

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG SẢN XUẤT TÍCH HỢP
ỨNG DỤNG IoTS TRONG QUẢN LÝ VÀ CHẾ TẠO
MÔ HÌNH (BÀN CẤP PHÔI)**

Người hướng dẫn : TS. TRẦN MINH SANG

Sinh viên thực hiện : LÊ ĐỨC ĐỘ

Lớp : 20C1C

Số thẻ sinh viên : 101200156

Đà Nẵng, 06/2025

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
1	Lê Đức Độ	101200156	20C1C	Công nghệ chế tạo máy

1. Tên đề tài đồ án:

Thiết kế hệ thống sản xuất tích hợp ứng dụng IoTs trong quản lý và chế tạo mô hình (Bàn Cấp Phôi)

2. Đề tài thuộc diện: Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

- Tham khảo các tài liệu và nghiên cứu máy từ thực tế.

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
01	Lê Đức Độ	Chương 1: Tổng quan hệ thống CIM Chương 2: Các phương án và lựa chọn Chương 3: Tính toán thiết kế máy (các bộ phận của hệ thống) Chương 4: Thiết kế mạch điện và lắp đặt bàn cấp phôi Chương 5: Lập trình logic điều khiển cho hệ thống CIM

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
		– Bản vẽ sơ đồ nguyên lý A0 – Bản vẽ quy trình điều khiển của hệ thống A0

01	Lê Đức Độ	<ul style="list-style-type: none"> - Bản vẽ phương án điều khiển của hệ thống A0 - Bản vẽ sơ đồ động của hệ thống A0 - Bản vẽ lắp bàn cấp phối A0 - Bản vẽ chi tiết bàn cấp phối A0 - Bản vẽ phương án điều khiển bàn cấp phối A0
----	-----------	--

6. Họ/tên người hướng dẫn	Phần/nội dung
TS. Trần Minh Sang	
KS. Ngô Văn Phú	

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án:/...../2025

8. Ngày hoàn thành đồ án:/...../2025

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 202...

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN
(Ký, ghi rõ họ tên)

SINH VIÊN THỰC HIỆN
(Ký, ghi rõ họ tên)

.....

.....

THÔNG QUA BỘ MÔN

Ngày tháng năm 202...

LỜI MỞ ĐẦU

Trong thời đại công nghệ phát triển không ngừng, thế giới đang chứng kiến những biến đổi sâu rộng trong mọi mặt của đời sống xã hội và sản xuất công nghiệp. Các tiến bộ vượt bậc trong lĩnh vực khoa học – kỹ thuật không chỉ làm thay đổi phương thức sản xuất truyền thống mà còn góp phần xây dựng nền tảng vững chắc cho quá trình tự động hóa và hiện đại hóa trong nhiều ngành nghề. Trong bối cảnh ấy, ngành cơ khí đóng vai trò then chốt, là một trong những lĩnh vực nòng cốt góp phần thúc đẩy sự phát triển toàn diện của nền công nghiệp hiện đại. Đặc biệt, với sự ra đời và phát triển mạnh mẽ của công nghệ điều khiển số, lĩnh vực cơ khí đã có những bước tiến đáng kể, khi các hệ thống máy móc, thiết bị ngày càng tích hợp các chức năng điều khiển tự động với độ chính xác và hiệu quả cao.

Trước xu thế hội nhập và yêu cầu ngày càng cao từ thị trường lao động, sinh viên ngành cơ khí không chỉ cần có nền tảng kiến thức vững chắc mà còn phải biết vận dụng linh hoạt vào thực tiễn, đặc biệt là trong lĩnh vực điều khiển và lập trình hệ thống. Việc tiếp cận, nghiên cứu và trực tiếp thực hiện các ứng dụng điều khiển hiện đại sẽ giúp sinh viên nắm bắt được nguyên lý vận hành của các thiết bị công nghiệp, từ đó nâng cao kỹ năng chuyên môn và khả năng thích nghi với môi trường làm việc thực tế trong tương lai.

Trong quá trình thực hiện Đồ án tốt nghiệp, em có cơ hội được áp dụng kiến thức đã học vào một bài toán thực tế mang tính ứng dụng cao. Đây không chỉ là dịp để củng cố lại những hiểu biết lý thuyết mà còn là cơ hội rèn luyện kỹ năng tư duy kỹ thuật, khả năng triển khai giải pháp và phong cách làm việc chuyên nghiệp. Đồ án là cột mốc quan trọng, đánh dấu sự chuyển mình từ sinh viên sang người kỹ sư, mang theo tinh thần trách nhiệm và ý thức nghề nghiệp.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy **TS. Trần Minh Sang** và anh **Ngô Văn Phú** – những người đã luôn đồng hành, hướng dẫn tận tình và hỗ trợ em trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Những lời khuyên, sự kiên nhẫn và góp ý quý báu từ thầy đã giúp em hoàn thiện đề tài và mở rộng thêm vốn hiểu biết chuyên ngành.

Tuy đã cố gắng hết sức, nhưng do giới hạn về thời gian và kinh nghiệm thực tế còn hạn chế, bản đồ án không tránh khỏi những sai sót. Em rất mong nhận được những nhận xét, góp ý từ thầy để có thể tiếp tục hoàn thiện bản thân và nâng cao trình độ trong thời gian tới.

Một lần nữa, em xin chân thành cảm ơn thầy.

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025.

Sinh viên thực hiện

Lê Đức Độ

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, em xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến thầy **Trần Minh Sang** – người đã tận tình đồng hành, hướng dẫn và định hướng cho em trong suốt quá trình thực hiện đồ án tốt nghiệp. Với sự dẫn dắt sát sao, những chỉ dẫn khoa học và những góp ý chân thành từ thầy, em đã từng bước hoàn thiện đề tài một cách có hệ thống. Sự tận tâm và kiên nhẫn của thầy chính là động lực lớn giúp em vượt qua những khó khăn trong quá trình nghiên cứu.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy **Hoàng Văn Thạnh** – người đã tạo điều kiện thuận lợi để em được sử dụng cơ sở vật chất của khoa, cũng như không gian học tập phù hợp trong suốt thời gian thực hiện đồ án. Sự hỗ trợ thiết thực này đã góp phần quan trọng giúp em triển khai các bước nghiên cứu và thực hành hiệu quả hơn.

Bên cạnh đó, em chân thành cảm ơn thầy **Trần Văn Tiên** và thầy **Võ Đình Trung** đã nhiệt tình hỗ trợ, tạo điều kiện cho em được mượn và khai thác các thiết bị phục vụ công tác thực hiện đồ án. Nhờ sự giúp đỡ quý báu từ các thầy, em có cơ hội tiếp cận với thực tế, hiểu rõ hơn về cách thức hoạt động của các hệ thống cơ khí, từ đó tăng cường tính ứng dụng và chất lượng của đề tài.

Và em cũng xin cảm ơn đến anh **KS. Ngô Văn Phú** và ban quản lí của **Công ty TNHH cơ khí xây dựng du lịch Bách Tùng** đã tạo nhiều thuận lợi trong quá trình thực hiện đồ án giúp em có thêm nhiều kinh nghiệm thực tế trong công việc sắp tới.

Đặc biệt, em xin gửi lời tri ân **đến toàn thể quý thầy cô trong khoa Cơ Khí** – những người đã tận tụy truyền đạt kiến thức, truyền cảm hứng và đồng hành cùng chúng em trong suốt chặng đường học tập tại trường. Không chỉ cung cấp nền tảng lý thuyết vững chắc, quý thầy cô còn chia sẻ nhiều kinh nghiệm thực tiễn quý giá, góp phần hình thành trong em tư duy kỹ thuật, kỹ năng làm việc độc lập và tinh thần trách nhiệm nghề nghiệp.

Những công hiến âm thầm và sự tận tâm của quý thầy cô là nền tảng quý báu giúp em vững bước trên con đường học tập và phát triển nghề nghiệp sau này. Em luôn trân trọng và biết ơn sâu sắc công lao của tất cả quý thầy cô.

Một lần nữa, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý thầy cô. Kính chúc quý thầy cô luôn dồi dào sức khỏe, hạnh phúc và tiếp tục nuôi dưỡng đam mê, truyền cảm hứng cho các thế hệ sinh viên kế tiếp trên hành trình chinh phục tri thức.

CAM ĐOAN

Trong lĩnh vực kỹ thuật, mỗi thiết bị hoặc hệ thống khi được phát triển đều là kết quả của quá trình tích lũy kiến thức chuyên môn, không ngừng cải tiến và sáng tạo. Dù phương pháp tiếp cận có thể khác nhau, điểm chung của các giải pháp kỹ thuật là hướng đến việc giải quyết hiệu quả các yêu cầu thực tế. Tinh thần đổi mới tư duy và khả năng vận dụng linh hoạt kiến thức chính là yếu tố then chốt tạo nên giá trị trong quá trình thực hiện.

Từ những kiến thức đã được học cùng với việc tham khảo các tài liệu chuyên ngành, em – **Lê Đức Độ** – đã lựa chọn thực hiện đề tài “**Thiết kế hệ thống sản xuất tích hợp ứng dụng IoTs trong quản lý và chế tạo mô hình (Bàn Cấp Phôi)**”. Mục tiêu của đề tài là xây dựng một mô hình có khả năng ứng dụng thực tế, hỗ trợ việc học tập, thực hành và nghiên cứu các công nghệ điều khiển hiện đại một cách hiệu quả hơn.

Trong quá trình thực hiện đồ án tốt nghiệp, em xin cam kết rằng toàn bộ nội dung trình bày trong báo cáo, bao gồm số liệu và kết quả, đều do em trực tiếp thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy **TS. Trần Minh Sang**. Em hoàn toàn không sao chép hoặc sử dụng trái phép bất kỳ nội dung nào từ các luận văn, công trình nghiên cứu hay tài liệu học thuật khác.

Báo cáo này là thành quả của quá trình làm việc nghiêm túc, chủ động học hỏi và thực hiện độc lập với tinh thần trách nhiệm cao. Em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm về tính trung thực và nội dung của đề tài.

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025.

Sinh viên thực hiện

Lê Đức Độ

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU.....	iii
LỜI CẢM ƠN.....	v
CAM ĐOẠN.....	vii
MỤC LỤC	viii
MỤC LỤC HÌNH ẢNH.....	xi
MỤC LỤC BẢNG.....	xiv
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CIM.....	1
1.1 Các khái niệm cơ bản về CIM.....	1
1.1.1 Định nghĩa CIM.....	1
1.1.2 Các thành phần cơ bản của CIM.....	1
1.2 Sự phát triển của CIM	6
1.2.1 Sự phát triển của CIM trên thế giới	6
1.2.2 Sự phát triển của các hệ thống CIM của Việt Nam	11
1.3 Ứng dụng và hiệu quả của CIM	12
1.3.1 Ứng dụng của CIM	12
1.3.2 Hiệu quả của CIM.....	13
1.4 Cấu trúc hệ CIM.....	14
1.4.1 Máy CNC.....	16
1.4.2 Cánh tay Robot.....	17
1.4.3 Bàn xoay phôi.....	19
CHƯƠNG 2 CÁC PHƯƠNG ÁN VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN.....	22
2.1 Máy phay CNC.....	22
2.1.1 Phân tích, lựa chọn phương án chuyển động dao	22
2.1.2 Nguyên lý làm việc của máy	24
2.1.3 Sơ đồ động học của máy phay CNC.....	24
2.2 Bàn xoay cấp phôi:	25
2.2.1 Bàn xoay phôi khí nén.....	25
2.2.2 Bàn xoay phôi truyền động bằng động cơ	26
2.3 Cánh tay Robot.....	29
2.3.1 Phương án 1: Robot 3DOF – RRR	29
2.3.2 Phương án 2: Robot 3DOF – RTR	30
2.3.3 Phương án 3 : Robot 4DOF – RTTR.....	31

2.3.4	Phương án 4: Robot 4DOF – RRRR.....	31
2.3.5	Phương án 5: Robot 5DOF – RRRRT	32
2.3.6	Phương án 6: Robot 4DOF – RRRR tích hợp băng tải.....	33
2.3.7	Kết luận chọn phương án cho cánh tay robot	33
2.4	Phương pháp và giới hạn nghiên cứu đề tài:	34
CHƯƠNG 3 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÁY.....		35
3.1	Máy phay CNC.....	35
3.1.1	Các thông số ban đầu.....	35
3.1.2	Tính toán xác định các thông số động học.....	35
3.1.3	Phân tích, lựa chọn phương án bộ chuyển động	40
3.1.4	Thiết kế kết cấu máy (Động lực học)	43
3.2	Cánh tay Robot:.....	52
3.2.1	Tính toán động học (Bài toán động học thuận và nghịch).....	52
3.2.2	Kết cấu hệ máy	56
3.3	Bàn xoay cấp phôi	65
3.3.1	Nguyên lý hoạt động.....	65
3.3.2	Phương án chọn động cơ, điều khiển và cơ khí.....	66
3.3.3	Kết luận các phương án	75
3.3.4	Cơ khí và truyền động của bàn xoay chuyển cấp phôi	76
CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ MẠCH ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN		82
4.1	Thiết kế điện bàn xoay cấp chuyển phôi	82
4.1.1	Sơ đồ mạch điện của bàn xoay	82
4.1.2	Giới thiệu bộ điều khiển của bàn xoay	83
4.1.3	Chương trình điều khiển	92
4.2	Quá trình gia công lắp ráp của bàn xoay cấp chuyển phôi	96
4.2.1	Bàn cấp phôi có khung đứng bằng 3 chân	96
4.2.2	Đế bàn xoay	97
4.2.3	Tâm cố định động cơ	101
4.2.4	Mâm xoay	103
4.2.5	Cụm gá phôi.....	105
4.2.6	Trục quay	111
4.2.7	Vỏ hộp	112
4.2.8	Vành che	114

4.2.9	Quá trình lắp ráp	114
4.3	Kết nối và lắp đặt bộ điều khiển	118
4.4	Mô hình hệ thống sản xuất tích hợp IoTs	119
CHƯƠNG 5 LẬP TRÌNH LOGIC ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ THỐNG CIM.....		123
5.1	Cấu trúc hệ thống điều khiển.....	123
5.2	Quy trình hoạt động.....	124
5.3	Giải thích logic điều khiển	126
5.3.1	Giao tiếp giữa các phần tử	126
5.3.2	Hệ thống nút bấm	126
5.3.3	Các trường hợp thường gặp	127
KẾT LUẬN CHUNG		128
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....		130

MỤC LỤC HÌNH ẢNH

Hình 1-1: Vòng tròn CIM ảo.....	9
Hình 1-2: Kết cấu tổng thể của hệ thống	16
Hình 1-3: Cánh tay robot	18
Hình 2-1: Phương án 1	22
Hình 2-2: Phương án 2	23
Hình 2-3: Phương án 3	23
Hình 2-4: Sơ đồ động học máy phay CNC	24
Hình 2-5: Bàn xoay cấp phôi khí nén.....	25
Hình 2-6: Bàn xoay truyền động bằng cơ cấu cam	26
Hình 2-7: Bàn xoay truyền động bằng bộ truyền bánh răng	27
Hình 2-8: Bàn xoay phôi truyền động trực tiếp từ động cơ bước	28
Hình 2-9: Phương án 1: RRR.....	30
Hình 2-10: Phương án 2: RTR	30
Hình 2-11: Phương án 3: RTTR.....	31
Hình 2-12: Phương án 4: RRRR	32
Hình 2-13: Phương án 5: RRRRT	32
Hình 2-14: Phương án 6: RRRR tích hợp băng tải	33
Hình 3-1: Bộ truyền đai	40
Hình 3-2: Bộ truyền Vít me- đai ốc	41
Hình 3-3: Bộ truyền vít me- đai ốc bi	42
Hình 3-4: Thông số vít me- đai ốc	43
Hình 3-5: Động cơ trục chính	48
Hình 3-6: Các dạng dẫn động trục chính	49
Hình 3-7: Thanh trượt tròn.....	50
Hình 3-8: Thanh trượt vuông	50
Hình 3-9: Công tác hành trình có bánh xe	51
Hình 3-10: Gối bi đỡ trục.....	51
Hình 3-11: Quạt tản nhiệt	52
Hình 3-12: Bơm thủy lực khí nén	52
Hình 3-13: Bộ truyền đai	56
Hình 3-14: Tay gấp	57
Hình 3-15: Thiết kế bộ truyền đai	62
Hình 3-16: Cấu trúc bộ truyền đai.....	62
Hình 3-17: Bộ truyền tay quay con trượt	63
Hình 3-18: Sơ đồ bộ truyền.....	65
Hình 3-19: Nguyên lí hoạt động của bàn cấp phôi.....	65
Hình 3-20: Thông số phôi	66
Hình 3-21: Động cơ bước	66
Hình 3-22: Động cơ Servo	67
Hình 3-23: Động cơ kích từ song song	68
Hình 3-24: Động cơ tuyến tính	69
Hình 3-25: Các loại relay	70

Hình 3-26: PLC Siemens S7 1200 DC/DC/DC	71
Hình 3-27: Arduino.....	72
Hình 3-28: Khớp nối.....	79
Hình 3-29: Trục đặc	80
Hình 3-30: Gối bi đỡ trục.....	80
Hình 4-1: Sơ đồ mạch điện điều khiển bàn cấp phôi	82
Hình 4-2: Arduino Uno/ ESP 8566	83
Hình 4-3: Nguồn tổ ong	84
Hình 4-4: Driver TP6600	85
Hình 4-5: Động cơ bước	87
Hình 4-6: Breadboard	88
Hình 4-7: Cảm biến GY-31.....	90
Hình 4-8: Mạch biến áp	90
Hình 4-9: Tụ lọc nhiễu.....	91
Hình 4-10: Ứng dụng arduino	92
Hình 4-11: Máy phay CNC.....	99
Hình 4-12: Đế bàn xoay sau khi gia công.....	100
Hình 4-13: Tấm gá động cơ	101
Hình 4-14: Thông số tấm gá động cơ.....	101
Hình 4-15: Máy cắt lazer	102
Hình 4-16: Mâm xoay	104
Hình 4-17: Thông số mâm xoay	104
Hình 4-18: Mâm xoay sau gia công.....	105
Hình 4-19: Đế cụm gá phôi.....	105
Hình 4-20: Thông số đế cụm gá phôi.....	105
Hình 4-21: thanh cố định chốt sau	106
Hình 4-22: Thông số thanh cố định chốt sau	106
Hình 4-23: 3D thanh cố định mặt bên.....	106
Hình 4-24: Thông số thanh cố định mặt bên.....	106
Hình 4-25: Thanh cố định kẹp phôi	107
Hình 4-26: Thông số thanh cố định kẹp phôi.....	107
Hình 4-27: Ổng giữ cân bằng kẹp	107
Hình 4-28: 3D Cơ cấu kẹp phôi	108
Hình 4-29: Thông số má kẹp.....	108
Hình 4-30: Thông số thanh kẹp.....	108
Hình 4-31: 3D cụm chốt tì sau	109
Hình 4-32: Thông số chốt tì sau.....	109
Hình 4-33: 3D chốt tì mặt bên	109
Hình 4-34: Thông số chốt tì mặt bên	110
Hình 4-35: Lò xo.....	110
Hình 4-36: Cụm gá phôi.....	110
Hình 4-37: Thông số trục quay	111
Hình 4-38: 3D trục quay	111
Hình 4-39: Vỏ che.....	112

Hình 4-40: Thông số vỏ che.....	112
Hình 4-41: Vỏ che mặt trước	112
Hình 4-42: Thông số vỏ che mặt trước	113
Hình 4-43: Cửa hộp.....	113
Hình 4-44: Thông số cửa	113
Hình 4-45: 3D vành che	114
Hình 4-46: Thông số vành che	114
Hình 4-47: Lắp khung và tấm gá	115
Hình 4-48: Lắp đế bàn xoay.....	115
Hình 4-49: Lắp mâm xoay	116
Hình 4-50: Lắp vành che và cụm gá phôi	116
Hình 4-51: Lắp vỏ hộp và cửa.....	117
Hình 4-52: Hình ảnh 3D sau khi lắp ráp xong	117
Hình 4-53: Mặt trước bàn cấp phôi.....	117
Hình 4-54: Mặt trên bàn cấp phôi	118
Hình 4-55: Bàn cấp phôi	119
Hình 4-56: Khu vực cánh tay robot đưa phôi đã gia công sang băng tải	120
Hình 4-57: Máy phay CNC.....	120
Hình 4-58: Khu vực đặt sản phẩm sau gia công	121
Hình 4-59: Toàn bộ hệ thống	121
Hình 4-60: Hình ảnh toàn bộ hệ thống.....	122
Hình 5-1: Điều phối trung tâm.....	123
Hình 5-2: Điều khiển bàn cấp phôi	123
Hình 5-3: Điều khiển cánh tay robot.....	124
Hình 5-4: Khởi động hệ thống chờ phôi	124
Hình 5-5: Khởi động hệ thống chờ phôi	125
Hình 5-6: Nhận tín hiệu từ cảm biến màu.....	125
Hình 5-7: Nhận tín hiệu từ cảm biến tiệm cận	125
Hình 5-8: Robot mang phôi đến máy phay CNC.....	126
Hình 5-9: Robot mang phôi đến hộp đựng phôi.....	126
Hình 5-10: Dao điện khiển trên Blynks	127

MỤC LỤC BẢNG

Bảng 3-1: Thông số các hệ số, mũ.....	37
Bảng 3-2: Thông số các mũ hệ số tính lực cắt.....	38
Bảng 3-3: Bảng thông số DH.....	53
Bảng 3-4: Khối lượng sơ bộ các chi tiết tính bằng phần mềm Solicworks.....	58
Bảng 3-5: Bảng thông số động cơ bước.....	61
Bảng 3-6: Thông số phôi.....	66

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CIM

1.1 Các khái niệm cơ bản về CIM

1.1.1 Định nghĩa CIM

CIM (Computerize Integrate Manufacturing). Là hệ thống sản xuất tích hợp có sự trợ giúp của máy tính. Có nhiều định nghĩa khác nhau về CIM và các định nghĩa đó lại có nhiều ý nghĩa khác nhau, tùy thuộc vào mục đích ứng dụng của nó. Sau đây là một vài định nghĩa về CIM

Công ty Các hệ thống tự động và máy tính CASA (The Computer and Automated Systems Association) của hội những nhà sản xuất SME (Society of Manufacturing Engineers) định nghĩa: CIM là một hệ thống tích hợp có khả năng cung cấp sự trợ giúp của máy tính cho tất cả các chức năng thương mại, bao gồm các hoạt động từ khâu tiếp nhận đơn đặt hàng cho đến cung cấp sản phẩm của một nhà máy sản xuất.

Từ điển của công nghệ tiên tiến AMT định nghĩa: CIM là một nhà máy tự động hóa toàn phần, nơi mà tất cả các quá trình sản xuất được tích hợp và được điều khiển của máy tính.

Công ty máy tính của Mỹ IBM cho rằng: CIM là một ứng dụng, có khả năng cung cấp cơ sở nhận thức cho việc tích hợp dòng thông tin của thiết kế sản phẩm, của kế hoạch sản xuất, của việc thiết lập và điều khiển các nguyên công.

Hãng SIMENS của Đức lại cho rằng: CIM không phải là một sản phẩm hoàn thiện mà là một chiến lược và là một khái niệm để đạt các mục đích thị trường của một nhà máy.[1]

1.1.2 Các thành phần cơ bản của CIM

CIM là một công nghệ tiên tiến để quản lý công ty sản xuất thông qua dòng thông tin. Công nghệ thông tin là một công cụ tích hợp rất mạnh và là cơ sở hạ tầng để đạt mục đích trong một xí nghiệp tích hợp. Trong thế giới hiện nay công nghệ thông tin đóng vai trò quyết định trong quản lý xí nghiệp. Đồng thời sự phát

triển của các tiêu chuẩn liên kết đã có ảnh hưởng lớn đến CIM và đã mở đường cho việc tích hợp hóa.

Các công nghệ tích hợp trong CIM rất đa dạng và bao gồm nhiều lĩnh vực công nghệ phức tạp khác nhau. Tuy nhiên ở đây chỉ đề cập đến một số công nghệ tiên tiến của CIM. [2]

Tự động hóa văn phòng: Đó là việc tự động hóa các quá trình của văn phòng bằng các công nghệ thích hợp. Nó có thể được xem như một máy tính mà từ đó hầu hết các tài liệu văn phòng được truyền đi các mạng để nối kết tất cả các thiết bị sản xuất và các công nghệ của một công ty nào đó bằng các hệ thống thông tin quản lý. Tự động hóa văn phòng cho phép:

- Tạo ra nhiều thông tin thương mại.
- Quay vòng nhanh các tư liệu thương mại.
- Giảm sai số trong quản lý.
- Giảm mặt bằng làm việc.
- Phục vụ khách hàng tốt hơn
- Khả năng ra quyết định tốt hơn.
- Giảm số nhân viên văn phòng.
- Nâng cao trình độ của nhân viên văn phòng.

Thiết kế có sự trợ giúp của máy tính CAD:

- Nâng cao năng suất và giảm thời gian thiết kế sản phẩm.
- Giảm thời gian thiết kế dụng cụ và đồ gá được 12 + 25%.
- Nâng cao chất lượng thiết kế, do đó nâng cao được chất lượng sản phẩm.
- Tạo ra được tài liệu có chất lượng cao.
- Loại trừ được các công việc lặp lại.
- Tiết kiệm thời gian và giảm giá thành khi chế tạo sản phẩm mới.
- Tiêu chuẩn hóa tốt hơn.
- Hoàn thiện giao diện giữa thiết kế và sản xuất.

- Giảm thời gian trả lời kết quả đấu thầu.

Máy điều khiển số CNC: Máy điều khiển số CNC là thiết bị có khả năng gia công chi tiết theo một chương trình lập sẵn cho mọi kích thước mong muốn và theo một quy trình công nghệ đã lập sẵn. Các máy CNC được trang bị màn hình và bàn phím, do đó việc viết và diễn giải chương trình có thể được thực hiện trực tiếp trên máy. Các máy CNC cho phép loại trừ ảnh hưởng của công nhân và nâng cao chất lượng sản phẩm. Các máy CNC được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như: Gia công, làm sạch, đánh bóng, kiểm tra, nén ép, rèn hoặc dập.

Sản xuất có sự trợ giúp của máy tính CAM: Cho phép thực hiện nhiều dạng nguyên công khác nhau khi thay đổi chương trình điều khiển. CAM có thể kết hợp với các dạng công nghệ khác như CAD, NC, cơ sở dữ liệu và thiết bị kiểm tra chất lượng để tạo thành những phần tử chính của CIM. Hệ thống CAM có thể bao gồm: Robot, các máy NC và FMS. Ưu điểm của hệ thống CAM là: [3]

- Tăng năng suất lao động.
- Nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Giảm diện tích sản xuất.
- Đáp ứng nhu cầu của khách hàng nhanh hơn.
- Cải thiện điều kiện làm việc của công nhân và loại trừ những điều kiện làm việc nguy hiểm.

Kiểm tra chất lượng có sự trợ giúp của máy tính: Bao gồm quá trình giám sát và quá trình đo kiểm tra sản phẩm. Hệ thống kiểm tra chất lượng có sự trợ giúp của máy tính CAQC (Computer Aided Quality Control) cho phép: [4]

- Giảm thời gian giám sát quá trình sản xuất.
- Giảm chi phí gián tiếp cho các giám sát viên.
- Giảm chi phí tương đối để đạt chất lượng sản phẩm xuống 50 + 90%.
- Nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Giảm công việc lặp lại trong quá trình kiểm tra chất lượng sản phẩm.

- Cải thiện điều kiện làm việc.

Công nghệ nhóm: Là một khái niệm sản xuất khi mà các chi tiết được gia công theo nhóm dựa vào đặc tính kết cấu hoặc quy trình công nghệ. Các chi tiết được ghép nhóm theo đặc tính kết cấu được coi là họ chi tiết thiết kế và các chi tiết được ghép nhóm theo đặc tính gia công được coi là họ chi tiết gia công. Việc ghép các nhóm chi tiết theo đặc tính này cho phép thực hiện những công việc giống nhau một cách hiệu quả nhất. Ứng dụng công nghệ nhóm tạo điều kiện thuận lợi cho việc tổ chức hệ thống CIM, đồng thời công nghệ nhóm còn cho phép:

- Hoàn thiện khâu thiết kế và tăng tính tiêu chuẩn hóa của thiết kế.
- Giảm khối lượng công việc trong khâu xử lý vật liệu.
- Giảm 20% + 80% thời gian sản xuất.
- Giảm 15% + 20% khối lượng lao động.
- Giảm 20% + 30% chi phí dụng cụ cắt.
- Giảm 20% + 60% thời gian chuẩn bị sản xuất.
- Giảm 15% + 30% thời gian đặt hàng và cấp hàng.
- Đơn giản hóa việc lập quy trình sản xuất và rút ngắn chu kỳ sản xuất.
- Hoàn thiện quá trình kiểm tra chất lượng sản phẩm.
- Khả năng thích ứng nhanh với thị trường, do đó giảm được thời gian đặt hàng và thời gian cấp hàng.
- Tăng cường sự hợp tác giữa các tổ chức của công ty.
- Nâng cao năng suất lao động.
- Giảm 15% + 70% phế liệu sản xuất.

Lập quy trình công nghệ có sự trợ giúp của máy tính: CAPP (Computer Aided Process Planning) là xác định thứ tự nguyên công với nhiều thông số công nghệ để chế tạo hoặc để lắp ráp. CAPP cho phép lập được quy trình mới để gia công chi tiết, thay đổi quy trình đang được ứng dụng để có quy trình mới tiên tiến hơn hoặc để thực hiện các công việc lập chương trình nào đó một cách nhanh chóng và thuận tiện. CAPP cho phép: [5]

- Giảm thời gian thiết kế sản phẩm mới.
- Giảm chi phí cho việc tiếp nhận chi tiết mới.
- Giảm thời gian thiết kế dụng cụ cắt.
- Tăng khả năng khai thác hệ thống CIM.
- Giảm thời gian lập quy trình công nghệ.
- Giảm số lượng dụng cụ cắt bị hỏng.

Tế bào gia công: CM (Cellular Manufacturing) là thiết bị sản xuất thường dùng để chế tạo các chủng loại chi tiết khác nhau. Công nghệ nhóm trong quy trình sản xuất đã tạo ra CM. Hệ thống sản xuất của một công ty được tổ chức thành các tế bào gia công. Các tế bào gia công bao gồm: Máy gia công và các quy trình để chế tạo một loại chi tiết nào đó. Tế bào gia công cho phép:

- Giảm đáng kể thời gian gia công chi tiết.
- Giảm 20 + 30% khối lượng lao động.
- Giảm 15 + 30% chi phí cho thiết kế kỹ thuật.
- Giảm thời gian chuẩn bị sản xuất.
- Đạt hiệu quả cao trong xử lý vật liệu.
- Nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Đơn giản hóa việc lập quy trình công nghệ chế tạo và quy trình kiểm tra.

Robot: Các lợi ích của robot đem lại:

- Tăng năng suất lao động.
- Nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Giảm phế liệu và chi phí cho những công việc lặp lại.
- Giảm chi phí cho nguyên công kiểm tra chất lượng sản phẩm.
- Giảm chi phí lao động trực tiếp.
- Có khả năng thực hiện nhiều nguyên công khác nhau.

Hệ thống FMS: FMS được coi là phiên bản đầu tiên của CIM, ứng dụng hệ thống FMS cho phép: [6]

- Tăng tính linh hoạt khi gia công các loại chi tiết khác nhau.
- Xử lý nhiều loại vật liệu khác nhau.

- Hệ thống sản xuất tiếp tục hoạt động khi có một máy ngưng hoạt động.
- Hoàn thiện sức lao động của con người.
- Hoàn thiện quá trình kiểm tra chất lượng sản phẩm.
- Giảm 50% giá thành sản xuất.
- Giảm 30% chi phí cho dụng cụ cắt.
- Giảm 50 + 90% khối lượng lao động.
- Tăng hệ số sử dụng máy.
- Nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Giảm phế liệu.
- Giảm 42% diện tích mặt bằng sản xuất.
- Nâng cao năng suất lao động tới 200 + 350%.

1.2 Sự phát triển của CIM

1.2.1 Sự phát triển của CIM trên thế giới

a. Lịch sử phát triển: Vào năm 1954, NC đã được đưa vào sản xuất và sau đó, vào năm 1955 sự phát triển của công cụ xử lý lập trình tự động đã mở đầu cho sự xuất hiện của CAM. CAD bắt đầu xuất hiện vào khoảng năm 1960 với công nghệ thiết kế cao nhờ có sự trợ giúp của máy tính. Với sự xuất hiện của vi mạch vào đầu những năm 1970, máy tính bắt đầu được ứng dụng trong tất cả các lĩnh vực của sản xuất. [7]

Khái niệm về CIM đã được tiến sĩ Joseph Harrington đưa ra vào những năm 1973. Mặc dù khái niệm của ông về CIM chưa được hoàn chỉnh, ngày nay danh từ CIM đã trở nên rất quen thuộc trong cách nói về sản xuất. CIM đã trở thành chiến lược nền tảng của tích hợp các thiết bị và hệ thống sản xuất thông qua các máy tính hoặc các bộ vi xử lý tự động.

Mục đích hiện thực lâu dài của CIM có thể đạt được thông qua việc lập kế hoạch phát triển ở tầm vĩ mô của các công ty. Sự tích hợp có hiệu quả đòi hỏi kiến thức chuyên sâu về tất cả các quá trình công nghệ và hiểu biết sâu sắc về các thiết bị sản xuất của công ty. Để cho việc ứng dụng CIM có hiệu quả thì việc tích

hợp các công nghệ tiên tiến AMT phải được thực hiện thông qua các máy tính. Máy tính chỉ hoạt động như các tọa độ phụ của công nghệ. Tuy nhiên, không có máy tính thì việc tích hợp sẽ không có hiệu quả.

Bộ quốc phòng Hòa kỳ đóng một vai trò quan trọng trong việc mở đường cho công nghệ CIM. Năm 1975 họ bắt đầu lập chương trình sản xuất có trợ giúp của máy tính của lực lượng không quân AFCAM (Air Force Computer Aided Manufacturing). Chương trình này cho phép tiếp cận tốt hơn đối với công nghệ sản xuất. Nhờ kết quả đó mà sản xuất có trợ giúp của máy tính tích hợp ICAM (Intergrated Computer Aided Manufacturing) đã được xây dựng vào năm 1976 tại phòng thí nghiệm vật liệu của không quân Hoa Kỳ dưới sự chỉ đạo của Ủy ban kỹ thuật và Viện hàn lâm quốc gia NAEC (National Academy of Enegineering Comittee) về sản xuất có sự trợ giúp của máy tính CAM. Sau khi bỏ chương trình ICAM vào năm 1985, không quân Hoa kỳ bắt đầu xây dựng chương trình CIM.

Công ty Các hệ thống tự động và máy tính CASA của hội những nhà sản xuất SME đã được thành lập vào năm 1975 để tập trung kiến thức trong lĩnh vực máy tính và tự động hóa cho sự phát triển của sản xuất. Là một hội khoa học và đào tạo, CASA/SME đã truyền bá khái niệm về CIM với đông đảo quần chúng và đã xây dựng vòng tròn nhà máy CIM nhằm cung cấp cho công nghiệp sản xuất một cái nhìn đúng đắn về CIM. Hội đồng kỹ thuật của CASA/SME đã thống nhất 5 vấn đề cơ bản của vòng tròn CIM như sau: Quản lý sản xuất và quản lý nguồn nhân lực, sản xuất và quá trình, lập kế hoạch sản xuất và kiểm tra, nhà máy tự động hóa và quản lý nguồn thông tin. Vòng tròn CIM mô tả khía cạnh tích hợp của CIM đối với quan điểm về quản lý sản xuất. CIM có những ưu điểm sau đây:

- Tính linh hoạt của sản phẩm, của sản lượng và của vật liệu.
- Nâng cao năng suất và chất lượng của gia công.
- Hoàn thiện giao diện giữa thiết kế và sản xuất.
- Giảm lao động trực tiếp và lao động gián tiếp.
- Thiết kế có năng suất và độ chính xác cao.
- Tiêu chuẩn hóa cao và sử dụng vật liệu hợp lý.

