

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
BACHILLERATO EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA MONITOREO
Y NOTIFICACIONES REMOTAS DE CONDICIONES DE
EMERGENCIA EN LAS DIFERENTES LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN Y EMBALAJE EN VICESA, 2019**

Sustentante:

José Mario Brenes Gómez

Tutor:

Ing. José Alejandro Rojas López

Diciembre, 2019

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo José Mario Brenes Gómez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1205-0802 egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería en Electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Diseño e Implementación de un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones de emergencia en las diferentes líneas de producción y embalaje en Vicesa, 2019, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 21 días del mes de noviembre del año dos mil diecinueve.


Firma del estudiante

Cédula: 1-1205-802.

CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA



VIDRIERA CENTROAMERICANA, S.A.

350 mts. Noreste Taller 3M, San Nicolás, Taras, Cartago, Costa Rica.
Tel. 2550-3227 / Fax 2537-2445

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

Cartago, 10 de noviembre de 2019.

Señores Universidad Hispanoamericana

Por medio de la presente, yo Pablo Roque Aguilar portador de la cédula de identidad 3-0378-0209 Supervisor del departamento de Equipos de Inspección en la empresa Vidriera Centroamericana, VICESA con cédula jurídica 3-101021291-06, por este medio hago constar que el proyecto titulado: Diseño e implementación de un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones de emergencia en las diferentes líneas de producción y embalaje en Vicesa, 2019; fue desarrollado satisfactoriamente en la empresa por el estudiante Mario Brenes Gómez ced 1-1205-0802 ya que cumplió ampliamente los requerimientos planteados inicialmente, mismo que nos facilita el conocer las líneas que requieren de servicio técnico ante una falla, no solo haciendo la indicación de una llamada sino generando el tiempo de respuesta y así poder nosotros llevar una estadística de cuál línea requiere más atención.

Agradeciendo su comprensión, se despide cordialmente,


Pablo Roque Aguilar
Supervisor Depto. Equipos de Inspección
Ingeniería de Planta
Tel. (506)2550-3317 – 8409-7859
proque@grupovical.com

CARTA DEL TUTOR



CARTA DEL TUTOR

San José, 16 de noviembre del 2019

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante **José Mario Brenes Gómez.**, cédula de identidad número **1 1205 0802**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"Diseño e implementación de un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones de emergencia en las diferentes líneas de producción y embalaje en VICESA, 2019."**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	18
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	28
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	18
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	20
	Total:	100	94

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Jose Alejandro Rojas López
Cédula de identidad: 1 1079 0035
Carné Colegio Profesional: N° IEL-15888

CARTA DEL LECTOR



CARTA DEL LECTOR

San José, 20 de Diciembre del 2019

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante **José Mario Brenes Gómez**, cédula de identidad número **1-1205-0802** me ha presentado para efectos de revisión y aprobación el trabajo de investigación denominado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA MONITOREO Y NOTIFICACIONES REMOTAS DE CONDICIONES DE EMERGENCIA EN LAS DIFERENTES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y EMBALAJE EN VICESA, 2019"**, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Ing. Eduardo Sanabria G. M.I.E.
Céd: 108610714
Profesor Lector

CARTA DE APROBACIÓN DE LA FILÓLOGA

LICDA. ELVIA FERNÁNDEZ MORALES
FILÓLOGA UCR
SAN RAMÓN, ALAJUELA TEL. 2456 0313 158; 8-825- 3794
C.4841 COL. LIC. Y PROF; EMAIL elviafz@gmail.com

CONSTANCIA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

La suscrita, Licenciada en Filología Española ELVIA FERNÁNDEZ MORALES, hace constar que efectuó la revisión filológica del documento denominado, **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA MONITOREO Y NOTIFICACIONES REMOTAS DE CONDICIONES DE EMERGENCIA EN LAS DIFERENTES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y EMBALAJE EN VICESA, 2019**. Este consiste en una TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, DE LA UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA. El postulante es JOSÉ MARIO BRENES GÓMEZ.

Al respecto, indica que luego de efectuadas las correcciones necesarias, dicho documento se encuentra listo para su presentación y disertación, pues se ajusta a las normas gramaticales y ortográficas establecidas por la Ortografía RAE (2010) y a la modalidad de discurso, correspondiente a su especialidad.

Dado en San Ramón, Alajuela, Costa Rica, el tres de enero de dos mil veinte, a solicitud de la persona interesada y para los efectos administrativos pertinentes.



Licda. Elvia Fernández Morales

CARTA DE AUTORIZACION PARA LICENCIA DE TFG FINAL

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 6 enero de 2020

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) José Mario Brenes Gómez con número de identificación 1-1205-0802 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA MONITOREO Y NOTIFICACIONES REMOTAS DE CONDICIONES DE EMERGENCIA EN LAS DIFERENTES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y EMBALAJE EN VICESA, 2019 presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería en Electrónica. Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que, con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


Firma y Documento de Identidad

DEDICATORIA

Dedico el trabajo realizado en este proceso de tesis, primeramente, a Dios por darme las virtudes y cualidades necesarias para poder desarrollar en proyecto con las condiciones necesarias para solventar las necesidades de la empresa y también por darme las capacidades necesarias para poder estudiar esta carrera la cual cada día me motivo más hasta llegar a concluir la.

También dedico este trabajo a mis padres, Elena Isabel Gómez Córdoba y José Mario Brenes Elizondo por el apoyo incondicional a la hora de emprender este camino y a mi novia, Karen Leiva Vives, por darme ese soplo de aliento día a día a seguir adelante hasta finalizar toda la carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA	I
CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA	II
CARTA DEL TUTOR	III
CARTA DEL LECTOR	IV
CARTA DE APROBACIÓN DE LA FILÓLOGA.....	V
CARTA DE AUTORIZACION PARA LICENCIA DE TFG FINAL.....	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ABREVIATURAS	XVII
RESUMEN	XVIII
CAPÍTULO 1	1
PROBLEMA DEL PROYECTO	1
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.1.1 Antecedentes del contexto de la empresa.....	2
1.2 Justificación del proyecto	6

1.2 Definición del problema	8
1.3 Objetivo general y objetivos específicos	10
1.3.1 Objetivo general.	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Alcances y limitaciones.....	12
1.4.1 Alcances.	12
1.4.2 Limitaciones.	13
CAPÍTULO 2.....	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1 Marco Conceptual	17
2.1.1 PLC LOGO8!.....	17
2.1.2 Módulo I/O SIEMENS ampl. LOGO! DM8 24R, FA/E/S: 24V/24V/relé.	18
2.1.3 Fuente de alimentación AC-DC.....	20
2.1.4 Comunicación protocolo 802.11 WI-FI.....	21
2.1.4.1 <i>Módulo WIFI SCALANCE W721-1 RJ45 IWLAN ETHERNET.</i>	21
2.1.5 Módulo Raspberry pi 3 model B+.	23
2.1.5.1 <i>Raspbian.</i>	25
2.1.7 Mensajería SMS PUSH.....	26
2.1.7.1 <i>Definición de Mensajería SMS PUSH.</i>	26
2.1.7.2 <i>Funcionamiento de Mensajería SMS PUSH.</i>	27

2.1.8 Sistema de mensajería Telegram.....	28
2.1.8.1 Características de Telegram.....	29
2.1.8.2 Ventajas y desventajas de Telegram.....	29
CAPÍTULO 3.....	31
MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1 Tipo de investigación.....	32
3.1.1 Finalidad de la investigación.....	32
3.1.2 Enfoque de la investigación.....	33
3.1.3 Dimensión temporal del proyecto.....	34
3.1.4 Marco del proyecto.....	35
3.1.5 Método de investigación.....	37
3.1.6 Carácter del proyecto.....	38
3.2 Fuentes de información.....	40
3.2.1 Fuentes de información primaria.....	40
3.2.2 Fuentes de información secundaria.....	40
3.2.3 Sujetos de información.....	41
3.3 Técnicas y Herramientas.....	43
3.3.1 Observación.....	44
3.3.2 Entrevista.....	44
3.4 Variables de la investigación.....	46

3.4.1 Definición de variables.....	46
3.5 Diseño de la investigación.....	47
CAPÍTULO 4.....	51
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	51
4.1 Descripción de la situación actual.....	52
4.2 Análisis de datos.....	56
4.2.1 Observación.....	57
4.2.2 Entrevista.....	59
4.3 Diseño de propuesta.....	65
CAPÍTULO 5.....	68
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	68
5.1 Descripción de la propuesta TELEGRAM.....	69
5.2 Desarrollo del prototipo.....	70
5.2.1 Desarrollo del prototipo.....	71
5.2.1.1 <i>Desarrollo de la Etapa de Control.</i>	71
5.2.1.2 <i>Desarrollo de la Etapa de Comunicación.</i>	86
5.2.1.3 <i>Desarrollo de la Etapa de Interfaz.</i>	88
5.3 Construcción del prototipo.....	89
5.3.1 Etapa de Interfaz de Control del usuario.....	90
5.3.1.1 <i>Botoneras.</i>	90

5.3.1.1 Sogas luminosas	91
5.3.1.2 Cableado de las Sogas luminosas	93
5.3.2 Etapa de Control	94
5.3.2.1 Conexión entre PLC LOGO y Raspberry Pi Model B+	94
5.3.2.1 Cableado de las señales de cada soga luminosa	96
5.3.3 Prototipo finiquitado	98
5.4 Análisis de costos	105
5.5 Distribución del proyecto en la planta de VICESA	113
CAPÍTULO 6	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
6.1 Conclusiones	115
6.2 Recomendaciones	119
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXO	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama. Fuente: Depto. Recursos Humanos, VICESA.	3
Figura 2. Diagrama de causa- efecto para el planteamiento del problema. Fuente: El Autor.	8
Figura 3 Módulo PLC LOGO!8. Fuente: Manual SIEMENS.	18
Figura 4. Tipos de módulos de ampliación que se conectan al PLC LOGO. Fuente: Manual SIEMENS.	19
Figura 5. Módulo de expansión I/O SIEMENS. Fuente: Manual SIEMENS.	19
Figura 6. Fuente de poder. Fuente: Manuel SIEMENS.	20
Figura 7. Módulo WIFI SCALANCE W721-1 RJ45 IWLAN ETHERNET. Fuente: Manual SIEMENS.	22
Figura 8. Modelo IWLAN – ANTENNA FS: 2 ANT792-6MN. Fuente: El Autor.	22
Figura 9. N-CONNECTOR/R -SMA MALE/MALE FLEXIBLE CONENCTION CABLE LENGTH 2M. Fuente: El Autor.	23
Figura 10. Módulo Raspberry pi 3. Fuente www.Ingenierate.com	24
Figura 11. Escala de tiempo para la realización del proyecto. Fuente: El Autor.	50
Figura 12. Botonera de una de las sogas. Fuente: El Autor.	52
Figura 13. Dos sogas en una línea de producción con punto ciego. Fuente: El Autor.	53
Figura 14. Distancia entre sogas. Fuente: El autor.	54
Figura 15. Acumulado de envase moldura C-2308. Fuente: El Autor.	55
Figura 16. Diagrama de flujo de la propuesta de proyecto. Fuente: El Autor.	65
Figura 17. Entradas para la alimentación de 110V. Fuente: Manual SIEMENS.	72

Figura 18. Entradas de control del PLC LOGO. Fuente: Manual SIEMENS	73
Figura 19. Conexión de una de las entradas del PLC LOGO para el funcionamiento del sistema. Fuente: El Autor.	73
Figura 20. Segmento del código generado para controlar las sogas luminosas en la planta de VICESA. Fuente: El Autor.....	74
Figura 21. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema generado en el PLC LOGO. Fuente: El Autor.	75
Figura 22. Llamado de los bloques de función que se desean registrar en el sistema. Fuente: El Autor.	76
Figura 23. Registro de datos de los tiempos en minutos generados en la planta de VICESA. Fuente: El Autor	77
Figura 24. Conexión de las entradas del Raspberry pi 3 Model B+ con el PLC LOGO. Fuente: El Autor.	78
Figura 25. Fragmento de código del programa del Raspberry pi 3 Model B+. Fuente: El Autor	79
Figura 26. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema generado en el Raspberry pi 3 Model B+. Fuente: El Autor.	81
Figura 27. Tabla de las propiedades de los conductores eléctricos. Fuente: Código Eléctrico Nacional NEC NFPA 2008.....	85
Figura 28. Configuración de Telegram en el celular para la emisión de mensajes. Fuente: El Autor.	87
Figura 29. Muestra de mensajes enviados vía Telegram al celular de uno de los técnicos de VICESA. Fuente: El Autor.	88

Figura 30. Tipo de soga luminosa que se implementara en el proyecto. Fuente: El Autor.	89
Figura 31. Diagrama eléctrico del sistema de arranque - paro de las sogas luminosas. Fuente: El Autor.	90
Figura 32. Conexión física de la botonera y como que lista para instalar. Fuente: El Autor.	91
Figura 33. Estructura de las sogas luminosas. Fuente: El Autor.	92
Figura 34. Tornillo tipo expander utilizado para el anclaje de las sogas luminosas. Fuente: El Autor.	92
Figura 35. Base para las sogas luminosas. Fuente: El Autor.	93
Figura 36. Instalación de la soga de la línea 201. Fuente: El Autor.	93
Figura 37. Conexión entre el PLC LOGO y el Raspberry Pi 3 Model b+. Fuente: El Autor.	95
Figura 38. Conexión PLC LOGO con Raspberry Pi 3 Model B+. Fuente: El Autor.	95
Figura 39. Cableado de señales H-200 y H-100. Fuente: El Autor.	97
Figura 40. Cableado de señales Área de Decorado y Área de Embalaje. Fuente: El Autor.	98
Figura 41. Sogas luminosas instaladas y terminadas. Fuente: El Autor.	99
Figura 42. Panel de control terminado y conectado en el banco para pruebas. Fuente: El Autor.	100
Figura 43. Panel de control situado en la planta de VICESA. Fuente: El Autor.	101
Figura 44. Equipo trabajando y validado por la jefatura del departamento. Fuente: El Autor.	102

Figura 45. Conexión de la alimentación del panel de control. Fuente: El Autor.....	103
Figura 46. Número de cuenta o ID a implementar en la codificación del programa. Fuente: El Autor.	104
Figura 47. Buscador de bots en Telegram. Fuente: El Autor.	105
Figura 48 Distribución del proyecto en toda la planta de VICESA. Fuente: El Autor	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sujetos de información. Fuente: El Autor.....	42
Tabla 2. Variables de la investigación. Fuente: El Autor.	46
Tabla 3. Diseño de la investigación. Fuente: El Autor.....	49
Tabla 4. Situación actual y propuesta de mejora al proceso de proyecto. Fuente: El Autor.	64
Tabla 5. Análisis de costos de materiales utilizados. Fuente: El autor	106
Tabla 6. Tabla de costos en dólares de implementación. Fuente: El Autor.....	108
Tabla 7. Costo total del proyecto. Fuente: El Autor.....	108
Tabla 8. Análisis del beneficio generado con el proyecto. Fuente: El Autor	112

ABREVIATURAS

VICESA = Vidriera Centroamericana S.A

T.M.R = Tiempo Muerto de Respuesta

E.I.A = Equipos de Inspección Automática

D.E.E = Departamento de Equipos Especiales

VIGUA = Vidriera de Guatemala

SMS PUSH = mensaje corto de texto que se puede enviar entre teléfonos celulares o móviles por medio de la aplicación Pushetta.

ID = identificación de usuario. Conjunto de caracteres alfanuméricos los cuales sirven para identificar a un usuario para su acceso a algún sistema como, por ejemplo, correo electrónico, banca electrónica, etc.

RPi = Raspberry PI 3 Model B+

φ = resistencia por km según el cable a utilizar

I = corriente en la que opera el sistema

L = longitud en metros del cable a implementar

Vf = Voltaje de Fase a utilizar

%CV = Porcentaje de caída de voltaje

RESUMEN

En la actualidad, la automatización de los procesos industriales ha ido creciendo de la mano con los avances tecnológicos, los cuales, al ser implementados en los diferentes procesos productivos, permiten controlar de una manera más precisa las acciones generadas en la industria.

El desarrollo productivo en una planta de trabajo continuo con horario de 24 horas los 7 días de la semana durante todo el año, genera muchos indicadores de medición para una mejora continua, en la Vidriera Centroamericana S.A (VICESA) hay varios indicadores de los cuales se puede mencionar varios como tiempo muerto en el proceso productivo, *pack to melt*, eficiencias de proceso reguladas cada hora, indicadores de producción acumulada por paros de máquinas, etc.

Las afectaciones que generan cada uno de los indicadores mencionados anteriormente, alteran la entrega de producto terminado al cliente, esto hace que se requiera una mejora continua; un control más preciso y automatizado de estos indicadores permitirá un proceso más transparente.

Por este motivo VICESA busca mejorar su proceso productivo dando las herramientas necesarias para que el cliente reciba el producto terminado a tiempo y con los estándares de calidad que amerita este mercado de producción de envases de vidrio.

La implementación de este proyecto en la empresa VICESA, específicamente en la parte de Ingeniería de Planta en el Departamento de Equipos Especiales, se da ante la necesidad de mejorar el tiempo de respuesta en la solución de fallas generadas por los equipos de inspección automática (E.I.A), produciendo afectaciones en los indicadores del proceso productivo.

Al implementar este proyecto en la planta de VICESA, teniendo claro los indicadores con los cuales se mide el tiempo de respuesta a la hora de resolver fallas en los E.I.A, se tendrá una herramienta con la cual ayudar al personal del departamento de Equipos Especiales a disminuir el tiempo de respuesta a la hora de atender llamadas de emergencia en las diferentes líneas de producción.

Una de las ventajas de este proyecto es el uso de SMS PUSH para alertar al técnico líder de turno a la hora de algún llamado en planta, además de llevar un registro de llamadas para un control más puntual de los tiempos a la hora de llegar a una línea con problemas ya que no hay ningún tipo de control con respecto a este problema, si se puede controlar se puede regular y medir.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes del contexto de la empresa.

Nombre de la empresa: Vidriera Centroamericana S.A. (VICESA).

Año de fundación: Inicio operaciones en el año de 1978.

Estrategia.

- ***Misión.***

Nuestra misión es satisfacer competitivamente las necesidades de envases de vidrio y cristalería de mesa del mercado centroamericano y exportación, produciendo nuestras materias primas y comercializando productos afines y complementarios a las líneas de nuestro giro principal, sin deterioro al medio ambiente.

Se tiene la preocupación constantemente por asegurar la estabilidad, crecimiento y desarrollo del personal de las empresas del grupo; así como cumplir con los niveles de rentabilidad señalados, mediante un proceso de mejoramiento continuo (Vicesa, 2019).

- ***Visión.***

Lograr en el mercado de Centro América una posición de liderazgo en envases de vidrio e insumos industriales relacionados con nuestro giro principal y comercializar productos afines y complementarios o que representen un negocio de interés, asumiendo la responsabilidad de conquistar el reconocimiento de proveedor

confiable de alta calidad, que no deteriora el medio ambiente y respaldado por un servicio eficiente, con el fin de dar el mayor grado de satisfacción al cliente.

La operación de VICAL (instalaciones, productos y servicios) deberá asegurar el óptimo beneficio a clientes, proveedores, personal, accionistas, comunidad y medio ambiente en los países donde se haga negocio (Vicesa, 2019).

Organización.

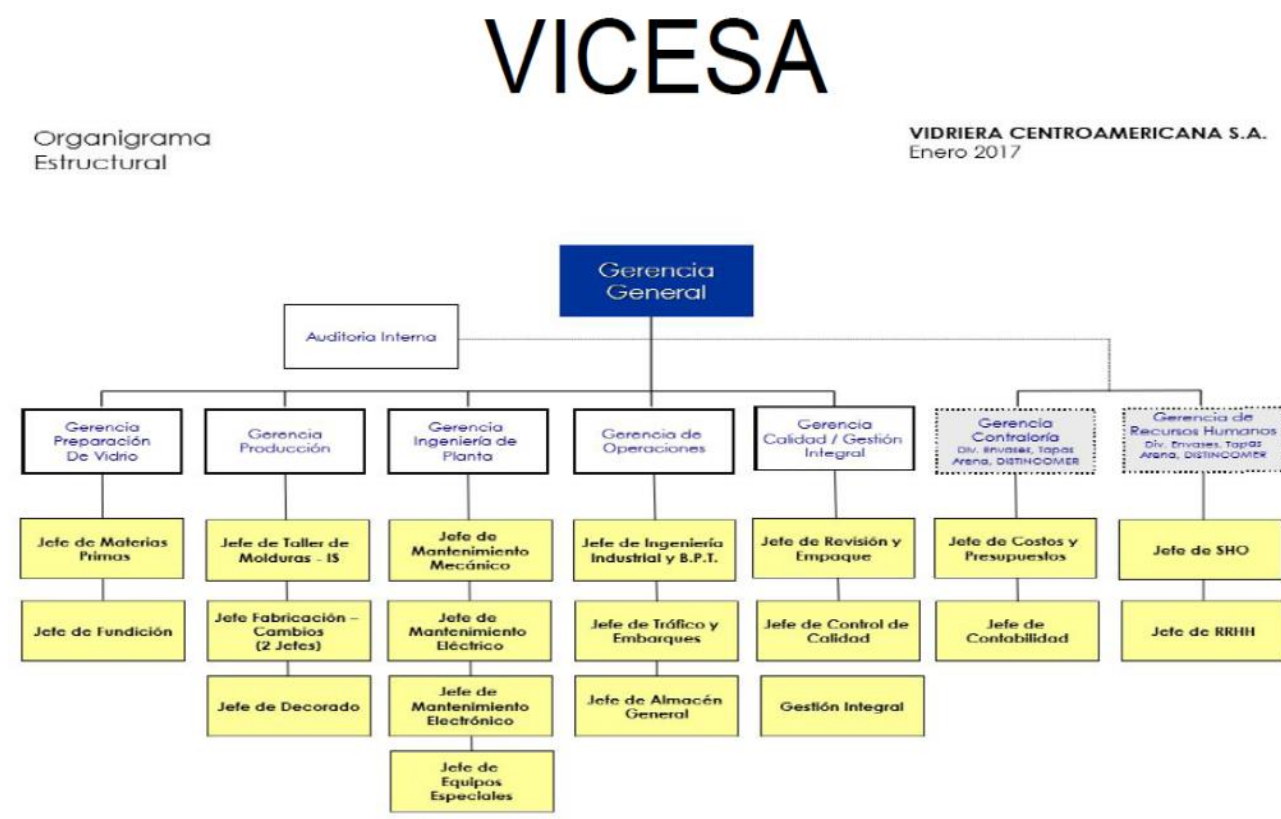


Figura 1. Organigrama. Fuente: Depto. Recursos Humanos, VICESA.

Negocio al que se dedica.

Es el Grupo Vidriero Centroamericano enfocado principalmente a la manufactura y comercialización de envases de vidrio. Inició operaciones en el año de 1964; satisface las necesidades de los mercados de Centro América y de exportación fuera del área. VICAL es líder en la producción y comercialización de envases de vidrio en Centro América. Cuenta entre sus clientes a importantes empresas como: embotelladoras de bebidas gaseosas, industrias cerveceras, licoreras, alimenticias y medicinales.

