

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA E EL PROCESO DE TRILLA EN LA
ARROCERA GELVEZ

autor

DARLING DAYANA MARIN HERRERA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA
VILLA DEL ROSARIO
2022

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA E EL PROCESO DE TRILLA EN LA
ARROCERA GELVEZ

autor

DARLING DAYANA MARIN HERRERA

Trabajo para optar por el título de:

Ingeniera en Mecatrónica

Director

JAIR ELIAS ARAUJO VARGAS

Ingeniero Mecatrónico

Magister en Controles Industriales

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA
VILLA DEL ROSARIO

2022

DEDICATORIA

Dedico este libro a esa gran mujer que se levantaba todos los días a motivarme para seguir estudiando, y ha dedicado su vida para cuidarme (mi mamá), a ese hombre que no le importo dar su vida en el trabajo solo por darme un mejor futuro (mi papá), a mi novio que sin importar las circunstancias de la vida en las que se encontrara siempre me brindo su amor, su comprensión y sus ganas de lograr un mejor futuro para los dos, a mis hermanos que siempre me han brindado su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme de su gracia para poder llegar hasta aquí y darme la fuerza para no desistir. En segundo lugar, a mi papá Emilio, mi mamá Gilma, que si no fuera por ellos nada de esto hubiese sido posible, junto a mis hermanos y cuñada que en muchas ocasiones me acompañaron, en mis traspasos, mis lágrimas y me dieron su amor de manera incondicional.

A mis hermanos quienes en muchas ocasiones se traspasaron conmigo para ayudarme en mis sueño y proyectos, quienes trabajaron al lado de mi madre vendiendo salpicón para costearme mi carrera deportiva sin esperar nada a cambio.

Igualmente quiero agradecer de manera especial al profesor Jair por darme su apoyo y comprensión para la realización de este libro, al profesor duque y al profesor fuentes por sus consejos que me motivaban y me hacía ver la vida desde otro punto de vista, al profesor Rocco por enseñarme de una manera muy tierna y humana lo que realmente es importante en la vida, a mis jefes en la arrocería Gelvez por darme la oportunidad de presentar este proyecto.

Finalmente, este agradecimiento no podría estar completo sin mi infinito agradecimiento a mi pareja eduardo quien ha sido al igual que mi familia mi motor para luchar por un mejor futuro, para exigirme y acompañarme en cada decisión que tomo, porque si no fuera por el este logro no se habría culminado, gracias por no ayudarme a no darme por vencida. También quiero agradecer a todos esos amigos que, con pequeños actos, lograron transformar mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
DEDICATORIA	3
INTRODUCCION	14
DELIMITACIONES	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1. MARCO TEORICO	21
1.1 ARROZ PADDY:	21
1.2 ARROZ INTEGRAL:.....	21
1.3 GRANO TIZOSOS:	21
1.4 GRANO TIZOSOS PARCIALES:.....	21
1.5 GRANO QUEBRADOS:	21
1.6 GRANO DAÑADO:.....	21
1.7 INTERFAZ:	22
1.8 HMI (Interfaz humano maquina):	22
1.9 ¿PARA QUE SIRVE UN SISTEMA HMI?	22
1.10 GRAFCET:	22
1.11 REGLAS PARA REALIZAR LA METODOLOGIA GRAFCET:	23
1.12 GEMMA:.....	24
1.12.1 Grupo F: Procedimiento de funcionamiento:	25
1.12.2 Grupo A: Procedimientos de paradas	26
1.12.3 Grupo D: Procedimiento de defecto	26
1.13 Análisis de modo y efecto de falla (AMEF):	27
1.13.1 Características de posibles fallas en motores.....	27
2 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL PROCESO DE TRILLA EN LA ARROCERA GELVEZ. S.A.S.	30
2.1 SILO DE CONCRETO:.....	30
2.2 BANDA TRANSPORTADORA:	30

2.3	ELEVADOR CANGILONES:	31
2.4	SINFÍN	34
2.5	TOLVA BASCULA:	36
2.6	INDICADOR DE NIVEL PARA TOLVAS:	36
2.7	PRELIMPIA:	37
2.8	DESCASCARADOR:	37
2.9	CICLO AVENTADORA:	38
2.10	MESA SEPARADORA:	39
2.11	PULIDOR VERTICAL (VTA):	39
2.12	POLICHADOR:	40
2.13	PLANSICHTER:	41
2.14	CLASIFICADOR ALVEOLADO:	41
2.15	SELECCIONADORA:	42
2.16	FORTIFICADO:	43
3	ETAPAS DEL PROCESO DE TRILLA	44
3.1	ETAPA DE PRELIMPIEZA (ETAPA A):	44
3.2	ETAPA DE LIMPIEZA (ETAPA B):	44
3.3	ETAPA DE CLASIFICACIÓN (ETAPA C):	45
4.0.	DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION DEL PROCESO DE TRILLA (P&ID)	47
5.0.	Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla.	50
5.1.	Continuacion del Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla. ..	51
5.2.	Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de prelimpieza.	52
5.3.	Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de limpieza.	53
5.4.	Continuacion del Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de limpieza.	54
5.5.	Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de clasificación.	55
5.6.	Continuacion del Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de clasificación.	56

6.NORMAS DE REFERENCIA.....	57
7. INGENIERIA CONCEPTUAL Y DE DETALLE.....	58
7.2. SISTEMA DE DETECCIÓN DE DESVÍO DE BANDA Y DESGARRO.....	58
7.2.1 BULLDOG:.....	58
7.2.2 PULLSWITCH:	59
7.3. WHIRLIGIG	60
7.4. SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD (SLIPSWITCH M3003)	61
7.5. SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO	61
7.6. SENSOR DE PROXIMIDAD MAGNETICO	62
7.7. SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICO	63
8. SOFTWARES PARA DISEÑAR HMI.....	68
8.1. INTOUCH	68
8.2. LABVIEW.	69
8.3. LOOKOUT.....	69
9. VISUALIZACIÓN DEL PROCESO DE TRILLA EN LABVIEW	74
9.1 simulación de la programación en labview del proceso de trilla	79
10. CONECTIVIDAD TIA PORTAL CON LABVIEW	80
11. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	96
Conclusiones	103
Bibliografía	104
ANEXOS.....	108
PARADAS EN EL AREA DE MOLINO	109

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Grafcet de nivel 1 (Descripción funcional)	23
Ilustración 2: Grafcet nivel 2 (Descripción tecnológica)	24
Ilustración 3: Grafcet nivel 3 (Descripción operativa)	24
Ilustración 4: Esquema estándar de la Guía GEMMA	25
Ilustración 5: Corto entre espiras	28
Ilustración 6: Corto entre fases	28
Ilustración 7: Corto en la salida de la ranura	Ilustración 8: Corto dentro de la ranura
	29
Ilustración 9: Silo de concreto	30
Ilustración 10: Bandas transportadoras	31
Ilustración 11: Elevador descargue de cangilones	31
Ilustración 12: Partes del elevador de cangilones	32
Ilustración 13: Partes del transportador sinfín	34
Ilustración 14: Diseño del sinfín	34
Ilustración 15: Tolvas para almacenamiento	36
Ilustración 16: Sensor de nivel a paleta	36
Ilustración 17: Prelimpia	37
Ilustración 18: Descascaradora de grano	38
Ilustración 19: Cicloaventadora	38
Ilustración 20: Mesa separadora	39
Ilustración 21: Pulidor vertical (VTA)	40
Ilustración 22: Polichador	40
Ilustración 23: Plansichter	41
Ilustración 24: Clasificador alveolado	42
Ilustración 25: Seleccionadora	42
Ilustración 26: Fortificado	43
Ilustración 27: Proceso de trilla en la arrocería Gelvez	46
Ilustración 28: Diagrama del P&ID del proceso de trilla en la arrocería Gelvez	48
Ilustración 29: Estado de la guía GEMMA a utilizar en el proceso de trilla	49
Ilustración 30: Grafcet funcional del proceso con normas GEMMA	50
Ilustración 31: Grafcet con guía GEMMA en el proceso de prelimpieza:	52
Ilustración 32: Grafcet con guía GEMMA en el proceso de prelimpieza	53
Ilustración 33: Continuación del grafcet con guía GEMMA en la etapa de limpieza	54
Ilustración 34: Grafcet con guía GEMMA en el proceso de clasificación.	55

Ilustración 35: Continuación del graficet con guía GEMMA en la etapa de clasificación.....	56
Ilustración 36: Sistemas de detección Bulldog.....	59
Ilustración 37: Sistema de detección pullswitch.....	60
Ilustración 38: Sistema de detección	60
Ilustración 39: Sensor inductivo de proximidad (SLIPSWITCH M3003).....	61
Ilustración 40: Sensor de proximidad capacitivo	62
Ilustración 41: Sensor de proximidad magnética	62
Ilustración 42: Sensor de proximidad fotoeléctrico.....	63
Ilustración 43: Especificaciones técnicas del sensor inductivo.	67
Ilustración 44: Conexión del sensor inductivo	67
Ilustración 45: visualización del proceso de trilla en labview en la etapa de prelimpieza	74
Ilustración 46: visualización del proceso de trilla en labview en la etapa de limpieza	74
Ilustración 47: visualización del proceso de trilla en labview en la etapa de limpieza	75
Ilustración 48: visualización del fortificado del proceso de trilla.	75
Ilustración 49: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 1).....	76
Ilustración 50: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 2).....	76
Ilustración 51: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 3).....	77
Ilustración 52: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 4).....	77
Ilustración 53: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 5).....	78
Ilustración 54: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 6).....	78
Ilustración 55: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 7).....	79
Ilustración 56: simulación en el proceso de trilla.....	79
Ilustración 57: plc 1214C AC/DC/Rly con dos módulos de entradas análogas	80
Ilustración 58: Configuración de direcciones	80
Ilustración 59: Conexión de la Interfax con la subred creada anteriormente	81
Ilustración 60: carga de los módulos para enlazar el plc a la ip de ethernet.....	81
Ilustración 61: variables utilizadas en la programación de la HMI.....	82
Ilustración 62: variables cargadas en NI OPC SERVER.....	82

Ilustración 63: Creación del server.....	83
Ilustración 64: Declaración de variables en labview.....	83
Ilustración 65: Programación en bloques para el HMI (sección #1).....	84
Ilustración 66: Programación en bloques para el HMI (sección #2).....	84
Ilustración 67: Programación en bloques para el HMI (sección #3).....	85
Ilustración 68: Programación en bloques para el HMI (sección #4).....	85
Ilustración 69: Programación en bloques para el HMI (sección #5).....	86
Ilustración 70: Programación en bloques para el HMI (sección #6).....	86
Ilustración 71: Programación en bloques para el HMI (sección #7).....	87
Ilustración 72: Programación en bloques para el HMI (sección #8).....	87
Ilustración 73: HMI del proceso de trilla	88
Ilustración 74: Programación en Ladder escalamiento (seccion1).....	88
Ilustración 75: Programación en Ladder escalamiento (seccion2).....	89
Ilustración 76: Programación en Ladder escalamiento (seccion3).....	89
Ilustración 77: Programación en Ladder escalamiento (seccion4).....	90
Ilustración 78: Programación en Ladder escalamiento (seccion5).....	90
Ilustración 79: Desactivación por medio de rangos (sección 1)	91
Ilustración 80: Desactivación por medio de rangos (sección 2)	91
Ilustración 81: Desactivación por medio de rangos (sección 3)	92
Ilustración 82: Desactivación por medio de rangos (sección 4)	92
Ilustración 83: Desactivación por medio de rangos (sección 5)	93
Ilustración 84: Desactivación por medio de rangos (sección 6)	93
Ilustración 85: Desactivación por medio de rangos (sección 7)	94
Ilustración 86: Desactivación por medio de rangos (sección 8)	94
Ilustración 87: Ilustración 86: Desactivación por medio de rangos (sección 9).....	95
Ilustración 88: Ilustración 86: Desactivación por medio de rangos (sección 10)....	95
Ilustración 89: Producción por kilogramo hora en agosto	97
Ilustración 90: Producción por kilogramo hora en septiembre	98
Ilustración 91: Producción por kilogramo hora en octubre	98

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: Elevador de cangilones.....	33
Tabla 2: Transportador sinfín.....	35
Tabla 3: Etapa de prelimpieza	44
Tabla 4: Etapa de limpieza	45
Tabla 5: Etapa de clasificación	46
Tabla 6: letras de identificación para variables medidas.....	47
Tabla 7: Criterios de diseño de selección del sensor	64
Tabla 8: Ventajas de un sensor inductivo frente a un interruptor mecánico.....	65
Tabla 9: Criterios de selección del sensor	66
Tabla 10: Criterios de software	71
Tabla 11: comparación entre los protocolos de comunicación PROFINET y PROFIBUS.....	73
Tabla 12: Producción por kilogramo hora en junio.....	96
Tabla 13: Producción por kilogramo hora en julio	97
Tabla 14: Análisis costo- beneficios.....	100

RESUMEN

En este proyecto se diseñará un sistema automatizado para la empresa Arrocería Gelvez, al cual se le implementará un interfaz usuario máquina para el proceso de trilla, esto con el fin de identificar cuál de las máquinas presenta una falla; teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado lo primero a realizar es un estado del arte del proceso con su respectivo diagrama de distribución (máquinas descascaradora, máquina de pulido, máquinas de transporte); de manera consecutiva se realizará el proceso de automatización con su respectivo control, instalación, ubicación y supervisión del proceso de trilla para ejecutar satisfactoriamente los alcances que se le desean dar al proyecto, lo cual nos permita no solo mejorar los tiempos de producción sino a su vez reducir las pérdidas que conlleva cualquier falla o fuga de la materia prima.

Palabras claves: HMI, GRAFCET, GEMA, trilla, automatización.

ABSTRACT

In this project, an automated system will be designed for the Arrochera Gelvez company, to which a machine user interface will be implemented for the threshing process, in order to identify which of the machines has a fault; Taking into account the aforementioned, the first thing to do is a state of the art of the process with its respective distribution diagram (hulling machines, polishing machines, transport machines); Consecutively, the automation process is carried out with its respective control, installation, location and supervision of the threshing process to satisfactorily execute the scope that is desired to be given to the project, which allows us not only to improve production times but also its reduce the losses that any failure or leak of the raw material entails.

Keywords: HMI, GRAFCET, GEMA, trilla, automation

INTRODUCCION

El arroz es uno productos indispensables en la canasta familiar colombiana, lo cual genero una demanda considerable en donde tanto los agricultores como las empresas arroceras se ven obligados a ser más competitivos, y afrontar nuevos retos a los cuales debe evolucionar

Sin embargo, existe varios factores que afectan este sector, como lo son los cambios de clima el cual puede dañar cultivos enteros y genera un costo elevado al momento de que las arroceras deseen cómpralo, comprendiendo que normalmente la adquisición de esta materia corresponde al 80 y el 90% de los costos totales del arroz blanco. A su vez una de las mayores afectaciones que ha tenido el sector arrocero es las negociaciones que tiene el gobierno con otros países, debido a que el arroz que llega se encuentra listo para el consumo el cual no solo les quita el trabajo a los agricultores colombianos sino también a las arroceras.

Como podemos analizar las empresas arroceras no desean perder la poca ganancia que les queda, por lo cual tanta la baja eficiencia en el proceso de trilla, y los daños que se pueden ocasionar por la falta de un monitoreo constante son inconcebibles, por consecuencia se planteó el proyecto para la realización de detección de fallas en el proceso de trilla, que traerá consigo beneficios en la reducción de costos de producción, en la reducción en los costos de mantenimiento de los equipos y una mitigación considerable en los desperdicios de la materia prima.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la mejor manera de mejorar los procesos en la industria es por medio de un monitoreo constante a las maquinas o equipos mediante el procesamiento de señales, esto nos permite saber en qué condiciones se encuentran o que fallas se están presentando y las que se pueden presentar, lo cual ayudara a dar soluciones a las necesidades que se requiere en este proceso; como es en este caso en la empresa Arrocería Gelvez S.A.S., en el área de trilla donde se detecta la necesidad de simplificar la operación de encendido del proceso productivo (transformación de arroz paddy seco a arroz blanco para comercialización), a su vez el área de producción plantea la necesidad de minimizar las pérdidas de materia prima y producto terminado, debido a que este producto cae al piso y se contamina perdiendo valor comercial y oportunidad de venta, además de disminuir los tiempos de producción ocasionados por el atascamiento en la maquinaria, ya que el proceso de trilla de la Arrocería Gelvez es un proceso lineal, considerando que estos atascamientos también pueden generar sobrecostos en mantenimiento por daños a los equipos; por este motivo se propone que antes de iniciar el proceso de carga realizar una respectiva verificación mediante los diferentes sensores que se desean instalar estratégicamente en los ejes principales.

DELIMITACIONES

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema automatizado para el proceso de trilla en la Arrocería Gelvez S.A.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Consultar la fundamentación teórica relacionada con el tema de los sensores y el proceso de trilla en la Arrocería Gelvez S.A.S.
- Establecer los criterios de diseño de la HMI para la automatización del proceso de trilla en la Arrocería Gelvez S.A.S.
- Diseñar la HMI que nos permita la visualización de las tareas en el proceso de trilla en la Arrocería Gelvez S.A.S.
- Realizar la validación análisis costo beneficio del diseño de la HMI en el proceso automatizado.

ACOTACIONES

- El diseño se realizará mediante una interfaz grafica el cual nos permitirá recrear el proceso de trilla que se desea automatizar, sin embargo, cabe recalcar que es una propuesta y la implementación se encuentra sujeta a las condiciones económicas o requerimientos que la empresa tenga.

ESTADO DEL ARTE

- **AUTORES:** (Arantzazu Burgos, María L. Alvarez, Nagore Iriondo Isabel Sarachaga. 2020).

TITULO: Methodology for transforming GRAFCET designs into iec 61131-3 code

RESUME: Este trabajo presenta una metodología para la generación de código de control, adoptando estándares acordes con las actuales arquitecturas de referencia en el campo de la automatización industrial, y aplicando metodologías que siguen dichos estándares. Se genera código en lenguaje texto estructurado IEC 61131-3 partiendo de GRAFCETs de diseños obtenidos siguiendo la metodología para ingeniería de automatización (MeiA). Las fases de transformación abordan la obtención de la información necesaria de los diseños, su estructuración a un formato específico y el post-procesado para el controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés) de destino. Los resultados muestran una reducción considerable del tiempo de desarrollo y de los errores de implementación. Se concluye que la legibilidad del código obtenido en este proceso de transformación permite mejorar la comunicación entre el personal encargado del diseño y de la programación. Adicionalmente, simplifica la puesta en marcha, la modificación y el mantenimiento del código generado, y la trazabilidad entre el diseño y la implementación.[1]

- **AUTORES:** (Gaviria Buitrago, María Fernanda 2018)

TITULO: Análisis de calidad y evaluación en el proceso de trilla del arroz para observar la producción de grano partido y harina de arroz evitando así pérdidas económicas.

RESUME: En este estudio se determinan los factores que afectan la calidad del arroz en la empresa "ARROCES Y CEREALES DE LA COSTA" y se propone un plan de mejora donde se da solución en un alto porcentaje a estos. Se identificó dentro de la arrocería los factores dividiendo el proceso de producción en tres partes entendiendo así tres problemáticas, se analizó por medio del método 6 sigma, y se le encontró una solución general a todos los problemas que existen, esta solución se determinó por medio de una comparación entre la arrocería a estudiar, y

una que cuenta con mayor tecnología, identificando el problema mayor de todo el proceso. Los datos analizados sugieren un cambio de maquinaria en el proceso de trillado, principalmente en la máquina descascaradora, debido a que esta se encuentra en el inicio de este proceso y determina gran parte del porcentaje en el resto del recorrido.

- **AUTORES:** (Doylith Fasabi. 2019)

TITULO: Agroindustrialización del arroz (Oryza Sativa L.) en la Empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C

RESUME: El presente informe de suficiencia profesional contiene información sobre el trabajo realizado en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C, durante los años 2017 al 2018, desarrollado en el área de recepción, secado, pilado y almacenamiento. Los parámetros de recepción en granos están adecuados de acuerdo con las políticas de la empresa, la humedad no debe sobrepasar el 25% de humedad. Durante el secado la temperatura máxima usada en el proceso es de 55°C, ya que al usarse una mayor a esta provocaría sobre secado de granos y como resultado tendríamos trizado del producto final, el tamaño de producción del área de secado equivale a 180 TM por día (24 horas), consta de 3 secadoras de 40, 35 y 24 TM de capacidad respectivamente. El resultado del producto durante el proceso de pilado incide la forma que ingresa la materia prima, factores en contra como humedad baja, impureza elevada, lote cosechado en condiciones climáticas desfavorables, también si en el secado se cumplió o no los parámetros de temperatura permitidos en este; de no presentarse ningún factor que implique pérdida de calidad, en el proceso de molienda se obtiene rendimiento aceptable, ya que la apariencia visual del grano de arroz es el primer atributo que percibe el consumidor al momento de su compra y durante este proceso el grano gana o pierde características físicas y organolépticas para su comercialización. El buen almacenamiento después del proceso de secado, influye en la vida útil del producto porque da mayor conservación de cualidades físicas para su consumo. Se realizó la comparación de producciones con respecto al año 2017 y 2018, observando variaciones en producción, mayormente en el área de pilado, ya que en el último año se implementó una descascaradora adicional, aumentando de esta manera la productividad en la planta de proceso.

- **AUTORES:** (Naranjo Marcia, Tigmasa Cristian)

TITULO: Desarrollo DE SOFTWARE HMI SCADA e implementación sobre un módulo didáctico autónomo para ventas de la empresa ECUAINSETEC CÍA. LTDA.

RESUME: Durante el trabajo de ventas en la empresa ECUAINSETEC Cia. Ltda. se evidenció la dificultad de obtener citas con los clientes para poder informarles de la gama de productos de la empresa. En base de la experiencia de otras empresas de diferentes áreas comerciales, en las cuales la metodología de ventas se basa en mostrar al usuario un producto terminado, tangible y que lo puede probar. Se planteó que debería existir un equipo que permita mostrar los productos de la empresa auspiciante de la tesis hacia sus clientes y que facilite el proceso de acercamiento y venta. Apoyados en los valiosos conocimientos adquiridos durante la permanencia estudiantil en esta prestigiosa universidad, se planteó como tema de tesis: “DESARROLLO DE SOFTWARE HMI/SCADA E IMPLEMENTACIÓN SOBRE UN MÓDULO DIDÁCTICO AUTÓNOMO PARA VENTAS DE LA EMPRESA ECUAINSETEC CIA. LTDA.”. El módulo que se planteó construir está compuesto de: • MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS • MÓDULO DE COMUNICACIÓN • MÓDULO DE VISUALIZACIÓN Como punto de partida se seleccionaron minuciosamente los equipos y software que se empleó, de tal forma garantizar economía, funcionalidad y soporte, dando prioridad a los equipos propios, quedando seleccionado lo siguiente: • MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS o Tarjeta DAIO de la marca BrainChild o Conversor de protocolo PC-E de la marca BrainChild o Controlador BTC9300 de la marca BrainChild o Sensor de temperatura PT100 15 • MÓDULO DE COMUNICACIÓN o Protocolo de campo Modbus RTU sobre red RS-485 o Protocolo de aplicación Modbus TCP sobre red Ethernet • MÓDULO DE VISUALIZACIÓN o Pantalla HMI de la marca BrainChild o Sistema SCADA, software LabVIEW de la marca National Instruments. o Sistema SCADA, software Intouch de la marca Wonderware. A continuación, se emprendió con el proceso de construcción e implementación, al cual se le dedicó valiosas horas de investigación, prueba, documentación y validación. Con toda la perseverancia, minuciosidad y esfuerzo se culminó con un producto de

gran valor comercial y excelente calidad que se puso a disposición de la empresa auspiciante. El provecho que se ha obtenido de usar este nuevo instrumento de ventas le ha permitido a ECUAINSETEC hasta el momento incrementar su productividad en un 5% medido a través de su sistema de gestión comercial en el segundo trimestre del año 2021. Si mencionamos que esta empresa factura alrededor de \$450.000 mensuales, estamos hablando de un beneficio de alrededor de \$22.500 por incremento de ventas.[2]

- **AUTORES:** (David Burgos, Fernando Rojas, 2018)

TITULO: Propuesta de una línea y flujo de proceso para una planta de trillado de café. caso de estudio.

RESUME: La elaboración de alimentos cada vez se compone de más tecnología en su producción para cumplir con los estándares de calidad y expectativas del mercado. Los productores se ven obligados a actualizar sus líneas y flujos de proceso, aunque su poder económico no se los permita, por lo que optan por instalaciones parciales de plantas de proceso ya que en el territorio nacional se maneja en gran cantidad el uso de procedimientos manuales y artesanales para conservar la esencia del producto. La producción de café colombiano refleja la situación presentada anteriormente, donde en la actualidad se ha aumentado el interés sobre este sector, que ve en incremento de la demanda del producto solicitando, altos niveles de calidad, lo que afecta la inversión en las medianas y pequeñas empresas productoras de café.

Las etapas por desarrollar en cualquier línea de proceso de café tradicional, en el mismo orden, las mismas indicaciones y con los mismos objetivos. Por lo cual se procede a explicar detalladamente como son desarrolladas por caficultores las etapas de cultivo, recolección, despulpado, tratamiento, secado, cribado, distribución y almacenamiento. Las cooperativas de caficultores entran al proceso en las labores de comercialización, trillado y clasificación para el posterior empaque.[3]

1. MARCO TEORICO

1.1 ARROZ PADDY:

Es el grano de este cereal justo después de su recolección el cual cuenta con su cáscara natural y de todas sus propiedades nutritivas. El arroz paddy se recibe del campo y se limpia para separar posibles impurezas como pueden ser ramas, polvo o pequeñas piedras.[4]

1.2 ARROZ INTEGRAL:

El arroz integral es el arroz descascarado, al que simplemente se le quito la capa exterior, este arroz es muy nutritivo debido a que contiene muchas vitaminas que no son removidas ya que este arroz no se pule.

1.3 GRANO TIZOSOS:

Son los granos enteros, que presentan el proceso de entizamiento, esto quiere decir que es harinoso o tizoso sobre la mitad del grano o el grano entero, lo cual lo clasifica o denominado como granos inmaduros.

1.4 GRANO TIZOSOS PARCIALES:

Son aquellos granos que presentan el proceso de enrizamiento, sobre una extensión menor al medio grano. Estos granos se denominan “panza blanca”.

1.5 GRANO QUEBRADOS:

Son todos los granos cuyo tamaño que van desde $\frac{1}{4}$ (puntillita) y $\frac{3}{4}$ (cristal) del tamaño total de un grano entero.

1.6 GRANO DAÑADO:

Son todos los granos de arroz que han sufrido alteraciones por heladas, hongos, fermentación entre otros. Este grano debe ser descartado ya que no sirve para el consumo humano.

Según el IIIA (Instituto internacional de investigación del arroz) se emplea la siguiente escala para los tamaños:

- Largos: 6.61 – 750 mm
- Medianos: 5.51 – 6.60 mm
- Cortos: granos menores a 5.50 mm.

Por la forma del grano en base a la relación largo / ancho, se clasifica en:

- Delgado: 3.1 mm
- Ancho: 1.1 – 2.0 mm
- Redondo: menores a 1 mm

1.7 INTERFAZ:

La interfaz es el mecanismo, medio o herramienta que permite una comunicación con una maquina mediante un conjunto de símbolos las acciones o tareas que el operador necesite realizar.[5]

1.8 HMI (Interfaz humano maquina):

Es una herramienta que permite tanto a operarios como a supervisores coordinar y controlar los procesos de producción de una manera menos compleja ya que traduce los procesos difíciles en forma intuitiva y procesable.

1.9 ¿PARA QUE SIRVE UN SISTEMA HMI?

El HMI nos proporciona información en tiempo real, por medio de gráficos visuales intuitivos y dirigibles, debido a que a su vez nos permite controlar y optimizar los motores, válvulas, niveles y demás parámetros en nuestro proceso de producción.[6]

1.10 GRAFCET:

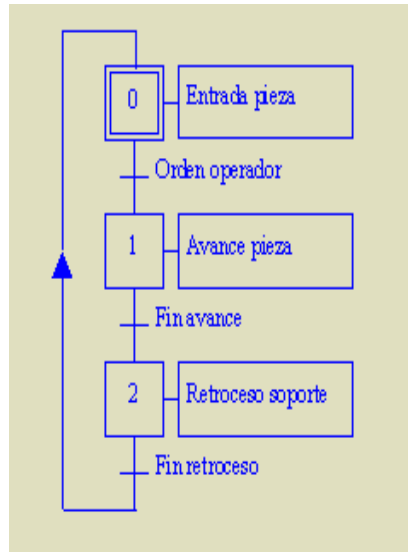
El GRAFCET como sus siglas lo indican es un gráfico funcional de control de etapas y transiciones, este proceso consta de fases consecutivas de los comportamientos secuenciales de un sistema lógico preestablecido por sus entradas y salidas. En otras palabras, es un flujograma que simboliza el proceso de producción determinando el orden de las piezas programadas.[7]

1.11 REGLAS PARA REALIZAR LA METODOLOGIA GRAFCET:

Para la realización del grafcet debemos tener en cuenta las etapas, transiciones y acciones asociadas, las cuales son quienes nos permitirán describir los tres niveles de especificaciones de un automatismo como lo son:

1.11.1 Descripción funcional: Este nivel tiene como objetivo dar una descripción global que permita su rápida comprensión sin necesidad de entrar en detalles. [8]

Ilustración 1: Grafcet de nivel 1 (Descripción funcional)

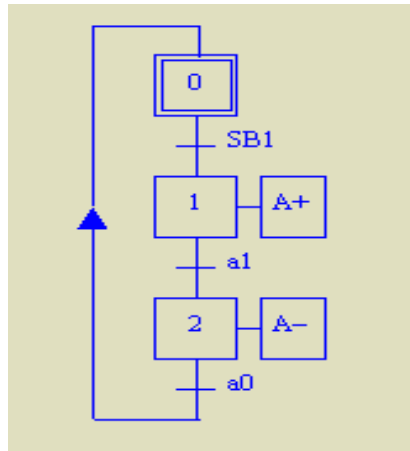


Fuente: Los tres niveles de grafcet

Como se puede observar en la ilustración 1 en este nivel el grafcet no se debe especificar que actuadores o sensores utilizaremos ya que tan solo una descripción global del proceso de producción que deseamos realizar.

