

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

**NGUYỄN VĂN TOÀN**

**THIẾT KẾ MÔ HÌNH CÁN TAY ROBOT**  
**BỐC XẾP HÀNG LÊN PALLET**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC**

**NGÀNH TỰ ĐỘNG HOÁ**

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



## ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**ĐỀ TÀI:**

**THIẾT KẾ MÔ HÌNH CÁN TAY ROBOT  
BỐC XẾP HÀNG LÊN PALLET**

**GVHD: Th.S Đặng Văn Ngọc**

**SVTH: Nguyễn Văn Toàn**

*Thái Nguyên, tháng 5 năm 2024*

## LỜI CẢM ƠN

Nhóm xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại Công Nghệ Thông Tin và Truyền Thông, là nơi mà chúng em được tạo cơ hội học tập, phát triển, nơi để chúng em hoàn thiện bản thân, cung cấp những nền tảng cần thiết để chúng em có được cơ hội việc làm trong tương lai.

Bên cạnh đó, để có thể thực hiện và hoàn thành đề tài này, nhóm chúng xin gửi lời chân thành cảm ơn thầy **Th.S Đặng Văn Ngọc** đã tạo những điều kiện tốt nhất và những ý kiến góp ý chân thành nhất cho nhóm chúng em. Những lời dạy của thầy đưa ra giúp chúng em có thêm động lực, kiến thức, cho chúng thấy những khiếm khuyết để có thể sửa đổi, từ đó đưa đến một kết quả tốt nhất. Nhóm cũng gửi lời cảm ơn chân thành đến nhau như là một phần của nhóm ba người mà như một, cùng nhau vượt qua những khó khăn, là những ngày họp nhóm đầy căng thẳng, cùng nhau nhận ra điểm sai và cùng nhau tung hô vì tìm ra được những hướng giải quyết mới. Nhóm cảm ơn thời gian diệu kì mà đề án tốt nghiệp mang lại, giúp các thành viên tự giác hơn, sáng tạo hơn, đoàn kết hơn cùng nhau vượt qua khó khăn. Đây là bước đệm để nhóm tiến đến thời gian đi làm sau này, là cơ hội nhìn nhận và phát triển khả năng hiện có, học hỏi thêm các kiến thức chuyên ngành để phục vụ lâu dài về sau và sâu hơn nữa.

Đề tài của chúng em hiện tại vẫn còn nhiều sai sót và khuyết điểm, nhưng đó cũng là những điểm mà chúng em cần học hỏi và phát triển thêm, do kiến thức của chúng em còn hạn hẹp. Mong các thầy cô cho chúng em những nhận xét để từ đó hoàn thiện đề tài để mang tới những giá trị thực tế trong tương lai.

Nhóm em xin chân thành cảm ơn!

## TÓM TẮT

Công nghiệp ngày phát triển đòi hỏi những công nghệ thay thế, hỗ trợ con người trong những công việc đòi hỏi tốn nhiều sức, nguy hiểm sức khoẻ như bốc vác hàng hoá, sắp xếp hàng hoá từ băng tải lên pallet, phân loại hàng lên pallet,...

Đề tài “**Thiết kế mô hình cánh tay robot bốc xếp hàng lên Pallet**” sinh ra như một phần hỗ trợ giải quyết vấn đề đặt ra ở trên, đây là hệ thống bao gồm cánh tay robot dùng webcam xử lý ảnh để nhận diện chính xác đối tượng về góc, diện tích, thuận tiện di chuyển từ băng tải sang pallet ở các vị trí phức tạp khác nhau trên băng tải. Đảm bảo độ chính xác cao khi bốc xếp hàng hoá, cũng như giảm thiểu rủi ro cho con người. Hệ thống ứng dụng plc s7-1200 và xử lý ảnh trên nền opencv. Hệ thống cánh tay có 4 bậc tự do, và một cơ cấu tay kẹp, đảm bảo chính xác trong việc di chuyển hàng hoá và linh động trong vị trí đặt hàng hoá.

