

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS		Código	FO-GS-15
			VERSIÓN N	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	23/05/2023
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JUAN DIEGO APELLIDOS: ROGRÍGUEZ ROPERO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO APELLIDOS: CASTRO CASADIEGO

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): JESICA ELIANA APELLIDOS: CUELLAR JAIMES

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA EMPRESA OLEONORTE

RESUMEN

En el área de la producción industrial, la automatización cumple un rol fundamental e irremplazable, debido a que se convirtió en una herramienta capaz de acrecentar y mejorar la eficiencia en la obtención de productos, tales como, la producción de aceite de palma africana. El aceite de palma es una oleaginosa de tipo vegetal, la cual se da en territorios donde abunde la flora y la lluvia. Este aceite se obtiene mediante varios procesos a los que se somete el fruto. La oleaginosa de palma es utilizada en la elaboración de jabones, biodiesel, chocolates y mantequillas. En este proyecto se llevó a cabo la implementación de la fase de extracción y prensado automatizado para la empresa OLEONORTE, el cual logró obtener y alcanzar las ideas planteadas en el diseño metodológico propuesto para este proyecto de grado. Estos objetivos estuvieron compuestos de diversas actividades. las cuales van desde la caracterización del área y sistema, estudio del estado del arte, construcción de lista de materiales, elaboración de diagramas y esquemas, desarrollo de la lógica programable del controlador (PLC) y pruebas de funcionamiento.

PALABRAS CLAVES: Automatización, apoyo técnico, equipos industriales, auxiliar técnico, empresa.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 97

PLANOS: 0

ILUSTRACIONES: 44

CD ROOM: 0

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA
PARA LA EMPRESA OLEONORTE

JUAN DIEGO RODRIGUEZ ROPERO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA
PARA LA EMPRESA OLEONORTE

JUAN DIEGO RODRIGUEZ ROPERO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Electrónico

Director:

SERGIO CASTRO CASADIEGO

MSc. Ing. Electrónico

Codirector:

JESICA ELIANA CUELLAR JAIMES.

MSc. Ing. Electrónico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 26 DE ABRIL DE 2023

Hora: 16:00

Lugar: SALA CO-WORKING FABLAB

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título del trabajo de grado: "AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA EMPRESA OLEONORTE".

Jurados: IE PhD. BYRON MEDINA DELGADO
IE MSc. ARISTOBULO SIERRA ROJAS

Director: IE. MSc. SERGIO CASTRO CASADIEGO

Codirector: IE. JESICA ELIANA CUELLAR

Nombre del Estudiante:	Código:	Calificación:	
		Número	Letra
JUAN DIEGO RODRIGUEZ ROPERO	1161514	4,4	Cuatro, cuatro

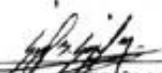
APROBADA



BYRON MEDINA DELGADO



ARISTOBULO SIERRA ROJAS



SERGIO SEPULVEDA MORA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Tabla de contenido

1. Introducción	12
2. Referente al problema	14
2.1 Planteamiento del problema	14
2.2 Formulación del problema	15
3. Justificación	16
3.1 Beneficios sociales	17
3.2 Beneficios tecnológicos	18
3.3 Beneficios económicos	18
3.4 Beneficios institucionales	18
4. Limitaciones y delimitaciones	20
4.1 Limitaciones	20
4.2 Delimitaciones	20
4.2.1 Delimitación espacial	20
4.2.2 Delimitación temporal	20
5. Objetivos	22
5.1 Objetivo general	22
5.2 Objetivos específicos	22
6. Marco referencial	23
6.1 Antecedentes	23
6.2.1 Automatización industrial	28
6.2.2 Sistema de control	28
6.2.3 Sistema SCADA	29
6.2.4 PLC	29
6.2.5 Aceite de palma	30

6.2.6 HMI	30
6.2.7 Sensores	30
6.3 Marco legal	30
7. Metodología	32
7.1 Identificación del estado inicial tecnológico del proceso de extracción	32
7.2 Diseño de la automatización del proceso de extracción	32
7.3 Montaje y prueba piloto de la automatización	33
7.4 Divulgación de resultados	33
8. Resultados	34
8.1 Identificación del estado inicial del proceso de extracción	34
8.1.1 Reconocimiento del sistema de extracción del aceite de palma	34
8.1.2 Estado del arte de la automatización de procesos	37
8.1.3 Identificación de fallas en el proceso de extracción	40
8.1.4 Capacitaciones y charlas de la empresa	41
8.2 Diseño de la automatización del proceso de extracción	41
8.2.1 Selección de programas y lenguajes	41
8.2.2 Identificación de variables del proceso	42
8.2.3 Instrucciones y parámetros del sistema	44
8.2.4 Caracterización del área	45
8.2.5 Identificación de componentes y materiales	49
8.2.6 Desarrollo de simulación y lógica programable	49
8.2.7 Elaboración del diagrama de tuberías e instrumentos	56
8.3 Montaje y prueba piloto de la automatización del proceso de extracción	58
8.3.1 Implementación del sistema automatizado	58
8.3.2 Pruebas de funcionamiento	65

8.3.3 Análisis del sistema	68
8.3.4 Capacitaciones	69
8.4 Divulgación de resultados	70
8.4.1 Divulgación de resultados ante la comunidad académica y la empresa	70
9. Conclusiones	75
10. Recomendaciones	77
Bibliografía	78
Anexos	81

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.	35
Ilustración 2. Prensa Inal p-15. Fuente: Elaboración propia.	36
Ilustración 3. Digestor. Fuente: Elaboración propia.	37
Ilustración 4. Diagrama de flujo funcionamiento y extracción y prensado. Fuente: Elaboración propia.	37
Ilustración 5. Pirámide estructural del sistema automatizado. Fuente: Elaboración propia.	38
Ilustración 6. Diagrama de flujo de la operación de un PLC. Fuente: Elaboración propia.	39
Ilustración 7. Diagrama de activación del sensor. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 8. Caracterización área de extracción y prensado. Fuente: Elaboración propia.	47
Ilustración 9. Digestor. Fuente: Elaboración propia.	48
Ilustración 10. Prensa. Fuente: Elaboración propia.	48
Ilustración 11. Diagrama de activación del sensor. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 12. Diagrama de activación del digestor. Fuente: Elaboración propia.	50
Ilustración 13. bloque de arranque del digestor. Fuente: Elaboración propia.	51
Ilustración 14. Diagrama de activación de la prensa. Fuente: Elaboración propia.	52
Ilustración 15. Diagrama de activación de los conos. Fuente: Elaboración propia.	53
Ilustración 16. Bloque de arranque de la prensa. Fuente: Elaboración propia.	54
Ilustración 17. Diagrama de activación de la unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.	55
Ilustración 18. Bloque de arranque de la unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.	56

Ilustración 19. Diagrama P&ID. Fuente: Elaboración propia.	57
Ilustración 20. Diagrama de fuerza. Fuente: Elaboración propia.	58
Ilustración 21. Instalación del sensor y paleta. Fuente: Elaboración propia.	59
Ilustración 22. Diagrama de flujo del funcionamiento de un sensor. Fuente: Elaboración propia.	60
Ilustración 23. Diagrama estructural del sistema. Fuente: Elaboración propia.	60
Ilustración 24. Instalación de la varilla interna del digestor. Fuente: Elaboración propia.	61
Ilustración 25. Unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.	62
Ilustración 26. Tablero de control. Fuente: Elaboración propia.	62
Ilustración 27. PLC S7-1500. Fuente: Elaboración propia.	63
Ilustración 28. Protección guardamotor de los equipos. Fuente: Elaboración propia.	63
Ilustración 29. Variador de frecuencia de la prensa. Fuente: Elaboración propia.	64
Ilustración 30. Arrancador suave del digestor. Fuente: Elaboración propia.	64
Ilustración 31. Diagrama de flujo de proceso automatizado. Fuente: Elaboración propia.	65
Ilustración 32. Prueba de prensado. Fuente: Elaboración propia.	66
Ilustración 33. Prueba de HMI. Fuente: Elaboración propia.	67
Ilustración 34. Prueba de maceramiento de digestor. Fuente: Elaboración propia.	67
Ilustración 35. Prueba de Digestor. Fuente: Elaboración propia.	68
Ilustración 36. Grafica de automatización. Fuente: Elaboración propia.	69
Ilustración 37. Manual de operación. Fuente: Elaboración propia.	70
Ilustración 38. Divulgación en semillero 1. Fuente: Elaboración propia.	71
Ilustración 39. Divulgación en semillero 2. Fuente: Elaboración propia.	71
Ilustración 40. Divulgación en semillero 3. Fuente: Elaboración propia.	72
Ilustración 41. Divulgación en la empresa 1. Fuente: Elaboración propia.	72
Ilustración 42. Divulgación en la empresa 2. Fuente: Elaboración propia.	73

Ilustración 43. Divulgación en la empresa 3. Fuente: Elaboración propia.

73

Ilustración 44. Divulgación en la empresa 4. Fuente: Elaboración propia.

74

Lista de cuadros

Cuadro 1. Comparación bases de datos. Fuente: Elaboración propia.	39
Cuadro 2. Entradas y salidas de la unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.	43
Cuadro 3. Entradas y salidas de la prensa. Fuente: Elaboración propia.	43
Cuadro 4. Entradas y salidas de la prensa. Fuente: Elaboración propia.	44
Cuadro 5. Caracterización del área. Fuente: Elaboración propia.	46
Cuadro 6. Materiales y componentes. Fuente: Elaboración propia.	49
Cuadro 7. Presupuesto Global del proyecto por fuentes de financiación (en miles de \$). Fuente: Elaboración propia.	96
Cuadro 8. Descripción de los gastos de personal (en miles de \$). Fuente: Elaboración propia.	96
Cuadro 9. Lista de materiales y suministros (en miles de \$). Fuente: Elaboración propia.	97

Lista de anexos

Anexo 1. Captura programa. Fuente: Elaboración propia.	81
Anexo 2. Captura programa #2. Fuente: Elaboración propia.	82
Anexo 3. Captura programa #3. Fuente: Elaboración propia.	83
Anexo 4. Captura programa #4. Fuente: Elaboración propia.	84
Anexo 5. Captura programa #5. Fuente: Elaboración propia.	85
Anexo 6. Captura programa #6. Fuente: Elaboración propia.	86
Anexo 7. Evidencia #1 formato. Fuente: Elaboración propia.	87
Anexo 8. Evidencia #2 formato. Fuente: Elaboración propia.	88
Anexo 9. Evidencia cronogramas de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.	89
Anexo 10. Evidencia hoja de vida de equipos Oleonorte. Fuente: Elaboración propia.	90
Anexo 11. Evidencias prácticas #1. Fuente: Elaboración propia.	91
Anexo 12. Evidencias prácticas #2. Fuente: Elaboración propia.	92
Anexo 13. Evidencias prácticas #3. Fuente: Elaboración propia.	93
Anexo 14. Evidencias prácticas #4. Fuente: Elaboración propia.	94
Anexo 15. Evidencias prácticas #5. Fuente: Elaboración propia.	95
Anexo 16. Presupuestos. Fuente: Elaboración propia.	96

1. Introducción

En el área de la producción industrial, la automatización cumple un rol fundamental e irremplazable, debido a que se convirtió en una herramienta capaz de acrecentar y mejorar la eficiencia en la obtención de productos, tales como, la producción de aceite de palma africana.

El aceite de palma es una oleaginosa de tipo vegetal, la cual se da en territorios donde abunde la flora y la lluvia. Este aceite se obtiene mediante varios procesos a los que se somete el fruto. La oleaginosa de palma es utilizada en la elaboración de jabones, biodiesel, chocolates y mantequillas.

En este proyecto se llevó a cabo la implementación de la fase de extracción y prensado automatizado para la empresa OLEONORTE, el cual logró obtener y alcanzar las ideas planteadas en el diseño metodológico propuesto para este proyecto de grado. Estos objetivos estuvieron compuestos de diversas actividades. las cuales van desde la caracterización del área y sistema, estudio del estado del arte, construcción de lista de materiales, elaboración de diagramas y esquemas, desarrollo de la lógica programable del controlador (PLC) y pruebas de funcionamiento.

A continuación, se presenta el documento final de la propuesta para la automatización del proceso de extracción de aceite para la empresa Oleaginosas del Norte.

2. Referente al problema

2.1 Planteamiento del problema

Oleaginosas del Norte de Santander es una compañía especializada en la extracción y comercialización de aceite crudo de palma, aceite de palmiste, torta de palmiste y chocolatina de palmiste. Generando empleo para los Norte santandereanos y a su vez siendo un proyecto sostenible con el medio ambiente, gracias al uso innovador de equipos regidos y orientados por la tecnología AVATAR. la cual se identifica por efectuar el procedimiento de desmembración y fracturación del fruto mediante el uso y aplicación constante de la evaporización del agua, el cual se hace con el fin de inactivar las enzimas que acarrear la acidez o lipasa. A su vez se facilita el desprendimiento del mismo facilitando el proceso de producción del aceite.

La producción del aceite de palma y del palmiste es utilizado para la fabricación de biodiésel, jabones, cosméticos y para el consumo gastronómico. Sin embargo, para obtener dichos productos y subproductos del aceite, se debe someter a varios procesos tales como: la alimentación o abastecimiento del fruto, la esterilización, extracción, y clarificación. Dichos procesos se realizan con equipos altamente especializados, que son manipulados manualmente por operarios de la empresa.

En cada etapa del proceso el operador se ve expuesto a riesgos físicos, químicos, ergonómicos, ambientales, mecánicos y eléctricos, debido a que, en cada una de las fases anteriormente mencionadas se vienen realizando de forma manual lo que genera una problemática de carácter primordial, ya que, se ve comprometida la integridad física de las personas. A su vez, se logra observar que al trabajar manualmente no se obtiene la producción máxima que ofrecen estos equipos tecnológicos.

En relación con lo expuesto anteriormente, surgió la necesidad de buscar una solución desde la disciplina de ingeniería electrónica, la cual brinde una respuesta confiable, responsable y eficiente en el proceso de la obtención del aceite de palma para la empresa Oleaginosas del Norte de Santander S.A.S.

2.2 Formulación del problema

Frente a las situaciones y observaciones antes mencionadas había surgido el siguiente interrogatorio: ¿Cómo implementar la automatización en el proceso de extracción en la obtención del aceite de palma para la empresa Oleaginosas del Norte de Santander S.A.S

3. Justificación

En aras de crear espacios industriales eficientes, se generó una alternativa con gran alcance en la industria de la región, haciendo uso y aplicación de una herramienta fundamental de automatización en la industria aceitera. En la cual se encontraron los mejores resultados en el procesamiento de la materia prima y obtención de productos procesados a base del cultivo de palma africana.

La automatización es esencial en la industria, de modo que, la interacción del hombre con el proceso sería casi nula, lo cual implicó que se suprimieron los riesgos y accidentes laborales, debido a la poca intervención directa en los procesos. Estas fases automatizadas son controladas y supervisadas desde un computador o HMI en un sector carente de riesgos y peligros.

Gracias a que la automatización se fundamenta en emplear acciones reiterativas sin la manipulación o intromisión directa del ser humano. Mediante el uso de técnicas y conocimientos en el área de los sistemas de control y de programación.

La automatización en la etapa de extracción y prensado se empleó con la finalidad de acrecentar la eficiencia en los productos, incrementar la productividad y reducir los costos. Así mismo para tomar la información de la fase que interviene, efectuar procedimientos evaluadores y ordenadores. Dirigiendo de forma adecuada el procedimiento.

El sector productivo de la empresa está dividido en 8 fases en las cuales se compone todo el proceso de obtención de productos y subproductos. Siendo la etapa de extracción y prensado una de las más importantes, ya que de esta depende la capacidad de obtención del aceite y de los derivados que terminan en subproductos.

Por tal motivo se enfatizó y priorizó la automatización de esta fase. La cual es conformada por un digestor quien es alimentado del fruto cocido mediante un transportador denominado

Redler. En dicho equipo se macera y compacta para que caiga por gravedad al siguiente equipó. El cual es denominado prensa Inal P-15, este equipo tiene la capacidad de procesar 15 toneladas por hora y trabaja acompañado de una unidad hidráulica, la cual se encarga de accionar los conos de la prensa, quien finalmente es el que ejerce presión en el fruto macerado del digestor. Y del cual se obtiene una fase líquida y otra sólida.

La fase líquida corresponde al aceite y la sólida a los moños, los cuales pasan por otras fases de producción y se obtienen los subproductos, tal como la torta y la almendra. Por tal motivo y como se expresó anteriormente se centralizo y priorizo la automatización en esta fase.

Al momento de realizar las pruebas al sistema de automatización diseñado para la fase de extracción y prensado se notó un incremento en el procesamiento y obtención del aceite. el equipo de prensado tiene la capacidad de procesar 15 toneladas por hora, pero debido a los tiempos de llenado y de activación de los equipos solo se puede procesar 10 toneladas hora de forma manual, lo que corresponde al 66.66% de la capacidad máxima del equipo.

Al momento de realizar las pruebas de funcionamiento del sistema automatizado se pudo apreciar que el procesamiento de la fase de extracción aumentó a 13 toneladas por hora, lo que genero un aprovechamiento del 86.66% de la capacidad máxima del equipo.