1.11.2 Descripción tecnológica: Este nivel permite una descripción a nivel tecnológico y operativo del proceso de automatización, esto quiere decir que describe las tareas de cada uno de los elementos de cada máquina. [8]

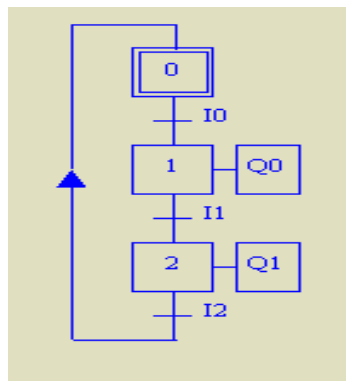
Ilustración 2: Grafcet nivel 2 (Descripción tecnológica)



Fuente: Los tres niveles de grafcet

1.11.3 Descripción operativa: En este nivel permitirá definir la secuencia de actuaciones que se realizará en el proceso de automatización.[8]

Ilustración 3: Grafcet nivel 3 (Descripción operativa)

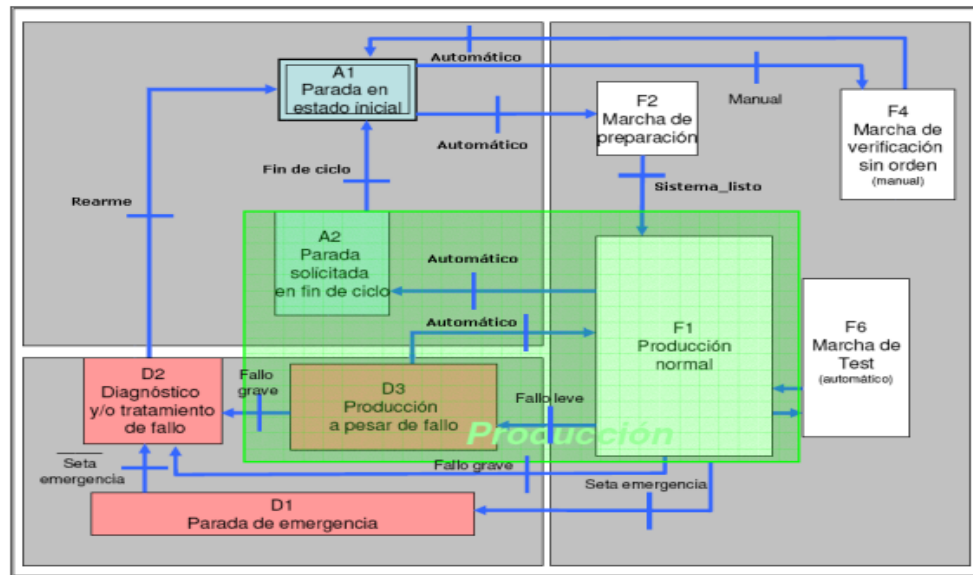


Fuente: Los tres niveles de grafcet

1.12 GEMMA:

GEMMA es una guía grafica la cual nos permite representar de manera más estandarizada y simple los diferentes estados de un proceso automatizado, junto con las condiciones que se requieren para despejar las transiciones de uno estado a otro. Como es bien sabido la guía GEMMA es un esquema de un Grafcet donde sustituimos etapas por un modo de funcionamiento que tenga la guía.[9]

Ilustración 4: Esquema estándar de la Guía GEMMA



Fuente: Descripción de guía GEMMA:

Como se contempla en la ilustración 4, la guía Gemma representa el proceso en cuatro situaciones como lo son: sin alimentación, en funcionamiento, en proceso de parada y en procedimiento de defecto. Estas situaciones se pueden dividir en 17 estados de funcionamiento posibles en el proceso.

1.12.1 Grupo F: Procedimiento de funcionamiento:

En este grupo encontramos los modos necesarios de funcionamiento que se requieren para obtener la producción tales como:

F1 (Producción Normal): Como su mismo nombre lo indica es el estado en donde la maquina produce normalmente, realizando la tarea que se le estableció. (Este estado no requiere como tal que sea un funcionamiento automático).

F2 (Marcha de preparación): Es el precalentamiento de la maquina o preparación de componentes.

F3 (Marcha de cierre): Es la fase de limpieza o vaciado que la maquina realiza antes de parar.

F4 (Marcha de verificación sin orden): Es el estado en el que la maquina realiza cualquier movimiento o movimientos preestablecidos para verificación de la misma o para la realización de mantenimiento.

F5 (Marchas de verificación en orden): A diferencia del estado anterior en este caso se realiza el ciclo completo de la maquina con el tiempo que el operador fije para la realización de mantenimiento y verificación.

F6 (Marchas de prueba): Se realizan ajuste y mantenimientos preventivos. [10]

1.12.2 Grupo A: Procedimientos de paradas

Este grupo contiene el estudio de estados y paradas en los que se encuentra el proceso de automatización.

A1 (Parada en el estado inicial): En este estado el sistema de la maquina debe encontrarse en reposo y predispuesto para la puesta en marcha.

A2 (Parada pedida al final del ciclo): Es un estado transitorio, en donde la maquina se encontraba produciendo pase a una finalización del ciclo de producción y luego a una parada del sistema.

A3 (Parada pedida en un estado determinado): en este estado se encuentra la maquina produciendo, sin embargo, esta solo debe producir hasta llegar a un punto del ciclo diferente del estado inicial.

A4 (Parada obtenida): En este estado la maquina se encuentra en un reposo diferente al del estado inicial.

A5 (Preparación para la puesta en marcha después del defecto): Este estado pertenece al proceso de vaciado, limpieza que se realiza después de haberse producido un defecto.

A6 (Puesta del sistema en el estado inicial): El sistema es llevado hasta su estado inicial.

A7 (Puesta del sistema en un estado determinado): En este estado el sistema es llevado hasta una situación específica la cual debe ser diferente a la inicial en donde la maquina eventualmente pasara a estar parada. [10]

1.12.3 Grupo D: Procedimiento de defecto

En este grupo encontramos los diferentes estados, en el que el sistema está en defecto como lo son:

D1 (Parada de emergencia): En este estado contiene las paradas de emergencias y también todas aquellas acciones necesarias que se requieren para que el proceso se torne a una situación segura.

D2 (Diagnostico y/o tratamiento de los defectos): Este estado permite con ayuda o sin ayuda del operador determinar las causas del defecto y eliminarlas.

D3 (Producción a pesar de los defectos): Este estado pertenece a aquellas situaciones en donde se debe continuar produciendo a pesar de que el sistema no trabaja como es debido. [10]

1.13 Análisis de modo y efecto de falla (AMEF):

Es una herramienta de análisis el cual evalúa las fallas, examinando los modos que se esperan para poder encontrar los efectos en el equipo para poder ser eliminados. Esto se hace esencialmente para conocer el equipo, mediante los materiales de fabricación, los ensambles, los elementos y los componentes que lo conforman.

En el AMEF se contempla cuatro principios básicos como son:

- Establecer los requerimientos y sus estándares operacional.
- Precisar como el equipo puede dejar de satisfacer los estándares o requerimientos de operación.
- Determinar las causas que genera la falla en el equipo.
- Determinar los efectos que genera cada falla cuando se presenta.[11]

1.13.1 Características de posibles fallas en motores

En el proceso de trilla de la arrocería Gelvez S.A.S. se estandarizaron dos tipos de motores como lo son SIEMENS Y WEB, debido a que con otras marcas se presentaron distintos inconvenientes los cuales generaron que la empresa se volviera selectiva con las marcas anteriormente mencionadas. Por ende, para garantizar su correcta operatividad. Es importante que tanto la instalación, el manejo, y el mantenimiento sean lo más óptimo y adecuado posible para evitar posibles fallas, fallos o varadas, y de antemano se debe conocer cómo podría fallar el motor ante diferentes situaciones posibles. Como es en el caso de los embobinados en donde debemos identificar la posible causa del problema mediante un análisis de características de algunos daños.

Espiras en corto:

Las vueltas en corto son causadas mayormente por picos de alto voltaje, bobinado sobrecalentado, contaminación interna del motor, desgaste en el esmalte de aislamiento del hilo, los puntos calientes causados por el daño de la laminación. [12]

Ilustración 5: Corto entre espiras



Fuente: WEG

Corto entre fases:

El cortocircuito entre fases se debe a la degradación, contaminantes internos del motor, lo cual llevan a una ruptura en los extremos de las bobinas

Ilustración 6: Corto entre fases



Fuente: WEG

Corto en la salida o entrada de la ranura:

El cortocircuito en las ranuras ocurre por degradación del material aislante por resequedad por exceso de temperatura, y falla en el material aislante.

Ilustración 7: Corto en la salida de la ranura

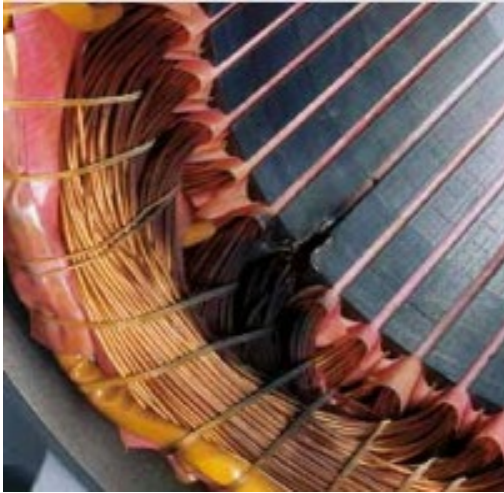


Ilustración 8: Corto dentro de la ranura



Fuente: WEG

Bobinado abierto:

Una de las situaciones más comunes por la que se presenta un devanado abierto son las orejetas de plomo de tamaño insuficiente, aunque también se puede dar por un cortocircuito de fase a fase o conexiones internas defectuosas de bobina a bobina. Las conexiones carbonatadas en los terminales nos indicarían claramente este problema.[13]

2 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL PROCESO DE TRILLA EN LA ARROCERA GELVEZ. S.A.S.

2.1 SILO DE CONCRETO:

El silo de concreto está diseñado especialmente para el almacenamiento del paddy (arroz con cascara), por un periodo mínimo de 20 días, el cual mantiene una humedad menor al 15% y una temperatura inferior a 20°C, esto gracias al sistema de ventilación de aire a baja humedad relativa.

Ilustración 9: Silo de concreto.



Fuente: Autor

2.2 BANDA TRANSPORTADORA:

Las bandas transportadoras son una pieza fundamental en el traslado del grano en el proceso de producción del proceso de trilla. Su funcionamiento consiste en un transportador con poleas entre los que circulan materiales de forma continua. La polea motriz es aquella la cual está motorizada y es la que permite que el material de la cinta se mueva hacia delante. La velocidad y la capacidad de carga varía.

Ilustración 10: Bandas transportadoras

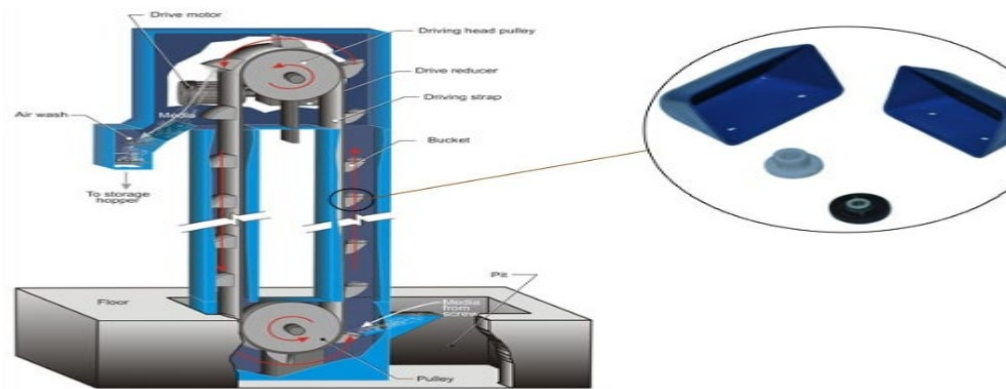


Fuente: Autor

2.3 ELEVADOR CANGILONES:

El elevador de cangilones es un mecanismo transporte de elevación del arroz, ubicado de manera vertical, el cual nos permite que el grano pase de manera muy fácil y practica de la zona de recepción del arroz a otro elemento como lo es el sinfín o una máquina, esto dependerá en que parte del proceso se encuentre ubicado nuestro elevador. [14]

Ilustración 11: Elevador descargue de cangilones



Fuente: Autor

Ilustración 12: Partes del elevador de cangilones



Fuente: Autor

En la siguiente tabla se dará a conocerlos distintos elevadores de cangilones con los que cuenta el proceso de trilla en la ARROCERA GELVEZ S.A.S.

Tabla 1: Elevador de cangilones

MAQUINA	VOLTAJ E	CORRIENTE NOMINAL	POTENCI A HP	MARCA
ELEVADOR DE CARGUE INTEGRAL.	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR DE CARGUE CRISTAL DOBLE	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR DE REPROCESO DE LA SELECCIONADORA	440 V	4.14	3	WEG
ELEVADOR CARGUE ENSACADORA B	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR DOBLE MEZCLA	440 V	4.1	3	WEG
ELEVADOR DESCARGUE ARROZ BLANCO	440 V	4.2 A	3	WEG
ELEVADOR CARGUE TOLVA BASCULA CRISTAL	440 V	4.4 A	3	WEG
ELEVADOR CARGUE CILINDRO DE PRESION 1 Y 2	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR CARGUE PULIDOR VERTICAL VTA	440 V	4.05 A	3	WEG
ELEVADOR CARGUE PLANSISTER	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR CARGUE SELECCIONADORA	440 V	4.15 A	3	WEG
ELEVADOR CARGUEE FORTIFICADO.	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR DE CARGUE CRISTAL SELECCIONADO	440 V	-	-	WEG
ELEVADOR DE CARGUE TOLVAS PREMIUM CRISTAL	440 V	-	-	WEG

Fuente: Autor

A continuación se dará a conocerlos distintos sinfines con los que cuenta el proceso de trilla en la ARROCERA GELVEZ S.A.S.

Tabla 2: Transportador sinfín

MAQUINA	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL	POTENCIA HP	MARCA
SINFÍN 01 CASCARILLA	440 V	-	-	SIEMENS
SINFÍN 02 CASCARILLA	440 V	-	-	-
SINFÍN 03 CASCARILLA	440 V	3.04 A	30 HP	ASSI
SINFÍN 3 DESCARGUE TOLVA	440 V	3 A	2 HP	ASSI
SINFÍN 2 DESCARGUE TOLVAS ALMACEN LADO A	440 V	4,13 A	3 HP	WEG
SINFÍN 1 DESCARGUE TOLVAS ALMACEN LADO B	440 V	4,13 A	3 HP	WEG
SINFÍN ACEITE	440 V	2,8 A	2 HP	WEB
SINFÍN CRISTAL SELECCIONADORA MEYER RS-7	440 V	-	-	-
SINFÍN CARGUE TOLVA DE ALMACENAMIENTO.				

Fuente: Autor

2.5 TOLVA BASCULA:

La tolva permite el pesaje correcto en la arroceras Gelvez la cual puede albergar 18 TON hora.

Ilustración 15: Tolvas para almacenamiento.



Fuente: Autor

2.6 INDICADOR DE NIVEL PARA TOLVAS:

Los indicadores de nivel se encargan de indicar el nivel minimo y maximo del arroz, dentro de la tolva utilizando el movimiento rotatorio, debido a que tan pronto el arroz alcanza la paleta de medicion, la rotacion sera bloqueada. Cuando el nivel de arroz este por debajo de la paleta, la rotacion activara otros componentes y envíe una señal.[16]

Ilustración 16: Sensor de nivel a paleta



Fuente: Vibrotech

2.7 PRELIMPIA:

Esta máquina nos permite eliminar impurezas largas del paddy, piedras o impurezas no deseadas, ya que tiene un primer tamiz vibratorio (zarandas) y un segundo tamiz un rastrillo localizado en la parte trasera lo cual evita que el tamizado se obstruya.

Esta parte del proceso de trilla es realmente fundamental debido a que no solo mejora la calidad del arroz si no a su vez permite que las maquinas funcionen mejor debido a que el grano contiene menos impurezas, lo cual disminuye el tiempo de mantenimiento y la capacidad del proceso aumenta. [17]

Ilustración 17: Prelimpia.



Fuente: Autor

2.8 DESCASCARADOR:

Esta máquina se encarga de la separación de la cascara del arroz por medio de la acción de fricción que se generan entre dos rodillos de goma en rotación con RPM diferentes.[18]

Ilustración 18: Descascaradora de grano



Fuente: Satake

2.9 CICLO AVENTADORA:

Esta máquina nos permite separar la cascarilla del flujo del grano descascarado una vez que sale de la descascaradora, por medio de corrientes de aire controladas, en donde se obtiene un 22% de cascarilla que se utilizara como combustible en el área de secado.[19]

Ilustración 19: Cicloaventadora



Fuente: Autor

2.10 MESA SEPARADORA:

Esta máquina se encarga del grano que sale de la descascaradora y lo que quedo de cascarilla que no fue expulsado en el ciclo aventador separándolo a través de un movimiento de elevación uniforme con un cambio continuo de dirección, lo cual produce que el grano más ligero quede en la parte superior elevada de la mesa y el grano más pesado se quede en la parte inferior de este permitiendo 3 clasificaciones diferentes, como lo son el arroz integral 80%, el mixto que es el paddy y la cascarilla.[20]

Ilustración 20: Mesa separadora



Fuente: Autor

2.11 PULIDOR VERTICAL (VTA):

La máquina pulidora vertical de arroz (VTA) se utiliza principalmente para blanquear el arroz integral, sometiéndolo a abrasión en la cámara de blanqueo entre los tamices y las muelas para eliminar una fina capa del salvado y convirtiéndolo en arroz blanco. Esta máquina funciona bajo el principio del blanqueo de vertical de arriba abajo.[21]

Ilustración 21: Pulidor vertical (VTA)



Fuente: Autor

2.12 POLICHADOR:

El hidro polichador tiene la función de mejorar la apariencia externa de los arroces, utilizando agua en el proceso de pulido, lo cual no solo brinda suavidad y brillo, sino que a su vez aumenta su vida útil durante el almacenamiento y empaque del arroz blanco, debido a que la superficie del arroz es rugosa y puede acumular harina la cual es propensa a descomponerse y absorber humedad.[22]

Ilustración 22: Polichador



Fuente: Autor

2.13 PLANSICHTER:

Según GEA El plansichter es una máquina que permite clasificar los productos molidos, seleccionarlos y separarlos por granulometría. Gracias a una serie de tamices apilados verticalmente y al movimiento oscilatorio separa las harinas de otros productos finos, medios y gruesos. [23]

Ilustración 23: Plansichter



Fuente: Autor

2.14 CLASIFICADOR ALVEOLADO:

El cilindro alveolado limpia y clasifica el arroz según su longitud, debido a que tiene un cilindro de trabajo el cual consta de dos medidas cascadas con relieves precisos en forma de lagrima que permite una cuidadosa separación del arroz. [24]

Ilustración 24: Clasificador alveolado



Fuente: Autor

2.15 SELECCIONADORA:

La seleccionadora óptica es una maquinas que funcionan por medio de cámaras RGB FULL color. Las cuales se encargan de identifican y rechazar las desviaciones de color, tamaño y forma para eliminar defectos. Esta máquina es tan eficaz que separa por sutiles diferencias de color, manchas, moho, el cual utiliza múltiples opciones de canaletas y cuenta con un área de muestreo en tiempo real.[25]

Ilustración 25: Seleccionadora



Fuente: Autor

2.16 FORTIFICADO:

En esta máquina es la encargada de recubrir con una mezcla líquida fortificada los granos de arroz, en grandes tambores rotatorios, este fortificado debe ser resistente al enjuague para asegurar la retención de micronutrientes.

Ilustración 26: Fortificado



Fuente: Autor

3 ETAPAS DEL PROCESO DE TRILLA

Antes de comenzar a realizar el diseño del HMI en el proceso de trilla de la arrocería Gelvez S.A.S. debemos tener en cuenta cada etapa que lo conforma, por ende, se decidió clasificarla en 3 etapas como son: prelimpieza, limpieza y clasificación.

3.1 ETAPA DE PRELIMPIEZA (ETAPA A):

Esta etapa comienza con el silo de concreto en donde se almacena el paddy que ya ha sido previamente secado, el cual alimenta a las bandas 1, 2 y 3 y a su vez alimenta el elevador de cangilones #1 y al transportador sinfín para ser descargado en una tolva bascula de 100kg el cual se encargará de alimentar a la prelimpiadora que nos permite eliminar impurezas del paddy.

Tabla 3: Etapa de prelimpieza

CÓDIGO	MAQUINA
S1	SILO DE CONCRETO
B1	BANDA # 1
B2	BANDA # 2
B3	BANDA # 3
ELE 1	ELEVADOR DE CANGILONES # 1
SF1	TRANSPORTADOR SINFIN # 1
TB1	TOLVA BASCULA
PRE	PRELIMPIADORA

Fuente: Autor

3.2 ETAPA DE LIMPIEZA (ETAPA B):

En esta etapa de limpieza encontramos el elevador de carga de descascaradores el cual alimentará el descascarador # 1 y #2 permitiendo el descascarado del arroz por medio de dos rodillos con velocidades diferentes para luego pasar por la cicloaventadora # 1 y # 2, los cuales cumplen con la función de extracción de impurezas, para así pasar al elevador de carga mesa separadora que como su nombre lo indica lo llevará a la mesa separadora encargada de clasificar el arroz descascarado, el arroz que aún se encuentra con cascara y la cascarilla.

Una vez sale de la mesa separadora el arroz es transportado por una banda que carga una tolva de 18 Tn/H que cargará un elevador de carga cilindro de precisión el cual alimentará al cilindro de precisión quien es el encargado de quitar las piedras y así no dañar las máquinas de pulido ya que una vez pasa por el cilindro este pasa

a una tolva de paso que alimentara al elevador de cargue que ira al VTA #1 (pulidor vertical satake), para pasar al elevador cargue vta# 2 y llegar a una segunda pulida en el VTA # 2, y posteriormente al hidropolichador quien es el que se encarga no solo de pulirlo sino de agregarle brillo al arroz y con esto terminar el proceso de limpieza.

Tabla 4: Etapa de limpieza

CÓDIGO	MAQUINA
ELE2	ELEVADOR CARGUE DESCASCARADOR
DES1	DESCASCARADOR #1
DES2	DESCASCARADOR #2
CIC1	CICLOAVENTADOR #1
CIC2	CICLOAVENTADOR # 2
ELE3	ELEVADOR CARGUE MESA SEPARADORA
MES	MESA SEPARADORA
B4	BANDA CILINDRO DE PRECISIÓN
TB2	TOLVA BASCULA 18 TON
ELE4	ELEVADOR CARGUE CILINDRO PRECISIÓN
CP	CILINDRO DE PRECISIÓN
TP	TOLVA DE PASO
VTA1	PULIDOR VERTICAL SATAKE 1
ELE5	ELEVADOR CARGUE VTA 2
VTA2	PULIDOR VERTICAL SATAKE 2
PUH	PULIDOR HORIZONTAL (HIDRO POLICHADOR)

Fuente: Autor

3.3 ETAPA DE CLASIFICACIÓN (ETAPA C):

Esta etapa es la encargada de la clasificación del arroz, en donde se encuentra clasificado de 3 maneras teniendo en cuenta el tamaño del arroz como lo es el arroz entero, el cristal y la puntillita.

Esta etapa inicia con el elevador cargue plansichter que carga al clasificador rotativo de 6 mallas (plansichter), el cual en la primera y segunda malla tiene 6 huecos por pulgada clasificando piedras y impurezas grandes que aún se encuentren en el proceso, la tercera 7 huecos por pulgada lo cual permite una preclasificación, la cuarta y quinta malla clasifica el arroz cristal con 8 y 10 huecos por pulgada y la última malla se encarga de clasificar el arroz puntillita con 12 huecos por pulgada. Para luego pasar al clasificador alveolado que cargara al elevador cargue

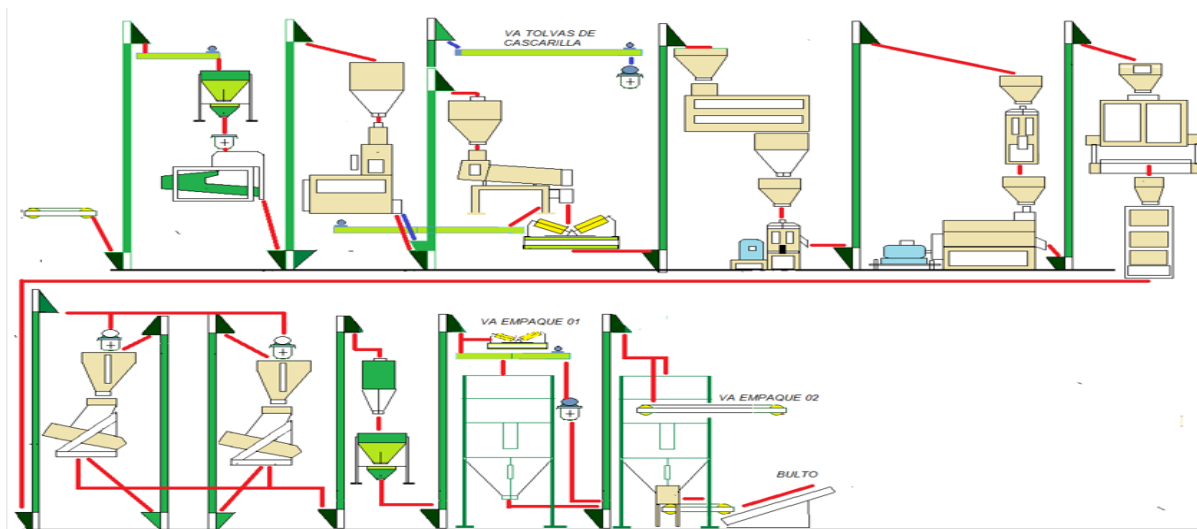
seleccionadora y alimentara a la seleccionadora de grano meyer la cual consta de 10 bandejas que separa el grano dependiendo del color en donde 7 de ellas son para separar el arroz blanco del proceso y las otras 3 se encargaran del reproceso, una vez el arroz termina este proceso pasa al elevador cargue fortificado que cargara al fortificador el cual fumigara al arroz con micropartículas de vitamina, pasando a la tolva de arroz blanco que alimentara el elevador y un sinfín quien se encargara de llenar 8 tolvas las cuales permiten el proceso de empaquetado.