## **ABSTRACT**

The growing industry requires alternative technologies to assist people in labor-intensive, health-hazardous jobs such as loading and unloading goods, arranging goods from conveyors to pallets, sorting goods. onto pallets,...

The topic "Research, design and manufacture a model of the loading and unloading robot arm system" was born as a support to solve the problem posed above, this is a system consisting of a robotic arm using a camera to handle the goods. Image manipulation to accurately identify objects in terms of angle and area, convenient to move from conveyor to pallet in different complex positions on the conveyor. Ensuring high accuracy when loading and unloading goods, as well as minimizing risks to people. Application system plc s7-1200 and image processing based on opencv. The arm system has 4 degrees of freedom, and a clamping mechanism, ensuring precise movement of goods and flexibility in the placement of goods.

## MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	1
TÓM TẮT.....	4
ABSTRACT .....	5
MỤC LỤC .....	6
MỤC LỤC HÌNH ẢNH.....	8
MỤC LỤC BẢNG.....	14
CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	15
1.1) Đặt vấn đề và chọn đề tài:.....	15
1.2) Sơ lược về robot công nghiệp trong bốc xếp hàng hoá.....	15
1.2.1) Robot công nghiệp là gì?.....	15
1.2.2) Một số loại cánh tay robot công nghiệp .....	16
1.3) Robot bốc xếp .....	18
1.3.1) Hoạt động .....	19
1.3.2) Ứng dụng .....	19
1.3.3) Lợi ích .....	19
1.3.4) Đặc trưng của robot bốc xếp so với robot công nghiệp nói chung .....	20
1.3.5) Chế tạo mô hình robot bốc xếp cho đề tài.....	21
1.4) Tích hợp robot bốc xếp vào hệ thống robot bốc xếp hàng tự động .....	21
1.4.1) Tổng quan hệ thống bốc xếp hàng tự động .....	21
1.4.2) Hệ thống robot bốc xếp hàng tự động .....	22
1.4.3) Hệ thống robot bốc xếp sẽ được xây dựng trong đề tài .....	27
1.5) Giới thiệu về PLC Siemens S7-1200 .....	27
1.5.1) Tổng quan về plc siemens S7 1200.....	27
1.5.1) Mục tiêu tổng quát.....	37
1.5.2) Mục tiêu cụ thể.....	37
1.6) Đối tượng nghiên cứu: .....	37
1.7) Phương pháp nghiên cứu: .....	37
1.8) Phạm vi nghiên cứu: .....	38
1.9) Ý nghĩa khoa học và thực tiễn: .....	38
1.10) Bố cục báo cáo .....	38

CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG .....	36
2.1: Mô hình 1 (3 khâu).....	36
2.1.1) Động học thuận của robot 3 bậc RRR ( Mô hình 1) .....	37
2.1.2) Động học nghịch của robot 3 bậc RRR (Mô hình 1) .....	38
2.1.3) Động học vận tốc thuận của robot 3 bậc (Mô hình 1).....	43
2.1.4) Động học vận tốc nghịch của robot 3 bậc RRR (Mô hình 1).....	44
2.1.5) Động học gia tốc thuận của robot 3 bậc RRR (Mô hình 1).....	45
2.1.6) Động học gia tốc nghịch của robot 3 bậc RRR (Mô hình 1) .....	47
2.1.7) Mô hình 2 (1 khâu R) .....	48
2.1.8) Động học của robot 1 bậc R ( Mô hình 2).....	48
2.1.9) Động học gia tốc của robot 1 bậc R ( Mô hình 2).....	49
2.2) THIẾT KẾ HỆ THỐNG CƠ KHÍ.....	49
2.2.1) Giới thiệu tổng quan về hệ thống .....	49
2.2.2) Thiết kế cánh tay robot.....	50
2.2.3) Xác định áp lực tại các khớp truyền động của robot.....	64
2.2.4) Tính toán động cơ cánh tay robot.....	72
2.3) THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN .....	107
2.3.1) Sơ đồ khối điều khiển.....	107
2.3.2) Các thành phần của hệ thống điều khiển.....	109
2.3.3) Bảng địa chỉ I/O .....	118
2.3.4) Cấu hình điều khiển 4 động cơ bước.....	118
2.3.5) Các khối hàm được sử dụng trong PLC S7-1200 .....	127
2.3.6) Cấu hình hàm chức năng FC, khối dữ liệu DB- Datablock .....	129
2.3.7) Quỹ đạo của robot .....	133
2.3.8) Giải thuật điều khiển .....	136
CHƯƠNG 3: THI CÔNG HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ .....	146
3.1) Thi công hệ thống cơ khí .....	146
3.2) Thi công hệ thống điều khiển.....	148
3.3) Kết nối và vận hành hệ thống: .....	148
3.4) Kết quả .....	165
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	167
PHỤ LỤC .....	168

