

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE VITAMINA DE
ARROZ BLANCO EN EL MOLINO ORF SA PLANTA SAN FRANCISCO ESPINAL,
TOLIMA

DUVAN DARÍO CÁRDENAS VILLANUEVA
EDWIN DANIEL VÁSQUEZ SÁENZ

“ITFIP” INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROINDUSTRIALES
PROGRAMA INGENIERA ELECTRÓNICA
ESPINAL TOLIMA
2020

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE VITAMINA DE
ARROZ BLANCO EN EL MOLINO ORF SA PLANTA SAN FRANCISCO ESPINAL,
TOLIMA

DUVAN DARÍO CÁRDENAS VILLANUEVA
EDWIN DANIEL VÁSQUEZ SÁENZ

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero electrónico

Asesor:
OSCAR ANCIZAR BERNATE PALOMAR
MSc. AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Codirector:
LIBARDO CARTAGENA YARA
MSc. EN INGENIERÍA:

“ITFIP” INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROINDUSTRIALES
PROGRAMA INGENIERA ELECTRÓNICA
ESPINAL TOLIMA
2020

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Espinal, 22 de enero de 2020

Dedicatoria:

Dedico esta tesis a Dios por abrirnos nuevos caminos y hacer que personas de buen corazón nos ayudarán en aportes para lograr que este proyecto culminará. De igual manera a nuestros padres, hermanos y amigos que siempre se encuentran presentes para brindarnos su apoyo para el logro de las metas que nos proponemos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de grado no se hubiera ejecutado sin la ayuda incondicional que proporcionaron muchas personas. En primer lugar, queremos agradecer al ingeniero Oscar Ancizar Bernate por brindarnos su apoyo y conocimientos como tutor en el desarrollo de este proyecto.

Asimismo, agradecemos a la empresa Organización Roa Florhuila S.A que colaboro en la facilitación del espacio y los equipos utilizados en las etapas de desarrollo del mismo. En especial agradecer al Ing. Jaime Andrés Jiménez que ejerce como jefe de planta y el Ing. Duvan Orlando Atehortua que ejerce como supervisor área de mantenimiento de la planta san francisco espinal.

Agradecemos a la Institución de educación superior ITFIP por permitirnos el desarrollo y la ampliación de nuestros conocimientos a través de sus profesionales capacitados con amplia experiencia y años formando personas de bien.

Finalmente, agradecer a todas las personas que de alguna forma ayudaron en la exitosa culminación de este proyecto y la orientación en distintas etapas del desarrollo del mismo.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	12
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	14
3.2 JUSTIFICACIÓN.....	14
4 MARCO TEÓRICO	16
4.1.2 TIPOS DE SEÑALES DEL PLC.....	18
4.1.3 FUNCIONAMIENTO	18
4.1.4 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	20
4.2 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE LOGO DE SIEMENS.....	22
4.2.1 ACTUALIZACIÓN.....	23
4.2.2 SOFTWARE LOGO.....	24
4.2.3 BLOQUES Y NÚMEROS DE BLOQUE	25
4.3 BOMBAS DOSIFICADORAS.....	29
4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS	30
4.3.2 APLICACIONES DE LA BOMBAS DOSIFICADORAS	31
4.3.3 MONTAJE DE LA BOMBA.....	32
4.4 SENSORES DE NIVEL	33
4.4.1 LOS CONTROLES DE NIVEL CAPACITIVO.....	34
4.4.2 LOS CONTROLES DE NIVEL POR HORQUILLA VIBRANTE.....	35
4.4.3 SENSORES CAPACITIVOS -200°C/+250°C	36

4.5 REGULADORES DE PRESIÓN	36
4.6 BOQUILLAS DE ASPERSIÓN	37
4.7 FORTIFICACIÓN DE ALIMENTOS	38
4.7.1 ELEMENTOS MECÁNICOS	39
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
5.1 MATERIALES.....	40
5.2 METODOLOGÍA.....	45
5.2.1 DISEÑO DEL PROYECTO.....	45
5.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO	47
6 DESARROLLO DEL PROYECTO	49
6.1 EJECUCION DEL PROYECTO.....	49
6.1.1 ANALISIS DEL AREA DE RABAJO	49
6.1.2 SIMULACIÓN POR SOFTWARE.....	53
6.1.3 POSIBLES OPCIONES DE DOSIFICADO DE VITAMINA.....	58
6.1.4 FABRICACION PARTES MECANICAS DEL SISTEMA DE DOSIFICADO Y ADECUACIONES ESTRUCTURALES	60
6.1.5 CIRCUITO ELECTRICO.....	69
6.2 RESULTADOS	78
6.3 CRONOGRAMA	80
CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXO 1. CARTA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO	85

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Listado de materiales. Fuente: los autores.	40
Tabla 2. Diagrama de flujo del proceso de dosificación de vitamina.	48
Tabla 3. Entradas y salidas utilizadas en el autómata LOGO.	69
Tabla 4. Cronograma de actividades.	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Reseña histórica PLC.	17
Figura 2. Ciclo de operación del PLC Siemens S7-300.	20
Figura 3. Lenguaje de programación.	21
Figura 4. Estructura de un LOGO.	23
Figura 5. Ejemplo conexión bloque OR.	25
Figura 6. Funciones básicas del LOGO.	26
Figura 7. Visualización de un bloque en el display LOGO	27
Figura 8. Asignación de numero de bloques.	28
Figura 9. Esquema de conexiones típico.	29
Figura 10. Programa en logo.	29
Figura 11. Bomba dosificadora GRUNDFOS.	31
Figura 12. Funcionamiento de la bomba.	33
Figura 13. Control de nivel capacitivo.	34
Figura 14. Sensores de nivel por horquilla vibrante.	35
Figura 15. Sensores capacitivos.	36
Figura 16. Reguladores de presión.	37
Figura 17. Metodología del proyecto.	45
Figura 18. Tablero eléctrico con partes faltantes.	49
Figura 19. Deposito de vitamina.	50
Figura 20. Boquilla de vitamina.	51
Figura 21. Tolva de remanencia.	52
Figura 22. Modelo sistema cortina cónica alternativa 1.	53
Figura 23. Simulación sistema cortina cónica alternativa 1.	54
Figura 24. Modelo sistema cortina cónica alternativa 2.	55
Figura 25. Simulación sistema cortina cónica alternativa 2.	57
Figura 26. Bandeja cónica de ensayos de dispersión del grano.	59

Figura 27. Ensayo de esparcimiento de arroz blanco.	60
Figura 28. Dispositivo aspersor de arroz y generador de cortina de arroz.	61
Figura 29. Base para la boquilla de aspersión de vitamina.	62
Figura 30. Modificaciones estructurales en la tolva de remanencia.	63
Figura 31. Bajante para cambiar.	64
Figura 32. Enrolamiento de tubería de 7" en acero inoxidable.	65
Figura 33. Fabricación tubería de 7".	65
Figura 34. Montaje del bajante y del sistema aspersor de arroz.	66
Figura 35. Placa bomba grundfos.	67
Figura 36. Mantenimiento de bomba dosificadora.	68
Figura 37. Pruebas de caudal bomba.	68
Figura 38. Esquema eléctrico 1.	71
Figura 39. Esquema eléctrico 2.	71
Figura 40. Esquema eléctrico 3.	73
Figura 41. Esquema eléctrico.	74
Figura 42. Puerta del tablero eléctrico.	75
Figura 43. Tablero eléctrico.	76
Figura 44. Tolva de remanencia para dosificación de grano entero y partido.	78
Figura 45. Aspersión de vitamina en el nuevo sistema de dosificación.	79
Figura 46. Formación de cortina de arroz en forma cónica.	79
Figura 47. Tablero eléctrico de mando automatizado.	80

RESUMEN

Mediante la elaboración del proyecto denominado AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE VITAMINA DE ARROZ BLANCO EN EL MOLINO ORF SA PLANTA SAN FRANCISCO ESPINAL, TOLIMA mejora el sistema de dosificación de vitamina en el arroz, con el fin de que sea más homogéneo. Esto se lleva a cabo mediante la mejora del sistema de dispersión, mejoramiento mecánico y la automatización del proceso haciendo uso de un controlador lógico programable LOGO de siemens para el control del ciclo. Este proyecto realiza mejoras a tres niveles, reducir el desperdicio de vitamina ocasionado con el sistema actual, aumento de la seguridad operativa ya con la automatización del proceso el control del equipo se realizará desde un área segura lejos de algún tipo de riesgo y mejora en el producto final ya que el sistema de dispersión actual, aunque cumple con los estándares de la compañía solo baña una cantidad de granos, la mejora del proceso dispersa mejor el fortificante en total de granos. Durante el desarrollo del proyecto se establece y mejora del sistema mecánico permitiendo esparcir el arroz en forma de cortina. Se mejora el sistema de aplicación de vitamina en el arroz tipo aspensor para lograr una homogeneidad. Se especifica de manera detallada el paso a paso del desarrollo del proyecto en general, al final se realiza un análisis general y se sacan conclusiones y se dan recomendaciones.

PALABRAS CLAVE: fortificación, acero inoxidable, PLC, bomba dosificadora, automatización.

1. INTRODUCCIÓN

El arroz, es el segundo cereal más cultivado a nivel mundial después del trigo y constituye la base alimenticia de más de 3.5 billones de personas¹. El arroz se cultiva en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, siendo la región asiática la mayor contribuyente en términos productivos con alrededor del 90% de la producción mundial, seguidos por África y América Latina como importantes productores y consumidores². En Colombia la producción de este grano está en 2.206.525 toneladas en el 2014. El arroz al ser un producto de bajo consumo las empresas buscan implementar estrategias para incrementar el rendimiento y garantizar la seguridad alimentaria de la creciente población mediante la adición de nutrientes a sus productos. La organización ROA FLOR HUILA S.A con más de 50 años en el mercado es la empresa más importante en el sector molinero. Según el ranking de las 5.000 empresas más grandes del país, esta compañía es la que más factura en su categoría (molería de arroz), con \$1,1 billones en el 2018¹.

La norma ISO 9001 2015 establece la mejora continua como proceso interno en las empresas certificadas, por eso la importancia de invertir en la innovación y hacer los procesos más eficientes día tras día. Es el caso de las empresas que trabajan con productos de consumo masivo, en este caso el arroz. Este proyecto presenta una mejora del proceso de fortificación del arroz mediante la automatización del mismo. Esto busca dentro de la empresa que se vea a futuro reflejado en indicadores internos de calidad donde intervienen tanto el cliente interno con el aumento de la seguridad, como el cliente externo con la mejora la calidad del producto.

¹ www.dinero.com. (8 de 8 de 2019). Obtenido de Tres empresas que inspiran son las finalistas al empresario del año: <https://www.dinero.com/pais/articulo/organizacion-roa-florhuila-alianza-team-y-casaluker-las-tres-finalistas-a-empresario-del-ano/274706>

² *Trends in global rice consumption*. Mohanty, S. 2013, Rice Today, pág. 44

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Automatizar, mejorar el proceso de aplicación del fortificante al grano de arroz blanco permitiendo el uso óptimo del fortificante y aumentando la calidad del producto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el circuito electrónico para todo el proceso de dosificación de vitaminas.
- Establecer el sistema mecánico que permita esparcir el arroz en forma de cortina circular sin quebrar el arroz.
- Modificar el sistema de aspersion del fortificante el cual se realiza por medio de una bomba dosificadora.
- Programar el controlador que se va a utilizar mediante el software, y realizar montaje del sistema electrónico.
- Fabricar piezas del sistema mecánico en acero inoxidable, realizar montaje del sistema mecánico en función del sistema electrónico.
- Puesta en marcha de los diferentes sistemas, evidenciar mediante la observación que no se presenten desperdicios y que el montaje cumpla su función.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En todas las organizaciones la mejora continua es una consigna para competir en el mercado, la adición de fortificante en el arroz es un avance que ofrecer a los consumidores nutrientes adicionales. En el molino ORF SA planta San Francisco Espinal, por requerimiento de jefatura solicitan intervenir el sistema de fortificación de arroz, mejorándolo o re-potencializándolo para que el producto final siga cumpliendo con los estándares de calidad de la organización de una manera más funcional y eficiente, debido a que el sistema de dispersión actual no garantiza una aplicación homogénea del fortificante a todo el arroz, produce desperdicios de la vitamina y presenta riesgo de accidentalidad y de contaminación debido a que es un proceso manual. Por estos motivos nos planteamos la siguiente incógnita: ¿si automatizamos el proceso, mejoramos el sistema de aplicación de fortificante haciéndolo más eficiente, reduciendo desperdicios, la calidad del producto final se mantendrá dentro de los estándares de calidad permitidos por la compañía?

3.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad con el desarrollo de las nuevas tecnologías y la gran demanda de producto en el sector agroindustrial la empresa se ha visto en la necesidad de modernizarse optimizar procesos mejorarlos y hacerlos más eficientes, evitando desperdicios y reduciendo costos de producción. La actualización de los métodos tradicionales se ha vuelto una necesidad es el caso de la Organización Roa Flor Huila SA, que busca mejorar el proceso de dosificación de la vitamina al producto final; debido a que el sistema actual presenta riesgos de posible contaminación

biológica, riesgos operativos debido a que el proceso se hace de forma manual y no es un proceso de dispersión que garantice una homogeneidad. Con la automatización de este proceso se garantiza que producto que cumpla todos los estándares de calidad, se reduce los desperdicios de fortificante, se reduce el riesgo de seguridad humana y se logra que la dosificación sea más homogénea en el arroz.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)

Es un autómata programable básicamente es una computadora utilizada en la ingeniería electrónica y automatización para mejorar procesos obsoletos, automatizándolos. Su uso está dirigido a todas las áreas de la ingeniería cuando se tienen un área hostil de trabajo, bandas transportadoras, controladores de nivel, sistemas de dosificación, atracciones mecánicas.

AP (Autómata programable = PLC (programmable logic controller)

A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

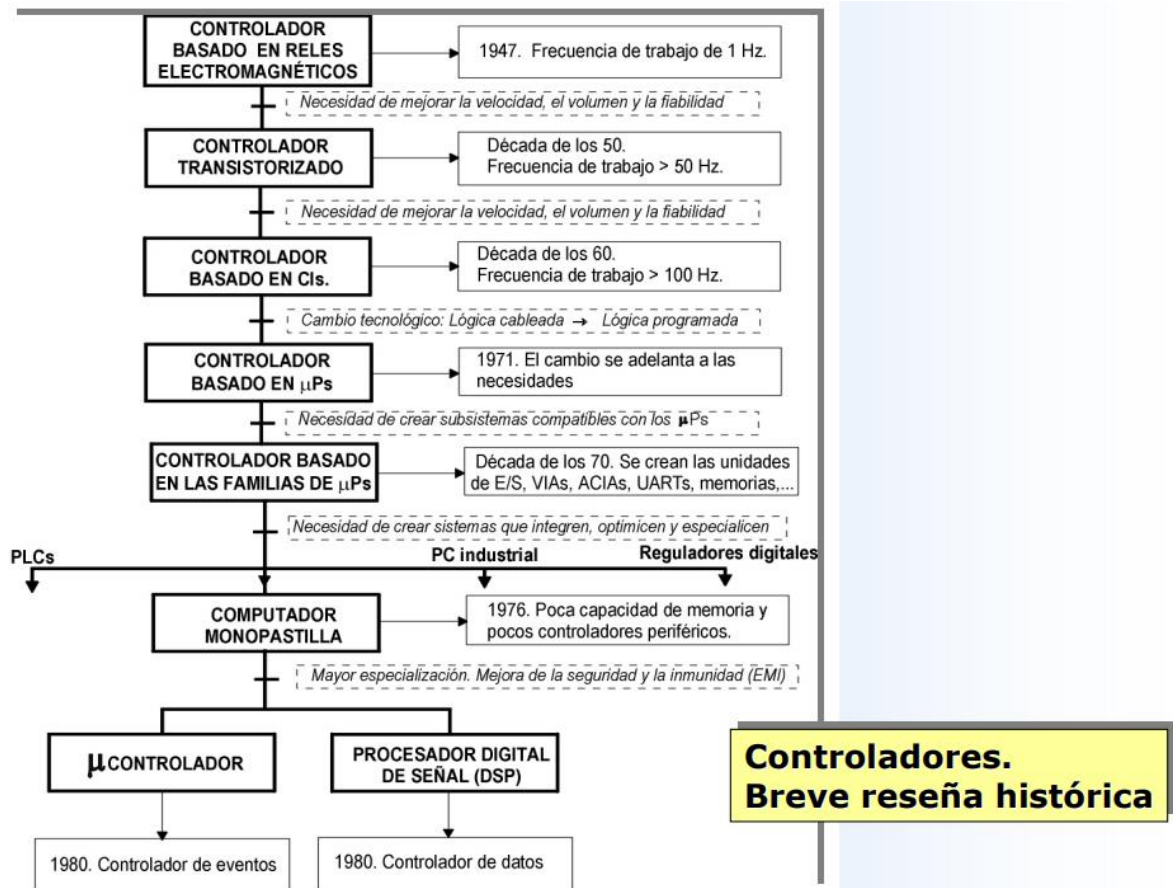


Figura 1. Reseña histórica PLC. Fuente: Mateos, Felipe. Sistema de Automatizado PLC's). Universidad de Oviedo. 2001, pág. 24.