Tabla 5: Etapa de clasificación

CÓDIGO	MAQUINA
ELE6	ELEVADOR CARGUE PLANSISTER
PLS	PLANSICHTER
CA	CLASIFICADOR ALVEOLADO
ELE7	ELEVADOR CARGUE SELECCIONADORA
SG	SELECCIONADOR DE GRANO
ELE8	ELEVADOR CARGUE FORTIFICADO
FV	FORTIFICADOR (VITAMINA)
TB3	TOLVA DE PESAJE BLANCO
ELE9	ELEVADOR CARGUE TOLVAS
SF2	SINFÍN PARA TOLVAS
TB4	TOLVAS PARA EMPAQUE

Fuente: Autor

Ilustración 27: Proceso de trilla en la arrocería Gelvez



Fuente: Luis castellanos

4.0. DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION DEL PROCESO DE TRILLA (P&ID)

Se denomina diagrama de instrumentación al esquema donde se representa todos los componentes relacionados al flujo del proceso. Estos diagramas se rigen bajo la norma ISA 5.1. el cual se encuentra desarrollado en diversos estándares que representan e identifican los símbolos y la nomenclatura

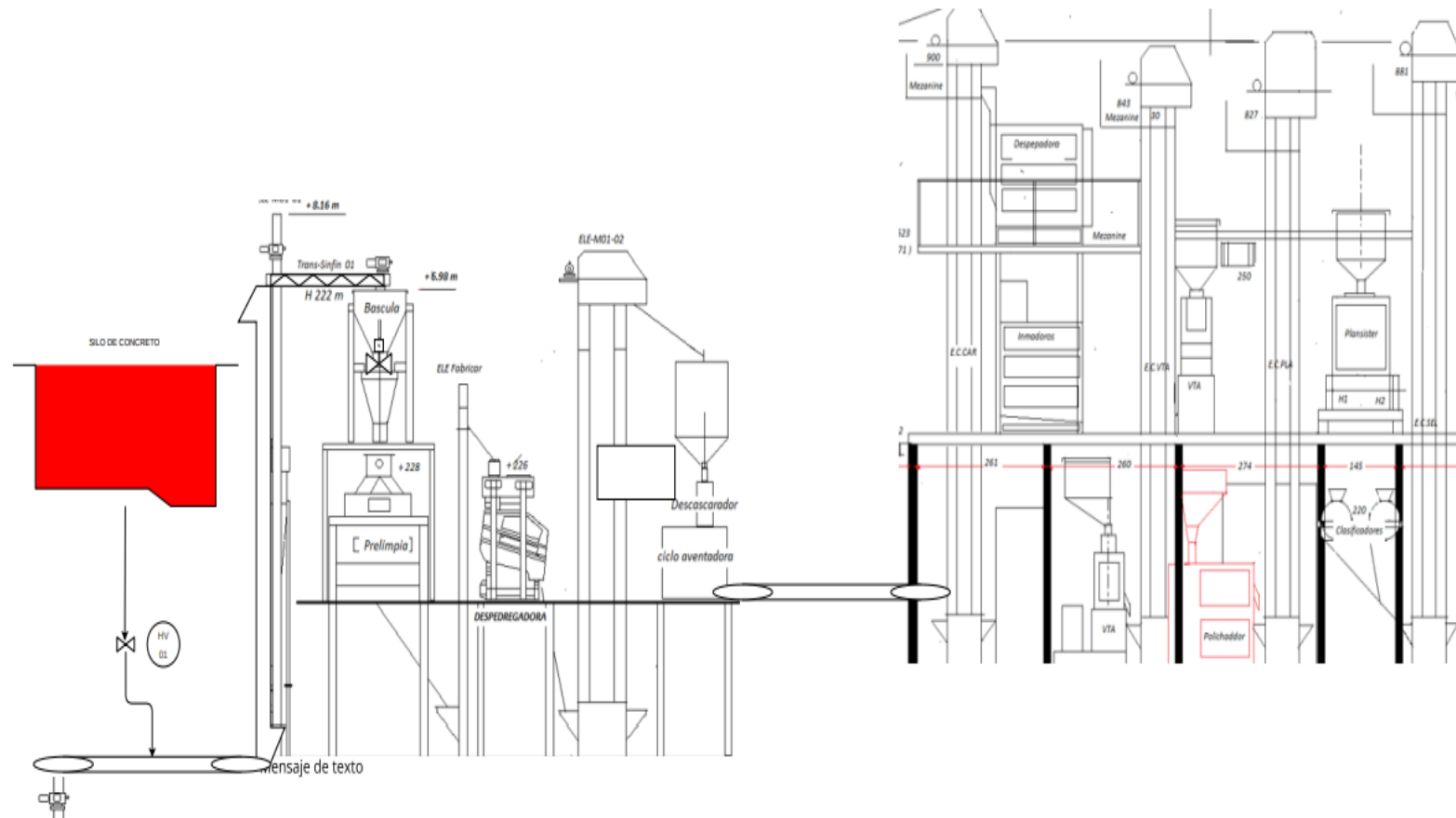
Dicha identificación se realiza a través de un código al que se denomina tag en donde la primera letra indica la variable, las siguientes letras indican su función, el número indica el lazo de control del diagrama y la última letra es el sufijo el cual se usa para diferenciar dos o más instrumentos en un mismo lazo de control. [26]

Tabla 6: letras de identificación para variables medidas

Letras de identificación					
Primera Letra		Letras Sucesivas			
	Variable medida	Modificador	Función de lectura	Función de salida	Modificador
A	Análisis		Alarma		
B	Quemador, combustión		Selección del usuario	usuario	usuario
C	Selección del usuario			Controlador	
D	Selección del usuario	Diferencial			
E	Tensión		Sensor (elemento primario)		
F	Rata de flujo	Relación			
G	Selección del usuario		Dispositivo de vidrio, mirilla		
H	Manual				Alto
I	Corriente (eléctrica)		Indicación		
J	Potencia	Muestreo			
K	Tiempo	Rata de tiempo		Estación de control	
L	Nivel		Luz		Bajo
M	Humedad	Momentáneo			Medio, intermedio
N	Selección del usuario		Selección del usuario	Selección del usuario	
O	Selección del usuario		Orificio, restricción		
P	Presión, vacío		Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integrador, total.			
R	Radiación		Registrador		
S	Velocidad, frecuencia	Safety		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisor	
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, análisis			Válvula, damper	
W	Peso, fuerza		Vaina o pozo térmico		
X	Sin clasificar	Eje X	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Evento o estado	Eje Y		Relé, convertidor	
Z	Posición, dimensión	Eje Z		Elemento final,	

Fuente: Norma ISA S5.1

Ilustración 28: Diagrama del P&ID del proceso de trilla en la arrocerá Gelvez.



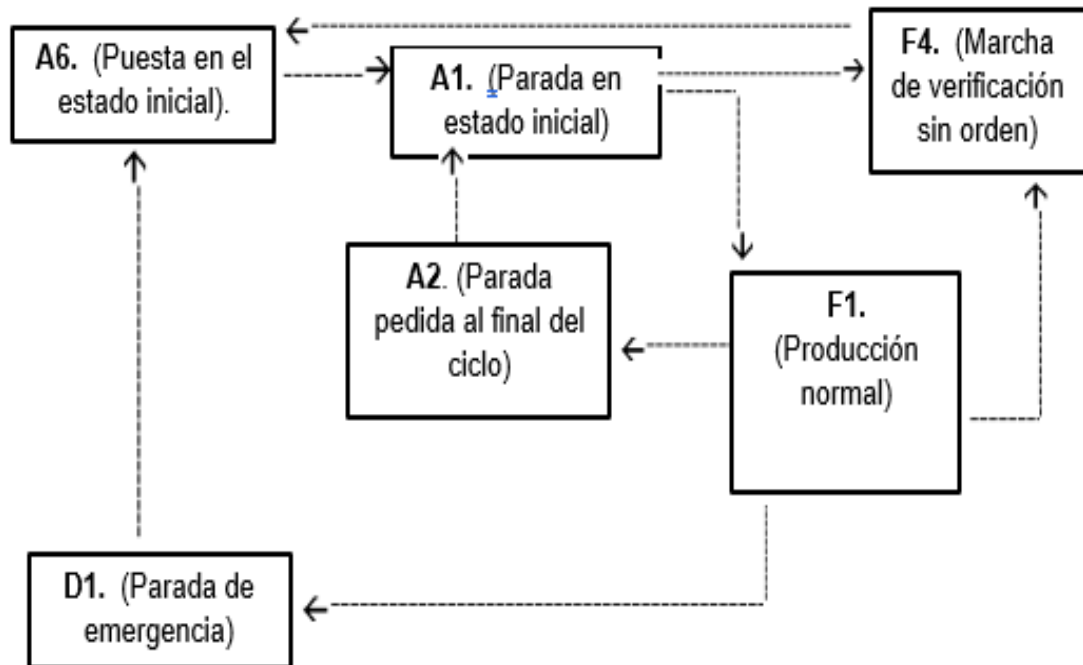
Fuente: Autor

5.0. ESTADOS DE GUIA GEMMA

Según G. Gonzales filgueira y Rodriguez permuy en su artículo de Automatización de una planta de fabricación de arroz con leche explican sobre la necesario de prever todos los posibles estados: funcionamiento manual o semiautomático, paradas de emergencia, puesta en marcha, en donde el automatismo es capaz de detectar defectos en la parte operativa y colaborar con el operario de mantenimiento para su reparación. [[27]]

Una vez ya comprendido todo el proceso de trilla debemos estudiar los distintos estados y paradas que se presentan o se pueden presentar en base a la guía GEMMA y con ello definir los caminos que se interrelacionan entre los diferentes estados, como a continuación se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 29: Estado de la guía GEMMA a utilizar en el proceso de trilla

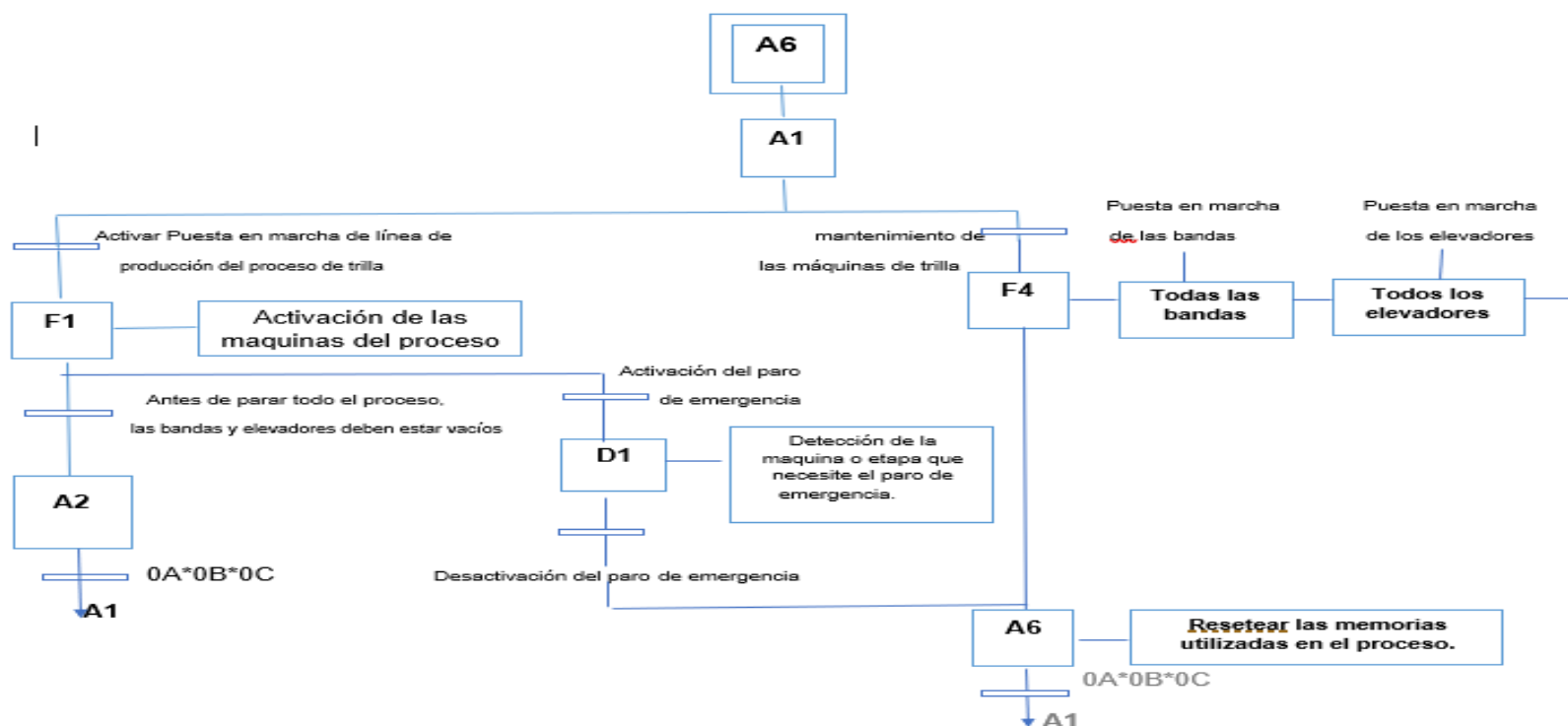


Fuente: Autor

5.0. Grafset con guia GEMMA en el proceso de trilla.

Para un desarrollo optimo del graficet con la norma GEMMA del proceso de trilla se requiere de comprender cada una de las etapas, en donde se les asigno letras tales como A, B Y C., En donde A indica el proceso de prelimpieza, B el de limpieza y C el de clasificación. Sin embargo es fundamental entender que todo el proceso de trilla es manual ya que depende del operador para activar cada una de las maquinas y componentes que la conforman

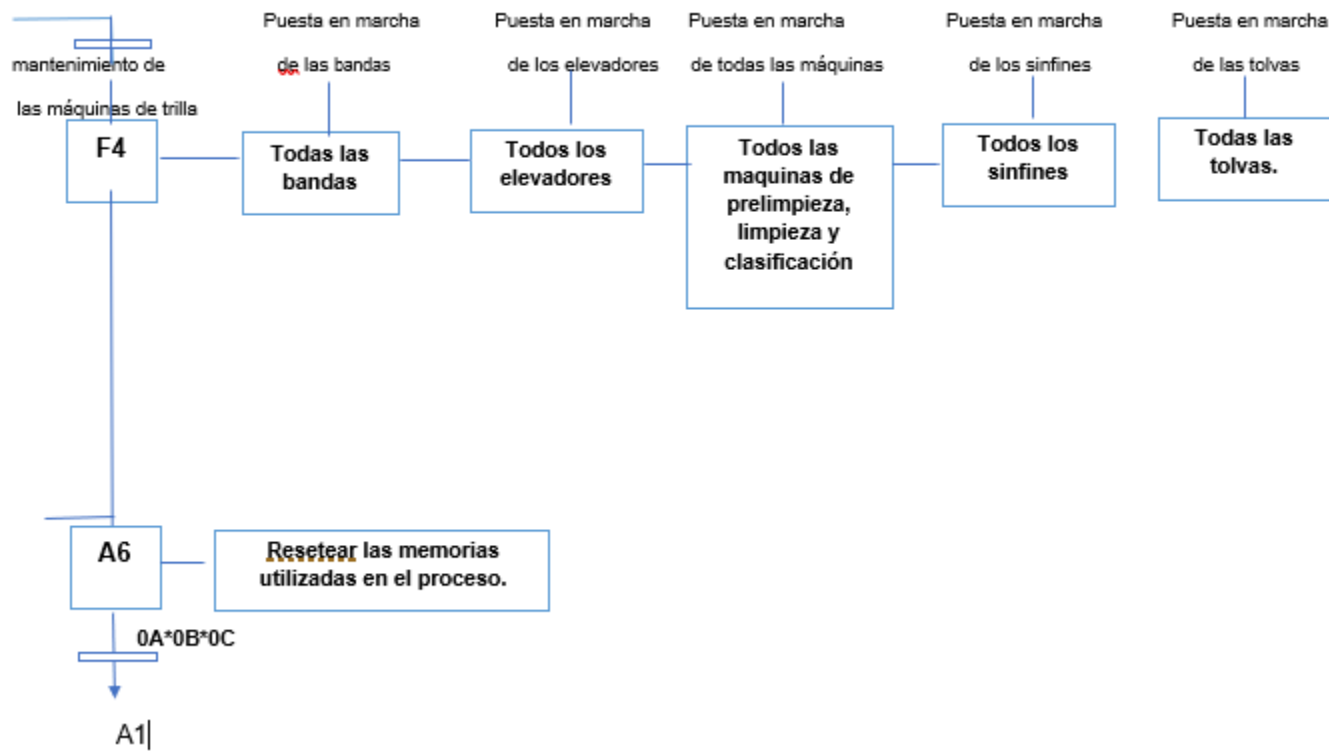
Ilustración 30: Grafset funcional del proceso con normas GEMMA



Fuente: Autor

5.1. Continuación del Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla.

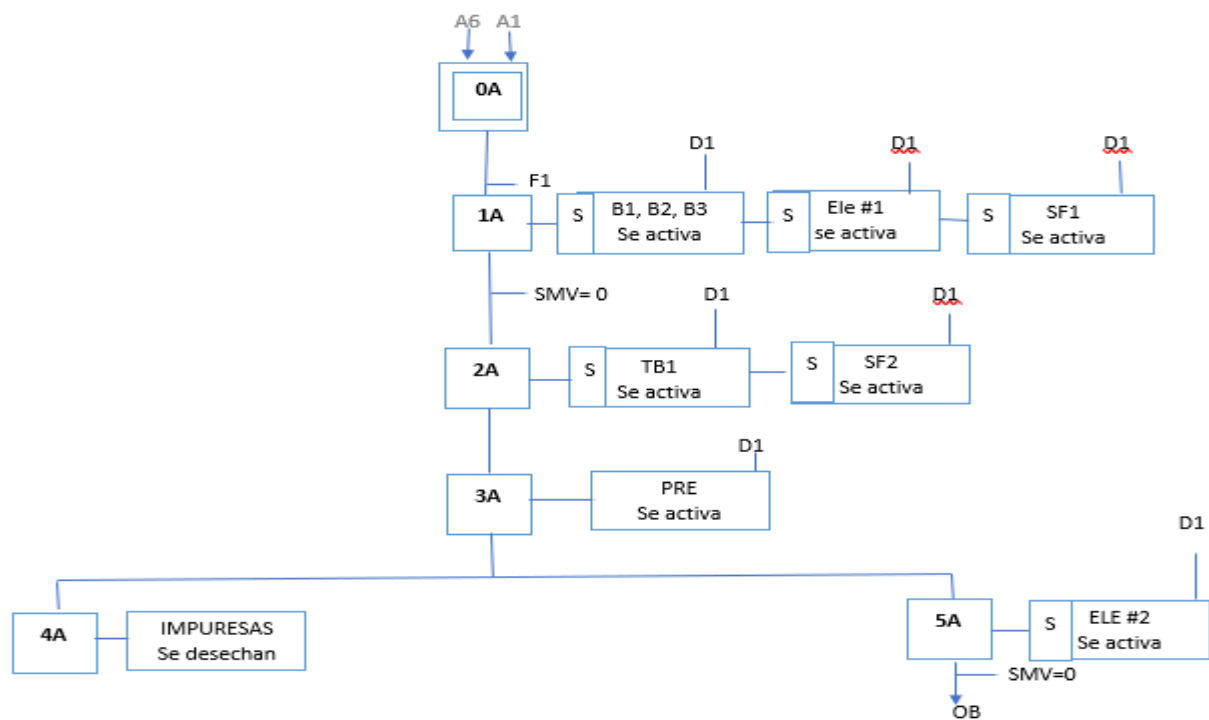
Ilustración 30: Continuación del grafcet funcional del proceso con normas GEMMA



Fuente: Autor

5.2. Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de prelimpieza.

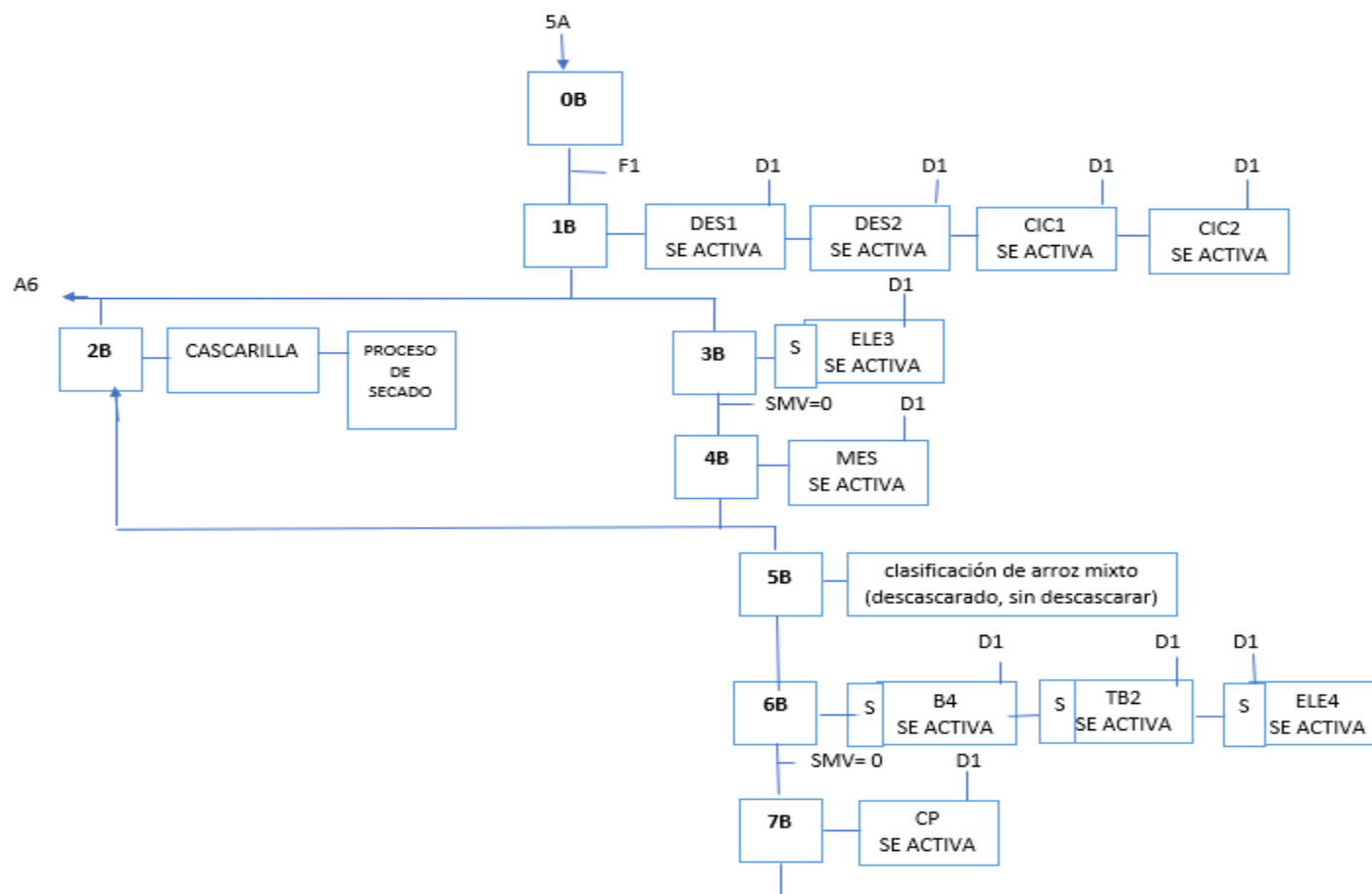
Ilustración 31 Grafcet con guía GEMMA en el proceso de prelimpieza:



Fuente: Autor

5.3. Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de limpieza.

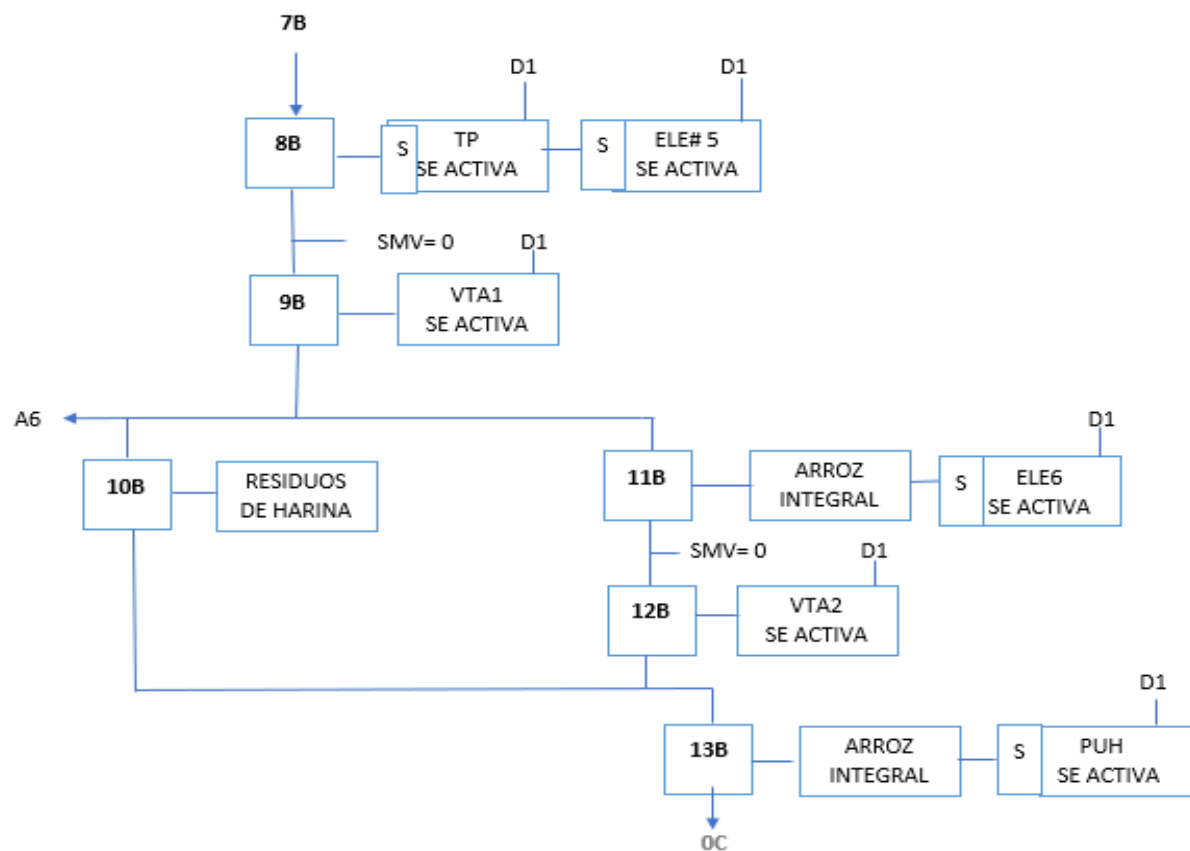
Ilustración 32: Grafcet con guía GEMMA en el proceso de prelimpieza



Fuente: Autor

5.4. Continuación del Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de limpieza.

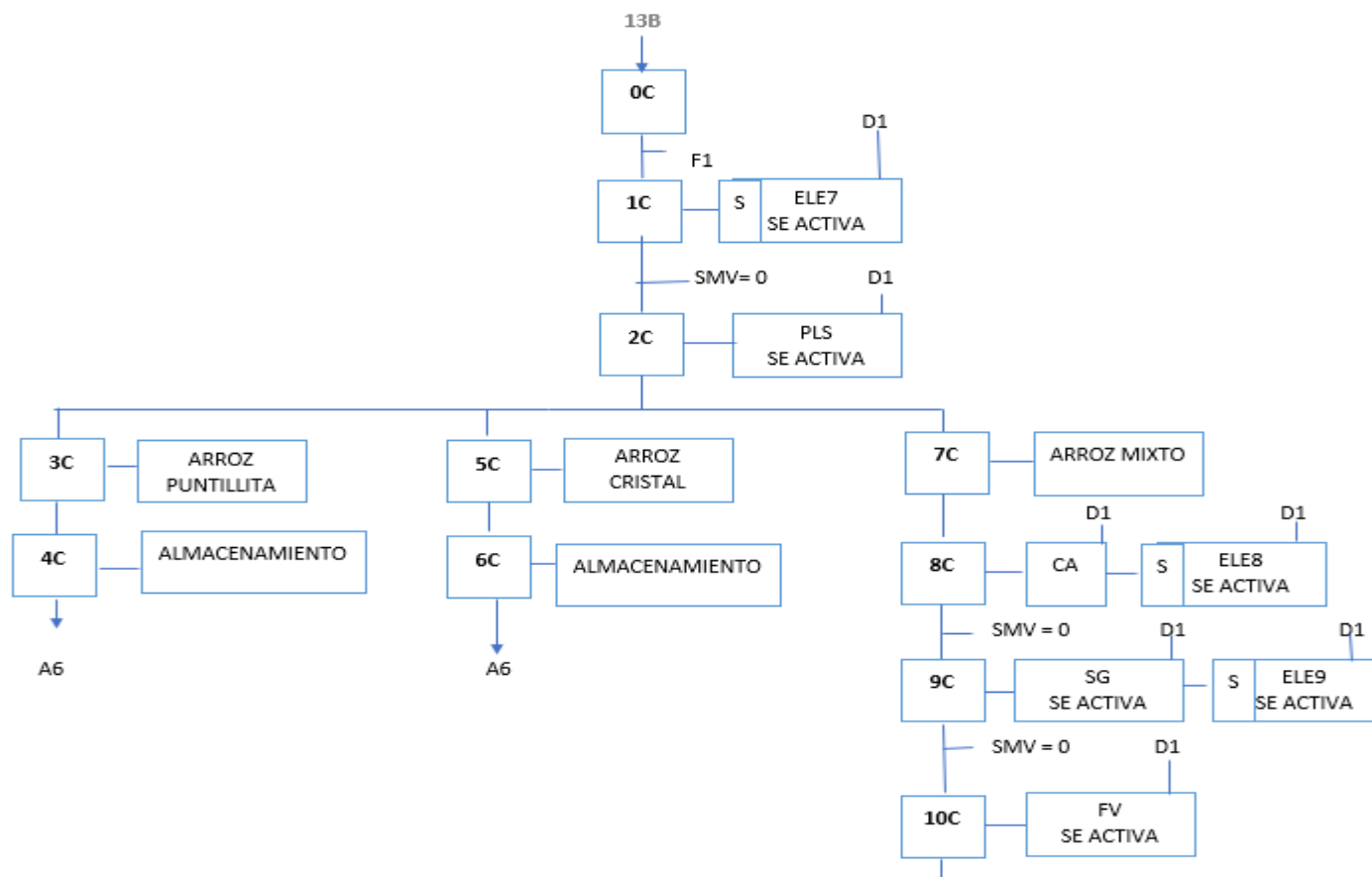
Ilustración 33: Continuación del grafcet con guía GEMMA en la etapa de limpieza



Fuente: Autor

5.5. Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de clasificación.

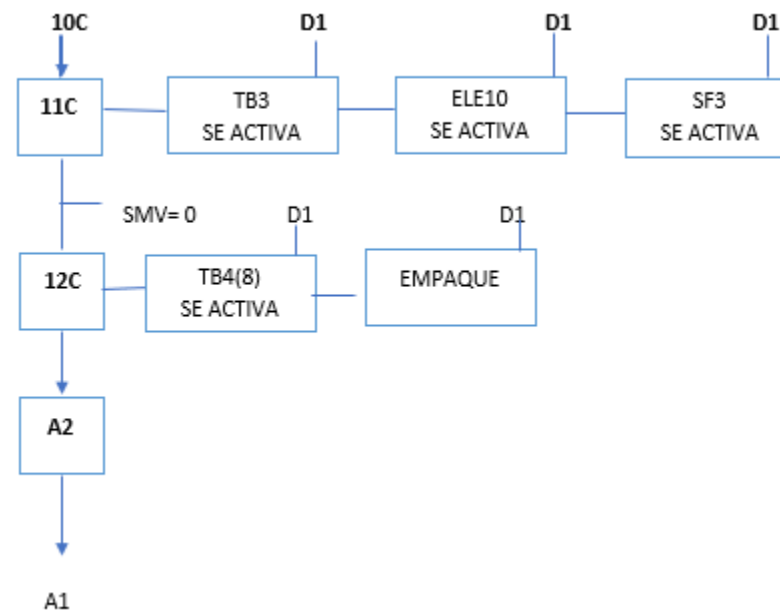
Ilustración 34: Grafcet con guía GEMMA en el proceso de clasificación.



