

**PROCESO INDUSTRIAL A ESCALA PARA EL LAVADO Y CLASIFICACION DE
LA UCHUVA Y LA GUAYABA**

**MARIO ANDRÉS CARVAJAL AVILA
JORGE ARMANDO MENESES LOPEZ**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2014

**PROCESO INDUSTRIAL A ESCALA PARA EL LAVADO Y CLASIFICACION DE
LA UCHUVA Y LA GUAYABA**

**MARIO ANDRÉS CARVAJAL AVILA
JORGE ARMANDO MENESES LOPEZ**

**DOCENTE
JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON MSc
INGENIERO ELECTRICISTA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2014

Nota de Aceptación

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Marzo del 2014

DEDICATORIA

Ha sido un camino que he recorrido con esfuerzos y sacrificios para llegar a cumplir una gran etapa en la formación personal y profesional en mi vida, Doy gracias de todo corazón principalmente a Dios por darme fuerzas y sabiduría para seguir adelante,

A mis apreciados Padres, Martha Isabel Avila de Carvajal Y José Mario Carvajal Alarcón por brindarme ese amor tan único con el apoyo incondicional y sacrificio para que se hiciera realidad mi proyecto de vida

A mi hermano Diego Fernando Carvajal Avila, por brindarme el apoyo en todo momento

Al ingeniero Juan Carlos Villamizar y Luis Peña, por su orientación en búsqueda de soluciones en las dificultades que encontraba en el proyecto
A mis Familiares, Docentes, Amigos, compañeros y a todas las personas que han estado presente en este tiempo de formación.

MARIO ANDRES CARVAJAL AVILA

Bucaramanga, Marzo del 2014

DEDICATORIA

Sus enseñanzas, ejemplo, trabajo y dedicación son el reflejo de lo que soy por eso este trabajo es de ustedes mamá, papá y mama Amelia, siempre serán mi más grande inspiración y motivación. Este es el primero de muchos éxitos que están por llegar.

A Dios por acompañarme en cada paso que doy en mi vida y por permitirme cumplir mis metas.

A Osita quien camino de la mano conmigo durante este viaje y vivió esta gran aventura, Te amo con todo mí ser.

A toda mi familia que me tendieron la mano y me tuvieron paciencia cuando más la necesite.

A mis amigos, gracias por todos los buenos momentos y los mejores recuerdos, por todos los consejos y la compañía. Que nuestra amistad trascienda tiempo y distancia.

JORGE ARMANDO MENESES LOPEZ

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero JUAN CARLOS VILLAMIZAR, por ayudarnos en todo momento brindándonos una guía adecuada y precisa, por el apoyo incondicional en todo el transcurso del proyecto y por darnos la oportunidad de encontrar un proyecto adecuado para nuestra carrera.

A los ingenieros y al personal de mantenimiento de la Universidad que nos ayudó en cada momento, guiándonos en el transcurso del desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVOS	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2. JUSTIFICACION	21
3. MARCO TEÓRICO	22
3.1 AUTOMATIZACIÓN	22
3.1.1 Objetivos de la automatización	22
3.1.2 Autómatas programables	24
3.2 SISTEMA SCADA (CONTROL CON SUPERVISIÓN Y ADQUISICION DE DATOS)	24
3.2.1 Funciones de un sistema SCADA.	25
3.3 TWUIDOSUITE	26
3.4 WONDERWARE SISTEMA DE SUPERVISION	26
3.4.1 Beneficios.	27
3.4.2 Capacidades.	27
3.5 PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE)	28
3.6 SENSORES FOTOELECTRICOS	30
3.6.1 Sensor óptico	30
3.6.2 El sensor Réflex	30
3.7 PROCESO DE RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCION DE UCHUVA Y GUAYABA EN COLOMBIA	31

4. METODOLOGIA DEL DISEÑO	34
4.1 NORMAS Y ESTÁNDARES APLICADO AL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN	34
4.1.1 Normas y códigos.	34
4.2 SISTEMA MECÁNICO, CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	34
4.2.1 Bandas transportadora	36
4.2.2 Tolvas.	38
4.2.2.1 Tolva 1 “inicio de almacenamientos de la uchuva”	38
4.2.2.2 Tolva 2	39
4.2.2.3 Tolva 3	40
4.2.3 Máquina clasificadora	41
4.2.4 Cajas almacenadoras de la uchuva	43
4.2.5 Prelavado y lavado	45
4.2.6 Cepillado	47
4.3 SISTEMA ELECTROMECAÁNICO	49
4.3.1 Diseño Hidráulico	49
4.4 SISTEMA ELECTRÓNICOS Y ELÉCTRICOS	51
4.4.1 Fuentes de alimentación	51
4.4.2 Fuente regulada lineal tipo serie con limitación de corriente constante	52
4.4.3 Componentes básicos de la fuente regulada	53
4.4.3.1 Transformador	53
4.4.3.2 Rectificador	53
4.4.3.3 Filtro	54

4.4.3.4 Diagrama esquemáticos y cálculos	54
4.4.4 Sistema de protección eléctrica	61
4.4.5 Sensores fotoeléctricos	61
4.5 SISTEMA SCADA	62
4.5.1 Nivel de instrumentación	63
4.5.2 Nivel de RTU/MASTER	64
4.5.3 Controlador lógico programable TWUIDO TWDLCAE40DRF	64
4.5.4 Nivel de comunicación	67
4.5.5 Nivel de control	67
4.5.5.1 Circuito de potencia usado en el proceso del lavado y clasificado de la uchuva	68
4.5.5.2 Diagrama Grafcet del proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva	69
4.5.5.3 Programa implementado en el proceso máquina para el prelavado, Lavado y clasificación de la uchuva	71
4.5.5.4 Adquisición de datos por WONDERWARE	85
5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	92
5.1 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA BANDA TRANSPORTADORA	92
6. RECOMENDACIONES	97
CONCLUSIONES	99
BIBLIOGRAFIA	100
ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tensión de alimentación [34]	51
Tabla 2. Características del sensor LS18D-40P [35]	62
Tabla 3. Inventario de dispositivos electrónicos [36]	63
Tabla 4. Modelo del Controlador [39]	65
Tabla 5. Configuración del PLC TWDLCAE40DRF [40]	66
Tabla 6. Conexión de las Entradas del proceso en TWIDO TWDLCAE40DRF [43]	72
Tabla 7. Conexión de las Entradas del proceso ... (continuación)	73
Tabla 8. Conexión de las Salidas del proceso en TWIDO TWDLCAE40DRF [44].	73
Tabla 9. Cantidad de uchuvas vs Tiempo [49]	93
Tabla 10. Tiempo vs Peso [49]	94

LISTAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas desarrollo del diseño.	20
Figura 3. Diseño de un sistema de SCADA.	25
Figura 4. Interfaz TWUIDOSUITE	26
Figura 5. Editor del Modelo de Manufactura. [9]	28
Figura 6. Modulo controlador lógico programable	29
Figura 7. Sensor fotoeléctrico réflex LS18D-40P	30
Figura 8. Tipos de sensores fotoeléctricos.	31
Figura 9. Estructura Proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva	35
Figura 10. Banda transportadora	37
Figura 11. Cilindro eje de la Banda	37
Figura 12. Banda con canjilones	38
Figura 13. Tolva 1 “almacenamiento de la uchuva”	39
Figura 14. Tolva 2	40
Figura 15. Tolva 3	41
Figura 16. Clasificadora de uchuva	41
Figura 17. Cilindro tipo malla	42
Figura 18. Base de la clasificadora	43
Figura 19. Cajas almacenadoras de uchuvas	44
Figura 20. Resorte	45
Figura 21. Base y tanque almacenamiento del agua	46
Figura 22. Base de aspersores “prelavado”	47
Figura 23. Base de cepillos y aspersores “lavado y cepillado”	48
Figura 24. Sistema de riego	49
Figura 25. Aspersores	50
Figura 26. Fuente de alimentación DC	51
Figura 27. Esquema básico conversión de tensión AC a tensión DC	52
Figura 28. Fuente de alimentación DC	52

Figura 29. Fuente lineal regulada tipo serie discreta 6 [V]	55
Figura 30. Fuente lineal regulada tipo serie discreta 4.5 [V]	57
Figura 31. Fuente lineal regulada tipo serie discreta 12 [V]	59
Figura 32. sensor fotoeléctrico réflex LS18D-40P	61
Figura 33. PLC Telemecanique TWDLCAE40DRF	65
Figura 34 circuitos de potencia del proceso	68
Figura 35. Graficet del proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva	69
Figura 36. Inicio del proceso programación LADDER línea 1	74
Figura 37. Programación LADDER línea 2	74
Figura 38. Programación LADDER línea 3	75
Figura 39. Programación LADDER línea 4	75
Figura 40. Programación LADDER línea 5	75
Figura 41. Programación LADDER línea 6	76
Figura 42. Programación LADDER línea 7	76
Figura 43. Programación LADDER línea 8	77
Figura 44. Programación LADDER línea 9	77
Figura 45. Programación LADDER línea 10	77
Figura 46. Programación LADDER línea 11	78
Figura 47. Programación LADDER línea 12	78
Figura 48. Programación LADDER línea 13	79
Figura 49. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 1M	79
Figura 50. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 2M	80
Figura 51. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 7M	80
Figura 52. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 3M	81
Figura 53. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 6M	81
Figura 54. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 4M	81
Figura 55. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 5M	82
Figura 56. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 8M	83
Figura 57. Alarma visual parado del proceso	83

Figura 58. Configuración Alarma	84
Figura 59. Bobinas Auxiliares para acoplamiento con WONDERWARE	85
Figura 60. WONDERWARE Integración de aplicaciones	86
Figura 61. Panel de presentación	87
Figura 62. Panel Principal	88
Figura 63. Panel de Mantenimiento [48]	89
Figura 64. Panel de tendencia	90
Figura 65. Panel de Alarma	91
Figura 66. Cantidad de uchuvas vs Tiempo	94
Figura 67. Peso vs Tiempo	95

GLOSARIO

PLC: Controlador lógico Programable (ProgrammableLogicController)

HMI: Interfaz de usuario Hombre Maquina (HumanMachineInterfaz)

PAC: Controlador de Automatización Programable
(ProgrammableAutomationController)

RESUMEN

TITULO: PROCESO INDUSTRIAL A ESCALA PARA EL LAVADO Y CLASIFICACION DE LA UCHUVA Y LA GUAYABA.

AUTOR(ES): JORGE ARMANDO MENESES LÓPEZ
MARIO ANDRÉS CARVAJAL AVILA

FACULTAD: INGENIERÍA DE ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN MSc

El objetivo de este proyecto es diseñar y construir una planta de lavado y clasificación de frutas a escala para mejorar las maquetas que están en el laboratorio de automatización. Este proyecto beneficiará a estudiantes de ingeniería electrónica, industrial y mecánica a nivel de pregrado y post grado. Al finalizar cada una de las secciones se tienen unos silos que actúan como buffer en la producción, esto con el fin de que el proceso sufra la menor cantidad de retrasos posibles.

El proyecto consiste en tres secciones una de prelavado, la segunda de lavado y la última de clasificación. En la sección de prelavado se pretende quitar las impurezas grandes como basura, tierra y hojas. En la sección de lavado se pretende remover las impurezas provenientes de los pesticidas, y el manejo que le dan los agricultores, residuos humanos con el fin de dar un grado de inocuidad satisfactorio y poder competir en el mercado internacional.

Unos de los factores más importantes para el proceso de lavado y clasificación de la uchuva y la guayaba es ser tratado de la forma rápida y eficiente teniendo en cuenta que no se magulle el fruto.

PALABRAS CLAVES: Controlador Lógico Programable, Wonderware, Sensores, Electroválvula, Bandas transportadoras.

V°B° Director de Trabajo de Grado

ABSTRACT

TITLE: INDUSTRIAL PROCESS SCALE FOR WASHING AND CLASSIFICATION AND GUAYABA UCHUVA

AUTHOR(S): JORGE ARMANDO MENESES LÓPEZ
MARIO ANDRÉS CARVAJAL AVILA

FACULTY: ELECTRONICS ENGINEERING

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN MSc

The objective of this project is to design and build a washing and grading scale plant for fruits to improve the models that are in the automation lab. This project will benefit students of electronics, industrial and mechanical engineering at level of undergraduate and graduate. At the end of each section it will have silos to act as a buffer in production, this in order that the process suffers the least possible delay.

The project consists of three sections, the first one of prewash, the second one of wash and the last one of qualifying. In prewash section is intended to remove large impurities like dirt, earth and leaves. In the washing section the objective is to remove impurities from pesticides, and management given by farmers and human waste in order to provide a satisfactory level of safety and to compete in the international market.

One of the most important factors in the process of washing and sorting of Cape gooseberry and guava is to be treated quickly and efficiently considering that the fruit is not Bruise.

KEYWORDS: Programmable Logic Controller, Wonderware, solenoid, Sensors, Conveyors.

V°B° Thesis Director

INTRODUCCIÓN

El origen de este proyecto es gracias a una idea macro donde se quieren realizar una fábrica a escala de un proceso agroindustrial, en este caso tratamiento de pulpa de frutas, desde la entrega que realiza el campesino hasta la entrega del producto final que es el fruto empacada en diferentes presentaciones.

En este caso se quiere tratar la primera parte que consiste en lavar y clasificar la fruta de acuerdo a su tamaño. Para realizar este se diseñó, construyó y automatizó esta sección.

El diseño se realizó en el software SolidWorks 2012 edición 64 bits, la construcción se efectuó en una empresa fuera de la universidad y la automatización se desarrolló con el PLC TWIDO de la empresa telemecanique y la adquisición de datos se obtiene bajo el entorno de WONDERWARE.

Existe gran cantidad de máquinas destinadas a esta labor pero no están al alcance de los campesinos más pobres, con este prototipo se quiere reducir los costos de fabricación.

En el área de agricultura se requiere implementar desarrollo ya que es una de las principales fuentes de ingreso en nuestro país. El desarrollo de nuevas tecnologías basadas en automatizaciones mejoran la calidad de vida y progreso para una sociedad productiva y consumista gracias a que el producto final es de mejor calidad y el tiempo de producción menor, efectiva y eficaz.

En algunas empresas existen procesos de prelavado, lavado y clasificación después de recolectada la fruta, pero estos se llevan a cabo de forma manual y no se tiene un control estricto sobre el grado limpieza de las frutas. Con una estructura automatizada se pueden variar las cantidades de agua, solventes y

otros productos que se deben aplicar a las frutas para que se puedan procesar sus derivados con diferentes características. El sistema de bandas transportadora puede controlar la variable de velocidad durante el proceso, con secuencias de lavado antes y después de la utilización, para consecutivamente seguir a una etapa de clasificación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e Implementar un proceso industrial a escala para el lavado y clasificación de la uchuva y guayaba.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar el proceso de lavado y clasificación de la uchuva y guayaba.
- Diseño y construcción del proceso industrial a escala
- Revisar normas y estándares aplicado al proceso de automatización a seguir
- Crear un prototipo donde se puedan monitorear el proceso de lavado y clasificación de la uchuva.
- Diseñar, construir y ensamblar los circuitos de control para las diferentes etapas que se deben practicar en el lavado y clasificación de la uchuva.
- Realizar automatización para la limpieza, desinfección, clasificación, apagado seguro de la máquina.
- Diseñar y desarrollar un programa en el sistema de adquisición de datos Wonderware para monitorear las variables usadas en el lavado de la uchuva y guayaba.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

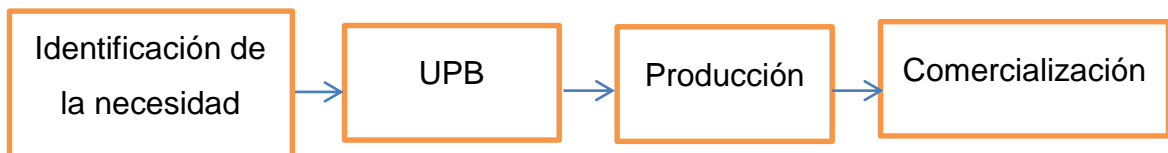
El problema que se tiene actualmente es que los frutos que se recolectan tienen impurezas desinfectantes, tierra, desechos de aves, etc. Este fruto no se limpia de forma correcta, lo que limita la comercialización del fruto y la calidad final de sus derivados.

En esta zona del país pequeñas empresas dedicadas principalmente a la producción de bocadillo de guayaba en regiones como Valle del Cauca, Boyacá, Santander (Barbosa y Vélez) los cuales carecen de métodos para la optimización en el área de sus productos.

Se pretende la construcción de una planta para el procesamiento de la uchuva basado en la guayaba con el fin de obtener un producto lavado y clasificado de la manera sencilla y eficaz (se utilizó la uchuva por su pequeño tamaño haciendo más fácil y económico el diseño de la estructura)

Este proyecto quedara a disposición de la Universidad Pontificia Bolivariana, teniendo en cuenta sus aplicativos para su libre comercialización.

Figura 1. Etapas desarrollo del diseño.



Fuente: CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Etapas desarrollo del diseño. Bucaramanga. Marzo 3 de 2014.

2. JUSTIFICACION

Durante muchos años se ha buscado la manera de automatizar un sistema basado en la recolección y tratamiento de las frutas, con sus respectivo trato de alimentos y protocolos de sanidad, por tal motivo se ve reflejada la importancia de crear un proceso donde se pueda realizar y controlar cantidades de forma rápida - eficiente.

El presente trabajo nace con la importancia de ayudar a la industria y en sucesión a la universidad dotando de una herramienta que permitan mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje mostrando de forma visual la metodología implementado por medio del PLC (Controlador Lógico Programable) el proceso de lavado de la frutas uchuva y guayaba para su respectiva clasificación.

Es bueno que la universidad desarrolle proyectos automatizados que puedan mejorar la producción en el sector de comercialización para su mejor comercialización.

3. MARCO TEÓRICO

A lo largo de los años, la tecnología y el desarrollo de la industria se hace más especializado y complejo, con el objetivo de satisfacer las necesidades del ser humano brindando confianza y eficacia en los procesos industriales. Las clasificadoras industriales se han creado con el objetivo de agilizar y mejorar la producción a gran escala brindando estándares de alta calidad al consumidor y un excelente producto al final del proceso.

En la actualidad existen máquinas de procesos de clasificación de frutos redondos las cuales tienen lo último en tecnología, dejando en el pasado a las empresas que siguen haciéndolo manualmente con baja productividad y con pérdidas de tiempo en la salida al mercado.

Para la realización de la clasificadora a escala piloto se tuvo en cuenta parámetros de alta calidad que ayudaran al proceso a ser más eficiente tales como la automatización, sistema scada y los PLC entre otros.

3.1 AUTOMATIZACIÓN

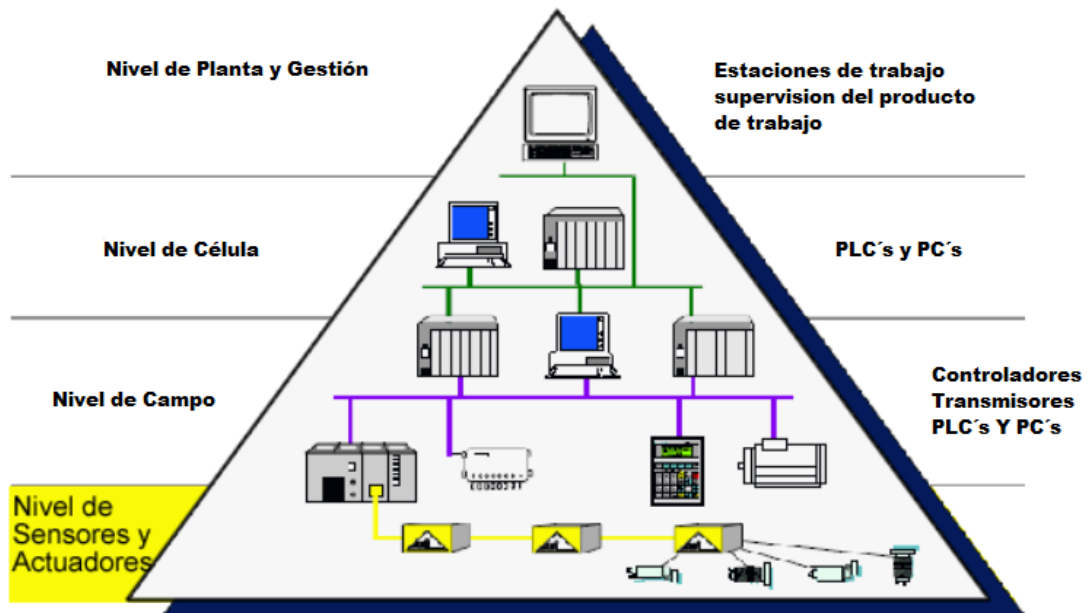
Se define como un sistema (máquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención humana) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la cual ha sido diseñado. [1]

3.1.1 Objetivos de la automatización. Por medio de la automatización en cualquier área que lo requiera se busca:

- El proceso es en forma segura y estable optimizando la calidad mediante de procesos repetitivos, produciendo una cantidad constante preservando la seguridad del operario.
- Se diseñan sistemas de control que el operador pueda vigilar, comprender y cuando sea necesario manipular en forma selectiva el proceso.
- Evita desviaciones importantes respecto a las especificaciones de productos debidas a perturbaciones
- Permite al operador cambiar un valor deseado o punto de consigna (valor de referencia) sin alterar debidamente otras variables controladas.
- Opera el proceso en forma congruente con los objetivos de calidad exigidos. [2]

Se logra identificar en la siguiente figura cada etapa y niveles de automatización en el entorno industrial.

Figura 2. Pirámide de la automatización [3]



3.1.2 Autómatas programables. La puesta a punto, el mantenimiento y la explotación de una aplicación con autómata programable necesitan de un diálogo hombre-máquina, tanto durante la fase de concepción y edición del programa como durante la fase de operación del sistema [1].

La relación descrita entre el autómata y el programador o el usuario se consigue mediante dispositivos específicos dedicados, o utilizando un entorno software que corre sobre una máquina de uso general.