Por muchos años VICAL ha creado una sólida relación de negocios basada en una filosofía de beneficio mutuo a largo plazo con sus clientes. Pone a su disposición todo su potencial técnico y humano para garantizarle un servicio de acuerdo con sus necesidades

Proporciona facilidades de desarrollo de nuevos productos mediante herramientas sofisticadas de diseño creativo, ingeniería y asistencia técnica, con inmejorables tiempos de respuesta.

Historia de la organización.

Vidriera Centroamericana (VICESA) inició operaciones en Costa Rica en octubre de 1978. Durante 40 años, ha producido y reciclado envases de vidrio moldeado de diferentes formas y tamaños principalmente en tres colores cristalino, ámbar y verde esmeralda para abastecer los mercados de América Central, el Caribe, Estados Unidos y Canadá.

Esta empresa cuenta con más de 660 trabajadores. La mayoría de ellos proviene de la provincia de Cartago (la antigua capital de Costa Rica). Es de sentirse orgullo al ser una compañía única en la región que se especializa en la fabricación de envases de vidrio para las industrias alimenticias, soderas, cerveceros, licoreros y farmacéuticos.

Dentro de la planta de VICESA hay 2 hornos capaces de fundir 430 toneladas de materias primas de arena natural y cullet o vidrio reciclado. Además, posee 7 líneas de producción que pueden producir más de 1 500 000 envases diariamente bajo los controles de fabricación más firmes, que aseguran la mejor calidad en cada envase producido.

El objetivo principal es proporcionar la satisfacción del cliente, la seguridad de los empleados y de los consumidores por eso se cuenta con la certificación ISO 9001 y FSSC 22000.

Para lograr esto, se ha invertido en equipos de inspección automática de última generación y también, se ha desarrollado una capacitación dura y constante para garantizar la especialización de la gente.

Como empresa consciente y responsable, se ha instalado procesos de regulación para controlar la huella ecológica, como la planta de tratamiento de aguas residuales y nuestra planta de tratamiento de gases. Ambos creados para garantizar una producción limpia y más eficiente.

VICESA es una empresa que se esfuerza por innovar con sus productos, superar las expectativas de sus clientes, respetar a sus colaboradores, apoyar a la comunidad, fortalecer a los proveedores y cuidar el medio ambiente.

1.2 Justificación del proyecto

En el área de Ingeniería de Planta en VICESA hay medidas con indicadores de eficiencia laboral a la hora de realizar los cambios de moldura, además del seguimiento de los mismos hasta el próximo cambio de envase, ya que la productividad está amarrada con la calidad del producto y el tiempo de respuesta a la hora de resolver fallas en los diferentes equipos en planta, las 24 horas del día por parte de los diferentes departamentos de servicio que tienen a cargo las Gerencias de Fabricación e Ingeniería de Planta.

En el área del Departamento de Equipos Especiales (D.E.E), el cual pertenece a la Gerencia Ingeniería de Planta, se debe dar seguimiento al funcionamiento constante y eficaz a los Equipos de Inspección Automática (E.I.A) instalados en las diferentes partes de toda la planta, ya que está conformada por: 7 líneas de producción, Área de Decorado y Área de Embalaje del producto.

Estos E.I.A son los encargados de filtrar el envase defectuoso en cada una de las líneas de producción, esto implica que la calidad del producto va de la mano con la correcta inspección y calibración de los mismos. En la parte de embalaje se divide en máquinas de paletizado, flejado y embolsado las cuales se encargan de poner a punto los pallets de envase listos y empacados herméticamente para entregar con las especificaciones respectivas a los clientes.

Ahora, los encargados de velar por que las máquinas trabajen a 100% de su capacidad son los técnicos del Departamento de Equipos Especiales, los cuales, están divididos en 4 turnos rotativos con un personal por turno de 3 técnicos y el turno central o turno diario que consta de 9 técnicos.

Este departamento tiene varios indicadores de medición de los cuales se trabajará con dos de los más relevantes, que son acumulados de producción y tiempo muerto de respuesta en la resolución de fallas o llamados para el ajuste de envase defectuoso en E.I.A, además de problemas con el buen funcionamiento de los equipos de embalaje en las diferentes líneas de producción.

En los últimos meses del 2018 e inicios del 2019, se han tenido problemas con el aumento del tiempo muerto en la resolución de fallas lo cual provoca la generación de acumulados en las líneas, ya sea por la larga distancia que hay entre cada una de las líneas de producción y embalaje o por descuido por parte del personal de turnos.

La falta de un sistema de control que permita el monitoreo e información, tanto al personal de turnos como a la jefatura del departamento, en caso de alguna falla en los equipos o llamado del personal de calidad en caso de algún ajuste de envase defectuoso en tiempo real, son el detonante para la realización de este proyecto.

El sistema a implementar permitirá solventar esa falta de control, en tiempo real, de los tiempos muertos en la resolución de fallas, ya sea por parte del equipo electrónico o por ajuste solicitado por el departamento de calidad de algún defecto en el envase y causantes de acumulados en las líneas de producción, además de los equipos de embalaje de pallets.

El sistema tendrá un control por mensajería para el celular del técnico en planta y un mensaje a un correo específico del Ingeniero a cargo del departamento y al Supervisor encargado del personal, además de una base de datos que me permita ver el registro con fecha y hora en que se dio el llamado.

1.2 Definición del problema

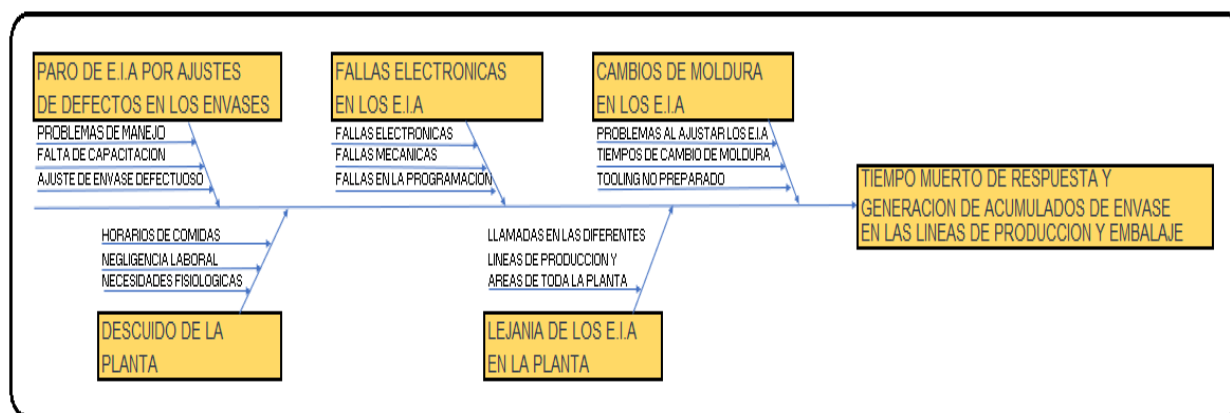


Figura 2. Diagrama de causa- efecto para el planteamiento del problema. Fuente: El Autor.

Como se muestra en la figura 2, el diagrama de Ishikawa, se genera la necesidad de solventar el problema de tiempo muerto de respuesta y las consecuencias que genera en la planta si sucede un inconveniente mencionado en el diagrama.

- a) **Paro de E.I.A por ajuste de defectos en los envases:** en la producción de envases de vidrio se hay factores que afectan la calidad de los envases como defectos que salen en el cuerpo, la corona y el fondo del envase tales como piedras, burbujas, fracturas en la corona, etc. Estos defectos son ajustables en un 95% en los E.I.A y dependiendo del defecto, la cantidad de tiempo varía ya que algunos son

sencillos de ajustar y otros son bien complicados lo que genera tiempo de equipo sin trabajar o tiempo muerto de equipos detenidos.

- b) Fallas electrónicas en los equipos:** en todo equipo electrónico se genera algún tipo de falla electrónica como caídas de voltaje, corto circuitos, fallos en fuentes de voltaje, desfase de motores, etc., las cuales tienen que ser atendidas a la mayor brevedad del caso para no generar acumulados de producción en la línea.
- c) Cambios de moldura en los E.I.A:** cada envase es una moldura diferente, llámese Coca Cola, Fanta, cerveceras como Pilsen, Imperial etc., y tienen una carrera de producción determinada en un tiempo específico el cual hay que cumplir para la entrega efectiva del producto terminado al cliente.
- d) Descuido de la planta:** la estabilidad en las líneas de producción genera tranquilidad en la planta y por ende germina un estado de confort en los técnicos del Departamento de Equipos Especiales en planta, provocando descuido de las líneas de producción, exceso en los horarios de comida hasta abandono de la planta que es negligencia laboral.
- e) Lejanía de los EIA en la planta:** cada una de las áreas de producción en la planta tiene una lejanía mínima de 70 m de distancia entre ellas lo que genera poca visibilidad de las sogas luminosas para los llamados de emergencia ya sea por paro de máquinas en falla o por ajuste de defectos en el envase en una línea determinada.

Analizando las funciones laborales del Departamento de Equipos Especiales y las situaciones desatadas en los últimos meses se logra determinar que la problemática a resolver es la siguiente:

¿Cómo llevar un control automatizado, mediante un sistema electrónico programable de llamadas de emergencia en cada una de las líneas de producción y disminuir los tiempos de respuesta en la atención de fallas en las diferentes áreas de producción y embalaje en la empresa para minimizar la generación de acumulados de envase en la Vidriera Centroamericana S.A., Cartago, Costa Rica??

1.3 Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1 Objetivo general.

Desarrollar un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones o llamadas de emergencia que se den en cada una de las líneas de producción y embalaje en Planta, utilizando un controlador lógico programable LOGO8! SIEMENS, en la Vidriera Centroamericana S.A.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Estudiar las condiciones establecidas por la jefatura del departamento sobre que necesidades exige solventar.
- Definir las condiciones y requerimientos para un sistema electrónico programable de monitoreo de la norma IEEE 802.11 en planta.
- Definir los componentes a utilizar en el sistema electrónico programable para monitorear y control de llamadas de emergencia en los E.I.A en planta.

- Realizar un estudio del costo del proyecto para su implementación.
- Diseñar un sistema electrónico programable capaz de monitorear en tiempo real cada una de las líneas de producción y equipos de embalaje en las diferentes áreas en la planta de VICESA.
- Construir un prototipo para el sistema electrónico programable que cumpla los requerimientos establecidos por la empresa para su ejecución.
- Programar las rutinas de comunicación en el PLC LOGO8! con el Raspberry pi 3 Model B+ para cada línea de producción y embalaje en planta.
- Implementar protocolo de comunicación IEEE 802.21 y correo electrónico por medio de IEEE 802.11 entre el PLC LOGO!8, el Raspberry Pi 3 Model B+ y el celular de los técnicos de turnos en planta.
- Desplegar un sistema de indicadores mediante el uso de dispositivos lumínicos de acuerdo a las llamadas en de emergencia en cada línea de producción y embalaje.
- Evaluar la puesta en marcha del proyecto, al analizar los resultados que sean los óptimos para la mejora del tiempo de respuesta, a la hora de atender un llamado de emergencia en la planta.
- Realizar un Manual de uso y de mantenimiento para asegurar el seguimiento y buen funcionamiento del proyecto ya en función.
- Realizar un análisis de costo beneficio de la puesta en marcha del proyecto.

1.4 Alcances y limitaciones

1.4.1 Alcances.

El sistema en sí se basa en el manejo de las sogas que hay por línea en las diferentes áreas en planta, las cuales son utilizadas para llamadas de emergencia o ajustes solicitados por el departamento de calidad en los equipos. Las áreas donde no hay sogas serán instaladas para este proyecto que son el área de decorado y el área de embalaje.

Se utilizará un PLC LOGO8! el cual será implementado para el manejo de las señales externas generadas por las sogas a la hora de que se genere un llamado de emergencia en las diferentes líneas de producción de la planta

Se implementará un Raspberry Pi 3 Model B+ como interfaz de comunicación entre las llamadas de emergencia generadas en la planta y el técnico líder de turno

Se va a establecer una comunicación mediante de mensajería SMS de texto mediante una aplicación gratuita que va a generar un mensaje de texto de forma inmediata al celular del técnico líder de turno a la hora de que una de las sogas de emergencia sea encendida.

Con la versatilidad del sistema para mensajería de texto se pretende tener más información de los eventos que suceden en planta que no son informados en las bitácoras para la entrega que se realiza cada cambio de turno.

Asimismo, se va a crear una base de datos que permita llevar un registro de llamadas generadas por línea en cada área con fecha y hora del llamado además del tiempo que se duró en llegar a atender el llamado en la línea.

Se pretende establecer un mejor control mediante la optimización de la posición de las sogas de manera que queden a una mejor visibilidad de los técnicos en planta tanto en altura como localización estratégica de manera tal que se evite el no atender el llamado en las líneas de producción a causa de no ver las sogas.

Con la implementación de este proyecto se espera minimizar la generación de acumulados de envase en las líneas de producción y mejorar los tiempos de respuesta a la hora de resolver fallas en la planta

Además, permitirá facilitar mejorar el tiempo de respuesta tanto para los apoyos pedidos por parte del departamento de calidad, así como también los fallos electrónicos y mecánicos que se presenten en los equipos.

Al finalizar e implantar este proyecto, se logrará con éxito recolectar y almacenar los datos de la línea junto a los equipos requeridos por la compañía en una base de datos en el PLC principal.

1.4.2 Limitaciones.

Por la cantidad de componentes y equipos electrónicos que hay en la planta de VICESA se va a utilizar equipos marca SIEMENS para el proyecto a implementar, esto para mantener el estándar de la planta.

Ya que no fue posible obtener uno de los módulos para mensajería SIEMENS ya que necesitaba una línea telefónica fija para el sistema, lo cual generaba un gasto extra para la Gerencia de Ingeniería de Planta, por este motivo se va a utilizar un Raspberry pi 3 Model B+ como interfaz de mensajería SMS.

Una de las ventajas de utilizar el Raspberry pi3 Model b+ es que al no necesitar una línea telefónica para el envío de mensajes SMS, se hace la debida programación de una aplicación de mensajería que utilice internet para su uso, ahora uno de los inconvenientes de utilizar una plataforma de mensajería SMS externa es que puede que en algún esta plataforma falle ya sea por mantenimiento de los servidores de la aplicación a utilizar o caída de la red de internet.

Por la versatilidad de las aplicaciones para mensajería texto tipo SMS, se va a utilizar la aplicación Telegram en lugar de la aplicación Pushetta, ya que Telegram puede ser instalada en cualquier marca de teléfono celular y funcionar en óptimas condiciones, mientras con Pushetta solo en determinados teléfonos celulares o modelos recientes para iPhone o celulares con sistema Android.

Para correo electrónico no se va a implementar, ya que no es de acceso inmediato, además, los técnicos en la planta de VICESA no está cerca de una computadora para revisarlo y el celular tiene aplicaciones restringidas de las cuales solo tiene acceso la jefatura del departamento

Debido a que el ambiente en la planta es muy hostil, la ubicación del equipo va a ser en un lugar donde no sea expuesto a altas temperaturas que afecten el funcionamiento del equipo.

Los relés mecánicos para las conexiones son de segunda mano ya que, por condiciones de tiempo de llegada de los mismos, el cual es de un mes y sumado que el presupuesto es limitado, no se pudieron conseguir.

La tubería de 1 ¼ de pulgada y cable #14 para tendido eléctrico se tuvo que conseguir en otros departamentos por limitaciones en el presupuesto del departamento de equipos especiales.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 PLC LOGO!

PLC LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens, utilizado para la automatización de procesos por medio de sistemas de control automático. Es una unidad de mando con visualización retro iluminada la cual necesita una fuente de alimentación de 110V (en el caso del proyecto a implementar), tiene la capacidad de poder expandirse por medio de la interfaz para módulos de ampliación y para módulo de programación (Card) y cable para PC.

Cuenta con funciones básicas habituales preprogramadas, por ejemplo, para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software, temporizador, marcas digitales y analógicas, entradas y salidas en función del modelo.

Con LOGO! se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el preprocesamiento de señales en controles mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado de máquinas y procesos. Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.



Figura 3 Módulo PLC LOGO!8. Fuente: Manual SIEMENS.

Por las condiciones que tiene la empresa donde va a ser implementado el proyecto se utiliza este módulo logo8!, mostrado en la figura 3, marca siemens ya que la mayoría de los PLC en la planta de VICESA son de esta casa comercial.

2.1.2 Módulo I/O SIEMENS ampli. LOGO! DM8 24R, FA/E/S: 24V/24V/relé.

Los módulos de expansión permiten ampliar el número de entradas y salidas que posee un PLC, cuando la capacidad de este no cumple con los requerimientos de una aplicación de automatización.

Algunas características técnicas de los módulos de expansión son:

- Entradas y salidas digitales.
- Entradas y salidas analógicas tipo 4 a 20 miliamperios.
- Entradas y salidas analógicas tipo 0 a 10 voltios.
- Expansión de memoria.
- Conexión a redes de datos industriales (buses de campo).

Los siguientes módulos de ampliación pueden conectarse a LOGO!:




Símbolo	Nombre	Fuente de alimentación	Entradas	Salidas
	LOGO! DM8 12/24R	12/24 V DC	4 digitales	4 de relé (5 A)
	LOGO! DM8 24	24 V DC	4 digitales	4 de estado sólido 24 V/0,3 A
	LOGO! DM8 24R ³⁾	24 V AC/DC	4 digitales	4 de relé (5 A)
	LOGO! DM8 230R	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	4 digitales ¹⁾	4 de relé (5 A)
	LOGO! DM16 24	24 V DC	8 digitales	8 de estado sólido 24 V / 0,3 A
	LOGO! DM16 24R	24 V DC	8 digitales	8 de relé (5 A)
	LOGO! DM16 230R	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	8 digitales ⁴⁾	8 de relé (5 A)
	LOGO! AM2	12/24 V DC	2 analógicas 0 V a 10 V o 0/4 mA a 20 mA ²⁾	Ninguno
	LOGO! AM2 RTD	12/24 V DC	2 PT100 o 2 PT1000 o 1 PT100 más 1 PT1000 ⁶⁾ -50 °C a 200 °C	Ninguno
	LOGO! AM2 AQ	24 V DC	Ninguno	2 analógicas 0 V DC a 10 V DC o 0/4 mA a 20 mA ⁵⁾

Figura 4. Tipos de módulos de ampliación que se conectan al PLC LOGO.
Fuente: Manual SIEMENS.



Figura 5. Módulo de expansión I/O SIEMENS. Fuente: Manual SIEMENS.

Según la cantidad de entradas a utilizar en este proyecto, se va a hacer uso de solo un módulo de expansión mostrado en la figura 5 para no tener que echar mano a otro PLC Logo8!, lo cual incrementaría el costo del proyecto.

2.1.3 Fuente de alimentación AC-DC.

Una fuente de alimentación como se muestra en la figura 6, se define dentro de la electrónica, como el instrumento que transforma la corriente alterna (AC), en una o varias corrientes directas (DC), las cuales son utilizadas para alimentar los diferentes dispositivos electrónicos. La fuente de alimentación “proporcionará, de forma ideal, una corriente fija a un sistema eléctrico / electrónico, incluso cuando existan variaciones en el voltaje de sus terminales en la forma que lo determine el sistema” (Boylestad, 2004, p. 46). A continuación, se muestra la figura de la fuente a utilizar.



Figura 6. Fuente de poder. Fuente: Manuel SIEMENS

2.1.4 Comunicación protocolo 802.11 WI-FI.

El estándar IEEE 802.11 define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura o modelo OSI (capa física y capa de enlace de datos), especificando las normas de funcionamiento de una red de área local inalámbrica (WLAN).

La primera versión de la norma se publicó en 1997 por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Institute of Electrical and Electronics Engineers o IEEE, el cual actualmente se encarga de su mantenimiento. Las especificaciones de este estándar proporcionan la base para los productos con redes inalámbricas que hacen uso de la marca Wi-Fi.

2.1.4.1 Módulo WIFI SCALANCE W721-1 RJ45 IWLAN ETHERNET.

Es un dispositivo Wi-Fi que tiene la capacidad de descubrir las redes inalámbricas que tiene a su alrededor. Una red inalámbrica utiliza las ondas de radio como nivel físico de transporte y pueden atravesar paredes y suelos, de esto se deduce que es un medio público al cual todo el mundo puede tener acceso y que es una red.



Figura 7. Módulo WIFI SCALANCE W721-1 RJ45 IWLAN ETHERNET.
Fuente: Manual SIEMENS.

Este módulo utiliza una antena especial modelo IWLAN – ANTENNA FS: 2 ANT792-6MN SIEMENS, mostrada en la figura 8, para la conexión a la red inalámbrica de la empresa donde el proyecto se implementará. Además de un cable de conexión de tipo N-CONNECTOR/R -SMA MALE/MALE FLEXIBLE CONENCTION CABLE LENGTH 2M mostrado en la figura 9, que va al módulo WIFI de la casa comercial SIEMENS que es especial para la antena y el módulo a implementar en este proyecto como se muestra en la figura 7.



Figura 8. Modelo IWLAN – ANTENNA FS: 2 ANT792-6MN. Fuente: El Autor.



Figura 9. N-CONNECTOR/R -SMA MALE/MALE FLEXIBLE CONNECTION CABLE LENGTH 2M. Fuente: El Autor.

Según lo mencionado anteriormente, en la planta de VICESA donde se va a desarrollar el proyecto, se utiliza este protocolo para la comunicación entre los equipos de inspección automática y las empresas donde fueron adquiridos.

Para el proyecto que se va a implementar es necesario utilizar Internet para poder acceder remotamente al PLC Logo8!, por medio de una dirección IP fija que tiene y también para el envío de notificaciones de texto al celular por medio del Raspberry pi 3 B+.

2.1.5 Módulo Raspberry pi 3 model B+.

Raspberry PI (RPi) mostrado en la figura 10, es una placa de bajo costo, se podría decir que es un ordenador de muy pequeño tamaño similar al de una tarjeta de crédito, desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry PI en la Universidad de Cambridge en el 2011, con el objetivo de estimular la enseñanza de la informática en las escuelas.