Los AP surgen alrededor del año 1969 como respuesta a la necesidad de la industria de contar con cadenas de producción automatizadas, con el objetivo de evolucionar de igual forma las técnicas de producción, reducir costos de producción y tiempos. Así mismo la facilidad de generar productos de alto nivel como lo son vehículos, maquinaria industrial, aviones, entre otros. En figura 1 se puede observar una breve historia de los controladores a través del tiempo.

4.1.2 TIPOS DE SEÑALES DEL PLC

Un PLC recibe y transfiere señales eléctricas para representar así variables físicas finitas que pueden ser temperatura, presión, humedad, entre otras. De este modo es necesario incluir en el SM (módulo de señal) un convertidor de señal para recibir y cambiar los valores a variables físicas. Los tipos de señales son:

- señales binarias: señal de un bit con dos valores posibles (“0” – nivel bajo, falso o “1” – nivel alto, verdadero), que se codifican por medio de un botón o un interruptor
- Señales digitales: se trata de una secuencia de señales binarias, consideradas como una sola. Cada posición de la señal digital se denomina un bit.
- Señales analógicas: son aquellas que poseen valores continuos, es decir,
- consisten en un número infinito de valores (ej. en el rango de 0 – 10 V).
- Hoy en día, los PLCs no pueden procesar señales analógicas reales.

4.1.3 FUNCIONAMIENTO

Para que un PLC (controlador lógico programable pueda procesar y controlar cualquier sistema) es necesario previamente programarlo para la función deseada, para programarlo es necesario el uso de un software dependiendo de la marca del dispositivo, así mismo se requiere de un alto conocimiento en la programación industrial para poder realizar la labor.

Un PLC funciona cíclicamente, como se describe a continuación

1 Cada ciclo comienza con un trabajo interno de mantenimiento del PLC como el control de memoria, diagnóstico etc. Esta parte del ciclo se ejecuta muy rápidamente de modo que el usuario no lo perciba.

2 El siguiente paso es la actualización de las entradas. Las condiciones de la entrada de los mensajes se leen y convierten en señales binarias o digitales. Estas señales se envían a la CPU y se guardan en los datos de la memoria.

3 Después, la CPU ejecuta el programa del usuario, el cual ha sido cargado secuencialmente en la memoria (cada instrucción individualmente). Durante la ejecución del programa se generan nuevas señales de salida.

4 El último paso es la actualización de las salidas. Tras la ejecución de la última parte del programa, las señales de salida (binaria, digital o analógica) se envían a la SM desde los datos de la memoria. Estas señales son entonces convertidas en las señales apropiadas para las señales de los actuadores. Al final de cada ciclo el PLC comienza un ciclo nuevo.

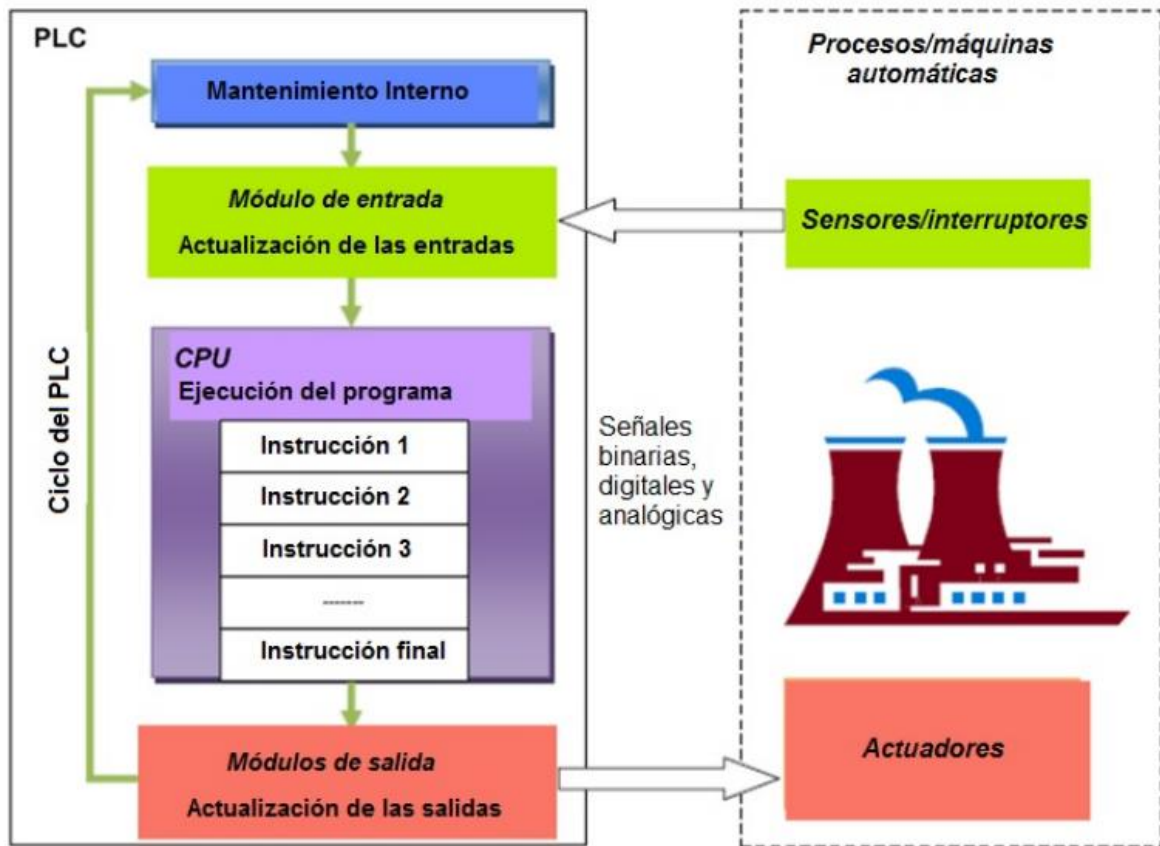


Figura 2. Ciclo de operación del PLC Siemens S7-300. Fuente: UNED. Modulo1. controladores logicos programables PLC. www.ieec.uned.es. [En línea] http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf.

4.1.4 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

- Lenguajes gráficos
 - Diagrama de escalera (“ladder diagram” LD)
 - Diagrama de bloques funcionales (“function block diagram FBD)
- Lenguajes literales

Lista de instrucciones (instruction list IL)

Texto estructurado ("structured text" ST)

La selección del lenguaje de programación depende de los siguientes factores:

1. Experiencia del programador
2. Aplicación concreta
3. Nivel de definición de la aplicación
4. Estructura del sistema de control
5. Grado de comunicación entre los departamentos de una empresa

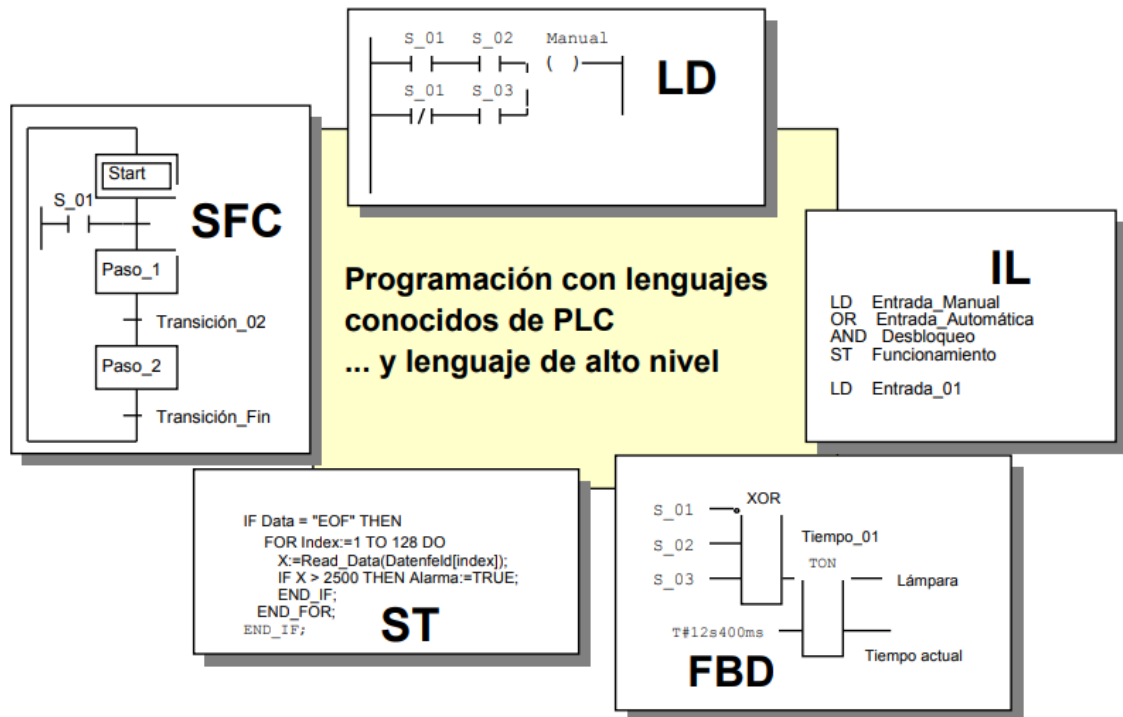
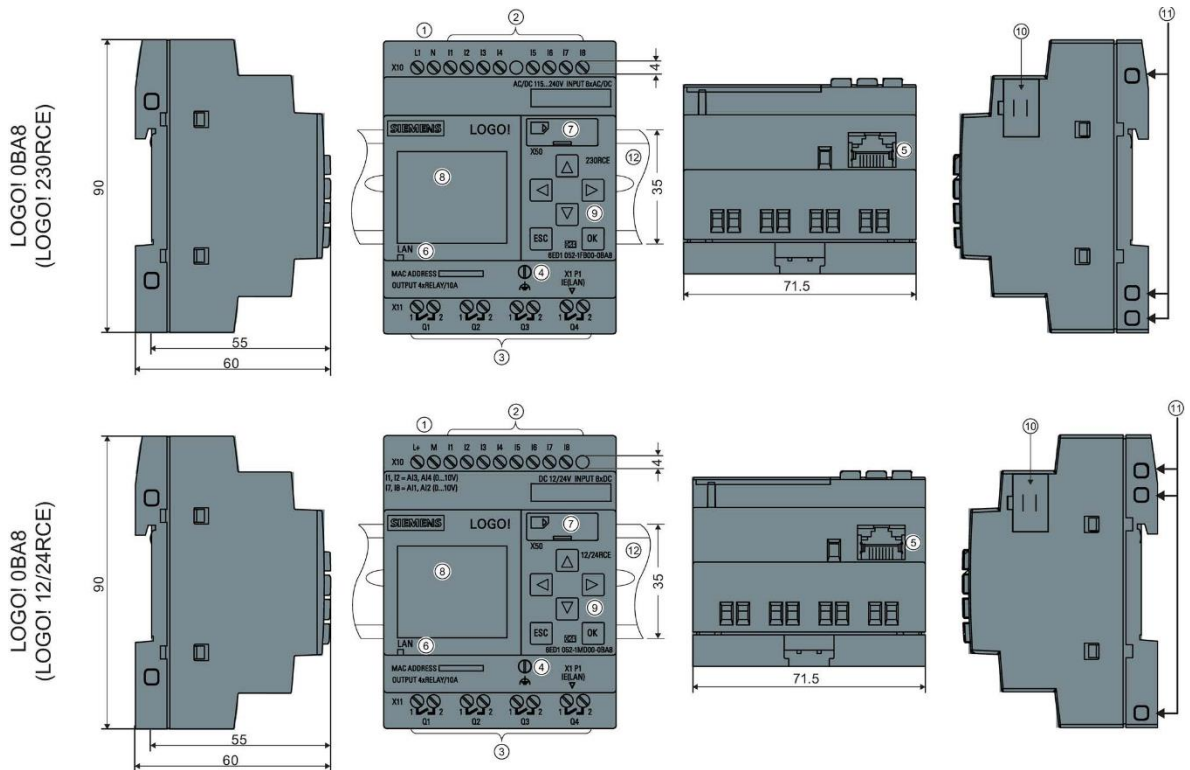


Figura 3. Lenguaje de programación. Fuente: *Mateos, Felipe. Sistema de Automatizado PLC's*. Universidad de Oviedo. 2001, pág. 26.

4.2 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE LOGO DE SIEMENS

El controlador lógico programable LOGO de Siemens es el autómatas más pequeño que fabrica la compañía Siemens, diseñado y utilizado para realizar automatizaciones domésticas o pequeñas aplicaciones industriales, no es tan complejo como un PLC y por ende su costo es más económico, tiene importantes características en cuanto a su hardware y su software en cuanto a sus salidas, además posee módulos de expansión que permiten ampliar sus conexiones y el lenguaje que usa para su programación es gráfico lo que lo hace muy fácil de aplicar. En síntesis, el LOGO es un Módulo Lógico Inteligente que permite el control de varias salidas mediante la programación de varias entradas.



① Fuente de alimentación	② Entradas
③ Salidas	④ Borne FE para conectar la toma de tierra
⑤ Interfaz RJ45 para la conexión a Ethernet (10/100 Mbits/s)	⑥ LED de estado de la comunicación Ethernet
⑦ Slot de tarjetas micro SD	⑧ LCD
⑨ Panel de control	⑩ Interfaz de ampliación
⑪ Conectores hembra de codificación mecánica	⑫ Perfil normalizado

Figura 4. Estructura de un LOGO. Fuente: *SIEMENS. LOGO Manual del producto. Nürnberg : Siemens AG, 2014.*

4.2.1 ACTUALIZACIÓN

El PLC Siemens LOGO 8 es la última versión de este dispositivo posee varias ventajas y características que lo hacen una buena elección para realizar trabajos de automatización; posee 8 entradas que van referenciadas a la fuente de alimentación, tiene 4 salidas que pueden ser por relevo o por transistor; tiene pantalla LCD o se puede encontrar sin la pantalla.

Hay PLC LOGO que se pueden conectar sin cables por redes inalámbricas conectadas a internet, de tal forma que con el teléfono móvil por medio de aplicativos se pueden programar desde cualquier lugar.

