**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

****

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

***Đề tài*: “TAY MÁY 5 BẬC TỰ DO VÀ ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG BẰNG CỬ ĐỘNG TAY ỨNG DỤNG TRONG XẾP SẢN PHẨM”**

**GVHD: TS. NGUYỄN XUÂN QUANG**

**SVTH: ĐOÀN THÁI DUY HIỂN**

**MSSV: 19146331**

**SVTH: NGUYỄN HỒNG THUẬN**

**MSSV: 19146399**

**SVTH: ĐINH CÔNG TOẠI**

**MSSV: 19146404**

**Tp. Hồ Chí Minh, tháng 07/2023**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**BỘ MÔN CƠ ĐIỆN TỬ**



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

***Đề tài*: “TAY MÁY 5 BẬC TỰ DO VÀ ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG BẰNG CỬ ĐỘNG TAY ỨNG DỤNG TRONG XẾP SẢN PHẨM”**

**GVHD: TS. NGUYỄN XUÂN QUANG**

**SVTH: ĐOÀN THÁI DUY HIỂN**

**MSSV: 19146331**

**SVTH: NGUYỄN HỒNG THUẬN**

**MSSV: 19146399**

**SVTH: ĐINH CÔNG TOẠI**

**MSSV: 19146404**

**Tp. Hồ Chí Minh, tháng 07/2023**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**Bộ môn: Cơ điện tử**

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

***Độc lập – Tự do – Hạnh phúc***

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**Học kỳ II/ Năm học 2022 – 2023**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Xuân Quang

Sinh viên thực hiện:

1. Đoàn Thái Duy Hiển. MSSV: 19146331. Điện thoại: 0943196505.
2. Nguyễn Hồng Thuận. MSSV: 19146399. Điện thoại: 0763251101.
3. Đinh Công Toại. MSSV: 19146404. Điện thoại: 0343186785.
4. ***Mã số đề tài: 22223DT159***

* Tên đề tài: Tay máy 5 bậc tự do và điều khiển chuyển động bằng cử động tay ứng dụng trong xếp sản phẩm.

1. ***Các số liệu, tài liệu ban đầu***

Nguyên lý hoạt động: Tay máy 5 bậc tự do được sử dụng để bốc các sản phẩm hình trụ tròn hoặc vuông chuyển từ hệ thống băng tải này sang băng tải khác, quỹ đạo chuyển động của tay máy được điều khiển dựa trên chuyển động lập trình từ trước hoặc cử động bàn tay người.

Chức năng: Gắp và xếp có chọn lọc các loại sản phẩm.

Yêu cầu kỹ thuật:

* Tay máy có thể gắp các sản phẩm hình trụ tròn hoặc hình hộp chữ nhật.
* Có thẻ hoạt động dựa trên chương trình được lập trình từ trước bởi người dùng.
* Tích hợp thêm khả năng vận hành thông qua cử động của tay người và hệ thống truyền số liệu.

1. ***Nội dung chính của đồ án***

Hoàn thiện bản vẽ cơ khí, tính toán cơ khí, làm phần điều khiển dùng STM32 và ESP8266, giám sát trạng thái thông qua mạng truyền thông.

1. ***Các sản phẩm dự kiến***

Tay máy 5 bậc tự do và găng tay điều khiển.

1. ***Ngày giao đồ án: 15/03/2023***
2. ***Ngày nộp đồ án: 15/07/2023***
3. ***Ngôn ngữ trình bày:*** ***Bản báo cáo:*** ***Tiếng Anh***  ***Tiếng Việt***

***Trình bày bảo vệ:*** ***Tiếng Anh***  ***Tiếng Việt***

**TRƯỞNG KHOA TRƯỞNG BỘ MÔN GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN**

*(Ký, ghi rõ họ tên) (Ký, ghi rõ họ tên) (Ký, ghi rõ họ tên)*

Được phép bảo vệ: ............................................

*(GVHD ký, ghi rõ họ tên)*

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**Bộ môn: Cơ điện tử**

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

***Độc lập – Tự do – Hạnh phúc***

PHIẾU NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**(Dành cho giảng viên hướng dẫn)**

**Họ tên sinh viên:**

Đoàn Thái Duy Hiển :19146331

Nguyễn Hồng Thuận :19146399

Đinh Công Toại :19146404

**Tên đề tài:** Tay máy 5 bậc tự do và điều khiển chuyển động bằng cử động tay ứng dụng trong xếp sản phẩm.

**Ngành đào tạo:** Công nghệ kỹ thuật cơ điện tử.

**Giảng viên hướng dẫn:** Nguyễn Xuân Quang

**Ý KIẾN NHẬN XÉT**

1. ***Nhận xét về tinh thần, thái độ làm việc của sinh viên.***

............................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................

