

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO "IDAT"

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

SISTEMA DE SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN AUTOMATIZADA POR COLOR DE FRUTAS EN EL FUNDO AGROYAUCA UBICADO EN LA REGIÓN AREQUIPA

Trabajo de aplicación profesional para obtener el título Profesional Técnico en Electricidad Industrial

COCHACHIN CHAVEZ JOEL DAVID

(0009-0007-1777-4837)

ANTAYHUA CONDORI DARWIN

(0009-0006-1063-6709)

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

A mis padres y hermanos por el constante apoyo e

impulso para mi crecimiento

personal y profesional

Índice General

Resumen Ejecutivo 8

Introducción 9

Capítulo I: Generalidades 10

Planteamiento del Problema 10

Justificación del Estudio 10

Antecedentes del Proyecto 11

Nacionales 11

Internacionales 13

Normativa y Reglamentación Internacional 16

Normas Técnicas Nacionales 16

Normas Técnicas Internacionales 16

Capitulo II: Objetivo, Soluciones y Marco Teórico 17

Objetivos 17

Objetivo General 17

Objetivos Específicos 17

Planteamiento De Soluciones 17

Soluciones Alternativas 17

Soluciones Elegida y Justificada 18

Ventajas Comparativas 18

Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto 19

Marco Teórico 21

Marco Conceptual 21

Estado de la Tecnología 36

Capitulo III: Memoria Descriptiva 39

Descripción General Del Proyecto 39

Diagrama de Bloques 40

Diagrama de Flujo del Proceso 40

Diagrama de Etapas 41

Especificación Técnica General 41

Descripción Técnica de Componentes 42

Cálculos y Consideraciones de Diseño 44

Sistema Eléctrico 45

Diagrama Unifilar 45

Circuito de Suministro y Alimentación. 45

Circuito de Mando. 46

Circuito de Fuerza. 46

Sistemas Mecánicos, Neumáticos E Hidráulicos 47

Diseño Mecánico. *47*
Circuito Neumático. *47*

Sistema Electrónico **48**
Esquema Electrónico *48*
Circuito de la Fuente de Alimentación. *48*
Circuito de Control. *49*

Sistema De Software **49**
Diagramas de Flujo de la Programación. *49*
Librerías Usadas. *50*
Firmware y Software. *50*
Programa Lógico o Datos de Configuración. *50*

Áreas Transversales De Impacto **51**
Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional. *57*
Ámbito de Conservación del Medio Ambiente. *57*
Ámbito de Eficiencia Energética. *58*
Ámbito de Calidad. *58*
Otros Ámbitos. *59*

Análisis De Costos Y Presupuestos **59**
Costos de Equipamiento (Hardware y Software). *59*
Costos de Recursos de Personal. *60*
Costos de Gestión y Otros. *60*
Cálculo de Presupuesto. *60*

Resultados Del Proyecto **61**

Capitulo IV: Operación y Mantenimiento **67**

Operación **67**
Consideraciones de Seguridad para la Operación. *67*
Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha. *69*
Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación. *71*

Mantenimiento Preventivo **72**
Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo. *72*
Procedimiento de Mantenimiento Preventivo. *72*
Materiales, Equipos y Herramientas. *74*
Ficha de Mantenimiento Preventivo. *75*

Mantenimiento Correctivo **75**
Procedimiento de Mantenimiento Correctivo. *76*
Materiales, Equipos y Herramientas. *77*
Ficha de Mantenimiento Correctivo. *78*

Conclusiones **79**

Recomendaciones **80**

Referencias Bibliográficas **81**

Anexos 82

Índice de Tablas

Tabla 1.- Ventajas comparativas entre las diferentes soluciones.....19
Tabla 2.- Tiempos y actividades del proyecto 19
Tabla 3.- Especificaciones Técnicas del Sistema 42
Tabla 4.- Descripción técnica de los componentes empleados.....43
Tabla 5.- Potencias consumidas de los dispositivos 44
Tabla 6.-Calculo de conductores.....44
Tabla 7.- Costos de Equipamiento.....59
Tabla 8.- Recursos de personal.....60
Tabla 9.- Costos de gestión y otros.....60
Tabla 10.- Costo total del proyecto.....60
Tabla 11.- Tabla de fallos y soluciones 71
Tabla 12.- Rutinas de mantenimiento preventivo.....72

