



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

**Diseño de un sistema inteligente para la prevención de incendios
en redes eléctricas industrial mediante detección predictiva de
fallas usando IOT e inteligencia artificial.**

AUTOR:

Coronel Salazar, Kevin Moises

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Tutor:

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny Ms.C.

Guayaquil, Ecuador

03 de septiembre del 2025

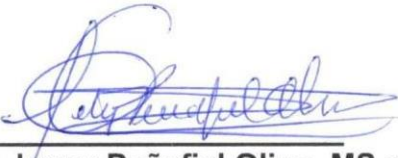


UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Coronel Salazar, Kevin Moises**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**.

TUTOR:

f. 
Ing. Kety Jenny Peñafiel Olivo, MS.c.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
g. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.

Guayaquil, 03 de septiembre del 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Coronel Salazar, Kevin Moises

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema inteligente para la prevención de incendios en redes eléctricas industrial mediante detección predictiva de fallas usando IOT e inteligencia artificial**, previo a la obtención del título de Licenciada en Nutrición y Dietética, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 03 de septiembre del 2025

EL AUTOR

f. _____

Coronel Salazar, Kevin Moises



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, Coronel Salazar, Kevin Moises

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño de un sistema inteligente para la prevención de incendios en redes eléctricas industrial mediante detección predictiva de fallas usando IOT e inteligencia artificial**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 03 de septiembre del 2025

EL AUTOR

f.  _____

Coronel Salazar, Kevin Moises

REPORTE DE COMPILATIO



La Dirección de las Carreras Telecomunicaciones, Electricidad y Electrónica y Automatización revisó el Trabajo de Integración Curricular, **DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN REDES ELÉCTRICAS INDUSTRIAL MEDIANTE DETECCIÓN PREDICTIVA DE FALLAS USANDO IOT E INTELIGENCIA ARTIFICIAL** presentado por el estudiante Coronel Salazar Kevin Moisés, de la Carrera de INGENIERÍA ELÉCTRICA, donde obtuvo del programa COMPILATOR el valor de % 1 de coincidencias, considerando ser aprobada por esta Dirección.

f. _____

Ing. Kety Jenny Peñafiel Olivo, MS,c.

Revisor - COMPILATIO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a todas las personas que han sido parte de mi formación académica y profesional, durante esta etapa adquirí mucho conocimiento que estoy aplicando en mi trabajo y proyectos. A mis padres, hermanos que han sido parte importante con su apoyo incondicional, todas las enseñanza y consejos para superar esos momentos difíciles, A mis amigos y compañeros que también formaron parte de este proceso académico, todos ellos fueron un motivador muy importante para culminar con éxito esta etapa en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría para cumplir con éxito uno de mis objetivos. A mis padres por estar siempre presente en este proceso y a todos los docentes que me formaron profesionalmente sus enseñanzas fueron muy valiosas y pienso aplicarlas y seguir aprendiendo, a mi tutora por tenerme su paciencia y ayuda transmitida en este proceso de titulación y por último a todos mis amigos y compañeros que me ayudaron a que esta etapa sea más llevadera, aprendí valores y conocimientos muy importante de ellos. Gracias por confiar en mí.



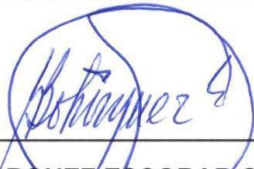
**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.



ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR CELSO BAYARDO, Ph.D.
DIRECTOR DE CARRERA

f.



ING. UBILLA GONZÁLEZ RICARDO XAVIER, MS.c
COORDINADOR DEL ÁREA DE LA CARRERA

f.



ING. HERAS SÁNCHEZ MIGUEL ARMANDO, MS.c

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I:	2
DESCRIPCIÓN GENERAL	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Definición del problema	3
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos el problema de investigación	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos	5
1.6. Hipótesis	5
1.7. Metodología y Medios	6
1.8. Diagrama de bloques	7
CAPÍTULO II:	8
1. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Definición de IOT	8
2.2. Función del sistema IOT	10
2.2.1. La IA, el Internet de las Cosas (IOT) y el análisis predictivo	13
2.3. Análisis Preventivo	17
2.3.1. Aprovechar el poder de los datos	17
2.3.2. Aprendizaje automático	19
2.3.3. Sistemas de Detección de Incendios Inteligente	21
2.4. Propagación de un incendio eléctrico	22
2.4.1. Causas comunes	23
2.4.1.1. Causa principal de los incendios eléctricos	23
2.4.1.2. Señales de advertencia	24
2.5. Prevenir los incendios eléctricos por medio de la protección	24
2.5.1. Detección de incendios	25
2.5.2. Alarmas y notificación	25
2.5.3. Supresión y extinción de incendios	26
2.6. Prevención de incendios eléctricos y consejos de seguridad	26
2.6.1. Realizar el mantenimiento eléctrico	26
2.6.2. Promover prácticas eléctricas seguras	27
2.6.3. Elaborar un plan de emergencia	27
2.6.4. Instalar detectores de humo	27
2.7. Normativas aplicables en el proyecto	27
2.7.1. Norma internacional IEC 60364 2.8.2. reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo Decreto Ejecutivo 2393.	28
2.7.2. Reglamento De Seguridad, Salud De Los Trabajadores y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo Decreto Ejecutivo 2393	29
2.7.3. Normativa del Cuerpo de Bomberos	29
CAPÍTULO III:	31
3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	31
3.1. Antecedentes	31
3.2. Descripción del proyecto	33
3.1.2. Problemática	33
3.2.2. Justificación del proyecto	34

3.1.3. Ubicación	35
3.1.4. Diagrama unifilar	36
CAPÍTULO IV:	43
4. DISEÑO DEL SISTEMA INTELIGENTE PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS USANDO IOT E INTELIGENCIA ARTIFICIAL	43
4.1. Generalidad	43
4.2. Análisis del Diseño del Sistema IoT	44
4.2.1. SENSORES IOT (Smart Sensing)	49
4.2.2. Plataforma De Conectividad.....	49
4.2.3. Servidor De Datos O Nube.....	50
4.2.4. MODULO DE Inteligencia Artificial.....	50
4.4. Impacto a Corto, Mediano y Largo Plazo	53
4.5. Proyección de Pérdidas y Ahorros con Sensores IoT	53
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso De Creación de objeto conectado	11
Figura 2 Sensores contra incendios.....	12
Figura 3 Conexión de nodo sensor	12
Figura 4 Sistemas contra incendios manejables con IoT	14
Figura 5 Sensor LM35.....	15
Figura 6 Sensor DHT22	15
Figura 7 Sistema de mapeo frecuencia de incendios.....	18
Figura 8 Enjambre de drones en operación sobre un bosque denso	21
Figura 9 Sistema de Conexiones De Un Sistema Inteligente.....	22
Figura 10 Maquina kronn advanced technology for sandwich panel lines....	31
Figura 18 Datos de Fallas Eléctricas con Sistema IoT Implementado	33
Figura 11 Ubicación geográfica.....	36
Figura 12 Diagrama unifilar del núcleo de distribución de la planta	37
Figura 13 Diagrama unifilar acoplado del motor desde el panel HMI	38
Figura 14 Diagrama unifilar del control adaptado con motor de la maquina cortadora	39
Figura 15 Diagrama unifilar de circuitos de iluminación	40
Figura 16 Diagrama unifilar del motor adicional	41
Figura 17 Tablero general de control	42
Figura 19 Diagrama unifilar implementado sistema IoT	44
Figura 20 diagrama unifilar incorporando sensores	46
Figura 21 Diagrama unifilar del sistema de potencia y control.....	48
Figura 22 Simulador de Sistema IOT	50
Figura 23 Monitoreo de los sensores y datos de la maquina	51

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Impacto a corto, mediano y largo plazo entre un lapso de 0 meses a 1 año	53
Tabla 2 Antecedentes de Fallas Eléctricas sin IoT	32
Tabla 3 Materia Prima de Sensores IoT	53
Tabla 4 Mano de Obra Directa	54
Tabla 5 Costos Indirectos.....	54
Tabla 6 Total de Inversión Inicial del Proyecto	55
Tabla 7 Beneficios Económicos Estimados.....	55
Tabla 8 Análisis General	56

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Análisis de Retorno de Inversión	56
Ecuación 2 Tiempo de Recuperación.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica del sensor de temperatura	60
Anexo 2 Ficha técnica del sensor de humo.....	60
Anexo 3 Ficha técnica del sensor de temperatura	60
Anexo 4 Ficha técnica del sensor de vibración	60

ACRÓNIMOS

Definiciones

IA: Inteligencia Artificial Tecnología utilizada para procesar grandes volúmenes de datos, identificar patrones y generar predicciones, permitiendo automatizar procesos de supervisión y control.

CGBT: Cuadro General de Baja Tensión Tablero principal encargado de la distribución de energía eléctrica en la planta, operando en baja tensión y alimentando circuitos secundarios.

CO₂: Dióxido de Carbono Gas empleado en sistemas de supresión de incendios para desplazar el oxígeno y extinguir el fuego.

EMS: Sistema de Gestión Energética: Plataforma para el monitoreo, control y optimización del consumo energético en instalaciones industriales.

HD: Documento técnico armonizado que unifica criterios y normas de instalación eléctrica.

HMI: Hombre Máquina Dispositivo o pantalla que permite al operador interactuar con el sistema de control de forma visual y manual.

IEC: Electrotécnica Internacional Organismo que desarrolla normas internacionales para la estandarización de instalaciones y equipos eléctricos.

IoT: Internet de las Cosas Red de dispositivos conectados que recopilan, transmiten y procesan datos para optimizar el funcionamiento de sistemas industriales.

LoRaWAN: Tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance y bajo consumo, utilizada para la transmisión de datos de sensores en entornos industriales.

NFPA: Asociación Nacional de Protección contra Incendios Institución que establece normas y guías para la prevención y control de incendios.

PLC: Controlador Lógico Programable Dispositivo de control utilizado para automatizar procesos eléctricos y mecánicos.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas Norma que establece requisitos técnicos y de seguridad para las instalaciones eléctricas en el país.

ROI: Retorno de la Inversión Indicador financiero que determina el tiempo estimado para recuperar la inversión realizada en un proyecto.

SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos Sistema para la supervisión y control en tiempo real de procesos industriales a través de interfaces gráficas.

UV / IR: Ultravioleta Infrarrojo tipos de radiación utilizados en sensores para la detección temprana de llamas.

WiFi: Tecnología de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos en redes locales.

ZigBee: Protocolo de comunicación inalámbrica de bajo consumo utilizado en sistemas de control y monitoreo industrial.

RESUMEN

El presente trabajo propone el diseño de un sistema inteligente para la prevención de incendios en redes eléctricas industriales mediante la detección predictiva de fallas, integrando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) e Inteligencia Artificial (IA). El estudio se desarrolla en la empresa Coheco S.A., donde se identificaron fallas recurrentes como sobrecalentamiento de motores, disparos intempestivos de protecciones térmicas y deficiencias en ventilación de tableros. La propuesta incluye la instalación de sensores en puntos críticos, conectados a plataformas de monitoreo en tiempo real, con análisis predictivo para generar alertas tempranas y activar protocolos automáticos de seguridad. Se estima una reducción de fallas de hasta un 90%, optimización del mantenimiento, ahorro económico significativo, mejora de la seguridad industrial y cumplimiento de normativas internacionales. El proyecto se alinea con los principios de la Industria 4.0, contribuyendo a la eficiencia, sostenibilidad y competitividad de la planta.

Palabras clave: IoT, inteligencia artificial, incendios eléctricos, mantenimiento predictivo, industria 4.0.

ABSTRACT

This paper proposes the design of an intelligent system for fire prevention in industrial electrical networks through predictive fault detection, integrating Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) technologies. The study was conducted at Coheco S.A., where recurring faults such as motor overheating, untimely tripping of thermal protection devices, and deficient panel ventilation were identified. The proposal includes the installation of sensors at critical points, connected to real-time monitoring platforms, with predictive analysis to generate early alerts and activate automatic safety protocols. It is estimated that failure rates will be reduced by up to 90%, along with maintenance optimization, significant cost savings, improved industrial safety, and compliance with international regulations. The project is aligned with the principles of Industry 4.0, contributing to the plant's efficiency, sustainability, and competitiveness.

Keywords: IoT, artificial intelligence, electrical fires, predictive maintenance, Industry 4.0.

CAPITULO I:

DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1. Introducción

Los sistemas eléctricos y electrónicos poseen gran relevancia en los edificios e industrias gracias a que estos facilitan los procesos productivos. Pero es importante que al momento de realizar el suministro de energía y realizar los diferentes procesos productivos sean estos seguros al momento de ejecutarlos. Sin embargo, debido a la complejidad y la carga que poseen los mismos estos se vuelven un punto de inflexión volviéndolos un riesgo para la instalación por eso es primordial identificar cuáles van a ser las fallas eléctricas y poder generar un plan para evitar consecuencias catastróficas, entre éstas se pueden encontrar los incendios eléctricos generando pérdidas económicas y afectando a la integridad de los usuarios.

Existen organismos como National Fire Protection Association NFPA que nos dan pautas gracias a los estudios y estadísticas realizadas por ellos, la cual nos ayuda a identificar los problemas eléctricos que se pueden generar y poder instalar un sistema de detección temprana. Actualmente, las instalaciones eléctricas operan mediante esquemas de protección tradicional que se conforman por elementos como disyuntores, relés térmicos y/o fusibles. Siendo estos elementos eléctricos que no ayudan a realizar un análisis o prevención en tiempo real. (National Fire Protection, 2007)

Por ello, es primordial incorporar en el sistema eléctrico sistemas automatizados e inteligentes. Ayudándonos con Sistemas como el internet de las cosas y la inteligencia artificial que día con día mejora su precisión y analizar Grandes cantidades de datos, dichas tareas que un ser humano se les dificultaría. Logrando así una transformación de gestión ante el riesgo eléctrico, mediante dichos sistemas y con ayuda de sensores clave se puede identificar variables críticas como temperatura, humedad, corriente y la calidad del suministro energético Y realizando un análisis de patrones para lograr la predicción de posibles fallas dentro del sistema y lograr prevenir correctamente un incendio.

El objetivo de este estudio es lograr un diseño eficiente e inteligente de prevención contra incendios En el área industrial, aplicando protocolos en seguridad

de manera autónoma y reducir el riesgo de un incendio eléctrico, adicional a esto aplicar las normativas internacionales como NFPA 70 y IEC 60364 es el Logrando mediante las mismas la viabilidad técnica operativa y su correcta regulación. Teniendo como resultado no sólo solucionar la necesidad actual que posee la empresa en el área técnica que no también, evolucionar la industria mediante los sistemas y principios como lo es la industria 4.0, automatización inteligente y realizar una correcta ejecución de la eficiencia energética al mismo tiempo que se reduce el riesgo de incendios.

1.2. Antecedentes

Con el paso del tiempo cada día aplicar sistemas eléctricos tecnológicos primordial debido a la eficiencia que tiene el mismo. En las industrias poseen sistemas de climatización iluminación y automatización las cuales se convierte en un riesgo operativo ya que estas varían según la demanda y complejidad del sistema.

Históricamente se utilizan dispositivos de protección como lo son disyuntores, relés térmicos, fusibles, Pero el problema de este es que no sirven para la prevención de alguna falla. Debido a esto, se ve en evidencia la importancia de aplicaciones de las nuevas tecnologías como lo es Industria 4.0 La cual posee sensores temperatura, corriente, armónicos, humedad, vibración de con tecnología IoT. Bichos que detectan anomalías en las distintas variables y ayudan a la predicción de fallas para tomar con brevedad acciones correctivas o preventivas.

