Informe de análisis
Compilatio Magister+ | ZEGEL-PE

G04.PRODUCCIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICA

ID : 474024fc4fad1f15a5e1d16db8db33e2898b0467

6%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : G04.PRODUCCIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICA.txt
Tamaño del archivo original : 4,66 MB
Número de palabras : 13.683

Depositante : Jerson Sanchez Ramos
Fecha de depósito : 18 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 18 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes — **1%**

Sintáctica <1% | Semántica <1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA — **5%**

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos — **0%**

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas — **2%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Similitudes

1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Análisis e implementación de parámetros de calidad a... Detección semántica repositorio.ucsm.edu.pe/items/fddc60c5-2c3b-4c3d-87cf-1ff0fd1dfcaa	<1%	
2	Plan de acciones de Manejo Ambiental para la... Detección semántica www.redalyc.org/journal/7041/704173376009/704173376009.pdf	<1%	
3	Corrección del índice de rugosidad de la superficie de... Detección semántica repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17551	<1%	

Fuente con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
4	Plan de calidad en la produccion de mezcla asfaltica en caliente, e... repositorio.unap.edu.pe/items/115e3397-3b36-458f-aa17-8fe8ea5a700f	<1%	
5	EF_GONZALES JOEL-SAAVEDRA GABRIEL (1) #2f4ee9 Viene de de mi grupo	<1%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

N°	Descripciones
1	https://unimatperu.com.pe/producto/im155-profinet-module-programable
2	https://unimatperu.com.pe/producto/ae08-8ai/
3	https://unimatperu.com.pe/producto/aq04-4ao/
4	https://es.mavin.cn/steel-alloy-s-beam-tension-load-cell-ns1_p41.html
5	https://esp.grandado.com/products/dy510-4-20ma-sensor-de-pesaje-de
6	https://www.forzaups.com/es/productos/interna/FVR-1222USB-esp/
7	https://www.cowdinsa.com/wp-content/uploads/2017/07/TEREX-MAGNUM-140.pdf
8	https://www.cowdinsa.com/wp-content/uploads/2017/07/TEREX-MAGNUM
9	https://filehippo.com/
10	https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview
11	https://plmsisw.my.site.com/simatic-wincc-unified-runtime?cclcl=en_US
12	https://mall.industry.siemens.com/

N°		Descripciones
13		https://sieportal.siemens.com/en-ww/home
14		https://unimatperu.com.pe/producto/im155-profinet
15		https://hiraoka.com.pe/computo-y
16		https://www.nvidia.com/es-es/data-center/grace-cpu/
17		https://es.mavin.cn/steel-alloy-s-beam-tension
18		https://esp.grandado.com/products/dy510-4-20ma-sensor-de
19		https://www.forzaups.com/es/productos/interna/FVR
20		https://www.classicautomation.com/6ep1333
21		https://www.se.com/ar/es/product/EZ9F34210/interruptor-termomagnético
22		https://gruponavarro.pe/blog/el-interruptor
23		https://www.amazon.de/Schneider-LC1D32P7
24		https://adajusa.es/es/171-disyuntores-guardamotores
25		https://tercesa.com/como-se-clasifican-los
26		https://gmdix.com/producto/sinfines/
27		https://plmsisw.my.site.com/simatic-wincc

1

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO "IDAT"

PROGRAMA DE ESTUDIOS EN ELECTRONICA INDUSTRIAL

SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICA

5 **Trabajo de aplicación profesional para obtener el título Profesional Técnico en Mecatrónica Industrial**

IVAN OMAR CRUZ TORRES (0009-0008-2034-662)

ELI NILO RICO ELESCANO (0009-0002-0847-9813)

Lima – Perú 2025

2

Dedicatoria

A mis padres, por su amor y apoyo; a mis profesores y asesores, por su guía, corregir nuestros errores y mostrarnos nuevos apoyos; y a mis compañeros y colegas, por su colaboración de ideas y tiempo. Gracias a todos por hacer posible este proyecto.

2 8 10 10 14 15 15 17 17 17 18 18 18 22 26 27 28 28 28

3

Índice general

Dedicatoria .....

Índice de tablas .....

Índice de figuras .....

Resumen Ejecutivo .....

Introducción .....

Capítulo I: Generalidades .....

Planteamiento del problema: .....

Justificación del Estudio .....

Justificación tecnológica .....

Justificación Económica .....

Justificación socioambiental .....

Antecedentes del Proyecto .....

Antecedentes nacionales .....

Antecedentes internacionales .....

Normativa y Reglamentación Internacional .....

Normativa Internacional .....

Capitulo II .....

Objetivos y Soluciones .....

Objetivos .....

28 28 29 29 30 30 31 32 33 35 37 39 39 45 45 52

4

Objetivo general .....

Objetivos específicos: .....

Planteamiento de Soluciones .....

Soluciones alternativas .....

Solución Elegida y Justificación .....

Justificación: .....

Ventajas Comparativas: .....

Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto .....

Marco Teórico .....

Marco Conceptual .....

Estado de la Tecnología .....

PANTALLA -HMI (interfaz hombre – maquina) Esta pantalla a través de la interface grafica

desarrollada en el software winn CC advance .....

. (unidad de procesamiento central) es la unidad encargada de procesar y almacenar toda la

informacion de la computadora, en su memoria de almacenamiento se cargada el software wincc

advance para desarrollar nuestra interface. .....

FIGURA. Moto reductor ..... **¡Error! Marcador no definido.**

FIGURA. Transportador de tornillo tubular ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Capítulo III .....

Descripción General del Proyecto .....

Cálculos Previos y Consideraciones de Diseño .....

55 57 58 58 59 73 73 74 75 76 77 77 80 81 82 83 83 88 84 87 90

5

Diagramas de Bloque del Proyecto. .....

Diagrama de Flujo del Proceso .....

Diagrama de flujo por etapas .....

Especificación Técnica General .....

Especificaciones Técnicas de Componentes .....

Sistema Eléctrico -electrónico. .....

Esquema de Control.....

Diagrama Celda de Carga .....

Diagrama de Inversor de Frecuencia .....

Leyenda de control. .....

Tabla de variables. .....

Esquema de Fuerza. .....

Leyenda de Fuerza. .....

Sistema Mecánico .....

Diseño mecánico de la implementación de transportador tipo tornillo. .....

Sistema de automatización programación e interfaz. .....

Programa Lógico. .....

Interfaz .....

Librerías Usadas. .....

Firmware y Software .....

Áreas Transversales de Impactos .....

92 92 93 93 93 93 94 94 95 97 98 84 84 85 86 86 86 87 88 89 90

6

Análisis de Costos y Presupuestos.....

Costo de Equipamiento (hardware y software) .....

Costo de Estructura y materiales .....

Costo de Recursos de Personal .....

Costo de Gestión y Otros .....

Cálculo de Presupuesto .....

Capítulo IV: Operación y Mantenimiento .....

Manual de Usuario u Operación .....

Consideraciones de Seguridad para la Operación .....

Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha .....

Componentes Parte interna y externa del tablero de control .....

Operación de Sistema con la Pantalla HMI .....

Opciones y visualizaciones .....

Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación .....

Proceso de Mantenimiento. .....

Mantenimiento Preventivo .....

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo .....

Materiales, Equipos y Herramientas .....

Ficha de Mantenimiento Preventivo .....

Mantenimiento Correctivo .....

Materiales, Equipos y Herramientas .....

91 92 92 92 92 92 93 93 93 93 93 94

7

Ficha de Mantenimiento Correctivo .....

Conclusiones .....

Conclusión 1 .....

Conclusión 2 .....

Conclusión 3 .....

Conclusión 4 .....

Recomendaciones .....

Recomendación 1 .....

Recomendación 2 .....

Recomendación 3 .....

Recomendación 4 .....

Referencia .....

31 58 59 60 61 62 62 63 64 64 65 65 66 66 67 68 69 70 70 71 72 72 76

8

Índice de tablas

Tabla 1 Ventajas Comparativas. .....

Tabla 2 Especificación Técnica del Sistema .....

Tabla 3 Descripción técnica PLC .....

Tabla 4 Descripción técnica del E155- 1PN01 – 0AA0 .....

Tabla 5 Descripción técnica del AE08 8AI .....

Tabla 6 Descripción técnica del AQ04 4AO .....

Tabla 7 Descripción técnico de la fuente .....

Tabla 8 Descripción técnico del DY150 .....

Tabla 9 Descripción técnica de la PC .....

Tabla 10 Descripción técnica Fuente de la PC .....

Tabla 11 Descripción técnico del Mavin NS1-100KG .....

Tabla 12 Descripción técnico del tornillo turbular .....

Tabla 13 Descripción técnico Fuente del PLC .....

Tabla 14 Descripción técnica del Interruptor para circuito control .....

Tabla 15 Descripción técnica del contactor .....

Tabla 16 Descripción técnica de la llave diferencial .....

Tabla 17 Descripción técnica del Guardamotor .....

Tabla 18 Descripción técnica del motor reductor .....

Tabla 19 Descripción técnica del cable de control .....

Tabla 20 Descripción técnica del cable de control apantallado .....

Tabla 21 Descripción técnica del cable de fuerza .....

Tabla 22 Descripción técnica del cable tierra .....

Tabla 23 Leyenda Esquema de Control .....

77 80 92 93 93 93 93 98 84 85 86 87 88 89 90 91

9

Tabla 24 Tabla de variables – Entradas y Salidas PLC .....

Tabla 25 Leyenda de Fuerza. .....

Tabla 26 Costo de Equipamiento .....

Tabla 27 Costo de Estructura .....

Tabla 28 Costo de Mano de Obra .....

Tabla 29 Costo de Adicionales .....

Tabla 30 Presupuesto Total .....

Tabla 31 Tablero de Control .....

Tabla 32 Opciones y Visualización en el HMI .....

Tabla 33 Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación .....

Tabla 34 Procedimiento de Mantenimiento Preventivo .....

Tabla 35 Materiales, Equipos y Herramientas .....

Tabla 36 Ficha de Mantenimiento Preventivo .....

Tabla 37 Mantenimiento Correctivo.....

Tabla 38 Procedimiento de Mantenimiento Correctivo .....

Tabla 39 Ficha de Mantenimiento Correctivo .....

19 20 21 22 23 24 25 32 37 37 38 38 39 40 40 41 41 42 42 43 43 44

Índice de figuras

Figura 1 Sistema de calentamiento del fluido térmico .....

Figura 2 Plantas de asfálticas caliente .....

Figura 3 Esquema general de Identificar y aplicar los controles de calidad .....

Figura 4 Producción de mezcla asfáltica caliente .....

Figura 5 Aplicación técnicas de IA .....

Figura 6 Manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) .....

Figura 7 Manejo ambiental para la mitigación de impactos ambientales .....

Figura 8 Planificación de tiempo y actividades .....

Figura 9 PLC S7-1200 CPU 1215C AC/DC/RLY .....

Figura 10 Profinet IM 155 / UN 155-1PN01-0AA0.....

Figura 11 AE08 8AI - 288-3AE08-0AA0 .....

Figura 12 AQ04 4AO - UN 288-3AQ04-0AA0 .....

Figura 13 MONITORSAMSUNGLS19A330NHLXP .....

Figura 14 MAVIN NS1-100KG .....

Figura 15 Transductor DY150 .....

Figura 16 Estabilizador forza fvr-2202 .....

Figura 17 6EP1333-2BA20 – Siemens .....

Figura 18 Llave térmica Easy 9 2P MCB C10 .....

Figura 19 Llave diferencial .....

Figura 20 CONTACTOR .....

Figura 21 Guardamotor .....

Figura 22 Moto reductor .....

44 45 45 46 46 47 47 48 48 49 49 50 51 51 56 57 58 73 74 75 75 76 77 81

11

Figura 23 Transportador de tornillo tubular .....

Figura 24 Llenado De tolva .....

Figura 25 TOLVAS DE AGREGADOS .....

Figura 26 Faja sin agregado .....

Figura 27 Faja con agregado .....

Figura 28 motorreductores .....

Figura 29 Variador de frecuencia .....

Figura 30 Faja en V Rodillos tubulares .....

Figura 31 Celda de carga .....

Figura 32 Transductor De celda de carga .....

Figura 33 Correa transportadora .....

Figura 34 Tambor de mezclador secador .....

Figura 35 Conexión de elevador a tambor.....

Figura 36 Estructura de elevador .....

Figura 37 Diagrama de bloque .....

Figura 38 Diagrama de flujo del proceso de asfalto .....

Figura 39 Diagrama de flujo por etapas de proceso de asfalto .....