1. ***Nhận xét về kết quả thực hiện của đồ án tốt nghiệp***
   1. *Kết cấu, cách thức trình bày đồ án tốt nghiệp*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

* 1. *Nội dung đồ án tốt nghiệp*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

* 1. *Kết quả đạt được*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

* 1. *Những tồn tại (nếu có)*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

1. ***Đánh giá***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Mục đánh giá** | **Điểm tối đa** | **Điểm đạt được** |
| **1.** | **Hình thức và kết cấu ĐATN** | **30** |  |
| *Đúng format với đầy đủ cả hình thức và nội dung của các mục* | *10* |  |
| *Mục tiêu, nhiệm vụ, tổng quan của đề tài* | *10* |  |
| *Tính cấp thiết của đề tài* | *10* |  |
| **2.** | **Nội dung ĐATN** | **50** |  |
| *Khả năng ứng dụng kiến thức toán*  *học, khoa học và kỹ thuật, khoa học xã hội…* | *5* |  |
| *Khả năng thực hiện/phân tích/tổng hợp/đánh giá* | *10* |  |
| *Khả năng thiết kế chế tạo một hệ*  *thống, thành phần, hoặc quy trình đáp ứng yêu cầu đưa ra với những ràng buộc thực tế.* | *15* |  |
| *Khả năng cải tiến và phát triển* | *5* |  |
| *Khả năng sử dụng công cụ kỹ thuật, phần mềm chuyên ngành…* | *5* |  |
| **3.** | **Đánh giá về khả năng ứng dụng của đề tài.** | **10** |  |
| **4.** | **Sản phẩm cụ thể của ĐATN** | **10** |  |
|  | **Tổng** | **100** |  |

1. ***Kết luận:***

Được phép bảo vệ

Không được phép bảo vệ

TP.HCM, ngày.....tháng.....năm

Giảng viên hướng dẫn

*(Ký, ghi rõ họ tên)*

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**Bộ môn: Cơ điện tử**

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

***Độc lập – Tự do – Hạnh phúc***

PHIẾU NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**(Dành cho giảng viên phản biện)**

**Họ tên sinh viên:**

Đoàn Thái Duy Hiển :19146331

Nguyễn Hồng Thuận :19146399

Đinh Công Toại :19146404

**Tên đề tài:** Tay máy 5 bậc tự do và điều khiển chuyển động bằng cử động tay ứng dụng trong xếp sản phẩm.

**Ngành đào tạo:** Công nghệ kỹ thuật cơ điện tử.

**Giảng viên hướng dẫn:** Nguyễn Xuân Quang

**Ý KIẾN NHẬN XÉT**

1. ***Nhận xét về tinh thần, thái độ làm việc của sinh viên.***

............................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................

1. ***Nhận xét về kết quả thực hiện của đồ án tốt nghiệp***
   1. *Kết cấu, cách thức trình bày đồ án tốt nghiệp*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

* 1. *Nội dung đồ án tốt nghiệp*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

* 1. *Kết quả đạt được*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

* 1. *Những tồn tại (nếu có)*

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………....................................

1. ***Đánh giá***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Mục đánh giá** | **Điểm tối đa** | **Điểm đạt được** |
| **1.** | **Hình thức và kết cấu ĐATN** | **30** |  |
| *Đúng format với đầy đủ cả hình thức và nội dung của các mục* | *10* |  |
| *Mục tiêu, nhiệm vụ, tổng quan của đề tài* | *10* |  |
| *Tính cấp thiết của đề tài* | *10* |  |
| **2.** | **Nội dung ĐATN** | **50** |  |
| *Khả năng ứng dụng kiến thức toán*  *học, khoa học và kỹ thuật, khoa học xã hội…* | *5* |  |
| *Khả năng thực hiện/phân tích/tổng hợp/đánh giá* | *10* |  |
| *Khả năng thiết kế chế tạo một hệ*  *thống, thành phần, hoặc quy trình đáp ứng yêu cầu đưa ra với những ràng buộc thực tế.* | *15* |  |
| *Khả năng cải tiến và phát triển* | *5* |  |
| *Khả năng sử dụng công cụ kỹ thuật, phần mềm chuyên ngành…* | *5* |  |
| **3.** | **Đánh giá về khả năng ứng dụng của đề tài.** | **10** |  |
| **4.** | **Sản phẩm cụ thể của ĐATN** | **10** |  |
|  | **Tổng** | **100** |  |

1. ***Kết luận:***

Được phép bảo vệ

Không được phép bảo vệ

TP.HCM, ngày.....tháng.....năm

Giảng viên phản biện

*(Ký, ghi rõ họ tên)*

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên nhóm xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đối với thầy hướng dẫn đề tài là thầy Nguyễn Xuân Quang đã luôn đồng hành với nhóm trong quãng thời gian một học kỳ vừa qua. Thầy đã kịp thời có những giúp đỡ, sự định hướng và giải đáp những thắc mắc của nhóm trong lúc khó khăn khi thực hiện đồ án "Tay máy 5 bậc tự do và điều khiển chuyển động bằng cử động tay ứng dụng trong xếp sản phẩm".