1.3. Definición del problema

En la actualidad los sistemas eléctricos y procesos productivos necesitan funcionar sin ninguna interrupción, pero al momento de existir riesgos operativos y no lograr su correcta detección a tiempo logra Incidentes claves como son los incendios eléctricos. Por ende, aplicar tecnologías y realizar aplicaciones para lograr la solución del problema como son las sobrecargas, cortocircuitos, conexiones sueltas, puntos calientes o fallas Al momento de aislar el circuito. Siendo así que la falta de monitoreo y no automatizar el sistema logran que haya variables críticas tales como:

- Variaciones en la temperatura de conductores y tableros eléctricos
- Fluctuaciones de corriente
- La presencia de distorsiones o armónicos que afecten a la calidad de la energía

- La humedad relativa que se encuentre dentro de los componentes eléctricos
- Daños irreparables tanto en equipos como infraestructura
- Riesgo de la integridad física de los empleados
- Pérdidas económicas significativas y el deterioro de la edificación

Siendo así que sensores que tenga la tecnología del internet la cosas son esenciales en el sistema eléctrico industrial actualmente ya que ayudan al monitoreo de las variables en tiempo real tales como la temperatura corriente, vibración, humedad y la calidad en energética que se suministra. Agregando, Alertas preventivas automatizadas mediante aplicaciones móviles, también pueden llegar a los paneles SCADA, Inclusive el correo electrónico para lograr así una respuesta rápida y efectiva dentro del personal técnico y realizar la recusación con rapidez y eficaz. Este proyecto, Busca integrar sistemas automatizados para ayudar con los protocolos de seguridad y así proporcionar soluciones efectivas ayudándonos sólo la eficacia del sistema eléctrico sino también a la sostenibilidad y seguridad de este sistema

1.4. Justificación

En la empresa los últimos meses se han encontrado distintas fallas eléctricas causando detener la producción y costos altos de la producción. Es necesario identificar cuáles son las deficiencias dentro del sistema y poseer un sistema con las tecnologías adecuadas logrando un monitoreo en tiempo real. Adicional a esto es necesario realizar la aplicación de la normativa bastantes nacionales como internacionales con el objetivo de aplicarlas en el mantenimiento y funcionamiento del sistema. Por consecuencia, implementar un sistema inteligente para lograr la correcta de tensión de fallas y prevenir incendios es esencial en la empresa.

1.5. Objetivos el problema de investigación

1.5.1. Objetivo General

Diseñar un sistema inteligente para la prevención de incendios en redes eléctricas industriales, mediante la detección predictiva de fallas utilizando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) e Inteligencia Artificial (IA), con el fin de mejorar la seguridad operativa, anticipar fallas eléctricas críticas y reducir el riesgo de siniestros en entornos industriales.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar los factores técnicos y operativos que generan riesgo de incendio en sistemas eléctricos industriales, con base en estudios de campo, normativa vigente y revisión bibliográfica especializada.
- Determinar los parámetros eléctricos y ambientales críticos (como temperatura, corriente, vibración, humedad y calidad de energía) que deben ser monitoreados en tiempo real para identificar condiciones anómalas o fallas potenciales.
- Seleccionar e integrar sensores IoT adecuados para la adquisición continua de datos en puntos estratégicos del sistema eléctrico industrial.
- Desarrollar un modelo de análisis basado en algoritmos de inteligencia artificial para la detección predictiva de fallas eléctricas a partir de los datos recopilados por los sensores.

1.6. Hipótesis

La hipótesis dentro de este mes de acción busca realizar una implementación de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y equipos que contengan sistema internet de las cosas (IoT), logrando así que mediante el objetivo de tener un sistema inteligente que ayude la prevención de incendios dentro de una edificación, y lograr transformar esos sistemas tradicionales logrando que se vuelvan eficientes. Se debe tener en cuenta que las fallas eléctricas no son sólo aleatorias sino tienen un comportamiento, es necesario realizar un análisis de este y poder detectar estos patrones para lograr así que las variables físicas y eléctricas puedan ser prevenidas y rectificadas en el caso de ser necesario.

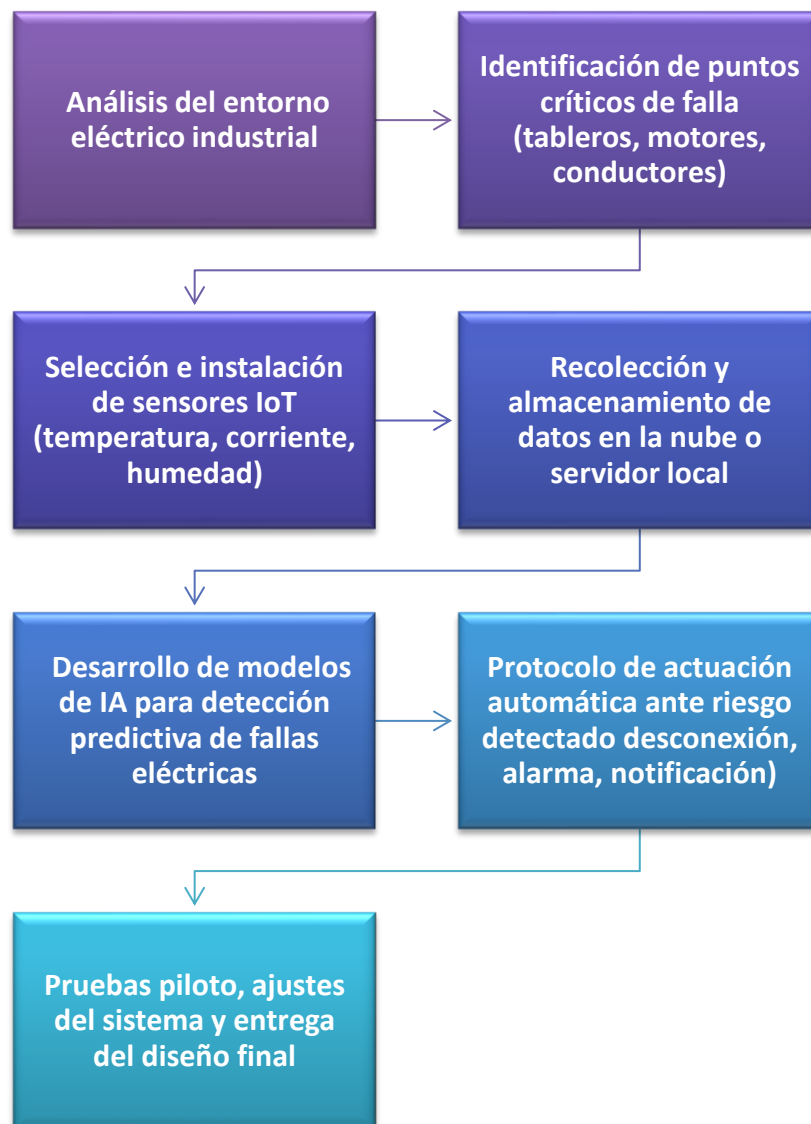
Logrando el planteamiento de tres hipótesis orientadas al proyecto. En primer lugar, tenemos el monitoreo en tiempo real de las distintas variables para poder identificar cuáles son las anomalías y evitar que surja una falla. Luego está el uso de la inteligencia artificial generando un algoritmo con el objetivo realizar una predicción del comportamiento eléctrico es saber cuáles son las zonas de mayor riesgo. Por último, la tercera hipótesis habla de realizar la correcta implementación del sistema automatizado de alarmas y efectuar un protocolo logrando la reducción de riesgo al

momento de existir un incendio eléctrico y generar una seguridad efectiva en el entorno industrial.

1.7. Metodología y Medios

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo a través de un diseño experimental y tecnológico. En primer lugar, se va a hacer la revisión bibliográfica sobre las distintas tecnologías y normativa aplicable para lograr una seguridad efectiva en incendios. Luego se realizará un diagnóstico a la planta industrial para lograr así identificar cuáles son los riesgos de esta. Con esta información se logrará la selección de los sensores para el monitoreo de tiempo real según las variables y posteriormente instalar los mismos. El sistema poseerá una interfaz de alertas automáticas y también tendrá previa instalación pruebas controladas para validar su precisión y aplicación práctica en el entorno industrial.

1.8. Diagrama de bloques



CAPÍTULO II:

1. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de IOT

En términos generales, el Internet de las Cosas (IoT) incluye cualquier objeto (o "cosa") que pueda conectarse inalámbricamente a una red de internet. Sin embargo, hoy en día, el IdC se refiere más específicamente a objetos conectados equipados con sensores para prevenir incendios, programas informáticos y diversas tecnologías permiten la transmisión y recepción de datos, ya sea para proporcionar información al usuario o para ejecutar acciones de forma automática. En un inicio, esta conectividad se sustentaba principalmente en redes wifi; sin embargo, en la actualidad, el 5G y otras infraestructuras de telecomunicación abren la posibilidad de gestionar volúmenes de información mucho más amplios, prácticamente en cualquier lugar, con velocidad y fiabilidad (Resabala Sornoza, 2021).

Una vez que los dispositivos IoT recopilan y transmiten datos, el objetivo final es aprender lo máximo posible de ellos y lograr que proporcionen resultados e información con precisión y sofisticación. Siendo así que tecnologías claves como la inteligencia artificial ayudan a potenciar las redes IoT con el poder de la analítica avanzada y el aprendizaje automático.

2.1.1. Historia del IoT

En el año 2021 se registraron más de 10 mil millones de dispositivos IoT a nivel mundial. Para 2025, la consultora IDC proyecta que la producción global de datos superará los 73 zettabytes, es decir, alrededor de 73 billones de gigabytes. Si bien resulta imposible dimensionar la información digital en términos materiales, puede estimarse que, en caso de almacenarse en disquetes de la década de 1990 y alinearse consecutivamente, esta cantidad alcanzaría para realizar más de 5000 viajes de ida y vuelta a la Luna. (Alvear Puertas, 2024)

- En tan solo unas décadas, el volumen de datos generados por el IoT ha experimentado un crecimiento exponencial y todo indica que esta tendencia se mantendrá en el futuro. Surge entonces la interrogante: ¿Qué factores impulsaron este notable auge del Internet de las Cosas? Para que dicha evolución fuese

posible, fue necesaria la convergencia de un conjunto específico de tecnologías y avanzar simultáneamente. (Aguilar, 2021)

- **Conectividad:** A partir de sus humildes comienzos basados en módems, en la actualidad, la infraestructura de conectividad a Internet y los servicios en la nube poseen la velocidad y la solidez necesarias para transmitir y procesar grandes volúmenes de datos y soportar el crecimiento exponencial de la IoT.
- **Tecnología de sensores:** El crecimiento sostenido en la demanda de innovación para aplicaciones IoT transformó el mercado, que pasó de estar dominado por unos pocos proveedores especializados y de alto costo a convertirse en una industria globalizada de fabricación de sensores con precios altamente competitivos. Desde 2004, el costo promedio de los sensores IoT se ha reducido en más de un 70%, tendencia que ha ido de la mano con una creciente exigencia de mayor funcionalidad y diversidad en estos dispositivos. (Aguilar, 2021)
- **Poder de cómputo:** En los próximos cinco años se generará el doble de datos en comparación con todo lo producido desde los inicios del almacenamiento digital. Para gestionar y capitalizar este volumen de información, las organizaciones requieren cada vez más capacidad de memoria y procesamiento. Esta demanda ha originado una carrera acelerada y altamente competitiva por ampliar el poder computacional, lo que a su vez ha fortalecido la relevancia y el campo de aplicación del IoT. (Merlo, 2024)
- **Tecnología de Big Data:** Aproximadamente en la fecha de 1980, tanto la cantidad de datos generados a nivel global como las capacidades informáticas para su almacenamiento han experimentado un crecimiento exponencial. Los progresos en sistemas de bases de datos y en herramientas de análisis han hecho posible procesar y examinar en tiempo real los grandes volúmenes de información provenientes de dispositivos IoT, vehículos inteligentes y equipos industriales. Esta rapidez y eficiencia constituyen elementos fundamentales para el funcionamiento del Internet de las Cosas. (Castro Escudero, 2021)
- **IA y aprendizaje automático:** Donde estas tecnologías no solo permiten gestionar y procesar grandes volúmenes de datos generados por el IoT, sino también analizarlos y obtener aprendizajes a partir de ellos. En este contexto, el Big Data constituye el insumo esencial para la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, ya que cuanto más amplios y diversos son los conjuntos de datos,

mayor es la solidez y precisión del conocimiento resultante. El crecimiento de los dispositivos IoT se ha visto estrechamente ligado al desarrollo de la inteligencia artificial y a la capacidad de esta última para extraer valor de la información que aquellos producen. (Jerez Pinzón, 2024)

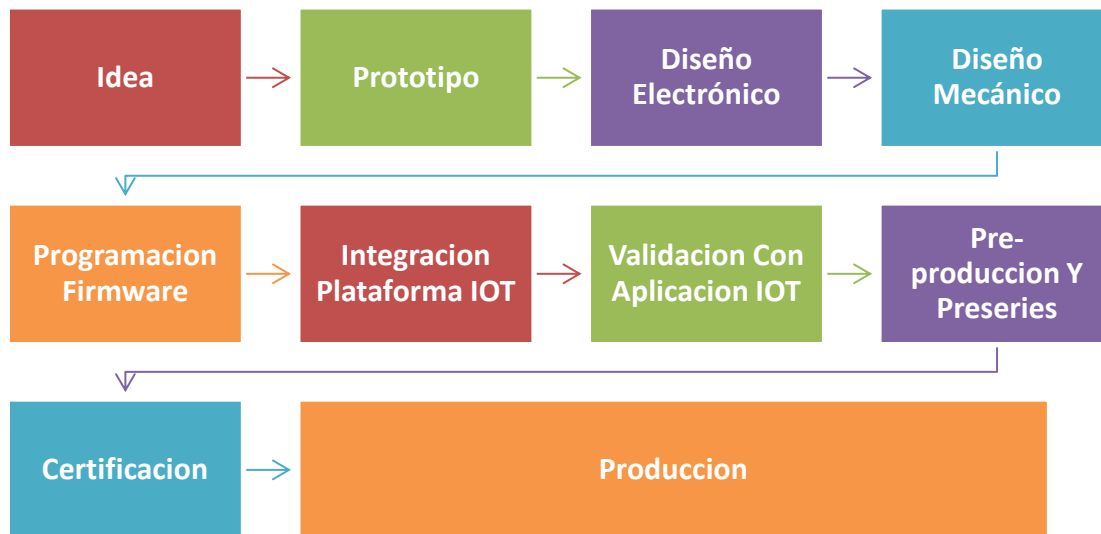
- Computación en la nube: Al igual que la conectividad resultó esencial para la consolidación del Internet de las Cosas, el desarrollo de la computación en la nube ha sido un factor decisivo en su evolución. Gracias a su capacidad de proporcionar, bajo demanda, altos niveles de procesamiento y almacenamiento, la nube ha permitido que los dispositivos IoT recopilen y transmitan volúmenes de datos cada vez más extensos y complejos, facilitando así su gestión y análisis a gran escala. (Valero López, 2024)

2.2. Función del sistema IoT

Los dispositivos que manejan la tecnología del internet de las cosas que mediante la visual no se puede estar presencialmente, mediante la recepción de los datos que están programados para recopilar. Estos datos pueden recopilarse y analizarse para ayudarnos a informar y automatizar acciones o decisiones. proceso consta de cuatro etapas clave:

- Capturar los datos: Mediante sensores, los dispositivos IoT capturan datos de su entorno. Estos pueden ser tan simples como la temperatura o tan complejos como una señal de video en tiempo real. (Pons Villanueva, 2021)
- Compartir los datos: A través de las conexiones de red disponibles, los dispositivos IoT transmiten la información hacia sistemas de nube, ya sea en infraestructuras públicas o privadas (dispositivo-sistema-dispositivo) o a otro dispositivo (dispositivo-dispositivo), o bien los almacenan localmente según las instrucciones para su procesamiento en el borde (Pons Villanueva, 2021).
- Procesamiento de la información: En esta etapa, el sistema informático se configura para ejecutar una acción en función de los datos recibidos, por ejemplo, activar un ventilador o emitir una alerta. Asimismo, se lleva a cabo el análisis de la información recopilada por el conjunto de dispositivos integrados en la red IoT. Esto proporciona información valiosa para fundamentar acciones y decisiones empresariales con seguridad.