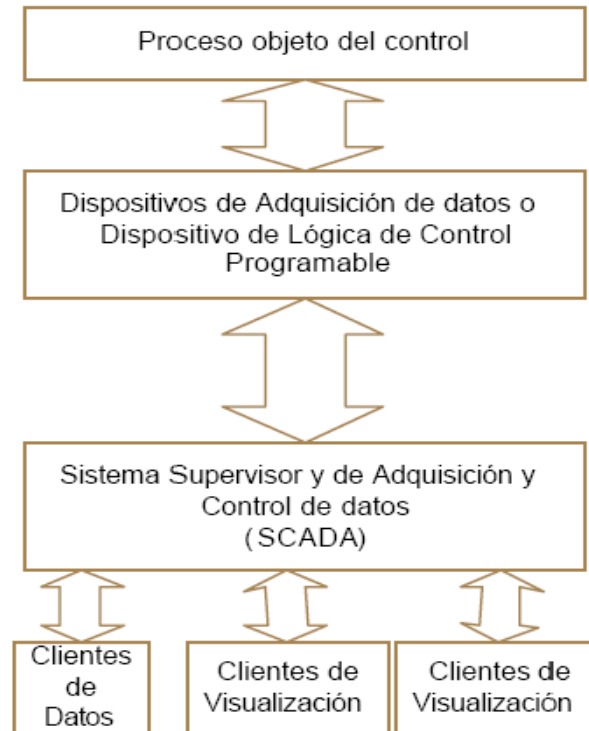
El equipo de programación de un autómata tiene por misión configurar, estructurar, programar, almacenar, y comprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen sobre las CPU auxiliares y módulos periféricos [4].

3.2 SISTEMA SCADA (CONTROL CON SUPERVISIÓN Y ADQUISICION DE DATOS)

El sistema SCADA es basado en computadores que permite adquirir, supervisar y controlar variables a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática por medio de un Software especializado.

El sistema SCADA provee de toda la información que se genera en el proceso de producción a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios superiores dentro de la empresa (supervisión, control de calidad, control de producción, almacenamiento de datos etc.) [5]

Figura 3. Diseño de un sistema de SCADA. [5]



3.2.1 Funciones de un sistema SCADA.

- Adquisición de datos: recoge, procesa y almacena la información recibida.
- Supervisión: observa desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Control: modifica la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- Transmisión de información con dispositivos de campo y otros pc.
- Base de datos: Gestión de datos con tiempos de acceso.
- Presentación: Representación gráfica de los datos. Interfaz del operador o HMI (Human Machine Interfaz).
- Explotación: de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera[5]

3.3 TWUIDOSUITE

El software TWUIDOSUITE es un medio de programación gráfico utilizado en los autómatas programable Telemecanique, permitiendo crear, desarrollar y editar programas de manera sencilla con la arquitectura de twido, consecutivamente es transferido la aplicación a un autómata para ser ejecutado. Está diseñado para ser ejecutado en varios sistemas operativos de Windows de 32 y 64 bits como son Microsoft Windows XP / Vista / 7. [6]

Figura 4. Interfaz TWUIDOSUITE [6]



3.4 WONDERWARE SISTEMA DE SUPERVISIÓN

Wonderware ofrece una solución de software MES (Manufacturing Execution Systems) que permite una efectiva ejecución operacional de todos los procesos, desde la trazabilidad hasta la integración de toda la información acontecida en un proceso productivo.

La solución de Historiador de Datos de Wonderware aprovecha la avanzada Wonderware System Platform, la tecnología de historiador más avanzada de la

industria, capacidades de generación de reportes vía web y la reconocida conectividad open data source de Wonderware. La solución de historiador resultante es diferente a cualquier otra solución de generación de reportes y archivo de datos existente en el mercado de hoy.

Con su enorme velocidad, amplia escalabilidad, almacenamiento y recuperación de datos altamente eficientes, amplia disponibilidad y configuración de historización con un solo clic, la solución de Historiador de Datos de Wonderware tiene un bajo costo total de propiedad que le ha generado una gran reputación en la industria.

Las capacidades de análisis de datos y de generación de reportes vía web pre configuradas del Historiador de Datos de Wonderware generan un valor inmediato a partir de los datos capturados por la solución. [7]

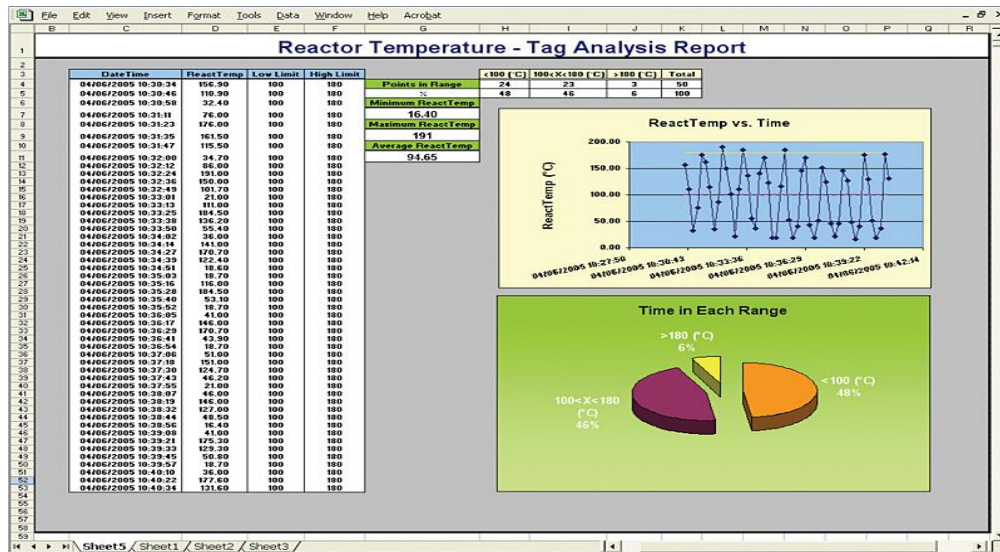
3.4.1 Beneficios.

- Conserva los registros de la planta.
- Mejora la toma de decisiones operativas.
- Escalable a cualquier aplicación.
- Ayuda a generar un mayor desempeño en la planta.

3.4.2 Capacidades.

- Almacenamiento de alta velocidad y compresión de datos incrementable.
- Fácil de configurar y mantener.
- Amplia conectividad de fuentes de datos.
- Captura y recuperación de datos altamente eficientes.
- Su alta disponibilidad garantiza la integridad/continuidad de los datos.
- Generación de reportes y graficación de tendencias de datos vía web integradas. [8]

Figura 5. Editor del Modelo de Manufactura [9]



3.5 PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE)

Tanto en la industria como en aplicaciones domésticas (calefacción, iluminación, etc.), constantemente se presenta la necesidad de automatizar con el objeto de mejorar la eficiencia de la máquina y/o la instalación, la calidad de los productos obtenidos y/o el servicio prestado.

Es entonces que a través de un autómata de características industriales, homologado por normas internacionales y de fácil disponibilidad en el mercado, es posible resolver la totalidad de las necesidades de control que se presentan.

Un autómata es, básicamente, un equipo electrónico compuesto de:

- Microprocesador.
- Interface de Entradas/Salidas.
- Memoria.

En esta última reside el programa de aplicación desarrollado por el usuario, quien tiene las estrategias de control.

El programa de aplicación se realiza a partir de una terminal de mano o de un software apropiado en PC.

El lenguaje empleado es sencillo y al alcance de todas las personas. El mismo se basa en uno o más de los siguientes: Ladder (Escalera), lista de instrucciones (Assembler), Estructurado (Similar al Pascal), Bloques de Función y Diagrama Secuencial de Flujo (SFG, Grafcet), según el tipo de autómatas que se escoja, podrá tener uno o más de estos lenguajes.

Cuando la aplicación crece en complejidad dado el tipo de señales a manejar, es posible incrementar la capacidad de Entradas/ Salidas. Además permite el control de señales, tanto digitales como analógicas.

Un concepto que cada día es más necesario aplicar, es la comunicación entre autómatas o con un sistema de supervisión (SCADA). Cuando es el momento de realizarlo, el autómata dispone de la capacidad de resolverlo agregando los módulos de comunicación necesarios. [10]

Figura 6. Modulo controlador lógico programable [10]



3.6 sensores fotoeléctricos

Un sensor es un elemento electrónico capaz de transformar diferentes tipos de señales ya sean físicas o químicas, llamadas señales de instrumentación, transformándolos en variables eléctricas en magnitudes eléctricas dependiendo el tipo de la clase de sensor que está captando la señal. El sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo [11]

Figura 7. Sensor fotoeléctrico réflex LS18D-40P [12]

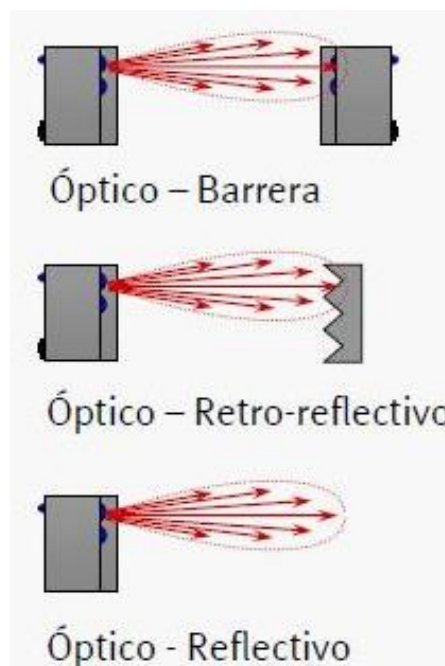


3.6.1 Sensor óptico. El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. El circuito de salida utiliza la señal de receptor para amplificarla y adaptarla a una señal de salida que el sistema pueda entender. [12]

3.6.2 El sensor Réflex. El sensor réflex ratado en este proyecto el sensor Foto eléctrico LS18D-40P interruptor tipo P, posee una detección de distancia de 0-40cm, conmutable modo de salida "Light on" con un tiempo de retardo de 2 milisegundos tiene el componente emisor y el componente receptor en un solo

cuerpo, el haz de luz se establece mediante la utilización de un reflector catadióptrico (propiedad de reflejar y refractar la vez la luz). El objeto es detectado cuando el haz formado entre el componente emisor, el reflector y el componente receptor es interrumpido. Debido a esto, la detección no es afectada por el color mismo, la ventaja de las barreras réflex es que el cableado es uno solo lado, es muy útil cuando es difícil acceder ambos lados de objeto. [12]

Figura 8. Tipos de sensores fotoeléctricos [12]



3.7 PROCESO DE RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCION DE UCHUVA Y GUAYABA EN COLOMBIA

En nuestro país la forma de tratar los frutos redondos como es la uchuva y guayaba se realiza de forma artesanal manual, teniendo en cuenta algunos parámetros después de ser cosechados:

- **CALIDAD:** Los requisitos mínimos de calidad que debe reunir el producto son: estar entero, sano (sin rajaduras, plagas ni enfermedades), libre de daños

físicos, mecánicos, fisiológicos o fitopatológicos, limpio (sin materiales extraños), con un color típico de la especie y variedad, de aspecto fresco, exento de olores y sabores extraños y no deben exceder los límites máximos permitidos internacionalmente (Codex Alimentarius) para los niveles de plaguicidas.

- **CLASIFICACIÓN:** De acuerdo al tamaño o calibre del fruto, referido al diámetro ecuatorial se pueden dividir con criterios del proveedor hacia el consumidor según el fruto.
- **RECOLECCIÓN:** Se debe cosechar la fruta en las horas más frescas del día para alargar su vida útil. En la cosecha es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Recolectar la fruta manualmente.
 - Depositar las frutas suavemente en canastillas plásticas.
 - Recolectar solo frutos sanos y en grado de madurez requerido, la fruta enferma se debe recolectar independientemente.
 - La fruta se debe llevar al sitio de acopio sombreado, ventilado, lejos de fuentes de contaminación y de animales domésticos.

La fruta se debe dejar en la sombra, para evitar que se deshidrate y se disminuya su vida útil. La mayoría de las frutas, al momento de la recolección tienen entre 80 y 95% de agua; después de cosechada siguen transpirando, sin la posibilidad de recuperar el agua perdida teniendo que recurrir a su contenido interno; esta pérdida se traduce en pérdidas de peso en la fruta.

- **SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN:** Se hace una selección de los frutos de acuerdo al tamaño, la madurez y la sanidad retirando los frutos que no reúnen

los requisitos mínimos para el mercado. Se realiza una clasificación del producto de acuerdo a su calidad.

- **CONTROL DE INSECTOS:** Uno de los tratamientos para el control de insectos es el calor aplicado por inmersión de las frutas en agua a 46°C por 35 minutos o por contacto de la fruta con aire caliente a 48°C por 60 minutos. Otro tratamiento potencial para el control de insectos es la irradiación.

- **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN:** con esta operación se retira las impurezas del fruto; esta labor se puede realizar por dos métodos:
 1. Limpiar fruta por fruta, empleando un trapo seco
 2. Retirar las impurezas empleando maquinas lavadoras con cepillos giratorios y circulación de agua, este método se hace en el centro de acopio; se requiere agua limpia y abundante.

- **ALMACENAMIENTO:** los frutos como la uchuva y la guayaba se conserva más, si se almacena con cáliz que sin él. Frutos con cáliz almacenados a una temperatura de 18°C y a una humedad relativa de 70% conservan su calidad aproximadamente por 20 días, mientras que los frutos sin cáliz a esas mismas condiciones solo conservan su calidad por 3 días. Lo mismo ocurre en condiciones de refrigeración a 6°C y con 70% de humedad relativa, ya que el fruto con cáliz se puede almacenar hasta por 30 días, mientras que el fruto sin cáliz solo se puede almacenar por 5 días. [30]

4. METODOLOGIA DEL DISEÑO

4.1 NORMAS Y ESTÁNDARES APLICADO AL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN

Todos procedimientos que se emplean para el ensamble de la estructura y su material eléctrico y mecánico, deberán ajustarse a lo establecido en las normas y practicas mencionadas en el numeral 5.1.1.

Enfocando el proyecto a escala para la guayaba, los trabajos a realizarse en áreas de riesgo deberán hacerse estrictamente de acuerdo con las siguientes normas.

4.1.1 Normas y códigos.

- **IEEE:** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, estándar de normas eléctricos y electrónicos.
- **NEMA:** Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos, seguridad de productos eléctricos, diseño y fabricación.
- **ANSI:** Instituto Nacional Estadounidense de Standares, supervisión productos y servicios.
- **IEC:** Comisión Eléctrica Internacional IEC529, standares de protección de humedad de los dispositivos eléctricos.
- **ASTM:** America Society For TESTING Materials, ASTM A105 (tubería), AS89 (Calidad del acero)

4.2 SISTEMA MECÁNICO, CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

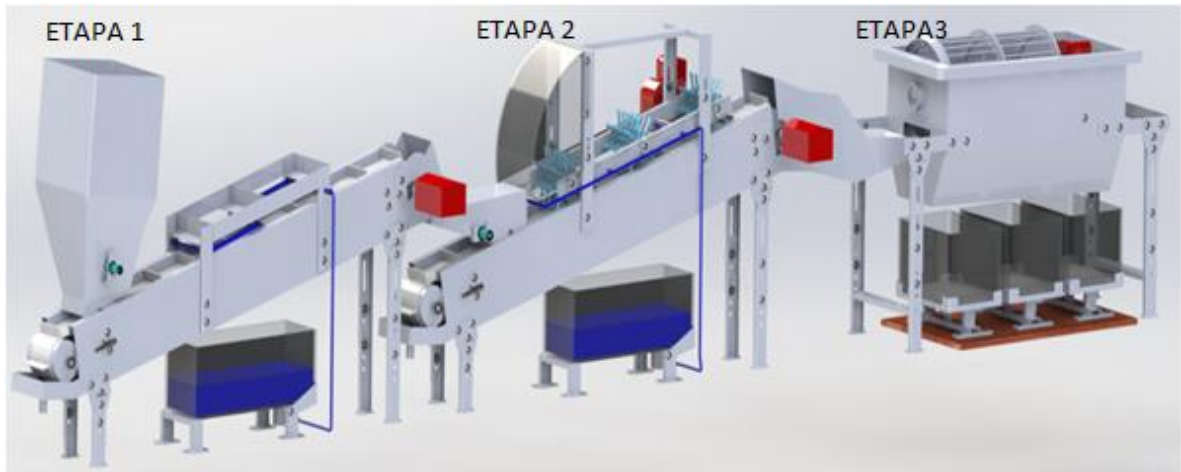
El origen de este proyecto es gracias a una idea macro donde se quieren realizar una fábrica a escala de un proceso agroindustrial, en este caso tratamiento de

pulpa de frutas, desde la entrega que realiza el campesino hasta la entrega del producto final que es el fruto empacada en diferentes presentaciones.

En este caso se quiere tratar la primera parte que consiste en lavar y clasificar la fruta de acuerdo a su tamaño. Para realizar este se diseño, construyó y automatizó esta sección.

El diseño se realizó en el software Solidworks 2012 edición 64 bits, la construcción se realizó en una empresa fuera de la universidad y la automatización se desarrolló con el PLC twido de la empresa 35elemecanique y la adquisición de datos se obtiene bajo el entorno de wonderware.

Figura 9. Estructura Proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva. [13]



Etapa 1: prelavado

Etapa 2: Lavado y cepillado

Etapa 3: clasificado

En la figura 9 se puede observar las tres secciones con que cuenta el prototipo. La primera es la sección de prelavado, esta consta de una tolva donde se almacena

el fruto, una banda transportadora donde se encuentran unos aspersores y un depósito de agua donde se almacena el producto con que se va a lavar el fruto para quitarle las impurezas menores como los pesticidas.

La segunda sección es el lavado, esta sección consta de un silo de almacenamiento, una banda transportadora sobre la cual hay unos aspersores y unos cepillos para quitar la tierra, hojas e impurezas grandes.

La tercera zona es donde se encuentra la clasificadora, esta es construida con varillas paralelas por las cuales pasan los frutos dependiendo del tamaño. Al final de cada una de las secciones de clasificación se encuentra una caja de almacenamiento del producto.

4.2.1 Bandas transportadora. Las bandas transportadoras están fabricadas en acero inoxidable, con una banda plástica sobre la cual están unos cangilones. Las bandas tienen un ángulo de 18° con el fin de acoplarlas fácilmente. Este ángulo se tiene en cuenta para que los desperdicios resultantes en el lavado se puedan deslizar fácilmente. Las bandas pueden transportar un número de 70 uchuvas distribuidas en sus siete compartimientos y tiene una velocidad de 10 cm/s.

- Las estructuras tienen una altura máxima de 47 cm, un largo total de 80 cm, una anchura de 11.5 cm.

Las medidas de la estructura no están sujetas a ningún parámetro requerido para la producción, fueron establecidas con el criterio prueba-error para así obtener resultados de transporte y producción en base a un diseño propuesto por nuestro director de proyecto

Figura 10. Banda transportadora [14]



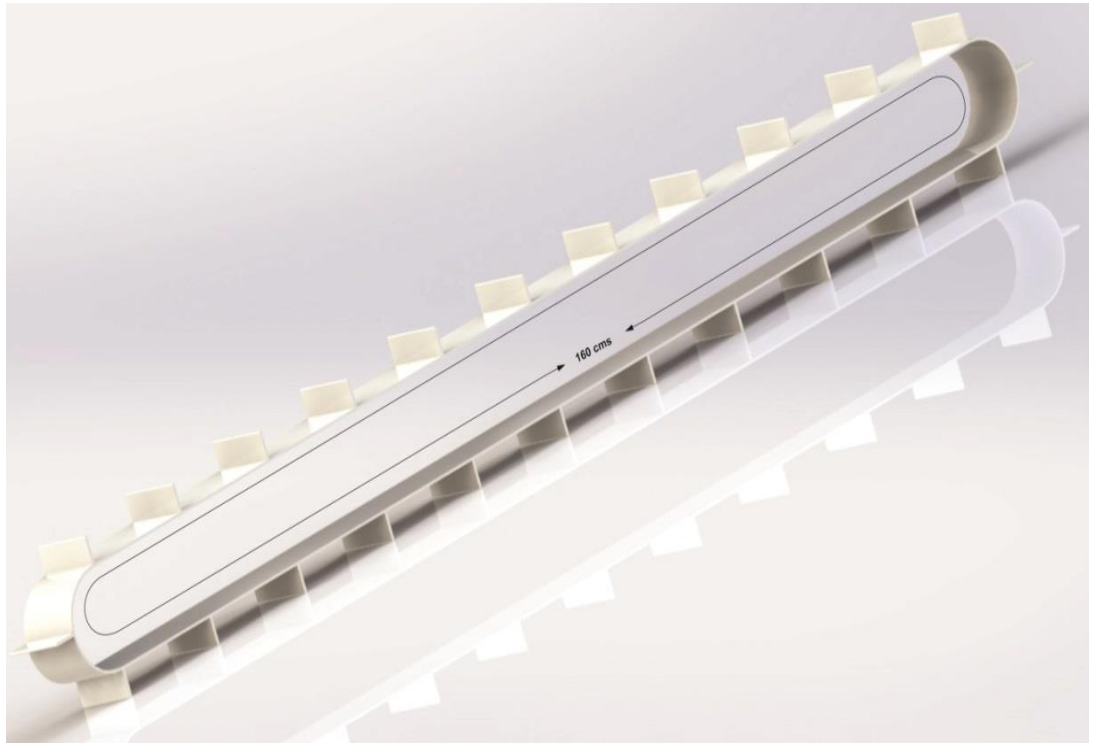
- El cilindro eje de la banda compuesto por acero tiene un diámetro de 7.5 cm y un largo de 9.8 cm.

Figura 11. Cilindro eje de la Banda [15]



- Las bandas transportadoras con los canchales tiene una longitud total de 160 cm, los canchales están separados 9.5 cm, es construida con plásticos.

Figura 12. Banda con canchales [16]



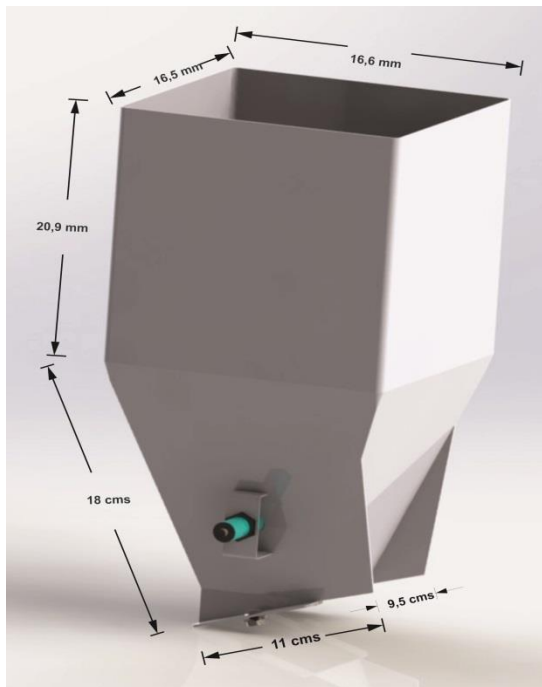
4.2.2 Tolvas.

