

0

B

0

Z

0

C

0

OK

1.2.6.1. Các cột trong bảng chính

Tên cột	Ý nghĩa
Axis	Danh sách các trục (X, Y, Z, A, B, C).
Reversed	Đảo chiều động cơ cho trục đó. Nếu chọn ✓, động cơ sẽ chạy theo hướng ngược lại so với mặc định.
Soft Max	Giới hạn tối đa của trục theo đơn vị thiết lập (mm hoặc inch).
Soft Min	Giới hạn tối thiểu của trục.
Slow Zone	Vùng giảm tốc khi gần giới hạn mềm. Khi trục di chuyển vào vùng này, tốc độ sẽ giảm dần để tránh va chạm mạnh.
Home Off. (Home Offset)	Khoảng bù vị trí sau khi về Home. Dùng để đặt lại vị trí 0 sau khi trục chạm cảm biến Home.
Home Neg.	Chọn hướng Home của trục (✓ = về hướng âm, X = về hướng dương).
Auto Zero	Khi được bật (✓), Mach3 sẽ đặt tọa độ 0 cho trục sau khi hoàn thành quá trình Home.
Speed %	Tốc độ di chuyển về Home, tính theo phần trăm tốc độ tối đa.

✦ Ví dụ:



- Nếu Soft Max = 100, Soft Min = -100, trục chỉ có thể di chuyển trong khoảng từ -100 đến 100.
- Nếu Slow Zone = 1, trục sẽ bắt đầu giảm tốc khi còn cách giới hạn 1 đơn vị.

1.2.6.2. G28 Home Location Coordinates

Đây là vị trí mà máy sẽ di chuyển đến khi thực hiện lệnh G28 (di chuyển về vị trí Home).

- X, Y, Z, A, B, C: Xác định tọa độ Home của từng trục.
- Nếu giá trị là 0, trục sẽ không di chuyển khi gọi lệnh G28.

✦ Ví dụ thực tế:

- Nếu bạn đặt X = 10, Y = 20, Z = 0, khi chạy G28, trục X sẽ di chuyển đến X = 10, Y sẽ đến 20, và Z giữ nguyên.

Cách sử dụng "Motor Home/SoftLimits"

- Nếu máy CNC của bạn có cảm biến giới hạn, hãy bật Soft Limits để tránh va chạm.
- Đảo chiều động cơ (Reversed) nếu trục di chuyển sai hướng.
- Nếu dùng Auto Zero, sau khi Home, tọa độ gốc của trục sẽ được đặt về 0.
- Nếu máy không có cảm biến Home, có thể sử dụng G28 để đặt vị trí Home thủ công.

Tóm tắt

✦ Giới hạn mềm giúp bảo vệ máy khỏi va chạm bằng cách thiết lập biên độ di chuyển an toàn.

✦ Chức năng Home giúp đặt lại vị trí gốc của trục khi khởi động máy.

✦ Có thể điều chỉnh hướng Home, tốc độ di chuyển, và vùng giảm tốc để tối ưu quá trình chạy máy.

✦ Lưu ý: Nếu bạn chưa quen, nên bật Soft Limits trước khi chạy G-code để tránh va chạm với giới hạn cơ khí của máy! ⚡

1.2.7. Toolpath (Cấu hình hiển thị đường chạy dao)

🏠 Chức năng:

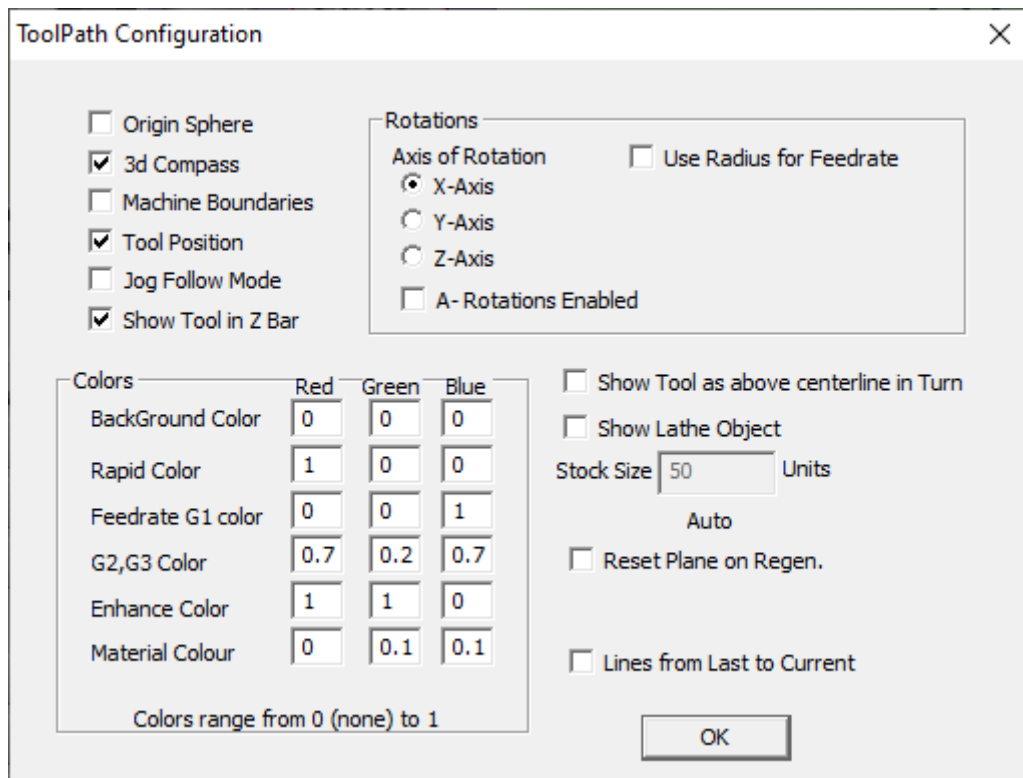
Điều chỉnh cách hiển thị đường chạy dao (G-code) trong Mach3.

Tùy chỉnh tốc độ vẽ Toolpath, kích hoạt/ẩn trục X-Y-Z trên màn hình.



✦ Ứng dụng thực tế:

- ✓ Hiển thị mô phỏng đường chạy dao chính xác hơn.
- ✓ Điều chỉnh hướng nhìn đường chạy dao theo sở thích.



Màn hình ToolPath Configuration giúp người dùng điều chỉnh cách hiển thị đường chạy dao (ToolPath) trên giao diện Mach3.

1.2.7.1. Các tùy chọn hiển thị ToolPath

Tùy chọn	Ý nghĩa
Origin Sphere	Hiển thị một quả cầu nhỏ tại điểm gốc tọa độ (0,0,0) để dễ nhận diện.
3D Compass	Bật la bàn 3D giúp người dùng xác định hướng X, Y, Z trên mô phỏng ToolPath.
Machine Boundaries	Hiển thị ranh giới làm việc của máy CNC dựa trên thiết lập Soft Limits.
Tool Position	Hiển thị vị trí dao trên mô phỏng đường chạy dao.
Jog Follow Mode	Nếu bật, màn hình mô phỏng sẽ tự động di chuyển theo vị trí dao khi máy chạy Jog.
Show Tool in Z Bar	Hiển thị vị trí dao trên thanh trạng thái Z ở giao diện Mach3.



1.2.7.2. Tùy chọn xoay mô phỏng (Rotations)

Tùy chọn	Ý nghĩa
Axis of Rotation (X, Y, Z, A)	Chọn trục quay chính nếu máy có bàn xoay hoặc trục thứ 4.
A - Rotations Enabled	Kích hoạt mô phỏng quay quanh trục A.
Use Radius for Feedrate	Dùng bán kính quay để tính toán tốc độ tiến dao (thường dùng cho máy tiện CNC).

✦ Ví dụ:

- Nếu máy CNC có bàn xoay 4 trục, chọn A - Rotations Enabled để hiển thị đúng ToolPath.

1.2.7.3. Cấu hình màu sắc (Colors)

Cho phép thay đổi màu của các thành phần trong mô phỏng đường chạy dao.

Thành phần	Ý nghĩa
BackGround Color	Màu nền của màn hình mô phỏng.
Rapid Color	Màu của đường chạy dao khi chạy nhanh (G0).
Feedrate G1 Color	Màu của đường chạy dao khi tiến dao có kiểm soát (G1).
G2, G3 Color	Màu của đường chạy dao khi thực hiện nội suy tròn (G2/G3).
Enhance Color	Màu để làm nổi bật các đường dẫn quan trọng.
Material Color	Màu mô phỏng của phôi vật liệu.

✦ Lưu ý:

- Giá trị màu từ 0 (đen) đến 1 (trắng), có thể điều chỉnh ba kênh Red - Green - Blue.

1.2.7.4. Các tùy chọn khác

Tùy chọn	Ý nghĩa
Show Tool as above centerline in Turn	Hiển thị dao tiện ở phía trên đường tâm của trục khi mô phỏng.
Show Lathe Object	Hiển thị phôi trên mô phỏng máy tiện.
Stock Size	Kích thước phôi mặc định (chỉ dùng cho mô phỏng máy tiện).
Reset Plane on Regen	Khi bật, Mach3 sẽ tự động thiết lập lại mặt phẳng hiển thị khi nhấn "Regen Toolpath".
Lines from Last to Current	Vẽ đường nối từ vị trí dao cuối cùng đến vị trí dao hiện tại.

Tóm tắt



◆ "ToolPath Configuration" giúp điều chỉnh cách hiển thị đường chạy dao và mô phỏng máy CNC trong Mach3.

◆ Cho phép thay đổi màu sắc, cách hiển thị trục quay, dao cắt, và chế độ theo dõi đường chạy dao.

◆ Hữu ích khi làm việc với máy 4 trục hoặc máy tiện CNC để mô phỏng chính xác hơn.

✍ Gợi ý: Nếu bạn muốn mô phỏng dễ nhìn hơn, có thể chọn màu nền tối và màu đường chạy dao sáng!

1.2.8. Slave Axis (Gán trục phụ chạy song song)

⇒ Chức năng:

- Gán một trục phụ (ví dụ: A) chạy song song với X, Y hoặc Z.
- Dùng khi máy CNC có 2 động cơ trên 1 trục (thường là trục Y trên máy khổ lớn).

✍ Ứng dụng thực tế:

✓ Ví dụ máy CNC có 2 động cơ bước trên trục Y sẽ cần gán A = Y để chạy đồng bộ. Nếu không có hai động cơ chạy song song thì chọn None



1.2.9. Backlash (Bù sai số hồi chuyển)

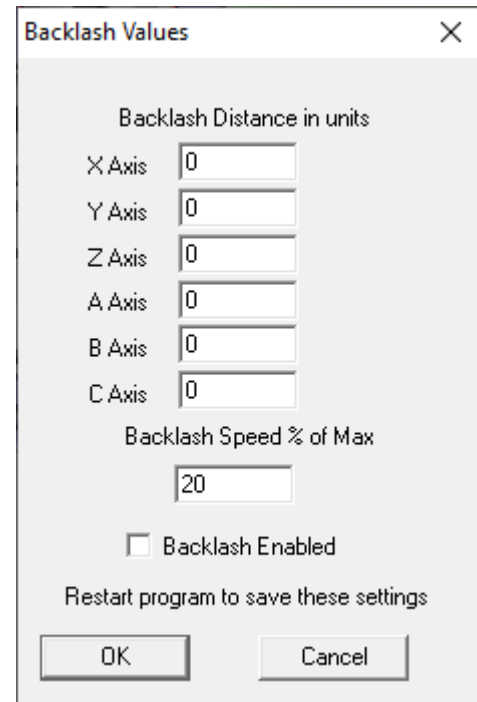


🔧 Chức năng:

Cài đặt bù sai số backlash do độ rơ của vitme hoặc bộ truyền động.

🚀 Ứng dụng thực tế:

- ✓ Giúp CNC di chuyển chính xác hơn nếu vitme có độ rơ.
- ✓ Quan trọng khi gia công chi tiết chính xác cao.



Backlash (độ rơ cơ khí) là khoảng hở hoặc độ trễ khi đổi chiều chuyển động trong hệ thống truyền động (ví dụ: vít me, bánh răng). Khi hệ thống cơ khí có độ rơ, nếu không bù trừ, máy sẽ không chính xác khi đổi chiều di chuyển.

1.2.9.1. *Backlash Distance in units*

Đây là giá trị bù trừ độ rơ theo từng trục, được nhập theo đơn vị cài đặt trong Mach3 (mm hoặc inch).

Trục	Ý nghĩa
X Axis	Độ rơ cơ khí trên trục X.
Y Axis	Độ rơ cơ khí trên trục Y.
Z Axis	Độ rơ cơ khí trên trục Z.
A, B, C Axis	Độ rơ trên các trục xoay (nếu có).

🚀 Ví dụ:

- Nếu trục X có độ rơ 0.05 mm, bạn nhập 0.05 vào ô X Axis.
- Khi đổi chiều di chuyển, Mach3 sẽ tự động bù thêm 0.05 mm để bù trừ sai số.

1.2.9.2. *Backlash Speed % of Max*

Xác định tốc độ bù trừ độ rơ, tính theo phần trăm tốc độ tối đa của trục.

- Mặc định là 20%, có thể điều chỉnh tùy theo độ cứng vững của máy.
- Nếu giá trị này quá cao, máy có thể bị giật khi bù trừ backlash.
- Nếu quá thấp, việc bù trừ sẽ chậm và ảnh hưởng đến tốc độ gia công.



✦ Gợi ý:

- Nếu máy CNC của bạn có hệ truyền động vít me bi chất lượng cao, có thể đặt giá trị 30-50%.
- Nếu máy dùng trục vít thông thường, nên đặt khoảng 10-20% để tránh rung giật.

1.2.9.3. Backlash Enabled

■ **Tùy chọn này phải được bật nếu muốn Mach3 thực hiện bù trừ độ rơ.**

✦ Lưu ý:

- Sau khi thay đổi giá trị Backlash, bạn cần khởi động lại Mach3 để áp dụng.
- Nếu không bật "Backlash Enabled", các giá trị đã nhập sẽ không có tác dụng.

Tóm tắt

✓ **"Backlash Values"** giúp bù trừ độ rơ cơ khí để tăng độ chính xác khi đổi chiều di chuyển.

✓ Cần nhập đúng giá trị độ rơ cho từng trục và đặt tốc độ bù trừ hợp lý.

✓ Phải bật "Backlash Enabled" và khởi động lại Mach3 để áp dụng cài đặt.

✦ Gợi ý: Nếu máy CNC của bạn có độ rơ lớn, nên đo thực tế bằng thước so và nhập giá trị chính xác để đảm bảo độ chính xác gia công!

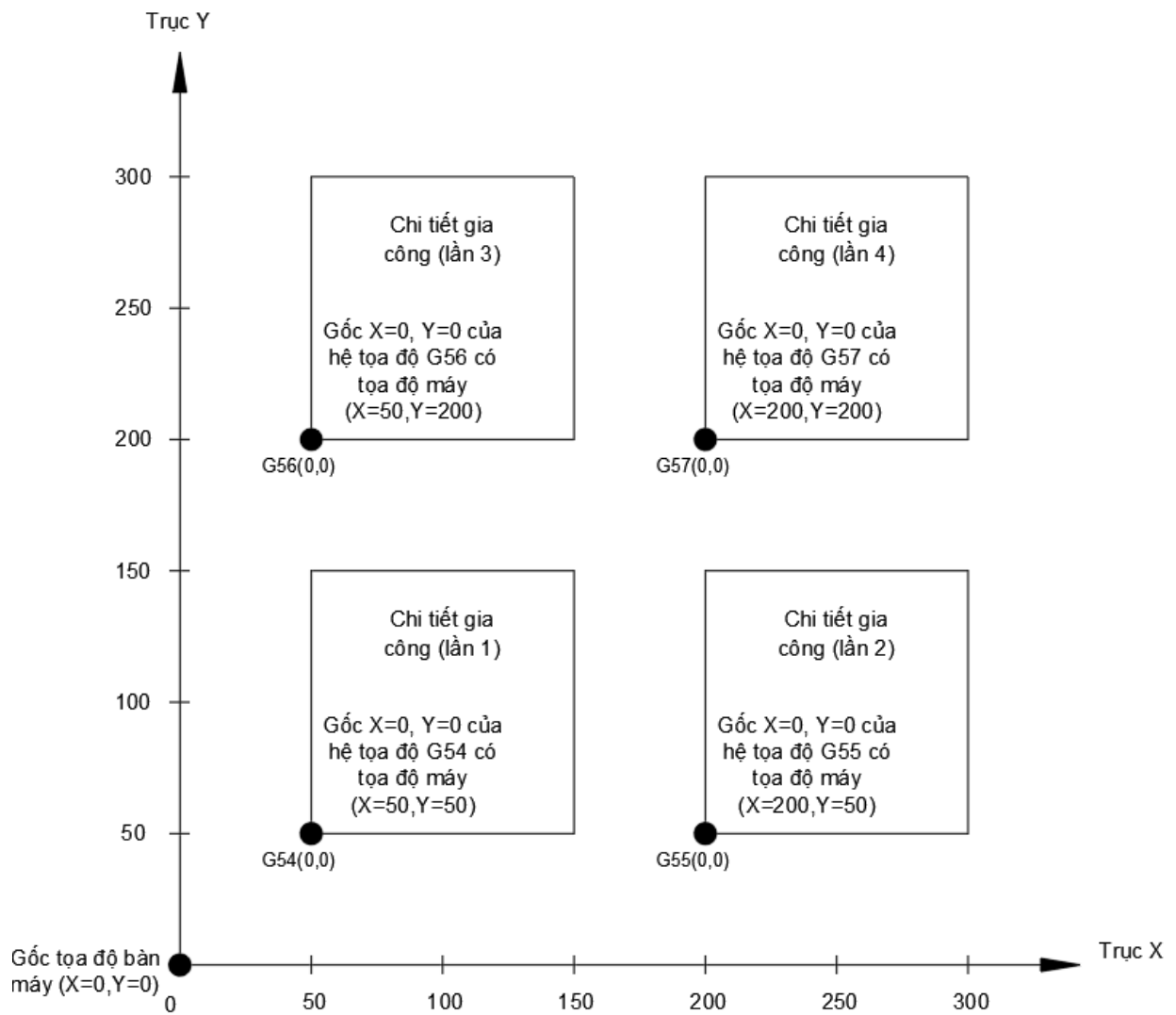
1.2.10. Fixtures... (Hệ tọa độ G54-G59)

▢ Chức năng: Quản lý các hệ tọa độ làm việc (G54 - G59). Cho phép đặt nhiều điểm 0 khác nhau trên bàn máy.

✦ Ứng dụng thực tế: Khi gia công nhiều phôi trên cùng bàn máy, mỗi phôi có tọa độ riêng.

Trong Mach3, Work Offsets (Fixtures) giúp xác định vị trí gốc tọa độ làm việc của chi tiết gia công theo tọa độ máy. Điều này cực kỳ hữu ích khi bạn cần đặt nhiều gốc tọa độ khác nhau mà không phải thiết lập lại mỗi lần. Ví dụ cần gia công 4 chi tiết giống hệt nhau có kích thước 100x100mm thay vì đặt lại gốc tọa độ 4 lần, chúng ta có thể đặt một bảng tọa độ **Fixtures** gồm 4 điểm gốc 0,0 của 4 hệ G54 G55 G56 và G57 như hình mô tả bên dưới đây. Mỗi khi gọi lệnh G54 G55 G56 hoặc G57 gốc tọa độ làm việc hiện tại của máy sẽ được di chuyển về tọa độ máy đã đặt trong bảng.





Work Offsets

G-Code Pos	X	Y	Z	A	B	C	Name
G54	50.0000	50.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	G54
G55	200.0000	50.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	G55
G56	50.0000	200.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	G56
G57	200.0000	200.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	G57
G58	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
G59	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
G59P7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Select Save Close

- Gọi lệnh G54 sau đó cho chạy gia công chi tiết lần 1
- Gọi lệnh G55 sau đó cho chạy gia công chi tiết lần 2
- Gọi lệnh G56 sau đó cho chạy gia công chi tiết lần 3



- Gọi lệnh G57 sau đó cho chạy gia công chi tiết lần 4

1.2.10.1. **G-Code Pos (G54 - G59, G59P7, ...) là gì?**

Mach3 hỗ trợ 6 gốc tọa độ chuẩn:

G54 (mặc định, thường sử dụng nhiều nhất)

- G55 - G59 (các gốc tọa độ bổ sung)

Ngoài ra, có các gốc mở rộng G59P1 - G59P254 dành cho các ứng dụng đặc biệt.

✦ Ví dụ:

- Nếu bạn gia công nhiều chi tiết trên cùng một bàn máy, bạn có thể đặt từng chi tiết vào G54, G55, G56,...
- Khi cần chuyển gốc, chỉ cần gọi lệnh G55 hoặc G56 trong G-code thay vì thiết lập lại thủ công.

1.2.10.2. **Các cột X, Y, Z, A, B, C nghĩa là gì?**

Mỗi hàng trong bảng hiển thị giá trị tọa độ offset của gốc tọa độ so với hệ tọa độ máy (Machine Coordinates).

Cột	Ý nghĩa
X, Y, Z	Vị trí offset của gốc tọa độ theo trục X, Y, Z
A, B, C	Vị trí offset của các trục xoay (nếu có)
Name	Tên gốc tọa độ (thường tự động điền là G54, G55...)

1.2.10.3. **Các nút chức năng**

- Select – Chọn một gốc tọa độ để sử dụng.
- Save – Lưu lại các giá trị offset vừa chỉnh sửa.
- Close – Đóng cửa sổ mà không lưu thay đổi.

1.2.10.4. **Cách sử dụng Work Offsets trong thực tế**

✦ Nếu bạn có 3 chi tiết trên bàn máy:

Đặt gốc chi tiết đầu tiên tại G54, đo tọa độ và nhập vào Mach3.