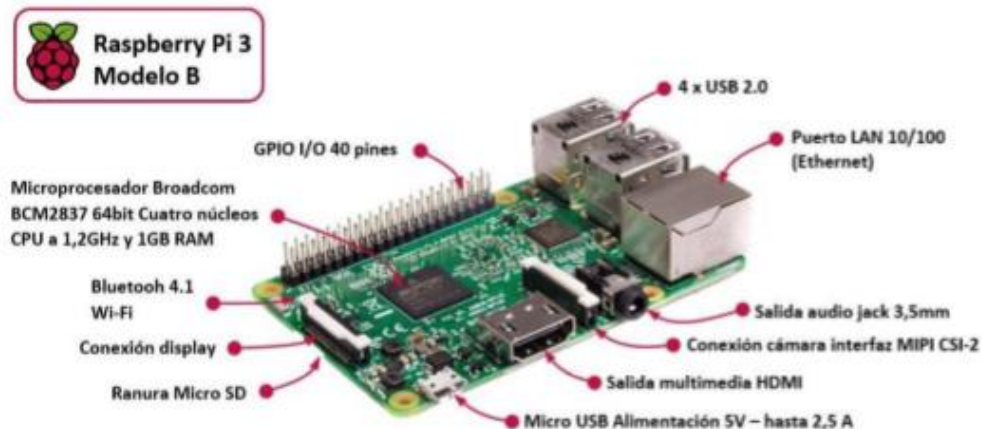


Figura 10. Módulo Raspberry pi 3. Fuente www.Ingenierate.com

Según la compañía (Raspberry, 2016), el RPi está formado por una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común y es capaz de comportarse como tal.

En su diseño se puede apreciar que su hardware está compuesto por un procesador Broadcom BCM de 1.2GHZ, un procesador gráfico (GPU), memoria RAM de 1GB, puerto LAN 10/100, salida multimedia en HDMI, pines de entrada y de salida de propósito general (GPIO I/O 40 pines), conector de alimentación micro USB.

Además, posee lector de tarjeta micro SD (en esta ranura se instala una tarjeta conteniendo el sistema operativo del RPi), este dispositivo también cuenta con WiFi, Bluetooth 4.1, una conexión display para poder lograr la conexión de una pantalla táctil externa.

El Raspberry Pi fue seleccionado para la implementación del actual proyecto, ya que dicho microcontrolador cuenta con diferentes protocolos de comunicación en su terminal GPIO. Entre sus principales protocolos, IEEE 802.11 que facilita el envío de

mensajes de tipo SMS Push y establece la comunicación entre microcontroladores y otros dispositivos como celulares, computadoras, etc.

2.1.5.1 Raspbian.

Raspbian es el sistema operativo recomendado para Raspberry Pi ya que este se encuentra optimizado para su hardware y se basa en una distribución de sistemas operativos GNU y Linux llamada Debian.

Para instalar Raspbian en el Raspberry Pi, se dispone actualmente de dos versiones donde una es más completa ya que cuenta con entorno gráfico y la otra es más reducida ya que no cuenta con este entorno gráfico:

- **Raspbian Pixel:** es la versión completa con entorno gráfico de Raspbian; es decir, la versión de escritorio con menús, ventanas, iconos, fondos de pantalla, etc., utilizado por la mayoría de los usuarios como un ordenador y será la versión utilizada para lograr la realización del presente proyecto, gracias al entorno gráfico que este presenta y por la facilidad de uso que existe con el usuario
- **Raspbian Lite:** es la versión reducida sin entorno gráfico; es decir, en modo consola sin gráficos. Esta opción generalmente es para usuarios avanzados con conocimientos de Linux que utilizan la Raspberry Pi como servidor.

2.1.7 Mensajería SMS PUSH.

2.1.7.1 Definición de Mensajería SMS PUSH.

Según QODE (s.f.) la cual desarrolla aplicaciones para Google y Apple:

La tecnología *Push* es una forma de comunicación en la que una aplicación servidora envía un mensaje a un cliente-consumidor. Es decir, es un mensaje que un servidor envía a una persona alertándolo de que tiene una información nueva. Lo que caracteriza esta tecnología es que es siempre el servidor el que inicia esta comunicación, aunque el cliente no tenga interés en saber si hay algo nuevo, lo comunica siempre.

Para el proyecto a implementar se hace una facilidad el uso de este tipo de notificaciones ya que no necesitan el uso de una línea telefónica fija o prepago, sino que necesita nada más es conexión a internet vía Wifi.

También la Empresa QODE (s.f.) menciona que:

Lo que más destaca de las notificaciones Push es su inmediatez, ya que no hace falta estar ejecutando la aplicación para que llegue la notificación. Aunque este apagada o en segundo plano, cada vez que el servidor reciba una información nueva avisará de su existencia, es decir, las notificaciones Push despiertan al móvil esté o no ejecutando la aplicación.

La brevedad con la que funciona este tipo de mensajería hace que sea indispensable para este proyecto ya que a mayor brevedad sea enviada la notificación a la hora de que

se dé un llamado de emergencia mejor será la respuesta a la hora de que el técnico en planta atienda el llamado en la línea donde se solicite el servicio.

2.1.7.2 Funcionamiento de Mensajería SMS PUSH.

Además, la empresa QODE (s.f.) menciona que:

Para que el servidor envíe el mensaje al usuario, éste se habrá tenido que suscribir previamente a sus canales de información, para que el servidor conozca a donde hay que enviar esa push, es decir, en el registro de un usuario en algún momento, hay que capturar el Registration ID en Android y el Device Token en iOS y almacenarlo para poder enviar la push cuando el contenido esté disponible en alguno de estos canales, con ello lo enviarán al usuario según llegue.

En la aplicación que se hará en el proyecto a implementar se utilizará el canal generado por la aplicación PUSHETTA, ya que por la vinculación que tiene con Raspberry pi 3 Model B+ y la función que genera para el trabajo a realizar es indispensable.

En resumen, para la implementación de este proyecto es necesario el envío de mensajes SMS al celular del técnico encargado del turno, una de las limitaciones establecidas en el capítulo 1 fue que se tenía que usar un Raspberry pi 3 Model B+, ya que el Logo8! no tiene la capacidad de enviar mensajes SMS sin utilizar de por medio una tarjeta telefónica SIM con un número determinado, lo cual es otro gasto que la empresa no está dispuesta a solventar.

2.1.8 Sistema de mensajería Telegram.

Según la página de información y avances tecnológicos 247 Tecno.com (s.f.):

Telegram es una aplicación de mensajería instantánea que se ha hecho popular por ser una alternativa a WhatsApp, incluso con la ventaja de contar con más funciones y posibilidades que la popular aplicación de WhatsApp. Es un servicio de mensajería instantánea en donde hay bots o aplicaciones programadas para realizar comandos. Además, cuenta con una aplicación para PC y no se requiere de un smartphone para disfrutar de todas sus funciones. Cuenta con una función para descargar archivos y en pocas palabras se puede presentar como una alternativa a WhatsApp.

Para el proyecto a implementar se hace fácil al ser una aplicación muy completa en condiciones similares a WhatsApp y por eso, el uso de este tipo de notificaciones se torna apropiado, ya que no necesitan el uso de una línea telefónica fija o prepago, sino que lo utiliza nada más es la conexión a internet vía Wifi.

También 247 Tecno.com (s.f.) menciona que:

Telegram se utilicen dispositivos móviles con sistemas operativos iOS, Android o Windows Phone, también en tabletas o en computadores, cuyos sistemas operativos sean Windows, Mac OS X y Linux. De todos modos, antes de usar esta aplicación, es necesario disponer de un número de teléfono, para que el usuario pueda contar acceso a esta app sin importar si se trata de un computador o un dispositivo móvil

Para el proyecto a implementar la versatilidad que tiene la aplicación Telegram con respecto a los diferentes sistemas operativos que tiene todos los dispositivos actuales hacen que esta aplicación sea la indicada.

2.1.8.1 Características de Telegram.

Estas son algunas de las características que Telegram tiene:

- El proceso de comprobación de la aplicación se hace en unos pasos muy sencillos, así que el usuario sólo debe introducir su contraseña en dos ocasiones. De todos modos, en los iPhone con lector de huella, también se lo puede hacer rápidamente.
- Se puede reconocer fácilmente cuántos mensajes se han eliminado al pasar determinado tiempo y conocer los procesos de seguridad aplicados sobre ellos.
- Pueden ser enviados y recibidos mensajes desde distintos dispositivos, sin que se usen aplicaciones de terceros o de otros desarrolladores.
- Es posible enviar archivos de hasta 1,5 Gigabytes.
- El nivel de seguridad de los mensajes que se envían y se reciben es mayor en Telegram.
- Los grupos pueden estar compuestos por muchos más usuarios.

2.1.8.2 Ventajas y desventajas de Telegram.

- Más seguridad: es reconocida como la aplicación de mensajería más segura de la actualidad.
- Privacidad: los chats secretos tienen un mayor grado de privacidad.
- Velocidad: dispone de muchos servidores en el mundo, así que es bastante veloz.

- Almacenamiento en la nube: si se pierde información, se puede recuperar desde otros dispositivos.
- Gratuito: tampoco contiene publicidad y la información no se comparte con terceros.
- Soporte técnico: desde los ajustes se puede comunicar fácilmente con un representante en tiempo real.
- Notas de voz: no cuenta con la función de enviar notas de voz.
- Estados: no es posible elegir entre disponible u ocupado para los estados.
- Video: no es posible enviar más de un video.

En resumen, para el proyecto a implementar es indispensable utilizar herramientas que no demanden de costo alguno hacia la empresa, además que sea fácil de utilizar y que la implementación sea aplicable a cualquier móvil que utilicen los técnicos en la planta. De esta forma se puede garantizar que además del celular que proporciona la empresa al líder de turno, los otros técnicos que acompañan al turno puedan unirse a la aplicación y recibir de esta forma la información de forma inmediata a la hora que se genere un llamado de emergencia en las diferentes líneas de producción en la planta.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.

3.1.1 Finalidad de la investigación.

El proyecto a implementar en la planta de VICESA requiere de una recolección de datos por medio de la observación y una profunda visualización de las falencias existentes en el área donde se va a trabajar. Muñoz se refiere a tesis de investigación básica donde: “Su finalidad es tratar de analizar y explicar hechos, generar conocimiento para desarrollar nuevas teorías, reforzar, rechazar o modificar teorías ya existentes, y así incrementar los conocimientos científicos o filosóficos sin tratar de contrastarlos con algún aspecto práctico” (Muñoz, 2011, p. 25), por lo que el objetivo de esta investigación es la obtención y compendio de información para ir forjando una base de conocimiento que se compila en la información ya existente.

Ahora si se hace un enfoque más a fondo en el proyecto a implementar se puede destacar que en otro apartado donde Muñoz explica que: “Al aplicar los conocimientos que surgen de la investigación pura para resolver problemas de carácter práctico, empírico y tecnológico para el avance y beneficio de los sectores productivos de bienes y servicios de la sociedad” (Muñoz, 2011, p. 26)”, por lo que este tipo de investigación se basa en la búsqueda de estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, conocida como investigación aplicada.

Si se sigue la línea que se lleva de este trabajo de investigación y aplicación del proyecto en unión con las estrategias para lograr el objetivo de la implementación en su totalidad del proyecto se puede decir que:

Las tesis clasificadas como investigación tecnológica son los trabajos de investigación cuyo interés y resultados se centran en la producción de satisfactores para la sociedad, por medio de la aplicación del conocimiento para la transformación de la realidad e innovación de la industria, el comercio, las tecnologías de información, las áreas ingenieriles, los equipos, programas y sistemas con la finalidad de generar soluciones en beneficio de una comunidad específica o de la población en general (Muñoz, 2011, p. 26).

La finalidad de este tipo de investigación es buscar la mejora continua y el bienestar cada día que la sociedad debe tener, por medio de la innovación tecnológica, la ciencia aplicada y las disciplinas de la ingeniería.

Se puede concluir que el desarrollo del proyecto a implementar en la planta de VICESA, presenta un tipo de investigación aplicada debido a que se buscaran las mejores estrategias para lograr un objetivo en específico como los es el diseño e implementación de un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones de emergencia.

3.1.2 Enfoque de la investigación.

Según Hernández Sampieri se puede deducir que:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden

desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos.

Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio (Hernández Sampieri, 2014, p. 7).

La presente investigación hace referencia al tipo cuantitativa, ya que se basa en la recolección de datos medibles, para generar un criterio de la información obtenida y así poder evaluar el resultado del proyecto aplicado en planta. El diseño es tipo experimento que se basa en modificar o poner a intervenir una variable y observar si el comportamiento de la segunda variable tiene alguna variación para un fin específico.

3.1.3 Dimensión temporal del proyecto.

La dimensión temporal hace referencia al momento o periodo en que se lleva a cabo la investigación, dentro de estos se pueden encontrar tipos de investigación, como lo es la longitudinal, o la evolutiva.

Según Hernández Sampieri se puede deducir que:

En ocasiones, el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, de las relaciones entre éstas. Aún más, a veces ambos tipos

de cambios. Entonces disponemos de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias (Hernández Sampieri et al., 2014) (p.159).

Como se menciona en la cita anterior y dando rumbo a la investigación para el proyecto a implementar dado que se toma notas, información y fotografías de la situación actual del sistema antes de la implementación del proyecto y posterior de ser implementado, se hace obligatoria la comparación de del antes y después del estado del sistema a mejorar en la planta con el objetivo de comparar y determinar los cambios en un determinado periodo, por esta razón se determina que la investigación es evolutiva.

3.1.4 Marco del proyecto.

Al respecto, Kaufman (2004) dice que el nivel mega “es el resultado de todo lo que una organización usa, hace, produce y logra – productos y outputs- con respecto a los clientes externos y el mundo exterior. Vincula todos los elementos organizacionales” (p. 117). En este nivel se definen los resultados en términos del impacto social deseado, donde los resultados esperados derivan de una visión ideal de la sociedad con base en la cual se definen la misión de la organización y sus integrantes.

Asimismo, Kaufman (2004) describe que el nivel macro:

...combina el nivel micro de contribuciones (productos) para poder lograr resultados útiles fuera de la organización para los clientes externos. La unidad de análisis del nivel macro es el total de lo que usa una organización usa, hace y

logra para sí misma, así como también para sus clientes externos. No incluye resultados y consecuencias externas (p.118).

Este nivel indica que los resultados son los ingresos y que el valor generado beneficia a la organización.

Finalmente, Kaufman (2004) determina que el nivel micro “engloba el interés por las contribuciones acumulativas de los (a) recursos organizacionales (inputs) más (b) los procedimientos y métodos (procesos) empleados en las actividades organizacionales que logran (c) resultados inmediatos (productos)” (p.118). En este nivel, los resultados se miden en términos de los productos internos de la organización como lo son los productos.

El nivel de determinación para la investigación de este proyecto es de tipo micro y macro; es de tipo micro porque será implementado de primera instancia en la planta de VICESA y de tipo macro al verse la posibilidad de ser implementado en VIGUA (Vidriera de Guatemala), todo a nivel interno de la organización como tal que es el Grupo VICAL.

3.1.5 Método de investigación.

Existen cuatro tipos de métodos de investigación según Gómez:

- Según Gómez (2012), el método inductivo establece que este proceso “es el razonamiento que partiendo de casos particulares se eleva a conocimientos generales; o, también, razonamiento mediante el cual pasamos del conocimiento de un determinado grado de generalización a un nuevo conocimiento de mayor grado de generalización que el anterior” (p.14). Este método de investigación parte de la observación de un fenómeno, evento o circunstancia para analizarlo, lo que permite formular conclusiones de carácter general.
- Según Gómez (2012), el método deductivo “posee la característica de que las conclusiones de la deducción son verdaderas, si las premisas de las que se originan también lo son” (p.15). Por lo tanto, este tipo de investigación se basa en el estudio de la realidad y la búsqueda de verificación de las premisas básicas a comprobar.
- Según Gómez (2012) el método analítico “es un método de investigación, que consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno” (p.16) Esto significa que, mediante este método, se descomprimen los elementos propios de la investigación, con la finalidad de observar y estudiar las causas, la naturaleza y los efectos de forma individual.
- Por último, Gómez (2012) establece que el método sintético “intenta formular una teoría para unificar los diversos elementos del fenómeno estudiado; a su vez, el método sintético es un proceso de razonamiento que reconstruye un todo, considerando lo realizado en el método analítico” (p.16); en otras palabras, la síntesis

es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión más exacta de la esencia de lo que ya se conoce en todas sus partes y particularidades.

Según lo estipulado en las citas anteriores se puede determinar que los métodos a implementar en este proyecto son inductivo y analítico debido que el primer procedimiento que se realiza es la observación de las condiciones actuales de la planta, los comportamientos que se presenta el sistema actual y luego desmenuzar todos los datos encontrados para poder así estudiar los puntos más relevantes del proceso de una forma individual.

3.1.6 Carácter del proyecto.

\$\$\$Como lo menciona Muñoz:

Es reproducir un fenómeno dentro de un ambiente específico de pruebas e ir modificando diferentes elementos para observar qué sucede con el fenómeno.

Desde luego, todo esto se realiza mediante un método formal de investigación con manipulación de variables experimentales en condiciones rigurosamente controladas para simular las posibles condiciones a las que se enfrentará el objeto de estudio (p.23).

Y también Hernández Sampieri:

“Los estudios correlacionales tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables.

Pretenden responder a preguntas de investigación como las siguientes: ¿aumenta la autoestima de los pacientes conforme reciben una psicoterapia gestáltica? ¿A mayor variedad y autonomía en el trabajo corresponde mayor motivación intrínseca respecto de las tareas laborales? (Hernández Sampieri et al., 2014, p.93).”

Como se menciona en las citas anteriores los estudios experimentales y correlacionales, más el hacer pruebas y modificaciones en diferentes elementos donde se detalla que los experimentales se basan en la construcción de un prototipo que busca dar solución a un problema en específico, por lo que se puede catalogar la presente investigación dentro de este tipo, ya que se fabrica un prototipo que busca solventar una situación dada.

Por ello, se contempla esta investigación como correlacional ya que se busca una relación de mejora de resultados entre la primera muestra obtenida antes de la implementación del proyecto y una segunda después de la implementación del mismo, los datos deben ser analizados y arrojan resultados debido a la relación de los primeros con los segundos.

3.2 Fuentes de información.

3.2.1 Fuentes de información primaria.

Según dicta Muñoz (2011):

Se vale de aquel material que se recaba directamente donde tienen su origen los datos. Es la información que se toma de la fuente primaria, es decir, del punto mismo donde se origina, ya sea que se trate de un hecho, un fenómeno o una circunstancia que se desea investigar. Dentro de esta categoría entran la experimentación, los autores inéditos, las encuestas, la descripción de eventos, las noticias periodísticas, la narración de hechos, los reportes de investigaciones, etcétera (p.226).

Como dicta la cita anterior es la información que se toma de la fuente primaria, donde se origina el punto de generación de los datos. Para el propósito de esta investigación se utiliza fuentes primarias como tesis, observación de información recopilada en el área donde se va a trabajar e implementar el proyecto que son fundamentales para la investigación.

3.2.2 Fuentes de información secundaria.

Como menciona Muñoz (2011) una fuente secundaria:

...es aquella que toma sus contenidos de las fuentes primarias para su interpretación, complemento, corrección o refutación. La investigación que utiliza información de segunda mano tiene la ventaja de que está más documentada, pues toma varias fuentes para complementar y se apoya en la seriedad metodológica (p. 226).

Las fuentes secundarias se refieren a información obtenida de datos generados con anterioridad, es decir que no se llega directamente a los hechos, sino que se les estudia a través de lo que otros han escrito. Dentro de las fuentes secundarias se pueden encontrar las publicaciones de instituciones, los ensayos, las tesis, las antologías, las enciclopedias, etc.

Dichas fuentes son de vital importancia ya que son tienen información de estudios realizados con anterioridad en otras situaciones o proyectos de los cuales son de mucha utilidad para la implementación de este proyecto.

3.2.3 Sujetos de información.

Los sujetos de información son aquellas personas a quienes se contacta para la obtención de información de gran valor para la investigación. Estas personas pueden ser empleados de la empresa, gerentes, expertos en el área de desarrollo del proyecto, entre otros.

En la siguiente tabla se mostrará las personas a las cuales se les ha tomado la opinión y se recopila información importante los cuales serán mostrados en la siguiente tabla.

Puesto laboral	Profesión	Experiencia	Relación con el tema
Gerente de Ingeniería de Planta	Ingeniero Electromecánico	14 años	Coordinación del proyecto
Jefe del departamento de Equipos Especiales	Ingeniero Eléctrico	20 años	Encargado del proyecto
Supervisor del departamento de Equipos Especiales	Técnico en Electrónica	18 años	Co-encargado del proyecto
Técnico de turno central del departamento de equipos especiales	Técnico en Electrónica	10 años	Apoyo al proyecto
Encargado de T.I.	Ingeniería Informática	4 años	Facilitar acceso via WIFI a la red de la empresa
Gerente del departamento de Calidad	Ingeniero Industrial	11 años	Consultor general
Jefe del departamento de calidad	Ingeniero Industrial	17 años	Consultor general
Técnico de calidad para cambios de moldura	Técnico en control de calidad	17 años	Consultor general

Tabla 1. Sujetos de información. Fuente: El Autor.

3.3 Técnicas y Herramientas

Según Hernández et al (2014) se puede afirmar que:

La recolección de datos es el acopio de la información en ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis; en un estudio de enfoque cualitativo el instrumento recolector de información es el propio investigador, el cual no solamente analiza la información, sino que también mediante el empleo de diversos métodos es el responsable de recolectar los datos para la investigación.

Tales métodos de indagación cualitativa no son estandarizados, se puede implementar diferentes herramientas como observación, entrevistas, encuentros o encuestas.

En la recolección de datos de la investigación, se utilizan diferentes métodos de recolección de información que representan las bases más importantes de obtención de resultados. Las técnicas de recolección de datos, son fundamentalmente 4, dentro de las que se encuentran las siguientes: entrevistas, la encuesta, la observación y la sesión de grupo.

3.3.1 Observación.

Según lo estipulado por Arias (2012): “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p.69).

Basado en la cita anterior el uso de la observación para la investigación en curso es utilizado para la determinación de los componentes a utilizar en el proyecto, que pueden suplir las necesidades que se están dando y así solventarlas con la automatización de este proceso con los instrumentos que se creyeron convenientes para esta tarea.

3.3.2 Entrevista.

Como lo menciona Gutiérrez (1993) en esta cita:

Una de las técnicas preferidas de los partidarios de la investigación cualitativa, pero también es un procedimiento muy usado por los psiquiatras, psicólogos, periodistas, médicos y otros profesionales, que a la postre es una de las modalidades de la interrogación, o sea el acto de hacer preguntas a alguien con el propósito de obtener un tipo de información específica. A este capítulo de la interrogación pertenecen también además de la entrevista, el cuestionario, que a diferencia de la primera es escrita (p.258).

Según lo dicho en la cita anterior, la información que no se pudo discernir con la observación del área donde se va a realizar el presente proyecto, se obtuvo por medio de esta técnica, ya que permite ver el punto de vista de otras personas desde una

perspectiva totalmente diferente, porque el razonamiento lógico de cada persona puede concordar en algunos aspectos, pero siempre van a haber detalles que hacen la diferencia.

Las entrevistas se clasifican según su tipo, esto dependerá del objetivo que se esté buscando en la investigación, las más comunes son las entrevistas estructuradas, las semiestructuradas y las no-estructuradas o abiertas.

Las entrevistas abiertas resultan más un tipo de conversación abierta donde ambas partes exponen su punto de vista y de esta se logra rescatar información que no estaba planeada, pero resulta muy útil para la investigación.