4.2.2.1 Tolva 1 “inicio de almacenamientos de la uchuva”. Se diseñó una tolva en la banda de prelavado en forma de silo cuadrado hecho en acero inoxidable para el almacenamiento del fruto antes de ser transportado por la banda 1, La tolva está dividida por dos segmentos, uno rectangular con dimensiones 20.9 cm de alto, 16.6 cm de largo y 16.5 cm de profundo, el otro segmento trapezoidal, teniendo una altura de 17.5 cm, un largo en su parte superior de 16.6 cm, en su parte inferior 11 cm y 9.5 cm ancho.

En la tolva 1 se resalta manteniendo un diseño estructural y rígido, las uchuvas se distribuían de una forma brusca y se maltrataban al momento de ser transportadas, se diseñó y se implementó un sistema antiatasque basado en dos paredes en forma de cono fabricadas en acero inoxidable que permiten el suministro de uchuvas por porciones, abriendo y cerrando sus paredes a medida en que los cangilones de la banda iba avanzando.

La tolva tiene un sensor infrarrojo para detectar que hay fruto en la tolva. Si no hay fruto en la tolva esta se detiene para ahorrar energía.

Figura 13. Tolva 1 “almacenamiento de la uchuva” [17]



La tolva 1 fue diseñada para almacenar un promedio de 536 uchuvas con un promedio de 3.492 grs.

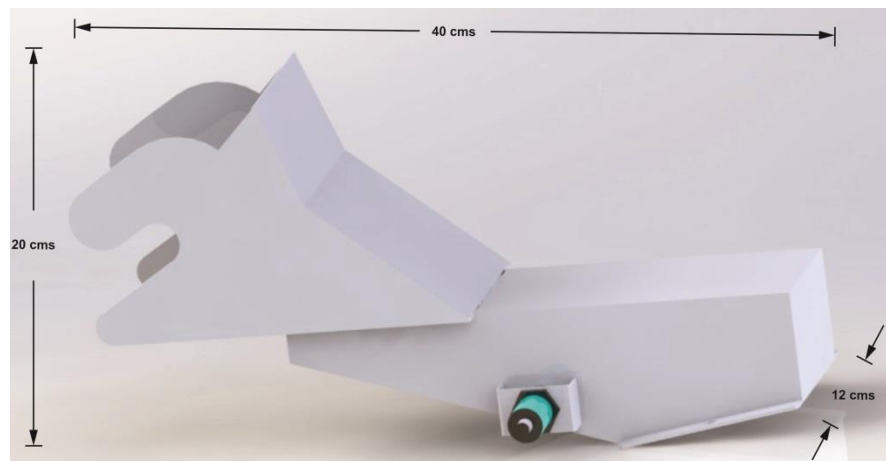
4.2.2.2 Tolva 2. Se construyó una tolva en acero inoxidable que comunica el final de la banda 1 con el inicio de la banda 2 para facilitar el transporte seguro de las uchuvas.

Se implementó un sistema de desatasque por medio de una compuerta que maneja un movimiento de elongación a media que las uchuvas pasaban por él, fue debido que a las uchuvas suministradas por la primera banda se acumulaban y eran reventadas por los cangilones de la segunda banda al momento de ser transportadas

El sensor que está en la parte inferior se usa para detectar si hay fruto dentro de este y realizar tareas de ahorro energético.

- La tolva 2 tiene unas dimensiones: de 20 cm de alto, 40 cm largo y 12 cm de profundidad.
- Las medidas están sujetas para conectar las 2 bandas transportadoras y fueron modificadas varias veces para que el fruto no se saliera del proceso y no sufriera algún tipo de maltrato (magulladura o cortes).

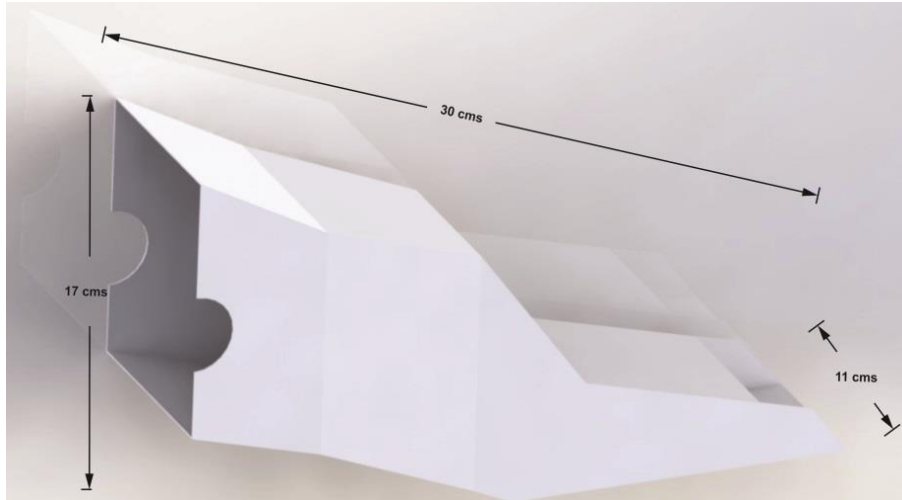
Figura 14. Tolva 2 [18]



4.2.2.3 Tolva 3. Este compartimiento es fabricado en acero inoxidable, comunica el final de la banda 2 con la clasificadora proporcionando el ingreso seguro de la fruta para ser seleccionada.

- La tolva 3 tiene las siguientes dimensiones: 17 cm alto, 30 cm largo y de 11 cm de profundidad

Figura 15. Tolva 3 [19]



4.2.3 Máquina clasificadora. Se diseñó y construyó un sistema de clasificación por tamaños de forma cilíndrica; el cilindro al girar hace que el fruto lo recorra y caiga por cada una de las aperturas, el cilindro se puede ver en la figura 16. Este cilindro está dentro de una estructura que permite un manejo adecuado de la fruta al ingresar y salir de la clasificadora. La parte externa de la clasificadora tiene tres desembocaduras en la parte inferior con el fin de depositar el fruto clasificado en tres canastas independientes.

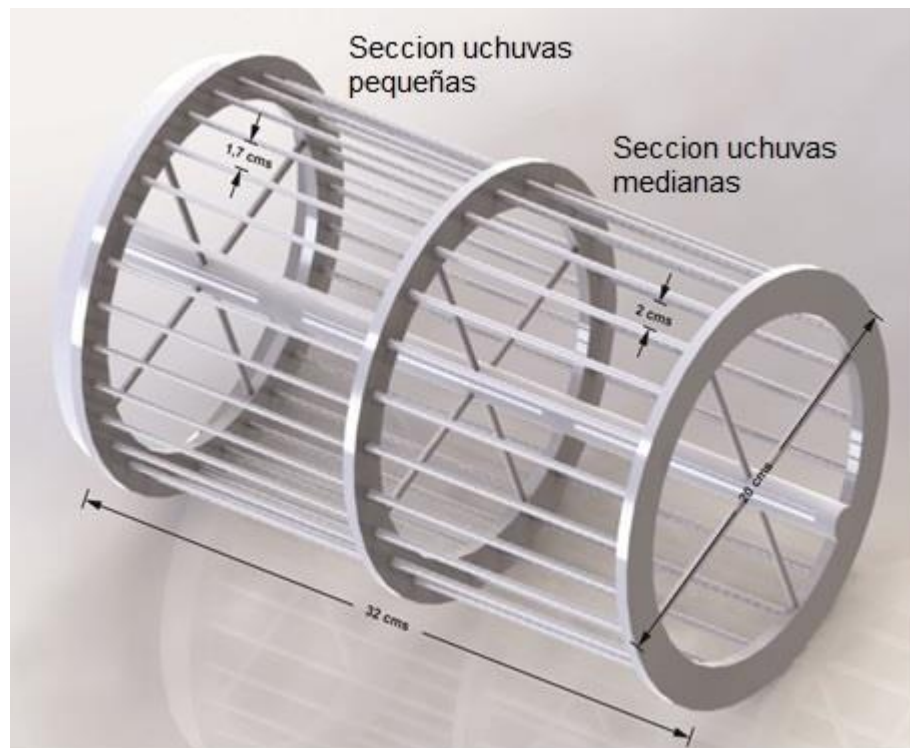
Figura 16. Clasificadora de uchuva [20]



La clasificación del fruto se realiza en el cilindro anteriormente mencionado. Este está conformado por dos divisiones que permiten en su primera parte la caída de las uchuvas pequeñas y en su segunda la caída de los tamaños medianos, las restantes que caen de la tercera parte hacia la desembocadura inferior se consideran uchuvas grandes.

- Las dimensiones del cilindro tipo malla es de 32 cm de largo con un diámetro de 20 cm.
- Las subdivisiones en la sección de uchuvas pequeñas conserva un ancho de 1.7 cm
- Las subdivisiones en la sección de uchuvas medianas tiene un ancho de 2 cm

Figura 17. Cilindro tipo malla [21]



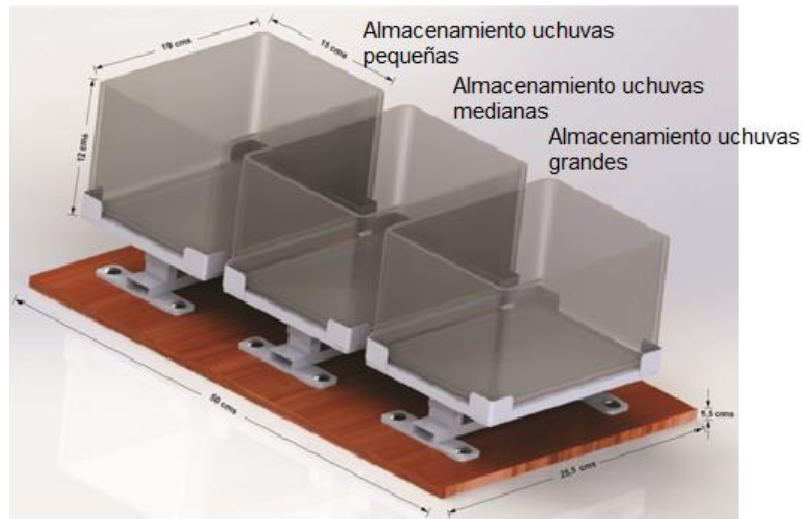
- La estructura de la figura lo comprende las dimensiones de 43 cm de alto, 65 cm de largo y 22 cm de ancho.
- El tamaño de la desembocadura: 7.75 cm de largo y 7 cm de ancho

Figura 18. Base de la clasificadora [22]



4.2.4 Cajas almacenadoras de la uchuva. Se construyeron tres gavetas en acrílico para albergar las uchuvas ya clasificadas, las gavetas están soportadas sobre unos soportes en acero, estos van atornillados a una base de madera, (en la industria no se puede utilizar madera por los problemas de humedad pero en nuestro caso es para reducir costos y es de fácil manipulación). Los soportes metálicos van amortiguados por dos resortes por compartimiento, a medida que se van llenando desciende el cajón hasta activar el final de carrera que se encuentra ubicados en el punto central de la superficie de cada gaveta (ver figura 19).

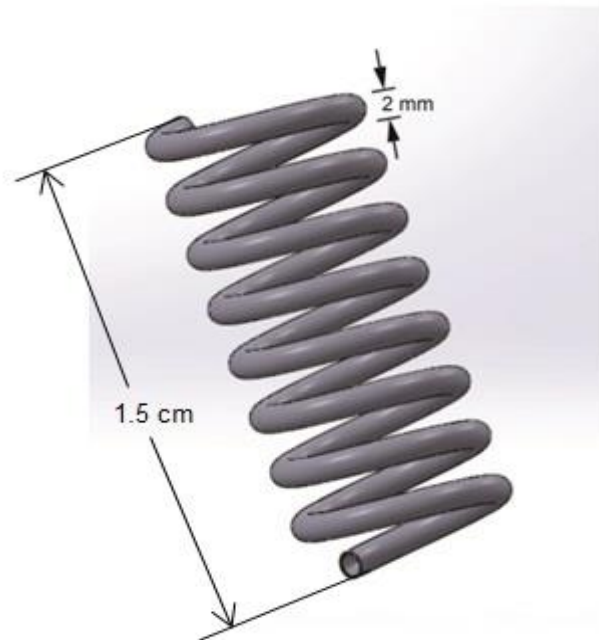
Figura 19. Cajas almacenadoras de uchuvas [23]



- Los cajones tiene unas dimensiones de 12 cm de alto, 15 cm de largo y una profundidad 19 cm.
- Se utilizó una superficie de madera, tipo Madecor para conformar la base del sistema de almacenamiento, sus dimensiones son 50 cm de ancho, largo 25.5 cm. Y alto 1,5 cm
- El peso de cada uno de los cajones recolectores en acrílico: 653 grs
- El cajón de las uchuvas pequeñas (CUP), puede almacenar un promedio de 636 unidades de uchuvas con un peso aproximado de 1,847 kg.
- El cajón de las uchuvas medianas (CUM), puede almacenar un promedio de almacenamiento para 404 unidades de uchuvas con un peso aproximado de 1,577 kg.
- El cajón de las uchuvas grandes (CUG), puede almacenar un promedio de almacenamiento para 271 unidades de uchuvas con un peso aproximado de 1,467 kg.
- Peso promedio uchuva pequeña: 2,9 grs
- Peso promedio uchuva mediana: 3,9 grs
- Peso promedio uchuva grande: 5,4 grs

- Los resortes señalados en la figura en la figura 20. tiene un grosor de 2 mm

Figura 20. Resorte [24]

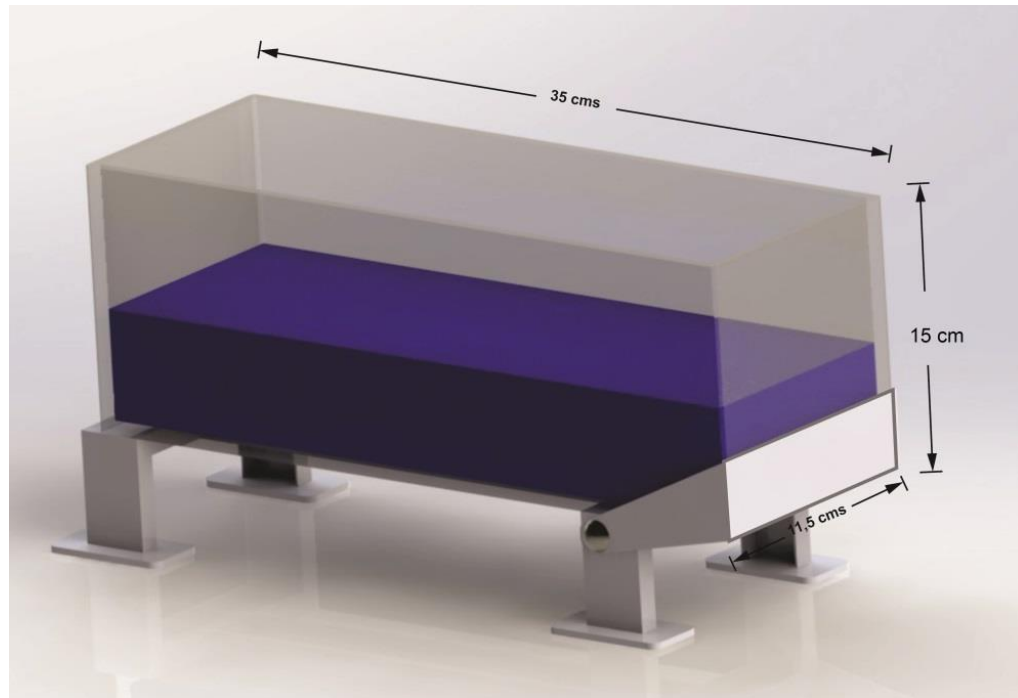


4.2.5 Prelavado y lavado. Se elaboró un sistema de riego tanto para la etapa del lavado como del prelavado, este está conformado por un tanque para el almacenamiento de agua, hecho en acrílico. Para realizar el riego se utilizó un soporte en acero en el cual distribuye el agua por medio de una electrobomba hacia una manguera de plástico que va conectada a unos tubos de aluminio perforados a lo largo para la distribución del riego.

Los tubos de aluminio van acoplados a una estructura en acero que va atornillado al chasis de la banda 1.

- Las dimensiones del tanque de almacenamiento de agua son 15 cm de alto, de largo 35 cm y de profundidad 11.5 cm.

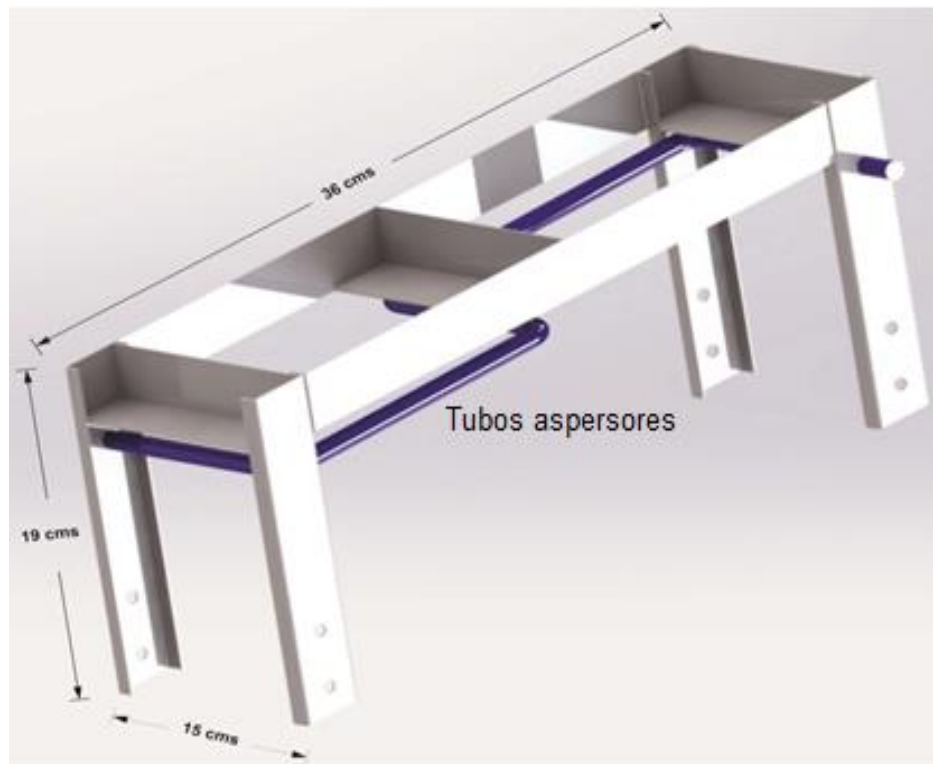
Figura 21. Base y tanque almacenamiento del agua [25]



El tanque es diseñado para almacenar 6 litro de agua.

- Los tubos de los aspersores está compuesto de aluminio
- Los tubos de riego banda 1 “prelavado” de la figura 22 conserva unas dimensiones 12.5 cm de largo y 8 mm diámetro
- Los tubos de riego de la banda 2 “lavado” son 10 cm de largo y 8 mm diámetro de la figura 23.
- Las medidas de la base de los cepillos y los aspersores son: ancho 15 cm, largo 36 cm y de alto 19 cm
- El tamaño del orificio de los aspersores del riego es de 1 mm de diámetro

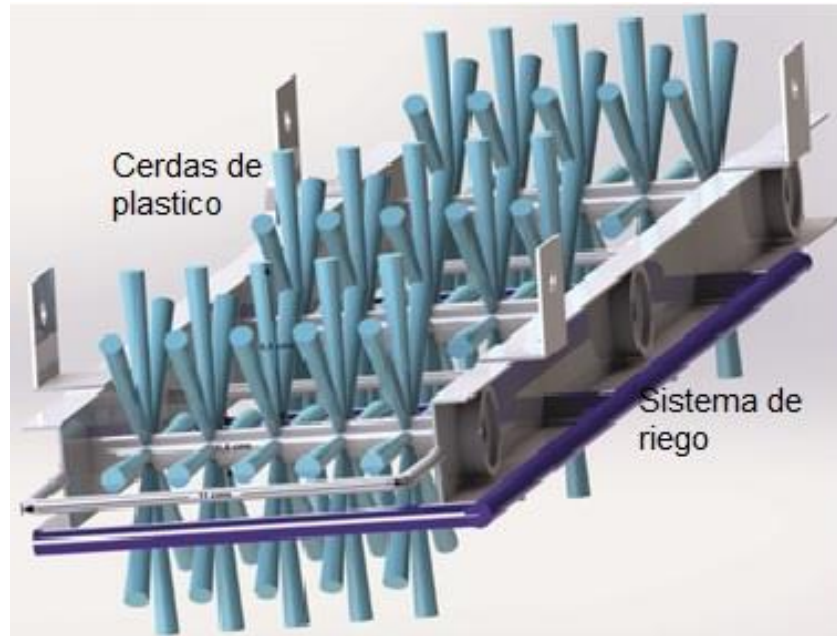
Figura 22. Base de aspersores “prelavado” [26]



4.2.6 Cepillado. El sistema de cepillado ubicado en la banda 2 al lado del sistema de riego está constituido por tres cilindros conformado por 18 ramilletes de cerdas fabricados con cuerpos de plástico y cerdas de fibras de plástico, que giran sincronizadamente por medio de más poleas acopladas a un motor.

Se recomienda cepillos conformados por cerdas de polyester implementadas en la parte industrial (Ref. 5380-77) ayudando con una mejora en el higiene con respecto al tratamiento de bacterias.

Figura 23. Base de cepillos y aspersores “lavado y cepillado” [27]



Los cepillos están sostenidos por una estructura en acero que va atornillada al chasis de la banda 2.

Las dimensiones de los cepillos son:

- Cilindro: 11 cm de largo y 1.6 cm diámetro
- Cerdas: 5.5 cm de largo

4.3 SISTEMA ELECTROMECAÁNICO

4.3.1 Diseño Hidráulico. Se utilizaron dos electrobombas de agua referencia CL-320m 12V “motor eléctrico para limpiabrisas Mazda 323” con capacidad de entrega 1560 ml/min. Este dispositivo va conectadas a una manguera de plástico de 7 mm de diámetro en su parte externa, 5 mm en su parte interna. La manguera tiene de largo 26cm desde la boquilla de la electrobomba, hasta la conexión de los tubos de los aspersores.