Figura 1 Proceso De Creación de objeto conectado



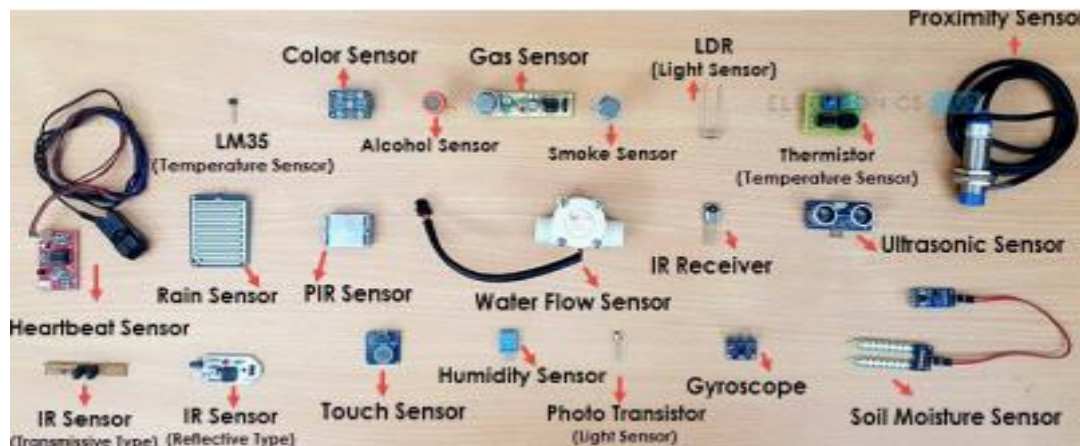
Nota. Proceso estructural para crear un objeto conectado validado con la aplicación IoT. Fuente. Mario Cruz, V., & Pablo Oliete, V. (2015).

Uso en industrias

De los incontables miles de millones de gigabits de información que se producen anualmente, los datos del IoT industrial (IIoT) son los que más datos generan (y los que crecen más rápido). Gran parte de ellos provienen de...casi mil millones Cámaras de vigilancia en todo el mundo. Los coches conectados y las aplicaciones de fabricación y transporte también generan enormes cantidades. Hoy en día, los datos del IoT se generan, recopilan y aprovechan en prácticamente todas las industrias, desde gestión de la cadena de suministro a la atención sanitaria (Aimacaña Jami, 2025).

Una de las áreas en las que la tecnología IoT está creciendo más rápido es en la fabricación y las cadenas de suministro

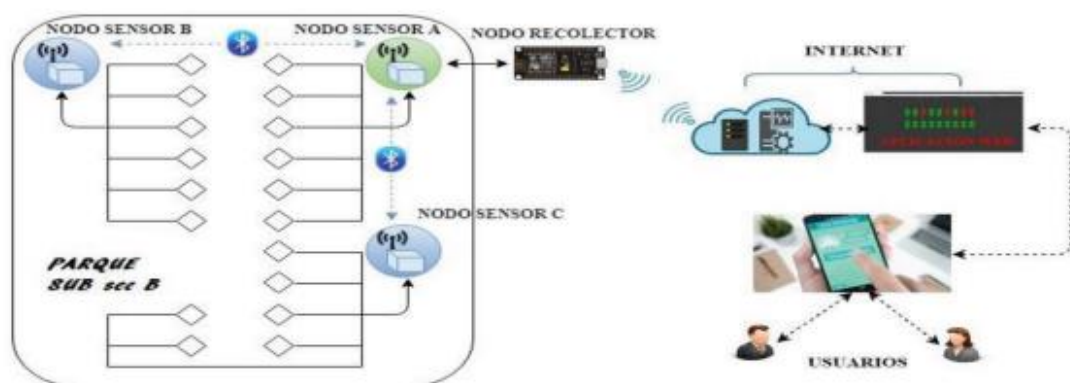
Figura 2 Sensores contra incendios.



Nota. Existen diferentes tipos de sensores en el uso contra incendios de todo origen con su uso correcto. Fuente. ANONIMO. (2018).

En el contexto de una fábrica inteligente, los sensores no solo permiten identificar fallos mecánicos, sino también anticiparlos, lo que asegura la continuidad y eficiencia de las operaciones. Además, estos dispositivos recopilan y procesan información sobre el rendimiento, posibilitando la detección de flujos de trabajo más ágiles y productivos, los cuales pueden ser automatizados mediante un sistema centralizado. Desde el control de la seguridad y trazabilidad de materias primas hasta la gestión de inventarios y transporte. Asimismo, la carga, el envío y la logística de última milla pueden supervisarse en tiempo real, permitiendo a los clientes acceder a actualizaciones instantáneas sobre el estado de sus pedidos o la procedencia de los productos adquiridos. (Guerras Pastor, 2024)

Figura 3 Conexión de nodo sensor



Nota. Ejemplo en el uso de sensores mediante tecnología Wi-fi para una comunicación con la plataforma IoT. Fuente. Vinicio Ramos, V., & Ruth Barba, V. (2019).

El futuro del IoT

En el futuro se prevé una integración cada vez más fluida entre la tecnología y la experiencia humana. Aunque el metaverso aún podría tardar algunos años en consolidarse, el avance del audio tridimensional, la realidad virtual inmersiva, las interfaces hápticas y la personalización en tiempo real mediante inteligencia artificial harán posible que nuestra interacción con los dispositivos genere vivencias sensoriales progresivamente más cercanas a lo “real”. Paralelamente, el despliegue del 5G y la conectividad de alta velocidad con alcance global proporcionarán a las personas la capacidad de compartir estas experiencias instantáneamente, sin importar la distancia. Las repercusiones de este escenario son significativas y podrían transformar de manera profunda la forma en que concebimos y desarrollamos algunas de nuestras actividades e instituciones más esenciales, como el lugar de trabajo, la atención médica y quirúrgica, el sector inmobiliario, las compras, los viajes y las relaciones humanas en general. (Reyes Perez, 2024)

2.2.1. La IA, el Internet de las Cosas (IOT) y el análisis predictivo

En el área de seguridad contra incendios Tecnologías clave como la inteligencia artificial, IoT y realizar un correcto análisis preventivo han llevado a protecciones de edificios e industrias a otro nivel. El futuro de la seguridad contra incendios: cómo la IA, el IoT y el análisis predictivo están revolucionando la protección de los edificios e industria. (Soriano Monserrate, 2024)

- IA (Inteligencia Artificial): Se basa en la detección de patrones mediante el aprendizaje de las máquinas. En el área de estudio de seguridad contra incendios podemos ver lo aplicado al momento de predicción de riesgo contra incendio al analizar los datos.
- IoT (Internet de las Cosas): Para la internet este tipo de cosas se deben tener en dispositivos necesarios dentro de la edificación estos pueden ser detectores de humo inclusive termostatos, dicho que van a estar interactuando en tiempo real entre ellos y se envía los datos al hub Central, el cual logra proporcionar en tiempo real lo que sucede y poder realizar una acción rápida en el momento que falle algo.

Figura 4 Sistemas contra incendios manejables con IoT



Nota. Varios sistemas contra incendios desde los más convencionales a los más avanzados manejables con los sistemas de IoT. Fuente. SYSCOM. (2025).

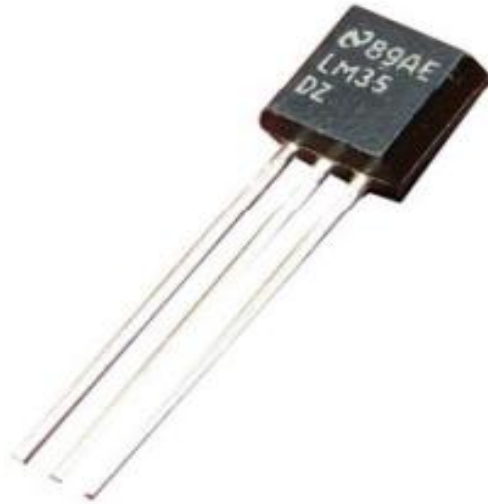
- Por último, tenemos el análisis preventivo: mediante los datos históricos obtenidos por los diferentes dispositivos y su comportamiento. Mediante un algoritmo se puede predecir dónde y cuándo se puede producir estos incendios logrando la prevención para dicha acción (Soriano Monserrate, 2024).

La IA evoluciona día con día y estás logrando realizar una "conciencia del fuego" Tanto para los edificios como en las industrias. Ejecutando acciones como:

1. **Procesamiento de datos:** El sistema posee una cantidad de sensores. Estos generan una base de datos históricos donde en el área de seguridad contra incendios van a almacenar los datos de temperatura, niveles de humo, concentraciones de gases y rendimiento del equipo. Estos datos los podemos clasificar en horas del día o diariamente. Ahora agregándole el beneficio de la inteligencia artificial, en este caso no va a servir para filtrar la información que deseamos, Comparar información y detectar con facilidad cuáles son

Irregularidades dentro del sistema y lograr realizar la prevención respectiva (López Pretel, 2024)

Figura 5 Sensor LM35



Nota. Es un sensor caracterizado por su bajo costo y su fácil implementación, este sensor es usado para la medición de temperatura y humedad. Fuente. ANÓNIMO. (14 de Junio de 2020).

Figura 6 Sensor DHT22



Nota. Sensor de gas y combustible MQ-2 con la apropiación de su uso en diferentes escenarios tales como el detectar humo, humo de cigarrillos y fuego. Fuente. ANÓNIMO. (14 de junio de 2020).

2. **Reconocimiento de patrones:** La inteligencia artificial analiza los datos y reconoce patrones de grandes cantidades de información. En el área de seguridad

contra incendios esta va a ser clave ya que es capaz de detectar comportamientos inusuales, pueden ser esto humo o llamas inclusive condiciones de visualización baja. Logrando así gracias al reconocimiento de patrones y los datos que arrojan los diferentes equipos, lograr ya sea que haya un fallo o posible riesgo de incendio (Lazo Avilez, 2023).

3. **Adaptabilidad y aprendizaje:** Los algoritmos de IA no son estáticos; aprenden y mejoran con el tiempo. A medida que procesan más datos y experimentan más escenarios, se vuelven más capaces de reconocer patrones y realizar predicciones precisas. Esto significa que los sistemas de seguridad contra incendios basados en IA pueden evolucionar continuamente y adaptarse a las características únicas de un edificio y sus ocupantes, proporcionando una protección cada vez más eficaz (López Pretel, 2024).

Monitoreo y respuesta en tiempo real:

Dentro de los beneficios del internet de las cosas logra que los datos que recopilamos durante un periodo específico sean enviados al concentrador central, el cual es encargado del análisis y proceso de este. Gracias a los algoritmos que posee la inteligencia artificial es capaz de identificar dichos patrones y anomalías antes mencionado y lograr prevenir un incendio (Soriano Monserrate, 2024). Gracias al monitoreo en tiempo real se puede dar una respuesta eficaz y rápida la cual nos va a dar acciones tales como:

- **Alertas tempranas:** Mediante el sistema generado se logra activar la alarma y enviar la alerta hacia hub central, donde este activará la acción correspondiente Para advertir a los usuarios del potencial riesgo que existe incendio y lograr efectuar la evacuación de manera eficaz.
- **Acciones automatizadas:** Las acciones automatizadas se pueden ver realizadas, ejemplo, al momento de apagar el sistema de ventilación y lograr así que se propague más rápido el humo o en su defecto activar los rociadores para anular el incendio.
- **Toma de decisiones basada en datos:** Mediante el histórico recopilado por los distintos equipos de la red del internet de las cosas, puede facilitar los profesionales a realizar un análisis de cómo se empieza y se propaga el incendio.

Y logrando que haya estrategias de seguridad contra incendios según los datos recopilados.

Existen beneficios de las diferentes tecnologías antes mencionadas de la seguridad contra incendios entre ellas encontramos la detección temprana, gracias a ésta se reducirá los daños hacia la edificación en lograr salvar vidas. Luego tenemos la respuesta rápida, gracias a la automatización del proceso se logra minimizar el tiempo de resolución al contener incendios. La existencia de mayor seguridad, Existe un monitoreo continuo mediante la IoT logrando prevenir incendios y monitorear las condiciones del edificio. Y por último tenemos la información basada en datos, gracias a la base de la historia generada durante una cantidad de tiempo se logra ver el comportamiento y rendimiento que tiene el edificio logrando efectuar medidas de seguridad futuras (López Pretel, 2024).

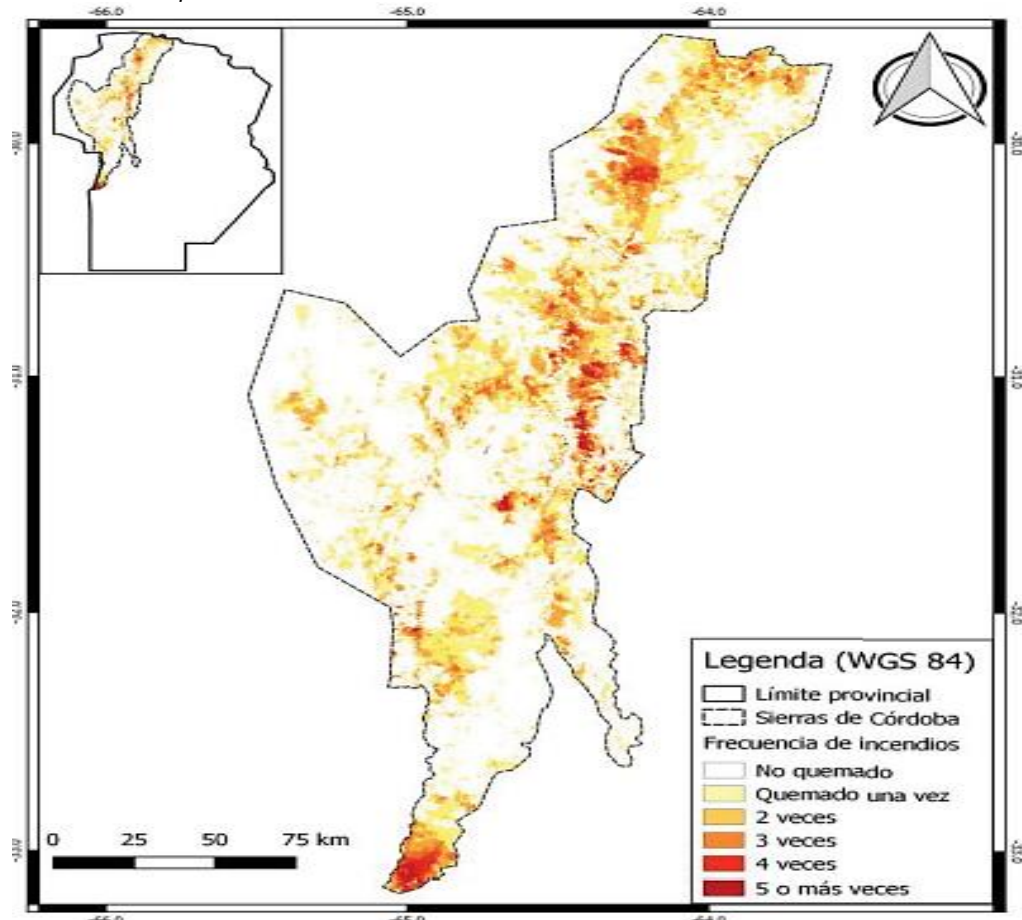
2.3. Análisis Preventivo

Realizar el análisis preventivo es clave ya que ayuda a realizar una predicción de posibles escenarios donde puede surgir un incendio y poder prevenirlo antes que éste sea una amenaza (Soriano Monserrate, 2024).

