



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

“DESARROLLO DE PROTOTIPO DE BANCO DE PRUEBA DE
AUTOMATIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SEGURIDAD EN MAQUINARIAS EN LÍNEAS DE
PROCESO INDUSTRIAL APLICANDO
LA NORMA ISO 13849-1”

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

AUTORES:

HERNÁN GUILLERMO PÉREZ AVEGNO

MANUEL ADALBERTO REINOSO ZAMORA

TUTOR:

ING. JOSÉ GABRIEL AGUIRRE ANDRADE, M.Sc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"Desarrollo de prototipo de banco de prueba de automatización para la implementación de seguridad en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1"		
AUTOR:	Manuel Adalberto Reinoso Zamora. Hernán Guillermo Pérez Avegno.		
REVISOR/TUTOR:	Ing. José Gabriel Aguirre Andrade Ing. Jacobo Antonio Ramírez Urbina		
INSTITUCIÓN:	Universidad De Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias Matemáticas Y Físicas		
ESPECIALIDAD:	Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones		
GRADO OBTENIDO:	Tercer Nivel		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2018	No. DE PÁGINAS	98
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ciencias Básicas, Bioconocimiento y Desarrollo Industrial.		
PALABRAS CLAVES / KEYWORDS:	PLC, Sensores, normas ISO13849-1, Banco de Prueba, Seguridad.		
RESUMEN/ABSTRACT:	La finalidad de esta propuesta de titulación es la construcción de un banco de prueba de automatización, para la implementación de seguridades en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1, esta implementación pretende fomentar nuevas capacidades en los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones desarrolladas en un ambiente de laboratorio seguro, que les permitan luego poner estos conocimiento en práctica en la vida profesional. En banco prototipo cuenta con diversos dispositivos utilizados en la seguridad de maquinarias normados por la ISO 13849-1, dentro de estos elementos se han instalados sensores infrarrojos tipo Cortina y Muting, adicionalmente un sensor de Tracción y uno Magnético luz indicadora tipo Baliza de tres colores, pulsadores de Parada de Emergencia, Star y de Operación todos estos controlados a través de un PLC, se simula una línea de proceso industrial mediante una banda transportadora también insertada en el banco de pruebas. Con este proyecto también buscamos estimular a nuestra comunidad universitaria para que contribuya con nuevas propuestas y buscar alianzas con sectores estratégicos para producir nuevos productos y servicios tecnológicos con el sello de la Universidad de Guayaquil.		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTORES: Reinoso Zamora Manuel Adalberto Pérez Avegno Hernán Guillermo	TELÉFONO: 0993122810 0989710790	E-MAIL: manuel.reinosoz@ug.edu.ec hernan.pereza@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ab. Juan Chávez Atocha		
	Teléfono: 2307729		
	E-mail: juan.chaveza@ug.edu.ec		

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de Titulación, “Desarrollo de prototipo de banco de prueba de automatización para la implementación de seguridades en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1” elaborado por el Sr. Hernán Guillermo Pérez Avegno y el Sr. Manuel Adalberto Reinoso Zamora, **Alumnos no Titulados** de la Carrera de Ingeniería en Networking y telecomunicaciones, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Networking y telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. José Gabriel Aguirre Andrade, M.Sc.

TUTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mis padres por ese inmenso sacrificio realizado para brindarme una formación en valores, a mi esposa y mis hijos a quienes a lo largo de esta formación les tome horas y horas de su tiempo y a Dios por permitirme este nuevo triunfo, gracias por todas las bendiciones.

Hernán Guillermo Pérez Avegno

Dedico esta tesis con mucho cariño y amor a mis padres y hermana, por su sacrificio, esfuerzo y su apoyo incondicional por darme la oportunidad de tener una carrera para mi futuro y por creer en mí siempre, hemos pasado momentos duros, pero ellos con su comprensión y cariño me han apoyado y lograron que este sueño se haga realidad, siempre con la bendición de Dios.

Manuel Adalberto Reinoso Zamora

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento sincero a los docentes de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones por todos los conocimientos impartido, a los Ing. José Aguirre e Ing. Jacobo Ramírez tutor y revisor de este proyecto de titulación, quienes gracias a su aporte y colaboración permitieron la realización del proyecto.

Al Sr. Carlos Talledo por su ayuda en la construcción del prototipo, mis compañeros y amigos quienes constantemente me motivaron para alcanzar esta nueva meta.

Hernán Guillermo Pérez Avegno

Por la culminación del Proyecto de tesis agradezco a todos los ingenieros que nos ayudaron con cada una de las inquietudes durante todo el desarrollo de este y a la empresa que nos brindó toda la información necesaria para hacer posible este proyecto.

Manuel Adalberto Reinoso Zamora

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y
FÍSICAS

Ing. Harry Luna Aveiga, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERIA EN NETWORKING
Y TELECOMUNICACIONES

Ing. Jacobo Ramírez Urbina, M.Sc.

PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Juan Chaw Tutiven, M.Sc.

PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. José Aguirre Andrade, M.Sc.

PROFESOR TUTOR DEL PROYECTO
DE TITULACIÓN

Ab. Juan Chávez Atocha, Esp.

SECRETARIO

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

Hernán Guillermo Pérez Avegno
Manuel Adalberto Reinoso Zamora



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES**

“DESARROLLO DE PROTOTIPO DE BANCO DE PRUEBA DE
AUTOMATIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SEGURIDAD EN MAQUINARIAS EN LÍNEAS DE
PROCESO INDUSTRIAL APLICANDO
LA NORMA ISO 13849-1”

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el
Título de **INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

Autores: HERNÁN GUILLERMO PÉREZ AVEGNO

C.I. 120372692-0

MANUEL ADALBERTO REINOSO ZAMORA

C.I. 091933681-8

Tutor: Ing. José Gabriel Aguirre Andrade, M.Sc.

Guayaquil, Septiembre del 2018

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por los estudiantes HERNÁN GUILLERMO PÉREZ AVEGNO y MANUEL ADALBERTO REINOSO ZAMORA, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones cuyo problema es:

“Desarrollo de prototipo de banco de prueba de automatización para la implementación de seguridad en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1”

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Hernán Guillermo Pérez Avegno

C.I. 120372692-0

Manuel Adalberto Reinoso Zamora

C.I. 091933681-8

Tutor: Ing. José Gabriel Aguirre Andrade, M.Sc.

Guayaquil, Septiembre de 2018



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERIA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

Autorización para Publicación de Proyecto de
Titulación en Formato Digital

1. Identificación del Proyecto de Titulación

Nombre Alumno: Hernán Guillermo Pérez Avegno	
Dirección: Mucho Lote 1 Mz 2618 villa 8	
Teléfono: 04-2890614	E-mail: hernan.pereza@ug.edu.ec
Nombre Alumno: Manuel Adalberto Reinoso Zamora	
Dirección: Cdla. Martha de Roldós Mz 608 Villa 4	
Teléfono: 04-3081520	E-mail: manuel.reinosoz@ug.edu.ec
Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas	
Carrera: Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones	
Proyecto de Titulación al que opta: Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones.	
Profesor tutor: Ing. José Gabriel Aguirre Andrade, M.Sc.	
Título del Proyecto de Titulación: “Desarrollo de prototipo de banco de prueba de automatización para la implementación de seguridad en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1”.	
Tema del Proyecto de Titulación: Prototipo de pruebas de automatización para la implementación de seguridad en maquinarias aplicando norma ISO 13849-1.	

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica del Proyecto de Titulación

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de este Proyecto de Titulación.

Publicación electrónica:

Inmediata	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1 año	<input type="checkbox"/>
-----------	-------------------------------------	------------------	--------------------------

Firma Alumnos:

Pérez Avegno Hernán Guillermo

Reinoso Zamora Manuel Adalberto

3. Forma de envío:

El texto del Proyecto de Titulación debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O.RTF y .Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o .TIFF.

DVDROM

CDROM

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN	V
DECLARACIÓN EXPRESA	VI
Proyecto de Titulación	VII
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VIII
Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación	IX
ÍNDICE GENERAL	XI
ABREVIATURAS	XIII
SIMBOLOGÍA	XIV
ÍNDICE DE CUADROS.....	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
Resumen	XIX
Abstract	XX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
Ubicación del Problema en un Contexto	3
Situación Conflicto Nudos Críticos	4
Causas y Consecuencias del Problema	4
Delimitación del Problema.....	5
Formulación del Problema	5
Evaluación del Problema.....	5
ALCANCES DEL PROBLEMA	6
OBJETIVOS.....	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos.....	7
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	7
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
Seguridad Industrial	9

Vulnerabilidad	10
Amenaza.....	10
Riesgo.....	11
Accidentes	12
Normativa	14
Normas ISO	17
FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	45
HIPÓTESIS.....	50
DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	51
CAPÍTULO III.....	52
PROPUESTA TECNOLÓGICA	52
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	52
ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	52
Factibilidad Operacional.....	53
Factibilidad Técnica	53
Factibilidad Legal	53
Factibilidad Económica	55
ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO	58
ANÁLISIS Y ESPECIFICACIONES.....	59
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	61
ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	64
Construcción.....	65
Implementación.....	68
EVALUACIÓN.....	74
MODIFICACIÓN	82
ENTREGABLES DEL PROYECTO.....	82
CRITERIO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	83
POBLACIÓN Y MUESTRA	85
Población	85
Muestra.....	85
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	87
CAPÍTULO IV	94
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO	94
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98

ABREVIATURAS

ISO	Organización Internacional de Estandarización
CEN	Comité Europeo de Normalización
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
PLC	Controlador lógico programable
EPP	Equipos de Protección Personal
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
CEE	Comisión de Reglamentación para Equipos Eléctricos
CENELEC	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
COPANT	Comisión Panamericana de la Normas Técnicas
EURONORM	Organismo de normalización de la Comunidad Europea
IEC	Comisión Internacional de Normalización
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
TÜV	Asociación de monitoreo Técnico
Mm	Milímetro
Ms	Milisegundo
M	Metro
S	segundo
Min	Minuto
DC	Corriente Continua
°C	Grados Celsius
Hz	Hercio
RFID	Identificación por radiofrecuencia
Art	Artículo
PLr	Nivel de Prestaciones Requerido.
MTTFd	Tiempo Medio para una Falla Peligrosa.
CCF	Fallo de Causa Común.
PFHD	Probabilidad de Fallo Peligroso por Hora.
LAN	Red de Área Local

SIMBOLOGÍA

s	Desviación estándar
e	Error
s	Estimador de la desviación estándar
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población
Z	Nivel de confianza deseado
p	Proporción de individuos que poseen características de estudios de la población
q	Proporción de individuos que no poseen esas características

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO N° 1 CAUSAS Y CONSECUENCIAS.....	4
CUADRO N° 2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
CUADRO N° 3 NORMA IEC 62061 Y NORMA ISO 13849-1	19
CUADRO N° 4 PSEN op2H-s-30-030/1	22
CUADRO N° 5 PSEN op2S-1-1	23
CUADRO N° 6 PNOZ m1p ETH	25
CUADRO N° 7 PSEN rs1.0-175.....	26
CUADRO N° 8 PSEN op3.1 Receiver NO/NC M12.....	28
CUADRO N° 9 PSEN op3.2 Emitter M12.....	29
CUADRO N° 10 SIGNIFICADO DE COLORES PIT SI 3.1.....	30
CUADRO N° 11 PIT si 3.1	31
CUADRO N° 12 PSEN 1.1p-20/PSEN 1.1-20/8mm/ 1unit.....	32
CUADRO N° 13 PSEN cs4.1 M12/8-0.15m/PSEN cs4.1 1Unit.	34
CUADRO N° 14 PIT es Set1s-5 s.....	35
CUADRO N° 15 SUPERVISOR MONOFÁSICO CON SALIDA DE CARGA. GSM-L220.	37
CUADRO N° 16 CLAMPER VCL SLIM CLASSE II 175 V. 20 KA.	38
CUADRO N° 17 PULSADORES PILOTOS LUMINOSOS.....	40
CUADRO N° 18 PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-P. SHIELD.0.5 M.	41
CUADRO N° 19 PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-POLE 3M.....	42
CUADRO N° 20 BALLUFF FUENTE DE PODER 5A 120W 115-230 VAC BAE0006.	43
CUADRO N° 21 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	55
CUADRO N° 22 COMPONENTES Y HERRAMIENTAS DE SOFTWARE Y HARDWARE.....	59
CUADRO N° 23 COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	67
CUADRO N° 24 CRITERIO DE VALIDACIÓN DE PROPUESTA.....	84
CUADRO N° 25 DETALLE DE LA POBLACIÓN.....	85
CUADRO N° 26 DETALLE DE LA MUESTRA.	86
CUADRO N° 27 RESULTADOS PREGUNTA 1	87

CUADRO N° 28 RESULTADOS PREGUNTA 2.....	88
CUADRO N° 29 RESULTADOS PREGUNTA 3.....	89
CUADRO N° 30 RESULTADOS PREGUNTA 4.....	90
CUADRO N° 31 RESULTADOS PREGUNTA 5.....	91
CUADRO N° 32 RESULTADOS PREGUNTA 6.....	93
CUADRO N° 33 ETAPAS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO.	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO N° 1 CAUSAS DE ACCIDENTES	12
GRÁFICO N° 2 COMPONENTES DE ACCIDENTE DE TRABAJO	14
GRÁFICO N° 3 PSEN op2H-s-30-030/1	21
GRÁFICO N° 4 PSEN op2S-1-1	23
GRÁFICO N° 5 PNOZ m1p ETH.....	24
GRÁFICO N° 6 PSEN rs1.0-175.....	26
GRÁFICO N° 7 SENSOR FOTOELÉCTRICO DE BARRERA.....	27
GRÁFICO N° 8 PSEN op3.1 Receiver NO/NC M12	28
GRÁFICO N° 9 PSEN op3.2 Emitter M12	29
GRÁFICO N° 10 PIT si 3.1	30
GRÁFICO N° 11 PSEN 1.1p-20/PSEN 1.1-20/8mm/ 1unit.....	32
GRÁFICO N° 12 PSEN cs4.1 M12/8-0.15m/PSEN cs4.1 1Unit	33
GRÁFICO N° 13 PIT es Set1s-5 s	35
GRÁFICO N° 14 SUPERVISOR MONOFÁSICO CON SALIDA DE CARGA. GSM-L220	36
GRÁFICO N° 15 CLAMPER VCL SLIM CLASSE II 175 V. 20 KA.....	38
GRÁFICO N° 16 PULSADORES PILOTOS LUMINOSOS.....	39
GRÁFICO N° 17 PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-P. SHIELD.0.5 M	41
GRÁFICO N° 18 PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-POLE 3M.....	42
GRÁFICO N° 19 BALLUFF FUENTE DE PODER 5A 120W 115-230 VAC BAE0006	43
GRÁFICO N° 20 BANDA TRANSPORTADORA.....	44
GRÁFICO N° 21 FASE DE MODELOS BASADOS EN PROTOTIPOS.....	58
GRÁFICO N° 22 BANCO DE PRUEBA DE AUTOMATIZACIÓN DE SEGURIDAD DE MAQUINARIA	64
GRÁFICO N° 23 CRONOGRAMA EDX DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN..	65
GRÁFICO N° 24 MUEBLE PARA BANCO DE PRUEBAS	65
GRÁFICO N° 25 BANDA TRANSPORTADORA.....	66
GRÁFICO N° 26 CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS.....	67
GRÁFICO N° 27 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	68
GRÁFICO N° 28 CORTINAS – SENSOR INFRARROJO	69

GRÁFICO N° 29 SENSORES MUTING	69
GRÁFICO N° 30 SENSOR INFRARROJO LÁSER	70
GRÁFICO N° 31 SENSOR DE TRACCIÓN	70
GRÁFICO N° 32 SENSOR RFID	71
GRÁFICO N° 33 FUENTE DE PODER.....	72
GRÁFICO N° 34 BORNERAS.....	72
GRÁFICO N° 35 BREAKER – SUPERVISOR MONOFÁSICO DE VOLTAJE – SUPRESOR TRANSIENTE	73
GRÁFICO N° 36 CONFIGURACIÓN DE PLC.....	74
GRÁFICO N° 37 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR TIPO CORTINAS	75
GRÁFICO N° 38 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR MUTING.....	76
GRÁFICO N° 39 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR LASER	77
GRÁFICO N° 40 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE TRACCIÓN	78
GRÁFICO N° 41 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR RFID	78
GRÁFICO N° 42 FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR STAR.....	79
GRÁFICO N° 43 FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR STOP	80
GRÁFICO N° 44 FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR EMERGENCIA	80
GRÁFICO N° 45 FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR OPERACIONAL...	81
GRÁFICO N° 46 FUNCIONAMIENTO DE LA BALIZA	82
GRÁFICO N° 47 BANCO DE PRUEBA	83
GRÁFICO N° 48 REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 1	88
GRÁFICO N° 49 REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 2	89
GRÁFICO N° 50 REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 3.....	90
GRÁFICO N° 51 REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 4	91
GRÁFICO N° 52 REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 5	92
GRÁFICO N° 53 REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 6	93



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

**“DESARROLLO DE PROTOTIPO DE BANCO DE PRUEBA DE
AUTOMATIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SEGURIDAD EN MAQUINARIAS EN LÍNEAS
DE PROCESO INDUSTRIAL APLICANDO
LA NORMA ISO 13849-1”**

Autores: Guillermo Hernán Pérez Avegno
Manuel Adalberto Reinoso Zamora
Tutor: Ing. José Aguirre Andrade, M.Sc.

Resumen

La finalidad de esta propuesta de titulación es la construcción de un banco de prueba de automatización, para la implementación de seguridad en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1, esta implementación pretende fomentar nuevas capacidades en los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones desarrolladas en un ambiente de laboratorio seguro, que les permitan luego poner estos conocimientos en práctica en la vida profesional. El banco prototipo cuenta con diversos dispositivos utilizados en la seguridad de maquinarias formados por la ISO 13849-1, dentro de estos elementos se han instalado sensores infrarrojos tipo Cortina y Muting, adicionalmente un sensor de Tracción y uno Magnético luz indicadora tipo Baliza de tres colores, pulsadores de Parada de Emergencia, Stop y de Operación todos estos controlados a través de un PLC, se simula una línea de proceso industrial mediante una banda transportadora también insertada en el banco de pruebas. Con este proyecto también buscamos estimular a nuestra comunidad universitaria para que contribuya con nuevas propuestas y buscar alianzas con sectores estratégicos para producir nuevos productos y servicios tecnológicos con el sello de la Universidad de Guayaquil.

Palabras Claves: PLC, Sensores, normas ISO13849-1, Banco de Prueba, Seguridad.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

**“DEVELOPMENT OF AN AUTOMATION TEST BENCH PROTOTYPE FOR
SAFETY IMPLEMENTATION IN INDUSTRIAL
PROCESS LINES MACHINERY APPLYING ISO 13849-1 STANDARD”**

Autores: Guillermo Hernán Pérez Avegno
Manuel Adalberto Reinoso Zamora
Tutor: Ing. José Aguirre Andrade, M.Sc.

Abstract

The purpose of this proposal is the construction of a test bench for automation processes in order to implement safety into industrial process lines machines applying ISO 13849-1 standard. This implementation aims to promote new skills in the students of Networking and Telecommunications Engineering Career in a laboratory environment, giving them an additional knowledge in industrial processes area. The prototype test bench is built with several devices used for safety listed in the ISO 13849-1 for standardized machinery. These elements have installed infrared sensors such as curtain and muting, additionally a traction sensor and a magnetic light indicator used as a beacon with three colors, emergency stop, start, and operation buttons. All of them controlled through a PLC simulating an industrial process line using a conveyor belt also inserted in the test bench. With this project we also seek to stimulate our university community to contribute with new proposals and seek alliances with strategic sectors to produce new products and technological services with endorse of the Universidad de Guayaquil.

Keywords: PLC, Sensors, ISO13849-1 standards, Test Bench, Safety.

INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos industriales aplicando parámetros de seguridad internacionales en Ecuador es un área aún con muchas deficiencias, esto debido al poco control de los entes encargados de hacer cumplir con la normativa más aun cuando esta es relativamente nueva, recordemos que la homologación de la norma ISO 13849-1 por parte del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) recién ocurrió el 2013-12-13 y publicada en el registro oficial el 2014-01-09.

En la actualidad existe la necesidad de que los procesos industriales automatizados cumplan con la normativa antes indicada, el empleo de sensores de posición, sensores de barrera, PLC, paros de emergencia, sirven para la construcción del prototipo de banco de prueba de automatización seguro, ya que estos nos ayudan a controlar los procesos en sus diferentes etapas en las que pueda interactuar con el hombre.

El prototipo de banco de prueba a desarrollar utilizara componentes previamente evaluados y que cumplan con la certificación, esto garantizara la funcionabilidad del banco de pruebas.

El banco de pruebas contara con un manual de usuario que permitirá a este una mejor comprensión de los diferentes dispositivos de seguridad utilizados en la ejecución de proyecto. A demás podrán interpretar el código de lógica de automatización para las prácticas que se ejecutaran en el laboratorio.

A continuación, el ordenamiento general de nuestra propuesta de proyecto:

El capítulo I: Comprende al planteamiento del problema, su ubicación dentro del contexto, se identificas las causas y consecuencias del problema, así como el objetivo general y los específicos, se mencionan los aspectos más importantes de la evaluación del problema y se define sus variables y se sustenta su justificación e importancia.

En el Capítulo II: Se establecen los antecedentes del estudio, los fundamentos teóricos y legales, la pregunta científica a contestar, se establecen definiciones conceptuales, se identifican y estudian los elementos a utilizar en el desarrollo de la propuesta.

Entretanto el Capítulo III: Se establece la propuesta tecnológica a desarrollar, los análisis de factibilidad, operacional, técnica, legal y económica, se establece las etapas del proyecto a través de la metodología escogida para tener el resultado deseado, se establecen los entregables del proyecto, los criterios de validación de la propuesta tecnológica así también el procesamiento de los datos obtenidos dentro del proceso de validación se define la población objeto de estudio; se expone el análisis e interpretación de los datos que hayan sido recolectados, los análisis muestran las tablas de frecuencias y gráficos con la respectiva conclusión.

Mientras que en Capítulo IV: Se presentan los criterios de aceptación del producto mediante una matriz de criterios de aceptación, finalmente se establecen las conclusiones y recomendaciones del proyecto de titulación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ubicación del Problema en un Contexto

La competitividad, la globalización y las comunicaciones han dinamizado las industrias logrando una transformación acelerada de los procesos. Cambios en los sistemas tecnológicos, económicos y sociales exigen que las empresas posean herramientas modernas para hacer sus actividades eficientes y seguras para las personas.

La norma ISO 13849-1 homologada y aprobada por el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) el 2013-12-13 y publicada en el registro oficial No 158 del 2014-01-09 establece los principios de seguridad y orientación para las partes referentes a la seguridad. Actualmente, la legislación ecuatoriana a través de los órganos de control exige el cumplimiento de esta norma con el objetivo de prevenir accidentes laborales.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una federación de organismos miembros, la norma ISO 13849-1 fue adecuada por el Comité Europeo de Normalización (CEN). Esta normativa vigente en el Ecuador desde el año 2013 establece la obligación de observar los requisitos mínimos de seguridad independientemente de la tecnología y el tipo de energía a utilizarse.

Con lo expuesto anteriormente se puede denotar la importancia que tiene el desarrollar un banco de prueba de automatismo para la implementación de seguridad en maquinarias industriales.

La implementación de este prototipo permitirá la interacción con un sistema automatizado que cumpla con la norma ISO 13849-1, que sirva como guía y

aprendizaje a futuro profesionales contribuyendo a la mejorar los procesos industriales de una forma segura.

Situación Conflicto Nudos Críticos

En la actualidad a pesar de contar con avances tecnológicos en materia de seguridad y control de automatismos la falta de una cultura que reconozca la importancia de contar con procesos industriales automatizados seguros, mantienen un 30 % de índices de accidentes laborales, esto debido que no se cumple con las medidas de seguridad exigidas por la normativa.

La norma ISO 13849-1 da los lineamientos para el diseño y construcción de soluciones para la seguridad en maquinarias, el fin de esta propuesta es implementar un prototipo de banco de prueba de automatización que conlleve a crear áreas de trabajo más seguras.

Causas y Consecuencias del Problema

**CUADRO N° 1
CAUSAS Y CONSECUENCIAS**

CAUSAS	CONSECUENCIAS
No se cumplen con la normativa de ISO 13849-1.	Responsabilidad patronal en caso de accidente laboral.
Falta de adaptación en materia de seguridad de las maquinarias adquiridas.	No se garantiza por parte del empresario la seguridad de los trabajadores
No existe un banco de pruebas donde se puedan implementar seguridades en maquinarias en líneas de procesos industriales.	Limita la interacción con un sistema automatizado que cumpla con la norma ISO 13849-1.