Figura 24. Sistema de riego [28]

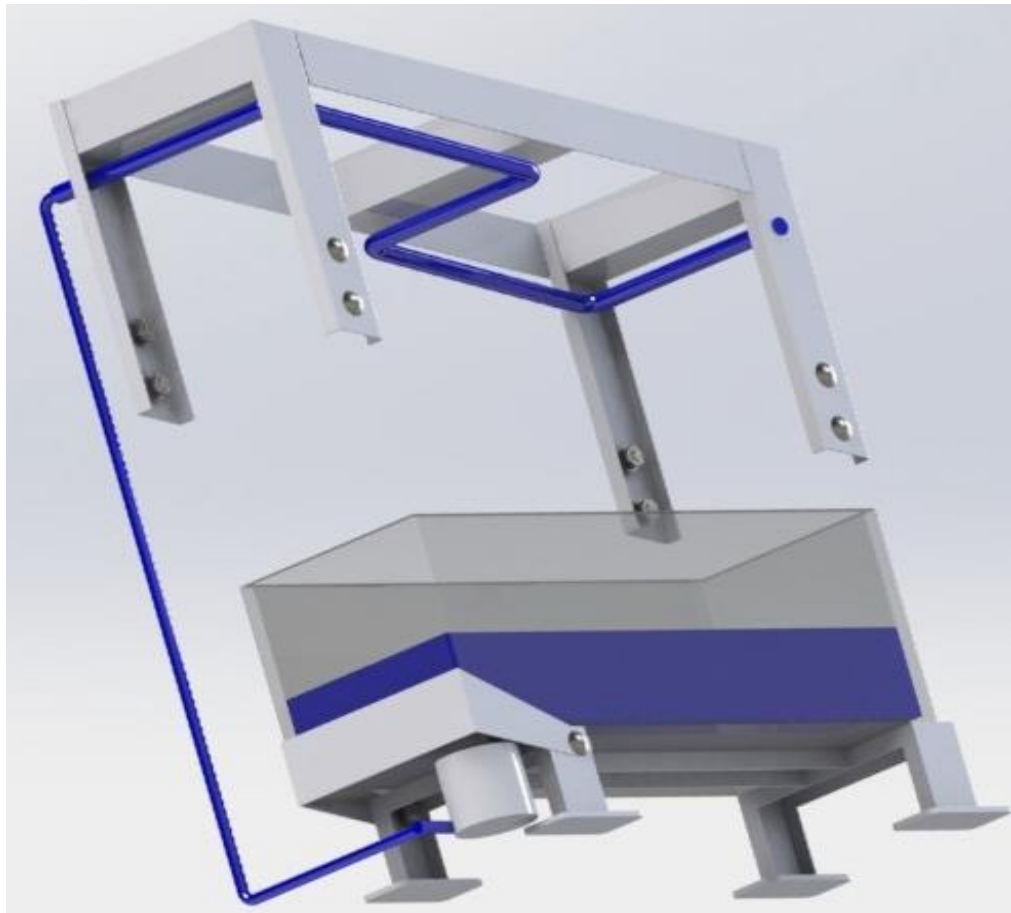


Figura 25. Aspersores [29]



Las dimensiones de los tubos aspersores da la banda 1 son: 12,5 cm de largo y 8 mm de diámetro.

Las dimensiones de los aspersores de la banda 2 son: 10 cm de largo y 8 mm de diámetro.

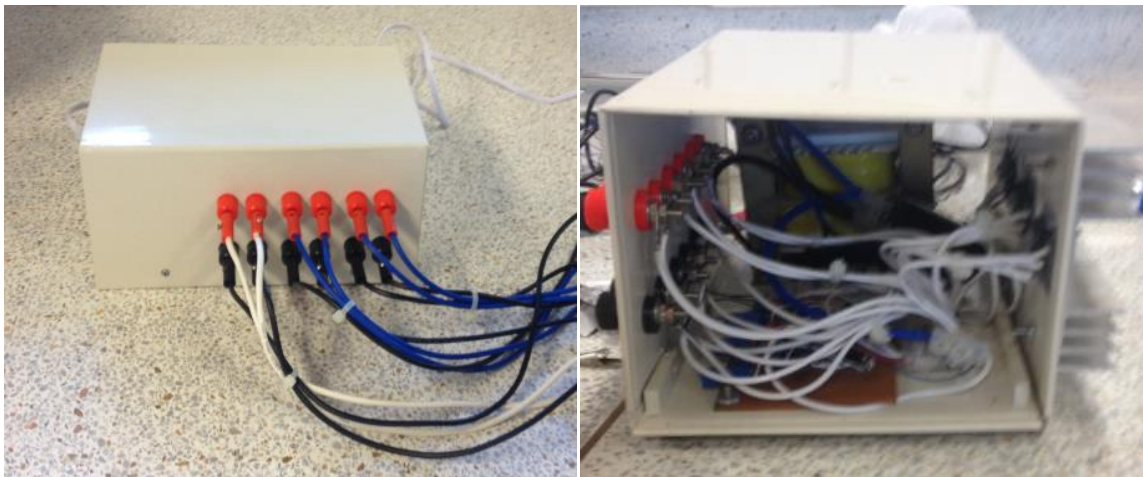
4.4 SISTEMA ELECTRÓNICOS Y ELÉCTRICOS

4.4.1 Fuentes de alimentación. Para la realización de este proyecto se implementó un sistema de alimentación regulado del tipo serie discreta; estos elementos se usan para suministrar energía eléctrica a los dispositivos eléctricos que están acoplados a la estructura, como las electroválvulas y motores. Dicha fuente tiene un diseño sencillo que ayuda a mantener una tensión constante y no permite la caída del voltaje; manteniendo así una velocidad constante a los motores y electrobombas usados en el proyecto.

Tabla 1 Tensión de alimentación [34]

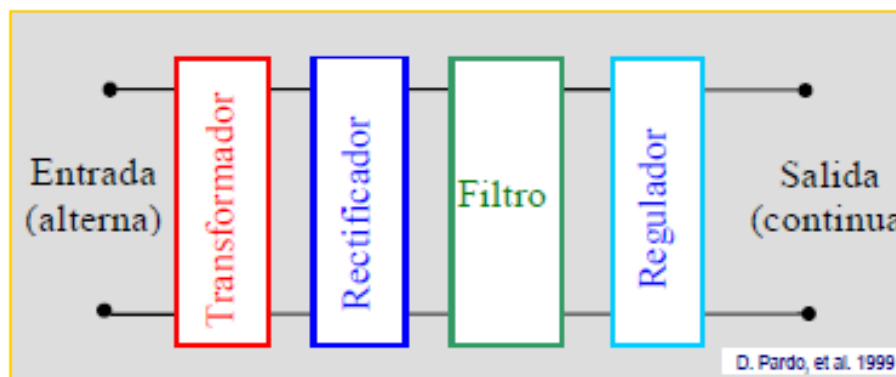
TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN	
EV1 EV2	4.5 Voltios
Motor Banda 1 Motor Banda 2	6 Voltios
Motor 3 Clasificado Motor 4 Cepillado	12 voltios

Figura 26. Fuente de alimentación DC [31]



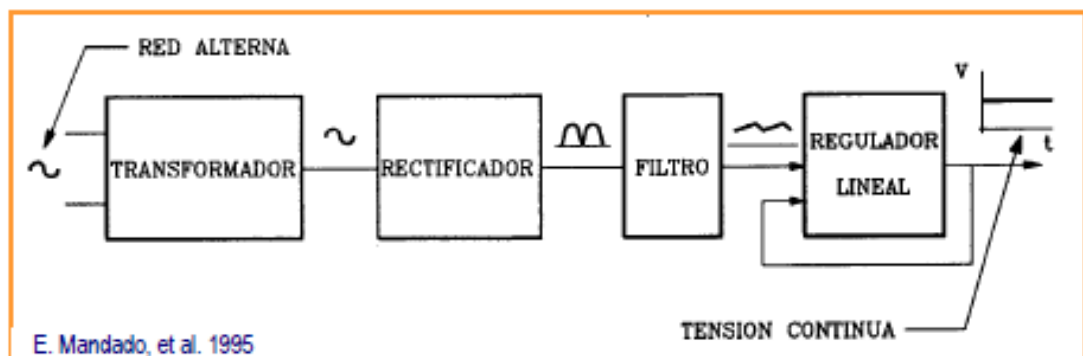
Las fuentes de alimentación, para los diferentes dispositivos electrónicos, pueden clasificarse básicamente como fuentes de alimentación lineal y conmutada. El propósito principal de una fuente de alimentación, es hacer que las tensiones de salida se mantengan dentro de un margen de operación establecido y deben contar con la suficiente capacidad de corriente necesaria para mantener las condiciones de operación ideales. Hay muchos tipos de fuentes de alimentación, y pueden ser de tamaño y formas variadas. Una fuente de alimentación básica consiste en cuatro secciones básicas. Dependiendo de los requerimientos de cada dispositivo, las secciones pueden ser simples o extremadamente complejas. [30]

Figura 27. Esquema básico conversión de tensión AC a tensión DC [32]



4.4.2 Fuente regulada lineal tipo serie con limitación de corriente constante.

Figura 28. Fuente de alimentación DC [32]



Los reguladores en serie o lineales controlan la tensión de salida ajustando continuamente la caída de tensión en un transistor de potencia conectado en serie entre la entrada no regulada y la carga. Puesto que el transistor debe conducir corriente continuamente, opera en su región lineal aunque son más sencillos de utilizar los reguladores de conmutación, además estas últimas tiende ser muy eficientes debido a la potencia consumida por el elemento en serie. [32]

4.4.3 Componentes básicos de la fuente regulada.

4.4.3.1 Transformador. En general, la corriente continua presente que está disponible en las tomas de electricidad de nuestras casa, no es la adecuada para los circuitos electrónicos. Muchos de estos circuitos electrónicos necesitan un voltaje bastante menor, mientras que otros requieren que sea mayor. El transformador sirve para convertir la tensión AC (corriente alterna), a un nivel de voltaje apropiado para las necesidades del circuito. Al mismo tiempo, también provee de aislamiento eléctrico entre la línea de AC y el circuito que está siendo alimentado, lo cual es una consideración de seguridad importante.

Sin embargo, un transformador de línea es generalmente grande y pesado, y más bien caro. Por este motivo, algunas fuentes de alimentación (por ejemplo de los PCs), están diseñadas de forma deliberada para operar directamente desde la línea AC sin un transformador de línea. La salida del transformador sigue siendo un voltaje AC, pero con la magnitud apropiada para que el circuito pueda ser alimentado.

4.4.3.2 Rectificador. El siguiente paso es forzar la corriente para que vaya en una dirección, previniendo alteraciones que ocurren en el transformador y la línea AC. Este proceso se conoce como *rectificación*, y el circuito que realiza la tarea es el rectificador de silicio o diodo. Hay diferentes configuraciones de rectificadores

que se pueden usar en situaciones muy distintas, dependiendo de lo que requiera el circuito. La salida del rectificador en un voltaje DC (corriente continua), conserva algunas variaciones de la línea AC y el transformador, estas se deben remover por medio de un filtro adecuado.

4.4.3.3 Filtro. El voltaje DC del rectificador es generalmente no apropiado aun para dar carga al circuito. Es una tensión de pulsaciones que normalmente varían de cero voltios al pico de salida del transformador. Por ello, se inserta un circuito para almacenar energía durante cada pico de voltaje, y liberarlo cuando ese pico vuelve a bajar. Este circuito se llama filtro, y su trabajo es reducir las pulsaciones del rectificador a un voltaje menor.

Cada una de los dispositivos que se han explicado tiene un número de variaciones, pero aparte de ellas, cumplen con las tareas que se les ha asignado. Sin embargo, algunos circuitos hacen su trabajo más efectivamente que otros. Para medir la efectividad de cada circuito, se compara la magnitud del componente AC resultante, con el componente DC del total del voltaje de salida. El promedio del voltaje AC al DC se conoce como factor “ripple” o de rizado. La meta de cualquier fuente de alimentación es reducir este factor lo máximo posible, o al menos al punto donde la carga del circuito no se verá afectado por los restos de la corriente alterna. [33]

4.4.3.4 Diagrama esquemático y cálculos.

1. Fuente de 6 voltios (Alimentación M1 Y M2)

- Parámetros de diseño para obtener una salida de 6 Voltios

$\Delta V_{IN} = 18$ Voltios

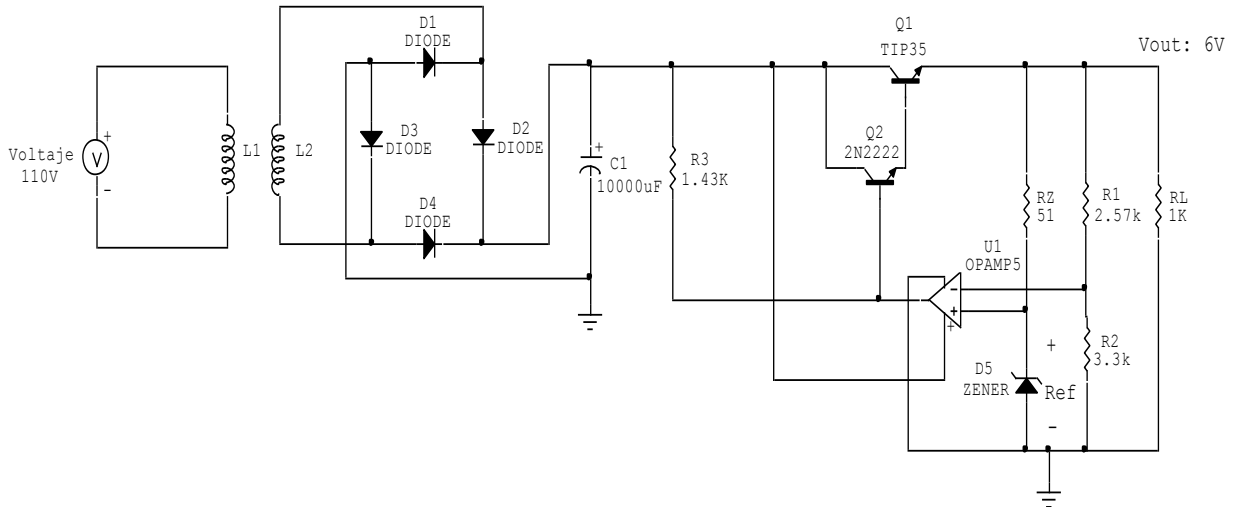
$V_{OUT} = 6$ Voltios

$I_{OUT} = 2$ Amperios

$$R_L = \frac{V_{out}}{I_{out}} = \frac{6V}{2A} = 3\Omega$$

$$P_{RL} = V_{out} \times I_{out} = 6V \times 2A = 12W$$

Figura 29. Fuente lineal regulada tipo serie discreta 6 [V] [34]



- Voltaje del Diodo Zener

$$V_Z = \frac{V_{out}}{2} = \frac{6V}{2} = 3V$$

El valor comercial del Diodo a usar es: 3.3 Voltios

$$R_Z = \frac{V_{out} - V_Z}{I_{test}} = \frac{6V - 3.3V}{53mA} = 51\Omega$$

- Red de Muestreo

$$I_{R1} = I_{R2} = 1mA \quad \text{por corto virtual decimos que } V_Z = V_S$$

Hallamos los valores de R2 y R1:

$$R_2 = \frac{V_S}{I_{R2}} = \frac{3.3V}{1mA} = 3.3k\Omega$$

$$R_1 = \frac{V_{out} - V_S}{I_{R2}} = \frac{6V - 3.3V}{1.05mA} = 2.57k\Omega$$

- $V_{IN(min)} > V_{CEmin} + V_{BEQ1} + V_{BEQ2} + V_{OUT}$

$$V_{IN(\min)} > 4 \text{ V} + 2 \text{ V} + 0.6 \text{ V} + 6 \text{ V}$$

$$V_{IN(\min)} > 12.6 \text{ V}$$

$$V_{IN(\min)} = 18 \text{ V}$$

- $V_{R3} = V_{IN(\min)} - V_{BEQ1} - V_{BEQ2} - V_{OUT}$

$$V_{R3} = 13 \text{ V} - 2 \text{ V} - 0.6 \text{ V} - 6 \text{ V}$$

$$V_{R3} = 4.4 \text{ V}$$

- $I_{\beta Q2} = \frac{I_{out}}{\beta_{Q1} \cdot \beta_{Q2}} = \frac{2 \text{ A}}{25 \cdot 75} = 1.07 \text{ mA}$

$$I_{\beta Q2} = 1.07 \text{ mA}$$

- $I_{R3} = I_{\beta Q2} + I_{AM.OP}$

$$I_{R3} = 1.07 \text{ mA} + 2 \text{ mA}$$

$$I_{R3} = 3.07 \text{ mA}$$

- $R3 = \frac{V_{R3}}{I_{R3}} = \frac{4.4 \text{ V}}{3.07 \text{ mA}} = 1.43 \text{ K}\Omega$

$$R3 = 1.43 \text{ K}\Omega$$

- Con el voltaje de entrada máxima "VIN(MAX)"

$$V_{R3} = V_{IN(\max)} - V_{BEQ1} - V_{BEQ2} - V_{OUT}$$

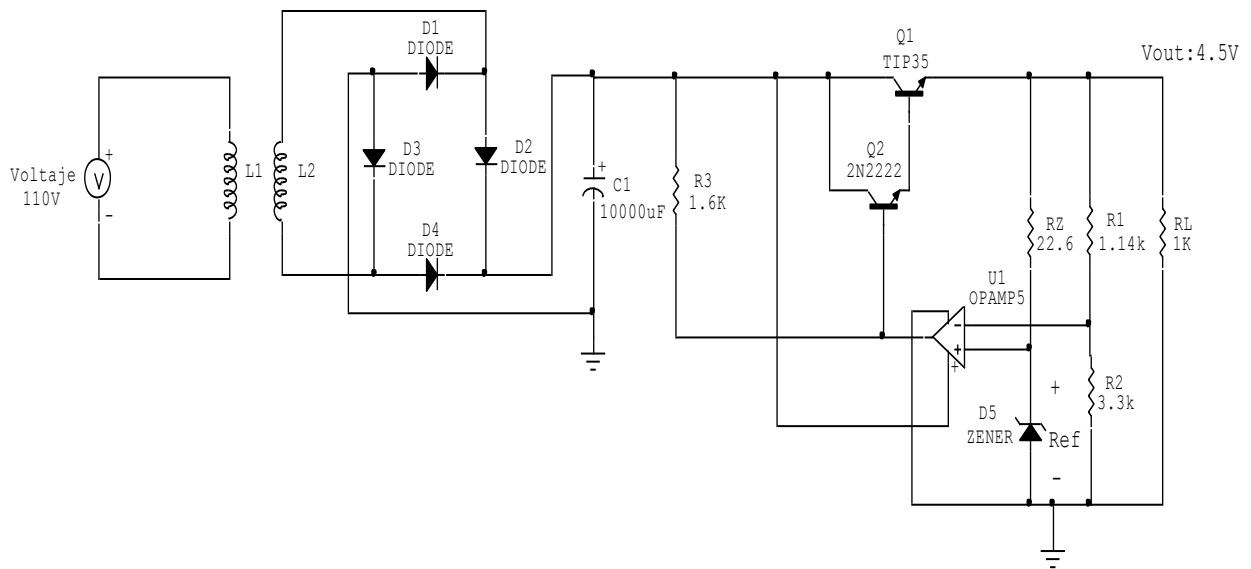
$$V_{R3} = 34 \text{ V} - 2 \text{ V} - 0.6 \text{ V} - 6 \text{ V}$$

$$V_{R3} = 25.4 \text{ V}$$

- $I_{R3} = \frac{25.4 \text{ V}}{1.43 \text{ K}\Omega} = 17.7 \text{ mA}$

2. Fuente de 4.5 voltios (Alimentación EV1 Y EV2)

Figura 30. Fuente lineal regulada tipo serie discreta 4.5 [V] [34]



- Parámetros de diseño para obtener una salida de 4.5 Voltios

$\Delta V_{IN} = 18$ Voltios

$V_{OUT} = 4.5$ Voltios

$I_{OUT} = 2$ Amperios

$$R_L = \frac{V_{out}}{I_{out}} = \frac{4.5 V}{2 A} = 2.25 \Omega$$

$$P_{RL} = V_{out} \times I_{out} = 4.5 V \times 2 A = 9 W$$

- Voltaje del Diodo Zener

$$V_Z = \frac{V_{out}}{2} = \frac{4.5 V}{2} = 2.25 V$$

El valor comercial del Diodo a usar es: 3.3 Voltios

$$R_Z = \frac{V_{out} - V_Z}{I_{test}} = \frac{4.5 V - 3.3 V}{53 mA} = 22.6 \Omega$$

- Red de Muestreo

$$IR1 = IR2 = 1 \text{ mA} \quad \text{por corto virtual decimos que } VZ = VS$$

Hallamos los valores de R2 y R1:

$$R2 = \frac{Vs}{IR2} = \frac{3.3 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 3.3 \text{ k}\Omega$$

$$R1 = \frac{Vout - Vs}{IR2} = \frac{4.5 \text{ V} - 3.3 \text{ V}}{1.05 \text{ mA}} = 1.14 \text{ K}\Omega$$

- $VIN(\text{min}) > VCEmin + VBEQ1 + VBEQ2 + VOUT$

$$VIN(\text{min}) > 4 \text{ V} + 2 \text{ V} + 0.6 \text{ V} + 4.5 \text{ V}$$

$$VIN(\text{min}) > 9.1 \text{ V}$$

$$VIN(\text{min}) = 12 \text{ V}$$

- $VR3 = VIN(\text{min}) - VBEQ1 - VBEQ2 - VOUT$

$$VR3 = 12 \text{ V} - 2 \text{ V} - 0.6 \text{ V} - 4.5 \text{ V}$$

$$VR3 = 4.9 \text{ V}$$

- $I\beta Q2 = \frac{Iout}{\beta Q1 \cdot \beta Q2} = \frac{2 \text{ A}}{25 \cdot 75} = 1.07 \text{ mA}$

$$I\beta Q2 = 1.07 \text{ mA}$$

- $IR3 = I\beta Q2 + IAM.OP$

$$IR3 = 1.07 \text{ mA} + 2 \text{ mA}$$

$$IR3 = 3.07 \text{ mA}$$

- $R3 = \frac{VR3}{IR3} = \frac{4.9 \text{ V}}{3.07 \text{ mA}} = 1.6 \text{ K}\Omega$

$$R3 = 1.6 \text{ K}\Omega$$

- Con el voltaje de entrada máxima “VIN(MAX)”