2.3.1. Aprovechar el poder de los datos

- **Base de datos con el histórico de incendios:** Estos son modelos que funcionan con el ingreso de datos claves como son la ubicación, colocar la fecha donde hubo la detección, analizar las causas, y luego dar la correcta prevención del incendio según sus patrones y cuál es la tendencia de este para poder tener un plan evitando riesgos futuros (Collantes Alcívar, 2023).

Figura 7 Sistema de mapeo frecuencia de incendios



Nota. Ejemplo de base de datos sobre la frecuencia de incendios en sectores específicos. Fuente. Marinelli, M. V., & Bustos Revol, S. (2019).

- **Datos del edificio:** Entre los datos claves que hay que tener del edificio es, los materiales que se utilizaron durante su construcción, cuál fue el sistema constructivo del mismo, El lograr estas y otras variables se han incorporado en el modelo de prevención con el objetivo de notificar es cuáles serían las posibles zonas de alto riesgo, donde existiría una congestión mayor de personas al momento de realizar la evacuación y dónde se podría efectuar el inicio del incendio (Castelló Mendoza, 2024).
- **Datos de sensores:** Entre los diferentes sensores que hay es clave tener datos en tiempo real gracias al internet cosas, estos sensores pueden ser de temperatura detección de humo e incluso monitores donde se puede visualizar la información de los equipos, logrando identificaría anomalías sobre los potenciales riesgos existente (Vega, 2024).

2.3.2. Aprendizaje automático

Este aprendizaje automático se va a realizar mediante el internet de las cosas IoT y la ayuda de la inteligencia artificial que juntos son capaces identificar patrones y reducir el riesgo contra incendios. Entre sus capacidades tenemos:

- **Reconocimiento de patrones:** Mediante un algoritmo de aprendizaje el cual se encuentra automatizado Puedan analizar cantidades altas de datos y lograr identificar con rapidez y eficacia lo que un humano no es capaz, en nuestra área de estudio podría ser detectar las señales dónde se va a situar el riesgo del incendio, mediante el aumento de temperatura en una zona específica (Romero Ibarra, 2025).
- **Puntuación de Riesgo:** Dichos puntos de riesgo se identificarán alrededor de toda el área del edificio, clasificando los datos por equipo o por periodo logrando facilitar al profesional visualizar cuáles serían las medidas preventivas a tomar y los recursos por priorizar para evitar el mayor riesgo en el incendio (Romero Ibarra, 2025).
- **Aprendizaje continuo:** Pero se realiza por los modelos generados que aprenden y logran la adaptación día a día mediante los nuevos datos que reciben, volviendo no sé al obtener más información más precisos y fiables. Estos se pueden graduar según las necesidades de un edificio en específico ya sea una distribución singular, Lo posible es riesgos que tengan y sus patrones (Usuga, 2023).

Ejemplos del análisis predictivo en aplicaciones del área de estudio:

- **Evaluación resolución de riesgos:** El primer ejemplo tomar es dentro de una fábrica donde por algunas máquinas específicas que poseen un riesgo mayor a generar un incendio por la alta capacidad de las mismas, se puede prevenir dicho riesgo mediante el monitoreo constante según los patrones de uso apoyarnos con inteligencia artificial, logrando así, al personal encargado de la seguridad a realizar un mantenimiento periódico logrando que se reduzca el riesgo de las máquinas de alta capacidad (Hidalgo Molina, 2023).
- **Ajuste de riesgo basado en el factor clima:** Un ejemplo situado en el país de Australia es el de inminente riesgo del devastador incendio forestal que existe. Si para dicho problema aplicamos modelos de predicción encontramos variables

como es la del pronóstico meteorológico Identificar las zonas de alto riesgo logrando así efectuar prevenciones según la época y el lugar (Anzola).

- **Mantenimiento específico:** Este realiza un análisis hasta las fallas que tienen los equipos logrando evaluar la probabilidad que tienen las mismas ya sea de sobrecalentarse o fallar dependiendo sus especificaciones, siendo este el caso se realizará un mantenimiento proactivo dónde se reemplazarán piezas con el objetivo de que el equipo no falle y no genere un posible incendio (Hidalgo Molina, 2023).

Existen varios beneficios del análisis predictivo en la seguridad contra incendios. Entre esas existe la prevención proactiva para lograr reaccionar ante incendios y prevenirlos, Realizar la optimización de recursos donde existen áreas de mayor riesgo, la reducción de costos ya que los daños efectuados por el incendio son altos, y por último tenemos mayor seguridad al momento de tener un entorno seguro para los usuarios y la edificación (Llerena, 2025).

Este análisis preventivo no es sustituir medidas como rociadores y alarmas sino complementar las mismas mediante sensores y estrategias Se pueden aprovechar los datos y el aprendizaje automático para mitigar los incendios y prevenirlo de manera activa (Llerena, 2025).

El futuro de la seguridad contra incendios

Esta industria de seguridad siempre está en constante evolución con posibilidades de ver qué nuevas herramientas se pueden implementar para mejorar la seguridad contra incendios. Entre las posibilidades de nuestros campos y herramientas se encuentran (Soriano Monserrate, 2024).

- **Drones:** Estos poseen cámaras termo gráficas para lograr realizar una evaluación rápida y en tiempo real sobre la situación en la que se encuentra el incendio y poder brindar sola al usuario responsable.

Figura 8 Enjambre de drones en operación sobre un bosque denso



Nota. Se pudo observar un enjambre de drones coordinados realizando tareas de detección y monitoreo en un área de bosque denso donde cada uno opera de manera autónoma mientras mantiene comunicación con los otros. Fuente. Boroujeni, N. S. (2019).

- **Entrenamiento en Realidad Virtual:** Especialistas como los bomberos pueden realizarse emulaciones realistas a través de estas gafas de realidad virtual y colocar diferentes escenarios para poder estar preparados para las distintas situaciones que se presenten. (Romero Caparrós, 2023)
- **Inteligencia artificial modificada:** La inteligencia artificial es día a día mejora se estima que en un futuro logre identificar variables claves para predecir un incendio con señales más sutiles y logrando predicciones con una precisión milimétrica. (Romero Caparrós, 2023)

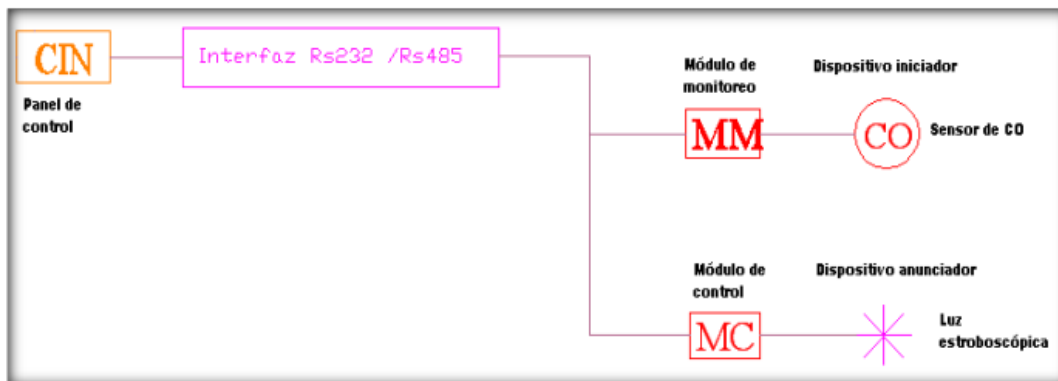
La seguridad contra incendios, Es clave para tener una seguridad del edificio y usuarios gracias a las tecnologías con las que hemos hablado tanto el internet de las cosas inteligencia artificial y el correcto análisis preventivo ayuda a proteger vidas mediante la protección temprana de incendios, también está proteger la propiedad y minimizar daños logrando así no producir un pico de gastos innecesarios sino prevenirlos a través de las herramientas analizadas en este estudio. Logrando cumplir esto y las regulaciones tanto nacionales como internacionales, podemos concluir que la tecnología en el área de seguridad cada día es más necesaria para proteger el usuario y las edificaciones. (Saona Saona, 2023)

2.3.3. Sistemas de Detección de Incendios Inteligente

El sistema de detección inteligente se destaca por tener sensores con el objetivo de transmitir información mediante el panel de control registrando datos ya

sean de humo o calor. Este es programa en el panel de control, y sala la toma de decisiones acorde al tipo de información en el caso de que ésta no este alineada con los valores parametrizados, se activará esta alarma. La sensibilidad que se configura al detector de humo tendrá un ajuste de sensibilidad diferente tanto en el día como en la noche. Esta sensibilidad se la justa según como indica la NFPA 72 es será en liza una compensación derivada. (Quispe Fernandez, 2025)

Figura 9 Sistema de Conexiones De Un Sistema Inteligente



Nota. Es un

panel de control que sirve para direccionar a cada dispositivo correctamente cuando se produce cualquier señal de alarma.
Fuente. Raza Ibarra, L. N. (2009).

Las funciones establecidas por la NFPA facilitan el control mente que se realiza una causa y efecto de la detección de incendios al mismo tiempo que facilita y ayuda a la programación y supervisión de la seguridad. (Moreno Chuqui, 2023)

Importante siempre realizar el cumplimiento del área legal debido a que es esencial para la protección de los empleadores, poseer un ambiente de trabajo ameno y las herramientas qué ofrece. En las empresas de seguridad contra incendio es común que las necesidades se ajusten dependiendo del cliente, pueden llegar a ser sistemas de detección convencionales hasta un sistema inteligente acorde a la situación, logrando así tener un sistema contra incendios que detecte de una manera automatizada la alarma y distinguir en el tipo de riesgo que existe mediante detectores de humo, calor o partículas. (Martinez, 2024)

2.4. Propagación de un incendio eléctrico

El incendio tiene varias fuentes es de cómo originarse en este caso vamos a hablar específicamente dentro de los sistemas eléctricos. Reducir el mismo se puede llevar a cabo por algún componente eléctrico, equipo, hola cableado sobrecalentado, alguna vería en el sistema, o daño. Los incendios pueden comprometer a los edificios

y la seguridad de aquellos usuarios que se encuentran en ellos, este fue un ser de tipo residencial comercial o industrial variando su potencia, pero al mismo tiempo todos estos tipos de edificios son capaces de realizar una propagación rápida en un incendio y causar daños de las propiedades la integridad de los usuarios. (Soriano Monserrate, 2024)

2.4.1. Causas comunes

Los incendios causados por fallos eléctricos pueden ser catastróficos, originando daños a la propiedad y peligro a las personas que se encuentran en ella. Para poder evitar fallos eléctricos es importante comprender cuáles son los factores por lo cual estos incendios dan origen y cómo es la propagación de estos. (Chertó Sancho, 2023)

2.4.1.1. Causa principal de los incendios eléctricos

La primera causa de estudiar es el cableado dañado que puede estar en el sistema, sí éste se encuentra en estado de desgaste, decirle hachado o incluso logra aflojarse con el paso del tiempo. Este tipo de cableado con dichas características tiende a sobrecalentarse con facilidad y quemarse en un periodo alongado (Alarcón & Verdezoto, 2024).

Luego existe los incendios debido a los equipos defectuosos O que se le ha realizado un mal mantenimiento. Un ejemplo de este puede ser los electrodomésticos de cocina, equipos de calefacción, aire acondicionado y otros dispositivos que tienen la característica de alto consumo energético.

También existe el riesgo por circuitos sobrecalentados, debido a la capacidad excedente La descarga que puede generar el circuito ya sea por la cantidad de calor o los materiales combustibles que tenga en su entorno.

Otra fuente de posible propagación de un incendio puede ser interruptores o enchufes que poseen algún defecto. Sí los mismos poseen alguna conexión o componente dañado, Cables en las características que necesita el equipo o incluso que éste se encuentre decirle echado logra causar sobrecalentamientos e inclusive llegar a un posible incendio (Alarcón & Verdezoto, 2024).

Entre otras causas puede ser, cuando el sistema se encuentra próximo alguna fuente de calor, Ya que existen probabilidades que se produzcan incendios debido a las herramientas o cables eléctricos que se encuentran defectuosos y estas incrementan al momento de estar cerca de materiales combustibles.

2.4.1.2. Señales de advertencia

Los incendios pueden preverse si es que conocemos cuáles son las causas y logramos identificar los signos reveladores. Logrando así tomar medidas preventivas y dale sale un sistema a través de los signos. Entre ellos encontramos, el olor a quemado este puede ser característico por el tipo de material que tiene ya sea plástico o de goma o inclusive cables que se encuentra en fundido, Otro signo puede ser el humo, hábleme de suavizar aquello lo primero que se debe realizar es desconectar del sistema equipos eléctricos enchufes o cableado para asegurar la propagación de fuego. Las chispas son otro signo, estas se pueden originar por las diferentes partes del sistema eléctrico, hay que detectar si estas se encuentran de manera continua. Luego tenemos los enchufes descoloridos ya sea por o quemaduras o decoloración para el paso del tiempo Pueden indicar que existe un posible sobrecalentamiento y la medida preventiva es informar sobre esta característica y realizar una medida de prevención inmediata. Luego tenemos las placas calientes que se encuentran en los interruptores, si al tocar las mismas poseen una temperatura alta fuera de lo común puede deberse a un problema eléctrico y debe realizar un cambio inmediato ya que esta puede ser una causa de incendio. Front demo tenemos el guion torres cuando esto se disparan o inclusive se funden al momento de tener un exceso de corriente, si observamos que esta acción se repite es importante realizar un cambio o reparación de este para evitar el incendio eléctrico (Collantes Alcívar, 2023)

2.5. Prevenir los incendios eléctricos por medio de la protección

La prevención de incendios es crucial para los sistemas eléctricos en las instalaciones de un edificio. Los sistemas contra incendio son vitales para lograr correctamente la detección generar alertas y abolir incendios, Con el objetivo de proteger la infraestructura y los que se encuentran dentro del edificio. Es crucial tener en cuenta 3 elementos dentro del sistema para trabajar con efectividad la detección notificación y extinción del incendio, dichos que se pueden ver respaldados por

sistemas electrónicos con características de precisión, respuesta rápido y confiabilidad al sistema. (Zhunio Medina, 2024)

2.5.1. Detección de incendios

Detectar de manera temprana los incendios es vital así lograr una respuesta rápida ante los mismos, lo primero a realizar es identificar señales, Para lograr aquello apoyarnos de tantos sensores como dispositivos eléctricos son clave entre ellos podemos encontrar detectores de calor que poseen un sistema óptico o también puede ser sistema fotoeléctrico capaz de detectar las partículas en el aire, mediante los módulos de entrada digital logra enviar en información y enviar una alarma si está la de quiere. Luego tenemos detectores de calor que se activan en el caso que exista un aumento la temperatura, poseen sensores especializados de coeficiente térmico negativo que sirve para detectar esas variaciones térmicas.