Đặt gốc chi tiết thứ hai tại G55, đo tọa độ và nhập vào.

Đặt gốc chi tiết thứ ba tại G56, đo tọa độ và nhập vào.

Trong G-code, dùng G54, G55, G56 để chọn gốc phù hợp trước khi chạy chương trình.

✦ Ví dụ G-code:



G54 (Chọn gốc G54)
 G0 X0 Y0 Z10
 M3 (Bật trục chính)
 G1 Z-5 F100 (Gia công)
 G55 (Chuyển sang gốc G55)
 G0 X0 Y0 Z10
 G1 Z-5 F100 (Gia công chi tiết thứ hai)

🔧 **Kết luận:** Work Offsets giúp lập trình nhiều gốc tọa độ trong cùng một chương trình, tăng hiệu suất và độ chính xác khi gia công nhiều chi tiết!

1.2.11. Tool Table (Bảng quản lý dao cụ)

🔧 **Chức năng:**

Lưu thông tin về chiều dài dao (Tool Length Offset - TLO).

Áp dụng trong gia công nhiều dao (dùng M6 Txx để thay dao).

✦ **Ứng dụng thực tế:**

✓ Lưu chiều dài dao để Mach3 tự động bù trừ khi thay dao.

ToolTable

Tool	Description	Diameter(D)	Height (H)	Diam. Wear	HeightWear
0	Ref. Tool	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
 1	Empty	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
 2	Empty	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
 3	Empty	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
 4	Empty	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
 5	Empty	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

All Tool Entries are in your default setup measurement units regardless of G20/G1 modes.

Apply

OK

Tool Table (Bảng Dụng Cụ) trong Mach3 giúp bạn quản lý các thông số của dao cắt, đặc biệt quan trọng khi sử dụng hệ thống thay dao tự động (ATC) hoặc cần hiệu chỉnh bù trừ dao.

1.2.11.1. Các cột trong Tool Table

Cột	Ý nghĩa
Tool	Số thứ tự của dao trong hệ thống.
Description	Mô tả về dao (mặc định là "Empty" nếu chưa thiết lập).



Cột	Ý nghĩa
Diameter (D)	Đường kính dao (mm hoặc inch, tùy vào cài đặt hệ đơn vị).
Height (H)	Chiều cao của dao (dùng để bù trừ chiều cao).
Diam. Wear	Sai số mòn của đường kính dao (dùng để bù trừ trong gia công chính xác).
Height Wear	Sai số mòn của chiều cao dao.

✦ Ví dụ thực tế:

- Nếu bạn có dao phay ngón D=10mm, bạn nhập Diameter = 10.0000.
- Nếu dùng đầu dò chiều cao dao và phát hiện dao bị mòn 0.02mm, bạn nhập Height Wear = 0.0200.

1.2.11.2. Tool 0 (Ref. Tool) là gì?

Tool 0 không phải là một dao cụ thực tế, mà là vị trí tham chiếu mặc định của hệ thống Mach3. Nếu bạn không đặt số dao trong G-code, Mach3 sẽ sử dụng Tool 0.

✦ Lưu ý:

- Khi chạy G-code, nếu bạn không chỉ định dao (G43 Hxx), Mach3 sẽ mặc định dùng Tool 0 và không áp dụng bù trừ dao.
- Nếu có hệ thống thay dao tự động (ATC), Tool 0 thường không được sử dụng.

1.2.11.3. Chức năng của các nút

- ⊙ Apply – Lưu lại các thay đổi trong bảng.
- ⊙ OK – Lưu và đóng cửa sổ.

1.2.11.4. Cách sử dụng Tool Table trong G-code

✦ Ví dụ G-code sử dụng Tool Table:

T1 M6 (Chọn dao số 1, thực hiện thay dao)
G43 H1 (Kích hoạt bù trừ chiều cao dao số 1)
G0 X0 Y0 Z10
M3 S1000 (Bật trục chính quay 1000 vòng/phút)
G1 Z-5 F100 (Gia công)

- ◆ T1 M6 – Chọn dao số 1 và thực hiện thay dao.
- ◆ G43 H1 – Bật bù chiều cao dao theo giá trị trong bảng Tool Table.



1.2.11.5. Khi nào cần sử dụng Tool Table?

- ✓ Khi dùng nhiều dao với các đường kính khác nhau.
- ✓ Khi cần bù trừ chiều cao dao bằng đầu dò.
- ✓ Khi có hệ thống thay dao tự động (ATC).
- ✓ Khi muốn đảm bảo độ chính xác cao trong gia công.

✚ Kết luận: Tool Table giúp quản lý và hiệu chỉnh dao dễ dàng, giảm sai số khi gia công nhiều bước với các dụng cụ khác nhau!

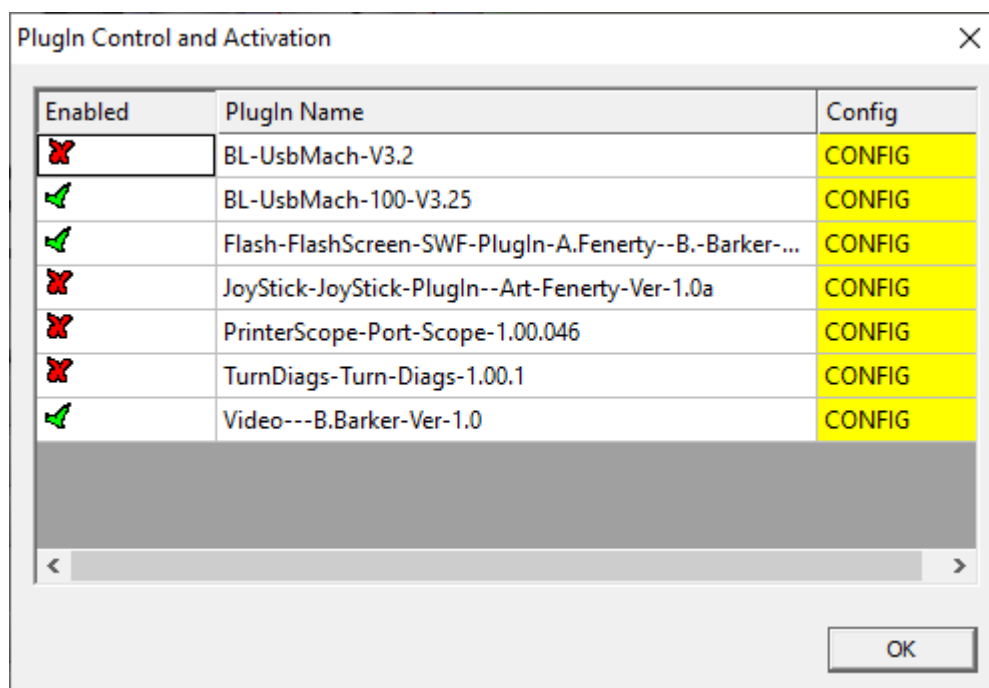
1.2.12. Config Plugins (Cấu hình Plugin mở rộng)

✚ Chức năng:

- Quản lý các Plugin như Modbus, MPG, Ethernet Motion Controller...

✚ Ứng dụng thực tế:

✓ Bật/tắt hoặc chỉnh sửa cấu hình plugin như BL-USBMach3, Ethernet SmoothStepper (ESS), UC100...



Màn hình này dùng để quản lý các plugin trong Mach3. Plugin là các phần mở rộng giúp bổ sung tính năng, chẳng hạn như hỗ trợ joystick, camera, bộ điều khiển ngoài, v.v.

1.2.12.1. Các cột trong bảng Plugin

Cột	Ý nghĩa
Enabled	Hiển thị trạng thái kích hoạt của plugin. ✓ (Bật) / ✗ (Tắt)
Plugin Name	Tên của plugin, thường bao gồm tên nhà phát triển và phiên bản.



Cột	Ý nghĩa
Config	Nút CONFIG cho phép mở giao diện cấu hình của plugin nếu có.

✦ Lưu ý: Một số plugin không có nút CONFIG, tức là không cần hoặc không hỗ trợ cấu hình.

1.2.12.2. Các Plugin Trong Hình Ảnh

Plugin Name	Chức Năng Dự Kiến	Trạng Thái
Flash-FlashScreen-SWF-Plugin	Hiển thị giao diện đồ họa động bằng Flash	✓ Bật
JoyStick-JoyStick-Plugin	Hỗ trợ điều khiển bằng cần điều khiển (Joystick)	✗ Tắt
PrinterScope-Port-Scope	Ghi nhận tín hiệu cổng song song (LPT)	✗ Tắt
TurnDiags-Turn-Diags	Công cụ chẩn đoán cho Mach3 Turn (Tiện CNC)	✗ Tắt
Video-B.Barker-Ver-1.0	Hỗ trợ camera trong Mach3	✗ Tắt

✦ Lưu ý: Nếu cần sử dụng tính năng Joystick hoặc Camera, bạn cần bật (Enable) plugin tương ứng.

1.2.12.3. Cách Bật/Tắt Plugin

- 1 Mở Mach3
- 2 Vào Config -> Config Plugins
- 3 Nhấp vào biểu tượng ✓ hoặc ✗ để bật/tắt plugin.
- 4 Nhấn OK và khởi động lại Mach3 để áp dụng thay đổi.

1.2.12.4. Khi Nào Cần Sử Dụng Plugin?

- ✓ Dùng Joystick để điều khiển trục máy bằng tay.
- ✓ Dùng Camera (Video Plugin) để căn chỉnh phôi chính xác hơn.
- ✓ Dùng PrinterScope nếu cần kiểm tra tín hiệu cổng LPT.
- ✓ Dùng FlashScreen nếu thích giao diện đồ họa động thay vì giao diện mặc định của Mach3.

✦ Kết luận: Plugin giúp mở rộng khả năng của Mach3, nhưng chỉ nên bật những plugin cần thiết để tránh lỗi hệ thống!

1.2.13. Spindle Pulleys (Cài đặt hệ thống truyền động trục chính)

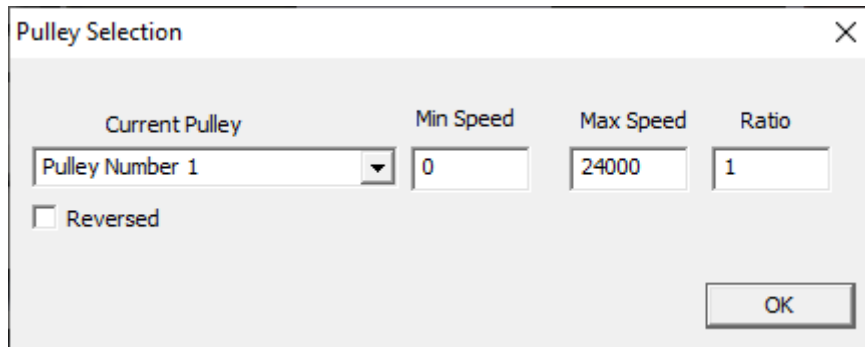
👁 Chức năng:

- Thiết lập tốc độ quay trục chính (Spindle) theo tỉ số truyền.



✦ Ứng dụng thực tế:

✓ Nếu dùng dây đai & puli hoặc hộp số, có thể thiết lập tỉ lệ truyền động giữa motor và trục chính.



Hộp thoại này dùng để cấu hình các thông số của Pulley (puli) trong Mach3, thường áp dụng cho các máy CNC có trục chính với nhiều cấp tốc độ thông qua dây đai hoặc hộp số.

1.2.13.1. Các thông số trong hộp thoại

Thông số	Ý nghĩa
Current Pulley	Lựa chọn puli hiện tại (Pulley Number 1, 2, 3, 4...).
Min Speed	Tốc độ nhỏ nhất của puli này (thường là 0 nếu không có giới hạn dưới).
Max Speed	Tốc độ lớn nhất của puli này, tính bằng RPM (vòng/phút).
Ratio	Tỷ số truyền giữa động cơ và trục chính (nếu là 1 thì tốc độ động cơ = tốc độ trục chính).
Reversed	Nếu được chọn, trục chính quay ngược lại so với chiều mặc định.

1.2.13.2. Ứng dụng thực tế

Nếu máy có nhiều cấp puli (thay đổi bằng cơ chế dây đai hoặc hộp số), bạn cần chọn đúng puli tương ứng để Mach3 điều chỉnh tốc độ chính xác.

Nếu chỉ có một cấp tốc độ, bạn để mặc định Pulley Number 1 với Ratio = 1.

Max Speed nên đặt theo tốc độ tối đa thực tế của trục chính để đảm bảo Mach3 không ra lệnh vượt quá giới hạn phần cứng.

Nếu sử dụng biến tần (VFD), giá trị Min Speed và Max Speed phải khớp với dải tốc độ có thể điều chỉnh.

1.2.13.3. Ví dụ cài đặt

Pulley	Min Speed	Max Speed	Ratio	Ứng dụng
1	0	24000	1	Máy CNC mini spindle 24,000 RPM



Pulley	Min Speed	Max Speed	Ratio	Ứng dụng
2	0	6000	1.5	Trục chính dùng hộp số, tỷ số 1.5:1
3	0	3000	2	Gia công kim loại tốc độ thấp
4	0	1000	3	Đánh bóng, khoan lỗ lớn

✦ Lưu ý: Nếu chọn sai puli hoặc ratio, Mach3 sẽ tính toán sai tốc độ trục chính! ✎

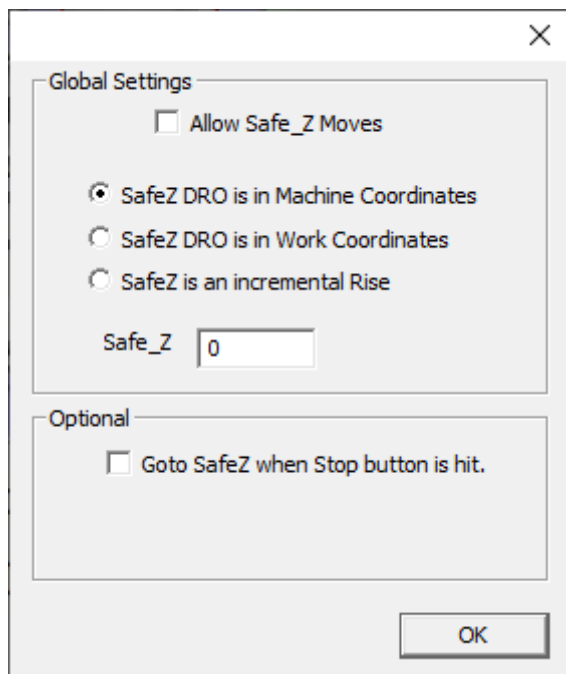
1.2.14. Safe_Z Setup (Cấu hình chiều cao an toàn)

↑ Chức năng:

- Cấu hình Safe Z để tránh dao đâm vào phôi khi di chuyển.

✦ Ứng dụng thực tế:

- ✓ Giúp trục Z tự động nâng lên trước khi di chuyển giữa các vùng cắt.



Hộp thoại này dùng để cấu hình Safe_Z – vị trí an toàn của trục Z khi di chuyển giữa các lệnh G-code.

1.2.14.1. Các tùy chọn chính

Global Settings (Cài đặt chung)

☐ Allow Safe_Z Moves → Cho phép sử dụng Safe_Z khi di chuyển giữa các điểm. Nếu không chọn, máy sẽ di chuyển theo các tọa độ bình thường.

SafeZ DRO is in Machine Coordinates → Giá trị Safe_Z được tính theo tọa độ máy (Machine Coordinates).



SafeZ DRO is in Work Coordinates → Giá trị Safe_Z được tính theo tọa độ gá đặt (Work Coordinates – G54, G55...).

SafeZ is an incremental Rise → Safe_Z được tính như một độ nâng tương đối (Incremental), tức là trục Z sẽ nâng lên một khoảng nhất định thay vì về một tọa độ cố định.

Safe_Z [0] → Nhập giá trị tọa độ Z an toàn. Khi di chuyển giữa các lệnh G-code, Mach3 sẽ đưa trục Z về vị trí này trước khi di chuyển X và Y.

1.2.14.2. *Optional (Tùy chọn thêm)*

☐ Goto SafeZ when Stop button is hit → Khi nhấn nút Stop, trục Z sẽ tự động về vị trí Safe_Z trước khi dừng.

1.2.14.3. *Ứng dụng thực tế*

✓ Tránh va chạm: Khi di chuyển nhanh giữa các vị trí trong chương trình, Safe_Z đảm bảo trục dao nâng lên trước để tránh va vào phôi hoặc đồ gá.

✓ Tăng độ an toàn: Nếu dừng máy đột ngột, bật "Goto SafeZ when Stop button is hit" giúp trục dao rời khỏi phôi một cách an toàn.

✓ Chế độ phù hợp:

CNC Router → Dùng Machine Coordinates (tọa độ máy).

CNC Mill → Dùng Work Coordinates (tọa độ gá đặt).

Gia công lỗ sâu → Dùng Incremental Rise để nâng dao sau mỗi lần cắt.

1.2.14.4. *Ví dụ cài đặt Safe_Z*

Loại máy	Safe_Z mode	Safe_Z Value
Máy phay CNC	Work Coordinates	50 mm
Máy khắc gỗ	Machine Coordinates	100 mm
Máy cắt plasma	Incremental Rise	10 mm

✦ Lưu ý: Nếu Safe_Z đặt quá thấp, dao có thể va vào phôi. Nếu đặt quá cao, máy mất thời gian di chuyển không cần thiết. ✍

1.2.15. Save Settings (Lưu cài đặt hiện tại)

 Chức năng:

Lưu tất cả các cài đặt đã chỉnh sửa để tránh mất khi tắt Mach3.

✦ Ứng dụng thực tế:



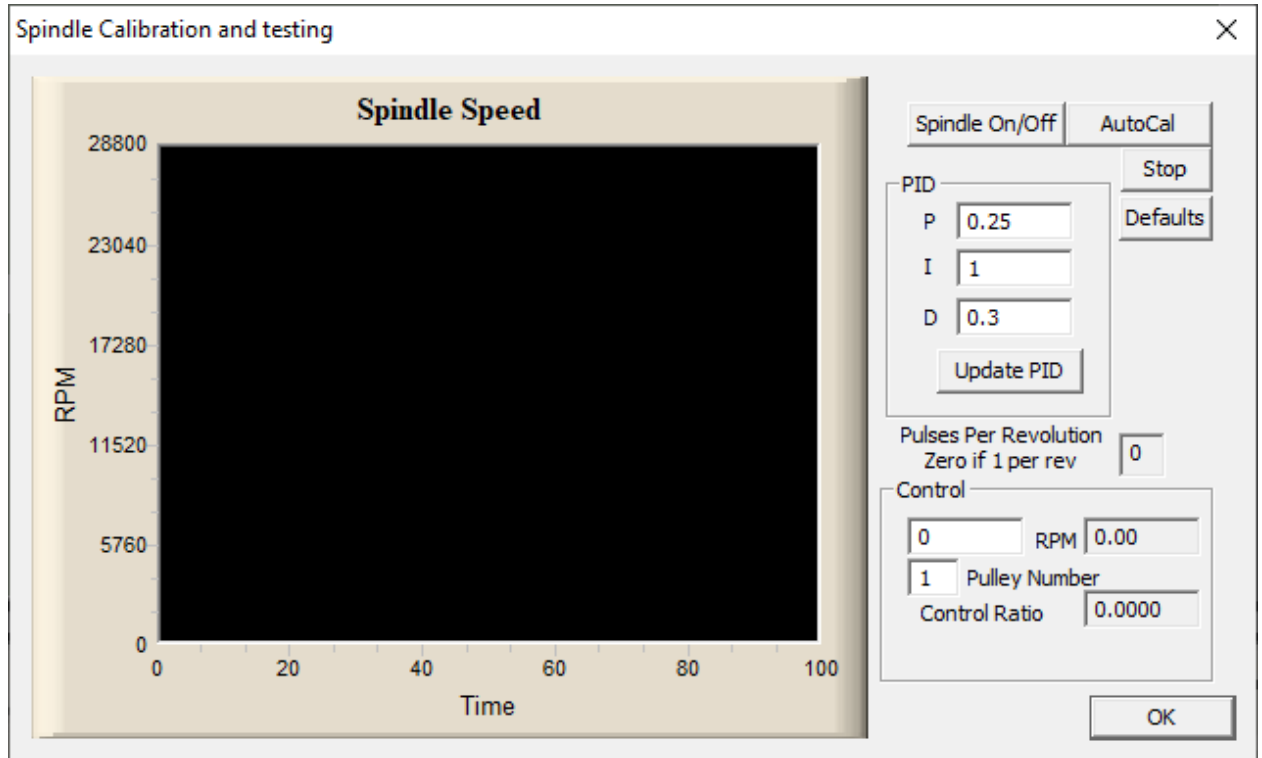
✓ Sau khi cài đặt các thông số quan trọng, nên bấm Save Settings để lưu lại.



1.3. Fuction Cfg's (Cấu hình chức năng)

1.3.1. Calibrate Spindle (Căn chỉnh trục chính)

Calibrate Spindle là công cụ giúp hiệu chỉnh tốc độ trục chính (Spindle) khi điều khiển bằng Mach3 + biến tần (VFD) hoặc Mach3 + mạch PWM. Nếu tốc độ Spindle không đúng với giá trị đặt trong Mach3, bạn cần dùng tính năng này để điều chỉnh



Hộp thoại này dùng để hiệu chỉnh và kiểm tra trục chính (Spindle) trong Mach3, đặc biệt là khi sử dụng điều khiển tốc độ qua PWM hoặc điều khiển PID.

1.3.1.1. Biểu đồ *Spindle Speed*

Trục Y (RPM): Hiển thị tốc độ quay của trục chính.

Trục X (Time): Hiển thị quá trình thay đổi tốc độ theo thời gian.

✦ Lưu ý: Khi bật trục chính, biểu đồ sẽ hiển thị tốc độ thực tế theo thời gian, giúp bạn kiểm tra độ ổn định.