## MỤC LỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Robot Delta.....	16
Hình 1.2: Robot Scara.....	16
Hình 1.3: Robot tuyến tính (robot giàn) .....	17
Hình 1.4: Robot khớp nối .....	17
Hình 1.5: Đầu hút của robot Delta.....	20
Hình 1.6: Đầu hút cánh tay robot Scara.....	20
Hình 1.7: Đầu kẹp của cánh tay robot khớp nối .....	21
Hình 1.8: Hệ thống robot bốc xếp hàng tự động .....	22
Hình 1.9: Cấu hình điều khiển hệ thống bốc xếp hàng tự động .....	24
Hình 1.10: Quy cách xếp hàng tải trong trên pallet.....	25
Hình 1.11: Các module truyền thông S7 - 1200 .....	30
Hình 1.12: Giao tiếp HMI với S7 - 1200.....	30
Hình 1.13: Giao tiếp máy tính với S7 - 1200 .....	31
Hình 1.14: Giao tiếp các bộ điều khiển với S7 - 1200 .....	31
Hình 1.15: S7 Protocol .....	34
Hình 1.16: Giao tiếp trong Siemens .....	35
Hình 1.17: Giao tiếp qua CP.....	35
Hình 1.18: Giao tiếp qua FB14/FB15( Get/Put).....	36
Hình 1.19: Giao tiếp qua FB12/FB13 hoặc SFB12/SFB13.....	36
Hình 2.1: Robot 3 bậc .....	36
Bảng 2.1: Phân loại khớp theo hệ tọa độ .....	36
Bảng 2.2: Tham số DH .....	37
Hình 2.2: Mô hình 1 nằm ở vị trí ban đầu .....	39
Hình 2.3: Nhập giá trị $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ .....	40
Hình 2.4: Robot ở vị trí ban đầu .....	41
Hình 2.5: Quỹ đạo chuyển động robot tạo ra ở góc nhìn 1 .....	41
Hình 2.6: Quỹ đạo chuyển động robot tạo ra ở góc nhìn 2 .....	42
Hình 2.7: Kết quả tọa độ toàn cục điểm cuối P .....	43
Hình 2.8: Khâu 4.....	48
Hình 2.9: Điểm P và gốc tọa độ hệ $O_4$ trên mặt phẳng xOy .....	48
Hình 2.10: Mô hình 3D hệ thống.....	49