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Delimitación del Problema

CUADRO N° 2
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO:	Ciencias básicas, Bioconocimiento y Desarrollo Industrial.
ÁREA:	Tecnología, procesos de desarrollo industrial.
ASPECTO:	Desarrollo de prototipo para implementación de seguridad en maquinarias.
TEMA:	Desarrollo de prototipo de banco de prueba de automatización para la implementación de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industriales aplicando la norma ISO 13849-1.

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Formulación del Problema

¿Qué aporte brindara la implementación de un prototipo de banco de pruebas de automatización de seguridad en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1?

Evaluación del Problema

A continuación, se mencionan los puntos importantes a evaluar:

Delimitado: La implementación de este prototipo tendrá lugar en la provincia del Guayas cantón Guayaquil, lugar sede de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.

Claro: El desarrollo del prototipo, banco de pruebas de automatización de seguridad en maquinarias en líneas de procesos industriales cumplirá con los lineamientos de la normativa ISO 13849-1, siendo de fácil uso para los usuarios.

Contextual: Dentro de los aspectos importantes para considerar en el desarrollo del prototipo es la construcción física del banco de pruebas y el cableado debidamente etiquetado hacia las diferentes bornera que tendrá el banco de pruebas, el etiquetado permitirá identificar los cables en caso de presentarse algún daño y requiera ser reemplazado.

Relevante: La utilización de tecnología aplicada en seguridad de maquinarias de procesos industriales, permitirá observa un mejor desempeño en el área de producción, obteniendo maquinarias seguras para la operación del personal. El mismo que será entrenado y capacitado para que adquiriera nuevas competencias y las ponga en práctica en el desarrollo profesional.

Factible: La ejecución de este proyecto es 100% factible, su implementación y puesta en funcionamiento será bajo un estricto cronograma de ejecución con revisiones semanales.

ALCANCES DEL PROBLEMA

En el alcance del desarrollo del prototipo nos enfocaremos en las actividades que debemos realizar para la ejecución.

Las actividades a realizar tenemos:

- Construir un banco de pruebas donde se instalará los diferentes componentes a utilizar en el desarrollo del prototipo previamente evaluado
- Se realizará un código de lógica de automatización para el buen funcionamiento de las prácticas que se ejecutaran en el laboratorio.
- Se realizará un manual del usuario para el manejo del banco de pruebas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un prototipo de banco de prueba de automatización seguro, en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1.

Objetivos Específicos

1. Evaluar los componentes que estarán en el banco de prueba para la comprobación de la funcionabilidad.
2. Realizar el código de lógica de automatización para el buen funcionamiento de las prácticas que se ejecutaran en el laboratorio.
3. Construir el banco de prueba con diferentes aplicaciones de prevención de accidentes según la norma ISO 13849-1.
4. Desarrollar un manual de usuario para el manejo del banco de pruebas.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los procesos tecnológicos muestran avances significativo referente a la automatización de procesos, los mismos que deben cumplir rigurosas normas de seguridad en la industria, estas normas contribuyen a la reducción de los siniestros, costos de producción, costos por las bajas por enfermedad de los colaboradores afectados, y así mismo contribuyen aumento de productividad y al mejoramiento del ambiente laboral lo que conlleva a mejorar el autoestima del personal.

En un accidente analizando el impacto financiero total puede incluir un aumento de primas del seguro, pérdida de producción, pérdida de clientes e incluso la pérdida de reputación.

Ninguna universidad del país desarrolla en el tema de seguridad para la industria, pudiendo ser de gran ayuda como generación de trabajo y de líneas de investigación.

El efecto social que aporta la implementación de banco de pruebas no solo está orientado a la producción de una empresa, sino que nos invita a innovar con tecnología moderna aportando uno de los factores indispensable para el desarrollo de las empresas que es la seguridad del personal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Dentro de las más grandes prioridades para las empresas nacionales e internacionales es la automatización de sus procesos industriales, esto debido a gran parte por el constante avance tecnológico.

La industria busca procesos mucho más rápidos y seguros para quienes operan las diferentes maquinarias, una maquinaria es un conjunto de elementos o piezas engranadas con movimiento de algunas de ellas, controlados por circuitos de potencia y de control.

Son a estos circuitos de mandos y de control a los que la Norma ISO 13849 establece requisitos de seguridad y sugerencias para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando referentes a la seguridad (SRP/CS), esto también abarca el diseño de software.

La normalización de los procesos de automatización industrial seguros determinados en la Norma ISO 13489-1, tienen un peso importante en el diseño y desarrollo del proceso industrial de un país.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Seguridad Industrial

Se puede definir a la seguridad industrial como un conjunto de normas técnicas que se encargan de verificar, controlar y garantizar una producción que

involucre el mínimo de riesgo durante los procesos productivos debidamente planificados.

Estas normas deben ser respetadas para evitar accidentes tanto por factor humano como de equipos y maquinarias, también buscare identificar el riesgo, determinar su significado y estimar las medidas correctivas.

La seguridad industrial tiene como propósito la protección de todos los elementos que conforman el círculo de producción, para esto se justifica en una metodología de planificación, control y dirección.

La seguridad industrial en el Ecuador es un asunto relativamente nuevo, se pretende a través de una concientización a nivel empresarial, busca que las empresas proporcionen un ambiente laboral seguro para los colaboradores, es por eso que muchas industrias han puesto en marcha prácticas de Auditorias de Riesgo en el trabajo, cuyo objetivo es constatar que se cumplan las normativas necesarias para la prevención de riesgos laborales.

Debido a que no existe una verdadera concientización de lo vital que es tener un ambiente laboral seguro.

Vulnerabilidad

“Es el estado normal en que se encuentran los bienes, expuestos a una o varias amenazas. Es decir, el grado de facilidad con que podrán producirse daños en las personas, cosas o procesos a proteger como consecuencia de las amenazas” (Mora, 2006).

Amenaza

“Son las situaciones o acontecimientos que puede afectar y hacer variar la cualidad benéfica del bien o de las personas, por tanto la amenaza es un término cualitativo o descriptivo de lo que puede

ocurrir” (Mora, 2006).

Riesgo

“Es la probabilidad de que un bien pueda sufrir un daño, por lo tanto es cuantificable en alto, medio o bajo. Los riesgos pueden clasificarse en naturales, humanos o antisociales y tecnológicos”
(Mora, 2006).

Entonces podemos “medir” el riesgo aplicando las definiciones antes indicadas y tendríamos que:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Tipos de Riesgo

Según la clasificación internacional los factores de riesgo se describen a continuación:

Riesgos Físicos: Tienen su origen en diferentes elementos del entorno laboral, producidos por iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, humedad, radiaciones, electricidad y fuego.

Riesgos Mecánicos: Son producidos por la maquinaria, herramientas, aparatos de izaje, instalaciones, superficies de trabajo, orden y aseo.

Riesgos Químicos: Son originados por la presencia de polvos minerales, vegetales y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en procesos industriales.

Riesgos Biológicos: Ocasionados por el contacto con agentes infecciosos (virus, bacterias, hongos, parásitos), también producidos por microorganismos transmitidos por insectos y roedores.

Riesgos Ergonómicos: Producidos por posiciones incorrectas, sobreesfuerzo físico, levantamientos inseguros, uso de herramientas no adecuadas para quien las usa.

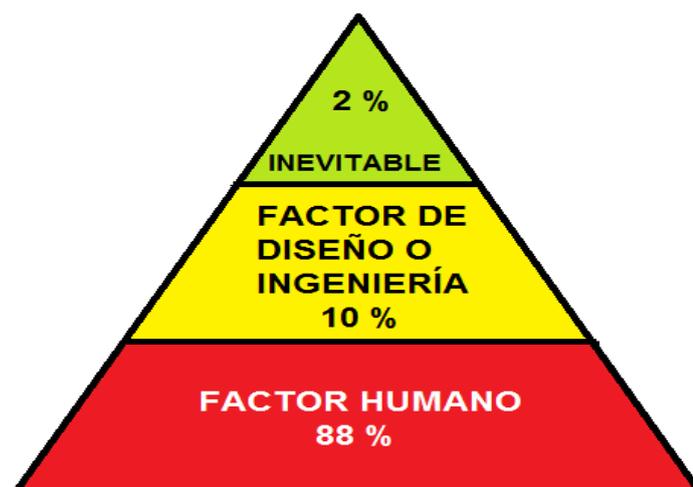
Riesgos Psicosociales: Producidos por exceso de trabajo, un ambiente negativo en el área de trabajo y tienen relación con la forma de organización y control del proceso de trabajo, pueden provocar depresión, fatiga profesional, etc.

Riesgos de Altura: Se pueden presentar cuando las personas trabajan en alturas superiores a 1.8 metros sin los equipos adecuados.

Accidentes

Se comprende por accidente toda lesión corporal que el trabajador sufra en circunstancia o resultado del trabajo que realice, los accidentes no suceden por casualidad, sino que son fruto de un riesgo no controlado.

GRÁFICO N° 1
CAUSAS DE ACCIDENTES



Fuente: (Chung Julca , 2008)

Elaborado Por: Juan Chung

Las condiciones de inseguridad generan causas técnicas que alimenta de los factores de riesgos sumadas a las condiciones existentes en el ambiente donde se desarrollan las actividades tales como:

- Carencia de mantenimiento preventivo de maquinarias y equipamiento.
- No utilización de EPP (Equipos de Protección Personal).
- Falta de condiciones seguras de la infraestructura física del local.
- Falta de una adecuada señalización de equipos y rutas de evacuación.
- Carencia de procedimientos adecuados para la ejecución de trabajos.
- Escasa comunicación entre la empresa y los colaboradores.
- Inadecuada infraestructura eléctrica.

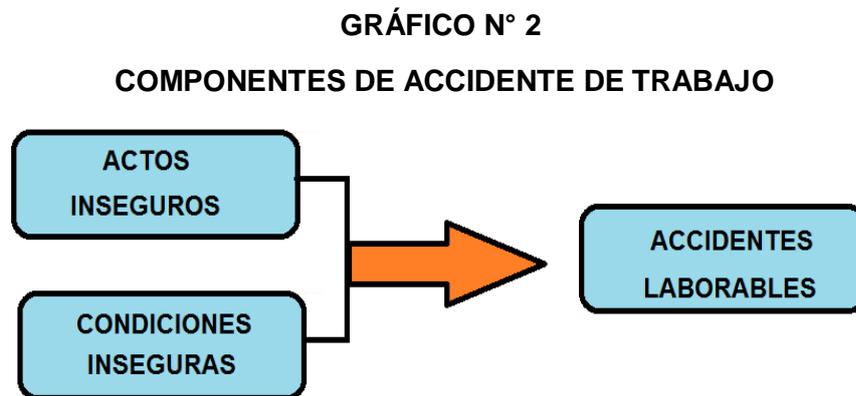
El trabajador como ser humano también genera actos inseguros que vulnera las normas y procedimientos establecidos por la dirección de la empresa que ocasionan accidentes cuya causa es humana, este comportamiento de colaborador(a) se debe a:

- Demasía confianza del colaborador.
- No utilizar los EPP.
- Negligencia del colaborador(a).
- Desconocimiento de las actividades que desarrolla.
- Malas prácticas en el trabajo.

Podemos concluir que los accidentes laborales se componen de dos factores bien definidos:

Actos Inseguros: Atribuibles al colaborador(a).

Condiciones Inseguras: Atribuibles al empleador ya que este debe garantizar un adecuado ambiente de trabajo.



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Normativa

“La palabra norma viene del latín “normus”, que etimológicamente se refiere a: “Regla a seguir para lograr un determinado fin”. La normalización de procesos en general está dirigida a buscar soluciones a problemas que se presentan de manera frecuente” (Bartolomé López, 2015).

“La definición de norma fue establecida por el Comité Alemán de Normalización en el año de 1940, definida de la siguiente manera: “Las reglas que unifican y ordenan lógicamente una serie de fenómenos” (Bartolomé López, 2015).

Objetivo y utilidad

La normalización puede centrar sus objetivos en 3 aspectos importantes según Lucas Bartolomé López

“La economía, permite la reducción de costos.

La utilidad, gestiona el intercambio.

La calidad, permite asegurar la construcción y características de un producto determinado” (Bartolomé López, 2015).

Podemos concluir que la normalización persigue una mejor producción mediante la reducción de tiempos y costos.

Propósito de la Normalización

En la normalización se establecen e implementan reglas en un campo específico de un sector económico, con el objeto de lograr la optimización en ese sector productivo y cumpliendo con los requisitos de calidad en sus procesos, de seguridad para el productor y el consumidor. En la normalización se emplean los documentos elaborados por las entidades rectoras. (Magaña Herrera, 2014)

El proceso de normalización emplea documentos diseñados y controlados, cuyo ámbito de aplicación es internacional o nacional, que rigen determinadas asignaturas del conocimiento, estos documentos se llaman Normas que determinan reglas, disposiciones y requisitos de normalización metodológica y control de calidad.

Funciones de la Normalización

La normalización tiene como funciones básicas las siguientes según Pedro Magaña:

“

- **Establecer las especificaciones de calidad de las materias primas que intervienen en la elaboración de los productos terminados.**
- **Desarrollar métodos y medios confiables para la evaluación de la calidad en la producción.**
- **Dictar los requisitos, procedimientos y métodos en las compañías de proyectos, manufactura de productos, para el aseguramiento de la calidad.**
- **Implementar la uniformidad, tipificación en los equipos y maquinaria especializada utilizada en los procesos productivos.**
- **Desarrollar sistemas de documentación, codificados e información, que sean eficientes y estables para todos los procesos.**

- **Implementar terminologías, valores normalizados en el campo científico y tecnológico.”** (Magaña Herrera, 2014).

Clasificación de las Normas

En normalización se puede establecer la siguiente clasificación general de las normas.

1. **Ámbito de Aplicación**

“Nacional.- Conjunto de organismos nacionales de normalización de cada país.

- Normas para el sector industrial.
- Normas para las empresas.
- Normas para los organismos nacionales.

Internacional.- Conjunto de organismos internacionales de normalización.” (Magaña Herrera, 2014).

2. **Contenido**

Científico

“

- Definiciones de magnitudes.
- Designaciones de la simbología matemática.
- Designaciones de notación científica” (Magaña Herrera, 2014).

Industrial

- Normas de calidad: Define las características de un producto o proceso
- Normas de dimensionamiento: Define las dimensiones, tolerancia, formas, etc. de un producto
- Normas orgánicas: Afectan a sus aspectos generales (color de las pinturas, dibujo, acotaciones, etc.)
- Normas de Trabajo: Ordenan los procesos productivos. (Magaña Herrera,

2014)

3. Formas de Aplicación

- Obligatorias
- Voluntarias

Normas ISO

“Las Normas ISO son creadas para satisfacer necesidades en los campos económico, financiero, industrial y técnico, administración, comercio y servicios, siendo el resultado de un consenso internacional emanado de los diferentes Comités Técnicos creados para tal fin” (Magaña Herrera, 2014).

Organismos de Normalización Internacional.

Las organizaciones encargadas de la Normalización Internacional son las siguientes según

“

- **ASME (American Society of Mechanical Engineers): Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.**
- **CEE: Comisión de reglamentación para equipos Eléctricos.**
- **CENELEC (Comited Europeen de Normalisation Electrochnique) Comité Europeo de la Normalización Electrotécnica.**
- **COPANT: Comisión Panamericana de la Normas Técnicas.**
- **EURONORM: Organismo de normalización de la Comunidad Europea.**
- **IEC (Internacional Electrotechnical Comisión): Comisión Internacional de Normalización.**
- **ISO (Internaticional Organization for Standardization): Organización Internacional de Normalización.**
- **ITU (Internacional Telecommunications United) Unión Internacional de Telecomunicaciones.” (Magaña Herrera, 2014).**

Norma ISO 13849

La seguridad de los equipos e instalaciones constituye uno de los aspectos técnicos a nivel internacional que son seriamente evaluados, la norma ISO 13849 es la rectora que se cumplan en este propósito, cuya aplicación es de carácter internacional.

Su principal motivación es reducir la tasa de accidentes para esto, considera la seguridad como un proceso global desde el periodo de diseño y fabricación de la maquinaria incluyendo la instalación y mantenimiento.

La norma EN ISO 13849 ha sido preparada por el CEN (Comité Europeo de Normalización) en colaboración con el organismo internacional ISO (International Organization for Standardization). En este caso, han colaborado respectivamente los comités CEN/TC 114 el SO/TC 199, ambos de Seguridad de las máquinas. (Gutiérrez, 2014)

La norma EN ISO 13849 está clasificada como de tipo B1 según la clasificación definida en la EN 12100-1:2004. La EN ISO 13849 es armonizada respecto a la Directiva 98/37/CE de Máquinas, otorgando presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud. (Gutiérrez, 2014)

Componentes de la Norma 13849

La norma 13849 se compone de tres partes:

EN ISO 13849-1:2006 – Seguridad de las maquinarias. Partes del sistema de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño Pensada como la sustitución de la anterior EN 954-1:1996, esta norma es una revisión de la primera versión ISO 13849-1:1999 a la que cancela y reemplaza. (Gutiérrez, 2014)

El apoyo de la nueva directiva en dos normas esenciales para alcanzar el objetivo de seguridad, la EN 62061 referente a Seguridad en Maquinas, seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables, y en la EN ISO 13849-1 Seguridad en maquinarias.

Estas normas reemplazan a la EN 954-1 que era referencia para el diseño de maquinas la misma que en la actualidad quedo anticuado al tener definiciones de seguridad muy limitados como los sistemas de mando que intervienen en la seguridad.

CUADRO N° 3
NORMA IEC 62061 Y NORMA ISO 13849-1

	TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA EN EL/LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD	ISO 13849-1	IEC 62061
A	No eléctrica (ej: hidráulica)	X	No cubierta
B	Electromecánica (ej: relés) y/o electrónica poco compleja	Limitado a las arquitecturas designadas y hasta PL=e	Todas las arquitectura hasta SIL3
C	Electrónica compleja (ej: programable)	Limitado a las arquitecturas designadas y hasta PL=d	X ^c
D	A combinada con B	Limitado a las arquitecturas designadas y hasta PL=e	Todas las arquitectura hasta SIL3
E	C combinada con B	Limitado a las arquitecturas designadas y hasta PL=e	Todas las arquitectura hasta SIL3
F	C combinada con A, o bien C combinada con A y B	X ^b	X ^c

X	Indica que este punto es tratado en el estándar internacional mostrado en la columna cabecera.
<p>Las arquitecturas designadas están definidas en 6.2 para dar una aproximación simplificada en la cuantificación de nivel de fiabilidad (PL).</p> <p>Para electrónica compleja: usar arquitectura designadas de acuerdo con esta ISO 19849-1 hasta PL = d o cualquier arquitectura de acuerdo con la IEC 62061</p> <p>Para tecnología no electrónica, usar partes de acuerdo con esta ISO 13849-1 como subsistemas.</p>	

Fuente: Norma Europea en ISO 13949-1.

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

“EN ISO 13849-2:2004 – Seguridad de las máquinas. Partes del sistema de mando relativas a seguridad. Parte 2: Validación Inicialmente como proyecto de norma prEN 954-2, aparece, sin embargo editada como EN ISO 13849-2:2004, antes incluso que la primera parte” (Gutiérrez, 2014).

Aquí se indica los pasos a seguir para la aprobación por comparación y ensayo de las asignaciones de seguridad y las categorías del sistema de mando, no precisa los requerimientos de validación completos para sistemas electrónicos programables.

La norma IEC EN 62061 y a la IEC EN 61508 lo referencia.

“ISO/TR 13849-100 – Seguridad de las máquinas. Partes del sistema de mando relativas a seguridad. Parte 100: Guía para la utilización y la aplicación de la norma ISO 13849-1 [Technical Report] Da consejos para evitar malas interpretaciones de su norma relacionada” (Gutiérrez, 2014).

Proporciona las sugerencias para eludir las malas interpretaciones de su norma.

El prototipo propuesto basa su orientación y aplicación al cumplimiento de esta normativa utilizando elementos de seguridad diseñados para los diferentes niveles de PL requerido, la gran variedad de dispositivos de seguridad para maquinarias proporcionan una amplia gama de marcas que permiten implementar propuestas desde prototipos hasta proyectos de alta gama.

A continuación describiremos los elementos y sus especificaciones a utilizar para la implementación del proyecto.

Barrera De Seguridad Fotoeléctricas

Una barrera fotoeléctrica de seguridad es un dispositivo electrónico de protección sin contacto, su funcionamiento consiste en dos o más haces de luz en la que si una o más se interrumpe este envía una señal a través de un controlador lógico programable (PLC) de apagado a la maquinaria interrumpiendo el estado con potencial riesgo, el sistema está conformado por un barrera transmisora y otra receptora.

GRÁFICO N° 3
PSEN op2H-s-30-030/1



Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 4
PSEN op2H-s-30-030/1

Barrera de luz de seguridad, tipo 2, PL c, protección para las manos (resolución 30 mm) Altura del campo protegido 300 mm, tensión de alimentación 24 V, conector M12, emisor: 4 pines, receptor: 5 pines, cable de conexión no suministrado con la unidad.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE, cULus Listed, TÜV
Tipo según EC 61496:	Cable adaptador
Número de haces:	16
Altura del campo de protección:	300 mm
Resolución del dispositivo de seguridad:	30 mm
Intervalo de servicio (m):	0,2 - 19,0
Tiempo de reacción:	9.00 ms
Número de salidas OSSD:	2
Muting:	No
Blanking:	Configuración T
Tensión alimentación (V):	24,0
Tipo de tensión de alimentación:	DC
Aplicación según:	EN 61496-1
Grado de protección, carcasa:	IP65
Resolución, grado de protección:	Infrarrojo
Dimensión Ancho:	32.3 mm
Dimensión de altura:	383.2 mm
Dimensión Profundidad:	36.9 mm
Peso bruto:	2100 g
Peso neto:	1600 g
Temperatura ambiente:	0 - 55 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Sensor PSEN op2S-1-1

Es un dispositivo electrónico de protección sin contacto, su funcionamiento consiste en un haz de luz en la que si esta se interrumpe este envía una señal a través de un controlador lógico programable (PLC) de apagado a la maquinaria interrumpiendo el estado con potencial riesgo, el sistema está conformado por un sensor transmisor y otro sensor receptor.

GRÁFICO N° 4
PSEN op2S-1-1



Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 5
PSEN op2S-1-1

Barrera de luz de seguridad, tipo 2, PLC, sensor de infrarrojos.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE, cULus Listed, TÜV
Principio sensor:	Reflector
Tipo según EC 61496:	Cable adaptador
Intervalo de servicio (m):	0,0 - 8,0
Tiempo de reacción:	1.00 ms
Muting:	No
Tensión alimentación (V):	20,0 - 30,0
Tipo de tensión de alimentación:	DC
Diámetro métrico:	M18
Grado de protección, carcasa:	IP67

Aplicación según:	EN 61496-1, EN 61496-2
Resolución, grado de protección:	Óptico
Dimensión Profundidad:	55.0 mm
Peso bruto:	68 g
Peso neto:	39 g
Temperatura ambiente:	-25 - 55 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

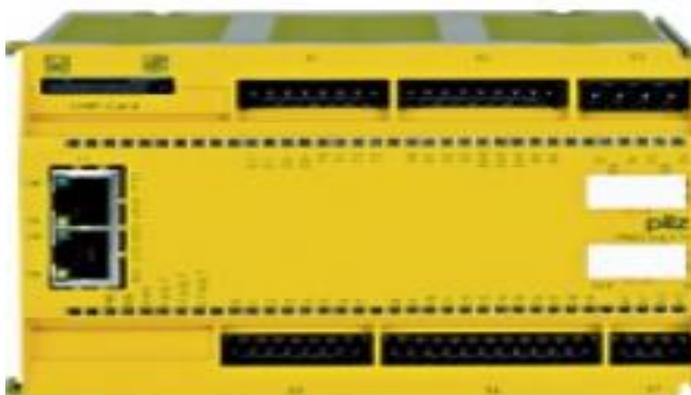
Sistema De Control Configurable PNOZ multi

El PNOZ representa el módulo principal de control de las entradas y salidas del circuito de seguridad, es decir es un PLC (Programmable Logic Controller) posee una tarjeta con chip que se usa para descargar el circuito de seguridad a la unidad base, esta unidad posee dos micro controladores que se censan entre sí.

Dentro de sus funciones esta evaluar los circuitos de entrada en la unidad base y módulos de expansión, posee dos interfaces Ethernet con zócalos RJ45 de 8 pines.