Entre los detectores especializados contra incendios están, los detectores de llama, Gracias a su sensibilidad ya sea por Sensibles a radiación ultravioleta (UV) o infrarroja (IR) y su circuito que posee fotodiodos y un procesador embebido para logra la detección de Positivos generados por la luz solar o inclusive por chispas. Luego tenemos las cámaras térmicas, realizan una captura de imagen cast cierto tiempo donde logran detectar mediante la visualización cuáles serían los puntos calientes, gracias a que estas integran un software que permite realizar un análisis térmico y enviar la alerta mediante el sistema de control TCP/IP. Por último, tenemos los rieles térmicos que se encuentran dentro del tablero eléctrico ayudando a la detección de sobrecargas térmicas y activar una protección automática. (Armijos Goercke & Guerrero Abad, 2024)

2.5.2. Alarmas y notificación

Luego de identificar o detectar cómo se generó el incendio, es importante dale sala donde notificaciones hacen los usuarios para poder evacuarlos con efectividad y rapidez. Dichas alertas pueden hacer mediante sirenas o alarmas conectadas por módulos en las salidas estratégicas, dicha que pueden ser programables mediante rieles o controladores tipológicos como lo es PLC. Otro tipo de dispositivo que se puede utilizar para avisar a los usuarios, son las luces estroboscópicas que son conectadas al panel de control mediante salida digital y suelen ser en las industrias muy ruidosas para tener un mayor alcance. (Yungán Pintag, 2016)

2.5.3. Supresión y extinción de incendios

Luego de detectar el Incendio y a la par que se realiza el agua ecuación es primordial realizar la extinción del fuego. Ah para aquello poder utilizar sistemas automáticos es clave mediante señales electrónicas o también pueden ser mediante controladores inteligentes. Entre los componentes que posee se encuentra el sistema de rociador automático o Sprinklers que utiliza elementos como válvulas solenoides, sensores de temperatura y memoria programable PLC, este último componente común en industrias logran activaron en zonas específicas (Sandoval Tapia, 2023).

Otro componente clave en la extinción de gases como CO₂, FM-200, entre otros; Mediante terrible disparo y sensores de presión liberan el agente gaseoso en áreas específicas para garantizar que se activen ante fallos. Sistema de espuma utilizado para logra la extinción del fuego, Posee una bomba eléctrica conectada a variadores de frecuencia y controladores de dosificación que ayudan a la regulación de la mezcla entre agua y agente espumante y lograr así realizar mediante las válvulas de control la extensión del fuego. Por último, tenemos los interruptores o seleccionadores automáticos que desconectan el sistema eléctrico en el área específica detectada evitando la propagación del fuego y logrando mediante rieles auxiliares el corte remoto al sistema central. (Sandoval Tapia, 2023)

2.6. Prevención de incendios eléctricos y consejos de seguridad

Existen protocolos para poder realizar una prevención en incendios eléctricos entre ellos tenemos los mantenimientos periódicos, crear una planificación, realizar una planificación y generar conciencia de la seguridad. (Espitia Escobar, 2023)

2.6.1. Realizar el mantenimiento eléctrico

Entre las prevenciones que se puedan hacer es realizar un mantenimiento cada cierto periodo para lograr así identificar cuáles serían los posibles riesgos del incendio y poder hacer las correcciones preventivas.

Entre las prevenciones que se pueden generar dentro del mantenimiento. Por ejemplo, es importante sustituir los cables que se encuentren en mal estado, cuando se detecte un circuito con sobrecarga se puede distribuir la misma utilizando varias tomas eléctricas, instalar disyuntores para evitar el fallo de Tierra dentro del circuito,

y crear una lista de comprobación para tener presente al momento de realizar el otro mantenimiento en un futuro. (Mario Cruz & Pablo Oliete, 2015)

2.6.2. Promover prácticas eléctricas seguras

Poseer hábitos eléctricos son necesarios para ejecutar trabajos eléctricos con seguridad. Entre ellas podemos encontrar utilizar siempre a un profesional calificado para realizar las reparaciones eléctricas, siempre poseer cables en buen estado, poseer una buena gestión de cables y evitar que estén cerca de puntos calientes para lograr así reducir la probabilidad de un posible incendio. (Martinez, 2024)

2.6.3. Elaborar un plan de emergencia

Un plan de emergencia es clave ya que este estimula la respuesta rápida y Gestiona una evacuación eficaz. Los protocolos de evacuación apoyados de un buen plan de seguridad contra incendios deben poseer los siguientes puntos:

- tener una ruta de evacuación y un plano para que los usuarios logren visualizarlo con facilidad y ejecutarlo en brevedad.
- Asignar Puntos de evacuación seguros para que los usuarios bien a ellos estos pueden estar ubicados en la calle frente al acceso principal o inclusive en el estacionamiento del edificio dependiendo del mismo
- Tener elementos para extinguir el fuego en el caso que no se logre evacuar la zona

2.6.4. Instalar detectores de humo

Herramientas como los detectores de humo Dentro del edificio es clave para lograr activar la alarma y realizar la evacuación. Es primordial asegurar que la instalación este en los diferentes niveles de la edificación y lograr así tener una mayor protección en la propiedad. Optimizar el funcionamiento, comprobar siempre que las alarmas estén en correcto funcionamiento cuando se realiza el mantenimiento periódico. (Lazo Avilez, 2023)

2.7. Normativas aplicables en el proyecto

Al momento de aplicar los elementos eléctricos en el área industrial es importante regirse a una normativa tanto para lo legal como lo técnico. Las normas para seguir en el área de seguridad contra incendios nos encontramos con IEC 60364,

Esta establece cómo realizar las instalaciones eléctricas de manera correcta en baja tensión y el Decreto Ejecutivo 2393 Logra que las condiciones donde se laboran sal de manera segura logrando así una eficiencia protección del personal y la seguridad técnica adecuada dentro de la planta. (National Fire Protection, 2007)

2.7.1. Norma internacional IEC 60364 2.8.2. reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo Decreto Ejecutivo 2393.

Señalaré instalaciones eléctricas de baja tensión cuenta con normas internacionales establecidas por la comisión Electrotécnica Internacional IEC. Entre las normas más comunes se encuentra HD 60364 que busca conjugar el resto de normas nacionales establecidos por IEC. La estructura establecida por comisión Electrotécnica Internacional en la sección 60364 nos habla de la adaptación nacional al realizar un histórico He lograr el cumplimiento por empleadores como lo es el inspector o el técnico asignado. También existen Manuales para alcanzar objetivos al momento de las instalaciones de los sistemas eléctricos (National Fire Protection, 2007)

Dentro de esta normativa se puede destacar y dividir por partes. Al principio de esta norma nos habla sobre principios fundamentales, características para realizar la correcta evaluación y sus definiciones claves. Luego en la parte cuatro habla sobre la protección de seguridad y la necesidad de esta.

Dan secciones específicas que podemos destacar por su relevancia como en la sección 41 y 42 que se enfoca en las protecciones eléctricas y térmicas, la sección 43 habla sobre cómo hacer la correcta aislación al momento de existir un exceso de corriente y por último tenemos la sección 44 que se enfoca en la protección al momento de haber variaciones electromagnéticas y tensión. (National Fire Protection, 2007)

Esta norma posee un sinnúmero de artículos, los iguales son todos claves para la seguridad contra incendios, pero entre los más relevantes se encuentran el artículo 705 al 710 De cómo realizar las instalaciones eléctricas en diferentes lugares como puertos deportivos camping caravanas incluso áreas agrícolas y médicas. Artículos como el 715, 717, 722, 740 y 753 nos habla como realizar las instalaciones dependiendo del comportamiento de la carga como son vehículos eléctricos,

alumbrado de baja tensión, sistemas de calefacción, entre otros. (Marinelli & Bustos Revol, 2019)

2.7.2. Reglamento De Seguridad, Salud De Los Trabajadores y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo Decreto Ejecutivo 2393

Este reglamento nos habla sobre artículos específicos a detallar. El primer artículo habla sobre cómo se va a disponer el reglamento él ha seguridad en el trabajo. Luego está el artículo cuatro que habla sobre la salud ocupacional y cómo es importante la responsabilidad edad en el área de seguridad y salud siguiendo las normas legales vigentes. (Pons Villanueva, 2021)

El artículo 7 al 2 e habla sobre cómo la correcta administración ante los trabajadores y la necesidad de poseer las correctas medidas en el área de salud y trabajo. La empresa necesita proporcionar Asus trabajadores con las medidas preventivas y la vestimenta adecuada para protegerlos al momento de realizar los trabajos asignados. También está la importancia de realizar un diagnóstico médico para asegurarse que el personal se encuentra Bien al momento de realizar alguna actividad física dentro del trabajo. La capacitación continua mediante cursos y charlas proporcionando información sobre los trabajos que se realizan y prevenciones en riesgo son claves para el empleado. (National Fire Protection, 2007)

2.7.3. Normativa del Cuerpo de Bomberos

Luego el reglamento ejecutado por el cuerpo de bomberos es clave en la seguridad contra incendios ya que éste proporciona el protocolo de ejecución. Por ejemplo, el artículo 26 y 35 habla sobre las características de la propiedad y cómo éstas influyen para realizar distintas inspecciones y cómo realizar la correcta identificación de posibles problemáticas, y de cómo el edificio por ejemplo la fachada debe estar adecuada a los vehículos del cuerpo de bomberos para poder facilitar la accesibilidad hacia el mismo. Luego tenemos el artículo 25 que habla sobre la concentración de personas, lo importante es poseer una brigada contra incendios que debe ser de más de 25 personas y que estos se encuentren correctamente capacitados para ejecutar la estrategia de evacuación al momento de realizar la misma. (SYSCOM, 2025)

También está el artículo 51 que habla sobre cómo lograr la correcta detección, evacuación extinción del incendio, y al mismo tiempo cómo la concentración de personas puede ser perturbada Al momento de presentar materiales como plásticos, acumulación de papel y los acabados como el cielo raso y mobiliario, y las distintas instalaciones eléctricas que se encuentran en el edificio, siendo estos fáciles de propagar el fuego.

CAPÍTULO III:

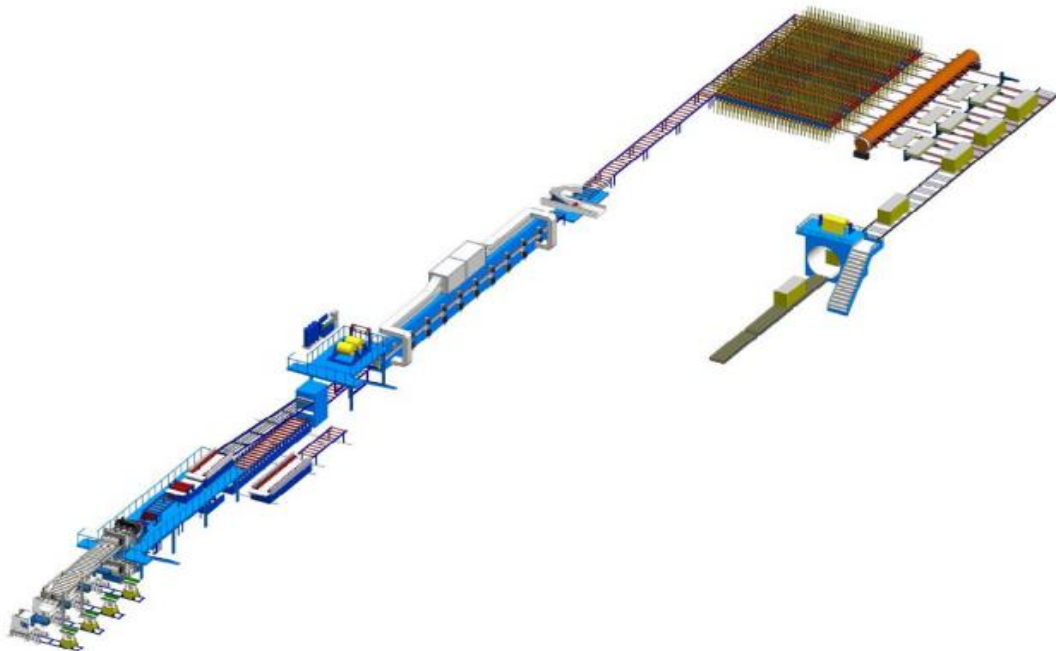
3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.1. Antecedentes

En el lapso de los últimos meses, la planta ha tenido interrupciones operativas por las fallas eléctricas dentro del sistema de suministro energético Y también el sistema de control se encontraba crítico. Al momento de analizar esta falla se encontró que fueron causadas debido a la sobrecarga de conductores, fallos en las protecciones térmicas y se encontró deficiencia en la ventilación interna del tablero eléctrico.

Luego de realizar una inspección, se detectó que el motor no poseía una protección térmica y en el sistema de ventilación del gabinete no se realizaba el correcto disparo de calor generado al momento de tener jornadas prolongadas. Aparte se detectó un patrón de los interruptores automáticos y cómo se disparaban estos frecuentemente logrando así pérdidas productivas y un paro inesperado por parte del sistema.

Figura 10 Maquina kronn advanced technology for sandwich panel lines



Nota. Elaboración Propia.

Dichos acontecimientos fueron reportados por el área de mantenimiento y producción ya que los mismos afectaban la continuidad de producción operativa logrando así el costo elevado de reparación y la reducción de vida útil de los distintos equipos. Por aquello es necesario realizar una revisión exhaustiva del sistema eléctrico de manera completa, Para poder hacer las correcciones respectivas y lograr implementar mejoras dentro del sistema, ya sea en protecciones y/o con máquinas más sensibles a la detección de fallas.