La entrevista semiestructurada se apoya en una guía o base de preguntas que la orientan inicialmente y le dan el sentido o dirección a la información que se desea obtener, pero está abierta a generar nuevas preguntas y obtener la información de que en inicio no estaba contemplada, pero esta resulta muy útil ya que se pueden haber dejado temas que terminan siendo de mucho provecho.

Debido a sus características, estos dos tipos de entrevistas mencionadas anteriormente son una herramienta muy fuerte en la obtención de información, ya que una entrevista es una conversación en este caso laboral donde se genera una comunicación entre dos personas, el entrevistador y el entrevistado.

3.4 Variables de la investigación.

3.4.1 Definición de variables.

Al respecto, se indica: “El término de variable, en su significado más general, se utiliza para designar cualquier característica de la realidad que pueda ser determinada por observación y que pueda mostrar diferentes valores de una unidad de observación a otra” (Tamayo, 2003, p. 163).

Por su parte (Niño, 2011) determina que:

...entendemos por variable cada una de las características o propiedades del objeto estudiado en una investigación, las cuales pueden tomar diferentes valores. El sentido de valor es amplio, cubre no sólo lo cuantitativo, sino también lo cualitativo. Así “el color de los ojos” es una variable, pues es posible que sean negros, verdes, grises, castaños, etcétera. Se trata de una variable de tipo cualitativo. El peso o medida de algo, en cambio, será una variable de carácter cuantitativo, pues admite una escala numérica (p.59).

En la siguiente tabla 3 se darán a conocer las variables que se desarrollan en el presente proyecto:

Objetivo específico	Variable	Definición
Estudiar las condiciones establecidas por la jefatura del departamento sobre que necesidades exige solventar	Reconocimiento del problema	Elementos a tomar en cuenta para una visualización más amplia de lo que requiere el proyecto
Definir las condiciones y requerimientos para un sistema electrónico programable de monitoreo de la norma IEEE 802.11 en planta	Conexión por medio IEEE 802.11	Protocolo de comunicación que va a utilizar el proyecto
Definir los componentes a utilizar en el sistema electrónico programable para monitorear y control de llamadas de emergencia en los E.I.A en planta	Evaluar componentes	Elección de los componentes idóneos para el desarrollo del proyecto
Realizar un estudio del costo del proyecto para su implementación	Vialidad del proyecto	Evaluación de la factibilidad del proyecto
Diseñar y fabricar un sistema electrónico programable capaz de monitorear en tiempo real cada una de las líneas de producción y equipos de embalaje en las diferentes áreas en planta	Diseño del prototipo	Diseño físico y electrónico del dispositivo a implementar
Construir un prototipo para el sistema electrónico programable que cumpla los requerimientos establecidos por la empresa para su ejecución.	Diseño del prototipo	Desarrollo del prototipo a implementar por medio de una maqueta
Programar y realizar pruebas de comunicación en el PLC LOGO8! con el Raspberry pi 3 Model B+ para cada línea de producción y embalaje en planta	Diseño del prototipo	Diseño del programa a implementar

Objetivo específico	Variable	Definición
Implementar protocolo de comunicación IEEE 802.21 y correo electrónico por medio de IEEE 802.11 entre el PLC LOGO!8 y el celular de los técnicos de turnos en planta	Comunicación del prototipo	Diseño del programa de comunicación a implementar
Desplegar un sistema de indicadores mediante el uso de dispositivos lumínicos de acuerdo a las llamadas en de emergencia en cada línea de producción y embalaje	Señalización de las líneas de producción	Localización de los indicadores luminosos o sogas luminosas para una mejor visibilidad en la planta
Evaluar la puesta en marcha del proyecto, al analizar los resultados que sean los óptimos para la mejora del tiempo de respuesta a la hora de atender un llamado de emergencia en la planta	Resultados	Estudio de la implementación del proyecto en las llamadas generadas
Realizar un Manual de uso/mantenimiento para asegurar el seguimiento y buen funcionamiento del proyecto ya en función	Información de mantenimiento	Entrega de un manual informativo tanto esquemático como de mantenimiento
Análisis de costo beneficio para la puesta en marcha del proyecto	Vialidad del proyecto	Evaluación de la rentabilidad-factibilidad de la implementación del proyecto.

Tabla 2. Variables de la investigación. Fuente: El Autor.

3.5 Diseño de la investigación.

Según (Niño, 2011):

...el diseño se puede interpretar de una de las dos maneras: en un sentido amplio, y en un sentido específico. En el sentido amplio, diseño equivale a la concepción de un plan que cubra todo el proceso de investigación, en sus diversas etapas y actividades comprendidas, desde que se delimita el tema y se formula el problema hasta cuando se determinan las técnicas, instrumentos y criterios de análisis (p.53).

Y según Trochim (2005), el diseño de la investigación:

...es el pegamento que mantiene el proyecto de investigación cohesionado. Un diseño es utilizado para estructurar la investigación, para mostrar cómo todas las partes principales del proyecto de investigación funcionan en conjunto con el objetivo de responder a las preguntas centrales de la investigación (p.13).

Según lo mencionado en las citas anteriores se puede determinar que en la investigación es donde se cubre a cabalidad todas las etapas del proyecto donde se asignan las pautas, herramientas y técnicas a seguir con las cuales se ejecutaran dichos planteamientos.

En la siguiente tabla se muestra todas las variables que conforman el proyecto a implementar en la planta de VICESA

Pregunta de la investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Método de investigación	Técnicas y herramientas
¿Cómo llevar un control mediante un sistema electrónico programable de llamadas de emergencia en cada una de las líneas de producción y disminuir los tiempos de respuesta en la atención de fallas en las diferentes áreas de producción y embalaje en la empresa para minimizar la generación de acumulados de envase en la Vidriera Centroamericana S.A., Cartago, Costa Rica?	Desarrollar un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones o llamadas de emergencia que se den en cada una de las líneas de producción y embalaje en Planta, utilizando un controlador lógico programable LOGO8! SIEMENS, en la Vidriera Centroamericana S.A.	Estudiar las condiciones establecidas por la jefatura del departamento sobre que necesidades exige solventar	Reconocimiento del problema	Método inductivo	Observación
		Definir las condiciones y requerimientos para un sistema electrónico programable de monitoreo de la norma IEEE 802.11 en planta	Conexión por medio IEEE 802.11	Método deductivo	Observación
		Definir los componentes a utilizar en el sistema electrónico programable para monitorear y control de llamadas de emergencia en los E.I.A en planta	Evaluar componentes	Método deductivo	Tecnológico
		Realizar un estudio del costo del proyecto	Vialidad del proyecto	Método aplicado	Sintético
		Diseñar y fabricar un sistema electrónico programable capaz de monitorear en tiempo real cada una de las líneas de producción y equipos de embalaje en las diferentes áreas en planta	Diseño del prototipo	Método aplicado	Tecnológico
		Construir un prototipo para el sistema electrónico programable que cumpla los requerimientos establecidos por la empresa para su ejecución.	Diseño del prototipo	Método aplicado	Tecnológico
		Programar y realizar pruebas de comunicación en el PLC LOGO8! con el raspberry pi 3 model B+ para cada línea de producción y embalaje en planta	Diseño del prototipo	Método analítico	Tecnológico

Pregunta de la investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Método de investigación	Técnicas y herramientas
		Implementar protocolo de comunicación IEEE 802.21 y correo electrónico por medio de IEEE 802.11 entre el PLC LOGO!8 y el celular de los técnicos de turnos en planta	Comunicación del prototipo	Método aplicado	Tecnológico
		Desplegar un sistema de indicadores mediante el uso de dispositivos lumínicos de acuerdo a las llamadas en de emergencia en cada línea de producción y embalaje	Señalización de las líneas de producción	Método deductivo	Observación
		Evaluar la puesta en marcha del proyecto, al analizar los resultados que sean los óptimos para la mejora del tiempo de respuesta a la hora de atender un llamado de emergencia en la planta	Resultados	Método analítico	Sintético
		Realizar un Manual de uso/mantenimiento para asegurar el seguimiento y buen funcionamiento del proyecto ya en función	Información de mantenimiento	Método sintético	Sintético
		Análisis de costo beneficio para la puesta en marcha del proyecto	Vialidad del proyecto	Método aplicado	Sintético

Tabla 3. Diseño de la investigación. Fuente: El Autor.

A continuación, se describe en la figura 11, el detalle de una línea de tiempo que establece las principales etapas y desarrollos del proyecto, así como las etapas más significativas y su ubicación en el tiempo.

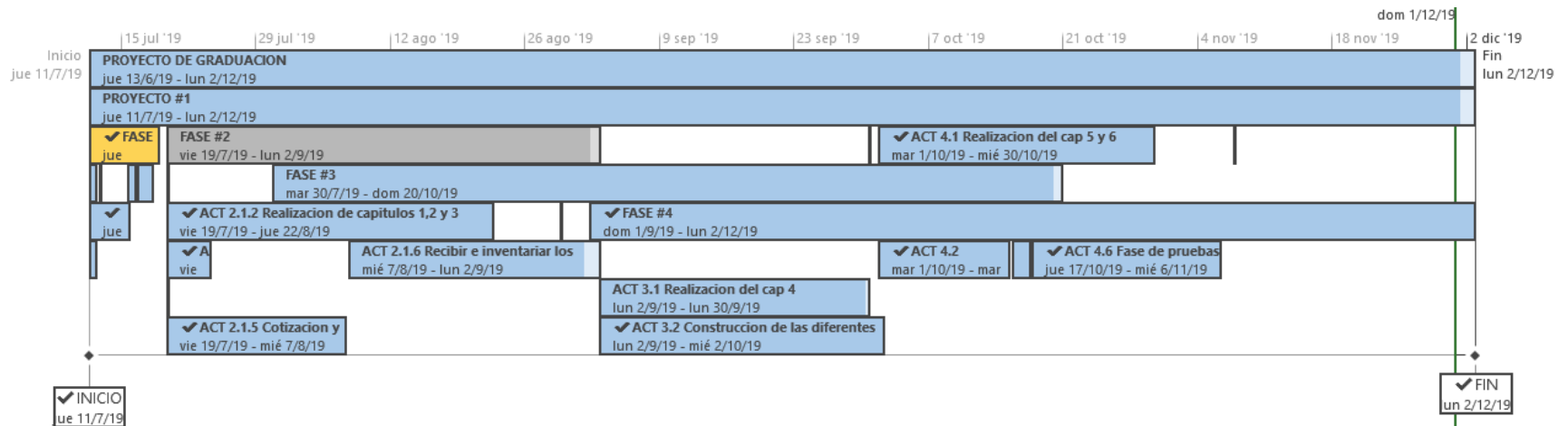


Figura 11. Escala de tiempo para la realización del proyecto. Fuente: El Autor.

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Descripción de la situación actual

En la actualidad en la planta de VICESA se cuenta con un sistema muy simple para las llamadas de emergencia, este solo cuenta con un apagador y la soga luminosa en algunos casos en mal estado, pero en funcionamiento.



Figura 12. Botonera de una de las sogas. Fuente: El Autor.

Como se muestra en la figura 12, el cableado de las sogas también está en mal estado lo cual provoca que en algunos casos no trabaje la misma hasta el punto que ha generado cambios de las bombillas de las sogas por problemas de cortos circuitos.

También, como se mencionó en el capítulo 1, la posición de las sogas está distribuida en la planta de muy mala forma; como se muestra en la figura 13, esta situación ha provocado un gasto al tener que colocar varias sogas en una misma línea para su visibilidad con un cableado nada agradable a la vista.



Figura 13. Dos sogas en una línea de producción con punto ciego. Fuente: El Autor.

Por otra parte, la distancia entre las líneas y la posición que tiene una línea de producción con la otra es bastante grande; como se muestra en la figura 14, las longitudes de las mismas son totalmente diferentes ello produjo en el momento en el cual se instalaron las sogas, inicialmente no tomaron en cuenta el crecimiento de la planta y quedaron en posiciones totalmente dispares sin ubicación estratégica donde se puedan ver de cualquier parte de la planta.



Figura 14. Distancia entre sogas. Fuente: El autor

Además, con los problemas que se han dado en los últimos meses, como se mencionó en la figura 2 del diagrama de Ishikawa, en la planta, recae en la acumulación de envase por paros de máquina ya sea por problemas mecánicos, electrónicos, neumáticos o por negligencia laboral.



Figura 15. Acumulado de envase moldura C-2308. Fuente: El Autor.

Como se muestra en la figura 15, ese envase acumulado afecta directamente a uno de los indicadores diarios el cual corresponde a la eficiencia del proceso productivo que se da en planta día a día. Una línea de producción estable desde el área de fabricación hasta el área de embalaje, genera una eficiencia productiva constante lo que le da estabilidad al proceso, pero si se genera una acumulación de envase como el de la figura 15 pasa de un proceso estable a una inestabilidad en el mismo y el envase acumulado faltara a la hora de completar los pedidos al cliente dueño de esa producción al ser despacho inmediato.

Con este proyecto por implementar en la planta de VICESA, se espera que se minimice en un 30% la generación de acumulados en la planta disminuyendo en gran parte las afectaciones a estos indicadores diarios que al aposte afectan el *pack to melt* mencionado en el capítulo 1 el cual significa toneladas de vidrio fundido por toneladas de vidrio empacado.

Además de generar un mensaje SMS para alertar a los técnicos en planta se va a llevar un registro de llamadas para el tiempo de respuesta que se va a generar en el momento de la llamada de emergencia en la línea a la hora de encender la soga hasta que el técnico llegue a la línea y apague la soga.

Este proyecto es una herramienta para mejorar el proceso productivo en la planta de VICESA, por lo cual cualquier progreso para agilizar la producción de envases de vidrio es oportuno y eficiente a la hora de obtener los mejores indicadores en cada una de las líneas de producción, que todas las 7 líneas de producción unidas generan un mejor número de *pack to melt* y así obtener por los buenos resultados mensuales incentivos monetarios con respecto a la eficiencia productiva.

4.2 Análisis de datos.

Para la recolección de datos, se realizó una entrevista, esta cuenta con 8 preguntas, además se utiliza el método de observación que está relacionado con la posición de las sogas luminosas y el proceso actual antes de la implementación del proyecto, esta entrevista se encuentra en la sección de anexos.

Además, la entrevista es abierta-semiestructurada para tener un diálogo y escuchar diferentes puntos de vista. La población a la cual se le realizó la entrevista corresponde a la gente directamente involucrada en la planta, los cuales son los técnicos de turnos rotativos (líder de turno) y los técnicos de turno central (técnicos de mayor experiencia en el departamento).

4.2.1 Observación.

En esta parte del proceso de formulación del proyecto se pudo notar que la necesidad de un control sobre los tiempos muertos era necesario ya que los indicadores están incrementando en forma negativa para el departamento de equipos especiales.

En el Anexo 2 (Lista de Cotejo) se puede encontrar el instrumento utilizado como observación del mismo, se obtuvo información significativa ya que al observar el proceso se pudo ver varios detalles como que la posición de las sogas luminosas no es la correcta, el descuido de la planta por parte de los técnicos en planta por diferentes factores como horarios de comida, necesidades fisiológicas, negligencia laboral, falta de comunicación entre los técnicos, distancia entre las líneas de producción etc.; lo cual genera tiempos muertos de respuesta a la hora de resolver fallas y acumulados de envase en las diferentes líneas de producción.

En primera instancia lo que se pudo observar fue la distribución de las sogas luminosas en una forma desordenada y con muchos puntos ciegos donde no se pueden ver en varios puntos de la planta como se muestra en la figura 13.

Además, se pudo ver que las condiciones de los sistemas de encendido de las sogas están muy deterioradas, en algunos casos casi decadente con soportes a base de cinta tipo tape y amarras plásticas como se mostró en la figura 12.

Uno de los factores detonantes para la aprobación de este proyecto que se logró mediante el proceso de observación, fue el excesivo tiempo de respuesta que los técnicos en la planta duran en atender una falla casi, 15 minutos con la soga luminosa encendida; un llamado de emergencia por un paro de máquina y los técnicos no llegan a la línea donde se solicita el apoyo y resolver el problema ya sea por relevos en las horas de comida, visibilidad de las sogas luminosas, por estar en otra línea de producción resolviendo otros problemas o por negligencia laboral.

En las juntas que se tuvo con la jefatura del Departamento de Equipos Especiales se observó varios puntos para mejorar la problemática de tiempos muertos y acumulados de envase lo cual estaba sucediendo en planta, de ello se puede resumir que este proyecto debe mejorar en un mínimo 50% la eficiencia en los llamados generados en las diferentes líneas de producción en la planta atención de las fallas.

Se dijo también, que se requiere de un aviso aparte de las sogas luminosas el cual no tenga gasto monetario y llegue a cualquier parte de la planta independientemente del lugar donde se encuentre el técnico líder de turno, este será el encargado de difundir la información a los diferentes técnicos del turno y de esta forma mejorar los tiempos de respuesta en la atención de llamadas de emergencia en la planta.

4.2.2 Entrevista.

Al realizar la entrevista a los diferentes técnicos involucrados, las cuales se pueden encontrar en el anexo 10, con el día a día en la planta y operadores de los equipos de paletizado y embalaje, se pudo determinar la necesidad de tener un sistema de control que facilite las labores diarias del personal a cargo de los turnos rotativos, la entrevista completa se puede observar en el anexo 5.

También se determinó que la implementación en el proyecto debía incluir toda la planta no solo las líneas de producción sino también el área de paletizado y embalaje de la planta ya que también son atendidos por este departamento y no se tiene ninguna forma de ver cuando se tiene algún problema en esta parte de la planta, no tiene sogas luminosas y los operadores de los equipos tienen que dejar su área de trabajo y el equipo detenido para buscar al técnico y así poder atender la falla.

En consideración con las preguntas realizadas en la entrevista al personal del Departamento de Equipos Especiales, específicamente a los técnicos: Diego Brenes Redondo, Carlos Figueroa y Allan Rojas, haciendo una generalización de todas las opiniones dadas se pudo deducir varias cosas:

- A. ¿Considera que la colocación de las sogas tiene alguna influencia a la hora de atender algún llamado de emergencia?

R/; “Claro que se debe cambiar la colocación de las sogas luminosas de donde están a puntos estratégicos donde sean visibles de cualquier parte de la planta”.

Esto quiere decir que la distribución de las sogas luminosas no es la adecuada y se debe corregir para mejorar el tiempo de respuesta a la hora de resolver alguna falla en las diferentes líneas de producción.

- B. ¿Considera necesario que se incluya las sogas luminosas en el área de decorado y embalaje de la planta?

R/; “La implementación de sogas luminosas en las zonas de decorado y embalaje es necesaria ya que en esa parte no hay nada implementado por lo cual los operadores de los equipos deben dejar su área de trabajo, el equipo detenido y salir a buscar al técnico para que solucione el problema existente”.

En la implementación de este proyecto se vio la necesidad de tomar en cuenta estas áreas, las cuales no tienen sogas luminosas para llamados de emergencia, sino que el operador del equipo deja el mismo detenido para buscar el técnico y solucionar el problema.

- C. ¿A qué se atribuye la generación de acumulados de envases generados en planta y de qué manera se puede ayudar a solventar este problema?

R/; “La mayor parte de los acumulados en planta son generados por fallas electrónicas y mecánicas además de ajustes de defectos en el envase en los equipos de inspección automática y una mejor comunicación entre los mismos técnicos en cada turno”

Las fallas electrónicas y mecánicas siempre se dan en los equipos ya sean leves o a gran escala, pero, la necesidad de un sistema de comunicación que alerte al líder

de turno permitirá una mejor coordinación con los otros técnicos y así solventar las fallas en la planta.

- D. ¿Considera que el estado de las sogas luminosas en cableado y funcionamiento están deterioradas y si se pueden mejorar?

R/; “La condición en la que están las sogas luminosas actualmente no son adecuadas y si se pueden mejorar en conexión”.

En este momento en la planta hay sogas luminosas que no están en las condiciones necesarias para su buen funcionamiento, en algunos casos tiene nada más un apagador y en el peor de los casos una botonera, pero con el cableado descubierto.

- E. ¿Está de acuerdo que se cree un sistema de control con mensajera de texto SMS como herramienta para el día a día laboral?

R/; “Sí, claro, sería más fácil que llegue un mensaje de texto al celular y desde ahí poder informar hasta pedir ayuda, en caso de que no se pueda atender la falla en la línea de producción que lo solicite”.

La implementación de un sistema de mensajería a la hora de que se dé algún llamado fue uno de los pluses que impacto a la población que se le aplico la entrevista.

- F. ¿Considera importante que este sistema lleve un registro de llamadas en caso de que haya varias llamadas de emergencia a la vez y así poder justificar los tiempos de respuesta que se excedan del límite establecido el cual es un máximo de 5 minutos?

R/; “Sí y no, porque la ventaja que se tiene es que con el registro de llamadas se puede justificar todo, pero se va a dar un control más estricto de todos los tiempos y si no hay justificación pueden venir sanciones”

A la hora de querer implementar un sistema de registro de llamadas para el caso de que llamen de varias líneas de producción a la vez no fue tomado de buena manera un 75% le pareció el otro 25% no le pareció, debido al control que se va a manejar sobre los tiempos de respuesta.

G. ¿Considera que la altura de las sogas luminosas se debe mejorar a 4 metros para tener una mejor visibilidad en la planta?

R/; “Sí, claro ya que las sogas en la actualidad son muy pequeñas y a veces no se pueden determinar cuándo hay obstáculos o que se está en una zona alejada de la planta”

Otro punto a retomar fue la altura a la cual debe estar las sogas luminosas considerando 4 metros como una altura ideal y que estén a la vista de todos.

Tomando en cuenta todos los puntos destacados anteriormente en las diferentes entrevistas se ve que la necesidad de la implementación de este proyecto en la planta de VICESA es más que necesaria por diferentes factores y uno de los primordiales es agilizar y mejorar el proceso productivo, el cual es la consigna.

Este proceso productivo debe de tener una sucesión productiva constante que no afecte los indicadores, obtener las mejores eficiencias productivas diarias y minimizar la generación de acumulados de envase en las líneas de producción junto a la reducción

de los tiempos muertos a la hora de atender llamadas de emergencia los cuales con el montaje del proyecto se disminuirán en un 30%.