Estos datos representaron un incremento del 20% en la productividad del sistema automático a comparación del sistema manual. ya que principalmente se logró mitigar los constantes atascamientos y rebosamientos del llenado del digestor gracias a la aplicación del sensor de contacto y a la programación de la activación de los conos de la prensa.

3.1 Beneficios sociales

Al incrementarse la productividad en el procesamiento de la fase de extracción y prensado generó la necesidad de incrementar la capacidad del almacenamiento de materia prima, por tal

motivo se aumentó la demanda de fruto a los campesinos y palmicultores. Lo que implicó más empleo y más oportunidades para todos los habitantes de esta zona tan vulnerable y azotada por la violencia como lo son las tierras del Catatumbo.

3.2 Beneficios tecnológicos

La automatización del proceso de extracción del aceite de palma proporcionó un aumento en la productividad, en el rendimiento, en la seguridad del operario y en la reducción de costos y así mismo del consumo eléctrico. Lo que generó, promovió e incentivó el desarrollo de nuevos proyectos tecnológicos en la empresa. Tales como la implementación de la automatización de más etapas del proceso.

3.3 Beneficios económicos

La oleaginosa de palma es el segundo aceite más usado a nivel mundial y a su vez es el aceite más rentable debido a su relación de tonelada de aceite por hectárea de palma sembrada. Detalle que la hace muy rentable para los agricultores como para las empresas extractoras.

Haciendo de este fruto un negocio con grandes aspiraciones y más cuando se logra extraer el aceite de palma de forma automática. Ya que este logro que la producción incrementara en un 20% más que de forma manual, lo que genera mayores ingresos en producción y un ahorro considerable en gastos operacionales y energéticos.

3.4 Beneficios institucionales

El diseño e implementación del proceso de automatización de la extracción de aceite de palma para la empresa Oleonorte, resultó ser una oportunidad de mostrar la aptitud académica que se tiene en el campus universitario, afianzando la calidad, credibilidad y prestigio del

estudiantado y por ende se proporcionó una ocasión para que posteriores estudiantes realicen sus trabajos investigativos y entren al mundo laboral.

4. Limitaciones y delimitaciones

4.1 Limitaciones

Para la elaboración del proyecto fue imprescindible disponer de los espacios y herramientas necesarias para desarrollar las variables que influían en la automatización: programación, control y electricidad, dando cumplimiento a los criterios técnicos necesarios en el proceso de obtención del aceite de palma.

El periodo que se destinó para la automatización del proceso de extracción y prensado de la planta fue de 4 meses, en el cual se le dio ejecución a lo establecido en el proyecto formativo e industrial.

La empresa Oleaginosas del Norte de Santander S.A.S. realiza sus labores de extracción de aceite las 24 horas del día durante los 7 días de la semana, lo que dificultó la verificación, prueba piloto y la puesta en marcha del sistema.

4.2 Delimitaciones

El proyecto estuvo acotado y restringido de forma espacial y temporal, a continuación, se plasmará exactamente qué y porque se delimitó el proyecto.

4.2.1 Delimitación espacial

La aplicación del proyecto se realizó en el sector productivo de la empresa Oleaginosas del Norte de Santander S.A.S. el cual está ubicado en la vereda la Ye de astilleros del municipio del Zulia.

4.2.2 Delimitación temporal

Se dispuso de un tiempo de 4 meses para el desarrollo y ejecución del proyecto teniendo en cuenta los tiempos establecidos para este proyecto empresarial.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Diseñar e implementar la automatización del proceso de la extracción de aceite de palma para la empresa Oleonorte.

5.2 Objetivos específicos

- Identificar el estado actual tecnológico del proceso de la extracción de aceite de palma.
- Diseñar la automatización del proceso de la extracción de aceite de palma.
- Realizar montaje y prueba piloto de la automatización del proceso de extracción de aceite de palma.
- Divulgar los resultados obtenidos ante la comunidad académica y la empresa Oleonorte.

6. Marco referencial

6.1 Antecedentes

Por naturaleza investigativa es necesario contextualizar los aportes que ha hecho la ciencia a través de diferentes autores interesados en mejorar los procesos industriales de automatización.

Título: Los sistemas scada en la automatización industrial. Autor: esteban Pérez López. Año: 2015.

Este artículo se centraliza en exponer la trascendencia de la aplicación de los Sistemas SCADA en los procedimientos de automatización industrial que requieran de vigilancia, control, y toma de decisiones. En el cual se enfatiza el funcionamiento de cada fase o etapa que compone dicha práctica, y a su vez, se resalta la reducción de riesgos y gastos energéticos. De la misma reseña se exhiben dos casos de empresas que optaron por la utilización de un sistema SCADA con el objetivo de adquirir más eficiencia y productividad en sus producciones. Una de estas compañías es la planta Belén de Costa Rica, la cual elabora papel con material reciclado, por lo que realiza un proceso complejo y vulnerable a errores humanos, por tal motivo se vio obligada a automatizar su planta. La segunda sociedad es la de Pepsi, del estado de Carolina del Norte, Estados Unidos, es una empresa especializada en la producción de refrescos, la cual recurrió a la automatización por el alta de manda que conlleva y por mantener el nivel de calidad. En este antecedente se llegó a la conclusión que la implementación de los SCADA brinda un sistema integro y eficiente en las producciones industriales. Ya que se puede reflejar cada fase del proceso e interactuar con el mismo sin importar el cargo u ocupación que se tenga. Analizando los casos expuestos en este artículo se deduce que cada vez nacen nuevas producciones, nuevos

procesos y nuevos retos, los cuales, si o si deben ser vigilados y controlados por un sistema SCADA a través de un autómatas programable.

Partiendo de lo redactado por Esteban Pérez en su investigación denominada los sistemas SCADA en la automatización industrial se pudo obtener una visión internacional del impacto que día a día la industria vive en relación a la necesidad de automatizar y mejorar sus procesos de producción. En el cual se centraliza en la importancia de implementar un sistema que supervise, controle y adquiera datos relevantes del desarrollo. Lo que implica que se realicen labores de forma remota sin correr algún tipo de riesgo y a su vez incrementa la eficiencia en el proceso productivo.

Título: Automatización de equipos de protección y reconexión mediante un sistema scada usando comunicación gprs para la gestión remota de la red de distribución eléctrica de hidrandina s.a.s, autores: Gonzáles Martínez, Oscar mauricio. Año: 2020.

Esta investigación está enfocada en la automatización de los equipos de protección y reconexión a través de la aplicación de un sistema SCADA, por medio de la comunicación de servicio general de paquetes vía radio o mejor conocida por sus siglas en inglés (GPRS). Por consiguiente, vinculo un banco de información con el sistema SCADA, el cual, facilito la vigilancia de la representación analógica en cada instante de tiempo, lo que permitió manipular de forma segura y apresurada los instrumentos de protección y reconexión, los cuales se encargan de eliminar instantáneamente defectos en el servicio de distribución. Para la elaboración del sistema autómatas se empleó un software ADMS SURVALENT, y Para la fase de puesta en marcha se hizo uso de equipos presentes en la red, al cual, se le implantaron los dispositivos GPRS, obteniendo consecuencias victoriosas ya que se cumplió con el objetivo de la

investigación que era regular el sistema eléctrico de manera eficiente y apropiada al momento de presentar errores en la red.

Gracias al aporte científico expuesto por Gonzales Martínez y Oscar Mauricio en la implementación automática en los equipos de protección y reconexión se pudo analizar el incremento que se obtiene en la velocidad del proceso y en la optimización de los medios. Todo esto en tiempo real y sin la intervención directa del personal. A su vez nos ofrece y asegura que el sistema SCADA es la herramienta con mejor conectividad y trueque de información hoy en día en la producción industrial.

Título: Implementación de software scada para monitoreo y control de edificio inteligente.

Autor: Tomás Daniel Portillo Ogaz. Año: 2019.

La presentación del trabajo de grado que realizaron para optar por el título de Maestro en sistemas computacionales, en el cual, buscaban automatizar una edificación del instituto tecnológico. por tal motivo recurrieron a la aplicación del sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), con la finalidad de visualizar y manipular en cada instante de tiempo los sensores y los actuadores. También se hizo uso de microcontroladores para la programación que conforma la red domótica de la edificación. Dicha red esta enlazada con el sistema SCADA mediante la doctrina de comunicación abierta. En el cual se asegura que se obtendrá una reducción de consumo energético.

En base a la implementación del sistema SCADA presentada por Daniel Portillo se obtuvo un aporte de los diversos tipos de programación y de los reglamentos de comunicación en los sistemas computacionales en tiempo real empleado por los controladores. Así mismo se resaltó la importancia de la implementación de sensores y actuadores, con el fin de siempre mantener un sistema eficaz en cualquier área de la aplicación.

Título: Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido.

Autores: Gerardo Gonzáles, Francisco Javier Rodríguez. Año: 2018.

En el presente artículo se enfatiza en la automatización de una planta productora de arroz con leche, la cual busco acelerar y mejorar la eficacia de alguna de las fases de producción, pero sin reemplazar el tablero de mando operativo, ya que se ve como un sistema de respaldo ante cualquier falla. Para la automatización de la planta se hizo uso de controladores lógicos programables (PLC), comunicados por el protocolo maestro esclavo. los cuales fueron implementados en un sistema SCADA. El sistema obtuvo un gran impacto ya que ofreció más beneficios de lo planeado, permitiendo tener una visualización de cada instante del proceso, mayor productividad, menor costo de producción y un incremento de fiabilidad ya que cada acción y proceso, podía ser monitoreado por el sistema autómatas en el SCADA y por el método manual supervisado por el panel operativo.

Al tratarse de un proceso industrial en el área de la producción alimenticia nos da una visión panorámica del cómo proceder y que variables tener presente para lograr automatizar el procedimiento de obtención del aceite de palma. Así mismo nos suministra diversos componentes electrónicos para poder realizar nuestro proyecto de grado.

Título: Automatización del servicio de comida para llevar con robots entrenados en el negocio de catering transformado por la pandemia. Autores: Ting-yu lin, Kun-ru wu, You-shuo chen, Wei-hau huang, Yi-tuo chen. Año: 2021.

Debido al COVID-19 y de las medidas adoptadas para la disminución de casos de contagio de acuerdo al sector alimentario se propuso un sistema automatizado de pedido de comida y servicio para llevar denominado Mots, el cual consiste en un programa sin problemas, basado en el algoritmo de coloración de Welsh-Powell para agrupar robots en varios lotes en movimiento que

no colisiona, gracias a la programación de trayectorias de movimiento sin colisiones para sensores móviles y las predicción de choques de robots. Se logró el algoritmo de programación de choque, obteniendo el tiempo proporcionado en cuanto al servicio general, los movimientos y distancias. Estos robots inteligentes son asistidos por IA para abordar el problema de acuerdo a la necesidad del cliente, el tiempo de servicio general considerando los tiempos de movimiento de cada robot.

Gracias a la propuesta de automatizar el servicio de comida para que estos sean entregados por robots durante el tiempo de pandemia debido al COVID 19, mediante la implementación del internet de las cosas y a la aplicación de la inteligencia artificial se pudo obtener diversos algoritmos informáticos los cuales serán de gran aporte para automatizar el proceso de extracción del aceite, ya que se necesita de un patrón característico fundamentado y orientado en la inteligencia remota y autónoma del PLC el cual estará comunicado al sistema SCADA para poder supervisar y controlar el proceso.

Título: Diseño de un sistema de automatización para los tanques del proceso de floculación en la planta de tratamiento del pósito de la empresa aguas Kapital cúcuta S.A EPS. en Norte de Santander. Autor: Leydi Johanna Botello Contreras. Año: 2020.

En este proyecto de grado se realizó un diseño de un Sistema de automatización para los tanques del proceso de floculación en la planta de tratamiento del pósito de la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P. en Norte de Santander, con el objetivo de mejorar y modernizar las operaciones de dichos procesos por medio de un layout en el cual se muestra la interconexión de equipos e instrumentos utilizados para controlar las principales variables del sistema: turbidez y las RPM correspondientes a los motores reductores de las paletas de cada tanque. Este sistema puede ser manipulado mediante una estación remota que puede ser cualquier Sistema

electrónico, el cual tiene la capacidad de ejecutar infinitos lenguajes de programación, capaz de comandar los variadores de frecuencia de forma supervisada o automática.

Al implementar la automatización en un sistema de floculación, el cual se relaciona con el aceite obtenido de la palma se puede ingerir que si es posible realizar este tipo de implementación. Obteniendo de este trabajo variables, conceptos, características, beneficios y recomendaciones a tener en cuenta para facilitar nuestro trabajo de automatizar el proceso de extracción del aceite de palma africana en la empresa Oleaginosas del Norte.

6.2 Marco teórico

Para establecer una relación con los sistemas autómatas se da a conocer unas referencias conceptuales relevantes para la industria.

6.2.1 Automatización industrial

La automatización en la industria es un mecanismo en el cual, se aprovecha el progreso de la informática en los sistemas de control, orientando en los procesos productivos. Es decir, es la aplicación de computadoras, máquinas y componentes electrónicos. En los procedimientos de manufacturación. con él cual, se busca disminuir la intervención humana en sucesiones de alto riesgo, ya que, generan peligros para la integridad personal de cada individuo. Y así mismo, se pretende incrementar los niveles de eficiencia en lo que corresponde al tiempo de fabricación y calidad de producto.

6.2.2 Sistema de control

Un sistema de control es una agrupación de mecanismos responsabilizados de dirigir, coordinar y preceptuar el proceder de algún procedimiento, con el objeto de disminuir posibilidades de errores o equivocaciones y a su vez garantizar los efectos esperados. Un

sistema de control puede ser con retroalimentación o sin la misma, o bien dicho puede ser un procedimiento abierto o cerrado. Se dice que es de lazo abierto cuando la variable de salida no interfiere en el proceso a controlar, mientras que el sistema de lazo cerrado si se caracteriza por involucrarse en el procedimiento para obtener un resultado, siendo este método más complejo y seguro.

6.2.3 Sistema SCADA

Los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), son instrumentos empleados en los procesos automáticos de control en el ámbito industrializado, el cual se aplica en los procedimientos para inspeccionar, compilar información, dirigir y producir documentación. Dicho sistema es esencial en el mundo de la industria por su aporte a una mayor eficiencia y por su comunicación en tiempo real con el proceso, el cual permite solucionar cualquier anomalía en el procedimiento.

6.2.4 PLC

Un PLC o controlador lógico programable es un dispositivo especialmente empleado en la automatización de la industria, los cuales permiten manipular señales de entrada y salida, mediante interruptores de encendido y apagado.

Estos instrumentos son reconocidos como la parte inteligente de la electrónica, puesto que estos tienen la capacidad de activar diversos mecanismos arriesgados y altamente letales para las personas. Estos dispositivos manejan un entorno de programación amistoso con el usuario y a su vez goza de una gran variedad de lenguajes de planificación.

6.2.5 Aceite de palma

El aceite de palma es una oleaginosa vegetal, la cual se consigue en el mesocarpio del mismo. Este tipo de oleaginosa es el segundo modelo de aceite más empleado a nivel internacional y a su vez, es el índole más provechoso y rentable. Ya que su producción es más fructífera en términos de tonelada de aceite obtenida por hectárea de plantación de palma.

6.2.6 HMI

El HMI o la interfaz hombre maquina es la interconexión que existe en medio de la transformación y el personal operador, ya que este es un dispositivo que facilita el control, la vigilancia y monitorización de las sucesiones industriales. Ya que nos permite representar datos, señales e información verídica en momentos actuales, mediante el uso de ilustraciones, tales como gráficas, tablas y mensajes. Este artefacto permite visualizar de forma amigable y sencilla diversos procedimientos intrincados de la sucesión.

6.2.7 Sensores

Los sensores son instrumentos que identifican la variación presente en un escenario y actúan enviando una señal de partida o salida. Este dispositivo transforma una manifestación natural en una señal de tensión fácil de interpretar, ya que, permite visualizar el efecto ocurrido en un monitor de forma análoga o digital. Dicho aparato es identificado también como transductores. Existen diversos tipos de sensores. tales como: de temperatura, humedad, presión, nivel, sonido, posición, entre otros.

6.3 Marco legal

En este espacio se plasmarán las normativas por las cuales el proyecto se rige, con la cual se busca que todo sea de la manera más integra y armónicamente legal.

NORMA: Ley 1955 de 2019. por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad".

La cual nos dice que, en el plan nacional de desarrollo, existe un pacto por la transformación digital de Colombia, tiene como objetivo principal que empresas, gobierno y hogares estén activos y enfocados en las TIC ya que tiene un gran aporte en la economía y permitirá dar un gran paso a la industria 4.0 la cual busca progresar y brindar acceso a las tecnologías de información a todo el territorio colombiano.

NORMA: ISO 27001. Estándar Internacional para la Gestión de la Seguridad de la Información. En esta norma se fijan las condiciones para formalizar, implantar, preservar y perfeccionar.

Frecuentemente un SGSI (Sistema de Gestión de la información). Este sistema se vuelve más común con el paso del tiempo gracias a las múltiples exposiciones que hay en la tecnología como, por ejemplo, el incremento de ciberataques. También adjunta los aspectos a tener en cuenta para apreciar y tratar los peligros acordes a los requerimientos de la entidad.

7. Metodología

El siguiente proyecto se llevó a cabo mediante 4 fases o etapas, en las cuales se desarrollaron y cumplieron los objetivos específicos propuestos.