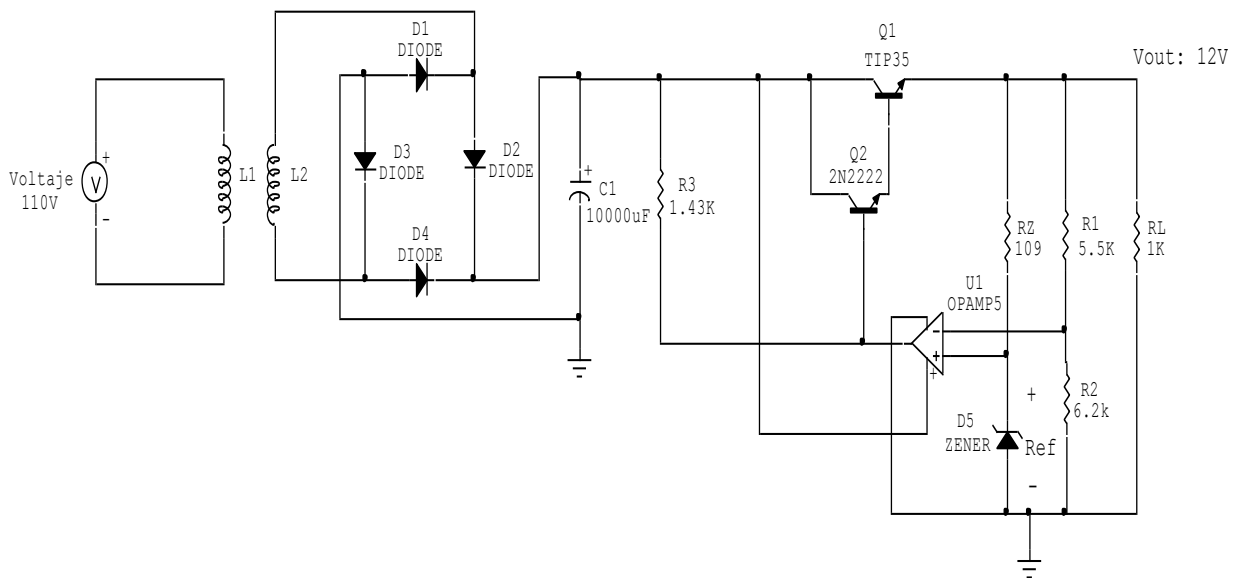
$$VR3 = VIN(\text{min}) - VBEQ1 - VBEQ2 - VOUT$$

$$VR3 = 34 \text{ V} - 2 \text{ V} - 0.6 \text{ V} - 4.5 \text{ V}$$

$$VR3 = 26.9 \text{ V}$$
- $IR3 = \frac{26.9 \text{ V}}{1.6 \text{ K}\Omega} = 16.81 \text{ mA}$

3. Fuente de 12 voltios (voltaje M3 y M4)

Figura 31. Fuente lineal regulada tipo serie discreta 12 [V] [34]



- Parámetros de diseño para obtener una salida de 12 Voltios
 $\Delta VIN = 18 \text{ Voltios}$
 $VOUT = 12 \text{ Voltios}$
 $IOUT = 2 \text{ Amperios}$

$$R_L = \frac{V_{out}}{I_{out}} = \frac{12\text{ V}}{2\text{ A}} = 6\ \Omega$$

$$P_{RL} = V_{out} \times I_{out} = 12\text{ V} \times 2\text{ A} = 24\text{ W}$$

- Voltaje del Diodo Zener

$$V_Z = \frac{V_{out}}{2} = \frac{12\text{ V}}{2} = 6\text{ V}$$

El valor comercial del Diodo a usar es: 6.2 Voltios

$$R_Z = \frac{V_{out} - V_Z}{I_{test}} = \frac{12\text{ V} - 6.2\text{ V}}{53\text{ mA}} = 109.43\ \Omega$$

- Red de Muestreo

$$I_{R1} = I_{R2} = 1\text{ mA} \quad \text{por corto virtual decimos que } V_Z = V_S$$

Hallamos los valores de R2 y R1:

$$R_2 = \frac{V_S}{I_{R2}} = \frac{6.2\text{ V}}{1\text{ mA}} = 6.2\text{ k}\Omega$$

$$R_1 = \frac{V_{out} - V_S}{I_{R2}} = \frac{12\text{ V} - 6.2\text{ V}}{1.05\text{ mA}} = 5.5\text{ k}\Omega$$

- $V_{IN}(\text{min}) > V_{CEmin} + V_{BEQ1} + V_{BEQ2} + V_{OUT}$

$$V_{IN}(\text{min}) > 4\text{ V} + 2\text{ V} + 0.6\text{ V} + 12\text{ V}$$

$$V_{IN}(\text{min}) > 18.6\text{ V}$$

$$V_{IN}(\text{min}) = 19\text{ V}$$

- $V_{R3} = V_{IN}(\text{min}) - V_{BEQ1} - V_{BEQ2} - V_{OUT}$

$$V_{R3} = 19\text{ V} - 2\text{ V} - 0.6\text{ V} - 12\text{ V}$$

$$V_{R3} = 4.4\text{ V}$$

- $I_{\beta Q2} = \frac{I_{out}}{\beta_{Q1} \cdot \beta_{Q2}} = \frac{2\text{ A}}{25 \cdot 75} = 1.07\text{ mA}$

$$I_{\beta Q2} = 1.07\text{ mA}$$

- $I_{R3} = I_{\beta Q2} + I_{AM.OP}$

$$I_{R3} = 1.07\text{ mA} + 2\text{ mA}$$

$$I_{R3} = 3.07\text{ mA}$$

- $R3 = \frac{VR3}{IR3} = \frac{4.4 V}{3.07 mA} = 1.43 K\Omega$

$$R3 = 1.43 K\Omega$$

- Con el voltaje de entrada máxima “VIN(MAX)”

$$VR3 = VIN(\min) - VBEQ1 - VBEQ2 - VOUT$$

$$VR3 = 34 V - 2 V - 0.6 V - 6 V$$

$$VR3 = 19.4 V$$

- $IR3 = \frac{19.4 V}{1.43 K\Omega} = 13.56 mA$

4.4.4 Sistema de protección eléctrica. Está conformado por dispositivos eléctricos de potencia que son capaces de producir la desconexión en un tiempo apropiado, proporcionando protección contra los efectos perjudiciales de los cortos circuitos o sobre cargas. Utilizamos el TEAMBREAK XS50CS instalado en el tablero de potencia en el laboratorio

4.4.5 Sensores fotoeléctricos.

Figura 32. Sensor fotoeléctrico réflex LS18D-40P [35]



En la elaboración de este proyecto se utilizaron dos sensores fotoeléctrico tipo autoreflex que no tienen contacto físico de objetos evitando daños mecánicos y que reduciendo el número de elementos que estén en contacto con el fruto, al pasar la uchuva en la primera tolva envía una señal al PLC activando el primer proceso de prelavado y transporte de la uchuva, para el segundo sensor emite una señal indicando en la tolva 2 hay presencia de uchuvas después del proceso de prelavado activando el lavado, cepillado y clasificadora.

Tabla 2. Características del sensor LS18D-40P [35]

CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR LS18D-40P	
Distancia de detección	0 – 40 cm
Fuente de alimentación	DC 12 -24v
Consumo de energía	40 mA máx.
Output	NPN o PNP transistor 100 mA máx.
Temperatura ambiente y humedad	-25 [°] - 55°C/35- 85RH
Resistencia al Ruido	1,000V pulse / 1Us ancho

4.5 NIVELES DE LA PIRAMIDE

Este sistema está basado en las tareas de supervisión y adquirir los datos que debe tener una planta industrial. La principal función es enviar información generada en el proceso de lavado y clasificación de la uchuva, así como almacenarlos y posteriormente manejarlos y compartirlo. A su vez la supervisión se encarga de hacer una interfaz entre el hombre y la máquina para que él pueda cambiar los parámetros de una producción.

4.5.1 Nivel de instrumentación. En la maquina industrial para el lavado y clasificación de las uchuvas se tuvo en cuenta la velocidad de las bandas, cepillos y de la clasificadora, así como también el nivel del agua en los tanques para evitar el desabastecimiento de las materias primas. A continuación se describe los dispositivos con sus principales características en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Inventario de dispositivos electrónicos [36]

INVENTARIO DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS			
DISPOSITIVO	RANGO DE OPERACION	SEÑAL DE CONTROL	DESCRIPCIÓN
Sensor fotoeléctrico réflex LS18D-40P	12 -240 VDC 24- 240 VAC	24 VDC	Detección paso de la uchuva para activar el proceso
Electrobomba CL- 320m	7 – 12 VDC	12VDC	Activación electrobombas para riego de agua
Motores DC	1-24VDC	12 VDC	Movimiento de bandas transportadora, cepillos, clasificadora
PLC TWDLCAE40DRF	100-220 AC	12-24 VDC	Controlador Lógico programable

4.5.2 Nivel de RTU/MASTER. La unidad terminal remota (RTU) es un dispositivo inteligente microprocesado, y es el encargado de las labores de adquisición de datos, almacenamiento, control o supervisión de un sistema y procesamiento de la información a nivel de instrumentación; este dispositivo está alejado del centro de mando y se comunica con el sistema de adquisición de datos a través de un protocolo de comunicación (PROFIBUS, PPI, MPI, Ethernet). [37]

Para el proceso de lavado y clasificación de la uchuva se implementó un PLC Telemecanique como unidad terminal remota. Este sistema consiste de un PLC TWIDO TWDLCAE40DRF, con un puerto Ethernet RJ45 constituido con el protocolo Modbus TCP/IP, 2 puertos serial RS485 o RS232, posee 24 entradas digitales, 14 salidas de relé y 2 transistores de expansión hasta de 7 módulos I/O disponibles, conserva además una memoria opcional de (32 KB o 64 KB).

4.5.3 Controlador lógico programable TWUIDO TWDLCAE40DRF. El PLC TWIDO TWDLCAE40DRF es un módulo controlador compacto con 40 entradas y salidas (I/O), este dispositivo contiene pines de entrada y salidas binarias, y posee módulos de expansión analógica, comunicación, interfaz y específicos dependiendo de la aplicación. Igualmente cuenta con un módulo de visualización, un contador rápido (FC), reloj de tiempo real integrado (RTC), puerto Ethernet RJ45 integrado con protocolo Modbus TCP/IP, 2 puertos serial integrado RS485 o RS232, expansión de 7 módulos I/O. [40]

Figura 33. PLC Telemecanique TWDLCAE40DRF [38]

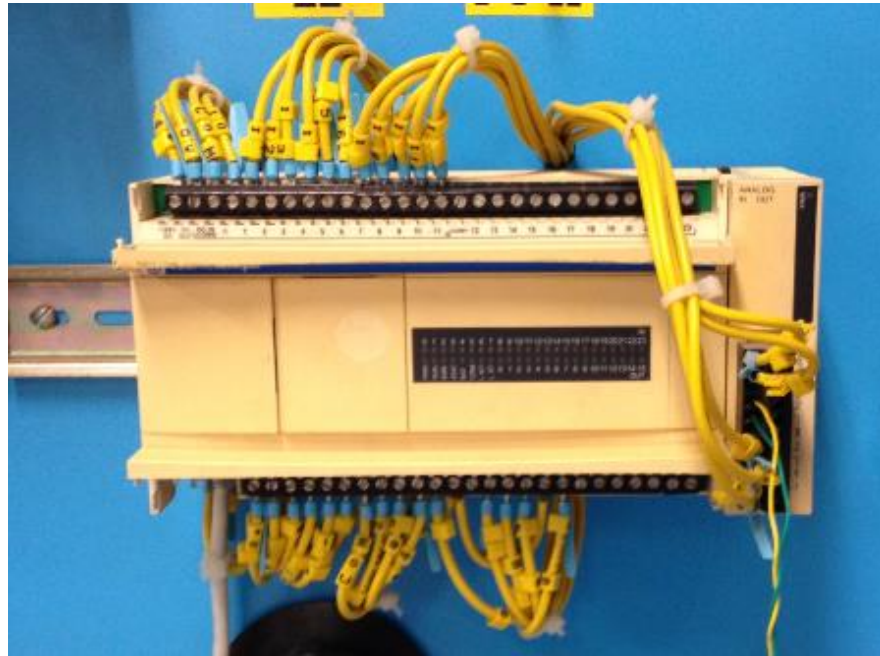


Tabla 4. Modelo del Controlador [39]

MODELO DEL CONTROLADOR					
NOMBRE DEL CONTROLADOR	REFERENCIA	CANALES	TIPO DE CANALES	TIPO ENTRADA/SALIDA	ALIMENTACIÓN
COMPACTO 40 I/O	TWDLCAA40DRF	24	Entradas	24	100/240 VAC
	TWDLCAE40DRF	16	Salidas	Relé x 24 Transistor x 2	

El controlador Compacto TWDLCAE40DRF posee una serie de configuraciones de número máximos de elementos utilizados en el prototipo a continuación se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Configuración del PLC TWDLCAE40DRF [40]

CONFIGURACIÓN DEL CONTROLADOR COMPACTO	
TWD...	LCAA40DRF LCAE40DRF
Entradas Digitales	24
Salidas Digitales	Relé x 14 Transistor x 2
Max de módulos de <u>expansión</u> I/O (Digitales o analógicos)	7
<u>Máx</u> de entradas digitales (I/O controlador + I/O Expansión)	24+(7x32)=248
<u>Máx</u> de entradas digitales (I/O controlador + I/O Expansión)	16+(7x32)=240
<u>Máx</u> Digital I/O (I/O controlador + I/O Expansión)	24+(7x32)=248
<u>Máx</u> de AS-Interface, <u>módulos</u> de bus de interfaz	2
Max salidas de Relé	14 base + 96 <u>expansion</u>
<u>Máx</u> Analógicas I/O (I/O controlador + I/O Expansión)	15 entradas/7salidas
Mandos a Distancia	7
Potenciómetros	2
Puertos serie	2
Puerto Ethernet	1 solamente TWDLCAE40DRF
Cartucho de Memoria	1
Tamaño copia de seguridad	64 (KB)
Cartucho de memoria opcional	32 (KB) 0 64 (KB)
RTC- reloj de tiempo real	si
Operador de visualización	si

Por lo general, las entradas y salidas I/O del PLC TWDLCAE40DRF se pueden configurar como I/O digitales, en algunos pueden ser asignados las I/O en labores específicas:

- RUN/STOP de entrada
- Modulación por ancho de pulso (PWM)
- Controlador de salida de estado
- Contadores rápidos: 20 kHz (posee dos fases arriba/abajo)
- Único contador: 5 kHz (posee una fase subida /bajada)

Los controladores de TWIDO contiene un puerto opcional tipo serie, y se encarga de la comunicación en tiempo real proporcionando intercambios de datos con otros dispositivos externos, este tipo de controlador TWDLCAE40DRF compacto contiene un conector RJ45 puerto Ethernet permitiendo comunicarse en tiempo real a través de la red. Las comunicaciones Ethernet se efectúa con el protocolo Modbus TCP/IP. [40]

4.5.4 Nivel de comunicación. El nivel de comunicación se encarga de la transferencia de la información o datos por un medio de comunicación (cable o inalámbrico), entre los niveles de instrumentación, RTU, centro de control y aplicaciones avanzadas. [40]

El PLC TELEMCANIQUE TWDLCAE40DRF cuenta con varios tipos de formas de comunicación en red, mediante el puerto serie de la maquina (RS232 / RS485) o el puerto TJ45 Ethernet integrado en este caso utilizado para la comunicación total.

4.5.5 Nivel de control. El nivel de control se encuentra integrado por un tablero de control, PLC, twido, software de adquisición, monitoreo y supervisión de datos wonderware permitiendo interactuar con los dispositivos instalados en la estructura, para el control y mando de los proceso del lavado y clasificado de la uchuva administrando y garantizando su optimo desempeño.

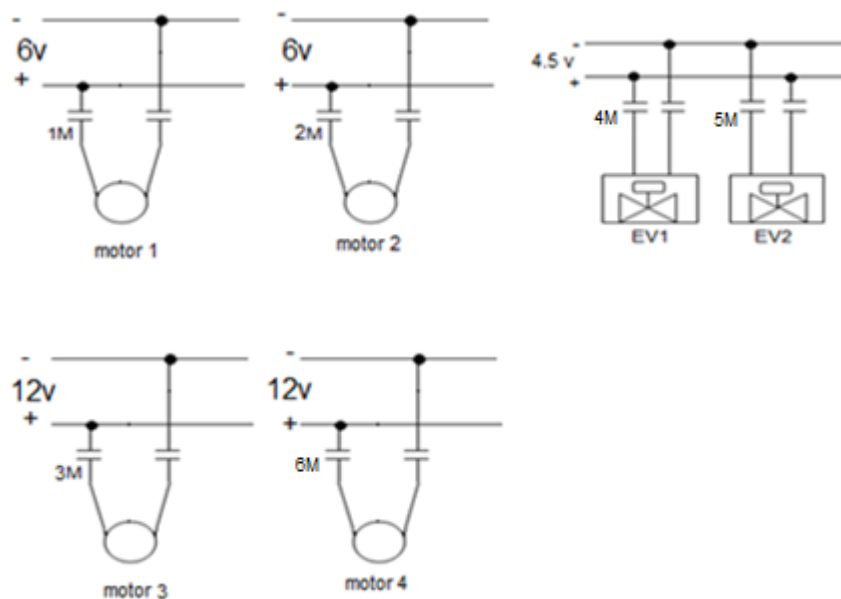
Para el sistema de control y mando en el proceso de lavado y clasificado de la uchuva está conformado por software producido por dos empresas diferente, TWIDO, producido por scheider electric, cuenta con un entorno grafico de programación por Ladder o List (comandos de programación) donde permite crear, configurar la automatización de los PLC's de Telemecanique dedicado en el proceso, se dispone de un segundo software wonderware. Producido por invensys y se encarga de hacer el sistema SCADA.

4.5.5.1 Circuito de potencia usado en el proceso del lavado y clasificado de la uchuva. El diagrama de estado se realizó en Grafcet, permitiendo realizar un modelo del proceso automatizado ordenado del lavado y clasificado de la uchuva permitiendo así llevar el seguimiento las acciones de los procesos intermedios que realizan cada entrada.

El Grafcet se caracteriza por tener condiciones y estados. Las condiciones son los eventos que permiten dar inicio a un suceso en la línea de producción; estos sucesos se encierran y ordenan en los estados.

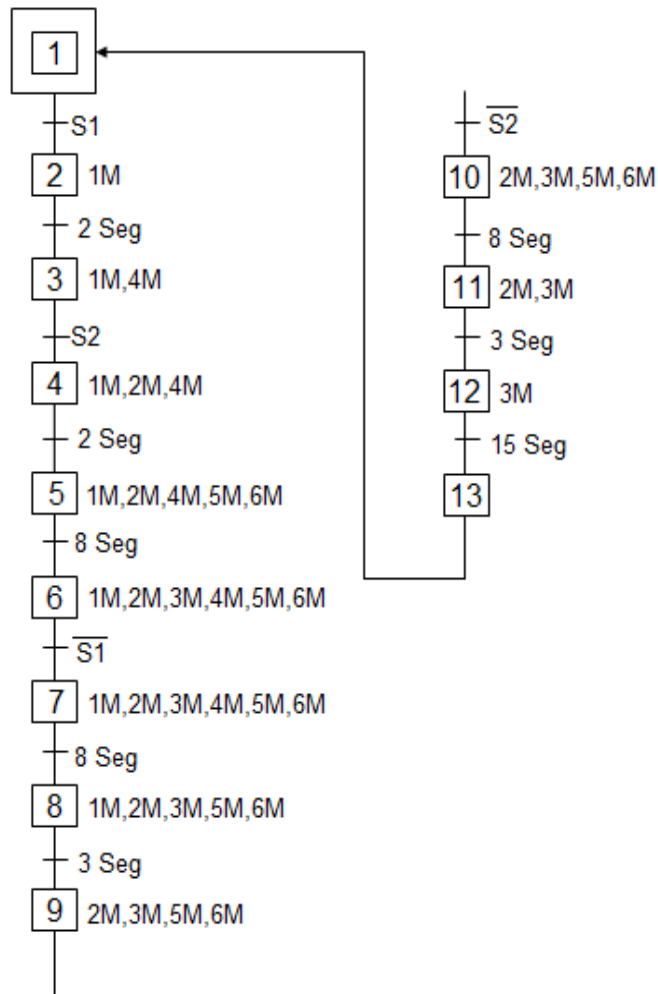
- Circuito de potencia: por medio de este diagrama tendremos en cuenta las variables de salida que será utilizadas en este proceso

Figura 34 circuitos de potencia del proceso [41]



4.5.5.2 Diagrama Grafcet del proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva.

Figura 35. Grafcet del proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva [42]



A continuación se describirá el Grafset del procedimiento de lavado y clasificado de uchuvras:

Estado inicial 1: Sistema en reposo.

Condición 1: Si se activa el sensor S1 (detección de uchuvras en la tolva número 1)

Estado 2: Activación 1M (primera banda transportadora)

Condición 2: Si transcurren 2 segundos

Estado 3: Activación 1M (primera banda transportadora) y 4M (regadora de agua jabón)

Condición 3: Si se activa el sensor S2 (detección de uchuvras en la tolva número 2)

Estado 4: Activación 1M (primera banda transportadora), 2M (segunda banda transportadora) y 4M (regadora de agua jabón)

Condición 5: Si transcurren 2 segundos

Estado 5: Activación 1M, 2M, 4M, 5M (Regadora de agua) Y 6M (cepillos)

Condición 6: Si transcurren 8 segundos

Estado 6: Activación 1M, 2M, 3M (Clasificadora de tamaño), 4M, 5M, 6M.

Condición 7: Si se desactiva el sensor S1 (no hay detección de uchuvras en la tolva número 1)

Estado 7: Activación 1M, 2M, 3M, 4M, 5M, 6M.

Condición 8: Si transcurren 8 segundos

Estado 8: Activación 1M, 2M, 3M, 5M, 6M.

Condición 9: Si transcurren 10 segundos

Estado 9: Activación 2M, 3M, 5M, 6M.

Condición 10: Si se desactiva el sensor S2 (no hay detección de uchuvas en la tolva número 2)

Estado 10: Activación 2M, 3M, 5M, 6M.

Condición 11: Si transcurren 8 segundos

Estado 11: Activación 2M, 3M.

Condición 12: Si transcurren 10 segundos

Estado 12: Activación 3M.

Condición 13: Si transcurren 8 segundos

Estado 13: Desactivación del sistema y en espera de fruta para comenzar de nuevo. En este estado se reinicia el proceso pasando directamente al estado inicial (número 1).