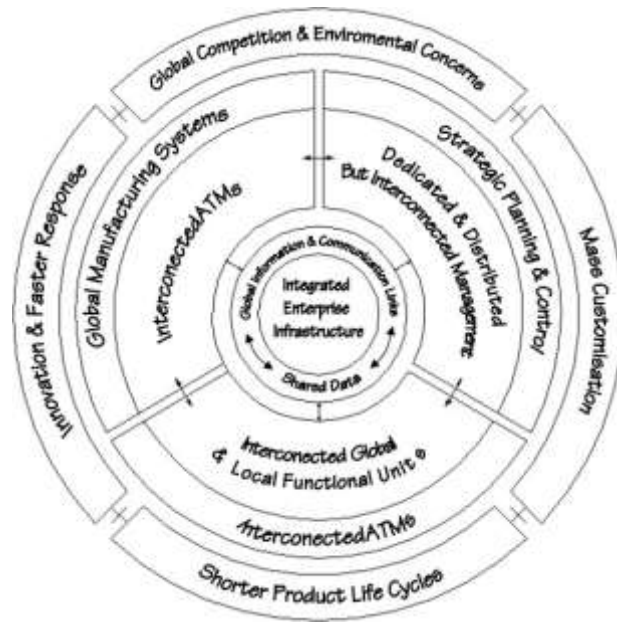
- Tiết kiệm thời gian và mặt bằng sản xuất.
- Tạo cơ sở dữ liệu chung để loại trừ các bộ phận chứa dữ liệu độc lập.
- Loại trừ các công việc lặp lại không cần thiết.
- Giảm thời gian giám sát sản xuất và số cán bộ thực hiện công việc này.
- Có ưu điểm cạnh tranh đối với các đối thủ cạnh tranh.

Khái niệm về CIM được đưa ra trong thời gian đầu có vẻ như không đạt được ý tưởng thực tế, tuy nhiên với công nghệ ngày nay thì CIM đạt được mục đích không mấy khó khăn. Tương lai của kỹ thuật là ứng dụng CIM với tác động của trí tuệ. Sản xuất trí tuệ là con đường của tương lai. Vì vậy, công nghệ sản xuất và các hệ thống CIM sẽ bao gồm cả trí tuệ để giúp các nhà máy chế tạo ra các sản phẩm có chất lượng cao, giá thành hạ

b. Hướng phát triển của CIM

Sản xuất ảo (CIM ảo) là khi các đơn vị sản xuất được liên kết với nhau trên phạm vi toàn cầu để giải quyết tất cả các vấn đề từ sản xuất đến phân phối sản phẩm. Ngày nay đã có nhiều sự liên kết toàn cầu trong rất nhiều các lĩnh vực công nghiệp. Do đó, nhà máy ảo đã được định nghĩa như một mạng liên kết toàn cầu và chỉ có nhà máy ảo mới đảm bảo được sự cạnh tranh và thị trường toàn cầu. Từ khái niệm nhà máy ảo người ta đưa ra khái niệm về CIM ảo. Nghiên cứu về CIM ảo và ứng dụng nó trong phạm vi toàn cầu đã trở nên bức thiết. Ứng dụng CIM ảo là một bước tiến quan trọng trong sản xuất tương lai đã được Lin (năm 1977) khởi xướng. Tuy nhiên, vào thời điểm này cũng có rất nhiều công trình về nhà máy ảo của Makatsoris và Besant được công bố. CIM ảo có thể thích ứng với sản xuất và phân bố toàn cầu. [8]

Trung tâm nghiên cứu công nghệ sản xuất tiên tiến của trường Đại học tổng hợp nam Australia đã đưa ra khái niệm về vòng tròn CIM ảo. Vòng tròn CIM ảo này mô tả các điều kiện thị trường toàn cầu.



Hình 1-1: Vòng tròn CIM ảo

Chú thích các khái niệm:

- Global Competition & Environmental Concerns (Sự cạnh tranh toàn cầu và những quan tâm tới vấn đề môi trường)
- Mass Customisation (Số lượng khách hàng)
- Shorter Product Life Cycles (Chu kỳ vòng đời ngắn của sản phẩm)
- Innovation & Faster Response (Sự đổi mới và đáp ứng nhanh)
- Global Manufacturing Systems (Hệ thống sản xuất toàn cầu)
- Strategic Planning & Control (Hoạch định chiến lược và điều khiển)
- Virtual Enterprise (Các nhà máy ảo)
- Interconnected ATMS (Liên kết qua lại giữa các công nghệ tiên tiến)
- Dedicated & Distributed but Interconnected Management (Phân nhỏ và nhanh nhạy nhưng phải liên kết qua lại trong quản lý)
- Interconnected Global & Local Functional Units (Các đơn vị sản xuất được liên kết ở từng khu vực và trên phạm vi toàn cầu)
- Global Information & Communication Links (Sự liên kết về thông tin và giao tiếp toàn cầu)
- Shared Data (Chia sẻ dữ liệu)

- Integrated Enterprise Infrastructure (Kết cấu hạ tầng tích hợp của các nhà máy sản xuất)

Khái niệm về vòng tròn CIM ảo cũng như vòng tròn CIM đã được các nhà sản xuất SME (Society of Manufacturing Engineers) phát triển và nó được giải thích như sau (Giải thích được bắt đầu từ vòng tròn ngoài cùng):

Vòng ngoài mô tả tình trạng thế giới hiện tại, đó là cạnh tranh toàn cầu, sự quan tâm môi trường, hàng hóa thỏa mãn nhu cầu của khách hàng, chu kỳ chế tạo sản phẩm ngắn, yêu cầu sáng tạo sản phẩm và trả lời nhanh.

Vòng thứ hai mô tả các hệ thống toàn cầu, đó là các nhà máy ảo, các hệ thống sản xuất toàn cầu và những hoạch định sản xuất mang tính chiến lược.

Vòng thứ ba giải thích cách thức thực hiện, đó là sự liên kết toàn cầu về sản xuất, sự liên kết của các công nghệ tiên tiến, sự chuyên môn hóa và phân phối riêng biệt nhưng được quản lý chung.

Vòng thứ tư mô tả sự cần thiết của thông tin và liên kết toàn cầu, đồng thời sự cần thiết phải phân chia dữ liệu giữa các hệ thống.

Vòng trung tâm mô tả kết quả của CIM như một nhà máy tích hợp toàn cầu thông qua cấu trúc tích hợp.

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc đầu tư vào CIM và để giúp nền công nghiệp sản xuất, nhiều nhà nghiên cứu đã tìm ra những giải pháp để ứng dụng CIM. Dưới đây là một số hướng nghiên cứu về CIM:

- Hợp lý hóa CIM và chiến lược quản lý CIM.
- Nhà máy tích hợp cho CIM với gianh giới địa lý.
- Mạng liên kết của CIM.
- Công cụ và công nghệ tiên tiến cho việc ứng dụng CIM.
- Mô hình hệ thống sản xuất.
- Ứng dụng trí tuệ nhân tạo AI (Artificial Intelligence) như Fuzzy logic, mạng notron để tích hợp trí tuệ toàn phần các hệ thống sản xuất.

Chỉ tiêu “hợp lý hóa và chiến lược quản lý CIM” được nghiên cứu theo chiều hướng: Các nghiên cứu đều tập trung vào việc đảm bảo cho nhà quản lý các nguyên tắc ứng dụng CIM trong môi trường sản xuất của mình.

Chỉ tiêu “nhà máy tích hợp cho CIM với gianh giới địa lý” được nghiên cứu theo cấu trúc và mô hình hóa của nhà máy tích hợp, theo hợp tác CAD/CAM toàn cầu thông qua các hệ thống phụ trợ của CIM.

Chỉ tiêu “mạng liên kết của CIM” bao gồm ứng dụng mạng trên phạm vi rộng và Internet cho CIM, tăng cường thông tin bằng giữ liệu tích hợp mối quan hệ giữa khách hàng và nhà sản xuất, các dữ liệu quản lý trong các hệ thống CIM.

Chỉ tiêu “công cụ và công nghệ tiên tiến cho việc ứng dụng CIM” được nghiên cứu về robot, tự động hóa và sản xuất trí tuệ.

Chỉ tiêu “mô hình hệ thống sản xuất” được nghiên cứu về tích hợp các mô hình thông tin với các mô hình chức năng của CIM, mô hình mô phỏng tích hợp của CIM và các hệ thống thiết kế của CIM.

Chỉ tiêu “Ứng dụng trí tuệ nhân tạo” bao gồm các hướng nghiên cứu về ứng dụng các mạng neuron trong tự động hóa sản xuất, hệ thống hoạch định trí tuệ và các mô hình thích nghi của CIM.

1.2.2 Sự phát triển của các hệ thống CIM của Việt Nam

Nhịp độ phát triển của sản xuất tự động hóa toàn phần FMS & CIM phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó hai yếu tố: Lực lượng lao động có trình độ chuyên môn cao và nguồn tài chính đóng vai trò quan trọng nhất. FMS & CIM là những hệ thống sản xuất có mức độ tự động hóa cao, chúng đã và đang được ứng dụng rộng rãi ở các nước công nghiệp phát triển. Tuy ở Việt nam sản xuất tự động hóa mới chỉ ở giai đoạn đầu của sự phát triển, nhưng để hoàn thành sự nghiệp công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước thì việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng các hệ thống FMS & CIM đã và đang được quan tâm đặc biệt.

Hiện nay CIM còn là một khái niệm khá mới mẻ đối với các nhà máy tại Việt Nam. Hầu như không thấy sự ứng dụng của các hệ thống CIM trong sản xuất.

Tuy nhiên với làn sóng đầu tư rất mạnh đang tràn vào Việt nam sau khi gia nhập WTO, các hệ thống sản xuất tự động toàn phần đang phát triển nhanh chóng và trong tương lai CIM sẽ được ứng dụng vào sản xuất. Để bắt kịp với sự phát triển nhanh của nền công nghiệp thế giới, việc đào tạo ra một đội ngũ cán bộ vận hành và quản lý có kiến thức về CIM là rất quan trọng. Vì vậy việc giảng dạy về FMS & CIM đang được đặc biệt chú trọng tại các trường đại học kỹ thuật của Việt nam

1.3 Ứng dụng và hiệu quả của CIM

1.3.1 Ứng dụng của CIM

Thiết lập một hệ thống sản xuất tích hợp có sự trợ giúp của máy tính CIM là một vấn đề không đơn giản nó không chỉ phụ thuộc vào khả năng tài chính của công ty mà còn phụ thuộc vào đội ngũ nhân lực của công ti do đó việc ứng dụng một hệ thống CIM vào sản xuất của một công ty phải được xem xét một cách cẩn thận. Thực tế khi mà sản xuất phát triển, nhu cầu của khách hàng thay đổi thường xuyên và không ngừng nâng cao, sự cạnh tranh mạnh của nhiều công ty trên phạm vi toàn cầu thì yêu cầu ứng dụng một hệ thống CIM cho sản xuất là rất cần thiết. Trong hệ thống CIM chức năng thiết kế và chế tạo được gắn kết với nhau cho phép khép kín chu trình chế tạo sản phẩm và tạo ra sản phẩm một cách nhanh chóng bằng các quy trình sản xuất linh hoạt và hiệu quả. Với hệ thống CIM, nó có khả năng cung cấp sự trợ giúp máy tính cho tất cả các chức năng thương mại, bao gồm các hoạt động từ khâu tiếp nhận đơn đặt hàng cho đến cung cấp, phân phối sản phẩm của một nhà máy.

CIM tham gia vào môi trường sản xuất công nghiệp: điều khiển robot lắp ráp, gia công, sơn phủ đánh bóng, gia công hàn, kiểm soát chất lượng sản phẩm, đóng gói, vận chuyển và phân phát hàng hoá.

CIM tham gia vào các quá trình công nghệ: thiết kế và sản xuất có trợ giúp máy tính (CAD/CAM). Lập kế hoạch sản xuất và quy trình công nghệ có trợ giúp của máy tính (Computer Aided Process Planning / Computer Aided Engineering (CAPP/CAE)).

CIM bao gồm mạng và các hệ thống: các phần cứng và phần mềm truyền thông trong nhà máy, quản lý thông tin dữ liệu bao gồm cả việc thu thập, lưu trữ và truy xuất dữ liệu.

CIM tham gia vào việc cải thiện không ngừng các quá trình sản xuất: lập kế hoạch và kiểm soát nguyên liệu đầu vào, các hệ thống theo dõi và kiểm soát chất lượng, các kỹ thuật và phương pháp thanh tra giám sát như lập kế hoạch và quản lý nguồn lực sản xuất, lập kế hoạch và quản lý nguồn lực công ty, kiểm tra chất lượng toàn bộ và phương thức sản xuất đáp ứng kịp thời sự thay đổi nhanh chóng của các chủng loại sản phẩm. [10]

1.3.2 Hiệu quả của CIM

Hệ thống CIM có thể tạo ra lợi nhuận vững chắc cho người sử dụng hơn là các hệ thống sản xuất thông thường khác. CIM cho phép một nhà máy sản xuất thích ứng nhanh chóng với sự thay đổi của thị trường và cung cấp các hướng phát triển cơ bản của sản phẩm trong tương lai. Với sự trợ giúp của các máy tính trong CIM, các hoạt động phân đoạn của quá trình sản xuất được tích hợp thành một hệ thống sản xuất thống nhất, hoạt động trôi chảy với sự giảm thiểu thời gian và chi phí sản xuất đồng thời nâng cao chất lượng sản phẩm. Trong hệ thống CIM cho phép sử dụng tối ưu các thiết bị, nâng cao năng suất lao động, luôn ứng dụng các công nghệ tiên tiến và giảm thiểu sai số gây ra bởi con người, kinh nghiệm sử dụng CIM cho thấy những lợi ích điển hình sau đây: [11]

- Nhanh chóng cho ra đời sản phẩm mới kể từ lúc nhận đơn đặt hàng.
- Giảm 15-30% giá thành thiết kế.
- Giảm 30-60% thời gian chế tạo chi tiết.
- Tăng năng suất lao động lên tới 4-70%.

- Nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm được 20-50% phế phẩm.
- Quản lý vật tư hàng hoá sát thực tế hơn.
- Tăng khả năng cạnh tranh của sản phẩm và đáp ứng nhu cầu thị trường.
- Hoàn thiện được phương pháp thiết kế sản phẩm, ví dụ: sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn cùng với máy tính cho phép thực hiện phép tính nhanh hơn 30 lần so với các phương pháp thông thường khác cho nhiều phương án thiết kế khác nhau.

1.4 Cấu trúc hệ CIM

CIM (Computer Integrated Manufacturing) – hay còn gọi là sản xuất tích hợp bằng máy tính – có thể được hiểu một cách tổng quát như là một chiến lược sản xuất hiện đại, được xây dựng nhằm hướng đến việc đáp ứng nhanh chóng và hiệu quả các nhu cầu của thị trường. Đây là một phương thức sản xuất tiên tiến, dựa trên việc khai thác tối đa những thành tựu của công nghệ thông tin, tự động hóa, điện tử và kỹ thuật điều khiển để xây dựng nên một hệ thống sản xuất tích hợp toàn diện, nơi mọi thành phần – từ thiết kế, lập kế hoạch, vận hành đến kiểm tra – đều được kết nối và điều phối thống nhất thông qua các phần mềm và hệ thống điều khiển trung tâm. [12]

CIM cho phép các doanh nghiệp thiết lập một mô hình sản xuất linh hoạt, hiệu quả và có khả năng thích ứng nhanh với các thay đổi của thị trường. Không chỉ giúp rút ngắn thời gian đưa sản phẩm ra thị trường, CIM còn tăng cường khả năng cạnh tranh nhờ tối ưu hóa chi phí, nâng cao chất lượng sản phẩm và ứng dụng nhanh chóng các sáng kiến, công nghệ mới vào quy trình sản xuất. Có thể nói, CIM không chỉ là một công nghệ, mà còn là một định hướng phát triển tất yếu trong xu thế cách mạng công nghiệp 4.0 hiện nay.

Tuy nhiên, việc áp dụng CIM vào thực tế sản xuất, đặc biệt tại các quốc gia có nền công nghiệp đang phát triển như Việt Nam, vẫn còn gặp nhiều thách thức và rào cản. Để triển khai thành công mô hình sản xuất tích hợp bằng máy tính,

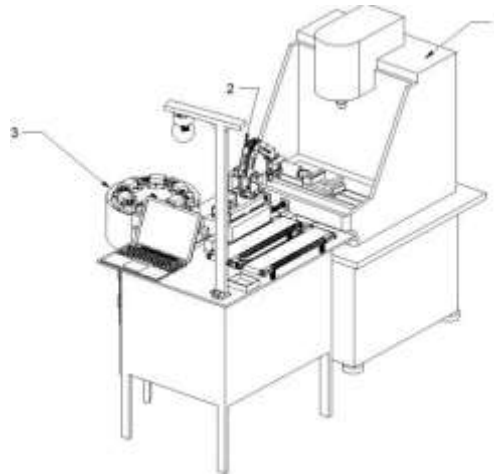
doanh nghiệp cần đáp ứng hàng loạt điều kiện: từ khả năng tài chính vững mạnh, trình độ tay nghề và năng lực công nghệ của người lao động, cho đến năng lực quản lý, mức độ sẵn sàng của hạ tầng công nghệ thông tin, cũng như khả năng tiếp cận và thích nghi với các hệ thống kỹ thuật tiên tiến. Đặc biệt, CIM chỉ phát huy được tối đa hiệu quả khi được triển khai một cách đồng bộ và triệt để trên toàn bộ hệ thống sản xuất. Nếu chỉ áp dụng cục bộ hoặc thiếu sự tích hợp xuyên suốt, hệ thống rất dễ bị phân mảnh, mất tính đồng bộ và không đạt được những lợi ích như kỳ vọng.

Trong lĩnh vực sản xuất công nghiệp, CIM thường được hiểu là một hệ thống sản xuất tự động hoàn toàn, trong đó toàn bộ các thành phần và công đoạn của dây chuyền sản xuất đều được tích hợp và điều khiển thông qua phần mềm trung tâm. Một hệ thống CIM cơ bản thường bao gồm: các máy công cụ điều khiển số (CNC), bàn xoay hoặc hệ thống vận chuyển phôi, kho lưu trữ thông minh, hệ thống kiểm tra chất lượng tự động, và hệ thống điều khiển tích hợp đóng vai trò kết nối, giám sát và tối ưu hóa toàn bộ quá trình. Nhờ đó, doanh nghiệp có thể đạt được mức độ tự động hóa cao, giảm thiểu sai sót do con người, đồng thời cải thiện đáng kể năng suất và chất lượng sản phẩm.

Tóm lại, CIM là một trong những chìa khóa quan trọng để doanh nghiệp hiện đại hóa sản xuất, nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển bền vững trong môi trường công nghiệp đầy biến động ngày nay. Tuy vậy, việc triển khai thành công CIM đòi hỏi một tầm nhìn chiến lược, sự đầu tư nghiêm túc và cam kết lâu dài từ phía doanh nghiệp cũng như sự hỗ trợ mạnh mẽ từ các chính sách vĩ mô và môi trường công nghệ quốc gia.

Sơ đồ hệ thống:

1. Bàn cấp phôi
2. Cánh tay robot
3. Máy phay CNC



Hình 1-2: Kết cấu tổng thể của hệ thống

1.4.1 Máy CNC

CNC là viết tắt của cụm từ tiếng anh Computer Numerical Control nghĩa là máy tiện kim loại được điều khiển bằng máy tính. Vì thế bộ não của máy CNC là máy tính. Đây không phải là mausy tính bình thường mà là máy tính với công suất tính toán cực nhanh. Hệ điều hành mà nó sử dụng là Fanuc, Fargor hoặc mazak chứ không phải là Windows hay Mac như các máy tính thông thường.

Máy tính này sẽ điều khiển các bộ phận cơ khí để cắt gọt kim loại. Chương trình được viết sẵn và được tự động thi hành khi bạn bấm nút start. Chương trình này được dịch ra một thứ ngôn ngữ để máy tính có thể hiểu được. Sau đó, máy tính chuyển lệnh từ các chương trình qua các mạch điện tử đến điều khiển các bộ phận cơ khí

- Ưu điểm cơ bản của máy CNC:
 - So với các máy điều khiển công cụ bằng tay, sản phẩm từ máy CNC không phụ thuộc vào tay nghề của người điều khiển mà phụ thuộc vào nội dung, chương trình được đưa vào máy. Người điều khiển chỉ chú ý theo dõi kiểm tra các chức năng hoạt động của máy.
 - Độ chính xác cao hơn, thường đạt đến 0.001mm.
 - Tốc độ cắt cao. Thời gian ngắn hơn.
 - Ít phải dừng vì kĩ thuật, do đó thời gian dừng máy ngắn.

- Tiêu hao do kiểm tra ít do đó chi phí cho kiểm tra ít hơn.
- Thời gian hiệu chỉnh máy nhỏ, có thể gia công hàng loạt.
- Đảm bảo tính kinh tế, nâng cao năng suất.
- Nhược điểm máy CNC
 - Giá thành chế tạo cao.
 - Chi phí bảo dưỡng, sửa chữa cao.
 - Vận hành, thay đổi người khó khăn hơn. Yêu cầu có trình độ.

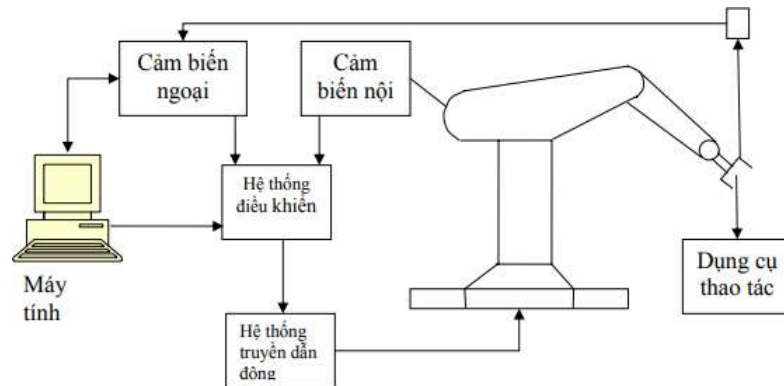
Lí do máy phay CNC được lựa chọn trong hệ thống CIM vì những lý do sau:

- ✓ Tính linh hoạt cao: Máy phay CNC có thể gia công nhiều dạng bề mặt phức tạp trên nhiều loại vật liệu, từ các rãnh phẳng cho đến các mặt cong không gian.
 - ✓ Khả năng tích hợp cao: Với các dòng trung tâm gia công (machining centers), máy phay CNC có thể kết hợp nhiều nguyên công như phay, khoan, doa, taro trong một lần gá đặt.
 - ✓ Tự động hóa hiệu quả: Máy có hệ thống thay dao tự động (ATC) và có thể tích hợp với robot, băng tải, và hệ thống quản lý dữ liệu trong CIM.
 - ✓ Phù hợp với nhu cầu gia công phổ biến: Trong hệ thống sản xuất hiện đại, đa số chi tiết đều cần phay để tạo biên dạng hoặc các mặt phẳng chức năng.
 - ✓ Cân bằng giữa chi phí và khả năng: Máy phay CNC 3 trục hoặc 3+1 trục là lựa chọn tối ưu để vừa đảm bảo khả năng gia công tương đối phức tạp, vừa giữ mức đầu tư hợp lý.
- ➔ Với yêu cầu linh hoạt trong sản xuất, khả năng tích hợp và tiết kiệm chi phí đầu tư, máy phay CNC là lựa chọn hợp lý nhất cho hệ thống CIM hiện đại. Nó đáp ứng tốt cả về kỹ thuật và kinh tế trong gia công chi tiết cơ khí có độ chính xác và hình dạng đa dạng.

1.4.2 Cánh tay Robot

Trong bối cảnh công nghiệp hiện đại, nhu cầu nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm đòi hỏi việc ứng dụng rộng rãi các thiết bị tự động hóa, đặc biệt là robot công nghiệp. Trong hệ thống sản xuất tích hợp CIM (Computer

Integrated Manufacturing), robot đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo tính linh hoạt, tự động hóa cao và giảm sự phụ thuộc vào lao động thủ công.



Hình 1-3: Cánh tay robot

Để tiêu chuẩn hoá công việc thiết kế, Robot được chia làm ba phần chính: nguồn cung cấp năng lượng, bộ điều khiển và phần tay máy. Mỗi phần trong ba phần chính trên bao gồm nhiều bộ phận và các bộ phận có thể biến đổi để đáp ứng tiêu chuẩn và các thông số thiết kế của mỗi Robot nhất định.

Tùy theo chỉ tiêu phân loại có thể có rất nhiều kiểu phân loại robot.

- Phân loại theo số bậc tự do: Robot 1, 2, 3, ... bậc tự do
- Phân loại theo hệ năng lượng:
 - + Robot hoạt động theo năng lượng điện
 - + Robot hoạt động theo năng lượng thuỷ lực
 - + Robot hoạt động theo năng lượng khí nén
 - + Robot hoạt động theo năng lượng mặt trời
- Phân loại theo phương pháp điều khiển:
 - + Robot có điều khiển số (CNC)
 - + Robot có điều khiển logic khả trình (PLC)
 - + Robot có điều khiển trí tuệ nhân tạo
 - + Robot có điều khiển thích nghi
- Phân loại theo hệ truyền động: Phụ thuộc vào nguồn động lực ta có thể phân ra:
 - + Robot với truyền động gián tiếp

- + Robot với truyền động trực tiếp
- Phân loại theo cấp chính xác:
 - + Cấp chính xác tuyệt đối
 - + Cấp chính xác lặp lại

1.4.3 Bàn xoay phôi

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ, việc áp dụng các giải pháp tự động hóa trong sản xuất công nghiệp ngày càng trở nên phổ biến và cần thiết. Tự động hóa không chỉ giúp giảm sức lao động thủ công, tăng độ chính xác và độ lặp lại trong sản xuất, mà còn nâng cao năng suất, tiết kiệm chi phí vận hành và tối ưu hóa chuỗi cung ứng. Trong lĩnh vực cơ khí chế tạo, đặc biệt là với các hệ thống gia công CNC (Computer Numerical Control), yêu cầu về tốc độ, tính chính xác và khả năng hoạt động liên tục ngày càng cao. Điều này kéo theo nhu cầu phát triển các hệ thống phụ trợ thông minh, trong đó hệ thống cấp phôi tự động là một thành phần quan trọng, góp phần hoàn thiện dây chuyền sản xuất khép kín.

Một trong những phương pháp cấp phôi hiệu quả và phổ biến trong môi trường sản xuất vừa và nhỏ hiện nay là sử dụng bàn xoay cấp phôi tự động. Đây là một cơ cấu cơ điện được thiết kế với nhiều vị trí chứa phôi, có khả năng xoay chính xác theo từng góc định trước, giúp luân phiên đưa phôi mới vào vùng làm việc của máy CNC hoặc vị trí chờ của hệ thống gắp. So với các phương án cấp phôi tuyến tính hay cấp phôi bằng robot, bàn xoay có ưu điểm là cấu trúc đơn giản, chi phí thấp, tiết kiệm diện tích mặt bằng và dễ dàng tích hợp với các thiết bị điều khiển như PLC, Arduino hoặc các hệ thống nhúng.

Trong quá trình gia công bằng máy phay CNC, đặc biệt là trong các dây chuyền sản xuất hàng loạt, thao tác cấp phôi nếu thực hiện thủ công sẽ tốn nhiều thời gian, tiềm ẩn sai số và làm giảm hiệu quả tổng thể của dây chuyền. Bàn xoay cấp phôi tự động giúp giải quyết triệt để vấn đề này bằng cách tự động hóa hoàn toàn quá trình đưa phôi đến vị trí gia công, đồng thời có thể kết hợp với cảm biến

để nhận biết phôi, xác định màu sắc, hình dạng, hoặc trạng thái có/không của phôi, từ đó tăng tính linh hoạt và thông minh cho toàn hệ thống.

Với mong muốn tìm hiểu và ứng dụng các kiến thức đã học vào thực tiễn, đồng thời góp phần vào xu hướng tự động hóa trong sản xuất cơ khí, nhóm thực hiện đã chọn đề tài: "Thiết kế và điều khiển bàn xoay cấp chuyển phôi tự động cho hệ thống máy phay CNC" làm đề tài tốt nghiệp. Đề tài tập trung vào thiết kế cơ khí, lựa chọn linh kiện điều khiển, xây dựng giải thuật điều khiển bàn xoay và tích hợp cảm biến, từ đó hình thành nên một hệ thống cấp phôi đơn giản nhưng hiệu quả, có thể mở rộng và nâng cấp trong tương lai.

➤ Lịch sử phát triển của bàn chuyển cấp phôi

- Giai đoạn thủ công – trước năm 1950:
 - + Trong thời kỳ này, việc cấp phôi cho máy công cụ chủ yếu được thực hiện bằng tay hoặc các cơ cấu đơn giản như bàn trượt, máng trượt, máng rung cơ học.
 - + Các hệ thống cấp phôi mang tính thủ công, không có tính lặp lại cao, phụ thuộc vào kỹ năng và sự tập trung của công nhân.
 - + Bàn xoay chưa xuất hiện hoặc chỉ tồn tại dưới dạng cơ cấu quay tay cơ học, không được tự động hóa.
- Thời kỳ cơ giới hóa – 1950 đến 1970:
 - + Khi ngành cơ khí phát triển sau Thế chiến thứ hai, máy móc cơ khí hóa dần thay thế sức người.
 - + Xuất hiện các bàn quay cơ khí sử dụng động cơ AC hoặc cơ cấu cam để xoay các phôi theo từng bước.
 - + Các hệ thống semi-tự động bắt đầu xuất hiện trong các dây chuyền sản xuất ô tô và cơ khí chính xác.
 - + Tuy nhiên, bàn xoay vẫn hoạt động theo thời gian cố định, chưa có khả năng cảm biến hay linh hoạt theo điều kiện làm việc.
- Tự động hóa sơ khai – 1970 đến 1990:

- + Sự ra đời của bộ điều khiển logic khả trình (PLC) và cảm biến cơ bản đã giúp cải tiến đáng kể hệ thống bàn xoay.
- + Bàn xoay bắt đầu được điều khiển bằng rơ le lập trình hoặc PLC, giúp kiểm soát vị trí dừng, thời gian cấp phôi, số vòng quay...
- + Xuất hiện các bàn xoay nhiều trạm dừng cho ngành điện tử, cơ khí, dược phẩm...
- + Tuy nhiên, phân cơ khí vẫn công kênh, chi phí đầu tư cao và yêu cầu bảo trì nhiều.
- Giai đoạn hiện đại – 1990 đến 2010
 - + Các bàn xoay servo, bàn xoay điều khiển bước ra đời với độ chính xác cao và khả năng điều khiển linh hoạt.
 - + Bắt đầu tích hợp các cảm biến vị trí, cảm biến màu, cảm biến quang giúp phân loại, kiểm tra, và cấp phôi thông minh.
 - + Các dây chuyền sản xuất tích hợp robot và hệ thống phân phối tự động, bàn xoay trở thành một mắt xích chính trong hệ thống tự động hóa công nghiệp.
 - + PLC phát triển mạnh với nhiều dòng tốc độ cao, hỗ trợ giao tiếp Ethernet, Modbus...
- Thời kỳ công nghiệp 4.0 – từ 2010 đến nay:
 - + Bàn xoay cấp phôi trở thành một phần của hệ thống sản xuất thông minh:
 - + Kết nối mạng (IoT)
 - + Giao tiếp thời gian thực với robot, HMI, SCADA
 - + Tự động điều chỉnh theo dữ liệu cảm biến, trạng thái máy CNC
 - + Các bộ điều khiển mở như Arduino, ESP32, Raspberry Pi bắt đầu được sử dụng trong các ứng dụng chi phí thấp, linh hoạt cao, đặc biệt tại doanh nghiệp vừa và nhỏ.
 - + Bàn xoay hiện đại có thể tự học, tự điều chỉnh tần suất cấp phôi, tích hợp AI nhẹ để phát hiện lỗi sản phẩm hoặc phân tích dữ liệu sản xuất.

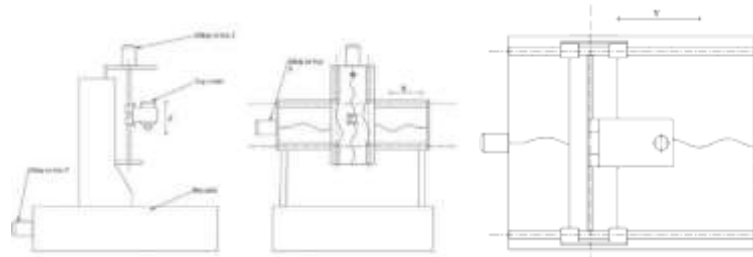
CHƯƠNG 2 CÁC PHƯƠNG ÁN VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN

2.1 Máy phay CNC

2.1.1 Phân tích, lựa chọn phương án chuyển động dao

2.1.1.1 Phương án 1: Phôi cố định

- Trục Y chuyển động trên bề mặt má, trục X chuyển động trên trục Y, trục Z chuyển động trên trục X.
- Đặc điểm:
 - + Trục Y có thể trượt được trên bề mặt đỡ vừa nâng được các trục X và Z thì nó thường phải có kết cấu vững chắc và có các thanh răng ngang, để toàn bộ phần trượt Y không bị vênh. Xóc xệch khi di chuyển. Đồng thời 2 tấm đỡ 2 bên phải đủ độ dày để khi cắt vào trục trượt của bề mặt đỡ thì khớp trượt không bị rơ, đảm bảo trượt ổn định và không sai số.
 - + Trục X trượt trên trục Y có gắn các hệ số các thanh trượt, cơ cấu truyền động, động cơ ... tất cả các bộ phận này chuyển động cùng với trục Y.



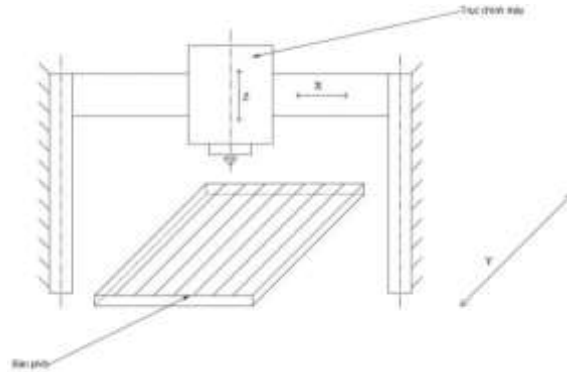
Hình 2-1: Phương án 1

- + Trên trục Z có bắt các cơ cấu bắt động cơ chạy di chuyển. Trục Z trượt trên trục X nên trên bộ phận trượt trục X có các thanh trượt, động cơ, cơ cấu truyền động cho trục Z.

2.1.1.2 Phương án 2: Phôi di chuyển trên trục Y, dụng cụ di chuyển trên trục X và Z

- Phần cố định bao gồm khung máy (hay bề mặt đỡ), các trục trượt, động cơ và cơ cấu truyền động của trục X và trục Y gắn cố định và khung máy.

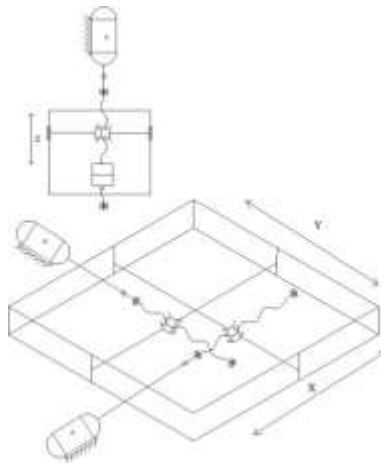
- Trục X và trục Y đều trượt trên các thanh trượt gắn cố định ở khung, trục Z trượt trên trục X, nên trên trục X có gắn các thanh trượt, động cơ và cơ cấu truyền động của trục Z.



Hình 2-2: Phương án 2

2.1.1.3 Phương án 3: Bàn máy mang phôi di chuyển trên trục X, Y

- Động cơ trục chính di chuyển lên xuống theo trục Z còn bàn máy mang phôi di chuyển theo trục X, Y.



Hình 2-3: Phương án 3

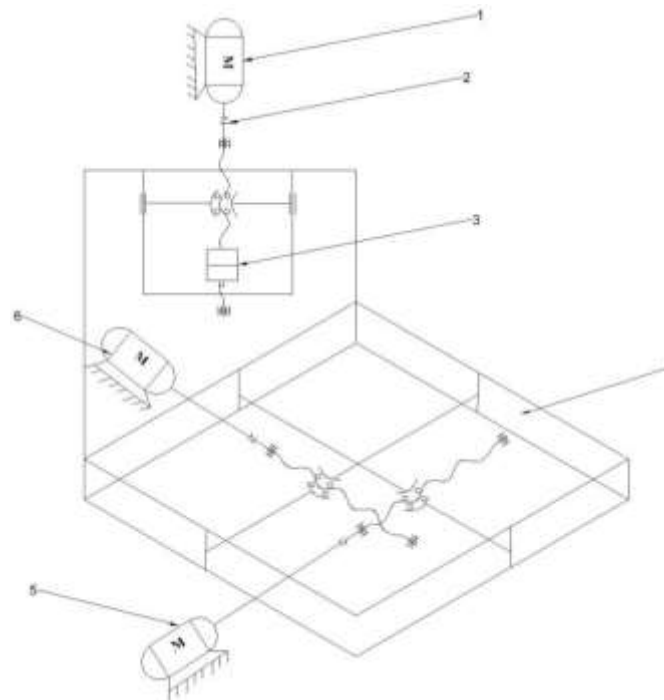
2.1.1.4 Kết luận

⇒ Từ phân tích các phương án chuyển động trên cùng với mục đích sử dụng mô hình thí nghiệm, nhóm em chọn phương án 3 bàn máy mang phôi di chuyển trên X, Y sẽ làm tăng diện tích gia công nhưng kích thước máy vẫn nhỏ gọn.