7.1 Identificación del estado inicial tecnológico del proceso de extracción.

La ejecución de este objetivo se realizó mediante una serie de actividades prácticas, investigativas y explotarias. En las cuales se empezó por realizar un reconocimiento del sistema que empleaba la empresa para extracción y obtención del aceite. Una vez hecho esto se procede a profundizar en lo relacionado a la implementación de la automatización en los procesos industriales y así mismo comprender de manera global el funcionamiento del proceso de extracción de aceite vegetal, mediante videos, informes, revistas y capacitaciones.

7.2 Diseño de la automatización del proceso de extracción.

El diseño de la automatización de la fase de extracción y prensado se realizó de manera efectiva, la cual permitió expresar de forma eficaz el objetivo principal del proyecto. Inicialmente se realizó la selección del software y lenguaje a utilizar. después se procedió a examinar y estudiar el entorno de programación que nos ofrecía el programa. Seguidamente se procedió analizar las variables de entrada y salida de cada uno de los equipos a automatizar y simultáneamente se fueron asignando las instrucciones y parámetros que estos debían tener.

Para el cumplimiento de este objetivo también fue de suma importancia la caracterización del área en el cual se encuentra ubica el proceso autómeta y la identificación de los componentes que se emplearon.

Hecho lo anterior se procedió a realizar la lógica del PLC y la elaboración del diagrama de instrumentos y tuberías (P&ID).

7.3 Montaje y prueba piloto de la automatización.

El desarrollo de este objetivo conllevó de muchas dificultades debido a la disponibilidad de la planta, ya que solo se podía trabajar con los tiempos asignados por el sector productivo.

Se realizó la implementación del sistema e hicieron pruebas de funcionamiento para así poder analizar y autocriticar el sistema con el fin de mejorar el sistema para el futuro y poder capacitar al personal de la empresa.

7.4 Divulgación de resultados.

Se hizo presencia como ponente en grupos de semilleros de la universidad, con el fin de darle cumplimiento a la divulgación del proyecto y resultados ante la comunidad académica, mientras que para la divulgación en la empresa se hizo mediante una socialización con el codirector, los directivos de la empresa y sus trabajadores.

8. Resultados

Se plasmarán los resultados obtenidos en cada una de los objetivos necesarios para la ejecución del proyecto.

8.1 Identificación del estado inicial del proceso de extracción

8.1.1 Reconocimiento del sistema de extracción del aceite de palma

Se hicieron actividades de reconocimiento del sistema empelado por la empresa para la extracción del aceite de palma, en el cual se asistió a capacitaciones, charlas y salidas a campos, donde se apreciaba la composición estructural y funcional de esta. Estas actividades fueron realizadas por la supervisión de coordinadores y líderes de producción y de mantenimiento, así como por parte del personal eléctrico y del cuarto de control de motores. En el cual, se comprendió el funcionamiento del proceso y de cada equipo que lo compone.

Mediante este conjunto de actividades se contempla la forma en la que se emplea el proceso de extracción y prensado del aceite en el cual se trabaja de forma manual, la cual es realizada por el personal operativo de la planta extractora.

En el modo de operación manual el operario se encargaba de todo el proceso. Iniciando por el llenado del fruto del digestor. Al cual le debía accionar la compuerta de descargue del transportador (Redler) para que esta abriera y llenara el digestor. Simultáneamente el operario debía estar supervisando este llenado para que no se rebosara el equipo. Cuando ya se encontraba totalmente lleno el digestor el operador debía accionar nuevamente la compuerta del transportador y cerrarla. Para seguidamente darle inicio al digestor y que este maceré el fruto. Una vez finalizada la función del equipo se debía abrir la compuerta del digestor para que este

fruto cayera a las prensas en las cuales mediante las palancas de la unidad hidráulica accionara los conos y ejerciera presión para que se pudiera extraer el aceite.

En el desarrollo de esta actividad se realiza una inspección a los equipos de la fase extracción y prensado, en el cual se identifica el estado, función y forma de operar de la unidad hidráulica, prensa y digestor.

En la ilustración 1 podremos observar el estado en el cual se encontró la unidad hidráulica, en esta ilustración podremos observar que solo se podía trabajar de forma manual, haciendo uso de las palancas.



Ilustración 1. Unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 2 encontramos la prensa Inal P-15, la cual trabajaba en constante atascamiento y rebosamiento debido a la poca y casi nula coordinación existente entre la unidad hidráulica y el digestor.



Ilustración 2. Prensa Inal p-15. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 3 tenemos el equipo digestor el cual padecía de rebose de llenado, sobre amperaje y recalentamiento de motor.



Ilustración 3. Digestor. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 4 se plasma un diagrama del flujo de la forma en la que trabajaba la etapa de extracción y prensado.

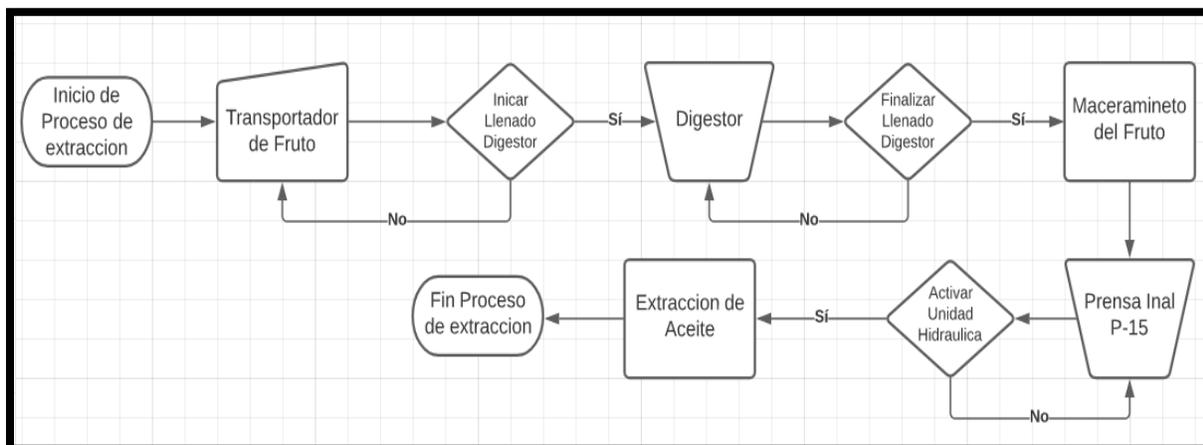


Ilustración 4. Diagrama de flujo funcionamiento y extracción y prensado. Fuente: Elaboración propia.

8.1.2 Estado del arte de la automatización de procesos

Se realizó un estudio del estado del arte, en el cual se consultaron artículos, libros, revistas, videos y charlas a todo lo relacionado a los procesos industriales, a la automatización y a la implementación de la automatización en la industria. En el cual, se adquirió información sobre la estructuración y organización de un sistema automatizado.

En la ilustración 5 se tiene una pirámide estructural de la organización de un sistema automatizado, en el cual se incluyen todos los aspectos a tener en cuenta.

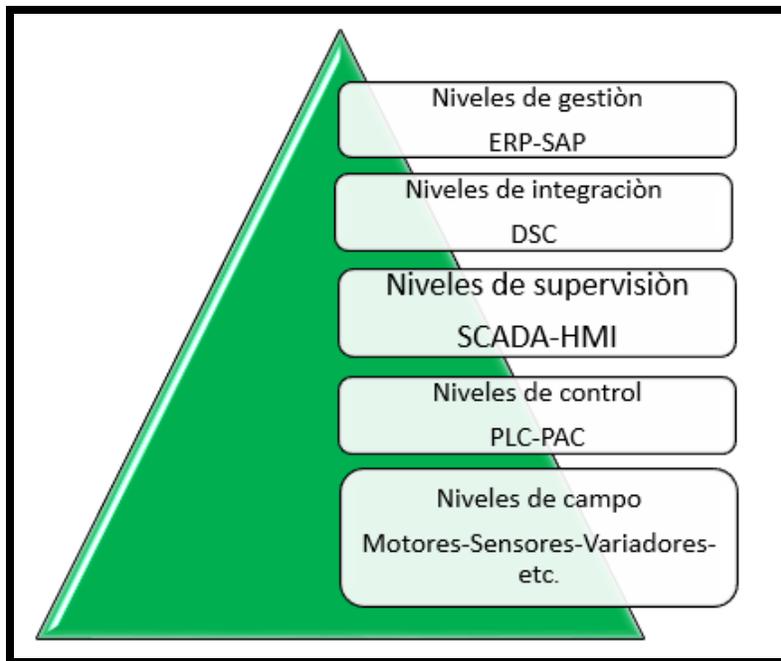


Ilustración 5. Pirámide estructural del sistema automatizado. Fuente: Elaboración propia.

Por intermedio de esta acción se adquirió y consolidó conceptos importantes para la implementación de un proceso automático. Tales como, conectividad, configuración y programación de un PLC.

En la ilustración 6 se realizó un diagrama de flujo del modo de operación de un controlador lógico programable (PLC).

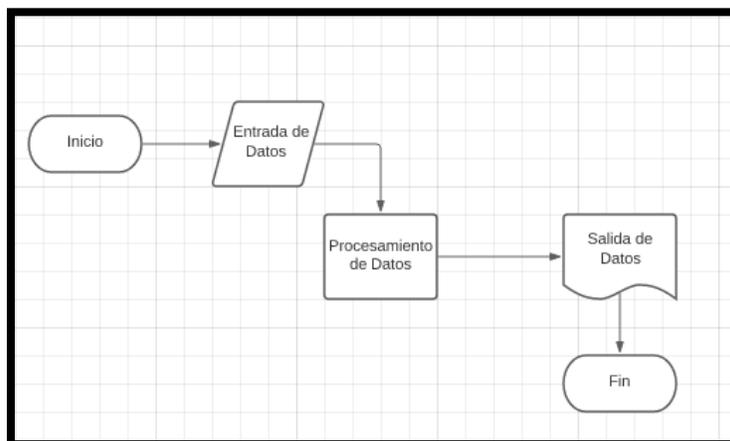


Ilustración 6. Diagrama de flujo de la operación de un PLC. Fuente: Elaboración propia.

Se realizan una serie de comparaciones entre las diversas bases de datos utilizadas para la implementación de la automatización en el proceso de extracción y prensado. Con el fin de ver cuál fue la base de datos con mayor impacto.

Para lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos en cada una de las bases de datos:

Parámetros: Calidad Documental (A), Cantidad de Publicaciones (B), Fácil acceso (C), Publicaciones Recientes (D).

Para conocer el nivel de importancia se realizó una matriz de ponderación entre ellas, con una escala de valores específicos. Dicha escala es la siguiente:

10 = Mucho más Importante, 7 = Importante, 3 = Menos Importante, 1 = mucho menos importante.

FACTORES	BASES DE DATOS			
	SCOPUS	IEEE	GOOGLE ACDEMICO	SCIELO
A	3	10	7	1
B	3	7	10	1
C	1	7	10	3
D	7	10	3	1
TOTAL	14	34	30	6

Cuadro 1. Comparación bases de datos. Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la elaboración de la tabla comparativa se pudo demostrar que la base de datos de la IEEE es el banco de información más apropiado y útil al momento de realizar un proyecto de automatización industrial.

8.1.3 Identificación de fallas en el proceso de extracción

Así como en la actividad anterior se realizó un estudio para comprender más afondo que es el aceite de palma y como es el proceso de extracción de este. En el cual se sacó provecho a la biblioteca virtual de la universidad, ya que esta nos ofreció una base de datos amplia y muy nutrida en información relevante a la producción de aceite de palma. Así como también se hizo provecho de la experiencia de líderes y coordinadores del sector productivo de la empresa, en el cual pusieron a disposición del proyecto la experiencia y aprendizaje adquirido a lo largo de su vida laboral en el sector palmero.

Cuando se realizó el reconocimiento e identificación del sistema, se detectaron fallas en el sistema. Empezando por el llenado del digestor, ya que el operador debía estar pendiente a que se llenara y luego bajar un nivel y cerrar la compuerta del digestor lo que causaba que se rebosara el equipo y se elevara el amperaje del motor, o que el equipo no se llenara en su totalidad lo que generaba una pérdida de capacidad de fruto. Otra falla percibida es la del accionamiento de la unidad hidráulica, debido a que esta al meter el cono ejerce presión y aumenta el nivel de amperaje y al sacar el cono baja ese nivel.

Entonces al momento de accionar la unidad hidráulica se llevaba el nivel de amperaje del motor a valores lejanos de su valor nominal y lo que causaba que pararan el proceso para dejar refrigerar el equipo. Y en la prensa se observaba que sufría de muchos atascamientos y rebosamientos debido a que el digestor le demandaba mucho fruto y este no tenía la capacidad de procesarlo y ni de almacenarlo.

8.1.4 Capacitaciones y charlas de la empresa

La empresa Oleonorte cuenta con un amplio campo de acción en el sector palmero desde la siembra de la palma, pasando por la producción del aceite y hasta la distribución de este. Son muchos factores que se deben tener en cuenta por ende son muy necesarias las charlas y capacitaciones implantadas por la empresa Oleonorte. Estas actividades se dividieron en 3 áreas. La primera en todo lo relacionado a salud y seguridad en el trabajo, la segunda enfocada a lo asociado con la producción y elaboración de los productos y subproductos que ofrece al mercado la empresa, y la última enfatizada en los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos y motores presentes en la planta extractora.

8.2 Diseño de la automatización del proceso de extracción

8.2.1 Selección de programas y lenguajes

Para la selección del programa se tuvo en cuenta que debía ser uno compatible con el PLC SIMATIC S7-1500 de SIEMENS. ya que este fue el controlador lógico que la empresa puso a disposición del proyecto. Por tal motivo se seleccionó el programa TIAPORTAL. El cual maneja un lenguaje de programación tipo Ladder, quien se caracteriza por manejar esquemas de control básicos en estructuras de bloques.

Así mismo para la elaboración del diagrama de tuberías e instrumentos se seleccionó una aplicación web llamada Visual Paradigm debido a su versatilidad, libertad de uso, fácil entorno con el usuario, y una gran variedad de herramientas.

En busca de reproducir los entornos necesarios para el buen funcionamiento del software TIAPORTAL se vio inevitable la instalación de una máquina virtual, la cual es multiplataforma, de código abierto y está equipada con los recursos computacionales precisos para correr el programa y ejecutar la simulación del mismo.

La configuración general de la máquina virtual “Oracle VM VirtualBox”, en la cual se observa el sistema operativo asignado, la capacidad de almacenamiento, la cantidad de procesadores y el tipo de aceleración. **(ANEXO 1)**

La interfaz y entorno del software “TIA PORTAL V16” se puede observar las opciones y características que este programa ofrece. **(ANEXO 2)**

El menú y la interfaz de la aplicación web “Visual Paradigm” en la cual se desarrolló el diagrama de planos e instrumentos (P&ID). **(ANEXO 3)**

8.2.2 Identificación de variables del proceso

Para esta actividad se analizaron e identificaron las diversas variables de entrada y salida de los equipos automatizados del proceso de extracción y prensado.

En el software TIA PORTAL se realizan los bloques de datos de las variables de entrada y salida de los equipos del proceso. Tales como la unidad hidráulica, prensa y digestor. **(ANEXO 4), (ANEXO 5), (ANEXO 6)**

Variables unidad hidráulica.

Variables de la unidad hidráulica	
Entrada	Salida
Protección	Activar Motor
Confirmación	Estado de Arranque
ON/OFF	
PE	
RPE	
CLOCK	
HORAS	

Cuadro 2. Entradas y salidas de la unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.

Variables prensa.

Variables de la prensa	
Entrada	Salida
Manual Automático	Led Conos
PE	Led Digestor
Conos Adelante	Led Prensa
Sensor Digestor	Led Fallo Prensa
Digestor On	Led Hidráulico
Digestor Off	Led Fallo Hidráulico
Prensa On	Activar Hidráulico
Prensa Off	Activar Prensa
Hidráulico On	Activar Digestor
Hidráulico Off	

Cuadro 3. Entradas y salidas de la prensa. Fuente: Elaboración propia.

Variables digestor.

Variables del digestor	
Entrada	Salida
Protección	Motor
Confirmación	Estado de Arranque
On/Off	Iprom
PE	

RPE	
Falla	
Ready	
L1	
L2	
L3	
Clock	
Horas	

Cuadro 4. Entradas y salidas de la prensa. Fuente: Elaboración propia.

8.2.3 Instrucciones y parámetros del sistema

Las instrucciones especialmente estuvieron centradas en el digestor y en la unidad hidráulica. para el digestor se realizó la instalación y adecuación de un sensor inductivo, el cual es un sensor de activación por volumen. Este sensor se conectó a una paleta metálica, la cual al momento de hacer contacto con el fruto cocido activa al sensor que inmediatamente manda una señal que cierra la alimentación al equipo y no permite que se desperdicie y se rebose el fruto. Otra instrucción importante del digestor es que permite reiniciar el llenado al alcanzar un cierto valor de amperaje de motor. Es decir, mediante el amperaje damos paso a la alimentación del digestor y mediante el sensor cerramos el paso a la alimentación.

Y en la unidad hidráulica se tiene la instrucción de accionar hidráulicamente los conos, metiéndolos y sacándolos para ejercer la presión necesaria en la prensa. La activación de los conos se da mediante una orden en la que se le asigna cierto valor de corriente mínimo para meter el cono y ejercer presión hasta llegar a la asignación de amperaje máximo y ahí se saca el

cono. El valor de corriente mínimo y máximo puede ser modificado por el operador según el nivel de madurez del fruto.