Figura 40 Esquema de Control .....

Figura 41 Celda de Carga .....

Figura 42 Inversor de Frecuencia .....

Figura 43 Inversor de Frecuencia 2 .....

Figura 44 Inversor de Frecuencia 3 .....

Figura 45 Esquema de Fuerza. .....

Figura 46 Diseño mecánico de la máquina. .....

82 87 88 88 89 97 84

12

Figura 47 Implementación de transportador tipo tornillo .....

Figura 48 Logo Cade Simu .....

Figura 49 Logo del Tia Portal v20 .....

Figura 50 Logo del Auto CAD .....

Figura 51 Wincc advance .....

Figura 52 Imagen de la parte interna del tablero de control .....

Figura 53 Operación de Sistema con la Pantalla MI .....

13

Resumen Ejecutivo

El **Sistema Mecatrónico Automatizado para la Producción de Mezclas Asfálticas** es una solución tecnológica integral diseñada para optimizar, controlar y automatizar el proceso de fabricación de mezclas asfálticas utilizadas en la construcción de carreteras. Este sistema combina **mecánica, electrónica, informática y control automático** para garantizar una producción eficiente, segura y de alta calidad.

14

Introducción

La creciente demanda de infraestructura vial eficiente y duradera ha impulsado el desarrollo de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción. En este contexto, el **Sistema Mecatrónico Automatizado para la Producción de Mezclas Asfálticas** surge como una solución innovadora que integra disciplinas como la mecánica, la electrónica, la informática y el control automático, con el objetivo de optimizar los procesos de fabricación de mezclas asfálticas.

Este sistema permite automatizar tareas críticas como la dosificación de agregados, el control

de temperatura, la mezcla homogénea de materiales y la supervisión en tiempo real del proceso productivo. Gracias a la incorporación de sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC) y sistemas SCADA, se logra una producción más precisa, eficiente y segura, reduciendo la intervención humana y minimizando errores operativos.

La implementación de este tipo de sistemas no solo mejora la calidad del producto final, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proceso, al reducir el desperdicio de materiales y optimizar el consumo energético. En consecuencia, el sistema mecatrónico automatizado representa un avance significativo en la modernización de las plantas de producción de asfalto, alineándose con los estándares tecnológicos y ambientales actuales.

Capítulo I: Generalidades

Nuestro proyecto mecatrónico para la producción de mezcla asfáltica, realiza una dosificación precisa de los cuatro agregados (piedra 3/8, piedra 1/4, grava - cemento, líquido asfáltico) para la mezcla asfáltica, esto totalmente automatizado con un control desde panel hmi , con recetas predefinidas de acuerdo con el tipo de mezcla asfáltica requerida en el proyecto, esto como propuesta de mejora para la maquinaria de producción de asfalto manual del Consorcio de agregados San lorenzo SAC. Mediante el cual se tendrá el control y monitoreo a detalle de todas las etapas que conforman la planta de producción asfáltica.

Planteamiento del problema:

La producción de mezcla asfáltica representa una actividad primordial en el desarrollo de la infraestructura vial en el mundo, por lo tanto, su calidad depende de la seguridad y durabilidad de las vías de transporte (Bastida et al., 2025). Sin embargo, en muchos centros aun emplean procesos manuales debido a escaso avance tecnológico. Este hecho representa las insuficiencias para el control exacto de indicadores críticos como la dosificación de agregados, la temperatura, el contenido de ligante asfáltico y los tiempos de mezclado (Villanueva et al., 2025).

En España, el problema de la estructura vial se ve reflejado en el 52% de carreteras en deterioro grave y muy grave; condición que se le atribuye a la aun aplicación de metodologías y controles manuales menos precisos que los sistemas automatizados disponibles actualmente (Asociación Española de la Carretera, 2025). Por otro lado, en Kazajistán, la falta de sistemas automatizados para la producción de mezcla asfáltica minimiza la presión de la calidad. Esto se debe falta de un control en

tiempo real que optimice los procesos y evite producir mezclas de menor calidad (Uaissova y Zharlykassov, 2024). Otro estudio en China reveló que el uso de un sistema automatizado para el control mejor significativamente los indicadores de calidad en la producción de mezcla asfáltica

16

dejando en evidencia que los procesos manuales generaban inestabilidad y bajos indicadores de calidad (Zhu, et al., 2020).

En Latinoamérica, la carencia de uso de sistemas basados en la tecnología ha conllevado a incrementado los problemas relacionados a la calidad vial, dificultando viabilidad de los indicadores críticos lo que a su vez genera (Corporación Andina de Fomento (CAF)., 2025). En Costa Rica, el 49% de carreteras presentan deterioro, indicador por encima de la menda regional (20%), esto como consecuencia de la falta de sistemas automatizados de control en las plantas de asfalto contribuye a que la mezcla aplicada tenga propiedades inconsistentes, lo que reduce la durabilidad de los pavimentos (Banco Interamericano de Desarrollo (BID)., 2020). En Brasil, México y Colombia solo el 12%; 43% y 12% de la red vial esta asfaltada, situación agravada por la producción de mezclas asfálticas con procesos manuales o semi automatizados (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)., 2021).

En Perú, de mas de 174 000 km de red vial, solo el 19% esta asfaltada, situación que se agravaría si es que se continua la inversión tradicional publica que limita a mejorar la infraestructura. Cabe destacar que, en el país la gran mayoría de plantas maniobran con infraestructura limitada y equipos tradicionales que no permiten integrar sistemas automatizados (Villanueva et al., 2025). Por lo que una parte de la producción de mezcla asfáltica todavía se realiza de manera manual, lo que dificulta el control preciso de parámetros críticos como la dosificación de agregados, la temperatura del ligante y los tiempos de mezclado (Machaca, 2020). Esta falta de automatización puede generar mezclas inconsistentes, reduciendo la durabilidad de los pavimentos y aumentando la frecuencia de reparaciones. Como consecuencia, se elevan los costos de mantenimiento y se ve afectada la eficiencia del transporte (Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN)., 2025).

17

Dado es el caso de la planta dosificadora de asfalto magnum terrex - 140, la cual debido a su año de producción cuenta con un sistema de control obsoleto con repuestos en el mercado, celdas de carga, controladores lógicos programables (PLC) y protocolos de comunicación descontinuados lo cual dificulta poder realizar alguna reparación al sistema dado; tal es el caso que la planta de producción

tenga que operar de manera manual, con regulaciones empíricas del operador para poder conseguir la dosificación de mezcla necesaria.

Por lo tanto, se propone una solución para retomar el modo automático de la planta, el cual requiere realizar una modernización del sistema basado en el control automatizado de la dosificación producción total en tn/h , un registro por turno de producción y poder ser observada desde el panel de control (HMI) para de esta manera cumplir con los estándares requeridos de calidad y de la industria , tener una mayor eficiencia y menor costo de producción.

Justificación del Estudio

Justificación tecnológica

Se desarrolla el sistema mecatrónico para la producción de mezcla asfáltica con la finalidad de repotenciar y rescatar la tecnología obsoleta de las plantas móviles de producción de asfalto con el fin de adaptarlas a modernos sistemas de automatización actualizados acorde a los requerimientos de la industrial actual.

Justificación Económica

El sistema mecatrónico para la producción de mezcla asfáltica atribuye totalmente en rescatar el valor potencial de calidad y producción del mezcla asfáltica, dando como resultado un producto final de mayor acabado, generando así un mayor costo en el mercado o contratos civiles con mezclas automáticas predefinidas, lo cual no sucede con máquinas que funcionan solo en modo manual ya que no cumplen los requisitos básicos de producción.

Justificación socioambiental

El sistema permite retomar el modo automático de la gran cantidad de máquinas de asfalto magnum modelo terrex -120/140 las cuales son muy comunes en nuestro país por su antigüedad. de esta manera se aporta un mejor control de los insumos, menos perdidas y mermas en la producción producto del error humano, aportando también al medio ambiente y ecosistema producto de la reutilización de componentes eléctricos- electrónicos y estructuras metálicas, etc. de la maquina al estar totalmente operativas no optan por el cambio y se extiende su vida útil de la misma considerando el alto costo de una maquinaria nueva de mayor tecnológica.

Antecedentes del Proyecto

Antecedentes nacionales

Quispe (2021) desarrolló una investigación titulada **"Propuesta de mejora del sistema de calentamiento del fluido térmico, para optimizar la temperatura en los tanques de asfalto de la planta del Gobierno Regional Cusco".** El objetivo fue identificar y corregir deficiencias en los sistemas de calentamiento de la planta de asfalto. Para ello, se necesitó las herramientas de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), logrando encontrar como la causa principal de la falta del aislamiento térmico en las tuberías que transportan el fluido térmico desde el calentador hacia los tanques. Este proceso genera pérdidas de energía por radiación al estar expuestas a la zona, afectando la capacidad del sistema de calentamiento. Los resultados lograron identificar que gran parte del calor del fluido térmico se pierde durante su traslado a los tanques de asfalto, principalmente porque las tuberías no están bien aisladas o presentan gastos o daños. Esto provoca un consumo exceso de combustible y también dificulta mantener la temperatura adecuada del asfalto. En conclusión, mejorar el aislamiento de las tuberías y optimizar la transferencia de calor dentro de los tanques ayudaría a que el proceso sea más favorable para la empresa. Este trabajo evidencia la importancia de aplicar principios de ingeniería térmica y mecatrónica para controlar los procesos de producción de mezcla asfáltica, especialmente cuando se utilizan asfaltos modificados que requieren condiciones térmicas

más exigentes. Por lo tanto, este antecedente favorece la necesidad de implementar sistemas automatizados y eficientes, como el Sistema Mecatrónico Automatizado para la Producción de Mezclas Asfálticas, que integren control térmico, monitoreo en tiempo real y aislamiento adecuado, garantizando la calidad del producto final y la sostenibilidad del proceso.

1,3

Figura 1 Sistema de calentamiento del fluido térmico

Fuente: (Quispe, 2021)

Machaca (2020) en su investigación titulada **"Análisis e implementación de parámetros de calidad a la producción de las plantas asfálticas en caliente y su influencia en los pavimentos en la Provincia de Arequipa"** se propuso implementar un protocolo de Calidad aplicable a la producción de mezcla asfáltica en caliente (MAC) en plantas estándar de la provisión de Arequipa, tomando como referencia las especificaciones generales del Manual de Carreteras EG- 2013 del ministerio de transportes y comunicaciones del Perú. La investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado y de tipo descriptivo analítico. Los resultados revelaron que las plantas de asfalto en la provincia de Arequipa presentan variabilidad significativa en sus procesos de producción principalmente en la dosificación de agregados, control de temperatura y homogeneidad de las

mezclas. Ante este hecho se propuso implementó un protocolo de calidad estándar, entendible y aplicable a cualquier planta promedio, el cual permitió mejorar el control de procesos, garantizar la calidad de la mezcla asfáltica y reducir las fallas funcionales en pavimentos, como el ahuellamiento y

la piel de cocodrilo. Este antecedente nacional evidencia la importancia de aplicar sistemas técnicos y normativos en la producción de mezclas asfálticas, y sirve de base para el desarrollo de soluciones más avanzadas como los sistemas mecatrónicos automatizados, que integran control térmico, dosificación precisa y monitoreo en tiempo real para garantizar eficiencia y calidad en la infraestructura vial.

Figura 2 Plantas de asfálticas caliente

Fuente: (Machaca; 2020)

Imata (2020) en tu tesis "Control de calidad de mezclas asfálticas en caliente y materiales bituminosos" buscó el objetivo de identificar y aplicar los controles de calidad necesarios en los procesos de diseño y producción de la mezcla asfáltica en caliente (MAC). Este estudio fue descriptivo y aplicado con aplicaciones de ensayos de laboratorio. Los resultados dan evidencian que la aplicación de un esquema de control de calidad bien armado, sustentado en ensayos realizados con conforme a normas técnicas vigentes, permite que tanto las mezclas asfálticas producidas como los materiales empleados cumplan con los requisitos exigidos para asegurar un adecuado desempeño del pavimento. En conclusión, la correcta implementación de procedimientos de control de calidad, tanto en las etapas de diseño de la mezcla como en la producción en planta y ensayos finales, es esencial para asegurar mezclas asfálticas homogéneas y con las propiedades mecánicas necesarias.