Bên cạnh đó nhóm cũng xin cảm ơn các thầy cô thuộc khoa Cơ khí Chế tạo máy đã tận tình chỉ dẫn, trang bị những kiến thức cần thiết cho chúng em ngay từ khi bước vào giảng đường đại học đến nay. Những kiến thức đó là nền tảng rất quý báu và hữu ích, được sử dụng trong đồ án này.

Tuy nhiên vì kiến thức chuyên môn và mỗi cá nhân trong nhóm còn thiếu kinh nghiệm thực tế nên đề tài không tránh khỏi những thiếu sót. Nhóm rất mong được sự góp ý, chỉ bảo thêm của quý thầy cô để bài báo cáo này hoàn thiện hơn.

Cuối cùng, nhóm xin một lần nữa gửi lời cảm ơn chân thành đến Quý thầy cô.

*TP.Hồ Chí Minh, tháng 07 năm 2023*

Sinh viên thực hiện

Đoàn Thái Duy Hiển

Nguyễn Hồng Thuận

Đinh Công Toại

TÓM TẮT ĐỀ TÀI

Sự xuất hiện của robot đã tạo nên một cuộc cách mạng thay đổi cuộc sống của con người nói chung và nền công nghiệp nói riêng.

Trong nhận thức của nhiều người, hình ảnh robot là những chú robot với trí thông minh nhân tạo, có thể giao tiếp, giúp đỡ việc nhà, bán hàng trong siêu thị, chăm sóc các cụ già hay trông trẻ…

Nhưng robot cũng có vai trò đặc biệt quan trọng trong công nghiệp và sự xuất hiện ngày một nhiều của robot trong những ngành công nghiệp, chế tạo, lắp ráp và sản xuất hiện đại ở khắp các nhà máy, công xưởng trên thế giới, giúp tiết kiệm nhân công và chi phí vận hành, tăng năng suất lao động.

Một trong những robot phổ biến nhất trong thế giới sản xuất là cánh tay robot. Cánh tay robot trong hầu hết các trường hợp được lập trình và sử dụng để thực hiện các nhiệm vụ cụ thể, phổ biến nhất cho sản xuất, chế tạo và các ứng dụng công nghiệp.

Tuy nhiên, ở Việt Nam chỉ mới có thể lắp ráp chứ chưa thể thiết kế và chế tạo được một cánh tay robot như nước ngoài. Vì vậy nhóm thực hiện đề tài này để giải quyết bài toán về thiết kế, chế tạo một cánh tay robot có thể điều khiển bằng cử động tay ứng dụng trong xếp các sản phẩm như các loại hộp.

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Xe điều khiển bằng cử động tay...............................................................................2

Hình 2.1: Cơ cấu tọa độ vuông góc................................... ................................... ...................3

Hình 2.2: Cơ cấu tạo độ trụ................................... ................................... ................................3

Hình 2.3: Cơ cấu tọa độ cầu................................... ................................... ...............................4

Hình 2.4: Cơ cấu khớp bản lề................................... ................................... .............................4

Hình 2.5: Phương án thiết kế 1................................... ................................... ..........................5

Hình 2.6: Phương án thiết kế 2................................... ................................... ..........................5

Hình 2.7: Cơ chế hoạt động của MQTT................................... ................................... .............6

Hình 2.8: Frame dữ liệu của UART................................... ................................... ..................7

Hình 2.9: Liên hệ điện áp ngõ ra và ngõ vào của mạch khuếch đại đảo...................................8

Hình 2.10: Liên hệ điện áp ngõ ra và ngõ vào của mạch khuếch đại không đảo.........................9

Hình 2.11: Liên hệ điện áp ngõ ra và ngõ vào của mạch khuếch đại vi sai.................................9

Hình 2.12: Liên hệ điện áp ngõ ra và ngõ vào của mạch cộng................................... ................9

Hình 2.13: Liên hệ điện áp ngõ ra và ngõ vào của mạch vi phân................................... .........10

Hình 2.14: Liên hệ điện áp ngõ ra và ngõ vào của mạch tích phân................................... .......10

Hình 3.1: Sơ đồ động robot ................................... ................................... ............................11

Hình 3.2: Sơ đồ tính động học robot................................... ................................... ................13

Hình 3.3: Biểu đồ momen khớp 1................................... ................................... ...................18

Hình 3.4: Biểu đồ momen khớp 2................................... ................................... ....................18

Hình 3.5: Biểu đồ momen khớp 3................................... ................................... ...................19