8.2.4 Caracterización del área

El sector productivo de la empresa Oleonorte esta dividido 8 diversos procesos, entre los cuales se encuentra la sección de extracción y prensado. La cual está compuesta por un digestor, una prensa de extracción de aceite tipo Inal p-15 y una unidad hidráulica.

El digestor tiene como función compactar y macerar el fruto de la palma ya cocido para romper las membranas superficiales y así, acondicionarle y facilitarle el trabajo a la prensa obteniendo la mayor cantidad de aceite posible.

La prensa de extracción de aceite tipo Inal p-15 tiene la función de ejercer presión en el fruto ya macerado del digestor, obteniendo así un producto líquido y otro sólido.

La parte solida que se consigue es denominada torta, de la cual se puede obtener la fibra y las nueces. De la nuez se obtiene el aceite de palmiste y de la fibra se obtienen abono, alimento de ganado y también es usada para mantener encendida la caldera generadora de vapor para los esterilizadores.

En la fase liquida se obtiene el aceite crudo de palma, el cual conserva sus aromas, sabores y antioxidantes naturales.

La unidad hidráulica es la encargada de meter y sacar los conos con los que la prensa ejerce presión para extraer el aceite.

En la ilustración 7 se realiza la caracterización y distribución de cada uno de los procesos de la planta.

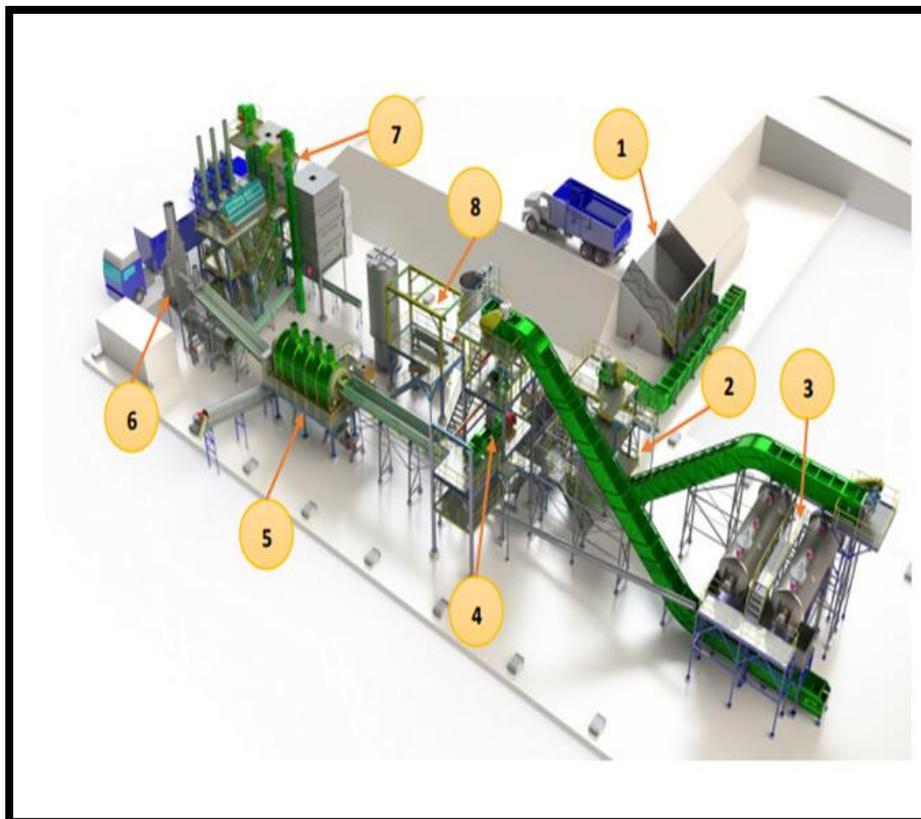


Ilustración 7. Diagrama de activación del sensor. Fuente: Elaboración propia.

Distribución de procesos			
1	Recibido	5	Separado de moños
2	Fracturado y Desgranado	6	Desfibración
3	Esterilización	7	Palmisteria
4	Extracción y prensado	8	Clarificación

Cuadro 5. Caracterización del área. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 8 tenemos la caracterización del proceso de extracción y prensado en el cual se observa la distribución y ubicación de los equipos.

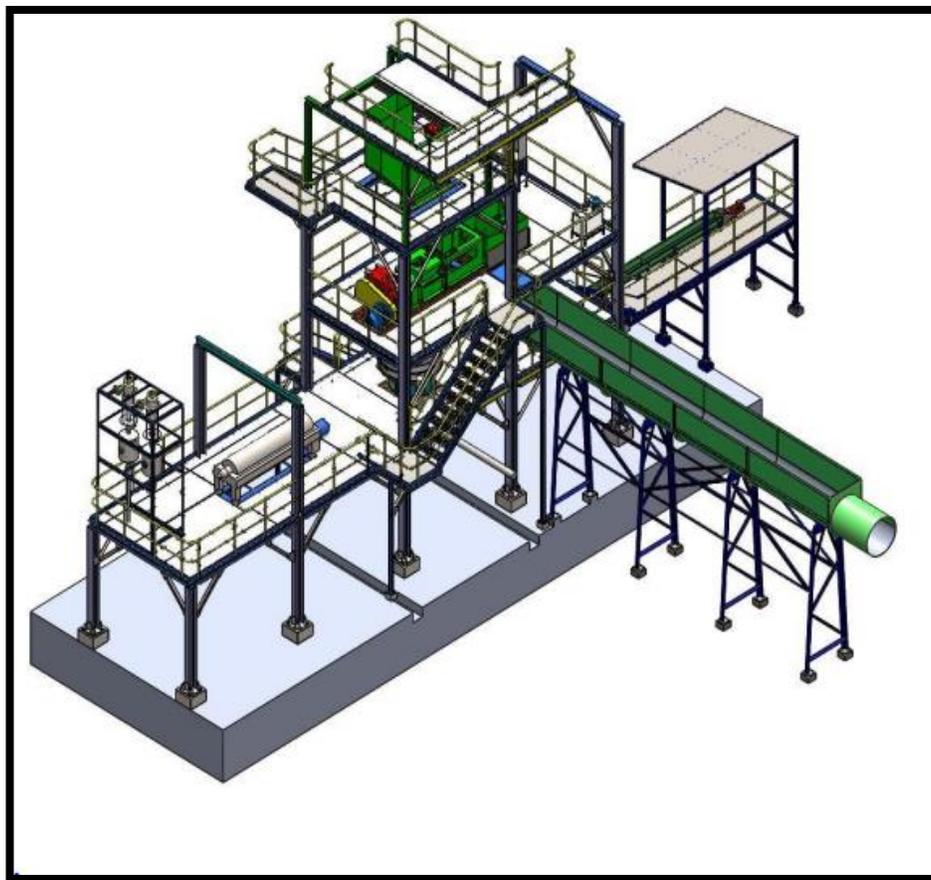


Ilustración 8. Caracterización área de extracción y prensado. Fuente: Elaboración propia.

En las ilustraciones 9 y 10 se observa detalladamente los equipos que conforman la fase de extracción y prensado. Tales equipos corresponden a la prensa Inal P-15 y al digestor.

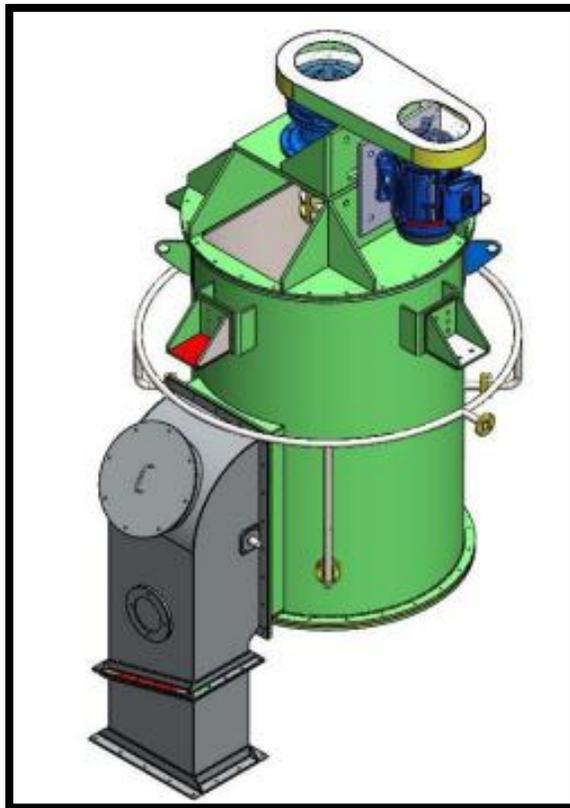


Ilustración 9. Digestor. Fuente: Elaboración propia.

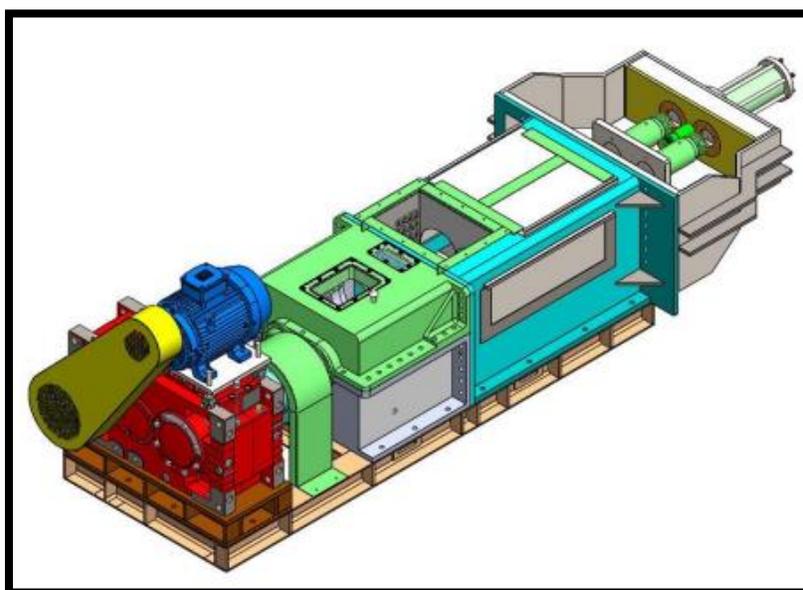


Ilustración 10. Prensa. Fuente: Elaboración propia.

8.2.5 Identificación de componentes y materiales

Para la ejecución y elaboración del proyecto se emplearon diversos componentes y materiales, los cuales se plasmaron en la siguiente tabla:

Materiales y componentes			
PLC 1500	Et200	Relé	Canaleta
HMI	Módulo de Entrada Digital	Parada de Emergencia	Riel
Pilotos	Módulo de Salida Digital	Borneras	Tablero doble Fondo
Pulsadores	Fuente de Voltaje	Totalizador	Cable Vehicular
Computador Portátil	Switch	Sensor Inductivo	Conectores pin

Cuadro 6. Materiales y componentes. Fuente: Elaboración propia.

8.2.6 Desarrollo de simulación y lógica programable

Para llevar a cabo esta actividad se realizó un arduo trabajo investigativo con todo lo relacionado a la programación y simulación de PLC y de los sistemas SCADAS. Y así mismo se indago y estudio el lenguaje Ladder y el manejo del software TIA PORTAL.

Primeramente, se realiza la programación del equipo digestor, en el cual se priorizo el sistema de llenado mediante un sensor de contacto, quien es el encargado de dar la señal de inicio y finalización de la alimentación del equipo.

En la ilustración 11 se plasma el diagrama de activación del sensor, el cual permite leer al PLC cuando el dispositivo manda la señal de cierre de llenado o del inicio del mismo.

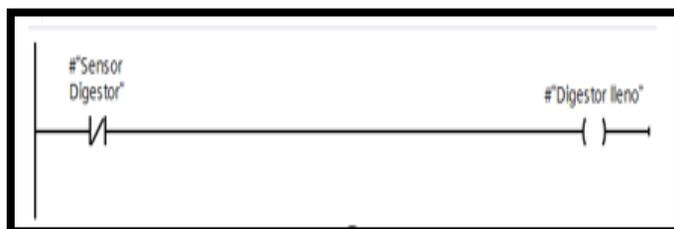


Ilustración 11. Diagrama de activación del sensor. Fuente: Elaboración propia.

Para la ilustración 12 se puede observar el diagrama de activación del digestor, el cual se encarga de poder ser leído por el controlador lógico.

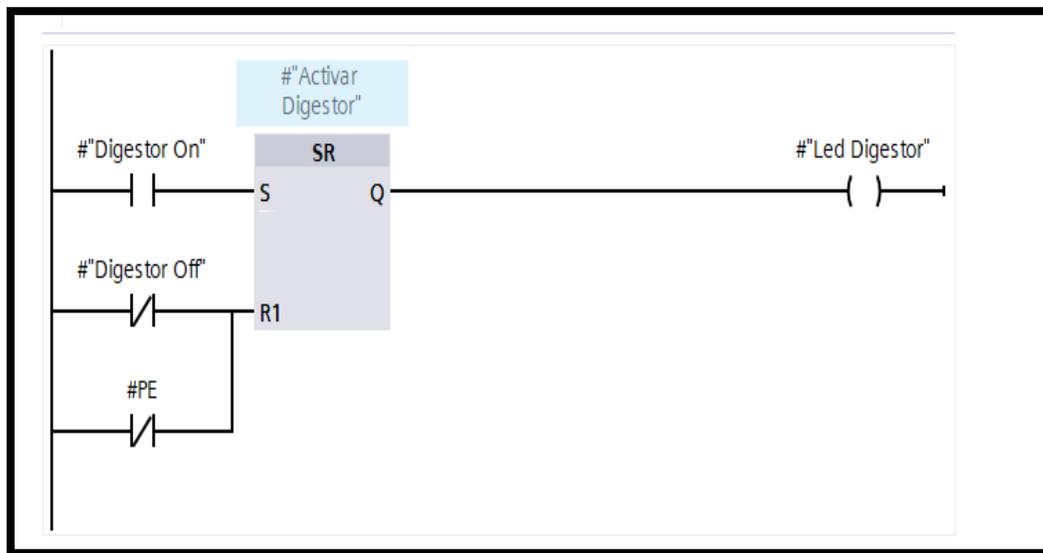


Ilustración 12. Diagrama de activación del digestor. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 13 apreciamos el bloque de arranque del digestor el cual se conforma de las activaciones del digestor y del sensor y es el que le ordena al PLC que realizar y cómo hacerlo.

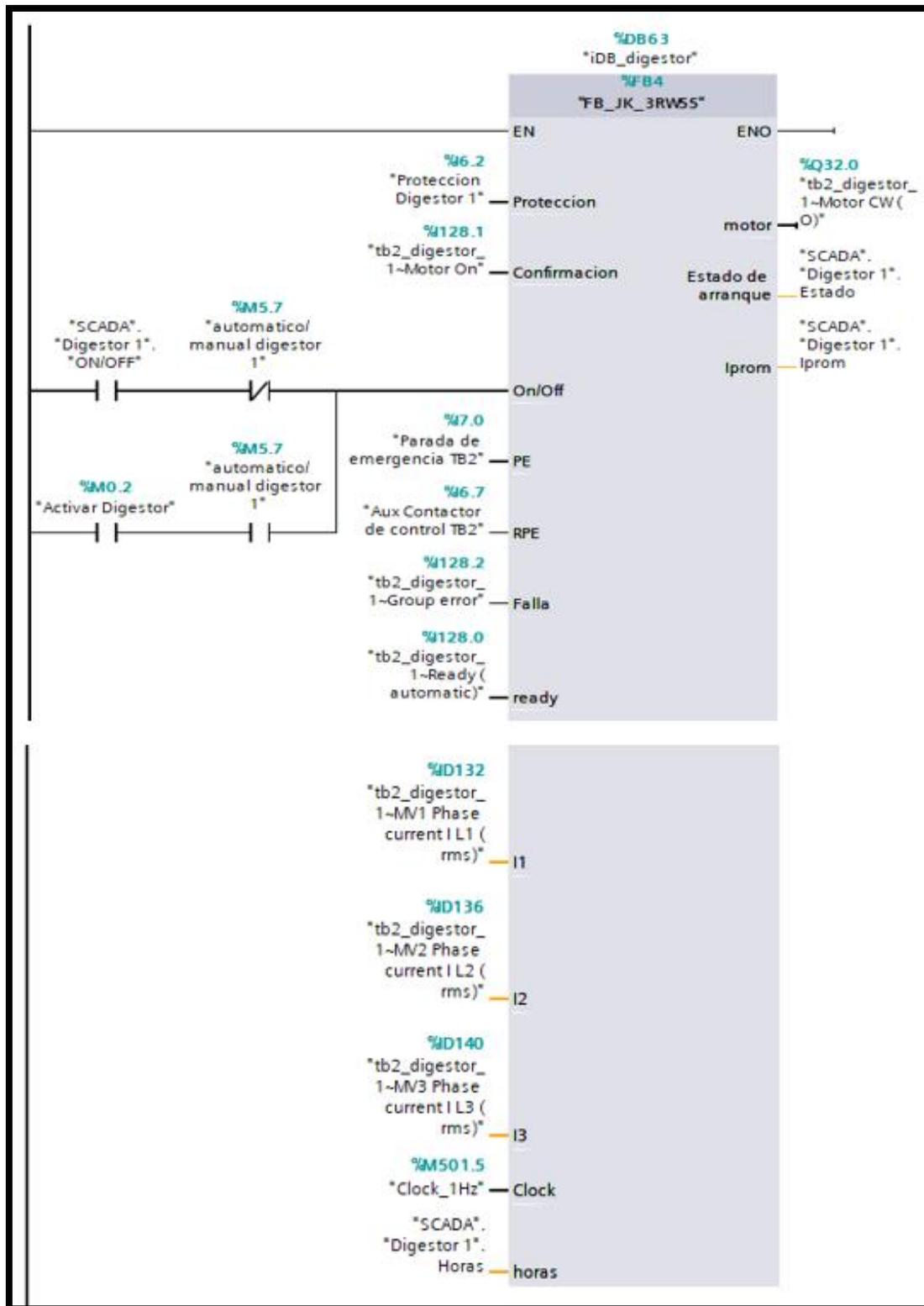


Ilustración 13. bloque de arranque del digestor. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se realiza la programación de la prensa Inal P-15, la cual consistió en la activación de la unidad hidráulica mediante el nivel de amperaje del equipo, es decir, el controlador se le asigna un valor de corriente mínimo y otro máximo, en el cual el PLC al leer el valor de corriente mínimo activa la unidad hidráulica y este manda la señal hidráulica la cual se encarga de meter el cono para ejercer presión y extraer el aceite del fruto y al momento de alcanzar el valor máximo de amperaje este manda la señal de sacar el cono y deja de ejercer presión.