Figura 3 Esquema general de Identificar y aplicar los controles de calidad

Fuente: (Imata; 2020)

Pacco (2015) realizaron una investigación titulada **"Plan de Calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca".** Este estudio fue desarrollado desde un enfoque empírico practico, de tipo descriptivo y de corte transversal basado en la normativa ISO 9000:2000 e ISO 9001:2000 con el objetivo de optimizar la productividad y competitividad de la planta en la producción de mezcla asfáltica. Los resultados reflejaron diversas deficiencias en la planta de asfalto de Juliaca: se detectó una falta de materiales formales de control de calidad, insuficiente mano de obra del personal respecto a normas y técnicas modernas de producción, y insuficiencia de mecanismos sistemáticos que aseguren la consistencia en la mezcla asfáltica producida. En conclusión, se resaltó la necesidad de implementar un sistema de gestión de calidad basado en normas ISO en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román. La relevancia de este estudio radica en su contribución a la mejora continua de la Calidad en la producción de mezclas asfálticas, proponiendo un modelo de gestión basado en normas internacionales que busca **incrementar la competitividad y productividad** de la planta de asfalto de Juliaca. Este antecedente nacional sirve para el desarrollo de sistemas más avanzados, como el Sistema Mecatrónico

Automatizado, que no solo busca mejorar la Calidad del producto final, sino que también automatiza y optimiza los procesos productivos, alineándose con los estándares tecnológicos actuales y las exigencias del sector vial.

Figura 4 Producción de mezcla asfáltica caliente

Fuente: (Pacco; 2015)

Antecedentes internacionales

Uaissova y Zharlykassov (2024) desarrollaron una investigación titulada **"Aplicación de técnicas de IA para optimizar la producción de mezclas de hormigón asfáltico"** con el objetivo de

analizar la aplicación de técnicas de inteligencia artificial (IA) para evaluar la calidad de mezclas asfálticas, optimizar el proceso de producción y mejorar el desempeño estructural de los pavimentos viales. Este estudio fue cuantitativo y experimental con diseño comparativo y explicativo. Los instrumentos de recolección de información incluyeron modelos computacionales basados en redes neuronales artificiales (ANN) y en el método de máquinas de soporte vectorial de mínimos cuadrados (LS-SVM). De los resultados se evidenció que los modelos basados en inteligencia artificial ofrecen mayor precisión y seguridad en la predicción de las propiedades del asfalto, así que como una mejor capacidad para optimizar el proceso de producción de mezcla asfáltica. A diferencia de las mesclas tradicionales estos enfoques demostraron un desempeño superior en la identificación de parámetros óptimos de mezcla y en la evaluación del comportamiento del pavimento. Dando a comprobar que la

23

implementación de modelos de inteligencia artificial constituye una herramienta eficaz para la sistematización y optimización del proceso de producción de mezclas asfálticas, contribuyendo significativamente a mejorar la Resistencia y mayor seguridad en los pavimentos viales.

Figura 5 Aplicación técnicas de IA

Fuente: (Uaissova y Zharlykassov; 2024)

Chamba et al. (2023) en tu tesis **"Plan de manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) para la planta asfáltica del cantón Loja, Ecuador** presentó una propuesta de gestión sostenible de los residuos generados por el sector de la construcción, enfocándose en su reaprovechamiento para la producción de nuevos concretos y asfaltos. . La investigación fue de tipo cualitativa, propone que abarca desde la planificación, recolección, traslado, segregación, almacenamiento, reprocesamiento, hasta el seguimiento y control de los residuos. Los resultados demostraron que el asfalto reutilizado puede incorporarse en nuevas mezclas hasta en un 40%, lo que representa un avance significativo en términos de viabilidad y efectividad de recursos. Asimismo, se observó que la ausencia de procedimientos estandarizados y de monitoreo continuo genera ineficiencias funcionamiento, reforzar la generación de residuos y aumentar los costos de producción.

En conclusión, el reaprovechamiento de RCD en la producción de mezclas asfálticas requiere de **mayor control técnico,** especialmente en los procesos de dosificación, selección de materiales y

seguimiento de las variables de producción. Este artículo respalda directamente tu tesis porque demuestra que la falta de dirección técnica y monitoreo continuo en las plantas asfálticas genera incompetencia, aumento al desperdicio de materiales y penuria para garantizar la calidad del producto final.

Figura 6 Manejo de residuos de construcción y demolición (RCD)

Fuente: (Chamba et al; 2023)

Díaz et al (2021) en su tesis **"Plan de acciones de manejo ambiental para la mitigación de impactos ambientales de la Planta de Asfalto PC-3, de Consolación del Sur"** se planteó el objetivo de proponer un plan de acciones de gestión ambiental que contribuya a mitigar los impactos negativos generados por el funcionamiento de la Planta. Estos investigadores perfeccionan su estudio bajo a un enfoque descriptivo y aplicativo y de diseño analítico. La muestra estuvo conformada por 42 empleados y 10 viviendas cercanas a la planta así como información de la producción. Los resultados demostraron que la producción genera una sensación ambientales significativos, especialmente emisiones gaseosas que afectan la calidad del aire y la salud humana. Se puede decir, que las acciones de un plan de gestión ambiental bien estructurado son fundamentales para transformar el comportamiento del personal y de la comunidad, provocando una mitigación real de los impactos ambientales producidos por la planta de asfalto. Este artículo muestra como problema principal la obsolescencia tecnológica de la planta, el consumo de combustibles no recomendados por el fabricante, y la carencia de capacitación ambiental entre los trabajadores. Como respuesta, se propone un plan de cometido ambiental estructurado en cinco ejes: ilustración y constitución en cultura ambiental, fomento

25

de buenas prácticas ambientales, integración empresa-comunidad, introducción de producciones más limpias, y mejora continua del sistema de gestión ambiental.

Figura 7 Manejo ambiental para la mitigación de impactos ambientales

Fuente: (Díaz et al; 2021)

26

Normativa y Reglamentación Internacional

Normativa Nacional:

• Decreto Supremo N° 745. Este decreto trata de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en plantas de asfalto, establece que los elementos de trabajo deben mantenerse en condiciones seguras de funcionamiento.

• Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018). Dicho manual normativo contiene normas, guías y procedimientos para el diseño de Carreteras, diseño vial en función a determinados parámetros, considerando aspectos de conservación Ambiental, seguridad vial coherentes con las especificaciones técnicas de construcción.

• Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013). Estas especificaciones son concordantes con las recomendaciones y exigencias establecidas por Instituciones Técnicas reconocidas Internacionalmente como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto, entre otros, ACI, etc. así también con las condiciones propias y particulares del Perú.

27

Normativa Internacional

• Norma ASTM D6927. Proporciona un método de prueba estándar para estabilidad y flujo de Marshall mezclas asfálticas, este método de prueba cubre la medición de la

Resistencia de probetas cilíndricas de mezcla asfáltica, esta prueba también para uso con mezclas asfálticas densas preparadas con ligante asfaltico con agregado de tamaño máximo de hasta 1 pulg.

• Norma de EPM NC-MN-OC05-2 Sub-bases y bases para pavimentos. Esta norma aplica para la colocación, conformación y compactación de capas de materiales granulares destinados a servir como sub-base estructural para el pavimento.

• Norma ASTM D 4318/ AASTHO T 89: Esta norma muestra los métodos de prueba estándar para límite líquido y plástico, asi como los valores del contenido de agua de los suelos, por lo tanto, se debe prestar especial atención a los suelos de un entorno marino o de otras fuentes donde pueden estar presente altas concentraciones de sales salubres y considerar cuidadosamente el grado en que las sales presentes en estos suelos se diluyen o concentren.

Capitulo II

Objetivos y Soluciones

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un Sistema Mecatrónico Automatizado para la Producción de Mezclas Asfáltica en la planta móvil MAGNUM TERREX-140TH.

Objetivos específicos:

OE1. Determinar nuevos componentes y dispositivos electrónicos como celdas de carga, plc, CPU, pantalla para la nueva integración del proceso de Producción de Mezclas Asfáltica

OE2. Elaborar los planos de la integración eléctrica, electrónica y mecánica para la automatización de la Producción de Mezclas Asfáltica.

OE3. Desarrollar el código de programación en el controlador lógico programable para la automatización de Producción de Mezcla asfáltica.

OE4. Elaborar el diseño y programación de la interfaz HMI – PANTALLA para el control, supervisión y dosificación de los insumos para la producción de mezcla asfáltica.

Planteamiento de Soluciones

Soluciones alternativas

Solución N° 1. Al comenzar con el dimensionamiento de nuestros componentes electrónicos para la automatización procedemos ah validar nuestras entradas digitales y análogas, quisimos optar por un plc logo v8 y sus módulos de entradas-salidas análogas para conectar la señal de corriente-voltaje que nos entregan los transductores de celdas de carga. Este sistema no nos pareció el adecuado ya que el controlador logo no cuenta con la capacidad de memoria, robustes ni con una interfaz gráfica indicada para la aplicación, por tanto, no es una opción viable.

Solución N° 2. Se propuso en esta solución realizar toda la automatización con equipos siemens tanto el controlador lógico programable PLC - S71200 modelo 1215 como su interfaz gráfica HMI KTP1500 y sus módulos de ampliación correspondiente todo conforme el dimensionamiento solo implicada 2 módulos de ampliación uno de entradas y otro de salida pero verificando temas de presupuestos el costo de equipamiento era muy elevado por lo cual optamos por ver otra opción en paralelo con equipos que estén a la altura del proyecto.

Solución N° 3. En esta solución planteamos la automatización con el controlador siemens s7-1200 modelo 1215 pero con una interfaz gráfica de una PC - PANTALLA 19" y para la ampliación de los módulos de entradas-salidas análogas por costos y diseño del gabinete utilizamos un módulo profinet de interfaz IM155 para versión Smart de esta manera poder

reducir costo tanto en interfaz como módulos de ampliación mas aun con los modelos UN200 SMART de la marca UNIMAT.

Solución Elegida y Justificación

Justificación:

De las tres soluciones planteadas anteriormente, cada una presenta una alternativa distinta para

Solucionar nuestra problemática y dar marcha a nuestra solución de automatizar la planta de asfalto que actualmente solo funciona de manera manual.

Se optó por implementar la Solución Tres ya que esta cumple con los requisitos de nuestro sistema tanto en la buena visualización del operador, mejores condiciones de trabajo y costos, equipamiento de garantía y robustes industrial para nuestra automatización.

El proceso será controlador por un PLC SIEMENS S71200 – 1215C , con su interfaz

grafica PC-PANTALLA 19” que será instalado en el gabinete de control de la maquina , estos se comunicaran por medio del protocolo de comunicación profinet ip , como también con la interfaz IM155 en la cual se pueden conectar hasta 8 módulos de ampliación de la versión UN SMART de unimat , de esta manera mejoramos tema de espacios , diseño y mejores costos.

Los módulos de ampliación conformaran uno de 8 entradas análogas modelo UN 288-3AE08- 0AA0 y uno de 4 salidas análogas modelo UN 288-3AQ04-0AA0, 4 de las 8 entradas analógicas gestionaran

las señales de las celdas de carga mediante el transductor DY510, para de esta manera poder controlar el motor de las fajas de dosificación mediante la referencia analógica ingresada al variador de frecuencia, el porcentaje de dosificación se realizará de acuerdo al requerimiento de la mezcla asfáltica y será maniobrada desde el gabinete de control mediante la interfaz gráfica de visualización desarrollada en la PC- PANTALLA 19” mediante el PLC SIEMENS S7-1200.

Ventajas Comparativas:

Tabla 1 Ventajas Comparativas.

Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto

Figura 8 Planificación de tiempo y actividades

Nº Responsable Requerimiento Funcional Acciones Acciones Recursos entregable tiempo s1 s2 s3 s4 s5 s6 s7 s8 s9 s10 s11 s12 s13 s14 s15 s16

Visita a planta Verificación del funcionamiento, manual de la planta Verificación del Tablero Eléctrico y Cableado Dimensionamiento de la automatizacion Verificación de planos eléctricos - estructuras

Diseño de nuevo Plano Eléctrico Ingeniero eléctricista para el diseño de los planos

Diagrama electrico y unifilar Dimensionamiento del programa y señales análogas

Ingeniero integrador para programa fuente Diagrama unifilar

Selección de dispositivos eléctricos(llave terno mágnetica, diferenciales, contector, rele) para tablero según diagrama celdas de carga, plc, modulos de ampliacion, fuente.