Hình 3.6: Biểu đồ momen khớp 4................................... ................................... ...................19

Hình 3.7: Biểu đồ momen khớp 5................................... ................................... ....................20

Hình 4.1: Biểu đồ moment và tốc độ tải đầu ra của harmonic................................... .............21

Hình 4.2: Biểu đồ moment và tốc độ tải đầu ra của harmonic khâu 1....................................23

Hình 4.3: Biểu đồ moment và tốc độ tải đầu ra của harmonic khâu 2....................................24

Hình 4.4: Biểu đồ moment và tốc độ tải đầu ra của harmonic khâu 3....................................25

Hình 4.5: Biểu đồ moment và tốc độ tải đầu ra của harmonic khâu 4....................................27

Hình 4.6: Biểu đồ moment và tốc độ tải đầu ra của harmonic khâu 5....................................28

Hình 4.7: Biểu đồ moment và tốc độ trên trục động cơ.................................... .....................33

Hình 4.8: Biểu đồ moment và tốc độ trên trục động cơ 1................................... ...................34

Hình 4.9: Biểu đồ moment và tốc độ trên trục động cơ 2................................... ....................36

Hình 4.10: Biểu đồ moment và tốc độ trên trục động cơ 3................................... ..................38

Hình 4.11: Biểu đồ moment và tốc độ trên trục động cơ 4................................... ................39

Hình 4.12: Biểu đồ moment và tốc độ trên trục động cơ 5................................... ..................41

Hình 4.13: Cụm trục 1, bánh đai, ổ bi, harmonic................................... ................................42

Hình 4.14: Biểu đồ momen trên từng đoạn trục 1................................... ...............................42

Hình 4.15: Cụm trục 2, bánh đai, ổ bi, harmonic................................... ................................43

Hình 4.16: Biểu đồ momen trên từng đoạn trục 2................................... ...............................43

Hình 4.17: Cụm trục 3, ổ bi, harmonic................................... ................................... ............44

Hình 4.18: Biểu đồ momen trên từng đoạn trục 3................................... ..............................45

Hình 4.19: Cụm trục 4, bánh đai, harmonic................................... ........................................45

Hình 4.20: Biểu đồ momen trên từng đoạn trục 4................................... ..............................46

Hình 4.21: Cụm trục 5, ổ bi, harmonic................................... ................................... ............46

Hình 4.22: Biểu đồ momen trên từng đoạn trục 5................................... ..............................47

Hình 4.23: Cấu tạo khâu gắp................................... ................................... ...........................47

Hình 4.24: Mặt trước khâu gắp................................... ................................... ........................48

Hình 5.1: Dữ liệu đầu vào để nạp firmware ESP8266 sử dụng MQTT bằng AT command..49

Hình 5.2: Lưu đồ chương trình chính STM32F207................................... ............................52

Hình 5.3: Lưu đồ ngắt nhận dữ liệu từ RF của STM32F207................................... ................52

Hình 5.4: Lưu đồ ngắt nhận dữ liệu từ PLC................................... .......................................53

Hình 5.5: Sơ đồ hệ thống điều khiển bằng PLC Q02................................... ..........................54

Hình 5.6: Sơ đồ hệ thống điều khiển bằng PLC S7-1200................................... ....................55

Hình 5.7: Thiết lập sử dụng vị trí tuyệt đối................................... ........................................56

Hình 5.8: Sử dụng phương pháp auto tuning 1................................... ...................................56

Hình 5.9: Không sử dụng forced stop................................... ................................... .............57

Hình 5.10: Cài đặt dữ liệu về đơn vị, giới hạn góc. ................................... .............................57

Hình 5.11: Cài đặt dữ liệu về vị trí gốc cho servo với chế độ vị trí tuyệt đối..........................57

Hình 5.12: Tốc độ giới hạn................................... ................................... ..............................57

Hình 5.13: Thời gian tăng tốc................................... ................................... ..........................58

Hình 5.14: Thời gian giảm tốc................................... ................................... .........................58

Hình 5.15: Hàm nội suy tuyến tính................................... ................................... .................58

Hình 5.16: Hàm điều khiển vị trí cung tròn................................... ........................................59

Hình 5.17: Hàm constant speed................................... ................................... ......................59

Hình 5.18: Sơ đồ bố trí cảm biến trên băng tải................................... ................................... 60

Hình 5.19: Lưu đồ hoạt động robot thực hiện chuyển động theo quỹ đạo...............................61

Hình 5.20: Lưu đồ hoạt động cảm biến 1 và camera................................... ...........................62

Hình 5.21: Lưu đồ hoạt động cảm biến 2 và băng tải................................... ..........................63

Hình 5.22: Lưu đồ hoạt động PLC S7-1200 gửi dữ liệu đến PLC Q02...................................63