Los módulos base LOGO están disponibles para dos clases de tensión:

- Clase 1 ≤ 24 V, p. ej. 12 V DC, 24 V DC o 24 V AC
- Clase 2 > 24 V, p. ej. De 115 V AC/DC a 240 V AC/DC

4.2.2 SOFTWARE LOGO

El programa LOGO!Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC. Con el software dispondrá de las siguientes funciones:

- Una interfaz de usuario gráfica que permite crear programas offline en KOP (Esquema de contactos) o FUP (Diagrama de funciones).
- Simulación del programa en el PC.
- Creación e impresión de un esquema general del programa.
- Creación de una copia de seguridad del programa en el disco duro u otros soportes de datos.
- Comparación de programas.
- Configuración fácil de bloques.
- Transferencia del programa en ambos sentidos: De LOGO al PC y del PC a LOGO.
- Lectura del contador de horas de funcionamiento, ajuste de hora, y cambio de horario.
- Test online que permite observar los cambios de estado y las variables de proceso de LOGO o PLC en modo RUN: Estados de E/S digitales, marcas, bits de registro de desplazamiento y teclas de cursor; valores de todas las E/S analógicas y marcas, resultados de todos los bloques y Valores actuales de bloques seleccionados.
- Inicio y parada de la ejecución del programa vía el PC (cambio entre los modos RUN y STOP).
- Comunicación de red.
- Crear bloques, configuración de bloques.

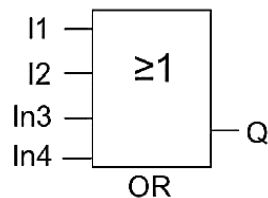
SISTEMAS OPERATIVOS COMPATIBLES CON LOGO

- Windows 7 de 32/64 bits, Windows 8 o Windows XP.
- SUSE Linux 11.3 SP3 de 32/64 bits, | 3.0.76.
- Mac OS x 10.6 Snow Leopard, Mac OS x Lion, Mac OS x MOUNTAIN LION y Mac OS x Mavericks.

4.2.3 BLOQUES Y NÚMEROS DE BLOQUE

Un bloque es una función que sirve para convertir información de entrada en información de salida. Antes era necesario cablear los distintos elementos en un armario eléctrico o una caja de bornes. Al crear el programa debe interconectar los bloques.

Los bloques más elementales son las operaciones lógicas, AND, OR, NAND, etc.



Las entradas I1 e I2 se conectan al bloque OR.
Las dos últimas entradas del bloque no se utilizan.

Figura 5. Ejemplo conexión bloque OR. Fuente *SIEMENS*. LOGO Manual del producto. *Nürnberg* : *Siemens AG*, 2014.

Estas funciones especiales son mucho más eficientes:

- Relé de impulsos.
- Contador adelante/atrás.
- Retardo a la conexión.
- Tecla programable.

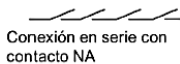
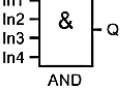
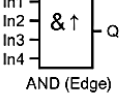
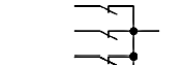

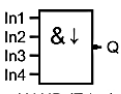
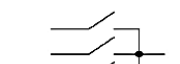

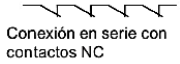

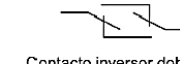
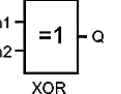
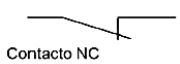
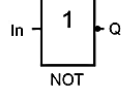
Visualización en el esquema de conexiones	Visualización en LOGO!
 <p>Conexión en serie con contacto NA</p>	 <p>AND</p>
	 <p>AND (Edge)</p>
 <p>Conexión en paralelo con contactos NC</p>	 <p>NAND</p>
	 <p>NAND (Edge)</p>
 <p>Conexión en paralelo con contactos NA</p>	 <p>OR</p>
 <p>Conexión en serie con contactos NC</p>	 <p>NOR</p>
 <p>Contacto inversor doble</p>	 <p>XOR</p>
 <p>Contacto NC</p>	 <p>NOT</p>

Figura 6. Funciones básicas del LOGO. Fuente: *SIEMENS*. LOGO Manual del producto. *Nürnberg* : *Siemens AG*, 2014.

La figura número 7. Se muestra una vista típica del display integrado en el LOGO. Solo puede representarse un bloque en cada caso. De forma estándar se muestra el número de bloque en la parte superior del display si no se es asignado ningún nombre a dicho bloque. Los números de bloque ayudan a comprobar la estructura del circuito, se puede asignar un número de bloque personalizado o un nombre como se muestra en la figura 7.

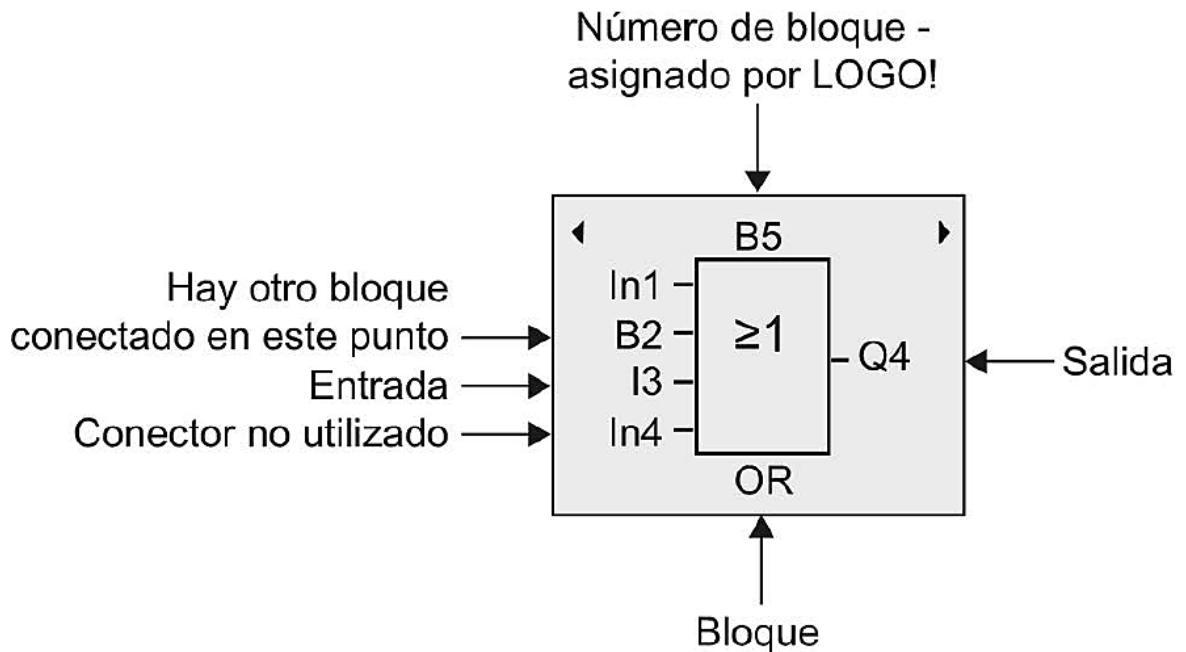


Figura 7. Visualización de un bloque en el display LOGO. Fuente: *SIEMENS LOGO Manual del producto. Nürnberg : Siemens AG, 2014.*

Prácticamente cualquier bloque puede conectarse con una entrada del bloque actual por medio de su número. Ello permite reutilizar los resultados intermedios de las operaciones lógicas u otras operaciones, ahorrar trabajo y espacio de memoria,

así como proporcionarle mayor claridad al diseño del circuito. Sin embargo, para poder hacerlo debe saber qué nombres ha asignado LOGO a los bloques.

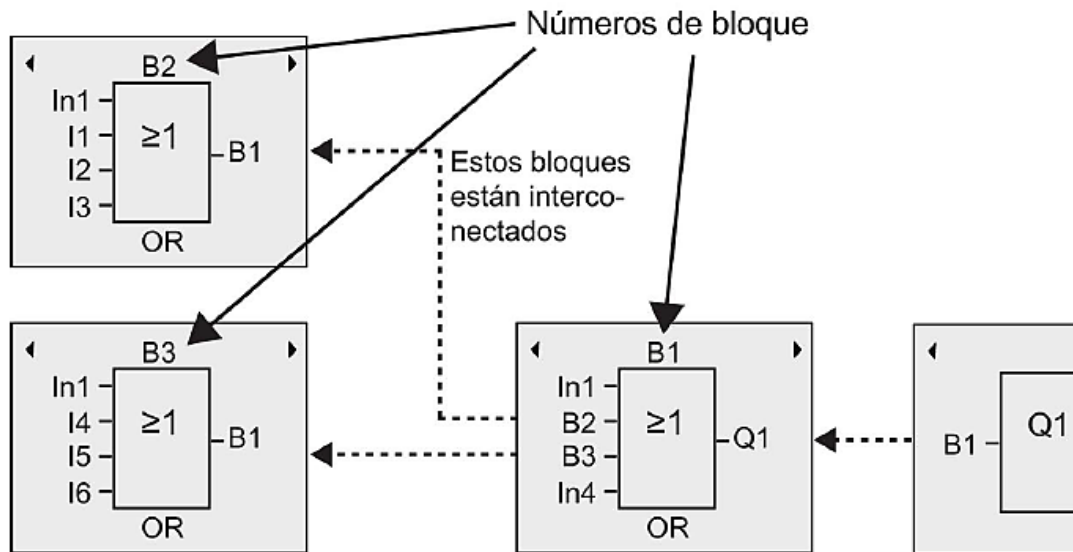
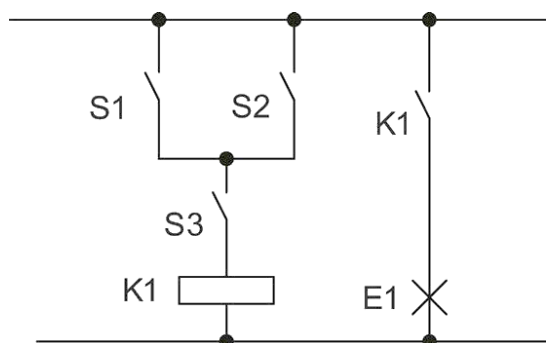


Figura 8. Asignación de numero de bloques: Fuente: *SIEMENS. LOGO Manual del producto. Nürnberg : Siemens AG, 2014.*

Esquema de conexiones al programa LOGO SOFT

En la siguiente figura se muestra un esquema normal de conexiones típico que representa la lógica de un circuito:



Los interruptores (S1 o S2) y S3 activan el relé K1 y conectan la carga en E1.

Figura 9. Esquema de conexiones típico. Fuente: *SIEMENS. LOGO Manual del producto. Nürnberg : Siemens AG, 2014.*

Después de crear el circuito en el software logo se debe hacer una interconexión de bloques y conectores según lo muestra el manual, quedando como se muestra en la siguiente gráfica.

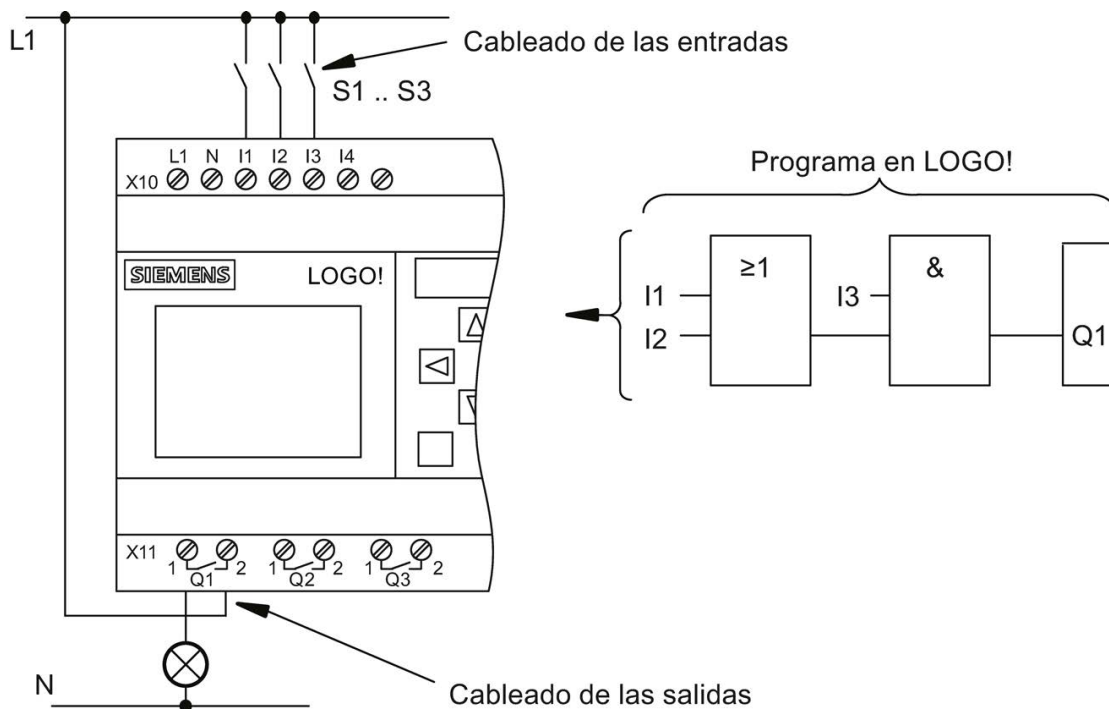


Figura 10. Programa en logo. Fuente: *SIEMENS. LOGO Manual del producto. Nürnberg : Siemens AG, 2014.*

4.3 BOMBAS DOSIFICADORAS

Una bomba dosificadora es un tipo de bomba cuyo objetivo es inyectar algún tipo de fluido, químico como agua, alcoholes, combustible. Las bombas suelen inyectar el fluido en pequeñas proporciones de acuerdo al proceso utilizado, así mismo estos

dispositivos proveen un caudal preciso y una presión constante durante su funcionamiento.

Una bomba dosificadora siempre debe permitir el ajuste del caudal de una manera lineal y su diseño debe garantizar la reproductividad, la repetitividad y la presión del volumen desplazado.

La bomba dosificadora está compuesta por lo general de una membrana autocebante. Consiste en una carcasa con un motor de pasos y sistema Electrónico, un cabezal dosificador con membrana y válvulas.

4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS

- Entrada óptima incluso con líquidos desmasificados, ya que la bomba siempre trabaja al volumen completo de aspiración de la carrera.
- Dosificación continua, ya que el líquido es aspirado con una carrera de aspiración corta, independientemente del caudal actual dosificado, y dosifica con la carrera más larga posible. La figura 11 tenemos como ejemplo la bomba GRUNDFOS que permite que cumpla con estas características de dosificado.



Figura 11. Bomba dosificadora GRUNDFOS. Fuente: *GRUNDFOS. SMART Digital S - DDE, Instrucciones de instalación y mantenimiento. s.l. : Grundfos Holding A/S, 2017*

4.3.2 APLICACIONES DE LA BOMBAS DOSIFICADORAS

La bomba es adecuada para líquidos no abrasivos, no inflamables y no combustibles en estricta conformidad con las instrucciones de instalación y funcionamiento de la bomba en cuestión.

Las diferentes aplicaciones son:

- Tratamiento de agua potable
- Tratamiento de aguas residuales
- Tratamiento de agua de piscinas
- Tratamiento de agua de calderas
- CIP (Limpieza in situ)

- Tratamiento de agua de refrigeración
- Tratamiento de agua de procesos
- Plantas de lavado
- Industria química
- Procesos de ultrafiltración y ósmosis inversa
- Riego
- Industria papelera
- Industrias alimentaria y de bebida.

4.3.3 MONTAJE DE LA BOMBA

La bomba de dosificación tiene una placa de fijación, la placa de fijación puede montarse verticalmente, por ejemplo, en una pared, u horizontalmente, como en un tanque. La bomba ofrece diferentes opciones de instalación. En la figura 12, la bomba está instalada con una tubería de aspiración, un interruptor de nivel y una válvula multifunción en un tanque.³

³ **GRUNDFOS. 2017.** *SMART Digital S - DDE, Instrucciones de instalación y mantenimiento.* s.l. : Grundfos Holding A/S, 2017



Figura 12. Funcionamiento de la bomba. Fuente: *GRUNDFOS. SMART Digital S - DDE*, Instrucciones de instalación y mantenimiento. *s.l. : Grundfos Holding A/S, 2017*

4.4 SENSORES DE NIVEL

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente. Importante para el control de procesos en muchas industrias, los Sensor de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensor de nivel se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo.