GRÁFICO N° 5

PNOZ m1p ETH



Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 6
PNOZ m1p ETH

Sistema de seguridad configurable Módulo base PNOZmulti ampliable, interfaz de comunicación Modbus / TCP, 20 seguro.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE, cULus Listed, BG, TÜV, CCC, KCC
Unidad base:	Sí
Número de entradas digitales:	20
Número de salidas de tactos de prueba:	4
Número de salidas de relé:	2
Número de salidas por semiconductor:	4
Número de salidas de cascada:	1
Tensión alimentación (V):	24,0
Tipo de tensión de alimentación:	DC
Módulos de ampliación máx.:	8
Número de interfaces Ethernet:	2
Tipo de terminal:	Borne de tornillo, Borne de resorte
Condiciones ambientales extremas:	Estándar
Dimensión Ancho:	135.0 mm
Dimensión de altura:	94.0 mm
Dimensión Profundidad:	121.0 mm
Peso bruto:	537 g
Peso neto:	518 g
Temperatura ambiente:	0 - 60 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Interruptor de Tracción de Cuerda

Módulo de interrupción de cuerda tipo interruptor, incluye botón de parada de emergencia, este dispositivo tiene 2 contactos Normalmente Cerrados (N/C) y dos contactos Normalmente Abiertos (N/O), permite una aplicación de una fuerza máxima de 175 Newton (N).

**GRÁFICO N°
6 PSEN rs1.0-175**



Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Félix Wankel

**CUADRO N° 7
PSEN rs1.0-175.**

Interruptor de cuerda, incl. Pulsador de parada de emergencia, carcasa metálica, 2 x N / C + 2 x contactos N / O, 175 N máx.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE, BG, cCSAus
Número de contactos NA:	2
Número de contactos NC:	2
Tensión con AC15:	240 V
Corriente máx. con AC15:	3.0 A
Material de la carcasa:	Fundición inyectada de cinc
Longitud de cable máxima:	37 m

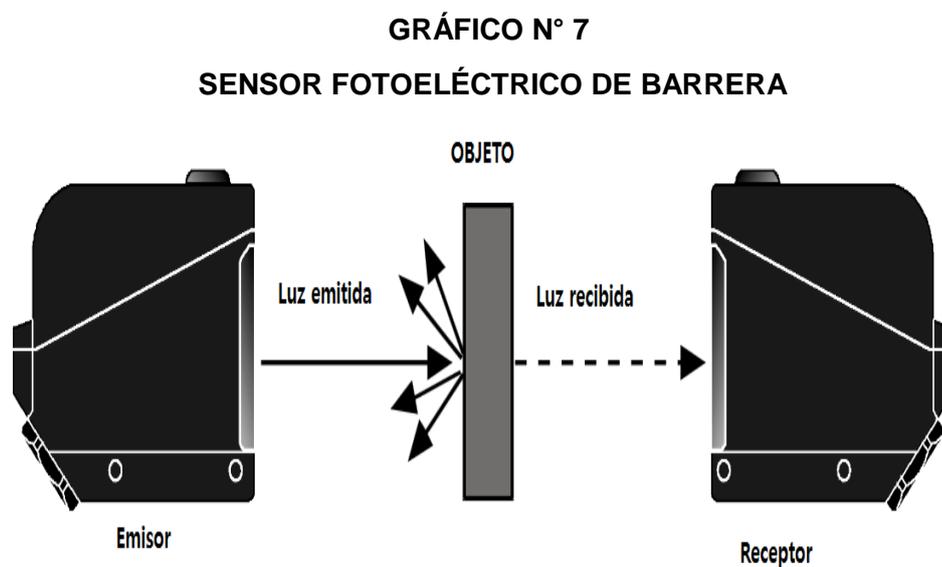
Dimensión Ancho:	282.0 mm
Dimensión de altura:	88.0 mm
Dimensión Profundidad:	90.1 mm
Peso bruto:	1052 g
Peso neto:	933 g
Temperatura ambiente:	-30 - 80 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Sensor Fotoeléctrico De Barrera

Los sensores fotoeléctricos son dispositivos que detectan la presencia o alguna característica en particular de un objeto mediante luz, los sensores de barrera se componen de un Emisor y un Receptor, la diferencia de la intensidad de la luz (visible o no visible) que llega al Receptor permiten detectar objetos, esta señal es enviada al Controlador Lógico Programable (PLC) el cual ordena el apagado inmediato de la maquinaria.



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Dominion Industrial

GRÁFICO N° 8
PSEN op3.1 Receiver NO/NC M12



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 8
PSEN op3.1 Receiver NO/NC M12

Sensor / receptor de barrera con salida NO / NC; posible uso como sensor de muting; fuente de alimentación 24V; Conector M12.

DATOS TÉCNICOS

Homologaciones:	CE, cULus Listed
Dimensión Ancho:	66.0 mm
Dimensión de altura:	50.0 mm
Dimensión Profundidad:	18.0 mm
Peso bruto:	78 g
Peso neto:	30 g
Temperatura ambiente:	-10 - 55 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 9
PSEN op3.2 Emitter M12



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 9
PSEN op3.2 Emitter M12.

Sensor / emisor de haz de cruce; posible uso como sensor de muting; fuente de alimentación 24V; Conector M12.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE, cULus Listed
Dimensión Ancho:	66.0 mm
Dimensión de altura:	50.0 mm
Dimensión Profundidad:	18.0 mm
Peso bruto:	78 g
Peso neto:	30 g
Temperatura ambiente:	-10 - 55 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Luz Indicadora

Luz indicadora con colores rojo, amarillo y verde, es parte de la señalización industrial su función está diseñada para llamar inmediatamente la atención de una persona hacia un peligro, facilita su identificación.

GRÁFICO N° 10

PIT si 3.1



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 10

SIGNIFICADO DE COLORES PIT SI 3.1

COLOR		FUNCIÓN	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN
ROJO		Condiciones anormales que precisan una intervención inmediata del operario.	Orden de parar la maquinaria inmediatamente en caso como: sobrecargas, o un paro provocado por algún dispositivo de protección.
AMARILLO		Precaución o Advertencia.	Alguna variable (corriente, temperatura, movimiento) se aproxima al valor límite permitido o maquinaria en ciclo automático.
VERDE		Maquinaria Habilitada.	Maquinaria lista para funcionar.
BLANCO		Circuito en tensión Condiciones Normales.	Interruptor principal en posición Cerrado.
AZUL		Cualquier significado no previsto por los colores anteriores.	Selector en posición de "Ajuste".

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

CUADRO N° 11**PIT si 3.1**

Luz indicadora roja, amarilla, verde. UB 24 V DC.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE, cULus Listed
Tipo de terminal:	Borne de resorte
Tensión alimentación (V):	24,0
Tipo de tensión de alimentación:	DC
Consumo de energía DC:	5.0 W
Lámpara:	LED
Autosupervisado:	No
Diámetro:	70.0 mm
Grado de protección, carcasa:	IP65
Dimensión de altura:	453.7 mm
Peso bruto:	481 g
Peso neto:	250 g
Temperatura ambiente:	-20 - 50 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Interruptor De Seguridad Magnético

Los interruptores / sensores de magnéticos deslizantes o de posición basan su funcionamiento en la alteración que sufre el campo magnético regularmente generados por un imán, poseen una amplia aplicación en la automatización en el control y monitorización puertas abatibles o deslizantes.

GRÁFICO N° 11**PSEN 1.1p-20/PSEN 1.1-20/8mm/ 1unit****Fuente:** Datos de Investigación**Elaborado Por:** Félix Wankel**CUADRO N° 12****PSEN 1.1p-20/PSEN 1.1-20/8mm/ 1unit**

Interruptor de seguridad magnético 2 N / O, conector macho M8 de 4 pines, diseño cuadrado, diseño de altura 13 mm. IP67, distancia de funcionamiento 8 mm, PU = 1 pieza con actuador.

DATOS TÉCNICOS

Homologaciones:	CE, cULus Listed, TÜV
Principio sensor:	Magnéticos
Número de contactos NA:	2
Tipo de borne:	M8, 4pol. Male
Tensión de conmutación:	24 V
Tipo de tensión de conmutación:	DC
Distancia de conmutación protegida:	8.0 mm
Distancia de desconexión asegurada:	26.0 mm
Grado de protección, carcasa:	IP65, IP67
Indicador de estado:	sin LED
Diseño:	Rectangular
Dimensión Ancho:	26.0 mm

Dimensión de altura:	36.0 mm
Dimensión Profundidad:	13.0 mm
Peso bruto:	41 g
Peso neto:	31 g
Temperatura ambiente:	-10 - 55 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Interruptor De Seguridad RFID

Los interruptores de RFID (Interruptores de Seguridad Con Cierre Magnético) ofrecen protección contra interferencias y manipulaciones, son resistentes a vibraciones y alto grado de protección hasta IP69K, tiene control fiable de equipos de protección en un nivel muy alto de seguridad.

GRÁFICO N° 12

PSEN cs4.1 M12/8-0.15m/PSEN cs4.1 1Unit



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 13**PSEN cs4.1 M12/8-0.15m/PSEN cs4.1 1Unit.**

Interruptor de seguridad RFID 2 salidas de semiconductor seguras, conector M12 de 8 pines, se puede conectar en serie IP67, distancia de operación 11 mm, Sao = 8 mm, Sar = 20 mm, una dirección de actuación PU = 1 pieza interruptor completamente codificado con actuador, Un total de 8 procedimientos de aprendizaje son posibles.

DATOS TÉCNICOS

Homologaciones:	CE, cULus Listed, TÜV, FCC, IC
Principio sensor:	Transpondedor
Tipo de encriptado:	completamente encriptados
Número de salidas OSSD:	2
Número de entradas:	2
Tipo de borne:	M12, 8pol. Male
Tensión alimentación (V):	24,0
Tipo de tensión de alimentación:	DC
Consumo de energía DC:	1.0 W
Distancia de conmutación protegida:	8.0 mm
Distancia de desconexión asegurada:	20.0 mm
Grado de protección, carcasa:	IP6K9K
Dimensión Ancho:	26.0 mm
Dimensión de altura:	37.0 mm
Dimensión Profundidad:	18.0 mm
Peso bruto:	70 g
Peso neto:	50 g
Temperatura ambiente:	-25 - 70 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pulsador E-STOP

Los pulsadores de E- STOP tienen su aplicación en las maquinarias o en instalaciones donde existan según la normativa, su función es la desconexión de una maquinaria, o parar un proceso en caso de presentarse alguna situación de peligro.

GRÁFICO N° 13

PIT es Set1s-5 s



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 14

PIT es Set1s-5 s.

E-STOP / bloque de contactos incl. Carcasa de montaje en superficie, conjunto formado por el pulsador E-STOP con símbolo E-STOP y con logotipo y bloque de contactos con monitorización, 2 N / C, terminales de tipo tornillo.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	CE
Estándar de producto:	EN 60947-5-5, EN ISO 13850
Tipo de desenclavamiento:	Rev
Accionador:	Pulsador
Texto impreso símbolo:	Logotipo Pilz y símbolo de parada de emergencia
Color pulsador:	Rojo
Collar protector:	No

Autosupervisado:	Sí
Tipo de terminal:	Borne de tornillo
Número de contactos NC:	2
Grado de protección, carcasa:	IP65
Tipo de montaje:	Montaje en pared
Diámetro sección de montaje:	22.3 mm
Dimensión Ancho:	103.0 mm
Dimensión de altura:	72.0 mm
Dimensión Profundidad:	72.0 mm
Peso bruto:	190 g
Peso neto:	161 g
Temperatura ambiente:	-25 - 55 °C

Fuente: (Wankel, 2017)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Supervisor Monofásico con Salida de Carga.

El supervisor monofásico es un dispositivo de protección de variaciones de voltajes especialmente cuando hay cargas inductivas (motores) que pueden generar armónicos y transientes que son letales para los sistemas de control.

GRÁFICO N° 14

SUPERVISOR MONOFÁSICO CON SALIDA DE CARGA. GSM-L220



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 15
SUPERVISOR MONOFÁSICO CON SALIDA DE CARGA. GSM-L220.

Para proteger cargas monofásicas y equipos que trabajan con motores eléctricos en general contra fluctuaciones de voltaje y eventos transitorios dañinos.	
DATOS TÉCNICOS	
Voltaje nominal	220 V~, 60 Hz
Voltaje mínimo de salida permitido (Ajustable)	de 170 a 200 V~
Voltaje máximo de salida permitido (Fijo)	254 V~
Capacidad de los contactos de relé (Relevador) SPTD	8 A / 1,0 HP
Tiempo de detección de falla (por Sobre voltajes y Bajo voltajes)	menor a 3 s
Ciclo de espera	3 min
Número máximo de operaciones	100.000 operaciones
Cableado	10 a 24 AWG
Temperatura ambiental, límite de operación	-5 a 55 °C
Humedad relativa máxima	85% sin condensación
Material de la carcasa, polímeros	ABS y Nylon
Tipos de montaje	Riel simétrico y Sobre superficie
Dimensiones	98,5 x 40,8 x 53,2 mm
Peso	0,104 Kg (0,229 lb)

Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno. - Manuel Reinoso Zamora

Clamper Vcl Slim Classe II 175 V. 20 Ka.

Los supresores de transientes permiten la protección de aparatos eléctricos y electrónicos, conectados a la red eléctrica, contra sobretensiones de origen atmosférico transmitidas por la línea externa de alimentación y / o maniobras en el sistema eléctrico, permiten una descarga directa al sistema de puesta a tierra.

GRÁFICO N° 15
CLAMPER VCL SLIM CLASSE II 175 V. 20 KA



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 16
CLAMPER VCL SLIM CLASSE II 175 V. 20 KA.

CLAMPER VCL SLIM Clase II: Proteja su instalación eléctrica contra sobretensiones. Equipos a ser protegidos: adecuado para instalación entre línea y neutro o entre línea y tierra, o neutro y tierra, en cuadros de distribución de circuitos o de mando.

DATOS TÉCNICOS

Protección	Línea / Neutro o Línea / Tierra o Neutro / Tierra
Tensión nominal de funcionamiento - T _o	127/220 V @ 50 / 60Hz
Protección térmica	Sí
Máxima corriente de cortocircuito sin fusible de copia de seguridad	5 Ka
Fusible copia de seguridad máxima	100 A gL / gG
Tensión máxima de funcionamiento continua - U _C	275 V _{ca} / 350 V _{cc}

Tiempo típico de respuesta	25 ns
Temperatura de funcionamiento	- 40 ° C ... + 70 °C
Sección de los conductores de conexión	4 a 25 mm ²
Fijación	Riel DIN 35 mm o Garra (NEMA)
Embalaje	Caja plástica no propagadora a llamas
Señalización	A través de banderolas
Dimensiones	90 x 64 x 17,5 (C x A x L)
Peso	95 g
Clase	II
Tecnología de protección	Varistor óxido de zinc (MOV)
Color	Rojo

Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pulsadores Pilotos Luminosos

Estos pulsadores tienen su función de parar, arrancar o reiniciar un proceso que se haya iniciado o interrumpido por alguna situación de peligro. Vienen de varios colores, los mismos que responden a un estándar internacional.

GRÁFICO N° 16

PULSADORES PILOTOS LUMINOSOS



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 17
PULSADORES PILOTOS LUMINOSOS.

Estos pulsadores pilotos luminosos se los encuentra de varios colores lo cuales tenemos: El color Rojo indica la parada de emergencia, el color Verde indica el arranque o puesta en marcha del sistema, mientras que el color Azul o Amarillo nos indica el reinicio del sistema en el proceso industrial en el cual se esté ejecutándose.	
Tipo de Producto	Piloto Luminoso
Material del bisel	Metal cromado Plateado
Material del anillo de Fijación	Zamak
Tipo de cabeza	Estándar
Diámetro de montaje	22 mm
Forma de la cabeza de señalización	Circular
Fuente de luz	Incandescente
Base de bombilla	BA 9s
Alimentación del bloque luminoso	Vía transformador integral, 1.2 VA - 6 V
Tensión nominal de alimentación	110... 120 V AC, 50/60 HZ
Altura	47 mm
Anchura	30 mm
Profundidad	78 mm
Peso del producto	0.152 kg
Temperatura de funcionamiento	(-40... 70°C)
Grado de protección IP	IP69, IP67, IP69K

Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Cables Axiales

Los cables tipo Axiales permitirán la conexión de los diferentes dispositivos de censando con el PLC, estos cables son diseñados con una densidad de señal

alta, manejan una alta velocidad. Tienen presentaciones en el mercado de 4 y 8 pines según la aplicación a utilizar.

GRÁFICO N° 17
PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-P. SHIELD.0.5 M



Fuente: Datos de Investigación
Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 18
PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-P. SHIELD.0.5 M.

Cable blindado PUR con dos conectores hembra rectos M12 de 5 pines para rejilla ligera con cascada.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	cULus Listed
Apantallado:	SÍ
Número de hilos:	4
Intensidad asignada:	4.0 A
Longitud cable:	0.50 m
Sección de los conductores:	0,34
Grado de suciedad:	3
Capacidad de arrastre:	NO
Peso bruto:	57 g
Peso neto:	50 g
Temperatura ambiente:	-25-80 °C

Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 18
PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-POLE 3M



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 19
PSEN OP CABLE AXIAL M12 5-POLE 3M.

Cable sin blindaje, PUR con un conector recto M12 (hembra), 5 patillas.	
DATOS TÉCNICOS	
Homologaciones:	cULus Listed
Apantallado:	NO
Número de hilos:	5
Intensidad asignada:	4.0 A
Longitud cable:	3.00 m
Sección de los conductores:	0,25
Grado de suciedad:	3
Capacidad de arrastre:	NO
Peso bruto:	122 g
Peso neto:	115 g
Temperatura ambiente:	-25-80 °C

Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Fuente de Poder

La fuente de poder a utilizar para el banco de prueba será una fuente de alimentación monofásica a prueba de cualquier corto circuito, con una tensión nominal de entrada de 115/230V AC y con un voltaje de salida de 24 V/5 Amp, en Corriente Continua (DC).

GRÁFICO N° 19

BALLUFF FUENTE DE PODER 5A 120W 115-230 VAC BAE0006



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Félix Wankel

CUADRO N° 20

BALLUFF FUENTE DE PODER 5A 120W 115-230 VAC BAE0006.

Fuentes de alimentación monofásicas y trifásicas a prueba de cortocircuitos para automatización están homologadas conforme CE/TÜV, UL y CCC.

Pueden elegirse diferentes tensiones de 12 V, 24 V y 48 V.

DATOS TÉCNICOS

Dimensiones:	64 x 124.5 x 116.6 mm
Versión:	Riel DIN
Fijación:	Montaje sobre riel de perfil
Material de carcasa:	Metal

Conexión:	Borne, 0.25 mm ² ...4 mm ²
Tensión de entrada	115/230 VCA selección automática, 1-fase
Tensión nominal de salida CC:	24 V
Corriente nominal de salida:	5 A
Potencia de salida máx:	120 W
Grado de protección:	IP20
Homologación/conformidad:	CE, CCC, cULus
Temperatura ambiente:	(-35...70 °C)

Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Banda o Cinta Transportadora

Esta banda o cinta transportadora se la va emplear en el banco de prueba la cual simulara una línea de un proceso industrial específico.

GRÁFICO N° 20
BANDA TRANSPORTADORA



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente proyecto se basa en técnicas y normativas que se deben considerar para la implementación de seguridades de maquinarias utilizadas en procesos automatizados, tomado en cuenta todo el marco legal que rige en el territorio ecuatoriano y que las empresa y organizaciones están en la obligación de cumplir, y los órganos de control la responsabilidad legal de velar por su cumplimiento.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TÍTULO II

DERECHOS

CAPÍTULO II

DERECHOS DEL BUEN VIVIR

SECCIÓN VII

SALUD

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (Correa Delgado, 2008)

El Estado garantizara este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional. (Correa Delgado, 2008)

SECCIÓN VIII

TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

Art.33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado. (Correa Delgado, 2008)

Art. 34.- El derecho a la seguridad social es un derecho irrenunciable de todas las personas, y será deber y responsabilidad primordial del Estado. La seguridad social se regirá por los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación, para la atención de las necesidades individuales y colectivas. (Correa Delgado, 2008)

El Estado garantizará y hará efectivo el ejercicio pleno del derecho a la seguridad social, que incluye a las personas que realizan trabajo no remunerado en los hogares, actividades para el auto sustento en el campo, toda forma de trabajo autónomo y a quienes se encuentran en situación de desempleo. (Correa Delgado, 2008)

TÍTULO VI

RÉGIMEN DE DESARROLLO

CAPÍTULO SEXTO

TRABAJO Y PRODUCCIÓN

SECCIÓN TERCERA

FORMAS DE TRABAJO Y SU RETRIBUCIÓN

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5.- “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Correa Delgado, 2008).

6.- “Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo a la ley” (Correa Delgado, 2008).

Art. 332.- El Estado garantiza el respecto a los derechos reproductivos de las personas trabajadoras, lo que incluye la eliminación de riesgos laborales que afecten a la salud reproductiva, el acceso y estabilidad en el empleo sin limitaciones por embarazo o números de hijas e hijos, derechos de maternidad, lactancia, y el derecho a licencia de paternidad. (Correa Delgado, 2008)

CÓDIGO DEL TRABAJO ECUATORIANO

CAPÍTULO IV

De las obligaciones del empleador y del trabajador

Art. 42.- Obligaciones del empleador. - Son obligaciones del empleador:

2- Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelen el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad. (Código de Trabajo Ecuatoriano, 2012)

8.- “Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, en condiciones adecuadas para que éste sea realizado” (Código de Trabajo Ecuatoriano, 2012).

TÍTULO VII DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO

CAPÍTULO ÚNICO NORMAS GENERALES

Art. 155.- LINEAMIENTOS DE POLÍTICA.- “El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral” (Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2013).

CÓDIGO DEL TRABAJO

CODIFICACIÓN 17

REGISTR OFICIAL SUPLEMENTO 167 DE 16-DIC-2005

ÚLTIMA MODIFICACIÓN: 26-SEP-2012

ESTADO: VIGENTE

Art. 38.- Riesgos provenientes del trabajo.- Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (Código de Trabajo Ecuatoriano, 2012)

Jurisprudencia:

Gaceta Judicial, INDEMNIZACION DE TRABAJO, 27-may-1909

Gaceta Judicial, RIESGOS DEL TRABAJO, 19-may-1966

TÍTULO VII
DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO
CÓDIGO ÚNICO
NORMAS GENERALES

Art. 155.- LINEAMIENTOS DE POLÍTICA.- El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral. (Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2013)

Además, el Ecuador es miembro de la Comunidad Andina, dichas resoluciones son acogidas por el Seguro General del Riesgo del Trabajo del IESS como, por ejemplo:

En la DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo en su Artículo 2 declara: Las normas previstas en el presente Instrumento tienen por objeto promover y regular las acciones que se deben desarrollar en los centros de trabajo de los Países Miembros para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. Para tal fin, los Países Miembros deberán implementar o perfeccionar sus sistemas nacionales de seguridad y salud en el trabajo, mediante acciones que propugnen políticas de prevención y de participación del Estado, de los empleadores y de los trabajadores. (CONSEJO ANDINO, 2013)

Art. 12: “Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo” (CONSEJO ANDINO, 2013).

Estos cuerpos legales que están vigente en el país sobre seguridad y salud ocupacional, se indica que el deber de protección de los riesgos derivados del trabajo que la ley otorga al empleador debe adaptarse al ámbito específico de la actividad, los empleadores y sus colaboradores, no escapan al control y responsabilidad que les otorga la ley.

Es indiscutible que el colaborador(a) tiene una responsabilidad moral y legal, además del cumplimiento de la normativa, tanto el empresario como colaborador (a) deben cumplir la normativa en el ámbito preventivo que le rige.

Con este antecedente quedaría justificado el marco legal de nuestro proyecto, inicialmente la capacidad de abarcar las situaciones de riesgo derivadas de la interacción de las personas con maquinarias y equipos como resultado del trabajo que realizan.

HIPÓTESIS

¿Qué aporte brindara a la seguridad ocupacional la implementación de un prototipo, banco de pruebas de automatización para seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1?

VARIABLES DE LA INVESTIGACION

Variable Dependiente

- Prototipo de Pruebas Automatizado Aplicando la Norma ISO 13849-1.

Variable Independiente

- Reducción de Accidentes Laborables.

DEFINICIONES CONCEPTUALES

RIESGO Se define como la combinación de la posibilidad que se lleve a cabo un suceso imprevisto con resultados negativos.

AUTOMATIZACIÓN Es un proceso donde se traspasan labores de producción, realizadas regularmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos secuencialmente ordenados.

MÁQUINA Herramienta formada por varias piezas debidamente dispuestas entre sí, la cual ejerce una fuerza que facilita algún tipo de trabajo, generalmente transforma algún tipo de energía en movimiento o trabajo.

NORMA Principio que se aplica o se acoge para orientar la correcta realización de una acción o el correcto desarrollo de una actividad.