2.1.2 Nguyên lý làm việc của máy

- Máy CNC 3 trục có cấu tạo gồm 1 bàn gá sản phẩm, 1 trục chính(spindle) quay ở tốc độ cao gắn các loại dao cụ để thực hiện gia công và các trục X, Y, Z. Khi cấp điện cho các động cơ gắn vào các trục và thông qua bộ truyền vít me – đai ốc trục X, Y sẽ di chuyển kéo theo bàn gá sản phẩm. Khi động cơ gắn trên trục Z được khởi động sẽ kéo theo sự dịch chuyển lên xuống của động cơ trục chính gắn dao cụ gia công khiến tạo ra chiều sâu cắt nhất định.
- Chuyển động của các trục X, Y, Z được điều khiển bởi động cơ được cung cấp bởi dòng điện xoay chiều hoặc dòng điện 1 chiều.
- Tốc độ dịch chuyển của máy được thực hiện bởi đưa ra các lệnh.
- Tất cả hoạt động của máy được thực hiện bằng các mã CNC code như dịch chuyển các trục về 1 vị trí xác định, vận tốc cắt, chiều sâu cắt, đóng mở trục chính...
- Đối với mỗi mã đều được hoạt động riêng biệt.

2.1.3 Sơ đồ động học của máy phay CNC



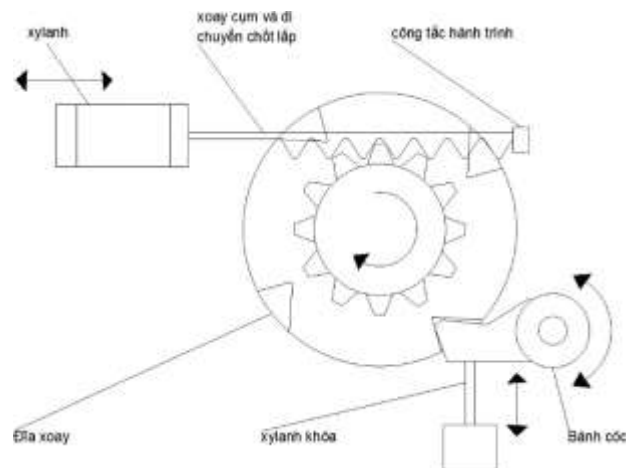
Hình 2-4: Sơ đồ động học máy phay CNC

Trong đó:

1. Động cơ step trục z
2. Khớp nối
3. Spindle
4. Bàn máy
5. Động cơ step trục x
6. Động cơ step trục y

2.2 Bàn xoay cấp phôi:

2.2.1 Bàn xoay phôi khí nén



Hình 2-5: Bàn xoay cấp phôi khí nén

Nguyên lý làm việc: khi có tín hiệu từ cảm biến xy lanh đi ra đẩy bàn xoay quay với hành trình hạn chế, khi chạm công tắc hành trình thì xylanh dừng lại

Ưu điểm:

- Đáp ứng nhanh
- Dễ vận hành
- Có thể sử dụng trong môi trường có chất lỏng không ăn mòn

Nhược điểm:

- Công kênh gây rung lắc mạnh
- Một số loại có độ chính xác không cao

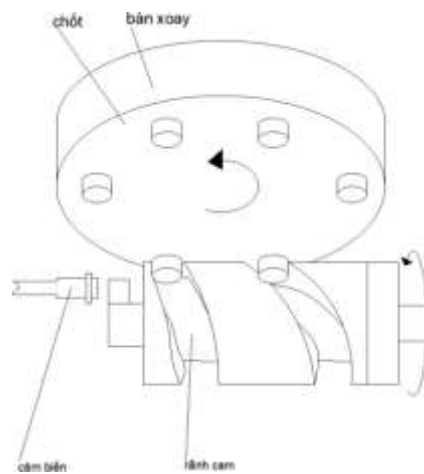
- Chịu tải trọng cực thấp
- Dễ hư hỏng
- Cần nguồn cấp khí cho xylanh khí nén
- Chi phí cao
- Xylanh dễ bị hư nếu bị kẹt

Ứng dụng trong công nghiệp:

- Dùng trong các dây chuyền cấp chuyển vị trí phôi, chiết rót, đóng nắp chai tự động
- Dùng trong máy gia công cơ khí như taro tự động

2.2.2 Bàn xoay phôi truyền động bằng động cơ

2.2.2.1 Bàn xoay phôi truyền động bằng động cơ kết hợp bộ truyền trục vít



Hình 2-6: Bàn xoay truyền động bằng cơ cấu cam

Nguyên lý hoạt động: khi có tín hiệu động cơ quay dẫn động trục khuỷu quay, trục khuỷu quay một vòng thì dừng lại khi có tín hiệu từ cảm biến, khi đó bàn xoay quay được một góc, cứ tiếp tục như thế để xác định vị trí.

Ưu điểm:

- Chịu được tải trọng cao
- Độ ổn định, độ cứng vững cao
- Độ chính xác cao

- Chi phí bảo trì thấp

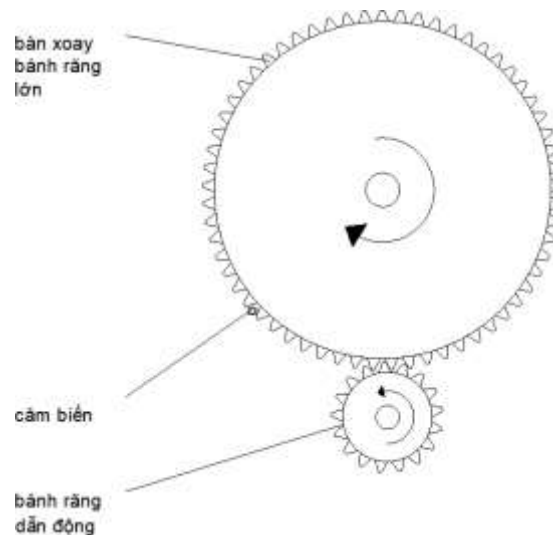
Nhược điểm:

- Gia công bánh dẫn khó, hành trình của mâm xoay không được quá lớn
- Gây ồn, mài mòn
- Việc thiết kế khó khăn

Ứng dụng trong công nghiệp

- Máy cấp phôi tự động (máy tiện, máy phay CNC, máy đóng gói...).
- Dây chuyền lắp ráp tự động: cấp chi tiết lắp ráp, kiểm tra chất lượng.
- Hệ thống phân loại sản phẩm (sorting system).
- Các máy chế biến thực phẩm, dược phẩm, điện tử...

2.2.2.2 Bàn xoay phôi truyền động bằng động cơ kết hợp bộ truyền bánh răng



Hình 2-7: Bàn xoay truyền động bằng bộ truyền bánh răng

Nguyên lý hoạt động: Bàn xoay sử dụng cảm biến tiệm cận để đếm số răng quay được để biết hành trình hoặc gắn encoder để biết vị trí đang ở đâu, khi động cơ quay tính tiêu từ cảm biến sẽ cho biết động cơ dừng đúng với yêu cầu làm việc của bàn xoay

Ưu điểm:

- Truyền động chính xác hiệu suất cao
- Kết cấu vững, làm việc ổn định
- Chịu tải tốt
- Dễ vận hành sử dụng

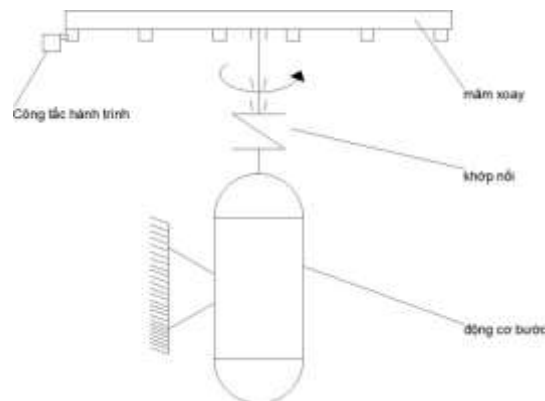
Nhược điểm:

- Bánh răng nhanh mòn cần bôi trơn liên tục
- Cần chọn vòng bi mâm phù hợp với tải trọng lớn
- Gây tiếng ồn khi tốc độ cao

Ứng dụng trong công nghiệp:

- Ứng dụng đa năng như bàn xoay cấp phôi, bàn máy máy khoan, bàn máy CNC, ...

2.2.2.3 Bàn xoay phôi truyền động trực tiếp bằng động cơ bước



Hình 2-8: Bàn xoay phôi truyền động trực tiếp từ động cơ bước

Nguyên lý hoạt động: thông qua động cơ bước bàn xoay sẽ được điều khiển để di chuyển lần lượt đến các góc mong muốn hoặc vị trí được định vị từ trước để cung cấp phôi gia công

Ưu điểm:

- Độ chính xác truyền động cao
- Chi phí thấp

- Dễ chế tạo vận hành
- Ít rung lắc, độ ổn định cao
- Có khả năng tự hãm

Nhược điểm

- Chỉ chịu được tải trọng vừa và thấp, cần hộp giảm tốc nếu tải cao

Ứng dụng trong công nghiệp:

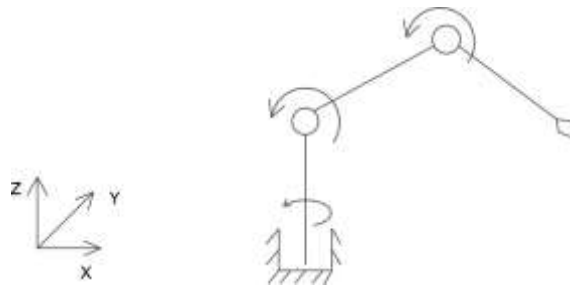
- Gia công cơ khí chính xác: Trong các máy CNC (tiện, phay, mài...), bàn cấp phôi tự động giúp đưa phôi vào đúng vị trí gia công mà không cần dừng máy, tiết kiệm thời gian và nâng cao năng suất.
- Dây chuyền lắp ráp tự động: Trong công nghiệp ô tô, điện tử, sản xuất thiết bị y tế... bàn chuyển phôi tự động di chuyển phôi từ vị trí này sang vị trí khác để thực hiện các công đoạn lắp ráp, kiểm tra.
- Máy đóng gói: Đưa sản phẩm vào đúng vị trí để đóng gói bao bì, niêm phong, dán nhãn tự động.
- Ngành thực phẩm và dược phẩm: Xếp chai lọ, vỉ thuốc, hộp thực phẩm... lên băng chuyền để đưa vào dây chuyền sản xuất hoặc đóng gói tự động.
- Hệ thống phân loại (sorting): Dùng bàn cấp phôi tự động quay bàn để định vị sản phẩm trước khi robot hoặc tay gắp lấy đi, phân loại hoặc đóng gói.

2.2.2.4 Kết luận

Từ phân tích các phương án chuyển động trên cùng với mục đích sử dụng mô hình thí nghiệm, nhóm em chọn phương án Bàn xoay phôi truyền động trực tiếp bằng động cơ bước.

2.3 Cánh tay Robot

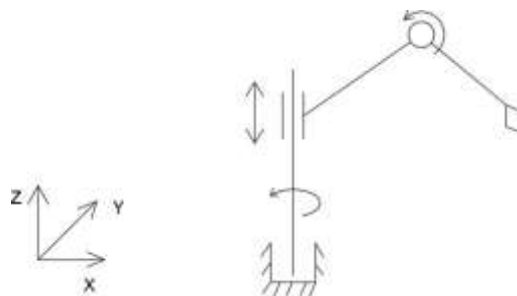
2.3.1 Phương án 1: Robot 3DOF – RRR



Hình 2-9: Phương án 1: RRR

- Gồm 3 khớp quay liên tiếp: quay cơ sở, quay vai, quay khuỷu.
- Ưu điểm: Cấu trúc đơn giản, chế tạo dễ, điều khiển dễ hiểu.
- Hạn chế:
 - + Không có chuyển động tịnh tiến, khó tiếp cận các vị trí nằm trên trục Z (cao/thấp khác nhau).
 - + Khó đưa phôi chính xác vào máy CNC trong điều kiện làm việc có chướng ngại vật.
- Đánh giá: Chỉ phù hợp với bài toán cực kỳ đơn giản, không phù hợp trong hệ CIM thực tế cần linh hoạt cao.

2.3.2 Phương án 2: Robot 3DOF – RTR

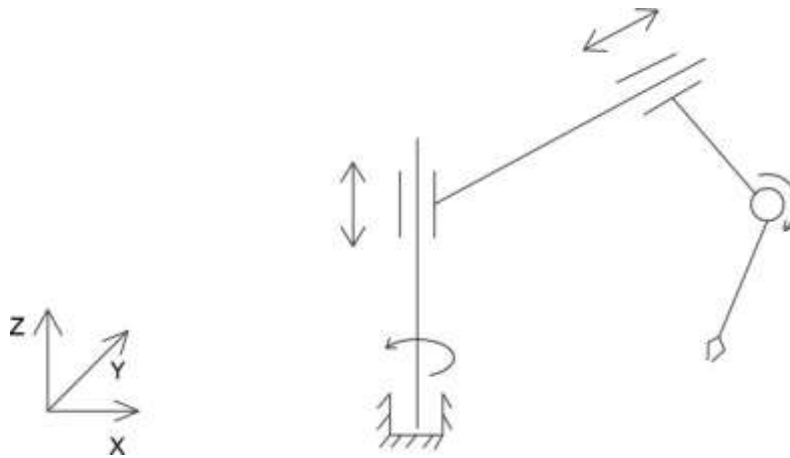


Hình 2-10: Phương án 2: RTR

- Gồm: quay cơ sở – tịnh tiến thẳng đứng – quay tay.
- Ưu điểm: Có khả năng nâng – hạ tay (trục Z), thích hợp cho môi trường có thay đổi độ cao.
- Hạn chế:
 - + Không đủ bậc tự do để tiếp cận phôi theo nhiều hướng khác nhau.

- + Khó mở rộng thêm trong tương lai nếu cần thay đổi vị trí bàn xoay hoặc máy CNC.
- Đánh giá: Tốt hơn PA1, nhưng vẫn thiếu linh hoạt trong hệ thống tự động phức tạp.

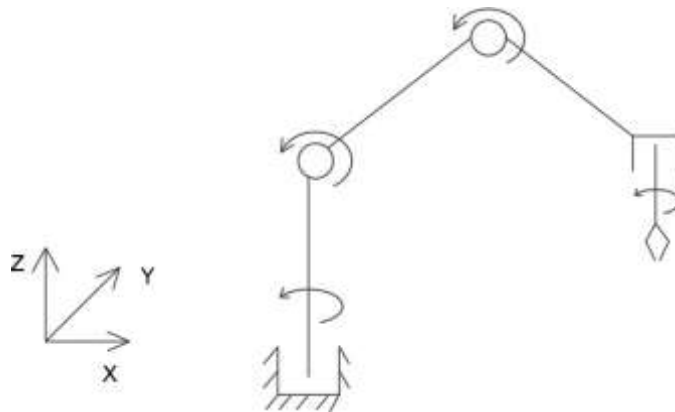
2.3.3 Phương án 3 : Robot 4DOF – RTTR



Hình 2-11: Phương án 3: RTTR

- Gồm: quay cơ sở – tịnh tiến Z – tịnh tiến X/Y – quay tay.
- Ưu điểm:
 - + Di chuyển được theo cả trục thẳng đứng và phương ngang, thao tác gấp đặt chính xác hơn.
 - + Tốt trong thao tác nhặt – đặt theo đường thẳng (pick and place).
- Hạn chế:
 - + Chuyển động phần lớn là tịnh tiến → cần ray trượt và cơ cấu dẫn hướng → tăng chi phí và kích thước.
 - + Thiếu khả năng xoay linh hoạt tay gấp để định hướng chi tiết.
- Đánh giá: Tốt cho môi trường cần chuyển động thẳng, chưa tối ưu về vùng làm việc cong hoặc không gian hẹp.

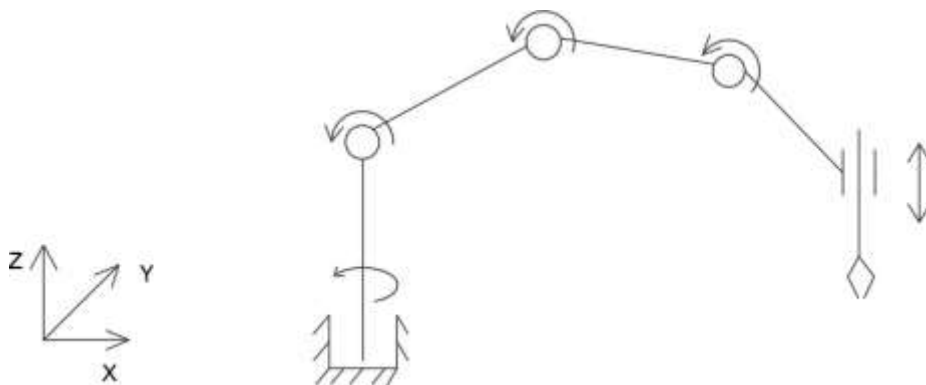
2.3.4 Phương án 4: Robot 4DOF – RRRR



Hình 2-12: Phương án 4: RRRR

- Gồm 4 khớp quay liên tiếp.
- Ưu điểm:
 - + Cho phép định hướng đầu gắp linh hoạt, dễ dàng điều chỉnh góc đặt phôi.
 - + Cơ cấu xoay hoàn toàn thích hợp trong không gian cong (circular workspace).
- Hạn chế:
 - + Không có bậc tịnh tiến, nên không thuận lợi khi cần thay đổi độ cao phôi.
- Đánh giá: Phù hợp với ứng dụng có yêu cầu cao về định hướng phôi, nhưng hạn chế nếu phôi ở các độ cao khác nhau.

2.3.5 Phương án 5: Robot 5DOF – RRRRT

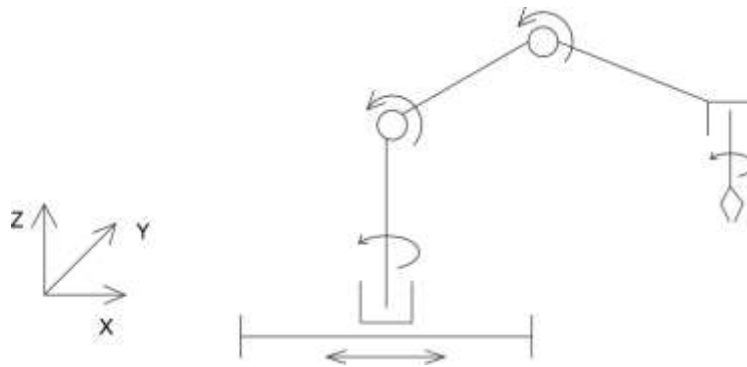


Hình 2-13: Phương án 5: RRRRT

- Gồm 4 khớp quay + 1 khớp trượt tại đầu gắp.
- Ưu điểm:

- + Cực kỳ linh hoạt, đáp ứng được hầu hết các thao tác gấp đặt trong không gian 3D.
- + Có thể định hướng và điều chỉnh chính xác vị trí đầu gấp.
- Hạn chế:
 - + Cấu trúc cơ khí phức tạp, chi phí chế tạo cao.
 - + Yêu cầu cao trong điều khiển và lập trình.
- Đánh giá: Lý tưởng về kỹ thuật, nhưng không tối ưu về chi phí và đơn giản hóa.

2.3.6 Phương án 6: Robot 4DOF – RRRR tích hợp băng tải



Hình 2-14: Phương án 6: RRRR tích hợp băng tải

- Gồm: 4 khớp quay (R) ++ băng tải tăng phạm vi tịnh tiến trục X.
- Ưu điểm nổi bật:
 - + Đủ 4 bậc tự do để di chuyển – gấp duỗi – nâng hạ – xoay định hướng.
 - + Băng tải tích hợp giúp mở rộng vùng làm việc
 - + Cấu trúc tối ưu giữa hiệu năng và chi phí, dễ chế tạo và điều khiển.
- Hạn chế: Chỉ phát sinh nếu môi trường làm việc cần phức tạp hơn nhiều do tích hợp thêm nhiều máy gia công và phôi
- Đánh giá: Tốt nhất về mặt ứng dụng thực tế, hiệu quả tự động hóa, và khả năng mở rộng trong hệ CIM.

2.3.7 Kết luận chọn phương án cho cánh tay robot

Sau khi phân tích chi tiết các phương án, phương án số 6 (ROBOT 4DOF – RRRT tích hợp băng tải) được lựa chọn là phương án thiết kế tối ưu vì:

- Đáp ứng tốt yêu cầu vận hành linh hoạt trong không gian 3 chiều.
- Đủ chính xác và đơn giản để chế tạo, bảo trì và vận hành.
- Tối ưu hiệu quả sản xuất nhờ kết hợp với băng tải tăng phạm vi hoạt động, phù hợp với xu hướng sản xuất thông minh.
- Có khả năng mở rộng vùng làm việc và tự động hóa hệ thống một cách hiệu quả.

2.4 Phương pháp và giới hạn nghiên cứu đề tài:

- Tìm hiểu tài liệu từ các giảng viên trong khoa Cơ Khí, thư viện, internet và từ những người đi trước, có kinh nghiệm trong lĩnh vực cấp phôi tự động, cánh tay robot và bàn xoay cấp phôi
- Tìm hiểu kết cấu máy, nguyên lý hoạt động, hệ thống điều khiển, ... đưa ra phương án tối ưu.
- Dựa trên các máy đã có trên thị trường tiến hành thiết kế chế tạo bàn cấp phôi

CHƯƠNG 3 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÁY

3.1 Máy phay CNC

3.1.1 Các thông số ban đầu

❖ Số liệu ban đầu

- Loại máy CNC: Máy phay.
- Vật liệu gia công: nhôm, đồng.
- Chiều sâu cắt: 1-10mm.
- Lượng chạy dao phút: $F = 300\text{mm/ph}$.
- Chiều cao tối đa của chi tiết là $H = 30\text{mm}$.
- Chiều dài làm việc: $S_x = 250\text{mm}$, $S_y = 300\text{mm}$, $S_z = 300\text{mm}$.
- Vận tốc lớn nhất chạy không tải: $v_1 = 0.7 \text{ m/ph}$
- Vận tốc lớn nhất khi gia công có lực $v_2 = 0.5 \text{ m/ph}$
- Thời gian hoạt động: 5-7 năm, $T = 17520 \text{ giờ}$.
- Hệ số ma sát trượt bề mặt : $\mu = 0.01$.
- Độ chính xác lắp: $\pm 0.005 \text{ mm}$.
- Độ lệch chuyển động: $\pm 0.02 \text{ mm}$.

3.1.2 Tính toán xác định các thông số động học

3.1.2.1 Xác định chế độ làm việc giới hạn

- Chế độ cắt cực đại:
 - Để xác định sơ bộ các thông số v , s , t giới hạn dùng công thức thực nghiệm:

$$t_{max} = c^3 \cdot \sqrt{d_{max}}$$

Trong đó: $C = 0,75$ (đôi với thép)

d_{max} : là đường kính dao

$$\rightarrow t_{max} = 0,75^3 \cdot \sqrt{12} \approx 1,5\text{mm}$$

$$t_{min} = \left(\frac{1}{2} : \frac{1}{4}\right) t_{max}$$

$$= \left(\frac{1}{2} : \frac{1}{4}\right) 1,5 = (0,75: 0,375)$$

→ Chọn $t_{min} = 0,5$

$$S_{max} = \left(\frac{1}{3} : \frac{1}{7}\right) t_{max}$$

$$= \left(\frac{1}{3} : \frac{1}{7}\right) 1,5 = (0,5: 0,215)$$

→ Chọn $S_{max} = 0,25$

$$S_{min} = \left(\frac{1}{5} : \frac{1}{10}\right) S_{max}$$

$$= \left(\frac{1}{5} : \frac{1}{10}\right) 0,25 = (0,05: 0,025)$$

$$V_{max} = \frac{C_{vmax}}{t_{min} S_{min}}$$

$$V_{min} = \frac{C_{vmin}}{t_{max} S_{max}}$$

Với chế độ cắt cực đại, toàn bộ chi tiết máy được thiết kế với tải trọng lớn nhất dẫn đến kích thước lớn nhất trọng lượng tăng lên. Khi dùng phải đảm bảo đc độ chính xác... Do đó chế độ cắt này thường dùng để tham khảo. Chế độ cắt thích hợp hơn là chế độ cắt tính toán dựa vào quy trình công nghệ hợp lý gia công với năng suất cao dựa theo công thức nguyên lý cắt.

❖ Tính theo nguyên lý cắt: $V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_V$

Trong đó:

- + C_v, m, x, y, u, p, q : các hệ số mũ
- + T : chu kỳ bền của dao
- + K_V : Hệ số điều chỉnh, xác định : $K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV}$
 - K_{MV} là hệ số phụ thuộc vào chất lượng của vật gia công
 - K_{NV} là hệ số phụ thuộc vào trạng thái của phôi

- K_{UV} là hệ số phụ thuộc vào vật liệu của dụng cụ cắt
- + Sử dụng dao phay ngón bằng thép P18 có :
 - Đường kính dao $D= 12 \text{ mm}$
 - Cắt vật liệu nhôm
- =>Tra bảng 4.71 – Sổ tay CNCTM tập 1 [13]:
 - Chiều dài phần làm việc của dao $L = 25 \text{ mm}$
 - Số răng của dao $Z = 3$

⇒ Chọn các thông số:

- Chiều sâu cắt:
 - + Phay thô: 2 mm.
 - + Phay tinh: 0,5 mm.
- Chiều rộng phay:
 - + $B \approx 0,6d = 0,6 \cdot 12 = 7,2(\text{mm})$
- Lượng chạy dao S:
 - + Chọn $S_z = 0,06 \text{ mm/răng}$

🚦 Khi đó tốc độ cắt được xác định:

$$+ V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_V$$

Trong đó: (Tra bảng 5.39 – Sổ tay CNCTM tập 2)

Bảng 3-1: Thông số các hệ số, mũ

C_v	q	x	y	u	p	m
185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33

✓ Chu kỳ bên của dao: $T= 45 \text{ ph}$

✓ $K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV}$

$$K_{MV} = K_n \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b}\right)^{n_v}, K_n=1, n_v = -0,9, \sigma_b = 600 \text{ Mpa}$$

$$\triangleright K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{-0,9} = 0,82$$

$$K_{UV} = 1, K_{NV} = 0,9$$

$$\Rightarrow K_V = 0,82 \times 1 \times 0,9 = 0,738$$

➤ Thay tất cả vào công thức tính vận tốc ta có:

- Tốc độ cắt khi phay thô với chiều sâu cắt $t = 2 \text{ mm}$

$$V_{thô} = \frac{185,5 \cdot 12^{0,45}}{45^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 7,2^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,738 = 125,05(\text{mm/phút})$$

- Tốc độ cắt khi phay tinh $t=0,5\text{mm}$

$$V_{tinh} = \frac{185,5 \cdot 12^{0,45}}{45^{0,33} \cdot 0,5^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 7,2^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,738 = 156,02(\text{mm/phút})$$

➤ Vậy ta có số vòng quay của động cơ:

- Khi phay thô: $n_{thô} = \frac{V_{thô} \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{125,05 \cdot 1000}{3,14 \cdot 12} = 3317 \text{ (vòng/phút)}$

- Khi phay tinh: $n_{tinh} = \frac{V_{tinh} \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{156,02 \cdot 1000}{3,14 \cdot 12} = 4138 \left(\frac{\text{vòng}}{\text{phút}}\right)$

3.1.2.2 Tính toán lực cắt khi gia công

❖ **Lực cắt:**

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

Trong đó: (Tra bảng 5.41 – Sổ tay CNCTM tập 2) [13]

Bảng 3-2: Thông số các mũ hệ số tính lực cắt

C_p	x	y	u	q	w
68,2	0,86	0,72	1	0,786	0

$$\text{Khi đó: } P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 7,2^{1,3}}{12^{0,786} \cdot n^0} \cdot 1 = 500 \text{ (N)}$$

❖ **Các thành phần lực khi phay:**

- Lực chạy dao ngang: $P_h = 0,25$. $P_z = 0,25.500 = 125$ (N)
- Lực chạy dao thẳng đứng: $P_v = 0,95$. $P_z = 0,95.500 = 475$ (N)
- Lực chạy dao hướng kính: $P_y = 0,35$. $P_z = 0,35.500 = 175$ (N)
- Lực chạy dao hướng trục: $P_x = 0,52$. $P_z = 0,52.500 = 260$ (N)

❖ **Lực chạy dao:**

Xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$Q = k \cdot P_x + \mu \cdot (P_z + 2P_y + G)$$

Trong đó:

- $k = 1,4$ hệ số tăng lực ma sát
- $\mu = 0,2$ hệ số ma sát thu gọn trên sống trượt
- G : trọng lượng phần dịch chuyển

$$\Rightarrow Q = 1,4.260 + 0,2.(500 + 2.175 + 200) = 574 \text{ (N)}$$

3.1.2.3 Tính toán lực kẹp cần thiết

Theo công thức (3.13) trang 78, sách “Trang bị công nghệ” [14]

Ta có:

$$W = \frac{K \cdot P_h}{4 \cdot f}$$

Trong đó:

f : là hệ số ma sát giữa mỏ kẹp với chi tiết (mỏ kẹp nhẵn $f = 0,25$)

K : hệ số an toàn

- K_0 : hệ số an toàn chung, chọn $K_0 = 1,5$
- K_1 : hệ số ảnh hưởng do bề mặt phôi $K_1 = 1,2$
- K_2 : Hệ số có tính tới hiện tượng tăng lực cắt do dao mòn (1,2-1,4), chọn $K_2 = 1,3$
- K_3 : Hệ số ảnh hưởng do quá trình cắt gián đoạn, $K_3 = 1,2$
- K_4 : Hệ số nguồn sinh lực ổn định, $K_4 = 1$

- K_5 : Hệ số ảnh hưởng do vị trí tay quay của cơ cấu kẹp thuận tiện, $K_5 = 1$
- K_6 : Hệ số tính đến momen làm lật phôi, $K_6 = 1,5$

$$\rightarrow K = 1,5.1,2.1,3.1,2.1.1.1,5 = 4,212$$

$$\rightarrow W = \frac{4,212.125}{4,0,25} = 526,5(N)$$

$$\rightarrow W_{ct} > W = 526,5 N$$

3.1.2.4 Tính toán công suất động cơ truyền động chính

- Trên cơ sở P_z và V đã được xác định từ trước
- Ta có, công suất cắt N_c là

$$N_c = \frac{P_z.V}{1020.60} = \frac{500.156,02}{1020.60} = 1,27 (KW)$$

- Thông thường công suất cắt chiếm khoảng (70% - 85%) công suất của động cơ. Một cách gần đúng, ta có công suất của động cơ xác định như sau:

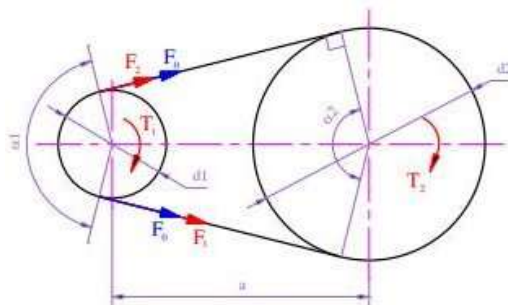
$$N_d = \frac{N_c}{\eta}$$

$$\Rightarrow N_d = \frac{1,27}{0,85} = 1,5 (KW)$$

3.1.3 Phân tích, lựa chọn phương án bộ truyền động

Có 2 phương án truyền động chính là dùng vít me – đai ốc và dùng bộ truyền đai.

3.1.3.1 Bộ truyền động đai



Hình 3-1: Bộ truyền đai

- **Phân loại**

- + Theo tiết diện đai: bao gồm đai dẹt, đai hình thang, đai răng lược, đai tròn, đai răng, đai lục giác.
- + Theo kiểu truyền động: truyền động giữa hai trục song song cùng chiều, truyền động giữa hai trục song song ngược chiều, truyền động giữa các trục chéo nhau.

- **Ưu, nhược điểm của bộ truyền đai:**

- ❖ **Ưu điểm:**

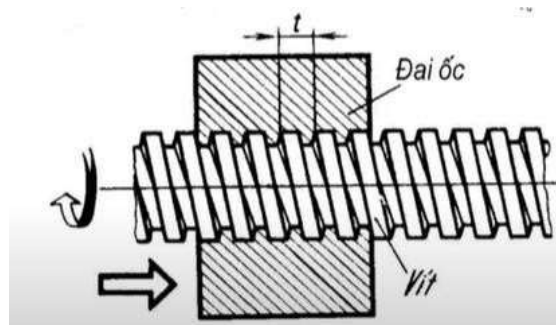
- + Việc truyền lực có tính đàn hồi.
- + Chạy êm ít ồn, chịu sốc.
- + Không cần thiết bôi trơn.
- + Bảo dưỡng đơn giản.

- ❖ **Nhược điểm:**

- + Bị trượt qua sự giãn nở của dây đai.
- + Qua đó không có tỷ lệ truyền chính xác.
- + Nhiệt độ ứng dụng bị giới hạn.
- + Thêm tải trọng lên ổ trục do lực căng cần thiết của dây đai.

3.1.3.2 Bộ truyền vít me đai ốc

a) Vít me – đai ốc thường



Hình 3-2: Bộ truyền Vít me- đai ốc

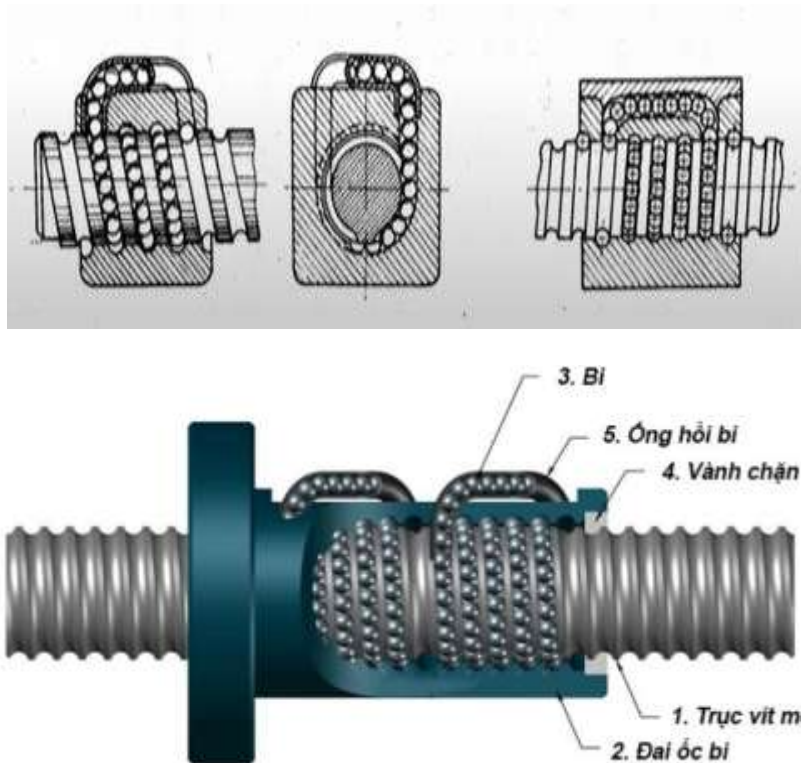
- ❖ **Ưu điểm:**

- + Giá thành rẻ, dễ chế tạo.

❖ Nhược điểm:

- + Ứng suất tiếp xúc lớn, ma sát lớn, hiệu suất thấp.
- + Khó loại trừ được khe hở giữa vít me và đai ốc.

b) Vít me - đai ốc bi:



Hình 3-3: Bộ truyền vít me- đai ốc bi

❖ Ưu điểm

- + Đã có sẵn kết cấu khử khe hở và tạo sức căng ban đầu nhằm tăng độ cứng vững dọc trục, ma sát nhỏ, hiệu suất cao.
- + Thực hiện được các dịch chuyển chính xác cao.
- + Kích thước nhỏ, chịu được lực lớn.

❖ Nhược điểm

- + Giá thành cao, khó chế tạo.
- + Chóng mòn.

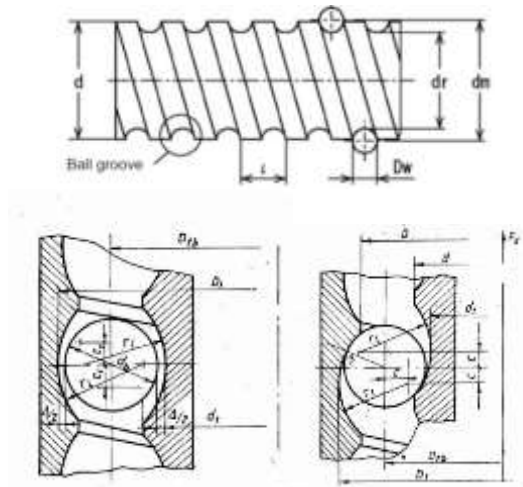
3.1.3.3. Kết luận

⇒ Từ việc phân tích các ưu, nhược điểm của các phương án kết hợp với điều kiện mô hình đã có ở xưởng chúng em lựa chọn phương án: sử dụng bộ truyền vít me – đai ốc thường.