4.4.1 LOS CONTROLES DE NIVEL CAPACITIVO

Son ampliamente utilizados donde es necesario controlar el nivel de sustancias tanto sólidas como líquidas también no conductoras. Son especialmente utilizados para controlar el nivel en los silos para cereales y forrajes, en fábricas de piensos, fábricas de pasta y en la industria alimentaria en general, en el transporte, la dosificación, almacenamiento y tratamiento de materias plásticas, fundiciones y cementeras. Están suministrados en versión a sonda con carcasa de aluminio y electrodos a asta o cable de acero de diferentes longitudes recubiertos de teflón, además de la gama de sensores capacitivos a intervención instantáneo o temporizado.⁴



Figura 13. Control de nivel capacitivo. Fuente: *AECO*. www.aecosensors.com.
www.aecosensors.com. [En línea]

⁴ *AECO*. www.aecosensors.com. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2020.]
https://www.aecosensors.com/index.cfm?fuseaction=prodottiCatPadre&id=2&t=%2Faeco-level-controls%2F&languageID=ES&CFID=7029701&CFTOKEN=ffcdbc22c9a4c3ad-0109E8EC-952D-4AAD-2165A2F6BA1D7D1E&fbclid=IwAR3PdTnSdzygM63_TWx2swh9qUxeZ6sjJ5gSWH8XpIVto35DuGzBZp78R.

4.4.2 LOS CONTROLES DE NIVEL POR HORQUILLA VIBRANTE

Se utilizan cuando se necesita controlar el nivel mínimo o máximo de sustancias sólidas en polvo o granulares. Se utilizan para el control del nivel en silos para pienso, harina, serrín, arena, cemento, entre otros, en plantas de transporte, dosificación, almacenamiento y procesamiento de materiales plásticos u otros materiales a granel con una densidad superior a 30 g/litro y una granulometría máxima de 8 mm, en fundiciones y cementeras. Estos controles resultan adecuados para su utilización en contacto con alimentos. Su funcionamiento se basa en la activación de una horquilla vibratoria cuyas dos varillas se activan mediante una fuente piezoeléctrica. Cuando la horquilla vibratoria entra en contacto con el material que se quiere controlar, la oscilación se amortigua, y esta reducción de la vibración se detecta electrónicamente al generar una señal de conmutación. La utilización de estos equipos es sencilla y no necesita mantenimiento.



Figura 14. Sensores de nivel por horquilla vibrante. Fuente: Control de nivel capacitivo. AECO. www.aecosensors.com. [En línea]

4.4.3 SENSORES CAPACITIVOS -200°C/+250°C

Son sensores utilizados en zonas de alta temperatura que pertenecen a la familia de los sensores capacitivos tradicionales, con la única diferencia de que la parte electrónica se separa completamente del sensor de detección que es resistente a temperaturas de -200°C a +250°C. Estos dispositivos se utilizan para el control de nivel de materiales calientes tales como líquidos, aceites, polvos y gránulos de plástico. También detectan objetos metálicos sólidos y no metálicos posicionados en áreas de alta temperatura.



Figura 15. *Sensores capacitivos. Fuente: Control de nivel capacitivo AECO. www.aecosensors.com. [En línea]*

4.5 REGULADORES DE PRESIÓN

Los reguladores de presión son aparatos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante aguas abajo de los mismos. Este debe ser capaz de mantener la presión, sin afectarse por cambios en las condiciones operativas del proceso para el cual trabaja. La selección, operación y mantenimiento correcto de

los reguladores garantiza el buen desempeño operativo del equipo al cual provee el gas.⁵

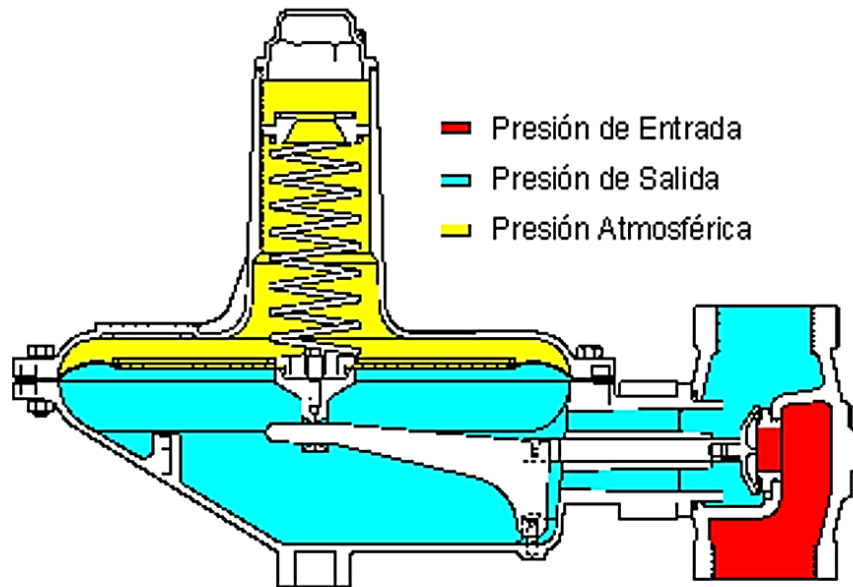


Figura 16. Reguladores de presión. Fuente: Rendon, Jorge Gregorio. Reguladores de presión. <http://www.oilproduction.net/files/Reguladoresdepresion.pdf>. [En línea] 13 de 12 de 2006.

4.6 BOQUILLAS DE ASPERSIÓN

Es un mecanismo mediante el cual el agua o cualquier otro fluido o la mezcla de un líquido con productos químicos, o líquidos viscosos, sometidos a presión, se

⁵ Rendon, Jorge Gregorio. 2006. Reguladores de presión. <http://www.oilproduction.net/files/Reguladoresdepresion.pdf>. [En línea] 13 de 12 de 2006. [Citado el: 05 de 01 de 2020.] <http://www.oilproduction.net/files/Reguladoresdepresion.pdf>

convierten en gotas menudas que se esparcen uniformemente sobre una superficie indicada o un terreno o sobre algún tipo de material de forma similar a la lluvia. Dependiendo del uso se selecciona la boquilla, sea una boquilla de cono lleno para lavar un filtro, para enfriar una banda transportadora o para protección contra químicos; una boquilla de atomización con aire para acondicionamiento de gases; una boquilla lavadora de tanques para limpiar los tanques de almacenamiento o una boquilla que asperje los líquidos viscosos⁶.

4.7 FORTIFICACIÓN DE ALIMENTOS

Debido a que el arroz es un alimento básico importante en muchos países donde la carencia de vitamina A es alta, la fortificación del arroz con Vitamina A tiene el potencial de ser una estrategia efectiva de salud pública para aumentar el consumo de vitamina A. El predominio de molinos en los países productores de arroz ayuda a la ejecución de programas de fortificación que utilizan el arroz como vehículo alimentario.

La fortificación de los granos de arroz presenta varios desafíos técnicos. Una manera de lograrlo, es como se hace en los Estados Unidos, recubriendo el grano con una formulación apropiada. Otra forma es mezclar arroz con grano extruido que contiene una alta concentración de hierro entre los granos normales del arroz (generalmente con una razón de 1:200).

⁶ SpayingSystemsCo. Boquillas de aspersion para aplicaciones especiales. www.spray.com.mx. [En línea] [Citado el: 25 de 12 de 2019.] https://www.spray.com.mx/Assets/MX/cat70m-es_k.pdf

4.7.1 ELEMENTOS MECÁNICOS

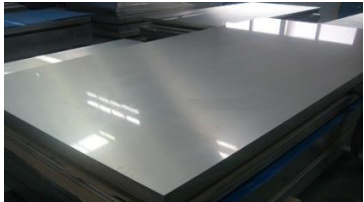

Los sistemas mecánicos son piezas que permiten la distribución de forma eficiente del producto, estos tienen que ser en acero inoxidable y su diseño tiene que permitir que el termine su recorrido sin presentar problemas de fracturas o atascamientos. Los elementos mecánicos como silos, tuberías, tienen que proporcionar un flujo continuo del producto o caudal, este vendrá determinado por la capacidad de producción de la planta la cual establecerá el diámetro y la capacidad de los elementos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES



Los materiales que usaron en el desarrollo del proyecto se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 1. Listado de materiales. Fuente: los autores.


ARTICULO	DESCRIPCION	IMAGEN
Láminas de acero	<ul style="list-style-type: none">• Resiste la corrosión• Resistencia mecánica• Visualmente atractivo• Es un material versátil Durabilidad	
Logo siemens V8	<p>Los nano-PLCs Logo! 8 de Siemens son los módulos lógicos inteligentes para proyectos de automatización a pequeña escala</p> <p>El LOGO! 8 incluye una pantalla más grande, completas opciones de comunicación a través de Ethernet, un servidor web integrado y salidas adicionales en los módulos digitales y analógicos. La pantalla de 6 líneas con 16 caracteres por línea, admite el doble de caracteres en cada mensaje de texto ofreciendo mensajes de texto más detallados</p>	

<p>Módulo de expansión V8</p>	<p>Permite ampliar el número de entradas y salidas de PLC cuando la capacidad de este no cumple con los requerimientos.</p>	
<p>Tubos flexibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aire comprimido • Vacío • Agua <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poliamida • Cloruro de polivinilo • Alcano de perfluoro alcóxido • Polietileno • Poliuretano • Se encuentran en diferentes diámetros 4,6,8,10,12 	 <p>Fuente= https://www.festo.com/cat/es-co_co/products_071000</p>
<p>Regulador de presión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador de presión MS Para aplicaciones estándar y soluciones para aplicaciones específicas. • Máxima diversidad con la funcionalidad más moderna. • Sistema modular de conexión para montar y desmontar rápidamente. • Cinco tamaños con caudales elevados y dimensiones reducidas. 	 <p>Fuente:https://www.festo.com/cat/es-co_co/products_030000</p>

Racor neumático	<p>Es un componente utilizado en los sistemas neumáticos para realizar la interconexión de sus elementos tales como cilindros, válvulas, unidades de mantenimiento, entre otros. Su uso principal es para aire comprimido, pero en algunas ocasiones se pueden utilizar con algunos otros fluidos.</p>	 <p>Fuente: https://www.festo.com/cat/es-co_co/products_071000</p>
Electroválvulas 2/2 normalmente cerrada	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión: 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1" • Rosca G o NPT • Gama de presión: 0,5 a 40 bar • Accionamiento eléctrico • Tensión: 24 V DC, 110 V AC, 230 V AC • Válvula de cierre de 2/2 vías (NC) • Material de junta NBR, FKM • Para controlar fluidos gaseosos y líquidos en circuitos abiertos. 	 <p>Fuente = https://www.festo.com/cat/es-co_co/products__65402</p>
BOMBA GRUNDFOS DDE	<p>Aun siendo el más económico de todos, el modelo DDE goza de todas las ventajas de la tecnología Digital Dosing, como un coeficiente de reducción máximo de 1: 1000 y capacidad de dosificación homogénea y continua. Se trata de un modelo que puede reemplazar una amplia variedad de modelos existentes con caudales de</p>	

	<p>dosificación comprendidos entre 0.006 y 6 l/h. El caudal se ajusta empleando una escala logarítmica que oscila entre el 0.1 y el 100 %. El sencillo control por pulsos, la función de parada externa y la señal de nivel de vacío con los que cuenta el modelo lo convierten en un equipo ideal para aplicaciones OEM.</p>	<p>Fuente : https://co.grundfos.com/products/find-product/smart-digital-dda-ddc-dde.html</p>
<p>Sensor capacitivo XT7C40FP262</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de proximidad capacitivo • Detección de materiales aislados • Tensión de alimentación nominal 24V a 240V AC • Distancia de detección nominal 15mm • Sensibilidad por potenciómetro 	
<p>Sensor capacitivo marca aeco SCA-300</p>	<p>Modelo: SCA-300 110/220vca Tensión de trabajo: 110-220vca Corriente: 5A 220V Salida: AC relé Material: Aluminio Grado de protección: IP65 Longitud de varilla: 300</p>	 <p>Fuente:http://ceiisa.com/sca-300-aeco-sensor-de-nivel-capacitivo-30cm-110-220vca</p>

<p>contactor eléctrico</p>	<p>Un contacto es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".</p>	 <p>Fuente: https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/diferencia-reles-contactores/</p>
<p>Relé eléctrico</p>	<p>El relé es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.</p>	 <p>Fuente: https://www.edimar.com/tiendaelectronica/industrial/reles/reles-electromecanicos/rele-omron-mks/</p>
<p>Breaker trifásico</p>	<p>Este es un dispositivo de pequeñas dimensiones, capaz de suspender el flujo de la corriente eléctrica cuando se detectan valores máximos al límite establecido. Actúa en dos ámbitos distintos, en el ámbito térmico y en el ámbito magnético. Por otro lado, el</p>	

	término trifásico hace referencia a que se trata de un dispositivo capaz de eliminar la corriente de tres hilos o fases eléctricas.	Fuente: https://nalelectricos.com.co/producto/breaker-trifasico-totalizador-riel-100-amp-taco/
Breaker bifásico		

5.2 METODOLOGÍA

El proyecto es de tipo no investigativo ya que no se emplearán variables ni de tipo cuantitativa o cualitativa. Los resultados serán basados en observaciones de funcionamiento. En proceso será evaluado por los ingenieros del área de producción de la compañía, ellos solo emitirán un resultado de aprobación o rechazo. Por normatividad interna de compañía está prohibido entregar resultados numéricos.

5.2.1 DISEÑO DEL PROYECTO

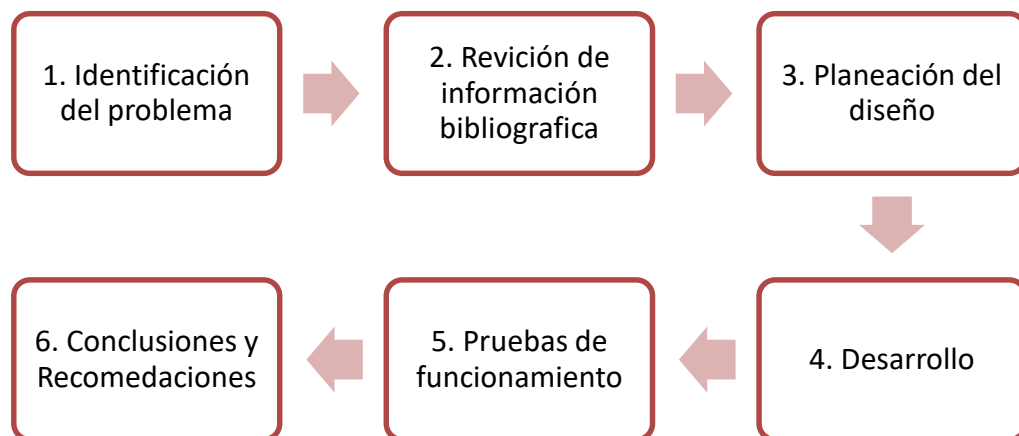


Figura 17. Metodología del proyecto. Fuente: los autores

1. Identificación del problema: Se determina la necesidad, se plantea el problema a solucionar, se realiza un planteamiento de objetivos a cumplir con el proyecto.

2. Revisión bibliográfica: En esta etapa se realiza una consulta bibliográfica que nos brindara la información necesaria que se requiere para entender cómo desarrollar los objetivos propuestos.

3. Planeación del diseño: Se planea cómo se va a atacar el problema propuesto. Como el proyecto es aplicado a un entorno específico se realiza un reconocimiento técnico del lugar. Se define diseño electrónico, diseño mecánico y materiales necesarios para la ejecución del proyecto.

4. Desarrollo: Una vez realizado planeado el diseño se procede a realizar el montaje de todo el equipo
 - Parte electrónica: Programar el controlador, simulaciones electrónicas, se realiza el montaje y se hacen pruebas eléctricas.
 - Parte Mecánica: Elaborar estructuras mecánicas, se comprueba funcionamiento mecánico mediante la observación.