Fuente: Autor

5.6. Continuación del Grafcet con guía GEMMA en el proceso de trilla en la etapa de clasificación.

Ilustración 35: Continuación del grafcet con guía GEMMA en la etapa de clasificación.



Fuente: Autor

6.NORMAS DE REFERENCIA

6.1.1. Norma ISA 101:

La norma ISA 101 (ANSI/ISA-101.01-2015) está compuesto por una agrupación de acuerdos y normas, los cuales pretenden orientar el desarrollo del diseño del HMI, garantizando un fácil entendimiento y claras opciones, las cuales reducen los errores y aumenta la productividad del operador, previniendo pérdidas significativas en la empresa tanto en tiempo como en desperdicio de materiales.

La norma provee herramientas que ayudan a mejorar el desarrollo de las habilidades del operador para detectar, diagnosticar y responder adecuadamente ante diversas fallas o paradas que se puedan presentar.

Entre los diseños de HMI que la norma recomienda encontramos:

- Representación de alarmas
- Representación de cambios de estados
- Representación para el encendido y apagado de las válvulas de control.
- Representación de botones de comando y navegación.

6.2. NORMA IEC 61158:

La norma describe las comunicaciones de datos digitales de medición de control, en donde establece protocolos que permite vincular el HMI al PLC, mediante sensores, actuadores e interruptores.

6.3. NORMA 61131:

Esta norma pretende definir las diferentes características, referente a la selección y aplicación de los PLC, y los lenguajes de programación mas comunes para los equipos industriales.

6.4. NORMA ISA 5.1:

Esta norma define y establece la identificación, la representación, y funciones propias de la instrumentación requerida para la medición, seguimiento y control.

6.5. NORMA ANSI/ IEEE 1010

La norma establece las funciones que requiere un proceso para la automatización, definidas en niveles de control y de operación industrial. Esta norma nos ayuda a definir los alcances de una solución de automatización.

7. INGENIERIA CONCEPTUAL Y DE DETALLE

7.1. Criterios de diseño

Requerimiento del sensor:

Este debe permitir una fácil instalación a las chumaceras de los transportadores, con capacidad de detectar las desaceleraciones y bajas velocidades a una distancia nominal de 8mm, con una robustez ante polvo, humedad y vibraciones mecánicas.

Requerimiento de soportes para sensores:

Este soporte debe permitir al sensor una buena estabilidad y protección que garantice que el sensor trabaje en óptimas condiciones aun cuando se presenten situaciones que comprometan al sensor.

Requerimientos del software:

Este debe contar con un entorno de programación grafica para el diseño de aplicaciones de adquisiciones de datos, de visualización, supervisión, manipulación el cual debe ajustarse a las necesidades que el proceso de producción requiere.

Requerimiento de pantalla:

Es importante que tenga un tamaño adecuado, debido a que esta nos permitirá visualizar, monitorear y controlar los dispositivos en el proceso de trilla. A su vez proporcionar un mecanismo fácil para poder moverse entre las distintas ventanas con un anunciador de alarmas, mostrando en tiempo real las fallas que se pueden presentar, las cuales deben poderse filtrar, deshabilitar, etc.,

Requerimientos para el protocolo de comunicación:

Es importante que permita una buena transferencia e intercambio de datos entre sectores del proceso y departamentos.

7.2. SISTEMA DE DETECCIÓN DE DESVÍO DE BANDA Y DESGARRO

7.2.1 BULLDOG:

El equipo Bulldog es un sistema electromecánico diseñado para detectar desvíos de banda peligrosos y roturas de banda. El sensor detecta el desvío, mediante un pequeño brazo con rodillo, el cual se activa cuando la banda tiene contacto con él.

Este mecanismo requiere de una instalación de a pares, esto con el fin de detectar en cualquiera de los dos sentidos que se encuentra el desvío, a su vez cuenta con detección de desgarró de bandas. [28]

Ilustración 36: Sistemas de detección Bulldog



Fuente: 4B GROUP

7.2.2 PULLSWITCH:

El pullswitch es un sistema de paro de emergencia el cual, para ser instalado a lo largo de una cinta transportadora, utiliza el cable de acero conectado a los paros de tirón para proporcionar un acceso de paro de emergencia continuo a lo largo de todo el transportador, este sensor a pesar de contar con una bandera reflectora para indicar la activación del paro, a su vez permite cablear una señal hacia un PLC o un panel de control para indicar dicha activación. Este sistema cuenta con una exclusiva acción mecánica con terminal doble y un encajado compacto y resistente a la corrosión.[29]

Ilustración 37: Sistema de detección pullswitch

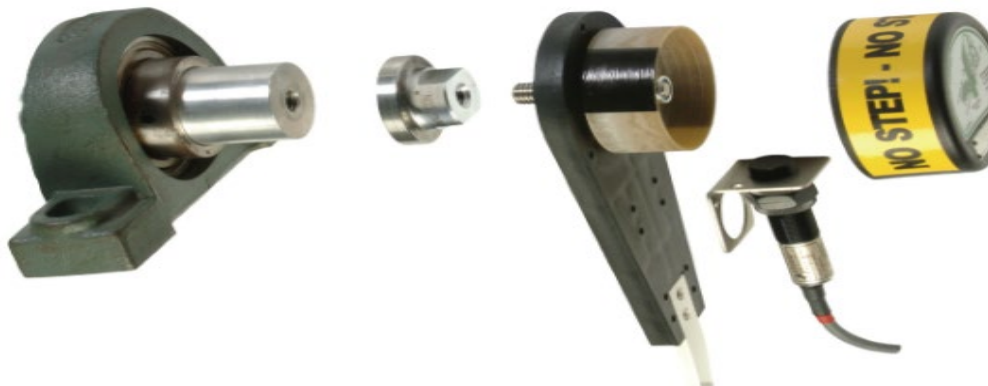


Fuente: 4B GROUP

7.3. WHIRLIGIG

Es un soporte para el montaje de sensores en ejes, el cual permite adaptarse a todos los sensores inductivos industriales cilíndricos o estilo DIN. El sensor se rosca a la placa base del Whirligig y todo junto se rosca al eje de la máquina. La instalación de sensores de velocidad es fiable y totalmente protegido. Las vibraciones del eje o de la máquina no afectan al funcionamiento del sensor, ya que el equipo completo se mueve con el eje.[30]

Ilustración 38: Sistema de detección



Fuente: 4B GROUP

7.4. SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD (SLIPSWITCH M3003)

Es un dispositivo inductivo de proximidad encargado de monitorizar la velocidad en un eje con un retraso de arranque ajustable de 0 a 30 segundos. esta unidad autónoma tiene un solo punto de ajuste el cual se encarga de indicar el cambio de velocidad del eje ya sea cuando la velocidad ha bajado o ha subido un 20% con respecto a la velocidad normal del proceso. Se utiliza para detectar condiciones en donde ocurre una desaceleración ya sea por atascos o por falla del motor de los transportadores o elevadores de cangilones.[31]

Ilustración 39: Sensor inductivo de proximidad (SLIPSWITCH M3003)



Fuente: 4B GROUP

7.5. SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO

El principio de funcionamiento de los sensores de proximidad capacitivos es similar al de los sensores inductivos. Un condensador situado en la cara principal del sensor genera un campo electromagnético. Cuando una pieza se acerca, cambia la intensidad y la frecuencia de las oscilaciones. A diferencia de los sensores inductivos, los sensores capacitivos no se limitan a las piezas metálicas, sino que también detectan elementos de cualesquiera propiedades y materiales sólidos, líquidos, viscosos, polvorientos, etc.[32]

Ilustración 40: Sensor de proximidad capacitivo



Fuente: WEG

7.6. SENSOR DE PROXIMIDAD MAGNETICO

Este sensor funciona siguiendo un principio similar a los anteriores, los sensores magnéticos ofrecen un gran alcance, dadas sus dimensiones reducidas, por ende, las piezas que se desean detectar deben contar con un imán o haber sido magnetizadas.

Ilustración 41: Sensor de proximidad magnética



Fuente: Direct industry

7.7. SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICO

El sensor de proximidad fotoeléctrico que utiliza como principio de detección el cambio de intensidad de luz. Este sensor al ser del tipo reflectivo su funcionamiento consta de un emisor el cual emite un haz de luz infrarroja que al impactar sobre el espejo es reflejado, este reflejo es detectado por el receptor fotoeléctrico mientras no se encuentre un objeto interfiriendo el haz de luz.[33]

Ilustración 42: Sensor de proximidad fotoeléctrico.



Fuente: 1 Direct industry

Como se pudo observar en las anteriores descripciones de sistema de detección de desvío de banda y desgarrador, se eligió el WHIRLIGIG como el más favorable debido a su facilidad, fiabilidad y protección que brinda a la hora del montaje, sin embargo, para dicho detector de desvíos debemos contar con un sensor el cual seleccionaremos en base a los criterios de diseño que este requiere.

Tabla 7: Criterios de diseño de selección del sensor

CRITERIOS DE DISEÑO DEL SENSOR		
DISCIPLINAS	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
MECANICA	Facil empalme	Permite una facil adaptacion a las chumaceras de las bandasy elevadores con la ayuda del soporte Whirligig
	Mantenimiento	Al no tener un contacto directo con la chumacera este no se desgastara
USABILIDAD	Deteccion de velocidad	Permite detectar condiciones peligrosas de desaceleracion y baja velocidad en transportadores, elevadores de cangilones y muchas otras maquinas.
ELECTRONICA	Rango de deteccion	Permite una distancia de deteccion nominal de 5/16" (8 mm) maximo en metal ferroso
	Calibracion	permite una facil calibracion mediante un iman
	Retraso en la puesta en marcha	Permite un ajuste de 0 a 30 sg
ROBUSTES	Resistencia a impactos	permite soportar cargas por impacto y vibraciones mecanicas
	Grado de proteccion	El soporte para el montaje de los sensores permite una proteccion ante solidos extraños y agua, por ende el sensor debe adaptase al soporte.
Economico	Costo de adquisicion	Ademas de tener un precio asequible debe cumplir con los parametros establecidos

Fuente: Autor

Tabla 8: Ventajas de un sensor inductivo frente a un interruptor mecánico

ventajas de un sensor de proximidad inductivo frente a un interruptor mecánico		
FUNCIONAMIENTO	SENSOR INDUCTIVO	INTERRUPTOR MECÁNICO
DETECCIÓN	Su función permite medir la velocidad de rotación sin tener contacto directo, con una detección rápida.	Su función solo es posible con contactos mecánicos, por ende su secuencia mecánica toma más tiempo que el sensor inductivo y puede obstruir o manipular el objeto a medir.
CONFIGURACIÓN	No es necesario calcular la curva de arranque.	Es necesario calcular la trayectoria y el ángulo de arranque.
RESISTENCIA A LA CONTAMINACIÓN	Resistente a la humedad, polvo, aceite, etc.	Es muy sensible a la humedad y polvo, donde se puede quemar los contactos.
DESGASTE	Los puntos de conmutación se mantienen estables con el tiempo.	Para conmutar se requiere un contacto directo, por ende está sujeto a desgaste, lo cual puede provocar errores de conmutación.
límite estructural	sus diseños son compactos.	Existen límites estructurales para implementar diseños compactos.

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta los criterios de diseño y las ventajas del sensor de proximidad inductivo, frente a los interruptores mecánicos se determinó realizar una selección entre 4 distintos sensores de proximidad de manera cuantitativa de la siguiente forma donde la puntuación va de 1 a 5:

El valor de 1 corresponde a: Malo o carente

El valor de 2 corresponde a: Regular

El valor de 3 corresponde a: Aceptable

El valor de 4 corresponde a: Bueno

El valor de 5 corresponde a: Muy bueno

Tabla 9: Criterios de selección del sensor

ITEM	SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVA	SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO	SENSOR DE PROXIMIDAD MAGNÉTICO	SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICO
ALCANCE (mm)	4	3	2	5
ROBUSTES Y RESISTENCIA	5	5	5	1
DETECCION DE PIEZAS METALICAS	5	5	5	5
PRECIO	5	3	4	4
TOTAL	19	16	16	15

Fuente: Autor

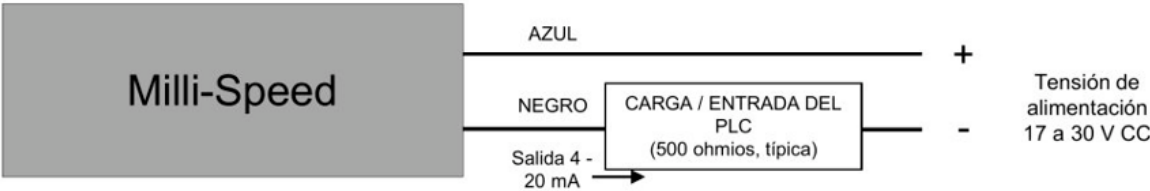
Ilustración 43: Especificaciones técnicas del sensor inductivo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS														
Modelo	M300M1V10AI													
Alimentación:	17-30 V CC													
Carga:	500 ohmios (típica)													
Gama de velocidades:	De 20 a 2000 p.p.m. (pulsos por minuto)													
Rango de detección:	Objetivo ferroso: 8 mm (máximo)													
Rango de detección:	≤ 8 mm													
Calibración:	Magnética													
Salida:	Linear de 4-20 mA 1. Sobrevelocidad = 20 mA (123 % o más de velocidad calibrada) 2. Velocidad calibrada = 17 mA (100 %) 3. Velocidad cero = 4 mA (0-10% de velocidad calibrada)													
Precisión de salida:	+/- 0,2 mA													
Tiempo de respuesta:	< 1 segundo (típico)													
Gama de temperaturas de funcionamiento:	De -15 °C a +50 °C													
Resolución general:	0,3 % (22 microamperios)													
Protección:	IP66, estanco al polvo y al agua (totalmente encapsulado)													
Gama de temperaturas de funcionamiento:	De -15 °C a +50 °C													
Certificaciones y homologaciones:	<table><tr><td> II 1G Ex ma IIC T4 Ga</td><td> 1D Ex ma IIIC T200110 °C Da IP66</td><td>T amb. -15 °C a +50 °C</td></tr><tr><td> Ex ma IIC T4 Ga</td><td> Ex ma IIIC T200110 °C Da IP66</td><td>T amb. -15 °C a +50 °C</td></tr><tr><td> 0 Ex ma IIC T4 Ga X</td><td> Ex ma IIIC T200110 °C Da X</td><td>T amb. -15 °C a +50 °C</td></tr><tr><td> Ex maD 20 T 110 °C</td><td></td><td></td></tr></table>		 II 1G Ex ma IIC T4 Ga	 1D Ex ma IIIC T200110 °C Da IP66	T amb. -15 °C a +50 °C	 Ex ma IIC T4 Ga	 Ex ma IIIC T200110 °C Da IP66	T amb. -15 °C a +50 °C	 0 Ex ma IIC T4 Ga X	 Ex ma IIIC T200110 °C Da X	T amb. -15 °C a +50 °C	 Ex maD 20 T 110 °C		
 II 1G Ex ma IIC T4 Ga	 1D Ex ma IIIC T200110 °C Da IP66	T amb. -15 °C a +50 °C												
 Ex ma IIC T4 Ga	 Ex ma IIIC T200110 °C Da IP66	T amb. -15 °C a +50 °C												
 0 Ex ma IIC T4 Ga X	 Ex ma IIIC T200110 °C Da X	T amb. -15 °C a +50 °C												
 Ex maD 20 T 110 °C														

Fuente: 2 Braime components

Conexiones:

Ilustración 44: Conexión del sensor inductivo



Fuente: Braime components

8. SOFTWARES PARA DISEÑAR HMI

En este capítulo se analizará de manera comparativa las mejores alternativas en software para la realización de diseño de interfases HMI para la recreación el proceso de trilla que deseamos tener en la arrocería Gelvez S.A.S

8.1. INTOUCH

La interfaz del software INTOUCH nos permite diseñar, visualizar, supervisar y manipular la realización de un proceso de producción mediante representación graficas permitiéndonos un desarrollo más rápido, con una visualización grafica fácil de entender, y de personalizar, debido a que maneja como plataforma el sistema operativo de Windows, esto nos permitirá una animación grafica muy amplia e intuitiva, mayor facilidad al documentar los procesos y consigo realizar una HMI que se ajuste a las necesidades de nuestra empresa, logrando incrementar la productividad y la reducción de los costos operacionales de mantenimiento[34].

Ventajas

- Al ser un software de fácil uso genera una minimización en el tiempo de reacción de los operarios al momento de detectar un accidente o incidente en la pantalla, permitiéndonos que la información operativa sea oportuna y competente.
- En esta interfaz se puede recrear, animar, diseñar de manera muy fácil, las distintas aplicaciones necesarias para el proceso de planta que requerimos, lo cual significa que la realización de esta se hará en un menor tiempo en comparación a otras interfases.
- Se encargará de generar datos históricos, registros, alarmas y todo tipo de información referente al proceso

Desventajas

- Para la comunicación entre plc e intouch es necesario un programa de enlace, este programa es el DAServer que permite recibir o enviar dato sin la ayuda de este programa de enlace sería imposible realizar la visualización del proceso.

8.2. LABVIEW.

Labview es un software con un entorno de programación grafica para el diseño de aplicaciones de adquisiciones de datos, simulaciones de procesos industriales, de una manera fácil e intuitiva, el cual nos permitirá al igual que el software intouch diseñar, visualizar, supervisar y manipular la realización de un proceso de producción mediante representación graficas permitiéndonos un desarrollo más rápido, con una visualización grafica fácil de entender, y de personalizar, sin embargo a diferencia de otros softwares, Labview si permite el desarrollo de aplicaciones de medición, control y automatización, comunicando y controlando los instrumentos de cualquier fabricante[35]

Ventajas

- Permite la adquisición de datos junto con un análisis matemático
- Es una herramienta estándar para aplicaciones de comprobación, al proporcionar una plataforma de pruebas consistente.
- es posible emplear LabVIEW para registrar y analizar resultados reales (desde mediciones de sonido y vibración hasta el diseño de filtros digitales, pasando por el procesado de imágenes o el análisis de tiempo y frecuencias). [36]
- Permite la medición de control de altas velocidades de procesos por medio de canales múltiples, lo cual genera que sea un excelente software para aplicaciones de automatización industrial a gran escala.
- Posibilidad de crear aplicaciones de medida genéricas sin programación.
- Depuración gráfica integrada y control del código fuente

Desventajas

- Costo de propiedad, ya que debemos considerar antes de su implementación

Como cualquier otro software labview tiene algunas desventajas, sin embargo, es particularmente efectivo, de grafica flexible y fácil de usar.

8.3. LOOKOUT.

Lookout es un software fácil de usar el cual cuenta con un paquete de programa SCADA para automatización industrial. Lookout se ejecuta bajo Windows y comunica con los campos E/S de PLC's, RTU y otros dispositivos. Este software

permite la monitorización del proceso continuo y control de supervisión, manufactura discreta, aplicaciones de lote y sistemas de telemetría remotos.[35]

Ventajas

- Permite generar alarmas, registros de datos, al igual que los anteriores softwares tiene un gráfico animado personalizado, información histórico y advertencias que facilitan al operario entender de manera más didáctica la ejecución de un mal funcionamiento.
- Contiene diversas capacidades tales como el control de proceso estadístico, manejo de recetas, lenguaje de consulta estructurado, seguridad incorporada, grabación cronológica de datos, gran animación y alarmas complejas. [35]

Desventajas

- Este software no cuenta con herramientas gráficas y textuales para el proceso digital de señales, junto con una carencia de sincronización entre dispositivos.

Como se pudo observar en las anteriores descripciones de software, podemos escoger a labview como el más favorable con respecto a nuestro proceso, sin embargo, debemos de realizar unos criterios de selección de los anteriores softwares de manera cuantitativa de la siguiente forma donde la puntuación va de 1 a 5:

El valor de 1 corresponde a: Malo o carente.

El valor de 2 corresponde a: Regular.

El valor de 3 corresponde a: Aceptable.

El valor de 4 corresponde a: Bueno.

El valor de 5 corresponde a: Muy bueno.

Tabla 10: Criterios de software

CRITERIOS	INTOUCH	LABVIEW	LOOKOUT
Herramientas gráficas y textuales para el proceso digital de señales	5	5	1
Soporte de varios sistemas operativos	1	5	2
Comunicación y control de instrumentos de cualquier fabricante.	1	5	4
Diseño de controladores	1	5	1
Migración de versiones de software	5	1	1
Análisis y procesamiento de señales avanzados e integrados.	3	5	1
TOTAL	16	26	10

Fuente: Autor

8.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN:

Los protocolos de comunicación son aquellos sistemas que nos permiten transmitir la información entre los dispositivos y procesos, con el objetivo de automatizar y de controlar. Por ende, se debe seleccionar el protocolo de comunicación teniendo en cuenta su rapidez, la compatibilidad entre dispositivos y el software que se ha seleccionado.

TIPOS DE PROTOCOLOS

8.4.1. PROFINET

Este es uno de los protocolos que está basado en el estándar ethernet Industrial. Es además un protocolo flexible que hace posible personalizar dispositivos y programas. Destaca además por su alta precisión y calidad en la comunicación.[37]

8.4.2. Industrial Ethernet

Este protocolo es ideal para los ambientes industriales hostiles. Se trata de un sistema capaz de ofrecer velocidad, prueba de fallos y adaptabilidad. El ethernet industrial hace posible establecer un networking entre dispositivos en tiempo real y de manera funcional.[37]

8.4.3. PROFIBUS

Este es un protocolo de estándar abierto. Sus ventajas principales son sus altas velocidades de transmisión de datos y su durabilidad en ambientes hostiles, incluyendo riesgo de explosión.[37]

8.4.4. AS-i

Este es un bus de comunicación conocido por su robustez y flexibilidad. Fue desarrollado especialmente para los niveles más bajos en los procesos de control. Trabaja mediante el estándar IEC 62026-2, por lo que es sencilla su conexión a diversos controladores.[37]

Entre estos tipos de protocolos los mas utilizados en la industria y deterministas son PROFIBUS Y PROFINET sin embargo a pesar de que tienen algunas similitudes, podemos observar grandes diferencias.

DIFERENCIAS FUNDAMENTALES ENTRE PROFIBUS Y PROFINET

La comunicación PROFINET permite un intercambio de datos rápido y seguro en todas las plataformas para las industrias de producción y procesamiento, proporcionando un intercambio isócrono en tiempo real a través de cables Ethernet de grado industrial, con una velocidad de transmisión de 100 M bit/s, y su espacio de direccionamiento no tiene límite.

En las redes PROFINET, tanto los controladores como los dispositivos de I/O pueden tomar el rol de proveedor – consumidor, a diferencia del PROFIBUS quien es el encargado de recopilar diferentes entradas y salidas del campo en un solo dispositivo de I/O local, y luego transferir los datos a través de un solo cable hasta el maestro, con una velocidad de hasta 12M bits y un espacio de direccionamiento limitado de 126 dispositivo por red, por medio de un cableado RS-485[38]

Tabla 11: comparación entre los protocolos de comunicación PROFINET y PROFIBUS

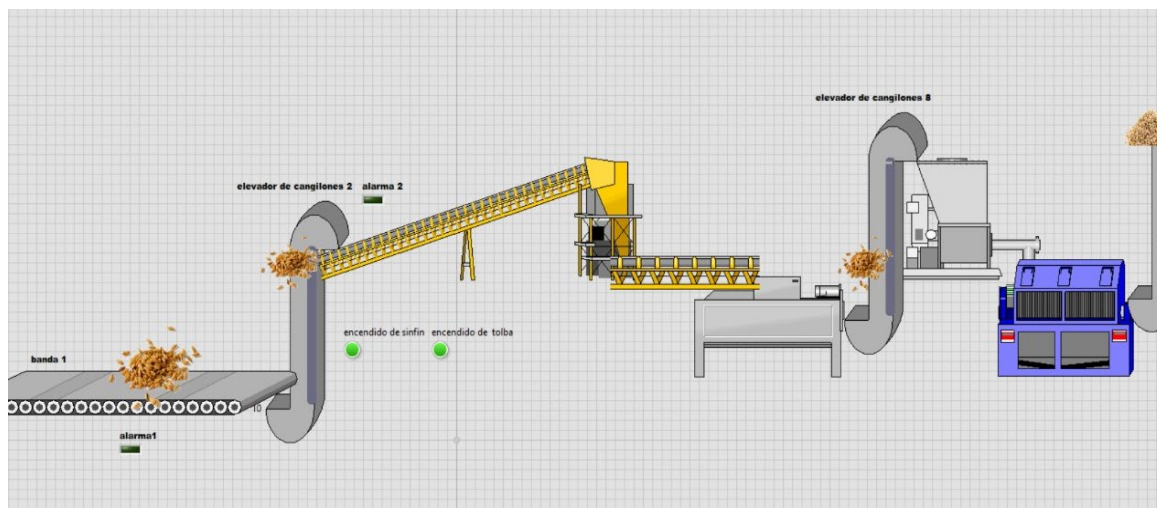
CRITERIO	PROFIBUS	PROFINET
ESPACIO DE DIRECCIONAMIENTO	3	5
VELOCIDAD	2	5
TECNOLOGIA	3	5
MOVIMIENTO	2	5
TELEGRAMA	4	5
TOTAL	13	25

Fuente: Autor

9. VISUALIZACIÓN DEL PROCESO DE TRILLA EN LABVIEW

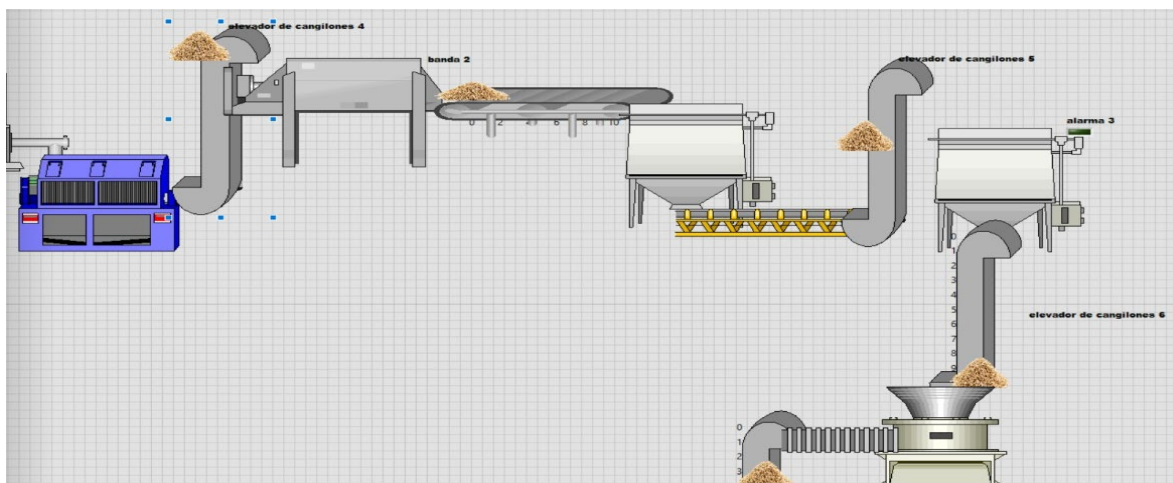
A continuación, se observará la simulación del proceso de trilla en labview, el cual se describió capítulos anteriores.