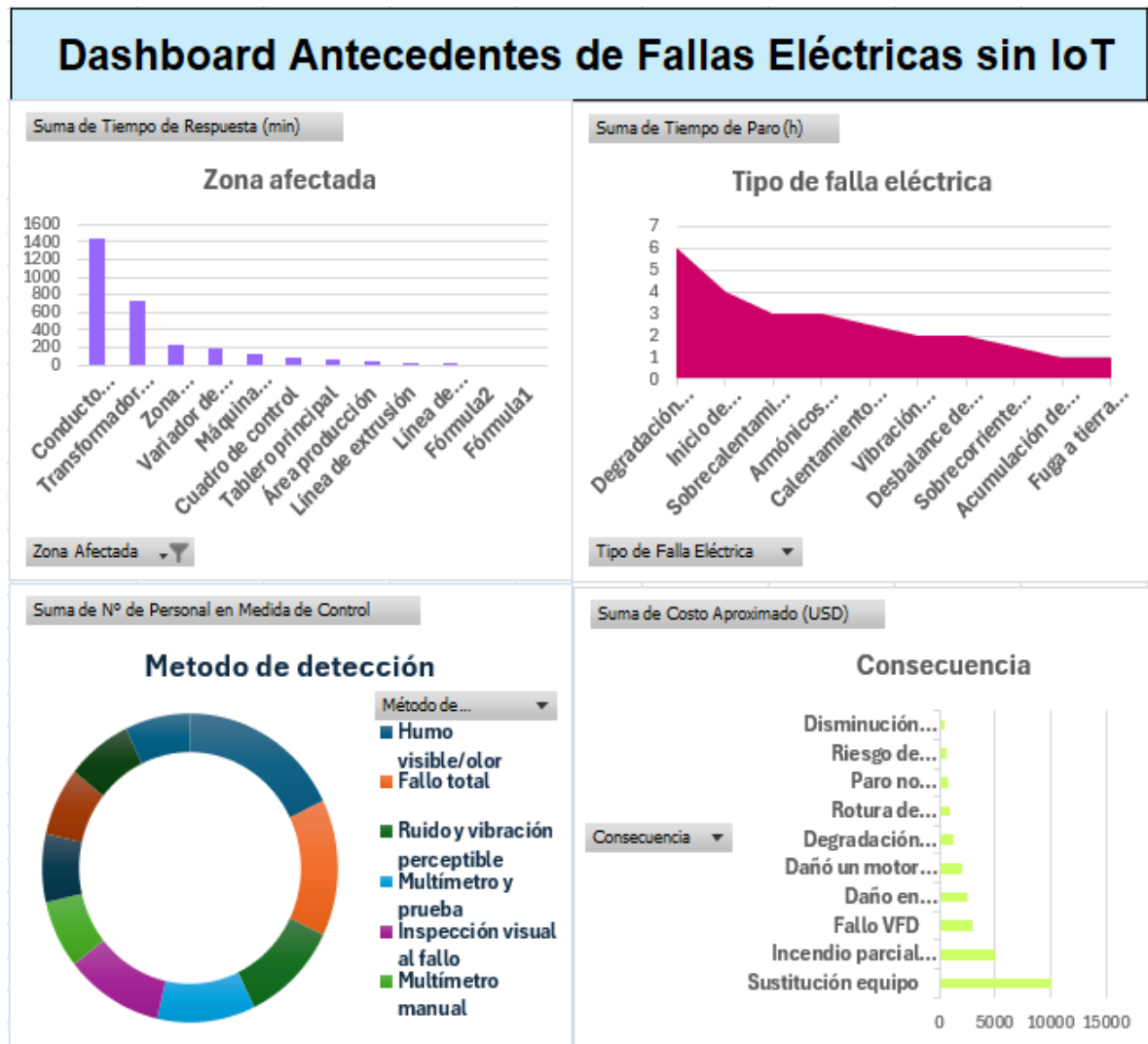
Tabla 1 Antecedentes de Fallas Eléctricas sin IoT

Fecha	Zona Afectada	Tipo de Falla Eléctrica	Método de Detección	Tiempo de Respuesta (min)	Consecuencia	Tiempo de Paro (h)	Costo Aproximado (USD)	Personal en Medida de Control
12/05/2025	Área producción	Sobrecalentamiento motor	Inspección visual al fallo	45	Daño en bobinado, reparación mayor	3	\$ 2,500	3
18/05/2025	Tablero principal	Calentamiento por mala ventilación	Tacto y olor a quemado	60	Degradación aislamiento	2.5	\$ 1,200	2
22/05/2025	Línea de extrusión	Inicio de combustión	Humo visible/olor	20	Incendio parcial de cableado	4	\$ 5,000	5
28/05/2025	Conducto ventilación	Acumulación de polvo	Revisión programada	1440	Disminución eficiencia	1	\$ 500	2
02/06/2025	Máquina espumadora	Vibración excesiva	Ruido y vibración perceptible	120	Rotura de rodamiento	2	\$ 1,000	3
06/06/2025	Línea de producción	Sobrecorriente puntual	Disparo interruptor	15	Paro no planificado	1.5	\$ 800	2
10/06/2025	Cuadro de control	Desbalance de fases	Multímetro manual	90	Daño un motor de 15 HP	2	\$ 2,000	2
14/06/2025	Zona empaquetado	Fuga a tierra intermitente	Multímetro y prueba	240	Riesgo de electrocución	1	\$ 600	3

18/06/2025	Variador de frecuencia	Armónicos elevados	Medición puntual	180	Fallo VFD	3	\$ 3,000	2
22/06/2025	Transformador principal	Degradación aislamiento	Fallo total	720	Sustitución equipo	6	\$ 10,000	4

Nota. Elaboración propia

Figura 11 Datos de Fallas Eléctricas con Sistema IoT Implementado



Nota. Elaboración propia

3.2. Descripción del proyecto

3.1.2. Problemática

La empresa Coheco S.A., ubicada en Guayaquil Qué se dedica a realizar procesos industriales, en el lapso de los últimos meses a tenido problemas eléctricos frecuentes afectando la producción, seguridad y su eficiencia operativa. Dichas fallas han provocado que las maquinas se detengan, generando que el personal técnico y

administrativo advierta del mismo ya que este genera un riesgo hacia el equipo y los empleados.

La causa más común de esta falla es el sobre calentamiento de los motores, ya que estos trabajan constantemente en condiciones exigentes y altas temperaturas. Aparte de esto no hay una correcta ventilación en el tablero eléctrico aumentando la problemática térmica, y la posibilidad de un cortocircuito aumenta llegando a casos extremos como un incendio. Todos estos disparos fueron analizados y generando una data histórica, Logrando así identificar que existe un desbalance de fases y falla en la variación de frecuencia, debido a esto, se ha generado atrasos en la producción.

Actualmente no existe un sistema ni monitoreo ni de supervisión, debido a estas problemáticas es esencial a la aplicación de este y realizar un mantenimiento periódico luego de Realizar las reparaciones de los daños ya detectados. En el caso de normalizar el mismo se puede llegar a consecuencias graves como condiciones térmicas altas, el paro de producción continuo él la limitación de la respuesta ante alguna emergencia.

3.2.2. Justificación del proyecto

Teniendo en cuenta estos problemas, hoy es importante ejecutar con inmediatez una solución tecnológica, confiable y preventiva. En ese proyecto se propone el diseño e implementación de un sistema inteligente para detectar de manera preventiva fallas eléctricas y lograr la prevención contra incendios utilizando tecnologías como la inteligencia artificial e internet de las cosas.

Dicha solución que busca implementar infraestructura tecnológica dentro de la planta con el objetivo de lograr el monitoreo de distintas variables como lo es la temperatura, corriente, humedad, e inclusive el comportamiento energético del sistema. Al momento de instalar sensores que poseen la tecnología IoT en componentes donde anteriormente se detectó una falla como fueron los motores y tableros eléctricos, adicionalmente en puntos clave como son los conductores y variadores, logrando la correcta evaluación de la salud del sistema eléctrico.

Esta información va a ser evaluada mediante plataformas digitales como LoRa, Wifi industrial o ZigBee, Las cuales poseen un modelo de inteligencia artificial que evalúa datos en tiempo real, Para detectar tanto anomalías, predicciones de posibles fallas, generar la alerta automática para evitar que se produzca un evento crítico. Este sistema incluirá módulos de respuesta automática para lograr cortar el suministro en

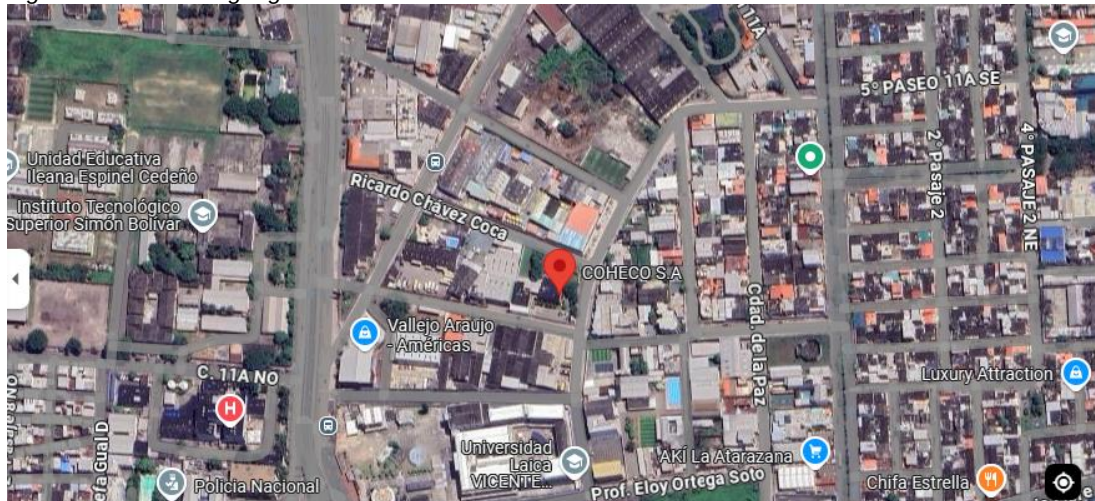
energético en zonas críticas detectadas, encender de manera correcta los ventiladores y si éste lo requiere activar las alarmas tanto visuales como sonoras protegiendo el equipo y el personal.

Implementar esta tecnología representa una inversión estratégica de la planta, dónde es necesario aplicar principios de la Industria 4.0, Logrando así poseer una prevención, anticipación y eficiencia sostenible del sistema. Este sistema ayudará a reducir los tiempos por inactividad, disminuir costos de reparación, prolongar la vida útil de equipos y cumplir con los estándares que exige la seguridad industrial mediante auditorías técnicas y aplicación de las normas. Para obtener una base donde existen los datos históricos es primordial para realizar la toma de decisiones y lograr la planificación del mantenimiento.

3.1.3. Ubicación

- La empresa Coheco S.A. ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador, con dirección Blanca Muñoz B y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil. Posee un área de 3.000 m² aprox.
- Las coordenadas geográficas
 - Latitud 2.138116° S
 - Longitud 79.909398° O.
 - Altitud 4 m.s.n.m.

Figura 12 Ubicación geográfica



Nota. Elaboración Propia

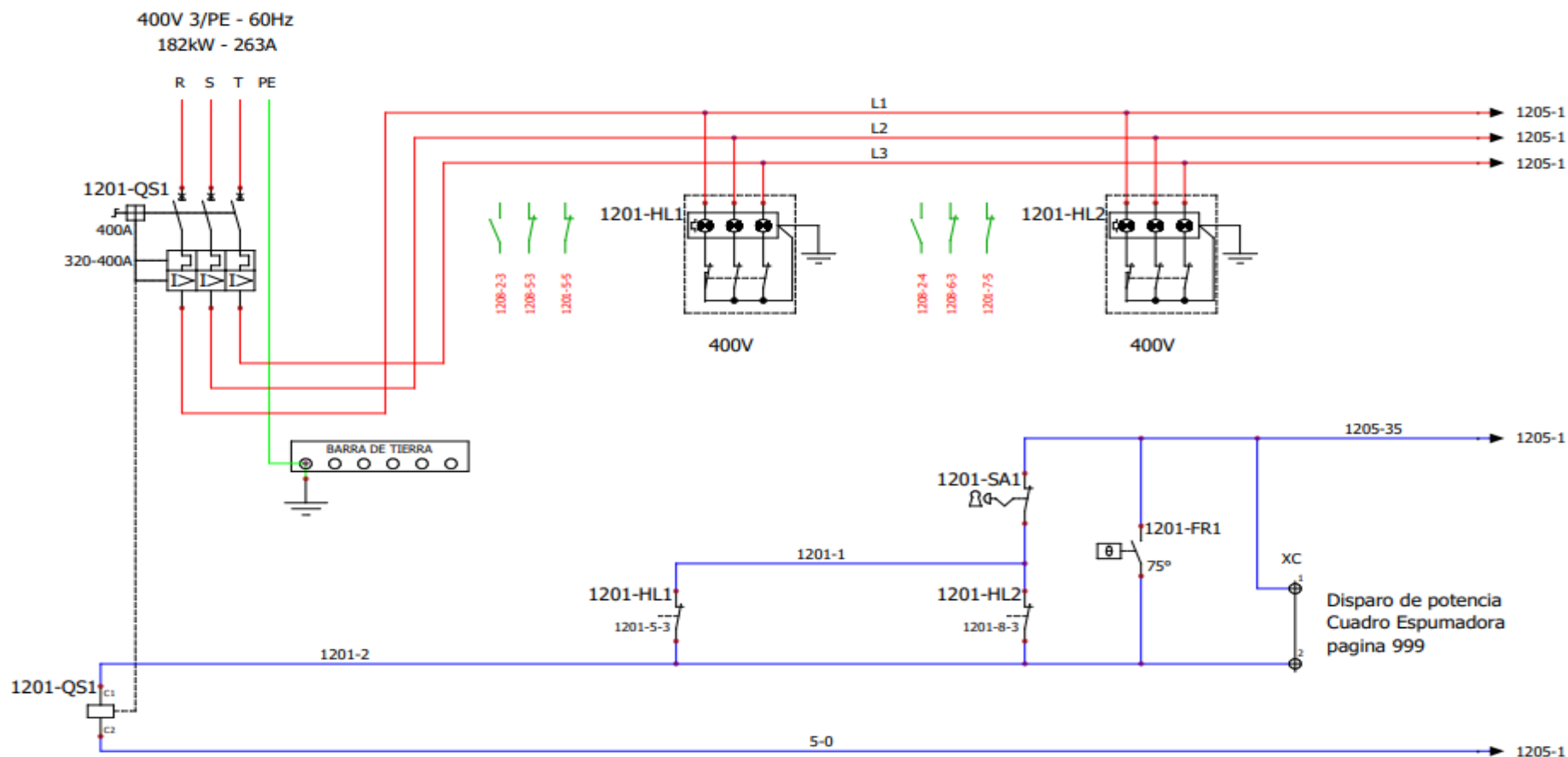
3.1.4. Diagrama unifilar

Este diagrama posee como componente principal la distribución de la planta en el área eléctrica, que se lo conoce comúnmente como cuadro general de baja tensión (CGBT). Posee una alimentación de la red trifásica 3~400 V, 50/60 Hz, con fases (R, S, T) y su puesta a tierra (PE).

Entre sus componentes están el interruptor principal QS1 que trabaja a 400 A, el cual funciona como seccionado y es capaz de aislar las instalaciones en el momento que se efectúe un mantenimiento o alguna emergencia. Luego de éste a través de las barras de distribución se alimentan las líneas (QF1, QF2, QF3) que poseen interruptores automáticos rotulados. Luego se deriva hacia el tablero secundario, cuadros de control de maquinaria, o sistemas de iluminación como en indica la figura 12.

Su importancia operativa está en el momento se genere un fallo dentro del sistema que comprometa el funcionamiento de la planta, debido a esto es esencial realizar un correcto diseño y mantenimiento de este. Las recomendaciones de este serían el monitoreo remoto por fase de consumo, realizar constantemente un análisis de la calidad del suministro energético y que sus protecciones diferenciales se expandan en un tiempo futuro.