Hình 6.1: Sơ đồ mạch khuếch đại tín hiệu cảm biến................................... ...........................64

Hình 6.2: Lưu đồ nút nhấn 1 – Hiệu chỉnh ban đầu cho găng tay..........................................65

Hình 6.3: Lưu đồ nút nhấn 2 – Điều khiển hàm kẹp robot.....................................................65

Hình 6.4: Lưu đồ cho timer điều khiển gửi thông tin từ găng tay của STM32F405.................66

Hình 6.5: Lưu đồ căn chỉnh cảm biến ban đầu của STM32F405...........................................67

Hình 7.1: Giao diện ứng dụng trên điện thoại................................... ....................................69

Hình 7.2: Thao tác tạo kết nối MQTT broker công cộng................................... ....................70

Hình 7.3: Thao tác tạo kết nối MQTT broker công cộng................................... ....................71

Hình 7.4: Thao tác tạo kết nối MQTT broker công cộng................................... ...................71

Hình 7.5: Thao tác tạo kết nối MQTT broker công cộng................................... ....................72

Hình 7.6: Thao tác tạo kết nối MQTT broker công cộng................................... .....................72

Hình 7.7: Thao tác tạo kết nối MQTT broker công cộng................................... ....................73

Hình 7.8: Lưu đồ hoạt động của ứng dụng giám sát................................... ...........................74

Hình 7.9: Giao diện của ứng dụng điều khiển trên máy tính................................... ...............75

Hình 7.10: COM setup................................... ................................... ....................................76

Hình 7.11: Cụm báo trạng thái................................... ................................... .........................76

Hình 7.12: Cụm điều khiển ................................... ................................... ............................77

Hình 7.13: Cụm thông số tay máy................................... ................................... ....................78

Hình 7.14: Cụm thiết lập thông số chạy điểm điểm................................... ............................78

Hình 7.15: Khu vực thao tác tạo quỹ đạo................................... ...........................................78

Hình 8.1: Tủ điện 1................................... ................................... .........................................80

Hình 8.2: Tủ điện 2................................... ................................... .........................................80

Hình 8.3: Hệ thống băng tải................................... ................................... ............................81

Hình 8.4: Găng tay................................... ................................... ..........................................81

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

* 1. Tính cấp thiết của đề tài

Tác động của cánh tay robot công nghiệp trong ngành sản xuất ngày càng lớn với ưu điểm tiết kiệm chi phí, năng suất và hiệu quả cao hơn. Nhiều công ty có cánh tay robot có thể tiết kiệm chi phí như lao động tay nghề thấp, ít lãng phí và sai sót của con người. Ở một số khu vực, các cánh tay robot có thể lấp đầy các vị trí mà nhà tuyển dụng yêu cầu.

Tuy nhiên, hiện nay các cánh tay robot được áp dụng trong các dây chuyền sản xuất ở Việt Nam đều được nhập nguyên con từ nước ngoài hoặc mua linh kiện nước ngoài và lắp ráp ở Việt Nam. Một số hãng thường hay gặp trên thị trường có thể kể đến là ABB/Fanuc/Yaskawa. Và thường thì chúng sẽ hoạt động trên một quy trình cho trước cố định.

Trên cơ sở đó, nhóm đã thực hiện đồ án này với mong muốn có thể thiết kế, chế tạo một cánh tay robot "Made in Vietnam” có thể đáp ứng tốt các yêu cầu khi xếp, dỡ hàng hóa, gắp sản phẩm với hiệu quả gần như cánh tay nhập ngoại. Bên cạnh đó, cánh tay không chỉ được điều khiển theo chu trình có sẵn mà còn có thể được điều khiển thông qua thao tác tay của người vận hành.

* 1. Mục tiêu đề tài

- Chọn cấu hình cánh tay robot thích hợp với yêu cầu đặt ra.

- Tính toán bài toán động học tay máy.

- Tính toán bài toán động lực học tay máy.

- Xây dựng hệ thống điều khiển cánh tay robot.

- Xây dựng giao diện điều khiển, giám sát hoạt động cánh tay robot.

- Thiết kế, chế tạo găng tay điều khiển.

* 1. Giới hạn đề tài

Tay máy 5 bậc tự do được sử dụng để bốc các sản phẩm hình trụ tròn hoặc vuông chuyển từ hệ thống băng tải này sang băng tải hệ thống băng tải khác quỹ đạo chuyển động của tay máy được điều khiển dựa vào cử động bàn tay người.

+ Chức năng: Gắp và xếp có chọn lọc các loại sản phẩm.

+ Vật liệu gắp: hộp.