3.1.4 Thiết kế kết cấu máy (Động lực học)

3.1.4.1 Tính chọn vít me-đai ốc

a. Tính chọn vít me-đai ốc cho trục Z



Hình 3-4: Thông số vít me- đai ốc

- Xác định đường kính trong d_1 của ren theo độ bền kéo:

$$d \geq \sqrt{\frac{4.1,3.Fa}{\pi.[\sigma_u]}}$$

Trong đó:

- + Fa : lực chạy dao (lực dọc trục) $\rightarrow Fa = Q = 500$ (N)
- + $[\sigma_k] = \frac{[\sigma_{ch}]}{3}$: độ bền kéo của vật liệu
- + Chọn vật liệu là thép 45X tôi cải thiện có:
- + $[\sigma_{ch}] = 650$ MPa $\Rightarrow [\sigma_u] = [\sigma_k] = \frac{650}{3} = 213,3$ MPa

Khi đó:

$$d > \sqrt{\frac{4.1,3.Fa}{\pi.[\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{4.1,3.500}{\pi.213,3}} = 1,96mm$$

⇒ Chọn $d = 20mm$

- Chọn các thông số bộ truyền:

+ Đường kính bi

$$d_b = (0,08 - 0,15).d_1 = 2,5 \text{ mm}$$

+ Bước vít

$$p = d_b + (1 - 5) = 4 \text{ mm}$$

+ Bán kính rãnh lăn

$$r_1 = (0,51 - 0,53).d_b \text{ mm} = 0,52.2,5 = 1,3 \text{ mm}$$

+ Khoảng cách rãnh lăn đến tâm bi:

$$c = \left(r_1 - \frac{d_b}{2}\right) \cdot \cos\beta = 0,035 \text{ mm}$$

+ Đường kính vòng tròn qua các tâm bi

$$D_{tb} = 20 + 2(r_1 - c) = 22,53 \text{ mm}$$

+ Đường kính trong của đai ốc

$$D_1 = D_{tb} + 2(r_1 - c) = 25,06 \text{ mm}$$

+ Chiều sâu của profin ren

$$h_1 = (0,3 \dots 0,35).d_b = 0,35.2,5 = 0,875 \text{ mm}$$

+ Đường kính ngoài của vít và đai ốc

$$d = d_1 + 2h_1 = 20 + 1,75 = 21,75 \text{ mm}$$

$$D = D_1 - 2h_1 = 25,06 - 1,75 = 23,31 \text{ mm}$$

+ Góc vít

$$\gamma = \text{actg} \left(\frac{p}{\pi \cdot D_{tb}} \right) = \text{arctg} \left(\frac{4}{\pi \cdot 22,53} \right) = 3,23^\circ$$

+ Số bi trên các vòng ren làm việc

$$Z_b = \frac{\pi \cdot D_{tb}}{d_b} - 1 = \frac{22,53\pi}{2,5} - 1 = 27$$

+ Khe hở hướng tâm

$$\Delta = D_1 - (2d_b + d_1) = 25,06 - (5 + 20) = 0,06 \text{ mm}$$

+ Khe hở tương đối

$$\chi = \frac{\Delta}{d_1} = 0,003 \text{ mm}$$

+ Góc ma sát lăn thay thế

$$\varphi_1 = \arctg \frac{2ft}{d_1 \cdot \sin \beta} = \arctg \frac{2.0,005}{20 \cdot \sin 45} = 0,0405^\circ$$

+ Hiệu suất khi biến chuyển động quay thành tịnh tiến:

$$\eta = \frac{tgy}{tg(\gamma + \varphi_1)} = \frac{tg(3,23^\circ)}{tg(3,23^\circ + 0,0405^\circ)} = 0,99$$

+ Hiệu suất khi biến chuyển động tịnh tiến thành quay:

$$\eta = \frac{tg(\gamma - \varphi_1)}{tgy} = \frac{tg(3,23^\circ - 0,0405^\circ)}{tg(3,23^\circ)} = 0,98$$

+ Momen quay đai ốc:

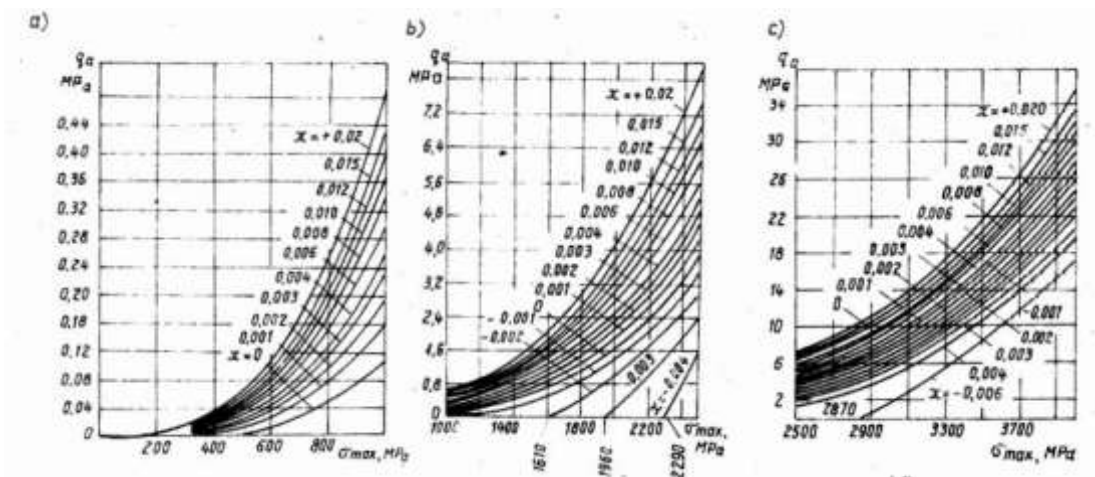
$$\begin{aligned} T &= \frac{F_a \cdot D_{tb} \cdot tg(\gamma + \varphi_1)}{2} \\ &= \frac{500 \cdot 22,53 \cdot tg(3,23^\circ + 0,0405^\circ)}{2} \\ &= 321,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- Tính kiểm nghiệm độ bền:

+ Tải trọng riêng dọc trục:

$$q_a = \frac{F_a}{Z_b \cdot d_b^2 \cdot \gamma} = \frac{500}{27 \cdot 2,5^2 \cdot tg(3,23^\circ)} = 9,12 \text{ Mpa}$$

⇒ Với tải trọng riêng $q_a = 9,12$ và khe hở tương đối $\chi = 0,003$ kết hợp biểu đồ dưới đây:



Ta có: $[\sigma_{\max}] \approx 2900 \text{ Mpa} < 5000 \text{ Mpa}$ (thỏa mãn)

b. Chọn vít me-đai ốc cho trục X, Y

Để di chuyển trục X và Y vít me chỉ cần lực Fa đủ lớn Fms của thanh trượt và đai ốc vít me. Để tiện cho việc chế tạo ta chọn vít me-đai ốc có đường kính 20mm bước 4mm.

3.1.4.2 Chọn động cơ dẫn động các trục

a. Động cơ dẫn động trục X, Y

- Công suất động cơ bước theo 2 phương X, Y được tính theo lực chạy dao Q
- Công suất động cơ chạy dao được tính theo công thức:

$$N_{dc} = \frac{P.v}{60.1020.\eta}$$

Trong đó:

Q: lực chạy dao (N)

v: lượng chạy dao lớn nhất mà máy có thể thực hiện được.

Với mô hình thiết kế nhóm tác giả mong muốn tốc độ cắt của máy có thể đạt được là

$v = 2000 \text{ mm/phút} = 2 \text{ m/phút}$.

η : hiệu suất của cơ cấu chạy dao, $\eta = \eta_1.\eta_2$

$\eta_1 = 1$ - hiệu suất khớp nối.

$\eta_2 = 0,9$ -hiệu suất bộ truyền vít me – đai ốc thường

$$= 1.0,9 = 0,9$$

- Thay số, ta được:

$$N_{dc} = \frac{574.2}{60.1020.0,9} = 0,021(kW)$$

- Như vậy, ta cần chọn động cơ chạy dao theo 2 phương X, Y là hai động cơ bước có công suất tối thiểu là 22 W, chọn động cơ bước với các thông số sau:
 - + Loại động cơ hai pha.
 - + Điện áp làm việc: 12V.
 - + Dòng điện lớn nhất: 3 A.

+ Số bước trên 1 vòng quay: 200 bước/vòng (hay 1.8° /bước).

⇒ Khi đó công suất của động cơ thỏa yêu cầu.

b. Động cơ dẫn động trục Z

- Để tính công suất cho động cơ chạy dao theo trục Z, ta tính trong trường hợp gia công lỗ đặc bằng phương pháp khoan, với lưỡi khoan có đường kính bằng đường kính của dao phay ngón dùng gia công thô trong trường hợp tính cho công suất của động cơ trục chính.
- Để tính công suất của động cơ chạy dao khi khoan, ta tiến hành tính lực dọc trục P_0 và mômen xoắn M_0 .
- Tính lực dọc trục P_0 theo công thức trang 21 Sổ tay CNCTM tập 1

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Trong đó:

S: lượng chạy dao khi khoan (mm/vòng).

Chọn $S = 0,3$ mm/vòng

D: đường kính mũi khoan, $D_{max} = 12$ mm.

C_p, q, y : là các hệ số, Tra bảng 5-32

$$C_p = 31,5 \quad q = 1 \quad y = 0,8$$

K_p : hệ số tính đến các yếu tố gia công thực tế, trong trường hợp này chỉ phụ thuộc vào vật liệu gia công nên:

$K_p = K_{mp}$. Tra bảng 5-10 có: $K_{mp} = 1$.

- Thay các giá trị trên vào công thức tính lực dọc trục, ta được:

$$P_0 = 10 \cdot 31,5 \cdot 12^1 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 1 = 1443 \text{ N}$$

- Suy ra:

$$N_{dc} = \frac{1443 \cdot 0,75}{60 \cdot 1020 \cdot 0,9} = 0,02 \text{ (Kw)}$$

- Như vậy, ta cần chọn động cơ chạy dao theo phương Z là động cơ bước có công suất tối thiểu là 20 W, chọn động cơ bước với các thông số sau:

+ Loại động cơ hai pha.

- + Điện áp làm việc: 12 V.
- + Dòng điện lớn nhất: 3 A.
- + Số bước trên 1 vòng quay: 200 bước/vòng (hay 1.8°/bước).

⇒ Khi đó công suất của động cơ thỏa yêu cầu.

c. Động cơ trực chính

- Như đã tính toán ở trên, ta chọn động cơ trực chính với các thông số:
 - + Tốc độ quay: 5000 vòng/phút
 - + Công suất : 1,5 kW
 - + Điện áp: 220V



Hình 3-5: Động cơ trực chính

3.1.4.3 Cụm trực chính

- Cụm trực chính là nơi gá lắp dụng cụ cắt và tạo ra tốc độ cắt gọt.
- Nguồn động lực điều khiển trực chính:
 - ⇒ Trực chính được điều khiển bởi các động cơ. Thường sử dụng động cơ Servo theo chế độ vòng lặp kín, bằng công nghệ số để tạo ra tốc độ điều khiển chính xác và hiệu quả cao dưới chế độ tải nặng.
 - ⇒ Hệ thống điều khiển chính xác góc giữa phần quay và phần tĩnh của động cơ trực chính để tăng momen xoắn và gia tốc nhanh. Hệ thống điều khiển này cho phép người sử dụng có thể tăng tốc độ của trực chính lên rất nhanh.
- Các dạng dẫn động trực chính:



Hình 3-6: Các dạng dẫn động trực chỉnh

⇒ Từ việc phân tích các ưu, nhược điểm của các phương án kết hợp với điều kiện mô hình đã có ở xưởng chúng em lựa chọn phương án điều khiển Đai

3.1.4.4 *Cụm dẫn hướng*

- Cụm dẫn hướng bao gồm bộ vít me – đai ốc bi đã tính toán như trên kết hợp hệ thống thanh trượt.
- Hệ thống thanh trượt dẫn hướng có nhiệm vụ dẫn hướng cho các chuyển động của bàn theo X, Y và chuyển động lên xuống theo trục Z của trục chính.
- Yêu cầu của hệ thống thanh trượt phải thẳng, có khả năng tải cao, độ cứng vững tốt, không có hiện tượng dính, trơn khi trượt.
- Các loại thanh dẫn hướng:
 - Thanh trượt tròn
 - + Đảm bảo vị trí của đầu máy khi trượt lên, xuống.
 - + Thông dụng, dễ kiểm.

- + Dễ tháo lắp, kết cấu đơn giản, tương đối chắc chắn.
- + Giá thành rẻ.



Hình 3-7: Thanh trượt tròn

- Thanh trượt vuông
 - + Thiết bị vận chuyển tốc độ cao.
 - + Dễ tháo lắp, chắc chắn.
 - + Có độ chính xác cao.
 - + Giá thành tương đối cao.



Hình 3-8: Thanh trượt vuông

⇒ **Kết luận:**

Dựa vào điều kiện kết hợp với mô hình tại xưởng trong đề tài này nhóm sử dụng cơ cấu dẫn hướng thanh trượt vuông.

3.1.4.5 Một số chi tiết khác

a. Công tắc hành trình

Công tắc hành trình giúp máy dừng lại khi vượt quá giới hạn làm việc. Chống xảy ra va đập làm hư hỏng máy.



Hình 3-9: Công tắc hành trình có bánh xe

b. Ổ bi đỡ trục

Chức năng chính của ổ bi là đỡ trục vít me. Giúp giảm ma sát giữa trục và bộ phận cố định, giúp trục quay trơn tru



Hình 3-10: Gối bi đỡ trục

c. Quạt tản điện

Quạt tản điện có chức năng làm mát các thiết bị bên trong tủ, giúp ngăn ngừa tình trạng quá nhiệt, từ đó bảo vệ các linh kiện điện và đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định. Ngoài ra, quạt còn giúp tăng hiệu quả tản nhiệt trong không gian kín, hạn chế hư hỏng do nhiệt và kéo dài tuổi thọ cho thiết bị điện bên trong tủ.



Hình 3-11: Quạt tản nhiệt

d. Bơm thủy lực khí nén Enerpac PA135

Bơm thủy lực khí nén Enerpac PA135 là một thiết bị bơm thủy lực hiệu suất cao, được thiết kế để cung cấp nguồn năng lượng cho các dụng cụ thủy lực đơn tác (single-acting) trong các ứng dụng công nghiệp.



Hình 3-12: Bơm thủy lực khí nén

3.2 Cánh tay Robot:

3.2.1 Tính toán động học (Bài toán động học thuận và nghịch)

a. Bài toán động học thuận

Khớp	Loại chuyển động	Trục xoay	Ký hiệu góc
Base	Xoay	Trục Z	θ_1

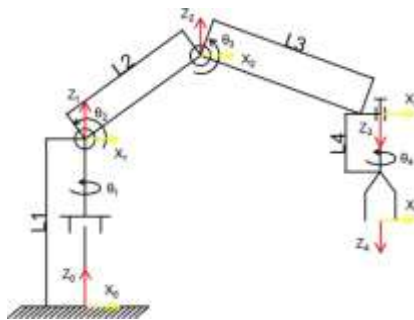
Khớp	Loại chuyển động	Trục xoay	Ký hiệu góc
Vai	Xoay	Trục Y	θ_2
Khủyu	Xoay	Trục Y	θ_3
Cổ tay	Xoay	Trục Z	θ_4

Ta có:

- L_1 : chiều cao từ đế tới vai
 - L_2 : chiều dài cánh tay trên
 - L_3 : chiều dài cẳng tay
 - L_4 : chiều dài cổ tay
- ❖ Cho trước các góc khớp $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ và chiều dài các đoạn L_1, L_2, L_3, L_4 , ta cần tính: Vị trí của đầu công cụ (end effector): (x, y, z)

Thiết lập hệ phương trình động học của robot

Chọn hệ tọa độ cơ sở, gắn các hệ tọa độ trung gian lên các khâu



Hình 3.1 Đặt hệ tọa độ cho các khâu

- ❖ Lập bảng thông số DH

Bảng 3-3: Bảng thông số DH

i	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	L_1	0	-90°
2	θ_2	0	L_2	0
3	θ_3	0	L_3	0

i	θ_i	d_i	a_i	α_i
4	θ_4	0	L_4	0

❖ Ma trận tổng quát

➤ Từ công thức tổng quát T_i :

$$\begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i\cos\alpha_i & \sin\theta_i\sin\alpha_i & a\cos\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i\cos\alpha_i & -\cos\theta_i\sin\alpha_i & a\sin\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

➤ Ta có các ma trận T_i ($i = 1 \rightarrow 5$)

- Khâu 1

$$T_0^1 = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & 0 & -\sin\theta_1 & 0 \\ \sin\theta_1 & 0 & \cos\theta_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Khâu 2

$$T_1^2 = \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & L_2\cos\theta_2 \\ \sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & L_2\sin\theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Khâu 3

$$T_2^3 = \begin{bmatrix} \cos\theta_3 & -\sin\theta_3 & 0 & L_3\cos\theta_3 \\ \sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 0 & L_3\sin\theta_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Khâu 4

$$T_3^4 = \begin{bmatrix} \cos\theta_4 & -\sin\theta_4 & 0 & L_4\cos\theta_4 \\ \sin\theta_4 & \cos\theta_4 & 0 & L_4\sin\theta_4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

➔ Tọa độ điểm cuối (x, y, z) của đầu tay robot

$$x = \cos\theta_1 \cdot [L_2\cos\theta_2 + L_3\cos(\theta_2 + \theta_3) + L_4\cos(\theta_2 + \theta_3)]$$

$$y = \sin\theta_1 \cdot [L_2\cos\theta_2 + L_3\cos(\theta_2 + \theta_3) + L_4\cos(\theta_2 + \theta_3)]$$

$$z = L_1 + L_2\sin\theta_2 + L_3\sin(\theta_2 + \theta_3) + L_4\sin(\theta_2 + \theta_3)$$

b. Bài toán động học nghịch

Theo bài toán động học thuận ta có vị trí tọa độ điểm cuối (x,y,z)

→ Từ đó ta đi tìm các góc $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, (tùy chọn θ_4 nếu hướng yêu cầu)

- Tính θ_1 :

Robot xoay quanh trục Z để hướng đầu công cụ vào đúng vị trí x, y:

$$\theta_1 = \arctan(y/x)$$

- Chiều xuống mặt phẳng XOZ để giải tam giác phẳng:

- Ta tìm vị trí của đầu công cụ trong mặt phẳng xoay của khớp vai và khuỷu (mặt phẳng chứa Z và bán kính r):

+ Bán kính chiếu xuống mặt phẳng XY (từ tâm robot đến vị trí cần tới):

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

+ Chiều cao thực tế cần đạt:

$$z' = z - L_1$$

Gọi:

$D = \sqrt{r^2 + z'^2}$ là độ dài từ vai đến điểm cần đến (không tính đế và cổ tay)

Chiều dài cánh tay: $a = L_2, b = L_3 + L_4$

- Kiểm tra tính khả thi:

- Robot có thể chạm tới điểm mong muốn nếu:

$$D \leq a + b \quad \text{và} \quad D \geq |a - b|$$

- Nếu không, điểm không nằm trong không gian làm việc của robot.

- Tính θ_2, θ_3 theo định lý cosine

- Dùng định lý cosine:

$$\cos(\theta_3) = \frac{a^2 + b^2 - D^2}{2ab}$$

$$\theta_3 = \pi - \cos^{-1} \left(\frac{a^2 + b^2 - D^2}{2ab} \right)$$

- Tính góc tại khớp vai θ_2

Góc giữa đoạn a và đường thẳng nối vai đến điểm cần đến là:

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{z'}{r} \right)$$

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{a^2 + D^2 - b^2}{2aD} \right)$$

$$\rightarrow \theta_2 = \alpha + \beta$$

- Tính θ_4 (tùy chọn)

$$\theta_4 = \theta_{\text{goal}} - (\theta_2 + \theta_3)$$

3.2.2 Kết cấu hệ máy

a. Mô hình dẫn động và tỷ số truyền

❖ **Bậc 1 – Khớp cơ sở:** Xoay quanh trục Z

- Loại chuyển động: Quay quanh trục thẳng đứng Z
- Truyền động: Động cơ bước gắn với bộ truyền động đa
- Chức năng: Quay trái/phải toàn bộ tay máy để thay đổi hướng tiếp cận vật thể

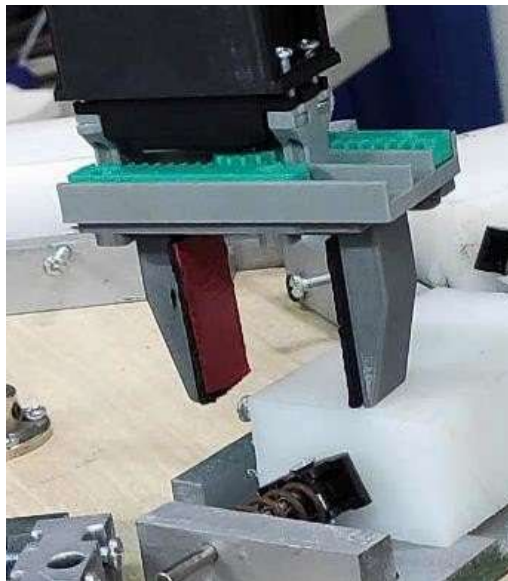


Hình 3-13: Bộ truyền đai

- Tỷ số truyền đề xuất: $i = 1:5$
- ❖ **Bậc 2 – Khớp vai:** Xoay quanh trục Y
 - Loại chuyển động: Quay quanh trục ngang Y (nâng/hạ phần tay trên)

- Truyền động: Động cơ bước + hộp số hành tinh và cánh tay có thể dài nên cần tỷ số cao để tăng mô-men vì phải chống lại trọng lượng toàn bộ phần trên của robot (cánh tay dưới + cổ tay + tay gấp)
- Tỷ số truyền: $i = 1:50$
- ❖ **Bậc 3 – Khớp khuỷu:** Gập hoặc duỗi tay
 - Loại chuyển động: Quay quanh trục Y (gập hoặc vươn tay)
 - Truyền động: Động cơ bước + hộp số hành tinh gắn với cơ cấu thanh truyền
 - Chức năng: Thay đổi chiều dài hoạt động của tay (đưa xa hoặc kéo gần)
 - Tỷ số truyền đề xuất: $i = 1:50$
- ❖ **Bậc 4 – Khớp cổ tay:** Xoay bàn tay quanh trục Z
 - Loại chuyển động: Xoay quanh trục Z (xoay đầu tay robot)
 - Truyền động: Servo motor
 - Tỷ số truyền: $i = 1:10$
 - Chức năng: Điều chỉnh hướng gấp cho chính xác, linh hoạt khi xoay vật.

b. Chọn tay kẹp



Hình 3-14: Tay gấp

Thiết kế tay kẹp bằng bộ truyền bánh răng thanh răng, tay kẹp này có ưu điểm là đơn giản, dễ chế tạo.

Tay kẹp này thích hợp để kẹp vật có nhiều hình dạng khác nhau kích thước 10cm, khối lượng 0,5kg. Lực kẹp trong tối đa 40N. Khối lượng tay kẹp là 250g.

c. Nguyên tắc chung tính chọn hệ dẫn động

Thiết kế chi tiết từng khâu, khớp từ khớp trên cùng xuống khớp thấp nhất

Thiết kế chi tiết hệ dẫn động và kết cấu cho từng khâu, khớp theo các bước sau:

- Chọn vị trí nguy hiểm nhất, lực ma sát trên ổ trục sinh ra lớn nhất và momen sinh ra do trọng lượng của khâu tiếp theo là lớn nhất. Thông thường là vị trí cánh tay nằm ngang.
- Vẽ sơ đồ phân bố lực và tính được momen sinh ra trên trục.
- Chọn động cơ bước theo momen làm việc, tốc độ, độ phân giải, kích thước cánh tay...
- Phân phối lại tỉ số truyền nếu cần.
- Chọn loại dây đai
- Thiết kế chi tiết trên phần mềm SolidWork và chọn chiều dài đai, thanh truyền, gán vật liệu tính khối lượng của khâu chứa trục khớp.

d. Thiết kế chi tiết khâu 1

Việc lựa chọn thiết kế điển hình trục khâu 1 vì khi cánh tay hoạt động, bộ truyền và động cơ trục 1 chịu tải lớn nhất

e. Phân tích lực do trọng trường tác dụng lên trục

Bảng 3-4: Khối lượng sơ bộ các chi tiết tính bằng phần mềm Solidworks

STT	Tên chi tiết	Vật liệu	Khối lượng(g)	Chú thích
1	Tay kẹp	Nhựa	250	
2	Vỏ khâu 2	Thép	400	
3	Vỏ khâu 3	Thép	410	
4	Đế robot	Thép	450	Gắn toàn bộ hệ cơ khí
5	Động cơ bước Khâu 1	Kim loại + dây đồng	280	Quay toàn bộ tay quanh trục Z

6	Bộ truyền đai (2 pulley + dây đai)	Nhôm + cao su	60	Gắn ở khâu 1 (cơ sở)
7	Động cơ bước khâu 2	Kim loại + dây đồng	280	Gắn phía trên trục quay cơ sở
8	Cơ cấu thanh truyền ở khâu 2	Thép	200	Nâng khớp vai lên xuống
9	Cơ cấu thanh truyền của khâu 3	Thép	400	Kết nối đến cổ tay
10	Khớp nối	Thép	160	Khớp nối giữa các khớp
11	Servo cổ tay	Nhựa	40	Điều khiển xoay cổ tay
12	Servo gấp	Nhựa	40	Điều khiển mở/đóng gấp
13	Dây điện, ốc vít, giá đỡ phụ trợ		100	Tổng hợp các linh kiện nhỏ

Khối lượng khâu 2: $m_2 = 1530 \text{ g}$

Khối lượng khâu 3: $m_3 = 1133 \text{ g}$

Khối lượng khâu 4: $m_4 = 41 \text{ g}$

Khối lượng khâu 5, tay kẹp: $m_5 = 301 \text{ g}$

Tính mô men tĩnh tác dụng lên trục 2:

Chọn vị trí nguy hiểm nhất chính là khi các khâu 2, 3, 4, 5 duỗi thẳng ở vị trí nằm ngang, lúc này momen tĩnh do trọng trường gây ra là lớn nhất:

Trong đó:

P_v là trọng lượng vật nâng $P_v = 1,9.8 = 9,8 \text{ N}$

P_2, P_3, P_4, P_5 là trọng lượng của các khâu 2, 3, 4, 5.

$P_2 = m_2g = 1,53.9,8 = 14,994 \text{ N}$

$P_3 = m_3g = 1,133.9,8 = 11,103 \text{ N}$

$$P_4 = m_4g = 0,041.9,8 = 0,401 \text{ N}$$

$$P_5 = m_5g = 0,301.9,8 = 2,95 \text{ N}$$

f. Tính chọn động cơ

Tổng mômen tĩnh do trọng lực gây ra trên trục O2:

$$M_2 = P_0.0,175 + P_1.0,5 + P_2.0,66 + P_3.0,8 + P_4.0,84 = 19,03 \text{ Nm}$$

Ngoài ra khi làm việc từ trạng thái ban đầu là đứng yên, lực quán tính sinh ra kết hợp với tải trọng tĩnh sẽ gây ra lực cản lớn nhất đặt lên trục khớp 2. Ở đây ta bỏ qua ma sát, trọng lượng dây đai.

Tính mô men cản do quán tính của các bộ phận chuyển động: Để đơn giản trong việc tính toán ta xem các khâu là các thanh thẳng và vật nặng là chất điểm trong quá trình tính mô men quán tính.

Mô men quán tính khâu 2 đối với trục O2:

$$I_2 = m_2l^2/3 = 1,5.0,352^2/3 = 0,062 \text{ Nm}^2.$$

Mô men quán tính của khâu 3 đối với trục O2, áp dụng định lí đối trục (Steiner - Huygens):

$$I_3 = m_3l^2/12 + m_3d^2 = 1,133.0,32^2/12 + 1,133.0,52^2 = 0,292 \text{ Nm}^2.$$

Tính tương tự cho khâu 4 và 5 ta có:

$$I_4 = 0,018 \text{ Nm}^2; I_5 = 0,071 \text{ Nm}^2.$$

Mô men quán tính của vật nặng là:

$$I_n = m_n.L^2 = 0,5.0,84^2 = 0,42 \text{ Nm}^2.$$

Với yêu cầu công đơ tăng tốc từ 0 lên 600v/ph trong 1s, ta tính được gia tốc góc yêu cầu là:

$$\epsilon_0đ = 600.2\pi/(60.1.180) = 0,174 \text{ rad/s}^2.$$

Mô men sinh ra do quán tính:

$$M_0đt = (I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_n).\epsilon_0đ$$

$$= (0,062 + 0,292 + 0,018 + 0,071 + 0,42).0,174 = 0,15 \text{ Nm.}$$

Mô men cần trên trục 2:

$$M_{c2} = M_2 + M_{\text{đt}} = 19,03 + 0,15 \approx 19,18 \text{ Nm.}$$

Suy ra mô men cần trên trục ra của động cơ:

$$M_{\text{acyc}} = 19180/60 = 319,67 \text{ mm.}$$

Chọn động cơ bước của hãng PACIFIC SCIENTIFIC như sau:

Bảng 3-5: Bảng thông số động cơ bước

Motor Model Number	Connection		Holding Torque (2 phases on) oz-in (Nm) ±10%	Rated Current/Phase (amps DC)	Phase Resistance (ohms) ±10%	Phase Inductance (mH) Typical	Detent Torque oz-in (Nm)	Thermal Resistance (°C/watt)	Rotor Inertia oz-in-S ² (kgm ² x 10 ⁻⁴)	Weight lbs (kg)
	Parallel	Unipolar								
STANDARD										
H22 Series										
2 rotor stacks										
H22NXHC-LXX-XX-00	*		151 (1.07)	6.4	0.21	0.7				
H22NXLC-LXX-XX-00	*		151 (1.07)	3.2	0.73	2.9				
H22NXEC-LXX-XX-00	*		107 (0.75)	4.5	0.38	0.7				
H22NXFT-LXX-XX-00	*		155 (1.09)	2.5	1.2	5.1	4.6 (0.032)	4.4	0.0031 (0.022)	2.1 (0.95)
H22NXLT-LXX-XX-00	*		155 (1.09)	2.5	1.2	5.1	4.6 (0.032)	4.4	0.0031 (0.022)	2.1 (0.95)
H22NXET-LXX-XX-00	*		107 (0.75)	4.5	0.38	0.7				

Góc quay: 1.8'

Hiệu điện thế định mức: 1,2V

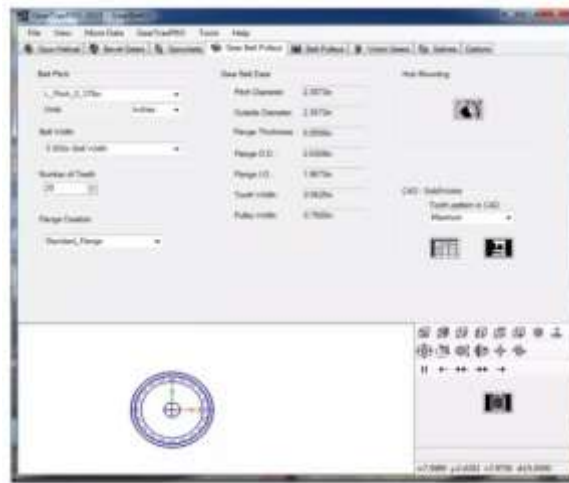
Cường độ dòng điện định mức: 2,5A

Momen động cơ: 1090 Nmm

g. Thiết kế bộ truyền

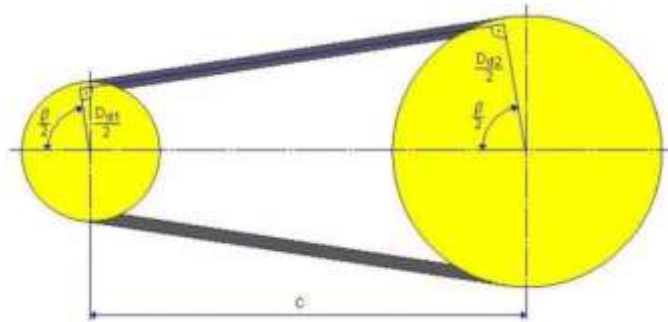
❖ Bộ truyền bánh đai

Sử dụng modun geartrax của Solidwork để thiết kế bánh đai, tạo bánh đai trong môi trường solidwork.



Hình 3-15: Thiết kế bộ truyền đai

Tính toán chiều dài dây đai :



Hình 3-16: Cấu trúc bộ truyền đai

Tính chiều dài dây đai được xác định theo công thức:

$$L = 2a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (3-1)$$

Trong đó:

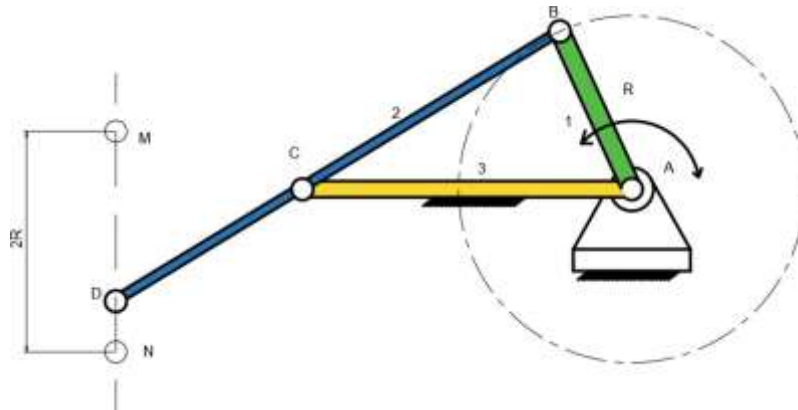
- **L**: Chiều dài dây curoa.
- **a**: Khoảng cách tâm của 2 puly.
- **d₁**: Đường kính của Puly 1.
- **d₂**: Đường kính của Puly 2.