1.3.1.2. Điều khiển trục chính (*Spindle On/Off*)

Spindle On/Off: Bật/tắt trục chính thủ công.

AutoCal: Tự động hiệu chỉnh tốc độ trục chính.

Stop: Dừng trục chính.

Defaults: Đặt lại thông số PID về giá trị mặc định.



1.3.1.3. Cấu hình PID

PID được sử dụng để kiểm soát tốc độ trục chính một cách chính xác, đặc biệt khi trục chính có phản hồi encoder.

P (Proportional): 0.25 → Điều chỉnh độ phản hồi ban đầu của bộ điều khiển. Giá trị quá cao có thể gây dao động.

I (Integral): 1 → Giúp loại bỏ sai số trong dài hạn. Giá trị cao sẽ làm cho hệ thống phản ứng chậm hơn.

D (Derivative): 0.3 → Giảm hiện tượng dao động khi thay đổi tốc độ.

✦ Cách điều chỉnh PID:

Nếu tốc độ thay đổi chậm, tăng P và giảm I.

Nếu có dao động, giảm D hoặc giảm P.

Nếu không đạt đúng tốc độ yêu cầu, tăng I.

📌 Nhấn "Update PID" để áp dụng thông số mới.

1.3.1.4. Pulses Per Revolution

Giá trị 0: Nếu trục chính không có cảm biến encoder.

Giá trị khác 0: Nếu sử dụng encoder (ví dụ 1 xung mỗi vòng, nhập "1").

✦ Lưu ý: Nếu sử dụng vòng kín (closed-loop) với encoder, bạn cần nhập đúng số xung trên mỗi vòng quay để PID hoạt động chính xác.

1.3.1.5. Control (Điều khiển tốc độ)

RPM: Nhập tốc độ mong muốn của trục chính.

Pulley Number: Chọn số pulley đang sử dụng (nếu có nhiều pulley với tỷ lệ truyền khác nhau).

Control Ratio: Hệ số điều khiển giữa tốc độ cài đặt và tốc độ thực tế.

✦ Ví dụ:

Nếu Control Ratio = 1, tốc độ thực tế đúng với cài đặt.

Nếu Control Ratio < 1, trục chính chạy chậm hơn tốc độ đặt.

1.3.1.6. Ứng dụng thực tế

✓ CNC Router: Sử dụng điều khiển PWM hoặc biến tần VFD.

✓ Máy tiện CNC: Dùng encoder để kiểm soát chính xác tốc độ.

✓ Máy phay CNC: Nếu có biến tần, cần tinh chỉnh PID để đạt tốc độ mong muốn.



1.3.1.7. Cách hiệu chỉnh Spindle

Chạy trục chính với một tốc độ cố định (VD: 10,000 RPM).

Quan sát biểu đồ tốc độ trên màn hình.

Nếu tốc độ dao động, điều chỉnh thông số PID.

Kiểm tra Control Ratio để đảm bảo tốc độ chính xác.

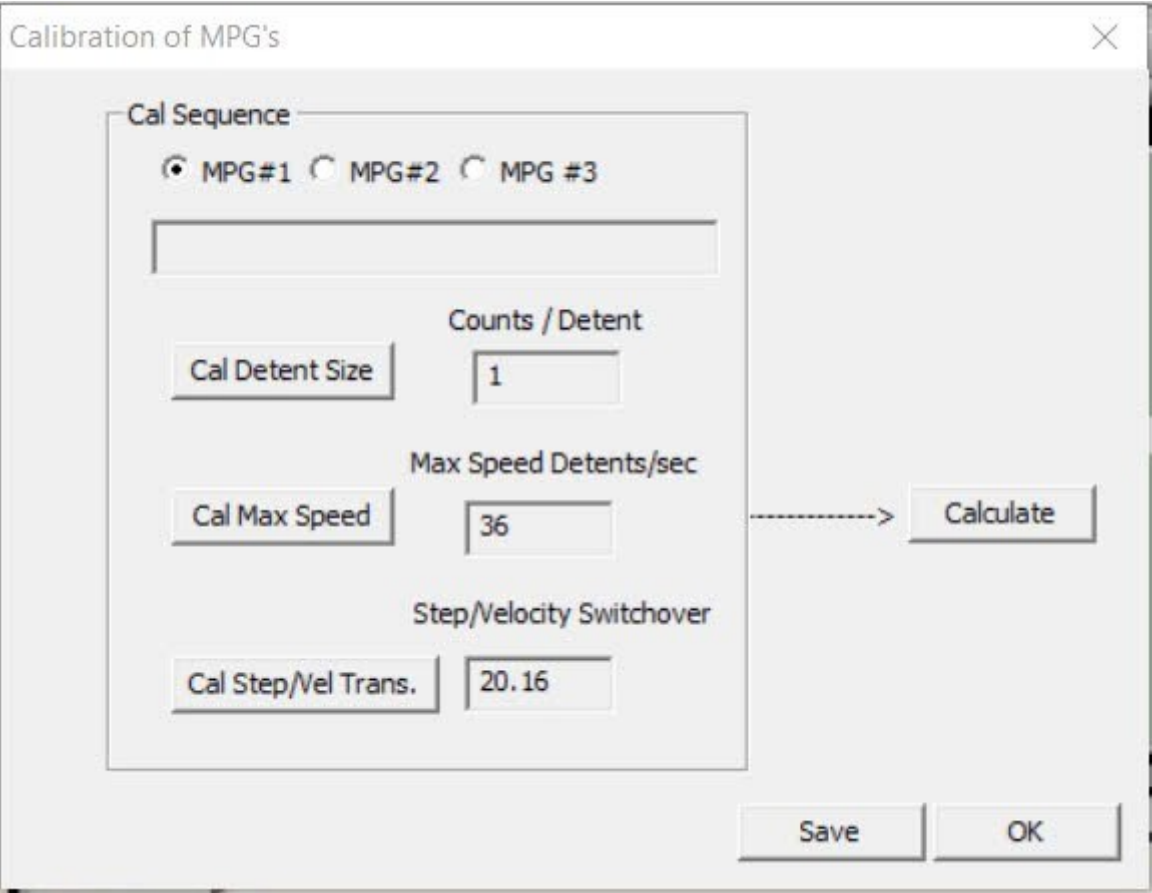
Lưu lại thiết lập nếu trục chính hoạt động ổn định.

✦ Lưu ý: Nếu trục chính chạy không ổn định, có thể cần hiệu chỉnh biến tần (VFD) hoặc kiểm tra tín hiệu PWM. ⚡

1.3.2. Serial monitor (giám sát cổng nối tiếp)

Theo dõi dữ liệu truyền nhận trên cổng RS232

1.3.3. Calibrate MPG (Căn chỉnh tay cầm MPG)



Đây là giao diện hiệu chỉnh **MPG (Manual Pulse Generator)** trong **Mach3**, dùng để cài đặt bộ phát xung tay điều khiển trục máy CNC. Dưới đây là ý nghĩa của từng thông số:

◆ Các thông số trong Calibration of MPG's:

MPG #1, MPG #2, MPG #3:

Chọn bộ phát xung MPG cần hiệu chỉnh (nếu có nhiều MPG).



Cal Detent Size (Counts / Detent): Xác định số xung mỗi lần vận một nấc trên MPG. Thông thường giá trị này là **1, 4 hoặc 100** tùy vào loại encoder.

Cal Max Speed (Max Speed Detents/sec): Tốc độ tối đa của MPG (đơn vị: detents/giây). Nếu vận quá nhanh, hệ thống có thể bỏ qua xung.

Cal Step/Vel Trans. (Step/Velocity Switchover): Xác định điểm chuyển đổi giữa chế độ **Step Mode** (dịch chuyển từng bước) và **Velocity Mode** (dịch chuyển theo vận tốc).

Calculate: Nhấn để tính toán lại các thông số sau khi điều chỉnh.

Save: Lưu cài đặt nhưng không đóng cửa sổ.

OK: Lưu và đóng cửa sổ hiệu chỉnh.

Cách Calibrate MPG trong Mach3:

Chọn **MPG #1, MPG #2, hoặc MPG #3** tùy theo số lượng MPG có trên máy.

Điều chỉnh **Counts / Detent** dựa theo thông số encoder.

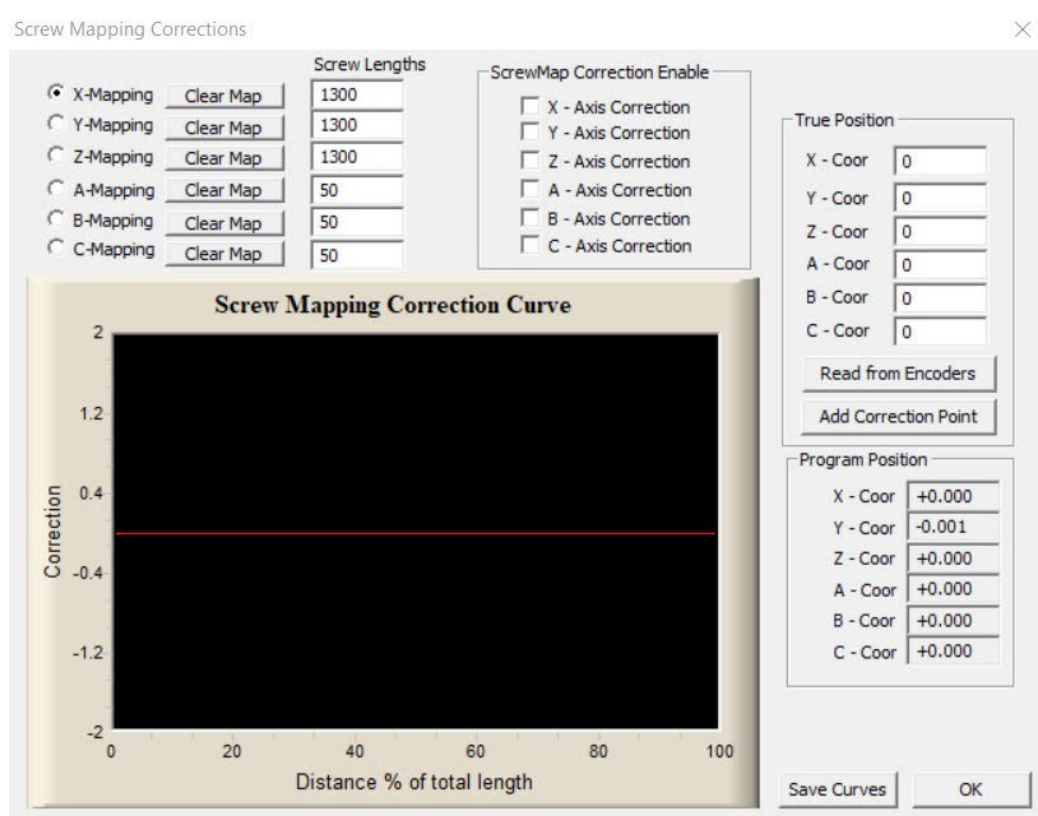
Nhập **Max Speed Detents/sec** theo tốc độ tối đa của MPG.

Chỉnh **Step/Velocity Switchover** nếu muốn tinh chỉnh độ nhạy của MPG.

Nhấn **Calculate** để cập nhật.

Nhấn **Save** hoặc **OK** để lưu lại.

1.3.4. Screw mapping (Hiệu chỉnh sai số vitme)



Đây là giao diện **Screw Mapping Corrections** trong **Mach3**, giúp hiệu chỉnh sai số của vitme trên các trục để tăng độ chính xác khi gia công. Cơ chế này được sử dụng để **bù sai số cơ khí** do độ lệch, cong hoặc mòn của vitme theo từng vị trí dọc theo hành trình trục.

1.3.4.1. Các thành phần chính trong Screw Mapping Corrections:

- * Mapping cho từng trục

X-Mapping, Y-Mapping, Z-Mapping, A-Mapping, B-Mapping, C-Mapping: Cho phép hiệu chỉnh sai số riêng biệt cho từng trục.

Clear Map: Xóa toàn bộ dữ liệu hiệu chỉnh hiện tại của trục tương ứng.

Screw Lengths: Nhập chiều dài hành trình của từng trục (mm hoặc inch, tùy cấu hình Mach3).

- * ScrewMap Correction Enable:

Chọn trục nào sẽ được kích hoạt tính năng bù sai số vitme.

- * True Position & Program Position:

Hiển thị vị trí thực tế và vị trí theo chương trình của trục.

Read from Encoders: Đọc dữ liệu từ encoder để xác định sai số thực tế.

Add Correction Point: Thêm một điểm hiệu chỉnh vào bản đồ sai số.

Screw Mapping Correction Curve: Biểu đồ hiển thị đường cong hiệu chỉnh, cho biết mức độ bù trừ tại các vị trí khác nhau trên trục.

- * Save Curves:

Lưu lại dữ liệu hiệu chỉnh.

- * OK:

Lưu và thoát.

1.3.4.2. Cách sử dụng Screw Mapping trong Mach3:

- * Xác định sai số vitme

Sử dụng thước đo hành trình (dial indicator) hoặc encoder để đo vị trí thực tế so với vị trí lý thuyết trên từng đoạn của trục.

Nhập giá trị vào bảng hiệu chỉnh

Ở mỗi vị trí đo được, nhập giá trị sai lệch vào hệ thống bằng cách nhấn Add Correction Point.

Lưu bản đồ hiệu chỉnh

Nhấn Save Curves để lưu lại dữ liệu.

Kích hoạt bù sai số: Chọn trục cần hiệu chỉnh trong ScrewMap Correction Enable.

Kiểm tra và tinh chỉnh

Chạy thử máy, đo lại để xác nhận độ chính xác sau khi áp dụng hiệu chỉnh.



1.3.4.3. Lợi ích của Screw Mapping

- ✓ Giúp máy CNC đạt độ chính xác cao hơn, đặc biệt khi sử dụng vitme có sai số.
- ✓ Giảm lỗi kích thước khi gia công các chi tiết có yêu cầu dung sai thấp.
- ✓ Có thể hiệu chỉnh sai số do hao mòn của vitme theo thời gian.

1.3.5. Setup Serial ModBus control (Cài đặt Modbus Serial)

Mục "Setup Serial Modbus Control" trong Mach3 được dùng để cấu hình giao tiếp Modbus qua cổng Serial (RS232/RS485). Tính năng này giúp Mach3 có thể kết nối và điều khiển các thiết bị bên ngoài.

	Enabled On/Off	Comment or Device	Port/Address	Slave # 0-10	Refresh 25ms Incr.	Address ModBus(Var)	# of Registers	Direction Input Output
Cfg #0	☒	MPG_Count	3	1	25	0	1	Input Reg
Cfg #1	☒	MPG_Tickcount	3	1	25	1	1	Input Reg
Cfg #2	☒	MPG_Switch	3	1	25	2	1	Input-Holding
Cfg #3	☐		1	1	25	0	1	Input-Coils
Cfg #4	☐		1	1	25	0	1	Input-Discrete
Cfg #5	☐		1	1	50	0	1	Output-Holding
Cfg #6	☐		1	1	50	0	1	Output-Coils
Cfg #7	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #8	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #9	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #10	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #11	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #12	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #13	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #14	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #15	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #16	☐		1	1	50	0	1	Input Reg
Cfg #17	☐		1	1	50	0	1	Input Reg

Hộp thoại này được sử dụng để cấu hình giao tiếp ModBus trong Mach3, giúp kết nối và điều khiển các thiết bị ngoại vi như MPG (Manual Pulse Generator), PLC, hoặc cảm biến thông qua giao thức ModBus.

Tìm hiểu thêm [Modbus là gì tại đây](#).

Một ví dụ về việc sử dụng Modbus để hiển thị các đèn báo trạng thái đang làm việc của máy xem [tại đây](#).

Thậm chí có cả một dự án biến một chiếc arduino uno thành thiết bị Modbus bên ngoài để thêm các cổng giao tiếp cho Mach3 [tại đây](#).

Một dự án hoàn chỉnh biến Arduino thành thiết bị modbus đọc tay điều khiển MPG để điều khiển các trục cho Mach3 [tại đây](#). Dựa vào mã nguồn mẫu của dự án này có thể phát triển thêm nhiều đầu vào, đầu ra bổ sung cho Mach3.

Phần mềm kiểm tra Modbus có tên QmodBus miễn phí phục vụ cho việc phát triển và thử nghiệm thiết bị modbus [tại đây](#), trong quá trình lập trình dự án điều khiển MPG bằng Arduino tôi cũng đã sử dụng phần mềm này để thử chức năng của arduino modbus.



1.3.5.1. Cấu hình cổng giao tiếp

Port Num: Cổng COM sử dụng để giao tiếp ModBus (hiện đang là COM3).

Baud Rate: Tốc độ truyền dữ liệu (hiện là 19200 baud).

8-1-N: Thiết lập khung truyền: 8-bit dữ liệu, 1-bit stop, No parity.

Use RTS for transmit (RS485): Chọn nếu sử dụng giao tiếp RS485.

Timeout: Khoảng thời gian chờ phản hồi từ thiết bị (hiện tại là 1000 ms).

✦ Lưu ý: Nếu có thông báo "Can't Open Comm Port", kiểm tra xem cổng COM đã được sử dụng bởi ứng dụng khác hay chưa.

1.3.5.2. Bảng cấu hình thiết bị ModBus

Mỗi dòng tương ứng với một thiết bị hoặc giá trị được đọc từ ModBus.

Cột	Ý nghĩa
Enabled	Bật/tắt cấu hình (☒ Đã bật, ☐ Chưa bật).
Comment or Device	Tên của thiết bị hoặc biến ModBus.
Port/Address	Cổng ModBus và địa chỉ của thiết bị.
Slave #	Số Slave của thiết bị (1-10).
Refresh (ms)	Tần số cập nhật dữ liệu, đơn vị ms (mặc định 25 ms).
Address ModBus(Var)	Địa chỉ thanh ghi trên thiết bị ModBus.
# of Registers	Số thanh ghi được đọc/ghi.
Direction	Chế độ truyền dữ liệu (Input/Output).

✦ Lưu ý quan trọng:

MPG_Count, MPG_Tickcount, MPG_Switch là các thiết bị đang được sử dụng trên địa chỉ ModBus.

Các dòng còn lại chưa được kích hoạt (unchecked).

1.3.5.3. Giải thích các chế độ truyền dữ liệu (Direction)

Loại Dữ Liệu	Ý Nghĩa
Input Reg	Đọc giá trị từ thanh ghi đầu vào (Input Register).
Input-Holding	Đọc thanh ghi giữ trạng thái đầu vào (Holding Register).
Input-Coils	Đọc trạng thái đầu vào dạng coil (bit).
Input-Discrete	Đọc dữ liệu đầu vào dạng rời rạc (Discrete Input).
Output-Holding	Ghi giá trị vào thanh ghi giữ trạng thái đầu ra.
Output-Coils	Ghi trạng thái bit điều khiển đầu ra.



✦ Ví dụ thực tế:

MPG_Count: Đọc số xung từ MPG encoder (Input Register). Số xung sẽ tăng khi vận tay quay thuận chiều kim đồng hồ và giảm khi vận ngược chiều kim đồng hồ. Kiểu dữ liệu là integer 16 bit (2 byte).

MPG_Switch: Đọc trạng thái công tắc MPG (Input-Holding). Đọc giá trị từng bit, mỗi bit trong 16 bit (2 byte dữ liệu) chứa các thông tin 0 (tắt) và 1 (bật) tương ứng với mỗi vị trí của công tắc chế độ X1 X10 X100 và công tắc chọn trục X, Y, Z, A

MPG_TickCount: Đếm số lượng xung trong một đơn vị thời gian (Input Register), trong mã nguồn arduino tôi quy đổi ra số xung /s để Mach3 hiểu tốc độ quay của tay quay là đang nhanh hay chậm.

1.3.5.4. Ứng dụng thực tế trong Mach3

- ✓ Sử dụng MPG để điều khiển trục CNC.
- ✓ Kết nối với PLC để đọc tín hiệu cảm biến hoặc điều khiển relay.
- ✓ Giám sát và điều khiển VFD (biến tần) thông qua ModBus.
- ✓ Giao tiếp với cảm biến nhiệt độ, áp suất trong hệ thống tự động hóa.

1.3.5.5. Cách kiểm tra ModBus trong Mach3

Nhấn "Test ModBus" để kiểm tra kết nối.

Quan sát giá trị đọc được từ các thiết bị ModBus.

Nếu không có dữ liệu, kiểm tra địa chỉ Slave, baud rate, và địa chỉ ModBus của thiết bị.

Kiểm tra lại kết nối vật lý (RS485, dây tín hiệu, điện trở cuối 120Ω nếu cần).

✦ Lưu ý: Nếu sử dụng PLC hoặc biến tần, cần kiểm tra tài liệu hướng dẫn để nhập đúng địa chỉ ModBus.