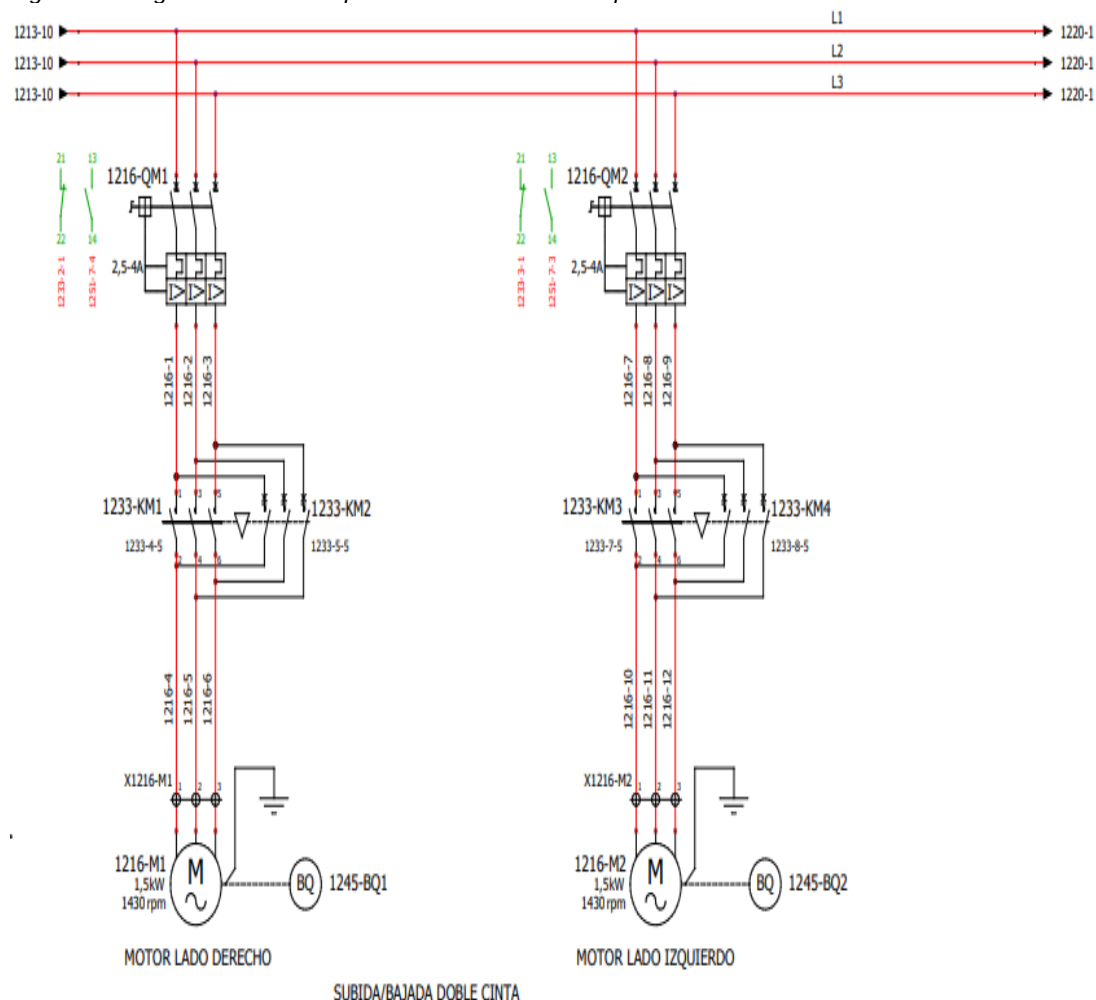
Nota. Elaboración propia



Luego tenemos un segundo diagrama que evidencia el sistema de alimentación, control y protección del motor de la espumadora donde anteriormente se detecto un problema. Este motor trifásico tiene un variador de frecuencia Siemens G120 Que logra la conexión del interruptor de línea y la protección del fusible G logrando actuar contra los cortocircuitos.

Luego está el riel térmico F2 Dicho que funciona para la protecciones contra la sobrecarga. No hay nos encontramos con el contactor KM1 y sistema de mando Que posee un botón de parada de emergencia SB1, luces piloto de señalización (HL1 para operación, HL2 para falla), y el enclavamiento para evitar arranques involuntarios como lo muestra la figura 13

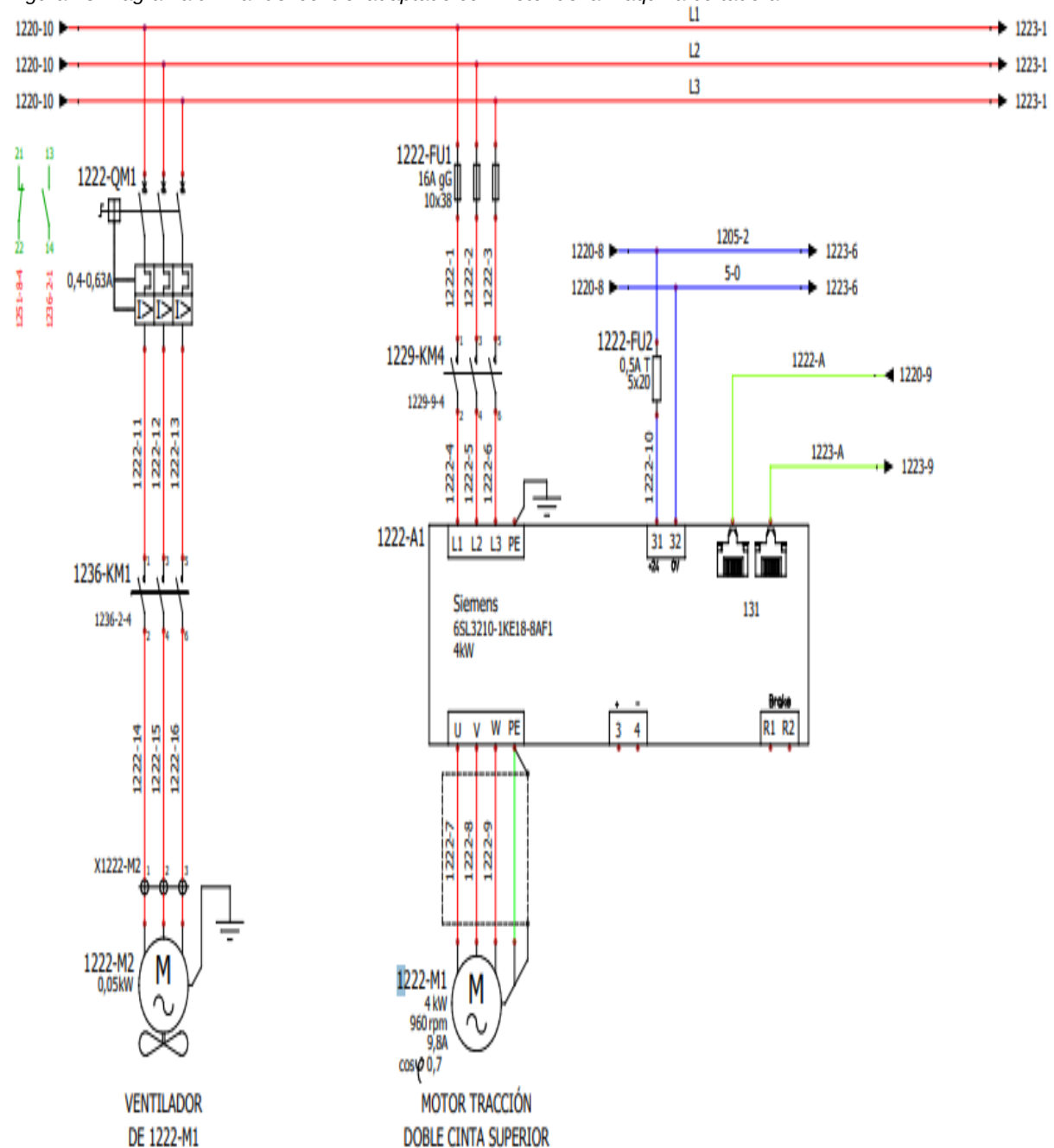
Figura 14 Diagrama unifilar acoplado del motor desde el panel HMI



Nota. Elaboración propia

Cuando se usa lógica de control lograr activar cuando se encuentren condiciones seguras el motor. Siendo así cuando este tenga fallos del variador o sobrecarga del misma, pudiendo detectar aquello cuando las luces pilotos realizan un cambio de color o cuando existe señalética clara visualmente. Siendo así que el botón de emergencia Cumple con las exigencias de la norma IEC 60204-1, causando la desconexión inmediata en la salida del variador sin causar algún daño en el motor.

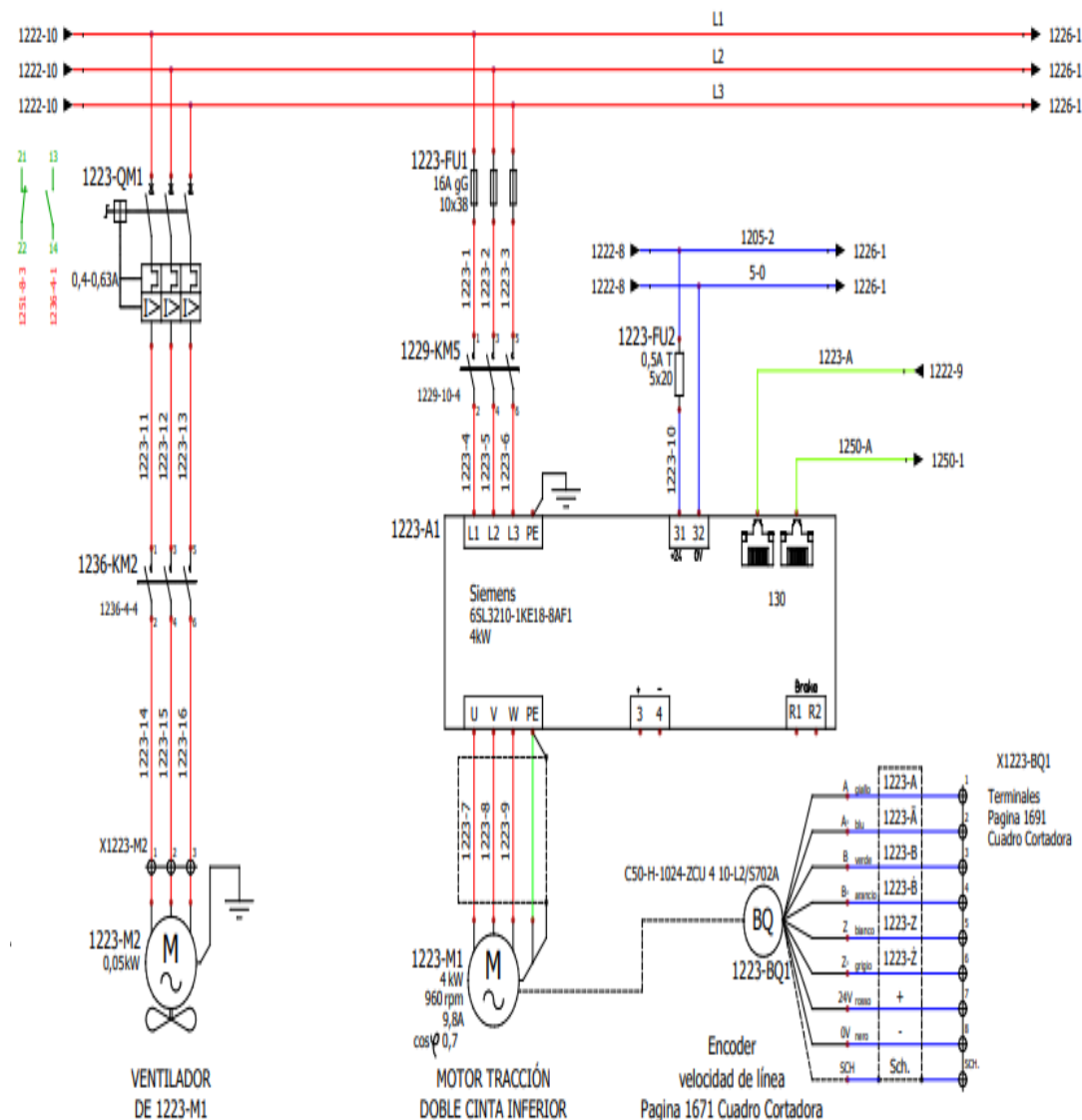
Figura 15 Diagrama unifilar del control adaptado con motor de la maquina cortadora



Nota. Elaboración propia

Dentro de los circuitos de iluminación, dichos se distribuyen en ambientes exteriores e interiores, donde la protección de diferenciales es esencial debido a que esta se encarga de la prevención Al aumento de existir algún contacto indirecto o puede darse la derivación de corriente. Logrando así que las salidas sean monofásicas y logren la protección de cada uno de los interruptores termomagnéticos, siendo las protecciones diferenciales vitales para encargarse de la prevención. Al momento de integrar elementos como fotoceldas o sensores de movimiento, lora que se automaticen el encendido de este dependiendo del horario de ocupación.

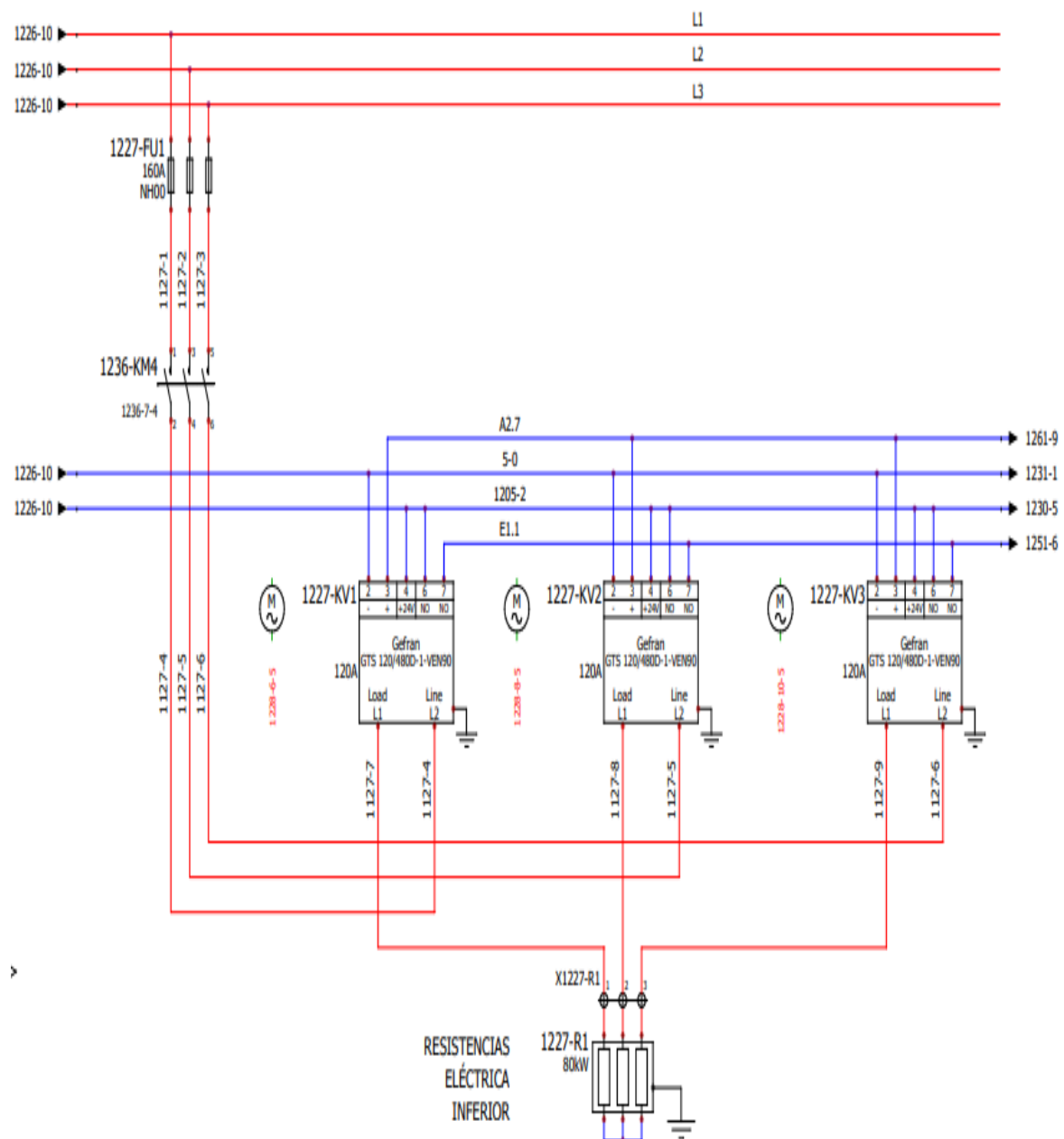
Figura 16 Diagrama unifilar de circuitos de iluminación



Nota. Elaboración propia

En el siguiente haremos unifilar dentro de la figura 16, tenemos un motor adicional el cual es controlado por un variador de frecuencia siemens y logra ejecutar funciones avanzadas como un controlador vectorial y frenado dinámico. Siendo así que el sistema cuente con elementos fundamentales como son los fusibles contadores sensores de estado y relés térmicos.