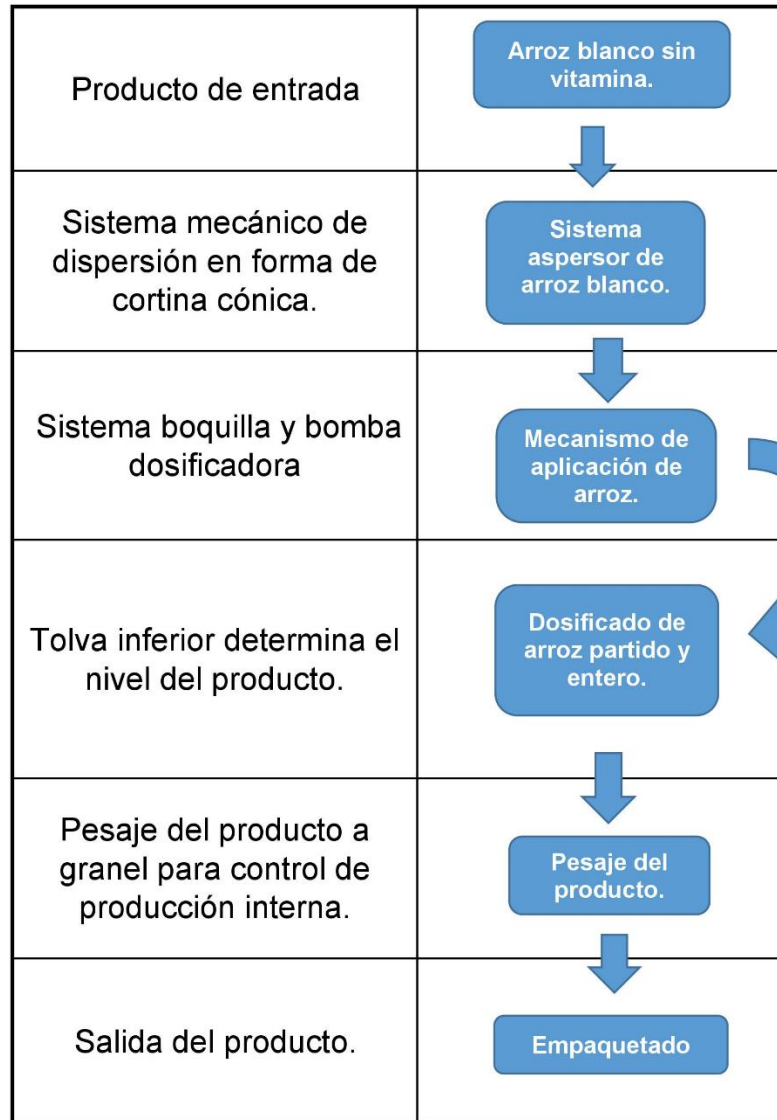
5. Pruebas de funcionamiento: Se realiza pruebas en donde se comprobará el correcto funcionamiento del proceso. Se realizará las respectivas modificaciones y ajustes si es necesario.

6. Conclusiones y recomendaciones: Se realiza la documentación pertinente que permita explicar el desarrollo del proyecto y las recomendaciones necesarias para el funcionamiento

5.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se muestra el sistema de dosificación de arroz por medio de un diagrama de flujo; este comienza con el ingreso del producto (arroz blanco), pasa por un mecanismo de esparcimiento de arroz en forma cónica, seguidamente continua al proceso de aplicación de vitamina al arroz que lo comprende una bomba dosificadora y la boquilla de dispersión. Los últimos procesos comprenden procesos internos de la compañía, el sistema de dosificación entero o partido de acuerdo a las necesidades de la compañía, pesaje del producto para control de producción y empaque del arroz como producto terminado.

Tabla 2. Diagrama de flujo del proceso de dosificación de vitamina. Fuente los autores.



6 DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 EJECUCION DEL PROYECTO

6.1.1 ANALISIS DEL AREA DE RABAJO

Iniciando con inspección del área de trabajo, encontramos que el proceso de dosificación de vitamina se hace mediante una bomba de membrana de marca grundfos predispuesta con un control electromecánico, esto debido a que el respectivo controlador PLC se averió y fue imposible recuperarlo, esto se puede apreciar en la figura 18.



Figura 18. Tablero eléctrico con partes faltantes. Fuente: los autores

Además, se encuentra como parte de la bomba su respectivo tanque de almacenamiento de vitamina, la cual dispone de la entrada de aire comprimido, la salida de aire comprimido para desfogue, la respectiva entrada de succión de vitamina y una válvula mecánica seguridad dispuesta ante posibles sobrepresiones. Podemos observar un filtro de vitamina que no permite la entrada de materiales grumosos o material gruesos a la bomba, también observamos el filtro de aire comprimido situado en un lateral del tablero eléctrico. El tanque esta encima de una báscula para el control de consumo de vitamina, este equipo es usado por el operario para tomar lecturas de consumos de vitamina con relación a las toneladas que han pasado de arroz blanco. Figura 19.

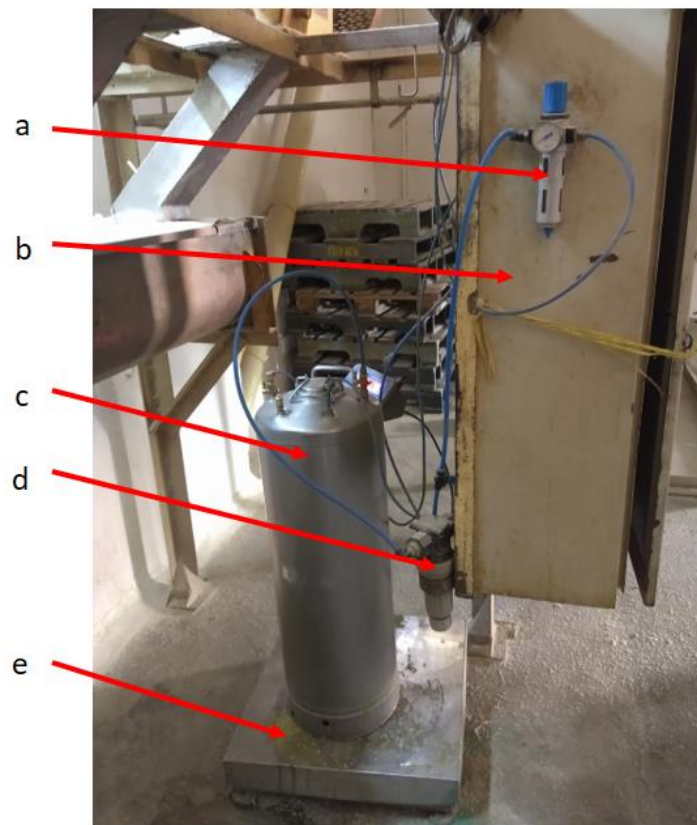


Figura 19. Depósito de vitamina, a) Filtro de aire comprimido, b) Tablero eléctrico, c) Tanque de vitamina, d) filtro de vitamina, e) báscula de la vitamina. Fuente: los autores.

Se encuentra la boquilla empotrada en una tapa de un transportador sinfín la cual los operarios se encargaba de ponerla en ese lugar; el transportador sinfín realizaba la función de homogenizar la vitamina con el producto final observamos la boquilla en la figura 20. Esta boquilla tiene la entrada de aire comprimido y la entrada del líquido que en nuestro caso es la vitamina.

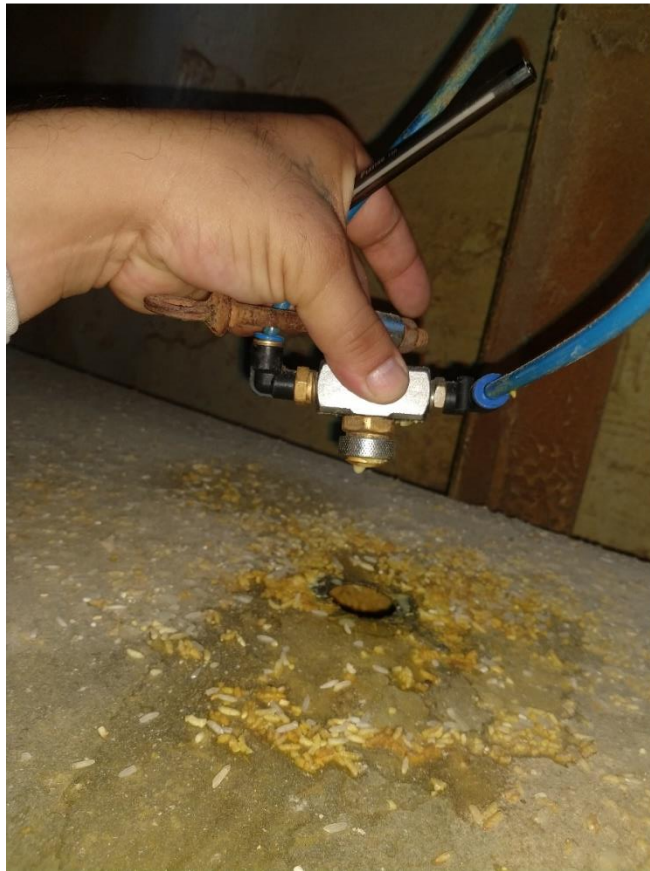


Figura 20. Boquilla de vitamina. Fuente: los autores.

Por último, se encuentra un sistema dosificador de arroz entero y de partido que va enlazado con el sistema de control electromecánico; ya que dicho sistema tiene una tolva de remanencia que cumple la función de pulmón para un dosificado más preciso de grano entero con el grano partido como lo podemos ver en la figura 21. En esta tolva se controla los niveles alto y bajo por medio de unos sensores capacitivos de bulbo, estos sensores estaban deshabilitados, y por ende los operarios eran los encargados de mantener los niveles en la tolva, una tarea ardua para los operarios ya que los mantiene en un constante contacto con el proceso, haciendo que el proceso fuera dependiente de ellos ya que si hubiese un descuido el sistema se atascaba.



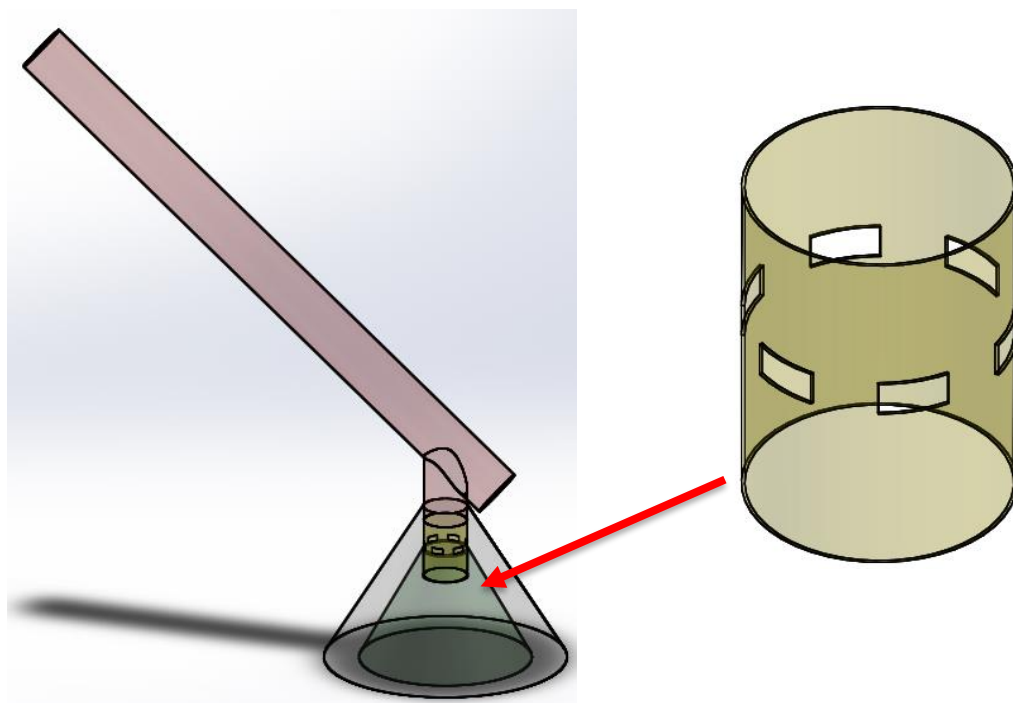
Figura 21. Tolva de remanencia. Fuente: los autores.

6.1.2 SIMULACIÓN POR SOFTWARE

Para el proceso de diseño mecánico se realizaron simulaciones por medio del Software SOLIDWORKS para determinar la forma más efectiva de crear una cortina de arroz en forma cónica. Se establecieron dos posibles alternativas, y de acuerdo a lo evidenciado en las simulaciones se eligió la que mostro mejor resultados.

6.1.2.1 ALTERNATIVA 1

En la figura 22 se puede apreciar el modelo general de la alternativa 1, figura 22 A y el dispositivo de distribución de esta alternativa figura 22 B.



A) Modelo general alternativa 1

B) Dispositivo de distribución alternativa 1.

Figura 22. Modelo sistema cortina cónica alternativa 1. Fuente: Los autores.

El dispositivo de distribución es un cono con unas aberturas en su periferia central por ahí saldría el arroz. Así mismo este modelo tiene una tubería recta y al final sobresale del bajante 10 centímetros, este diseño permitía crear un colchón de producto para que no sufriera quebraduras.

En la simulación figura 23, se puede apreciar que el flujo de material que ingresa al sistema es mayor al que sale, este hecho puede ocasionar taponamientos o roturas del producto por el posible aumento en la fuerza de caída. Se puede observar que forma una pequeña cortina en forma de cono del producto, que, aunque cumple, no es lo esperado por la disminución del caudal de salida.

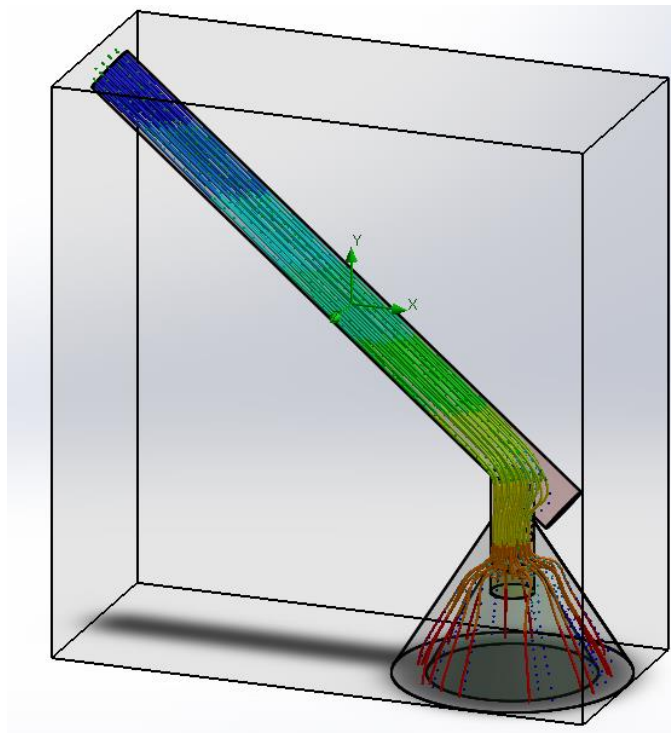
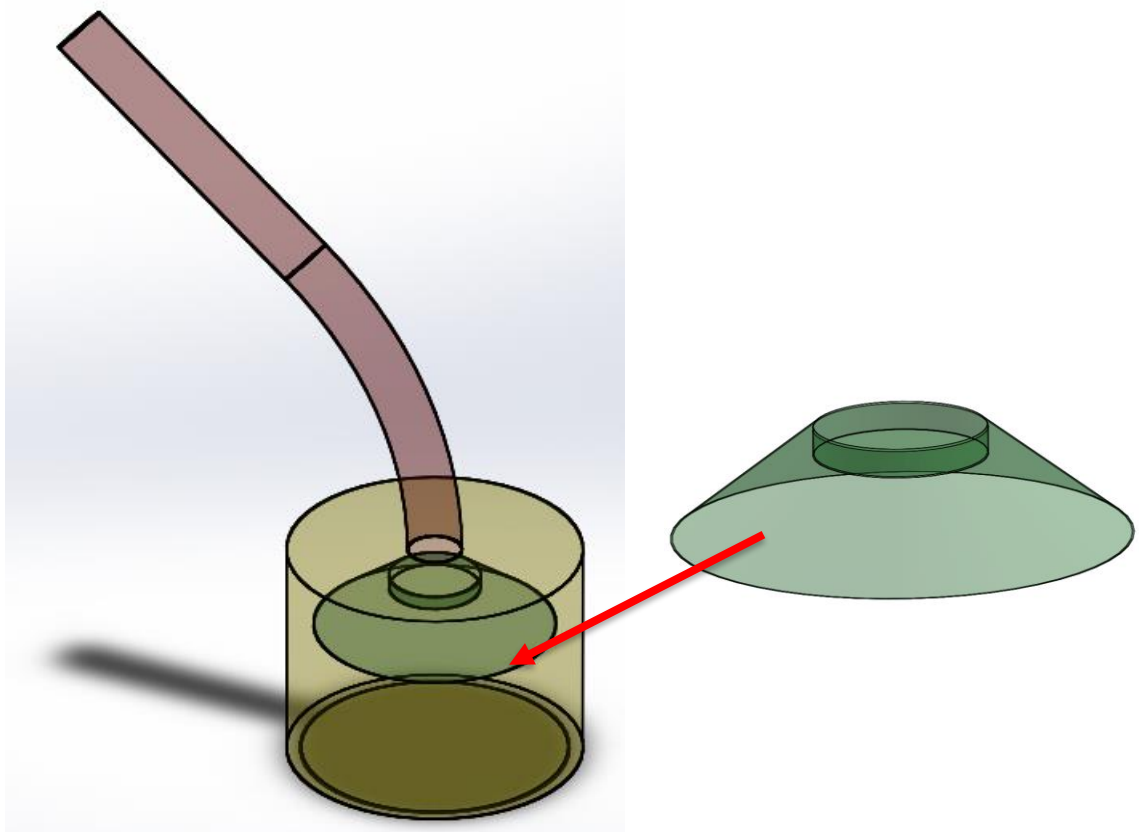


Figura 23. Simulación sistema cortina cónica alternativa 1. Fuente: los autores.