NIVEL DE PRESTACIONES (PL) Nivel de prestaciones dividido desde “a” hasta “e”.

NIVEL DE PRESTACIONES (PL_r) Nivel de prestaciones requerido para una función de seguridad en particular.

MTTF El tiempo medido hasta fallo peligroso se divide en Bajo, Medio y Alto.

CFF Fallo de causa común.

PFH Probabilidad de fallo peligroso por hora.

CAPÍTULO III

PROPUESTA TECNOLÓGICA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se describirán las diferentes etapas de la implementación del banco de prueba utilizando la norma ISO 13849-1, esta norma da los lineamientos para el diseño y construcción de soluciones para la seguridad en maquinarias, dada la metodología del proyecto a implementarse se realizarán diferentes análisis de factibilidad, criterios de aceptación y validación del proyecto propuesto.

Esta propuesta busca construir un banco de prueba en la cual se montarán diferentes elementos utilizados dentro de la seguridad para maquinarias, el mismo que será entregado a la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias Física y Matemáticas de la Universidad de Guayaquil para que sea del beneficio académico para estudiantes, docentes y comunidad en general con el fin de despertar el interés hacia proyectos tecnológicos de alta gama enfocados a la seguridad de las personas.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La metodología de la investigación realizada nos lleva a determinar que este proyecto tiene el propósito de contribuir a la capacitación de la comunidad universitaria a través del banco de pruebas de automatización de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1, la utilización de este prototipo en el laboratorios de la universidad brindara nuevas competencias y herramientas tanto a estudiantes y docentes permitiendo una contribución adecuada a la ejecución de trabajos aplicando la norma de seguridad

para maquinarias propuesta en este proyecto. En consecuencia su implementación es factible.

Factibilidad Operacional

Al ser este proyecto único en su tipo ya que abarca uno de los aspectos más importantes que es la seguridad en maquinarias las mismas que siempre son operadas por personas, tener una implementación que permita en un ambiente seguro y controlado interactuar con los diferentes dispositivos existentes para la seguridad en maquinarias, permitirán socializar la norma ISO 13849-1, que son parte de los objetivos de este proyecto, por lo tanto es factible operacionalmente.

Factibilidad Técnica

Para la ejecución de este proyecto se utilizan dispositivos destinados para aplicaciones de seguridad en maquinarias que existen en el mercado, como controladores lógicos programables (PLC), sensores ultrasónicos, barreras de seguridad, interruptores de para de emergencias, sensores infrarrojos, indicadores luminosos (balizas), sensores de proximidad, sensores magnéticos, supervisores de carga y voltaje, lo que implica que el proyecto es factible técnicamente.

Factibilidad Legal

El proyecto de implementación de banco de pruebas de automatización de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1, no incurre en ninguna infracción legal, muy al contrario, tiene su sustento legal en:

Constitución de la República del Ecuador

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5.- “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Correa Delgado, 2008)

Art. 332.- El Estado garantiza el respecto a los derechos reproductivos de las personas trabajadoras, lo que incluye la eliminación de riesgos laborales que afecten a la salud reproductiva, el acceso y estabilidad en el empleo sin limitaciones por embarazo o números de hijas e hijos, derechos de maternidad, lactancia, y el derecho a licencia de paternidad. (Correa Delgado, 2008)

CÓDIGO DEL TRABAJO ECUATORIANO

CAPÍTULO IV

De las obligaciones del empleador y del trabajador:

Art. 42.- Obligaciones del empleador. - Son obligaciones del empleador:

2.- Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelen el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad. (Código de Trabajo Ecuatoriano, 2012)

8.- “Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, en condiciones adecuadas para que éste sea realizado” (Código de Trabajo Ecuatoriano, 2012).

Al estar amparado en la Ley Suprema del Estado, Código de Trabajo vigente, el presente proyecto es factible legalmente.

Factibilidad Económica

Los diferentes componentes tecnológicos usados en este proyecto son cedidos por el auspiciante, lo cual nos permitió encaminar nuestro esfuerzo a otras gestiones para completar el desarrollo del proyecto, a continuación se desglosan los detalles, cantidades y costo.

**CUADRO N° 21
FACTIBILIDAD ECONÓMICA.**

RECURSOS HUMANOS			
CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2	Estudiantes	\$ -	\$ -
PRESUPUESTO HARDWARE ELECTRONICO			
CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	PSEN op2H-s-30-015/1 (Sensor Tipo Cortina)	\$ 1,389.70	\$ 1,389.70
1	PSEN rs1.0-175 (Interruptor de Tracción de Cuerda)	\$ 329.42	\$ 329.42
1	PSEN op2S-1-1 (Sensor Tipo Laser)	\$ 485.16	\$ 485.16
1	PNOZ m1p ETH (PLC)	\$ 2,685.15	\$ 2,685.15
1	PSEN op3.1 Receiver NO/NC M12 (Sensor Tipo Muting Receptor)	\$ 235.82	\$ 235.82
1	PSEN op3.2 Emitter M12 (Sensor Tipo Muting Emisor)	\$ 203.60	\$ 203.60
1	PIT si 3.1 (Baliza – Luz Indicadora)	\$ 389.74	\$ 389.74
2	PIT es Set1s-5 s (Pulsador con Enclavamiento de Emergencia)	\$ 78.00	\$ 156.00
6	PSEN op cable axial M12 4-p. shield. 3m	\$ 45.00	\$ 270.00
2	PSEN op cable axial M12 8-p. shield. 3m	\$ 45.00	\$ 90.00

1	PSEN cs4.1 M12/8-0.15m/PSEN cs4.1 1Unit (Sensor Tipo RFID)	\$ 317.98	\$ 317.98
3	Breaker 10 Amp Tipo C	\$ 11.00	\$ 33.00
1	Fuente de poder monofásica 24 vDC/ 5Amp	\$ 152.00	\$ 152.00
1	Supervisor Monofásico con Salida de Carga. GSM-L120	\$ 60.00	\$ 60.00
1	CLAMPER VCL SLIM CLASSE II 175 V. 20 KA.(Supresor Transiente)	\$ 45.00	\$ 45.00
TOTAL			\$ 6,842.57
PRESUPUESTO HARDWARE FISICO - MUEBLE			
CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3	Tubo Cuadrado Galvanizado 40x1.5mm	\$ 18.40	\$ 55.20
2	Plancha Galvanizada 1220x2440x0.9mm	\$ 27.34	\$ 54.68
4	Garruchas	\$ 7.39	\$ 29.56
3	Litro Pintura Sintética Gris	\$ 6.00	\$ 18.00
3	Litro Diluyente	\$ 2.62	\$ 7.86
24	Tornillo Allen Inox 1/4x1	\$ 0.10	\$ 2.40
4	Metro Caucho Media Luna 40mm	\$ 2.00	\$ 8.00
1	Cemento de Contacto	\$ 1.50	\$ 1.50
1	Mano de obra	\$ 180.00	\$ 180.00
TOTAL			\$ 357.20
PRESUPUESTO HARDWARE MECANICO - BANDA TRANSPORTADORA			
CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2	Riel Din Tipo Omega 7X35X1000 mm-Bm Electric	\$ 5.00	\$ 10.00
10	Tope P/Bornera-Siemens	\$ 1.95	\$ 19.50
3	Pulsadores luminosos 22x29mm 110V.	\$ 6.43	\$ 19.29

1	Garrucha para la polea	\$ 2.56	\$ 2.56
1	Cable acerado 2mts.	\$ 1.10	\$ 1.10
1	Motor dragonfly ref:sc almsing	\$ 10.94	\$ 10.94
1	Tubo de Nylon 2 mts	\$ 25.25	\$ 25.25
3	Puente para borneras	\$ 7.00	\$ 21.00
1	Lona de PVC para banner 4mts	\$ 12.00	\$ 12.00
4	Ruliman DFJ	\$ 1.50	\$ 6.00
1	Mano de Obra de la Banda Transportadora	\$ 450.00	\$ 450.00
TOTAL			\$ 577.64
PRESUPUESTO SOFTWARE			
CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Safety Calculator PAScal	\$ 3,645.17	\$ 3,645.17
1	Sketch Up 2018	\$ 695.00	\$ 695.00
1	AutoCard AutoDesk	\$ 943.80	\$ 943.80
1	PNOZmulti Configurator	\$ 1,181.29	\$ 1,181.29
TOTAL			\$ 6,465.26
PRESUPUESTO TOTAL			
CANTIDAD	PRESUPUESTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Presupuesto Hardware Electrónico	\$ 6,842.57	\$ 6,842.57
1	Presupuesto Hardware Físico – Mueble	\$ 357.20	\$ 357.20
1	Presupuesto Hardware Mecánico - Banda Transportadora	\$ 577.64	\$ 577.64
1	Presupuesto Software	\$ 6,465.26	\$ 6,465.26
TOTAL			\$ 14,242.67

Fuente: Presupuesto del proyecto.

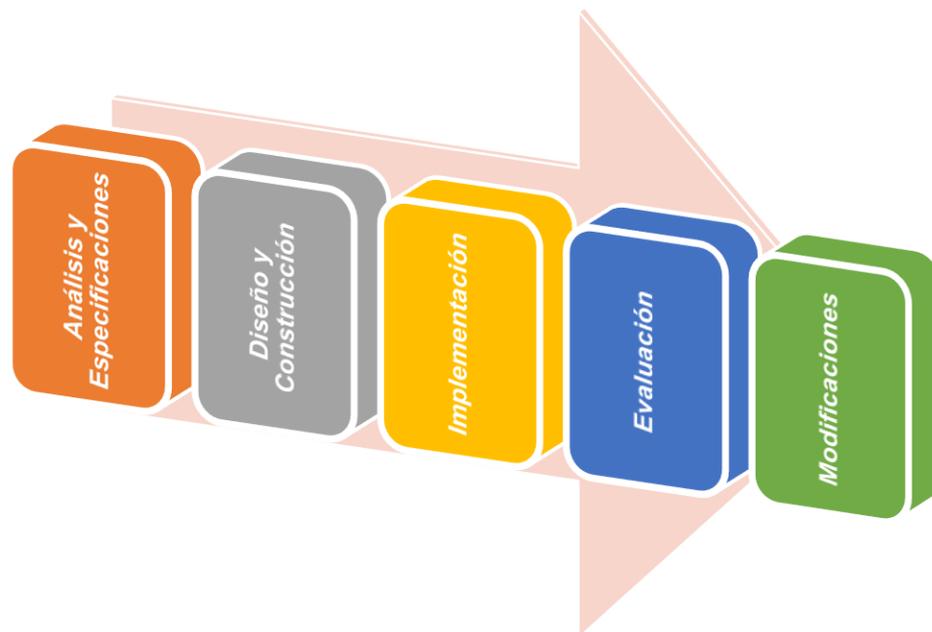
Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Dado que la implementación del banco de pruebas de automatización de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1, identifica requerimiento básico del usuario que consiste en la representación de un diseño basado en prototipo con un modelo de características selectas a escala completa.

Se muestra a continuación las diferentes etapas que conlleva el desarrollo del proyecto.

GRÁFICO N° 21
FASE DE MODELOS BASADOS EN PROTOTIPOS



Fuente: (Medina, 2016)

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

ANÁLISIS Y ESPECIFICACIONES

A través de la investigación plenamente identificada en el Capítulo 1 y estableciendo como el objetivo principal contar con un prototipo de banco de prueba de automatización seguro, en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1 podemos determinar que este proyecto aportara para satisfacer las necesidades planteadas anteriormente.

El prototipo tendrá componentes tanto de Hardware como de Software, se usarán diferentes herramientas para su ejecución y construcción:

CUADRO N° 22

COMPONENTES Y HERRAMIENTAS DE SOFTWARE Y HARDWARE.

SOFTWARE	HARDWARE
<ul style="list-style-type: none"> ➤ PAScal de Pilz: para el cálculo del PL. ➤ PNOZmulti Configurator: para la configuración del PLC. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Barrera de Luz de Seguridad, tipo 2, Protección para manos. (Sensor Tipo Cortina). ➤ Interruptor de Cuerda, Pulsador de Parada de Emergencia (Interruptor de Tracción). ➤ Barrera de Luz de Seguridad tipo 2 (Sensor Laser Infrarrojo). ➤ Sistema de Seguridad Configurable PNOZm1p ETH (PLC). ➤ Sensor Receptor de Barrera con Salida NO / NC. (Sensor Muting Receptor) ➤ Sensor Emisor de Haz de Cruce (Sensor Muting Emisor). ➤ Luz Indicadora Roja, Amarilla, Verde (Baliza). ➤ Interruptor de Seguridad RFID. ➤ Pulsador Operacional con Enclavamiento.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pulsador de Emergencia con Enclavamiento E-STOP. ➤ Pulsadores Luminosos STAR (Puesta en Marcha) y STOP (Parada de Emergencia) ➤ Supervisor Monofásico con Salida de Carga. ➤ Supresor de Sobretensiones eléctricas (Supresor Transiente). ➤ Cable Axial Blindado y Sin Blindaje de 4 y 8 Pines. ➤ Borneras de Conexión. ➤ Tres Breaker de 10 Amp, Un Breaker Principal Termomagnéticos, Un Breaker de Protección Para Banda Transportadora, Un Breaker de Protección Para la Fuente de Poder. ➤ Fuente de Alimentación Monofásicas y Trifásicas (Fuente de Poder). ➤ Motor Eléctrico de 110V – 120 Voltios / 1 Amp. ➤ Mueble Para Prototipo (Banco de Prueba) Dimensiones: 1500mm X 1200 mm X 800 mm X 800 mm (Alto X Largo X Ancho X Alto mesa). ➤ Banda Transportadora ➤ Rodamientos de 60042RSC3_FK.
--	--

Fuente: Datos de investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Dentro de este marco mediante una planificación adecuada de actividades que involucre la obtención de información y datos para la elaboración del proyecto, el mismo que se ajustara a un tiempo limitado por cada una de las actividades por lo que se hace necesario llevar un cronograma en la cual se registren cada una de las actividades realizadas, para esto se utilizará Microsoft Project el cual permite realizar una adecuada administración del proyecto, también utilizaremos Microsoft Visio para desarrollar un EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) el cual se detalla en el Anexo 2.

Se construirá un banco de prueba de automatización de seguridad en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1, para lo cual se ejecutara lo siguiente:

- La mesa para el prototipo tendrá dimensiones de 1500mm x 1200 mm x 800 mm (Alto x Largo x Ancho), la misma que servirá como banco de prueba y se instalara todos los dispositivos de seguridad dispuesto para el presente proyecto.
- La construcción de una banda transportadora ligera, esta banda simulara una línea de proceso industrial, la cual utiliza un motor con una potencia de 100 Watt, cuya velocidad es controlada por un Triac y regulada por un potenciómetro.
- La instalación de 2 sensores infrarrojos de 4 haz tipo cortina, su función es detectar algún elemento extraño a la línea de producción y en caso de encontrarlo enviar una señal al PLC quien ordenara la parada de la máquina.
- La instalación de 2 sensores infrarrojos tipo muting su función es permitir el acceso del material y evitar el acceso de las personas.

- La inserción de un interruptor de tracción su función es detener manualmente la operación de la maquinaria en caso de detectarse una anomalía en su funcionamiento.
- La inclusión de 1 sensores infrarrojo de seguridad tipo 2 (Sensor Laser) su función es detectar algún elemento extraño a la línea de producción y en caso de encontrarlo enviar una señal al PLC quien ordenara la parada de la máquina.
- La instalación de un PLC PNOZ m1p ETH, este dispositivo es el cerebro del sistema a él llega toda las señales de los sensores dispuesto en el banco de prueba, tiene la función de analizarlas y ejecutar ordenes según su programación.
- La instalación de una baliza de seguridad industrial con colores rojo, amarillo y verde, este dispositivo permite visualizar si la línea de proceso industrial opera con normalidad (color verde), está próxima a una variable a su límite máximo (color Amarillo), o existe algún fallo en el sistema (color rojo).
- La instalación de un conjunto de pulsadores de parada de emergencia, con enclavamiento, pulsador operacional con enclavamiento, pulsador de Star y Stop, estos pulsadores permitirán detener, crear un bypass, arrancar y detener el proceso respectivamente según los casos que se generen.
- La instalación de supervisores de voltaje y carga, el primero de ello tiene su función de monitorear que los niveles de voltaje de entrada de sistema no sobrepasen el umbral configurado, mientras que el supervisor de carga permite monitorear que los niveles de carga de entrada de sistema no sobrepasen los valores configurados.
- Set de cables Axial blindados y sin blindaje de 4 y 8 pines para las conexiones de los equipos.

- La instalación de 3 breaker de 10 Amp. el primero de ellos es el breaker principal, el segundo breaker es para protección de la banda transportadora, y el último para la protección de la fuente de poder.
- La instalación de 1 interruptor de seguridad RFID, permiten la conexión en serie IP67 a una distancia operación 11 mm.
- La instalación de un conjunto de borneras de conexión que permitirán realizar diferente conexión en el banco de pruebas.
- Adicionalmente de estos elementos se requiere un patch cord con terminales RJ45 para realizar la configuración del PLC (PNOZ m1p ETH),
- Cada uno de estos dispositivos de seguridad fueron descritos y evaluados en el Capítulo II referente a la Fundamentación Teórica.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

GRÁFICO N° 22

BANCO DE PRUEBA DE AUTOMATIZACIÓN DE SEGURIDAD DE MAQUINARIA



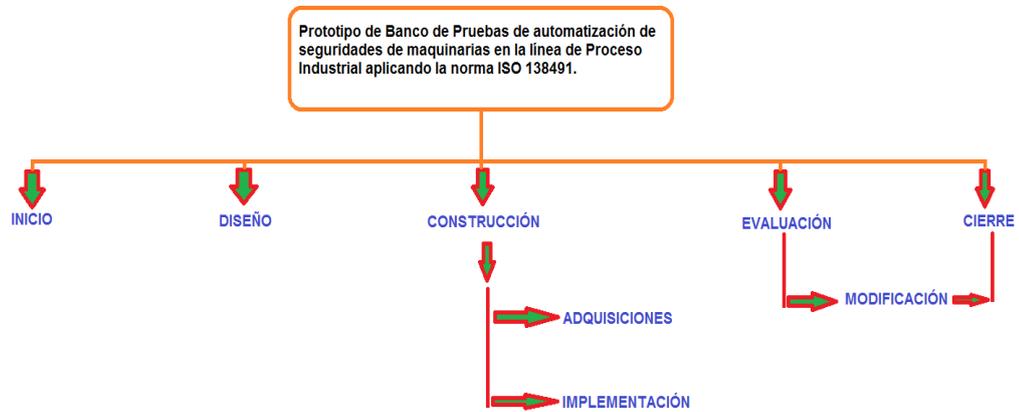
Fuente: Diseño de prototipo de banco de prueba de automatización.

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Una vez definido los acuerdos sobre el diseño se dan inicio a la fase de construcción del proyecto el mismo que comienza con el Planeamiento y Calendarización, dadas las responsabilidades de individuales se inicia la cotización y compra de los materiales con sus respectivos soportes para llevar a cabo un registro de cada acontecimiento del proyecto.

A continuación, mostraremos rápidamente la segmentación del cronograma anexado.

GRÁFICO N° 23
CRONOGRAMA EDX DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



Fuente: Cronograma de actividades planteadas en Word.

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Construcción

Elaboración de Estructura Metálica

Dado el diseño propuesto de banco de prueba adjuntamos un gráfico una vez que se culminó su elaboración.

GRÁFICO N° 24
MUEBLE PARA BANCO DE PRUEBAS



Fuente: Mueble para banco de pruebas

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Construcción de Banda Transportadora

Parte de los objetivos de este proyecto esta simular una línea de proceso industrial para lo cual se ha diseñado y construido una banda transportadora la misma que permitirá poner en práctica la aplicación de la norma ISO 13849-1.

GRÁFICO N° 25
BANDA TRANSPORTADORA



Fuente: Banda transportadora

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Componentes Eléctricos y Electrónicos

Estos elementos van integrados a nuestro banco de prueba por lo que a continuación mostramos el diagrama de conexión de estos dispositivos.

CUADRO N° 23
COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

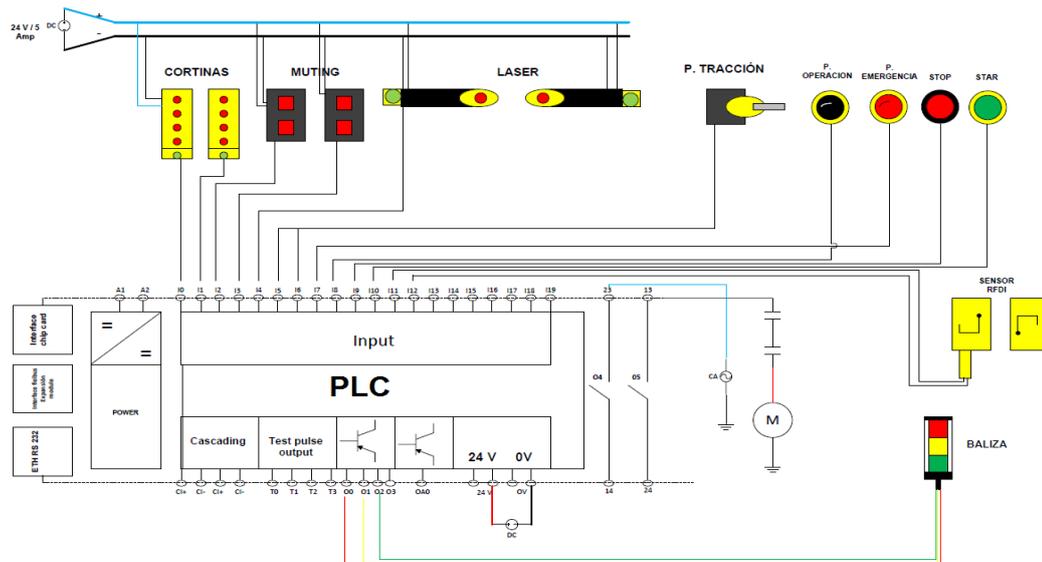
COMPONENTES	
	PLC
	Fuente de Poder 24V DC.
	Motor 110 Voltios.
	Sensores Infrarrojos, Magnéticos y Tracción.
	Pulsadores.
	Supervisor de Voltaje
	Supresor de Transiente.
	Baliza.
	Interruptores Termomagnéticos.

Fuente: Componentes eléctricos y electrónicos

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Conexión de Dispositivos

GRÁFICO N° 26
CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS



Fuente: Diagrama de conexión de los dispositivos

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

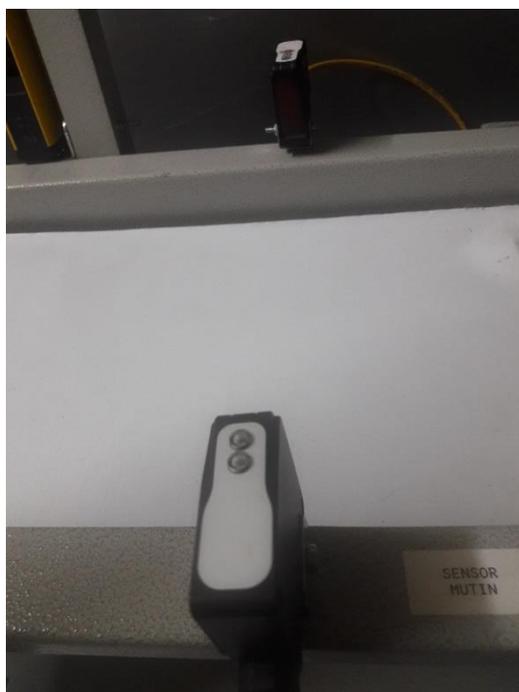
GRÁFICO N° 28
CORTINAS – SENSOR INFRARROJO



Fuente: Cortinas con Sensor Infrarrojo

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 29
SENSORES MUTING



Fuente: Sensores Muting

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 30
SENSOR INFRARROJO LÁSER



Fuente: Sensor Infrarrojo Láser

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 31
SENSOR DE TRACCIÓN



Fuente: Sensor de Tracción

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 32
SENSOR RFID



Fuente: Sensor RFID

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Fuente de Poder

La fuente de poder es la encargada de proporcionar el voltaje y corriente DC requeridos para que cada uno de los dispositivos que operan con este voltaje funcionen correctamente, esta fuente es monofásica de entrada AC de 115/230 y una salida DC de 24V - 5Amp.

GRÁFICO N° 33 FUENTE DE PODER



Fuente: Fuente de Poder

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Borneras de conexión

Las borneras de conexión permiten energizar los dispositivos del banco de prueba de una manera segura y ordenada a nivel DC se debe de considerar la polaridad es decir positivo y negativo debidamente identificadas y separadas.