Fichas tecnicas de equipos

Selección de materiales Cable, borneras, cintillos, terminales

Proforma de cotizacion de materiales Selección de herramientas de poder y manuales taladros electricos, destronilladores, alicates, llaves mixtas, etc Selección de Equipos de iluminación según características requeridas para el campo deportivo Corte de energía y Aplicar bloqueo de energía aislar todo tipo de energía electrica Montaje de componentes electricos en tablero de control y cableado de sensores analogos

Energización del circuito eléctrico Funcionamineto tablero de distribución Encendido y funcionamiento automatico desde pc hmi

Manual de operaciones del sistema Entrega del proyecto Presentación informe, firma Acta de Conformidad

1 Semana

2 Semana

1 Semana

5

3

Instalación de equipos de automatizacion **4** OMAR CRUZ TORRES / ELI RICO

IMPLEMENTACIO N

OMAR CRUZ TORRES / ELI RICO ADQUISICION

Supervisor

Tecnicos mecatronicos Supervisor

Firma de Acta de Conformidad

Ficha de garantia de un año

Prueba de funcionamineto- entrega de proyecto

OMAR CRUZ TORRES / ELI RICO

PRUEVAS DE FUNCIONAMIEN TO

Reporte del montaje de equipos

Instalación de controlador y plc hmi

Supervisor ing.electricista

Personal capacitado electricistas 3

Tecnico electricista

Materiales

Adquisición de equipos, accesorios y componentes eléctricos

Conformidad de Instalación

Dimensionamiento de tablero de distribución y control

2 OMAR CRUZ TORRES / ELI RICO DISEÑO

Ampliacion y migracion de controlador logico programable y peroferia

2 Semana

Plan de Trabajo SISTEMA MECATRONICO PARA LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA

1 OMAR CRUZ TORRES / ELI RICO ANALISIS Visite técnica a planta de asfalto

Tecnicos mecatronicos Supervisor ing.mecatronico

Informe de visita a planta de asfalto

1 Semana

33

Marco Teórico

Para la ejecución del presente proyecto de automatización se ha recurrido al estudio de conceptos fundamentales de control de procesos, procesamiento de señales analógicas, celdas de carga, actuadores y programación de controlador lógico programable siemens S7-1200. Toda información recopilada de fuentes confiables y conocimientos adquiridos en mi carrera y experiencia laboral utilizando las herramientas y softwares actuales aplicables actualmente en los entornos de producción industrial.

El sistema está basado en un controlador lógico programable PLC Siemens S7-1200, modelo 1215 el cual es el encargado de procesar y mostrar toda la información del proceso en su interfaz gráfica. Este dispositivo recibe señales de corriente 0-10v o 4-20Ma del transmisor de las celdas de carga, de esta manera escalar sus valores y poder tener un control preciso del funcionamiento de los motores de las fajas de dosificación de cada una de las 4 tolvas de agregados (piedra 3/8, piedra ¼ , arena gruesa , arena fina y cemento) de acuerdo a la dosificación requerida por el operador mediante la referencia ingresada en los variadores de frecuencia.

El operario interactúa con el sistema mediante una pantalla de 19 pulgadas donde indica los porcentajes de dosificación en Th/hr mediante el algoritmo desarrollado en el programa y la formula de calculo indicada por el fabricante.

La programación se realizó en el entorno TIA Portalv20, utilizando el lenguaje Ladder y bloques de funciones, los cuales son ampliamente utilizado en la industria.

Además, se utilizaron herramientas y softwares de desarrollo como WinCC Advance para simular la interfaz gráfica en la pantalla, Cade Simu y Autocad eletric para el

34

diseño de los circuitos eléctricos – electrónicos y WindowMaker para el diseño del sistema mecánico.

El sistema automatizado fue diseñado por cuatro etapas:

El desarrollo de la filosofía de control para el nuevo sistema automático

mediante la información recopilada al operador sobre el funcionamiento de la máquina en modo manual.

Instalación de transductores y las celdas de carga e identificación de las señales digitales-análogas de control del tablero para su adaptación al nuevo PLC, ya que todo el sistema de pesaje de la maquina se encuentra inoperativo por lo tanto funciona solo de modo manual a través de la referencia analógica que le entregan los potenciómetros a cada uno de los variadores de frecuencia.

Ejecutar el desarrollo de la programación en el controlador lógico programable y diseño de la interfaz gráfica de la pantalla ya que esta no se encuentra operativa, se opta también por una pantalla de 19 pulgadas para la óptima visualización del proceso.

Como última etapa se considera la adaptación mecánica a la planta de asfalto, colocando transporte tipo tornillo sin fin el cual moviliza el producto residual restante (merma) acumulado en la parte interna de la tolva de filer tipo polvillo para ser expulsado del proceso, ya que actualmente de acuerdo a la aplicación requerida no permiten reutilizar la merma.

Marco Conceptual

El presente proyecto se desarrolló con el objetivo de retomar la funcionalidad automática de la planta procesadora de asfalto Magnum Terrex-140th, realizando la automatización del sistema de pesaje y el control las cargas correspondientes para el funcionamiento de dicho sistema, desde el monitoreo de los pesos, control de fajas y la dosificación mediante su interfaz gráfica desarrollada en su pantalla.

Para ello, se aplicó la filosofía de control mediante ingeniería inversa realizada a la planta dosificadora de asfalto mediante su funcionamiento en modo manual, también nos apoyamos en la metodología de investigación documentada basándonos en información, análisis y uso de datos técnicos confiables proveniente de los manuales de fabricantes, normativas técnicas industriales, artículos y material académico.

Esta investigación permitió diseñar, programar y simular un sistema automatizado para la etapa de dosificación de la planta de asfalto, lo cual nos permite contar con los

certificados de calibración del sistema de pesaje, permitiéndonos cumplir con las normativas técnicas requeridas por proyectos de alta envergadura.

Durante el desarrollo del proyecto, se siguió un enfoque práctico, partiendo de la identificación del problema: Lograr que el sistema de pesaje y dosificación de planta de asfalto Magnum Terrex-140th logre funcionar nuevamente en modo automático, sabiendo que por el año fabricación de la maquina 2007-2008 , sus equipos y sistema de automatización se encuentra inoperativo y obsoleto.

A partir de ello, se definió una secuencia de trabajo la cual se fue desarrollando de acuerdo a los tiempos de nuestro diagrama.

Iniciamos con realizar la filosofía de control de la planta de asfalto mediante su funcionamiento en modo manual el cual consiste en la dosificación por medio una señal de voltaje proveniente de un potenciómetro esto sirve de referencia para el control de la velocidad del motor de la faja dosificadora, el cual es controlado por un variador de frecuencia.

Dimensionamiento de los nuevos componentes electrónicos de automatización para realizar una correcta instalación y migración de dicho sistema.

Elaboración de los planos eléctricos basándonos en los documentos y planos antiguos anexados de la máquina para los cuales tenemos anexo.

Programar el controlador lógico programable e interfaz gráfica en la pantalla para el óptimo funcionamiento del sistema de pesaje y dosificación de la planta de asfalto.

Realizar el diseño mecánico requerido para la actualización del sistema de producción el cual nos permite retirar del proceso el material acumulado de merma para de esta forma no ser recirculado en el sistema nuevamente.

El trabajo de automatización se realizó utilizando herramientas como:

• Cade Simu, para el diseño del circuito eléctrico de control y fuerza. • Autocad electric ,para los circuitos electrónicos. • TIA Portal, para la programación del PLC Siemens S7-1200 • WinCC Advance, para la interfaz gráfica del sistema de pesaje. • WindowMaker, para el diseño de adaptación del sistema mecánico.

Estado de la Tecnología

PLC. (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico utilizado para automatizar procesos industriales. Funciona como una computadora especializada que recibe señales de entrada provenientes de sensores y otros dispositivos de campo, las interpreta según un programa previamente configurado y envía señales de salida para

controlar actuadores.

Figura 9 PLC S7-1200 CPU 1215C AC/DC/RLY

Fuente: (Siemens, s.f)

IM155 (módulo de comunicación profinet) este dispositivo cumple la función **de interfaz esclavo PROFINET** para sistemas de ampliación compatible con PLCs Siemens S7-200 Smart y programable en TIA Portal -STEP 7, con dimensiones compactas) y alimentación de 24V DC, siendo una alternativa económica y compacta a soluciones Siemens.

Figura 10 Profinet IM 155 / UN 155-1PN01-0AA0

Fuente. https://unimatperu.com.pe/producto/im155-profinet-module-programable- en-tia-portalstep7/

MODULO DE AMPLIACION. (entradas analogas) este módulo de la línea de smart de Unimat , es un componente de ampliación de controladores lógicos programables diseñado como reemplazo compatible para el módulo Siemens modelo 200 Smart que permite recibir señales analógicas (voltaje o corriente) de sensores y convertirlas en datos digitales para ser procesados por controlador , con 8 canales y resolución de 12 bits.

Figura 11 AE08 8AI - 288-3AE08-0AA0

Fuente. https://unimatperu.com.pe/producto/ae08-8ai/

MODULO DE AMPLIACION(salidas análogas) este módulo de la línea de smart de Unimat , es un componente de ampliación de controladores lógicos programables diseñado como reemplazo compatible para el módulo Siemens modelo 200 Smart que permite entregar señales analógicas (voltaje o corriente).

Figura 12 AQ04 4AO - UN 288-3AQ04-0AA0

https://unimatperu.com.pe/producto/aq04-4ao/

39

PANTALLA -HMI (interfaz hombre – maquina) Esta pantalla a través de la interface grafica desarrollada en el software winn CC advance permite al operador realizar acciones como encender, apagar equipos, ajustar parámetros y monitorear variables del sistema de pesaje.

Figura 13 MONITORSAMSUNGLS19A330NHLXP

Fuente. Samsung

. (unidad de procesamiento central) es la unidad encargada de procesar y almacenar toda la informacion de la computadora, en su memoria de almacenamiento se cargada el software wincc advance para desarrollar nuestra interface.

Fuente. NVIDIA.

40

SISTEMA DE PESAJE CELDAS. (celdas de carga) la celda de carga tipo S de la marca Mavin modelo NS1, tiene una capacidad nominal de 100 kilogramos, diseñada para aplicaciones de pesaje industrial que miden fuerzas de tracción y compresión, como en básculas de tolva, básculas de grúa o balanzas de tipo gancho.

Figura 14 MAVIN NS1-100KG

Fuente. https://es.mavin.cn/steel-alloy-s-beam-tension-load-cell-ns1_p41.html

TRANSDUCTOR. (Amplificador de señal) este dispositivo nos permite recibir de voltaje en milivoltios que nos entrega la

celda de carga para amplificarla a unas señales analógicas (0-10v o 4-20mA) las cuales serán compatibles con nuestro módulo de ampliación AE08 para posteriormente escalado por el controlador lógico programable.

Figura 15 Transductor DY150

Fuente. https://esp.grandado.com/products/dy510-4-20ma-sensor-de-pesaje-de- celulas-de-carga-amplificador-transmisor-de-senal-amplificador-transmisor-de-peso-de- amplificacion?srsltid=AfmBOoqCA1SfoAIJLXhlZKr5nWtzsKY36yWHs5V0esLbDNrQg fsIkXVw

41

ESTABILIZADOR. Es dispositivo cumple la función de regulación automática de voltaje para protección de la computadora ante irregularidades en la tensión eléctrica, esencialmente en las áreas caracterizadas por fluctuaciones frecuentes de voltaje , esto garantiza una energía pura y estable para las cargas.

Figura 16 Estabilizador forza fvr-2202

Fuente. https://www.forzaups.com/es/productos/interna/FVR-1222USB-esp/

FUENTE DE ALIMENTACION.

La fuente de alimentación estabilizada SITOP PSU100S. Es una unidad SITOP smart monofásica de suministro CA de alto rendimiento con salida de 24V/5A. Es una unidad monofásica de suministro AC de alto rendimiento con salida de 24V/5A. Esta fuente de alimentación puede gestionar continuamente 120% de la potencia nominal con un alto grado de eficiencia, lo que garantiza un bajo consumo de energía y una pérdida de calor mínima en el armario eléctrico

Figura 17 6EP1333-2BA20 – Siemens

Fuente. Siemens

42

Llave termomagnética

Es un dispositivo de protección que corta el flujo eléctrico basado en calor y magnetismo para actuar. Su función proteger los circuitos y aparatos eléctricos contra sobre corrientes y cortocircuitos. Vienen con diferentes curvas de disparo (B, C, D) dependiendo de lo que alimentan, y los hay de 1, 2, 3 o 4 polos lo que garantiza un bajo consumo de energía y una pérdida de calor mínima en el armario eléctrico

Figura 18 Llave térmica Easy 9 2P MCB C10

Fuente. Schneider

Llave diferencial

Es un dispositivo de seguridad que resguarda a los usuarios frente a electrocuciones por descargas eléctricas inesperada a tierra. Su función es identificar cualquier disparidad entre la intensidad que ingresa y la que egresa del circuito eléctrico; en caso de detectar una derivación, corta al instante el flujo de electricidad en el circuito.