En la ilustración 14 se aprecia el diagrama con el que la prensa se puede activar, el cual se vela parada de emergencia, el estado activo y apagado de la prensa.

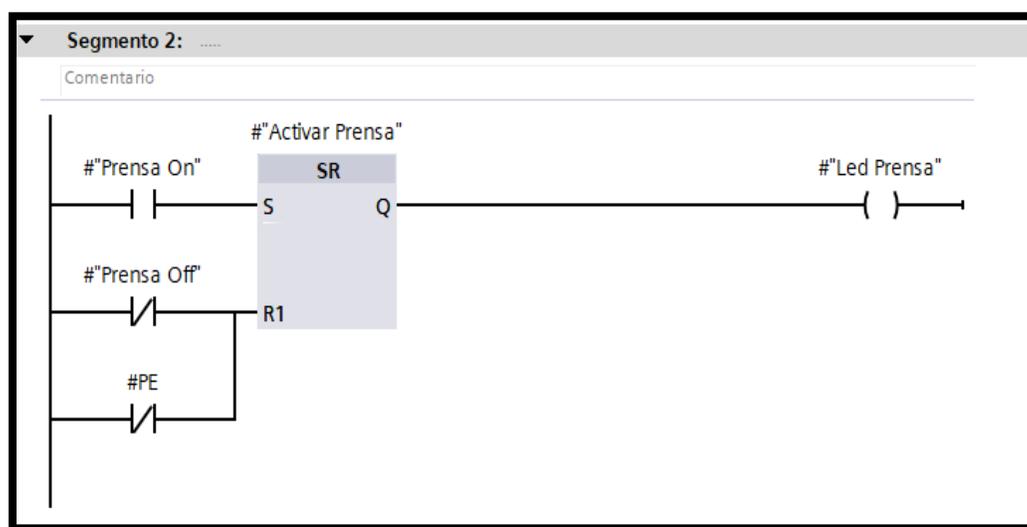


Ilustración 14. Diagrama de activación de la prensa. Fuente: Elaboración propia.

Así como en la ilustración 14 en esta ilustración 15 se tiene el diagrama de activación de los conos de la prensa, el cual se encarga que el controlador lógico lo lea.

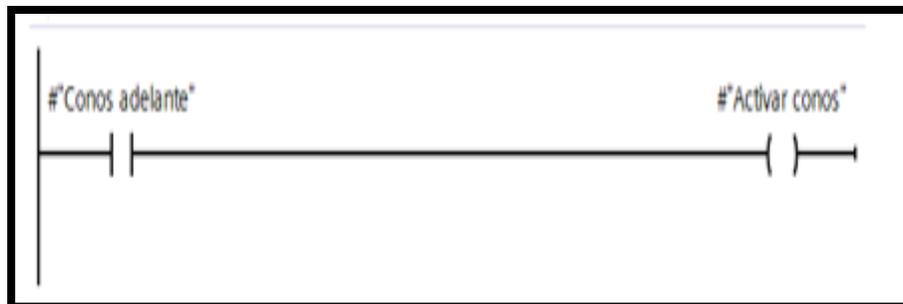


Ilustración 15. Diagrama de activación de los conos. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se ilustra la ilustración 16, la cual corresponde al bloque de arranque para que la prensa pueda arrancar y realizar las instrucciones asignadas, tales como el modo manual, el automático, la parada de emergencia, la inversión de giro y la velocidad.

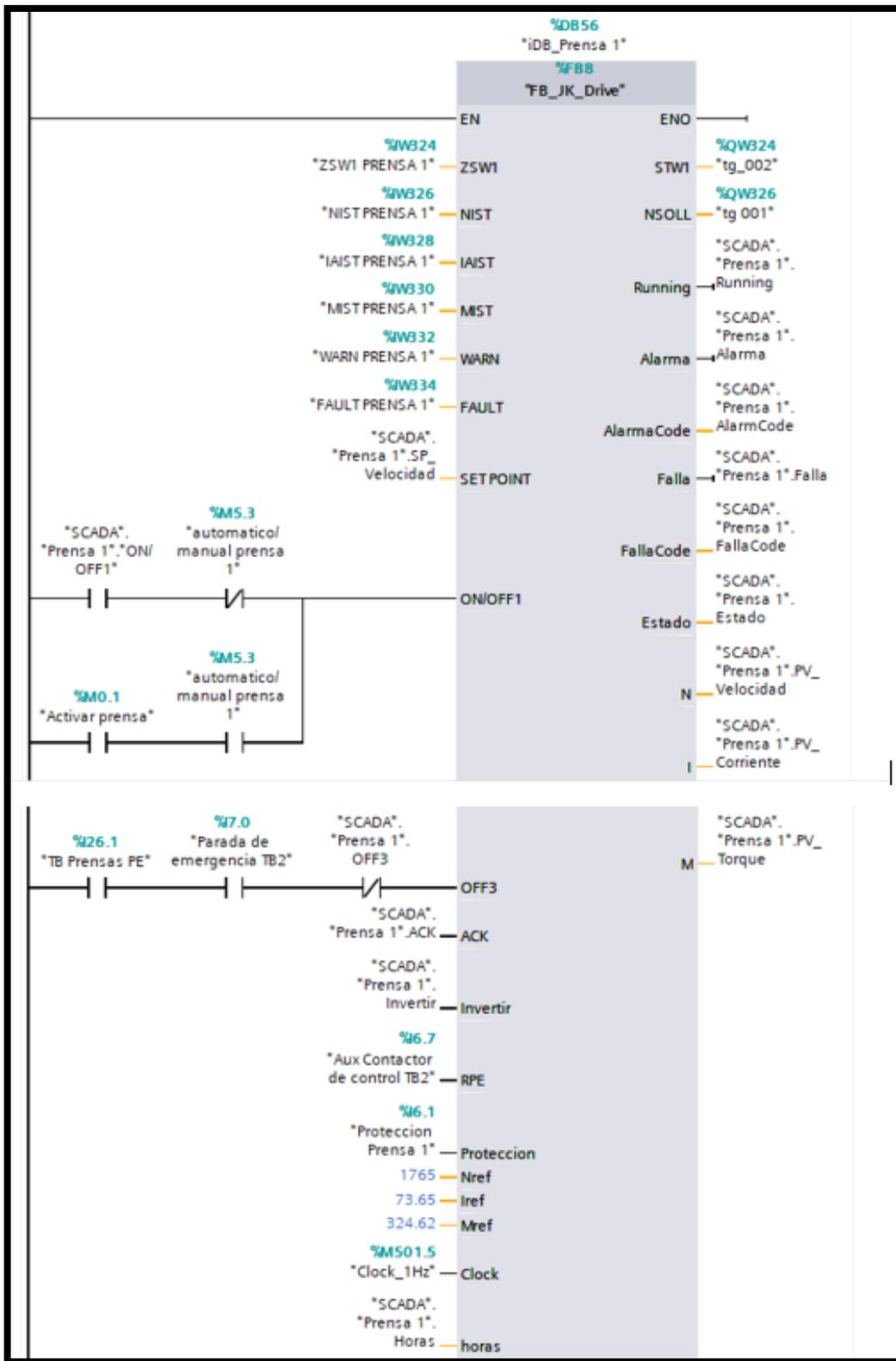


Ilustración 16. Bloque de arranque de la prensa. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 17 podemos ver el diagrama realizado para la activación de la unidad hidráulica, en el cual se logra apreciar el estado de inicio, apagado y parada de emergencia.

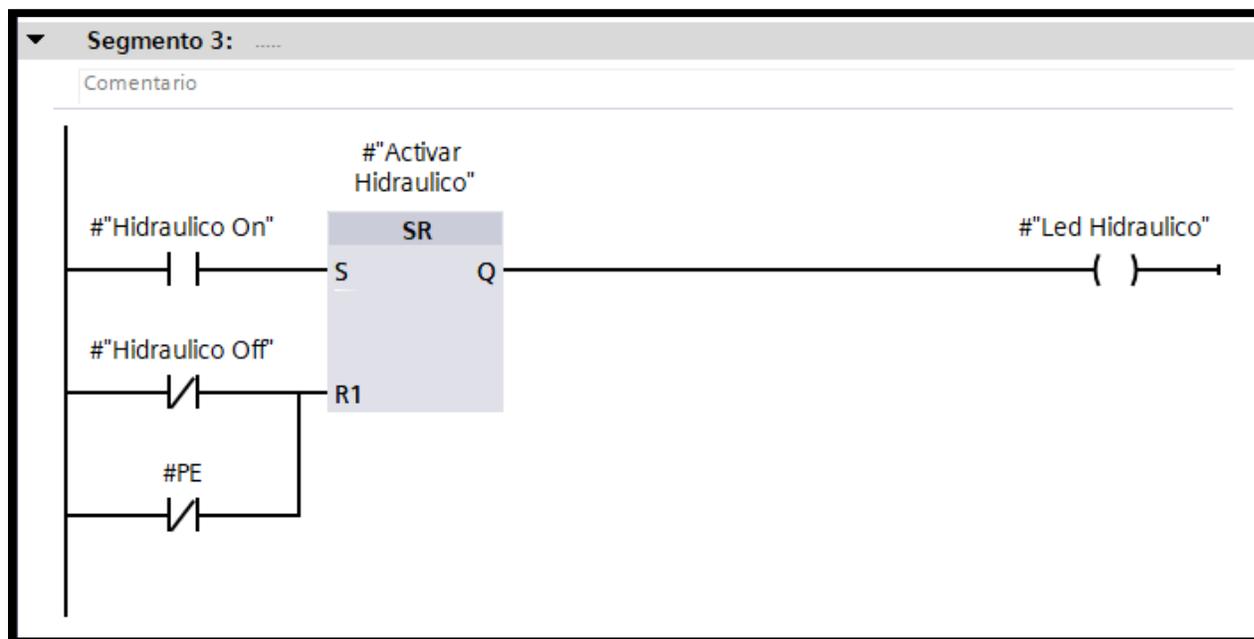


Ilustración 17. Diagrama de activación de la unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 18 como en los equipos anteriores a la unidad hidráulica también se le realiza el bloque de arranque. Donde se puede apreciar la configuración asignada para el modo manual y el automático. Cabe resaltar que ambas opciones no pueden ser activadas simultáneamente. También se aprecia la función de activación de los conos por medio de la asignación de corriente mínima y máxima.

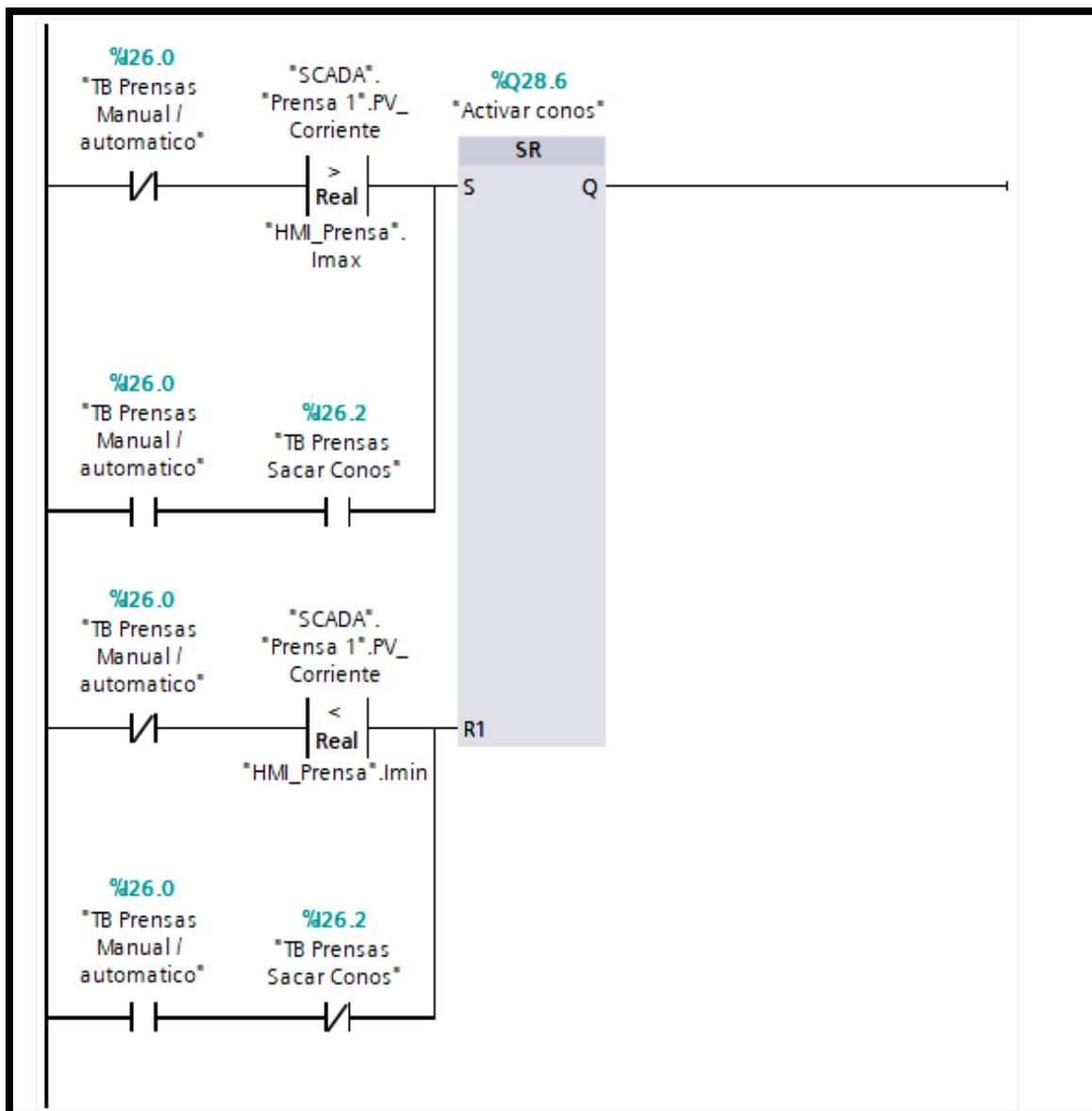


Ilustración 18. Bloque de arranque de la unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.

Para la ejecución de la programación del sistema SCADA se realizó mediante la aplicación del HMI en el tablero de control de control.

8.2.7 Elaboración del diagrama de tuberías e instrumentos

Para la elaboración de este diagrama se buscó asesoramiento y se indagó en la web los principios básicos y fundamentales de los diagramas P&ID. Finalizado esto se procede a la

elaboración del diagrama en la aplicación web Visual Paradigma si como se aprecia en la ilustración 19.