6.1.2.2 ALTERNATIVA 2

En la figura 24 A. podemos apreciar la segunda alternativa del sistema de cortina, donde utilizamos un cono con una cavidad en la parte superior en forma de tazón figura 24 B, la cual funciona como un colchón de arroz, que sumado al cono formado por el abultamiento del arroz cuando se riega que es de 24 a 26 grados, hace que el dispositivo sea una alternativa importante.



A) Modelo general alternativa 2

B) Dispositivo de distribución
alternativa 2

Figura 24. Modelo sistema cortina cónica alternativa 2. Fuente: Los autores

En la simulación por software de la alternativa 2 figura 25, se evidencia el comportamiento del producto cuando se transporta por el conducto del sistema, se puede observar a primera vista que a diferencia de la alternativa 1 la cantidad de producto de entrada es semejante a la de salida del sistema. Además, se puede evidenciar en la salida que forma con facilidad una cortina cónica del producto de mayor proporción a la alternativa 1, esto demuestra que este modelo evita sobrepresiones ya que el producto se moviliza de tal forma que mantiene un caudal constante durante todo el recorrido, evitando posibles daños del producto y taponamientos del sistema.

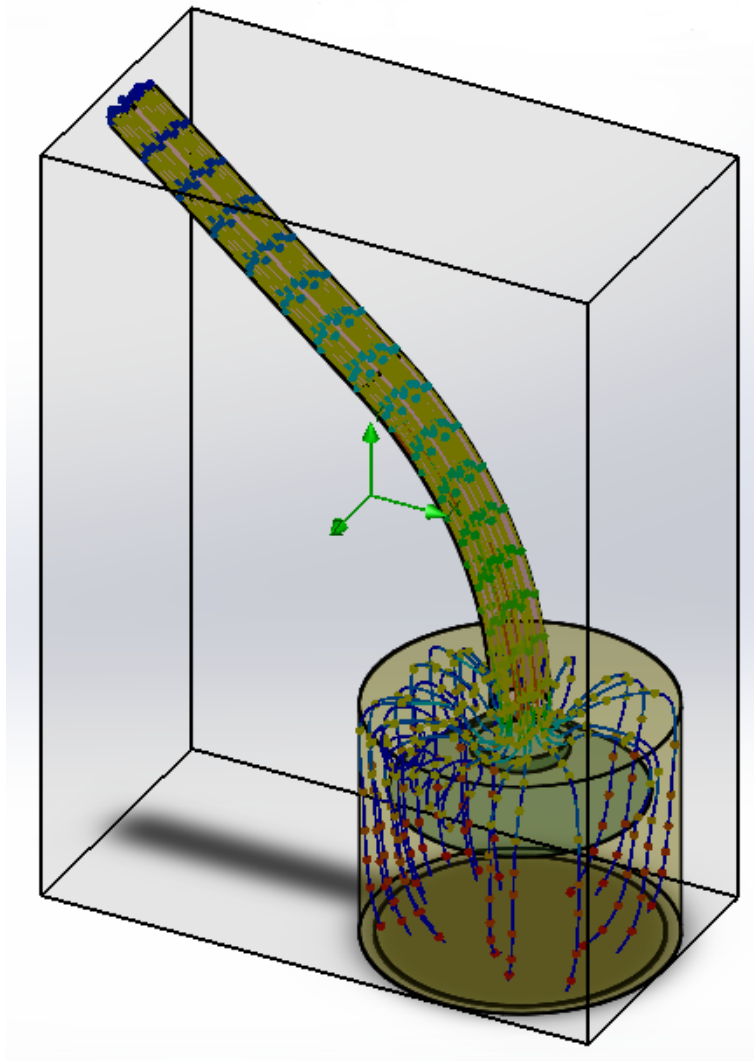


Figura 25. Simulación sistema cortina cónica alternativa 2. Fuente: los autores.

De acuerdo a lo mostrado en las simulaciones se determina que la alternativa 2 es la más óptima, y es la que se determina para el proyecto. Debido a que reduce las sobrepresiones reduciendo el daño del producto y mantiene un caudal constante del producto evitando taponamientos.

6.1.3 POSIBLES OPCIONES DE DOSIFICADO DE VITAMINA

En este punto de partida del análisis previamente hecho, se estudió las posibles maneras más fáciles y efectivas para aplicar la vitamina al mayor porcentaje al producto final. Pensamos en las siguientes formas de aplicar la vitamina:

A través de una maquina revolvedora que hiciera que el arroz homogenice junto con la vitamina, esta opción fue descartada por tamaño de la maquina ya que el caudal es máximo de 12 toneladas/hora, por lo tanto, el costo se multiplicaría bastante y el espacio es reducido.

Aplicándose directamente a un transportador de granos, como por ejemplo un transportador de tornillo sinfín o transportador de banda, pero este por más económico que sea no nos garantiza el dosificado homogéneo en todo el producto o masa blanca; este proceso es el más económico ya que se cuenta con los transportadores, pero esta opción fue descartada también

Observando que teníamos una fuerza a nuestro favor, que es la caída del arroz por medio del bajante del elevador, se nos ocurrió la idea de diseñar un dispositivo que genere una cortina de arroz, que tuviéramos la capacidad de ver cómo pasa grano a grano por medio de él, y con base a nuestra experiencia en el mantenimiento de maquinaria agroindustrial conocemos ciertos comportamientos en los movimientos de granos y de los grados en los cuales ellos deslizan a través de los bajantes metálicos; llegamos a la conclusión de fabricar una bandeja cónica para realizar unos ensayos de caída de arroz y el comportamiento del mismo, como se muestra en la figura 22.



Figura 26. Bandeja cónica de ensayos de dispersión del grano. Fuente: los autores

Realizamos los diferentes ensayos improvisamos con una tubería PVC de 4" en lo cual se niveló el cono y se centró el bajante en la bandeja, y logramos simular el caudal en escala en donde tomamos una caneca con 20 kilogramos de arroz de rechazo para hacer los ensayos y lo hicimos pasar por un bajante en 6 segundos, por lo tanto al aplicar la fórmula de caudal obtenemos que el arroz bajó por medio del bajante a razón de 3.3 Kg/s mismo caudal cuando la planta produce 12 toneladas en 1 hora; también logramos generar una cortina de arroz en forma cónica satisfaciendo nuestras expectativas como se observa en la figura 23.



Figura 27. Ensayo de esparcimiento de arroz blanco. Fuente: los autores.

6.1.4 FABRICACION PARTES MECANICAS DEL SISTEMA DE DOSIFICADO Y ADECUACIONES ESTRUCTURALES

6.1.4.1 FABRICACION DE DISPOSITIVO ASPERSOR DE ARROZ

Siguiendo la idea de generar una cortina de arroz y observando los resultados de los ensayos, empezamos a fabricar nuestro dispositivo que generaría la caída del arroz en forma de cortina y no en chorro, con lo cual después de generar dicha cortina se aplicaría la vitamina sobre ella, en la figura 24, muestra el prototipo ya fabricado, como podemos observar se trata de un tanque en acero inoxidable de un diámetro de 60 centímetros de diámetro con 60 centímetros de altura, con una

ventana de inspección y su respectiva tapa en la parte superior. Dentro del cilindro contamos con una bandeja en forma cónica de diámetro superior de 50 centímetros y cuyo diámetro inferior es de 35 centímetros, y con 40 grados de inclinación, en dicha bandeja se amontona cierta cantidad de arroz y está a medida que va cayendo más arroz, los granos que están en sus bordes se van deslizando por efecto de la misma fuerza con que cae el arroz. La bandeja es graduable para tener más comodidad de lograr el objetivo.



Figura 28. Dispositivo aspersor de arroz y generador de cortina de arroz. Fuente: los autores.

Debajo de la bandeja disponemos de la base para poner la boquilla, dicha base es graduable para mayor comodidad.



Figura 29. Base para la boquilla de aspersión de vitamina. Fuente: los autores

6.1.4.2 ADECUACION DEL BAJANTE DE ALIMENTACION

Al realizar la medición del espacio con el que contábamos para realizar la instalación del sistema de aspersión de arroz, observamos que el espacio era muy limitado y por lo tanto tocaba hacer modificaciones estructurales a la tolva de remanencia y en

el bajante de alimentación, e la figura 26, podemos evidenciar el trabajo metalmeccánico que se le realizo para lograr dar más espacio para nuestro sistema.



Figura 30. Modificaciones estructurales en la tolva de remanencia. Fuente: los autores

Además, como podemos observar la figura 27, el bajante que alimentaria nuestro sistema se encuentra un poco deteriorado y con poca inclinación



Figura 31. Bajante para cambiar. Fuente: los autores.

Se realiza la fabricación de bajantes en acero inoxidable en el taller de mantenimiento en la empresa ORF SA planta San Francisco, este proceso implicó el trazo de los desarrollos de la tubería, el enrolamiento y la soldada de dichos tubos. Como lo podemos observar en las figuras 28 y 29.



Figura 32. Enrolamiento de tubería de 7" en acero inoxidable. Fuente: los autores.



Figura 33. Fabricación tubería de 7". Fuente: los autores.

Se realizó el cambio de bajante con lo cual ganamos altura para una mejor caída del producto y una mejor disposición del espacio para la instalación del sistema de

aspersión del arroz en la figura 30, podemos observar como quedó dispuesto después de las modificaciones estructurales realizadas.



Figura 34. Montaje del bajante y del sistema aspersor de arroz. Fuente: los autores.

6.1.4.3 MANTENIMIENTO Y VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DOSIFICADORA

Según la placa de la bomba que la podemos observar en la figura 31, obtenemos información importante como la presión, la potencia, el voltaje de funcionamiento, la frecuencia de trabajo, la serie y el caudal máximo de la bomba de 6 litros/hora el cual en el momento de poner en marcha no nos arrojaba el mismo valor, con un valor por debajo de lo normal trabajándola al 100 por ciento de su capacidad daba indicios de taponamiento de dicha bomba, el ensayo se realizó improvisadamente con un envase de gaseosa de 2 litros, lleno de agua el cual demoro más de los 20 minutos para desocuparla.



Figura 35. Placa bomba grundfos. Fuente: los autores.

Es de vital importancia el mantenimiento de la bomba ya que ella es la encargada de impulsar la vitamina para la boquilla, esta con el paso del tiempo acumula restos de vitamina en su cámara de succión cheques y ductos propios de la bomba, por lo tanto, decidimos desmontar la bomba para hacerle limpieza y mantenimiento como lo podemos observar en la figura 32.



Figura 36. Mantenimiento de bomba dosificadora. Fuente los autores.

Luego de hecho el mantenimiento de la bomba se armó y se le realizo pruebas de funcionamiento y de caudales, con un envase de dos litros. Cronometramos y efectivamente la bomba demora 20 minutos para desocupar los 2 litro de la botella, además se realizó prueba al 50 por ciento de la capacidad y efectivamente duro el doble del tiempo, es decir 40 minutos. En la figura 33, evidenciamos el ensayo de caudales junto con la boquilla para ver al mismo tiempo el comportamiento de la misma.



Figura 37. Pruebas de caudal bomba. Fuente: los autores

6.1.5 CIRCUITO ELECTRICO

6.1.5.1 CONTROL ELECTRICO CON AUTOMATA LOGO

Se realizó el diseño del circuito por medio del programa LOGO! Soft Comfort versión 8.2, con el cual se programa el PLC automático LOGO 8 que es el controlador que se usó para la automatización del dosificador, también se usó un módulo de ampliación DM16 230R. Este dosificador maneja solo entradas y salidas ON/OFF por lo tanto su control es ON/OFF.

En la tabla 2. Relaciona las entradas con las salidas que se usaron en el LOGO:

Tabla 3. Entradas y salidas utilizadas en el automático LOGO. Fuente: los autores

USO DE ENTRADAS Y SALIDAS FISICAS LOGO			
ENTRADAS	DENOMINACION	SALIDAS	DENOMINACION
I1	INTERRUPTOR MODO AUTOMATICO	Q1	BOMBA
I2	SENSOR DE CARGA	Q2	BOBINA VALVULA AIRE DE BOQUILLA
I3	INTERRUPTOR MODO MANUAL	Q3	BOBINA VALVULA DE VITAMINA
I4	SENSOR DE NIVEL ALTO TOLVA	Q4	MOTOR DOSIFICADOR

I5	SENSOR DE NIVEL BAJO TOLVA	Q5	BOBINA QUE INYECTA AIRE EN EL TANQUE
I6	PARO DE EMERGENCIA	Q6	BOBIBA QUE DRENA AIRE DEL TANQUE
I7	PURGA DE BOMBA		
I8	VACIADO DE TOLVA		

6.1.5.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

El circuito cuenta con un paro de emergencia I6 que des energiza todo el circuito eléctrico de mando y control con el fin de se detenga la operación en caso de una emergencia o simplemente porque no va a funcionar más el sistema de dosificado. Para activar la bomba inicialmente contamos con dos maneras de funcionamiento que es en manual y en automático:

MODO AUTOMATICO: Al estar la perilla en función automático I1 la bomba se activa siempre y cuando el sensor de carga I2 este activado, si no es así la bomba Q1 no se activará.

MODO MANUAL: En esta opción la bomba prende directamente omitiendo el sensor de carga, esto modo permite trabajar el dosificado de vitamina llegado el caso si el sensor llega a averiarse.

La otra manera de que encienda la bomba es mediante el cierre del contacto T001 de uno de los temporizadores del circuito de purga de la bomba y que se realiza al

comenzar el proceso de dosificado, es esencial purgar la bomba porque el líquido es difícil de que llegue a la bomba sin esta opción.