Figura 19 Llave diferencial

Fuente. Schneider

43

CONTACTOR

Un **contactor** es un dispositivo electrónico que puede establecer o interrumpir la corriente eléctrica a distancia permitiéndonos de esta manera aislar los circuitos de control y fuerza. Es decir, un contactor es un aparato que sirve para abrir o cerrar un circuito sin necesidad de tener contacto físico, controlando a distancia su bobina la cual mediante el magnetismo acciona un mecanismo para su funcionamiento.

Figura 20 CONTACTOR

FUENTE. SCHNEIDER

GUARDAMOTOR

Es un componente que está diseñado para detectar sobrecargas, cortocircuitos y otras condiciones que pueden dañar a un motor eléctrico y/o representar un riesgo en cuanto a su funcionamiento y seguridad cumpliendo así su función de protección monitoreando la corriente eléctrica con la que trabajan las bobinas del motor.

Figura 21 Guardamotor

MOTOREDUCTOR

Se trata de un sistema que funciona con un motor eléctrico y un reductor de velocidad en estructura compacta. Su objetivo primordial es producir un movimiento rotativo a una de menor velocidad, con una fuerza incrementada, facilitando el traslado de objetos de gran peso con mayor precisión y torque, lo que permite movilizar cargas pesadas o controlar desplazamientos con mayor precisión.

Figura 22 Moto reductor

Fuente. ursaimport

TRANSPORTADOR DE TORNILLO TUBULAR

Este es una pieza mecánica con un tornillo sin fin interno que transporta material de distintos tipos, también puede utilizarse para la salida de sistemas de almacenamiento, acoplándose a tolvas o mezcladores, con transportador de tornillo y paso inicial reducido. Accionado por un motorreductor y con rodamientos intermedios según longitud

Figura 23 Transportador de tornillo tubular

Fuente. Grupo idugel

Capítulo III

Descripción General del Proyecto

El proyecto consiste en un sistema automatizado de pesaje y dosificación que está basado en un controlador lógico programable PLC Siemens S7-1200 y una computadora para su interfaz gráfica. El PLC es el encargado de procesar toda la información del proceso de pesaje y dosificación por medio de los sensores de peso y mostrarla en la interfaz gráfica. Esto nos garantiza un sistema autónomo y preciso lo cual es el objetivo de este proyecto. **Etapa de inicio:** Luego de realizar el encendido del grupo electrógeno y

energizar la planta procesadora de asfalto, el proceso comienza con el llenado de las cuatro tolvas de dosificación cada una con un agregado diferente (piedra 3/8, piedra ¼ , arena gruesa , arena fina y cemento) .

Figura 24 Llenado De tolva

Figura 25 TOLVAS DE AGREGADOS

https://www.cowdinsa.com/wp-content/uploads/2017/07/TEREX-MAGNUM-140.pdf

Etapa de dosificación y pesaje: Luego de llenar las tolvas con los agregados correspondientes, procedemos a arrancar el motorreductor de las fajas dosificadoras, que de acuerdo a la frecuencia entregada por el variador podemos controlar su velocidad y revoluciones por minuto, para de acuerdo a la formula entregada por el fabricante se determine la variable de escalamiento(25th/20hz) adecuada para tener un cálculo de la dosificación en la interfaz gráfica.

Figura 26 Faja sin agregado

Se puede observa la faja vacía en el plano mecánico, que luego del movimiento de la faja dosificadora en forma de V con rodillos, por medio de los mecanismos acoplados al motorreductor, esta logra llenarse de material y dosificar a la faja transportadora.

Figura 27 Faja con agregado

https://www.cowdinsa.com/wp-content/uploads/2017/07/TEREX-MAGNUM-140.pdf

En esta etapa de dosificación los motorreductores cumplen la función principal de genera el movimiento mecánico necesario para las fajas dosificadoras las cuales incrementan y disminuyen la dosificación con respecto a su velocidad.

Figura 28 motorreductores

Luego de que las celdas de carga detectan el material en la faja dosificadora, el plc envía la señal analógica al variador de frecuencia para que la tome como una referencia y genera una frecuencia de salida adecuada para el tipo de dosificación que se necesita, previamente realizado el calculo de escalamiento en el controlador lógico programable.

Figura 29 Variador de frecuencia

La etapa de pesaje cuenta con celdas de carga tipo S la cual su funcionamiento es por tracción, de esta manera cuando la tolva llena la faja dosificadora en forma de V con rodillos, el sistema de control confirma que contiene agregados lo cual muestra en la interfaz grafica y da paso al movimiento de las fajas.

Figura 30 Faja en V Rodillos tubulares

Figura 31 Celda de carga

Etapa de instrumentación: Luego de tener las fajas dosificadoras con los agregados correspondientes, las celdas de carga envían su señal de rango en mV , para ello necesitamos un transductor de celda de carga el cual amplificara la señal en una salida de 0 a 10v o 4 a 20 mA la cual podrá ser procesada por nuestro PLC.

Figura 32 Transductor De celda de carga

Etapa de mezclado y secado: Esta correa lanza los agregados áridos directamente al tambor mezclador- secador, luego que las cuatro fajas dosificadoras inyecten su material, previamente controlado por el sistema de pesaje automatizado.

Figura 33 Correa transportadora

50

En esta etapa de mezclado y secado en tambor pieza mas grande del sistema cumple ambas funciones a la vez, la primera de mezclar todos los agregados áridos dosificados en su interior mediante las fajas y también el proceso de secador mediante su perfecta distribución de aletas las cuales impiden que el material caiga sobre el fuego que entrega el quemador.

Figura 34 Tambor de mezclador secador

51

Etapa final: En esta etapa el elevador inclinado retira la mezcla del tambor mezclador – secador para mediante sus mecanismos de sistema Drag Mixer cada uno con dos aletas, darle posteriormente darle altura y apertura a su compuerta neumática para cargar de material a los camiones que se posicionan en la parte inferior del elevador inclinado.

Figura 35 Conexión de elevador a tambor

Se observa el elevador inclinado el cual cumple la función de transportar la mezcla de la planta de asfalto y dosificar de manera directa en los camiones de carga.

Figura 36 Estructura de elevador

52

Cálculos Previos y Consideraciones de Diseño

Para el sistema automatizado de pesaje y dosificación utilizamos como sensor de peso

una cela de carga independiente para cada una de las tolvas, ya que contamos con sistema

de pesaje por tracción utilizaremos la celda de carga tipo S modelo NS1-100KG de la

marca MAVIN la cual cuenta con un recubierto en níquel que maximiza su

resistencia al arrastre, cuenta con ip67-68 ofreciendo una máxima eficiencia y

durabilidad.

Ya que nuestro sistema de pesaje maniobra entre 50kg y 70kg, se utilizó una celda

de rango 0 – 100 kg con una salida de 2.0mV / 3.0Mv.

En la etapa de instrumentación contamos con el sensor mencionado el cual nos entrega un voltaje de 2.0Mv / 3.0Mv esta señal análoga en milivoltios es amplificada por el transductor modelo DY150 el cual nos entrega a su salida una señal analógica (0-10v o 4-20mA) compatibles con nuestro módulo de ampliación de entradas analógicas.

53

En el dimensionamiento para la automatización tomamos en cuenta la cantidad de variables análogas y digitales para el funcionamiento del sistema de pesaje automático, las cuales constan de 6 entradas digitales, 9 salidas digitales, 8 entradas analógicas y 4 salidas análogas , para las conexiones en el gabinete de control y fuerza por diseño se necesitaba aislar los módulos de ampliación del controlador lógico programable para lo cual utilizamos una estación remota IM155 con interfaz profinet la cual nos permite ampliar hasta 8 módulos de expansión y conectarla por comunicación con el controlador maestro plc s7-1200 / 1215C.

54

Para nuestra interfaz gráfica tomamos en cuenta la buena visualización para el control y monitoreo del operador por lo cual. Contamos con una pantalla de 19pulgaadas. En cuanto a la capacidad tomamos en cuenta los requerimientos del software wincc advance-run time el cual se instalará en la computadora, para ello utilizamos un procesador core-i10 de 12generacion y un almacenamiento de 500Gygabits.

En la etapa de automatización para hallar el valor de relación que usaremos en nuestra

variable de escalamiento para nuestro sistema de dosificación, utilizamos la fórmula para

el cálculo de TPH en el diseño del sistema de la faja transportadora.

55

W muestra = Muestra de peso contenido de material en metro de faja en Kg.

V faja = Velocidad de la faja (m/s).

3.6 = variable de factor de conversión de unidades.

V (velocidad)= L (longitud de faja) / T (tiempo en segundos)

V = 2.8m/ 2.5 s = 1.12 ms / 2.8metros = media de faja Transportadora

TPH = W muestra* V faja* 3.6

TPH = **6.2 kg** * 1.12ms* 3.6 FC / Faja dosificadora a 20HZ = 6.2kg por metro de faja T.

TPH = 24.99 T/H

Procesos metalúrgicos JC Min.pe

Para la movilización del material que se retirara producto de la merma del proceso de mezclado y quemador se utilizo un transportador tipo tornillo de 3metros x 6 pulgadas y un motorreductor de 5hp.

Diagramas de Bloque del Proyecto.

El siguiente diagrama de bloques representa la estructura de control del sistema, donde un controlador central PLC gestiona las señales de entrada y salida, permitiendo la interacción con el operador a través de una interfaz HMI.

Diagrama de bloque

Figura 37 Diagrama de bloque

Diagrama de Flujo del Proceso

A continuación, se mostrará el diagrama de flujo del proceso de asfalto representado de forma secuencial..

Figura 38 Diagrama de flujo del proceso de asfalto

58

Diagrama de flujo por etapas

El diagrama de flujo por etapas representa de forma general las fases principales del

proceso de asfalto.

Figura 39 Diagrama de flujo por etapas de proceso de asfalto

Especificación Técnica General

Tabla 2 Especificación Técnica del Sistema

ESPECIFICACIÓN DATOS

VOLTAJE DE OPERACIÓN 220/380 VAC - 24 VDC CONSUMO DE CORRIENTE 5 A aprox (sistema de automatizácion) POTENCIA TOTAL ESTIMADA 1.5kW PESO MÁXIMO SOBRE LA FAJA 50- 70kg DIMENSIONES 22m x 3.2m CPU DEL SISTEMA PLC Siemens S7 - 1200 CPU 1215C AC/DC/RLY PANEL DE VISUALIZADOS Pantalla 19" SENSORES UTILIZADOS Celda de carga PROGRAMACIÓN TIA Portal v20 - SETP 7 y wincc Advance CAPACIDAD DE VOLUMEN LLENADO 140 T/H

Especificaciones Técnicas de Componentes

Tabla 3 Descripción técnica PLC

Fuente: (Siemens, s.f.)

ALIMENTACIÓN: 230VAC ENTRADAS DIGITALES:

14x 24VDC

SALIDAS DIGITALES:

10x salidas de relé

ENTRADAS ANALÓGICAS:

2x 0...10 VCC (resolución de 10 bits)

SALIDAS ANALÓGICAS:

2x 0...20 mA (resolución de 10 bits)

MEMORIA:

100kB

PROGRAMA DE UTILIDAD:

Paso 7 Básico (LAD, FBD)

CONTADORES RÁPIDOS:

máximo 3 (100 kHz)

CONTROLADOR

PID con ajuste automático

ETHERNET

integrado - PROFINET

EXTENSIONES DE COMUNICACIÓN:

RS-232, RS-485

PLC S7-1200 CPU 1215C AC/DC/RLY

60

Tabla 4 Descripción técnica del E155- 1PN01 – 0AA0

Fuente: (Siemens, s.f.)

VOLTAJE 230VAC MODELO E155-1PN01-0AA0

DESCRIPCIÓN

Basado en el módulo de interfaz de estación esclava PROFINET de Ethernet VOLTAJE DE ENTRADA DE ENERGÍA 20,4-28,8 VCC CORRIENTE DE ENTRADA DE ENERGÍA 2A CONSUMO DE ENERGÍA 2W

Profinet IM 155 / UN 155-1PN01-0AA0

61

Tabla 5 Descripción técnica del AE08 8AI

Fuente:

(Siemens, s.f.)