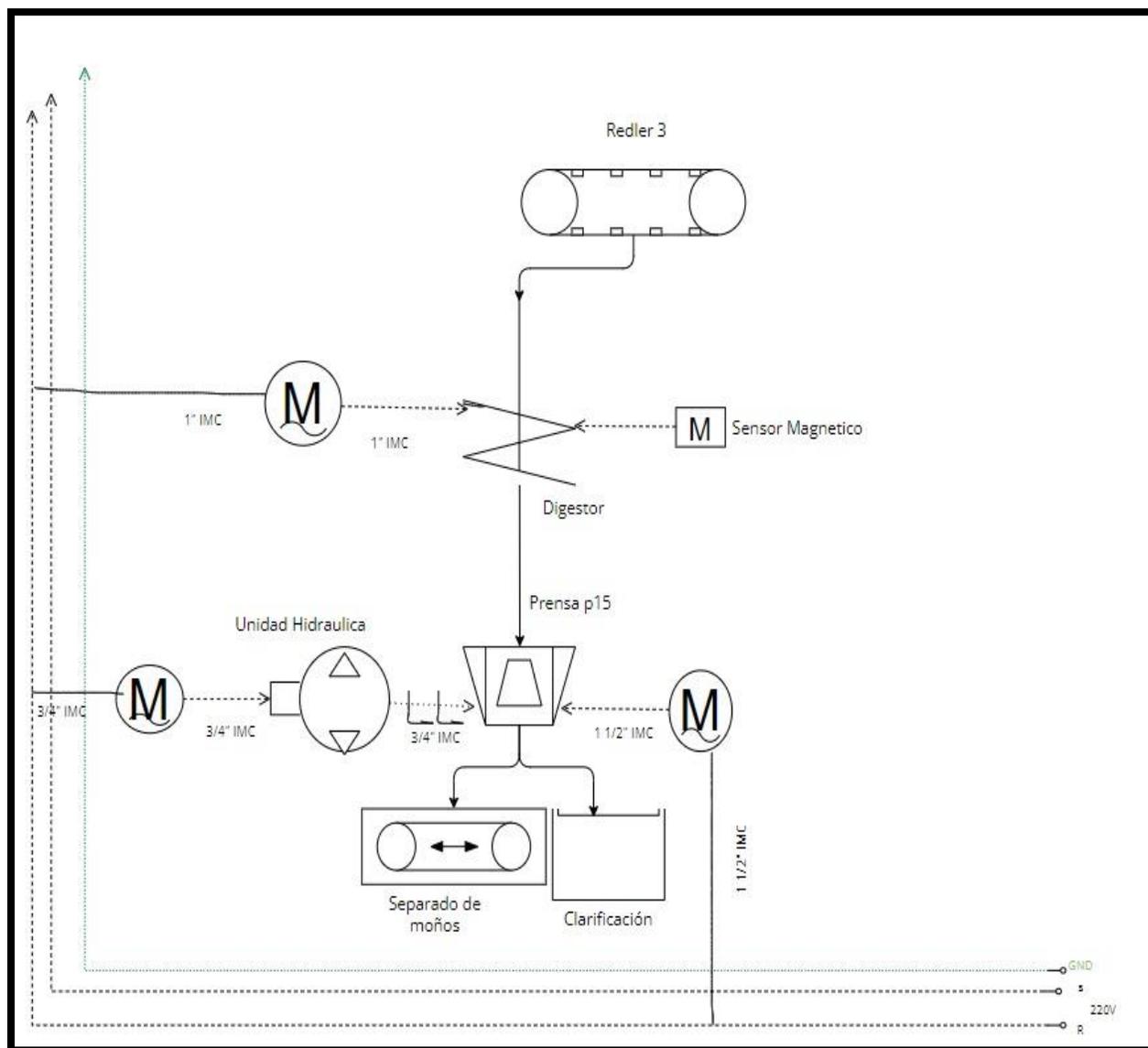


Ilustración 19. Diagrama P&ID. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 20 podemos observar el diagrama de fuerza del área de extracción y prensado, en el cual se puede ver el esquema eléctrico y componentes del circuito eléctrico de dicha área. Como se puede apreciar la prensa trabaja con un variador de frecuencia, el cual

permite variar la velocidad e invertir el giro de trabajo del motor. También se observa que el digestor trabaja con un arrancador suave el cual hace que el motor del equipo inicie o apague mediante una rampa de aceleración y desaceleración. Y por último vemos la unidad hidráulica la cual está conectada directamente desde el guardamotor.

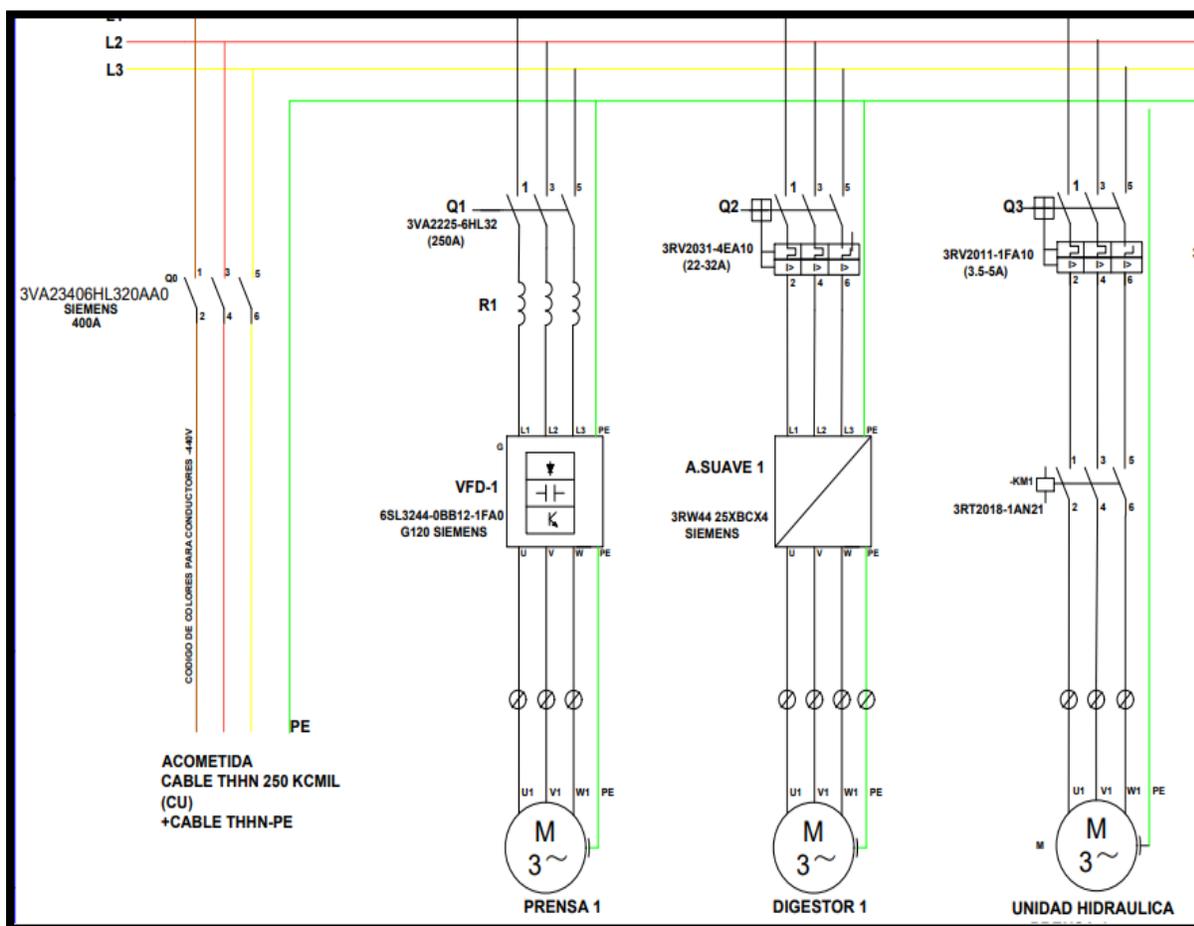


Ilustración 20. Diagrama de fuerza. Fuente: Elaboración propia.

8.3 Montaje y prueba piloto de la automatización del proceso de extracción

8.3.1 Implementación del sistema automatizado

El sistema se implementa con la colaboración y ayuda de la líder de cuarto control de motores, eléctricos, mecánicos y técnicos en electrónica. Se inicio con la instalación del tablero

de control, seguidamente se realiza la adecuación de la unidad hidráulica y del sensor de contacto del digestor.

En la ilustración 21 podemos apreciar la instalación del sensor y la paleta metálica en el digestor. La paleta al momento de ser accionada o empujada hacia adelante por la varilla interna esta hace contacto con el sensor y lo activa.



Ilustración 21. Instalación del sensor y paleta. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 22 se ilustra un diagrama de flujo en el que se explica el funcionamiento del sensor inductivo. En el cual se ve reflejado como el sensor capta o percibe una variable física y envía la señal a la unidad de control, el cual interpreta y envía la información al actuador, quien es el encargado de volverla una operación física.

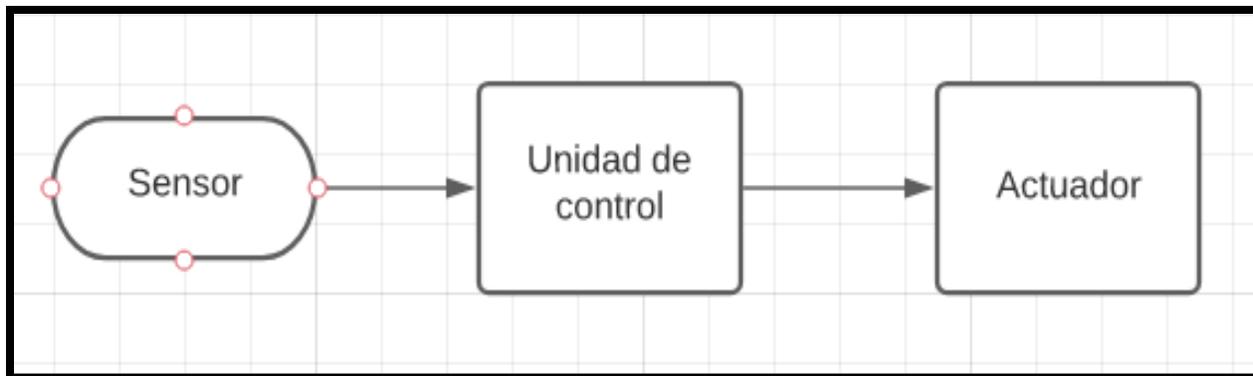


Ilustración 22. Diagrama de flujo del funcionamiento de un sensor. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 23 se realizó un diagrama estructural de la composición operativa y de la compostura de mando o control.

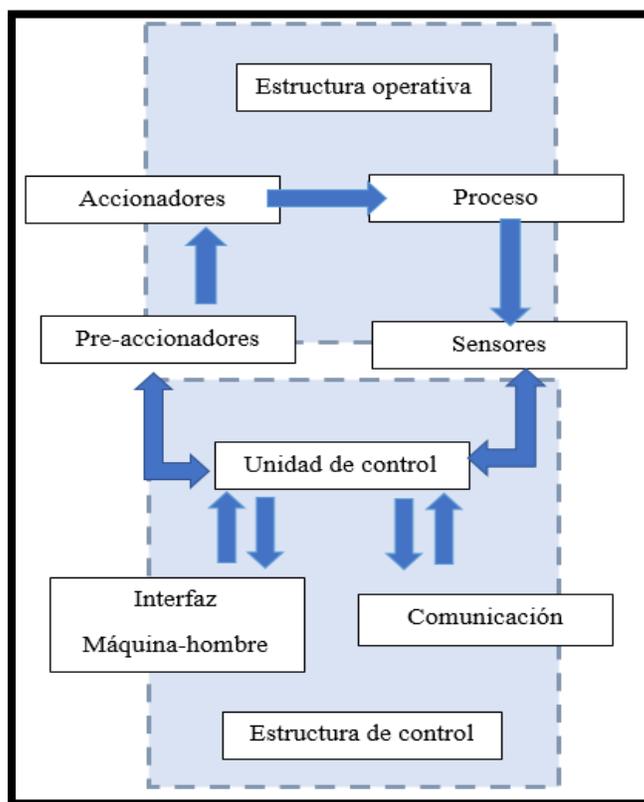


Ilustración 23. Diagrama estructural del sistema. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 24 se plasma la insolación de la varilla que se ubica internamente en el digestor el cual al fruto hacer conta con ella, esta impulsara hacia delante la paleta que posteriormente hará contacto con el sensor y mandara la señal necesaria.



Ilustración 24. Instalación de la varilla interna del digestor. Fuente: Elaboración propia.

Para la ilustración 25 podemos ver unidad hidráulica con el modo manual y el modo automático y así mismo se aprecia la dirección en la que va accionar el cono, siendo la dirección a un sentido y el b el sentido contrario.



Ilustración 25. Unidad hidráulica. Fuente: Elaboración propia.

El tablero de control se puede apreciar en la ilustración 26, en el cual se observa, la perilla de modo manual y automático, la parada de emergencia de la prensa, la pantalla HMI y los pulsadores de inicio y apagado de los equipos.



Ilustración 26. Tablero de control. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 27 se puede observar la instalación del PLC S7-1500 SIEMENS en el cuarto control de motores de la empresa.



Ilustración 27. PLC S7-1500. Fuente: Elaboración propia.

Para la ilustración 28 podemos observar las protecciones guardamotores del digestor, la prensa y la unidad hidráulica.



Ilustración 28. Protección guardamotor de los equipos. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 29 podemos observar el variador de frecuencia de la Prensa Inal P-15, el cual permite modificar la velocidad de trabajo y el sentido de giro de operación.



Ilustración 29. Variador de frecuencia de la prensa. Fuente: Elaboración propia.

El equipo digestor maneja un dispositivo diferente a la prensa, así como se observa en la ilustración 30, en la que se puede observar el arrancador suave, el cual permite iniciar y apagar el equipo con rampas de aceleración y desaceleración.



Ilustración 30. Arrancador suave del digestor. Fuente: Elaboración propia.

8.3.2 Pruebas de funcionamiento

Gracias al tiempo dispuesto por el sector de producción se pudo probar el sistema automático, obteniendo así que el sistema implementado funciona de acuerdo con lo esperado y programado.

La capacidad de prensado es de 15 toneladas hora y se venía trabajando a un ritmo de 10 toneladas hora y gracias a la implementación del proyecto se pasó a prensar 12 toneladas hora. Lo que significó un cambio notable e importante a los tiempos de proceso, a la eficacia y a la producción de la planta.

En la ilustración 31 se plasmará el diagrama de flujo de la fase de extracción y prensado automatizado.

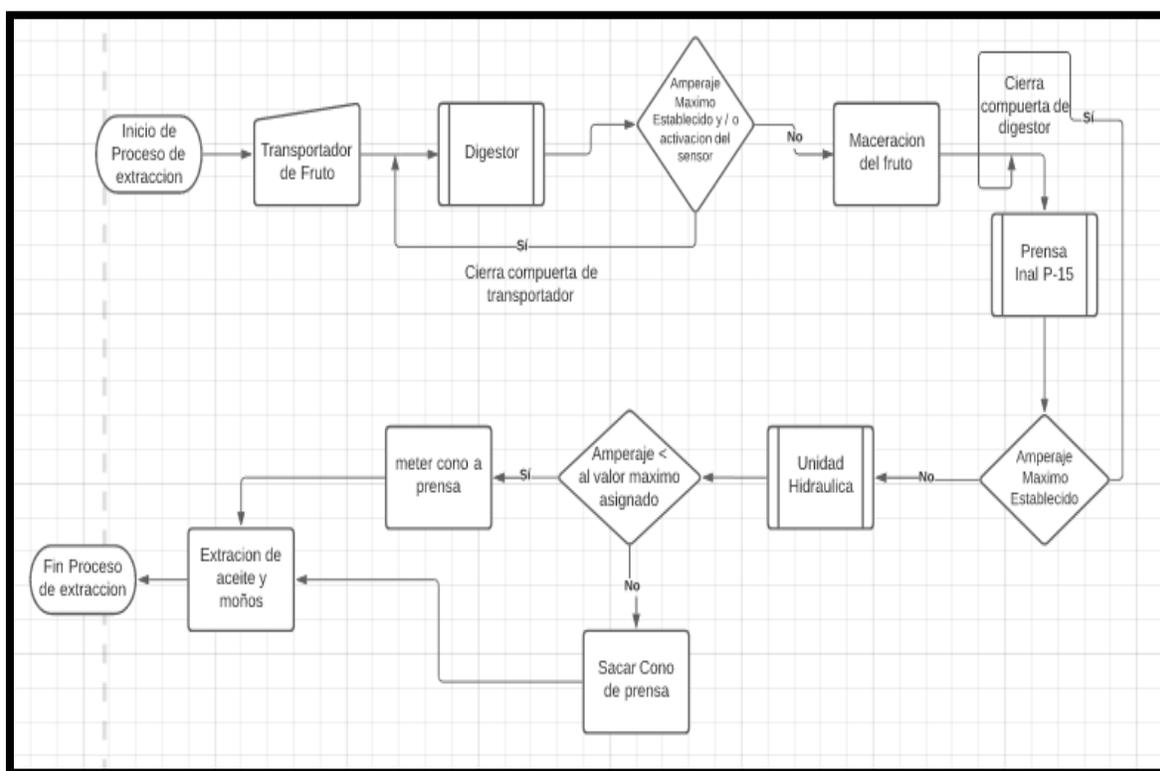


Ilustración 31. Diagrama de flujo de proceso automatizado. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 32, 33, 34 y 35 se podrá ver las pruebas que se le realizaron a los equipos y componentes del proceso de extracción y prensado



Ilustración 32. Prueba de prensado. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 33. Prueba de HMI. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 34. Prueba de maceramiento de digestor. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 35. Prueba de Digestor. Fuente: Elaboración propia.

8.3.3 Análisis del sistema

El sistema realizado genera un impacto muy positivo a la producción, a la eficiencia del proceso y al consumo energético. pero siempre se puede mejorar más, teniendo en cuenta más variables y detalles que para este proyecto no se tuvieron en cuenta como el unificar más fases del proceso en es esta etapa de extracción y prensado.

En la ilustración 36 tenemos una gráfica del resultado final de la automatización del proceso de extracción y prensado de la empresa Oleonorte. En la cual se puede observar los diversos dispositivos que lo conforman.