1.3.6. Setup TCP ModBus (Cài đặt Modbus TCP)

Modbus TCP là giao thức truyền dữ liệu qua mạng Ethernet, giúp Mach3 kết nối với PLC, VFD, Arduino, ESP32, Raspberry Pi, hoặc các thiết bị hỗ trợ Modbus TCP/IP. Điều này giúp điều khiển và giám sát CNC từ xa, mở rộng khả năng giao tiếp mà không cần dùng cổng Serial (RS232/RS485). Chức năng và cách dùng của TCP Modbus cơ bản tương tự như [Serial ModBus trong phần 1.3.5](#), chỉ khác là cần nhập địa chỉ IP của thiết bị thay vì nhập cổng COM như Serial ModBus



TCP Modbus Setup

192 . 168 . 2 . 44 Master Address

Static

☐ TCP Modbus Run

	Enabled On/Off	Comment or Device	Refresh 25ms Incr.	Slave # 0-10	# of Registers	Address Local(Var)	Address ModBus(Var)	Direction Input Output
Cfg #0	☐							
Cfg #1	☐							
Cfg #2	☐							
Cfg #3	☐							
Cfg #4	☐							
Cfg #5	☐							
Cfg #6	☐							
Cfg #7	☐							
Cfg #8	☐							
Cfg #9	☐							
Cfg #10	☐							
Cfg #11	☐							
Cfg #12	☐							
Cfg #13	☐							
Cfg #14	☐							
Cfg #15	☐							
Cfg #16	☐							
Cfg #17	☐							

Apply OK

1.3.7. Fomulas (Hiệu chỉnh tọa độ các trục theo công thức toán học)

Formula Axis Correction

☐ Formulas Enabled

f(x) = Test

f(y) = Test

f(z) = Test

f(a) = Test

f(b) = Test

f(c) = Test

Available variables are axis letters X,Y,Z,A,B,C and the current tool diameter D and length T
You may also use math function such as Sin, Cos, Tan, PI, etc..
Sample Formula: $f(x) = \sin(y) * \cos(x) + PI^2 - (\cos(b) + \sin(a) - t * (\cos(d)))$

Test Variable settings

X	1	Y	1	Z	1	D	1
A	1	B	1	C	1	T	1

TestResult:

OK

1.3.7.1. Chức năng "Formula Axis Correction" trong Mach3

Mục "Formula Axis Correction" trong Mach3 dùng để hiệu chỉnh tọa độ của các trục máy CNC bằng các công thức toán học. Tính năng này hữu ích trong các trường hợp:

- ✓ Bù sai số cơ khí: Hiệu chỉnh quỹ đạo dao khi có sai số hình học.
- ✓ Chuyển đổi hệ trục tọa độ: Khi máy sử dụng hệ trục không vuông góc hoặc cần bù xoay.
- ✓ Tạo chuyển động phi tuyến: Ứng dụng trong máy 5 trục hoặc bàn nghiêng.
- ✓ Tích hợp cảm biến và tính toán đặc biệt: Thay đổi quỹ đạo dao theo cảm biến hoặc điều kiện gia công.



1.3.7.2. Chức năng của từng phần trong Formulas

◆ Formulas Enabled → Bật hoặc tắt tính năng chỉnh sửa trực bằng công thức.

◆ $f(x)$, $f(y)$, $f(z)$, $f(a)$, $f(b)$, $f(c)$ → Nhập công thức cho từng trục X, Y, Z, A, B, C.

◆ Hỗ trợ toán học:

Hàm lượng giác: $\sin(x)$, $\cos(y)$, $\tan(z)$, PI .

Phép tính số mũ: x^2 , $\sqrt{x}$.

Sử dụng đường kính dao (D) & chiều dài dao (T).

✦ Ví dụ:

Hiệu chỉnh sai số trục X theo Y:

$$f(x) = x + 0.01 * y$$

→ Khi Y thay đổi, X sẽ tự động được bù 0.01 lần giá trị của Y.

Bù sai số do bàn nghiêng:

$$f(x) = x * \cos(A) - y * \sin(A)$$

$$f(y) = x * \sin(A) + y * \cos(A)$$

→ Dùng khi trục A là bàn xoay, giúp Mach3 điều chỉnh tọa độ theo góc xoay.

1.3.7.3. Kiểm tra và điều chỉnh công thức

Nhập công thức vào các ô $f(x)$, $f(y)$, $f(z)$,....

Dùng Test Variable Settings để nhập giá trị thử nghiệm.

Nhấn Test để xem kết quả tính toán.

Nếu đúng, nhấn OK để lưu và áp dụng.

1.3.7.4. Ứng dụng thực tế của Formula Axis Correction

✓ Cân chỉnh bàn máy CNC nghiêng bằng cách bù trừ tọa độ.

✓ Biến đổi quỹ đạo dao khi sử dụng kẹp chi tiết không chính xác.

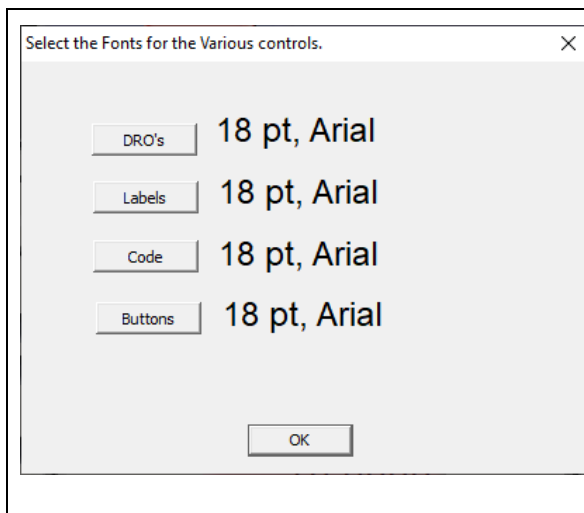
✓ Chuyển đổi từ hệ tọa độ Descartes sang Polar cho máy cắt tròn.

✓ Bù sai số cho máy 5 trục khi tính toán động học phức tạp.

1.3.8. Fonts (Tùy chọn phong chữ hiển thị)

Điều chỉnh loại phong chữ và kích cỡ chữ trên màn hình MACH3





ⓘ **DRO's (Digital ReadOuts):** Hiển thị giá trị tọa độ trục, tốc độ trục chính, tốc độ tiến dao,...
 ⓘ **Labels:** Nhãn hiển thị trên giao diện.
 ⓘ **Code:** Mã G-code hiển thị trong cửa sổ lập trình.
 ⓘ **Buttons:** Nút bấm trong giao diện.
 Arial, kích thước 18 pt cho tất cả các thành phần.
 Đây là kích thước trung bình, dễ đọc trên màn hình CNC.
 Khi chọn thay đổi phông chữ / kích thước cần nhấn OK để lưu lại

1.3.9. Reset device sel (Đặt lại cài đặt chọn mạch điều khiển)

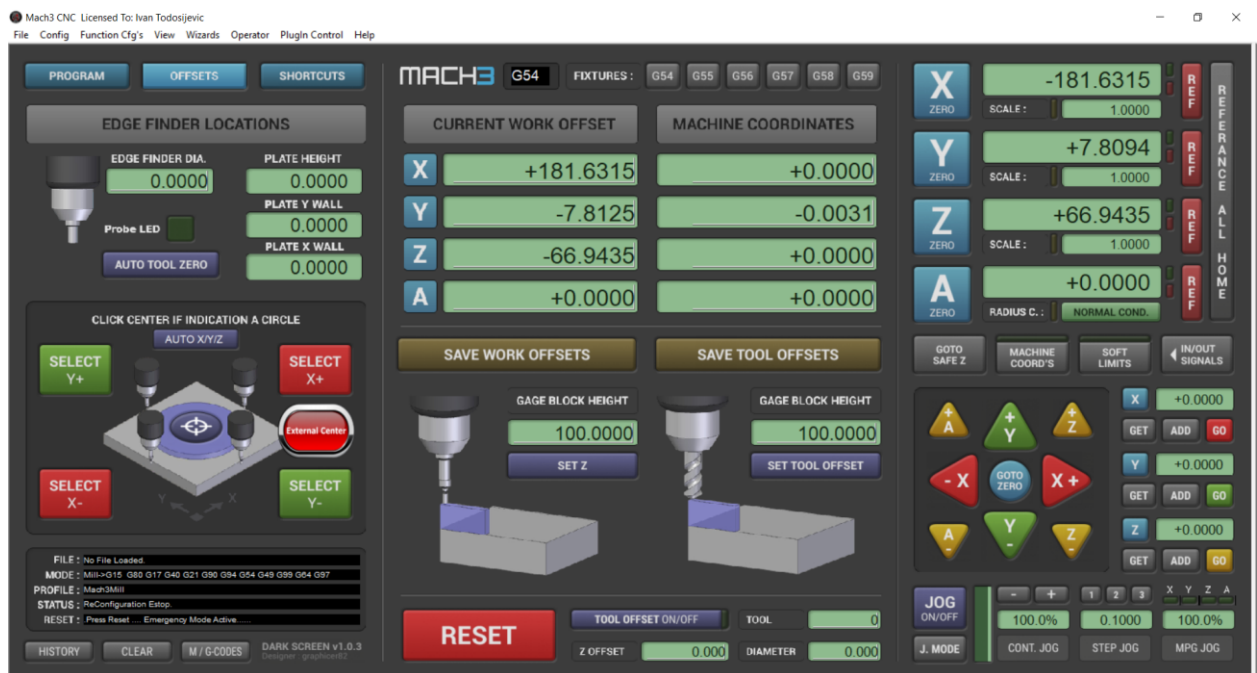
Yêu cầu phần mềm mach3 xóa bộ nhớ đã lưu việc lựa chọn mạch điều khiển mach3 trước đó và hỏi lại việc chọn mạch điều khiển nào trong lần khởi động tiếp theo.

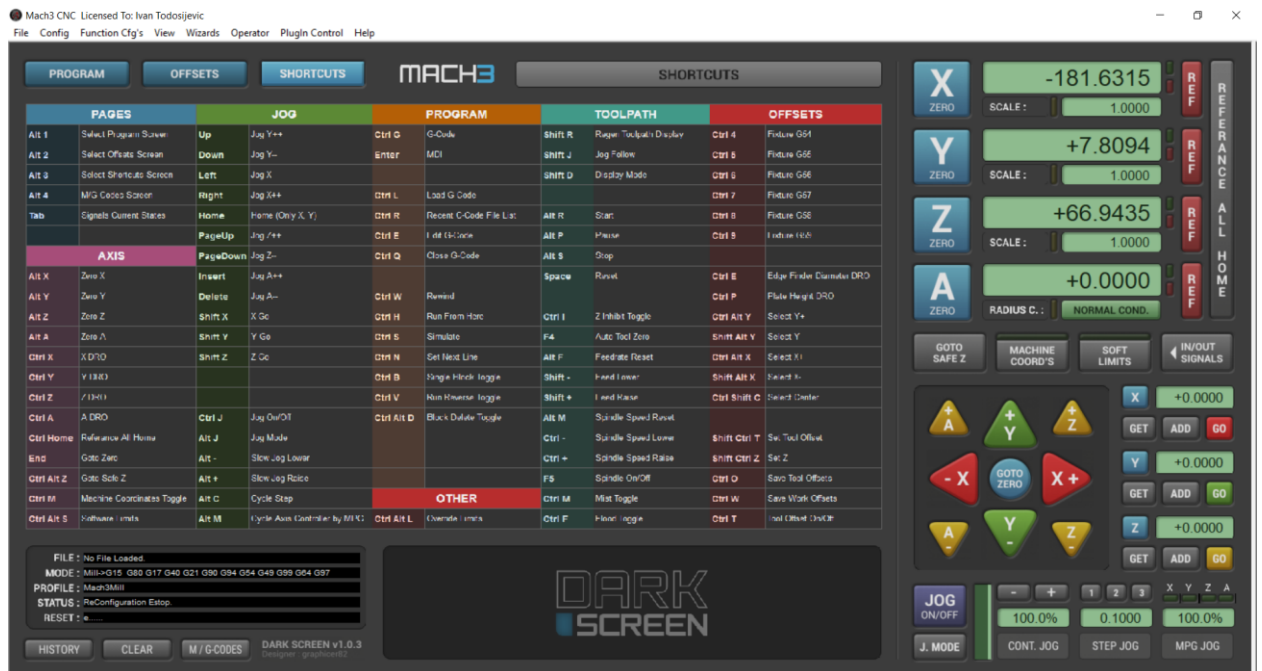
1.4. View (Hiển thị)

1.4.1. Load screen (Chọn giao diện)

Chọn giao diện cho phần mềm MACH3. Giao diện cho mach3 có rất nhiều trên mạng và cũng có miễn phí trên [trang chủ của MACH3 tại đây](#), hoặc tại [diễn đàn chính thức của mach3 tại đây](#), từ giao diện này khi chọn một tệp giao diện ngay lập tức giao diện làm việc của mach3 sẽ thay đổi theo, có rất nhiều giao diện đẹp nhưng **DarkScreen** dưới đây là một giao diện đẹp và tiện dụng đề xuất các bạn thử. Nguyên bản của giao diện này là [Mach3 DarkScreen Screenset](#) của thành viên có tên **graphic82** thiết kế, sau đó được một người có tên tài khoản youtube là [I'll Do It Myself](#) chỉnh sửa thành bản [DarkScreen Screenset for Mach3 \(IDIM Modified\)](#) trong loạt [video hướng dẫn chế tạo và kết nối đầu dò phi tự động tại đây](#) để hỗ trợ tự động lấy gốc tọa độ XYZ, tuy nhiên bản này vẫn còn một số lỗi và được chỉnh sửa lại một lần nữa (tôi đã sử dụng phần mềm MachScreen để sửa). Để sử dụng cần chép thư mục \files\MACH3_SOFTWARE\05.ScreenSet\Mach3 vào C:\Mach3 sau đó vào View-> Load screen -> mở tệp C:\Mach3\DarkScreen.set.







1.4.2. Save current layout (Lưu bố cục màn hình hiện tại)

"Save Current Layout" trong menu View của Mach3 cho phép lưu lại bố cục giao diện tùy chỉnh của phần mềm

1.4.3. Regen Toolpath (Tạo lại đường chạy dao)

Regen Toolpath (Regenerate Toolpath) trong Mach3 là chức năng tái tạo lại đường chạy dao dựa trên mã G-code hiện tại.

1.5. Wizard (Trình tạo G code tự động)

1.5.1. Pick Wizard (Chọn trình tạo mã)

"Pick Wizard" trong menu Wizard của Mach3 cho phép bạn chọn và sử dụng các trình tạo mã G-code tự động (Wizards) để tạo chương trình gia công nhanh mà không cần viết G-code thủ công. Trong phần này có một số mẫu tạo g-code để khoan, cắt các đường tròn, hình chữ nhật, xoắn ốc.....chỉ yêu cầu người dùng nhập kích thước mong muốn trên các hình mẫu sau đó xuất thành mã G-Code.

1.6. Operator (Vận hành)

1.6.1. Lock (Khóa)

Khóa các thiết lập quan trọng của Mach3 để tránh chỉnh sửa nhầm.

1.6.2. Unlock (Mở khóa)

Mở khóa để cho phép chỉnh sửa các cài đặt đã bị khóa trước đó.

1.6.3. Auto-Calculator (Tự động tính toán)

Cho phép nhập các phép toán ngay trong các ô nhập số (ví dụ: nhập 10+5 thay vì 15). Tự động tính toán giá trị thay vì phải nhập kết quả thủ công.



1.6.4. Control offline (Điều khiển ngoại tuyến)

Chuyển Mach3 sang chế độ ngoại tuyến, tạm dừng mọi điều khiển đối với máy CNC nhưng không đóng phần mềm.

1.6.5. Maintenance Hours (Giờ vận hành)

Hiển thị tổng số giờ máy đã chạy kể từ khi cài đặt. Hữu ích để theo dõi bảo trì định kỳ.

1.6.6. VB Script editor (Chỉnh sửa mã VB Script)

Mở trình soạn thảo VBScript để chỉnh sửa hoặc tạo macro tùy chỉnh trong Mach3. Hỗ trợ lập trình tự động hóa các thao tác (ví dụ: thay dao, đo chiều cao dao...). Để tìm hiểu thêm về cách viết VBScript cho MACH3 xem tài liệu sau:

+ Tài liệu hướng dẫn viết mã VB Script có tên Mach Script Language Reference, file đính kèm là [Book VB-Script-Commands.pdf](#)

+ Tài liệu hướng dẫn viết các Macro cho MACH3 có tên “Mach3 Version 3.x

Macro Programmers Reference Manual”, file đính kèm là [Mach3 V3.x Macro Prog Ref.pdf](#)

Khi tạo ra một tệp Macro (tệp macro thường có tên là Mxxx.m1s, trong đó xxx là các con số do bạn tự đặt và không đặt trùng với các lệnh M code có sẵn của mach3). Đảm bảo tệp macro Mxxx.m1s nằm trong thư mục macros\Tên_Profile_Của_Bạn\ trong thư mục cài đặt Mach3 (ví dụ: C:\Mach3\macros\Mach3Mill).

Một ví dụ rất hữu ích về macro mà chúng ta sẽ phải làm khi dùng các mạch điều khiển USB mach3 của Trung Quốc, đối với bo mạch LPT thì mọi hoạt động rất trơn tru và không có vấn đề gì, tuy nhiên máy tính ngày nay hiếm còn tồn tại cổng LPT, đặc biệt là LAPTOP đang sử dụng rất phổ biến thì hoàn toàn không còn cổng LPT, điều đó bắt buộc chúng ta tìm đến các mạch điều khiển USB MACH3. Tuy nhiên, hầu hết các mạch USB MACH3 của Trung Quốc đều có vấn đề với việc cập nhật giá trị các biến #2000, #2001 và #2002 đây là các biến lưu giá trị chính xác tại thời điểm mà đầu dò chạm phôi, các biến này được sử dụng phổ biến trong các macro dò phôi tự động như auto tool zero, auto x/y/z, select X+ X- Y+ Y-, dò tâm đường tròn, dò tâm phôi.... Để khắc phục vấn đề này chúng ta tạo ra lần lượt các tệp macro trong thư mục C:\Mach3\macros\Mach3Mill là

Tên tệp macro	Nội dung chứa bên trong tệp	Ý nghĩa
M2000.m1s	SetVar(2000,getoemdro(800))	Cập nhật giá trị tọa độ X tại DRO 800 vào biến #2000
M2001.m1s	SetVar(2001,getoemdro(801))	Cập nhật giá trị tọa độ Y tại DRO 801 vào biến #2000
M2002.m1s	SetVar(2002,getoemdro(802))	Cập nhật giá trị tọa độ Z tại DRO 802 vào biến #2002
M2003.m1s	SetVar(2003,getoemdro(803))	Cập nhật giá trị tọa độ A tại DRO 803 vào biến #2003

Khi cần gọi một macro nào đó bằng lệnh g-code chúng ta chỉ cần gọi tên tệp, ví dụ cần gọi macro M2002.m1s thì nhập lệnh M2002



Ví dụ cụ thể hơn, dưới đây là trích đoạn từ một macro thực hiện dò phôi lấy bề mặt phôi làm tọa độ Z = 0 nguyên bản được viết chạy rất tốt trên các bo mạch MACH LPT như sau:

```
.....
Message "Auto Tool Zero Running..."
SetOemDRO(802,0)      'Đặt tọa độ trục Z hiện tại thành 0
Code "G90 G31 Z-20.0 F10"  'Thực hiện dò phôi trục Z với khoảng di chuyển tối đa xuống -20mm, tốc độ đi dao 10mm/phút
While IsMoving()      'Chờ đến khi đầu dò chạm phôi hoặc đã đi xuống được -20mm mà chưa chạm phôi
Wend
'----- Lấy tọa độ điểm chạm đầu dò vào phôi và kiểm tra hành trình ----- Chạy lùi lên một khoảng ----- Cập nhật tọa độ Z -----
If GetVar(2002) <= (-20 + .001) Then  'Ngay tại dòng này với máy sử dụng mạch điều khiển USB MACH3 sẽ có vấn đề
MachMsg("Vượt quá hành trình cho phép, vui lòng đưa đầu dò gần phôi hơn và thử lại!", "OOPS! ", 0)
Message ""
RETURNSTATE  'Gọi hàm con có tên là RETURNSTATE để thực hiện các công việc tiếp theo
End          'END SCRIPT
Else
.....
```

Để chạy được trên các bo mạch USB mach3 chúng ta sẽ phải sửa lại, chèn lệnh gọi macro M2002 ngay sau khi thực hiện lệnh G31 như sau:

```
.....
Message "Auto Tool Zero Running..."
SetOemDRO(802,0)      'Đặt tọa độ trục Z hiện tại thành 0
Code "G90 G31 Z-20.0 F10"  'Thực hiện dò phôi trục Z với khoảng di chuyển tối đa xuống -20mm, tốc độ đi dao 10mm/phút
While IsMoving()      'Chờ đến khi đầu dò chạm phôi hoặc đã đi xuống được -20mm mà chưa chạm phôi
Wend

Sleep 500              'Chờ 500ms để giá trị tọa độ cập nhật lên màn hình DRO
Code ("M2002")         'Gọi macro M2002 để cập nhật giá trị DRO của trục Z vào biến #2002

'----- Lấy tọa độ điểm chạm đầu dò vào phôi và kiểm tra hành trình ----- Chạy lùi lên một khoảng ----- Cập nhật tọa độ Z -----
If GetVar(2002) <= (-20 + .001) Then  'Lúc này biến 2002 đã được cập nhật đúng giá trị nên mạch USB MACH3 sẽ hoạt động đúng
MachMsg("Vượt quá hành trình cho phép, vui lòng đưa đầu dò gần phôi hơn và thử lại!", "OOPS! ", 0)
Message ""
RETURNSTATE  'Gọi hàm con có tên là RETURNSTATE để thực hiện các công việc tiếp theo
End          'END SCRIPT
Else
.....
```

Trong thư mục C:\Mach3\macros\Mach3Mill có sẵn nhiều macro, trong đó có macro rất phổ biến đó là m3.m1s (đây là macro bật trục chính của Spindle quay thuận chiều kim đồng hồ), mở tệp m3.m1s ra bạn sẽ thấy nó bản chất là thực thi lệnh DoSpinCW() , các bạn có thể mở các tệp có sẵn để tham khảo thêm.