GRÁFICO N° 34 BORNERAS



Fuente: Borneras

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Protecciones de entrada

Para garantizar la operación dentro de los umbrales correctos de voltaje y corriente se implementó en el banco de prueba la instalación de un breaker principal termomagnético de 10Amp de capacidad, un supervisor monofásico de voltaje de capacidad 110 V, un supresor de transiente de capacidad 110 V, un breaker de protección para la banda transportadora, un breaker de protección para la fuente de poder de 10 Amp.

GRÁFICO N° 35

BREAKER – SUPERVISOR MONOFÁSICO DE VOLTAJE – SUPRESOR TRANSIENTE

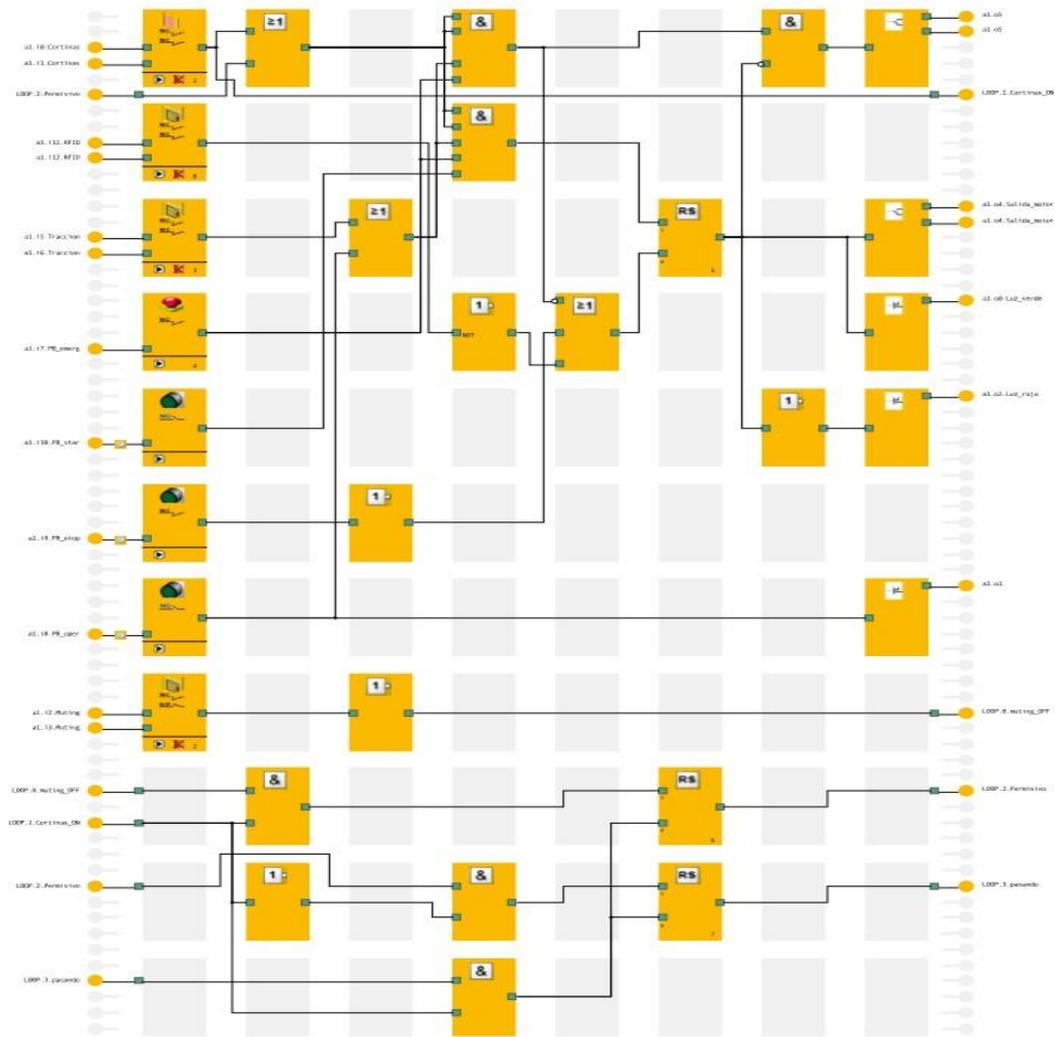


Fuente: Breaker – Supervisor Monofásico de Voltaje – Supresor Transiente

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Luego de culminar el montaje, energización de cada uno de los dispositivos se procede a respectiva configuración del PLC para que pueda recibir, enviar las órdenes a cada uno de los dispositivos dispuesto en el banco de prueba.

GRÁFICO N° 36
CONFIGURACIÓN DE PLC



Fuente: Configuración de PLC.

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

EVALUACIÓN

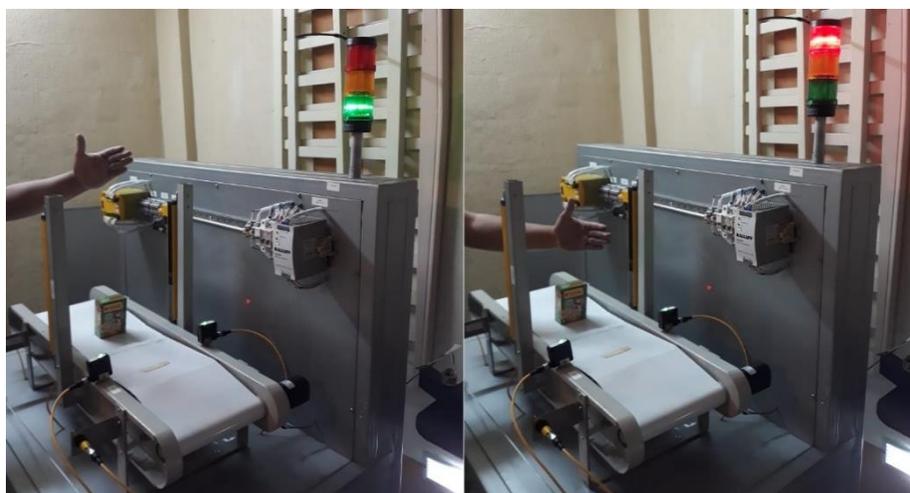
Terminado el proceso de configuración del PLC se procede al encendido del banco de prueba, se verifican que todos los dispositivos que llegan al PLC a sus diferentes entradas se encuentren sus led indicadores encendidos previos a la realización de las pruebas individuales de cada uno de los sensores.

Pruebas de Funcionamiento del Sensor Tipo Cortinas

Para verificar en funcionamiento de los sensor tipo cortinas se procede a poner en marcha la banda transportadora la cual posee un cajita que simula el proceso industrial, pasamos la mano entre la abertura de las cortinas y podemos apreciar que la banda transportadora se detiene, con esto verificamos el correcto funcionamiento de los sensores tipo cortina.

GRÁFICO N° 37

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR TIPO CORTINAS



Fuente: Funcionamiento del sensor tipo cortina

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pruebas de Funcionamiento del Sensor Muting

Los sensores tipo Muting básicamente tienen 2 funciones:

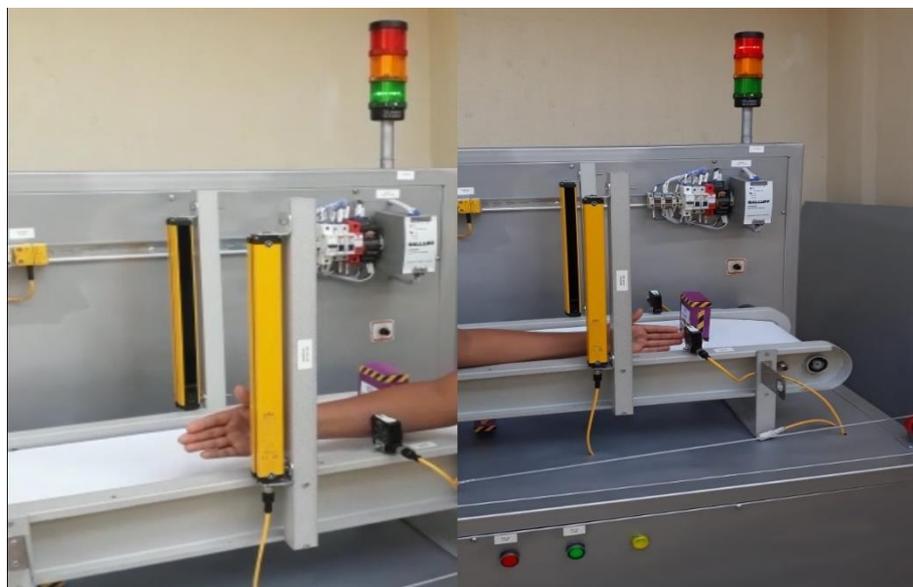
- Permitir el acceso de personas a la zona de peligro durante la parte no peligrosa durante la operación de la maquinaria.
- Permitir el acceso del material y evitar el acceso de las personas.

Para verificar el correcto funcionamiento del Muting, una vez el sistema iniciado y arrancado observamos que el led verde de la baliza esta encendido procedemos a cruzar una mano entre la abertura de los sensores y los sensores tipo cortinas, observando que el sistema no se detiene esto debido a que la interrupción primero paso por los sensores del Muting, es decir la interrupción del haz del sensor fue en dirección al proceso según la programación definida.

Si procedemos en sentido contrario al proceso es decir pasar el objeto “la mano” primero por los sensores tipo cortina esto hace que se interrumpan el haz de luz provocando esto la interrupción del proceso antes de llegar al Muting, es decir la banda transportadora se detendrá y se encenderá el led rojo en la baliza.

Con los que se comprueba la correcta aplicación de este dispositivo en un proceso industrial, cumpliendo así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias

GRÁFICO N° 38 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR MUTING



Fuente: Funcionamiento del sensor muting

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pruebas de Funcionamiento del Sensor Laser

Para realizar la prueba de este sensor arrancamos el sistema desde el botón star y podemos observar que la banda transportadora transporta un objeto a lo largo de su recorrido, para verificar el funcionamiento del sensor interrumpimos la línea de vista entre el emisor y receptor y observamos que la banda transportadora se detiene con lo que determinamos el correcto funcionamiento del dispositivo.

GRÁFICO N° 39 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR LASER



Fuente: Funcionamiento del sensor laser

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pruebas de Funcionamiento del Sensor de Tracción

Una vez puesto en marcha el sistema, y visto el arranque de la banda transportadora procedemos a presionar la cuerda de tracción del pulsador observando que el sistema se detiene con lo que determinamos el buen funcionamiento del sensor.

GRÁFICO N° 40
FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE TRACCIÓN



Fuente: Funcionamiento del sensor de Tracción
Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pruebas de Funcionamiento del Sensor RFID

Para la prueba de este dispositivo una vez arrancado el sistema se procede a deslizar la parte móvil del sensor magnético y notamos que el sistema de transportación de la banda se detiene, con lo que podemos inferir el correcto funcionamiento del dispositivo.

GRÁFICO N° 41
FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR RFID



Fuente: Funcionamiento del sensor RFID
Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pruebas de Funcionamiento de los Pulsadores

Pulsador Star

Su función principal es dar arranque al sistema, y como hemos observado en las pruebas de los dispositivos anteriores su funcionamiento es correcto.

GRÁFICO N° 42
FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR STAR



Fuente: Pulsador Star

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pulsadores de Stop y Pulsador de Emergencia

Para probar estos pulsadores arrancamos el sistema desde el botón star, viendo el correcto funcionamiento del sistema procedemos a presionar cualquiera de los 2 pulsadores instalados uno normal y otro con enclavamiento, pudiendo visualizar el paro del sistema, con lo que se comprueba su operación correctamente.

GRÁFICO N° 43
FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR STOP



Fuente: Pulsador Stop

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 44
FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR EMERGENCIA



Fuente: Pulsador Emergencia

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pulsador Operacional

La función del pulsador operacional permite una vez activado que el proceso no se detenga, siempre y cuando el objeto no interrumpa los haces del

sensor Tipo Cortina en contra del proceso, podemos activar el sensor de tracción, el pulsador de emergencia, el pulsador de stop, y mientras el pulsado operacional está enclavado el sistema no se detiene y permanecerá encendida el color amarillo en la baliza, si la interrupción se da a nivel de las cortina y en contra de la dirección del procesos el sistema se detendrá y se encenderá la baliza de color rojo, para reiniciar el sistema se debe quitar el enclavamiento del Pulsador Operacional e iniciar el sistema oprimiendo el pulsador Star.

GRÁFICO N° 45

FUNCIONAMIENTO DEL PULSADOR OPERACIONAL



Fuente: Pulsador Operacional

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Pruebas de Funcionamiento de la Baliza

La baliza tiene su función de indicar los 3 diferentes estados del sistema, en las pruebas de los dispositivos anteriores realizadas hemos podido observar que al momento que la maquinaria está en operación se enciende la luz verde, cuando se interrumpe un haz de los sensores o se presiona en pulsador de tracción se enciende el led rojo y led amarillo se enciende al momento acciona el pulsador operacional con lo que queda demostrado el correcto funcionamiento de la baliza.

GRÁFICO N° 46

FUNCIONAMIENTO DE LA BALIZA



Fuente: Funcionamiento de la Baliza

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

MODIFICACIÓN

- Dado problemas de tracción de los rodillos y la cinta transportadora se procede a realizar un cambio del material de la cinta transportadora.
- Se corrige la alineación del rodillo principal en la cual esta acoplado el motor debido a que la cinta transportadora se corría hacia la derecha.

ENTREGABLES DEL PROYECTO

Dentro de los entregables del proyecto tenemos los siguientes:

- Prototipo de banco de prueba de automatización de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1
- Código de lógica de automatización para el buen funcionamiento de las prácticas que se ejecutaran en el laboratorio, en el anexo4.
- Manual del usuario para el manejo del banco de pruebas en el anexo 11.

GRÁFICO N° 47
BANCO DE PRUEBA



Fuente: Prototipo de Banco de Prueba

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

CRITERIO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Al ser este proyecto una implementación tecnológica en el ámbito de seguridad de maquinaria en la cual está presente el factor humano con una muy estrecha línea de operación con maquinarias, se hace necesario tener el criterio de un experto en temas relacionado a la seguridad y obtener su criterio si este proyecto satisface las perspectivas planteadas.

Se pidió la asistencia del Ingeniero Industrial Jorge Pilay Quimi, M.Sc. gerente SSA. (Seguridad, Salud y Ambiente), del Grupo TelcoData en una entrevista realizada obteniendo los siguientes resultados.

CUADRO N° 24
CRITERIO DE VALIDACIÓN DE PROPUESTA.

ORDEN	PREGUNTAS	RESPUESTA	
		SI	NO
1	Cree usted que los procesos industriales deben ser automatizados tomando en cuenta toda normativa de seguridad.	/	
2	Considera usted necesario la inserción tecnológica en los procesos de automatización.	/	
3	Cree usted que las universidades del país tengan un banco de prueba de automatización en el cual se apliquen normas ISO de seguridad.	/	
4	Considera usted que el prototipo de banco de prueba de automatización de seguridad en maquinaria en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1, contribuirá en el mejoramiento de la seguridad de la industria.	/	
5	Cree usted que este proyecto será el punto de partida de nuevos proyectos.	/	
6	Avalaría usted la construcción del banco de prueba como la propuesta en este proyecto.	/	
7	Considera que este proyecto de titulación tiene un enfoque correcto.	/	
TOTAL		7	0
PORCENTAJE		100%	0.00%

Fuente: Criterio de validación de propuesta

Elaborado Por: Hernán Pérez Avego - Manuel Reinoso Zamora

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones mantiene una población de 541 estudiantes, correspondiente a los semestre de 6TO, 7MO, 8VO, siendo uno de los objetivos la construcción de un banco de pruebas de automatización de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1 para beneficio de la comunidad estudiantil antes indicada, se hizo preciso realizar una encuesta para conseguir una muestra y determinar el interés de nuestra propuesta.

CUADRO N° 25
DETALLE DE LA POBLACIÓN.

Período Lectivo	Semestre	Número de Alumnos
2018 - 2019 Ciclo I	Sexto Semestre	167
2018 - 2019 Ciclo I	Séptimo Semestre	177
2018 - 2019 Ciclo I	Octavo Semestre	197
TOTAL		541

Fuente: Departamento de Dirección SIUG 2018 Ciclo I

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Muestra

Para la definición de la muestra se ha tomado el total de la población a encuestar ya que serán los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de los siguientes semestre 6^{TO}, 7^{MO}, 8^{VO}, la cual debe contener una población mayor o igual a 100 encuestados, donde se aplicara la fórmula correspondiente a establecer, el error de estimación no pueden ser tan alto para aseverar los resultados a lograr y redondeando la muestra a 184 personas.

$$n = \frac{m}{e^2 (m - 1) + 1}$$

Fórmula de la Porción maestra a utilizar

$$n = \frac{541}{[(0,06)^2 (541 - 1)] + 1}$$

$$n = \frac{541}{[(0,06)^2 (540) + 1]}$$

$$n = \frac{541}{[1.944] + 1}$$

$$n = \frac{541}{2.944}$$

$$n = 183.76 \approx 184 \text{ Estudiantes}$$

CUADRO N° 26
DETALLE DE LA MUESTRA.

Detalle	Simbología	Número
Población Total	M	541
Error de Estimación	E	(6%)
Tamaño de la Muestra	N	

Fuente: Detalle de la Muestra

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

- **Cálculo de la fracción muestral**

Aquí detallamos el uso de fórmula para su uso determinado, el porcentaje de la población correspondiente a la muestra obtenida.

$$f = \frac{n}{M}$$

$$f = \frac{184}{541}$$

$$f = 0.34$$

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

La información será procesada por medio de encuestas de forma manual a un total de 184 personas, donde las respuestas serán interpretadas estadísticamente.

1. **¿Conoce usted las normativas ISO referente a las seguridades de maquinarias que se deben aplicar en sistema de automatización?**

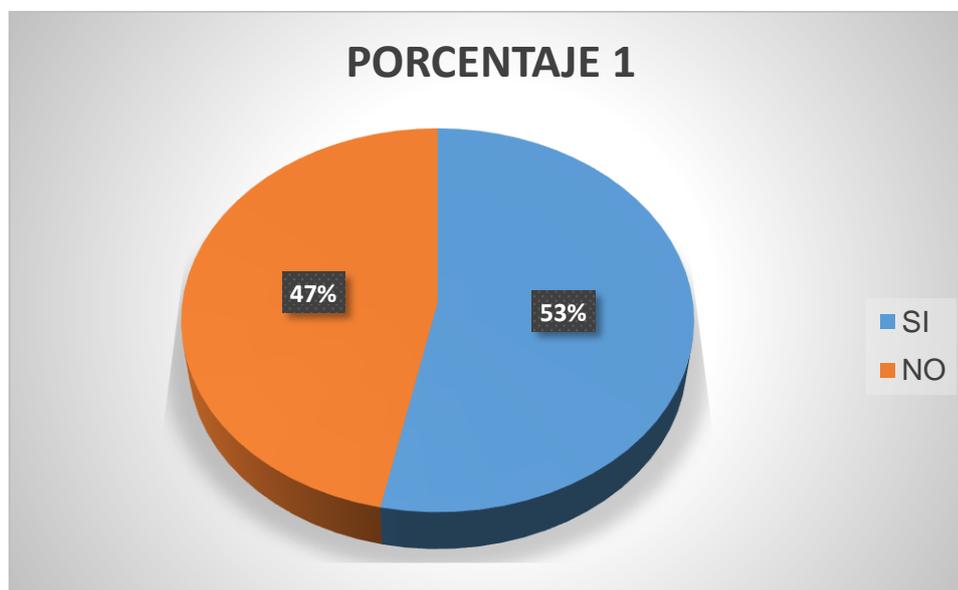
CUADRO N° 27
RESULTADOS PREGUNTA 1

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	98	53%
NO	86	47%
TOTAL	184	100%

Fuente: Resultados Pregunta 1

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 48
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 1



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

El 47% de los encuestados concuerda que desconocen las normativas ISO referente a las seguridades de maquinarias, mientras que el 53% afirma que si conocen las normativas ISO referente a las seguridad de maquinarias.

2. ¿Conoce usted la norma ISO 13849-1?

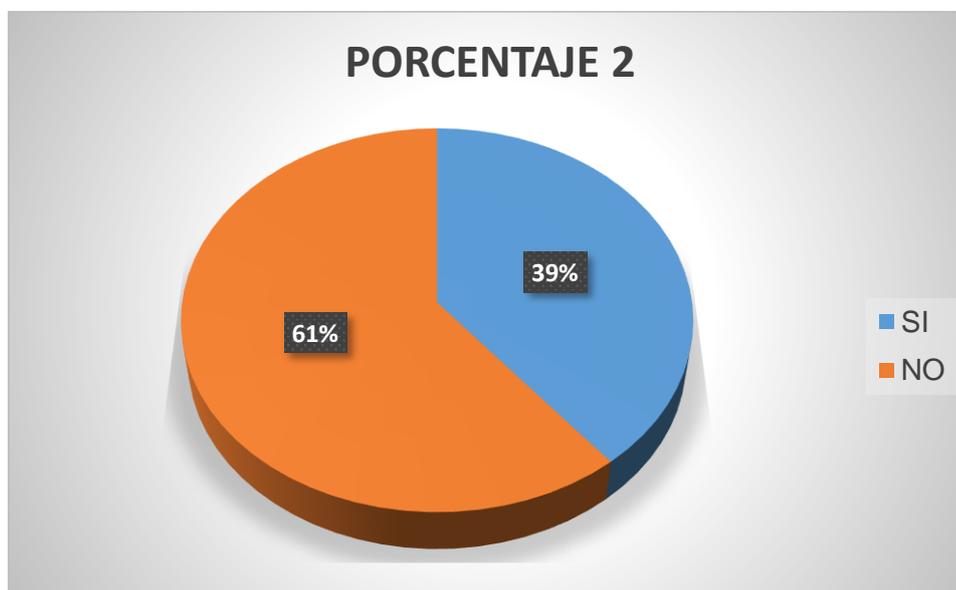
CUADRO N° 28
RESULTADOS PREGUNTA 2

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	72	39%
NO	112	61%
TOTAL	184	100%

Fuente: Resultados Pregunta 2

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRÁFICO N° 49
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 2



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Observamos que el 61% de los encuestados tienen desconocimiento de la norma ISO 13849-1, mientras que el 39% tiene conocimiento de la norma ISO 13849-1.

3. ¿Ha puesto en práctica las normas ISO 13849-1 en su lugar de estudio o trabajo?

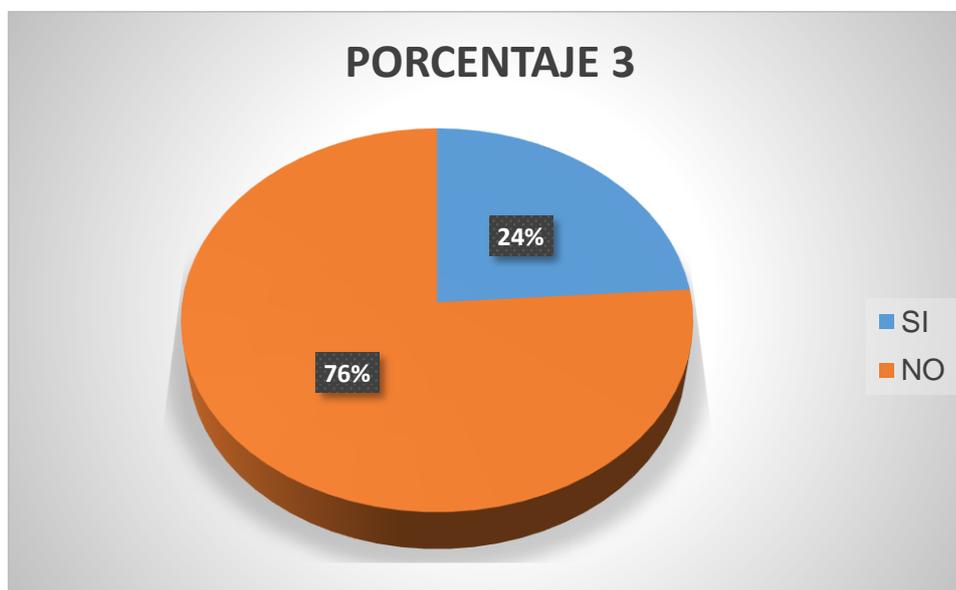
CUADRO N° 29
RESULTADOS PREGUNTA 3

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	44	24%
NO	140	76%
TOTAL	184	100%

Fuente: Resultados Pregunta 3

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

GRÁFICO N° 50
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 3



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

En la gráfica se observa que un 76% de los encuestados no ha puesto en práctica las normas ISO 13849-1 ya sea en su lugar de estudio o trabajo, mientras que el 24% si han puesto en práctica las normas ISO 13849-1.