Ilustración 45: visualización del proceso de trilla en labview en la etapa de prelimpieza



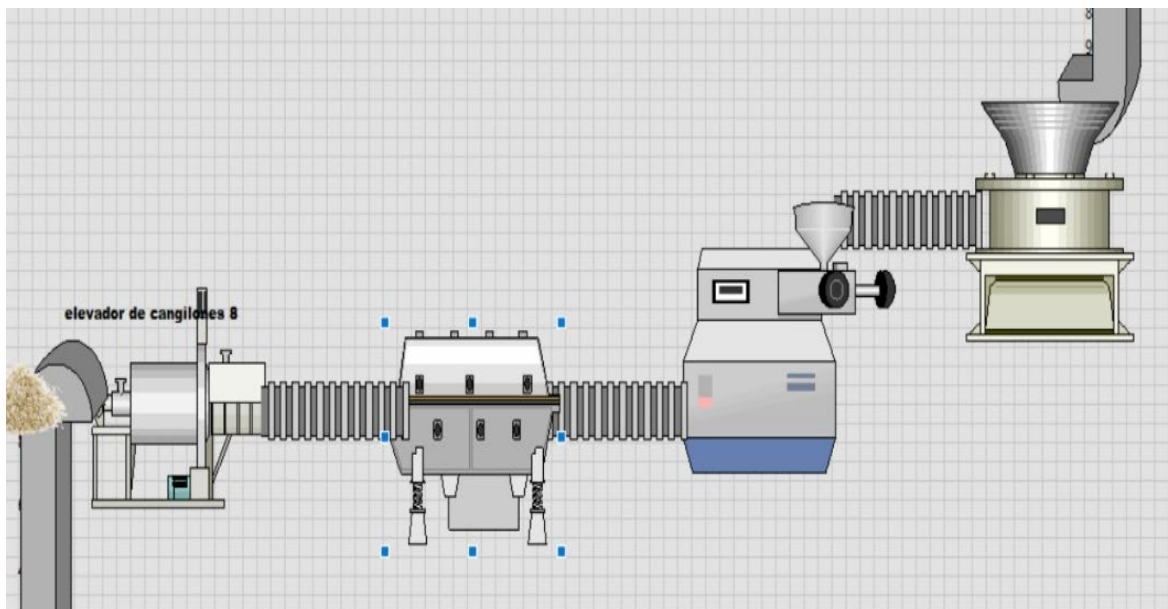
Fuente: Autor

Ilustración 46: visualización del proceso de trilla en labview en la etapa de limpieza



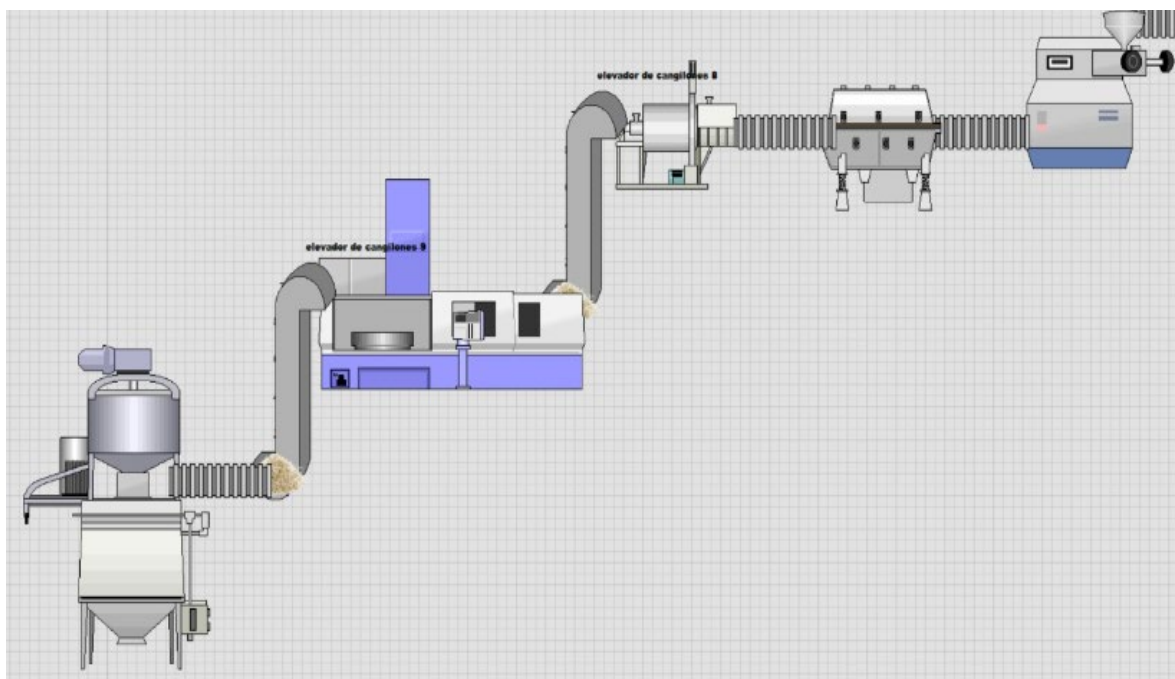
Fuente: Autor

Ilustración 47: visualización del proceso de trilla en labview en la etapa de limpieza



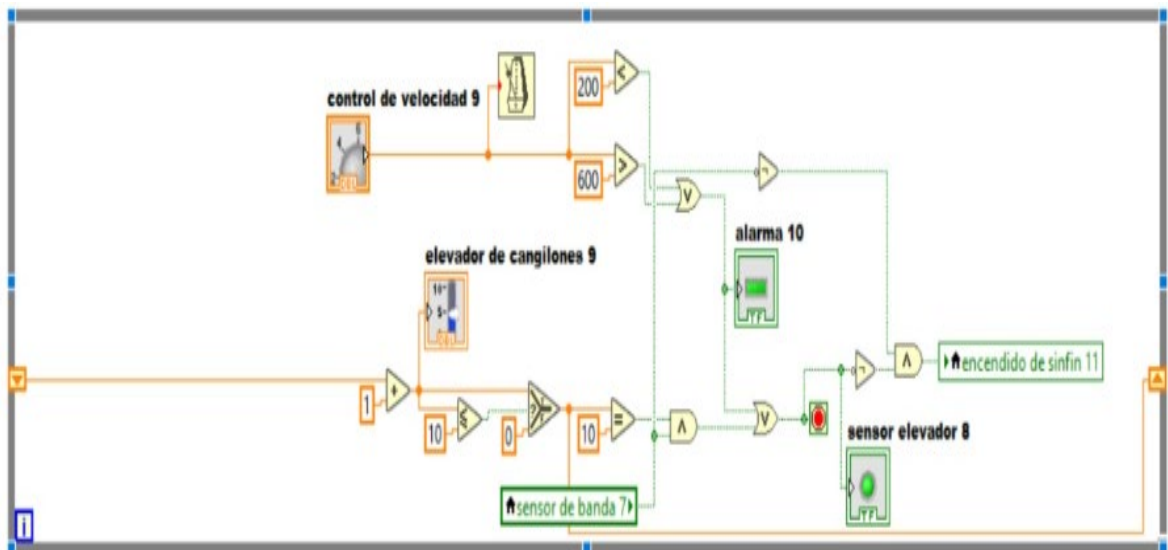
Fuente: Autor

Ilustración 48: visualización del fortificado del proceso de trilla.



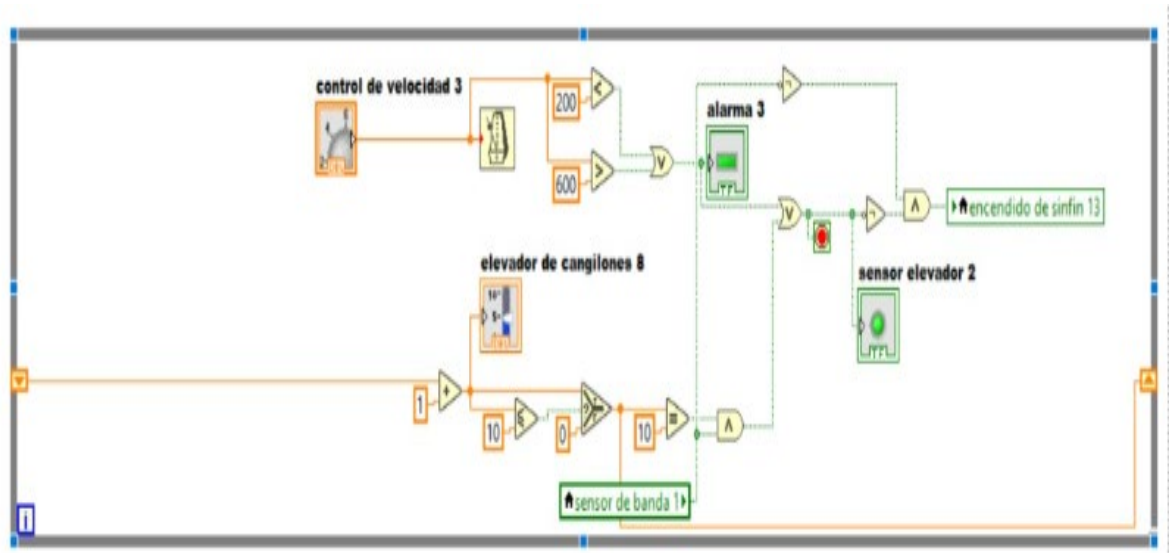
Fuente: Autor

Ilustración 50: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 2)



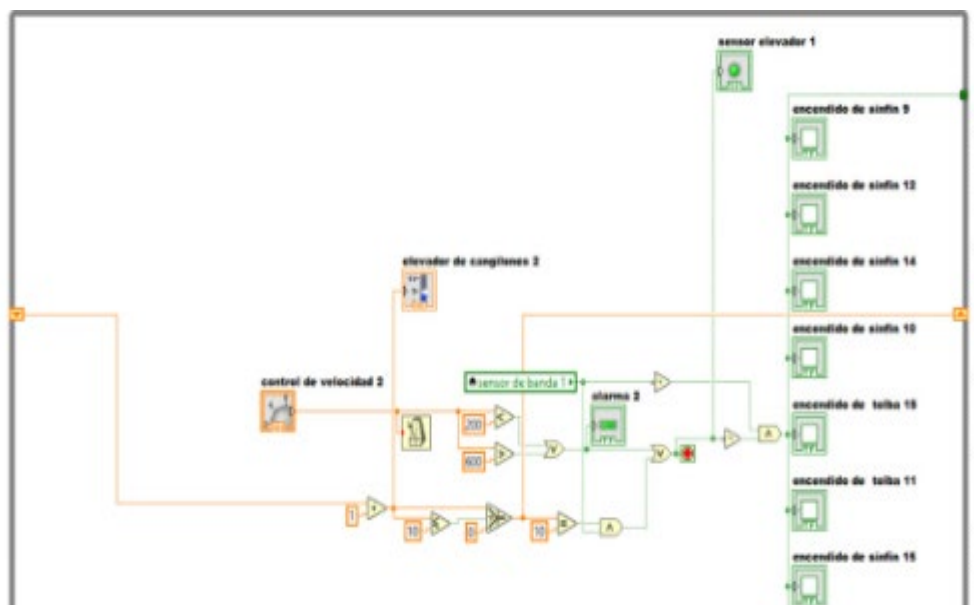
76

Ilustración 51: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 3)



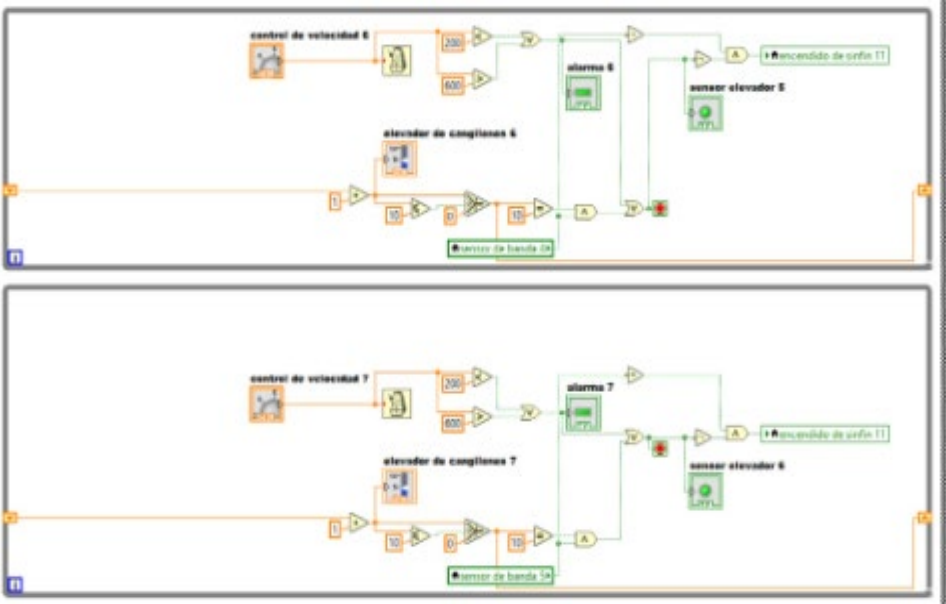
Fuente: Autor

Ilustración 52: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 4)



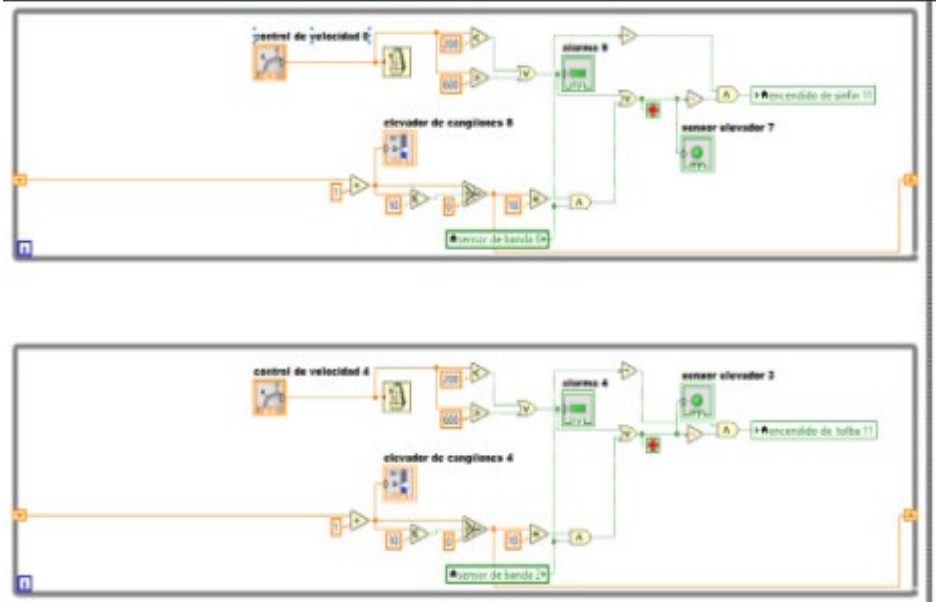
Fuente: Autor

Ilustración 53: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 5)



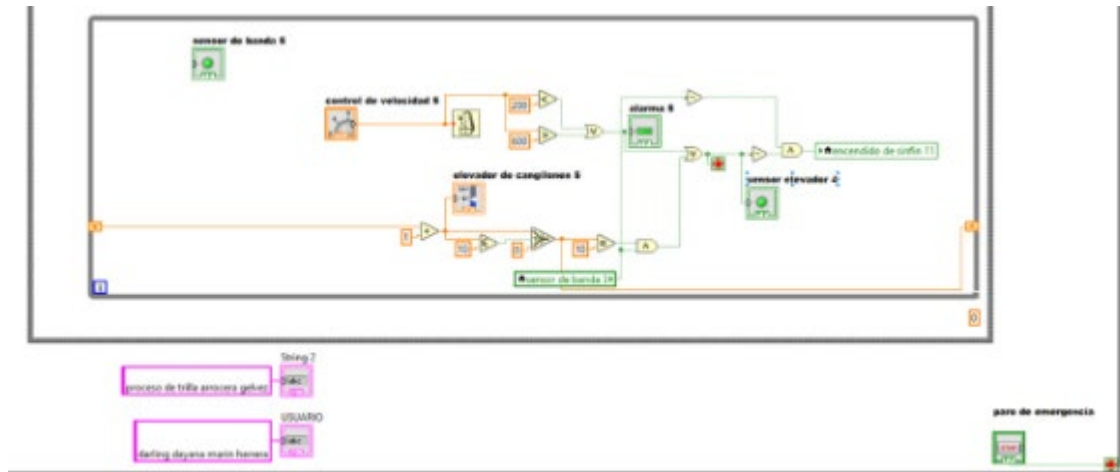
Fuente: Autor

Ilustración 54: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 6)



Fuente: Autor

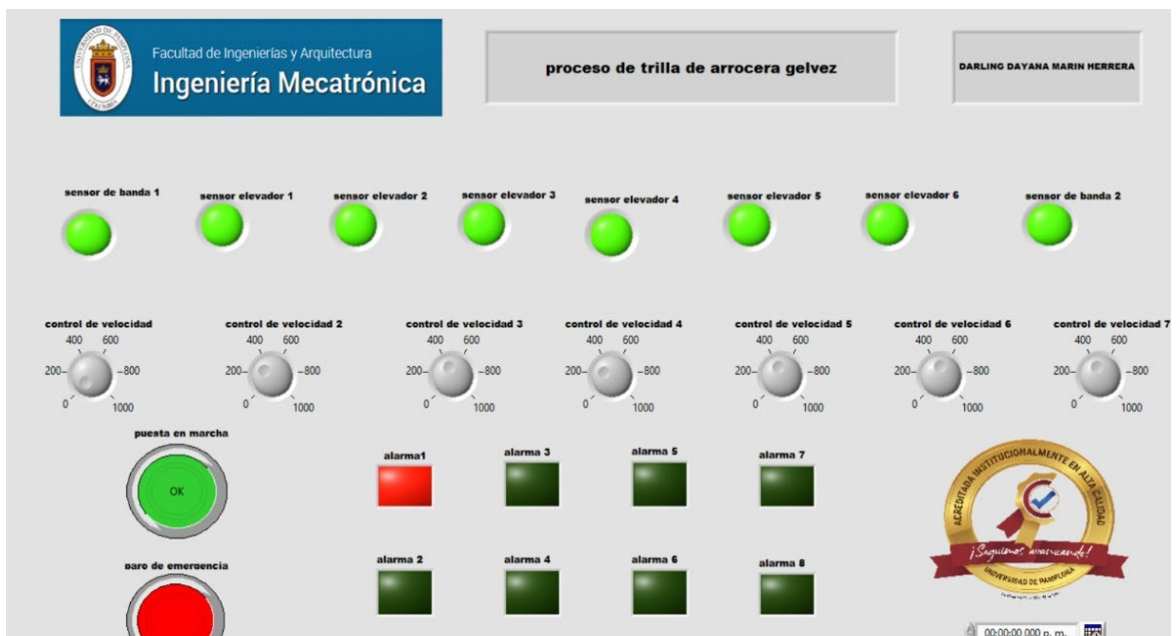
Ilustración 55: Programación diagrama en bloques en labview del proceso de trilla (bloque 7)



Fuente: Autor

9.1 simulación de la programación en labview del proceso de trilla

Ilustración 56: simulación en el proceso de trilla

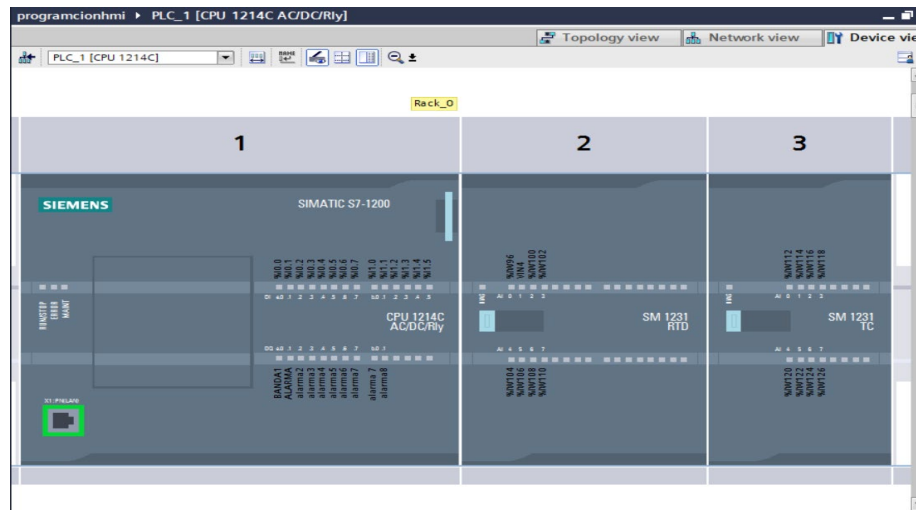


Fuente: Autor

10. CONECTIVIDAD TIA PORTAL CON LABVIEW

Inicialmente agregamos al software de tía portal nuestro PLC que en este caso es CPU 1214C AC/DC/Rly y a su vez se le anexaron dos módulos de pines análogos para leer los sensores inductivos de velocidad.

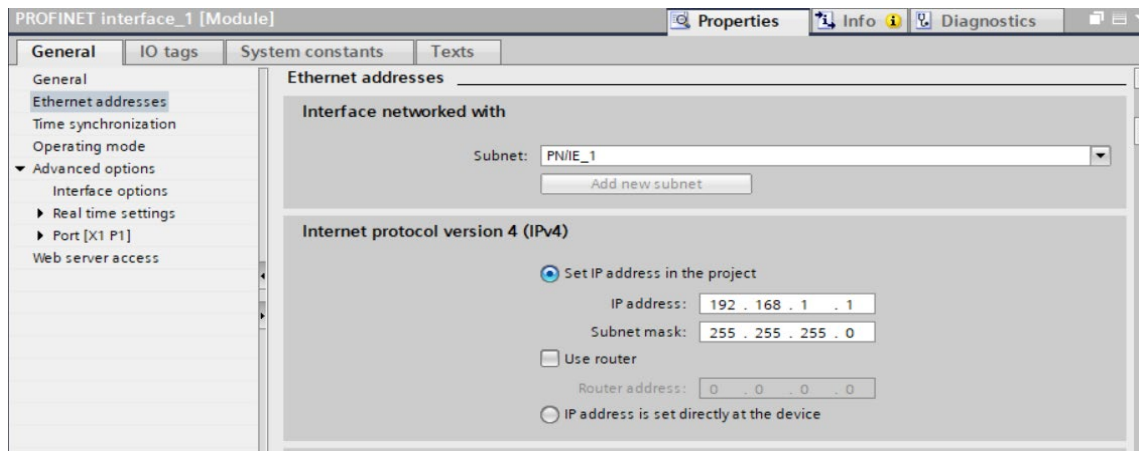
Ilustración 57: plc 1214C AC/DC/Rly con dos módulos de entradas análogas



Fuente: Autor

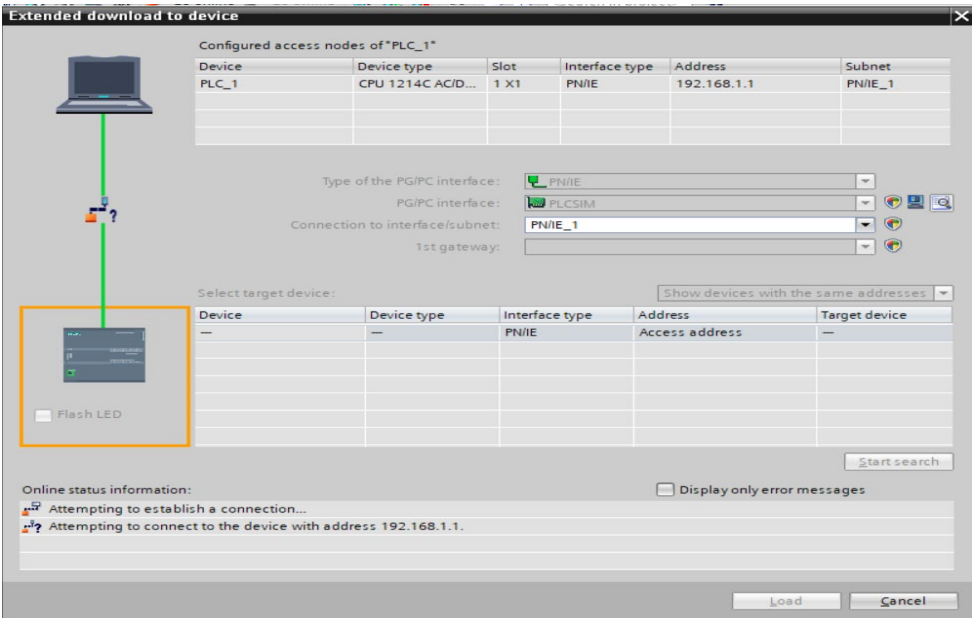
se configuro las direcciones ethernet, agregando una subred con la cual se realizará la comunicación con el software LabVIEW.

Ilustración 58: Configuración de direcciones



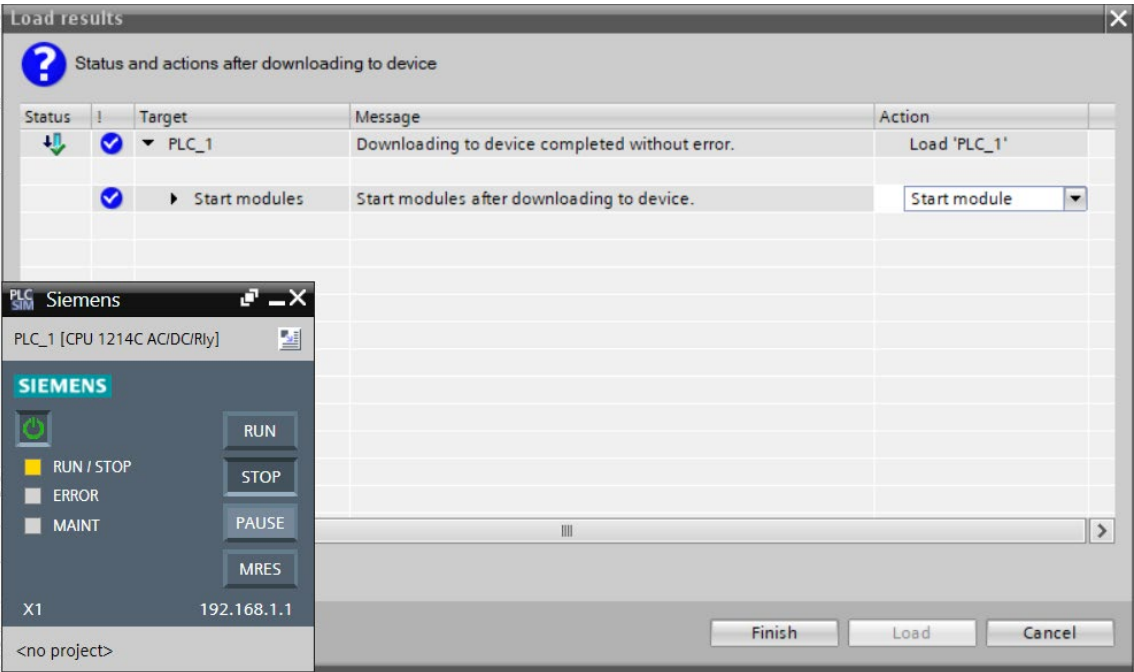
Fuente Autor

Ilustración 59: Conexión de la Interfax con la subred creada anteriormente



Fuente: Autor

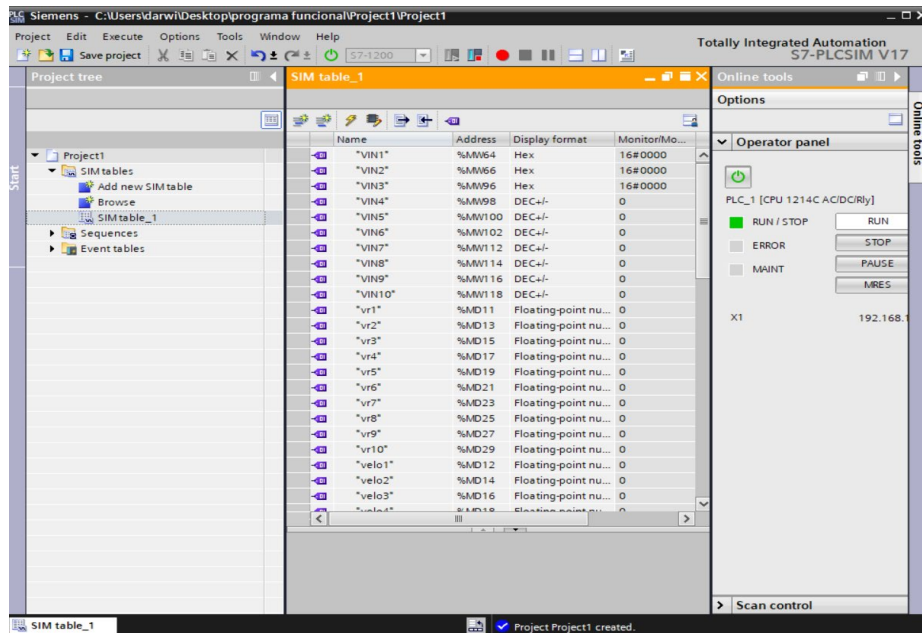
Ilustración 60: carga de los módulos para enlazar el plc a la ip de ethernet



Fuente: Autor

Añadimos todas las variables en una tabla en la ventana de herramientas en línea

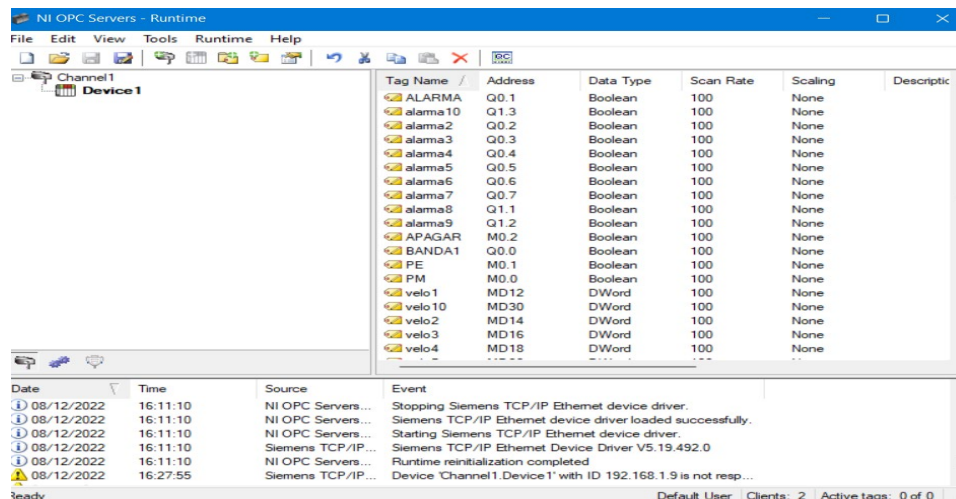
Ilustración 61: variables utilizadas en la programación de la HMI



Fuente: Autor

Se carga manualmente cada una de las entradas y salidas que se crearon en el HMI al programa de NI OPC SERVER el cual me permite realizar la comunicación con LabVIEW.