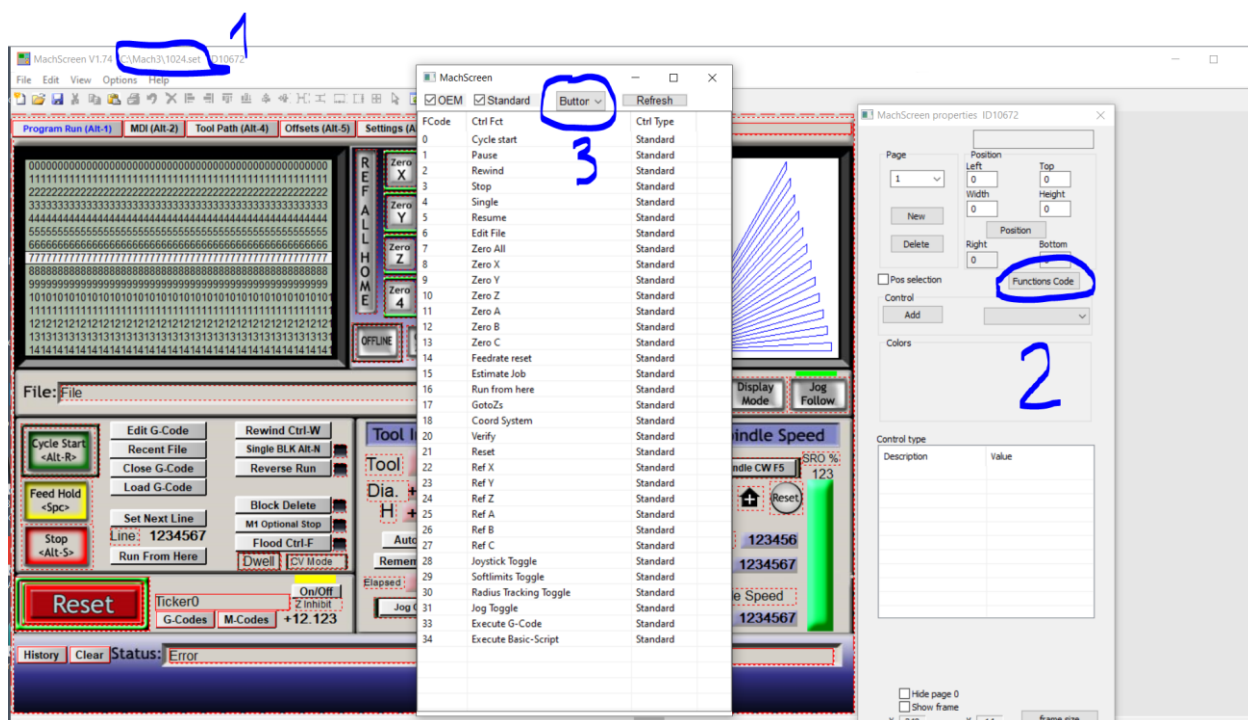
Để macro tự động chạy liên tục kể từ khi bật phần mềm MACH3 lên nhằm làm việc gì đó liên tục, ví dụ giám sát đầu vào, đầu ra nào đó của các cổng điều khiển, bạn đặt tên là macropump.m1s như đã mô tả [ở đây](#)

+ Tài liệu cung cấp các mã OEM “Mach3 OEM FUNCTIONS Buttons, Dros, Leds”, file đính kèm là [MACH3 OEM Functions SORTED.pdf](#)

Lưu ý, ngoài các mã OEM code có thể tra trong tài liệu “Mach3 OEM FUNCTIONS Buttons, Dros, Leds” thì chúng ta hoàn toàn có thể tự tra các mã OEM này từ giao diện MACH3 nhờ phần mềm chỉnh sửa giao diện MACH3 có tên là MACH SCREEN (file cài đặt [MachScreenV1.74.rar](#) đính kèm) bằng cách mở ứng dụng MachScreen, chọn file -> tìm đến tệp giao diện của mach3 mill (mặc định sau khi cài thì tệp giao diện này có đường dẫn C:\Mach3\1024.set -. Bấm vào một đối tượng bất kỳ trên giao diện để nó mở cửa sổ MachScreen properties (thuộc tính của đối tượng đó), tại đây bấm vào nút Functions Code



(đánh số 2 trên ảnh)-> Màn hình MachScreen mới hiện ra sẽ liệt kê danh sách toàn bộ các mã OEM của các Button, DRO, LED mà mach3 hỗ trợ. Từ đây các bạn cũng có thể chỉnh sửa, thêm bớt các nút bấm trên giao diện MACH3 theo ý muốn hoặc tự tạo một giao diện mới hoàn toàn cho MACH3.

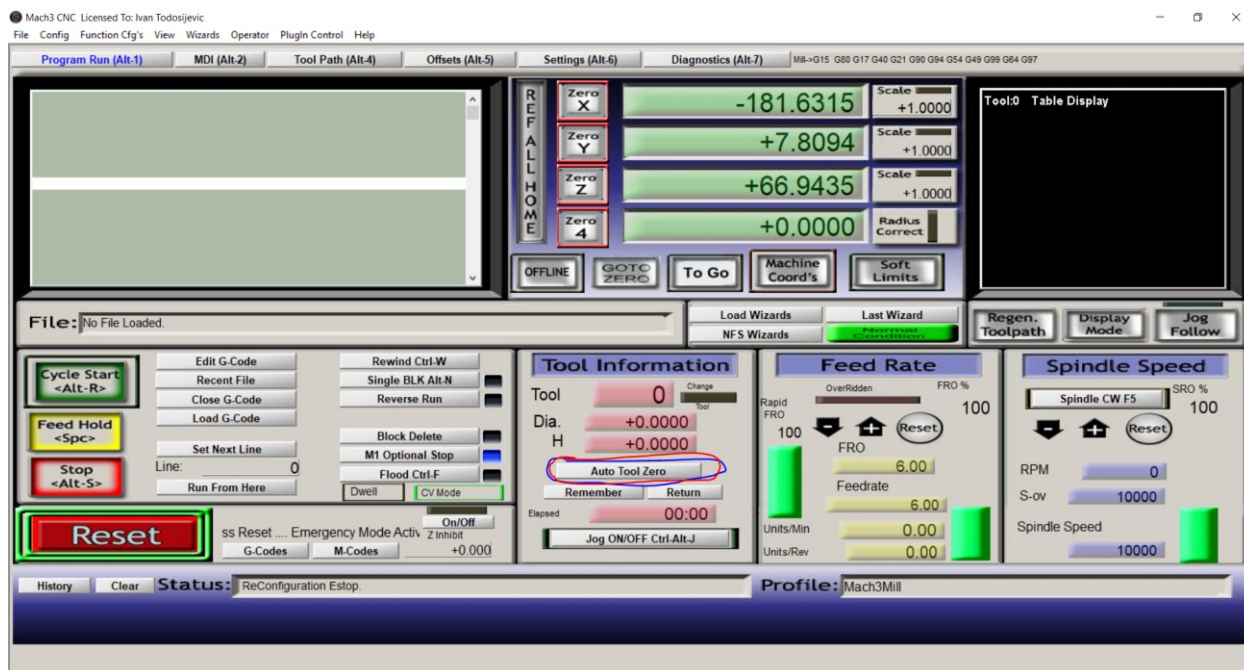


1.6.7. Edit Button Script (Chỉnh sửa Script của nút bấm)

Bật chế độ chỉnh sửa VBScript liên kết với các nút trong giao diện Mach3.

Khi bấm vào menu này, màn hình sẽ nhấp nháy các nút trên giao diện mà có thể gán được mã lệnh. Trên giao diện MACH3 bạn chọn một nút bất kỳ có thể gán mã nguồn tùy chỉnh vào đó. Ví dụ bạn muốn sửa nút dò phôi tự động thì bấm từ menu: Operator -> Edit Button Script -> Chọn nút **Auto Tool Zero**





Màn hình sửa mã lệnh hiện ra, bạn có thể gõ hoặc copy các mã nguồn dò phôi tự động (Tự động tìm bề mặt phôi và gán tọa độ trục Z = 0) vào đây sau đó bấm File->Save để lưu lại. Từ nay về sau mỗi khi bấm vào nút Auto Tool Zero thì đoạn code bạn vừa viết sẽ thực thi.

```

HiddenScript.m1s - Mach3 VB Script Editor
File Edit Run Debug BreakPoints

*****
*****FONT***** Z AXIS TOUCH PLATE SCRIPT FOR MACH3 *****
*****Courier***** FOR BOTH INCH AND MM UNITS *****
***** CHARLIE S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S&S *****
***** WWW.YOUTUBE.COM/SUNNYSRISING *****
***** SUNNYSRISING@GMAIL.COM *****
*****

'----- USER VARIABLES FOR DISTANCES, FEED RATES, TOUCH PLATES, OPTIONS -----
If GetParam("Units") = 0 Then
  '* METRIC VALUES *
  VarUnits = " MM"
  VarMaxDistance = -25.4
  VarFeedRate = 127
  VarStandOff = 1.27
  VarTouchPlate = 20.066
  VarSecondPlate = 0.038
  VarThirdPlate = 0.012
Else
  '* SAE VALUES *
  VarUnits = " INCH"
  VarMaxDistance = -1.0
  VarFeedRate = 5
  VarStandOff = 0.05
  VarTouchPlate = 0.79
  VarSecondPlate = 0.0015
  VarThirdPlate = 0.0005
End If

VarRunTheChoice = 1
VarDelayInSec = 0
VarBeepOrSpeak = 2
VarSecOfAudio = 5
VarCompleteAudio = 3

'MAX Z TRAVEL * ALWAYS MAKE NEGATIVE
'MM/MIN DOWN FEEDRATE
'STANDOFF DISTANCE ABOVE PROBE CONTACT
'PRIMARY/DEFAULT TOUCH PLATE THICKNESS
'SECONDARY TOUCH PLATE THICKNESS * OPTION FOR CHOICE DIALOG
'TERTIARY TOUCH PLATE THICKNESS * OPTION FOR CHOICE DIALOG

'MAX Z TRAVEL * ALWAYS MAKE NEGATIVE
'INCH/MIN DOWN FEEDRATE
'STANDOFF DISTANCE ABOVE PROBE CONTACT
'PRIMARY/DEFAULT TOUCH PLATE THICKNESS
'SECONDARY TOUCH PLATE THICKNESS * OPTION FOR CHOICE DIALOG
'TERTIARY TOUCH PLATE THICKNESS * OPTION FOR CHOICE DIALOG

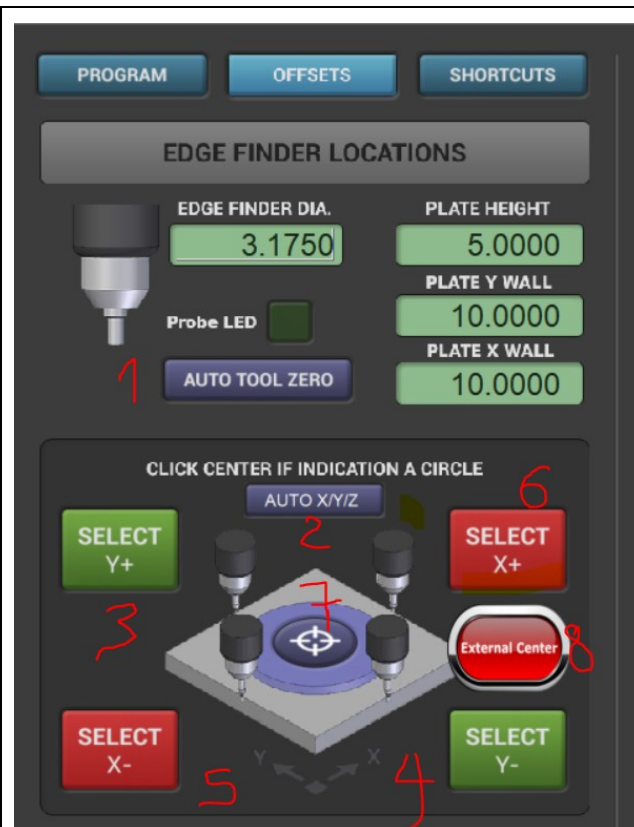
'RUN PLATE CHOICE DIALOG? 0=NO 1=YES
'DEFAULT SECONDS TO DELAY MOTION
'COUNTDOWN AUDIO: 0=NONE 1=BEEP 2=SPEAK
'COUNTDOWN SECOND AT WHICH AUDIO BEGINS

'END SIGNAL: 0=NONE 1=BEEP 2=SPEAK 3=WAV AUDIO FILE

```

Dưới đây là mã nguồn cho một số nút để dò phôi tự động, xem video hướng dẫn cách cài đặt cũng như cách thực hiện dò phôi Auto Tool Zero, AutoXYZ và dò các cạnh X+- Y+- Z+- [ở đây](#) và [ở đây](#) và [ở đây](#). Xem [cách dò tâm đường tròn nội tiếp và ngoại tiếp ở đây](#):





A	B	C	D	E
15.00mm	10.00mm	50.00mm	50.00mm	5.00mm

1: Nút Auto Tool Zero (Tự động dò mặt phôi và đặt $Z = 0$ tại mặt phôi)



AutoToolZero.txt

2: Nút tự động dò phôi và đặt gốc tọa độ $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$ tại mặt phôi theo tâm vòng tròn của đầu dò loại trong ảnh



AutoXYZ.txt

3: Nút dò cạnh $Y+$



Select Y+.txt

4: Nút dò cạnh $Y-$



Select Y-.txt

5: Nút dò cạnh $X+$



Select X+.txt

6: Nút dò cạnh $X-$



Select X-.txt

7: Nút dò tâm đường tròn dựa vào cạnh trong

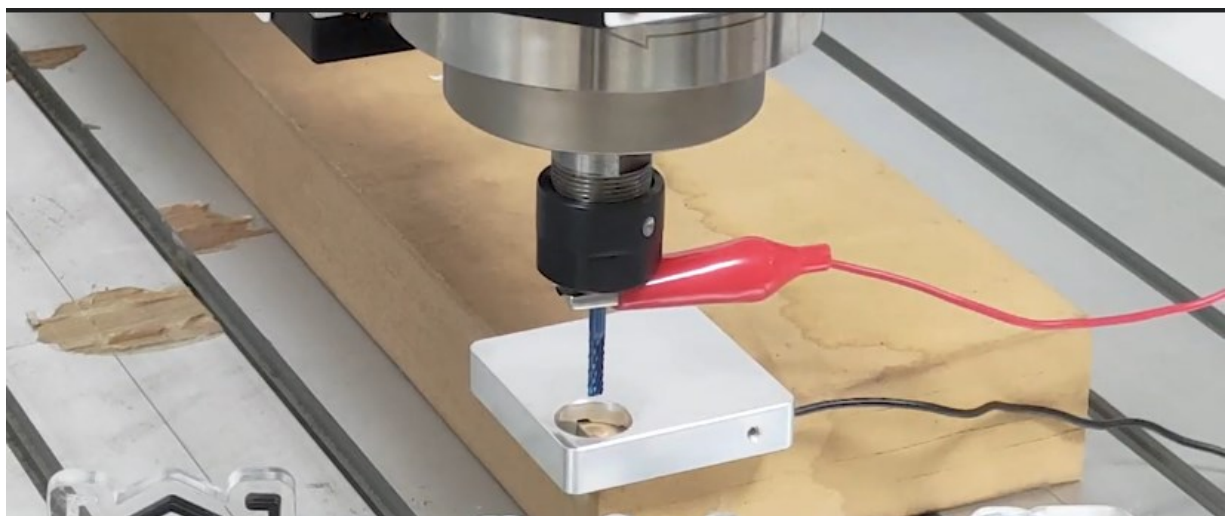


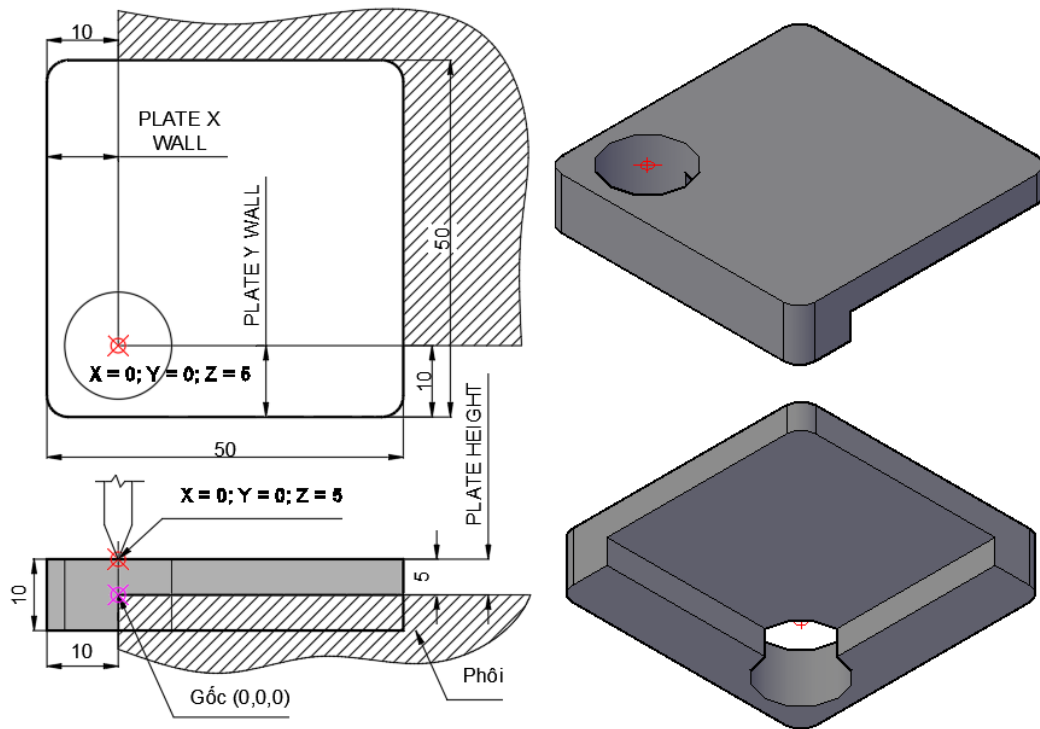
InternalCenter.txt

8: Nút dò tâm đường tròn dựa vào cạnh ngoài



ExternalCenter.txt





Hình ảnh tool dò phôi (probe tool) XYZ

Ngoài cách dán trực tiếp mã lệnh vào các nút, chúng ta còn có thể làm cách khác là tạo các macro như mô tả trong phần [1.6.6. VB Script editor](#). Ví dụ bạn tạo một tệp macro có tên M910.m1s trong thư mục C:\Mach3\macros\Mach3Mill\M910.m1s với nội dung tệp này là mã macro dò phôi Auto Tool Zero. Tiếp theo bấm vào Operator -> Edit Button Script -> Chọn nút **Auto Tool Zero** và điền nội dung trong cửa sổ hiện ra là **Code ("M910")** rồi lưu lại. Từ đó về sau khi ta bấm vào nút **Auto Tool Zero** thì Mach3 sẽ gọi macro M910 ra thực thi.

1.6.8. Set normal condition (Đặt điều kiện bình thường)

Đưa Mach3 về trạng thái hoạt động bình thường sau khi xảy ra lỗi hoặc dừng đột ngột.

1.6.9. Restore Settings... (Khôi phục cài đặt)

Khôi phục lại các thiết lập trước đó (chỉ hoạt động nếu đã lưu thiết lập trước đó).

1.6.10. Brain control (Điều khiển các Brain)

Quản lý và kích hoạt/tắt các Brain trong Mach3.

Brain trong Mach3 là một công cụ lập trình logic đơn giản giúp thực hiện các tác vụ tự động hóa mà không cần chỉnh sửa mã nguồn của Mach3. Nó hoạt động giống như một PLC mini bên trong Mach3, cho phép xử lý tín hiệu đầu vào, đầu ra và các biến nội bộ theo điều kiện nhất định. Hướng dẫn chi tiết [cách sử dụng brain xem tại đây](#)

1.6.11. Brain editor (Chỉnh sửa Brain)



Chỉnh sửa hoặc tạo mới Brain – hệ thống logic điều khiển trong Mach3 dựa trên điều kiện hoạt động. Hướng dẫn chi tiết [cách sử dụng brain xem tại đây](#)

Ví dụ đây là giao diện chỉnh sửa một brain mà tôi đã tạo ra một tay điều khiển (MPG) cho Mach3, sử dụng arduino để đọc các nút bấm và nút xoay của tay MPG đẩy lên cho MACH3 qua cổng USB của máy tính.



Chi tiết hơn về cách làm tay điều khiển MACH3 MPG sử dụng arduino đọc và đẩy lên máy tính qua cổng USB xem tại các video sau:

+ Video 1: “[Hướng dẫn từ A đến Z làm USB MODBUS MPG \(Handwheel\) cho MACH3 CNC sử dụng arduino](#)”

<https://www.youtube.com/watch?v=5W5xKhg3cWQ&t=0s>

+ Video 2: “[Hướng dẫn chi tiết cài đặt modbus và tạo brain trên phần mềm MACH3 sử dụng Arduino làm MPG Handwheel](#)”

<https://www.youtube.com/watch?v=a6yTJGKSIRg>

Mã nguồn toàn bộ dự án đã kèm trong phần mô tả của video youtube, tuy nhiên cũng có thể mở tệp đính kèm đã cập nhật mã nguồn mới hơn tại đây [MPG MODBUS.rar](#).

Ngoài dự án Arduino đọc tay MPG phổ thông bên trên, còn một dự án khác là chuyển đổi tay cầm MPG của máy CNC công nghiệp (loại sử dụng nút xoay chọn trục AC09-RX kiểu mã hóa nhị phân), dự án gồm sơ đồ kết nối, mã nguồn arduino, hướng dẫn cách nạp code vào arduino, hướng dẫn cài đặt và cấu hình MPG loại này trên MACH3 xem chi tiết tại tệp [\files\MACH3_MODBUS\ModBusProjects\MPG AC09-RX.rar](#)

1.6.12. Check config... (Kiểm tra cấu hình)

Kiểm tra toàn bộ cấu hình của Mach3 để phát hiện các thiết lập có thể gây lỗi.

1.6.13. G-Code var monitor (Giám sát các biến G-Code)

Hiển thị các biến G-code đang hoạt động trong chương trình, bao gồm tọa độ, giá trị biến hệ thống...