4.5.5.3 Programa implementado en el proceso máquina para el prelavado, Lavado y clasificación de la uchuva. El ladder, también denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Para describir el programa del proceso del lavado y clasificación de la uchuva se seleccionó el lenguaje de programación ladder.

Explicación del proceso en escalera:

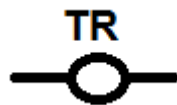
Algunos elementos son:



Pulsador normalmente abierto: permite introducir comandos al sistema.



Bobina: elemento electrónico que permite accionar contactos al momento de ser energizada.



Temporizador: permite accionar contactos después de un tiempo X.

Las entradas del proceso de clasificación de la uchuva se encuentran representadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Conexión de las Entradas del proceso en TWIDO TWDLCAE40DRF [43]

ENTRADAS DEL PROCESO EN TWIDO PRELAVADO, LAVADO, CEPILLADO Y CLASIFICADO DE LA UCHUVA		
%I0.0	1PB	Inicia total el sistema
%I0.1	2PB	Parada total del sistema
%I0.2	S1	Inicia el proceso de la banda 1 y prelavado
%I0.3	S2	Acciona el funcionamiento de la banda 2, cepillos, lavado y clasificadora

Tabla 7. Conexión de las Entradas del proceso... (continuación)

ENTRADAS DEL PROCESO EN TWIDO PRELAVADO, LAVADO, CEPILLADO Y CLASIFICADO DE LA UCHUVA		
%I0.4	FC1	Parado emergencia del proceso. Cajón uchuvras pequeñas se encuentra lleno
%I0.5	FC2	Parado emergencia del proceso. Cajón uchuvras mediana se encuentra lleno
%I0.6	FC3	Parado emergencia del proceso. Cajón uchuvras grandes se encuentra lleno
%I0.7	PP	Alarma del sistema, parado emergencia del proceso.

La salida de la maquina se conforma en la siguiente tabla:

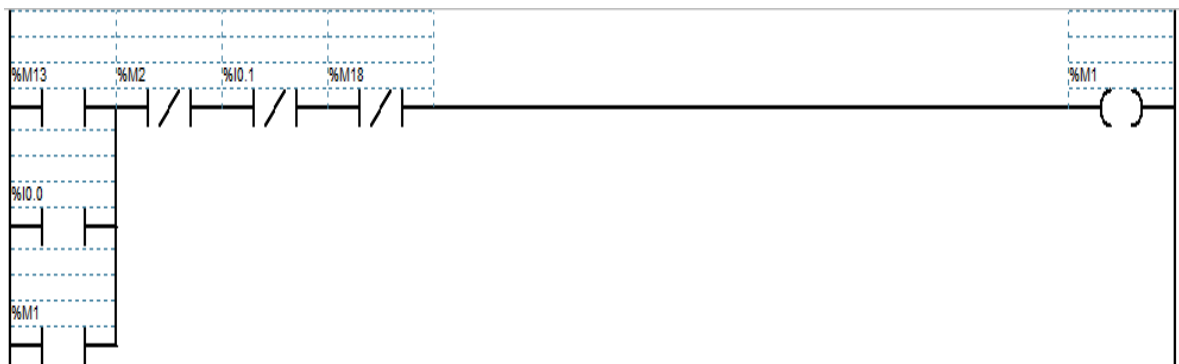
Tabla 8. Conexión de las Salidas del proceso en TWIDO TWDLCAE40DRF [44]

SALIDAS DEL PROCESO TWIDO PRELAVADO, LAVADO, CEPILLADO Y CLASIFICADO DE LA UCHUVA		
%Q0.2	1M	Motor de la banda 1
%Q0.3	2M	Motor de la banda 2
%Q0.4	3M	Motor de la clasificadora
%Q0.5	4M	Motor de los cepillos
%Q0.10	5M	Electrobomba 1
%Q0.7	6M	Electrobomba 2
%Q0.9	8M	Alamar visible(bombillo)

A continuación se procede a explicar el diagrama en escalera lenguaje ladder para el clasificador de uchuvas:

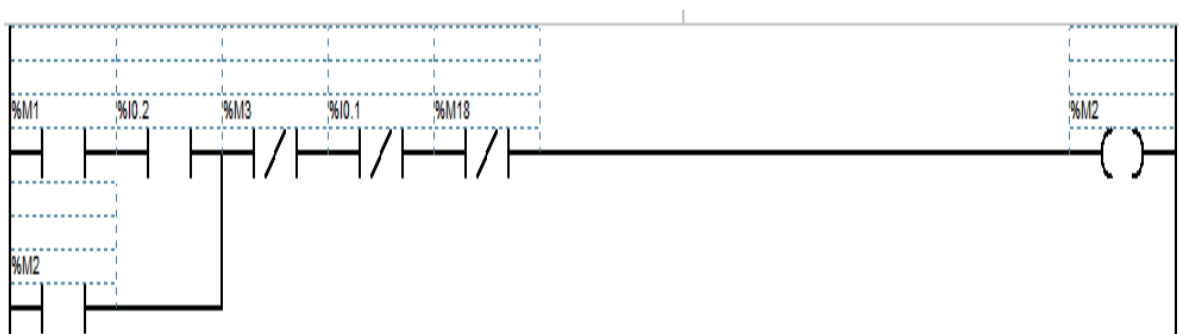
Línea 1: Al presionar el pulsador 1PB se acciona la bobina auxiliar 1 CR y se habilita la línea 2 para que al llegar la condición del sensor S1 se energice.

Figura 36. Inicio del proceso programación LADDER línea 1 [45]



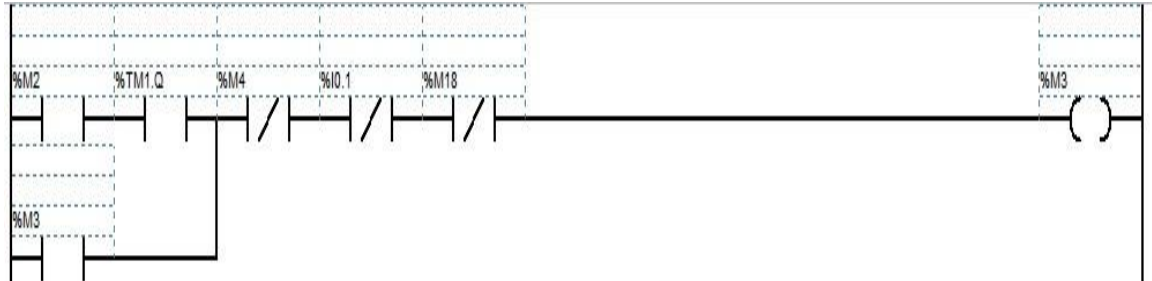
Línea 2: Al activarse el sensor S1 se acciona la bobina auxiliar 2 CR, el Timer 1 TR y se habilita la línea 3 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 37. Programación LADDER línea 2 [45]



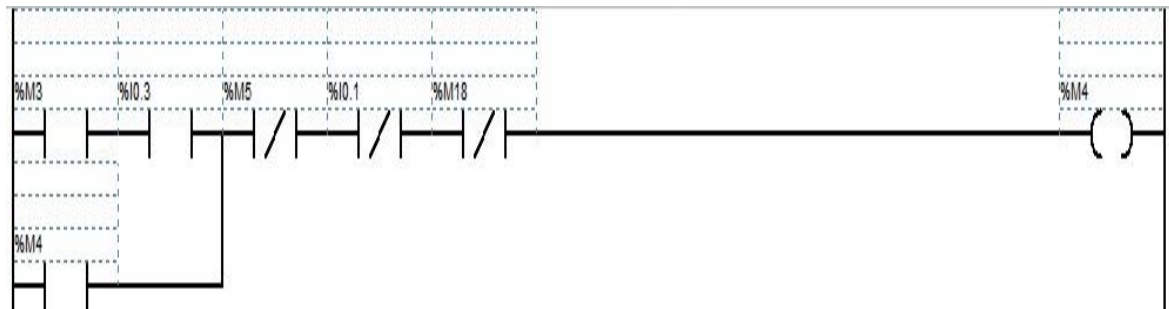
Línea 3: Al cumplirse el tiempo del timer 1 TR se acciona la bobina auxiliar 3 CR y se habilita la línea 4 para que al llegar la condición del sensor S2 se energice.

Figura 38. Programación LADDER línea 3 [45]



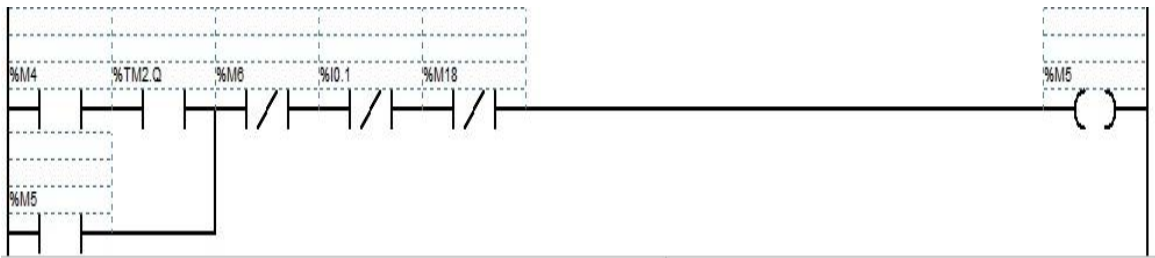
Línea 4: Al activarse el sensor S2 se acciona la bobina auxiliar 4 CR, el Timer 2 TR y se habilita la línea 5 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 39. Programación LADDER línea 4 [45]



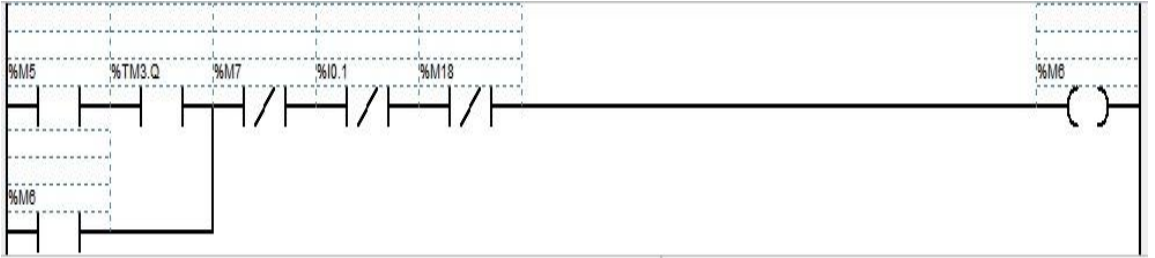
Línea 5: Al cumplirse el tiempo del timer 2 TR se acciona la bobina auxiliar 5 CR, el timer 3 TR y se habilita la línea 6 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 40. Programación LADDER línea 5 [45]



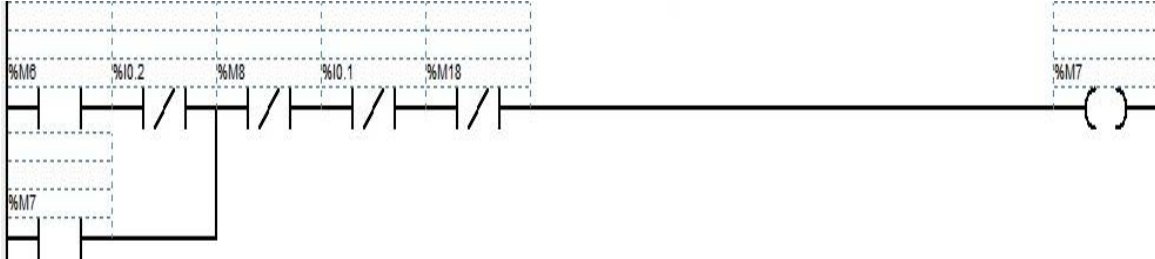
Línea 6: Al cumplirse el tiempo del timer 3 TR se acciona la bobina auxiliar 6 CR y se habilita la línea 7 para que al llegar la condición se energice.

Figura 41. Programación LADDER línea 6 [45]



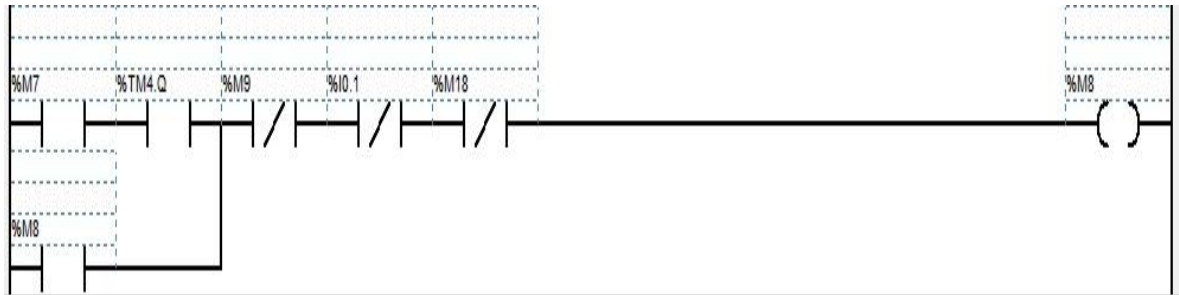
Línea 7: Al desactivarse el sensor S1 se acciona la bobina auxiliar 7 CR, el Timer 4 TR y se habilita la línea 8 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 42. Programación LADDER línea 7 [45]



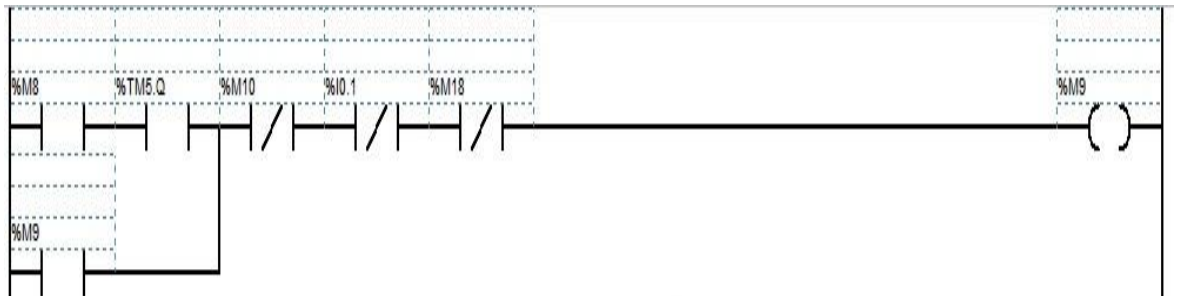
Línea 8: Al cumplirse el tiempo del timer 4 TR se acciona la bobina auxiliar 8 CR, el timer 5 TR y se habilita la línea 9 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 43. Programación LADDER línea 8 [45]



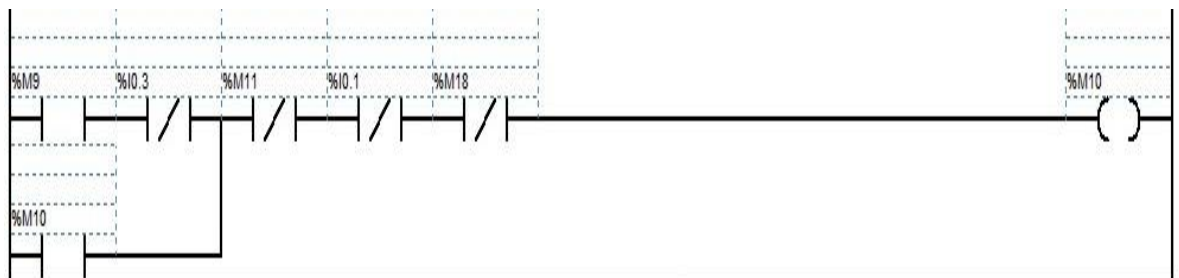
Línea 9: Al cumplirse el tiempo del timer 5 TR se acciona la bobina auxiliar 9 CR y se habilita la línea 10 para que al llegar la condición se energice.

Figura 44. Programación LADDER línea 9 [45]



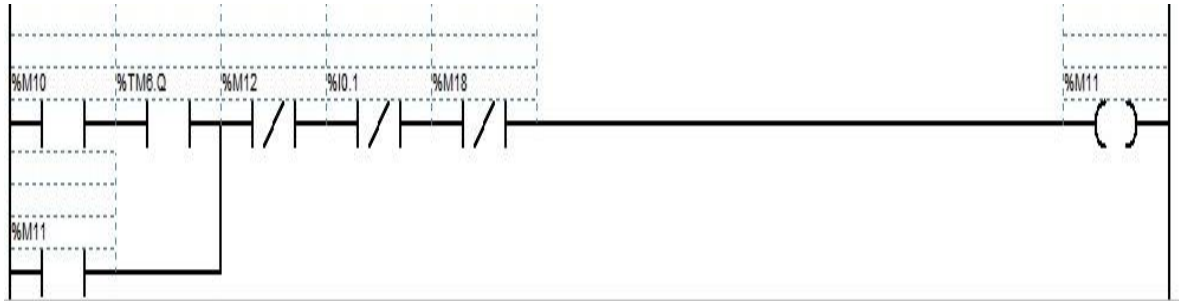
Línea 10: Al desactivarse el sensor S2 se acciona la bobina auxiliar 10 CR, el Timer 6 TR y se habilita la línea 11 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 45. Programación LADDER línea 10 [45]



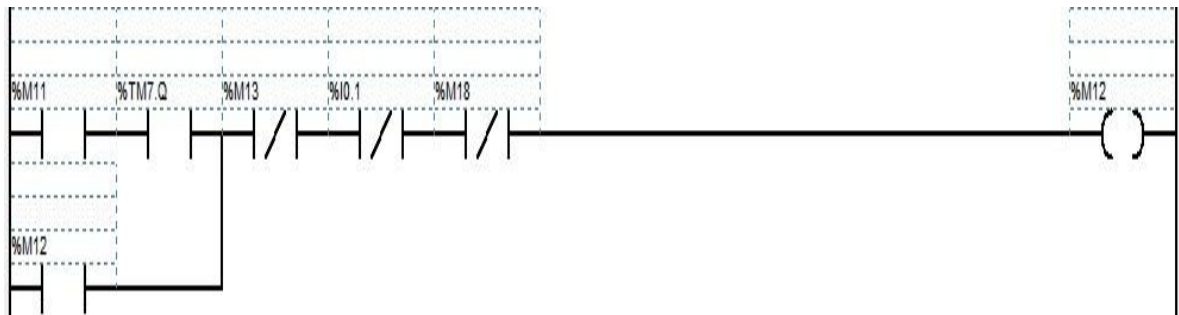
Línea 11: Al cumplirse el tiempo del timer 6 TR se acciona la bobina auxiliar 11 CR, el timer 7 TR y se habilita la línea 12 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 46. Programación LADDER línea 11 [45]



Línea 12: Al cumplirse el tiempo del timer 7 TR se acciona la bobina auxiliar 12 CR, el timer 8 TR y se habilita la línea 13 al cumplirse el tiempo del timer.

Figura 47. Programación LADDER línea 12 [45]



Línea 13: Al cumplirse el tiempo del timer 8 TR se acciona la bobina auxiliar 13 CR habilitando el peldaño número 1 para que el proceso vuelva a funcionar.

Figura 48. Programación LADDER línea 13 [45]



- Ahora, procedemos a explicar la configuración de las salidas:

La bobina 1M (primera banda transportadora) se activa cuando uno de los relés auxiliares 2CR, 3CR, 4CR, 5CR, 6CR, 7CR, 8CR se energizan.

Figura 49. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 1M [45]

0	(* SALIDAS *)
1	LD %M2
2	OR %M3
3	OR %M4
4	OR %M5
5	OR %M6
6	OR %M7
7	OR %M8
8	OR %M19
9	ANDN %M14
10	ANDN %M15
11	ST %Q0.0.2

La bobina 2M (segunda banda transportadora) se activa cuando uno de los relés auxiliares 4CR, 5CR, 6CR, 7CR, 8CR, 9CR, 10CR se energizan.

Figura 50. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 2M [45]

0	LD	%M4
1	OR	%M5
2	OR	%M6
3	OR	%M7
4	OR	%M8
5	OR	%M9
6	OR	%M10
7	OR	%M20
8	OR	%M11
9	ANDN	%M14
10	ANDN	%M15
11	ST	%Q0.0.3

La bobina 7M se encuentra en paralelo con la bobina 2M y se activa con el contacto auxiliar 11CR.

Figura 51. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 7M [45]



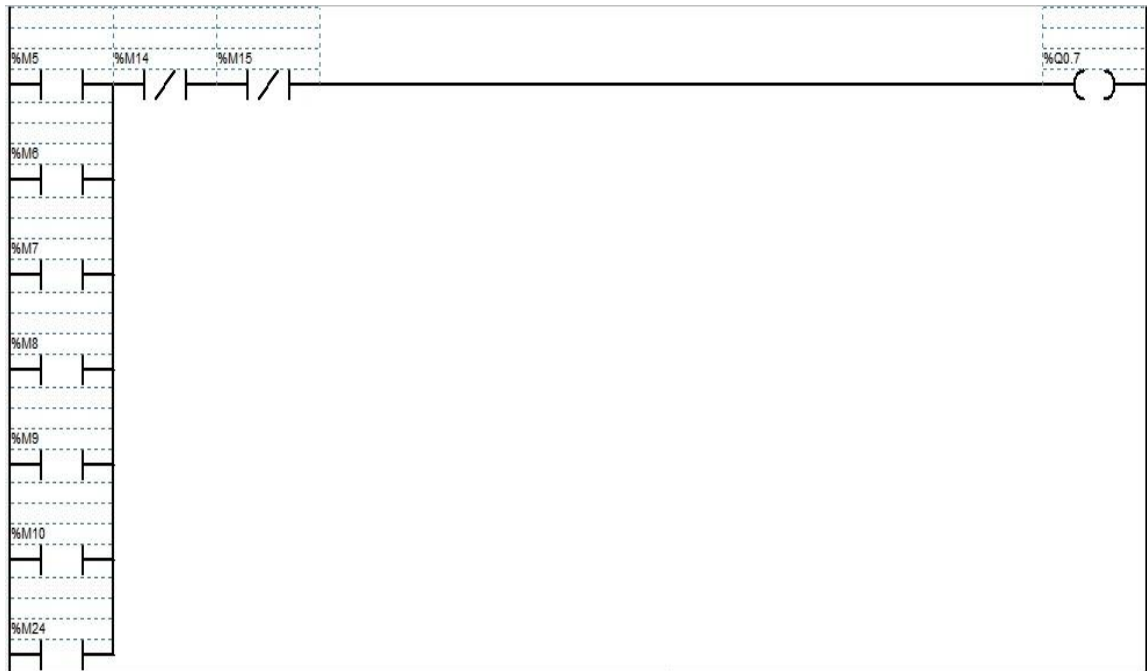
La bobina 3M (Clasificadora de tamaño) se activa cuando uno de los relés auxiliares 6CR, 7CR, 8CR, 9CR, 10CR, 11CR, 12CR se energizan.