4. **¿Cree usted que se deba invertir en procesos de automatización con énfasis en seguridad de maquinarias para reducir riesgos laborales?**

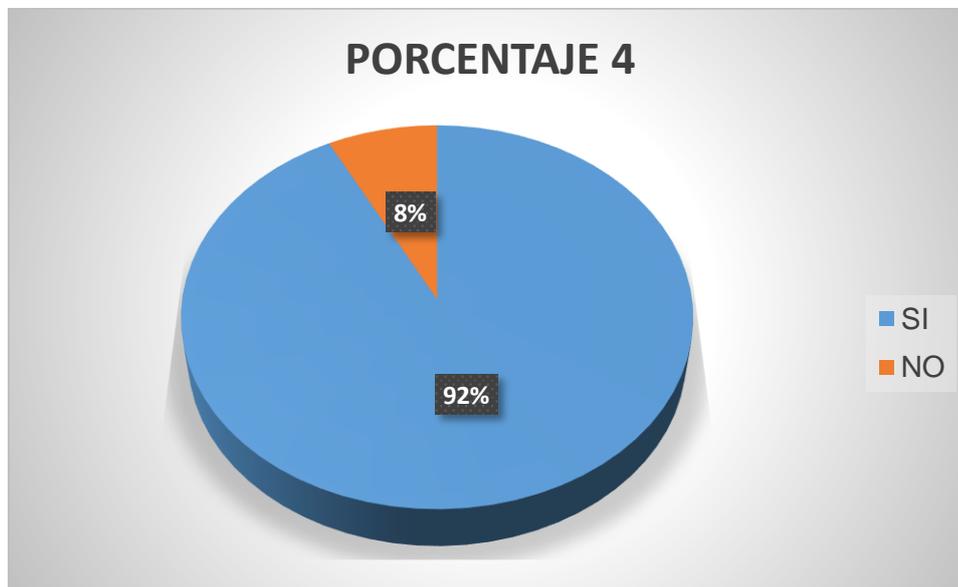
CUADRO N° 30
RESULTADOS PREGUNTA 4

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	170	92%
NO	14	8%
TOTAL	184	100%

Fuente: Resultados Pregunta 4

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

GRÁFICO N° 51
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 4



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

El 92% de los encuestados está totalmente de acuerdo de que se deba invertir en procesos de automatización en seguridad de maquinarias para reducir riesgos laborales, mientras que el 8% está en desacuerdo.

5. **¿Considera usted que las universidades deben tener un banco de prueba que permitan realizar prueba en sistema de automatización en la cual se apliquen la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad de maquinaria?**

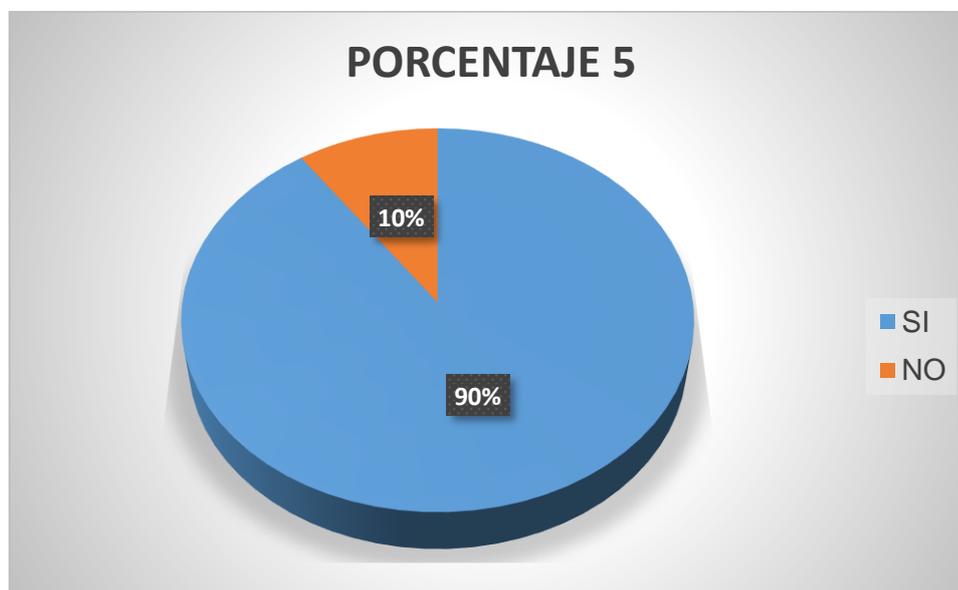
CUADRO N° 31
RESULTADOS PREGUNTA 5

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	166	90%
NO	18	10%
TOTAL	184	100%

Fuente: Resultados Pregunta 5

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

GRÁFICO N° 52
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 5



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

En la gráfica observamos que el 90% está de acuerdo de que en las universidades tengan un banco de prueba en el cual permitan realizar prueba en sistema de automatización en la cual se apliquen la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad de maquinaria, mientras que 10% está totalmente en desacuerdo.

- 6. ¿Cree usted que la implementación de un banco de prueba que cumpla con la norma ISO 13849-1 permitirá un mejor entendimiento de los procesos industriales seguros y que contribuirán a la reducción de los accidentes laborales?**

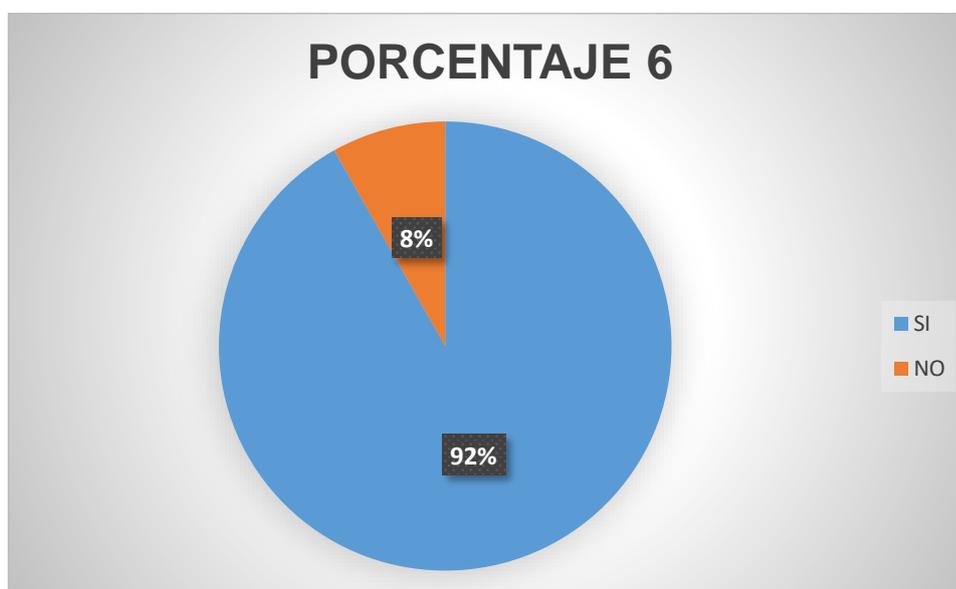
**CUADRO N° 32
RESULTADOS PREGUNTA 6**

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	169	92%
NO	15	8%
TOTAL	184	100%

Fuente: Resultados Pregunta 6

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

**GRÁFICO N° 53
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS PREGUNTA 6**



Fuente: Datos de Investigación

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

El 92% de los encuestados concuerda que están de acuerdo con la implementación de un banco de prueba en el cual cumpla con la norma ISO 13849-1 y que contribuirán a la reducción de los accidentes laborales, mientras que el 8% está en desacuerdo con la implementación del banco de prueba.

CAPÍTULO IV

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

En la etapa de análisis y especificaciones se establecieron los parámetros de cada uno de los componentes del banco de prueba del prototipo, en las diferentes pruebas realizadas a estos elementos se pudo determinar que cada uno de ellos cumplen con la funcionalidad requerida en este proyecto.

El software utilizado PNOZmulti Configurator proporcionado por el auspiciante, permitió la correcta configuración del PLC con los diferentes sensores y actuadores del banco de prueba en todas las pruebas se obtuvo resultados exitosos, podemos determinar que el presente trabajo de titulación acoge de manera satisfactoria los objetivos propuesto al inicio del proyecto.

Una vez determinada la necesidad del proyecto se estableció el camino a seguir para lograr el final deseado, se muestra a continuación las diferentes fases del proyecto que conllevo a la finalización y aceptación del producto.

CUADRO N° 33
ETAPAS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO.

FASES	DESCRIPCIÓN	ALCANCES
Inicio	Presentación y Aprobación del proyecto.	100%
Análisis y Especificaciones	Se identifican los requerimientos, funciones y características del prototipo.	100%
Diseño y Construcción	Establece los elementos que se utilizaran detallados de tal manera que sean de fácil comprensión a los beneficiarios del proyecto.	100%

Implementación	Marca el inicio de la construcción de los diferentes elementos metálicos del prototipo, esto implica el cableado y el ensamblé de los dispositivos utilizados	100%
Evaluación	Pruebas del correcto de funcionamiento de cada uno de los dispositivos instalados en el prototipo.	100%
Entregable del Proyecto	Identifica los elementos a ser entregado en el presente proyecto.	100%

Fuente: Cuadro de Etapas de Aceptación del Producto

Elaborado Por: Hernán Pérez A. y Manuel Reinoso Z.

CONCLUSIONES

Dado que el tema de seguridad en maquinarias es relativamente nuevo en nuestro país, estamos seguros que este proyecto otorgara beneficios en la concientización de tener un ambiente seguro de trabajo cuyo objetivo es precautelar la vida humana, permitirá un mayor acercamiento de la universidad con la industria del país generando nuevas iniciativas para desarrollar otras propuestas similares.

Este proyecto integra algunas disciplinas como programación, electrónica, mecánica, metalúrgica, electricidad, por tal motivo se tuvo buscar el aporte de profesionales en estas áreas quienes estuvieron prestos a brindar su aporte a este proyecto. Expuesto lo anterior podemos extraer las conclusiones más relevantes de este proyecto:

La evaluación de cada uno de los elementos, dispositivos y actuadores permitió seleccionar los más idóneos para desarrollar el banco de pruebas de seguridades, su correcto funcionamiento ya integrados al sistema así lo demuestran.

El establecer un código de lógica de programación del PLC, elemento que controla todos los sensores instalados permitirá el buen uso del prototipo en un ambiente de laboratorio, esto asegura un entendimiento en la práctica de los conocimientos que se verán en las aulas.

El banco de pruebas de automatización para la implementación de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industriales aplicando la norma ISO 13849-1 integra sensores infrarrojos, magnéticos y de tracción al igual que pulsadores de emergencias y baliza componentes indispensables dentro de los requisitos de la normativa, la incorporación de estos dispositivos de control permitirán simular diferentes escenarios en un ambiente seguro y controlado.

El diseño del manual de usuario que le permita a este entender el correcto funcionamiento del banco de pruebas de automatización, en el cual se establecen los parámetros de operación y seguridad, es un documento que utiliza un lenguaje fácil de interpretar por los usuarios del banco de pruebas, contiene aspectos que deben ser leídos previos al inicio de cada actividad.

RECOMENDACIONES

El propósito de las siguientes recomendaciones es mantener la vida útil de los diferentes dispositivos instalados banco de pruebas de automatización, así como fomentar mejoras al prototipo inicial:

- Antes de poner en marcha el banco de pruebas asegúrese de haber leído el manual de usuario.
- La utilización del banco de pruebas en ambientes cubiertos o impedir que el agua, polvo u otro liquido pueda afectar la electrónica del PLC o sensores, así también impedir la manipulación por personal no entrenado.

- Crear una aplicación de control para Smartphone que incorpore todos los dispositivos y sus funcionalidades, esto permitirá tener un acceso remoto y un monitoreo del proceso.
- Efectuar mantenimiento periódico a la estructura metálica del mueble con el objetivo de evitar la presencia de óxido en el banco de pruebas.
- Realizar ajustes en la línea de vista de los sensores infrarrojos con el fin de garantizar la correcta operación de los mismos.
- Lubricar los rodamientos y verificar el estado de la banda transportadora.
- Integrar nuevos sensores al banco de pruebas como sensores de movimiento, proximidad, humo, etc. Es decir robustecer el proyecto para mayor beneficio de la comunidad.
- Finalmente recomendamos a la Universidad de Guayaquil a través de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Física un mayor impulso a este tipo de investigación en la que se integren otras facultades y se inviten a participar a estudiantes y catedráticos en la generación de nuevas propuestas tecnológicas, integrando las normas de seguridad propuestas por la ISO.

BIBLIOGRAFÍA

- agredak . (21 de 07 de 2017). *Mind42*. Obtenido de <https://mind42.com/>
- Anónimo. (2017). *Enciclopedia de Conceptos*. Argentina: Concepto.de.
- Bartolomé López, L. (2015). *es.slideshare.net*. Obtenido de [es.slideshare.net: https://es.slideshare.net/jasandeesingh/dibujotcnico-apuntes-de-normalizacin](https://es.slideshare.net/jasandeesingh/dibujotcnico-apuntes-de-normalizacin)
- Chung Julca , J. (01 de 08 de 2008). *Issabel*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-seguridad-salud-ambiente-laboral/causas-clasificacion-accidentes>
- Código de Trabajo Ecuatoriano. (2012). *iess.gob.ec*. Obtenido de [iess.gob.ec: https://www.iess.gob.ec/documents/10162/2903501/I.2+Base_Legal+Codigo+de+Trabajo.pdf?version=1.0](https://www.iess.gob.ec/documents/10162/2903501/I.2+Base_Legal+Codigo+de+Trabajo.pdf?version=1.0)
- CONSEJO ANDINO. (2013). *sice.oas.org*. Obtenido de [sice.oas.org: http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC584s.asp](http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC584s.asp)
- Correa Delgado, R. (2008). *inocar.mil.ec*. Obtenido de [inocar.mil.ec: http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal_a/base_legal/A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf](http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal_a/base_legal/A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf)
- Gutiérrez, B. (2014). *infoplcn.net*. Obtenido de [infoplcn.net: http://www.infoplcn.net/files/documentacion/seguridad_normativa/infoplcn_net_Seguridad_Maquina_SEiS_Maquinaria.pdf](http://www.infoplcn.net/files/documentacion/seguridad_normativa/infoplcn_net_Seguridad_Maquina_SEiS_Maquinaria.pdf)
- Magaña Herrera, P. (2014). *emagister.com*. Obtenido de [emagister.com: https://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_38542_Microsoft_Word_-_38541.pdf](https://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_38542_Microsoft_Word_-_38541.pdf)
- Medina, M. (03 de 12 de 2016). *MindMeister*. Obtenido de <https://www.mindmeister.com/es/667069693/modelo-basado-en-prototipos>
- Mora, H. (2006). *Manual del vigilante de seguridad*. España: Manual del vigilante de seguridad. Obtenido de [rimd.org: http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf](http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf)
- Seguro General de Riesgos del Trabajo. (2013). *oas.org*. Obtenido de [oas.org: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_seggu.pdf](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_seggu.pdf)
- Wankel, F. (2017). *Pilz*. Obtenido de <https://www.pilz.com/es-INT>

ANEXOS

ANEXO 1

Universidad de Guayaquil
Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones
Integrantes: Hernán Pérez Avegno –Manuel Reinoso Zamora

ENCUESTA PARA EL PROYECTO DE TESIS

“Desarrollo de prototipo de banco de prueba de automatización para la implementación de seguridad en maquinarias en líneas de proceso industrial aplicando la norma ISO 13849-1”

1. **¿Conoce usted las normativas ISO referente a las seguridades de maquinarias que se deben aplicar en sistema de automatización?**

SI	
NO	

2. **¿Conoce usted la norma ISO 13849-1?**

SI	
NO	

3. **¿Ha puesto en práctica las normas ISO 13849-1 en su lugar de estudio o trabajo?**

SI	
NO	

4. **¿Cree usted que se deba invertir en procesos de automatización con énfasis en seguridad de maquinarias para reducir riesgos laborales?**

SI	
NO	

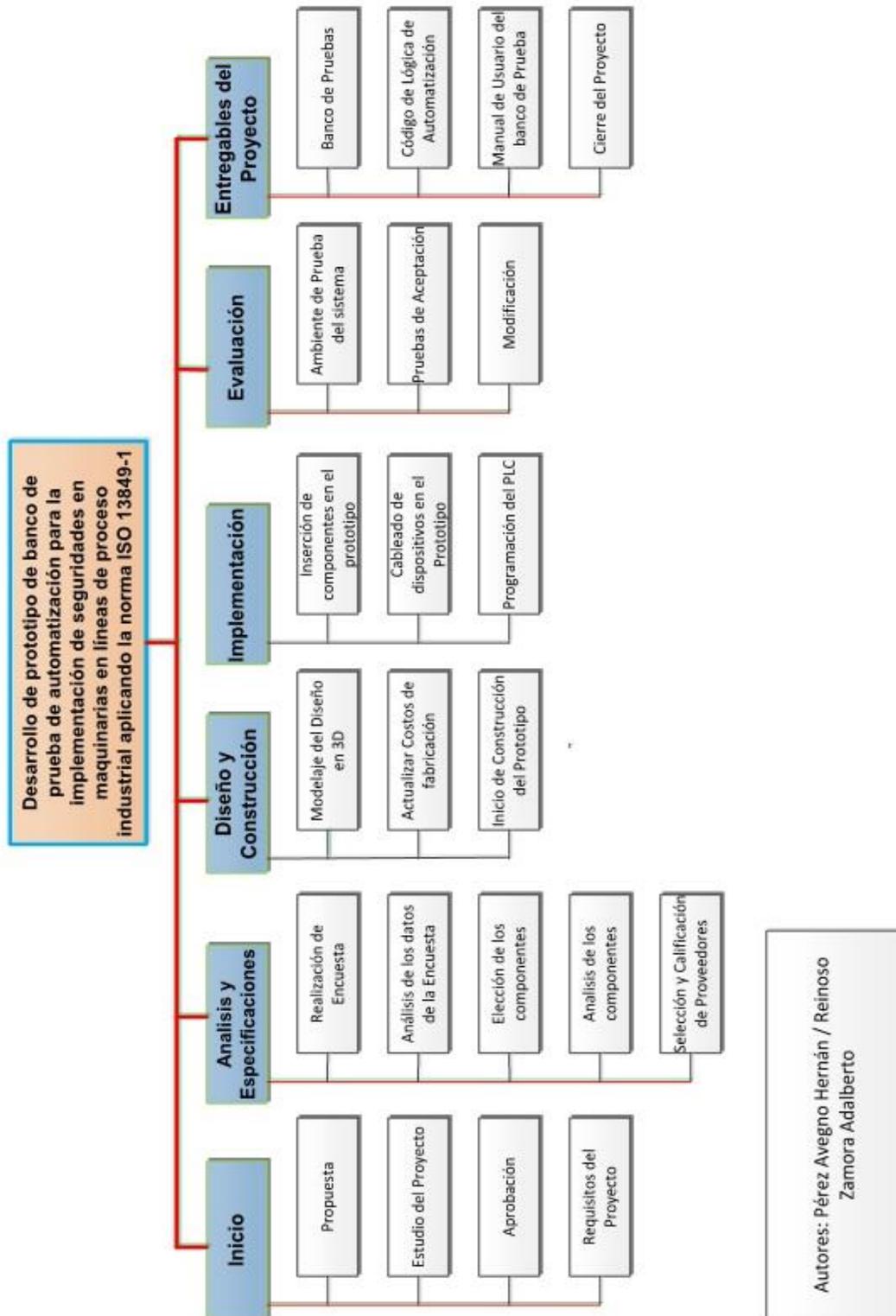
5. **¿Considera usted que las universidades deben tener un banco de prueba que permitan realizar prueba en sistema de automatización en la cual se apliquen la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad de maquinaria?**

SI	
NO	

6. **¿Cree usted que la implementación de un banco de prueba que cumpla con la norma ISO 13849-1 permitirá un mejor entendimiento de los procesos industriales seguros y que contribuirán a la reducción de los accidentes laborales?**

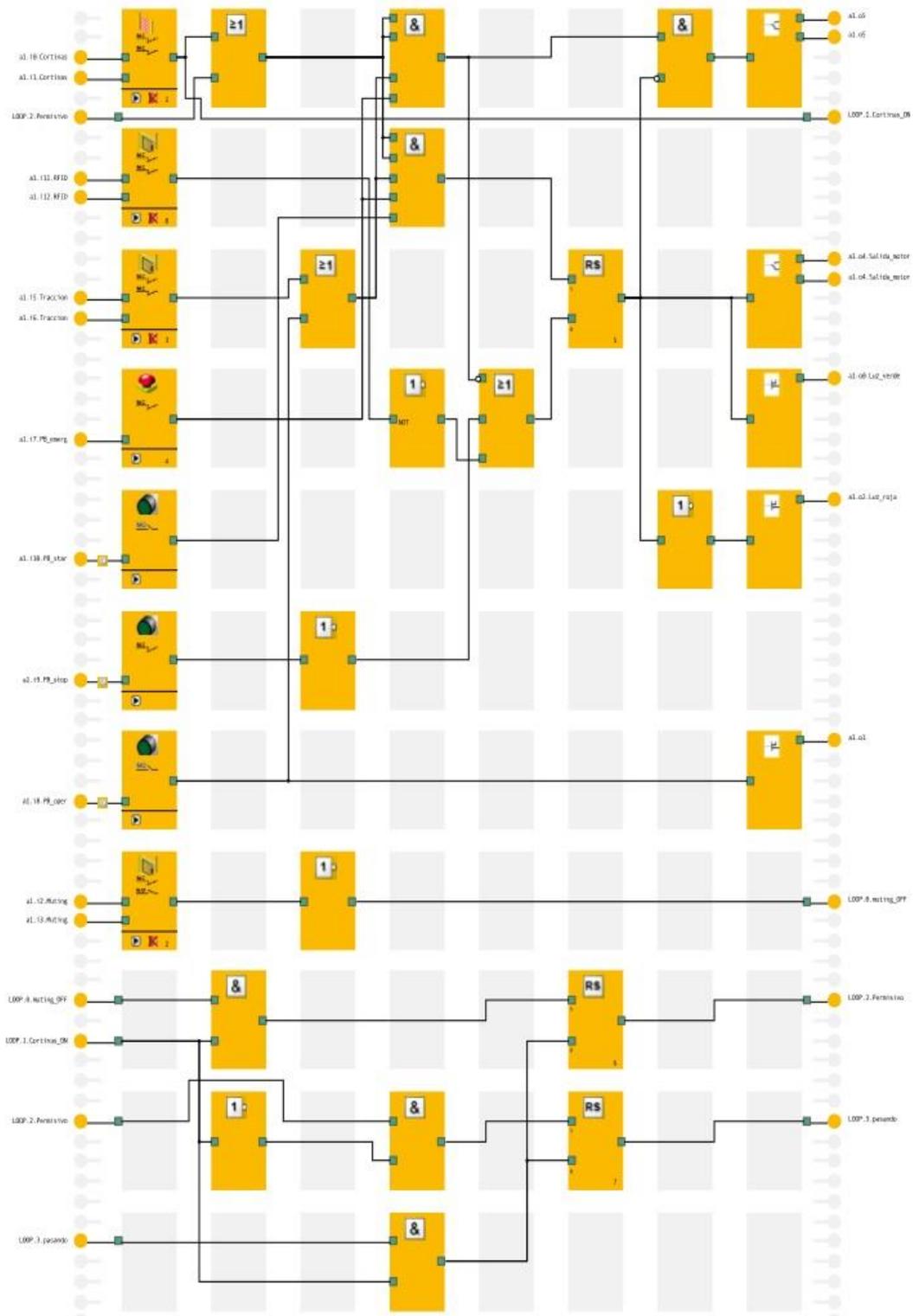
SI	
NO	

ANEXO 2



Fuente: Cronograma de desarrollo de prototipo
Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

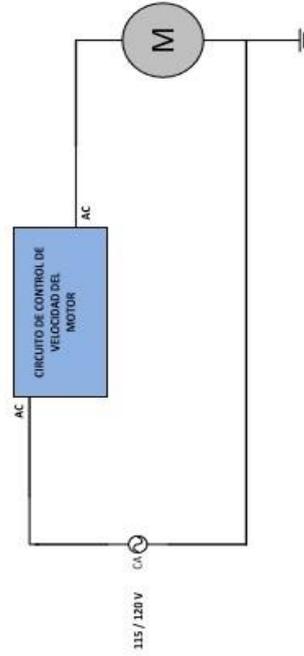
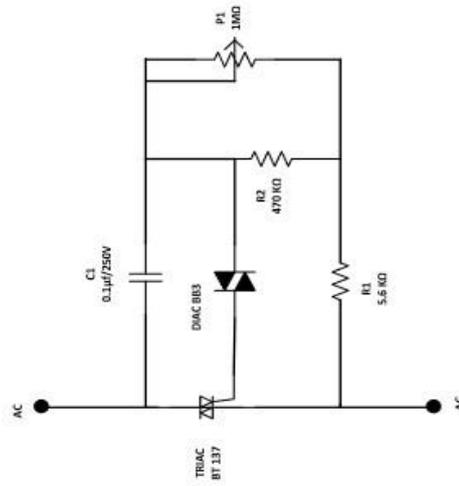
ANEXO 3