* 1. Kết cấu của đồ án tốt nghiệp

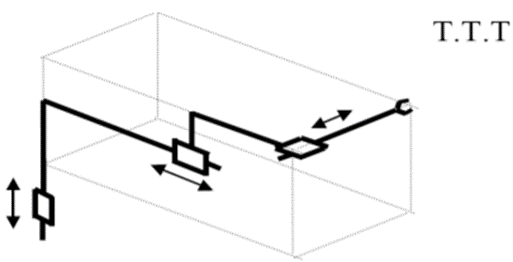
Nội dung báo cáo gồm 8 chương:

* Chương 1: Giới thiệu
* Chương 2: Cơ sở lý thuyết
* Chương 3: Động học và động lực học tay máy
* Chương 4: Tính toán, thiết kế phần cơ khí
* Chương 5: Thiết kế hệ thống điều khiển bằng PLC và STM32F207 ESP8266
* Chương 6: Thiết kế và thuật toán điều khiển găng tay
* Chương 7: Thiết kế ứng dụng giám sát và ứng dụng điều khiển
* Chương 8: Kết quả, nhận xét, hướng phát triển

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Các cơ cấu tọa độ robot

**2.1.1. Cơ cấu theo hệ tọa độ descartes**



Hình 2.1: Cơ cấu tọa độ vuông góc

Robot với cơ cấu này bao gồm ba chuyển động tịnh tiến theo ba trục X, Y, Z trong hệ toạ độ vuông góc. Phương trình động học của cấu hình robot này có thể dễ dàng biểu diễn trong hệ tọa độ vuông góc. Không gian làm việc của cơ cấu robot này có dạng hình hộp chữ nhật.

Ứng dụng phổ biến của cơ cấu robot này là các thao tác vận chuyển vật liệu, sản phẩm, chất dỡ hàng hoá,...

Ưu điểm:

+ Không gian làm việc lớn

+ Phương trình động học đơn giản, dễ điều khiển.

Nhược điểm:

+ Kích thước lớn, chiếm nhiều không gian

**2.1.2. Cơ cấu tọa độ trụ**

A drawing of a cylinder

Description automatically generated with medium confidence

Hình 2.2: Cơ cấu tạo độ trụ

Robot với cơ cấu này bao gồm hai chuyển động tịnh tiến và một chuyển động xoay tròn. Phương trình động học của cấu hình robot này có thể dễ dàng biểu diễn trong hệ tọa độ trụ. Không gian làm việc của cơ cấu robot này có dạng hình trụ rỗng do giới hạn trong của cơ cấu

**2.1.3. Cơ cấu tọa độ cầu**

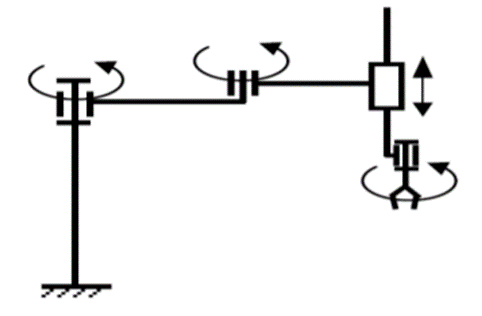
A picture containing diagram, circle, line, sketch

Description automatically generated

Hình 2.3: Cơ cấu tọa độ cầu

Robot với cơ cấu này bao gồm hai chuyển động quay và một chuyển động tịnh tiến. Phương trình động học của cấu hình robot này có thể biểu diễn trong hệ tọa độ cầu dễ dàng hơn trong hệ tọa độ Descartes. Không gian làm việc của cơ cấu robot này có dạng hình cầu rỗng do giới hạn trong của cơ cấu.

**2.1.4. Tay máy toàn khớp bản lề và SCARA**



Hình 2.4: Cơ cấu khớp bản lề

Loại cấu hình dễ thực hiện nhất được ứng dụng cho robot là dạng khớp nối bản lề và kế đó là dạng ba trục thẳng, gọi tắt là dạng SCARA Selective Compliance Articulated Robot Actuator). Dạng này và dạng toạ độ trụ là phổ cập nhất trong ứng dụng công nghiệp bởi vì chúng cho phép các nhà sản xuất robot sử dụng một cách trực tiếp và dễ dàng các cơ cấu tác động quay

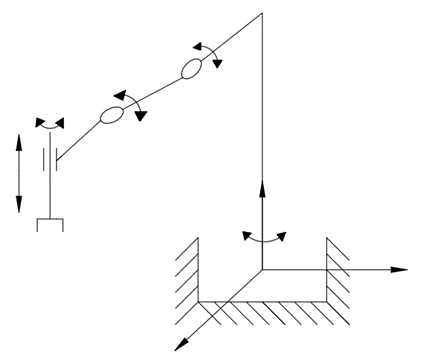
Ưu điểm:

+ Mặc dù chiếm diện tích làm việc ít song tầm vươn khá lớn. Tỷ lệ kích thước tầm vươn được đánh giá cao.