1.7. Plugin control (Điều khiển trình Plugin)

Menu "Plugin Control" trong Mach3 dùng để quản lý các plugin (tiện ích mở rộng) giúp mở rộng chức năng của phần mềm



1.7.1. Video window (Cửa sổ video)

Đây là plugin cho phép kết nối camera vào Mach3 giúp căn chỉnh phôi tốt hơn

1.7.2. BL-usbMach

Đây là plugin dành cho bộ điều khiển CNC dùng cổng USB

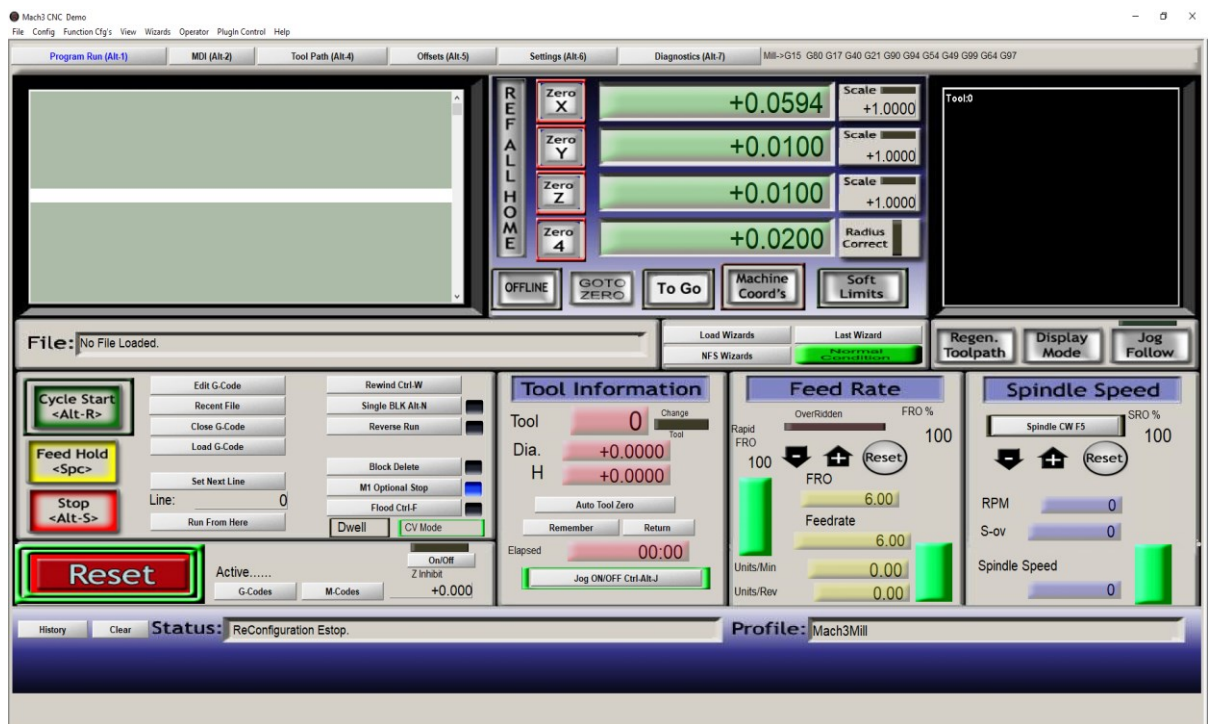
1.8. Help (Trợ giúp)

Menu Help trong Mach3 chứa các tài liệu hướng dẫn, thông tin hỗ trợ và các tùy chọn kiểm tra phần mềm.

2. Chức năng của các màn hình làm việc

Chức năng từng vùng làm việc trên màn hình được mô tả chi tiết dưới đây. Tuy nhiên các bạn cũng nên tham khảo quyển sách “hướng dẫn cài đặt và cấu hình phần mềm điều khiển Mach3 CNC” đã dịch hoàn chỉnh [tại đây](#).

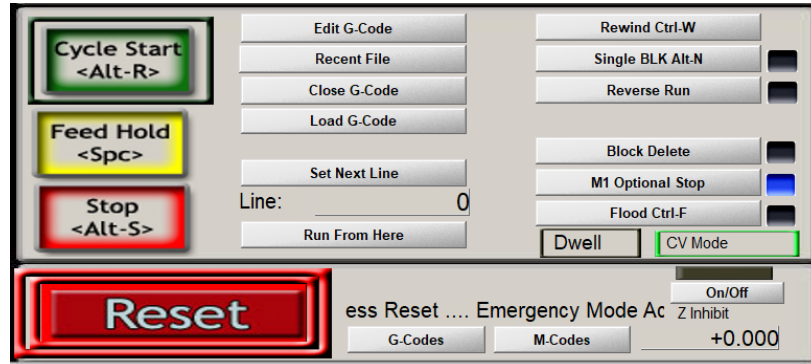
2.1. Màn hình Program Run (Alt-1)



Đây là giao diện chính của phần mềm Mach3, được sử dụng để điều khiển máy CNC. Dưới đây là mô tả chức năng của từng mục quan trọng trong giao diện này:



2.1.1. Khu vực điều khiển chính (Main Control)



2.1.1.1. Nút Reset (màu đỏ, góc dưới trái)

- Đây là nút Reset khẩn cấp của Mach3.
- Khi nhấn vào, phần mềm sẽ vô hiệu hóa tất cả các đầu ra để đảm bảo an toàn.
- Nếu có lỗi hoặc mất kết nối với bộ điều khiển, nút này sẽ nhấp nháy màu đỏ.
- Nhấn lại để kích hoạt lại hệ thống sau khi kiểm tra an toàn.

2.1.1.2. Cycle Start, Feed Hold, Stop (Bên trái)

- Cycle Start (Alt-R): Bắt đầu chạy chương trình G-code.
- Feed Hold (Space): Tạm dừng di chuyển các trục mà không dừng trục chính.
- Stop (Alt-S): Dừng toàn bộ chương trình ngay lập tức.

2.1.1.3. Khu vực Chỉnh sửa & Điều khiển G-Code

- Edit G-Code: Mở trình chỉnh sửa để thay đổi G-code.
- Recent File: Hiển thị danh sách tệp G-code gần đây.
- Close G-Code: Đóng chương trình hiện tại.
- Load G-Code: Tải tệp G-code mới vào Mach3.
- Set Next Line: Chọn dòng G-code tiếp theo để chạy.
- Run From Here: Tiếp tục chạy từ dòng G-code đã chọn.

2.1.1.4. Các Chế Độ Chạy G-Code

- Rewind (Ctrl+W): Quay lại đầu chương trình G-code.
- Single BLK (Alt+N): Chạy từng dòng G-code một (Chế độ từng bước).
- Reverse Run: Chạy ngược lại chương trình G-code.
- Block Delete: Bỏ qua những dòng G-code có ký hiệu '/' (dùng để bỏ qua đoạn code tùy chọn).
- M1 Optional Stop: Nếu được bật, chương trình sẽ dừng ở lệnh M1 (Tùy chọn dừng).



2.1.1.5. Các Chế Độ Hoạt Động

- Dwell: Chế độ chờ theo lệnh G4 Pxxx, giữ nguyên vị trí dao trong thời gian nhất định.
- CV Mode (Constant Velocity Mode):
 - Nếu bật, máy sẽ di chuyển liên tục, tạo đường chạy mượt hơn.
 - Nếu tắt, máy chạy từng đoạn một, thích hợp cho gia công chi tiết góc cạnh chính xác.

2.1.1.6. Tóm tắt

Nút	Chức năng	Khi nào sử dụng?
Cycle Start (Alt+R)	Chạy hoặc tiếp tục chương trình	Khi bắt đầu hoặc tiếp tục sau Feed Hold
Feed Hold (Space)	Tạm dừng nhưng không dừng trục chính	Khi cần kiểm tra hoặc tạm dừng an toàn
Stop (Alt+S)	Dừng hoàn toàn chương trình	Khi có lỗi hoặc cần dừng ngay lập tức
Reset	Khởi động lại Mach3 hoặc thoát lỗi khẩn cấp	Khi lỗi hoặc khởi động phần mềm
Edit G-Code	Chỉnh sửa chương trình G-code	Khi cần thay đổi đường chạy dao
Run From Here	Chạy tiếp từ dòng G-code đã chọn	Khi muốn tiếp tục từ vị trí xác định
CV Mode	Chế độ chạy liên tục	Khi cần di chuyển mượt mà, tránh giật máy

2.1.2. Khu vực tọa độ trục CNC

2.1.2.1. Bảng tọa độ trục X, Y, Z (Góc trên bên phải)

- Hiển thị giá trị tọa độ của từng trục.
- Có thể nhấn nút Zero để đặt lại tọa độ về 0 cho từng trục.
- Nút Machine Coord để hiển thị tọa độ gốc của máy.

2.1.2.2. Các nút "Offline", "To Go", "Soft Limits"

- Offline: Nếu bật lên, Mach3 sẽ không điều khiển máy (chỉ chạy mô phỏng).
- To Go: Hiển thị khoảng cách cần di chuyển để đạt đến vị trí đặt trước.
- Soft Limits: Bật/Tắt giới hạn mềm của các trục để tránh va chạm.

2.1.3. Khu vực điều khiển trục chính (Spindle Speed)

2.1.3.1. Spindle Speed (Góc dưới phải)

- Hiển thị tốc độ quay của trục chính (RPM).
- Có nút Reset để đặt lại tốc độ về giá trị mặc định.



- Nếu có bộ điều khiển tốc độ (VFD), Mach3 có thể thay đổi tốc độ quay tự động.

2.1.4. Khu vực tốc độ chạy dao (Feed Rate)

2.1.4.1. *Feed Rate Override (FRO)*

- Điều chỉnh tốc độ tiến dao trong quá trình gia công.
- Nếu giá trị này là 100%, tốc độ chạy đúng như G-code.
- Có thể tăng/giảm nếu muốn điều chỉnh tốc độ cắt thực tế.

2.1.5. Khu vực thông tin dao cụ

2.1.5.1. *Tool Information*

- Hiển thị thông tin về dao cụ hiện tại.
- Có thể đặt đường kính dao (DIA) và chiều cao dao (H).
- Nút Tool Zero để đặt lại dao về vị trí tham chiếu.

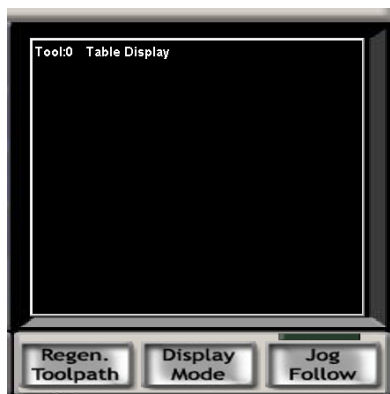
2.1.6. Khu vực hiển thị G-code

2.1.6.1. *G-code Display (Góc trên phải)*

- Hiển thị nội dung của chương trình G-code đang chạy.
- Có thể chỉnh sửa trực tiếp nếu cần thay đổi thông số cắt.

2.1.7. Khu vực hiển thị thông tin đường chạy dao

Trong vùng này của giao diện Mach3, có ba nút chính với các chức năng liên quan đến hiển thị đường chạy dao (toolpath) và chế độ theo dõi vị trí. Dưới đây là chi tiết về từng nút:



Trong vùng này của giao diện Mach3, có ba nút chính với các chức năng liên quan đến hiển thị đường chạy dao (toolpath) và chế độ theo dõi vị trí. Dưới đây là chi tiết về từng nút:



2.1.7.1. **Regen. Toolpath (Regenerate Toolpath)**

- Chức năng: Tái tạo lại hiển thị đường chạy dao trên màn hình.
- Khi nào cần dùng?
 - Khi bạn tải một chương trình G-code mới.
 - Khi bạn thay đổi tọa độ hoặc thiết lập lại dao cụ.
 - Nếu thấy đường chạy dao bị hiển thị sai hoặc không xuất hiện.

2.1.7.2. **Display Mode**

- Chức năng: Chuyển đổi giữa các chế độ hiển thị đường chạy dao.
- Các chế độ hiển thị:
 - 3D View: Xem đường chạy dao theo không gian 3D.
 - Top View: Nhìn từ trên xuống (hữu ích cho căn chỉnh).
 - Side View: Nhìn ngang để kiểm tra độ sâu cắt.
 - Other Views: Các góc nhìn khác để quan sát tốt hơn.
- Khi nào cần dùng?
 - Khi cần kiểm tra đường chạy dao từ nhiều góc độ khác nhau.
 - Khi muốn xem liệu đường chạy có đúng với mong đợi hay không.

2.1.7.3. **Jog Follow**

- Chức năng: Theo dõi chuyển động của máy theo thời gian thực.
- Khi bật, màn hình hiển thị đường chạy dao sẽ tự động di chuyển theo tọa độ của đầu dao.
- Khi nào cần dùng?
 - Khi di chuyển dao bằng tay (Jog Mode).
 - Khi muốn quan sát chính xác vị trí dao trong quá trình chạy G-code.

Lưu ý: Nếu tắt Jog Follow, màn hình sẽ giữ nguyên góc nhìn và không tự động di chuyển theo dao.

2.1.7.4. **Tóm tắt**

Nút	Chức năng	Khi nào sử dụng?
Regen. Toolpath	Làm mới hiển thị đường chạy dao	Khi tải G-code mới, thay đổi dao hoặc tọa độ

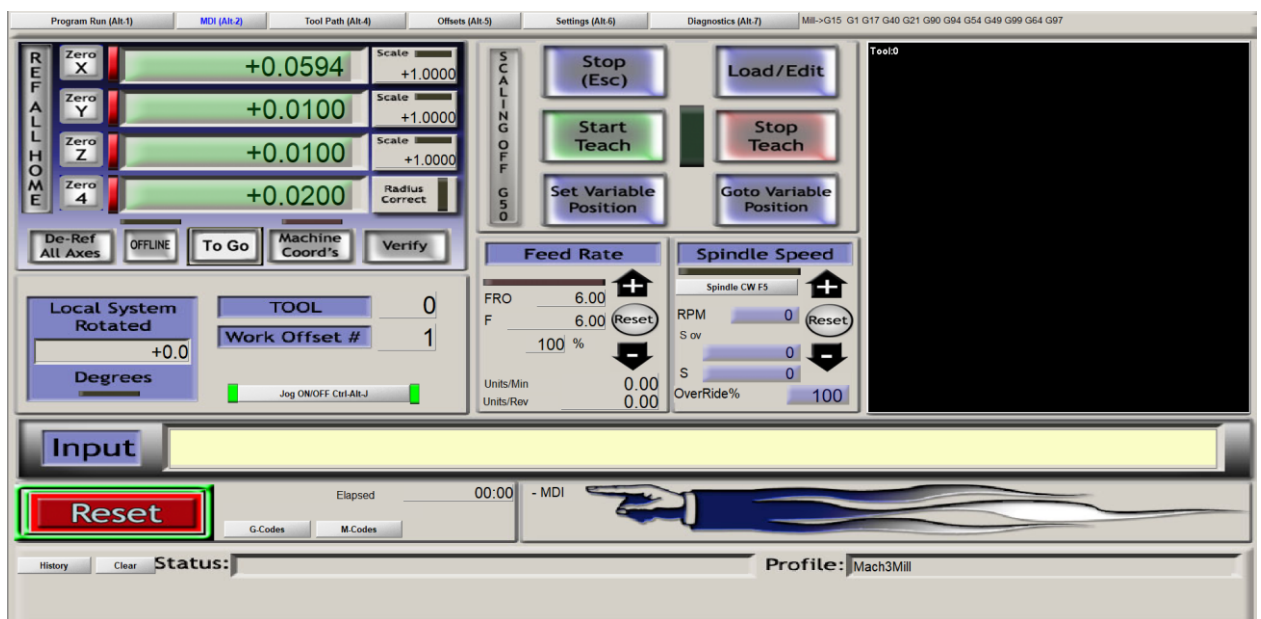


Nút	Chức năng	Khi nào sử dụng?
Display Mode	Chuyển đổi giữa các chế độ xem đường chạy dao	Khi cần kiểm tra đường chạy từ nhiều góc nhìn
Jog Follow	Theo dõi chuyển động của dao theo thời gian thực	Khi di chuyển dao bằng tay hoặc kiểm tra vị trí dao trong quá trình chạy

2.1.8. Kết luận

Giao diện này giúp bạn điều khiển máy CNC một cách trực quan, từ việc đặt tọa độ, điều chỉnh tốc độ dao, kiểm soát trực chính, cho đến chạy/tạm dừng chương trình G-code. Nếu bạn cần giải thích chi tiết hơn về một mục cụ thể, hãy cho mình biết nhé! 🚀

2.2. Màn hình MIDI



Giao diện **màn hình nhập lệnh thủ công MIDI** hiển thị nhiều thông tin và tùy chọn điều khiển cho máy CNC. Dưới đây là giải thích chi tiết về từng khu vực trong ảnh:

2.2.1. Khu vực tọa độ trục (Bên trái)

Zero X, Zero Y, Zero Z, Zero 4: Đặt tọa độ gốc (Zero) cho từng trục.

REF ALL HOME: Chạy quy trình homing để đưa tất cả trục về vị trí gốc.

De-Ref All Axes: Hủy tham chiếu tọa độ của tất cả các trục.

Scale: Hiển thị hệ số tỷ lệ của mỗi trục.

Machine Coord's: Chuyển đổi giữa tọa độ máy (Machine Coordinates) và tọa độ làm việc (Work Coordinates).

Verify: Kiểm tra lại tọa độ của máy.



2.2.2. Khu vực điều khiển chương trình

Stop (Esc): Dừng chương trình CNC đang chạy.

Start Teach: Bắt đầu chế độ dạy (Teach Mode) để ghi lại chuyển động của máy.

Stop Teach: Dừng chế độ Teach Mode.

Set Variable Position: Đặt giá trị vị trí biến.

Goto Variable Position: Di chuyển đến vị trí biến đã đặt.

2.2.3. Khu vực điều chỉnh tốc độ tiến dao và trục chính

2.2.3.1. **Feed Rate (Tốc độ tiến dao)**

FRO (Feed Rate Override): Điều chỉnh phần trăm tốc độ tiến dao.

F (Feed Rate): Hiển thị tốc độ tiến dao hiện tại.

Nút lên/xuống: Tăng hoặc giảm tốc độ tiến dao.

Reset: Đặt lại tốc độ tiến dao về giá trị gốc.

2.2.3.2. **Spindle Speed (Tốc độ trục chính)**

Spindle CW (F5): Chạy trục chính theo chiều kim đồng hồ.

RPM: Hiển thị tốc độ quay của trục chính.

S ov (Spindle Override): Điều chỉnh phần trăm tốc độ trục chính.

S (Spindle Speed Setting): Hiển thị tốc độ trục chính cài đặt.

OverRide%: Điều chỉnh phần trăm tốc độ trục chính.

Nút lên/xuống: Tăng hoặc giảm tốc độ trục chính.

Reset: Đặt lại tốc độ trục chính về giá trị gốc.

2.2.4. Khu vực nhập lệnh MDI

- Input (Màu vàng nhạt): Nhập lệnh G-code thủ công để điều khiển máy CNC ngay lập tức.
-

2.2.5. Nút Reset (Màu đỏ)

- Chức năng: Khởi động lại Mach3 hoặc thoát chế độ Emergency Stop (dừng khẩn cấp).
-

2.2.6. Khu vực trạng thái

History / Clear: Xem hoặc xóa lịch sử thông báo của hệ thống.



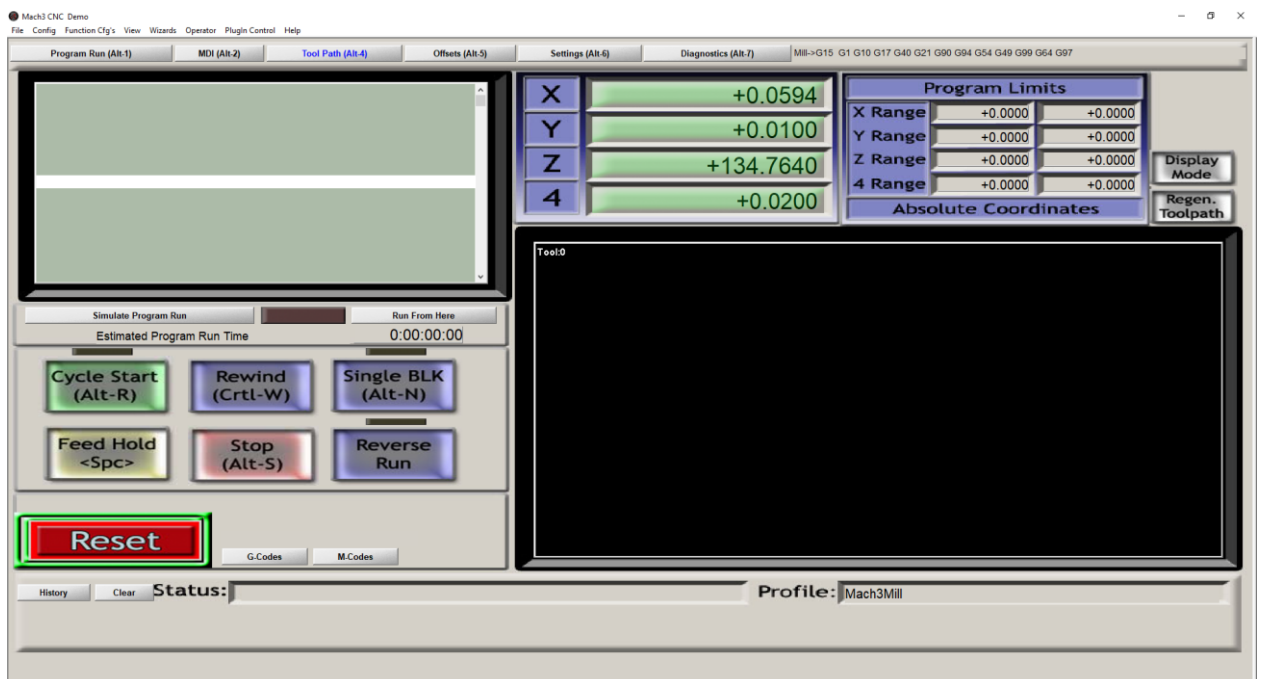
Status: Hiển thị trạng thái hiện tại của Mach3.