Hình 2.11: Thiết kế 3D của cánh tay robot.....	50
Hình 2.12: Hình học robot 4 bậc tự do và đầu gấp xoay .....	51
Bảng 2.3: Bảng so sánh các loại vật liệu làm cánh tay robot phổ biến .....	52
Bảng 2.4: Thông số đánh giá bộ truyền cơ khí.....	53
Hình 2.13: Khâu đế.....	54
Hình 2.14: Tấm đế .....	55
Hình 2.15: Tấm cố định động cơ .....	55
Hình 2.16: Chụp dưới ổ bi đế .....	56
Hình 2.17: Chụp cố định phần trên động cơ.....	56
Hình 2.18: Khâu 2.....	57
Hình 2.19: Tay đòn số 2 .....	57
Hình 2.20: Mặt ốp đế trái.....	58
Hình 2.21: Khâu 3.....	58
Hình 2.22: Tay đòn dài .....	59
Hình 2.23: Tay đòn bậc 3 .....	59
Hình 2.24: Thanh truyền động 3.....	60
Hình 2.25: Khâu 4.....	60
Hình 2.26: Thanh truyền động 1.....	60
Hình 2.27: Thanh truyền động 2.....	61
Hình 2.28: Tam giác cân bằng .....	61
Hình 2.29: Tấm đế bậc 4.....	61
Hình 2.30: Ốp động cơ số 4.....	62
Hình 2.31: Khâu 4 và tay kẹp .....	62
Hình 2.32: Ốp trái tay kẹp .....	63
Hình 2.33: Ngón tay kẹp.....	63
Hình 2.34: Mặt bích nối động cơ servo .....	64
Hình 2.35: Bánh răng kẹp.....	64
Bảng 2.5: Kích thước các khâu.....	64
Hình 2.36: Cơ cấu robot ứng với vị trí tâm với lớn nhất.....	65
Bảng 2.6: Khối lượng của các khâu trong cánh tay robot .....	66
Hình 2.37: Cơ cấu rang buộc phương trục quay đầu gấp hàng .....	66
Hình 2.38: Cơ cấu mở rộng tầm với .....	66

Hình 2.39: Các thành phần lực tác dụng lên từng khâu.....	67
Hình 2.40: Các thành phần lực tác dụng lên khâu CDE.....	67
Hình 2.41: Các thành phần lực tác dụng lên khâu EF.....	68
Hình 2.42: Các thành phần lực tác dụng lên khâu GFB.....	68
Hình 2.43: Các thành phần lực tác dụng lên khâu GH.....	69
Hình 2.44: Các thành phần lực tác dụng lên khâu CL.....	69
Hình 2.45: Các thành phần lực tác dụng lên khâu AB.....	69
Hình 2.46: Các thành phần lực tác dụng lên khâu KL.....	70
Hình 2.47: Các thành phần lực tác dụng lên khâu KA.....	70
Hình 2.48: Các thành phần lực tác dụng lên khâu OAD.....	71
Hình 2.49: Hàng hình chữ nhật.....	71
Bảng 2.7: Thông số động cơ bước 43 có gắn hộp số.....	72
Hình 2.50: Bản vẽ kích thước động cơ bước 42 có gắn hộp số.....	72
Hình 2.51: Kích thước mặt động cơ bước.....	73
Hình 2.52: Ảnh thực tế động cơ bước.....	73
Hình 2.53: Bản vẽ kích thước động cơ bước 42 size 23.....	74
Hình 2.54: Thông số và hình ảnh động cơ bước 42 size 23.....	74
Hình 2.55: Bản vẽ kích thước động cơ servo.....	75
Hình 2.56: Sơ đồ thiết bị kết nối hệ thống điều khiển.....	107
Hình 2.57: Sơ đồ hệ thống mạch điện.....	108
Hình 2.58: Ghi chú kí hiệu hệ thống mạch điện.....	108
Hình 2.59: Bộ lập trình PLC S7 – 1200, CPU 1212C, DC/DC/DC.....	109
Hình 2.60: Signal board, digital OUTPUT, DQ4x24VDC.....	110
Bảng 2.8: Thông số kỹ thuật 6ES7222-1AD30-0XB0 – Module S7-1200 DIGITAL OUTPUT SB 1222 4DQ.....	111
Hình 2.61: Nguồn 24V – 10A.....	111
Hình 2.62: Cấu tạo bên trong nguồn 24V.....	112
Hình 2.63: Driver động cơ bước TP6600 4A 42V.....	113
Hình 2.64: Relay OMRON MY2N và chân đế.....	114
Hình 2.65: Cảm biến hồng ngoại E3F-DS30C4.....	115
Hình 2.66: Sơ đồ chân cảm biến.....	116
Hình 2.67: Nút nhấn on/off.....	117