Kích thước dây đai tính toán được là mm, ta suy ra kích thước dây đai hệ inch bằng công thức:

$$L(\text{inch}) = \frac{L(\text{mm})}{25,4} \quad (3-2)$$

Dựa vào công thức (3-1) và (3-2), ta chọn:

- Chiều dài ở khâu 3 theo thiết kế trên SolidWorks là $726 = 28,6$ inch. Chọn dây đai có mã hiệu là 288XL.
- Chiều dài dây đai ở khâu 2 theo thiết kế trên SolidWorks là $900 = 35,4$ inch. Chọn dây đai có mã hiệu là 355XL.
- ❖ Bộ truyền thanh truyền (Tay quay-Thanh truyền)



Hình 3-17: Bộ truyền tay quay con trượt

Cơ cấu tay quay

1. Tay quay
2. Thanh truyền
3. Khung đỡ

A, B, C, D Khớp quay

Chọn:

- $L_1 = 150$ mm
- $L_2 = 200$ mm
- Góc quay động cơ bước $\theta_1 = 100^\circ$
- Góc giữa thanh 1 và thanh 2 (góc khớp) $\theta_2 = 120^\circ$

Tính tọa độ điểm A – đầu nối 2 thanh

Công thức:

$$x_A = L_1 \cdot \cos(\theta_1)$$

$$y_A = L_1 \cdot \sin(\theta_1)$$

Chuyển từ độ sang radian:

$$x_A = 150 \cdot \cos(100^\circ) \approx 150 \cdot (-0.1736) \approx -26.04 \text{ mm}$$

$$y_A = 150 \cdot \sin(100^\circ) \approx 150 \cdot 0.9848 \approx 147.72 \text{ mm}$$

➔ Toạ độ điểm A: (-26.04 mm, 147.72 mm)

Tính toạ độ điểm P – đầu cuối thanh 2

Thanh 2 tạo góc 120° với thanh 1 → Tổng góc là:

$$\theta_P = \theta_1 + \theta_2 = 100^\circ + 120^\circ = 220^\circ = 3.8397 \text{ rad}$$

$$x_P = x_A + L_2 \cdot \cos(\theta_P)$$

$$y_P = y_A + L_2 \cdot \sin(\theta_P)$$

$$x_P = -26.04 + 200 \cdot \cos(220^\circ)$$

$$\approx -26.04 + 200 \cdot (-0.7660)$$

$$\approx -26.04 - 153.2 = -179.24 \text{ mm}$$

$$y_P = 147.72 + 200 \cdot \sin(220^\circ)$$

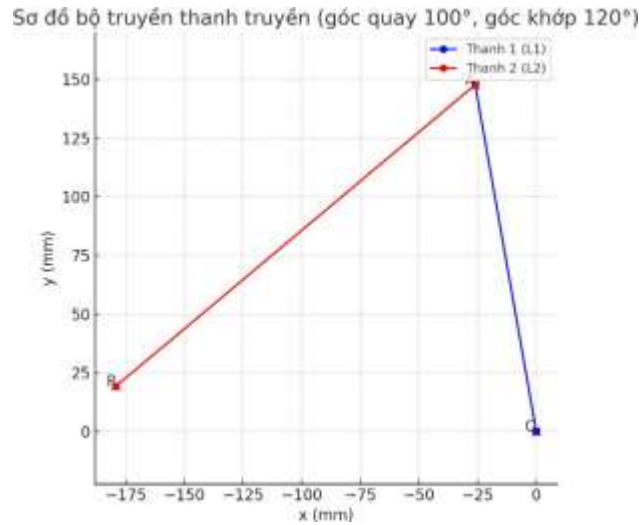
$$\approx 147.72 + 200 \cdot (-0.6428)$$

$$\approx 147.72 - 128.56 = 19.16 \text{ mm}$$

➔ Toạ độ điểm P: (-179.24 mm, 19.16 mm)

Kết luận:

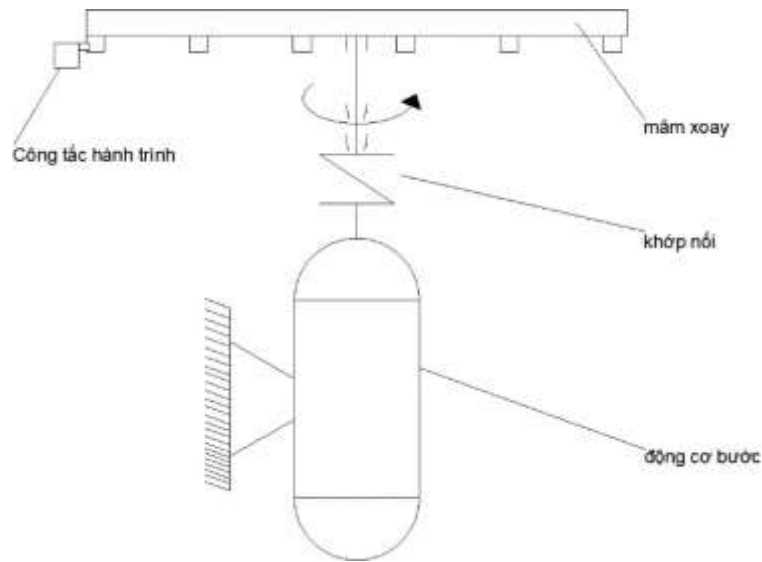
Điểm	Toạ độ (x, y)
O (Gốc)	(0 mm, 0 mm)
A (nối 2 thanh)	(-26.04 mm, 147.72 mm)
P (đầu cuối)	(-179.24 mm, 19.16 mm)



Hình 3-18: Sơ đồ bộ truyền

3.3 Bàn xoay cấp phôi

3.3.1 Nguyên lý hoạt động



Hình 3-19: Nguyên lý hoạt động của bàn cấp phôi

Nguyên lý hoạt động của bàn xoay cấp chuyển phôi:

- Máy tính yêu cầu gia công phôi ở vị trí màu đỏ hoặc xanh
- Bàn xoay bắt đầu quay, chạm vào công tắc hành trình thì dừng lại tạm thời để kiểm tra đúng loại phôi hay chưa, nếu đúng thì dừng lại hẳn, không đúng thì tiếp tục quay để kiểm tra

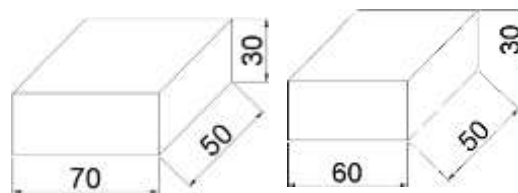
- Sau khi phôi được lấy đi bàn xoay dừng lại hẳn và chờ tín hiệu tiếp theo

Phôi gia công

Có 2 loại phôi thép hình hộp:

Bảng 3-6: Thông số phôi

Vật liệu	Thép C45	
Khối lượng riêng(kg/m ³)	7850	
Độ bền kéo(Mpa)	570-690	
Kích thước phôi(mm)	50X60X30	50X70X30
Trọng lượng(KG)	0.71	0.82



Hình 3-20: Thông số phôi

3.3.2 Phương án chọn động cơ, điều khiển và cơ khí

3.3.2.1 Phương án chọn động cơ

➤ Động cơ bước



Hình 3-21: Động cơ bước

Đặc điểm chính: Chuyển động theo bước rời rạc. Không cần cảm biến vị trí trong hầu hết ứng dụng.

Ưu điểm nổi bật:

- Điều khiển vị trí chính xác.
- Giá rẻ.
- Dễ điều khiển.

Nhược điểm:

- Mô-men giảm khi tăng tốc độ
- Có thể bị trượt bước nếu tải lớn

Ứng dụng:

- Máy in 3D, máy khắc laser mini: Di chuyển đầu in từng bước chính xác
- Băng tải phân loại sản phẩm: Xoay bàn xoay hoặc đẩy sản phẩm theo từng vị trí cố định
- Thiết bị y tế (bơm tiêm tự động): Kiểm soát chính xác lượng thuốc qua từng bước
- Cánh tay robot gấp linh kiện: Điều khiển từng trục theo bước cố định

➤ Động cơ servo



Hình 3-22: Động cơ Servo

Đặc điểm chính: Có encoder hồi tiếp vị trí. Điều khiển chính xác vị trí, tốc độ và mô-men

Ưu điểm nổi bật:

- Độ chính xác cao
- Tốc độ phản hồi nhanh

- Lực kéo mạnh

Ứng dụng:

- Máy CNC: Điều khiển trục X/Y/Z với độ chính xác micron
- Robot công nghiệp: Servo giúp điều khiển góc tay gắp và tốc độ di chuyển chính xác
- Máy đóng gói tốc độ cao: Điều chỉnh vị trí dao cắt theo chiều dài bao bì
- Hệ thống AGV (xe tự hành): Điều khiển góc quay bánh xe và tốc độ vận hành

➤ Động cơ kích từ song song



Hình 3-23: Động cơ kích từ song song

Đặc điểm chính: Rotor và cuộn kích từ mắc song song. Tốc độ ổn định, dễ điều chỉnh bằng điện áp.

Ưu điểm nổi bật:

- Tốc độ hầu như không đổi dưới tải
- Điều khiển đơn giản

Nhược điểm:

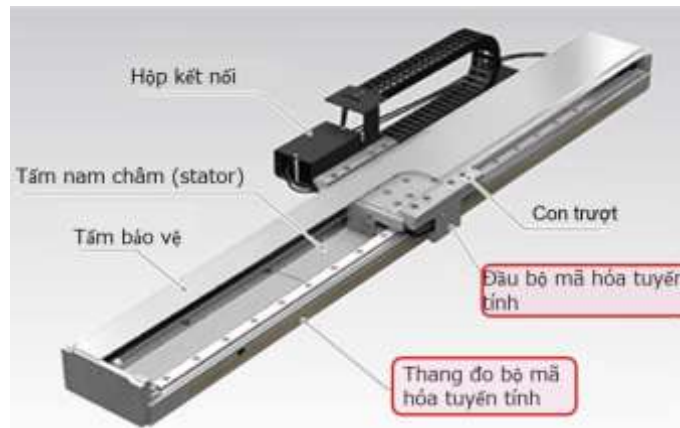
- Công kènh
- Bảo trì cao
- Hiệu suất thấp
- Không phù hợp cho điều khiển vị trí

Ứng dụng:

- Sử dụng trong máy cán: Cần tốc độ ổn định khi thay đổi tải trọng cuộn vật liệu

- Quạt công nghiệp: Dễ điều chỉnh tốc độ quạt trong hệ thống thông gió

➤ Động cơ tuyến tính



Hình 3-24: Động cơ tuyến tính

Đặc điểm chính: Tạo chuyển động thẳng trực tiếp, không cần cơ cấu quay-truyền động.

Ưu điểm nổi bật:

- Phản hồi nhanh
- Không có ma sát truyền động
- Chính xác cao

Nhược điểm:

- Giá cao
- Điều khiển phức tạp
- Yêu cầu gia công chính xác

Ứng dụng:

- Máy CNC siêu chính xác (micron): Truyền động trực không qua cơ cấu vít-me, giảm rung và sai số.
- Hệ thống băng tải tốc độ cực cao: Truyền tải thẳng, không dùng dây đai hay bánh răng
- Robot pick-and-place tốc độ cao: Di chuyển đầu gấp lên xuống nhanh chóng trong vài phần nghìn giây
- Hệ thống từ trường MAGLEV: Dùng để nâng và điều khiển tàu không ma sát

3.3.2.2 Phương án điều khiển

➤ Sử dụng relay



Hình 3-25: Các loại relay

Ưu điểm:

- Cấu hình đơn giản, dễ hiểu
- Giá thành rẻ, không cần lập trình
- Phù hợp với hệ thống logic ON/OFF đơn giản

Nhược điểm:

- Không lập trình được thuật toán phức tạp (ví dụ: dò tìm, lặp vòng, đếm số lần xoay...)
- Kích thước lớn, khó mở rộng
- Tốc độ phản hồi chậm, độ bền giới hạn khi đóng cắt liên tục
- Không thể kết nối cảm biến phức tạp hoặc giao tiếp ngoại vi (serial, I2C,..)

Kết luận: Phù hợp với mô hình rất đơn giản, không cần xử lý tín hiệu phức tạp, chỉ dùng nút nhấn, rơ le, cảm biến ON/OFF.

Ứng dụng:

- Hệ thống cơ điện đơn giản (chỉ ON/OFF): đóng mở đèn, động cơ, van điện từ
- Dây chuyền bán tự động: hệ thống băng tải khởi động tuần tự, máy ép nhựa đời cũ
- Điều khiển các động cơ nhỏ không cần đổi hướng, đếm, hoặc xử lý logic phức tạp

Ví dụ công nghiệp:

- Hệ thống đóng gói đơn giản: khi cảm biến phát hiện hộp → relay kích motor dừng
 - Tủ điện chiếu sáng đường phố
 - Máy sản xuất truyền thống không lập trình
- Sử dụng bộ khả lập trình PLC



Hình 3-26: PLC Siemens S7 1200 DC/DC/DC

Ưu điểm:

- Độ bền công nghiệp cao, hoạt động ổn định trong môi trường bụi, ẩm, rung
- Có khả năng xử lý logic, đếm, timer, so sánh
- Có module mở rộng I/O, giao tiếp mạng công nghiệp (Modbus, Profibus, ...)
- Dễ dàng tích hợp với HMI, hệ thống SCADA

Nhược điểm:

- Giá thành cao hơn so với Arduino/ESP (PLC S7-1200, Delta DVP, ...)
- Lập trình cần kiến thức chuyên môn (TIA Portal, Ladder, STL, ...)
- Hạn chế kết nối cảm biến thông minh (color sensor, encoder nhỏ...) trừ khi dùng module mở rộng

Kết luận: Lý tưởng cho hệ thống công nghiệp thực tế, yêu cầu độ tin cậy cao, có khả năng mở rộng, bảo trì, tích hợp dễ dàng với hệ thống nhà máy.

Ứng dụng:

- Dây chuyền sản xuất tự động: đóng gói, chiết rót, cấp liệu, robot công nghiệp

- Điều khiển máy CNC, máy tiện, máy phay tự động
- Hệ thống cấp phôi, phân loại, lắp ráp
- Giám sát và điều khiển từ xa thông qua SCADA, HMI

Ví dụ công nghiệp:

- Dây chuyền đóng gói nước khoáng tự động (cấp chai – rót – đóng nắp – dán tem)
- Dây chuyền băng tải phân loại sản phẩm theo màu/khối lượng
- Điều khiển hệ thống khí nén, thủy lực trong nhà máy

➤ Sử dụng arduino/esp 32



Hình 3-27: Arduino

Ưu điểm:

- Giá rẻ, dễ tìm, hỗ trợ nhiều thư viện lập trình
- Dễ lập trình thuật toán phức tạp (dò màu, đếm vị trí, phản hồi cảm biến)
- Dễ kết nối với cảm biến thông minh: cảm biến màu TCS3200, cảm biến khoảng cách, encoder, ...
- ESP32 hỗ trợ Wi-Fi, Bluetooth, có thể giám sát từ xa

Nhược điểm:

- Không bền với môi trường công nghiệp (bị nhiễu, hỏng do bụi/ấm)
- Không hỗ trợ trực tiếp tín hiệu 24VDC (phải dùng mạch đệm)
- Không có chuẩn công nghiệp (chống nhiễu, chịu nhiệt, bảo vệ ngắn mạch...)
- Khó tích hợp vào dây chuyền sẵn có trong nhà máy lớn

Kết luận: Phù hợp với mô hình mẫu, hệ thống R&D, ứng dụng học tập hoặc doanh nghiệp vừa và nhỏ, nơi cần chi phí thấp, linh hoạt thuật toán, và không yêu cầu độ bền công nghiệp quá cao.

Ứng dụng:

- Hệ thống thử nghiệm, nghiên cứu, R&D
- Máy tự động đơn giản: cấp phôi, chọn màu, in 3D, máy khắc laser mini
- Tự động hóa trong quy mô nhỏ (công ty SME, startup)
- Hệ thống IoT công nghiệp nhẹ: giám sát nhiệt độ, độ ẩm, phát hiện lỗi, cảnh báo

Ví dụ công nghiệp:

- Máy cấp phôi tự động cho máy CNC nhỏ (giống đồ án của bạn)
- Hệ thống đo và cảnh báo chất lượng môi trường trong nhà máy
- Máy rửa linh kiện điện tử tự động dùng cảm biến siêu âm
- Trạm giám sát IoT: dùng ESP32 thu thập dữ liệu từ cảm biến gửi về server qua Wi-Fi

3.3.2.3 *Phương án cơ khí*

➤ Khung

Yêu cầu kỹ thuật của khung bàn xoay

- Đảm bảo độ cứng vững, không bị biến dạng khi bàn xoay vận hành
- Chịu được tải trọng nhẹ đến trung bình (tải vật phẩm + mômen quay)
- Kết cấu phải gọn, dễ gia công, dễ tháo lắp và bảo trì
- Tương thích với các thiết bị khác như motor, cảm biến, ổ trục...

Ưu điểm của thép hộp

- Độ cứng và độ bền cao: thép hộp (vuông hoặc chữ nhật) có kết cấu kín nên chịu được mômen xoắn và tải trọng tốt hơn thép thanh.
- Chống cong vênh và rung lắc khi motor bước hoạt động (tránh mất bước).
- Gia công dễ dàng: cắt, hàn, khoan lỗ dễ dàng bằng dụng cụ thông thường.
- Khả năng lắp ghép linh hoạt với bulong hoặc hàn.

- Chi phí hợp lý: rẻ hơn so với nhôm định hình công nghiệp hoặc thép đặc.
- Có sẵn tại thị trường, dễ mua, phù hợp sản xuất số lượng nhỏ/lắp ráp thủ công.

Bảng 3.1 Bảng so sánh các phương án làm khung

Vật liệu	Ưu điểm	Nhược điểm
Thép hộp	Bền, dễ hàn, chịu lực tốt, rẻ	Nặng hơn nhôm, dễ gỉ sét nếu không sơn bảo vệ
Nhôm định hình	Nhẹ thẩm mỹ, dễ tháo lắp,	Giá cao, yêu cầu phụ kiện chuyên dụng
Inox	Chống gỉ tốt, bền	Rất đắt, khó gia công nếu không có dụng cụ chuyên dụng
Gỗ	Rẻ, dễ làm mẫu	Không bền, dễ cong, không phù hợp môi trường công nghiệp

Tính ứng dụng và thực tiễn:

- Trong thực tế, nhiều cơ sở chế tạo máy tự động nhỏ và SME (doanh nghiệp vừa và nhỏ) thường sử dụng thép hộp để tiết kiệm chi phí mà vẫn đảm bảo kết cấu cứng vững.
- Phù hợp với mô hình thử nghiệm, sản xuất nhỏ như bàn xoay cấp phôi cho máy phay CNC.

Biện pháp bảo vệ và hoàn thiện

- Sau khi gia công, sơn chống gỉ hoặc sơn tĩnh điện để đảm bảo tuổi thọ và tính thẩm mỹ
- Có thể gắn đế cao su chống rung hoặc đặt trên bề cách ly dao động

Kết luận:

- Thép hộp là lựa chọn hợp lý cho khung bàn xoay cấp phôi vì đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, chi phí thấp, dễ gia công và phù hợp với mô hình ứng dụng thực tế của doanh nghiệp vừa và nhỏ.

➤ Cơ cấu truyền động

- Phương án 1: Truyền động trực tiếp bằng động cơ thông qua khớp nối
- Phương án 2: Truyền động bằng động cơ sử dụng hộp giảm tốc trực vít bánh vít

3.3.3 Kết luận các phương án

1, Sử dụng phương án bàn xoay phôi truyền động trực tiếp bằng động cơ: có độ chính xác cao hơn, ít rung lắc khi xoay, chi phí vừa phải.

2, Sử dụng động cơ bước để truyền động:

Yêu cầu:

- Tải trọng nhẹ đến trung bình
- Chuyển động ngắt quãng – quay theo góc cố định (thường là $60^\circ/90^\circ$)
- Không cần phản hồi vị trí liên tục
- Yêu cầu độ chính xác vừa phải ($\sim \pm 1.8^\circ$)

Lí do:

- Điều khiển vị trí chính xác theo từng bước: Với góc bước tiêu chuẩn 1.8° (200 bước/vòng) hoặc vi bước lên đến 1/16 → rất dễ kiểm soát góc quay chính xác của bàn xoay.
- Chi phí thấp – phù hợp doanh nghiệp vừa và nhỏ: So với servo hoặc động cơ tuyến tính, stepper có chi phí thấp hơn 2–3 lần, dễ bảo trì, dễ thay thế → phù hợp triển khai thực tế cho doanh nghiệp.
- Dễ điều khiển và tích hợp với hệ thống Arduino hoặc PLC: Có thể điều khiển dễ dàng bằng Arduino, ESP32 hoặc PLC S7-1200 sử dụng xung PTO hoặc thư viện mã nguồn mở.
- Không cần cảm biến vị trí trong ứng dụng ngắt quãng: Với chuyển động định vị theo vị trí lặp lại cố định (60°), nếu khởi tạo đúng tại góc 0° , có thể điều khiển mà không cần encoder → giảm chi phí và đơn giản hóa hệ thống.
- Đáp ứng đủ lực và tốc độ cho bàn xoay nhỏ: Với tải nhẹ (trọng lượng vật phẩm nhỏ, tốc độ quay dưới 60 rpm), stepper có thể cung cấp đủ mô-men để quay bàn một cách ổn định.

3, Sử dụng phương án điều khiển bằng arduino/esp 32 có chi phí thấp, tính linh hoạt cao, kết nối điều khiển từ xa, kết nối được các cảm biến không tiêu chuẩn, có thể khắc phục các nhược điểm như nhiễu, môi trường làm việc không khắc nghiệt, thời gian nghỉ phù hợp.

4, Sử dụng thép hộp để làm khung, nhựa PE để làm mâm xoay, đế gá đặt phôi vì tải trọng, chi phí rẻ, đủ cứng vững.

3.3.4 Cơ khí và truyền động của bàn xoay chuyển cấp phôi

3.3.4.1 Tính chọn động cơ

Ta có:

- Năng suất 30 sp/giờ
- Thời gian nghỉ 100s mỗi chu kỳ

Thời gian bàn xoay vận hành trong 1 giờ

$$t_{vh} = 3600 - (100 \times 30) = 600s = 10(\text{phút})$$

Với bàn xoay 6 vị trí (2 loại phôi) nên ta có số vòng quay 1 giờ là:

$$n_{1h} = \frac{P}{6} = \frac{30}{6} = 5 (\text{vòng})$$

Chu vi của bàn xoay

$$C = \pi D = 0.4\pi(m)$$

Chiều dài quay trong 1 giờ:

$$s_{1h} = n_{1h} \times C = 5 \times 0,4\pi \approx 6,28(m)$$

Vận tốc dài của bàn xoay:

$$v = \frac{D_{1h}}{t_{vh}} = \frac{6,28}{600} \approx 0,01(m/s)$$

Xác định số vòng quay làm việc (số vòng quay tại trục) là:

$$n_{lv} = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{0.01 \cdot 1000}{0,4\pi} \approx 8(\text{vòng/ph})$$

Gia tốc góc tại tâm:

$$\beta = \frac{\omega}{t} = \frac{v}{Rt} = \frac{0,01}{0,2 \times 10^{-2}} \approx 5(\text{rad/s}^2)$$

➤ Moment quán tính tại trục

Ta có: dựa vào bảng 2-1 [15] ta tính được moment quán tính của bàn xoay

Từ thể tích và khối lượng riêng của vật liệu thép (7850kg/m^3)

Khối lượng riêng của nhựa PE (950kg/m^3)

Khối lượng của bàn xoay:

$$m_{b xoay} = \rho_{nhựa} \times V_{b xoay} = 950 \times 0,001256 = 1,19 \text{ (kg)}$$

Khối lượng của trục:

$$m_{trục} = \rho_{thép} \times V_{trục} = 7850 \times 3,39 \times 10^{-5} \approx 0,266 \text{ (kg)}$$

Khối lượng của 6 phôi:

$$m_{phôi} = \rho_{thép} \times V_{phôi} = 7850 \times 0,00027 + 950 \times 0,000315 \approx 4,59 \text{ (kg)}$$

Moment quán tính của bàn:

$$I_{bàn} = \frac{1}{2} \times m_{bàn} \times r_{bàn}^2 = \frac{1}{2} \times 1,19 \times 0,2^2 = 0,024 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Moment quán tính của trục:

$$I_{trục} = \frac{1}{12} \times m_{trục} \times l_{trục}^2 = \frac{1}{12} \times 0,266 \times 0,03^2 = 2 \times 10^{-5} \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Moment quán tính của phôi:

$$I_{phôi} = m_{phôi} \times r_{phôi}^2 = 4,59 \times 0,2^2 = 0,1836 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Moment quán tính tổng:

$$\sum I = I_{bàn} + I_{trục} + I_{phôi} = 0,024 + 0,1836 + 2 \times 10^{-5} = 0,21 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Moment lực tại trục:

$$M = I \cdot \beta = 0,21 \times 5 = 1 \text{ Nm} = 1000 \text{ Nmm}$$

➤ Công suất động cơ cần thiết

Công thức 2.8 [16]

Trong đó:

- N: Công suất trên bàn xoay
- $\eta = \eta_{\delta lăn} = 0,995$: Hiệu suất chung
- N_{ct} : Công suất cần thiết

$$N_{ct} = \frac{N}{\eta}$$

Tra bảng 2.4 [3] ta có

- $\eta_{\text{ổ lăn}} = 0.995$ (hiệu suất của 1 cặp ổ lăn)

Ta có:

$$P_{ct} = P_{lv} = \frac{F \cdot v}{1000} = \frac{59,37 \cdot 0,01}{1000} = 6,216 \cdot 10^{-4} \approx 0,6 \text{ w}$$

Trong đó:

- $F = m \cdot g = 6,05 \times 9,81 = 59,37$ là lực tác động lên mâm
 - m tổng khối lượng mâm, phôi, trục
 - $g=9,81$ gia tốc trọng lực
- $v = s/t = 0,01$ m/s vận tốc bàn xoay (được tính ở trên)
 - s quãng đường bàn xoay đi được trong 1 giờ
 - t thời gian làm việc

$$N_{ct} = \frac{0,6}{0,995} = 0,63 \text{ (W)}$$

Từ moment và công suất tính được ta chọn động cơ bước STP 59D5206 có các thông số kỹ thuật chính:

- Loại động cơ: Động cơ bước hybrid 2 pha
- Kích thước khung: NEMA 23
- Góc bước: 1.8° (200 bước mỗi vòng)
- Dòng định mức: 4.2 A
- Điện áp định mức: 2.52 ~ 5 V
- Mô-men giữ (holding torque): Từ 0.667 Nm đến 1.847 Nm, tùy thuộc vào model cụ thể trong dòng 59D
- Số pha: 2
- Kiểu kết nối: 4 dây
- Công suất: 40 ~ 60 W

3.3.4.2 Chọn khớp nối

Vì moment lực tại trục 500 N.mm nên moment an toàn là $500 \times 1,5 = 750$ N.mm nên chọn loại khớp nối chịu được moment trên 750 N.mm và do tâm động cơ và tâm của trục có sai số về độ đồng tâm khi lắp ráp nên chọn loại khớp nối có thể bù sai lệch

Ta chọn khớp nối trục khớp nối mềm ROTEX GS38 cho bàn xoay ($\varnothing 450$ mm). Đây là dòng khớp nối đàn hồi (jaw coupling) – rất phù hợp cho truyền động yêu cầu độ chính xác cao, có khả năng giảm rung, bù sai lệch nhẹ, và thường dùng trong máy CNC, bàn xoay, truyền động động cơ servo/step.

Thông số khớp nối:

- Moment xoắn định mức: 2.8 N.m
- Độ lệch góc: 1°
- Tốc độ quay tối đa: 10000 vòng/phút
- Độ lệch trục cho phép: 0.6 mm



Hình 3-28: Khớp nối

3.3.4.3 Chọn trục tròn

Công thức thiết kế trục tròn đặc: [16]

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_x}{0,2[\tau]_x}} \quad [3]$$

Hoặc

$$d = C \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

- M_x : momen xoắn (N.mm)
- τ_x : ứng suất cắt cho phép 40 (Mpa)
- N công suất truyền Kw
- n số vòng quay trong 1 phút của trục
- C : 110 hệ số tính toán của trục phụ thuộc τ_x



Hình 3-29: Trục đặc

Vì công suất làm việc bé nên ta trực tiếp chọn trục mà không cần tính toán, để đảm bảo độ cứng vững và độ bền ta chọn đường kính trục: 12mm, L=200mm

3.3.4.4 Chọn ổ lăn

Ta chọn gói bi đỡ chặn để giảm lực dọc trục:



Hình 3-30: Gói bi đỡ trục

Thông số: [17]

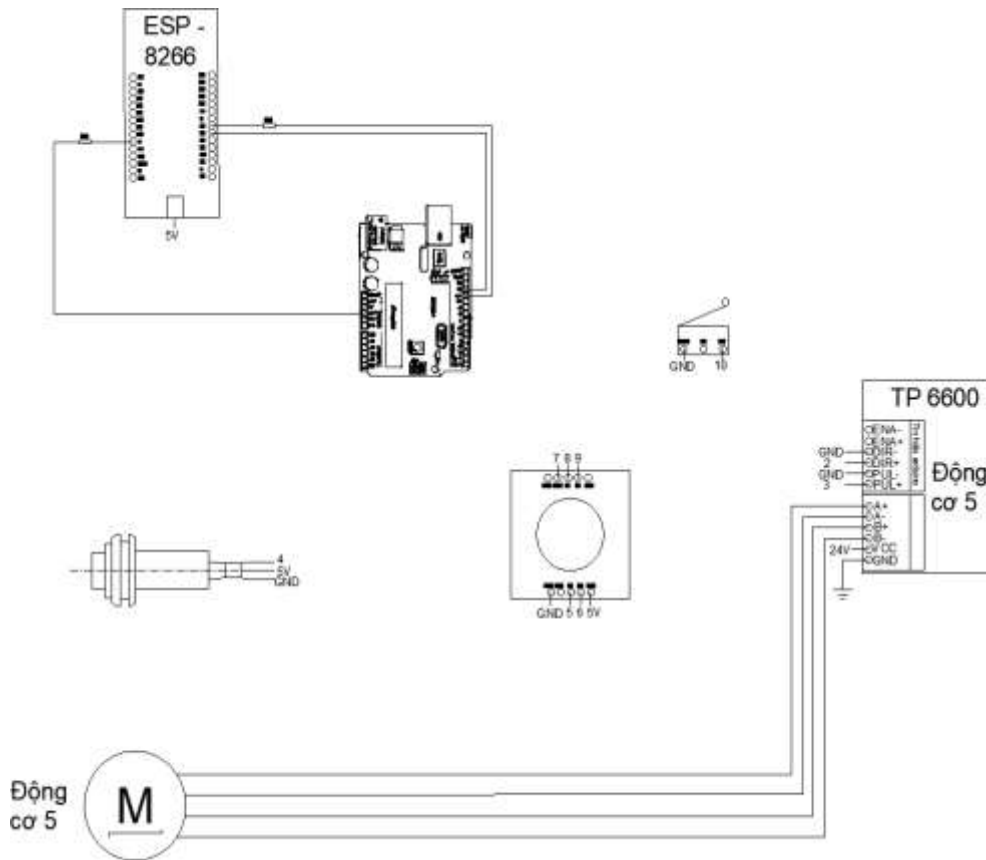
- Đường kính trục: 12 mm
- Tải trọng động (C): ≈ 8.5 kN (8500 N)

- Tải trọng tĩnh (C_0): $\approx 4.3 \text{ kN}$ (4300 N)
- Tải dọc trục tối đa khuyến nghị: $\approx 15\text{--}20\%$ của C $\Rightarrow \sim 850\text{--}1200 \text{ N}$
- Loại vòng bi: UC201 hoặc tương đương
- Vật liệu vỏ: Gang, nhôm đúc hoặc kẽm đúc
- Cô định trục: 2 vít lục giác M4

CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ MẠCH ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN

4.1 Thiết kế điện bàn xoay cấp chuyển phôi

4.1.1 Sơ đồ mạch điện của bàn xoay



Hình 4-1: Sơ đồ mạch điện điều khiển bàn cấp phôi

Bao gồm:

- ESP 8266: Kết nối arduino và máy tính bằng wifi
- Arrduino Uno: điều khiển chương trình hoạt động của bàn cấp phôi
- Công tắc hành trình KW12 3A-250V có bánh xe: xác định tọa độ điểm dừng của bàn xoay
- Cảm biến tiệm cận NPN: xác định phôi có tại vị trí hay không
- Cảm biến màu GY-31: xác định loại phôi
- Driver TP6600: điều khiển bước động cơ
- Động cơ bước STP 59D5206: xoay bàn xoay

4.1.2 Giới thiệu bộ điều khiển của bàn xoay

➤ Arduino Uno/ ESP 32



Hình 4-2: Arduino Uno/ ESP 8566

Các tính năng của chip ESP8266EX bao gồm: [wikipedia]

- Bộ xử lý: Lõi vi xử lý L106 32-bit RISC dựa trên Tiêu chuẩn Tensilica Xtensa Diamond, hoạt động ở tần số 80 MHz và SRAM trên chip.
- Bộ nhớ nội: Bộ nhớ nội của ESP8266EX bao gồm SRAM và ROM. ESP8266EX có thể truy xuất các bộ nhớ này thông qua các interface iBus, dBus, và AHB. Kích thước SRAM nhỏ hơn 36kB khi ESP8266EX hoạt động ở chế độ station. ROM của ESP8266EX không lập trình được nên chương trình được lưu trong Flash ngoại.
- Flash ngoại: ESP8266EX sử dụng flash ngoại để lưu trữ chương trình và boot trực tiếp chương trình từ bus SPI. Kích thước flash ngoại mặc định sẽ khác nhau với từng loại module ESP8266, như ESP-01 có kích thước flash ngoại là 1MB, ESP-12E có kích thước flash ngoại là 16MB. Nếu chương trình sử dụng kích thước lớn hơn kích thước mặc định thì bộ flash ngoại với kích thước lớn hơn phải được sử dụng tuy nhiên kích thước flash ngoại tối đa về mặt lý thuyết cho phép là 16 MB. Kích thước bộ nhớ flash nhỏ nhất có thể là 512 kB (tắt chế độ OTA) hoặc 1 MB (bật chế độ OTA).
- IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi: Tích hợp TR switch, balun, LNA, bộ khuếch đại công suất và mạng kết hợp Xác thực WEP hoặc WPA/WPA2 hoặc mạng mở không có password. 17 chân GPIO: Các chân có thể được dồn kênh cho các chức năng I²C, I2S, UART, PWM, IR - điều khiển từ xa, ... 2 hardware timer 23 bit: FRC1 và FRC2.

- 3 SPI: general Slave/Master SPI, Slave SDIO/SPI và general Slave/Master HSPI.
- I²C: Hỗ trợ 1 I²C hoạt động được ở cả chế độ master và slave. Vì các GPIO đều có thể được cấu hình ở chế độ cực máng hở nên các GPIO đều có thể được cấu hình cho các chân SDA hay SCL của I²C bằng phần mềm.
- Giao diện I²S với DMA (sử dụng chung chân với GPIO)
- UART: Hỗ trợ 2 UART là UART0 và UART1. UART0 sử dụng GPIO3 (RX) và GPIO1 (TX). UART1 sử dụng GPIO2 (TX) và GPIO8 (TX). Tuy nhiên GPIO8 được dùng để kết nối bộ nhớ flash của chip nên UART1 chỉ sử dụng được GPIO2 để truyền dữ liệu. ADC 10 bit

Sơ đồ chân của ESP-01:

- GND, chân đất (0 V)
- GPIO 2 (General-purpose input/output No.2)
- GPIO 0 (General-purpose input/output No.0)
- RX, nhận bit dữ liệu X, cũng là GPIO3VCC, chân điện áp (+3.3 V; có thể chịu được điện áp đến 3.6 V)
- RST, Reset
- CH_PD, Chip tắt nguồn (Chip power-down)
- TX, truyền bit dữ liệu X, cũng là GPIO1

➤ Nguồn tổ ong 24v



Hình 4-3: Nguồn tổ ong

Nguồn tổ ong (tiếng Anh: Switching Power Supply hoặc SMPS - Switched-Mode Power Supply), gọi là tổ ong vì mặt lưng nguồn thường có các lỗ thoát nhiệt hình tổ ong.

Thông số cơ bản:

- Điện áp đầu ra: 24V DC
- Dòng điện đầu ra: thường từ 1A đến 30A (tùy loại).
- Điện áp đầu vào: thường 220VAC (hoặc 110VAC tùy quốc gia), có loại đa năng 85~265VAC.
- Công suất: ví dụ 24V-5A → 120W; 24V-10A → 240W...

Đặc điểm nổi bật:

- Kích thước nhỏ gọn – nhờ mạch chuyển đổi xung (khác với biến áp sắt to).
- Hiệu suất cao (80–90%) – ít tỏa nhiệt.
- Cấp nguồn ổn định cho các tải: động cơ bước, relay, cảm biến, module PLC..., có cầu chì bảo vệ quá tải, mạch bảo vệ quá áp, ngắn mạch.
- Tản nhiệt tốt – nhờ thiết kế lỗ tổ ong.

Ứng dụng

- Cấp nguồn cho hệ thống điều khiển tự động: Arduino, PLC, cảm biến.
- Nguồn cấp cho driver động cơ bước/servo.
- Dùng trong máy in 3D, CNC mini.
- Cấp nguồn LED chiếu sáng công nghiệp.
- Ứng dụng dân dụng: camera an ninh, thiết bị IoT.

➤ Driver STEP MOTOR



Hình 4-4: Driver TP6600

Giới thiệu:

- Driver step motor TP6600 (hoặc TB6600 – tên gọi thông dụng hơn).
- Loại: Driver điều khiển động cơ bước (stepper motor driver).

Thông số kỹ thuật cơ bản

- Điện áp đầu vào: 9~40vdc (thường dùng 24vdc).
- Dòng điện đầu ra: 0.5a ~ 4a (có thể điều chỉnh bằng dip switch).
- Tín hiệu điều khiển: xung (pulse), chiều (direction), cho phép (enable).
- Hỗ trợ các loại động cơ: động cơ bước 2 pha, 4 dây, 6 dây.
- Vi bước (microstep): từ full-step đến 1/32 step (giúp động cơ chạy êm hơn, mượt hơn).

Đặc điểm nổi bật:

- Chống nhiễu tốt: có mạch bảo vệ chống quá dòng, quá nhiệt, ngắn mạch.
- Dễ điều chỉnh: dip switch trên driver để cài đặt dòng điện và vi bước.
- Tương thích: dùng tốt với arduino, plc (s7-1200, fx3u...), mach3, cnc mini...
- Hoạt động ổn định: điều khiển động cơ bước chính xác, trơn tru, không rung giật.

Ứng dụng thực tế

- CNC mini: máy khắc gỗ, máy phay mini, máy in 3D.
- Bàn xoay tự động: chuyển phôi, phân loại sản phẩm.
- Cơ cấu dịch chuyển tuyến tính: thanh trượt, trục vít me bi.
- Robot nhỏ: tay gấp, cơ cấu gấp đặt linh kiện.
- Các dự án DIY: tự động hóa học tập, mô hình cơ điện tử.