ALIMENTACIÇÓN: 45 × 100 × 81 CONSUMO DE ENERGÍA: 1.5 W (máx) NÚMERO DE CANALES: 8 (AE08) ENTRADAS ANALÓGICAS: Voltaje, corriente VOLTAJE: 0-10 V CORRIENTE: 0–20 Ma RESOLUCIÓN CONVERSIÓN A/D: 27,648 – 27,648 MÁXIMA RESISTENCIA DE CARGA: Voltaje: 1 MΩ; Corriente: 250 Ω FRECUENCIA MÁXIMA DE ENTRADA: 50, 60, 100 Hz 25°C: ±0.1 % ± 0.2 % (-25°C a 55°C: ±0.2 % ± 0.3 %) TIEMPO DE MUESTREO: 625 µs (400 Hz)

MODELO DE ENTRADAS AE08 8AI

PRECISIÓN:

62

Tabla 6 Descripción técnica del AQ04 4AO

Fuente: *(Siemens,* s.f.)

Tabla 7 Descripción técnico de la fuente

Fuente: https://www.forzaups.com/es/productos/interna/FVR-1222USB-esp/

ALIMENTACIÇÓN: 24V CONSUMO DE ENERGÍA 2,1 W (sin carga) CONSUMO DE CORRIENTE (24 V CC) 75 mA (sin carga) NÚMERO DE CANALES DE SALIDA 4 TIPO Voltaje o corriente ALCANZAR ±10 V a 0~20 mA

RESOLUCIÓN

Modo de voltaje: 11 bits + bit de signo Modo actual: 11 bits RANGO DE ESCALA COMPLETA (PALABRA DE DATOS) Voltaje: -27,648 ~ 27,648 PRECISIÓN (25˚C / 0 ~ 55˚C) ±0,5% / ±1,0% de la escala completa

MODELO DE SALIDAS AQ04 4AO

MARCA Forza MODELO FVR-2202 CAPACIDAD 2200 VA / 1100 W VOLTAJE DE OPERACIÓN 220 V CONECTORES DE SALIDA 8 tomas de corriente

Estabilizador forza fvr-2202

63

Tabla 8 Descripción técnico del DY150

Fuente: https://esp.grandado.com/products/dy510-4-20ma-sensor-de-pesaje-de- celulas-de-carga-amplificador-transmisor-de-senal-amplificador-transmisor-de-peso-de- amplificacion?srsltid=AfmBOoqCA1SfoAIJLXhlZKr5nWtzsKY36yWHs5V0esLbDNrQg fsIkXVw

VOLTAJE DE ENTRADA: 15V – 30V DC

SALIDA ANALÓGICA: 0–10 V 4–20 Ma EXACTITUD: 0.05%

TERMINALES ETIQUETADOS COMO:

S+ / S− → Señal de la celda E+ / E− → Excitación de la celda Compatible con celdas de carga tipo puente (strain gauge)

ENTRADAS DESDE LA CELDA:

S+ → Señal positiva S− → Señal negativa E+ → Excitación positiva E− → Excitación negativa

SALIDA: I+ / I− → Salida de corriente (4–20 mA) V+ / V− → Salida de voltaje (0–10 V) ALIMENTACIÓN: P+ / P− → Entrada de energía DC

Transductor DY150

64

Tabla 9 Descripción técnica de la PC

Fuente: Samsung

Tabla 10 Descripción técnica Fuente de la PC

RELACIÓN DE ASPECTO 16:09 BRILLO (TÍPICO) 250 cd/㎡ TIEMPO DE RESPUESTA 5 (GTG） ÁNGULO DE VISIÓN (H/V) 90° / 65°R ELACIÓN DE CONTRASTE ESTÁTICO 600:1 (Typical) RESOLUCIÓN 1,366 x 768 TAMAÑO DE PANTALLA (CLASE) 19" PLANA / CURVA Plano TAMAÑO DE PANTALLA ACTIVA (HXV) (MM) 409.8 x 230.4

MONITOR samsung ls19a330nhlxpe característica

PROCESADOR (CPU) Intel Core i7 MEMORIA RAM

16 GB RAM

ALMACENAMIENTO

Disco duro (HDD): 1 TB

TARJETA GRÁFICA (GPU)

NVIDIA GeForce GT 610 – 2 GB

GPU de gama baja Suficiente para tareas básicas y algo de multimedia No recomendada para juegos modernos

CONECTIVIDAD

La caja indica WiFi integrado

GABINETE

Torre con ventiladores RGB frontales Panel frontal mallado para mejor flujo de aire

CPU Fuente. NVIDIA.

65

Fuente: NVIDIA.

Tabla 11 Descripción técnico del Mavin NS1-100KG

Fuente: https://es.mavin.cn/steel-alloy-s-beam-tension-load-cell-ns1_p41.html

Tabla 12 Descripción técnico del tornillo turbular

Fuente:

CARGA NOMINAL 100, 200, 250, 300, 500, 750, 1000 (kg) SALIDA NOMINAL 2,0 mV/V ±0,25 %; 3,0 mV/V ±0,25% SALDO DE PUNTO CERO ±0,0200 mV/V ERROR NO LINEAL 0,03% de ósmosis inversa ESTADO LATENTE 0,03% de ósmosis inversa REPETIBILIDAD 0,03% de ósmosis inversa DEFORMACIÓN EN 30 MINUTOS 0,03% de ósmosis inversa IMPEDANCIA DE ENTRADA 390 ±15 Ω IMPEDANCIA DE SALIDA 350 ±5 Ω IMPEDANCIA DE AISLAMIENTO ≥5000 MΩ (50 VCC) VOLTAJE DE EXCITACIÓN RECOMENDADO 5~12 VCC TENSIÓN MÁXIMA DE EXCITACIÓN 15 VCC RANGO DE TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO(-20~60°C) NIVEL DE PROTECCIÓN IP67 / IP68 MATERIAL Aleación de acero con niquelado

MAVIN NS1-100KG

Transportador de tornillo tubular La carcasa tubular cerrada proporciona la contención del producto Extructura de acero inoxidable

66

Tabla 13 Descripción técnico Fuente del PLC

Fuente: *(Siemens,* s.f.)

Tabla 14 Descripción técnica del Interruptor para circuito control

Fuente: (Schneider Electric, s.f.)

ENTRADA UNIVERSAL: 120 V AC / 230 V AC CORRIENTE DE ENTRADA: 2.34 A (a 120 V AC) SALIDA: 24 V DC / 5 A EFICIENCIA: 88%

PROTECCIONES INTEGRADAS:

Protección contra cortocircuitos y sobrecargas RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACIÓN: –25 °C a 70 °C

6EP1333-2BA20 - Siemens

GAMA Easy9

APLICACIÓN DEL DISPOSITIVO

Distribución Eléctrica Residencial y Comercial TIPO DE PRODUCTO O COMPONENTE Interruptor automático en miniatura NOMBRE CORTO DEL DISPOSITIVO Easy9 MCB POLOS 2P NÚMERO DE POLOS PROTEGIDOS 2 CORRIENTE NOMINAL (IN) 40 A TIPO DE RED CA TECNOLOGÍA DE UNIDAD DE DISPARO Térmico-magnético CÓDIGO DE CURVA C

Llave térmica Easy 9 2P MCB C10

67

Tabla 15 Descripción técnica del contactor

Fuente: (Schneider Electric, s.f.)

MARCA Schneider Electric LÍNEA / SERIE TeSys D

CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO TRIFÁSICO

Diseñado para: Maniobra de motores eléctricos Conmutación de cargas inductivas/resistivas Automatización y control industrial

3 POLOS PRINCIPALES (3P) (Terminales de potencia: L1 – L2 – L3 / T1 – T2 – T3)

CONTACTOS AUXILIARES 1 NA + 1 NC (1 normalmente abierto + 1 normalmente cerrado) CAPACIDAD DE CORRIENTE 9 A, 12 A, 18 A, 25 A, 32 A, 40 A, etc. TENSIÓN DE BOBINA 48 V AC/DC PARTE SUPERIOR: Entradas de potencia → L1, L2, L3 PARTE INFERIOR: Salidas de potencia → T1, T2, T3 FRONTAL: Contactos auxiliares (13/14 – 21/22)

CONTACTOR

68

Tabla 16 Descripción técnica de la llave diferencial

Fuente: (Schneider Electric, s.f.)

MARCA Schneider Electric LÍNEA Easy9 (EZ) NÚMERO DE POLOS 1 Polo (1P) TENSIÓN NOMINAL DE OPERACIÓN 230/240 V AC (típico para Easy9 de 1 polo) CORRIENTE NOMINAL (IN) 6A

CURVA DE DISPARO

Normalmente Curva C (apta para cargas generales) CAPACIDAD DE RUPTURA 4.5 kA o 6 kA según el modelo MONTAJE En riel DIN estándar INDICADOR DE ESTADO Palanca con indicador ON/OFF

APLICACIONES

Tableros domésticos Pequeñas instalaciones comerciales Pequeños circuitos derivados

Llave diferencial

69

Tabla 17 Descripción técnica del Guardamotor

Fuente: (Schneider Electric, s.f.)

PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA INTEGRADA Térmica (bimetálica)/ Magnética RANGO DE AJUSTE 4–6.3 A, 6–10 A, 10–16 A, 16–25 A CAPACIDAD DE RUPTURA 10 kA hasta 100 kA

TENSIÓN DE TRABAJO

Normalmente: 690 V AC (circuito de potencia) 50/60 Hz

NÚMERO DE POLOS

3P (trifásico) Entradas: L1, L2, L3 FUNCIÓN DE SECCIONAMIENTO interruptor ON/OFF para el motor.

ACCESORIOS OPCIONALES

Contactos auxiliares (NA / NC) Relé de mínima tensión

INDICADORES

Estado ON / OFF Estado de disparo (TRIP)

TIPOS DE MONTAJE

Riel DIN Placa base

APLICACIONES TÍPICAS

Bombas Ventiladores

Guardamotor

70

Tabla 18 Descripción técnica del motor reductor

Fuente:

Tabla 19 Descripción técnica del cable de control

Fuente: *(Promelsa, s.f.)*

COBRE RECOCIDO Cobre recocido PVC O XLPE PVC o XLPE PVC RESISTENTE A ACEITES Y ABRASIÓN PVC resistente a aceites y abrasión

APLICACIÓN:

Señales de mando Contactores Sensores Automatización CALIBRE: 16AWG

CABLE DE CONTROL 16 AWG (para señales y comando)

71

Tabla 20 Descripción técnica del cable de control apantallado

Fuente: (Promelsa, s.f.)

NÚMERO DE HILOS: 3 o 4 hilos (según celda de carga) CALIBRE TÍPICO: 18–22 AWG AISLAMIENTO: PVC, XLPE o PE

BLINDAJE (PANTALLA):

Malla trenzada de cobre O cinta aluminizada Reduce ruido electromagnético (EMI)

CONEXIÓN DE PANTALLA: Se conecta solo en un extremo (lado del controlador / PLC)

USO: Señales analógicas mV de celdas de carga Lectura precisa sin interferencias

VENTAJAS:

Alta inmunidad al ruido Estabilidad de medición Ideal para longitudes largas (25 m o más)

CABLE DE CONTROL APANTALLADO (Para celdas de carga, 3 o 4 hilos)

72

Tabla 21 Descripción técnica del cable de fuerza

Fuente: (Promelsa, s.f.)

Tabla 22 Descripción técnica del cable tierra

Fuente: (Promelsa, s.f.)

MATERIAL: Cobre

AISLACIÓN: THHN/THWN, XLPE, RHH/RHW (según exigencia del ambiente) CALIBRE: 10 AWG TENSIÓN 220 V / 380 V / 440 V RESISTENCIA TÉRMICA: 75°C – 90°C

APLICACIÓN:

Alimentación directa del motor Arrancador o guardamotor Tableros eléctricos

CABLE DE FUERZA (POTENCIA) PARA LA BOMBA

MATERIAL: Cobre electrolítico 99.9% AISLACIÓN: Normalmente sin aislamiento (desnudo)

CALIBRES TÍPICOS:

Residencial: 8 AWG – 6 AWG Comercial: 4 AWG Industrial: 2 AWG – 1/0 AWG

USO:

Conexión a pozo a tierra Unión equipotencial Disipación de fallas

VENTAJAS:

Excelente conductividad Alta resistencia a corrosión Buena disipación al terreno NORMAS: IEEE, NEC, IEC (según país)

CABLE DE PUESTA A TIERRA

73

Sistema Eléctrico -electrónico.

Sistema Eléctrico El sistema eléctrico constituye una parte fundamental del proyecto, ya que permite la correcta alimentación, protección y control de todos los dispositivos que integran el proceso automatizado. Está compuesto por elementos como protecciones eléctricas, fuente de alimentación, contactores, sensores, actuadores y el controlador lógico programable (PLC).