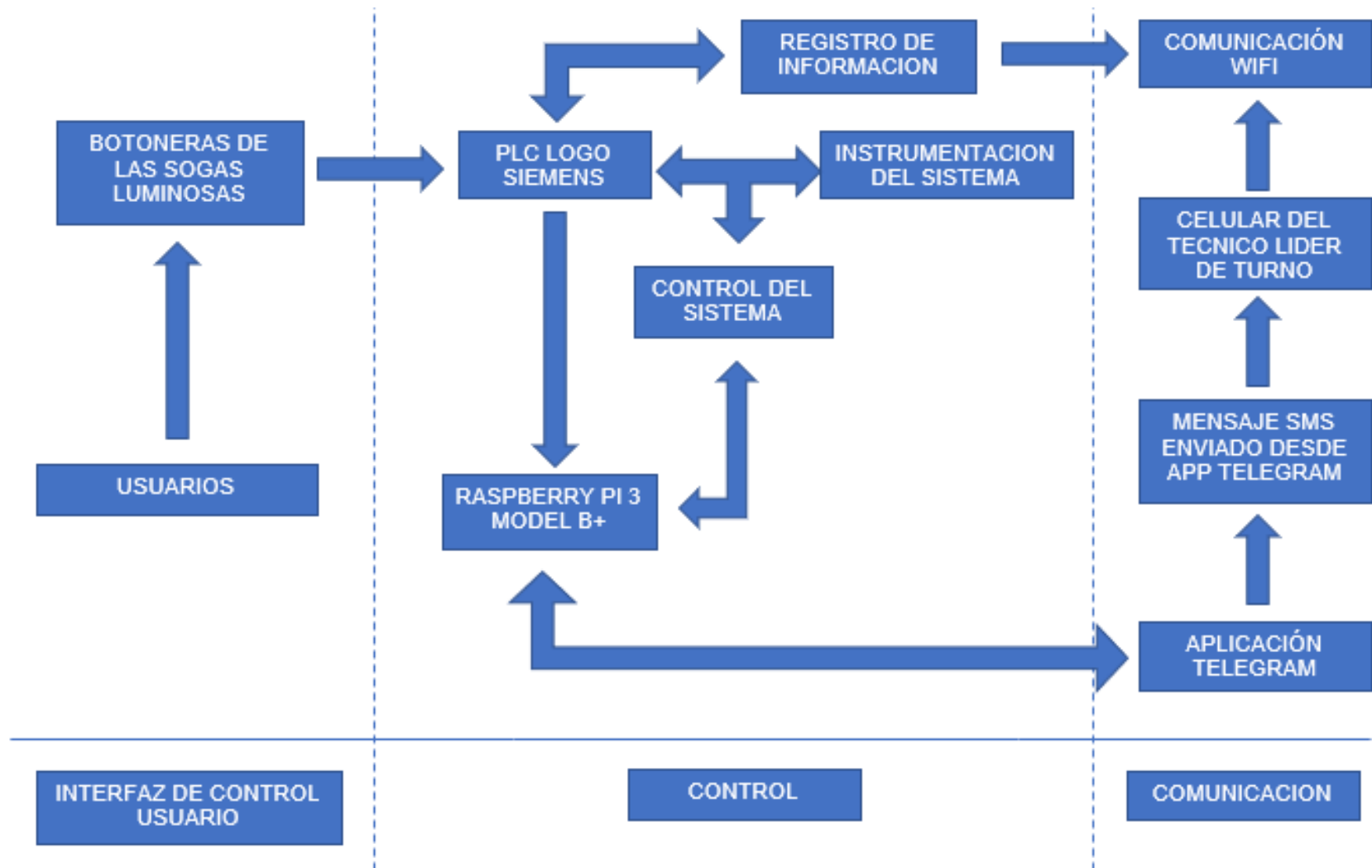
En la tabla 5 mencionada más adelante, se muestra la necesidad que tiene la empresa de implementar el proyecto, para mejorar el proceso productivo y minimizar las afectaciones a los diferentes indicadores diarios

Punto	Situación Actual	Problemática	Propuesta de mejora
1	Sogas luminosas colocadas en desorden	La visibilidad de las sogas en algunos puntos de la planta es nula.	Colocación de las sogas en lugares estratégicos para la visibilidad desde cualquier punto de la planta
2	Zona de decorado y embalaje sin sogas luminosas.	A la hora de que se genera un llamado de emergencia el operador del equipo tiene que dejar su área de trabajo con el equipo detenido para buscar al técnico y darle solución al problema.	Implementar sogas luminosas como parte del proyecto a implementar.
3	Llamados por fallas electrónicas y mecánicas en los equipos.	Generación de acumulados y tiempos muertos de respuesta por equipos detenidos por estos problemas.	Sistema de mensajería SMS PUSH al celular del técnico líder de turno.
4	Condición de las sogas luminosas en la planta	Genera una mala impresión y estéticamente no se ve bien en caso de una auditoría externa sería un punto a corregir	Cambio y nueva conexión de las cajas y botoneras de las sogas luminosas
5	No hay registro de llamados o tiempos de respuesta	No hay una justificación del por qué en un momento determinado se dé una llamada de emergencia y no sea atendida por diferentes factores mencionados anteriormente	Generar un registro en el cual indique los acontecimientos en las diferentes líneas de producción, paletizado y embalaje

Tabla 4. Situación actual y propuesta de mejora al proceso de proyecto. Fuente: El Autor.

4.3 Diseño de propuesta.

Figura 16. Diagrama de flujo de la propuesta de proyecto. Fuente: El Autor.



Como se muestra en la figura 16 se puede apreciar las etapas del prototipo propuesto, así como los componentes a utilizar para el desarrollo del mismo para la mejora de los tiempos muertos de respuesta y generación de acumulados en la planta de VICESA.

Mediante la implementación de sogas luminosas y botoneras con conexión tipo arranque-paro, se van a colocar en cada una de las líneas de producción, la zona de decorado y los equipos de embalaje, además, las bases de las sogas serán colocados estratégicamente a la vista de todos los técnicos minimizando los puntos ciegos en la planta.

Para el diseño se están realizando tres etapas para la aplicación del proyecto como son:

A. Interfaz de control para usuario.

Así los usuarios del departamento de calidad son los encargados de llamar a los técnicos del departamento de Equipos Especiales encendiendo la soga luminosa en caso de emergencia y así los técnicos llegan a brindarles el servicio que soliciten.

B. Interfaz de control.

Se implementará un sistema de control para las señales generadas por cada una de las sogas luminosas, estas señales llegarán al PLC LOGO8! el cual se encarga de generar un conteo del tiempo que dura la soga encendida, la línea donde se generó el llamado de emergencia y con estos datos generar un registro de todas las llamadas generadas en la planta de VICESA.

Cada una de las señales generadas en el LOGO8! serán enviadas al Raspberry pi 3 Model B+ que será el encargado de procesar todas estas señales y enviar la información al celular del técnico de turnos por lo cual se va a la siguiente etapa.

Todo el sistema de control como los instrumentos a implementar, utilizan el protocolo de comunicación 802.11 WIFI, ya que en la planta es la manera de acceder a web. Por este medio se enviarán mensajes tipo SMS al celular de los técnicos además de poder conectarse con el PLC LOGO8! remotamente y poder ver el registro de llamadas directamente desde una computadora nada más accediendo con la dirección IP del PLC y el software Logo Soft Confort, por lo cual este proceso recae en la siguiente etapa.

C. Interfaz de comunicación.

En la etapa de comunicación las señales obtenidas por el Raspberry pi 3 Model B+, se enviarán a una aplicación llamada Telegram y este genera un mensaje de texto informativo tipo SMS, al celular del técnico de turnos el cual será la información que se está solicitando en las diferentes líneas de producción, área de paletizado y embalaje en la planta, el envío de este mensaje y el uso de esta aplicación no tiene costo alguno.

CAPÍTULO 5

DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en mejorar los tiempos muertos de respuesta a la hora de resolver fallas, esta fue presentada a la Gerencia de Ingeniería de Planta específicamente al Departamento de Equipos Especiales; en primera instancia, se realiza una reunión con la jefatura del departamento en el cual se exponía la idea principal del proyecto.

En esta reunión se logró concretar el proyecto y por ende determinar los alcances requeridos para la implementación del mismo, de acuerdo con las necesidades y posibilidades, las cuales eran mínimas pues el equipo es totalmente obsoleto, sin control de ningún indicador y en deteriorado, como se mostró en la figura 11 del capítulo 4.

La propuesta de mejorar el estado de las sogas de emergencia tanto el sistema de control como el cambio de las botoneras de las mismas, además, poder controlar los tiempos de respuesta por medio de un PLC LOGO 8! a la hora de que se encienda la soga de emergencia en cada una de las líneas de producción, empaque y embalaje en la planta por medio de un registro o base de datos generado en el PLC fue una de las partes que convenció a la jefatura del departamento.

La otra parte de la propuesta fue la mensajería de texto sin necesidad de utilizar una línea telefónica prepago o pospago para reducir los costos del proyecto, además que al tener una línea de esta índole generaría un gasto mensual para la empresa por lo cual, llamó la atención la utilización del Raspberry pi 3 Model b+ y el tipo de programación que lleva para generar mensajería de texto solo con tener acceso a la red Wifi de la empresa.

Una vez terminada la reunión y llegando a un acuerdo las partes involucradas, se procede con la puesta en marcha del proyecto ya que por la necesidad de tener un control específico del servicio brindado en la planta, se permita la mejora continua del departamento y así la eficiencia de los técnicos de turno a la hora de responder los llamados de emergencia haya mayor eficacia pues van a recibir un mensaje de texto al celular en la línea que se solicite el servicio técnico.

5.2 Desarrollo del prototipo.

Para el desarrollo del prototipo a ser utilizado, se basa en el control de las sogas de emergencia en cada una de las líneas de producción y embalaje en la planta de VICESA, las 9 sogas luminosas en total se controlan por un sistema lógico programable el cual permite comunicarse por medio de mensaje de texto mediante una aplicación para mensajería de texto, así como también llevar un registro de llamadas de emergencia realizadas durante el día en cada una de las líneas de producción.

Por el tipo de entorno laboral y la casa comercial con la cual trabajan los equipos en la planta de VICESA, además el manejo de voltaje en corriente alterna de cada una de las sogas de emergencia hace que se utilicen componentes marca SIEMENS para el control automático como el PLC LOGO 8!, ahora la interfaz de mensajería de texto será controlada por medio de un ordenador de placa reducida o Raspberry Pi 3 Model B+, el vínculo entre estos dos equipos para lograr el objetivo se da mediante la programación de ambos en sus lenguajes como lo es el programa Logo Soft Comfort V8 para el LOGO y Python para el Raspberry Pi 3 Model B+.

En este capítulo se detalla el proceso de diseño y construcción del prototipo que permite la automatización del control de las sogas luminosas en la planta de VICESA, en el cual se analizan las funciones de cada uno de los elementos a implementar. El montaje de este proyecto se realiza en varias etapas de las cuales se puede mencionar; etapa de programación e implementación en el laboratorio y etapa de construcción física del equipo a implementar.

5.2.1 Desarrollo del prototipo.

En este inciso se desarrolla las pautas a seguir en la implementación del proyecto con un orden determinado para un mejor desempeño y efectividad a la hora del desarrollo del mismo. El proyecto a implementar en la planta de VICESA se desarrolla a través de 3 etapas las cuales se dividirán en etapa de control, etapa de comunicación y etapa de interfaz.

5.2.1.1 Desarrollo de la Etapa de Control.

5.2.1.1.1 PLC LOGO.

5.2.1.1.1.1 Alimentación y entradas del PLC LOGO.

Como se muestra en la figura 15, el PLC LOGO8! tiene una alimentación de 110V en la entrada principal la cual tiene como señalización una L+ como la línea viva y una M donde va a ir el cable de neutro. Además, va a ser el encargado de recibir todas las señales generadas al encender cada una de las sogas de emergencia en las diferentes locaciones de las mismas.



Figura 17. Entradas para la alimentación de 110V. Fuente: Manual SIEMENS

Como se muestra en la figura 17, cada una de estas señales activa las entradas demarcadas en el PLC como I1, I2, I3, etc. y genera los datos necesarios para que el registro de programa tome todos los resultados pertinentes a la hora de que se genera una llamada en las líneas de producción.

Como se muestra en la figura 19, la simulación de la conexión de la soga luminosa de emergencia para la línea de producción llamada "101", de esa forma es como se realiza cada una de las conexiones de las sogas pertinentes en la planta de VICESA.



Figura 18. Entradas de control del PLC LOGO. Fuente: Manual SIEMENS

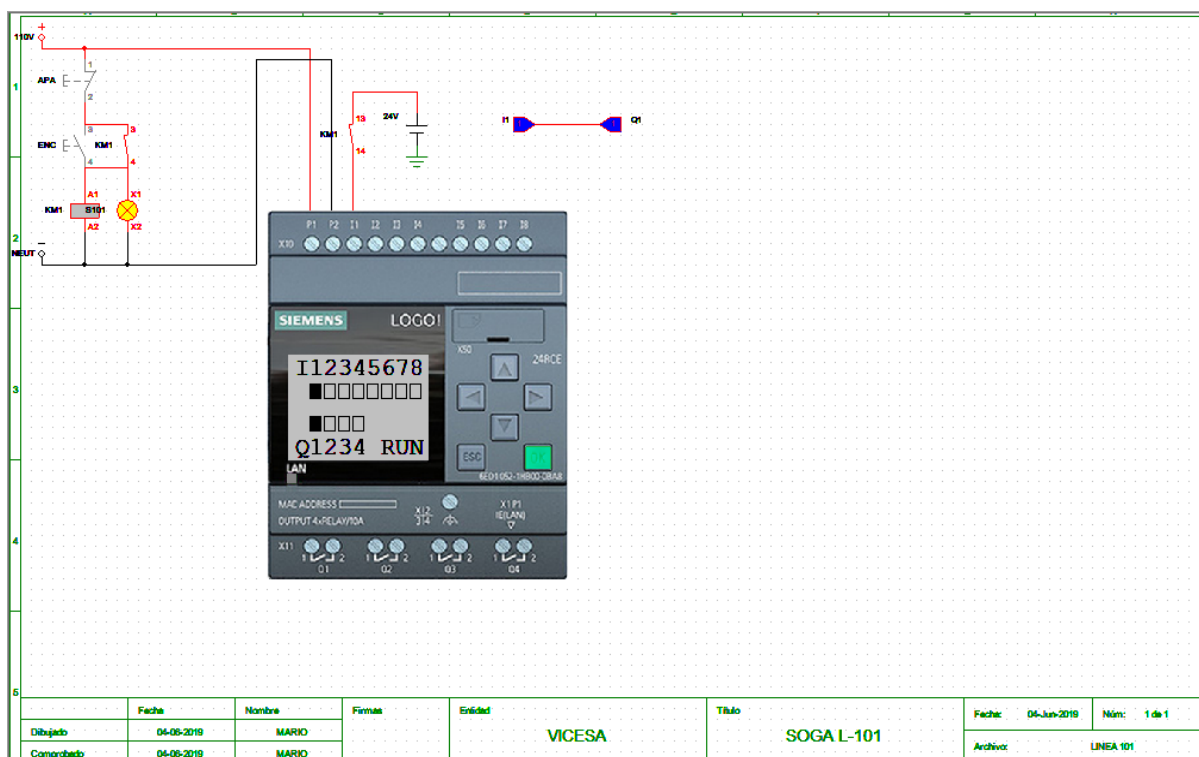


Figura 19. Conexión de una de las entradas del PLC LOGO para el funcionamiento del sistema. Fuente: El Autor.

5.2.1.1.2 Software y Programación del PLC LOGO.

Para la programación del PLC LOGO se utiliza la interfaz que genera el programa llamada Logo Soft Confort, en el cual se realiza de cualquier función o parametrización que se quiera obtener en el PLC LOGO.

Como es un tipo PLC Siemens, se codifica cada una de las entradas a utilizar como se mostró en la figura 18, para poder adentrar un poco más esta sección se puede observar la figura 20 la cual muestra un segmento del código generado en el PLC LOGO y la interfaz de desarrollo del mismo.

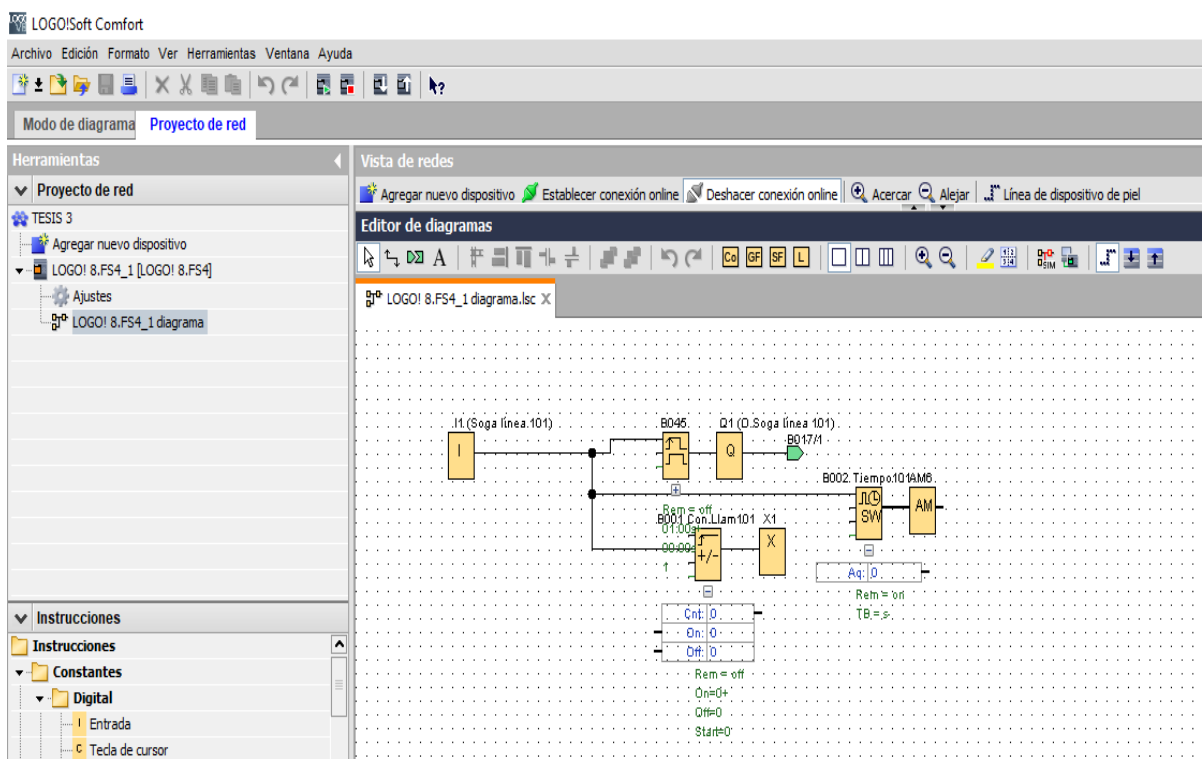


Figura 20. Segmento del código generado para controlar las sogas luminosas en la planta de VICESA. Fuente: El Autor.

El programa completo del sistema a implementar en la planta de VICESA se puede encontrar en el listado de anexos como el anexo 9.

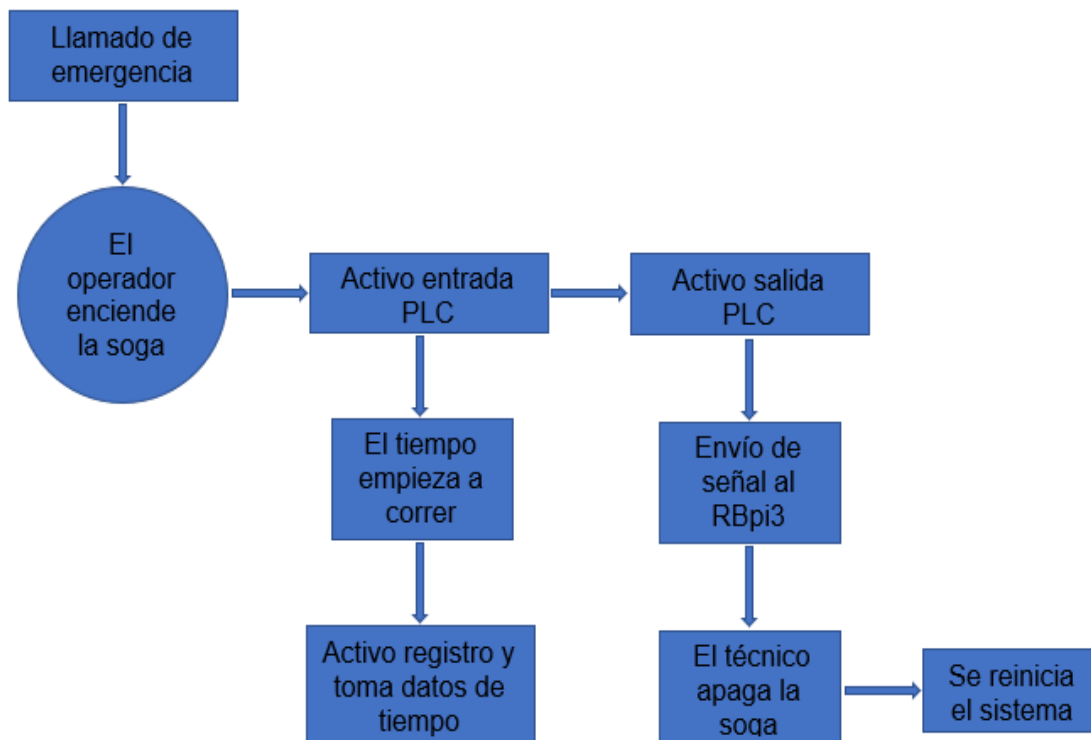


Figura 21. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema generado en el PLC

LOGO. Fuente: El Autor.

Como se muestra en la figura 21, el funcionamiento del PLC LOGO con respecto a una de las secciones del programa el cual equivale a una de las sogas luminosas que se han instalado en la planta de VICESA.

5.2.1.1.1.3 Registro generado en el PLC LOGO.

Una de las funciones que posee este tipo de PLC LOGO es generar un registro de datos en el cual se selecciona las entradas o las salidas que se requiere registrar y llevar un control preciso de las mismas.

En la programación del registro se llaman los bloques de función que se desean registrar a la hora de tomar los datos pertinentes del sistema. Como se muestra en la figura 22, se ve donde se selecciona los bloques de función que se desea registrar.