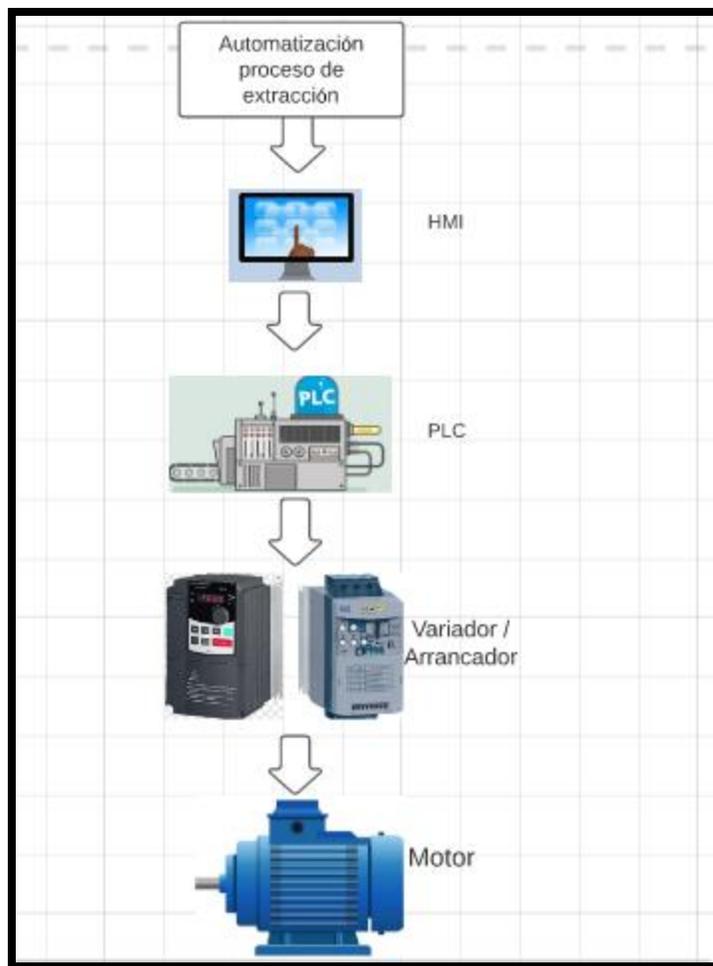


Ilustración 36. Grafica de automatización. Fuente: Elaboración propia.

8.3.4 Capacitaciones

La elaboración de las capacitaciones está en una fase de gestión, debido a que esta debe contar con todos los requisitos legales, técnicos, humanos y normativos que exige el marco de calidad corporativo al cual la empresa se rige.

Debido a lo anterior solo se le pudo realizar una breve capacitación al personal de cuarto control de motores, codirector y administrativos con el fin de darle cumplimiento a este objetivo.

En la ilustración 37 se ilustrará el instructivo de operación del proceso de extracción de aceite de la empresa Oleonorte.



Ilustración 37. Manual de operación. Fuente: Elaboración propia.

8.4 Divulgación de resultados

8.4.1 Divulgación de resultados ante la comunidad académica y la empresa

La divulgación de los resultados y del proyecto en general ante la comunidad académica se realizó en el grupo de semilleros SIINE “semillero de investigación en instrumentación electrónica” y ante la empresa se le divulgó al codirector, directivos y trabajadores de la empresa.

En la ilustración 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44 se ilustran las diversas socializaciones realizadas en la universidad y empresa.



Ilustración 38. Divulgación en semillero 1. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 39. Divulgación en semillero 2. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 40. Divulgación en semillero 3. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 41. Divulgación en la empresa 1. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 42. Divulgación en la empresa 2. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 43. Divulgación en la empresa 3. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 44. Divulgación en la empresa 4. Fuente: Elaboración propia.

9. Conclusiones

Un sistema de automatización en un proceso industrial debe tener presente el funcionamiento de cada proceso y subproceso injerto en dicho sistema. Así mismo previamente se es necesario realizar una identificación del estado en el que se encuentra, con la finalidad de obtener un proyecto eficiente y productivo.

La implementación de la automatización en el proceso de extracción y prensado en la empresa OLEONORTE implicó un aumento del 20% en la extracción de aceite, debido a que paso de procesar 10 toneladas horas a 13 toneladas hora. lo que representa un incremento notable en la productividad, en la eficiencia y en la economía de la planta.

El uso e implementación de sensores en equipos tales como los digestores son de mucha importancia debido a que estos captan una variable física como lo es el llenado del digestor y la transforman en una señal eléctrica que no permiten que se rebose el equipo. Agilizando la detección, medición y análisis de procesos que de manera manual serían más complejos y tardíos.

Debido a la automatización empleada en el proceso de extracción se notó una reducción del 30% en los tiempos de procesamiento debido a que el controlador lógico realiza simultáneamente la actividad de llenado del digestor, el paso de fruto a las prensas y la activación de la unidad hidráulica. Actividades que se realizaban manualmente por un solo operario el cual debía subir y estar pendiente de cada uno de los equipos y accionarlos uno a uno, lo que resultaba siendo una actividad con un alto nivel de riesgo y de poco aprovechamiento del tiempo.

Basados en la experiencia de consultas previas sobre trabajos semejantes, definición de términos, elección de componentes electrónicos, procedimiento de diseño y simulación, es posible concluir que el sistema automatizado para la extracción y prensado de la empresa Oleonorte ofreció una solución a la problemática planteada en el proyecto. Esto se evidencia en el cumplimiento a cabalidad de cada uno de los objetivos propuestos, lo cual resulta en el correcto funcionamiento del sistema y al incremento de la productividad y reducción de tiempo empelado.

Una pasantía es un método para optar por el título de grado el cual es muy bueno y provechoso, ya que es una puesta a tierra en donde podemos poner en práctica lo aprendido en la universidad. y así mismo, es un abrebocas a lo que es el mundo laboral, el campo de acción de la ingeniería electrónica y su participación en el sector agroindustrial.

El realizar una pasantía implica llevar a cabo diversas actividades en función de apoyar a la empresa en gestiones documentales, de mantenimiento y de supervisión de procesos. En los trabajos documentales se realizó la elaboración de manuales de dispositivos, actualización de hojas de vida de los equipos y diseño de cronogramas de mantenimiento. **(ANEXO 7), (ANEXO 8), (ANEXO 9), (ANEXO 10)**. En las actividades de mantenimiento se realizaron de tipo preventivo y correctivo a los motores de los equipos de la empresa. **(ANEXO 11), (ANEXO 12), (ANEXO 13)**. Y por último a las actividades de supervisión se realizó la verificación y el buen desarrollo de las actividades y mantenimientos. **(ANEXO 14), (ANEXO 15)**.

10. Recomendaciones

Se sugiere que al momento de pensar en la elaboración de la lógica programable de un PLC se realice una matriz de selección de programa, en la cual se tengan presente aspectos fundamentales como interfaz y entorno amigable, lenguaje de fácil interpretación, software libre, costo y características computacionales.

Al momento de realizar la lógica programable de un controlador (PLC) se recomienda diseñarla de manera ordenada y organizada. y así mismo el agregar comentarios a cada instrucción realizada, para que de esta forma sea más fácil la interpretación, modificación y mejoras para un futuro.

Se recomienda capacitar y preparar al personal operario con todo lo relacionado a la manipulación del sistema automatizado, en las características técnicas de los equipos y principalmente en el funcionamiento de la fase y o proceso automatizado.

Al momento de realizar el libro final de pasantías y la sustentación de las mismas se vio la necesidad de insertar una tabla de presupuesto con la finalidad de tener una base financiera a futuros trabajos realizados. Por tal motivo se realizaron tablas de presupuesto global, de gasto personal y de gasto en materiales. (**ANEXO 16**).

Bibliografía

- D. E. Palma, D. E. P. Sobre, and E. L. Medio, “Porque el aceite de palma es importante en su vida diaria,” *Rspo*, no. November, 2012.
- M. Angelo, B. Asqui, B. Asqui, and M. Ángelo, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUEVEDO” TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN: ING. JAIME ORTEGA BARDELLINI, MAE, Universida. 2017. [Online]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24422>
- P. Ing and C. Ruedas, “Automatizacion_Industrial_WWW_FREELIBROS,” vol. 2008, no. 10, pp. 1–19, 2008.
- E. C. Zuleta Suárez, J. D. Bonet oballe, L. C. Díaz Muegue, and M. J. Bastidas Barranco, “Optimización del proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de palma y etanol, mediante el método de superficie de respuesta,” *Prospectiva*, vol. 6, no. 1, pp. 75–80, 2008, [Online]. Available: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Optimizaci?n+del+proceso+de+ontenci?n+de+biodiesel+a+partir+de+aceite+de+palma+y+etanol+,+mediante+el+m?todo+de+superficie+de+respuesta#0>
- E. Pérez-López, “Los sistemas SCADA en la automatización industrial SCADA systems in the industrial automation”, Accessed: Sep. 17, 2022. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5280242.pdf>
- V. J. B. Avilés, “Automatización de Equipos de Protección Y Reconexión Mediante Un Sistema SCADA Usando Comunicación GPRS Para la Gestión Remota de la Red de Distribución Eléctrica de Hidrandina S.A,” Universidad ricardo palma, p. 155, 2020.
- T. D. PORTILLO OGAZ, “Implementación De Software Scada Para Monitoreo Y Control De Edificio Inteligente,” p. 75, 2019.

- G. González-Filgueira and F. J. R. Permuy, "Automation of an industrial power plant through distributed control," *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, vol. 2018, no. 27, pp. 1–17, 2018, doi: 10.17013/risti.27.1-17.
- T. Y. Lin, K. R. Wu, Y. S. Chen, W. H. Huang, and Y. T. Chen, "Takeout Service Automation with Trained Robots in the Pandemic-Transformed Catering Business," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 6, no. 2, pp. 903–910, 2021, doi: 10.1109/LRA.2021.3052451.
- LEYDI JOHANNA BOTELLO CONTRERAS, "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LOS TANQUES DEL PROCESO DE FLOCULACIÓN EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL PÓRTICO DE LA EMPRESA AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A E.S.P. EN NORTE DE SANTANDER.," no. December, 2020.
- Mejía-Neira, Á., Jabba, D., Caballero, G. C., & Caicedo-Ortiz, J. (2019). Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. *Información tecnológica*, 30(5), 221-230. 1.
- J. Martínez, A. Padilla, E. Rodríguez, A. Jiménez, and H. Orozco, "Diseño de Herramientas Didácticas Enfocadas al Aprendizaje de Sistemas de Control Utilizando Instrumentación Virtual," *RIAI - Rev. Iberoam. Autom. e Inform. Ind.*, vol. 14, no. 4, pp. 424–433, 2017, doi: 10.1016/j.riai.2017.03.003.
- D. G. Navarrete, "MINIPROYECTO AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (AUTI)," 2004.
- Pérez-López, E. (2015). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(4), ág-3.
- M. Rincón and D. Martínez, "Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria," *Rev. Palmas*, vol. 30, no. 2, pp. 11–24, 2009, [Online]. Available: <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1432>

Mejía-Neira, Á., Jabba, D., Caballero, G. C., & Caicedo-Ortiz, J. (2019). Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. *Información tecnológica*, 30(5), 221-230.

Lobreira, H. P., Campo, V. Z., & Musa, R. Z. (2016). Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización Industrial en la formación profesional de ingenieros electrónicos. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 39-44.

Ley 1341 de 2009,” pp. 1–38, 2020.

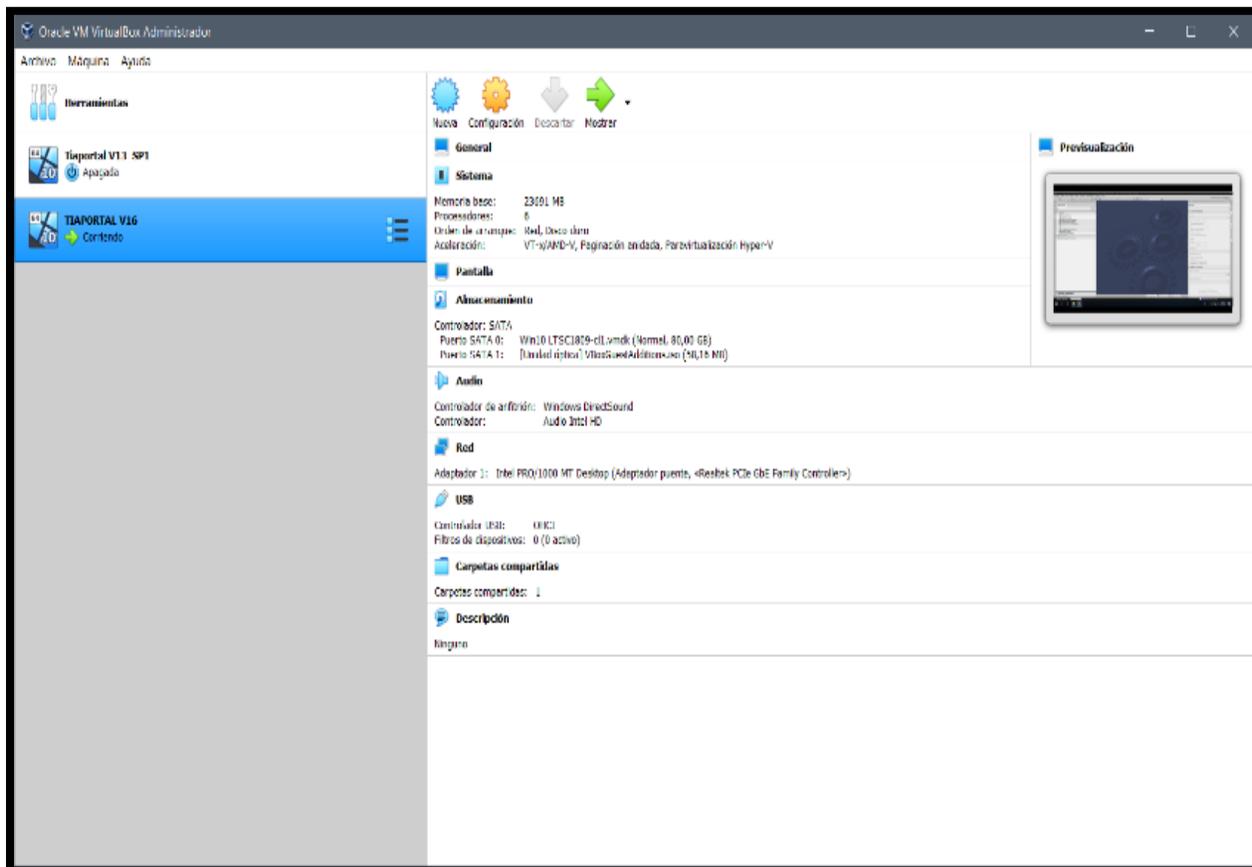
Ley 1955 de 2019, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad””, Accessed: Sep.18,2022.

ISO 27001 Estándar Internacional para la gestión de la seguridad de la Información.,” Accessed: Sep.18,2022.

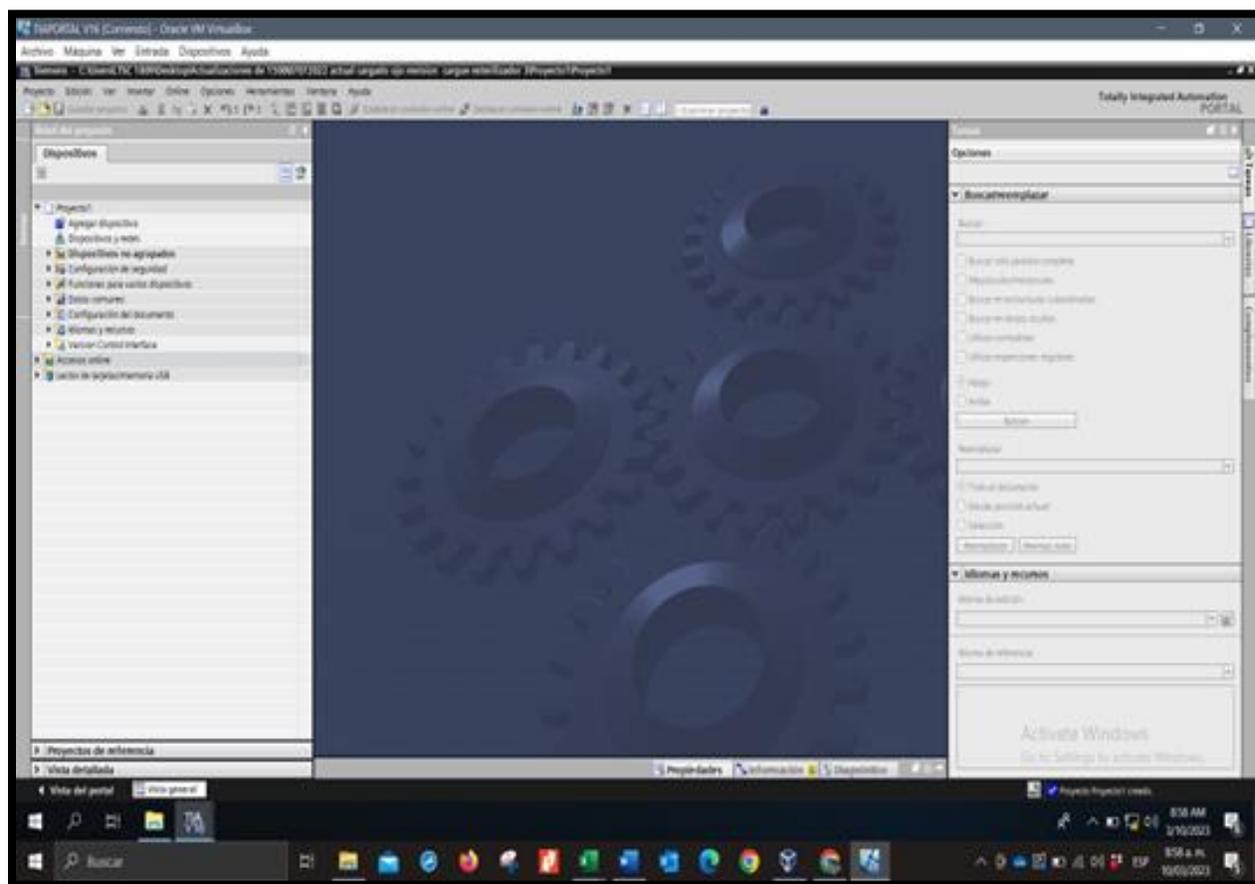
ESCAÑO GONZÁLEZ, J. U. A. N., NUEVO GARCIA, A. N. T. O. N. I. O., & GARCÍA CABALLERO, J. A. V. I. E. R. (2019). Integración de sistemas de automatización industrial. Ediciones Paraninfo, SA.