Chức năng các chân:

- (PUL+)/(PUL-): tín hiệu xung điều khiển bước (pulse)
- (DIR+)/(DIR-): tín hiệu xác định chiều quay(Direction)
- (ENA+)/(ENA-): tín hiệu bật/tắt driver (Enable – optional)
- (A+, A-, B+, B-): kết nối 4 dây động cơ bước

- VCC/GND: nguồn cấp cho driver 24V

➤ Động cơ bước (step motor)



Hình 4-5: Động cơ bước

Thông số kỹ thuật động cơ bước STP 59D5206 (Nema 23):

- Loại động cơ: Động cơ bước hybrid 2 pha
- Kích thước khung: NEMA 23
- Góc bước: 1.8° (200 bước mỗi vòng)
- Dòng định mức: 4.2 A
- Điện áp định mức: 2.52 ~ 5 V
- Mô-men giữ (holding torque): Từ 0.667 Nm đến 1.847 Nm, tùy thuộc vào model cụ thể trong dòng 59D
- Số pha: 2
- Kiểu kết nối: 4 dây
- Công suất: 40 ~ 60 W

Đặc điểm:

- Kích thước: 57x57 mm (mặt bích), dài 51-60 mm
- Mô-men xoắn lớn, phù hợp cho bàn xoay nhỏ, tự động hóa, máy in 3D, CNC mini
- Chạy mượt với driver TB6600, TP6600, DM542...
- Lắp đặt dễ dàng (khớp nối, bánh đai)

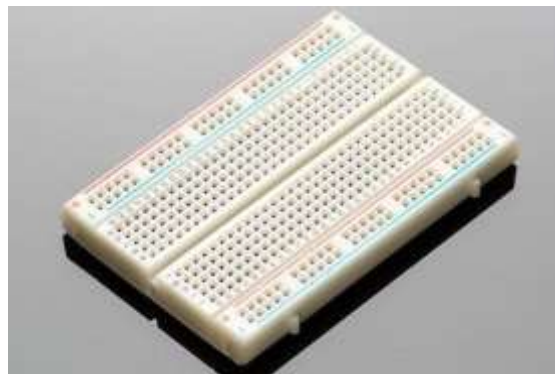
Ứng dụng:

- Máy CNC mini, laser (trục X/Y/Z)
- Máy in 3D, máy khắc gỗ
- Bàn xoay cấp phôi tự động
- Robot, cơ cấu dịch chuyển tuyến tính
- DIY, mô hình cơ điện tử, tự động hóa.

Cách nối dây

- (B+): green
- (B-): black
- (A+): red
- (A-): blue

➤ Cầu nối dây(breadboard)



Hình 4-6: Breadboard

Breadboard (bảng cắm thử) là nền tảng lắp ráp mạch tạm thời, không cần hàn, giúp thử nghiệm mạch điện nhanh chóng.

Cấu trúc và đặc điểm:

- Chất liệu: Nhựa cách điện, chân đồng.
- Lưới lỗ (grid): Cột nguồn, cột tín hiệu, rãnh tách chuẩn IC DIP.
- Kích thước: Full size (~830 lỗ), Half size (~400 lỗ), Mini size (~170 lỗ).

Nguyên lý hoạt động:

- Lỗ cùng hàng nối thông điện.
- Hàng nguồn (dọc): Cấp nguồn (+, -).

- Hàng tín hiệu (ngang): Kết nối linh kiện.

Ưu điểm:

- Không cần hàn, tháo lắp nhanh.
- Dễ chỉnh sửa, thử nghiệm.
- Tiết kiệm chi phí so với PCB.
- Tái sử dụng, bền.

Ứng dụng:

- Giáo dục.
- DIY (Arduino, Raspberry Pi, cảm biến).
- Thiết kế mạch prototype.
- Học tập logic điều khiển.

➤ Cảm biến GY-31 sử dụng IC TAOS TCS3200 RGB với 4 led trắng:

Cảm biến màu GY-31 sử dụng IC TAOS TCS3200 RGB với 4 led trắng. Cảm biến màu TCS3200 có thể phát hiện và đo lường một phạm vi gần như vô hạn của màu sắc có thể nhìn thấy. Cảm biến màu TCS3200 tích hợp 1 dãy bộ dò ánh sáng quang bên trong, với mỗi cảm biến ứng với các màu đỏ, xanh lá, xanh dương.

Các bộ lọc của mỗi màu được phân bố đều khắp cảm biến để loại bỏ sai lệch vị trí giữa các màu sắc. bên trong cảm biến có bộ dao động tạo ra sóng vuông có tần số là tỷ lệ thuận với cường độ của màu sắc được lựa chọn.

Cảm biến màu GY-31 TCS3200 được sử dụng để nhận biết màu sắc bằng cách đo phản xạ 3 màu sắc cơ bản từ vật thể là đỏ, xanh lá và xanh dương từ đó xuất ra tần số xung tương ứng với 3 màu này qua các chân tín hiệu, đo 3 tần số xung này và qua 1 vài bước chuyển đổi nhất định là bạn sẽ có được thông tin của màu sắc của vật thể cần đo.

Thông số cảm biến màu GY-31

- Nguồn 2.7 -> 5.5VDC
- Ngõ ra: 3 tần số xung tương ứng 3 màu đỏ xanh dương và xanh lá.
- GND: nguồn âm

- VCC: nguồn dương 5V
- OUT: đầu ra tín hiệu
- S0, S1: lựa chọn tỷ lệ tần số
- S2, S3: lựa chọn kiểu photodiode



Hình 4-7: Cảm biến GY-31

➤ Biến áp buck 3A cố định 5V



Hình 4-8: Mạch biến áp

Module nguồn DC-DC Buck Converter 5V/3A: Module giảm áp (Buck) chuyên đổi nguồn DC đầu vào (6V-24V, có loại đến 32V+) thành nguồn 5V DC cố định, dòng tối đa 3A.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp đầu vào (V-in): 6V - 24V (tùy module, có thể lên đến 32V+).
- Điện áp đầu ra (V-out): 5V cố định.
- Dòng tối đa: 3A (khuyến dùng dưới 2.5A liên tục để đảm bảo an toàn).
- Hiệu suất: 85-90% (tùy thuộc tải và nhiệt độ).

Đặc điểm:

- Sử dụng IC ổn áp switching giúp giảm nhiệt so với IC tuyến tính (như 7805).
- Tích hợp tụ lọc đầu ra, đảm bảo điện áp đầu ra ổn định và ít nhiễu.
- Thiết kế nhỏ gọn, dễ dàng tích hợp vào các dự án DIY, robot, Arduino, Raspberry Pi...
- Kết nối dễ dàng với chân IN+, IN-, OUT+, OUT-.
- Một số module có LED báo nguồn.

Ứng dụng:

- Cấp nguồn 5V cho vi điều khiển (Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi...).
- Cấp nguồn cho các module cảm biến, relay.
- Cấp nguồn cho quạt mini, LED, mạch logic 5V.
- Sạc pin 5V (tùy ứng dụng).
- Sử dụng trong các hệ thống DIY nhỏ gọn như robot, máy in 3D mini...

Lưu ý:

- Đảm bảo cung cấp đủ dòng cho tải (dòng tối đa 3A, nên sử dụng ~2-2.5A để an toàn).
- Tản nhiệt khi sử dụng với tải lớn (có thể dùng tản nhiệt nhôm nhỏ).
- Đảm bảo Vin lớn hơn Vout ít nhất 1-2V để mạch hoạt động ổn định.

➤ Tụ lọc



Hình 4-9: Tụ lọc nhiều

Tụ điện 474 (0.47 μ F, 630V):

- Đặc điểm: Mã 474 ($0.47\mu\text{F}$), dung sai $\pm 5\%$, điện áp 630VDC. Chất liệu Polypropylene Film (CBB22) cho khả năng chống nhiễu và độ ổn định cao. Vỏ nhựa nâu đỏ, chân cắm thẳng. Hệ số tổn hao thấp, bền, hoạt động tốt ở nhiều dải tần.
- Ứng dụng: Lọc nhiễu nguồn xung/mạch công suất, mạch chỉnh lưu (lọc xung AC, triệt nhiễu cao tần), thay thế tụ gốm/điện phân (độ ổn định cao), mạch audio/khuếch đại âm thanh.
- Ưu điểm: Không phân cực, chịu nhiệt/xung cao (cho mạch dòng biến thiên lớn), độ ổn định cao (ít biến đổi theo nhiệt độ).

➤ Ứng dụng lập trình



Hình 4-10: Ứng dụng arduino

IDE Arduino cung cấp môi trường lập trình rất trực quan:

- Setup: khởi tạo, chạy một lần khi khởi động.
- Loop: chạy liên tục, thực hiện logic chính của chương trình.

Lập trình viên viết code C/C++, tận dụng thư viện để:

- Đọc tín hiệu cảm biến (digital/analog).
- Điều khiển thiết bị (LED, relay, động cơ, LCD...).
- Giao tiếp với máy tính (Serial, Bluetooth, WiFi...).

4.1.3 Chương trình điều khiển

➤ Các chân nối arduino

```
#include <AccelStepper.h>
```

```
#include <ArduinoJson.h>
#define STEP_PIN 4
#define DIR_PIN 5
#define LIMIT_SWITCH 9
#define PROXIMITY_SENSOR 8
#include <SoftwareSerial.h>

#define S0 2
#define S1 3
#define S2 6
#define S3 7
#define OUT 10

SoftwareSerial espSerial(11, 12); // RX, TX
unsigned long redFreq = 0;
unsigned long greenFreq = 0;
unsigned long blueFreq = 0;
```

➤ Tìm phôi

```
char targetType = '\0'; // Loại phôi cần tìm
char currentType = '?';
bool found = false;

bool typeFound = false;
bool waitingNewCommand = true;
AccelStepper stepper(AccelStepper::DRIVER, STEP_PIN, DIR_PIN);

bool motorRunning = false;
void setup() {
  pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);
  pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LIMIT_SWITCH, INPUT_PULLUP);
  pinMode(PROXIMITY_SENSOR, INPUT);

  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(OUT, INPUT);

  // Thiết lập tần số đầu ra của TCS3200
  digitalWrite(S0, HIGH);
  digitalWrite(S1, HIGH);
```

```
digitalWrite(DIR_PIN, HIGH); // Thiết lập chiều quay

stepper.setMaxSpeed(500);
stepper.setAcceleration(100);

stopMotor();

Serial.begin(115200);
espSerial.begin(4800);
Serial.println("Khoi dong he thong...");
}

char detectType() {
  // Đo RED
  digitalWrite(S2, LOW);
  digitalWrite(S3, LOW);
  redFreq = pulseIn(OUT, LOW);

  // Đo GREEN
  digitalWrite(S2, HIGH);
  digitalWrite(S3, HIGH);
  greenFreq = pulseIn(OUT, LOW);

  // Đo BLUE
  digitalWrite(S2, LOW);
  digitalWrite(S3, HIGH);
  blueFreq = pulseIn(OUT, LOW);

  // Serial.print("R: "); Serial.print(redFreq);
  // Serial.print(" G: "); Serial.print(greenFreq);
  // Serial.print(" B: "); Serial.println(blueFreq);

  // So sánh đơn giản, bạn nên hiệu chỉnh lại theo mẫu thực tế
  if (redFreq < blueFreq && redFreq < greenFreq) {
    return 'A'; // Ví dụ: màu đỏ là phôi A
  } else if (blueFreq < redFreq && blueFreq < greenFreq) {
    return 'B'; // Ví dụ: màu xanh là phôi B
  } else {
    return '?'; // Không xác định
  }
}

void loop() {

  if (espSerial.available() && waitingNewCommand) {
```

```

char c = espSerial.read();
Serial.print("Nhận tín hiệu chọn loại phôi từ esp ");
if (c == 'A' || c == 'B') {
    targetType = c;
    typeFound = false;
    waitingNewCommand = false;
    Serial.print("🔄 Tìm loại phôi: ");
    Serial.println(targetType);
    startMotor();
}
}
if (!waitingNewCommand && !typeFound) {
    // Nếu gặp cảm biến tiệm cận → kiểm tra phôi
    if (digitalRead(LIMIT_SWITCH) == LOW){
        stopMotor();
        delay(200);
        if (digitalRead(PROXIMITY_SENSOR) == LOW) {
            delay(200); // chống nhiễu
            char detectedType = detectType();
            Serial.print("📷 Đã phát hiện loại: ");
            Serial.println(detectedType);
            if (detectedType == targetType) {
                typeFound = true;
                sendJSONStatus("FOUND", detectedType);
                waitingNewCommand = true;
                // espSerial.println('Đã tìm thấy phôi');
            }
            else{
                delay(200);
                stepper.move(100);
                stepper.runToPosition();
                startMotor();
            }
        }
        else{
            delay(200);
            stepper.move(100);
            stepper.runToPosition();
            startMotor();
        }
    }
}
if (motorRunning) {
    stepper.runSpeed(); // dùng runSpeed() để quay liên tục theo tốc độ set
}
}
}

```

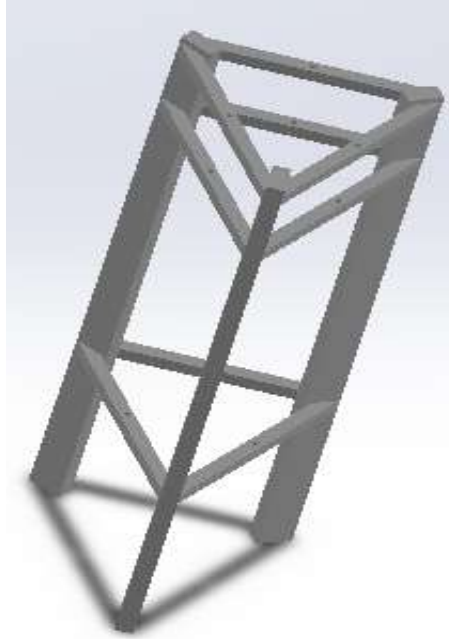
```
}  
}  
void startMotor() {  
  Serial.println(">>> GOI startMotor");  
  stepper.setSpeed(300);  
  motorRunning = true;  
}  
void stopMotor() {  
  Serial.println(">>> ngắt Motor");  
  motorRunning = false;  
  stepper.setSpeed(0);  
}  
void sendJSONStatus(const char* status, char type) {  
  StaticJsonDocument<128> doc;  
  doc["status"] = status;  
  doc["type"] = String(type);  
  String jsonString;  
  serializeJson(doc, jsonString);  
  espSerial.println(jsonString); // Gửi JSON sang ESP  
}
```

4.2 Quá trình gia công lắp ráp của bàn xoay cấp chuyển phôi

4.2.1 Bàn cấp phôi có khung đứng bằng 3 chân

Ưu điểm của khung 3 chân so với 4 chân:

- Ổn định trên bề mặt không phẳng: Với 3 chân, luôn có một mặt phẳng cố định đi qua 3 điểm → không bị "lọc xọc" như 4 chân trên bề mặt gồ ghề.
- Tiết kiệm vật liệu và trọng lượng nhẹ hơn: Chỉ cần 3 chân thay vì 4 → giảm chi phí vật liệu và trọng lượng, đặc biệt hữu ích trong thiết kế di động hoặc yêu cầu tối ưu hóa trọng lượng.
- Lắp ráp đơn giản hơn: Ít chi tiết hơn nên lắp ráp nhanh và dễ canh chỉnh hơn.
- Thẩm mỹ và thiết kế hiện đại: Thiết kế khung 3 chân thường mang lại cảm giác tinh gọn, hiện đại hơn → phù hợp trong nhiều ứng dụng thiết kế công nghiệp, nội thất.
- Chống chịu lực phân bố đều nếu được gia công hợp lý: Khi được gia công bằng các thanh chéo và dầm liên kết như trong hình, khung 3 chân vẫn có thể chịu lực tốt và ổn định như 4 chân trong nhiều ứng dụng.

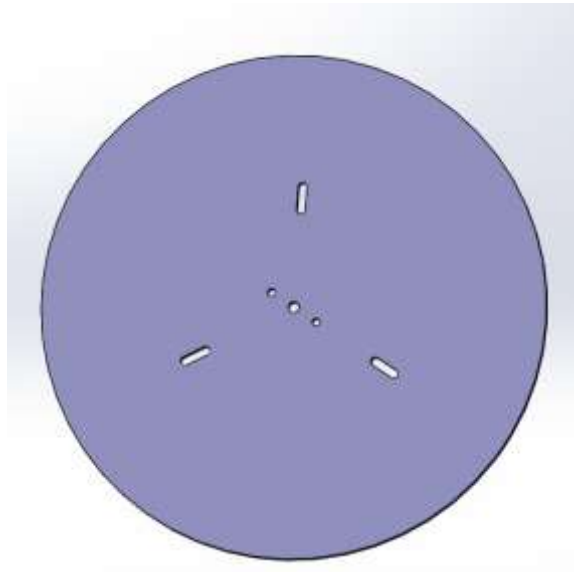


Hình 4.1 Khung bàn cấp phôi

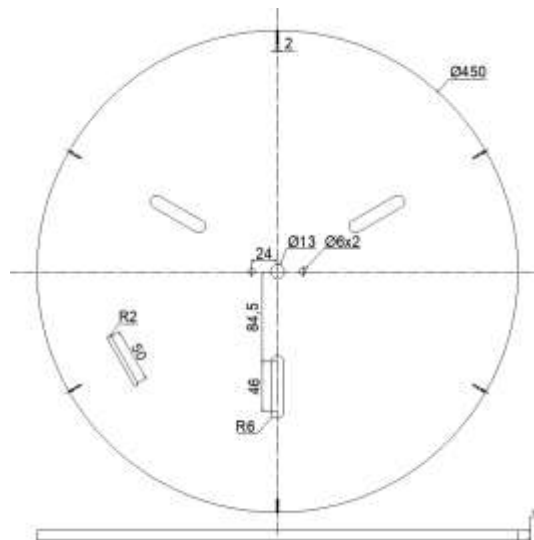
Quá trình chế tạo:

- Lựa chọn thép hộp chữ nhật 25x50 dày 1mm và chiều dài 950 mm để làm chân trụ vì bàn có tải trọng thấp nên kích thước như vậy đã hợp lí
- Lựa chọn thép 20x20 có chiều dài lớn 322,4 mm, chiều dài nhỏ 253,11mm, góc nghiêng 30° như trong bản vẽ để nối 3 chân trụ của bàn
- Dùng máy cưa sắt sử dụng lưỡi đá để cắt sắt
- Tiến hành hàn nối chân trụ lại với nhau, tạo hình như trên
- Khi hàn cần lắp thanh 20x20 đã khoan lỗ Ø8 mm vào đế bàn nhằm tối ưu độ không đồng tâm giữa đế bàn và khung, tiến hành kiểm tra với thép 20x20 đã song song rồi cố định chúng lại, đồng thời lắp tấm cố định động cơ tương tự lắp đế bàn rồi tiến hành hàn.

4.2.2 Đế bàn xoay



Hình 4.2 Đế bàn cấp phôi



Hình 4.3 Thông số đề bàn cấp phôi

Ưu điểm:

- Phân bố lực đều hơn: Mặt tròn giúp phân bố lực từ trục và ổ bi đều hơn lên kết cấu 3 chân.
- Mặt tam giác chỉ có 3 đỉnh tì vào chân, gây tập trung ứng suất tại các góc → nguy cơ mói hoặc cong vênh cục bộ.
- Dễ căn chỉnh tâm quay: Mặt tròn có tâm hình học rõ ràng → dễ căn trục quay chính giữa.

- Hình tam giác có tâm trong nhưng không thuận tiện khi cần gắn ổ bi hoặc vòng xoay dạng tròn.
- Phù hợp với ổ bi dạng tròn (phổ biến): Hầu hết các loại ổ bi đỡ quay có mặt bích, vòng bắt vít... đều thiết kế cho mặt tròn.
- Nếu dùng mặt tam giác, bạn sẽ phải cắt thêm tấm lót tròn phụ hoặc chế tạo ổ đỡ riêng → phức tạp không cần thiết.
- Tăng độ cứng vặn: Dù mặt tam giác “vừa khít” khung, nhưng mặt tròn bám đều cả ba chân theo cung tròn → tăng độ cứng vặn khi có tải xoắn lệch tâm từ trục.

Quá trình chế tạo:

- Vật liệu được làm bằng gỗ ép công nghiệp hoặc nhựa PE (nhẹ, đủ độ cứng vững)
- Thực hiện gia công bằng máy CNC để tạo các lỗ Ø6, Ø8 và Ø13 và tấm tròn Ø450 mm

Lí do lựa chọn gia công bằng máy phay CNC:

- Số lượng nhỏ: 1 cái
- Độ chính xác cao: cấp chính xác khoảng kích thước đạt được 7-9
- Chi phí gia công thấp hơn so với gia công trên các máy truyền thống vì cần đồ gá phù hợp



Hình 4-11: Máy phay CNC

Tính linh hoạt cao trong lập trình và hoạt động: Máy CNC được biết đến với tính linh hoạt vượt trội trong việc lập trình và hoạt động. Chỉ cần thay đổi các tham số trong chương trình, máy CNC có thể dễ dàng điều chỉnh để thực hiện nhiều loại hình gia công khác nhau. Điều này giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất, đồng thời tăng khả năng đáp

ứng nhu cầu đa dạng của khách hàng mà không cần phải thay đổi thiết bị hay công cụ phức tạp.

Thời gian chỉnh máy ngắn: Một trong những ưu điểm nổi bật của máy CNC là thời gian chỉnh máy rất ngắn. Với khả năng tự động hóa cao, việc cài đặt và điều chỉnh máy chỉ mất một khoảng thời gian ngắn so với các phương pháp truyền thống. Điều này giúp giảm thiểu thời gian chết trong sản xuất, tăng hiệu suất và đảm bảo thời gian hoàn thành sản phẩm nhanh chóng.

Hiệu quả cao về chất lượng và thời gian hoàn thành: Máy CNC mang lại hiệu quả cao cả về chất lượng lẫn thời gian hoàn thành sản phẩm. Nhờ vào độ chính xác cao và khả năng gia công ổn định, sản phẩm sau khi gia công luôn đạt chất lượng đồng đều và ít xảy ra lỗi. Đồng thời, quá trình gia công diễn ra nhanh chóng, giúp đáp ứng các đơn hàng lớn trong thời gian ngắn.

Chi phí sản xuất thấp: Một ưu điểm khác của máy CNC là chi phí sản xuất thấp. Dù chi phí đầu tư ban đầu có thể cao, nhưng về lâu dài, máy CNC giúp giảm đáng kể chi phí lao động và nguyên liệu do khả năng hoạt động liên tục và tự động hóa cao. Điều này làm cho sản xuất trở nên kinh tế hơn, đặc biệt là trong các dự án quy mô lớn.

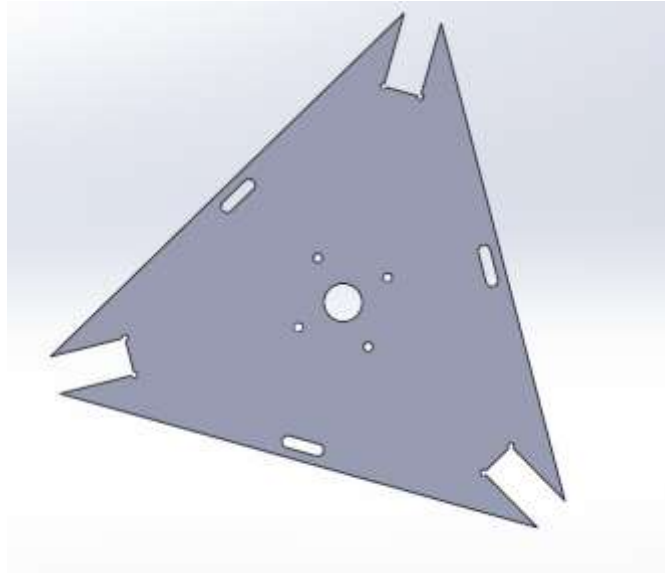
Ít bảo hành và sửa chữa: Máy CNC ít gặp phải hư hỏng kỹ thuật nhờ vào thiết kế chắc chắn và công nghệ tiên tiến. Điều này giúp giảm thiểu chi phí bảo hành và sửa chữa, đồng thời tăng thời gian hoạt động của máy. Việc ít phải dừng máy để bảo trì cũng góp phần tăng năng suất và giảm gián đoạn trong quá trình sản xuất.

- Rãnh Ø8 được thiết kế để bù trừ sai số khi tiến hành lắp chặt mặt bàn với lỗ khung thép 20x20mm

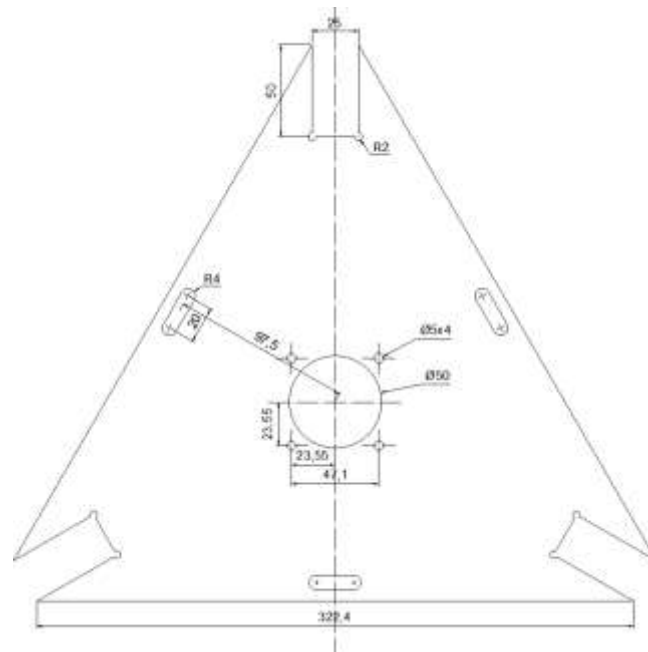


Hình 4-12: Đế bàn xoay sau khi gia công

4.2.3 Tấm cố định động cơ



Hình 4-13: Tấm gá động cơ



Hình 4-14: Thông số tấm gá động cơ

Yêu cầu đối với bộ phận gá động cơ này là:

- Vị trí tương quan giữa các lỗ
- Cần độ chính xác cao để đạt độ đồng tâm với động cơ và khung thép

- Vật liệu đủ độ cứng vững

Tấm thép dày 1mm được gia công bằng phương pháp cắt laser trên máy CNC



Hình 4-15: Máy cắt laser

Laser là công nghệ cắt kim loại tiên tiến nhất hiện nay, sử dụng các tia laser cắt khắc dễ dàng các loại vật liệu từ kim loại đến phi kim loại.

Phương pháp cắt kim loại này tạo ra chùm tia rất hẹp, mãnh liệt của ánh sáng gần vùng hồng ngoại theo một định hướng duy nhất để tạo ra năng lượng rất lớn để cắt kim loại và các vật liệu khác như nhựa, gỗ, kính...

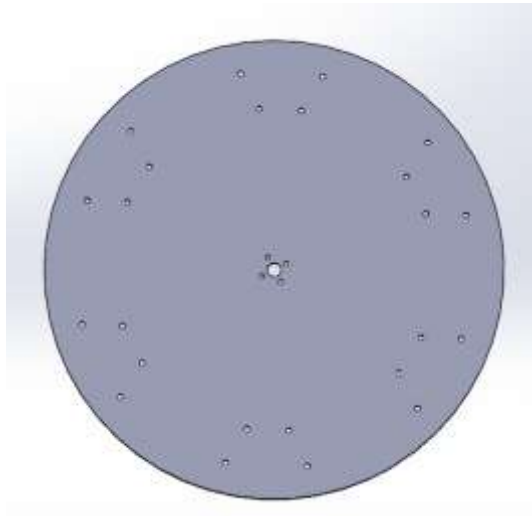
Bức xạ laser được tạo ra từ bộ nguồn laser. Bộ nguồn laser được tạo ra từ tinh thể laser hoặc khí đặt giữa hai gương cho phép cộng hưởng và định hướng chùm tia laser. Tia laser có tính đồng nhất và đẳng hướng cao với năng lượng rất cao có thể làm nóng chảy hoặc bay hơi vật liệu. Có 3 loại laser thường được sử dụng là khí CO₂, tinh thể và Fiber. Mỗi loại laser đều có những điểm nổi bật và ứng dụng cho từng loại vật liệu khác nhau. Laser khí CO₂ thích hợp để cắt phi kim, còn laser tinh thể và Laser Fiber dùng để đánh dấu và cắt kim loại.

Máy CNC Laser Fiber MTA-6015 (6m x 1.5m) là một loại máy cắt laser sợi quang (fiber) chuyên dùng để cắt kim loại tấm với kích thước lớn. Dưới đây là đặc điểm chính của dòng máy này:

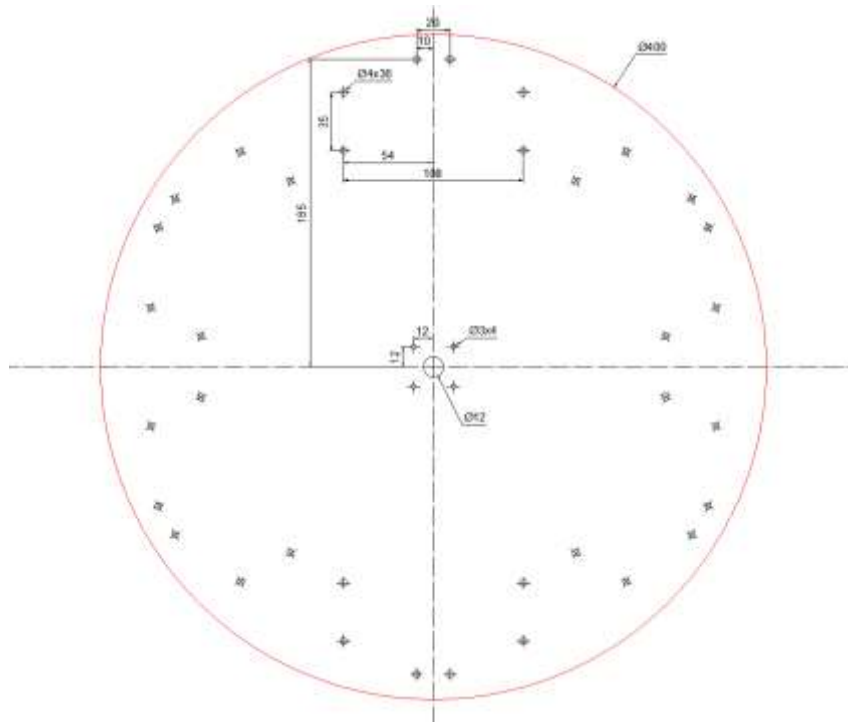
- Thông số kỹ thuật cơ bản:
 - Kích thước bàn cắt: 6000 mm x 1500 mm (6m x 1.5m).

- Công suất laser: Thường từ 1kW – 6kW (tùy cấu hình).
 - Độ dày cắt tối đa:
 - Thép carbon: 20 – 25 mm.
 - Inox: 10 – 15 mm.
 - Nhôm: 8 – 12 mm.
 - Đồng/đồng thau: 4 – 6 mm.
- Đặc điểm nổi bật:
- Tốc độ cắt nhanh, đường cắt mịn, không cần gia công lại.
 - Tiết kiệm năng lượng: Hiệu suất chuyển đổi điện – quang cao hơn laser CO₂ (~40% so với 10-15% của CO₂).
 - Chất lượng chùm tia cao: Cho đường cắt sắc nét, dung sai kích thước có thể đạt $\pm 0.05 - \pm 0.1$ mm (cấp chính xác 6 – 7).
 - Bàn máy lớn (6m): Thuận lợi gia công các tấm dài, hạn chế gá đặt nhiều lần.
- Hệ thống tự động (thường tùy chọn):
- Hệ thống thay bàn tự động (bàn đôi).
 - Tự động căn chỉnh tiêu cự (Auto-focus).
 - Bộ điều khiển CNC thông minh (CypCut, HypCut...).
- Ứng dụng chính:
- Gia công kết cấu thép, tủ điện, vỏ máy, đồ gia dụng, cầu thang, cửa sắt inox, các sản phẩm cơ khí lớn.
 - Phù hợp cho các xưởng sản xuất cửa, cơ khí xây dựng, kết cấu thép dân dụng.

4.2.4 Mâm xoay



Hình 4-16: Mâm xoay



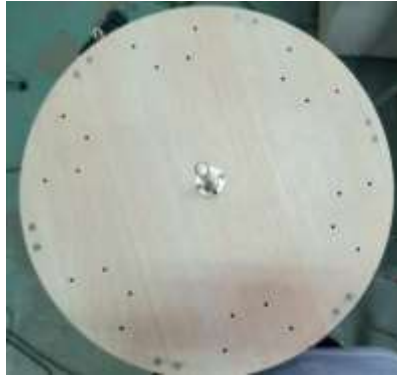
Hình 4-17: Thông số mâm xoay

Mâm xoay có độ dày là 10mm, có 6 vị trí để giá đặt phôi nên cần có độ chính xác cao giữa các vị trí để có thể dễ dàng định vị phôi giúp cánh tay robot lấy phôi một cách chính xác.