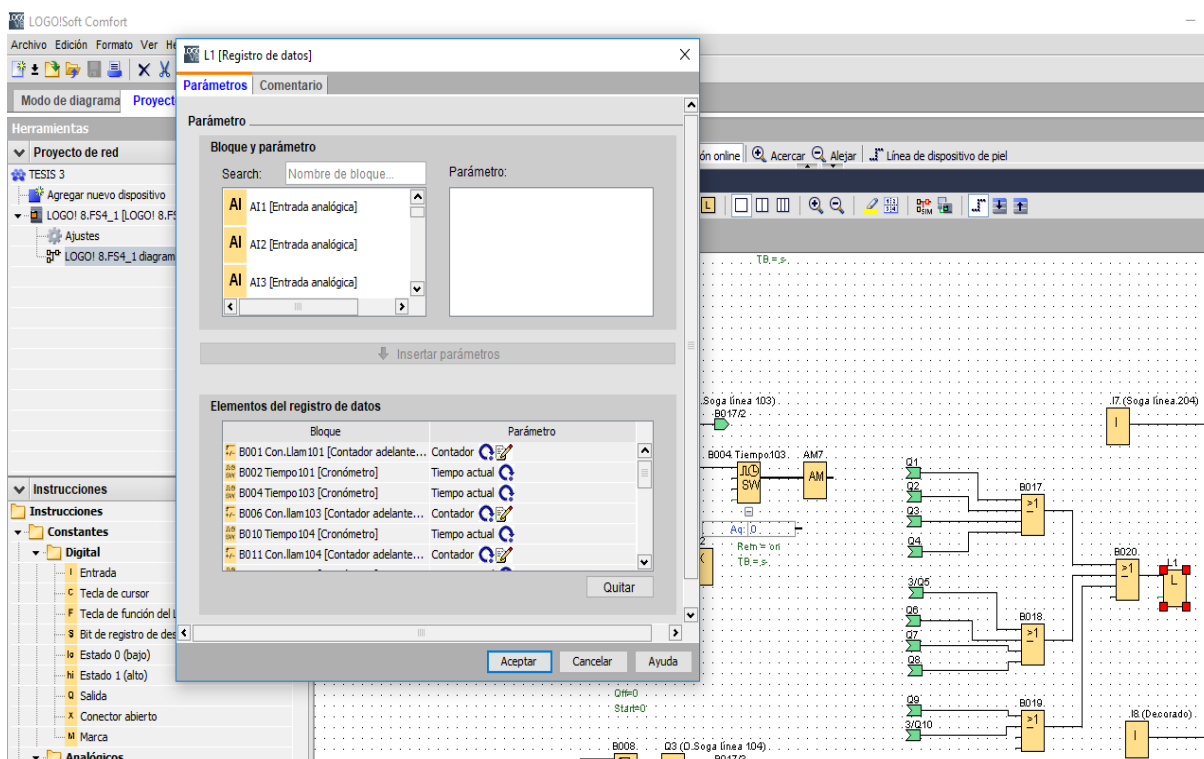


Figura 22. Llamado de los bloques de función que se desean registrar en el sistema.

Fuente: El Autor.

Para la extracción de los datos generados en el registro, se extraen directamente del PLC LOGO en una página de Excel, como se muestra en la figura 23, donde se desplegará toda la información que está programada en el registro. Ahora para estas necesidades del proyecto, el registro generará un despliegue de tiempos generados entre las llamadas en cada una de las líneas de producción a la hora de que haya un llamado de emergencia en cada una de las líneas de producción de la planta de VICESA.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Datos' (Data) tab selected. The ribbon includes options like 'Ordenar y filtrar', 'Herramientas de datos', and 'Previsión'. The data table below is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Time	B001 Con.Llam101.Cnt	B002 Tiempo101.CT	B004 Tiempo103.CT	B006 Con.Llam103.Cnt	B010 Tiempo104.CT	B011 Con.Llam104.Cnt	B009 Tiempo201.CT	B014 Con.Llam201.Cnt
2	30/7/2019 13:40	1	0	0	0	0	0	0	0
3	30/7/2019 13:40	1	37	0	1	0	0	0	0
4	30/7/2019 13:41	1	37	33	1	0	1	0	0
5	30/7/2019 13:42	1	37	33	1	25	1	0	1
6	30/7/2019 13:42	1	37	33	1	25	1	17	1
7	30/7/2019 13:42	1	37	33	1	25	1	17	1
8	30/7/2019 13:43	1	37	33	1	25	1	17	1
9	30/7/2019 13:43	1	37	33	1	25	1	17	1
10	30/7/2019 13:44	1	37	33	1	25	1	17	1
11	30/7/2019 13:44	1	37	33	1	25	1	17	1

Figura 23. Registro de datos de los tiempos en minutos generados en la planta de VICESA. Fuente: El Autor

5.2.1.1.2 Módulo Raspberry Pi 3 Model B+.

Para el control de mensajería de texto mediante Telegram se hace la programación en el Raspberry pi Model 3+ de las entradas, cada una de las mismas va a recibir las señales generadas en el PLC LOGO a la hora de que enciendan una sogá en cualquiera de las líneas o áreas donde van a estar instaladas lo cual genera el mensaje de texto SMS al celular del técnico líder de turno encargado en el momento.

5.2.1.1.2.1 Programación del Raspberry pi 3 Model B+.

Como se muestra en la figura 24, las entradas del Raspberry van a estar condicionadas por cada una de las señales enviadas por el PLC LOGO de cada una de las líneas de producción, el área de Decorado y el área de Embalaje.

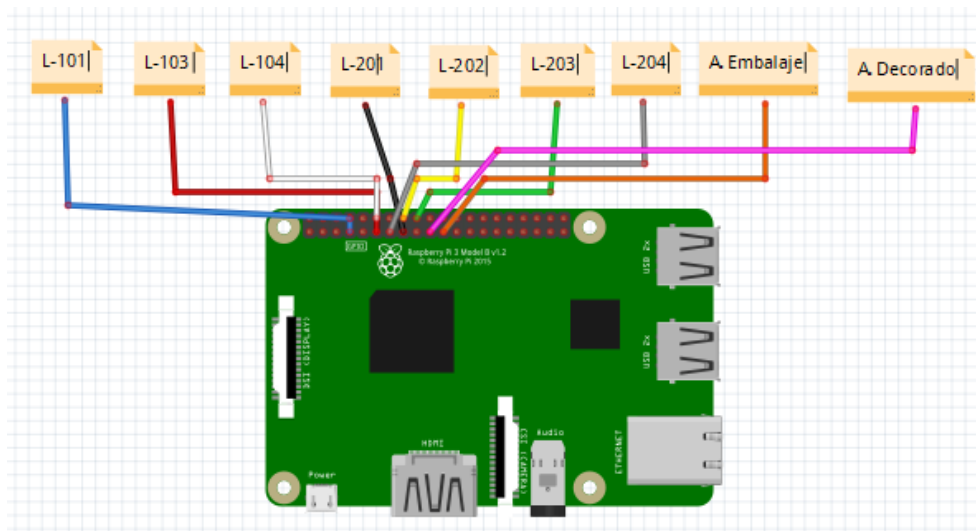


Figura 24. Conexión de las entradas del Raspberry pi 3 Model B+ con el PLC LOGO.

Fuente: El Autor.

Para la programación del Raspberry pi 3 Model B+ se hacen varias instalaciones de actualizaciones y librerías entre las cuales cabe destacar la “Librería de Telegram”, la cual es llamada en el programa y como se mencionó en el marco teórico, es la encargada de la mensajería de este proyecto.

Como se muestra en la figura 25, que es parte del código generado para enviar el mensaje de cada una de las líneas de producción, decorado y embalaje de la planta de VICESA, en este se nota el llamado de cada una de las entradas especificadas en la figura 23 y parte de la programación de las distintas funciones a realizar a la hora que alguna de las entradas sea activada por el PLC LOGO.

```
import time
from time import sleep
import telegram

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
bot = telegram.Bot(token = '917288187:AAGfCuQMy-xAqk1XRkG_
0ztxBildSAlrueU')

GPIO.setup(4,GPIO.IN)
GPIO.setup(17,GPIO.IN)
GPIO.setup(18,GPIO.IN)
GPIO.setup(22,GPIO.IN)
GPIO.setup(23,GPIO.IN)
GPIO.setup(24,GPIO.IN)
GPIO.setup(27,GPIO.IN)
GPIO.setup(9,GPIO.IN)
GPIO.setup(10,GPIO.IN)
GPIO.setup(11,GPIO.IN)

print ("INICIO DE CICLO DE ALARMAS")

while True:
    if GPIO.input(4):
        bot.send_message(chat_id = 948311681, text = "Soga
encendida Línea 101")
        print ("Mensaje enviado L-101")
    elif GPIO.input(17):
        bot.send_message(chat_id = 948311681, text = "Soga
encendida Línea 103")
        print ("Mensaje enviado L-103")
```

Figura 25. Fragmento de código del programa del Raspberry pi 3 Model B+.

Fuente: El Autor

En la figura 26 se muestra el funcionamiento del Raspberry pi 3 Model b+ con respecto a una de las secciones del programa en el cual, se evidencia el llamado de cada una de las entradas del mismo, la codificación de la función de Telegram y el mensaje de texto que debe llegar al celular del técnico de turnos en la planta de VICESA.

El programa completo del sistema a implementar en la planta de VICESA se puede encontrar en el listado de anexos como el Anexo 6.

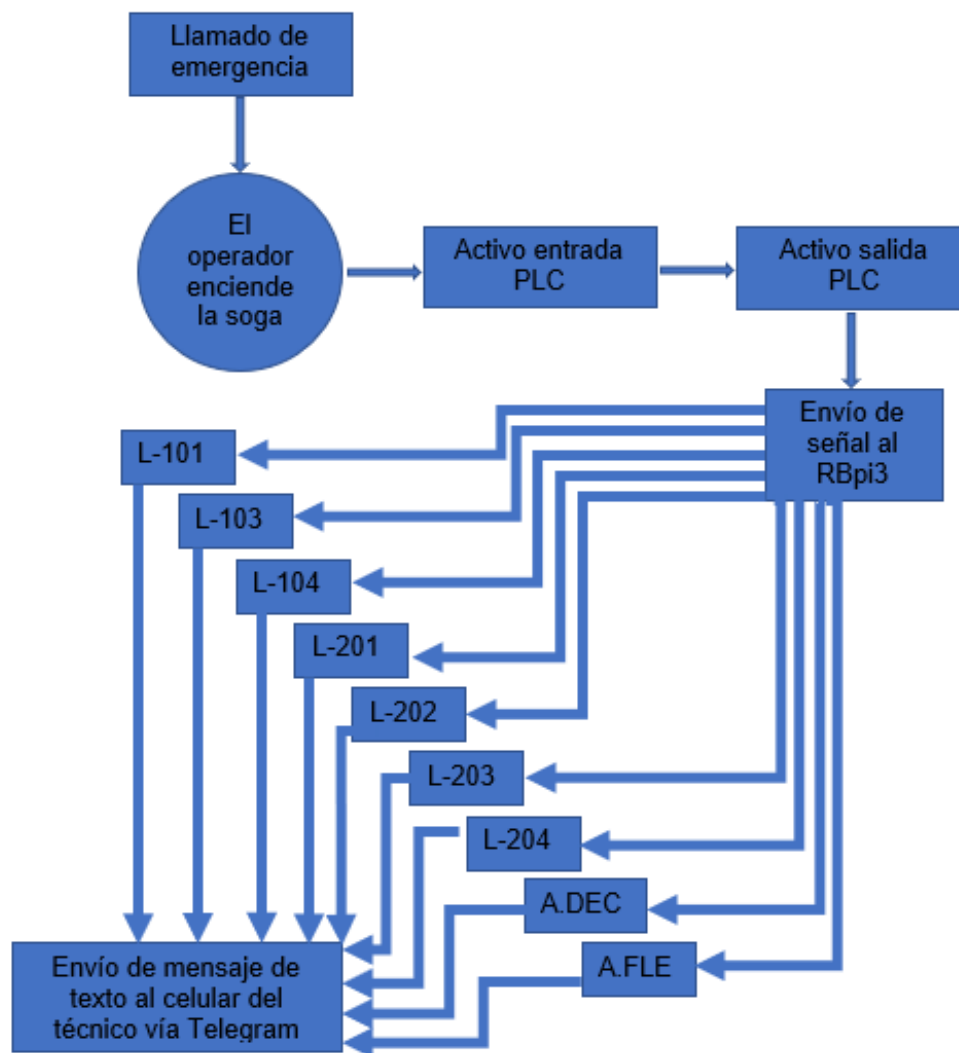


Figura 26. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema generado en el Raspberry pi 3 Model B+. Fuente: El Autor.

5.2.1.1.3 Desarrollo de la fase de potencia.

Debido a las distancias que hay en la planta de VICESA entre las líneas de producción, el área de decorado y el área de embalaje y el voltaje que se maneja en cada una de las Áreas mencionadas es voltaje de corriente alterna precisamente para las necesidades de este proyecto es 120 VAC que manejan las sogas luminosas.

Ahora para poder determinar el tipo de cable a utilizar debido a las distancias entre las áreas mencionadas anteriormente, en uno de los anexos de la Guía Técnica de Aplicación específicamente GUIA-BT-ANEXO 2 generado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y Telecomunicaciones (s.f.), este menciona el criterio de Caída de Tensión el cual determina que:

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportadora por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Como se menciona en la cita anterior, la caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento y según el Código Eléctrico Nacional NEC NFPA (2008) en la nota 210.19 NLM No.4 que menciona:

Los conductores para circuitos ramales dimensionados para evitar una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de las cargas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la máxima caída de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere el 5% ofrecerán una eficiencia de funcionamiento razonable.

Como se observa, recomienda que la caída de voltaje máxima combinada para el alimentador más el circuito ramal no debe superar el 5% y el máximo en el circuito alimentador o ramal específico no debe superar el 3%.

Ahora para poder determinar el porcentaje de caída de voltaje en voltajes trifásicos y monofásicos se tienen dos fórmulas específicas de las cuales para efectos del proyecto a implementar se enfocará en tensión monofásica, que para el cálculo del porcentaje de caída de voltaje se aplica la siguiente fórmula:

$$\%CV = \frac{2 * \varphi * I * L}{Vf}$$

Donde:

- φ = resistencia por km según el cable a utilizar
- I = corriente en la que opera el sistema
- L = longitud en metros del cable a implementar
- Vf = Voltaje de Fase a utilizar

Entonces para el sistema a implementar tomando en cuenta la economía para el proyecto, la mayor distancia en la que se trabajará y como referencia del tipo de cable en el cual la resistencia por kilómetro mostrada en la figura 27 para cable recubierto calibre (AWG) 12 se realiza el siguiente cálculo:

$$\%CV = \frac{2 * \varphi * I * L}{Vf}$$

$$\%CV = \frac{2 * \frac{6.73}{1000} * 1 * 112m}{120V}$$

$$\%CV = 1.256\%$$

Se puede notar que para las especificaciones mencionadas anteriormente según el reglamento del NEC NFPA (2008) cumple a cabalidad con el tipo de cable (AWG) 12 ya que como máximo porcentaje por ramal específico, en este caso la mayor distancia que es el Área de decorado genera un porcentaje de caída de voltaje de 1.256% y el porcentaje máximo exigido es de 3%.

Tabla 8. Propiedades de los conductores

Calibre (AWG o kcmil)	Conductores										Resistencia en corriente continua a 75° C (167° F)					
	Área		Trenzado				Total				Cobre					
			Diámetro		Diámetro		Área		No recubiertos		Recubiertos		Aluminio			
	mm ²	Mils circulares	Cantidad	mm	pulgada	mm	pulgada	mm ²	pulgada ²	ohm/ km	ohm/ k pies	ohm/ km	ohm/ k pies	ohm/ km	ohm/ k pies	
18	0.823	1620	1	—	—	1.02	0.040	0.823	0.001	25.5	7.77	26.5	8.08	42.0	12.8	
18	0.823	1620	7	0.39	0.015	1.16	0.046	1.06	0.002	26.1	7.95	27.7	8.45	42.8	13.1	
16	1.31	2580	1	—	—	1.29	0.051	1.31	0.002	16.0	4.89	16.7	5.08	26.4	8.05	
16	1.31	2580	7	0.49	0.019	1.46	0.058	1.68	0.003	16.4	4.99	17.3	5.29	26.9	8.21	
14	2.08	4110	1	—	—	1.63	0.064	2.08	0.003	10.1	3.07	10.4	3.19	16.6	5.06	
14	2.08	4110	7	0.62	0.024	1.85	0.073	2.68	0.004	10.3	3.14	10.7	3.26	16.9	5.17	
12	3.31	6530	1	—	—	2.05	0.081	3.31	0.005	6.34	1.93	6.57	2.01	10.45	3.18	
12	3.31	6530	7	0.78	0.030	2.32	0.092	4.25	0.006	6.50	1.98	6.73	2.05	10.69	3.25	
10	5.261	10380	1	—	—	2.588	0.102	5.26	0.008	3.984	1.21	4.148	1.26	6.561	2.00	
10	5.261	10380	7	0.98	0.038	2.95	0.116	6.76	0.011	4.070	1.24	4.226	1.29	6.679	2.04	
8	8.367	16510	1	—	—	3.264	0.128	8.37	0.013	2.506	0.764	2.579	0.786	4.125	1.26	
8	8.367	16510	7	1.23	0.049	3.71	0.146	10.76	0.017	2.551	0.778	2.653	0.809	4.204	1.28	
6	13.30	26240	7	1.56	0.061	4.67	0.184	17.09	0.027	1.608	0.491	1.671	0.510	2.652	0.808	
4	21.15	41740	7	1.96	0.077	5.89	0.232	27.19	0.042	1.010	0.308	1.053	0.321	1.666	0.508	
3	26.67	52620	7	2.20	0.087	6.60	0.260	34.28	0.053	0.802	0.245	0.833	0.254	1.320	0.403	
2	33.62	66360	7	2.47	0.097	7.42	0.292	43.23	0.067	0.634	0.194	0.661	0.201	1.045	0.319	
1	42.41	83690	19	1.69	0.066	8.43	0.332	55.80	0.087	0.505	0.154	0.524	0.160	0.829	0.253	
1/0	53.49	105600	19	1.89	0.074	9.45	0.372	70.41	0.109	0.399	0.122	0.415	0.127	0.660	0.201	
2/0	67.43	133100	19	2.13	0.084	10.62	0.418	88.74	0.137	0.3170	0.0967	0.329	0.101	0.523	0.159	
3/0	85.01	167800	19	2.39	0.094	11.94	0.470	111.9	0.173	0.2512	0.0766	0.2610	0.0797	0.413	0.126	
4/0	107.2	211600	19	2.68	0.106	13.41	0.528	141.1	0.219	0.1996	0.0608	0.2050	0.0626	0.328	0.100	
250	127	—	37	2.09	0.082	14.61	0.575	168	0.260	0.1687	0.0515	0.1753	0.0535	0.2778	0.0847	
300	152	—	37	2.29	0.090	16.00	0.630	201	0.312	0.1409	0.0429	0.1463	0.0446	0.2318	0.0707	
350	177	—	37	2.47	0.097	17.30	0.681	235	0.364	0.1205	0.0367	0.1252	0.0382	0.1984	0.0605	
400	203	—	37	2.64	0.104	18.49	0.728	268	0.416	0.1053	0.0321	0.1084	0.0331	0.1737	0.0529	
500	253	—	37	2.95	0.116	20.65	0.813	336	0.519	0.0845	0.0258	0.0869	0.0265	0.1391	0.0424	
600	304	—	61	2.52	0.099	22.68	0.893	404	0.626	0.0704	0.0214	0.0732	0.0223	0.1159	0.0353	
700	355	—	61	2.72	0.107	24.49	0.964	471	0.730	0.0603	0.0184	0.0622	0.0189	0.0994	0.0303	
750	380	—	61	2.82	0.111	25.35	0.998	505	0.782	0.0563	0.0171	0.0579	0.0176	0.0927	0.0282	
800	405	—	61	2.91	0.114	26.16	1.030	538	0.834	0.0528	0.0161	0.0544	0.0166	0.0868	0.0265	
900	456	—	61	3.09	0.122	27.79	1.094	606	0.940	0.0470	0.0143	0.0481	0.0147	0.0770	0.0235	
1000	507	—	61	3.25	0.128	29.26	1.152	673	1.042	0.0423	0.0129	0.0434	0.0132	0.0695	0.0212	
1250	633	—	91	2.98	0.117	32.74	1.289	842	1.305	0.0338	0.0103	0.0347	0.0106	0.0554	0.0169	
1500	760	—	91	3.26	0.128	35.86	1.412	1011	1.566	0.02814	0.00858	0.02814	0.00883	0.0464	0.0141	
1750	887	—	127	2.98	0.117	38.76	1.526	1180	1.829	0.02410	0.00735	0.02410	0.00756	0.0397	0.0121	
2000	1013	—	127	3.19	0.126	41.45	1.632	1349	2.092	0.02109	0.00643	0.02109	0.00662	0.0348	0.0106	

Notas:

- Estos valores de resistencia son válidos solamente para los parámetros indicados. Al usar conductores con hilos recubiertos, de distinto tipo de trenzado y especialmente a otras temperaturas, cambia la resistencia.
- Fórmula para el cambio de temperatura: $R_t = R_1 [1 + \alpha (T_2 - 75)]$, donde $\alpha_{cu} = 0.00323$, $\alpha_{al} = 0.00330$ a 75° C.
- Los conductores con trenzado compacto o comprimido tienen aproximadamente un 9% y un 3%, respectivamente, menos de diámetro del conductor desnudo que los conductores mostrados. Para las dimensiones reales de los cables compactos, véase la Tabla 5A.
- Las conductividades usadas, según la IACS: cobre desnudo = 100%, aluminio = 61%.
- El trenzado de Clase B está listado también como sólido para algunos calibres. Su área y diámetro total son los de la circunferencia circunscrita.

NLM: La información sobre construcción de los cables procede de NEMA WC8-1992 o ANSI/UL 1581-2001. La resistencia se calcula según el National Bureau of Standards Handbook 100, de 1966 y el Handbook 109, de 1972.

Figura 27. Tabla de las propiedades de los conductores eléctricos.

Fuente: Código Eléctrico Nacional NEC NFPA 2008.

5.2.1.2 Desarrollo de la Etapa de Comunicación.

5.2.1.2.1 Utilización de comunicación vía Wifi.

A manera de funcionalidad con respecto al modo de envío de mensaje SMS, como fue mencionado en la programación del Raspberry Pi 3 Model B+, el protocolo de comunicación WIFI, que por ende es la que se utiliza en la planta de VICESA; de esta manera, se aprovechará esta red inalámbrica para vincular el Raspberry Pi Model B+ y de esta manera poder enviar los mensajes sin necesidad de una línea telefónica ya sea pre pago o pos pago.

5.2.1.2.2 Utilización de la aplicación Telegram para mensajería de texto.

Para la mensajería mediante Telegram, se debe instalar y configurar en el celular donde se va a utilizar dicha aplicación. Lo primero que se debe generar, es la interfaz de comunicación en el celular o como lo dice la aplicación un Bot, que es el emisor de mensajería generada a la hora de que las sogas de emergencia sean encendidas para que el receptor o receptores reciban la información de los mensajes generados enviada a sus celulares.

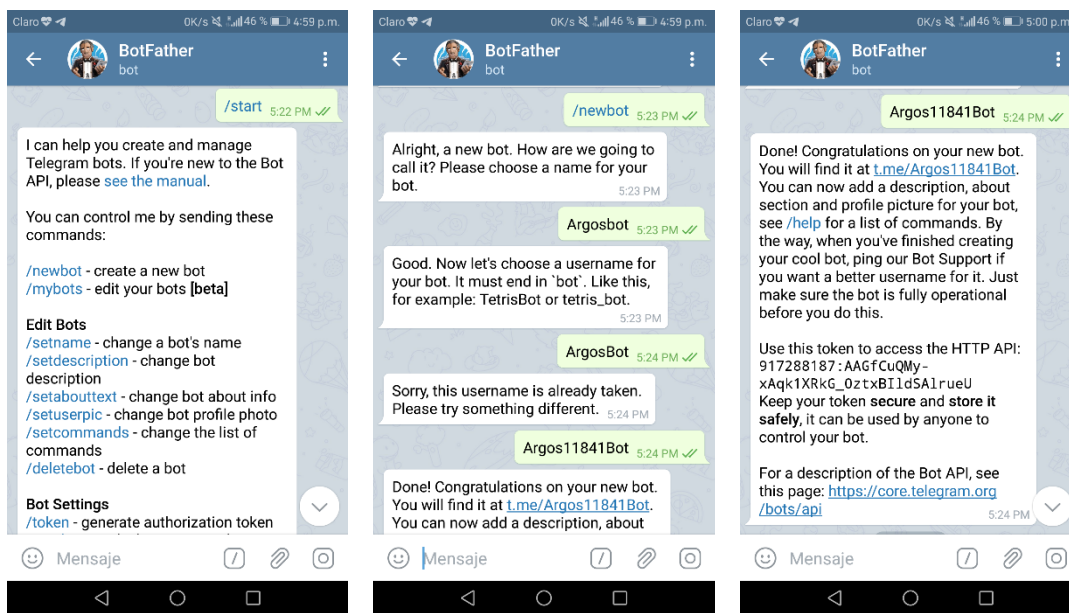


Figura 28. Configuración de Telegram en el celular para la emisión de mensajes.