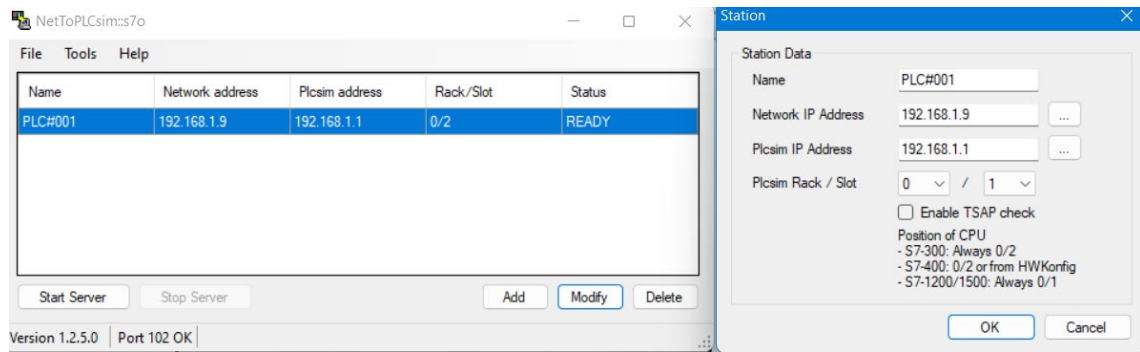
Ilustración 62: variables cargadas en NI OPC SERVER



Fuente: Autor

Se crea un server con la aplicación de NetToPLCsims7 con el fin de realizar una comunicación entre la IP de la red del computador con la IP que se creó del PLC

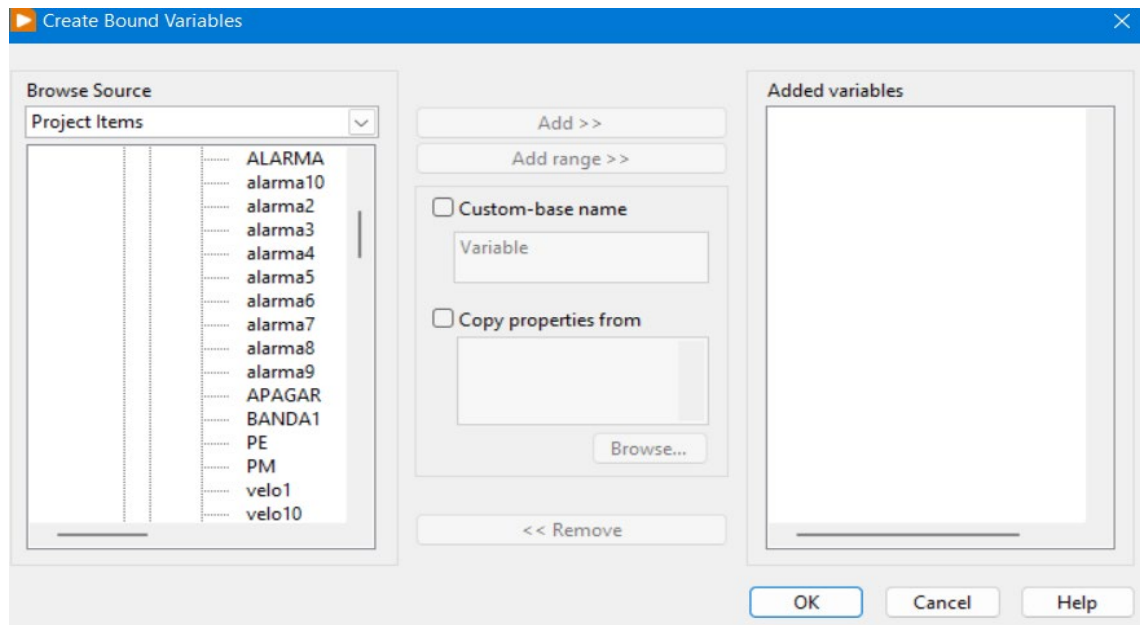
Ilustración 63: Creación del server



Fuente: Autor

Antes de realizar la programación en bloques de la HMI en labview se debe agregar todas las variables a LabVIEW para poder realizar la comunicación con el plc

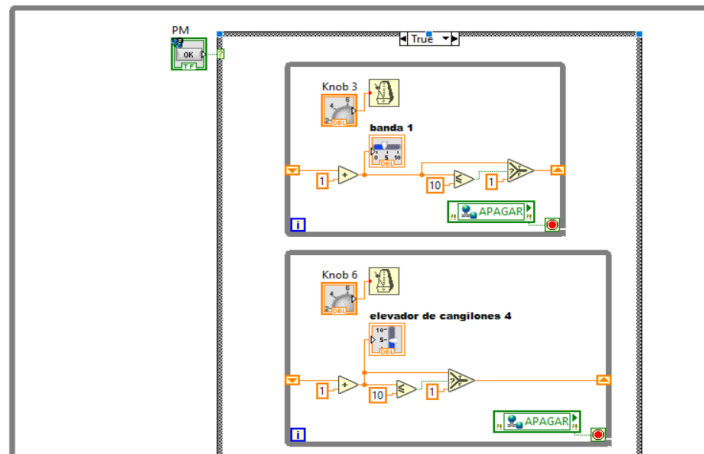
Ilustración 64: Declaración de variables en labview



Fuente: Autor

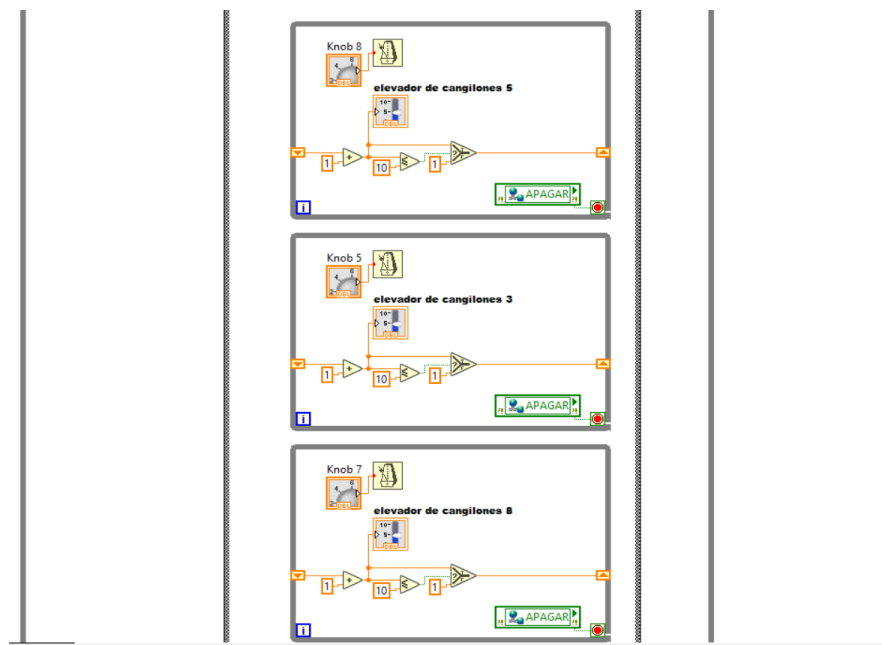
Una vez declarada las variables se procede a realizar la programación en bloques de la HMI en labview

Ilustración 65: Programación en bloques para el HMI (sección #1)



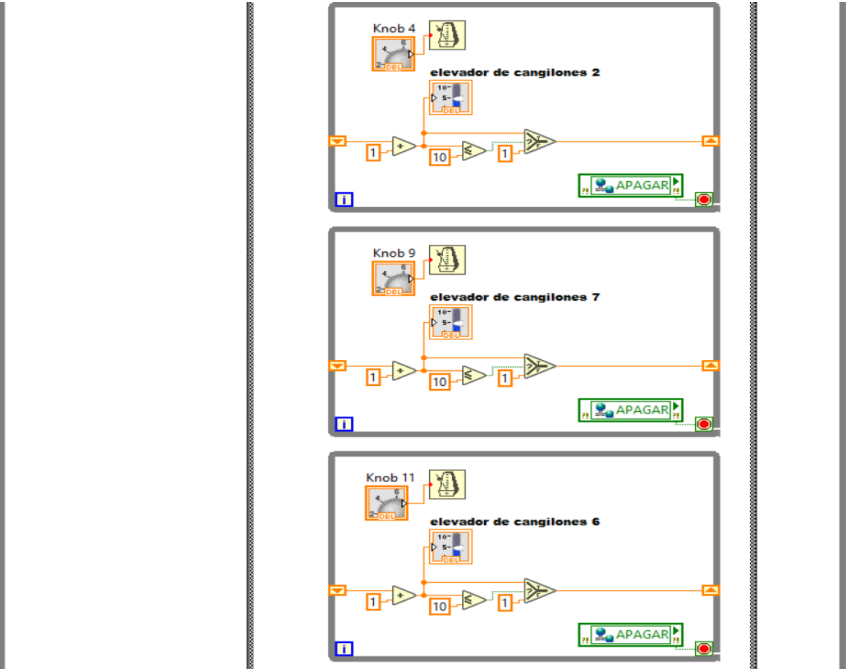
Fuente: Autor

Ilustración 66: Programación en bloques para el HMI (sección #2)



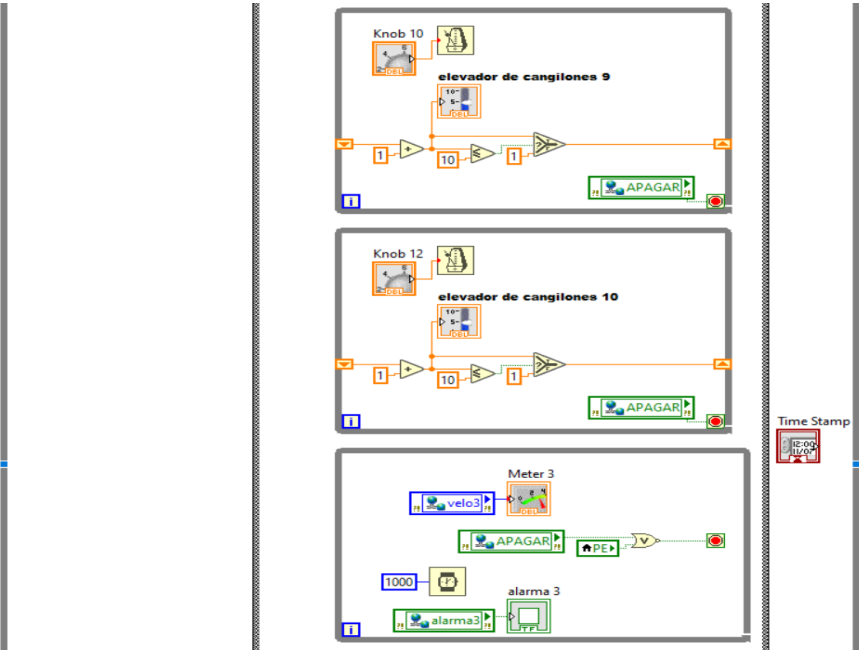
Fuente: Autor

Ilustración 67: Programación en bloques para el HMI (sección #3)



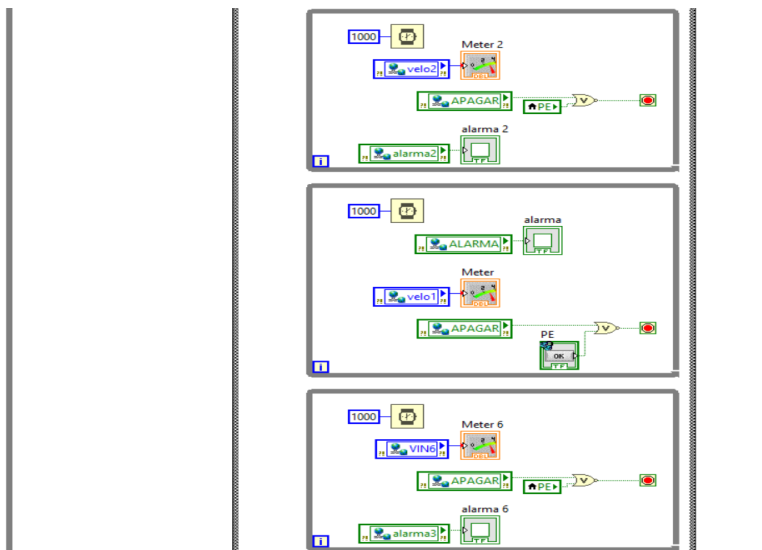
Fuente: Autor

Ilustración 68: Programación en bloques para el HMI (sección #4)



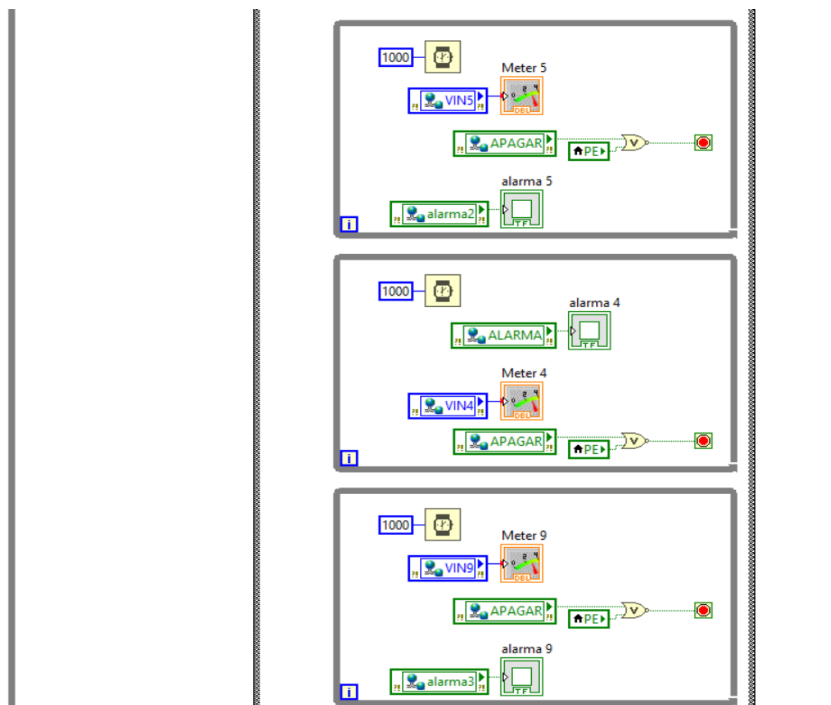
Fuente: Autor

Ilustración 69: Programación en bloques para el HMI (sección #5)



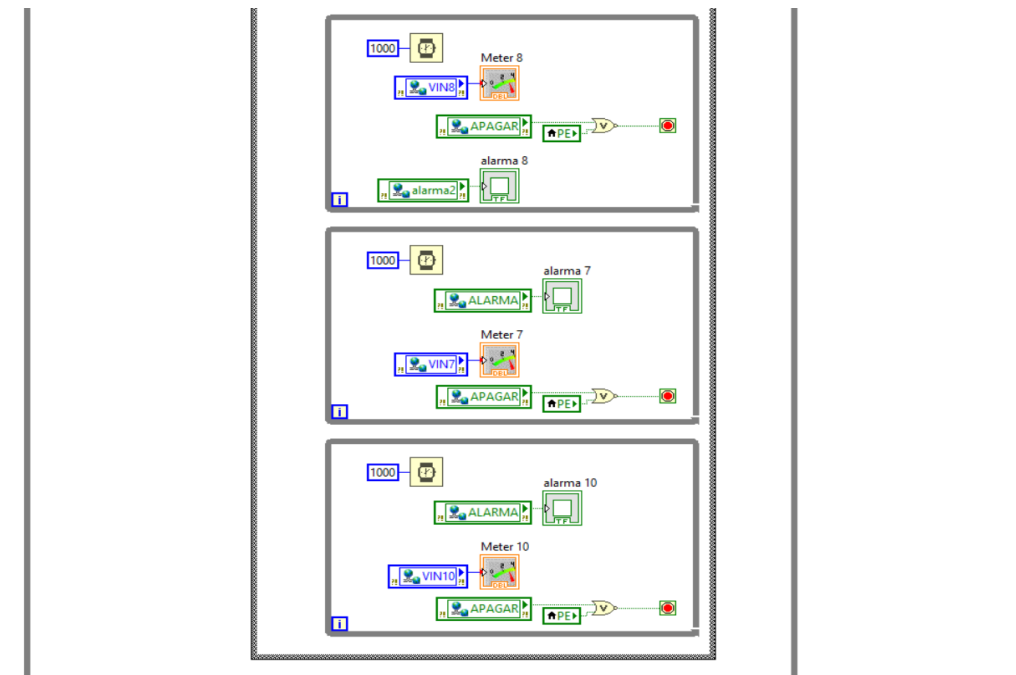
Fuente: Autor

Ilustración 70: Programación en bloques para el HMI (sección #6)



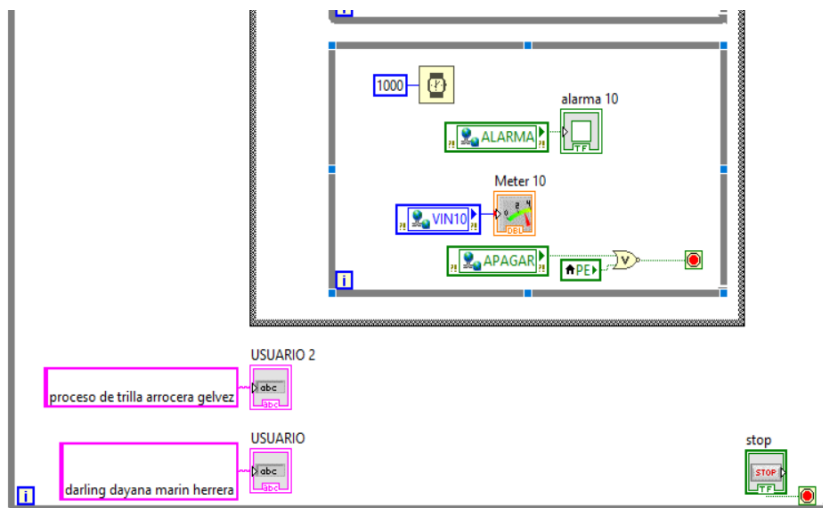
Fuente: Autor

Ilustración 71: Programación en bloques para el HMI (sección #7)



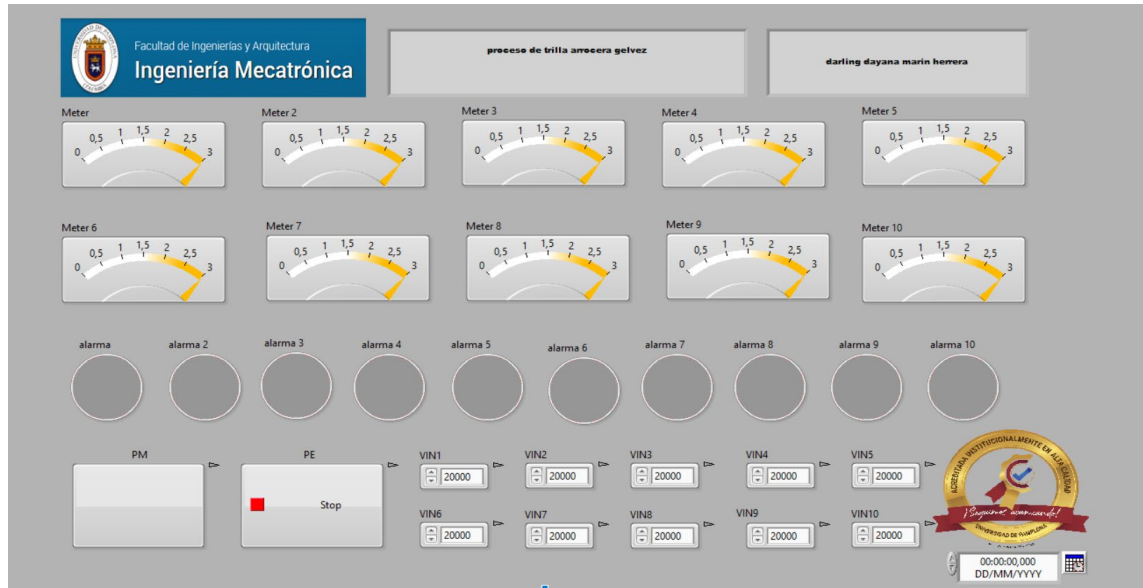
Fuente: Autor

Ilustración 72: Programación en bloques para el HMI (sección #8)



Fuente: Autor

Ilustración 73: HMI del proceso de trilla

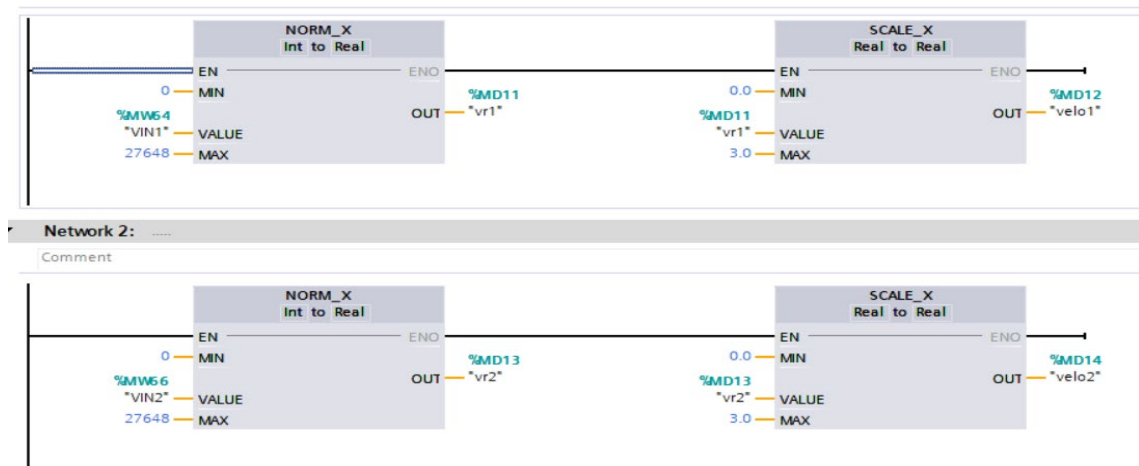


Fuente: Autor

PROGRAMACIÓN EN LADDER POR TIA PORTAL

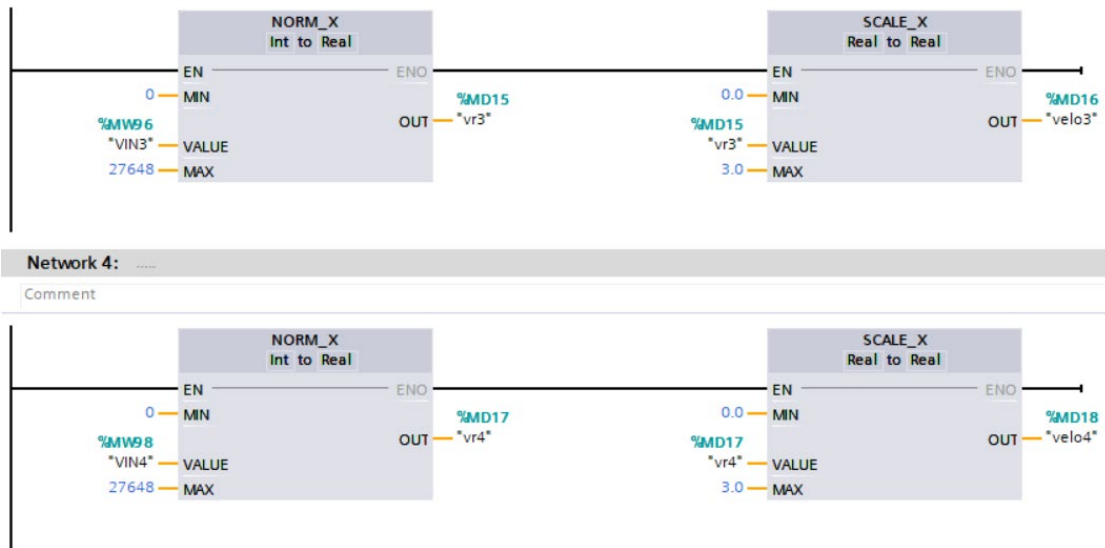
Inicialmente normalizamos los datos que se envían desde la HMI, para luego realizar un escalamiento el cual tendrá unos rangos de 0 m/s a 3 m/s, los cuales simularan la velocidad de las bandas y elevadores de cangilones.

Ilustración 74: Programación en Ladder escalamiento (seccion1)



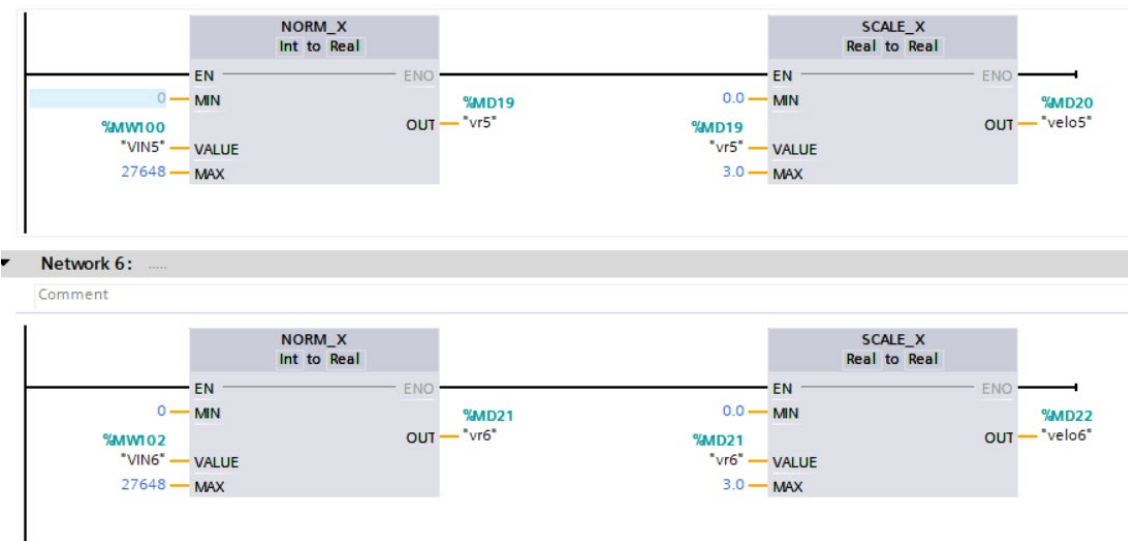
Fuente: Autor

Ilustración 75: Programación en Ladder escalamiento (seccion2)



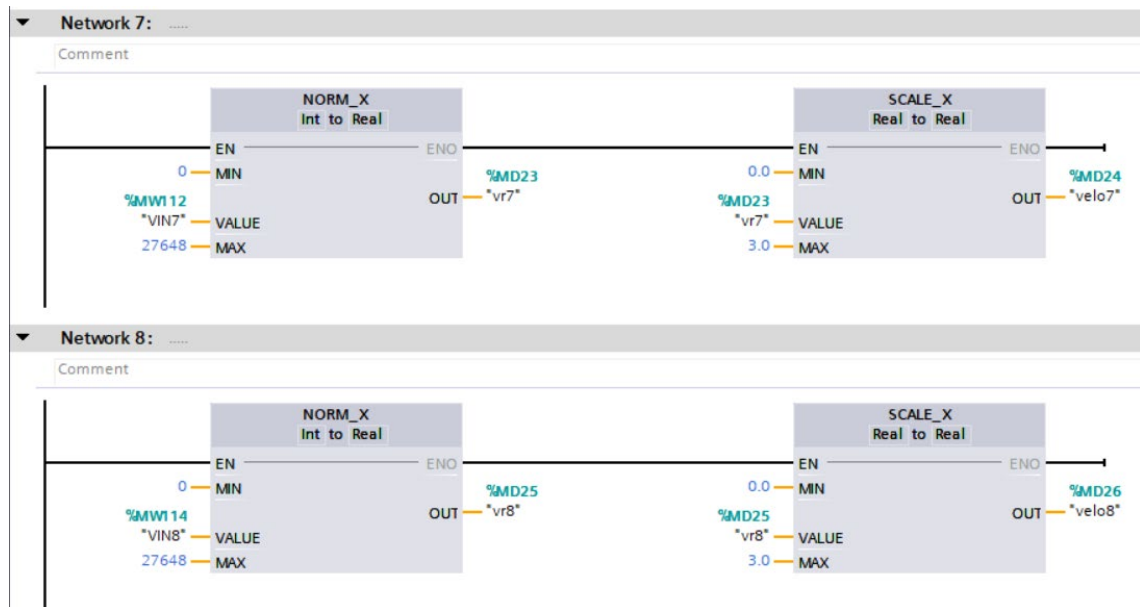
Fuente: Autor

Ilustración 76: Programación en Ladder escalamiento (seccion3)



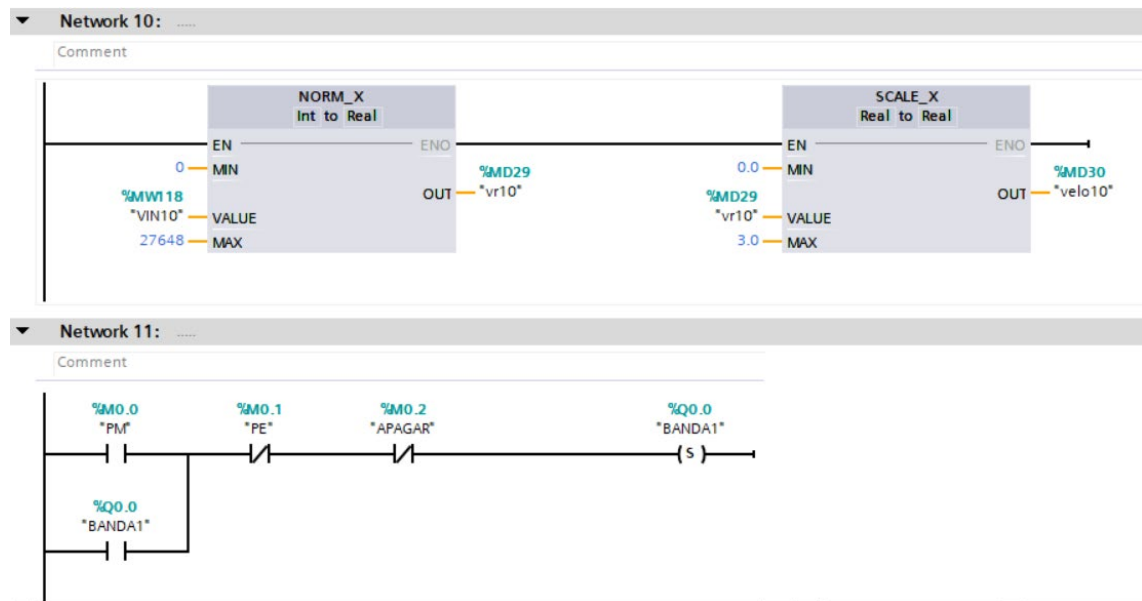
Fuente: Autor

Ilustración 77: Programación en Ladder escalamiento (seccion4)