Anexos

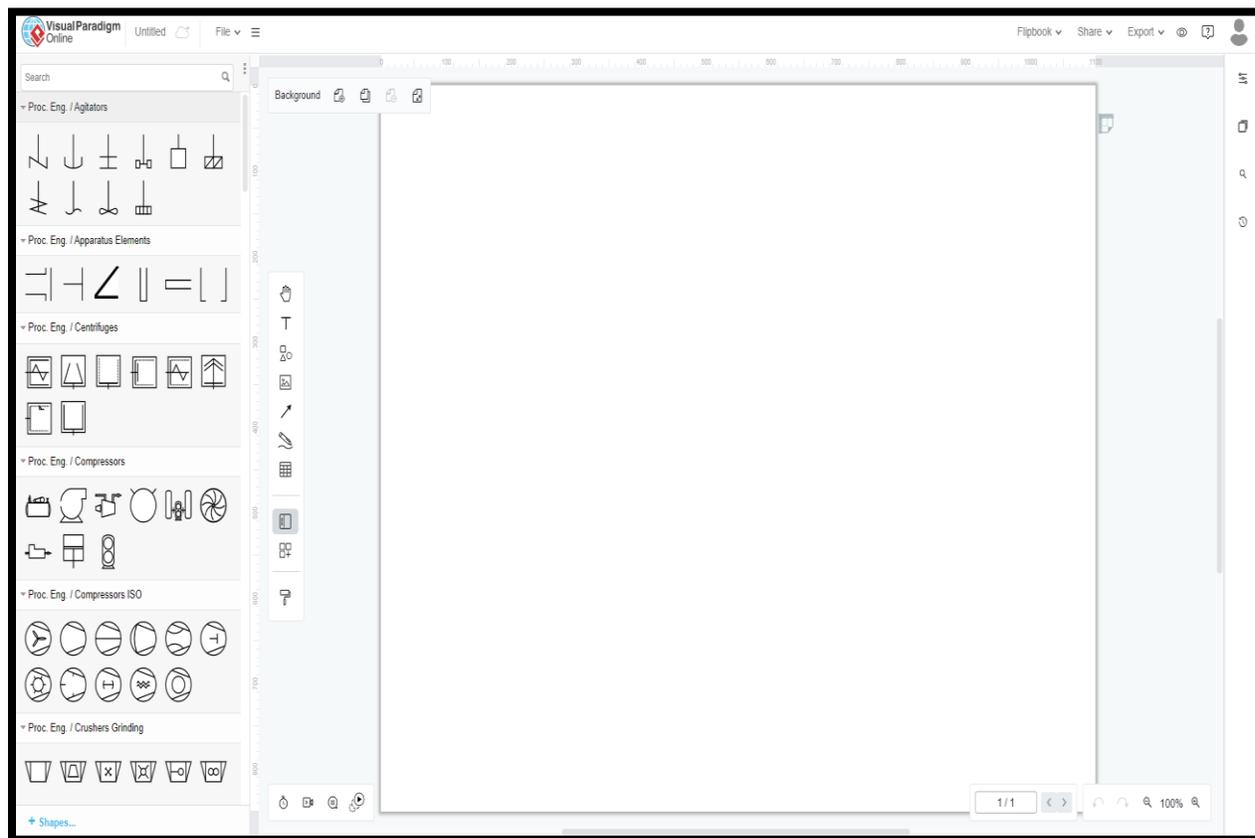
Anexo 1. Captura programa. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 2. Captura programa #2. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 3. Captura programa #3. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 4. Captura programa #4. Fuente: Elaboración propia.

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Supervis...	C
1	▼ Input			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	■ Proteccion	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	■ Confirmacion	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	■ On/Off	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	■ PE	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	■ RPE	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	■ Clock	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	▼ Output			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	■ Activar Motor	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	■ Estado de arranque	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11	▼ InOut			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12	■ horas	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13	▼ Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14	■ segundos	UDInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15	■ minutos	UDInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16	■ flag 1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Anexo 6. Captura programa #6. Fuente: Elaboración propia.

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Supervis...	Comentario
1	▼ Input			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	▣ Proteccion	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	▣ Confirmacion	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	▣ On/Off	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	▣ PE	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	▣ RPE	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	▣ Falla	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	▣ ready	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	▣ I1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	▣ I2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11	▣ I3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12	▣ Clock	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13	▼ Output			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14	▣ motor	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15	▣ Estado de arranque	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16	▣ Iprom	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
17	▼ InOut			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18	▣ horas	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
19	▼ Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
20	▣ segundos	UDInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
21	▣ minutos	UDInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
22	▣ flag 1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Anexo 7. Evidencia #1 formato. Fuente: Elaboración propia.

	<p>PROCESO MISIONAL GESTION PRODUCTIVA PROCEDIMIENTO PARA TOMA DE TEMPERATURA</p>	<p>PM-GPD-M-I -07 Versión: 01 Fecha: 18/9/2021 Página: 1 de 10</p>
<p>1. OBJETIVO</p>	<p>Estandarizar el Método y los pasos para la revisión de temperatura de los motores y puntos calientes.</p>	
<p>2. ALCANCE</p>	<p>Aplicable a electricistas y operarios de cuarto control.</p>	
<p>3. RESPONSABIE</p>	<p>JUAN DIEGO RODRIGUEZ ROPERO</p>	
<p>4. DEFINICIONES</p>	<p>Toma de temperatura de motores y puntos calientes con cámara termográfica FLUKE PTi120</p>	
		
<p>4. DEFINICIONES</p>	<p><i>Fig. 1. Referencia toma de temperatura de un motor.</i></p>	

Anexo 8. Evidencia #2 formato. Fuente: Elaboración propia.

	<p>PROCESO MISIONAL GESTION PRODUCTIVA PROCEDIMIENTO PARA MEDICION DE VIBRACIONES</p>	<p>PM-GPD-M-I -06 Versión: 01 Fecha: 18/9/2021 Página: 1 de 10</p>
<p>1. OBJETIVO</p>	<p>Estandarizar el Método y los pasos para la revisión de vibración de los motores y sus rodamientos.</p>	
<p>2. ALCANCE</p>	<p>Aplicable a electricistas y operarios de cuarto control.</p>	
<p>3. RESPONSABIE</p>	<p>JUAN DIEGO RODRIGUEZ ROPERO</p>	
<p>4. DEFINICIONES</p>	<p style="text-align: center;">Medición de vibraciones en motores eléctricos con el dispositivo NK300 TEKNIKAO</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Fig. 1. Referencia toma de vibraciones de un motor.</i></p>	

Anexo 9. Evidencia cronogramas de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



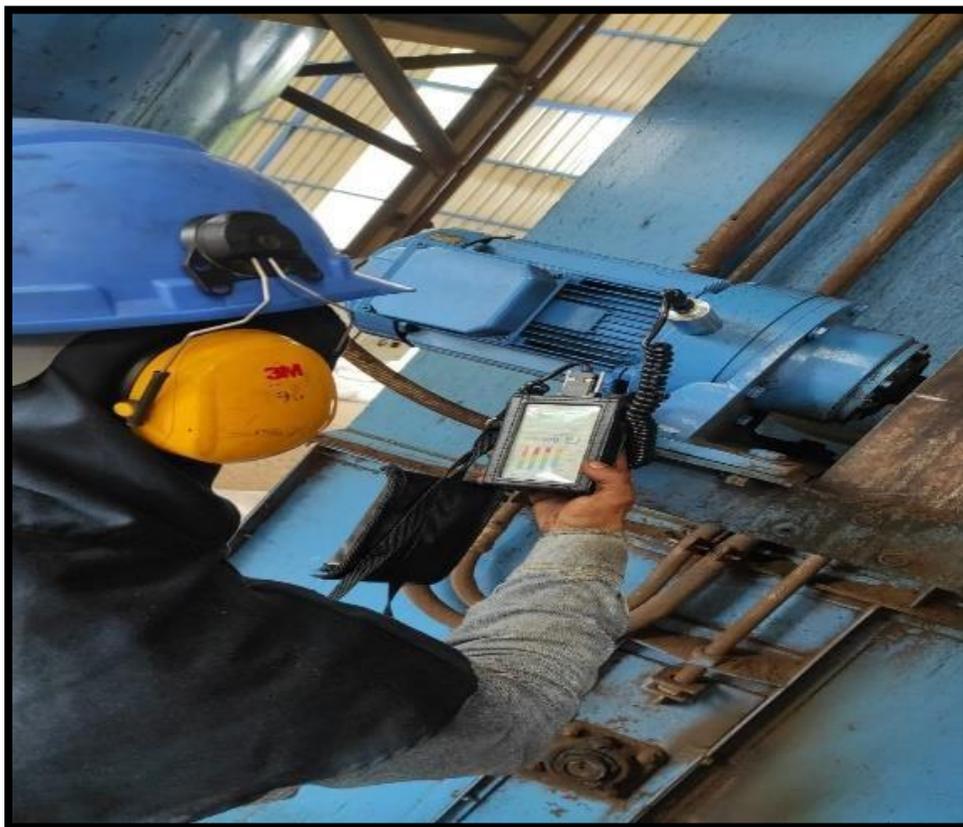
Anexo 10. Evidencia hoja de vida de equipos Oleonorte. Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
1. Bascula Camionera	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
2. Tableros Planta	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
3. Bombas Movible	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
4. Equipos CPO	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
5. Equipos KPO	22/3/2023 09:36	Carpeta de archivos	
6. Equipos PTAI	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
7. Equipos subestacion	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
8. Maquinaria	4/4/2023 08:09	Carpeta de archivos	
9. Material Apoyo	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
10. Equipos de Oxicorte y Soldadura	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
11. Equipos nuevos	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
12. Nave de moños	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
13. Trompo Mezclador	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
14. Compresores CPO	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
15. Hidrolavadora industrial	14/3/2023 10:39	Carpeta de archivos	
16. Motores de planta	29/3/2023 10:09	Carpeta de archivos	

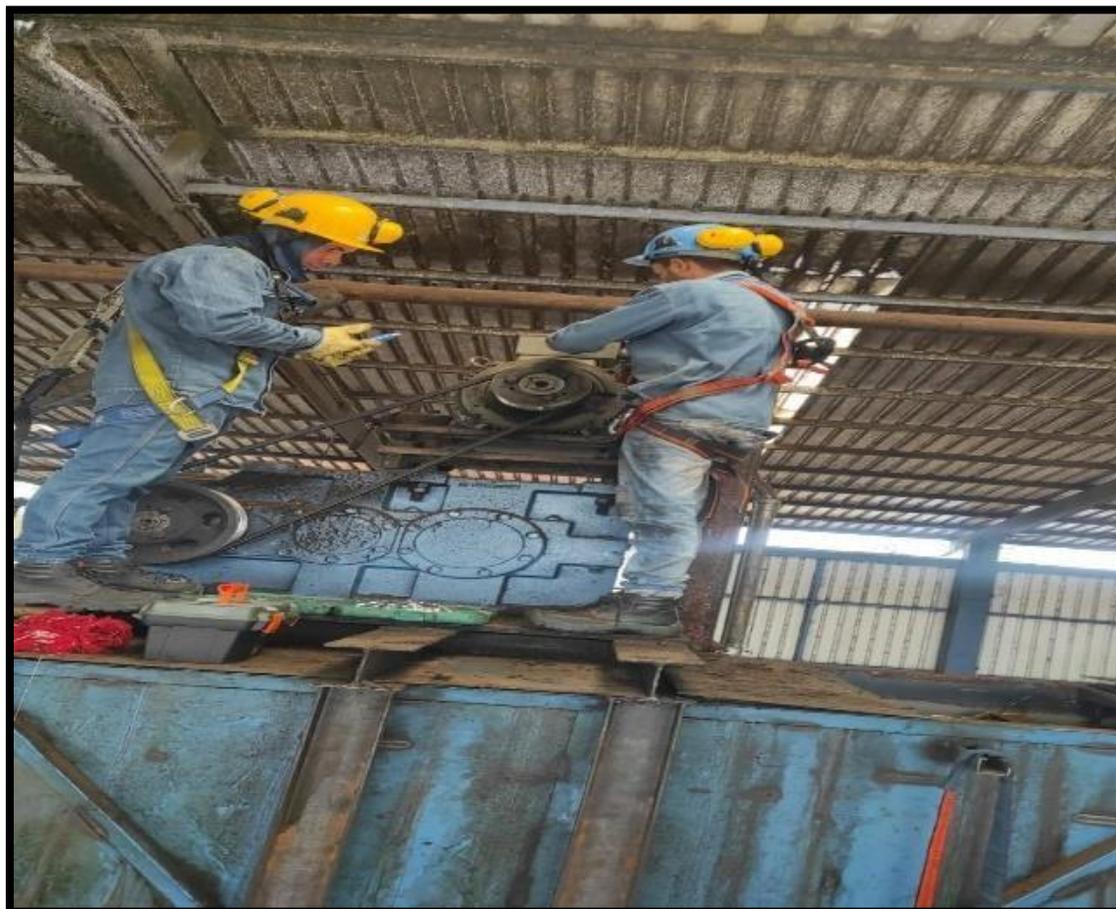
Anexo 11. Evidencias prácticas #1. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 12. Evidencias prácticas #2. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 13. Evidencias prácticas #3. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 14. Evidencias prácticas #4. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 15. Evidencias prácticas #5. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 16. Presupuestos. Fuente: Elaboración propia.

RUBROS	FUENTES						TOTAL
	ESTUDIANTE		UFPS		EXTERNA		
	Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
Personal	4000	0	1600	0	5000	0	10600
Materiales y suministros	0	0	0	0	0	35289	35289
Infraestructura	0	0	0	0	0	0	0
Servicio Técnico	0	0	0	0	0	0	0
Administrativos	0	0	0	0	100	0	100
Imprevistos	0	0	0	0	1000	0	1000
TOTAL	4000	0	1600	0	15100	35289	46989

Cuadro 7. Presupuesto Global del proyecto por fuentes de financiación (en miles de \$). Fuente: Elaboración propia.

Nombre del director / estudiante	Función dentro del proyecto	Dedicación horas / semana	\$/h	# de meses	Fuentes			Total
					Estudiante	UFPS	Externa	
Juan Diego Rodríguez Ropero	PASANTE	48	7,812	4	4000	0	2000	6000
Sergio Alexander Castro Casadiego	DIRECTOR	4	25	4	0	1600	0	1600
Jesica Cuellar	CODIRECTOR	15	12,500	4	0	0	3000	3000
Total					4000	1600	5000	10600

Cuadro 8. Descripción de los gastos de personal (en miles de \$). Fuente: Elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES Y SUMINISTROS ELECTRÓNICOS, ELECTRICOS Y MECANICOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	Vr UNIT \$	Vr TOTAL \$

1	HMI	c/u	1	2500	2500
2	PLC	c/u	1	25000	25000
3	Et200 siemens	c/u	1	620	620
4	Módulo de entrada digital	c/u	2	98	196
5	Módulo de salida digital	c/u	2	120	240
6	Fuente de voltaje 24V	c/u	1	160	160
7	Switch 8 posiciones	c/u	1	580	580
8	Relé mecánico 24v	c/u	6	86	516
9	Relé de interfaz	c/u	10	85	850
10	Pulsador doble	c/u	8	35	280
11	Parada emergencia	c/u	2	250	500
12	Piloto rojo	c/u	8	68	544
13	Borneras de paso de 16mm	c/u	10	20	200
14	Totalizador bifásico 32A	c/u	1	75	75
15	Sensor inductivo de 16mm PNP	c/u	2	48	96
16	Computador Portátil	c/u	1	2000	2000
17	Cable tipo vehicular AWG #20 Amarillo	mts	100	2.13	213
18	Cable tipo vehicular AWG #20 azul	mts	100	2.13	213
19	Canaleta ranurada 4x4 gris	mts	6	35	70
20	Riel tipo Omega	mts	2	18	36
21	Tablero doble fondo 120x80x25	c/u	1	400	400
TOTAL					35289

Cuadro 9. Lista de materiales y suministros (en miles de \$). Fuente: Elaboración propia.