En el siguiente esquema se muestra la distribución del Esquema de Control y fuerza.

Esquema de Control.

Figura 40 Esquema de Control

74

Diagrama Celda de Carga

Figura 41 Celda de Carga

Diagrama de Inversor de Frecuencia

Figura 42 Inversor de Frecuencia

Figura 43 Inversor de Frecuencia 2

76

Figura 44 Inversor de Frecuencia 3

Leyenda de control.

Tabla 23 Leyenda Esquema de Control

Símbolo Descripción CA16 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 1 CA12 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 2 CA18 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 3 CA19 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 4 CA13 BOBINA CONTACTOR DE LA BOMBA DE ASFALTO CA39 BOBINA CONTACTOR DE LA CINTA TRAPORTADORA CA04 BOBINA CONTACTOR DEL TAMBOR MESCLADOR CA06 BOBINA CONTACTOR DEL ELEVADOR CA21 BOBINA CONTACTOR DEL COMPRENSORA F.M C10 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 1 C11 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 2 C22 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 3 C18 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 4 C06 CONTACTO DE COMFIRMACION LIGA DEL ELEVADOR C20 CONTACTO DE CONFIRMACION CINTA TRAPORTADORA

LEYENDA ESQUEMA DE CONTROL

77

Tabla de variables.

Tabla 24 Tabla de variables – Entradas y Salidas PLC

Esquema de Fuerza.

Figura 45 Esquema de Fuerza.

Tipo Dirección Nombre Variable Descripción ENTRADA %I0.1 C10 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 1 ENTRADA %I0.2 C11 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 2 ENTRADA %I0.3 C22 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 3 ENTRADA %I0.4 C18 CONTACTO DE CONFIRMACION TOLVA 4 ENTRADA %I0.5 C6 CONTACTO DE COMFIRMACION LIGA DEL ELEVADOR ENTRADA %I0.6 C20 CONTACTO DE CONFIRMACION CINTA TRAPORTADORA SALIDA %Q0.1 CA16 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 1 SALIDA %Q0.2 CA12 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 2 SALIDA %Q0.3 CA18 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 3 SALIDA %Q0.4 CA19 BOBINA CONTACTOR DE FAJA 4 SALIDA %Q0.5 CA13 BOBINA CONTACTOR DE LA BOMBA DE ASFALTO SALIDA %Q0.6 CA20 BOBINA CONTACTOR DE LA CINTA TRAPORTADORA SALIDA %Q0.7 CA04 BOBINA CONTACTOR DEL TAMBOR MESCLADOR SALIDA %Q1.0 CA06 BOBINA CONTACTOR DEL ELEVADOR SALIDA %Q1.1 CA21 BOBINA CONTACTOR DEL COMPRENSORA F.M

TABLA DE VARIABLES – ENTRADAS Y SALIDAS PLC

79

80

Leyenda de Fuerza.

Tabla 25 Leyenda de Fuerza.

Símbolo Descripción SG1 INTERRUPTOR LLL F0 RESISTENCIA LLL F3 FUSIBLE LLL C3 CONTACTOR LLL E3A DISYUNTOR LLL E3B DISYUNTOR LLL E3C DISYUNTOR LLL E3D DISYUNTOR LLL M3A FAJA TRASPORTADORA DE LA TOVA 1 M3B FAJA TRASPORTADORA DE LA TOVA 2 M3C FAJA TRASPORTADORA DE LA TOVA 3 M3D FAJA TRASPORTADORA DE LA TOVA 4 F7 RESISTENCIA LLL F5 RESISTENCIA LLL C7 CONTACTOR LLL C5 CONTACTOR LLL RT7 RELE TERMICO RT5 RELE TERMICO M7 BOMBA DE ASFALTO M5 TAMBOR MESCLADOR E10 DISYUNTOR LLL E11 DISYUNTOR LLL E12 DISYUNTOR LLL E18 DISYUNTOR LLL E20 DISYUNTOR LLL C10 CONTACTOR LLL C11 CONTACTOR LLL C12 CONTACTOR LLL C18 CONTACTOR LLL C20 CONTACTOR LLL INV1 VARIADOR DE LA TOLVA 1 INV2 VARIADOR DE LA TOLVA 2 INV3 VARIADOR DE LA TOLVA 3 INV4 VARIADOR DE LA TOLVA 4 M10 TOLVA 1 M11 TOLVA 2 M12 TOLVA 3 M18 TOLVA 4 M20 CINTA TRASPORTADORA CA06 DISYUNTOR LLL CA21 DISYUNTOR LLL C6 CONTACTOR LLL M6 EL ELEVADOR M21 COMPRENSORA F.M

LEYENDA ESQUEMA DE FUERZA

81

Sistema Mecánico

Figura 46 Diseño mecánico de la máquina.

82

Diseño mecánico de la implementación de transportador tipo tornillo.

Figura 47 Implementación de transportador tipo tornillo

83

Sistema de automatización programación e interfaz.

Programa Lógico.

Programación Network 1: MARCHA ARRANQUE VARIADORES

Network 2: TIMERS ARRANQUE FAJA

NETWORK 3: MANDO MANUAL FAJA 1

NETWORK 4: FAJA TOLVA 1 VFD

84

NETWORK 5: MANDO MANUAL FAJA 2

Network 6: FAJA TOLVA 2 VFD

Network 7: MANDO MANUAL FAJA 3

Network 8: FAJA TOLVA 3 VFD

85

Network 9: MANDO MANUAL FAJA 4

Network 10: FAJA TOLVA 4 VFD

Network 11: FAJA PRINCIPAL CONTACTOR

Network 12: MANDO MANUAL SECADOR

Network 13: SECADOR

86

Network 14: MANDO MANUAL ELEVADOR

Network 15: ELEVADOR

Network 16: MANDO MANUAL COMPRESOR

Network 17: COMPRESOR

Network 18: BOMBA ASFALTO VFD

87

Network 19: HABILITACION LECTURA PESAJE FAJAS 1 AL 4

Network 21: BLOQUE CONTROL LECTURA PESAJE

Network 24: RESET TOTALIZADOR GENERAL

88

Interfaz

Network 20: LECTURA PESAJES

Network 22: LECTURA MUESTREO PESAJE FAJAS 1 AL 4

Network 23: LECTURA TOTALIZADO PASAJE FAJAS 1 AL 4

84

Librerías Usadas.

TIA PORTAL V20

Librerías

BLOQUE (CTRL PESAJE)

Es un bloque de control que controla vasado en un diagrama de bloques de un controlador lógico programable del PLC, que gestiona y automatiza el proceso del pesaje y controla los materiales que se le fue asignado en la tolva.

Habilitación de Entradas (EN) :

Permite entrada de datos de peso en el sistema.

Control de Pesaje (CTRL PESAJE):

Gestiona el proceso de pesaje con la logica general del proceso, asegurando que se sigan los pasos correctos.

Lectura y Medición (Lectura Tolva, peso en medida):

Recibe y procesa los pesos que les informa los sensores de carga, convirtiendo la fuerza mecánica en señales eléctricas y valores digitales legibles.

Punto de Consigna (Sp pesaje):

Se utiliza en un solo valor de peso predefinido, para comparar con el peso actual medido y tomar decisiones de cuestión y como detener el ingreso de los materiales.

Totalización (Totalizador tolva):

Se encarga de acumular o registrar el peso total de ingredientes que fue registrado en el sistema, para

poder gestionar el inventario, controlar la calidad y localizar el producto programado.

Control de Lotes:

85

Mayormente verifican la identidad y rastrean para evitar errores humanos en la administración de materiales, garantizando que el material y la cantidad sean correspondientes para un lote especifico.

BLOQUE (CTU INT)

Es un contactor ascendente que sueles utilizarse en programación de Controladores Lógicos Programables. El termino “Int” hace referencia al tipo de datos utilizado para el valor entero, se utiliza para contar eventos o pulsos. Cada vez que la entrada detecta un flanco de subida, el valor actual del contactor se incrementa en uno, con el propósito de servir un seguimiento del numero de veces que ocurre un evento especifico en un proceso industrial, como contar piezas en una línea de producción.

CU:

Entrada de conteo, es el incremente del valor actual

R:

Entrada de reset, cuando se activa el conteo volverá a ser cero

PV:

Es el valor limitado que se debe alcanzar.

Q:

Cuando el valor limitado llega a pasar o a igualar el nivel preestablecido.

CV (Current Value):

Es el que va contando los enteros actualmente, el numero de veces

BLOQUE (TON TIME)

Es un temporizador con retardo a la conexión utilizado en la programación del PLC, se utiliza para retrasar la activación de una señal de salida después de que se activa una condición de entrada durante un tiempo predeterminado

86

IN:

Entrada del bloque pasa de estado 0 a 1

Q:

Es la salida, que se activara des puedes de que pase el tiempo preestablecido

T#8s (PT):

Tiempo preestablecido.

ET:

Muestra el tiempo transcurrido.

BLOQUE (SR)

Un bloque de función o bobina de Set/Reset, se encarga de funcionar el principal control del estado en una salida de manera que permanezca encendida o apagada hasta que se le de la orden contraria.

Set (Establecer):

La orden de mantenerse encendido aun si la entrada del inicio este desactivado

Reset (Restablecer):

Anular la primera orden, dejando que sistema se apague asta recibir otra orden

87

Firmware y Software

MFC CADe_SIMU:

Cade Simu. Se trata de un programa hecho a la medida para crear y mostrar cómo funcionan los sistemas eléctricos. Con él, se pueden dibujar diagramas de circuitos cableados y de automatización con autómatas programables.

En el proyecto, Cade Simu se usó para diseñar los esquemas eléctricos de fuerza y el de control.27

Se empleó la versión 4.0 de CADe_SIMU para la creación de los diagramas eléctricos y la simulación interactiva del proceso.

Figura 48 Logo Cade Simu

Fuente: (https://filehippo.com/, s.f.)

TIA PORTAL V20:

El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal). SE trata del programa de ingeniería de Siemens, creador para programar y simular sistemas automatizados. Este entorno integrado ayuda a diseñar y manejar de manera eficaz proyectos con PLC, IM155, EMA08, EMQ04 , variadores de frecuencia, servomotores, etc.

En este proyecto, se recurrió a TIA Portal para construir el programa en lenguaje Ladder, haciendo más fácil la creación de una secuencia de procesos en orden y también fácil de comprender. Su ambiente gráfico lo vuelve en un aplicativo que se puede aprender fácil mente ,ya que es capas de integrar múltiples componentes en una sola plataforma haciéndolo una de las herramientas claves para crear, configurar y simular nuestro proyecto automatizado.

Figura 49 Logo del Tia Portal v20

Fuente: (infoPLC, s.f.)

Auto CAD

Auto CAD. Se trata de un programa hecho para diseñar CAD 2D y 3D, proporcionado a arquitectos, ingenieros y profesores de la construcción, herramientas, etc.

En este proyecto, se recurrirá al Auto CAD para dibujar y anotar las medidas que se necesitaran para la instalación, también para automatizar su forma a dibuja ya instalado

Figura 50 Logo del Auto CAD

Fuente: (https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview)

Wincc advance. es un software de visualización de alto rendimiento para tareas sencillas de visualización orientadas a máquinas. Se puede utilizar como solución monousuaria para todas las aplicaciones de automatización.

En nuestro proyecto, se necesitará para almacenar datos, armar, controlar todas las mesclas a tiempo real con mas facilidad, con más rapidez.

Figura 51 Wincc advance

Fuente: (https://plmsisw.my.site.com/simatic-wincc-unified-runtime?cclcl=en_US)

90

Áreas Transversales de Impactos

Impacto Ambiental.

Es ambientalmente favorable, ya que las plantas automatizadas producen mezclas de mayor calidad con fórmulas y parámetros que van acorde a reglamentos ambientales y técnicos.

Adicionalmente contribuye a mejorar la calidad de materiales mesclados que se desperdician productos de error humano en la dosificación contribuyendo al preocupante compromiso ecológico.

Impacto Tecnológico

El sistema propuesto fomenta la implantación de tecnologías de vanguardia, con controlador lógico programable, módulos de ampliación y software actualizados los cuales brindan los veneficios necesarios para la innovación de nuestro proyecto respetando los estándares técnicos industriales.

Impacto Económico

Desde la perspectiva económica, el proyecto implica una inversión inicial moderada, que genera beneficios económicos significativos a largo plazo significativas a largo plazo, mayor velocidad de producción y ahorro en tiempo de horas hombre. La automatización del proceso de dosificación permite a la empresa manejar los recursos de manera óptima, ya que expande la productividad, evita los sobrecostos.