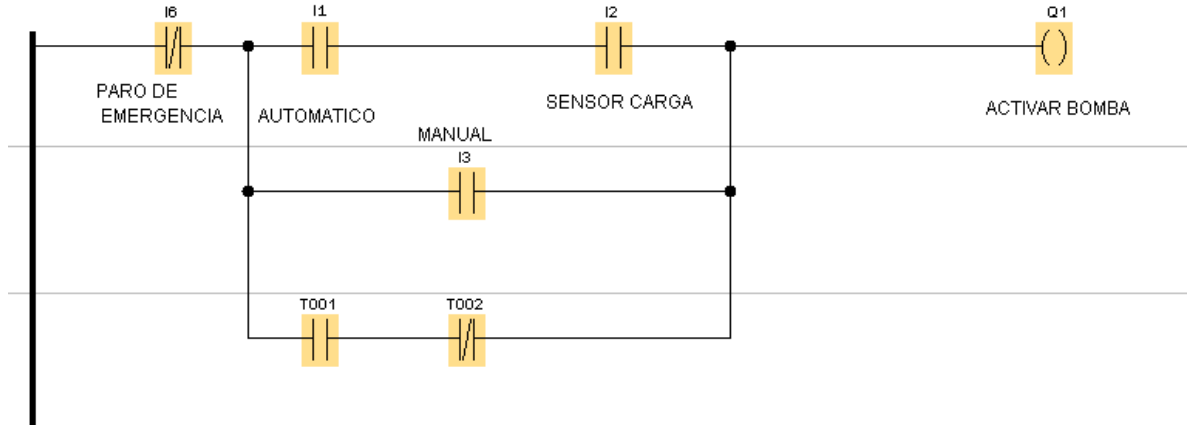


Figura 38. Esquema eléctrico 1. Fuente: los autores

La bomba al ser activada cierra un contacto Q1 que a su vez activa las bobinas de salidas Q2 y Q3 energizando la bobina de la electroválvula de aire de boquilla y la bobina de la electroválvula de la vitamina; electroválvulas cierran y abren el paso de los flujos antes descritos, las presiones que manejan estos fluidos pueden llegar a los 120 PSI.

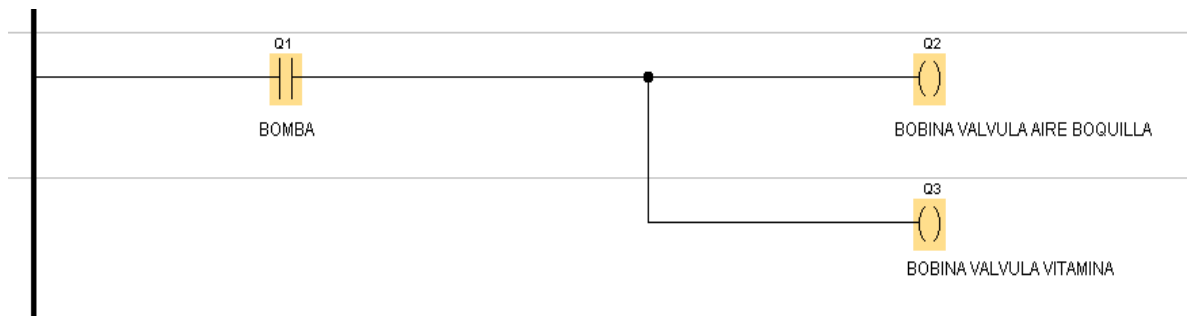


Figura 39. Esquema eléctrico 2. Fuente: los autores

6.1.5.3 SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TOLVA DE REMANENCIA ARROZ GRANO ENTERO Y PARTIDO

Como hemos mencionado antes, el circuito cuenta con un paro de emergencia que va directamente a la entrada I6 del logo, este al ser accionado para todo el proceso. Esta parte del circuito no cumple directamente alguna función al circuito de dosificación de la vitamina, pero por temas organizacionales de la empresa esta parte del circuito se adiciono para ser controlado por el mismo PLC autómata LOGO. En esta parte del circuito encontramos dos sensores acomodados de cierta manera que forma una juego de contactos I4 y I5 tipo AND que en el momento de estar activas encienden una bobina Q4 que va ser reflejada en el encendido de un motor trifásico, en si esta hace que energice la bobina del contactor del arrancador directo del motor trifásico; encontramos también un arreglo de contactos tipo OR de las entradas I1 y I3 para los modos de funcionamiento manual y automático respectivamente, el contacto Q4 refleja una retención de la bobina de salida para que la señal se sostenga hasta que deje de existir la señal del sensor de bajo nivel. Además, cuenta con una entrada I8 que envía información al autómata para que este encienda el motor sin ningún tipo de condición por señales de sensores, esta opción permite que se pueda sacar toda la cantidad de arroz en la tolva. Esta función de vaciar tolva es esencial para limpiezas de tolvas en jornadas de aseo de la empresa.

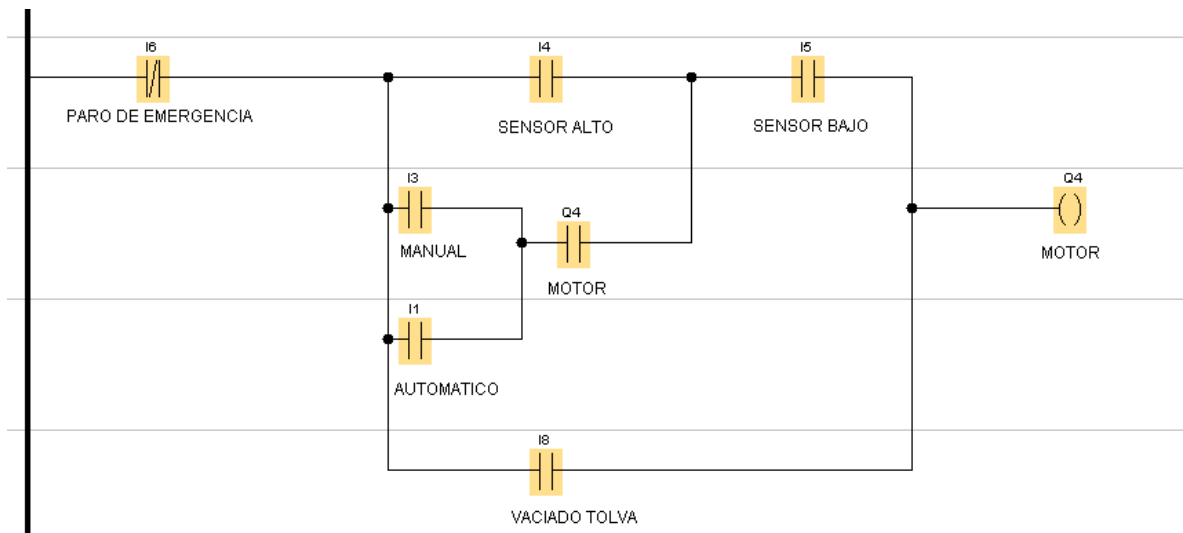


Figura 40. Esquema eléctrico 3. Fuente: los autores.

6.1.5.4 CIRCUITO DE PURGA DE LA BOMBA

En este circuito empieza el proceso cuando se oprime un pulsador NO (normalmente abierto) que activa la entrada I7, lo que pone en marcha tres temporizadores: el primero de 10 s, el segundo de 20 s y el tercero de 25 s. Enciende una bobina Q13 que tomamos como bobina virtual o salida virtual. Con ella hacemos que podamos soltar el pulsador y con un contacto NO de la bobina Q13 hacemos que haya retención de la señal. Al mismo tiempo hacemos que el ciclo empiece a funcionar con la activación de la salida Q5 que energiza la bobina de la electroválvula que hace llenar el tanque de aire comprimido. La idea con la entrada de aire dentro del recipiente cerrado es que se genere una fuerza o presión en el líquido que hay dentro del recipiente, siendo este impulsado hacia la bomba. Luego, pasados los diez segundos, se enciende la salida Q1 que energiza la bomba, a su vez las electroválvulas del aire de la boquilla y la electroválvula de la vitamina con las salidas Q2 y Q3 respectivamente. Pasados los otros 10 s, la bomba y el conjunto

de válvulas se apagan y se enciende la bobina de drenaje de aire del tanque, esta con salida Q6, durante 5 se queda encendida para el drenaje de aire del tanque.

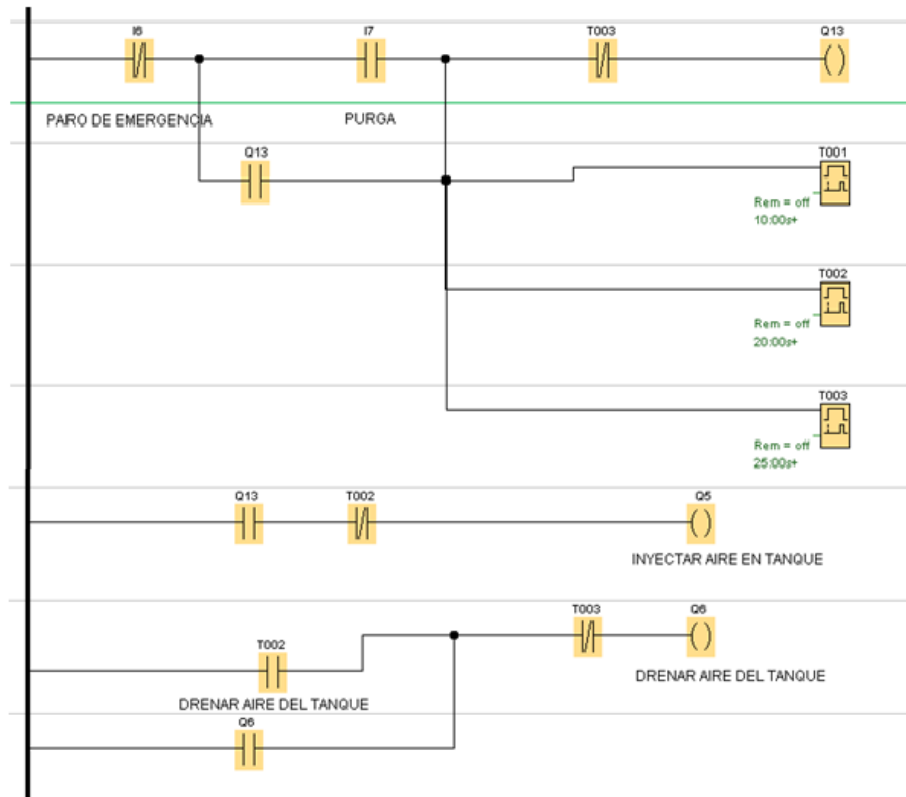


Figura 41. Esquema eléctrico. Fuente: los autores

6.1.5.5 MONTAJE FISICO CIRCUITO ELECTRICO

El tablero principal del dosificador de vitamina tiene alojadas en la puerta el paro de emergencia, un interruptor de tres posiciones en el cual indica manual, apagado y automático, tiene otro interruptor que enciende el motor de los dosificadores de grano entero y partido para el vaciado de la tolva, además tiene un pulsador NO que al ser oprimido manda a purgar la bomba, los interruptores tienen su piloto luminoso

que indica lo que esta encendido. También cuenta con un hodómetro que cuenta las horas de trabajo del sistema de dosificado.

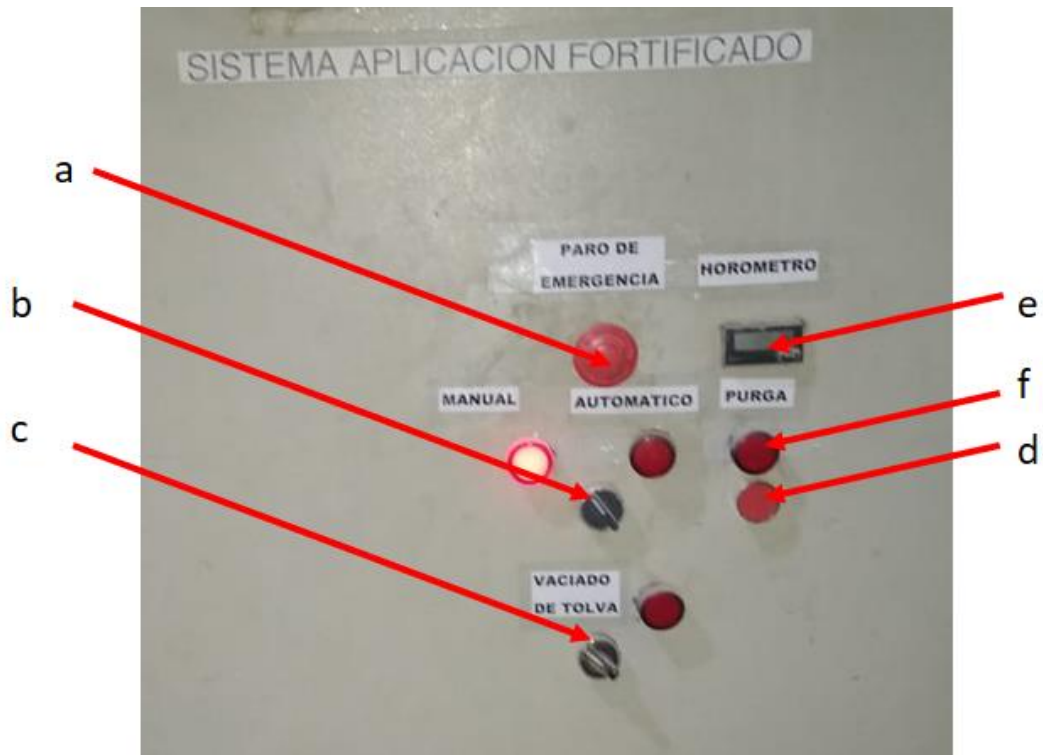


Figura 42. Puerta del tablero eléctrico, a) paro de emergencia, b) interruptor de tres posiciones, c) interruptor de dos posiciones, d) pulsador para la purga, e) horometro, f) indicadores luminosos. Fuente: los autores

Dentro del tablero eléctrico encontramos el autómata LOGO que es el encargado de controlar el sistema lo encontramos con su módulo de expansión, la bomba de dosificado que como lo hemos dicho anteriormente es la encargada de enviar el líquido con presión hacia la boquilla , cuatro electroválvulas que son las que permite el paso de los fluidos tanto aire como de líquidos, dos reguladores de presión neumáticos que tiene como función la de establecer la presión indicada y constante para que el sistema, un breaker trifásico que es el encargado del corte total de energía trifásica del motor, también se cuenta con el contactor trifásico que es el

encargado de recibir la señal del PLC para el encendido del motor dando el paso de corriente trifásica, un breaker bifásico que alimenta y protege al autómata LOGO, un breaker bifásico que protege y alimenta los dispositivos que trabajan a 110V como lo son los sensores la bomba y las electroválvulas, un relevo a 110V que es el encargado de encender la bomba, un relevo de 110V que se acciona cuando recibe señal del sensor de carga y a su vez este envía la señal al LOGO indicando que hay arroz cayendo por el bajante, lo que se ve l lado derecho del LOGO es simplemente terminales que cumple la función de unir conductores eléctricos.