Fuente: El Autor.

En la figura 28 se ven los pasos para configurar el Bot en Telegram del emisor de mensajes y el receptor en este caso el celular de los técnicos de la planta de VICESA, al instalar la aplicación en sus teléfonos, buscaran el Bot en la aplicación de Telegram y activarán la conversación; a partir de ahí, los mensajes generados por el emisor llegan a los celulares receptores que estén conectados en ese momento.

Seguidamente se observa cómo se da la visualización de los mensajes de texto a la hora de que se generen las llamadas de emergencia en cada una de las líneas de la planta de VICESA, estos mensajes mencionarán la línea o el área donde se genere el llamado de emergencia para el técnico encargado de ir a solventar la necesidad generada en donde se le solicita.

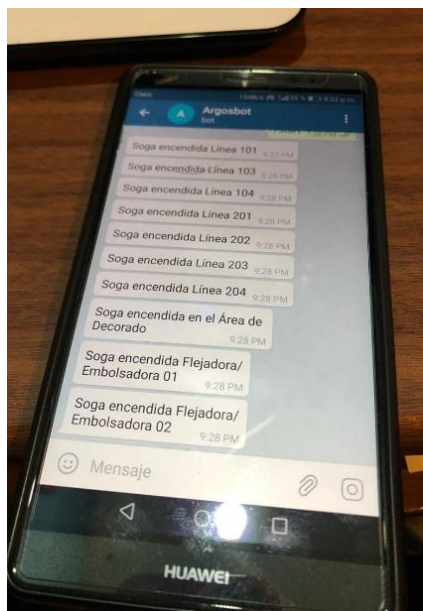


Figura 29. Muestra de mensajes enviados vía Telegram al celular de uno de los técnicos de VICESA. Fuente: El Autor.

5.2.1.3 Desarrollo de la Etapa de Interfaz.

5.2.1.3.1 Botoneras.

Como se muestra en la figura 19, para las botoneras se utilizaron botones con contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, en los cuales, mediante un relé mecánico se realiza una conexión tipo arranque-paro para las sogas luminosas, de ahí se obtiene la señal que va a la PLC para activar el sistema de mensajería SMS y el registro del mismo.

5.2.1.3.2 Sogas luminosas.

Como se muestra en la figura 30, para la implementación de las sogas luminosas por funcionalidad y visualización se utilizará las luces de emergencia para sistemas industriales ya que el alcance del haz luminoso su economía y luminosidad son las requeridas en la planta para ser visualizadas de cualquier parte de la planta de VICESA.



Figura 30. Tipo de soga luminosa que se implementara en el proyecto. Fuente: El Autor.

5.3 Construcción del prototipo.

Para la construcción del prototipo se basó en la figura 14 que muestra la propuesta de proyecto en la cual se divide en etapas para la construcción del equipo a implementar, las cuales son etapa de interfaz de control del usuario y etapa de control, para un desempeño más eficiente y ordenado a la hora de los detalles que conlleva una planeación de un proyecto.

5.3.1 Etapa de Interfaz de Control del usuario.

5.3.1.1 Botoneras.

Como se mostró en la figura 19 donde se ve el tipo de conexión desde la sogá luminosa hasta el PLC LOGO, se toma un fragmento de esa imagen para mostrar el diagrama de conexión de la botonera que es equivalente a un circuito arranque-paro.

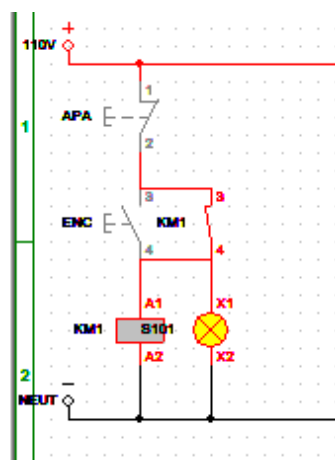


Figura 31. Diagrama eléctrico del sistema de arranque - paro de las sogas luminosas.

Fuente: El Autor.

Ahora la conexión física es equivalente a un botón de color verde para el arranque de sistema y un botón de color rojo para el paro del sistema, conectado a un relé mecánico para que se produzca el enclave necesario para que la sogá permanezca encendida.

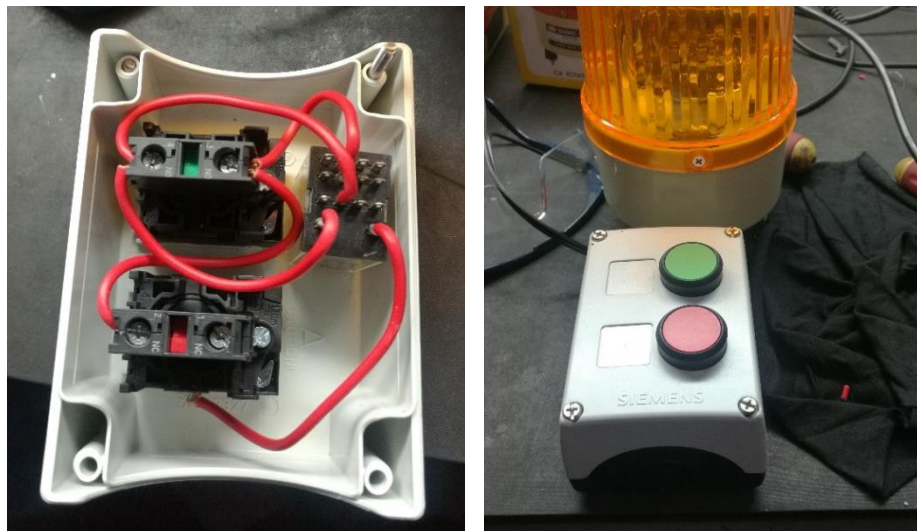


Figura 32. Conexión física de la botonera y como que lista para instalar.

Fuente: El Autor.

5.3.1.1 Sogas luminosas.

Por la distancia que hay entre las líneas de producción, área de decorado y embalaje sumado a las estructuras que cada línea de producción tiene para proteger los envases de vidrio de contaminantes, las cuales tienen un promedio de 3m de altura; se llegó a la conclusión de que la estructura de las sogas luminosas debía de ser robusta y con la altura suficiente para observarse desde cualquier punto de la planta de VICESA.

Como se muestra en la figura 33, se utilizaron tubos con rosca de acero de 1 ½ pulgada con una altura de 4m; además, la posición de las botoneras está a 1 ½ m de altura del suelo para que quede sea visible y fácil de acceder a la hora de encender la soga luminosa.



Figura 33. Estructura de las sogas luminosas. Fuente: El Autor.

Para poder soportar el peso de la estructura de las sogas, se construyeron las bases, como la que se muestra en la figura 35, con una lámina de acero de $\frac{1}{2}$ cm de ancho y un de tamaño en cada base de 20 cm x 20 cm con una unión de $1 \frac{1}{2}$ pulgada para enroscar el tubo y anclado con 2 tornillos tipo espander de $\frac{3}{8}$ de pulgada en cada base como se muestra en la figura 34.



Figura 34. Tornillo tipo espander utilizado para el anclaje de las sogas luminosas.

Fuente: El Autor.



Figura 35. Base para las sogas luminosas. Fuente: El Autor

5.3.1.2 Cableado de las Sogas luminosas.

Para el cableado de las sogas luminosas considerando el %CV mencionado en el desarrollo de la fase de potencia, se hizo la conexión a 120V en cada una de las líneas de producción, decorado y embalaje de la planta, como se muestra en la figura 36 para la instalación de tuvo que revisar la posición de las mismas de manera tal que la conexión fuera sencilla y sin afectar el proceso normal de la planta.



Figura 36. Instalación de la soga de la línea 201. Fuente: El Autor.

5.3.2 Etapa de Control.

5.3.2.1 Conexión entre PLC LOGO y Raspberry Pi Model B+.

La fase de control del sistema que se está implementando, se basa en la conexión realizada entre las salidas del PLC LOGO a las entradas del Raspberry Pi Model B+; ahora antes de llegar a ese punto, se sabe que el Raspberry pi Model B+ tiene una limitante de voltaje a la hora de conectar las entradas del mismo que es de 3.3 V en todas las entradas y una corriente máxima de 16 mA por ello deben ser aseguradas para evitar algún fallo o su deterioro.

Ahora para asegurar el buen funcionamiento de la conexión y para mantener el voltaje en cero hasta que la señal sea enviada por el PLC LOGO se realiza una conexión PULL-DOWN con resistencias de 4.7KΩ en cada una de las señales enviadas a la hora de encender las sogas luminosas, como se muestra en la figura 35.

¿Por qué se utilizó resistencias de 4.7KΩ?, el motivo es el siguiente:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{3.3V}{4.7K\Omega}$$

$$I = 0.702mA$$

Utilizando este tipo de resistencias, se obtendrá una corriente en las entradas del Raspberry de 0.702mA, la cual está por debajo de la corriente máxima que permite el Raspberry pi 3 Model b+ en la conexión de las entradas que es de 16mA.

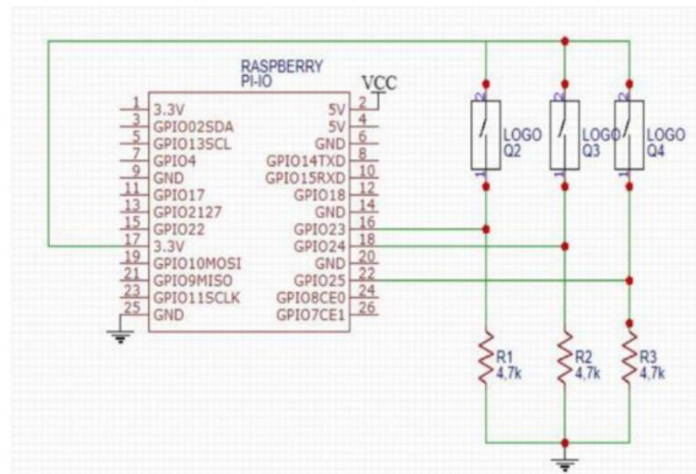


Figura 37. Conexión entre el PLCLOGO y el Raspberry Pi 3 Model b+.

Fuente: El Autor.

La conexión entre el PLC LOGO y el Raspberry Pi 3 Model B+ se muestra en la siguiente figura:

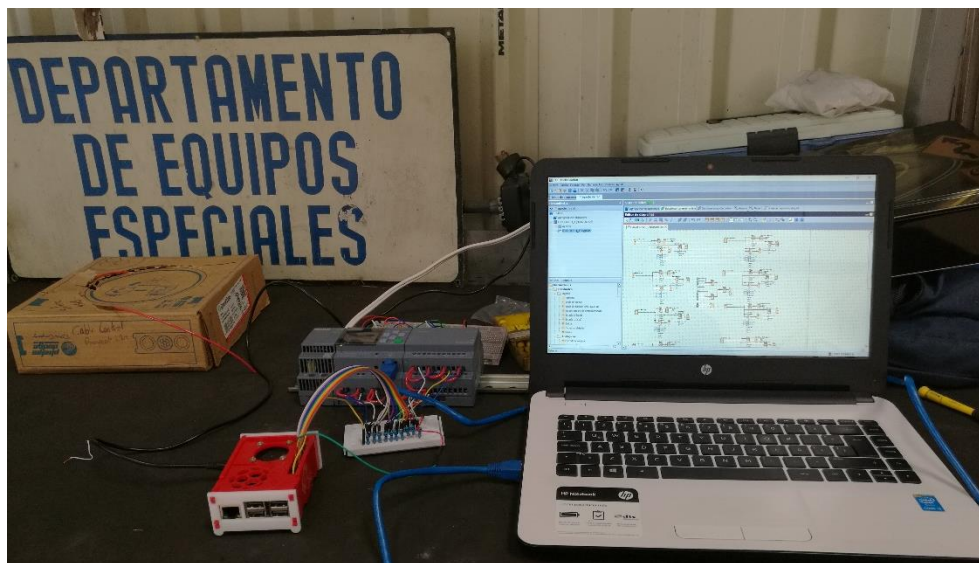


Figura 38. Conexión PLC LOGO con Raspberry Pi 3 Model B+. Fuente: El Autor

5.3.2.1 Cableado de las señales de cada sogá luminosa.

Para el cableado de las señales generadas en cada una de las sogas luminosas se utiliza el ducto para tendido eléctrico ya instalado en la planta de VICESA en los dos hornos H-100 y H-200, el Área de Decorado y el Área de Embalaje.

Cada una de las sogas luminosas va a enviar una señal en 110V a las bobinas de los relés, estos activarán los contactos alimentados en 24V y la salida de esos contactos irá a las entradas del PLC LOGO para activar su sistema y este a su vez activará las salidas con el voltaje establecido para el funcionamiento del Raspberry Pi 3 Model B+.



Figura 39. Cableado de señales H-200 y H-100. Fuente: El Autor



Figura 40. Cableado de señales Área de Decorado y Área de Embalaje.

Fuente: El Autor.

Como se muestra en las figuras 39 y 40, la ruta por donde se realiza el cableado de las diferentes sogas luminosas establecidas en la planta de VICESA fue por la parte superior de la planta donde se encuentra el tendido eléctrico y los diferentes ductos para este cableado.

5.3.3 Prototipo finiquitado.

5.3.3.1 Etapa de Interfaz de usuario.

En esta sección del proyecto se trata de las sogas luminosas con sus botoneras instaladas y su funcionamiento; cabe destacar que la posición de las mismas quedó en la parte de la planta con mayores ángulos de visibilidad además de que su altura permite apreciarlas desde cualquier parte de la planta de VICESA.



Figura 41. Sogas luminosas instaladas y terminadas. Fuente: El Autor.

5.3.3.2 Etapa de Control.

Como se muestra en la figura 42, el panel está en etapa de conclusión ya que está situado en el banco para pruebas, donde se realizaron los diferentes ajustes y las últimas pruebas antes de ser instalado en la planta de VICESA, en estas se insertaron los ID o números de cuenta que tiene cada celular utilizado por Telegram para recibir la información enviada por el Raspberry Pi 3 Model B+ a la hora de emitir el mensaje tipo SMS.



Figura 42. Panel de control terminado y conectado en el banco para pruebas.

Fuente: El Autor.

Como se muestra en la figura 42, el orden establecido de los componentes va la fase de potencia en la cual están los relés mecánicos que reciben las señales de 110V CA para activar la bobina y dar paso a los 24V CD establecidos en los diferentes contactos para cada una de las sogas luminosas instaladas en la planta de VICESA. Ese voltaje de 24V CD llega a las entradas del PLC LOGO y a partir de ahí empieza a generar el registro de datos además de activar las salidas del mismo para que el Raspberry envíe el mensaje SMS correspondiente.

Como se muestra en la figura 43 y figura 44, el panel de control queda posicionado y trabajando en el lugar donde se pensó desde el inicio, realizando las conexiones y

colocación de los componentes de la manera correcta y a la hora de su funcionamiento que su operación se dé sin ningún problema.



Figura 43. Panel de control situado en la planta de VICESA. Fuente: El Autor.

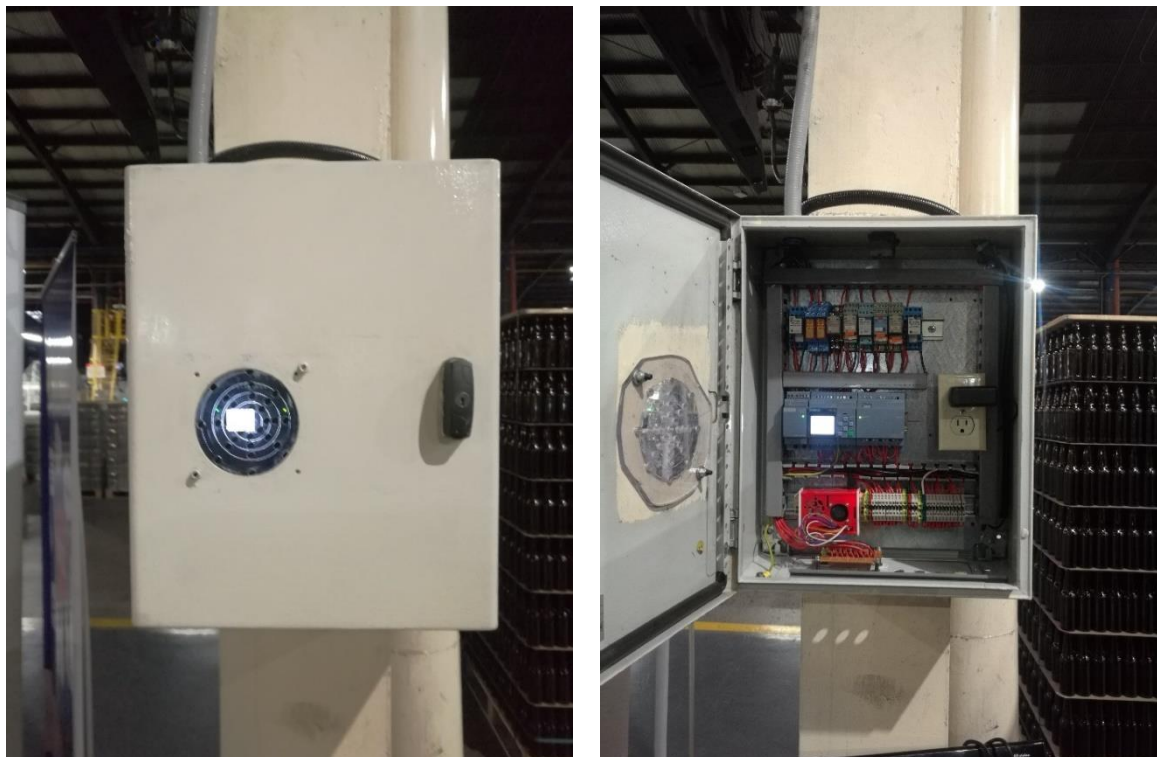


Figura 44. Equipo trabajando y validado por la jefatura del departamento.

Fuente: El Autor.

Como se determinó al inicio de este proyecto, la posición por las diferentes condiciones de la planta de VICESA como polvo, altas temperaturas paso de equipo pesado como montacargas etcétera, se coloca el panel en la viga central de la planta, en la cual está posicionada la pantalla de indicadores; por consiguiente, el panel va a estar protegido de cualquier golpe.

Además, como se muestra en la figura 43 hay una caja de registro con alimentación de 110V CA que alimenta dicha pantalla, de ahí se coloca un breque de 20W y se hace la debida conexión para alimentar el panel de control del proyecto implementado como se muestra en la figura 45.



Figura 45. Conexión de la alimentación del panel de control. Fuente: El Autor.

5.3.3.3 Etapa de comunicación.

Para la etapa de comunicación lo que resta de realizar es la configuración de la conexión del Raspberry Pi 3 Model B+ a la red WIFI de la empresa y establecer la sincronización mediante la aplicación Telegram del celular del técnico en planta para ser el receptor de los mensajes enviados por el sistema de control integrado por el PLC LOGO y el Raspberry Pi 3 Model B+.

Como se mencionó anteriormente en la fase de pruebas, se realiza la conexión del celular por medio del ID o cuenta generada en Telegram, como se muestra en la figura 46, en la cual el número 997554793 es el ID del celular del supervisor del departamento de equipos especiales.

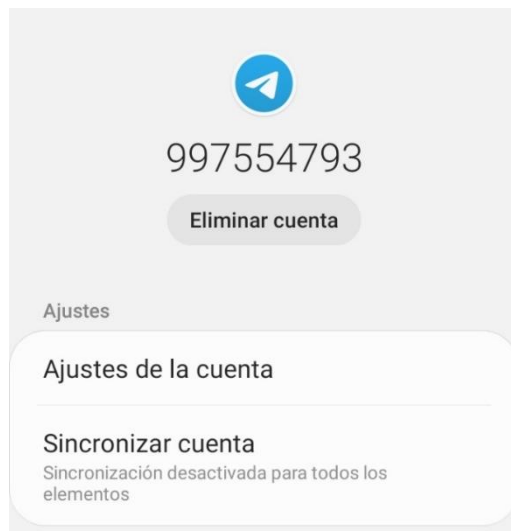


Figura 46. Número de cuenta o ID a implementar en la codificación del programa.

Fuente: El Autor.

Por ende, se procede a buscar el Bot configurado en el programa del Raspberry Pi 3 Model B+ para de esta manera establecer la conexión con el o los celulares que desean recibir la información. La figura 47 muestra cómo encontrar los diferentes bots que se pueden implementar, en esta se puede determinar que el bot a implementar en este proyecto es ArgosBot al ser solo para el departamento de Equipos Especiales.

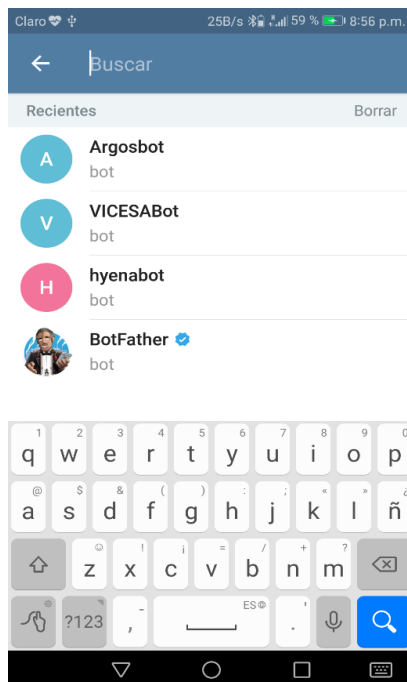


Figura 47. Buscador de bots en Telegram. Fuente: El Autor.

5.4 Análisis de costos

Como se muestra en la tabla 5, se puede observar el desglose de la inversión económica realizada para la compra de cada uno de los elementos y componentes necesarios para la construcción y diseño del proyecto.