Fuente: Configuración del PLC

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

CIRCUITO ELÉCTRICO DE CONTROL DE VELOCIDAD DEL MOTOR BANDA TRANSPORTADORA



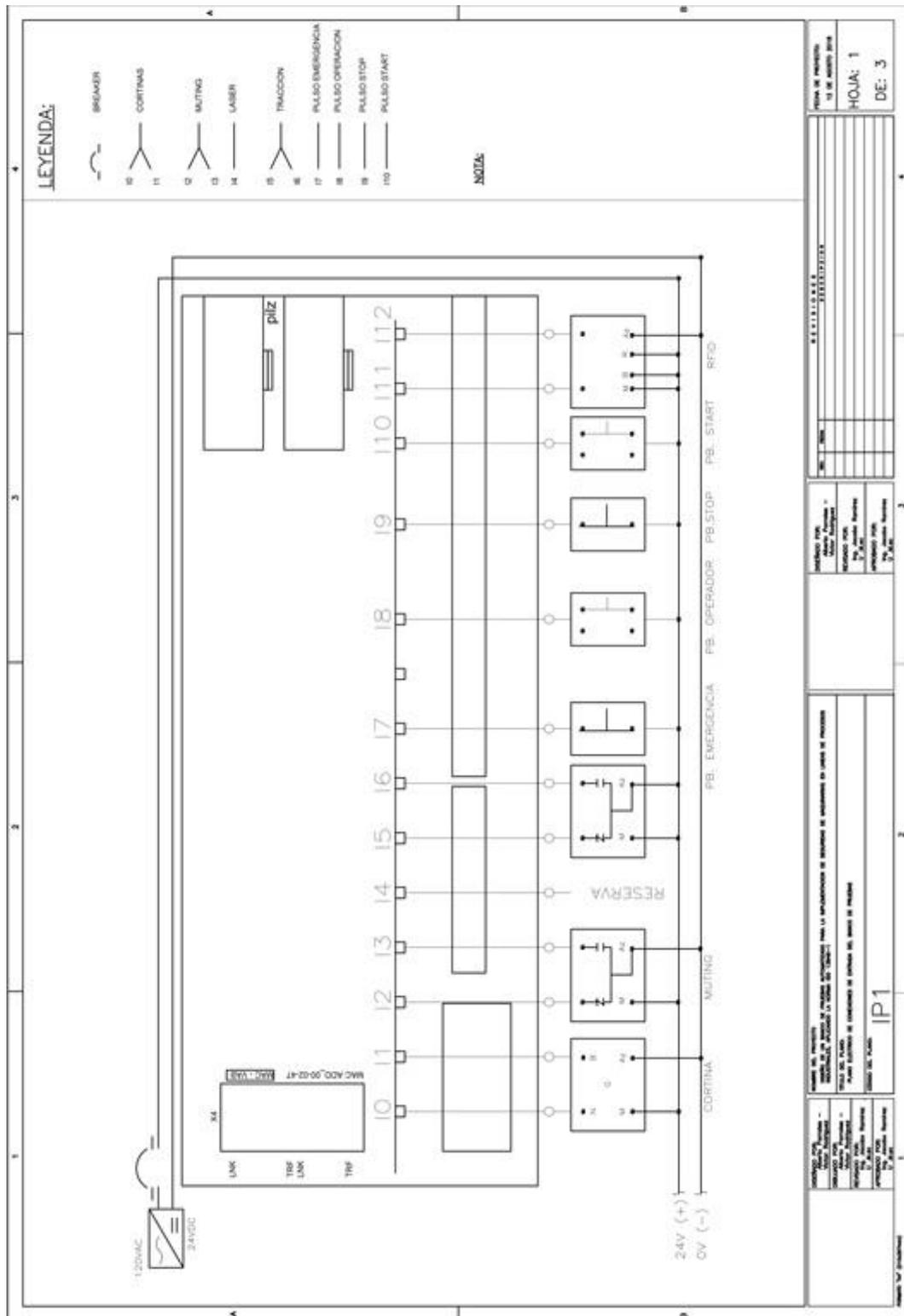
NOMBRE: CIRCUITO DE CONTROL DE VELOCIDAD
 DEL MOTOR .
AUTORES: PÉREZ AVEGNO HERNÁN GUILLERMO
 REINOSO ZAMORA MANUEL ADALBERTO
FECHA: AGOSTO 2018

Fuente: Control de velocidad del motor

Elaborado Por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

ANEXO 4

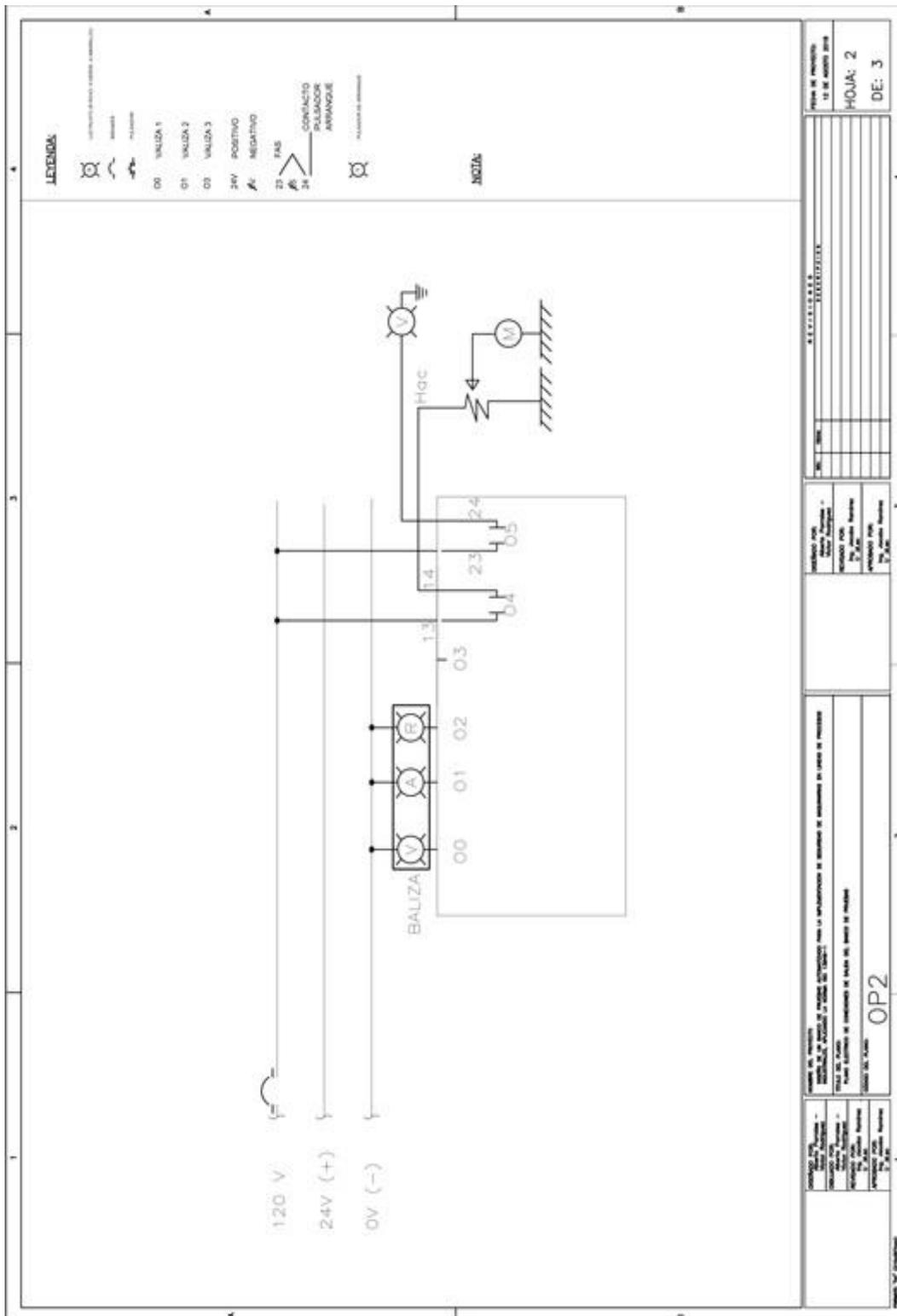
ANEXO 5



Fuente: Diagrama de Entrada

Elaborado Por: Parrales Chiquito Alberto – Rodríguez Ovidio Víctor

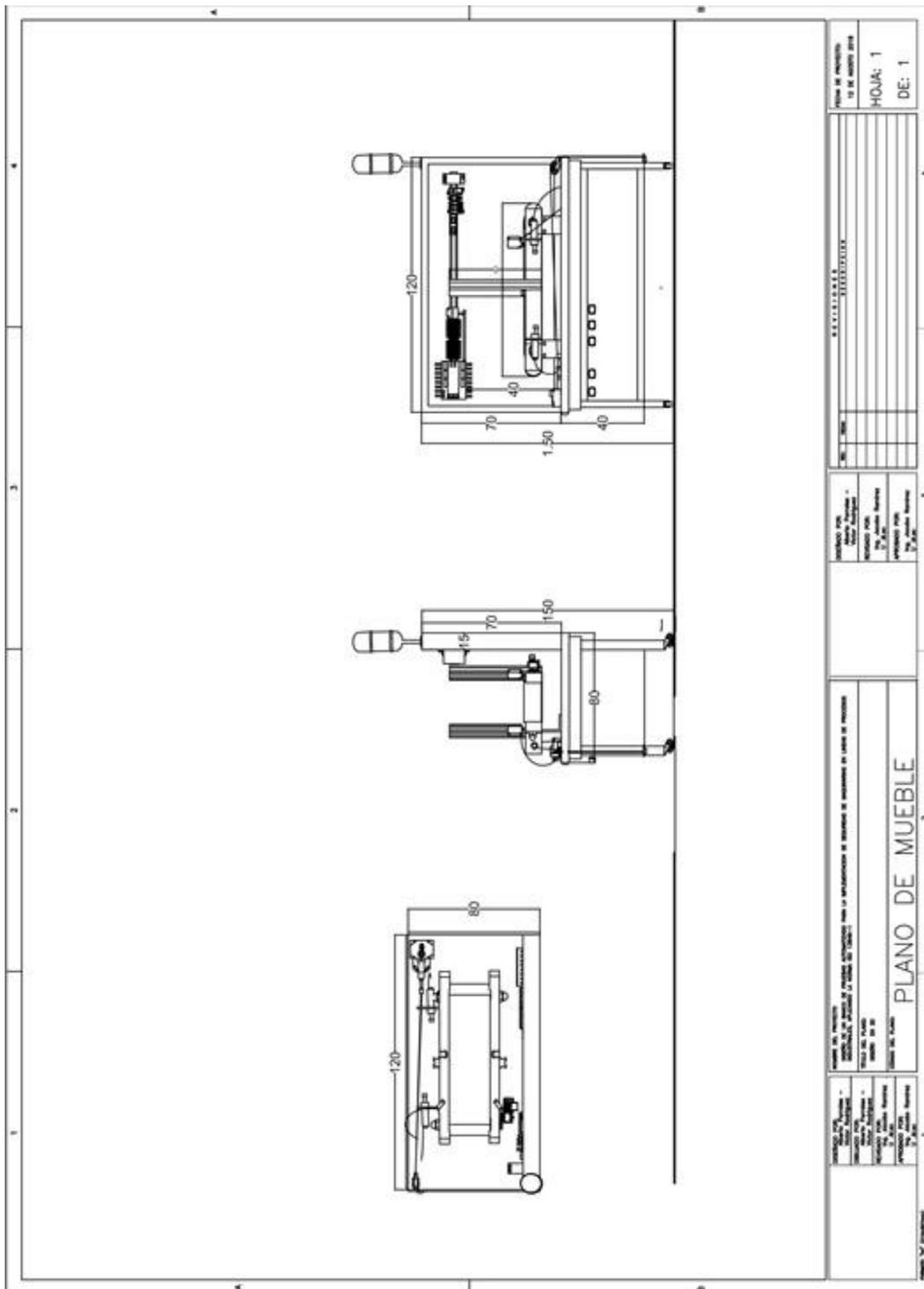
ANEXO 6



Fuente: Diagrama de Salida

Elaborado Por: Parrales Chiquito Alberto – Rodríguez Ovidio Víctor

ANEXO 8



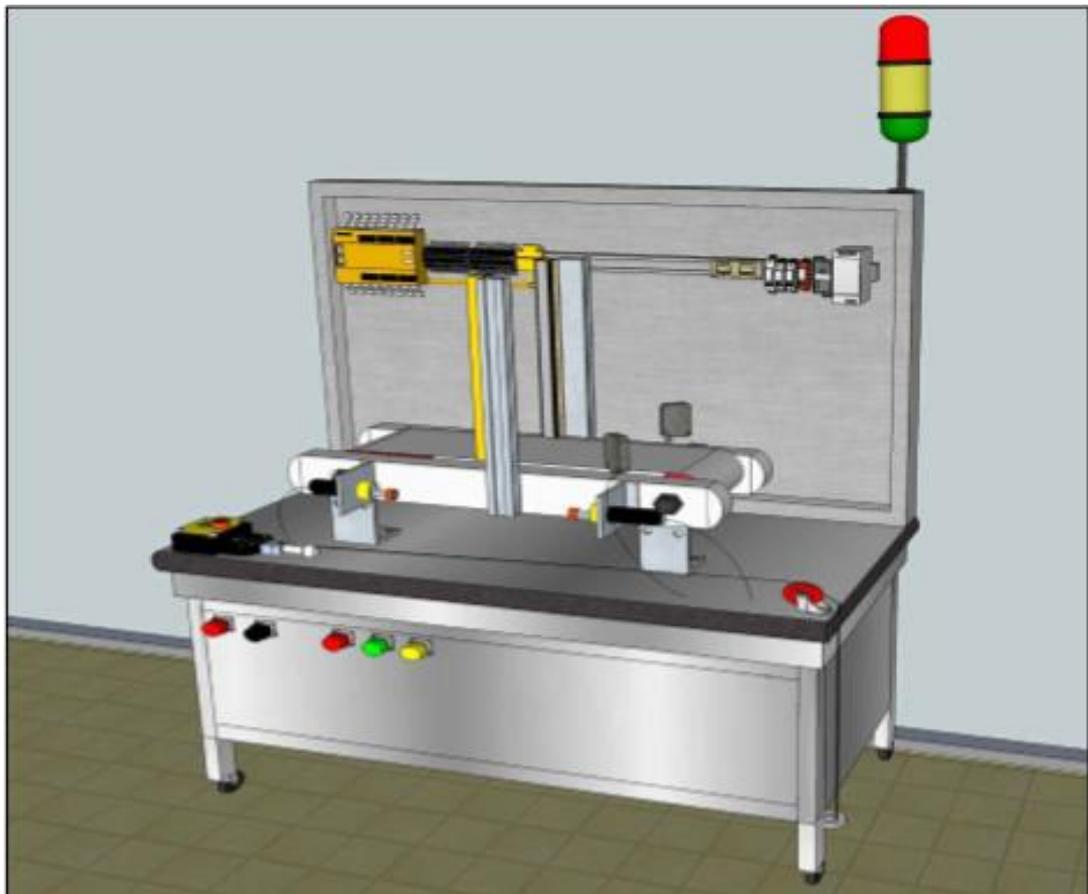
Fuente: Diseño del Mueble con Medidas

Elaborado Por: PARRALES CHIQUITO ALBERTO – RODRIGUEZ OVIDIO VÍCTOR

ANEXO 10

**BANCO DE PRUEBA DE AUTOMATIZACIÓN DE SEGURIDADES EN
MAQUINARIAS EN LÍNEAS DE PROCESOS INDUSTRIAL APLICANDO
LA NORMA ISO 13849-1**

Manual de Usuario



Contenido

1	Normas de Seguridad.....	113
2	Estructura y Función.....	113
2.1	Objetivo.....	113
2.2	Estructura	114
2.3	Partes del banco de pruebas	115
2.3	Función	116
3	Inicio del Sistema	117
3.1	Encendido del Sistema	117
3.2	Arranque del sistema	120
4	Comprobaciones	121
4.1	Sensores Tipo Cortina	121
4.2	Sensores Tipo Muting	122
4.3	Sensores Infrarrojos Tipo Laser.....	125
4.4	Sensor Tipo Tracción.....	126
4.5	Sensor Tipo RFID	127
4.6	Pulsadores.....	128

1 Normas de Seguridad

! Antes de encender el banco de pruebas e iniciar su operación, es importante que lea detenidamente las normas de seguridad detalladas a continuación.



ADVERTENCIA

La puesta en marcha del banco de prueba sólo podrá ser realizada por personal entrenado y con conocimientos específicos del funcionamiento del sistema.

Iniciar la operación luego de haber leído y comprendido estas instrucciones por completo.

Durante la operación del sistema es necesario prestar atención debido a que hay partes en rotación, por lo tanto las personas deben tener el pelo recogido y no utilizar elementos que se podrían enredar en el mecanismo de transportación.

2 Estructura y Función

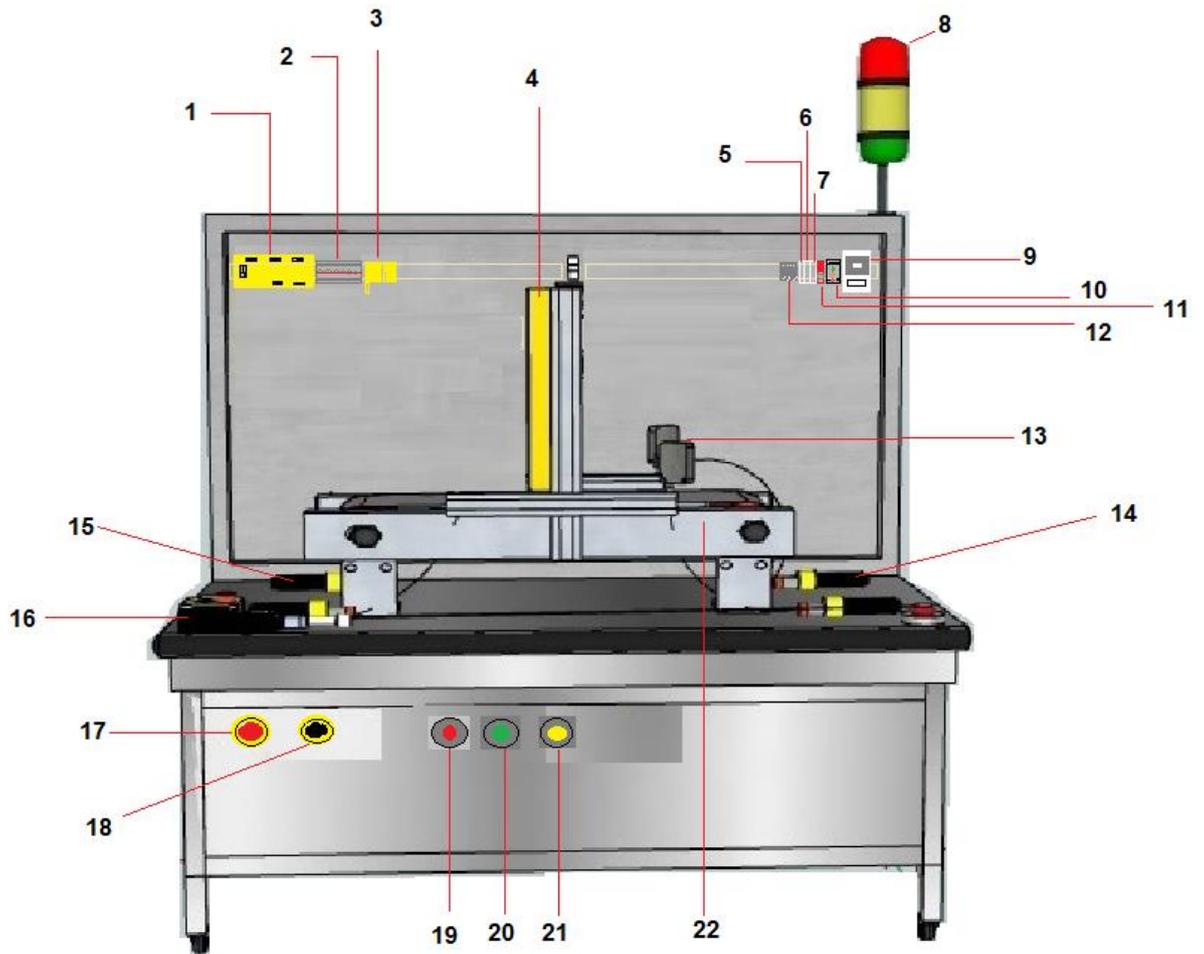
2.1 Objetivo

El banco de prueba de automatización de seguridades en maquinarias en líneas de procesos industrial aplicando la norma ISO 13849-1, se ha desarrollado para realizar prácticas en las que se pongan en ejecución las recomendaciones establecidas por la normativa para el diseño de seguridades en maquinarias.

2.2 Estructura

GRÁFICO N° 54

Diseño del Banco de Prueba



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

2.3 Partes del banco de pruebas

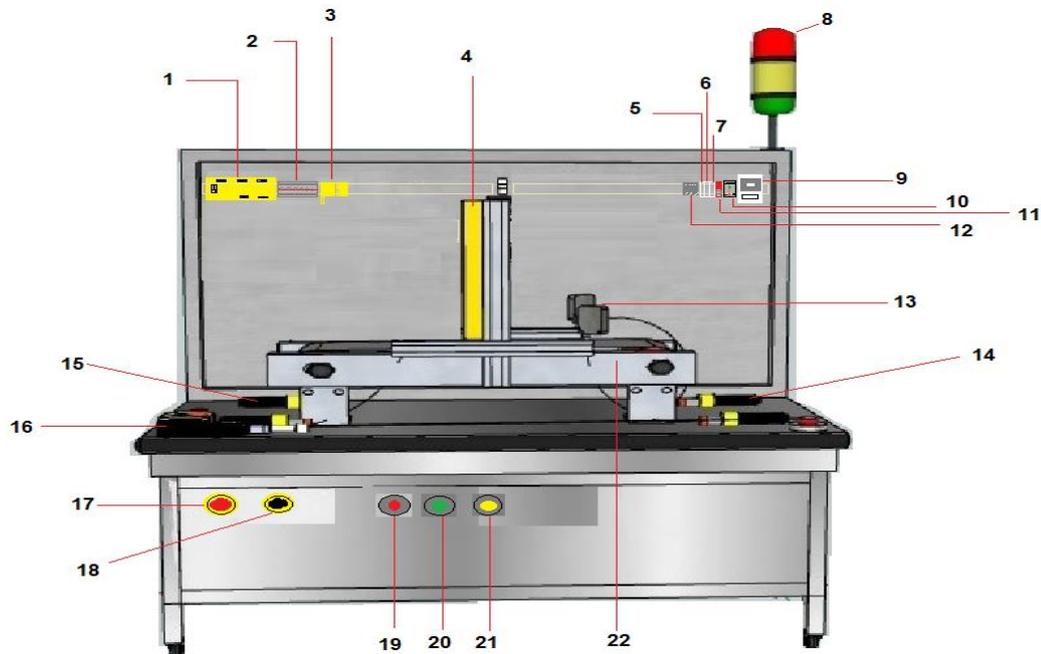


Tabla 1 COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS.