Profile: Xác định hồ sơ cấu hình đang được sử dụng (Mach3Mill).

2.2.7. Tóm tắt các chức năng chính

Chức năng	Mô tả
Zero X, Y, Z, 4	Đặt gốc tọa độ cho từng trục
REF ALL HOME	Chạy quy trình homing
Stop (Esc)	Dừng chương trình CNC đang chạy
Start Teach	Ghi lại chuyển động máy
Feed Rate Override	Điều chỉnh tốc độ tiến dao
Spindle Speed Override	Điều chỉnh tốc độ trục chính
Input (MDI)	Nhập lệnh G-code thủ công
Reset	Thoát lỗi khẩn cấp hoặc reset hệ thống

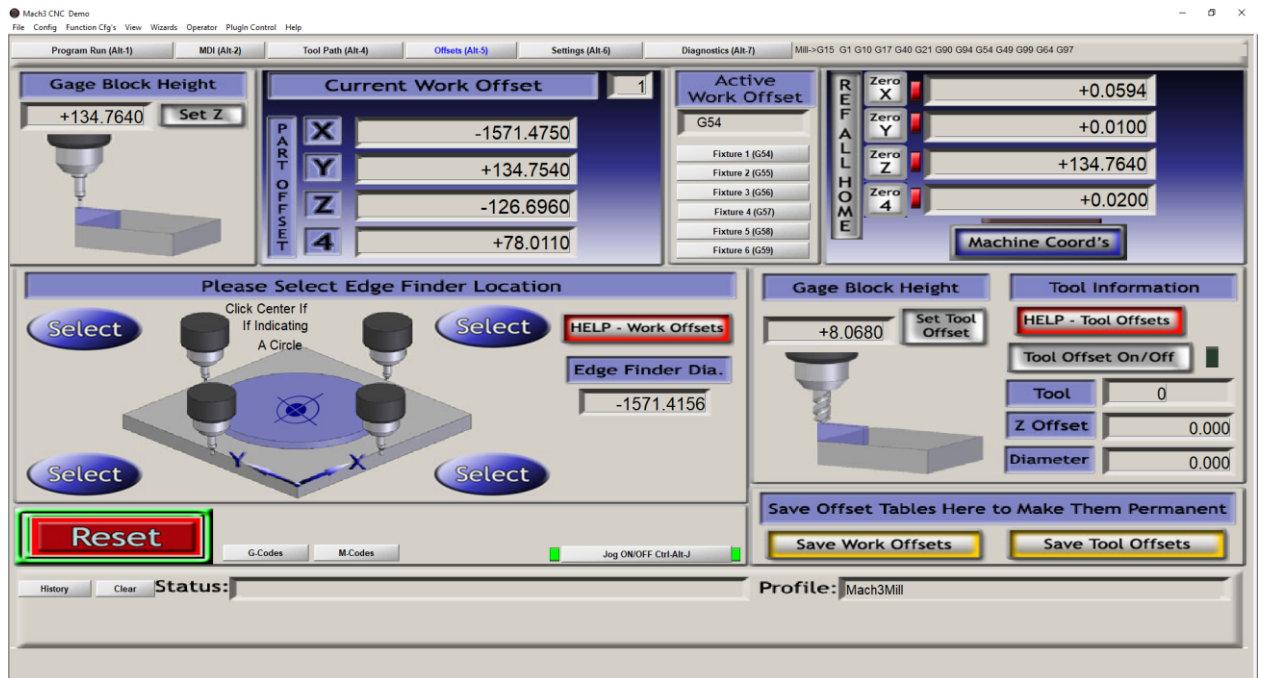
2.3. Màn hình Tool Path



Màn hình ToolPath trong Mach3 hiển thị quỹ đạo dao cắt (đường chạy dao) của chương trình CNC. Chức năng của các nút tương tự các màn hình trước.



2.4. Màn hình Offsets



Màn hình Offsets (Bù trừ tọa độ) trong Mach3 giúp thiết lập và quản lý các bù trừ tọa độ làm việc (Work Offsets) và bù trừ dụng cụ (Tool Offsets). Dưới đây là các khu vực chính và chức năng của chúng:

2.4.1. Khu vực Work Offsets (Bù trừ tọa độ làm việc)

- Current Work Offset: Hiển thị giá trị bù trừ hiện tại của từng trục (X, Y, Z, 4).
- Active Work Offset: Hiển thị hệ tọa độ làm việc đang được sử dụng (G54, G55, G56,... G59).
- REF ALL HOME: Nút tham chiếu về gốc máy.
- Machine Coord's: Hiển thị tọa độ tuyệt đối của máy.

2.4.2. Khu vực Edge Finder (Tìm biên)

- Select Edge Finder Location: Chọn vị trí cảm biến biên để thiết lập tọa độ chi tiết.
- Edge Finder Dia.: Đường kính của cảm biến biên.
- Tại phần này các bạn có thể gán lệnh dò biên, dò phôi, tự động đặt gốc tọa độ cho phôi bằng các Macro hoặc VB Script cho từng nút theo hướng dẫn mô tả trong phần [Edit Button Script](#)
-

2.4.3. Khu vực Gage Block Height (Chiều cao khối đo)



- Gage Block Height: Nhập chiều cao khối đo dùng để thiết lập bù trừ Z.
 - Set Z: Đặt giá trị bù trừ Z dựa trên chiều cao khối đo. Tự động đặt gốc tọa độ Z theo bề mặt phôi, xem thêm mô tả trong phần [Edit Button Script](#)
-

2.4.4. Khu vực Tool Offsets (Bù trừ dụng cụ)

- Tool Information: Hiển thị thông tin dụng cụ hiện tại.
 - Tool Offset On/Off: Bật hoặc tắt bù trừ dụng cụ.
 - Tool: Số dụng cụ đang sử dụng.
 - Z Offset: Giá trị bù trừ trục Z của dụng cụ.
 - Diameter: Đường kính dụng cụ.
-

2.4.5. Khu vực lưu bù trừ

- Save Work Offsets: Lưu giá trị bù trừ tọa độ làm việc.
 - Save Tool Offsets: Lưu giá trị bù trừ dụng cụ.
-

2.4.6. Nút Reset và Điều khiển

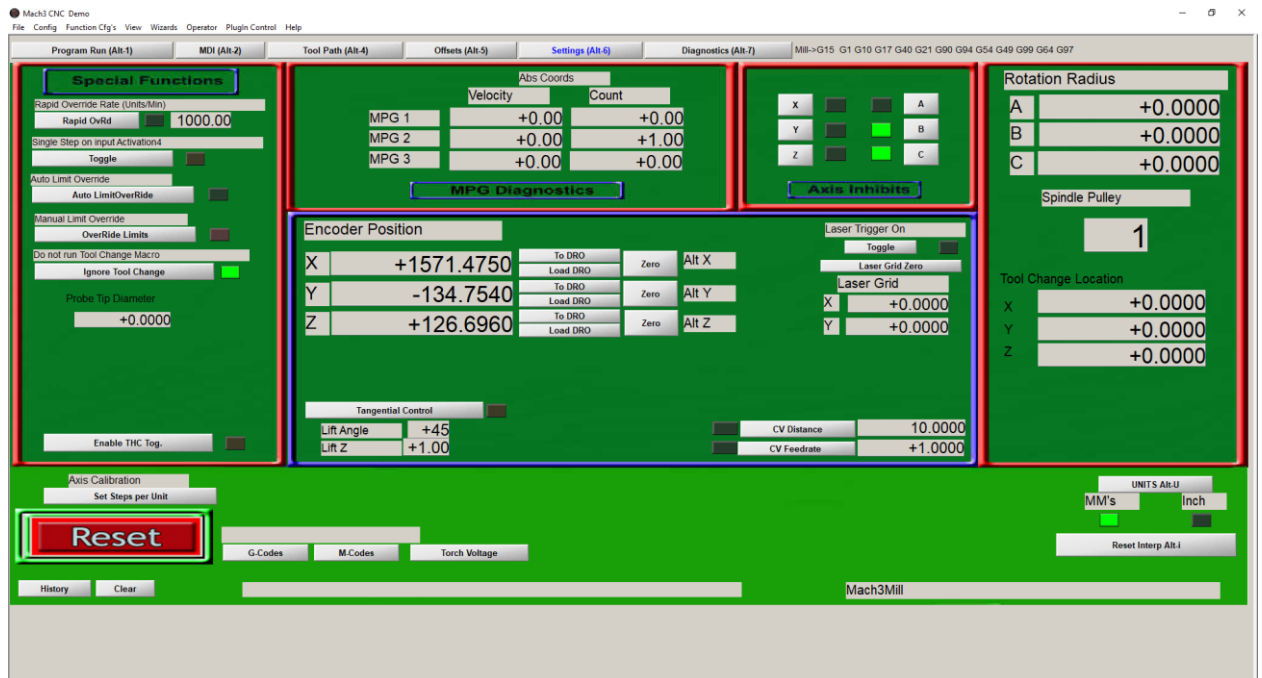
- Reset: Đưa hệ thống về trạng thái bình thường sau khi gặp lỗi.
 - Jog ON/OFF (Ctrl+Alt+J): Bật/Tắt chế độ di chuyển bằng tay.
-

2.4.7. Tóm tắt chức năng của màn hình Offsets

- Cài đặt hệ tọa độ làm việc (Work Offsets) theo chuẩn G54-G59.
- Hiệu chỉnh tọa độ Z bằng phương pháp Gage Block.
- Thiết lập bù trừ dụng cụ để đảm bảo độ chính xác khi gia công.
- Lưu các giá trị bù trừ để sử dụng lâu dài.



2.5. Màn hình Settings



Màn hình Settings trong Mach3 cho phép người dùng thiết lập và hiệu chỉnh các thông số quan trọng của hệ thống CNC. Dưới đây là các khu vực chính và chức năng của chúng:

2.5.1. Special Functions (Chức năng đặc biệt)

- Rapid Override Rate (Units/Min): Giới hạn tốc độ di chuyển nhanh của máy.
- Single Step on Input Activation⁴: Kích hoạt chế độ từng bước khi nhận tín hiệu đầu vào.
- Auto Limit Override: Cho phép bỏ qua giới hạn hành trình tự động.
- Manual Limit Override: Cho phép bỏ qua giới hạn hành trình bằng tay.
- Ignore Tool Change: Bỏ qua lệnh thay đổi dao (không dừng máy khi gặp lệnh thay dao).
- Probe Tip Diameter: Đường kính đầu dò (nếu sử dụng cảm biến đo).
- Enable THC Tog: Bật/Tắt chức năng điều khiển chiều cao đầu cắt (THC - Torch Height Control).

2.5.2. Axis Calibration (Hiệu chỉnh trục)

- Set Steps per Unit: Thiết lập số bước trên mỗi đơn vị đo (mm hoặc inch) cho động cơ bước.

2.5.3. Abs Coords (Tọa độ tuyệt đối)



- Velocity & Count: Hiển thị vận tốc và số lần đếm của xung phát từ bộ mã hóa tay quay (MPG - Manual Pulse Generator).
 - MPG Diagnostics: Mở giao diện chẩn đoán MPG.
-

2.5.4. Axis Inhibits (Vô hiệu hóa trục)

- Các ô vuông X, Y, Z, A, B, C có thể bật/tắt để vô hiệu hóa các trục nhất định.
-

2.5.5. Encoder Position (Vị trí bộ mã hóa)

- Hiển thị vị trí của các trục X, Y, Z theo bộ mã hóa.
 - To DRO: Chuyển giá trị vị trí vào bộ hiển thị số.
 - Load DRO: Tải giá trị từ bộ hiển thị số.
 - Zero: Đặt lại giá trị về 0.
 - Alt X, Alt Y, Alt Z: Thiết lập các giá trị thay thế.
-

2.5.6. Rotation Radius (Bán kính quay)

- Nhập bán kính quay của các trục xoay A, B, C.
-

2.5.7. Spindle Pulley (Bánh răng trục chính)

- Thiết lập bánh răng trục chính, ảnh hưởng đến tốc độ quay.
-

2.5.8. Tool Change Location (Vị trí thay dao)

- Nhập tọa độ X, Y, Z cho vị trí thay dao.
-

2.5.9. Laser Grid (Lưới laser)

- Laser Trigger On: Bật/Tắt kích hoạt laser.
 - Laser Grid Zero: Đặt lại vị trí lưới laser về 0.
 - X, Y: Tọa độ lưới laser.
-

2.5.10. Tangential Control (Điều khiển cắt tiếp tuyến)

- Lift Angle: Góc nâng của dao hoặc đầu cắt khi di chuyển.
 - Lift Z: Khoảng cách nâng trục Z khi thực hiện cắt tiếp tuyến.
-



2.5.11. CV Settings (Cấu hình chế độ góc tiếp)

- CV Distance: Khoảng cách tính toán để duy trì tốc độ cắt liên tục.
- CV Feedrate: Tốc độ cắt trong chế độ góc tiếp.

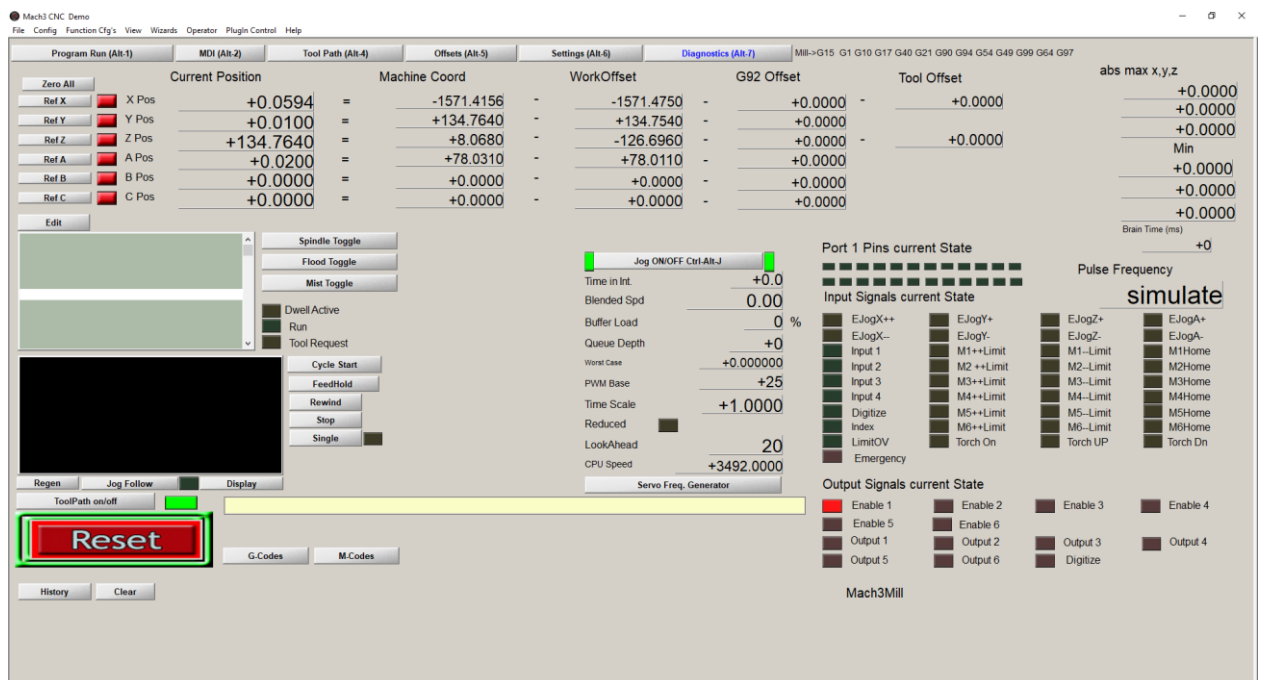
2.5.12. Các thiết lập khác

- MM's/Inch: Chuyển đổi đơn vị giữa mm và inch.
- Reset Interp (Alt+I): Đặt lại nội suy chuyển động.

2.5.13. Tóm tắt chức năng màn hình Settings

- Hiệu chỉnh các thông số vận hành quan trọng như tốc độ, bù trừ giới hạn, số bước trên mỗi đơn vị.
- Kiểm soát bộ mã hóa, bán kính quay, lưới laser và các thông số cắt tiếp tuyến.
- Quản lý chế độ thay dao và bánh răng trục chính.
- Thiết lập đơn vị đo và nội suy chuyển động.

2.6. Màn hình Diagnostics



Màn hình Diagnostics trong Mach3 giúp theo dõi trạng thái tín hiệu vào/ra, tọa độ máy, hiệu chỉnh vị trí, và tình trạng vận hành của hệ thống CNC. Đây là công cụ quan trọng để kiểm tra và chẩn đoán lỗi trong quá trình sử dụng máy CNC.

2.6.1. Zero & Reference (Chỉnh gốc & tham chiếu trục)

- Zero All: Đặt lại toàn bộ tọa độ về 0.



- Ref X, Ref Y, Ref Z, Ref A, Ref B, Ref C: Thiết lập lại điểm tham chiếu cho từng trục.
-

2.6.2. Current Position & Machine Coord (Vị trí hiện tại & tọa độ máy)

- Current Position: Tọa độ của đầu cắt dựa trên hệ tọa độ làm việc.
 - Machine Coord: Tọa độ thực tế của đầu cắt theo hệ tọa độ máy (gốc máy).
 - WorkOffset: Khoảng cách bù trừ giữa tọa độ máy và tọa độ làm việc.
 - G92 Offset: Hiệu chỉnh tọa độ theo lệnh G92.
-

2.6.3. Tool Offset (Hiệu chỉnh dao cụ)

- Bù trừ tọa độ theo dụng cụ đang sử dụng.
-

2.6.4. abs max x, y, z (Giá trị tối đa của tọa độ)

- Hiển thị giới hạn tọa độ tối đa theo từng trục.
-

2.6.5. Port 1 Pins current State (Trạng thái cổng I/O)

- Hiển thị trạng thái các chân tín hiệu của cổng 1.
-

2.6.6. Input Signals current State (Trạng thái tín hiệu đầu vào)

- EJogX++, EJogX--, EJogY+, EJogY-,...: Tín hiệu điều khiển tay jog.
 - M1++Limit, M1--Limit, M1Home, ...: Tín hiệu hành trình giới hạn và điểm home cho từng trục.
 - Digitize: Tín hiệu cảm biến đo.
 - LimitOV: Bỏ qua giới hạn hành trình.
 - Torch On, Torch UP, Torch Dn: Tín hiệu điều khiển đầu cắt plasma.
-

2.6.7. Output Signals current State (Trạng thái tín hiệu đầu ra)

- Enable 1-6: Trạng thái bật/tắt của các đầu ra điều khiển.
 - Output 1-6: Trạng thái các tín hiệu xuất ra.
 - Digitize: Trạng thái cảm biến đo.
-

2.6.8. Pulse Frequency & Jog Control (Tần số xung & điều khiển Jog)

- Pulse Frequency: Hiển thị tần số phát xung điều khiển động cơ bước.



- Jog ON/OFF Ctrl+Alt+J: Bật/tắt chế độ điều khiển tay Jog.
 - Blended Spd: Tốc độ hòa trộn khi nội suy.
 - Buffer Load: Tải bộ nhớ đệm.
 - Queue Depth: Độ sâu hàng đợi.
 - PWM Base: Tần số cơ bản của PWM.
 - Time Scale: Tỷ lệ thời gian nội suy.
 - LookAhead: Số lượng dòng lệnh Mach3 dự đoán trước.
-

2.6.9. Các điều khiển chính

- Spindle Toggle: Bật/Tắt trục chính.
 - Flood Toggle: Bật/Tắt chế độ làm mát bằng dung dịch.
 - Mist Toggle: Bật/Tắt chế độ làm mát bằng khí.
 - Cycle Start: Bắt đầu chu trình chạy G-code.
 - FeedHold: Tạm dừng chương trình.
 - Rewind: Chạy lại chương trình từ đầu.
 - Stop: Dừng chương trình ngay lập tức.
 - Single: Chạy từng dòng lệnh một.
-

2.6.10. Tóm tắt chức năng màn hình Diagnostics

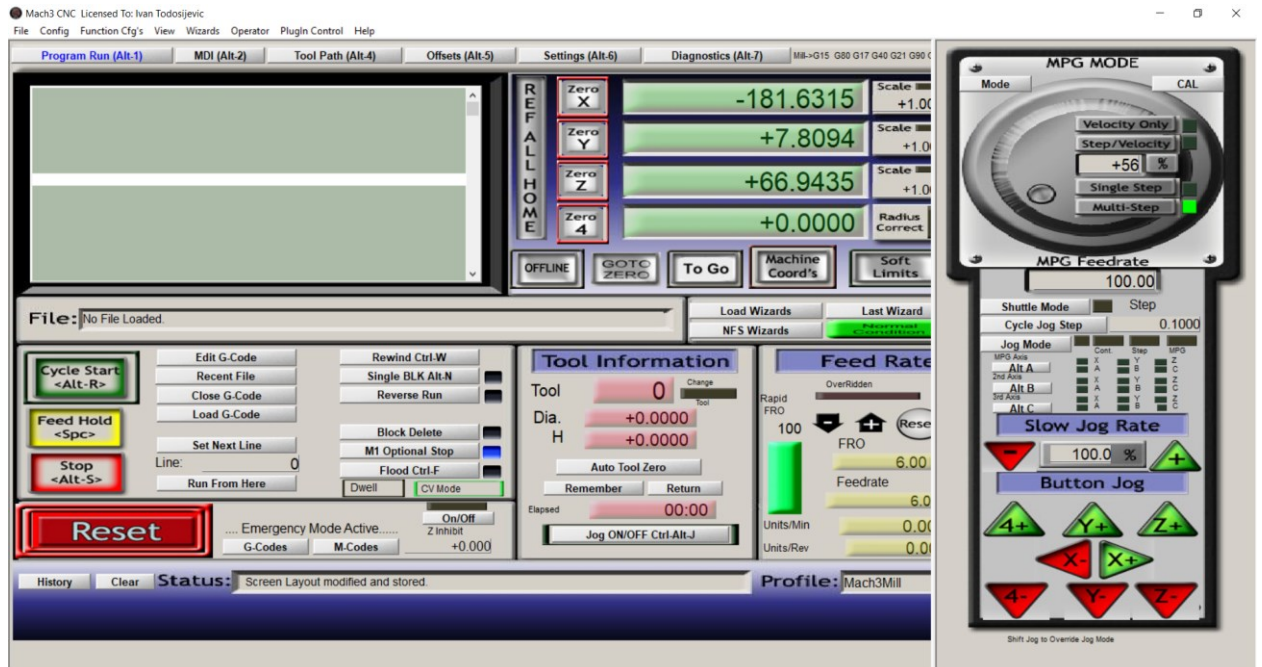
- Giám sát toàn bộ trạng thái hệ thống CNC, gồm tín hiệu đầu vào, đầu ra, tọa độ và thông số vận hành.
- Kiểm tra và hiệu chỉnh tọa độ, hành trình, bù dao.
- Xác nhận tình trạng tín hiệu điều khiển và cổng I/O.
- Kiểm soát vận hành của máy với các nút điều khiển quan trọng.