+ Về mặt hình học, cấu hình dạng khớp nối bản lề với ba trục quay bố trí theo phương thẳng đứng là dạng đơn giản và có hiệu quả nhất trong trường hợp yêu cầu gắp và đặt chi tiết theo phương thẳng đứng. Trong trường hợp này bài toán tọa độ hoặc quỹ đạo chuyển động đối với robot chỉ cần giải quyết ở hai phương x và y còn lại bằng cách phối hợp ba chuyển động quay quanh ba trục song song với trục z.

2.2. Các cấu hình robot

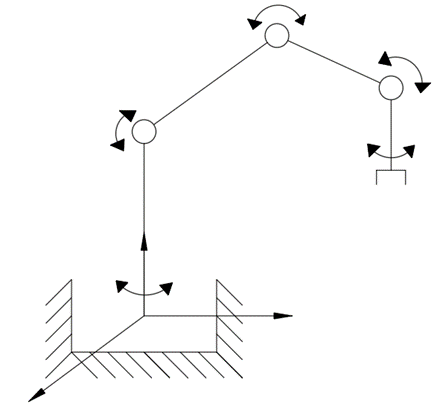
**2.2.1. Cấu hình 1**



Hình 2.5: Phương án thiết kế 1

Tay máy gồm 5 khâu, 5 khớp. Trong đó có 4 khớp xoay, 1 khớp tịnh tiến.

**2.2.2. Cấu hình 2**



Hình 2.6: Phương án thiết kế 2

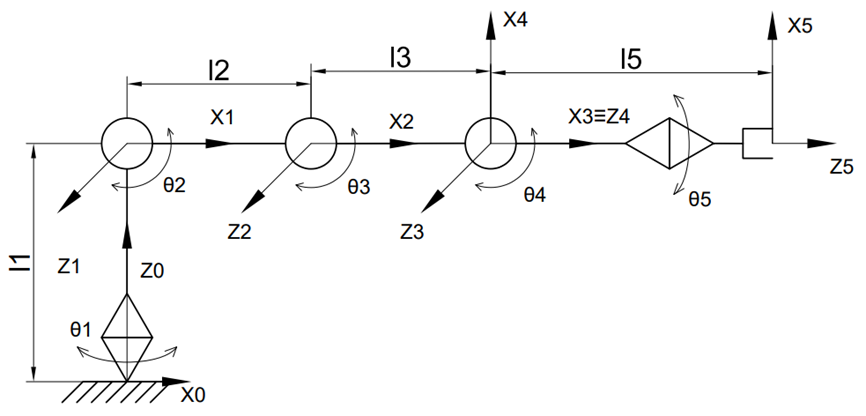
Tay máy gồm 5 khâu, 5 khớp. Tất cả các khớp đều là khớp xoay.

CHƯƠNG 3: ĐỘNG HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC TAY MÁY

* 1. Động học vị trí

3.1.1 Động học thuận

Sơ đồ động robot



Hình 3.1: Sơ đồ động robot

Bảng DH

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Khâu | θ | l | α | d | Biến |
| 1 | θ1 | 0 |  | l1 | θ1 |
| 2 | θ2 | l2 | 0 | 0 | θ2 |
| 3 | θ3 | l3 | 0 | 0 | θ3 |
| 4 | θ4 + | 0 |  | 0 | θ4 |
| 5 | θ5 | 0 | 0 | l5 | θ5 |

Bảng 3.1: Bảng Denavit–Hartenberg của robot

Các ma trận chuyển trục và động học thuận

Ma trận chuyển trục Ai:

(1)

0T5 = A1 A2 A3 A4 A5

= (2)

Theo động học thuận, tọa độ điểm P là:

Mô phỏng MATLAB

* Các giới hạn của các khớp
* Không gian hoạt động
  1. Động học nghịch

Giá trị đầu vào Px, Py, Pz, φ, γ



(4)

⇒

Đặt

(5)

(6)

⇒

**3.2 Động học vận tốc**

**3.2.1 Động học thuận**

Ma trận Jacobian vận tốc dài của khâu

(22)

(23)

(24)

(25)

(26)

Vận tốc góc khâu

0

; ; ; ; (27)

0; 0; 0; 0;