91

92

Análisis de Costos y Presupuestos

Costo de Equipamiento (hardware y software)

Tabla 26 Costo de Equipamiento

27 28 29 30

93

Costo de Estructura y materiales

Tabla Costo de Estructura

Costo de Recursos de Personal

Tabla Costo de Mano de Obra

Costo de Gestión y Otros

Tabla Costo de Adicionales

Cálculo de Presupuesto

Tabla Presupuesto Total

94

Capítulo IV: Operación y Mantenimiento

Manual de Usuario u Operación

Para el funcionamiento optimo y larga vida útil del sistema automatizado de mezcla asfáltica requiere de una operación responsable y un mantenimiento programado.

En este capítulo se explica cómo operar de forma correcta el sistema, así como las tareas de mantenimiento necesarias para garantizar la eficiencia y productividad del proceso asfaltico.

Este sistema automatizado para la mezcla asfáltica realiza el pesaje y dosificación de agregados de cada una de las tolvas mediante las celdas de carga para posteriormente ser mezcladas en la tolva giratoria, todo el sistema controlado por el PLC siemens y sus módulos de ampliación mediante su interfaz gráfica una pantalla de 19¨ en la cual el operador debe ingresar los valores de dosificación y producción para que empiece el proceso.

95

A continuación, se detallan las recomendaciones de seguridad, las instrucciones operativas y las estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo.

Consideraciones de Seguridad para la Operación

Consideraciones de Seguridad para la Operación

Seguridad Eléctrica

Protección de circuitos. Todos los dispositivos eléctricos (sensores, transductores

plc, computadora, variadores etc.) cuentan cada uno con su protección mediante llaves termomagnéticas, interruptores diferenciales y fusibles.

Etiquetado y señalización de cada bornera, cableado, interruptor debe estar debidamente identificado para facilitar la operación, diagnóstico y mantenimiento.

Protección para Operarios

Uso de EPP. El personal debe utilizar todos sus equipos de protección personal para trabajos eléctricos los cuales incluyen, lentes de seguridad, calzados y guantes dieléctricos, etc. durante la operación de la planta de asfalto.

Guías de protección. La faja transportadora cuenta con guías laterales ajustables para La calibración adecuada de las cuatro bajas transportadoras.

Zonas restringidas. Las áreas del sistema del tambor y tratamiento de aceite a temperatura deben debidamente protegidas y señalizadas.

96

Capacitación del Personal

Entrenamiento en seguridad. Se debe brindar formación regular al personal sobre el uso adecuado del software de interfaz gráfica desarrollado en Win cc Advance , calibración de sensores (en ocasiones) , manejo y monitorio de las señales de PLC y sus módulos de expansión . Conociendo también las condiciones de parada segura del sistema.

Simulaciones de emergencia. Se recomienda realizar simulacros periódicos para preparar al personal ante posibles fallas en el sistema, como cortes de energía, pérdida de señal de celdas o mal funcionamiento de los sensores, parada por falla en los variadores de frecuencia. Estas pruebas de simulación mejoran y facilitan al personal a reducir el tiempo de respuesta ante eventos críticos y minimizarán el riesgo de accidentes o pérdidas de agregados (insumos) en casos de fallas en plena producción.

97

Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha

La puesta en marcha del sistema automatizado de pesaje y dosificación de mezcla asfáltica se realiza a través de la interfaz gráfica del monitor de la computadora mediante en ingreso de los valores de producción requerida. El operario debe seguir una secuencia básica que encendido de los motores, luego de ello configurar los parámetros de dosificación, verificar

el correcto funcionamiento de los sensores de peso (celda de carga) y validar el buen

funcionamiento de todas las fajas.

Figura 52 Imagen de la parte interna del tablero de control

98

Componentes Parte interna y externa del tablero de control

Tabla 31 Tablero de Control

Operación de Sistema con la Pantalla HMI

Figura 53 Operación de Sistema con la Pantalla MI

84

Opciones y visualizaciones

Tabla 32 Opciones y Visualización en el HMI

85

Causas de Fallos y Solución en la Operación

Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación

Tabla 33 Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación

86

Proceso de Mantenimiento.

3

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

Tabla 34 Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

87

Materiales, Equipos y Herramientas

Tabla 35 Materiales, Equipos y Herramientas

88

Ficha de Mantenimiento Preventivo

Tabla 36 Ficha de Mantenimiento Preventivo

Nº ACTIVIDAD DETALLE DE VERIFICACIÓN/ACCIÓN ¿REALIZADO? 1 Inspección general Estado visual del equipo, estructura, cableado, tolva 2 Limpieza de componentes Sensores, PC 19", tablero 3 Revisión de conexiones eléctricas Bornes del PLC, contactores, celda y estado de PLC 4 Verificación funcional del sistema Entradas y salidas del PLC, visualización de interfaz grafica 5 Lubricación de elementos móviles Faja transportadora, engranajes y guías móviles. 6 Revisión de software y

parámetros HMI

Programa PLC y condiciones configuradas por el operador 7 Estado de funcionamiento de los motores en la interfas

Validación de su funcionamiento en el proceso

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DATOS DEL EQUIPO NOMBRE DEL EQUIPO: UBICACIÓN DEL SISTEMA: FECHA Y HORA DE INTERVENCIÓN: FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO: RESPONSABLE DE EJECUCIÓN:

Observaciones y Acciones Adicionales:

Próxima Revisión Programada:

Firma del Técnico Responsable: _____

si no

Semanal Quincenal Mensual Trimestral Anual

si no

si no

si no

si no

si no

si no

89

Mantenimiento Correctivo

Tabla 37 Mantenimiento Correctivo

90

Materiales, Equipos y Herramientas

Tabla 38 Procedimiento de Mantenimiento Correctivo

91

Ficha de Mantenimiento Correctivo

Tabla 39 Ficha de Mantenimiento Correctivo

PASO DESCRIPCIÓN 1 Inspección del Problema - Reporte del contactores, celda y estado del PC 2 Análisis de la Causa - Revisión del origen del problema (cable, fallos lógicos, presión, etc) 3 Aislamiento del Sistema - Desconexión del equipo para intervenir de forma segura

4 Reparación o Reemplazo - Sustitución de componentes o ajuste del sistema 5 Pruebas de Funcionamiento - Verificación completa del sistema reparado 6 Registro de incidencias - Documentar lo ocurrido, el diagnóstico y la solución 7 Revisión de Procedimientos - Evaluar posibles mejoras al plan preventivo

FICHA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

DATOS DEL EQUIPO NOMBRE DEL EQUIPO: UBICACIÓN DEL SISTEMA: FECHA Y HORA DEL FALLO FECHA Y HORA DE INTERVENCIÓN: TÉCNICO RESPONSABLE:

Observaciones y Acciones Adicionales:

Firma del Técnico Responsable: _____

Fechas:

RESPONSABLE OPERADOR

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

92

Conclusiones

Conclusión 1

Se determinaron los componentes y dispositivos electrónicos para la automatización de la planta móvil de asfalto. Se utilizó el PLC Siemens S7-1200 CPU 1215C DC/DC/RLY, una pantalla 19”, asi como sensores, transductores, módulos de periferia y ampliación. Todos estos elementos fueron seleccionados según su funcionamiento con el fin de obtener la compatibilidad e integración que requiere el sistema, cumpliendo con el objetivo planteado.

Conclusión 2

Se desarrollaron de manera satisfactoria los planos eléctricos correspondientes circuito de fuerza, control y periferia del controlador lógico programable del sistema de pesaje y dosificación. Esta recreación nos permite simular y definir cada función e interconexión de los distintos dispositivos eléctricos - electrónicos, como también todas las fuentes de energía.

Conclusión 3

Logramos programar nuestro sistema automático de pesaje y dosificación en el plc s7-1200 de siemens mediante el lenguaje de diagrama de bloques de funciones (FBD) por lo intuitivo para la obtención de datos y flujo de control utilizando tía portal v20.

Conclusión 4

Se configuro la interfaz gráfica HMI en simatic WinCC por su versatilidad para la supervisión, control y adquisición de datos en tiempo, de esta manera nos permite la visualización y operación de la planta móvil de asfalto desde su interfaz.

Recomendaciones

Recomendación 1

Se recomienda conservar un registro técnico de los componentes eléctricos – electrónicos utilizados con sus modelos específicos. Esto con el fin de tener un respaldo de cada uno de los equipos utilizados en la automatización de la planta móvil de asfalto.

Recomendación 2

Se recomienda tener un respaldo de los diagramas eléctricos – eléctricos a fin de mejorar los tiempos de intervención técnica ante cual situación de emergencia que requiera la planta móvil de asfalto, evitando así perdidas por tiempos de parada.

Recomendación 3

Se deben hacer copias de respaldo periódicas al programa fuente del PLC y la interfaz gráfica, en un disco externo de preferencia con alta capacidad de memoria, de esta manera podrá reestablecer al sistema ante fallos, errores de comunicación o condiciones externas, garantizando la continuidad operativa del sistema de pesaje y dosificación de la planta de asfalto.

Recomendación 4

Se recomienda tener activas las licencias oficiales de tía portal v20 y simatic win cc para

garantizar un entorno optimo e integro para la ingeniera, así como también tener el acceso a

actualizaciones y soporte técnico.

94

Referencia

(s.f.). Obtenido de Siemens: https://mall.industry.siemens.com/

Quispe (2021). Desarrolló un sistema de calentamiento del fluido térmico, para

optimizar la temperatura en los tanques de asfalto de la planta del Gobierno Regional

Cusco

PLC S7-1200 (s.f.): Obtenido de https://sieportal.siemens.com/en-ww/home

IM155 (s.f):Obtenido de https://unimatperu.com.pe/producto/im155-profinet- module-programable-en-tia-portalstep7/

AMPLIACION (s.f.): Obtenido de https://unimatperu.com.pe/producto/ae08-8ai/

Pc 19"(s.f.): obtenido en https://hiraoka.com.pe/computo-y- tablets/computadoras?
utm_source=microsoft_ads&utm_medium=cpc&utm_campaig
n=PE_MS_AON_PMAX_COMPT_CONV_BRO_11022026&utm_id=523898081&
utm_adgroupid=1329312307550927&utm_adid=83082267299233&utm_term=hirao
ka.com.pe&utm_matchtype=b&utm_device=c&utm_network=o&msclkid=d1a14212
7c67166d60b32b9c2a18704c&utm_content=Computo%20-%20AON%20Generico

CPU: obtenido en https://www.nvidia.com/es-es/data-center/grace-cpu/

MAVIN NS1-100KG: Obtenido en https://es.mavin.cn/steel-alloy-s-beam-tension- load-cell-ns1_p41.html

DY150: Obtenido en https://esp.grandado.com/products/dy510-4-20ma-sensor-de- pesaje-de-celulas-de-carga-amplificador-transmisor-de-senal-amplificador- transmisor-de-peso-de- amplificacion?
srsltid=AfmBOoqCA1SfoAIJLXhlZKr5nWtzsKY36yWHs5V0esLbD NrQgfsIkXVw

fvr-2202: Obtenido en https://www.forzaups.com/es/productos/interna/FVR- 1222USB-esp/

6EP1333-2BA20 : Obtenido en https://www.classicautomation.com/6ep1333- 2ba20?
msclkid=5a200441092717dfefbd6dcf51f1731f

Llave térmica : Obtenido en https://www.se.com/ar/es/product/EZ9F34210/interruptor-termomagn%C3%A9tico- easy9-2p-10a-45ka-curva-c/

Llave diferencial: Obtenido en https://gruponavarro.pe/blog/el-interruptor- diferencial/ CONTACTOR: Obtenido en https://www.amazon.de/Schneider-LC1D32P7- Leistungssch%C3%BCtz-15kW-Spule/dp/B0018L8NQ8?th=1

95

Guardamotor: Obtenido en https://adajusa.es/es/171-disyuntores-guardamotores- proteccion-motor

Moto reductor: Obtenido en https://tercesa.com/como-se-clasifican-los- motorreductores/

tornillo tubular: Obtenido en https://gmdix.com/producto/sinfines/

Cade Simu(s.f.): Obtenido en https://filehippo.com/

Tia Portal v20 (s.f.): Obtenido en infoPLC

Auto CAD (s.f.): Obtenido en https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview

Wincc advance (s.f.): Obtenido en https://plmsisw.my.site.com/simatic-wincc- unified-runtime?cclcl=en_US