2.7. Màn hình MPG (Manual Pulse Generator)

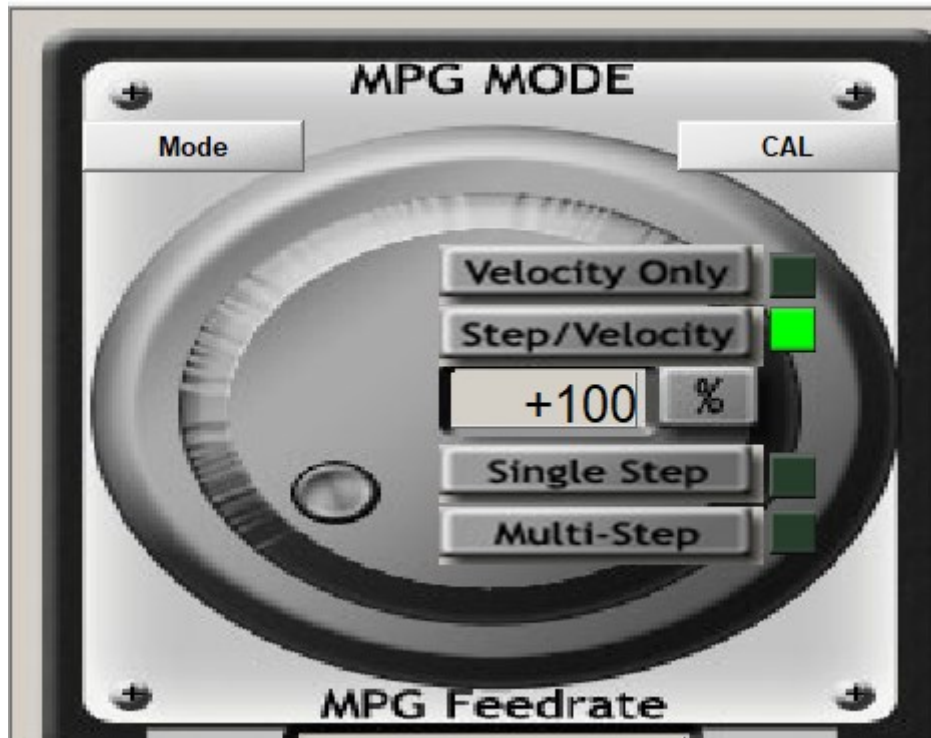
MPG (Manual Pulse Generator) trong Mach3 là một thiết bị được sử dụng để điều khiển máy CNC một cách thủ công, giúp người vận hành di chuyển các trục chính xác theo từng bước nhỏ. Dưới đây là những thông tin quan trọng về MPG trong Mach3.

Từ màn hình chính của MACH3 ấn phím TAB trên bàn phím để hiển thị màn hình MPG



2.7.1. Khu vực MPG MODE (chế độ điều khiển bằng MPG)

Khu vực này chỉ có tác dụng với tay điều khiển MPG, việc ấn bàn phím không bị tác động bởi các tùy chọn ở đây.



2.7.1.1. Mode

Chọn chế độ MPG để điều khiển các trục CNC, nút này sẽ chuyển đổi qua lại các chế độ:

- **Velocity Only:** Chỉ điều khiển tốc độ di chuyển của trục theo tốc độ quay của tay quay (không theo bước cố định).

- **Step/Velocity:** Kết hợp giữa chế độ bước theo bộ đếm xung và tốc độ, tùy theo tốc độ quay của MPG.

- **Single Step:** Di chuyển trục theo từng bước nhỏ cố định theo từng xung tạo ra trên tay quay.

- **Multi-Step:** Chế độ di chuyển theo nhiều bước với mức độ khác nhau.

+100%: Giá trị phần trăm mức tác động của MPG lên trục máy (có thể điều chỉnh tốc độ di chuyển trục nhanh chậm bằng cách chỉnh con số này).

2.7.1.2. CAL (Calibration)

Hiệu chỉnh lại MPG để đảm bảo tín hiệu chính xác. Thông thường khi lắp đặt MPG kết nối cổng LPT hoặc [MPG sử dụng Mobus](#) lần đầu chúng ta cần Calibrate (Căn chỉnh) để MPG và mach3 đồng bộ mới có thể hoạt động chính xác. Khi bấm nút CAL màn hình **Calibration of MPG's** sẽ hiện lên phục vụ việc căn chỉnh MPG.

Đối với các bo mạch BL-USBMach-100 việc căn chỉnh là không có tác dụng vì chúng được lập trình sẵn trong firmware của MCU trên bảng điều khiển, không chịu tác động bởi lệnh căn chỉnh trên phần mềm MACH3.

* **Cal Sequence** (Lựa chọn bộ MPG cần hiệu chỉnh)

MPG#1 / MPG#2 / MPG#3: Chọn bộ MPG cần hiệu chỉnh nếu có nhiều MPG được kết nối.

* **Counts / Detent** (Số xung trên mỗi nấc của MPG)

Cal Detent Size: Giá trị này xác định số xung (counts) trên mỗi nấc (detent) của bộ mã hóa quay trong MPG.

Mặc định là 1, tức là mỗi nấc của MPG sẽ tạo ra 1 xung. Một số loại Encoder của MPG cho ra 2 hoặc 4 xung mỗi nấc. Mach3 có thể tự động nhận diện được bằng cách bấm vào nút **Cal Detent Size** sau đó vặn núm xoay của MPG 1 nấc, khi màn hình đã nhận được một nấc xoay tương ứng mấy xung thì bấm nút **Calculate**.

* **Max Speed Detents/sec** (Tốc độ tối đa của MPG)

Cal Max Speed: Xác định số nấc (detents) mà MPG có thể tạo ra trong một giây. Để căn chỉnh bấm vào nút **Cal Max Speed** sau đó quay nhanh nhất có thể tay quay của MPG một vài vòng sau đó bấm nút **Calculate**.

Ví dụ: 36 nghĩa là khi quay nhanh, MPG sẽ tạo ra tối đa 36 nấc/giây.



* Step/Velocity Switchover (Chuyển đổi giữa chế độ bước và vận tốc)

Cal Step/Vel Trans.: Giá trị này quyết định khi nào MPG sẽ chuyển từ chế độ **Step (di chuyển từng bước)** sang chế độ **Velocity (tốc độ liên tục)**. Để căn chỉnh bấm vào nút **Cal Step/Vel Trans** sau đó quay tay quay ở tốc độ mà bạn muốn khi quay chậm hơn thì MPG hoạt động ở chế độ di chuyển chậm từng bước còn khi quay nhanh hơn thì MPG hoạt động ở chế độ Velocity, giữ tay quay đều ở tốc độ đó vài vòng sau đó bấm nút **Calculate**.

Ví dụ: 20.16 có nghĩa là khi số nấc mỗi giây vượt quá 20.16, MPG sẽ chuyển sang chế độ vận tốc.

* Calculate (Tính toán lại thông số hiệu chỉnh)

Nhấn nút **Calculate** để Mach3 tự động tính toán lại các thông số dựa trên cài đặt hiện tại.

* Save / OK

Save: Lưu các thiết lập hiện tại nhưng vẫn giữ cửa sổ mở.

OK: Lưu và đóng cửa sổ hiệu chỉnh MPG.

2.7.1.3. Cách sử dụng Calibration of MPG's trong Mach3

- Chọn MPG cần hiệu chỉnh (MPG#1, MPG#2, hoặc MPG#3).
 - Xác định số xung trên mỗi nấc của MPG (Counts / Detent).
 - Xác định tốc độ tối đa mà MPG có thể tạo ra (Max Speed Detents/sec).
 - Chỉnh giá trị chuyển đổi giữa chế độ bước và vận tốc (Step/Velocity Switchover).
 - Nhấn "Calculate" để Mach3 tính toán thông số tối ưu.
 - Nhấn "Save" hoặc "OK" để lưu lại cài đặt.
-

2.7.2. Khu vực MPG Feedrate (Tốc độ di chuyển của MPG)



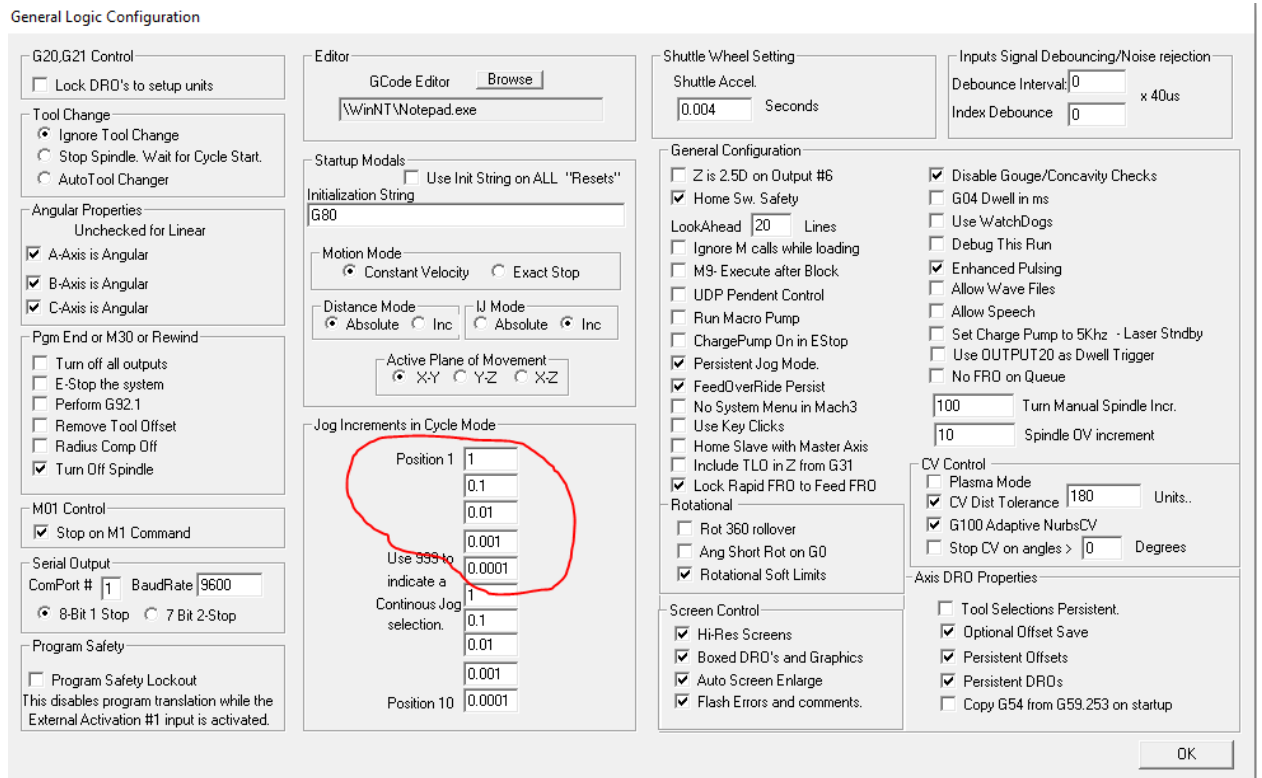
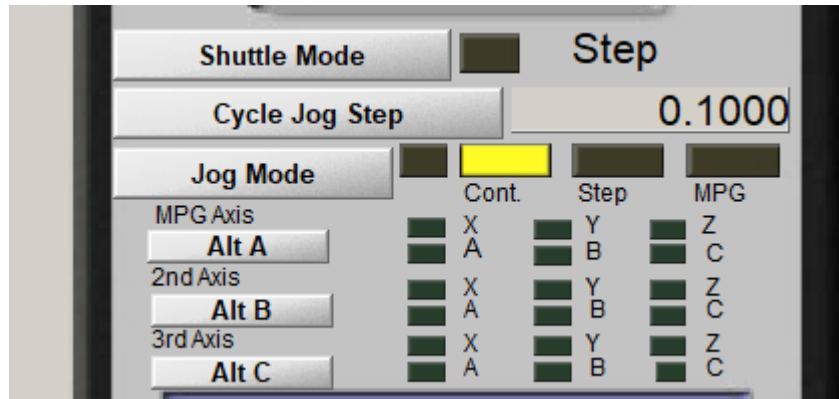
- Ô giá trị "**100.00**": Thiết lập tốc độ di chuyển của MPG (có thể điều chỉnh).
-

2.7.3. Khu vực Shuttle Mode và Cycle Jog Step

- Shuttle Mode (Chế độ điều khiển Shuttle):

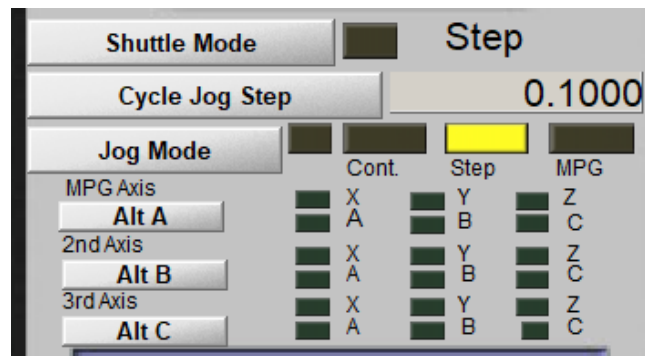


- Nếu bật, MPG sẽ hoạt động như một bánh xe shuttle, điều khiển mượt hơn.
- **Cycle Jog Step (Bước di chuyển Jog theo chu kỳ):**
 - Xác định khoảng cách mỗi lần nhấn nút jog (0.1000 là 0.1 mm). Mỗi khi bấm nút Cycle Jog Step giá trị sẽ thay đổi lần lượt theo từng giá trị đã cài đặt trong Menu Config-> General config



2.7.4. Khu vực Jog Mode (Chế độ di chuyển)





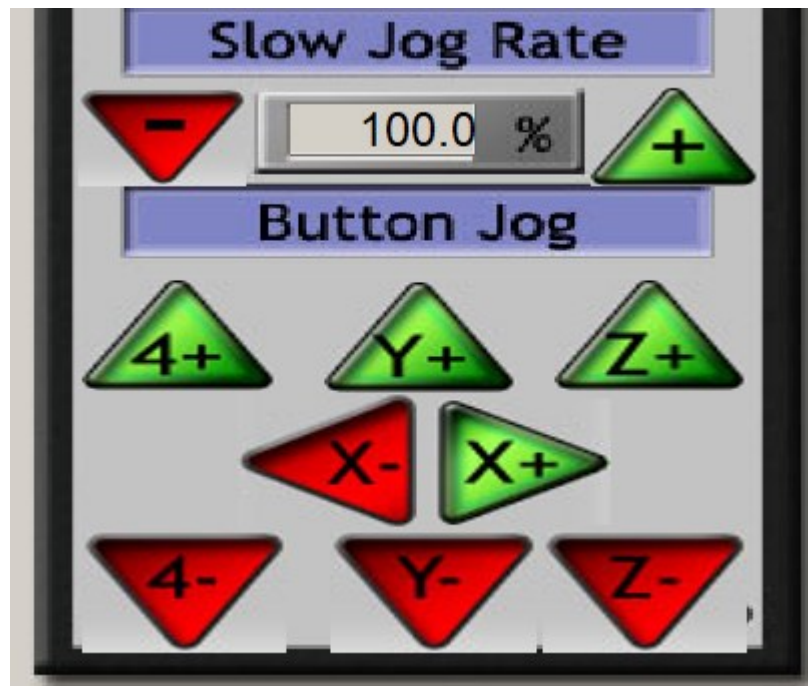
Mỗi khi bấm vào nút Jog Mode hộp sáng sẽ chuyển qua các chế độ:

- **Cont. (Continuous - Liên tục):** Khi bật, trục sẽ di chuyển liên tục khi bấm giữ phím trên bàn phím đến khi nhả nút bấm. Giá trị di chuyển của trục không chính xác theo mong muốn nhưng khi cần di chuyển đoạn đường dài thì bấm chế độ này hiệu quả, khi đến gần điểm cần chính xác thì chuyển qua chế độ Step dưới đây.
- **Step (Bước):** Chế độ di chuyển từng bước nhỏ. Mỗi lần bấm phím di chuyển trục sẽ đi một đoạn chính xác theo giá trị đang cài đặt tại ô Cycle Jog Step. Như trong ảnh trên, mỗi khi bấm nút Jog trên bàn phím một lần trục sẽ di chuyển chính xác 0.1mm.
- **MPG (Điều khiển bằng MPG):** Bật/tắt điều khiển trục bằng tay cầm MPG. Lúc này bàn phím sẽ không còn điều khiển được lệnh Jog, chỉ tay MPG có tác dụng.
- **MPG Axis (Trục được điều khiển bằng MPG):** Khi vặn nút chọn trục trên tay cầm tương ứng đến trục nào thì hộp sáng của trục đó sẽ sáng (đèn LED trên giao diện)

2.7.5. Khu vực Slow Jog Rate (Tốc độ di chuyển chậm)

- **Giá trị "100.0 %":** Điều chỉnh tốc độ di chuyển khi ở chế độ Jog chậm.
- **Nút "-" (giảm tốc độ):** Giảm tốc độ di chuyển.
- **Nút "+" (tăng tốc độ):** Tăng tốc độ di chuyển.





2.7.6. Khu vực Button Jog (Điều khiển bằng nút nhấn)

- Các nút điều hướng (4+, 4-, Y+, Y-, X+, X-, Z+)
 - Điều khiển di chuyển từng trục bằng cách nhấn nút thay vì MPG.
-



3. Tài liệu tham khảo

1. Hướng dẫn cài đặt và cấu hình MACH3 CNC ([bản gốc tiếng Anh](#))
2. Hướng dẫn cài đặt và cấu hình MACH3 CNC ([bản dịch sang tiếng việt hoàn chỉnh](#))
3. Sử dụng Mach3Mill, [Using Mach3Mill](#)
4. Tài liệu tham khảo ngôn ngữ Mach Script, [Mach Script Language Reference](#)
5. Hướng dẫn lập trình macro Mach3, [Mach3 Version 3.x Macro Programmers Reference Manual](#)
6. Các mã OEM chức năng nút bấm, Dro và đèn Led mach3, [Mach3 OEM FUNCTIONS Buttons, Dros, Leds](#)
7. Hướng dẫn sử dụng bo mạch [BOB Mach3 LPT 5 trực](#)
8. Hướng dẫn sử dụng bo mạch [BOB Mach3 USB 4 trực](#) (Mạch USB 4 trực màu đỏ)
9. Hướng dẫn sử dụng bo mạch [BOB Mach3 USB BL-UsbMach-V2.x](#) (Mạch USB 5 trực màu xanh V2.1 và V2.2)
10. Hướng dẫn sử dụng bo mạch [BOB Mach3 BL-UsbMach-100-V3.x](#) (Mạch USB 5 trực màu xanh bản 3.22 và 3.25).
11. Hướng dẫn sử dụng Card chuyển đổi LPT-USB [UC100](#)
12. Các lệnh [G-Code và M-Code cơ bản](#)
13. Tổng hợp và [giải thích chi tiết từng lệnh G-Code](#)
14. Tìm hiểu thêm [Modbus là gì tại đây](#).
15. Ví dụ về việc sử dụng Modbus để hiển thị các đèn báo trạng thái đang làm việc của Mach3 xem [tại đây](#).
16. Dự án biến một chiếc arduino thành thiết bị Modbus bên ngoài để thêm các cổng giao tiếp cho Mach3 [tại đây](#).
17. Một dự án hoàn chỉnh biến Arduino thành thiết bị modbus đọc tay điều khiển MPG để điều khiển các trục cho Mach3 [tại đây](#).
18. Dự án chuyển đổi tay cầm MPG của máy CNC công nghiệp có núm xoay mã hóa AC09-RX thành tay MPG sử dụng trên MACH3 xem [tại đây](#).
19. Phần mềm kiểm tra Modbus miễn phí phục vụ cho việc phát triển và thử nghiệm thiết bị modbus [tại đây](#).
20. Giao thức truyền thông ModBus: MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b [tại đây](#)
21. Hướng dẫn sử dụng [Brain kết hợp với Modbus và một vài ví dụ trong thực tiễn](#)