Fuente: Autor

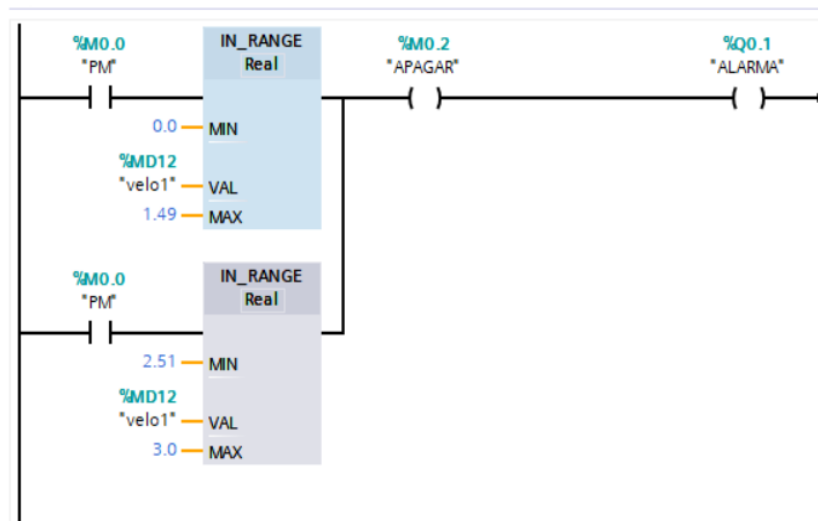
Ilustración 78: Programación en Ladder escalamiento (seccion5)



Fuente: Autor

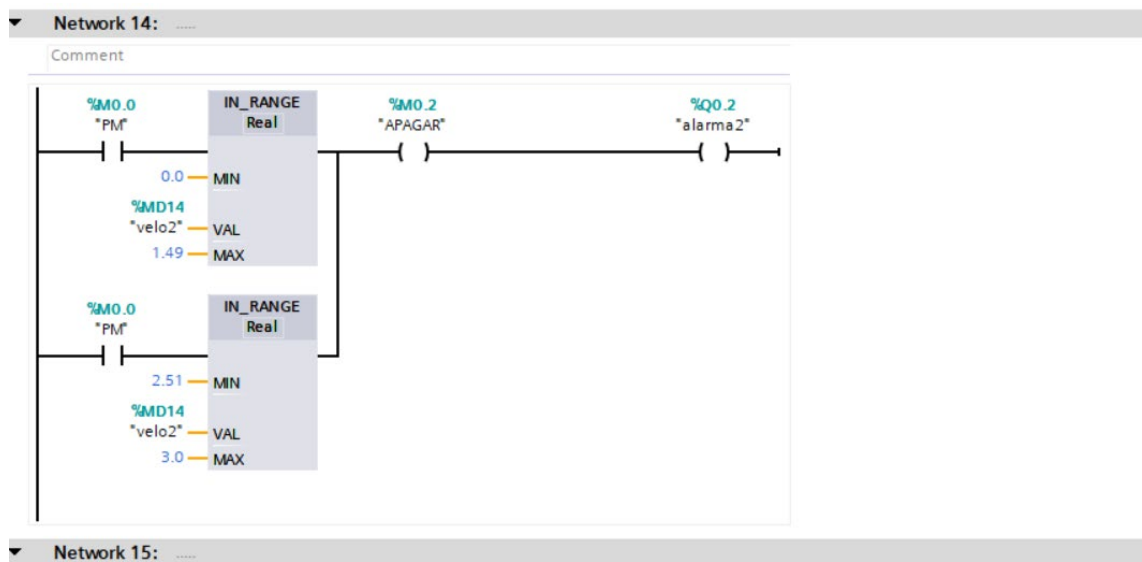
Luego se procede a iniciar las bandas y elevadores, se crean unos rangos en donde si la velocidad es baja o alta nuestro proceso se debe detener debido a que ocurrió una falla en el proceso de trilla

Ilustración 79: Desactivación por medio de rangos (sección 1)



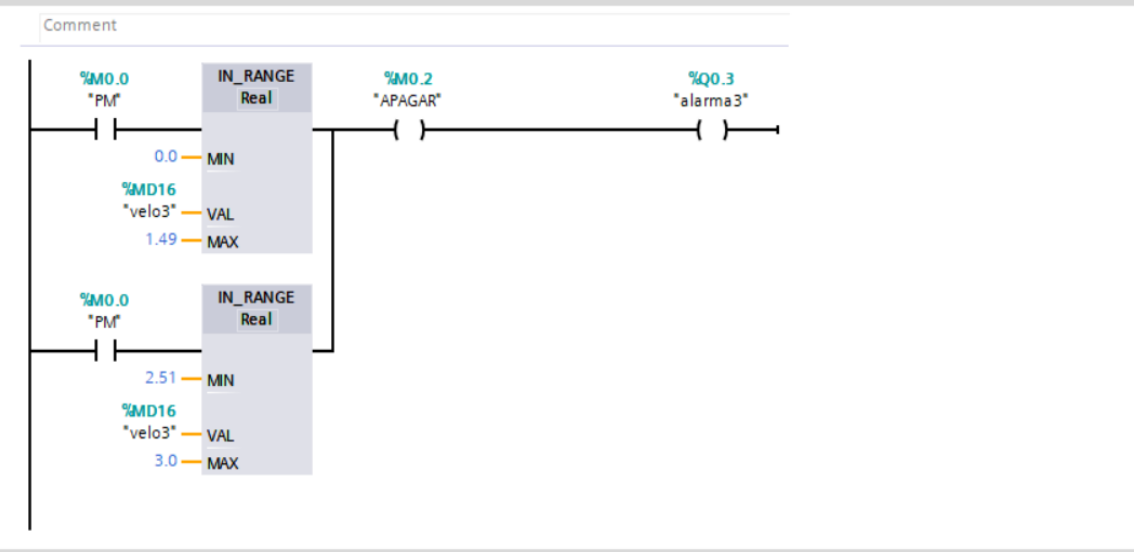
Fuente: Autor

Ilustración 80: Desactivación por medio de rangos (sección 2)



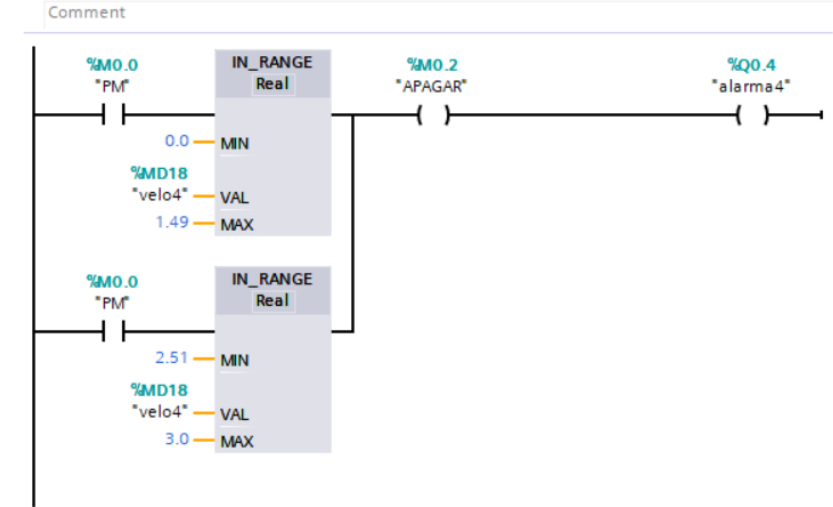
Fuente: Autor

Ilustración 81: Desactivación por medio de rangos (sección 3)



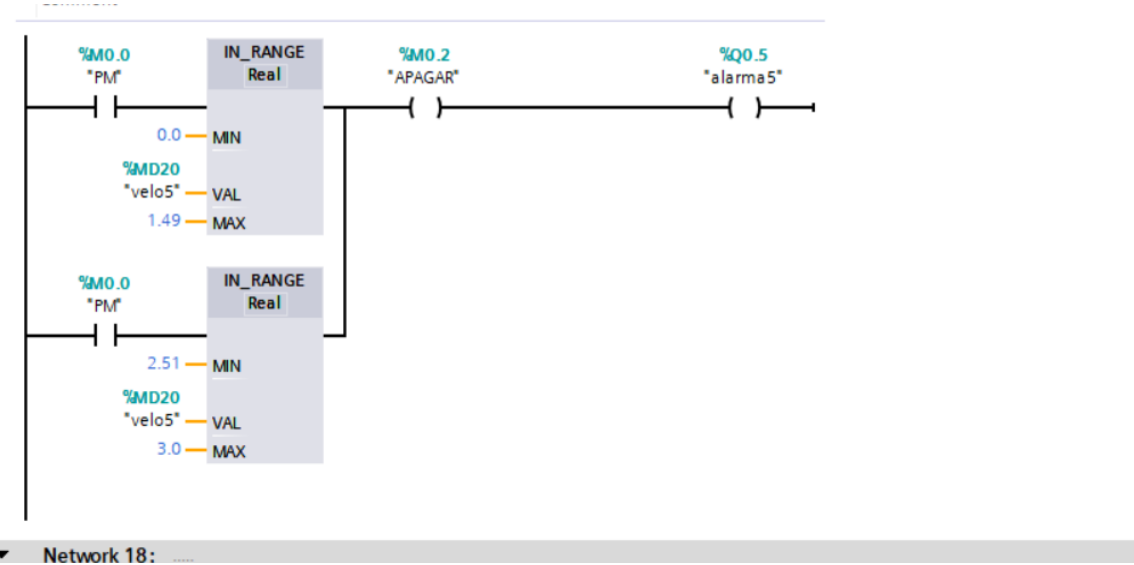
Fuente: Autor

Ilustración 82: Desactivación por medio de rangos (sección 4)



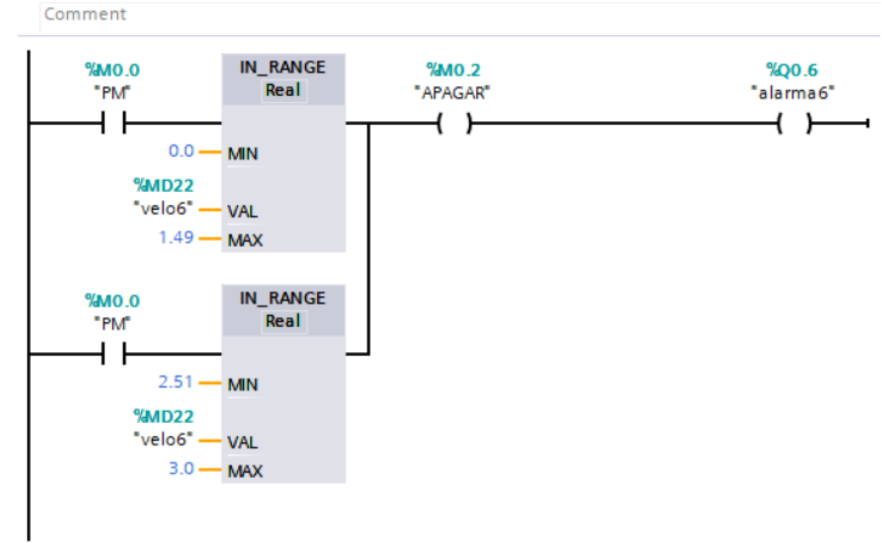
Fuente: Autor

Ilustración 83: Desactivación por medio de rangos (sección 5)



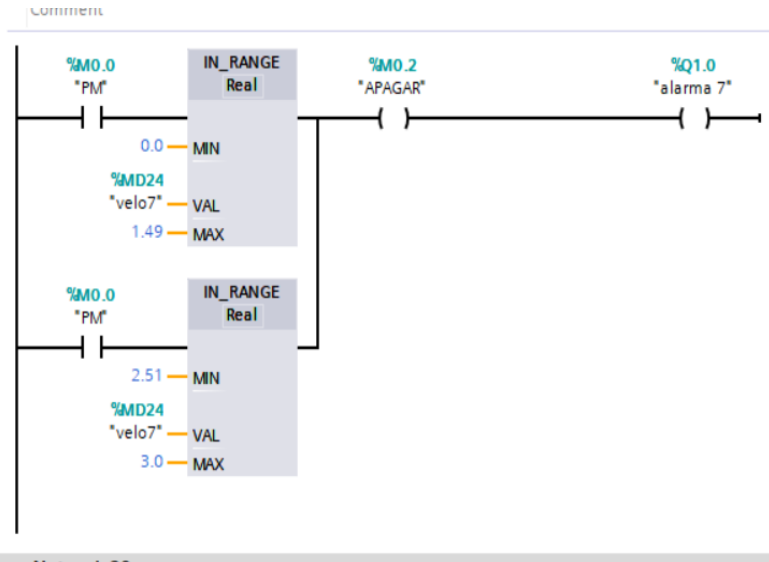
Fuente: Autor

Ilustración 84: Desactivación por medio de rangos (sección 6)



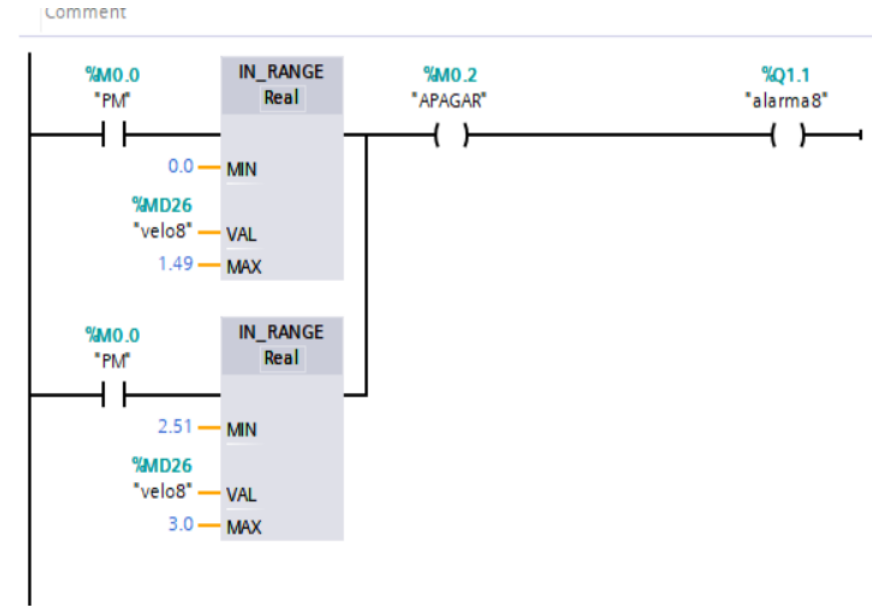
Fuente: Autor

Ilustración 85: Desactivación por medio de rangos (sección 7)



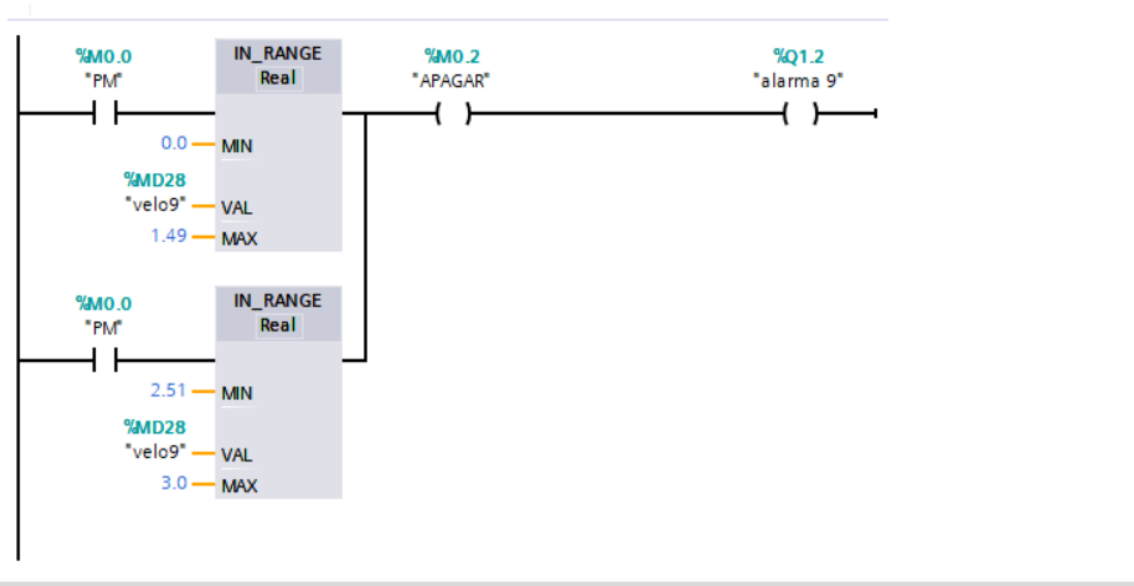
Fuente: Autor

Ilustración 86: Desactivación por medio de rangos (sección 8)



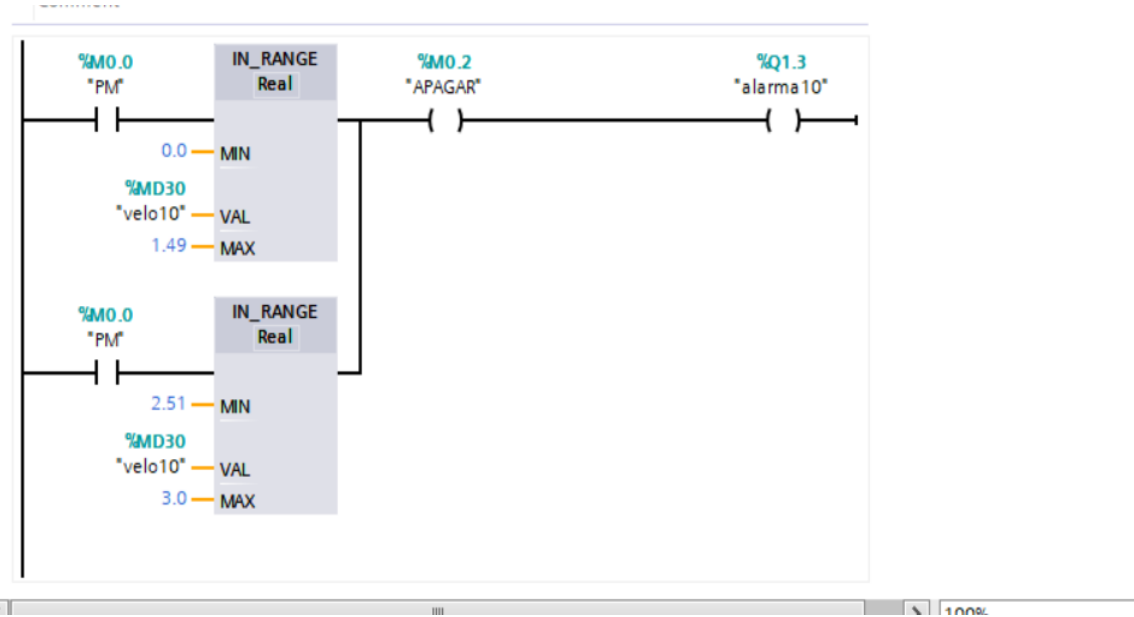
Fuente: Autor

Ilustración 87: Ilustración 86: Desactivación por medio de rangos (sección 9)



Fuente: Autor

Ilustración 88: Ilustración 86: Desactivación por medio de rangos (sección 10)



Fuente: Autor

11. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

se realizará el análisis de costo beneficio, el cual tendrá como finalidad demostrar el alcance que se conseguirá al momento de implementar el HMI en la trilla de la arrocería Gelvez S.A.S.

Para tener una idea más clara del costo que se tiene en la materia prima es importante conocer que según la ANDI el arroz en Colombia tiene los mayores costos de producción, en especial el paddy, debido a que se estiman que el valor de la compra de paddy abarca entre el 80.7% y el 90.1% de los costos totales de producción de arroz blanco, como se puede evidenciar en la arrocería Gelvez donde el costo del paddy en el mes de octubre tubo un valor de \$1.729.03 el kilo, el cual debe pasar por prelimpieza, secado, trillado y empaquetado para poder salir a la venta y tener un arroz de calidad, por ende es necesario optimizar los procesos de trilla, para poder tener un buen margen de ganancias.

Análisis de producción por kilogramo hora

Tabla 12: Producción por kilogramo hora en junio

PRODUCCIÓN DE JUNIO DEL 2022									
Días Trabajados	Horas Trabajadas	Consumo Paddy hora	Exelso Hora	Consumo Paddy día	Exelso Día	Masa Blanca Hora	Masa Blanca Día	Cascarilla Día	Cascarilla Hora
1	15,80	10505,57	7013,86	165.988,00	110.819,00	7260,70	114719,00	36.119	2286,01
2	16,00	10362,38	6878,00	165.798,00	110.048,00	7209,25	115348,00	35.300	2206,25
3	15,88	10237,03	6795,09	162.564,00	107.906,00	7034,38	111706,00	36.158	2276,95
6	14,00	10330,64	6840,36	144.629,00	95.765,00	7026,07	98365,00	32.864	2347,43
7	15,05	10197,34	6791,36	153.470,00	102.210,00	6904,32	103910,00	36.160	2402,66
8	15,29	10231,72	6860,17	156.443,00	104.892,00	7040,03	107642,00	34.701	2269,52
9	7,45	10369,80	6962,42	77.255,00	51.870,00	7143,62	53220,00	16.835	2259,73
13	15,86	10487,89	6959,02	166.338,00	110.370,00	7167,09	113670,00	38.118	2403,40
14	15,95	10524,20	6990,41	167.861,00	111.497,00	7228,65	115297,00	37.314	2339,44
15	15,75	10396,06	6923,75	163.738,00	109.049,00	7171,37	112949,00	35.589	2259,62
16	7,74	10372,48	6948,58	80.283,00	53.782,00	7206,98	55782,00	16.801	2170,67
21	15,08	10056,56	6654,18	151.653,00	100.345,00	6932,69	104545,00	32.458	2152,39
22	11,00	9726,91	6379,27	106.996,00	70.172,00	6842,91	75272,00	23.024	2093,09
27	15,83	10190,08	6843,06	161.309,00	108.325,70	7133,65	112925,70	33.683	2127,81
28	15,41	10006,55	6653,54	154.201,00	102.531,00	6961,78	107281,00	32.770	2126,54
29	7,65	9606,27	6336,34	73.488,00	48.473,00	6689,28	51173,00	15.315	2001,96
	219,74						1.553.804,70		

Fuente: Arrocería Gelvez

Tabla 13: Producción por kilogramo hora en julio

PRODUCCION DE JULIO DEL 2022									
DIA	HORAS TRABA	CONSUMO PADDY HORA	EXELSO HORA	CONSUMO PADDY DIA	PRODUCCION EXELSO DIA	MASA BLANCA DIA		CASACARI LLA DIA	CASCARIL A HORA
5	15,78	10020,66	6717,81	158126	106007	6907,92	109007	34369,00	2178,01
6	15,41	9902,66	6633,94	152600	102229	6935,69	106879	31521,00	2045,49
7	15,70	10338,66	6861,91	162317	107732	7138,98	112082	34835,00	2218,79
8	8,65	10759,42	7116,65	93069	61559	7388,32	63909	20610,00	2382,66
11	15,70	10705,10	7107,71	168070	111591	7327,45	115041	37779,00	2406,31
12	15,63	10941,97	7279,72	171023	113782	7561,23	118182	37341,00	2389,06
13	15,60	10925,13	7174,55	170432	111923	7527,12	117423	37659,00	2414,04
14	15,23	10661,65	6997,31	162377	106569	7276,36	110819	36558,00	2400,39
18	15,16	10503,96	6971,64	159240	105690	7202,51	109190	35250,00	2325,20
19	13,76	10997,24	7227,47	151322	99450	7529,07	103600	33422,00	2428,92
20	13,68	10771,42	7065,94	147353	96662	7318,13	100112	33841,00	2473,76
21	15,81	11043,83	7217,71	174603	114112	7533,97	119112	37941,00	2399,81
22	15,25	10815,02	7149,84	164929	109035	7340,00	111935	36694,00	2406,16
23	3,71	11055,80	7357,14	41017	27295	7464,96	27695	9222,00	2485,71
25	15,43	10724,95	7043,23	165486	108677	7244,13	111777	37159,00	2408,23
26	15,55	9894,98	6501,03	153867	101091	6764,69	105191	33176,00	2133,50
27	15,56	10543,77	7075,96	164061	110102	7223,78	112402	37159,00	2388,11
28	15,66	9988,31	6724,20	156417	105301	6813,60	106701	34316,00	2191,32
29	7,91	10597,72	6980,40	83828	55215	7220,61	57115	18613,00	2353,10
	265,18			2.800.137	1.854.022		1.918.172		

Fuente: Autor

Ilustración 89: Producción por kilogramo hora en agosto

PRODUCCION DE AGOSTO DEL 2022									
DIA	HORAS TRABA	CONSUMO PADDY HORA	EXELSO HORA	CONSUMO PADDY DIA	PRODUCCION EXELSO DIA	MASA BLANCA DIA	MASA BLANCA DIA	CASACARI LLA DIA	CASCARIL A HORA
4	13,76	10.599	7.003	145.844,00	96.356,00	7188	98.906,00	32888,00	2390,12
5	15,83	10.802	7.178	170.997,00	113.635,00	7273	115.135,00	39412,00	2489,70
6	14,81	10.718	7.164	158.738,00	106.096,00	7427	109.996,00	33092,00	2234,44
8	15,85	10.666	7.143	169.049,00	113.222,00	7415	117.522,00	34877,00	2200,44
9	15,93	10.820	7.165	172.368,00	114.144,00	7454	118.744,00	36774,00	2308,47
10	15,75	10.730	6.981	168.992,00	109.956,00	7200	113.406,00	38886,00	2468,95
11	12,58	9.838	6.463	123.765,00	81.305,00	6837	86.005,00	25810,00	2051,67
12	14,00	9.878	6.434	138.289,00	90.073,00	6773	94.823,00	29866,00	2133,29
16	14,91	9.946	6.738	148.291,00	100.457,00	6825	101.757,00	32134,00	2155,20
17	13,11	9.396	6.191	123.183,00	81.169,00	6371	83.519,00	27714,00	2113,96
18	15,50	10.165	6.756	157.556,00	104.722,00	7011	108.672,00	34134,00	2202,19
19	7,83	10.270	6.841	80.417,00	53.562,00	7090	55.512,00	17205,00	2197,32
22	15,01	10.431	6.894	156.562,00	103.481,00	7081	106.281,00	35281,00	2350,50
23	15,03	10.227	6.757	153.718,00	101.565,00	7024	105.565,00	33503,00	2229,08
24	14,36	10.289	6.897	147.744,00	99.048,00	7099	101.948,00	32396,00	2255,99
	214,26						1.517.791,00	483972	

Fuente: Autor

Ilustración 90: Producción por kilogramo hora en septiembre

PRODUCCION DE SEPTIEMBRE DEL 2022									
Días Trabajados	Horas Trabajadas	Consumo Paddy Hora	Produccion Exelso Hora	Consumo Paddy Dia	Produccion Paddy Dias	Masa Blanca Hora	Masa Blanca Dias	Cascarilla Dias	Cascarilla Hora
1	14,1	9483,48	6248,23	133717	88100	6531,91	92.100	28417,00	2015,39
2	15,58	10300,64	6802,25	160484	105979	7075,03	110.229	34605,00	2221,12
5	14,53	10059,53	6658,22	146165	96744	6813,08	98.994	32671,00	2248,52
6	14,46	10252,07	6784,37	148245	98102	7029,88	101.652	32043,00	2215,98
7	15,66	10377,14	6811,05	162506	106661	7178,22	112.411	34095,00	2177,20
8	7,66	10329,37	6900,78	79123	52860	7011,75	53.710	17713,00	2312,40
12	15	8450,47	5560,53	126757	83408	5813,87	87.208	26849,00	1789,93
13	15,86	9029,32	5871,12	143205	93116	6164,31	97.766	30489,00	1922,38
14	15,15	10982,71	7198,35	166388	109055	7468,98	113.155	37233,00	2457,62
15	13,13	10747,75	7079,66	141118	92956	7281,49	95.606	31812,00	2422,85
19	15,36	10486,98	6843,62	161080	105118	7110,55	109.218	35762,00	2328,26
20	15,8	10587,53	6954,05	167283	109874	7257,85	114.674	35909,00	2272,72
21	15,11	10755,79	7086,10	162520	107071	7340,90	110.921	36049,00	2385,77
22	7,68	10577,34	6903,78	81234	53021	7196,74	55.271	17963,00	2338,93
26	15,56	10161,95	6702,38	158120	104289	6885,54	107.139	35381,00	2273,84
27	15,71	10571,36	6905,35	166076	108483	7128,13	111.983	37943,00	2415,21
28	15,75	10273,52	6827,11	161808	107527	7046,16	110.977	34331,00	2179,75
29	15,6	10893,65	7101,41	169941	110782	7393,08	115.332	37259,00	2388,40
	257,70			2.635.770,00	1.733.146,00		1.798.346,00	576.524,00	

Fuente: Autor

Ilustración 91: Producción por kilogramo hora en octubre

PRODUCCION DE OCTUBRE DEL 2022									
DÍAS TRABAJADOS	HORAS TREBAJ	CONSUMO PADDY HORA	PRODUCCION EXELSO HRA	CONSUMO ADDY DIA	PRODUCCION EXELSO DIA	MASA BLANCA HORA	MASA BLANCA DIA	CASCARILLA	CASCARILLA DIA
3	15,86	9.976	6.506	158218	103178	6745	106978	35040	2209
4	15,75	9.426	6.169	148460	97165	6455	101665	31945	2028
5	15,66	10.240	6.735	160352	105468	6971	109168	34784	2221
6	15,70	10.381	6.769	162976	106271	7091	111321	35005	2230
7	10,52	10.368	6.810	109075	71639	7138	75089	22786	2166
10	15,70	10.365	6.775	162738	106365	7081	111165	35023	2231
11	15,60	10.439	6.842	162841	106739	7169	111839	34552	2215
12	15,41	9.471	6.220	145949	95854	6480	99854	30445	1976
13	7,83	10.805	7.181	84600	56228	7373	57728	18172	2321
18	14,35	10.307	6.774	147908	97214	7022	100764	31344	2184
19	15,23	10.390	6.804	158245	103620	7096	108070	33475	2198
24	14,56	10.298	6.915	149938	100680	7117	103630	31258	2147
26	14,53	10.083	6.706	146503	97432	7005	101782	29421	2025
27	15,70	9.832	6.433	154361	100997	6649	104397	33714	2147
28	13,26	9.489	6.311	125824	83685	6492	86085	26789	2020
	215,66			2.177.988,00	1.432.535,00	6.926,00	1.489.535,00		

Fuente: Autor

Como podemos analizar en lo anteriormente mencionado es inconcebible registrar pérdidas en el proceso, por atascamientos no supervisados, puesto que en la arrocería el proceso de trilla no cuenta con una automatización, por ende, aclaremos los beneficios que se obtendrían si se implementa el HMI en el proceso de trilla, en donde al automatizarlo garantizara que no se genere una concatenación de fallas en la cadena de producción generando beneficios tales como:

Reducción de costos de producción, debido a que si el arroz cae al piso este debe salir del proceso, y dependiendo en que parte del proceso se encuentre este se podrá recurrir ya que el paddy y el integral se pueden reprocesar, sin embargo, el arroz blanco no lo cual genera una pérdida significativa como explicare a continuación:

La carga promedio del molino es de 7200 k/h y el costo que tiene producirlo en trilla (esto no incluye prelimpieza, secado, ni empaquetado) es de \$61,12 x kilo, en donde pondremos el ejemplo que tengamos una varada de 5 min

$$\frac{7200\text{kg}}{60\text{min}} * \frac{(\$1729 + \$61,12)}{1\text{kg}} * 5 \text{ min}$$

En donde tenemos una pérdida de producción de \$1.074.000 el cual no incluye pérdida por oportunidad de venta, debido a que el arroz blanco en el mercado tiene un valor de \$3900.