Bàn chứa phôi được gia công giống mặt bàn lắp ổ đỡ có Ø400mm, lỗ Ø4x24 lắp khay chứa phôi, lỗ Ø12 lắp trục, lỗ Ø4x4 lắp khớp nối mặt bích. Vì tải trọng làm việc không lớn nên sử dụng nhựa PE hoặc gỗ có lớp chống thấm để làm mâm xoay vì:

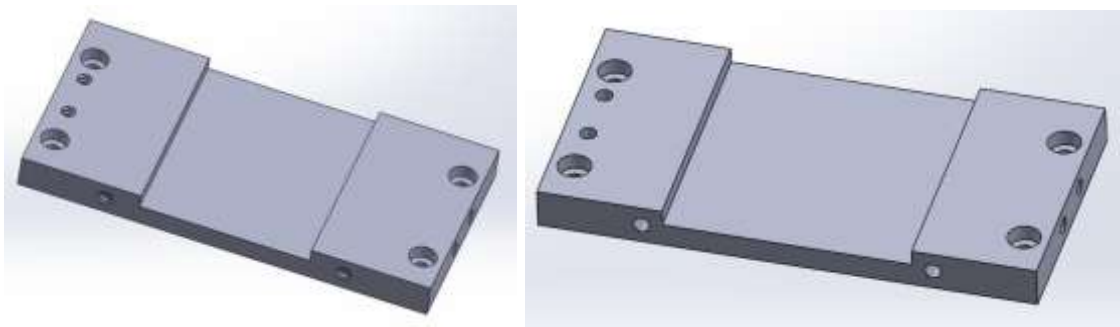
- Nhẹ, giảm tải cho động cơ
- Đủ độ cứng vững để đặt phôi
- Giá thành rẻ, chi phí gia công không cao

Phương án gia công: Sử dụng máy phay CNC ở trên đế gia công

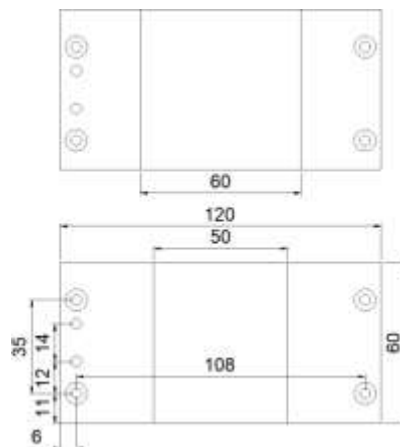


Hình 4-18: Mâm xoay sau gia công

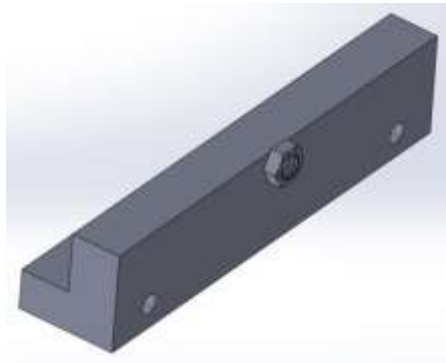
4.2.5 Cụm gá phôi



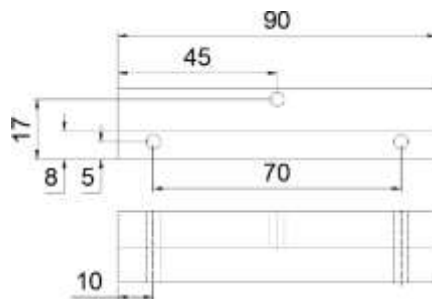
Hình 4-19: Đế cụm gá phôi



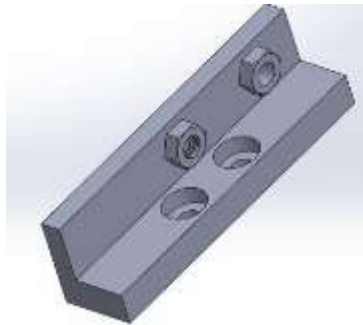
Hình 4-20: Thông số đế cụm gá phôi



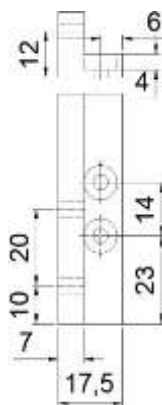
Hình 4-21: thanh cố định chốt sau



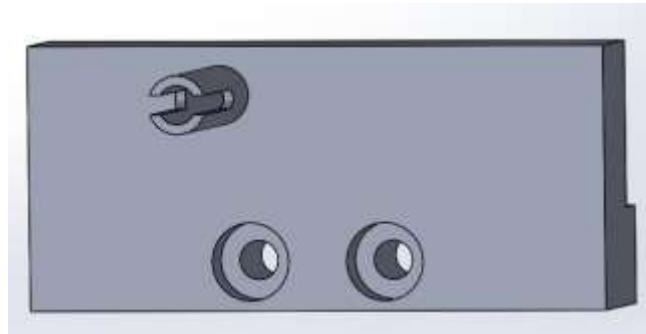
Hình 4-22: Thông số thanh cố định chốt sau



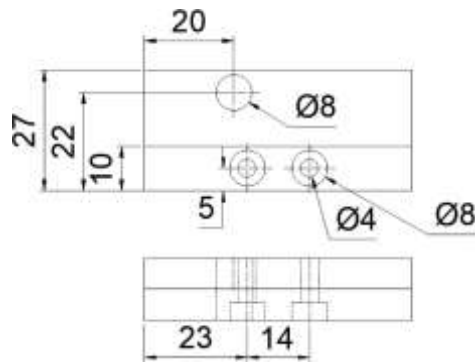
Hình 4-23: 3D thanh cố định mặt bên



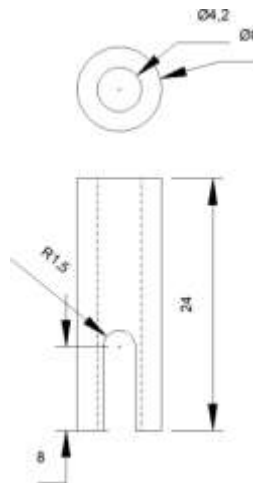
Hình 4-24: Thông số thanh cố định mặt bên



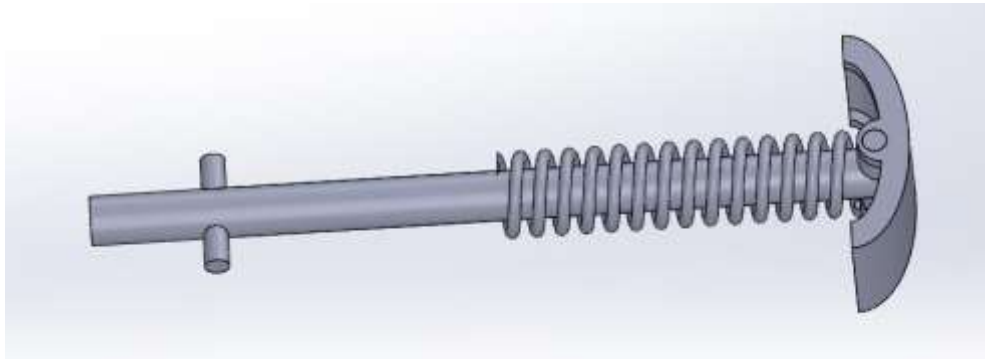
Hình 4-25: Thanh cố định kẹp phôi



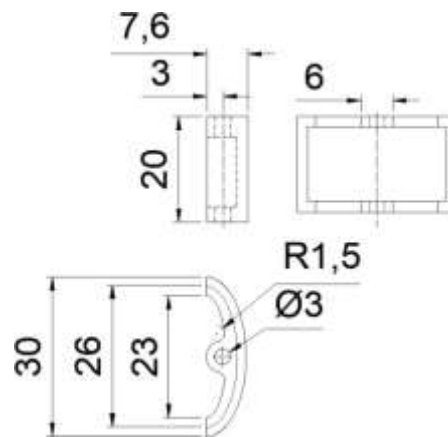
Hình 4-26: Thông số thanh cố định kẹp phôi



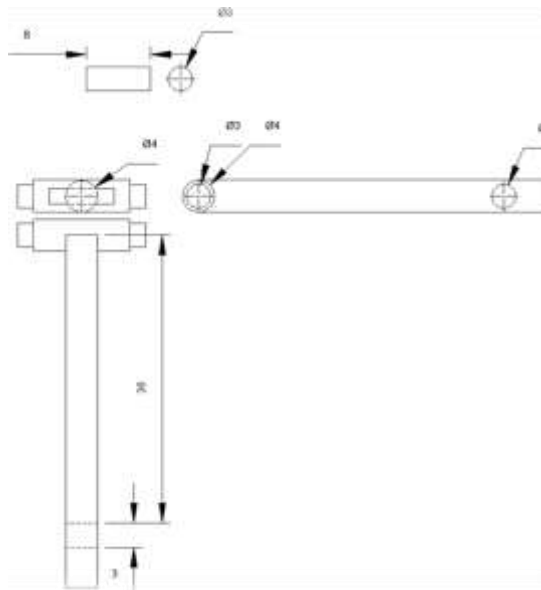
Hình 4-27: Ống giữ cân bằng kẹp



Hình 4-28: 3D Cơ cấu kẹp phôi



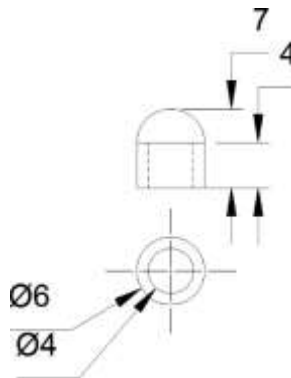
Hình 4-29: Thông số má kẹp



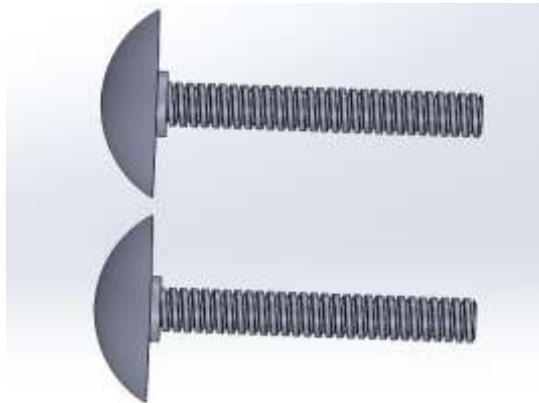
Hình 4-30: Thông số thanh kẹp



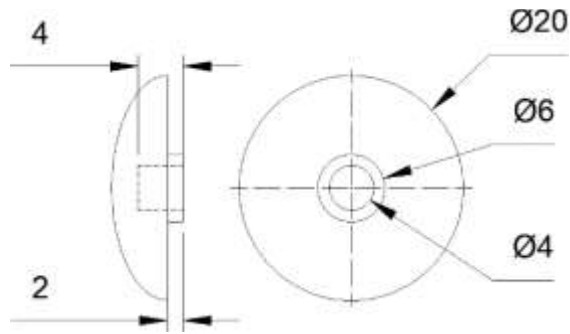
Hình 4-31: 3D cụm chốt từ sau



Hình 4-32: Thông số chốt từ sau



Hình 4-33: 3D chốt từ mặt bên



Hình 4-34: Thông số chốt tì mặt bên

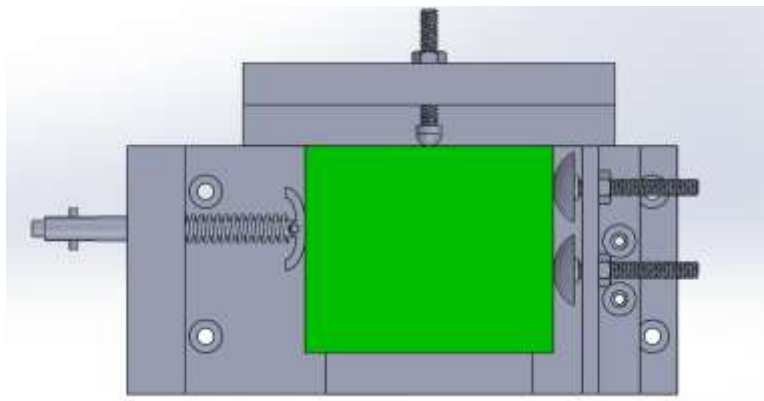
Tính chọn lò xo: [17]

$$\text{Lực li tâm: } F_c = m \cdot \frac{v^2}{r} = 0,03 \times 0,05 \times 0,06 \times 950 \times \frac{0,02^2}{0,2} = 0,0002 \text{ (N)}$$

Vì lực li tâm rất bé nên có thể không dùng lực kẹp để giữ phôi, để chắc chắn hơn ta dùng cơ cấu kẹp lò xo để giữ phôi với đường kính lò xo 12mm, đường kính sợi lò xo 1,2 mm và lực nén của lò xo lớn hơn 0,0002 N



Hình 4-35: Lò xo



Hình 4-36: Cụm gá phôi

Sử dụng nhựa PE hoặc gỗ để gia công khay, các thanh cố định.

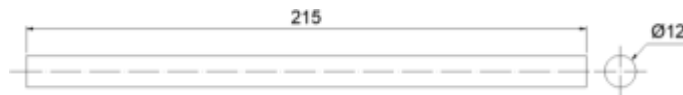
Phương pháp gia công:

- Khay và thanh cố định: giống mâm và đế cấp chính xác đạt được IT7
- Ổng giữ cân bằng thanh kẹp, các cốt, má kẹp: in 3D với nhựa ABS
- Lò xo: được bán ngoài thị trường với lực đẩy > 10N

Đặc điểm khay gá phôi

- Định vị chính xác phôi gia công trên mâm xoay để cơ cấu gắp (robot) có thể gắp chính xác
- Sử dụng hai chốt ti định vị mặt bên, và chốt ti định vị mặt sau
- Khay được thiết kế để định vị mặt đáy với 3 BTĐ
- Cơ cấu kẹp nhằm mục đích phôi không bị dịch chuyển trong quá trình quay

4.2.6 Trục quay



Hình 4-37: Thông số trục quay



Hình 4-38: 3D trục quay

Loại trục đặc Ø12 này đã được gia công và bán trên thị trường:

- Gia thành hợp lí
- Dễ tìm kiếm

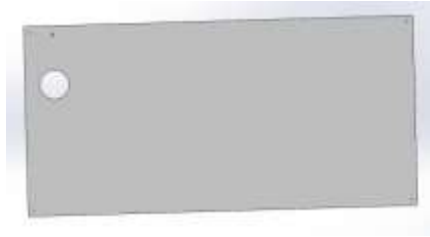
Sử dụng máy cắt sắt đĩa đá để cắt, không yêu cầu độ chính xác về kích thước

4.2.7 Vỏ hộp

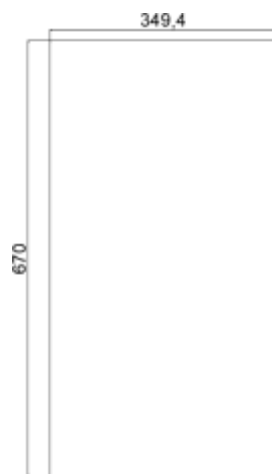
Sử dụng tấm ALU vân gỗ dày 2mm để làm vỏ che

Đặc điểm:

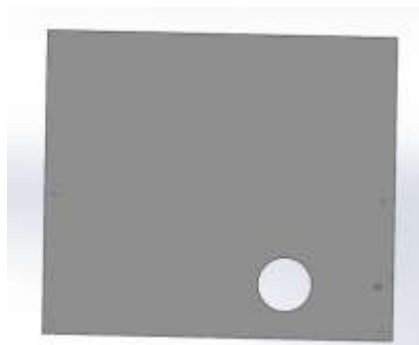
- Cách nhiệt, chịu nhiệt, cách âm tốt
- Chống cháy, chống thấm độ bền cao
- Sử dụng dao cắt giấy cắt các khổ tấm ALU đúng kích thước



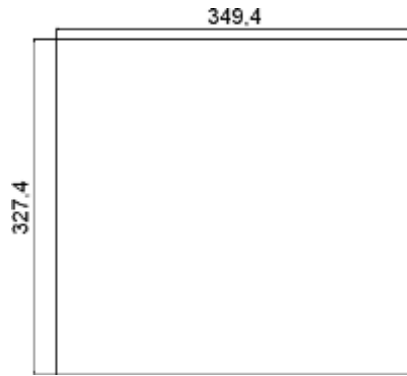
Hình 4-39: Vỏ che



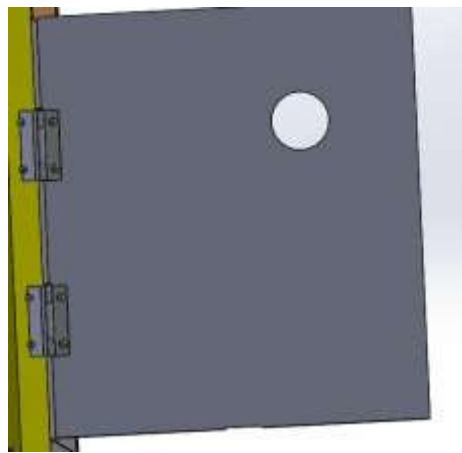
Hình 4-40: Thông số vỏ che



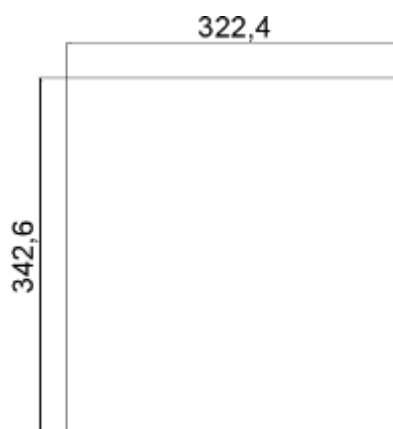
Hình 4-41: Vỏ che mặt trước



Hình 4-42: Thông số vẽ che mặt trước



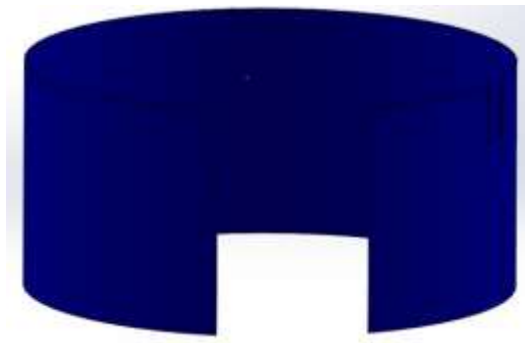
Hình 4-43: Cửa hộp



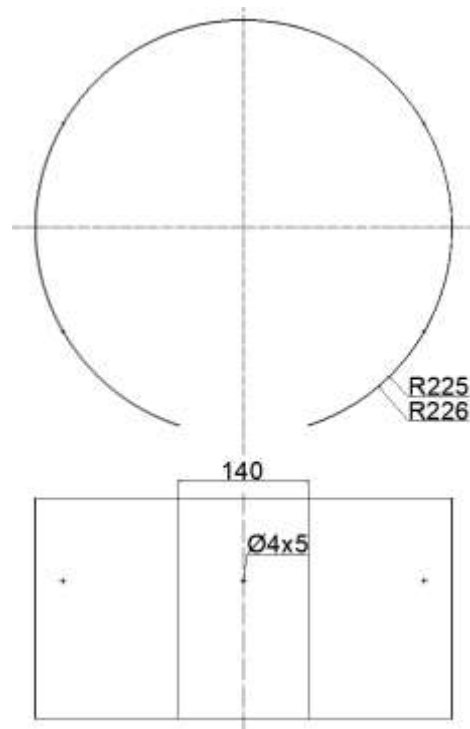
Hình 4-44: Thông số cửa

- Sử dụng bản lề có chiều dài 70mm và chiều rộng 20mm mỗi bên để gá cửa
- Cửa có thể sử dụng tấm alu để làm vì tiện dụng, giá rẻ, dễ gia công

4.2.8 Vành che



Hình 4-45: 3D vành che

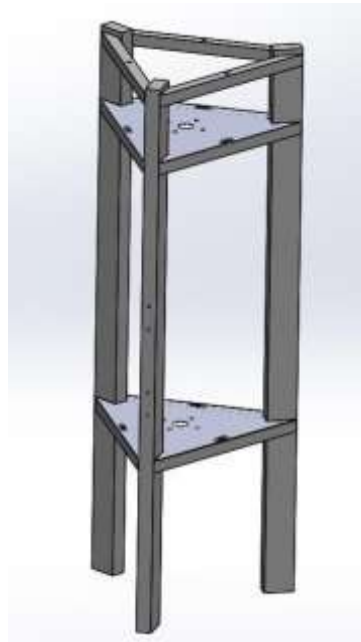


Hình 4-46: Thông số vành che

- Sử dụng tấm ALU để làm vành che, dùng dao cắt giấy để cắt, và khoan để tạo lỗ bắt vít vành che vào đế
- Tác dụng của vành che: chắn các vật dụng bên ngoài để tránh lọt vào giữa mâm và để dẫn đến dừng hoạt động đột ngột, có thể gây cháy động cơ

4.2.9 Quá trình lắp ráp

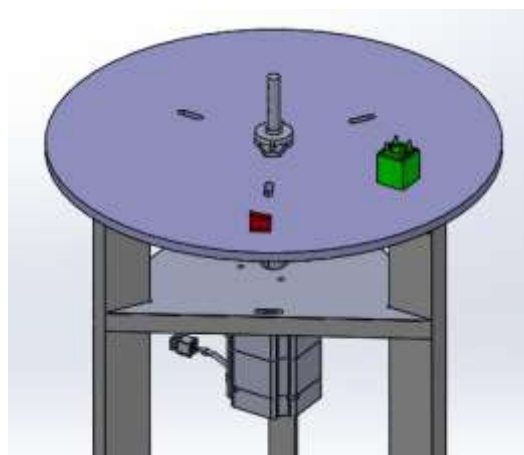
Bước 1: Khung và tấm gá được gá sẵn trôi mới hàn đảm bảo độ đồng tâm khi hàn tạo khung. Sau đó dùng bulong M8 để cố định lại



Hình 4-47: Lắp khung và tấm giá

Bước 2:

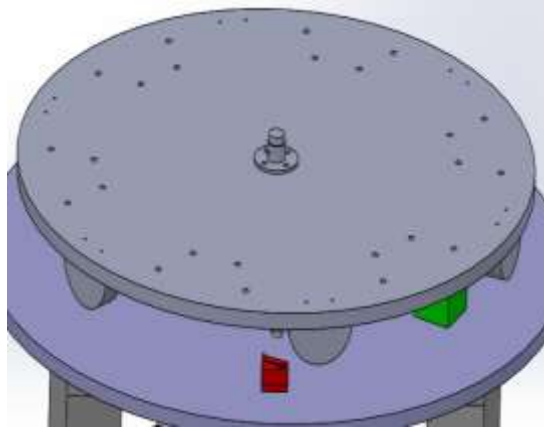
- Lắp động cơ vào tấm giá bằng Bulong M5
- Nối động cơ và trục qua khớp nối
- Lắp gối đỡ trục và đế bàn xoay lại với nhau, dùng bulong M6 để cố định lại, lắp trục và gối đỡ lại với nhau, điều chỉnh độ đồng tâm giữa trục động cơ và đế bàn xoay, sau đó dùng bulong M8 để cố định lại.
- Cố định công tắc hành trình đúng với tọa độ đã chọn trước
- Cố định cảm biến màu đúng với vị trí phôi để cánh tay robot gắp



Hình 4-48: Lắp đế bàn xoay

Bước 3:

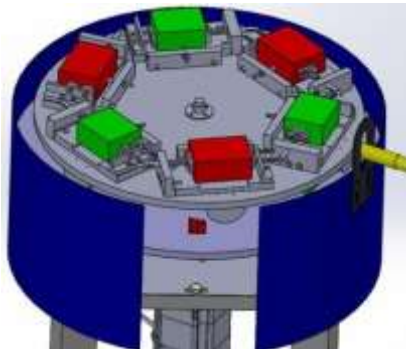
- Lắp trục và khớp nối bật bích dưới lại với nhau bằng vít lục giác M4
- Lắp mâm quay vào trục và mặt bích dưới, lắp mặt bích trên, sau đó sử dụng bulong M4 để cố định hai mặt bích và mâm quay lại với nhau



Hình 4-49: Lắp mâm xoay

Bước 4:

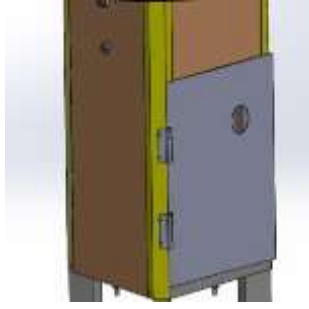
- Lắp khay gá phôi và cố định chúng lại bằng bulong M4
- Lắp vành che và cố định chúng lại bằng vít M4 trên đế bàn xoay
- Lắp cảm biến tiệm cận và thanh giữ lại với nhau, sau đó cố định thanh giữ vào vành che bằng bulong M4



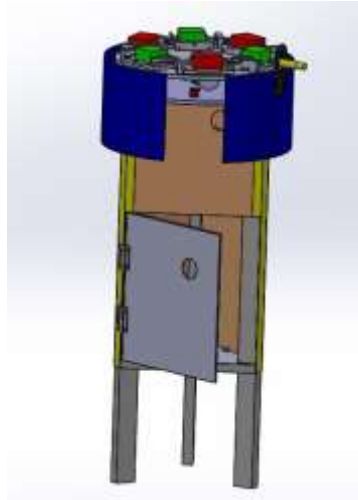
Hình 4-50: Lắp vành che và cụm gá phôi

Bước 5:

- Lắp vỏ che, nẹp chữ V lại với nhau gắn chặt vào khung bằng vít đầu khoan M3.9 tạo tính thẩm mỹ cho bàn xoay
- Lắp bản lề cửa và cửa, sử dụng vít M3.9 cố định vào khung như hình vẽ



Hình 4-51: Lắp vỏ hộp và cửa



Hình 4-52: Hình ảnh 3D sau khi lắp ráp xong



Hình 4-53: Mặt trước bàn cấp phôi



Hình 4-54: Mặt trên bàn cấp phôi

4.3 Kết nối và lắp đặt bộ điều khiển

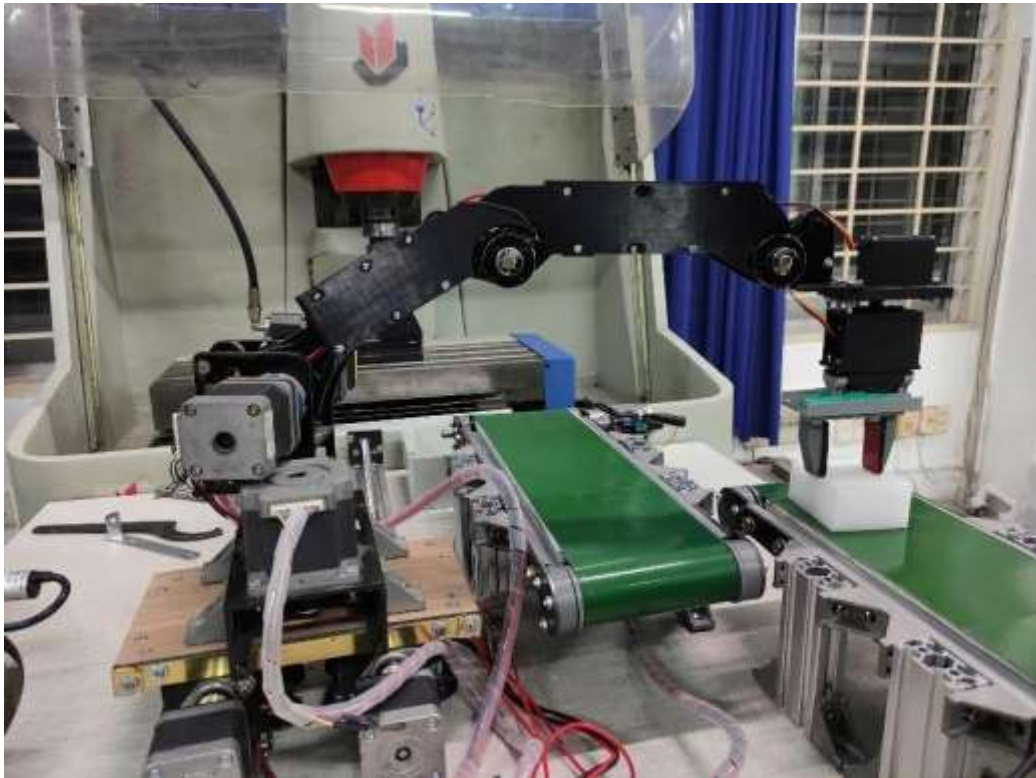
- Đối với động cơ nối với driver
 - (B+): green
 - (B-): black
 - (A+): red
 - (A-): blue
- Driver nối với nguồn tổ ong và arduino
 - (PUL+)/(PUL-):
 - (DIR+)/(DIR-):
 - (ENA+)/(ENA-):
 - (A+, A-, B+, B-): kết nối 4 dây động cơ bước
 - VCC: nguồn dương 24V
 - GND: nguồn âm 24V
- Nối cảm biến màu GY-31:
 - VCC: nguồn dương 5V của arduino
 - GND: nguồn âm của arduino
 - Out: chân 10

- S0: chân 2
- S1: chân 3
- S2: chân 6
- S3: chân 7
- Nối công tắc hành trình với arduino
- C: nguồn âm arduino
- ON: chân 9
- Nối arduino và ESP 8266
- Chân 11,12: 5,6

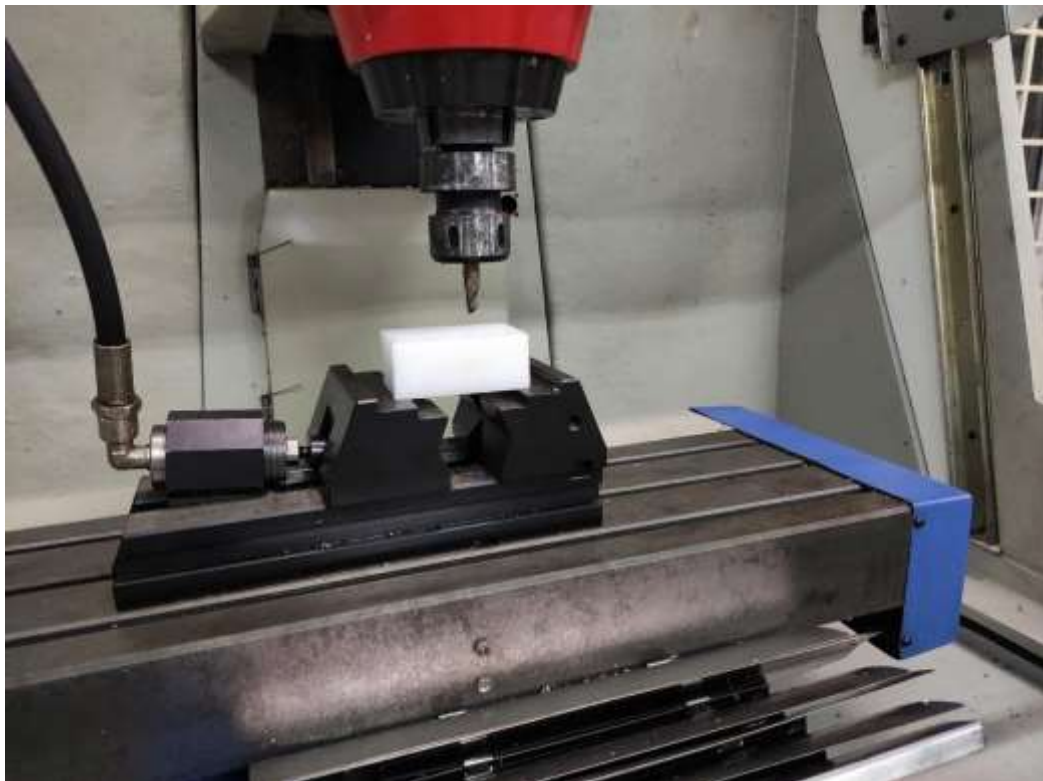
4.4 Mô hình hệ thống sản xuất tích hợp IoTs



Hình 4-55: Bàn cấp phôi



Hình 4-56: Khu vực cánh tay robot đưa phôi đã gia công sang băng tải



Hình 4-57: Máy phay CNC



Hình 4-58: Khu vực đặt sản phẩm sau gia công



Hình 4-59: Toàn bộ hệ thống



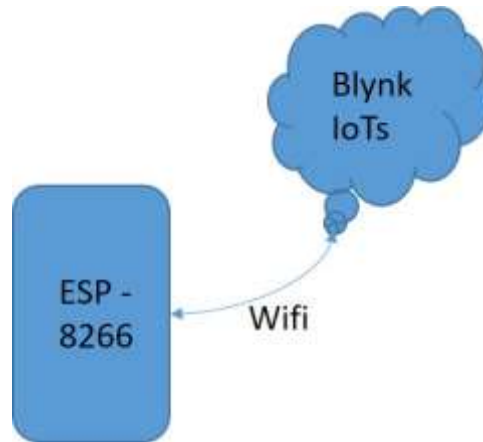
Hình 4-60: Hình ảnh toàn bộ hệ thống

CHƯƠNG 5 LẬP TRÌNH LOGIC ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ THỐNG CIM

5.1 Cấu trúc hệ thống điều khiển

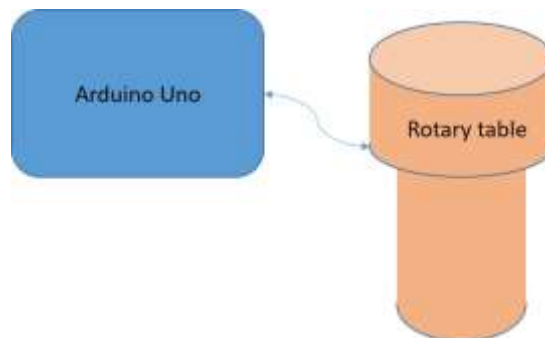
Hệ thống điều khiển gồm 3 thành phần chính:

- Arduino ESP8 - 266 (Điều phối trung tâm): Nhận tín hiệu từ app blynk, xử lý điều phối các thiết bị và trực tiếp điều khiển máy phay CNC.



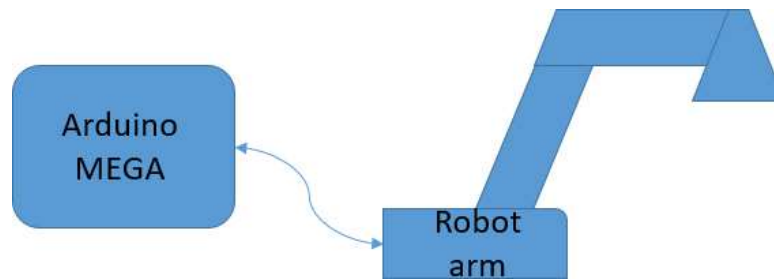
Hình 5-1: Điều phối trung tâm

- Arduino UNO (Điều khiển bàn xoay phôi): Xác định loại phôi và đưa phôi đến vị trí làm việc của cánh tay robot, gửi kết quả về ESP-8266.



Hình 5-2: Điều khiển bàn cấp phôi

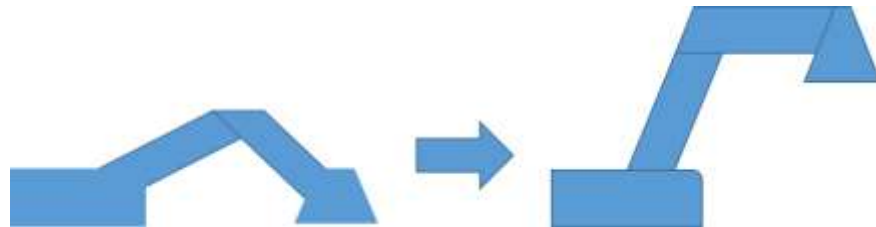
- Arduino MEGA 2560 (Điều khiển cánh tay robot): Điều khiển cánh tay robot và trả kết quả về ESP - 8266.



Hình 5-3: Điều khiển cánh tay robot

5.2 Quy trình hoạt động

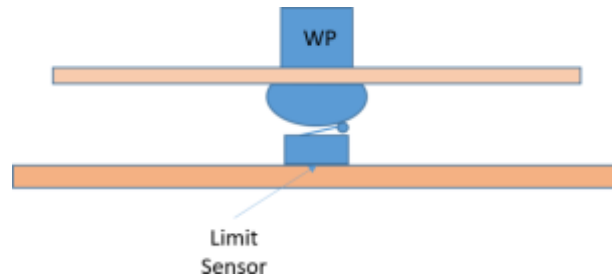
- Bước 1: Khởi động hệ thống, chờ phôi:
 - Khi bật công tắc hệ thống, cánh tay robot tự động trở về vị trí homing được lập trình sẵn qua các công tắc hành trình. Việc này giúp chúng ta cố định được vị trí của robot mỗi khi bắt đầu hoạt động máy, thuận tiện cho việc điều khiển robot đến các vị trí tiếp theo.



Hình 5-4: Khởi động hệ thống chờ phôi

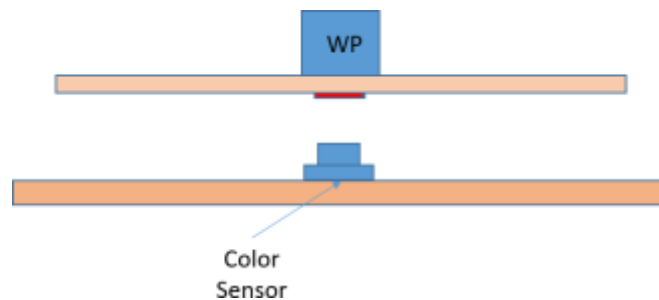
- Sau khi robot về vị trí homing, cũng là lúc ESP-8266 hoàn thành việc kết kết nối đến App Blynk IoTs thông qua “Auth Token” được cung cấp trên app (mỗi chương trình trên app có 1 Auth Token riêng biệt). Tiếp đó chúng ta bắt đầu với việc chọn chương trình hoạt động cho máy. (phần giải thích các chương trình sẽ được đề cập ở phần 9.3)
- Bước 2: Sau khi chọn chương trình:
 - App sẽ gửi tín hiệu chương trình đã chọn đến ESP-8266 thông qua WIFI.
 - Tiếp đó, ESP sẽ gửi tín hiệu loại phôi cần chọn đến Arduino UNO để điều khiển bàn xoay phôi.
- Bước 3: Sau UNO khi nhận tín hiệu từ ESP:

- UNO gửi tín hiệu điều khiển động cơ của bàn xoay phôi, bắt đầu tìm phôi.



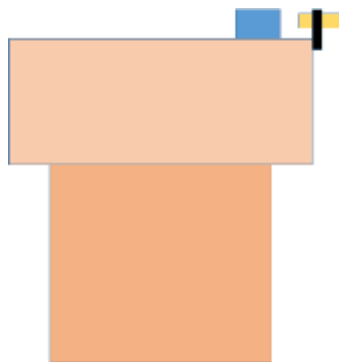
Hình 5-5: Khởi động hệ thống chờ phôi

- Khi chạm công cơ cấu công tắc hành trình, động cơ dừng lại, cảm biến màu sắc bắt đầu đọc màu:
 - Nếu không đúng động cơ cần tìm thì động cơ tiếp tục xoay.



Hình 5-6: Nhận tín hiệu từ cảm biến màu

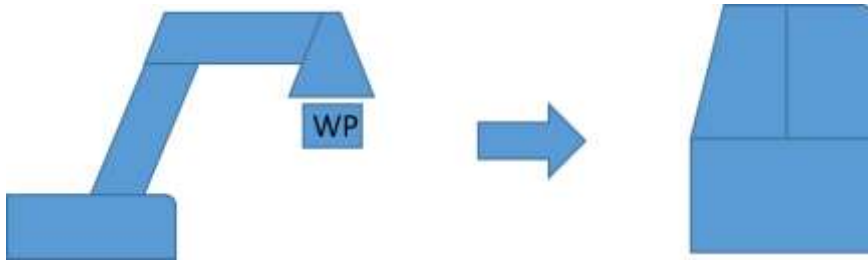
- Nếu đúng thì cảm biến tiệm cận hoạt động.
- Cảm biến tiệm cận xác định có phôi ở vị trí làm việc hay không.
 - Nếu không có, động cơ tiếp tục hoạt động
 - Nếu có, gửi tín hiệu đến ESP.



Hình 5-7: Nhận tín hiệu từ cảm biến tiệm cận

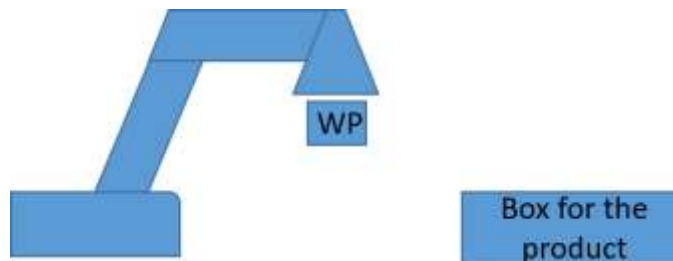
- Bước 4: ESP nhận tín hiệu từ UNO, ESP chuyển tín hiệu sang cho MEGA.