Figura 52. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 3M [45]

0	LD	%M6
1	OR	%M7
2	OR	%M8
3	OR	%M9
4	OR	%M10
5	OR	%M11
6	OR	%M12
7	OR	%M22
8	ANDN	%M14
9	ANDN	%M15
10	ST	%Q0.0.4

La bobina 6M (cepillos) se activa cuando uno de los relés auxiliares 5CR, 6CR, 7CR, 8CR, 9CR, 10CR se energiza.

Figura 53. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 6M [45]



La bobina 4M (regadora de agua jabón) se activa cuando uno de los relés auxiliares 3CR, 4CR, 5CR, 6CR, 7CR se energizan.

Figura 54. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 4M [45]



La bobina 5M (Regadora de agua) se activa cuando uno de los relés auxiliares 5CR, 6CR, 7CR, 8CR, 9CR, 10CR se energiza.

Figura 55. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 5M [45]

0	LD	%M5
1	OR	%M6
2	OR	%M7
3	OR	%M8
4	OR	%M9
5	OR	%M10
6	OR	%M23
7	OR	%M34
8	ANDN	%M14
9	ANDN	%M15
10	ST	%Q0.0..10

La bobina 8M configuracion alarma visible, bombillo parado del proceso.

Figura 56. Configuraciones de salidas programación LADDER bobina 8M [45]



- Configuración de la alarma:

Figura 57. Alarma visual parado del proceso [46]

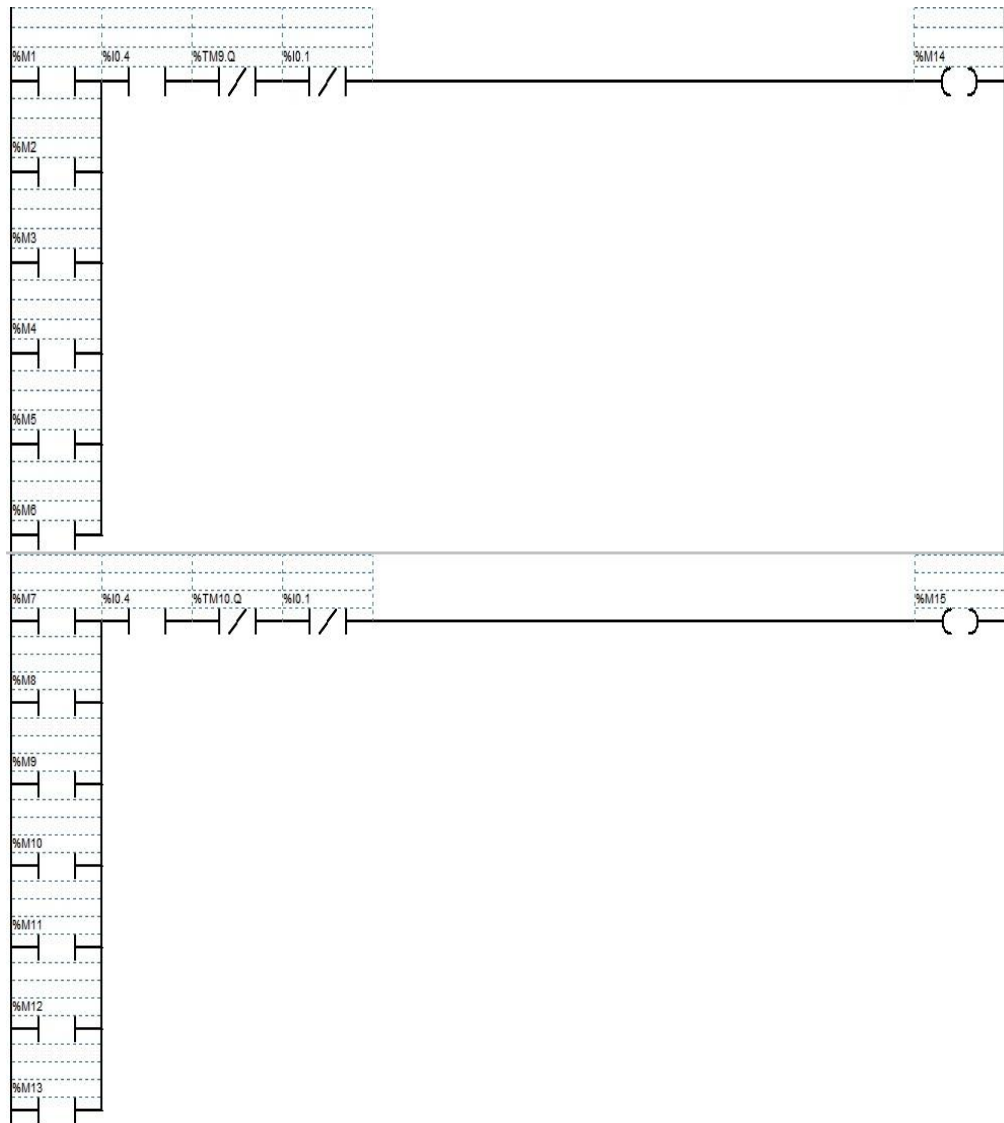


La alarma del sistema se activa cuando se llena alguno de los contenedores que almacenan las uchuvas después de ser clasificadas. Las bobinas auxiliares encargadas de este aviso son el 14CR y el 15CR y cortan todo el fluido eléctrico de las salidas al momento de ser energizadas. A continuación se explica su funcionamiento:

La bobina auxiliar 14CR se activa cuando uno de los relés auxiliares 1CR, 2CR, 3CR, 4CR, 5CR, 6CR, 7CR se energizan además de la activación de alguno de

los finales de carrera que indican el llenado de los contenedores de uchuvas. De igual manera funciona la bobina auxiliar 15CR, solamente que se activa con los relés auxiliares 8CR, 9CR, 10CR, 11CR, 12CR, 13CR.

Figura 58. Configuración Alarma [45]



Los contactos auxiliares 14CR Y 15CR también activan la alarma visible.

Para acoplar el programa de monitoreo del proceso con Wonderware con la programación en escalera realizada en TWIDO fue necesario agregar bobinas auxiliares con sus respectivos contactos, ya que de esta manera se puede compartir información en ambos programas, permitiendo así el manejo y control de los diversas partes que conforman la línea de producción en las entradas y salidas del proceso, a continuación se puede observar en la siguiente figura:

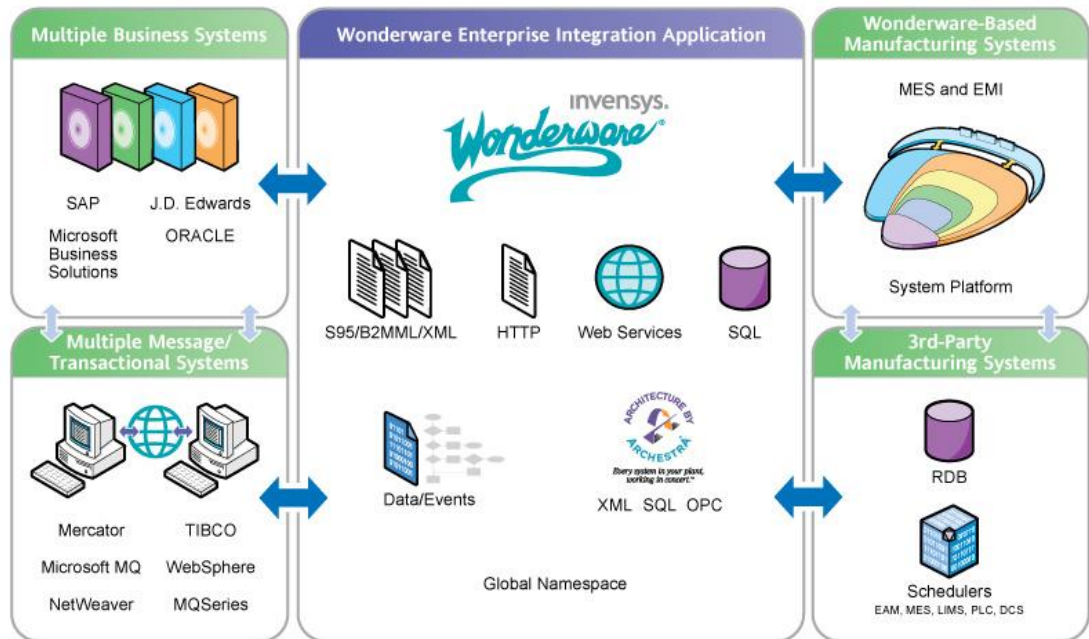
Figura 59. Bobinas Auxiliares para acoplamiento con WONDERWARE [45]



4.5.5.4 Adquisición de datos por WONDERWARE. Wonderware es un software utilizado para hacer un seguimiento visual por medio dispositivos animados, el cual simbolizan por medio grafico representativo el estado de un proceso, también

puede manejar una interfaz gráficas para un análisis estadístico ingresándole variables y datos obtenidos en un proceso.

Figura 60. WONDERWARE Integración de aplicaciones [47]



- Componentes del sistema HMI

Los sistemas HMI manejan componentes básicos para crear el sistema de información, para este proyecto se utilizó paneles de operación como elemento de un sistema SCADA.

Los elementos utilizados en el sistema SCADA son los siguientes:

- Paneles de operación
- Cuadro de texto
- Cuadro gráficos
- Pulsadores

- Leds indicadores
- Alarmas

Paneles: son presentaciones animadas con textos, indicadores y otros elementos que poseen un sistema HMI para un mejor entendimiento visual del proceso.

Panel de presentación: este panel representa una visión general del proyecto donde se observa el nombre del proyecto, integrantes, institución, año de elaboración etc. Además cuenta con un botón de navegación que se dirige a la ventana principal y a su vez se puede navegar con otras ventanas del sistema.

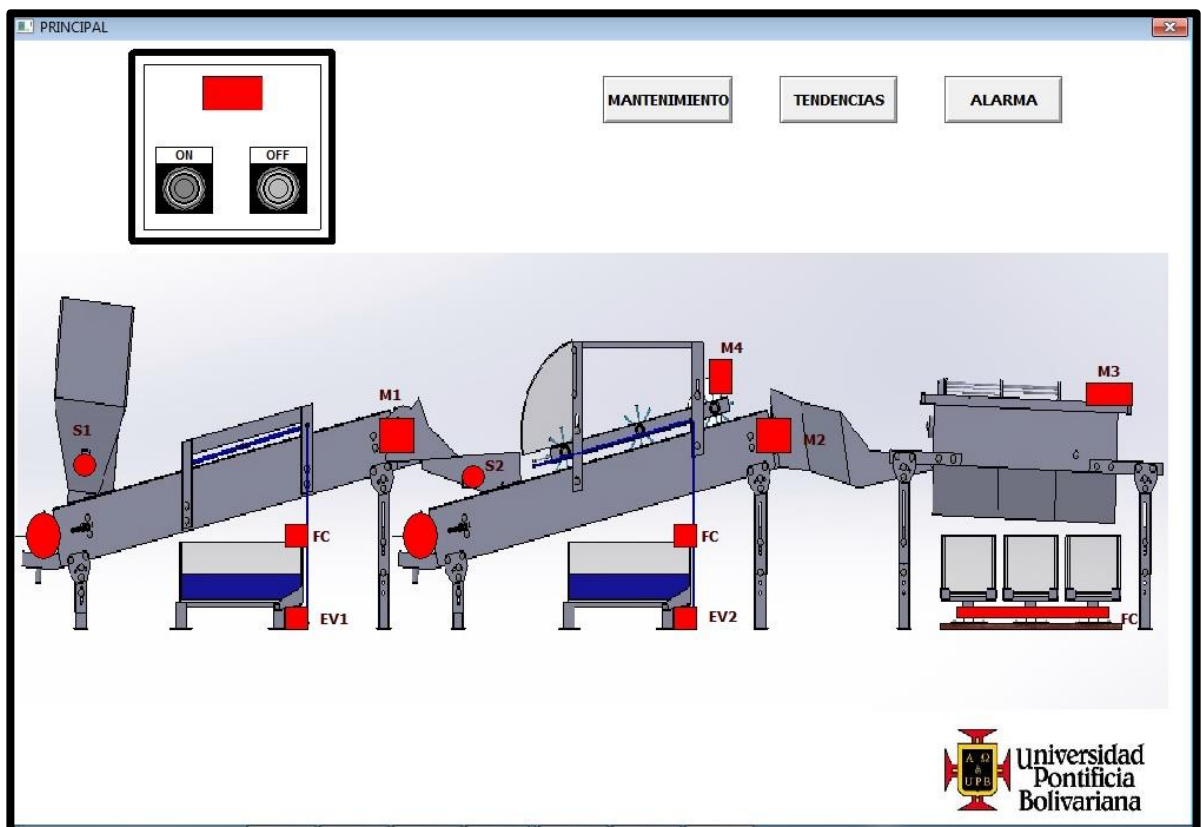
Figura 61. Panel de presentación [48]



Panel principal: desde este panel se puede activar y desactivar la máquina por medio de los pulsadores de encendido (ON) y apagado (OFF). Además tiene acceso a otros paneles como mantenimiento, tendencias, y alarmas; esto se logra por medio de botones de navegación.

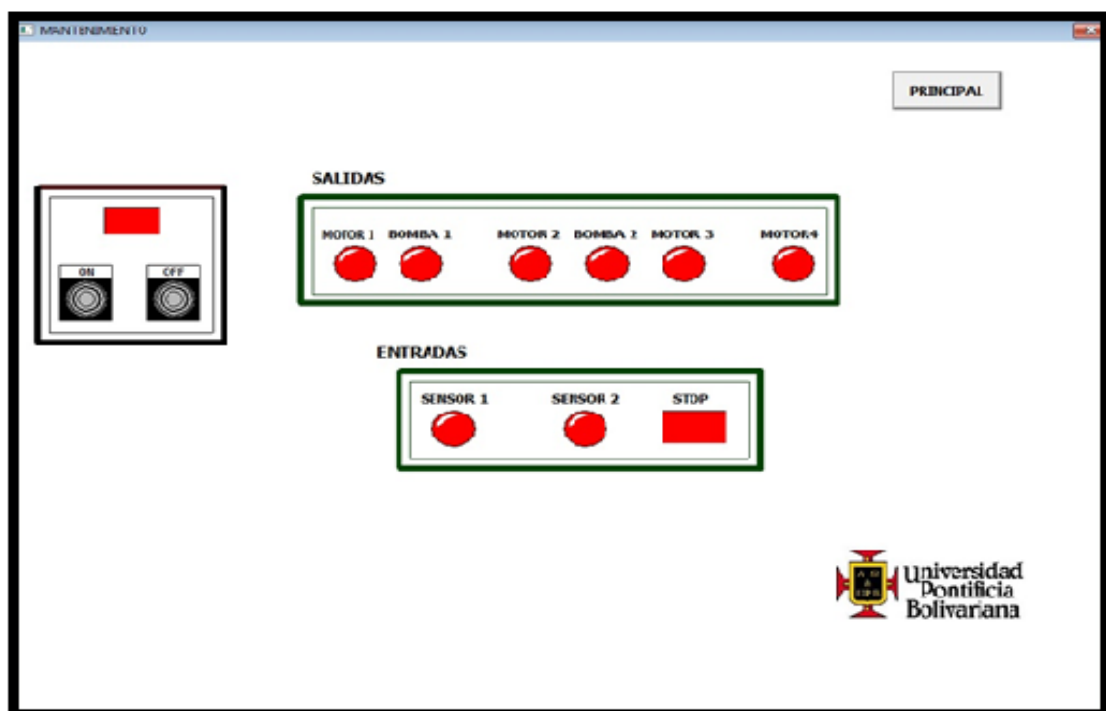
Además se puede ver un mímico del proceso donde se pueden observar una gráfica de la planta y los diferentes dispositivos que la conforma. La activación de cada uno de los motores y electrobombas se puede ver por medio de indicadores que cambian de color. Cuando el dispositivo está desactivado el elemento se encuentra de color neutro y cuando se activa es de color verde.

Figura 62. Panel Principal [48]



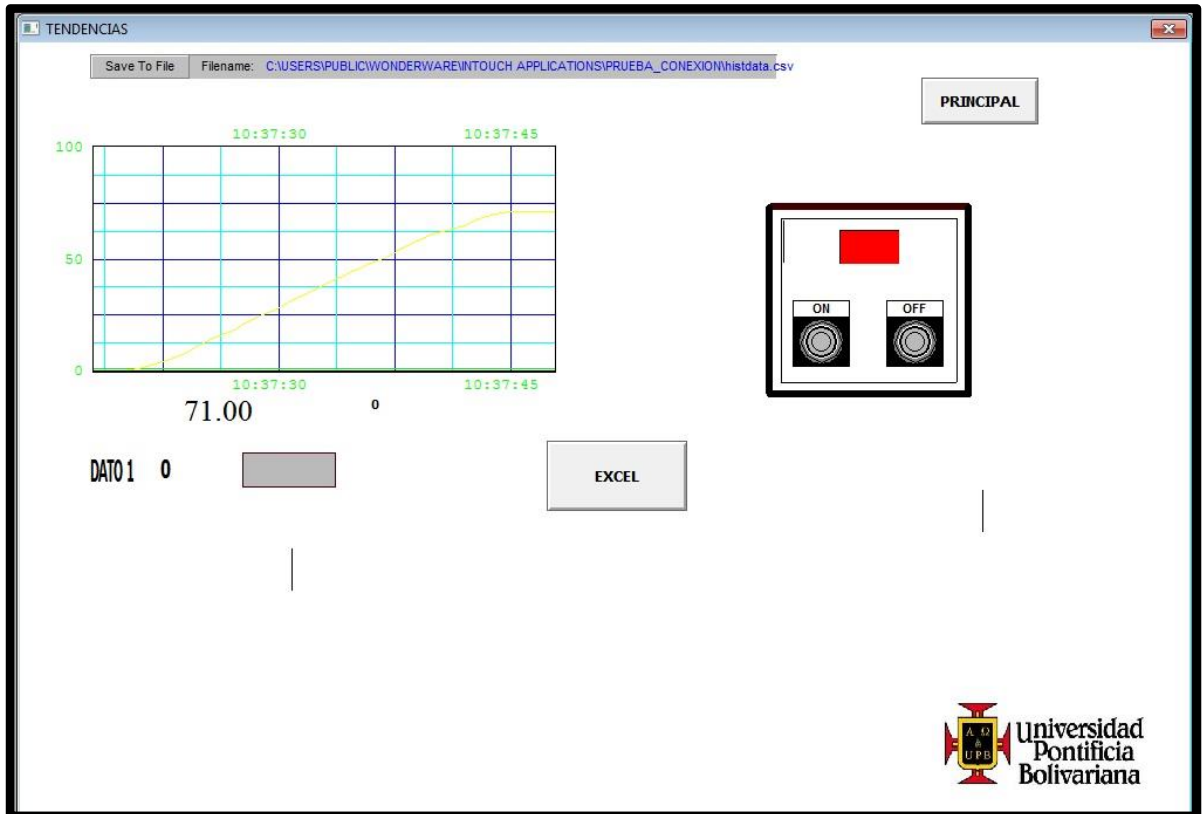
Panel de mantenimiento: desde panel se puede realizar mantenimiento a las diferentes elementos que tiene la planta, estos dispositivos corresponden a las entradas y salida del PLC esto con el fin de detectar si los dispositivos tiene errores en hardware, software o daños internos. El estado de cada una de las entradas y salidas se puede monitorear por medios indicadores luminosos.

Figura 63. Panel de Mantenimiento [48]



Panel de tendencia: Este lo conforman un cuadro representativo en el cual se observa la productividad de la máquina, con respecto a variables como el tiempo, peso y cuantificados de frutos producidos en un periodo de tiempo. Estas variables se representan gráficamente información del desempeño de la máquina.

Figura 64. Panel de tendencia [48]



5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Después de realizar un prototipo a escala y llevado a cabo las pruebas necesarias del proceso mecánico y electrónico del prelavado, lavado y clasificación de la uchuva se ratifica su finalización, se desea que esta se convierta en una innovación para la industria generando gran ayuda en agilizar procesos de manipulación de alimentos con todos los protocolos de higiene que son exigidos como son los materiales para la manipulación de alimentos.

Habiendo alcanzado todos los objetivos se espera que el producto final también sea de gran ayuda a los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana para que implementen sus conocimientos en el desarrollo teórico – práctico de las principales materias como son los laboratorio de máquina, instrumentación y control.

Se entregará:

- Diseño estructurado en SolidWork (Planos y diseños).
- Diagrama y planos esquemático del PLC con su respectiva lógica de programación.
- Prototipo a escala con su respectivo estructura elaborado en acero inoxidable y bandas transportadoras con su respectivo material.
- HMI Wonderware con seguimiento en el proceso.

5.1 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA BANDA TRANSPORTADORA

Durante el proceso de transporte utilizando la banda transportadora alimentada con 6 voltios observamos que dichas bandas pueden transportar un promedio de 70 uchuvas cada 8 segundos, un promedio aproximadamente 525 uchuvas por minuto.

Para calcular la producción promedio de la maquina se calcula el peso promedio de las uchuvras utilizada en el proceso y la relacionamos con el número de uchuvras transportadas. [49]

$$\text{Peso promedio uchuva} = \frac{\text{PESO U PEQUEÑA} + \text{PESO U MEDIANA} + \text{PESO U GRANDE}}{\# \text{ DE TAMAÑOS}}$$

$$\text{Peso promedio uchuva} = \frac{5,4 \text{ grs} + 3,9 \text{ grs} + 2,9 \text{ grs}}{3} = 4,1 \text{ grs.}$$

4,1 grs es el peso promedio uchuvras utilizadas durante el proceso.