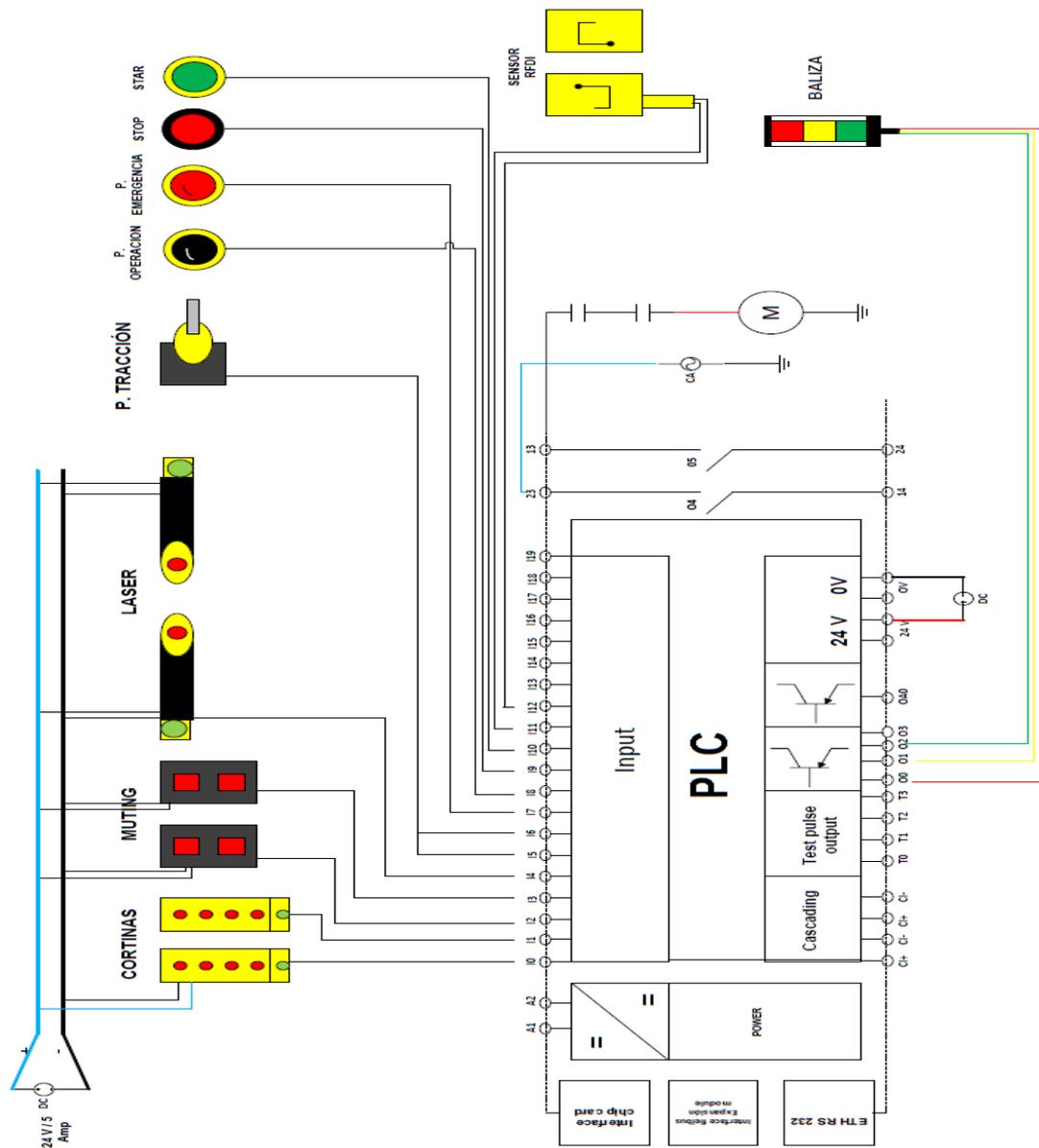
1	Controlador Lógico Programable.	12	Borneras de conexión AC.
2	Borneras. DC (+ y -)	13	Sensores Tipo Muting.
3	Sensor Tipo RFID.	14	Sensor Tipo Laser.
4	Sensor Tipo Cortina.	15	Sensor Tipo Laser.
5	Fase.	16	Sensor tipo Tracción.
6	Fase Contacto PLC.	17	Botón E-Stop con enclavamiento.
7	Positivo de la Fuente.	18	Botón de Operación.
8	Baliza.	19	Botón de Stop.
9	Fuente de 24 V.DC	20	Botón de Star.
10	Supervisor de Voltaje.	21	Botón Reset.
11	Supresor de Transiente.	22	Banda Transportadora.

Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

2.3 Función

GRÁFICO N° 55

Gráfico esquemático de conexiones.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

GRAFICO ESQUEMÁTICO DE CONEXIONES

Como podemos apreciar en el grafico anterior que todas las señales provenientes de los sensores instalados en el banco de prueba convergen a PLC, este es el dispositivo de control programable que gobierna el sistema, para que llegue una señal al PLC una vez iniciado el sistema se debe interrumpir con un objeto el haz de los sensores infrarrojo, también se puede presionar el cordón del pulsador de tracción o desplazar el sensor magnético RFID para que el controlador cense la señal y mande a para el sistema.

También se puede interrumpir el sistema a través de los pulsadores de emergencia E-STOP con enclavamiento, o con el de stop.

3 Inicio del Sistema

! Leer las advertencias

3.1 Encendido del Sistema

Para el encendido del sistemas se debe contar con un tomacorrientes correctamente polarizado de 110/120 Vac, antes de realizar la conexión del banco a la toma eléctrica verifique que los breaker del banco de pruebas se encuentren en OFF (O).

GRÁFICO N° 56**Breaker de Protección.**

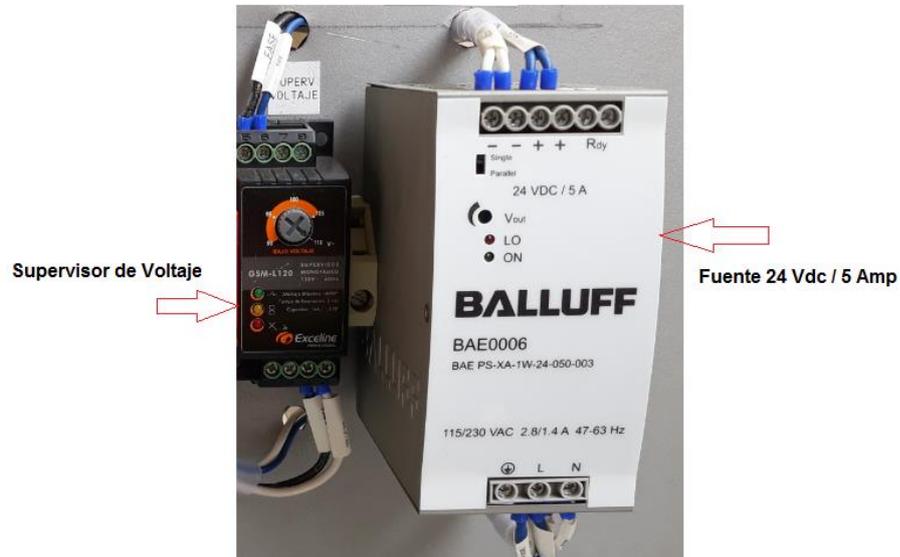
Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Proceda a conectar la extensión proporcionada primeramente en la clavija del banco ubicada en el lado derecho de este, el extremo con el enchufe se conectara al tomacorriente de 110 / 120 V previamente identificado.

Una vez conectado proceda a subir todos los breaker de la figura 3, en el supervisor de voltaje se encenderá una luz de color ámbar que indicara que está reconociendo los niveles de voltajes de entrada, aproximadamente 3 minutos después se encenderá el led verde del supervisor de voltaje con lo que se da paso a la energización de la fuente de voltaje de 115 Vac / 24 Vdc y con ello a la energización del sistema.

GRÁFICO N° 57

Supervisor de Voltaje y Fuente de Voltaje.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Se debe verificar que todos los sensores se encuentren activos.

GRÁFICO N° 58

Sistema Energizado.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

3.2 Arranque del sistema

Energizado el sistema procedemos a dar arranque, para esto utilizaremos el pulsador STAR.

GRÁFICO N° 59

Pulsador Star.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Dado el pulso de inicio el sistema de la banda transportadora iniciara en arranque simulando un proceso industrial, con esto hemos iniciado completamente el sistema quedando listo para las comprobaciones.

GRÁFICO N° 60
Banda Transportadora.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

4 Comprobaciones

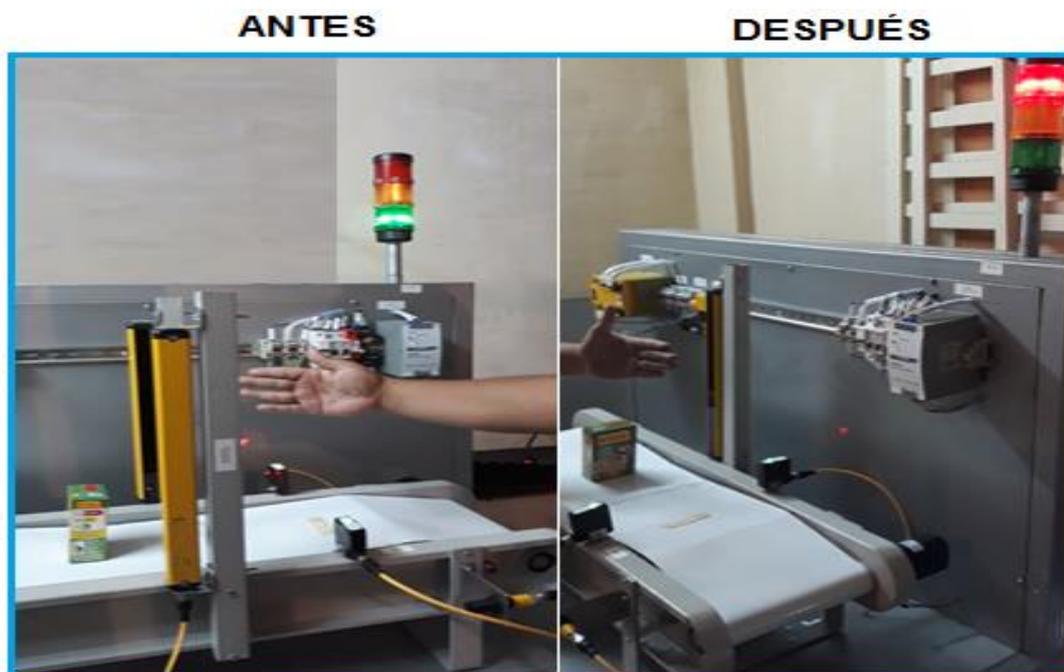
4.1 Sensores Tipo Cortina

Con el sistema iniciado y arrancado el **led verde** de la baliza esta encendido procedemos a cruzar una mano entre la abertura de los sensores tipo cortina, esto hace que se interrumpan al menos un haz de luz provocando esto la interrupción del proceso, es decir la banda transportadora se detendrá y se encenderá el **led rojo** en la baliza.

Con los que se comprueba la correcta aplicación de este dispositivo en un proceso industrial, cumpliendo así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias.

GRÁFICO N° 61

Prueba de Sensor Tipo Cortina.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

4.2 Sensores Tipo Muting

Los sensores tipo Muting básicamente tienen 2 funciones:

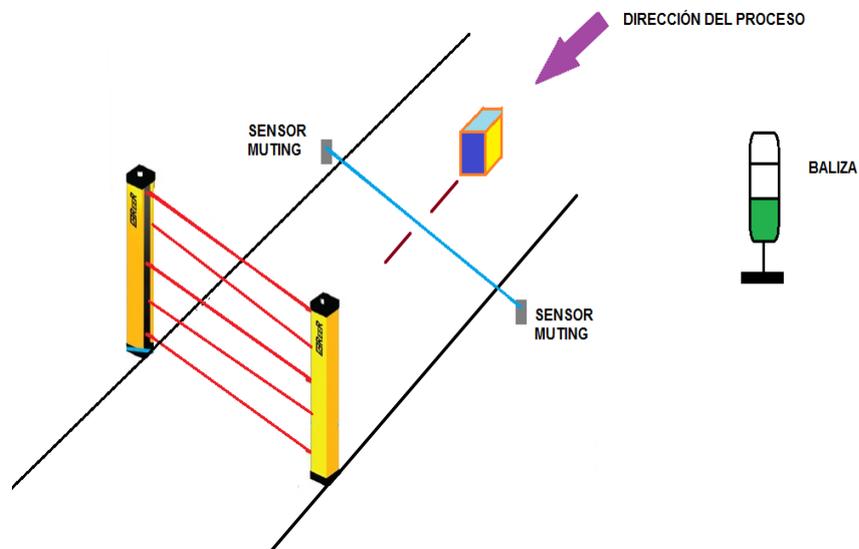
1. Permitir el acceso de personas a la zona de peligro durante la parte no peligrosa durante la operación de la maquinaria.
2. Permitir el acceso del material y evitar el acceso de las personas

En nuestro banco de prueba está configurado en la opción 2, es decir permitir el paso del material y evitar el acceso de personas mientras el proceso se ejecute.

Para verificar el correcto funcionamiento del Muting, una vez el sistema iniciado y arrancado observamos que el **led verde** de la baliza esta encendido procedemos a cruzar una mano entre la abertura de los sensores y los sensores tipo cortinas, observando que el sistema no se detiene esto debido a que la interrupción primero paso por los sensores del Muting, es decir la interrupción del haz del sensor fue en dirección al proceso según la programación definida.

GRÁFICO N° 62

Prueba del sensor Muting interrupción en dirección del proceso

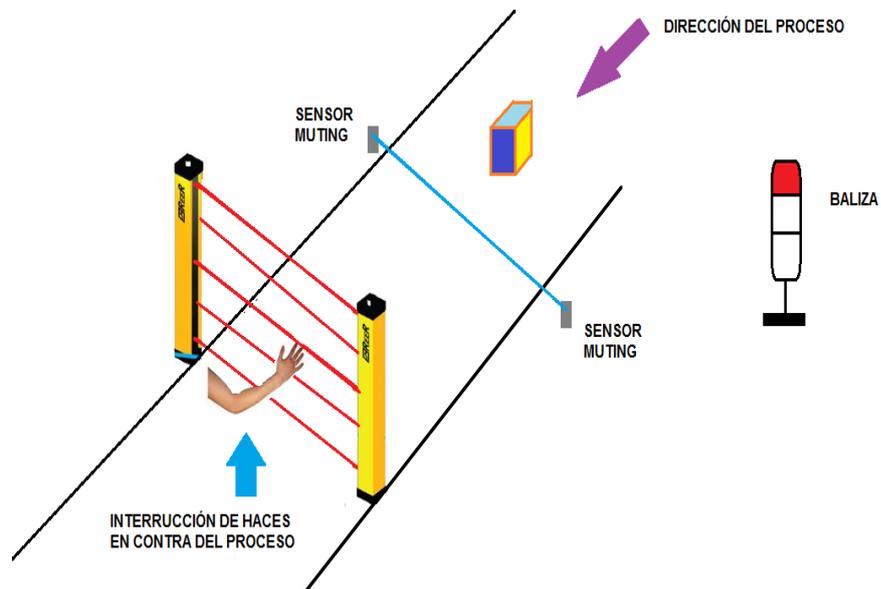


Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

Si procedemos en sentido contrario al proceso es decir pasar el objeto “la mano” primero por los sensores tipo cortina esto hace que se interrumpan el haz de luz provocando esto la interrupción del proceso antes de llegar al Muting, es decir la banda transportadora se detendrá y se encenderá el led **rojo** en la baliza.

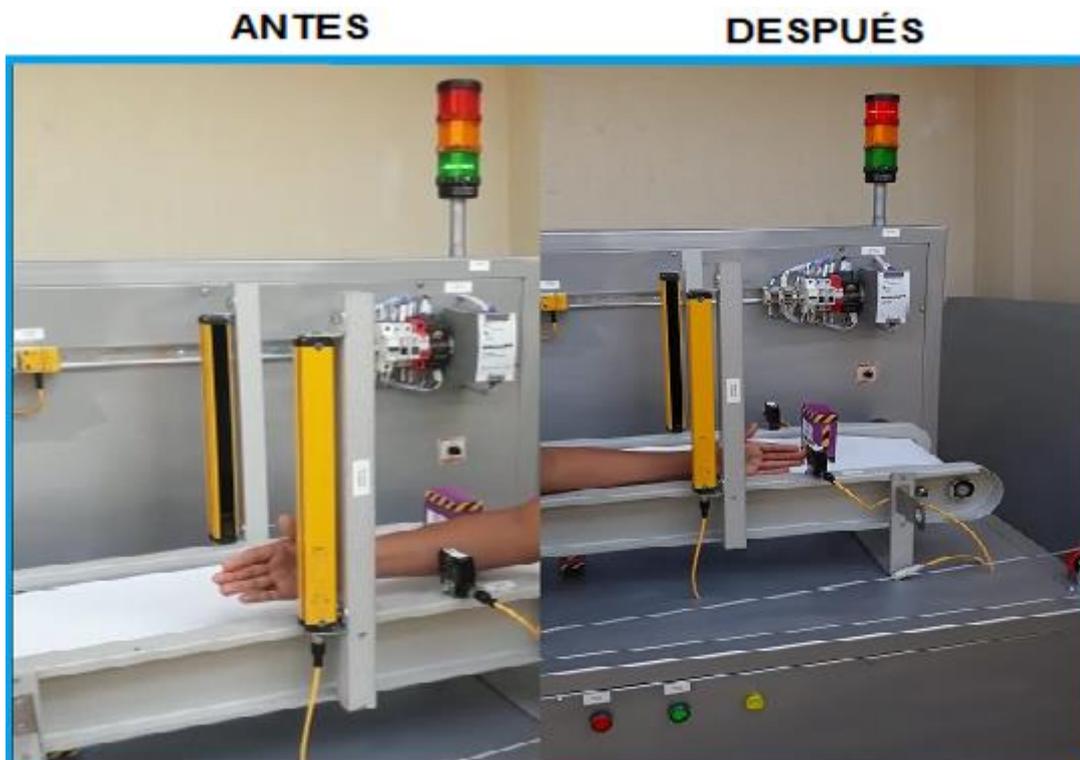
GRÁFICO N° 63

Prueba del sensor Muting, interrupción en contra del proceso



Elaborado por: **Hernán Pérez Avego - Manuel Reinoso Zamora**

Con los que se comprueba la correcta aplicación de este dispositivo en un proceso industrial, cumpliendo así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias

GRÁFICO N° 64**Prueba de Sensor Tipo Muting**

Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

4.3 Sensores Infrarrojos Tipo Laser

Procedemos con el sensor infrarrojo tipo laser de la misma manera que los anteriores, una vez el sistema iniciado y arrancado observamos que el **led verde** de la baliza esta encendido procedemos a cruzar una mano entre la abertura de los sensores, esto hace que se interrumpan el haz de luz provocando esto la interrupción del proceso, es decir la banda transportadora se detendrá y se encenderá el led **rojo** en la baliza.

Con los que se comprueba la correcta aplicación de este dispositivo en un proceso industrial, cumpliendo así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias.

GRÁFICO N° 65

Prueba de Sensor Tipo Laser.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

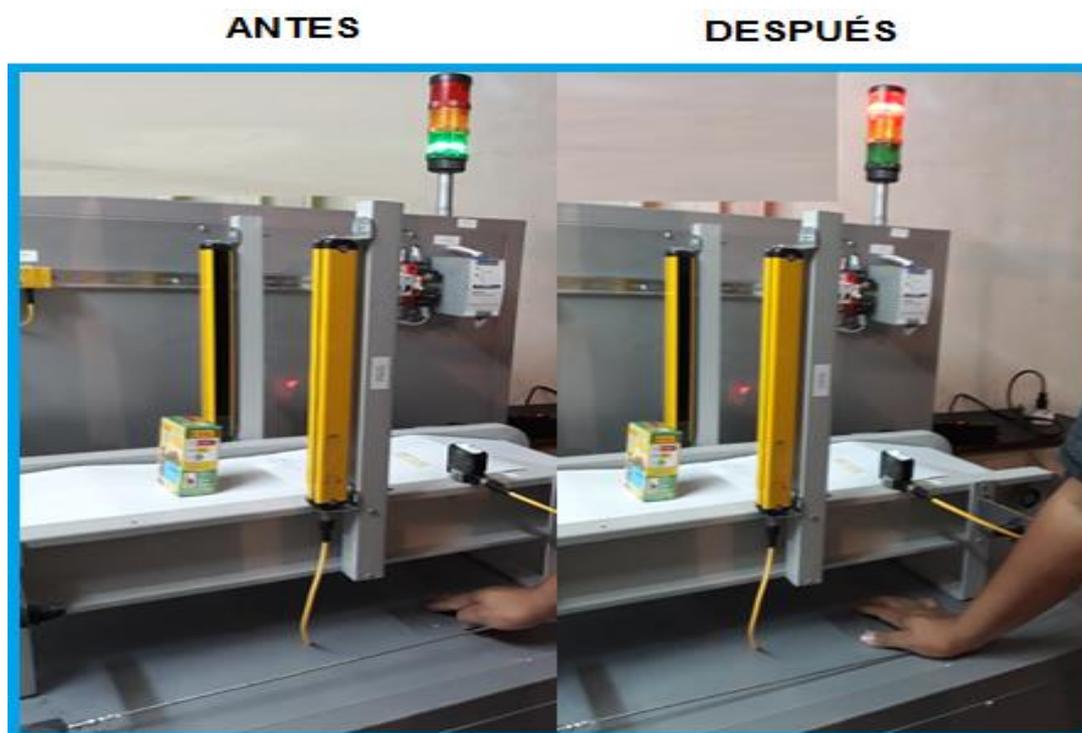
4.4 Sensor Tipo Tracción

Con el sistema iniciado y arrancado el **led verde** de la baliza esta encendido procedemos a presionar con una mano la cuerda del pulsador de tracción, esto hace que salte el pulsador y envíe la señal al PLC provocando esto la interrupción del proceso, es decir la banda transportadora se detendrá y se encenderá el **led rojo** en la baliza.

Con los que se comprueba la correcta aplicación de este dispositivo en un proceso industrial, cumpliendo así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias

GRÁFICO N° 66

Prueba de Sensor Tipo Tracción.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

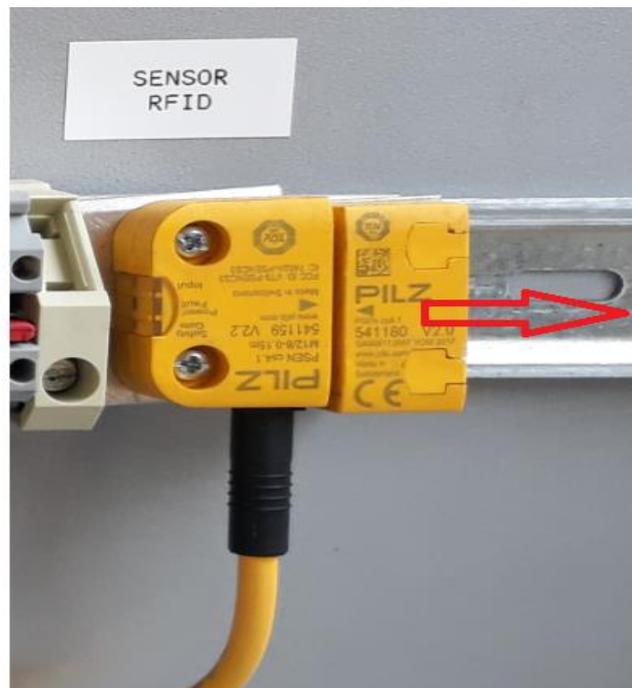
4.5 Sensor Tipo RFID

El sensor tipo RFID es un sensor magnético, con el sistema iniciado y arrancado el **led verde** de la baliza esta encendido procedemos a deslizar con una mano la el extremos derecho del sensor y al momento de abrirse el campo magnético este envía la señal al PLC provocando esto la interrupción del proceso, es decir la banda transportadora se detendrá y se encenderá el **led rojo** en la baliza.

Con los que se comprueba la correcta aplicación de este dispositivo en un proceso industrial, cumpliendo así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias.

GRÁFICO N° 67

Prueba de Sensor Tipo RFID.



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora

4.6 Pulsadores

Los pulsadores son interruptores y arrancadores manuales del sistema.

Pulsador de Emergencia con enclavamiento (botón rojo y base amarilla) permite detener un proceso manualmente en caso de riesgo y mientras no se retire el enclavamiento el sistema no podrá arrancar.

Pulsador Operacional (botón negro y base amarilla) permite una vez activado que el proceso no se detenga, siempre y cuando el objeto no interrumpa los haces del sensor Tipo Cortina en contra del proceso, podemos activar el sensor de tracción, el pulsador de emergencia, el pulsador de stop, y mientras el pulsado operacional está enclavado el sistema no se detiene y permanecerá encendida el color **amarillo** en la baliza, si la interrupción se da a nivel de las cortina y en contra de la dirección del procesos el sistema se detendrá y se encenderá la baliza de color **rojo**, para reiniciar el sistema se debe quitar el enclavamiento del Pulsador Operacional e iniciar el sistema oprimiendo el pulsador Star.

Los **Pulsadores Stop y Star** permite el primero detener el proceso sin enclavamiento, mientras que el botón star permite arrancar el proceso ya sea al inicio o luego de una parada de emergencia.

La aplicación de estos dispositivo en un proceso industrial, cumplen así la norma ISO 13849-1 referente a la seguridad en maquinarias.

GRÁFICO N° 68

Pulsadores



Elaborado por: Hernán Pérez Avegno - Manuel Reinoso Zamora