- MEGA nhận tín hiệu, bắt đầu điều khiển robot đến gấp phôi và đưa phôi vào máy phay CNC.
- Sau đó ESP gửi tín hiệu cho máy phay CNC bắt đầu hoạt động.



Hình 5-8: Robot mang phôi đến máy phay CNC

- Bước 5: Sau khi máy phay CNC hoàn thành chương trình,
 - Robot gấp phôi bỏ vào hộp đựng phôi.



Hình 5-9: Robot mang phôi đến hộp đựng phôi

- Bước 6: Robot trở về vị trí homing, bắt đầu vòng lặp mới.

5.3 Giải thích logic điều khiển

5.3.1 Giao tiếp giữa các phần tử

- Các vi điều khiển giao tiếp với nhau qua giao thức UART, cụ thể ta sẽ nối chéo các chân giao tiếp (RX, TX) của các vi điều khiển lại với nhau theo cặp (RX-TX; TX-RX).
- ESP - 8266 giao tiếp với Blynk thông qua WIFI
- ESP - 8266 điều khiển phần mềm CNC thông qua Python (Macro sendkey).

5.3.2 Hệ thống nút bấm

- Nút 1 (V0): chọn chương trình 1.
- Nút 2 (V1): chọn chương trình 2.

- Công tắc 3 (V3): Tạo vòng lặp cho chương trình vừa chọn trước đó.
- Công tắc 4 (V4): Chạy cả 2 loại phôi.
- Nút 5 (V5): Dừng khẩn cấp.



Hình 5-10: Dao diện khiển trên Blynks

5.3.3 Các trường hợp thường gặp

- Nếu chỉ bấm nút 1 (hoặc 2) mà không bật công tắc 3 thì hệ thống sẽ chỉ chạy chương trình 1 (chương trình 2) duy nhất 1 lần sau đó sẽ trở về trạng thái đợi lệnh.
- Đang chọn chương trình 1 mà muốn đổi sang chương trình 2 thì hệ thống sẽ lưu vào bộ nhớ là thực hiện cho lần tiếp theo và tạo vòng lặp cho chương trình đó. (Đã bật công tắc 3)
- Khi bấm nút dừng khẩn cấp, toàn bộ hệ thống sẽ dừng hoạt động. Và sẽ cần công nhân trực tiếp lấy phôi đang chạy ra khỏi hệ thống.

KẾT LUẬN CHUNG

1. Kết quả đạt được

Sau quá trình nghiên cứu, thiết kế và triển khai, đề tài "**Thiết kế hệ thống sản xuất tích hợp ứng dụng IoTs trong quản lý và chế tạo mô hình (Bàn cấp phôi)**" đã đạt được những kết quả cụ thể như sau:

- Thiết kế và chế tạo thành công mô hình bàn cấp phôi: có khả năng cấp phát phôi tự động theo yêu cầu điều khiển.
- Ứng dụng công nghệ IoTs trong giám sát và điều khiển: thông qua ESP 8566 kết nối wifi giúp kết nối máy tính và dây chuyền lại với nhau, kết hợp nhuần nhuyễn bàn cấp phôi tự động, cánh tay robot, máy phay CNC. Hệ thống cho phép người dùng giám sát tình trạng bàn cấp phôi và gửi lệnh điều khiển từ xa thông qua kết nối Internet. Tăng tính linh hoạt, chủ động trong sản xuất.
- Xây dựng giao diện giám sát thân thiện: với việc có thể điều khiển dây chuyền ở mọi lúc, mọi nơi, giúp người quản lý dễ dàng theo dõi trạng thái phôi tại các vị trí, đồng thời điều khiển một cách chính xác quá trình sản xuất.
- Khả năng vận hành ổn định, linh hoạt: Mô hình có thể phản hồi nhanh với các lệnh từ hệ thống điều khiển, độ chính xác khi hoạt động đạt yêu cầu, đồng thời có thể dễ dàng tái lập và mở rộng cho các ứng dụng sản xuất khác.

2. Hạn chế của đề tài

Tuy đề tài đã được hoàn thành khá tốt nhưng vẫn còn có nhiều hạn chế đi kèm như:

- Trong quá trình hoàn thành đề án tốt nghiệp do còn thiếu nhiều kinh nghiệm và phải cập nhật thêm nhiều kiến thức, thời gian còn ngắn nên các kết cấu, trang trí vẫn chưa được hoàn hảo.
- Vì còn là sinh viên chưa hội nhập với thị trường thực tế nên mô hình chỉ là thí nghiệm chưa hoàn hảo để đưa ra được thị trường.
- Trong quá trình chế tạo do nguồn kinh phí còn hạn hẹp nên các chi tiết, thiết bị điện tử được tối ưu với giá rẻ chưa đạt được chất lượng về độ bền và tuổi thọ.

- Mức độ tích hợp IoTs(Blynks) còn đơn giản, chỉ phù hợp với những dự án nhỏ

3. Hướng phát triển của đề tài

Từ những kết quả và hạn chế được nêu ở trên em xin nêu rõ hướng phát triển cho hệ thống như sau:

- Nâng cấp cấu trúc cơ khí và lựa chọn linh kiện chất lượng cao: Sử dụng các chi tiết cơ khí có độ bền cao và thẩm mỹ hơn.
- Mở rộng phạm vi ứng dụng IoTs: Tích hợp các nền tảng IoT phổ biến như Blynk, MQTT, Node-RED để gửi dữ liệu lên đám mây, lưu trữ và xử lý thông tin giúp tối ưu vận hành. Hướng đến các tính năng như cảnh báo lỗi từ xa, điều khiển hệ thống qua smartphone, thống kê số lượng phôi đã cấp...
- Tích hợp AI hoặc thuật toán tối ưu: Ứng dụng trí tuệ nhân tạo hoặc thuật toán tối ưu hóa trong việc nhận dạng vật phẩm, dự báo trạng thái thiết bị, hoặc lên kế hoạch cấp phôi thông minh dựa trên dữ liệu sản xuất thực tế.
- Thiết kế mô hình theo hướng công nghiệp hóa: Hướng tới việc chế tạo mô hình mẫu có thể thương mại hóa hoặc ứng dụng trong các xưởng đào tạo kỹ thuật, trường nghề hoặc các cơ sở sản xuất quy mô nhỏ.
- Kết nối mô hình với hệ thống MES/SCADA: Tích hợp dữ liệu từ hệ thống vào các nền tảng điều hành sản xuất để liên kết gần hơn với hệ thống sản xuất thông minh thực sự.

Cuối cùng em mong nhận được những ý kiến đóng góp của các Thầy/Cô để đề tài được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành quý Thầy Cô trong khoa và đặc biệt là thầy **T.S Trần Minh Sang** đã tận tình giúp đỡ và hướng dẫn, hỗ trợ em trong suốt quá trình hoàn thành đồ án này!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. [Groover, M. P. (2000). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Prentice Hall.
- [2]. Wikipedia contributors. *Computer-integrated manufacturing*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-integrated_manufacturing (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [3]. Dr. Dimitris Mourtzis. (2017). *Computer numerical control of machine tools*.
- [4]. Brighthub Engineering. *Computer Aided Quality Control (CAQC): Use of computer in quality control*. <https://www.brighthubengineering.com/cad-autocad-reviews-tips/64482-computer-aided-quality-control-or-caqc> (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [5]. Wikipedia contributors. *Computer-aided process planning*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_process_planning (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [6]. Wikipedia contributors. *Flexible manufacturing system*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Flexible_manufacturing_system (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [7]. Wikipedia contributors. *History of numerical control*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_numerical_control (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [8]. Zhou, N., & Nagaligam, S. (2007). *Application of virtual CIM in small and medium manufacturing enterprises*.
- [9]. Binh Duong News. *Opportunities seized to be ahead of automation*. <https://baobinhduong.vn/en/opportunities-seized-to-be-aheadofautomation-a324784.html> (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [10]. Trung tâm Công nghệ Advance CAD. *Tích hợp máy tính trong sản xuất CIM (Computer-integrated manufacturing)*. <https://advancecad.edu.vn/tich-hop-may-tinh>

- [*tin-trong-san-xuat-cim-computer-integrated-manufacturing*](#) (Truy cập ngày 5 tháng 5 năm 2025).
- [11]. Okpala, Charles Chikwendu, C. E. Okechukwu, and F. O. Ifeyinwa. "Computer Integrated Manufacturing Implementation: Benefits and Challenges." *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)* 9 (2020)
- [12]. https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-integrated_manufacturing
- [13]. PGS. TS. Nguyễn Đắc Lộc, PGS. TS. Lê Văn Tiến, PGS. TS. Ninh Đức Tôn, TS Trần Xuân Việt. *Sổ tay Công nghệ chế tạo máy (Tập 1,2 và 3)*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật (In lần thứ 2 có sửa chữa và bổ sung), 2002
- [14]. PGS.TS. Lưu Đức Bình. (2023). *Trang bị công nghệ*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [15]. Đỗ Sanh. *Cơ học tập 2 (Động lực học)*, *Bài tập cơ học – Tập 2 (Động lực học)*, NXB Giáo Dục
- [16]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển. *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí (Tập 1 và 2)*, NXB Giáo Dục
- [17]. https://vi.wikipedia.org/wiki/L%E1%BB%B1c_ly_t%C3%A2m

PHỤ LỤC

Code điều khiển cánh tay robot

```
#include <AccelStepper.h>
#include <ArduinoJson.h>
#define DRIVER_TYPE AccelStepper::DRIVER
#include <MultiStepper.h>

MultiStepper steppers;

AccelStepper motor1(DRIVER_TYPE, 27, 26);
AccelStepper motor2(DRIVER_TYPE, 23, 22);
AccelStepper motor3(DRIVER_TYPE, 25, 24);
AccelStepper motor4(DRIVER_TYPE, 29, 28);
AccelStepper motor5(DRIVER_TYPE, 31, 30);

const int limit1 = 53;
const int limit2 = 52;
const int limit3 = 51;
const int limit4 = 50;

bool homingDone = false;
int currentStep = 0;
bool h1 = false, h2 = false, h3 = false, h4 = false;
bool isRunning = false;
bool isRunningSequence=false;
char C = 0 ;
void homeMotors2() {
    Serial.println("Homing : Motor2");
```

```
motor2.setMaxSpeed(5000);
motor2.setSpeed(-1000);
// HOMING motor 2
while (!h2) {
  // motor2.runSpeed();
  motor2.runSpeed();
  if (digitalRead(limit2) == LOW) {
    h2 = true;
    motor2.setCurrentPosition(0);
    Serial.println("Motor 2 homed");
  }
}
}

void homeMotors1() {
  // HOMING motor 1
  Serial.println("Homing : Motor 1");
  motor1.setMaxSpeed(5000);
  motor1.setSpeed(-2000);
  while (!h1) {
    motor1.runSpeed();
    if (digitalRead(limit1) == LOW) {
      h1 = true;
      motor1.setCurrentPosition(0);
      Serial.println("Motor 1 homed");
    }
  }
}
```

```
}  
  
void homeMotors4() {  
  Serial.println("Homing : Motor4 + Motor5");  
  
  // Thiết lập tốc độ (MultiStepper chỉ hỗ trợ tốc độ cố định, không dùng acceleration)  
  motor4.setMaxSpeed(10000);  
  motor5.setMaxSpeed(10000);  
  
  steppers.addStepper(motor4);  
  steppers.addStepper(motor5);  
  
  long positions[2];  
  
  // Di chuyển lùi từng bước cho đến khi chạm công tắc  
  while (!h4) {  
    positions[0] = motor4.currentPosition() - -500;  
    positions[1] = motor5.currentPosition() - 500;  
  
    steppers.moveTo(positions);  
    steppers.runSpeedToPosition();  
  
    if (digitalRead(limit4) == LOW) {  
      h4 = true;  
      motor4.setCurrentPosition(0);  
      motor5.setCurrentPosition(0);  
      Serial.println("✓ Motor 4 + 5 homed");  
    }  
  }  
}
```

```
    }  
  }  
}  
  
void homeMotors3() {  
  Serial.println("Homing : Motor3");  
  motor3.setMaxSpeed(5000);  
  motor3.setSpeed(-2000);  
  // HOMING motor 3  
  while (!h3) {  
    motor3.runSpeed();  
    if (digitalRead(limit3) == LOW) {  
      h3 = true;  
      motor3.setCurrentPosition(0);  
      Serial.println("Motor 3 homed");  
    }  
  }  
}  
  
void stopAll() {  
  motor1.stop();  
  motor2.stop();  
  motor3.stop();  
  motor4.stop();  
  motor5.stop();  
  
  motor1.disableOutputs();  
  motor2.disableOutputs();
```

```
motor3.disableOutputs();
motor4.disableOutputs();
motor5.disableOutputs();
// Hoặc bất kỳ hành động an toàn nào khác
}
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial1.begin(4800); //Serial1 (TX1=18, RX1=19) (giao tiếp với esp)
  pinMode(limit1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(limit2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(limit3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(limit4, INPUT_PULLUP);

  motor1.setMaxSpeed(10000);
  motor1.setAcceleration(200); // trực nặng

  motor2.setMaxSpeed(10000);
  motor2.setAcceleration(5000);

  motor3.setMaxSpeed(15000);
  motor3.setAcceleration(5000);

  motor4.setMaxSpeed(20000);
  motor4.setAcceleration(2000);

  motor5.setMaxSpeed(20000);
```

```
motor5.setAcceleration(2000);

delay(1000);
homeMotors2();
homeMotors1();
homeMotors4();
homeMotors3();
Serial.println("Homing complete. Bắt đầu di chuyển theo chuỗi vị trí...");
homingDone = true;
}

void loop() {
  if (!homingDone) return;

  motor1.run();
  motor2.run();
  motor3.run();
  motor4.run();
  motor5.run();

  if (isRunningSequence) {
    if (motor1.distanceToGo() == 0 &&
        motor2.distanceToGo() == 0 &&
        motor3.distanceToGo() == 0 &&
        motor4.distanceToGo() == 0 &&
        motor5.distanceToGo() == 0) {
```

```
runNextStepA(); // hoặc runNextStepB() tùy chuỗi bạn đang chạy
}
}
if(Serial1.available()) {
char C = Serial1.read(); // Nhận JSON
Serial.print("☒ MEGA nhận được: ");
Serial.println(C);

if(C == 'A' && !isRunningSequence ) {
Serial.println("☑ MEGA nhận được phôi loại: ");
Serial.println(C);
runNextStepA(); // Thực hiện bước tiếp theo
}
else if(C == 'B' && !isRunningSequence ) {
Serial.println("☑ MEGA nhận được phôi loại: ");
Serial.println(C);
runNextStepB(); // Thực hiện bước tiếp theo
}
}
if(Serial1.available()) {
String cmd = Serial.readStringUntil('\n');
if(cmd == 'EMERGENCY_STOP') {
// Ngắt tất cả motor, tắt relay, hoặc về vị trí an toàn
stopAll();
}
}
```

```
}  
  
void runNextStepA() {  
  
    if (!isRunningSequence) {  
        isRunningSequence = true; // Bắt đầu chuỗi  
        currentStep = 0;          // Khởi động lại bước đầu  
    }  
  
    switch (currentStep) {  
        case 0:  
            Serial.println("Moving to Position 1...");  
            motor1.moveTo(3000);  
            motor2.moveTo(0);  
            motor3.moveTo(0);  
            motor4.moveTo(0);  
            motor5.moveTo(0);  
  
            Serial.println("Moved to Position 1...");  
            break;  
        case 1:  
            Serial.println("Moving to Position 2...");  
            // motor1.moveTo(-1000);  
            motor2.moveTo(5000);  
            motor3.moveTo(5000);  
            // motor4.moveTo(-40000);  
            // motor5.moveTo(-40000);  
            break;
```

case 2:

```
Serial.println("Moving to Position 3...");  
// motor1.moveTo(0);  
motor2.moveTo(0);  
motor3.moveTo(0);  
// motor4.moveTo(10000);  
// motor5.moveTo(10000);  
break;
```

case 3:

```
Serial.println("Moving to Position 4...");  
motor1.moveTo(0);  
// motor2.moveTo(0);  
// motor3.moveTo(0);  
motor4.moveTo(-40000);  
motor5.moveTo(40000);  
break;
```

case 4:

```
Serial.println("Moving to Position 5...");  
// motor1.moveTo(0);  
motor2.moveTo(5000);  
motor3.moveTo(5000);  
// motor4.moveTo(10000);  
// motor5.moveTo(10000);  
break;
```

case 5:

```
Serial.println("Moving to Position 6...");
```

```
// motor1.moveTo(0);  
  
motor2.moveTo(0);  
motor3.moveTo(0);  
motor4.moveTo(0);  
motor5.moveTo(0);  
  
break;  
  
case 6:  
  Serial.println("Moving to Position 7...");  
  // motor1.moveTo(0);  
  // motor2.moveTo(0);  
  // motor3.moveTo(0);  
  motor4.moveTo(-40000);  
  motor5.moveTo(40000);  
  delay(5000);  
  break;  
  
case 7:  
  Serial.println("Moving to Position 8...");  
  // motor1.moveTo(0);  
  motor2.moveTo(5000);  
  motor3.moveTo(5000);  
  // motor4.moveTo(10000);  
  // motor5.moveTo(10000);  
  break;  
  
  // delay(12000);
```

case 8:

```
Serial.println("Moving to Position 9...");
```

```
// motor1.moveTo(0);
```

```
motor2.moveTo(0);
```

```
motor3.moveTo(0);
```

```
motor4.moveTo(0);
```

```
motor5.moveTo(0);
```

```
break;
```

case 9:

```
Serial.println("Moving to Position 10...");
```

```
motor1.moveTo(6000);
```

```
motor2.moveTo(-5000);
```

```
motor3.moveTo(-5000);
```

```
// motor4.moveTo(10000);
```

```
// motor5.moveTo(10000);
```

```
break;
```

case 10:

```
Serial.println("Returning to Home Position...");
```

```
motor1.moveTo(0);
```

```
motor2.moveTo(0);
```

```
motor3.moveTo(0);
```

```
motor4.moveTo(0);
```

```
motor5.moveTo(0);
```

```
Serial.println("Homed Position...");
```

```
default:
```

```
Serial.println("Sequence complete.");
```

```
// Gửi thông điệp JSON "DONE" qua Serial1 đến ESP8266
StaticJsonDocument<64> doc;
doc["msg"] = "DONE";
String jsonString;
serializeJson(doc, jsonString);
Serial1.println(jsonString); // Gửi sang ESP8266
isRunningSequence = false;
break;
}
currentStep++;
}
void runNextStepB() {
if (!isRunningSequence) {
isRunningSequence = true; // Bắt đầu chuỗi
currentStep = 0; // Khởi động lại bước đầu
}
switch (currentStep) {

if (!isRunningSequence) {
isRunningSequence = true; // Bắt đầu chuỗi
currentStep = 0; // Khởi động lại bước đầu
}
switch (currentStep) {
case 0:
Serial.println("Moving to Position 1...");
```

```
motor1.moveTo(3000);
motor2.moveTo(0);
motor3.moveTo(0);
motor4.moveTo(0);
motor5.moveTo(0);

Serial.println("Moved to Position 1...");
break;
case 1:
    Serial.println("Moving to Position 2...");
    // motor1.moveTo(-1000);
    motor2.moveTo(5000);
    motor3.moveTo(5000);
    // motor4.moveTo(-40000);
    // motor5.moveTo(-40000);
    break;
case 2:
    Serial.println("Moving to Position 3...");
    // motor1.moveTo(0);
    motor2.moveTo(0);
    motor3.moveTo(0);
    // motor4.moveTo(10000);
    // motor5.moveTo(10000);
    break;
case 3:
    Serial.println("Moving to Position 4...");
```

```
motor1.moveTo(0);
// motor2.moveTo(0);
// motor3.moveTo(0);
motor4.moveTo(-40000);
motor5.moveTo(40000);
break;
case 4:
    Serial.println("Moving to Position 5...");
    // motor1.moveTo(0);
    motor2.moveTo(5000);
    motor3.moveTo(5000);
    // motor4.moveTo(10000);
    // motor5.moveTo(10000);
    break;
case 5:
    Serial.println("Moving to Position 6...");
    // motor1.moveTo(0);
    motor2.moveTo(0);
    motor3.moveTo(0);
    motor4.moveTo(0);
    motor5.moveTo(0);

    break;

case 6:
    Serial.println("Moving to Position 7...");
```

```
// motor1.moveTo(0);
// motor2.moveTo(0);
// motor3.moveTo(0);
motor4.moveTo(-40000);
motor5.moveTo(40000);
delay(5000);
break;
case 7:
  Serial.println("Moving to Position 8...");
  // motor1.moveTo(0);
  motor2.moveTo(5000);
  motor3.moveTo(5000);
  // motor4.moveTo(10000);
  // motor5.moveTo(10000);
  break;
  // delay(12000);
case 8:
  Serial.println("Moving to Position 9...");
  // motor1.moveTo(0);
  motor2.moveTo(0);
  motor3.moveTo(0);
  motor4.moveTo(0);
  motor5.moveTo(0);
  break;
case 9:
  Serial.println("Moving to Position 10...");
```

```
motor1.moveTo(6000);
motor2.moveTo(-5000);
motor3.moveTo(-5000);
// motor4.moveTo(10000);
// motor5.moveTo(10000);
break;
case 10:
    Serial.println("Returning to Home Position...");
    motor1.moveTo(0);
    motor2.moveTo(0);
    motor3.moveTo(0);
    motor4.moveTo(0);
    motor5.moveTo(0);
    Serial.println("Homed Position...");
    default:
    Serial.println("Sequence complete.");

    // Gửi thông điệp JSON "DONE" qua Serial1 đến ESP8266
    StaticJsonDocument<64> doc;
    doc["msg"] = "DONE";
    String jsonString;
    serializeJson(doc, jsonString);
    Serial1.println(jsonString); // Gửi sang ESP8266
    isRunningSequence = false;
    break;
```

```
}  
currentStep++;  
}
```

Code điều khiển bàn cấp phôi

```
#include <AccelStepper.h>  
#include <ArduinoJson.h>  
#include <SoftwareSerial.h>  
  
#define STEP_PIN 4  
#define DIR_PIN 5  
#define LIMIT_SWITCH 9  
#define PROXIMITY_SENSOR 8  
  
#define S0 2  
#define S1 3  
#define S2 6  
#define S3 7  
#define OUT 10  
  
SoftwareSerial espSerial(11, 12); // RX, TX  
  
AccelStepper stepper(AccelStepper::DRIVER, STEP_PIN, DIR_PIN);  
  
unsigned long redFreq = 0;  
unsigned long greenFreq = 0;
```

```
unsigned long blueFreq = 0;
```

```
char targetType = '\0';
```

```
char currentType = '?';
```

```
bool found = false;
```

```
bool typeFound = false;
```

```
bool waitingNewCommand = true;
```

```
bool motorRunning = false;
```

```
void startMotor() {  
    Serial.println(">>> GOI startMotor");  
    stepper.setSpeed(300);  
    motorRunning = true;  
}
```

```
void stopMotor() {  
    Serial.println(">>> ngắt Motor");  
    motorRunning = false;  
    stepper.setSpeed(0);  
}
```

```
void sendJSONStatus(const char* status, char type) {  
    StaticJsonDocument<128> doc;  
    doc["status"] = status;  
    doc["type"] = String(type);  
}
```

```
String jsonString;
serializeJson(doc, jsonString);
espSerial.println(jsonString); // Gửi JSON sang ESP
}

char detectType() {
// Đo RED
digitalWrite(S2, LOW); digitalWrite(S3, LOW);
redFreq = pulseIn(OUT, LOW);

// Đo GREEN
digitalWrite(S2, HIGH); digitalWrite(S3, HIGH);
greenFreq = pulseIn(OUT, LOW);

// Đo BLUE
digitalWrite(S2, LOW); digitalWrite(S3, HIGH);
blueFreq = pulseIn(OUT, LOW);

if (redFreq < blueFreq && redFreq < greenFreq) return 'A';
else if (blueFreq < redFreq && blueFreq < greenFreq) return 'B';
else return '?';
}

void setup() {
pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);
pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
```

```
pinMode(LIMIT_SWITCH, INPUT_PULLUP);
pinMode(PROXIMITY_SENSOR, INPUT);

pinMode(S0, OUTPUT); pinMode(S1, OUTPUT);
pinMode(S2, OUTPUT); pinMode(S3, OUTPUT);
pinMode(OUT, INPUT);

digitalWrite(S0, HIGH);
digitalWrite(S1, HIGH);
digitalWrite(DIR_PIN, HIGH);

stepper.setMaxSpeed(500);
stepper.setAcceleration(100);

Serial.begin(115200);
espSerial.begin(4800);
Serial.println("Khoi dong he thong...");

stopMotor();
}

void loop() {
  // Nhận tín hiệu chọn loại phôi
  if(espSerial.available() && waitingNewCommand) {
    char c = espSerial.read();
    Serial.println("Nhận tín hiệu chọn loại phôi từ esp");
```

```
if (c == 'A' || c == 'B' || c == 'C') {
    targetType = c;
    typeFound = false;
    waitingNewCommand = false;
    Serial.print("🔄 Tìm loại phôi: ");
    Serial.println(targetType);
    startMotor();
}
}

// Kiểm tra khi đang tìm và chưa tìm thấy
if (!waitingNewCommand && !typeFound) {
    if (digitalRead(LIMIT_SWITCH) == LOW) {
        stopMotor();
        delay(200);

        if (digitalRead(PROXIMITY_SENSOR) == LOW) {
            delay(200);
            char detectedType = detectType();
            Serial.print("📦 Đã phát hiện loại: ");
            Serial.println(detectedType);

            if (targetType == 'C' || detectedType == targetType) {
                typeFound = true;
                waitingNewCommand = true;
            }
        }
    }
}
```

```
    sendJSONStatus("FOUND", detectedType);
  } else {
    delay(200);
    stepper.move(100);
    stepper.runToPosition();
    startMotor();
  }
} else {
  delay(200);
  stepper.move(100);
  stepper.runToPosition();
  startMotor();
}
}
}

// Nếu đang quay thì tiếp tục quay
if (motorRunning) {
  stepper.runSpeed();
}
}
```

Code điều khiển Arduino ESP – 8266

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6XbvQIjhM"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Mach3CNC"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Llt0BLc8d97bRpeS7QOmnLcLTkTvjLyn"
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
```

```
BlynkTimer timer;
```

```
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
```

```
char ssid[] = "Thắng";
```

```
char pass[] = "040302016292";
```

```
String pc_ip = "192.168.120.175"; // Địa chỉ IP của PC chạy Flask
```

```
int pc_port = 5000;
```

```
SoftwareSerial unoSerial(D5, D6); // RX, TX (UNO gửi vào D6)
```

```
SoftwareSerial megaSerial(D7, D8); // RX, TX (MEGA gửi vào D8)
```

```
bool isWaiting = false;
```

```
bool megaDone = true; // Cho phép gửi lệnh khi MEGA đã xong
```

```
char pendingType = '\0'; // Lưu phôi chờ nếu bấm khi chưa DONE
```

```
char loopingType = '\0'; // Dùng để lặp liên tục loại phôi
```

```
bool isEmergency = false;
```

```
void sendToFlask(int selection);
```

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  unoSerial.begin(4800);
  megaSerial.begin(4800);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);

  Blynk.virtualWrite(V2, "Chưa chọn loại phôi");
  Serial.println("ESP sẵn sàng...");
}

BLYNK_WRITE(V0) { // Phôi A
  if (megaDone) {
    loopingType = 'A';
    unoSerial.println("A");
    Serial.println("đã gửi tín hiệu chọn phôi A");
    megaDone = false;

    Blynk.virtualWrite(V2, "Q Đang tìm phôi A");

    isWaiting = true;
  }
  else{
    pendingType = 'A';

    Blynk.virtualWrite(V2, "⌚ Bạn. Sẽ chạy phôi A sau khi xong");
  }
}

BLYNK_WRITE(V1) { // Phôi B
```

```
loopingType = 'B';
unoSerial.println("B");
delay(200);
Serial.println("đã chọn loại phôi B");
megaDone = false;
Blynk.virtualWrite(V2, "Q Đang tìm phôi B");
    isWaiting = true;
}
else {
    pendingType = 'B';
    Blynk.virtualWrite(V2, "⌚ Bạn. Sẽ chạy phôi B sau khi xong");
}
}
BLYNK_WRITE(V3) { // Dừng vòng lặp
    loopingType = '\0';
    Blynk.virtualWrite(V2, "⊖ Đã dừng vòng lặp");
}

BLYNK_WRITE(V4) { // Phôi C
    if (megaDone) {
        loopingType = 'C';
        unoSerial.println("C");
        delay(200);
        Serial.println("đã chọn loại phôi C");
        megaDone = false;
        Blynk.virtualWrite(V2, "Q Đang tìm phôi C");
```

```
    isWaiting = true;
}
else {
    pendingType = 'C';
    Blynk.virtualWrite(V2, "⌚ Bận. Sẽ chạy phôi C sau khi xong");
}
}
```

```
BLYNK_WRITE(V5) {
    int value = param.asInt(); // 1 = STOP, 0 = RUNNING
    if (value == 1) {
        isEmergency = true;
        isWaiting = true;
        Blynk.virtualWrite(V2, "🛑 DỪNG KHẨN CẤP!!!");
        megaSerial.println("EMERGENCY_STOP");
        unoSerial.println("EMERGENCY_STOP");
        sendToFlask(5);
        Serial.println(">>> ĐÃ GỬI LỆNH DỪNG KHẨN CẤP <<<");
    } else {
        isEmergency = false;
        isWaiting = false;
        Blynk.virtualWrite(V2, "✅ Hệ thống đang chạy");
        Serial.println(">>> KHỞI ĐỘNG LẠI <<<");
    }
}
```

```
void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
  if(isEmergency) {
    // Không cho phép gửi thêm lệnh, hoặc tự reset hệ thống
    if(!isWaiting){

    }
    return; // hoặc dùng `ESP.restart();` nếu cần reset
  }
  // Nhận dữ liệu từ UNO
  if(unoSerial.available()) {
    String jsonString = unoSerial.readStringUntil('\n');
    jsonString.trim();

    StaticJsonDocument<128> doc;
    DeserializationError error = deserializeJson(doc, jsonString);

    if(!error) {
      const char* status = doc["status"];
      const char* type = doc["type"];

      if(strcmp(status, "FOUND") == 0 && strcmp(type, "A") == 0) {
        String msg = String("✓ Đã tìm thấy phôi ") + type;
        Blynk.virtualWrite(V2, msg);
        megaSerial.print("A");
      }
    }
  }
}
```

```
Serial.println("Đã gửi MEGA: ");
timer.setTimeout(60000L, []() { // 60.000 ms = 60 giây
  sendToFlask(1);           // Gửi sau khi đợi
  isWaiting = false;
});
}
else if (strcmp(status, "FOUND") == 0 && strcmp(type, "B") == 0) {
  String msg = String("✓ Đã tìm thấy phôi ") + type;
  Blynk.virtualWrite(V2, msg);
  megaSerial.print("B");
  Serial.println("Đã gửi MEGA: ");
  timer.setTimeout(60000L, []() { // 60.000 ms = 60 giây
    sendToFlask(2);           // Gửi sau khi đợi
    isWaiting = false;
  });
}
} else {
  Serial.println("⚠ Lỗi JSON từ UNO!");
}
}

// Nhận dữ liệu từ MEGA
if(megaSerial.available()) {
  String msg = megaSerial.readStringUntil('\n');
  msg.trim();
}
```

```
if(msg == "DONE") {
    megaDone = true;
    if(pendingType != '\0' && pendingType != loopingType) {
        unoSerial.println(pendingType);
        Blynk.virtualWrite(V2, String("🔄 Đang tìm phôi ") + pendingType);
        megaDone = false;
        loopingType = pendingType; // Bắt đầu lặp theo loại này
        pendingType = '\0';
    } else if (loopingType != '\0') {
        unoSerial.println(loopingType);
        Blynk.virtualWrite(V2, String("🔄 Lặp lại phôi ") + loopingType);
        megaDone = false;
    } else {
        Blynk.virtualWrite(V2, "✅ Máy sẵn sàng");
    }
}
}
}
}

void sendToFlask(int selection) {
    String endpoint = (selection == 1) ? "/run1" : (selection == 2) ? "/run2" : (selection ==
5) ? "/run5" : "";
    if(endpoint == "") return;

    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
```

```
WiFiClient client;

String url = "http://" + pc_ip + ":" + String(pc_port) + endpoint;

http.begin(client, url);

int httpCode = http.GET();

if (httpCode > 0) {
  String payload = http.getString();

  Serial.println("✓ PC: " + payload);
} else {
  Serial.println("✗ Không kết nối PC");
}

http.end();
}
```

Code điều khiển CNC Milling machine via Mach 3

File 1:

```
from flask import Flask
import subprocess

app = Flask(__name__)

@app.route("/run1")
def run1_macro():
    try:
        subprocess.run(["python", "send key.py"], check=True)
```

```
    return "✓ Đã chạy macro!"

except Exception as e:

    return f"✗ Lỗi: {str(e)}"

@app.route("/run2")
def run2_macro():
    try:
        subprocess.run(["python", "send key 2.py"], check=True)
        return "✓ Đã chạy macro!"
    except Exception as e:
        return f"✗ Lỗi: {str(e)}"

@app.route("/run5")
def run3_macro():
    try:
        subprocess.run(["python", "send key 3.py"], check=True)
        return "✓ Đã chạy macro!"
    except Exception as e:
        return f"✗ Lỗi: {str(e)}"

if __name__ == "__main__":
    app.run(host="0.0.0.0", port=5000)
```

File 2: chạy chương trình 1

```
import pyautogui
import pygetwindow as gw
import time
```

```
import os

# import socket

# from test1 import GCODE_PATHS, run_mach3_gcode

gcode_file = r"C:\Mach3\GCODE\O1.tap" # Đường dẫn file G-code

# Tìm cửa sổ Mach3
mach_window = None
for w in gw.getWindowsWithTitle("Mach3"):
    if w.visible:
        mach_window = w
        break

if mach_window:
    print("✓ Đã tìm thấy cửa sổ Mach3:", mach_window.title)
    mach_window.activate()
    time.sleep(1)

# Gửi tổ hợp phím để mở G-code (Alt + F -> L)
pyautogui.hotkey('alt', 'f')
time.sleep(0.5)
pyautogui.press('enter')
time.sleep(0.5)

# Gõ đường dẫn đến file G-code
# pyautogui.write(gcode_file)
```

```
pyautogui.write(gcode_file)
pyautogui.press('enter')
time.sleep(0.5)
pyautogui.press('esc')
time.sleep(1)

# Gửi phím khởi động (Alt + R)
pyautogui.hotkey('alt', 'r')
print("🚀 Đã gửi lệnh chạy G-code!")
```

else:

```
print("❌ Không tìm thấy cửa sổ Mach3. Vui lòng mở Mach3 trước.")
```

File 3: chạy chương trình 2

```
import pyautogui
import pygetwindow as gw
import time
import os
# import socket

# from test1 import GCODE_PATHS, run_mach3_gcode

gcode_file = r"C:\Mach3\GCODE\balld.tap" # Đường dẫn file G-code

# Tìm cửa sổ Mach3
mach_window = None
```

```
for w in gw.getWindowsWithTitle("Mach3"):
    if w.visible:
        mach_window = w
        break

if mach_window:
    print("✓ Đã tìm thấy cửa sổ Mach3:", mach_window.title)
    mach_window.activate()
    time.sleep(1)

    # Gửi tổ hợp phím để mở G-code (Alt + F -> L)
    pyautogui.hotkey('alt', 'f')
    time.sleep(0.5)
    pyautogui.press('enter')
    time.sleep(0.5)
    # Gõ đường dẫn đến file G-code
    pyautogui.write(gcode_file)
    pyautogui.press('enter')
    time.sleep(0.5)
    pyautogui.press('esc')
    time.sleep(1)

    # Gửi phím khởi động (Alt + R)
    pyautogui.hotkey('alt', 'r')
    print("✌ Đã gửi lệnh chạy G-code!")
```

else:

```
print("✘ Không tìm thấy cửa sổ Mach3. Vui lòng mở Mach3 trước.")
```

File 4: Ngưng máy

```
import pyautogui
```

```
import pygetwindow as gw
```

```
import time
```

```
import os
```

```
mach_window = None
```

```
for w in gw.getWindowsWithTitle("Mach3"):
```

```
    if w.visible:
```

```
        mach_window = w
```

```
        break
```

```
if mach_window:
```

```
    print("✔ Đã tìm thấy cửa sổ Mach3:", mach_window.title)
```

```
    mach_window.activate()
```

```
    time.sleep(1)
```

```
    pyautogui.hotkey('alt', 's')
```

```
    time.sleep(0.5)
```

```
else:
```

```
    print("✘ Không tìm thấy cửa sổ Mach3. Vui lòng mở Mach3 trước.")
```