- **Datos de producción tabulados en la siguiente tabla**

Tabla 9. Cantidad de uchuvras vs Tiempo [49]

TIEMPO (MIN)	CANTIDAD DE UCHUVAS	PESO (G)
1	525	2152
2	1050	4304
3	1575	6457
10	5250	21520

Figura 66. Cantidad de uchuvas vs Tiempo [49]

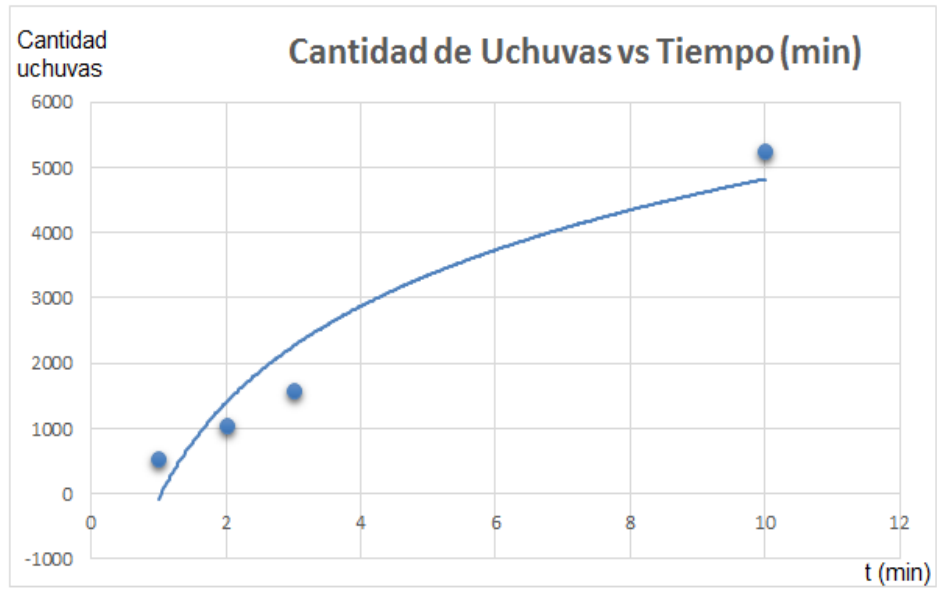
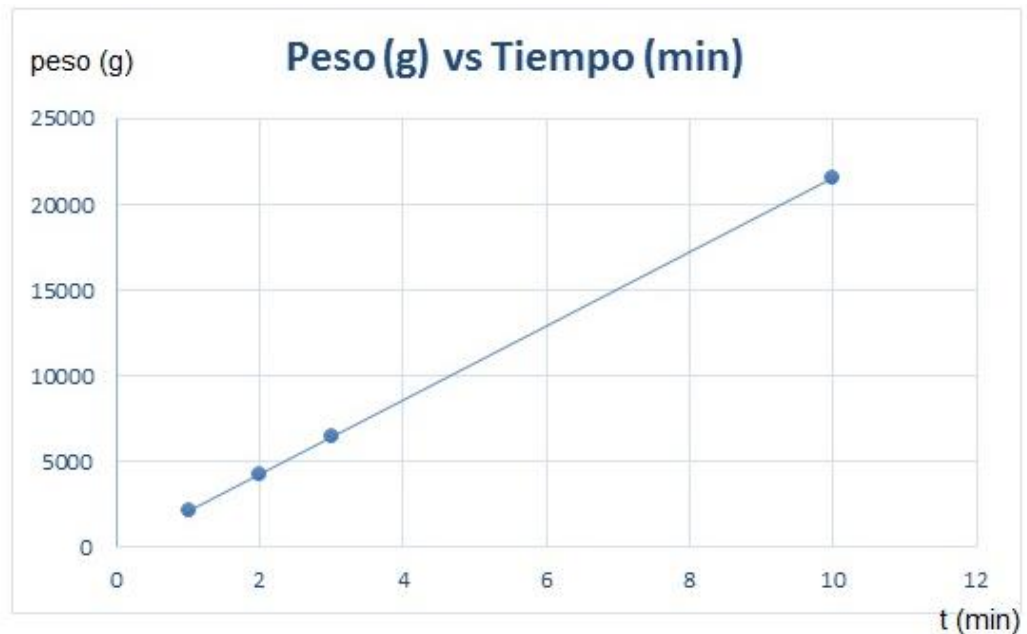


Tabla 10. Tiempo vs Peso [49]

Tiempo (min)	Peso (g)
1	2152
2	4304
3	6457
10	21520

Figura 67. Peso vs Tiempo [49]



2) Cálculos de los resultados obtenidos por la clasificadora

En el proceso de prelavado, lavado y clasificación de la uchuva se establecieron 3 tamaños designados de la siguiente manera:

- Uchuvas pequeñas $\leq 1,7$ cm
- Uchuvas Medianas $> 1,7$ cm ≤ 2 cm
- Uchuvas grandes > 2 cm

Después de varias pruebas realizadas se calculó el peso promedio de las uchuvas en cada caja almacenadora:

- Peso promedio uchuva pequeña = 2,9 grs
- Peso promedio uchuva mediana = 3,9 grs
- Peso promedio uchuva grande = 5,4 grs

Mediante la etapa de clasificado se obtuvo el peso de las uchuvras de cada caja almacenadora al llegar a su punto límite de llenado:

- Peso uchuvras pequeñas = 1,847 kg
- Peso uchuvras medianas = 1,577 kg
- Peso uchuvras grandes = 1,467 kg

Teniendo en cuenta el peso de las uchuvras de cada caja almacenadora y el peso promedio de cada uchuva según su tamaño se calcula el número de uchuvras promedio para cada tanque:

$$\#uchuvras = \frac{\text{peso total uchuvras(cada tanque)}}{\text{peso promedio uchuva}}$$

- $\frac{1,847 \text{ grs}}{2,9 \text{ grs}} = 636$ uchuvras pequeñas

- $\frac{1,577 \text{ grs}}{3,9 \text{ grs}} = 404$ uchuvras pequeñas

- $\frac{1,467 \text{ grs}}{5,4 \text{ grs}} = 271$ uchuvras pequeñas

6. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que la maquina tenga en cuenta los elementos eléctricos como motores, cables, conectores asilado de cualquier tipo de humedad que puede contraer corrosión, ya que se está utilizando agua como compuesto básico.
- Se sugiere un tratamiento de agua dosificado para el manejo de los residuos obtenidos después de la etapa de lavado, llevado el caso que se tratasen agentes químicos para tener mayor purificación del fruto durante el proceso manejar un solvente adecuado para ael tratamiento de los residuos.
- se recomienda que las cerdas de los cepillos este compuesto de un material d poliéster que es recomendado actualmente en la industrial de modo que reduzca notablemente la reducción de bacterias.
- Se debe implementar un sistema de Protección local para cada etapa así evitar que la máquina y los componentes sufran algún tipo avería.
- Para un seguimiento de recolección de datos en tiempo real teniendo en cuenta la productividad objetiva se recomienda la implementación de galgas extensiométricas acopladas debajo de los cajones recolectores de fruta con un circuito digital y un display en la que se pueda representar datos cuantificados en forma numérica el producto final reflejado.
- El tamaño de los tanques de riego podrían haber sido más grande para tener un tiempo de lavado mayor, y así obtener más eficiencia en la producción o implementar sistema de abastecimiento de agua controlador por un sensor de nivel.
- Se recomienda un nivel de visualización sensorial ubicado en puntos específicos donde se pueda acumular la fruta y el proceso pueda seguir hasta que quede clasificada en su totalidad.
- No intervenir cuando la maquina esté en funcionamiento.

- Realizar una limpieza minuciosa después de cada uso utilizando una esponja, agua y jabón para evitar malos olores producidos por la fruta, esto se recomienda hacerlo en la banda, canjilones la maquina clasificadora.
- Se debe aumentar el tamaño de las paredes trasportadora en la sección de cepillado, así evitando que algún fruto caiga por fuera del proceso gracias a a que los cepillos impulsan hacia afuera las frutas que se encuentra por encima del nivel de los canjilones.
- Se sugiere cambiar el material de desatasque de la clasificadora por un polímero flexible que pueda reducir el nivel de bacterias.
- El soporte de cajas almacenadora de uchuva pueden ser colocadas en una base acopladas en unos rieles tipo cajón para la fácil manipulación y extracción del fruto clasificado.
- Se sugiere hacer conexiones eléctricas y acoples con cable tipo industrial que cumpla con los estándares de calidad y eficiencia para obtener una mejor fidelidad en la alimentación eléctrica.
- Se sugiere un variador de voltaje para la alimentación del sistema para poder analizar el comportamiento, eficiencia, comportamiento y productividad de la máquina.

CONCLUSIONES

- Se diseñó y automatizó una planta a escala para el prelavado, lavado y clasificación de la uchuva. Este proceso se realizó teniendo en cuenta herramientas de reciente aparición como SolidWorks, AutoCAD y Wonder World. Con estas se integra el diseño de prototipos desde el bosquejo mecánico hasta el diseño de la interfaz hombre máquina. Con este se da a conocer la metodología de diseño para el laboratorio integrado; ya que la metodología no se había puesto en marcha.
- Para la automatización del proceso se usa la implementación del GRAFCET en lenguaje en escalera. Con esto se está entrelazando un lenguaje de alto nivel (GRAFCET) con uno de bajo nivel (escalera), además se usa la metodología para hacer la interfaz hombre máquina de forma sencilla. Además se integran los conceptos de tendencias y alarmas que hace falta trabajar con más profundidad en la especialización.
- El prototipo puede producción 120 kg de uchuva en una hora. Lo que es un reto bastante grande para el laboratorio, ya que con anterioridad los prototipos desarrollados no daban una confiabilidad de más de 20 minutos y solo se usan para prácticas de automatización y no se tiene en cuenta la producción.

BIBLIOGRAFIA

[1] J. Balcells, J.L. Romeral “Autómatas Programables”, Editorial Marcombo, Barcelona 1997

[2] OBJETIVOS DE LA AUTOMATIAZION, [Página de Internet]
<http://www.esi2.us.es/~fabio/TransASP.pdf>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[3] PIRAMIDE DE LA AUTOMATIZACION, [Página de Internet]
<http://www.uhu.es/antonio.barragan/book/export/html/125>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[4] AUTOMATAS PROGRAMABLES, [Página de Internet]
<http://www.esi2.us.es/~fabio/TransASP.pdf>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[5] SISTEMA SCADA, [Página de Internet]
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10020/2/PARTE%202.pdf>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[6] TWIDOSUITE, [Página de Internet] <http://www.schneider-electric.com/download/es/es/details/24851494-Twido-Suite-V2314/?reference=Twido-Suite-V2314>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[7] WONDERWARE SISTEMA DE SUPERVISION, [Página de Internet]
<http://www.wonderware.es/>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[8] "WONDERWARE DATA HISTORIAN", [Página de Internet]
<http://www.wonderware.es/contents/WonderwareDataHistorian.asp>. (En Línea).
[Consulta: 2013-02-10]

[9] EDITOR DE MODELO DE MANUFACTURA, [Página de Internet]
http://www.wonderware.es/Contents/Images/historian_main_lg.jpg. (En Línea).
[Consulta: 2013-02-10]

[10] PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE), [Página de Internet]
<http://www.elec serrano.com.ar/schneider/plc/index.php>. (En Línea).
[Consulta: 2013-02-10]

[11] SENSORES FOTOELECTRICOS, [Página de Internet]
<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>. (En Línea).
[Consulta: 2013-08-10]

[12] SENSOR ÓPTICO, [Página de Internet]
<http://oceancontrols.com.au/images/P/pes-001.jpg>. (En Línea).
<http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/infrarrojo.html>. (En Línea).
[Consulta: 2013-08-10]

[13] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. ESTRUCTURA PROCESO PRELAVADO, LAVADO, CEPILLADO Y CLASIFICADO DE LA UCHUVA. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería de Electrónica. Mayo 9 de 2014

[14] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Banda transportadora. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[15] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Cilindro eje de la Banda. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[16] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Banda con canjilones. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[17] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Tolva 1 “almacenamiento de la uchuva”. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[18] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Tolva2. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[19] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Tolva3. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[20] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Clasificadora de uchuva. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[21] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Cilindro tipo malla. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[22] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Base de la clasificadora. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[23] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Cajas almacenadoras de uchuvas. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[24] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L. Resorte. Jorge Armando. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[25] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Base y tanque almacenamiento del agua. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[26] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Base de aspersores “prelavado”. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[27] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Base de cepillos y aspersores “lavado y cepillado”. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[28] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Sistema de riego. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[29] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Aspersores. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[30] PROCESO DE RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCION DE UCHUVA Y GUAYABA EN COLOMBIA, [Página de Internet]
[http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/UCHUVA.HTM_\(En Línea\).](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/UCHUVA.HTM_(En Línea).)
[Consulta: 2014-03-03]

[31] FUENTE DE ALIMENTACIÓN, [Página de Internet]
<http://www.electronica-basica.com/fuente-de-alimentacion.html>. (En Línea).
[Consulta: 2013-02-10]

[32] ESQUEMA BASICO CONVERSION DE TENSION AC A TENSION DC,
[Páginas de Internet]
http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/electronica/contenido/electronica/Tema4_Falimentac.pdf. (En Línea).
[Consulta: 2013-02-10]

[33] COMPONENTES BASICOS DE LA FUENTE REGULADA, [Página de Internet] <http://www.electronica-basica.com/fuente-de-alimentacion.html>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[34] GUZMAN S, FABIO., APUNTES DE CLASES ELECTRONICA III, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería de Electrónica.

[Consulta: 2013-02-10]

[35] CARACTERISITICAS DEL SENSOR LS18D-40P, [Página de Internet] <http://oceancontrols.com.au/PES-007.html>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[36] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Inventario de dispositivos electrónicos. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[37] RODRIGUEZ PENNIN, Aquilino. Sistema SCADA: Sistema de Visualización Industrial. Barcelona, Marcombo, 2006. 476p.

[38] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. PLC Telemecanique TWDLCAE40DRF. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[39] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Modelo del Controlador. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[40] PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE) TWIDO TWDLCAE40DRF [Página de Internet], <http://www.elmatik.ee/info/kasutusjuhendid/TWIDO%20Hardware%20Reference%20Guide%20V2.5.pdf>. (En Línea). [Consulta: 2013-02-10]

[41] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Circuito de potencia del proceso. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[42] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Graficet del proceso prelavado, lavado, cepillado y clasificado de la uchuva. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[43] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Conexiones de las Entradas del proceso en TWIDO TWDLCAE40DRF Bucaramanga. Marzo 3 de 2014.

[44] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Conexiones de las Salidas del proceso en TWIDO TWDLCAE40DRF Bucaramanga. Marzo 3 de 2014.

[45] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Programación en lenguaje LADDER TWIDO. Bucaramanga Marzo 3 de 2014.

[46] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Alarma visual parado del proceso. Bucaramanga. Marzo 3 de 2014.

[47] WONDERWARE INTEGRACION DE APLICACIONES, [Página de Internet] <http://www.wonderware.es/contents/WonderwareEnterpriseIntegrationApplication.asp>. (En Línea).

[Consulta: 2013-02-10]

[48] PRÁCTICA 4: SISTEMAS SCADA, WONDERWARE PDF, Facultad de Ingeniería de Electrónica. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.

Marzo 3 de 2014.

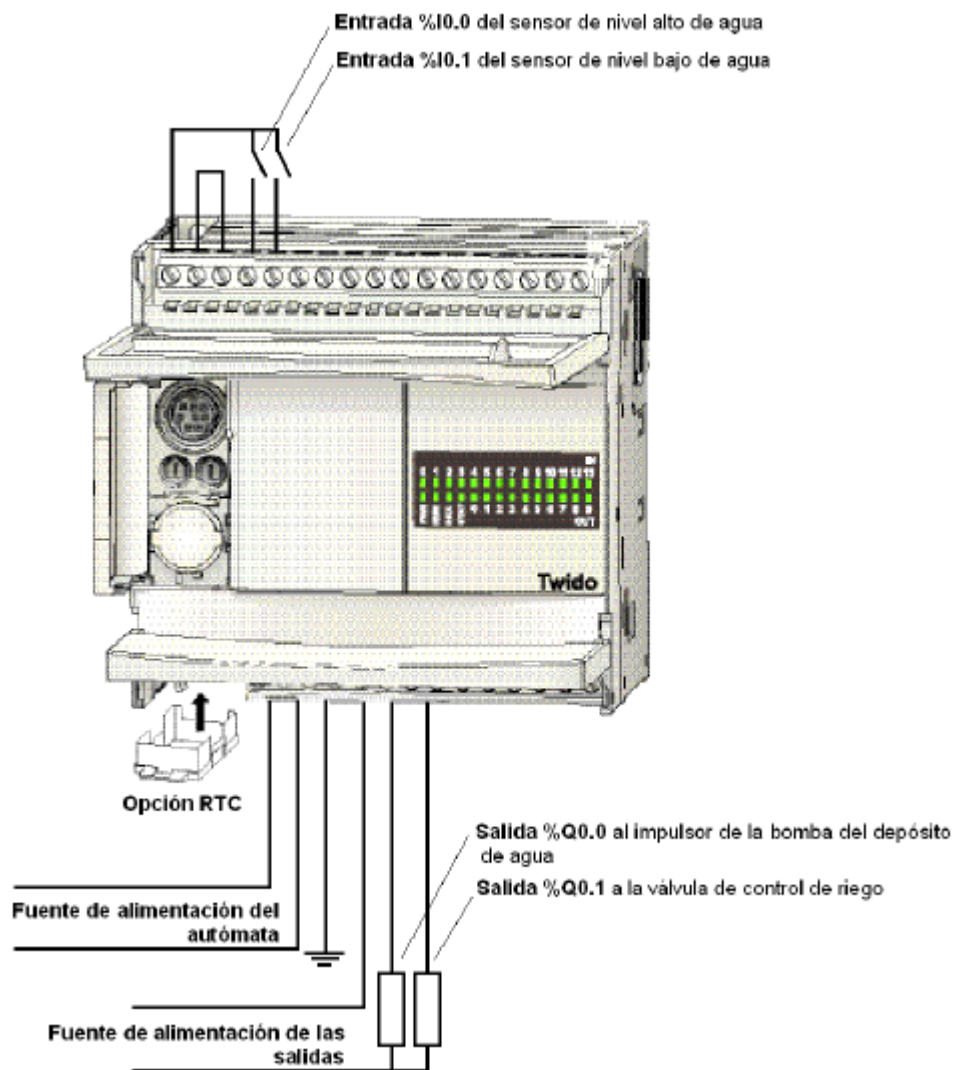
[Consulta: 2014-02-27]

[49] CARVAJAL A., Mario Andrés y MENESES L., Jorge Armando. Datos y cálculos estadísticos de producción de la uchuva. Bucaramanga. Marzo 3 de 2014.

ANEXOS

PLANO ELÉCTRICO DE CONEXIONES [44]

Las especificaciones del cableado de las E/S están esquematizadas en el siguiente diagrama:



Antes de programar la aplicación, se debe definir las especificaciones del cableado Entrada/Salida de la aplicación.

Especificaciones conexiones de entradas

ENTRADAS DEL PROCESO EN TWIDO PRELAVADO, LAVADO, CEPILLADO Y CLASIFICADO DE LA UCHUVA		
%I0.0	1PB	Inicia total el sistema
%I0.1	2PB	Parada total del sistema
%I0.2	S1	Inicia el proceso de la banda 1 y prelavado
%I0.3	S2	Acciona el funcionamiento de la banda 2, cepillos, lavado y clasificadora
%I0.4	FC1	Parado emergencia del proceso. Cajón uchuvás pequeñas se encuentra lleno
%I0.5	FC2	Parado emergencia del proceso. Cajón uchuvás mediana se encuentra lleno
%I0.6	FC3	Parado emergencia del proceso. Cajón uchuvás grandes se encuentra lleno
%I0.7	PP	Alarma del sistema, parado emergencia del proceso.

Especificaciones conexiones de salidas

SALIDAS DEL PROCESO TWIDO PRELAVADO, LAVADO, CEPILLADO Y CLASIFICADO DE LA UCHUVA		
%Q0.2	1M	Motor de la banda 1
%Q0.3	2M	Motor de la banda 2
%Q0.4	3M	Motor de la clasificadora
%Q0.5	4M	Motor de los cepillos
%Q0.10	5M	Electrobomba 1
%Q0.7	6M	Electrobomba 2
%Q0.9	8M	Alamar visible(bombillo)

PRESUPUESTO

GASTOS GENERALES DEL PROYECTO				
ITEM	DESCRIPCION	Te	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	BANDA TRANSPORTADORA DIVIDO CON CANJILONES ESTRUCTURADA EN ACERO INOXIDABLE CON SISTEMA DE DESAGUE (UNT)	2	\$ 1.600.000	\$ 3.200.000
2	TOLVAS 1 EN ACERO INOXIDABLE PARA EL ALMACENAMIENTO DE LA UCHUVA, ESCUALIZABLE (UNT)	1	\$ 600.000	\$ 600.000
3	TOLVA 2 , TOLVA 3	2	\$ 300.000	\$ 600.000
4	SISTEMA DE CLASIFICACION POR TAMAÑO CON MOVIMIENTO DE HARADO CON TRES COMPARTIMIENTOS INDIVIDUALES (UNT)	1	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000
5	MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA ACOPLADOS PARA EL PROCESO DE AUTOMATIZACION (UNT)	4	\$ 100.000	\$ 400.000
6	ESTRUCTURA PARA DETECCION DEL VACIADO DE LOS TANQUES	2	\$ 25.000	\$ 50.000
7	FUENTE REGULADA TIPO DISCRETA	1	\$ 200.000	\$ 200.000
8	ESTRUCTURA BASE METALICA ACOPLADO AL SISTEMA DE RIEGO Y CEPILLADO (UNT)	2	\$ 400.000	\$ 800.000

9	BASE DE TANQUES DE AGUA EN ACERO INOXIDABLE	2	\$ 50.000	\$ 100.000
10	SOPORTES MOVILES PARA LAS CAJAS ALMCENADORAS CON SISTEMA DE ACTIVACION DE FINAL DE CARRERA	3	\$ 150.000	\$ 450.000
11	ELECTROVALVULAS PARA EL CONTROL DE RIEGO, PRELAVADO, LAVADO (UNT)	2	\$ 30.000	\$ 60.000
12	GASTOS EXTRAS (SOLDADURA, CABELADOS, TORNILLOS, MATERAL SINTETICO)	1	\$ 320.000	\$ 320.000
13	PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE) (UNT)	1	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
14	SENSORES (UNT)	2	\$ 150.000	300.000
15	BIBLIOGRAFIA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA (UNT) (En especie)	5	\$ 100.000	\$ 500.000
16	ADMINISTRACIÓN USO DE LABORATORIOS UPB (En especie)	1	\$ 400.000	\$ 400.000
TOTAL				\$ 11'980.000

Item del 1 - 12 costos asumidos por los estudiantes

Item del 13 - 16 costos adjudicados por la Universidad Pontificia Bolivariana