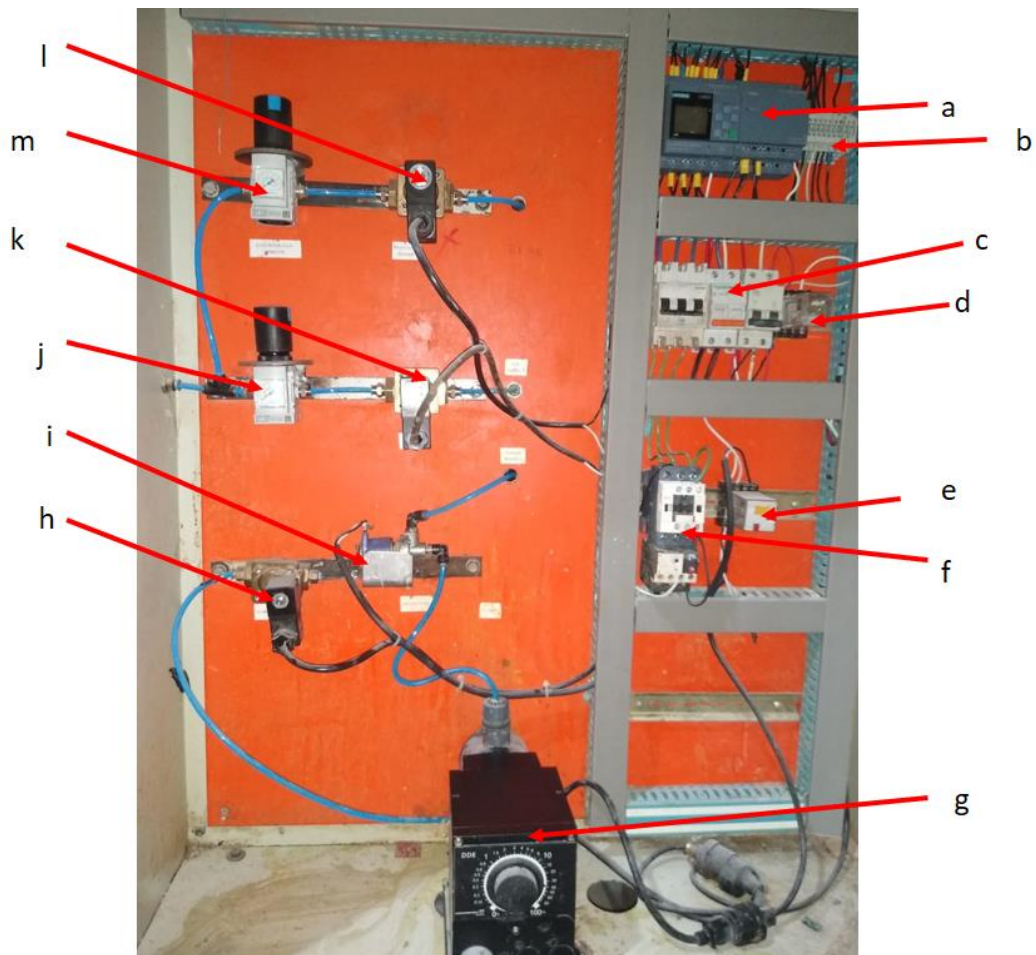


Figura 43. Tablero eléctrico, a) autómata LOGO, b) terminales c) breakers, d) relevo del sensor de carga 110V, e) relevo de encendido bomba f) contactor trifásico a

220V, g) bomba de membrana grundfos, h) electroválvula de drenaje de aire del tanque vitamina, i) Electroválvula de la vitamina, j) electroválvula del aire de la boquilla, k) regulador de presión con manómetro del aire de la boquilla, l) electroválvula del aire de purga del tanque de vitamina, m) regulador de presión con manómetro del aire de purga del tanque de vitamina. Fuente: los autores

El sistema de dosificado tiene en la parte superior un sensor de proximidad marca Telemecanique ref. XT7C40FP262, tipo capacitivo el cual detecta cuando hay paso del cereal a través del bajante de acero inoxidable, este sensor envía la señal al PLC para que encienda la bomba e inicie el dosificado de vitamina en el arroz, este sensor es el que pone a funcionar el sistema automáticamente. En la tolva de remanencia del dosificador de arroz entero y partido tenemos dos sensores de bulbo tipo capacitivo de marca AECO ref. SCA-300 los cuales son los que controla los niveles de alto y bajo.

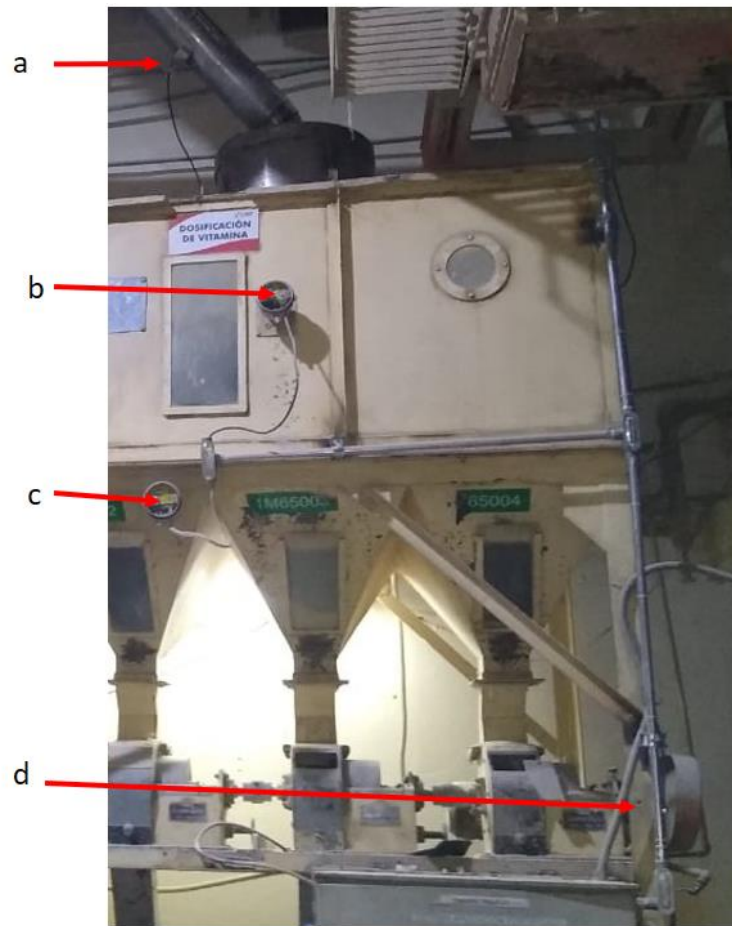


Figura 44. Tolva de remanencia para dosificación de grano entero y partido, a) sensor de carga, b) sensor de nivel alto, c) sensor de nivel bajo, d) motor trifásico que mueve los dosificadores de arroz entero y partido. Fuente: los autores.

6.2 RESULTADOS

Se pudo obtener una aspersion de la vitamina en forma cónica y más pulverizada.



Figura 45. Aspersión de vitamina en el nuevo sistema de dosificación. Fuente: los autores.

Esparcimiento del arroz en forma cónica mejorando el método de dosificado de vitamina, en caudal máximo de arroz que da la planta.



Figura 46. Formación de cortina de arroz en forma cónica. Fuente: los autores.

Tablero eléctrico más organizado controlado por un autómata más fácil de operar haciendo la labor más eficiente.



Figura 47. Tablero eléctrico de mando automatizado. Fuente: los autores

Todo el proyecto fue satisfactorio, y la empresa lo aprobó por medio de una carta Expresando sus agradecimientos, ver ANEXO A

6.3 CRONOGRAMA

Por medio de la siguiente tabla se puede mostrar el tiempo que tomó el desarrollo cada etapa de este trabajo.

Tabla 4. Cronograma de actividades. Fuente: los autores

ACTIVIDADES \ SEMANAS	25-10-2019-31-10-2019	01-11-2019-09-11-2019	10-11-2019-16-11-2019	17-11-2019-23-11-2019	24-11-2019-30-11-2019	01-12-2019-07-12-2019	08-12-2019-14-12-2019	15-12-2019-21-12-2019	22-12-2019-28-12-2019	29-12-2019-04-01-2020	05-01-2020-11-01-2020
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Recolección de información											
Búsqueda bibliográfica											
Consulta documentos relacionados automatización.											
Consulta documentos tratamiento de fortificación del arroz											
Organizar la información recolectada											
Planeación y desarrollo											
Diseño metodológico											
Selección de materiales, parte mecánica y parte electrónica.											
Diseño del circuito electrónico.											
Selección del sistema mecánico.											
Montaje											
Montaje del sistema electrónico y realización de pruebas.											
Montaje mecánico y realización de pruebas.											
Puesta en marcha											
Poner en funcionamiento el equipo, realizar pruebas, verificar comportamiento del equipo, hacer correcciones.											
Análisis											
Indización de la información											
Conclusiones y recomendaciones											
Entrega final											
Elaboración del documento escrito de acuerdo a la norma correspondiente											
Revisión Final y organización de la documentación											
Sustentación y entrega del documento											

CONCLUSIONES

- Se concluye que a través de la automatización de los procesos productivos de una empresa de consumo masivo aumenta la eficiencia y la productividad y reduce los desperdicios de materias primas haciendo que mejore la calidad del producto. Ver ANEXO A.
- El circuito eléctrico del dosificador de vitamina puede ser utilizado en cualquier planta de la compañía ya que todas tienen la misma estructura organizacional y es de fácil condicionamiento.
- El dispositivo de esparcimiento de arroz es eficaz para generar una cortina de arroz, usando este efecto para una dosificación homogénea de vitamina al ser aplicada de forma pulverizada directamente sobre el arroz.
- La modificar el sistema de aspersión de vitamina esta crea más partículas de vitaminas pulverizadas, este proceso genera más volumen de vitamina que puede ser impregnado en mayores cantidades de arroz.
- El software del LOGO tiene un entorno de trabajo muy amigable y didáctico que permite la simulación del circuito de una manera efectiva sin necesidad de tener el controlador en físico.
- El material más indicado para los procesos alimenticios es el acero inoxidable ya que permite una mejor limpieza y menos desprendimiento creación de partículas contaminantes para los alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ricepedia. Ricepedia The online authority on Rice. Rice as a food: The global staple. [En línea] 5 de 11 de 2016. <http://ricepedia.org/rice-as-food/the-global-staple-rice-consumers>.
2. Trends in global rice consumption. Mohanty, S. 2013, Rice Today, págs. 44-45.
3. Mateos, Felipe. Sistema de Automatizado PLC's). Universidad de Oviedo. 2001, pág. 24.
4. UNED. Modulo1. controladores logicos programables PLC. www.ieec.uned.es. [En línea]
http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf.
5. SIEMENS. LOGO Manual del producto. Nürnberg : Siemens AG, 2014.
6. GRUNDFOS. SMART Digital S - DDE, Instrucciones de instalación y mantenimiento. s.l. : Grundfos Holding A/S, 2017.
7. AECO. www.aecosensors.com. www.aecosensors.com. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2020.]
https://www.aecosensors.com/index.cfm?&fuseaction=prodottiCatPadre&id=2&t=%2Faeco-levelcontrols%2F&languageID=ES&CFID=7029701&CFTOKEN=ffcdbc22c9a4c3ad-0109E8EC-952D-4AAD-2165A2F6BA1D7D1E&fbclid=IwAR3PdTnSdzygM63_TWx2swh9qUxeZ6sjJj5gSWH8XpIVto35DuGzBZp78R.

8. Rendon, Jorge Gregorio. Reguladores de presión. <http://www.oilproduction.net/files/Reguladoresdepresion.pdf>. [En línea] 13 de 12 de 2006. [Citado el: 05 de 01 de 2020.] <http://www.oilproduction.net/files/Reguladoresdepresion.pdf>.
9. SpayingSystemsCo. Boquillas de aspersion para aplicaciones especiales. www.spray.com.mx. [En línea] [Citado el: 25 de 12 de 2019.] https://www.spray.com.mx/Assets/MX/cat70m-es_k.pdf.
10. dinero.com. www.dinero.com. Tres empresas que inspiran son las finalistas al empresario del año. [En línea] 8 de 8 de 2019. <https://www.dinero.com/pais/articulo/organizacion-roa-florhuila-alianza-team-y-casaluker-las-tres-finalistas-a-empresario-del-ano/274706>.
11. Tecnología para la fortificación del arroz. Montgomery, Scott. La fortificación del arroz en america Latina, pág. 46.
12. María Camila Rebolledo-Cid, Julián Ramírez-Villegas, Eduardo Graterol-Matute, Camila Andrea Hernández-Varela y otros. Modelación del arroz en Latinoamérica. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2018, 2018.
13. Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. Dueñas, Jairo Cedeño y Galo Cedeño García, Johanna Alcívar Alcívar y otros. 2018, Scientia Agropecuaria, págs. 503-509.
14. Areatecnologia. www.areatecnologia.com. www.areatecnologia.com. [En línea] 2019. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/plc-logo.html>.

ANEXO 1. CARTA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO



ORF S.A.

Espinal, 10 Enero de 2020

**SEÑORES
INSTITUCION DE EDUCACION SUPERIOR
ITFIP**

Cordial saludo:

Por Medio de la Presente les ofrecemos nuestro agradecimiento por aceptar la invitación en la participación de los Estudiantes Duvan Darío Cárdenas Villanueva Identificado con C.C. N° 1105683479 y Edwin Daniel Vásquez Sáenz Identificado con C.C. N° 1105678329, en la investigación y mejora de nuestros procesos productivos, promoviendo el desarrollo de los conocimientos profesionales propios de su carrera con el Proyecto de Tesis: "AUTOMATIZACION DE SISTEMA DE DOSIFICADO DE VITAMINA EN ARROZ BLANCO" ORF S.A. en la Planta San Francisco Espinal, dando constancia en el cumplimiento de los objetivos del proyecto y la satisfacción de tener profesionales capacitados en nuestra empresa.

Por la atención que se dignen tener a la presente les estaremos inmensamente agradecidos.

Cordialmente:



JAIME ANDRES JIMENEZ ENCISO
Jefe de Planta
Planta San Francisco Espinal
ORF S.A.

Nit: 891.100.445-6

OFICINAS Bogotá: Cra. 10 # 97A - 13 Edificio Bogotá Trade Center, Torre B Piso 4 Tel: (1) 644 9420 - CL 18 A # 69 B-51 Bod. 6 Zona Industrial Montevideo Tel: (1) 4199999 Armenia: Km 2 Bodega 4 - Local 7 Mercar Tel: (6) 739 3894 Barranquilla: Via 40 # 71 - 197 Centro Industrial Marysol Bodega 216 Tel: (5) 3564215 Bucaramanga: Cra. 31W # 71 - 23 Conjunto Provincia de Soto 1 Pírcveni Bodega 9 Tel: (7) 646 6128 Cali: Km 6 Costado Oriental Autopista Cali - Yumbo Terminal Logístico Valle del Pacífico Bodega B6, Acopi, Yumbo Tel: (2) 485 3472 Cartagena: Cra. 56 # 7C - 39 Mamsoral Sector Bellavista Tel: (7) 676 9000 Medellín: Calle 27 B Sur # 49 - 40 Bodegas Almacalé Bello - Antioquia Tel: 310 238 4516 Montería: Km 4 Vía Montería - Planeta Rica/ Centro Empresarial El Triunfo Bodega 41 Tel: (4) 898 0645 - 898 0586 Pasto: Calle 18 # 55 - 02 Torobajo Tel: (2) 722 7737 Pereira: Zona Industrial La Macarena Bodega 24 Tel: (6) 330 5197 Tunja: Cra 14 No. 8 - 105 Sur Cel (+57) 3216384136 PLANTA INSUMOS. Neiva (P&I): Km 3 Vía al Sur Tel: (8) 873 0064 Campoalegre (P&I): Km 28 Vía al Sur Tel: (8) 838 0702 Ibagué (P): Km 5 Vía Ibagué - Girardot Tel: (8) 269 0230 / 36 (I) Carrera 16 Sur # 67 - 406 Bodega 22 Tel: (8) 265 9645 Espinal CATSA (P): Km 9 Vía Espinal - Ibagué, Chicoral Tel: 315 323 2629 San Francisco (P): Km 2 Vía Espinal - Girardot Tel: (8) 3174/67855 /56 (I) Km 3 Vía Espinal - Girardot Tel: (8) 3153977073 LÉRIDA, Tolima (I): Cra. 2da E No. 12 - 26 Bodega 9, Barrio Pastoral Tel: 318 335 0631 Saldaña, Tolima (I): Carrera 9C - Calle 11 ESQ Tel: (8) 226 6178 Villavieco (P&I): Km 3 Vía Acacías Tel: (8) 671 4080 Granada, Meta (P): Km 2 Vía Granada - San Martín Tel: 313 649 2820 Villanueva (P&I): Calle 3 No. 2 - 111 Tel: (8) 624 3031 Pore, Casanare (P): Kilometro 67 Vía Yopal - Pore (I): Carrera 16 # 7-73 Tel: 320 346 3729