En cuanto al reproceso, los costos operacionales que se requieren para su recuperación generarían una menor pérdida, sin embargo, se debe tener en cuenta el costo de horas extras de las 6 personas que trabajan en el molino, y el gasto de energía de todas las máquinas.

Reducción en costos de mantenimiento, esto se debe a que cuando tenemos un atascamiento este ocasiona daños en la maquinaria, como lo son las correas del Vta#1, Vta#2, poli chador, las bandas de los elevadores de cangilones y los motores de las máquinas del proceso, junto con personal capacitado para el arreglo.

Tabla 14: Análisis costo- beneficios

ITEM	BENEFICIOS	DESCRIPCIÓN
COSTOS DE PRODUCCION	Disminuye el tiempo de parada o de no producción al alertar e indicar oportunamente al operario.	Al disminuir el tiempo de parada en el proceso de trilla, donde la carga promedio del molino es 7200 k/h estaríamos evitando una pérdida aproximada de \$1.074.000 por cada 5 minutos.
	Reduce el desperdicio de arroz	En esta reducción se aproxima que se puede evitar regar 120 kilos de arroz blanco en 1 minuto, el cual corresponde a una pérdida en la oportunidad de venta debido a que este se vendería más barato y un 3% de este se pulverizaría para vender como alimento de animales y con esto intentar recuperar la inversión.
	Reduce la cantidad de reprocesos que se realizan cuando el arroz se cae y se contamina.	Este beneficio disminuye la cantidad de reprocesos, los cuales tardan un día completo y se presentan 4 veces en un mes, por ende esto genera un gasto considerable de energía, y a su vez una pérdida de tiempo en la producción del proceso de trilla, los cuales representan gastos significativos en la empresa.
	Disminución de atascamientos en el proceso.	Los atascamientos disminuyen debido a que el HMI está programado para detener el proceso cuando una banda o un elevador de cangilones falle.

Tabla 13: Continuación Análisis costo- beneficios

COSTOS DE MANTENIMIENTO	Garantiza que no se genere una concatenación de fallas en la cadena de producción.	Al disminuir los atascamientos se evita que las máquinas trabajen forzadas y genere un efecto dominó en todo el proceso.
	Evita daños en la maquinaria por sobrecarga (correas, bandas, motores).	Este beneficio evita sobrecostos en el mantenimiento de los equipos como se ha presentado con anterioridad los cuales van desde las correas del hidropulchador que tienen un costo aproximado de \$ 764.997, hasta la torcedura de una aleta de un transportador sinfin.
	Reduce el mantenimiento correctivo.	Reduce la contratación del personal especializado para realizar el mantenimiento en ciertas máquinas del proceso, el cual genera un costo no contemplado en la planeación del mantenimiento.
Salarios	Reducción de pago de horas extras a los 7 colaboradores de trilla.	Se reduce un aproximado de costo a la empresa de \$2'050.160 en pago de horas extras a los colaboradores de trilla. Este valor representa 4 días de trabajo extra al mes.

Fuente: Autor

INVERSIÓN:

COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO				
CATEGORIA	ITEM	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
DETECCIÓN DE VELOCIDAD EN LOS TRANSPORTES	SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO	10	135.650	\$ 1.356.500,00
SOPORTE PARA MONTAJE DE SENSORES	SOPORTE PARA MONTAJE DE LOS SENSORES	10		
IMPLEMENTACIÓN DEL HMI	LICENCIA WIN CC	1	\$ 12.000.000,00	\$ 12.000.000,00
	PANTALLA 6AV2143 SIEMENS	1		
	PROGRAMACIÓN	1		
	MONTAJE	-		
				\$ 13.356.500,00
	IVA	-	1.19	
			TOTAL COSTO :	\$ 15.894.235,00

Conclusiones

Gracias a la investigación realizada en el proceso de trilla se pudo detectar las pérdidas significativas que ocurren por atascamientos en la cadena de producción, generando consigo una concatenación de fallas, donde no solo se reflejan las pérdidas de producción, sino también un mayor costo en el mantenimiento, ya que al no detectar la falla a tiempo esta puede repercutir daños en los equipos tales como las correas de las pulidoras y los motores de diversas maquinas.

Al observar que el causante principal de las fallas en el proceso de trilla eran los transportadores del arroz se optó por la implementación del sensor de proximidad inductivo en la simulación del proceso ubicándolo en las chumacera de dichos transportes, lo cual permite una detección oportuna ya que si la velocidad del motor sube o baja, en otras palabras no mantiene la velocidad normal esto indicara que algo está fallando u obstruyendo dicho transporte, esta señal mandara a las maquinas implicadas a un paro de emergencia, lo cual disminuirá los sobrecostos por mantenimiento.

Para realizar la comunicación entre Labview y tia portal se requirieron de dos softwares, el primero de ellos es el OPC server quien nos permitió guardar las variables que se asignaron en tia portal en tiempo real las cuales se programaron en diagrama Ladder, para luego exportarlas a labview. Y el segundo software fue NetToPLCsiemens, quien fue el que se encargó de la creación de un servidor con la ayuda de las IP del computador y la de PLC.

se analizó que para los valores que representan el cambio de velocidad de los motores se requirió de una normalización la cual tiene un rango de 0 a 27648, siendo estos los valores máximos que lee la entrada análoga del PLC, para luego ser guardado en una memoria y realizar un escalamiento el cual va desde la velocidad mínima o máxima a la que puede llegar la banda o el elevador.

se analizó una de las desventajas que tiene la arrocera al no contar con un HMI, debido a que si desea dar puesta en marcha al proceso un operario debe pulsar un botón por maquina y realizar la respectiva verificación del funcionamiento de manera presencial en cada una de las maquinas del proceso, lo cual acarrea una demora para iniciar, demora que se verá reflejada en costos de operación.

Bibliografía

- [1] A. Burgos *et al.*, “Metodología para la transformación de diseños en GRAFCET a código IEC 61131-3”, *Información tecnológica*, vol. 31, núm. 6, pp. 133–146, 2020, doi: 10.4067/S0718-07642020000600133.
- [2] C. de Ingeniería, E. N. Sistemas, C. Naranjo, M. Fernanda, R. Tigmasa, y C. Ramiro, “UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO-CAMPUS SUR MENCIÓN ROBÓTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESARROLLO DE SOFTWARE HMI SCADA E IMPLEMENTACIÓN SOBRE UN MÓDULO DIDÁCTICO AUTÓNOMO PARA VENTAS DE LA EMPRESA ECUAINSETEC CÍA. LTDA. TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS”.
- [3] J. David, B. Gallego, J. Fernando, y R. Alegría, “PROPUESTA DE UNA LÍNEA Y FLUJO DE PROCESO PARA UNA PLANTA DE TRILLADO DE CAFÉ. CASO DE ESTUDIO”, 2018.
- [4] “Arroz paddy o arroz con cáscara | Industrias Ralda”. <https://www.iralda.com/productos/arroz-paddy-arroz-cascara/> (consultado nov. 10, 2022).
- [5] “Significado de Interfaz (Qué es, Concepto y Definición) - Significados”. <https://www.significados.com/interfaz/> (consultado oct. 08, 2022).
- [6] “¿Qué es un sistema HMI y para qué sirve? | AUTYCOM”. <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/> (consultado oct. 09, 2022).
- [7] “El grafcet y sus ventajas para la industria | Escuela Postgrado Ingeniería”. <https://postgradoingenieria.com/grafcet-ventajas-para-industria/> (consultado oct. 09, 2022).
- [8] “Los tres niveles del GRAFCET”. <https://recursos.citcea.upc.edu/grafcet/intro/niveles.html> (consultado oct. 13, 2022).
- [9] “08.-Guía GEMMA”.
- [10] “Descripción de la guía GEMMA”. <https://recursos.citcea.upc.edu/grafcet/gemma/descrip.html> (consultado nov. 01, 2022).

- [11] “Análisis de falla y la Optimización del Mantenimiento - Predictiva 21”.
<https://predictiva21.com/analisis-falla-optimizacion-mantenimiento/>
 (consultado nov. 01, 2022).
- [12] “Fallas en el bobinado del motor – MYG Inc Motores Eléctricos”.
<https://motoresygeneradores.com/problemas-en-el-bobinado-del-motor/>
 (consultado nov. 01, 2022).
- [13] “WEG-danos-en-los-bobinados-motores-trifasicos-50036032-brochure-spanish-web”, Consultado: nov. 01, 2022. [En línea]. Available:
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h64/h9b/WEG-danos-en-los-bobinados-motores-trifasicos-50036032-brochure-spanish-web.pdf>
- [14] “Características de los elevadores de cangilones de descarga centrífuga”.
<https://meprosa.mx/caracteristicas-los-elevadores-cangilones-descarga-centrifuga/> (consultado nov. 17, 2022).
- [15] “Cómo hacer un Sinfín Transportador - Calero Group”. <https://www.calero-group.com/como-hacer-un-sinfin-transportador/> (consultado nov. 17, 2022).
- [16] “Sensores o Indicadores de Nivel para Silos y Tolvas”.
<https://vibrotech.com.ar/m/3/8/13/productos/accesorios-para-silos/sensores-o-indicadores-de-nivel-para-silos-y-tolvas> (consultado nov. 15, 2022).
- [17] “Una Solución Automatizada para la Prelimpieza Tradicional de Arroz Paddy”.
<https://millingandgrain.co/entrada/una-solucion-automatizada-para-la-prelimpieza-tradicional-de-arroz-paddy-24315> (consultado nov. 17, 2022).
- [18] “Descascaradora de Arroz SBR-SD | Sangati Berga S.A.”
<https://www.sangatiberga.com.br/es/produtos/arrozeras/descascaradora-de-arroz-sbr-sd> (consultado nov. 17, 2022).
- [19] “Cicloaventadora con zaranda de pica – EQUIM | Equipos y montajes”.
<http://equimsas.com/cicloaventadora-con-zaranda-de-pica/> (consultado nov. 15, 2022).
- [20] “Mesa separadora - SCHULE Mühlenbau”.
<https://www.schulefood.com/es/maquinas/detalle/mesa-separadora/>
 (consultado nov. 15, 2022).
- [21] “Blanqueadora de arroz MILLTEC | AGI”. <https://www.aggrowth.com/es-ar/marcas/milltec-machinery/equipo-limpieza/blanqueadora-arroz>
 (consultado nov. 14, 2022).

- [22] “Pulidor Abrillantador de Agua - Hidrobrix - PHB”. <https://www.solostocks.com.co/venta-productos/maquinaria-agricola/otra-maquinaria-agricola/pulidor-abrillantador-de-agua-hidrobrix-phb-266101> (consultado nov. 14, 2022).
- [23] “MODULO - Plansichter”. <https://www.gea.com/es/products/milling/cereal-milling/plansichter-modulo.jsp> (consultado nov. 14, 2022).
- [24] “El cilindro alveolado para la clasificación de los cereales -%Streckel & Schrader”. <https://www.streckel-schrader.com/es/produkte/cilindro-alveolado/> (consultado nov. 14, 2022).
- [25] “Selección óptica – Equipos”. <https://equiposcorp.com/seleccion-optica/> (consultado nov. 14, 2022).
- [26] J. C. Sierra *et al.*, “TUTORIAL NORMA ISA S5.1 Y DIAGRAMAS P&ID”.
- [27] G. González Filgueira y F. J. Rodríguez Permuy, “Automatización de una Planta de Fabricación de Arroz con leche”, *Proceedings of the SAAEI 11. XVIII Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación*, pp. 491–496, jul. 2011, doi: 10.13140/RG.2.1.3127.2408.
- [28] “Bulldog sensor de detección de desvío de banda y desgarró | 4B”. <https://go4b.co.uk/es/products/electronic-monitoring-equipment/monitores-de-desalineacion/bulldog/235> (consultado nov. 16, 2022).
- [29] “Pullswitch - Paro tirón - PST2000A | 4B”. <https://go4b.co.uk/es/products/electronic-monitoring-equipment/interruptores-de-seguridad/pullswitch-paro-tiron-pst2000a> (consultado nov. 16, 2022).
- [30] “Whirligig Soporte para el montaje de sensores en ejes | 4B”. <https://go4b.co.uk/es/products/electronic-monitoring-equipment/monitores-de-velocidad/whirligigr/251> (consultado nov. 16, 2022).
- [31] “M3003 y M3007 Slipswitch | 4B”. <https://go4b.co.uk/es/products/electronic-monitoring-equipment/monitores-de-velocidad/m3003-m3008-y-m3007-slipswitch/289> (consultado nov. 16, 2022).
- [32] “Qué sensor de proximidad elegir - Guías de compra DirectIndustry”. <https://guide.directindustry.com/es/que-sensor-de-proximidad-elegir/> (consultado nov. 16, 2022).

- [33] “Sensor de proximidad fotoeléctrico reflex E3F-R2N12”. <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/294-sensor-de-proximidad-fotoelectrico-reflex-e3f-r2n12.html> (consultado nov. 16, 2022).
- [34] “InTouch - Wonderware North Mexico”. <https://wonderwarenorthmex.com/intouch/> (consultado nov. 17, 2022).
- [35] C. de Ingeniería, E. N. Sistemas, C. Naranjo, M. Fernanda, R. Tigmasa, y C. Ramiro, “UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO-CAMPUS SUR MENCIÓN ROBÓTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESARROLLO DE SOFTWARE HMI SCADA E IMPLEMENTACIÓN SOBRE UN MÓDULO DIDÁCTICO AUTÓNOMO PARA VENTAS DE LA EMPRESA ECUAINSETEC CÍA. LTDA. TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS”.
- [36] “El trazo firme de LabVIEW - Mecalux.es”. <https://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/trazo-firme-labview> (consultado nov. 16, 2022).
- [37] “Cuáles son los protocolos de comunicación industrial - AUTYCOM”. <https://www.autycom.com/protocolos-de-comunicacion-industrial/> (consultado dic. 07, 2022).
- [38] “La diferencia entre PROFIBUS y PROFINET – PI Norte América”. <https://us.profinet.com/la-diferencia-entre-profibus-y-profinet/> (consultado dic. 07, 2022).

ANEXOS

ANEXO A: Costo en pesos de cada proceso

AÑO 2022				
MES	PRELIMPIEZA	SECADO	TRILLA	EMPAQUE
JULIO	16.5	29.2	54.3	135.41
AGOSTO	14.5	27.0	56.3	125.13
SEPTIEMBRE	21.1	32.2	43.8	127.36
OCTUBRE	16.5	29.2	54.3	135.41
NOVIEMBRE	11.1	22.0	47.4	121.14
DICIEMBRE	19.5	31.7	57.8	158.75
ENERO 2022	21.7	58.3	47.6	159.29
FEBRERO	36.9	115.5	61.8	161.32
MARZO	18.3	52.6	57.1	146.28
ABRIL	24.4	60.3	80.7	140.14
MAYO	11.6	23.8	99.2	158.24
JUNIO	13.8	31.4	71.1	150.47
JULIO	10.5	33.3	61.9	158.43
AGOSTO	13.5	31.8	62.3	139.72
SEPTIEMBRE	19.0	52.2	51.4	155.22
OCTUBRE	14.3	43.7	61.1	164.46

Fuente: Autor

PARADAS EN EL AREA DE MOLINO

ANEXO B: Registro de parada en el área de molino de mes de enero

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
02/01/21	PASA GRANOS DE ARROZ ALA	POLICHADOR	12:09:00		1:03:00			0:54
02/01/21	PASA GRANOS DE ARROZ ALA	POLICHADOR	1:10:00		1:27:00			0:17
03/01/00	POLICHADOR SE PASAN	POLICHADOR	7:00:00		8:00:00			1:00
04/01/21	TOLVAS DEL TAMO LLENAS	TOLVAS DEL TAMO	6:29:00		6:44:00			0:15
05/01/21	DE PADDY Y SE ATASCA EL	ELEVADOR PRELIMPIA	12:27:00		12:55:00			0:28
06/01/21	SE APAGO VTA 1	VTA 1	11:27:00		11:41:00			0:14
16/01/21	SELECCIONADORAS	SELECCIONADORAS	7:32:00		8:16:00			0:44
20/01/21	EL AJE DEL ELEVADOR DEL	EVADOR DE ARROZ BLANC	4:55:00		5:25:00			0:30
								0:00
								0:00

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO C: Registro de parada en el área de molino de mes de febrero

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
17/02/21	MALLA DE VTA 1 ROTA	VTA 1	10:04:00		10:19:00			0:15
17/02/21	DESCASCARADORES	ELEVADOR	10:50:00		10:56:00			0:06
26/02/21	AJUSTE DE EXCUSA # 1	EXCUSA # 1	8:37:00		9:09:00			0:32
								0:00
								0:00
								0:00
								0:00
								0:00
								0:00
								0:00

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO D: Registro de parada en el área de molino de mes de marzo

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
10/03/21	CAMBIO DE MALLA VTA # 1	VTA # 1	7:48:00		8:13:00			0:25
26/03/21	SE VA LA LUZ EN LA PLANTA	MOLINO	7:09:00		7:20:00			0:11
29/03/21	BAJON DE LUZ MOLINO	MOLINO	9:00:00		9:10:00			0:10
								0:00
								0:00
								0:00
								0:00
								0:00

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO E: Registro de parada en el área de molino de mes de abril

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
02/04/21	SIN AGUA POLICHADOR	POLICHADOR	9:15:00		9:27:00			0:12
03/04/21	PLANSISTER	PLANSISTER	2:33:00		2:43:00			0:10
07/04/21	REVICION DE PRELIMPIA	PRELIMPIA	8:22:00		8:32:00			0:10
14/04/21	TOLVAS DEL TAMO LLENAS	TAMO	7:46:00		8:09:00			0:24
14/04/21	TOLVAS DEL TAMO LLENAS	TAMO	9:56:00		11:27:00			1:31
14/04/21	TOLVAS DEL TAMO LLENAS	TAMO	2:44:00		3:16:00			0:32
19/04/21	ELEVADOR DE INTEGRAL	ELEVADOR DE INTEGRAL	12:24:00		12:56:00			0:32
23/04/21	SE VA LA LUZ EN LA PLANTA	MOLINO	7:55:00		8:25:00			0:30
26/04/21	MANGUERA SUELTA	SELECCIONADORA	8:40:00		9:12:00			0:32
30/04/21	INTEGRAL	SINFÍN INTEGRAL	11:19:00		11:26:00			0:07
30/04/21	NO PRENDE DESPEPADOR #1	DESPEPADOR #1	1:02:00		1:10:00			0:08
30/04/21	DESCARGUE SILOS 1 Y 2	NDA DESCARGUE SILOS 1	1:25:00		1:40:00			0:15

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO F: Registro de parada en el área de molino de mes de mayo

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
05/05/21	ENTILADOR #3	VENTILADOR#3	6:00:00		3:36:00			9:36
06/05/21	DESCARGUE BASCULA PADDY	A DESCARGUE BASCULA P	3:24:00		3:38:00			0:14
07/05/21	POLICHADOR Y SE ATASCA	POLICHADOR	3:51:00		4:43:00			0:52
10/05/21	PRENDE TORNILLO SIN WASA	DESCASCARADOR #1	6:50		8:00:00			1:10
12/05/21	revision de prelimpia	prelimpia	5:15:00		5:29:00			0:14
20/05/21	CARGA LA BACULA DE PADDY.	SIN FIN	6:45:00		7:05:00			0:20
20/05/21	FIN QUE CARGA LA YOLVA	SIN FIN	12:40:00		1:32:00			0:52
21/05/21	se va la luz	molino	9:36:00		9:56:00			0:20
21/05/21	se va la luz	molino	10:19:00		10:47:00			0:28
24/05/21	COLOCAR EMPAQUE EN	PLANSISTER	9:06:00		9:26:00			0:20
26/05/21	APAGA Y ATASCA ELEVADOR	E SILOS 3-4-5 Y ELEVADOR	7:30:00		7:55:00			0:25
26/05/21	DESCARGUE SILOS 3-4-5	NDA DESCARGUE SILOS 3-4	12:09:00		12:23:00			0:14

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO G: Registro de parada en el área de molino de mes de junio

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
01/06/21	LIMPIEZA DEL POLICHADOR	POLICHADOR	9:17:00		9:40:00			0:23
03/06/21	SE VA LA LUZ EN LA PLANTA	MOLINO	3:05:00		3:34:00			0:29
03/06/21	MALLA VTA 1 ROTA	VTA 1	6:21:00		6:37:00			0:16
09/06/21	PRELIMPIA TAPADA	OLVA DESCARGUE PRELIMP	11:34		11:52:00			0:18
19/06/21	CICLON #2	CICLON #2	12:32:00		12:54:00			0:22
24/06/21	FOTOS DE LOS PARAMETROS	SELECCIONADORA	10:17:00		10:31:00			0:14
24/06/21	1	SICLOVENTADORS #1	6:52:00		11:00:00			4:08
25/06/21	DE SEGURIDAD DE LAS	SELECCIONADORAS	8:34:00		8:49:00			0:15
28/06/21	CASCARILLA	ELEVADOR CASCARILLA	2:20:00		3:05:00			0:45
								0:00

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO H: Registro de parada en el área de molino de mes de julio

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
02/07/21	AIRE DEL DESCASCARADOR	DESCASCARADOR #1	3:50:00		4:02:00			0:12
06/07/21	AJUSTAMIENTO DE FRENOS	VTA #1	6:21:00		6:46:00			0:25
07/07/21	VISITA DE INVIMA	INVIMA	8:32:00		9:36:00			1:04
08/07/21	CICLOVENTADORA #2	CICLOVENTADORA # 2	9:20		10:35:00			1:15
13/07/21	DESCASCARADORES	ELEVADOR DESCASCARADOR	7:02:00		7:30:00			0:28
14/07/21	CARGUE FORTIFICADO	ELEVADOR FORTIFICADO	8:54:00		9:10:00			0:16
19/07/21	CICLOVENTADORA #2	CICLOVENTADORA # 2	2:00:00		2:35:00			0:35
19/07/21	DESCASCARADOR # 1	DESCASCARADOR #1	6:00:00		6:36:00			0:36
21/07/21	INCENDIO EN EL TAMO	TAMO	2:22:00		4:00:00			1:38
26/07/21	DESCASCARADORES	DESCASCARADORES	10:39:00		10:55:00			0:16
28/07/21	TAMO	MOLINO	2:53:00		3:08:00			0:15
28/07/21	SE VA LA LUZ	MOLINO	1:45:00		2:20:00			0:35

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO I: Registro de parada en el área de molino de mes de octubre

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
02/08/21	PRELIMPIA POR UNA ESCOBA	PRELIMPIA	7:36:00		7:42:00			0:06
02/08/21	BAJONASO DE LUZ	MOLINO	4:04:00		4:17:00			0:13
03/08/21	MALLAS DEL PLANCISTER	PLANCISTER	7:32:00		9:54:00			2:22
04/08/21	PLANSIFTER	PLANSIFTER	9:00		9:12:00			0:12
10/08/21	DESCASCARADORES	DESCASCARADOR #1 Y #2	4:27:00		4:42:00			0:15
11/08/21	CICLOAVENTADORAS	CICLOAVENTADORAS 1 Y 2	1:00:00		2:00:00			1:00
12/08/21	POR PARTE SE SEGURIDA Y	MOLINO	9:36:00		9:51:00			0:15
12/08/21	QUEDA SIN CARGUA SE	DESCASCARADOR#2	4:00:00		4:32:00			0:32
17/08/21	PLANSISTER	PLANSISTER	6:35:00		6:50:00			0:15
17/08/21	DESCASCARADOR	DESCASCARADOR #2	6:58:00		7:50:00			0:52
17/08/21	DE LOS CILINDROS	CILINDROS DESPEPADORE	3:25:00		4:25:00			1:00
18/08/21	SOLO CON EL	DESCASCARADOR #2	12:00:00		1:16:00			01:16
23/08/21	CARGA TOLVA DE VTA 1 SE	CADO Y SINFÍN DESCARGU	12:29:00		1:08:00			0:37
31/08/21	PLANSISTER	PLANSISTER	12:41:00		12:51:00			0:10

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO J: Registro de parada en el área de molino de mes de septiembre

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
11/09/21	CICLCON # 2	CICLON # 2	8:16:00		8:31:00			0:15
22/09/21	CAMBIO DE MALLA VTA 1	VTA # 1	9:50:00		10:00:00			0:10
29/09/21	SUCION	TUBO	8:15:00		8:40:00			0:25
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00

Fuente: Rafael (ing. Producción)

ANEXO K: Registro de parada en el área de molino de mes de octubre

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
04/10/21	#1	VTA # 1	9:40:00		9:54:00	ivan molina		0:14
05/10/21	PRELIMPIA Y ATASCA	ELEVADOR PRELIMPIA	16:59:00		17:10:00	ernan morale		0:11
11/10/21	CAMBIO	CICLON #2	8:57:00		10:57:00	ernan morale	pa--sergio Av	2:00
19/10/21	ING. HENRY MANDA A PAGAR	SELECCIONADORA	7:05:00		7:25:00	ivan molina		0:20
20/10/21	EL SINFÍN QUE CARGA LA	N TRANSPORTADOR DE PA	10:03:00		10:23:00	ivan molina		0:20
20/10/21	ARROZ BLANCO QUE NO	BASCULA ARROZ BLANCO	14:57:00		15:05:00	ernan morale		0:08
23/10/21	FALLAS EN EL COMPRESOR	MOLINO	7:19:00		7:40:00	ivan molina		0:21
27/10/21	ARROZ BLANCO	MOLINO	4:39:00		4:49:00	ivan molina		0:10
28/10/21	CABLES VTA #2	VTA 2	9:34:00		10:00:00	ernan morale		0:26
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00
			0:00:00		0:00:00			0:00

Fuente: Rafael (ing. producción)

ANEXO L: Registro de parada en el área de molino de mes de noviembre

	MANUAL DE APOYO						CODIGO:	
							VERSION: 0	
	REGISTRO DE PARADA DE LA MAQUINARIA						FECHA: 03-02-20	
	AREA MOLINO						PAGINA: 1 DE 1	
DIA/MES/AÑO	MOTIVO DE LA PARADA	MAQUINA/EQUIPO	HORA DE INICIO	HORA DE NOTIFICACION A MTTO	HORA FINAL	COLABORADOR DE PRODUCCION	COLABORADOR DE MTTO	TOTAL PARADA
03/11/21	PESA	BASCUL.. ARROZ BLANCO	8:27:00	08:45:00				0:18
04/11/21	POLICHADOR	POLICHADOR	12:48:00	1:02				1:14
16/11/21	ARROZ BLANCO	BASCULA	8:08:00	8:39				00:31
17/11/21	ARROZ BLANCO	BASCULA	8:20:00	8:48				0:28
17/11/21	ARROZ BLANCO	BASCULA	9:48:00	11:18				1:30
18/11/21	REVICION DE COMPRESOR	MOLINO	5:06:00	5:30				0:24
22/11/21	INVIMA	INVIMA	8:45:00	11:50				3:05
24/11/21	FALLA EN EL COMPRESOR	COMPRESOR	3:19:00	3:38				0:19
24/11/21	FALLA EN EL COMPRESOR	COMPRESOR	3:50:00	4:04				0:14
								0:00
								0:00
								0:00
								#¡VALOR!
								0:00

Fuente: 3 Rafael (ing. producción)