Cant	Activo	Costo Unitario	Costo Total
9	Sogas luminosas	\$19	\$171
1	Raspberry Pi 3 Model B+	\$70	\$70
20	Jumpers para Raspberry Pi 3 Model B+	\$4	\$80
1	Fuente de 24VDC	\$85	\$85

Cant	Activo	Costo Unitario	Costo Total
100 m	Cable para control	\$0.26	\$26
1000 m	Cable para tendido eléctrico cal. (AWG) 12	\$0.49	\$490
1	LOGO! 12/24RCE logic module, disp PS/I/O: 12/24VDC/relay, 8 DI (4AI)/4DO, memory 400	\$112.05	\$112.05
1	Módulo ampl. LOGO! DM8 24R, FA/E/S: 24V/24V/relé, 2TE 4 DI/4 DO, AC/DC/NPN Input	\$61.06	\$61.06
8	Tubos galvanizados de 1 ½ pulgada	\$37	\$296
9	Uniones galvanizadas de 1 ½ pulgada	\$4.5	\$40.5
1	Lamina de acero de 5mm de grosor	\$260	\$260
20	Tornillo tipo espander de 3/8 pulgada	\$1.1	\$22
9	Cajas para botoneras	\$17.24	\$155.16
9	Botones verdes con contactos N. O	\$6	\$54
9	Botones rojos con contactos N. C	\$6	\$54
9	Relés de dos contactos para 110V, CA	\$6	\$54
9	Bases para relés de dos contactos	\$4	\$36
8m	Biex Metálico recubierto	\$36	\$288
1	Breaker o disyuntor de 20W	\$18	\$18
1	Placa perforada	\$1	\$1
		Total	\$2373,77
		I.V. A	13%
		Total:	\$2682.36

Tabla 5. Análisis de costos de materiales utilizados. Fuente: El autor

De la misma forma se deben tomar en cuenta los gastos referentes a la etapa de diseño, programación, configuración, logística, armado, implementación y la corroboración del correcto funcionamiento del dispositivo, para los cuales se determinan los valores de costo de manufactura por hora, tiempos y eficiencia de la empresa con un $\pm 15\%$ de tolerancia determinados, para cumplir con las políticas de confidencialidad ante la elaboración de este proyecto de graduación en la empresa Vidriera Centroamericana S.A.

La construcción del dispositivo de calibración se inició con una etapa de diseño, la cual contempla la estructura general del dispositivo de control y comunicación, así como la determinación de las diferentes partes y componentes requeridos para su fabricación.

Además, se debe tomar en cuenta cada configuración y/o programación para cada una de las etapas ya mencionadas anteriormente, que corresponden a las instrucciones escritas en el lenguaje de programación Python para el Raspberry Pi 3 Model B+ y el lenguaje en bloques realizado en el programa Logo Soft Confort V8.2 para PLC LOGO para más adelante ser cargadas en los distintos dispositivos implementados. Posteriormente, se procedió con la construcción del dispositivo en la empresa, seguido de una etapa de pruebas en condiciones de operación normales.

Como se muestra en la tabla 6, hay diferentes actividades llevadas a cabo en el diseño e implementación del proyecto, así como la cantidad total de horas invertidas a cada una de estas etapas anteriormente descritas.

Actividad	Costo por hora	Cantidad de horas	Total
Diseño del dispositivo	\$13	192	\$2496
Programación del controlador Raspberry Pi 3 Model B+	\$13	360	\$4680
Programación del PLC LOGO	\$13	528	\$6864
Logística de adquisición de partes	\$13	360	\$4680
Construcción del dispositivo	\$13	672	\$8736
Pruebas del dispositivo	\$13	30	\$390
Apoyo técnico mecánico	\$5.17	40	\$206.8
Apoyo técnico eléctrico	\$5.35	40	\$214
Apoyo técnico electrónico	\$5.35	25	\$133.75
		Total	\$28400.55

Tabla 6. Tabla de costos en dólares de implementación. Fuente: El Autor.

Teniendo en claro los montos requeridos para la inversión del proyecto, tanto de la parte mecánica, eléctrica, así como su programación, diseño e implementación, se elabora la Tabla 7, en la cual se muestra el monto total necesario para llevar a cabo todas las etapas del proyecto.

Descripción	Costo
Costo total de materiales	\$2682.36
Costo de implementación	\$28400.55
Ganancia 25%	\$7770.73
Total	\$38853.64

Tabla 7. Costo total del proyecto. Fuente: El Autor

El monto de la ganancia correspondiente a la elaboración del proyecto fue establecido en una relación del 25%, contemplando todos aquellos costos que debe cubrir la empresa para que el proyecto se pueda lograr de la forma más eficiente. También se determina que la inversión necesaria para poder llevar a cabo dicho proyecto será de un monto aproximado de \$6 396,76 en su etapa inicial.

El procedimiento, como se describe en los párrafos siguientes, se realizaba antes de la implementación del proyecto; este se puede analizar desde el momento en que se forma el envase en el Área de Fabricación de Envase o Área Caliente específicamente, en una de las máquinas IS o formadoras de botella.

Cada una tiene una receta de parámetros para distintas funciones para cada una de las secciones que la máquina realiza, entre las cuales, la que siempre se utiliza en el Departamento de Equipos Especiales donde se implementó el proyecto es la cantidad de secciones en simple cavidad donde fabrica un envase por sección o doble cavidad donde se fabrican dos envases por sección para la formación de envase y la cantidad de botellas por minuto a la que cada moldura o botella se realiza.

Tomando el dato de botellas por minuto, este se programa en la máquina formadora de envase, el Departamento de Equipos Especiales es el encargado de programar todas las máquinas de inspecciones automáticas, las cuales hacen las revisiones pertinentes del envase para que lleguen con los más altos estándares de calidad deseados por los clientes, a una velocidad en la cual no influya en el proceso y se cumpla con el pedido a la fecha establecida, ya que la mayoría de los envases que se producen en VICESA son de despacho inmediato.

Ahora, si se toma como ejemplo una de las líneas de producción como la línea 104, en formación tiene la botella de código C-2444 llamada cervecera 12 oz para la Cervecería de Nicaragua, esta máquina formadora de envase trabaja a una velocidad de 114 botellas por minuto a doble cavidad y una carrera de producción de 8 días. El departamento de equipos especiales programa la velocidad de estos con 25% arriba de la velocidad establecida por Área Caliente.

De esta manera para esta botella se realiza el siguiente cálculo sencillo:

$$114 \frac{B}{m} * 2cavidades + 25\% = \text{cantidad de envase usada por Dept. EQ. ESP}$$

$$114 * 2 + 25\% = 285$$

Según los datos anteriores en esta línea de producción donde se implementó el proyecto llega un aproximado de 228 botellas por minuto que sumando el 25% da la cantidad de 285 botellas por minuto a la que los equipos deben estar programados para evitar atrasos en la entrega de del pedido de este envase.

La carrera de producción para este envase es de 8 días, en este lapso de tiempo trabajando las 24 horas del día se fabrica un aproximado de 2.626.560 botellas en totalidad de pedido, el cual, es de despacho inmediato a la hora de cumplir con la cantidad de envase deseado.

Seguidamente una de los factores determinantes para este proyecto fue la mejora de los tiempos de respuesta a la hora que sucede una falla en los equipos de inspección automática donde se implementó el proyecto.

Si uno de los equipos del departamento donde se realizó el proyecto se detiene 5 minutos por una falla electrónica, se acumularían 1140 botellas en ese lapso; ahora tomando la situación real de la planta y las distancias que hay entre las líneas de producción, la cantidad de equipos que tiene a cargo este departamento es alto; a grandes rasgos se dice que son 42 equipos en los cuales están mezclados máquinas para revisión del envase y máquinas para empaque-embalaje del envase.

Si se pone un panorama normal, un técnico al ver la soga de emergencia encendida puede que la vea de inmediato si está cerca de donde se genere la emergencia y tarde 3 minutos en llegar a la línea donde hay una falla, 2 minutos en verificar el problema determinando que es lo que tiene y 5 minutos en resolver la falla o que el llamado de emergencia se genere un área donde no se divise que están solicitando ayuda y tarde el doble de tiempo mientras buscan al técnico para que resuelva la falla.

Tomando como referencia la línea 104, mencionada anteriormente, el técnico tardó un tiempo de 10 minutos en total en resolver la falla, lo cual generó un acumulado de envase de 2280 botellas por minuto, si se tardara el doble de tiempo se acumularían 4560 botellas en 20 minutos.

Asimismo, para mencionar nuevamente el proyecto, este se implementó en 7 líneas de producción, Área de Decorado y Área de Embalaje, la distancia entre las diferentes líneas y las Áreas mencionada es con un mínimo de 50 metros de distancia lineal, si se pone un panorama complicado donde se generen diferentes llamadas de emergencia en varias líneas de producción más las Áreas de Decorado o Embalaje se genera acumulados de

producción en todas partes, atrasando los pedidos y el disgusto de los clientes que esperan con puntualidad el envase.

Con la implementación de proyecto, se mejoraron los tiempos de respuesta a la hora de resolver las fallas ya que el técnico siempre está informado, cuando llaman de las diferentes Áreas de la planta de VICESA, al llegar un mensaje inmediato al celular que este posee y con ello se da una respuesta más eficaz a la hora de llegar a resolver las fallas.

Panorama que presenta en Planta de VICESA	Tiempo para atender emergencias en planta antes de implementar el proyecto	Tiempo para atender emergencias en planta después de implementar el proyecto
Panorama normal	10 minutos con 2280 envases acumulados	7 minutos con 1596 envases acumulados
Panorama complicado	20 minutos con 4560 envases acumulados	14 minutos con 3192 envases acumulados

Tabla 8. Análisis del beneficio generado con el proyecto. Fuente: El Autor

Como se muestra en la tabla 8, el tiempo de resolución de fallas antes de la implementación del proyecto en un panorama normal pasó de 10 a 7 minutos y en un panorama complicado de 20 a 14 minutos por lo cual muestra una mejoría del 30% en la resolución de fallas, ya que está al tanto de lo que sucede en planta por medio de la mensajería de texto y si está ocupado en una de las fallas puede pedir apoyo a otro técnico para que llegue a resolver el problema lo antes posible.

5.5 Distribución del proyecto en la planta de VICESA.

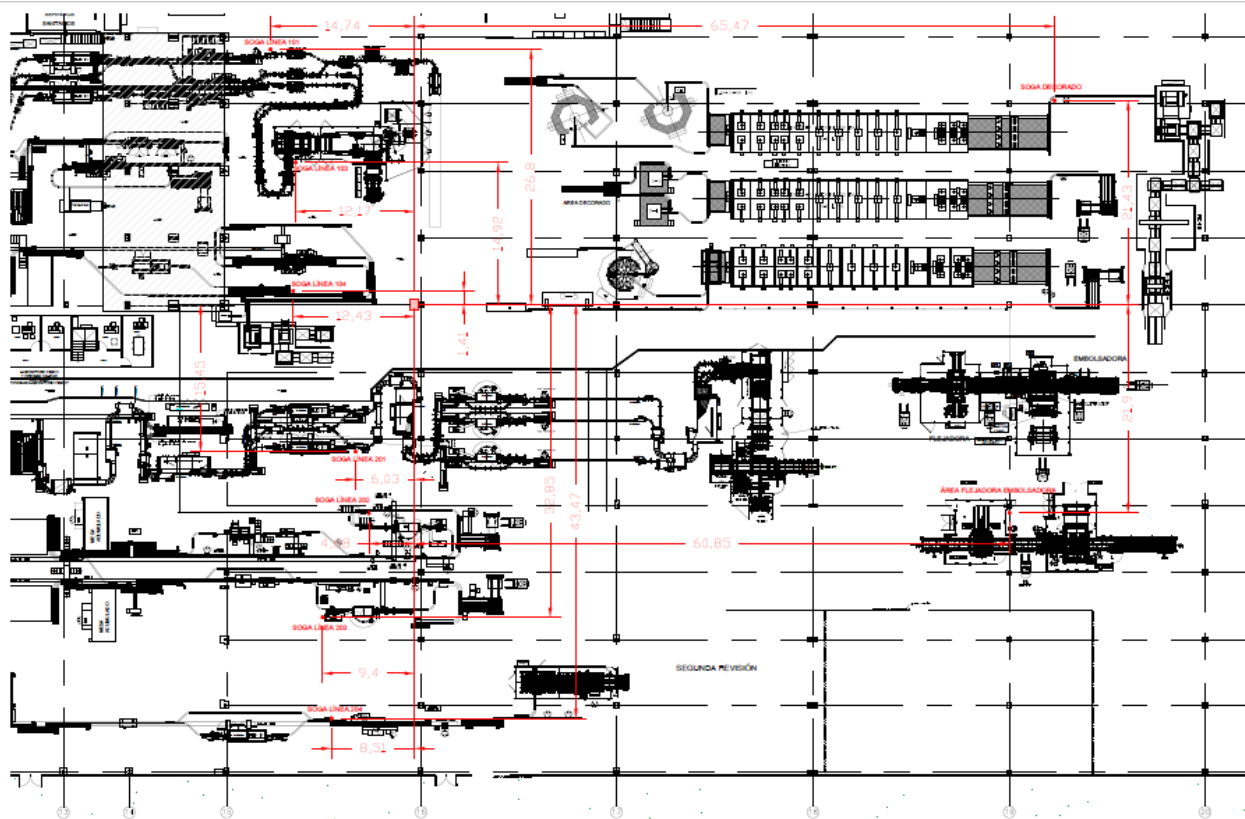


Figura 48 Distribución del proyecto en toda la planta de VICESA. Fuente: El Autor

Como se muestra en la figura 48 y en el anexo 12 se ve la distribución de las sogas en la planta de VICESA donde quedaron instaladas las sogas y el panel de control con las medidas de cada sogas con respecto al panel de control.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Una vez concluida la práctica supervisada, la cual consistía en el diseño e implementación de un sistema electrónico programable para monitoreo y notificaciones remotas de condiciones de emergencia en las diferentes líneas de producción y embalaje en la planta de VICESA y cumpliendo con los requerimientos establecidos por la jefatura del departamento en cuanto a características fundamentales de este proceso, se concluye:

Por medio de la recolección de información y estudiando las necesidades que la empresa requería solventar, se logró entender la necesidad de no generar acumulación de envase en las diferentes Áreas de producción en la planta de VICESA, ya que cada botella retenida en las líneas significa un atraso en la entrega de los pedidos que los diferentes clientes solicitan para envasar la producción que generan en sus Plantas de producción.

Se identificaron diferentes tipos de acceso a la red para la comunicación de mensajería vía internet, en los cuales el sistema tuviera una comunicación estable y continua las 24 horas del día, de todos los accesos a la red el protocolo que se utilizó fue el Protocolo IEEE 802.11, ya que en la planta de VICESA donde quedo el panel de control del proyecto, se encuentran varios repetidores de red WIFI dispersos en toda la planta generando una conexión estable durante todo el día.

Se procede a describir de una forma más detallada y analizando las condiciones que predominan en la planta de VICESA, la determinación de los componentes idóneos a implementar en este proyecto de los cuales se hizo la selección exacta para la realización del prototipo.

Por condiciones del departamento donde se implementó el proyecto, se tenía claro que el presupuesto para la cotización y compra los componentes del proyecto era limitado, por ello la selección del equipo a utilizar se hizo de una forma detallada para cumplir a cabalidad con las necesidades del departamento e instalación y puesta en marcha del proyecto sin salirse del presupuesto establecido.

Se determinó que la mejor opción en funcionalidad y costo para el diseño del proyecto y previendo las condiciones que hay en la planta de VICESA, el PLC LOGO de la marca Siemens era la mejor opción para el diseño de un sistema programable capaz de monitorear en tiempo real cada una de las líneas de producción, Área de decorado y embalaje, ya que por su versatilidad en la programación y registro de datos que genera era el idóneo para el proyecto monitoreando las llamadas de emergencia en la planta de VICESA.

Para la construcción del prototipo se tomó en cuenta desde la altura a la que se hicieron las sogas tomando en cuenta el tamaño de las estructuras que se encuentran en la planta de VICESA, el control para hacer un arranque y paro en las botoneras de control para las sogas luminosas, el cableado y montaje del panel de control más la puesta en marcha del prototipo, de manera tal que al realizar las pruebas surgieran la menor cantidad de errores y cumplir con en su totalidad los requisitos solicitados por la empresa.

Se creó un prototipo funcional que conlleva en si la conexión entre el PLC LOGO y el Raspberry Pi3 Model B+ en el cual por medio de la programación del PLC LOGO recibiera las señales emitidas por las sogas luminosas a la hora de generar una llamada de emergencia en cualquiera de las áreas de la planta de VICESA donde están instaladas, generar un registro de datos de los tiempos de respuesta a la hora de llegar al lugar a resolver la falla y activar las salidas del PLC LOGO que están conectadas a las entradas del Raspberry Pi 3 Model b+ el cual genera la mensajería de texto SMS mediante Telegram al celular del técnico líder informando que hay una emergencia en determinada línea de producción.

Por medio de la programación de ambos dispositivos el micro controlador y el PLC se logró completar a cabalidad la mensajería de texto mediante Telegram y sus beneficios para de esta manera el técnico tenga la información necesaria para disminuir los tiempos muertos de respuesta a la hora de atender una falla en las diferentes áreas de la planta de VICESA.

En cada una de las líneas de producción, en el Área de decorado y el Área de embalaje se colocaron sogas luminosas con la suficiente altura para ser vistas desde cualquier punto de la planta de VICESA, además se mejoró de manera tal que se elimina por completo el antiguo sistema y se implementa desde cero el nuevo sistema de sogas luminosas

A la hora de la puesta en marcha del proyecto se realizaron las pruebas pertinentes que como único inconveniente que se tuvo fue la configuración con los números de identificación generados en Telegram de los teléfonos celulares que se iban a instalar en el sistema, que hasta el momento fueron incluidos en el programa los números del jefe del departamento, el supervisor y el técnico líder que se encuentra en la planta, logrando una puesta en marcha rápida y eficaz.

Una de las interrogantes que se menciona al inicio de este proyecto y el detonante para realizarlo fue: ¿Cómo llevar un control automatizado, mediante un sistema electrónico programable de llamadas de emergencia en cada una de las líneas de producción y disminuir los tiempos de respuesta en la atención de fallas en las diferentes áreas de producción y embalaje en la empresa para minimizar la generación de acumulados de envase en la Vidriera Centroamericana S.A., Cartago, Costa Rica? Con el proyecto realizado y viendo el análisis de costo beneficio generado con la implementación del sistema, se logró disminuir en un 30% los tiempos de respuesta en la atención de fallas en las diferentes áreas de producción y embalaje en la empresa minimizando la generación de acumulados en VICESA.

6.2 Recomendaciones

Con la implementación de este proyecto se demostró que no solo equipos Siemens se pueden utilizar para realizar sistemas de control automatizados, sino que mediante la investigación, se pueden implementar otros controladores los cuales, en condiciones idóneas pueden trabajar sin ningún problema y con estos equipos de una forma más sencilla y hasta conseguirlos en el mercado a menor costo económico.

Si se desea realizar una segunda etapa donde se incluya no solo las sogas luminosas sino también los 58 equipos que se manejan en el departamento de equipos especiales ya se necesitaría un módulo de comunicación más robusto con funciones de PLC o la compra de varios Raspberry Pi 3 Model B+ para solventar las necesidades de la segunda etapa.

Para el buen desempeño de este proyecto se necesita tener una conexión estable a la red WIFI de la empresa por lo que el servidor debe permanecer trabajando sin inconvenientes para no tener caídas en la mensajería de texto, además Telegram al ser una plataforma externa a la empresa en cualquier momento puede fallar por lo que se recomienda en la medida de las posibilidades implementar un módulo de mensajería de texto con línea fija que realice su propio sistema de comunicación como el módulo de comunicación Siemens CMR-2040.

Por la posición donde quedo ubicado el panel de control, el cual se encuentra en el centro de la planta de VICESA, mantiene una temperatura entre los 28°C y 33°C, se recomienda hacer la instalación de un sistema de ventilación o aire acondicionado para un control de temperatura más eficiente y prolongar la vida útil de los componentes para mantener el panel a una temperatura que esté entre los 22°C a los 27°C.

Se recomienda crear una plataforma o sistema de correo electrónico donde se envíen datos específicos de las fallas por máquina al final del día, como recuento de todos los eventos sucedidos durante las 24 horas.

Se recuerda que los relés mecánicos implementados por el proyecto y que son los encargados de recibir las señales de los voltajes emitidos por las sogas luminosas a la hora de ser encendidas, son de segunda mano por lo que se recomienda ser reemplazados por relés mecánicos nuevos para así extender la vida útil del sistema y no tener fallas prematuras por esta condición.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

NFPA, Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471, *An International Codes and Standards Organization*

Boylestad, R. L. (2004). *Introducción al análisis de circuitos (Décima edición)*. México: Person Educación.

Cid, A. d. (2011). *Investigación Fundamentos y metodología*. México: Pearson Educación de México.

Carpinetti, L. C., & Buosi, T. a. (2003). Quality management and improvement: A framework and a business-process reference model. *Business Process Management Journall, Vol. 9 Issue: 4, 543-554*.

Cid, A. d. (2011). *Investigación Fundamentos y metodología*. México: Pearson Educación de México.

Gómez, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. México: Red Tercer Milenio S.C.

Gutiérrez, H. C. (1993). *Los elementos de la investigación. Cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos*. Santa Fe de Bogotá: Editorial El Búho.

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación (6ta ed)*. México: McGraw-Hill.

Kaufman, R. (2004). *Herramientas prácticas para el éxito organizacional*. España: Universitat Jaume I.

Maytorena, G. B. (2011). *Métodos de Investigación*. México: Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (2da ed)*.

México DF: Prentice Hall.

Niño, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación Diseño y ejecución*. Bogotá,

Colombia: Ediciones de la U.

Senn, J. A. (1992). *Sistemas de Información*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Tamayo, M. T. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México DF: Limusa.

Tesis:

Rosales, M. (2019). *Desarrollo de un equipo electrónico que permita la automatización*

del proceso de calibración de los mecanismos de bombas de infusión, para lograr mayor eficiencia en los procesos productivos. Tesis para optar por el grado de

____Universidad____Heredia 2018.

Sanabria, H. (2019). *Control de aceleración para motor diésel Toyota 3l mediante una*

placa de desarrollo con microcontrolador. Tesis para optar por el grado de

____Universidad____2018.

Internet:

Telegram (2018) Disponible en: <http://247tecno.com/telegram/>

Raspberry Pi 3 Model B+ (2018) Disponible en:

<http://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

Raspbian sistema operativo (2018) Disponible en:

<http://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

ANEXO

Lista de anexos

En el CD se puede encontrar una carpeta llamada “Anexos” en la cual pueden ser localizados los documentos de apoyo utilizados para el desarrollo de esta investigación.

1. Hora profesional mayo 2019
2. Lista de cotejo
3. Manual de PLC LOGO
4. Manual de módulo de expansión
5. Lista de preguntas de la entrevista realizada a los técnicos de planta
6. Programa del Raspberry pi 3 Model B+
7. Project del proyecto implementado en la planta de VICESA.
8. Manual de la fuente 24V Siemens
9. Programa del PLC LOGO del proyecto implementado en la planta de VICESA
10. Entrevistas realizadas a los técnicos de planta
11. Diagrama de conexiones del proyecto implementado}
12. Plano de distribución del proyecto