Índice de Figuras

Figura 1.- Diagrama de Bloques del Sistema....40
Figura 2.- Diagrama de Flujo del Proceso de Selección....40
Figura 3.- Diagrama de Etapas del Sistema....41
Figura 4.- Diagrama Unifilar del Sistema....45
Figura 5.-Circuito de Suministro y Alimentación....45
Figura 6.- Circuito de Mando....46
Figura 7.-Circuito de Fuerza....46
Figura 8.- Dibujo en 3D de la faja transportadora y disposición de sensores y actuadores....47
Figura 9.- Diagrama de actuadores neumáticos para el sistema de selección de frutas....47
Figura 10.- Esquema Electrónico del Sistema....48
Figura 11.- Circuito de la Fuente de Alimentación....48
Figura 12.- Circuito de Control....49
Figura 13.- Diagrama de Flujo de la Programación....49
Figura 14.- Conexión de red PLC con HMI....51
Figura 15.- Bloques empleados en la programación....51
Figura 16.-Segmento de inicio del proceso....52
Figura 17.-Segmento temporizador para el paso de los sensores....52
Figura 18.- Segmento 4 - parte 1....53
Figura 19.-Segmento 4 - parte 2....53
Figura 20.- Segmento de detección color rojo....53
Figura 21.-Segmento de detección color verde....54
Figura 22.- Bloque para fruta que no es detectada....54
Figura 23.- Imagen del sistema SCADA en el HMI....55
Figura 24.-Encendido del sistema en el SCADA....55
Figura 25.- Activación del sensor de color en el SCADA....56
Figura 26.- Activación del pistón neumático....56
Figura 27.- Interacción con el HMI para la operatividad del sistema....62
Figura 28.- Interacción con los controles manuales del sistema....62
Figura 29.- Verificación de fugas en el sistema neumático....63
Figura 30.- Interacción con los sensores fotoeléctricos....63
Figura 31.- Calibrado de los sensores....63
Figura 32.- Instalación de los carriles para caída de frutas seleccionadas....64
Figura 33.- Conexión de las mangueras neumáticas a los cilindros....64
Figura 34.- Pantalla HMI del sistema....65
Figura 35.- Control electrónico del sensor....65
Figura 36.- Sistema implementado....65
Figura 37.-Pistones neumáticos....66
Figura 38.- Ficha modelo de mantenimiento preventivo....75

Resumen Ejecutivo

La presente tesis titulada “Sistema de Selección y Clasificación Automatizada por Color de Frutas en el Fundo Agroyauca ubicado en la región Arequipa” tiene como objetivo principal el diseño e implementación de un sistema automatizado que permita optimizar los procesos de selección y clasificación de frutas según su color, con el fin de mejorar la eficiencia, reducir el margen de error humano y garantizar la calidad del producto final destinado al mercado.

En el Fundo Agroyauca, ubicado en Arequipa, actualmente se presenta un creciente volumen en la producción frutícola, lo que demanda tener soluciones tecnológicas que permitan agilizar el proceso de selección de frutas. Basado en esta necesidad, se propone un sistema que está basado en sensores ópticos de intensidad de luz para la detección del color, y un controlador programable, que será capaz de identificar y clasificar de manera precisa las frutas en función de su grado de maduración y tonalidad previas a su selección.

Para este proyecto, se realizó un análisis de manera integral de las condiciones operativas que tiene actualmente el fundo, así como toda una evaluación técnica en los componentes electrónicos, electromecánicos y mecánicos más adecuados para el proyecto. El sistema diseñado incluye una cinta transportadora, un módulo de captura de imágenes con iluminación controlada, un algoritmo de clasificación basado en patrones de color y un mecanismo automatizado de separación.

Los resultados obtenidos demuestran una mejora significativa en la velocidad de procesamiento y la consistencia en la clasificación de frutas, lo cual contribuye directamente a la optimización de la cadena de valor del fundo. Por otra parte, nuestra solución es del tipo escalable y muy adaptable a otras variedades de frutas que se producen en la zona y de igual manera a las condiciones productivas de las mismas.

En conclusiones, este trabajo representa toda una contribución del tipo innovadora al sector agroindustrial de la región Arequipa, ya que nos permite promover el uso de tecnologías de automatización que son actualmente herramientas claves para el desarrollo de manera sostenible y muy competitivo del agro en Arequipa.

Palabras clave: clasificación de productos automatizada, sensores de detección por color, PLC, banda transportadora de productos, selección de frutas por color.