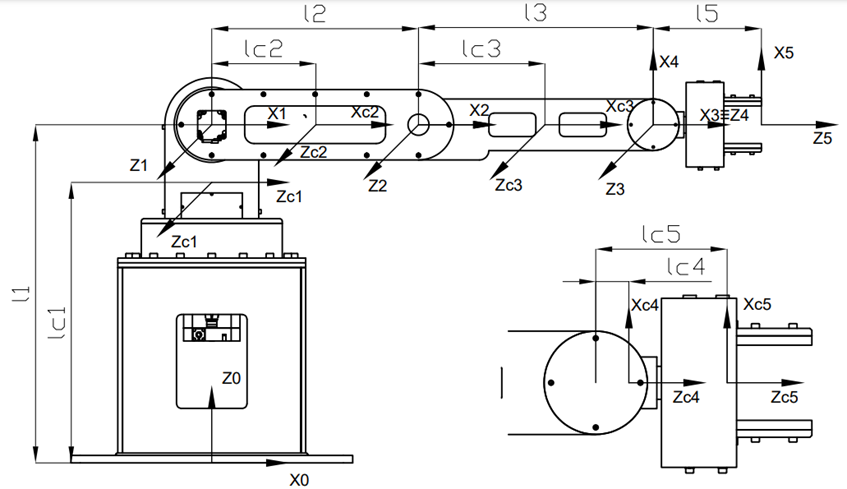
0; (28)

Ma trận Jacobian vận tốc góc của khâu

; ; ;

; ; (29)

* 1. Động lực học



Hình 3.2: Sơ đồ tính động học robot

Phương trình động lực học

(8)

Hoặc

(9)

Với

q = [θ1 θ2 θ3 θ4 θ5]T (10)

T (11)

T (12)

 (13)

Jvi là ma trận Jacobian vận tốc dài của khâu i

J𝜔i là ma trận Jacobian vận tốc góc của khâu i

Ri = 0Ri là ma trận biểu diễn hướng của hệ trục đặt ở trọng tâm khâu i

Ii là ma trận quán tính của khâu i

Thế năng (14)

g = [0 0 g]Tlà vectơ gia tốc trọng trường với g ≈ 9,81 m/s2

Tại tâm khối lượng của khâu i đặt hệ trục tọa độ c thứ i. Hệ trục tọa độ c thứ i có ba trục xci yci zci song song với ba trục xi yi zi của hệ trục tọa độ thứ i. Do đó ma trận biểu diễn hướng của hệ trục đặt tại độ c thứ i bằng với ma trận chỉ hướng của hệ trục tọa độ thứ i.

Ma trận biểu diễn hướng của hệ trục đặt ở trọng tâm khâu

; ;

;

(15

Ma trận moment quán tính khâu trong hệ tọa độ đặt ở trọng tâm khâu

(16)

Với

(17)

(18)

(19)

Xem khâu 2,3,4 có dạng thanh thẳng tiết diện ngang không đáng kể; khâu 1,5 có dạng hình trụ tròn ⇒ = = = 0

; ; ;

; (20)

Ma trận biểu diễn vị trí trọng tâm khâu trong hệ tọa độ cơ sở

; ; ;

(21)

Ma trận quán tính

 (30)

Vector hướng tâm

được tính với công thức

(31)

Vector trọng lực

được tính với công thức (32)

Véc tơ lực

(33)

Trong đó:

Ixx1=461147 N.mm2 ; Iyy1=299920 N.mm2 ; Iyy2=803322 N.mm2 ; Iyy3=1604504 N.mm2 Iyy4=6328 N.mm2 ; Iyy5=24861 N.mm2 ; Izz5=14388 N.mm2

m1=27,5 [kg]; m2=21 [kg]; m3=25,1 [kg]; m4=3 [kg]; m5=5,2 [kg];

l1=690 [mm]; l2=440 [mm]; l3=500 [mm]; l5=230 [mm];

lc1=660 [mm]; lc2=255 [mm]; lc3=143 [mm]; lc4=6 [mm]; lc5=143 [mm];

g=9,81 [m/s2]

Để xác định được giá trị moment tại các khâu cần phải có các giá trị do đó cần tạo một quỹ đạo chuyển động mẫu cho robot từ đó tìm được

Trong một chu kì robot gắp hàng từ vị trí A sang vị trí B rồi đến vị trí C sau đó qua B và về vị trí A và tiếp tục lặp lại. Giả sử chọn quỹ đạo di chuyển của tay gắp là đường thẳng với vị trí A(800,0,400), vị trí B(0,600,1000), vị trí C(-800,0,400)

Điều kiện:

hay tay gắp luôn luôn vuông góc với mặt đất và hướng xuống

Do quỹ đạo đi từ vị trí A sang vị trí B rồi đến vị trí C và từ vị trí C đi qua B về vị trí A là như nhau nên chỉ tính toán trên đoạn từ vị trí A qua vị trí B và đến vị trí C.

Thời gian thực hiện đi từ vị trí A qua vị trí B và đến vị trí C là nửa nửa chu kì là 2,5 giây.

Với quỹ đạo như trên ta xác định được biểu đồ vị trí khâu chấp hành cuối trong nửa chu kì từ 0 đến 2,5 giây. Từ đó ta tìm được biểu đồ giá trị của .