Figura 17 Diagrama unifilar del motor adicional



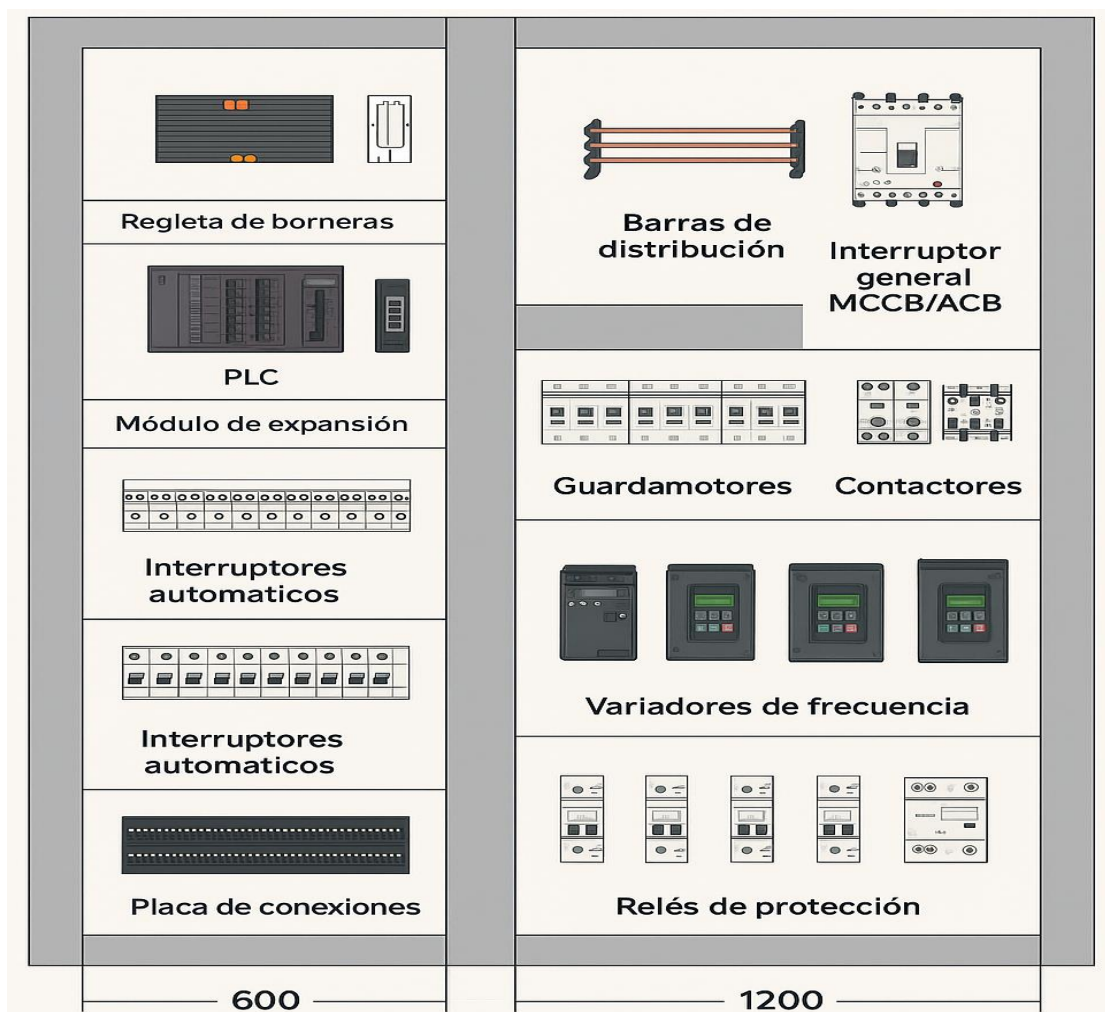
Nota. Elaboración propia

Descripción del tablero general:

El tablero contiene motores auxiliares al mismo tiempo servicios en general de la instalación industrial, logrando así que los esquemas de motores individuales que poseen un variador de frecuencia sean de apoyo para la iluminación limpieza ventilación de estos. Siendo estos agrupados por motor, integrar elementos como interruptores termomagnéticos, elementos de relés térmicos, contactores como ejemplo un interruptor electromagnético, variadores que pueden ser un variador de frecuencia (VFD), señalización con leds y control remoto mediante PLC.

Logrando el control eficiente de los distintos motores auxiliares que Tiene el mío para lograr el cumplimiento de tareas como mezclar dosificar o ventilar. Siendo protecciones térmicas y la señalización adecuada vitales para diagnóstico y supervisión de los fallos.

Figura 18 Tablero general de control



Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV:

4. DISEÑO DEL SISTEMA INTELIGENTE PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS USANDO IOT E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

4.1. Generalidad

Dicho proyecto tiene el objetivo de realizar una implementación mediante un sistema inteligente, el cual es capaz de detectar fallas eléctricas que estén orientadas a los incendios, integrando las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) e Inteligencia Artificial (IA), siendo estas involucradas en acción de supervisar zonas de riesgo dentro del sistema eléctrico tanto para media y baja tensión

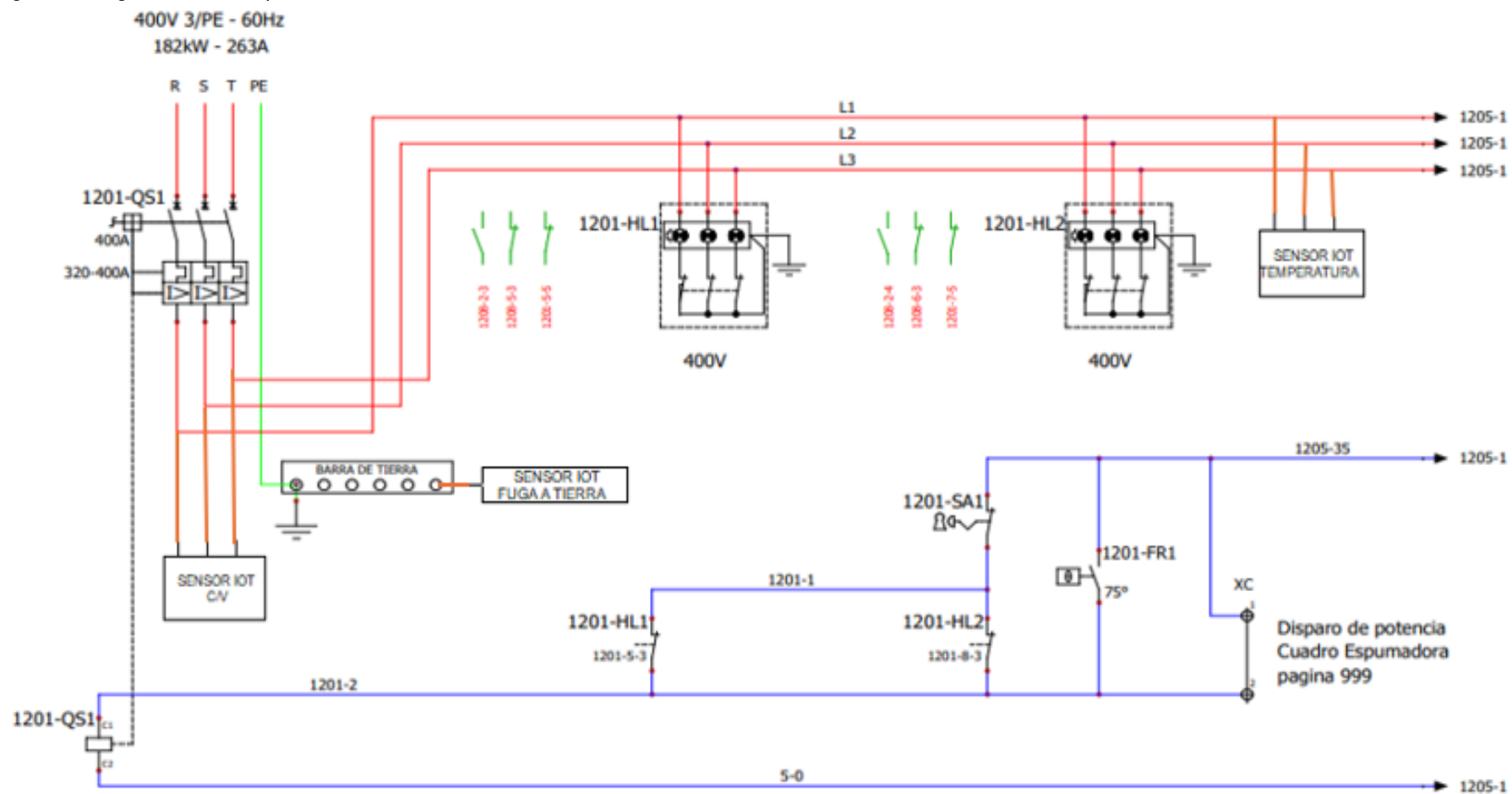
En ámbito industrial, los incendios debido a fallas eléctricas son comunes por causas de sobrecarga, fugas a tierra, falla de aislamiento, deterioro de componentes, conexiones flojas, entre otras. Dichos incendios no siempre son visibles al ojo humano y logran también identificar cuando necesita un mantenimiento el sistema.

Solución del proyecto

Diagramas con implementaciones del sistema iot

En el diagrama general de alimentación, representado en la (figura, se propone instalar medidores trifásicos de corriente y voltaje en la entrada del Tablero General y en cada salida hacia sub-tablero, con el fin de supervisar en tiempo real la carga, la calidad de energía y detectar desbalances de fase. Se añadirán sensores de temperatura en barras principales, bornes de interruptores y acoples, así como detectores de fuga a tierra en los ramales principales. Los equipos se conectarán mediante cableado industrial usando protocolos Modbus RTU/TCP y se alimentarán desde una red de 24 Vcc respaldada por UPS, asegurando disponibilidad continua de datos y alarmas tempranas en caso de sobrecalentamiento, sobrecarga o pérdidas de aislamiento.

Figura 19 Diagrama unifilar implementado sistema IoT



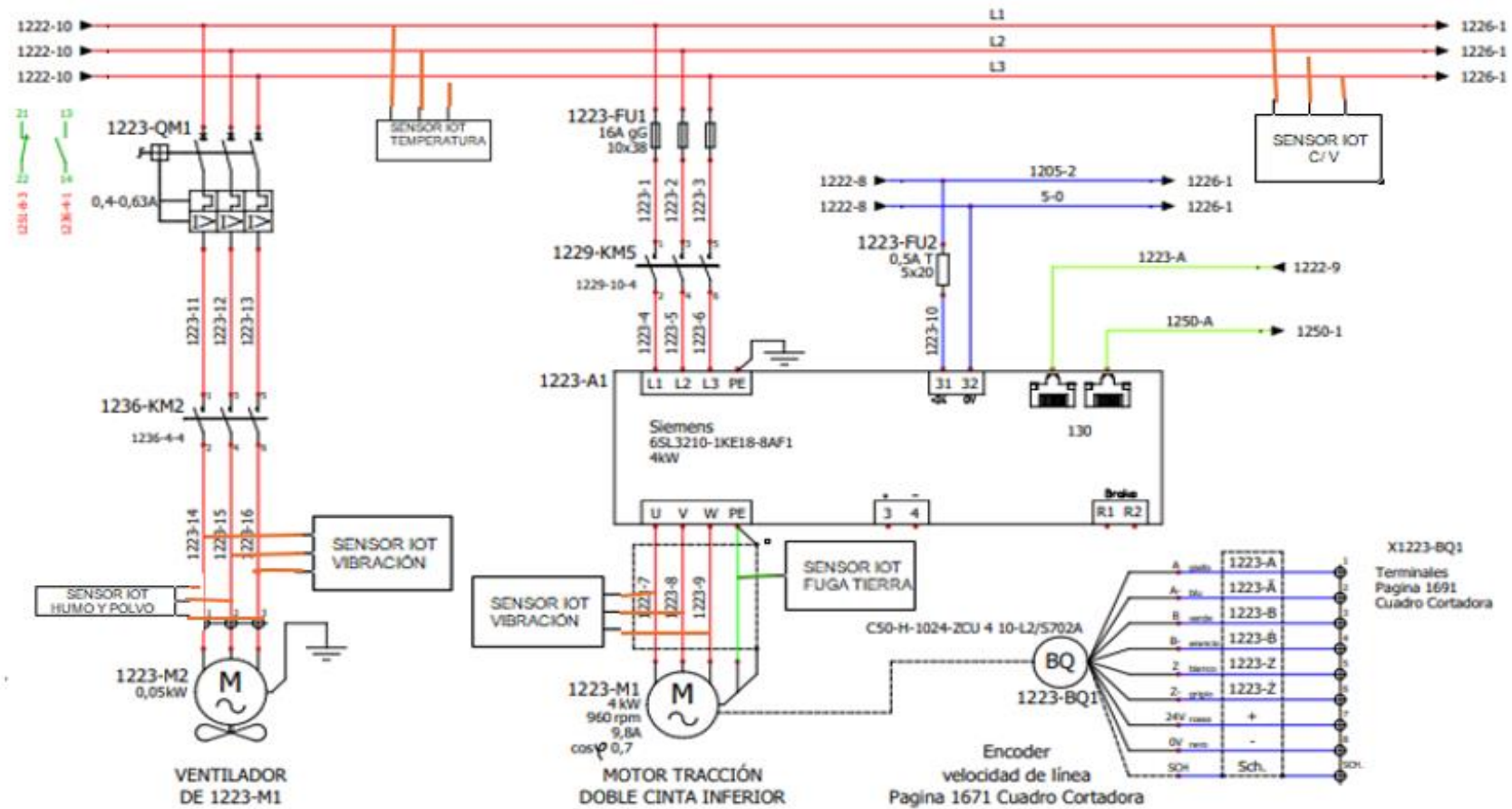
Nota. Elaboración propia

En la distribución secundaria y subtableros (figura), se incorporarán sensores de corriente y voltaje en los circuitos críticos para detectar sobrecargas y disparos intempestivos, así como sensores de temperatura en interruptores y regletas que soporten mayor demanda eléctrica. Se añadirán sensores ambientales de humedad y gases dentro de los gabinetes para prevenir condensación o acumulación de vapores inflamables. Los dispositivos cercanos al Gateway IoT estarán cableados, mientras que los ubicados en áreas distantes emplearán comunicaciones inalámbricas como LoRa o Zigbee para optimizar la instalación y minimizar interferencias.

En los tableros cerrados de control (figura), se instalarán sensores de humedad y temperatura ambiental para reducir el riesgo de condensación, junto con sensores térmicos en contactores y relés de alta conmutación para anticipar fallos por desgaste o conexiones flojas. También se integrarán detectores de fuga a tierra en las salidas hacia actuadores, garantizando la seguridad tanto del personal como de los equipos. Toda la información de estos sensores se transmitirá mediante buses IO-Link o Modbus hacia el PLC y, posteriormente, al Gateway IoT para su análisis predictivo y la activación de medidas preventivas.

En las celdas y derivaciones hacia procesos críticos (figura 20), se incorporarán medidores de calidad de energía para identificar armónicos, desbalances o caídas de tensión que puedan afectar cargas sensibles. Adicionalmente, se implementarán sensores de temperatura en las conexiones de transformadores y rectificadores, así como detectores de fuga a tierra ajustados para operar con variadores de frecuencia, donde las corrientes residuales son más difíciles de evaluar. Esta instrumentación permitirá ajustar parámetros, programar mantenimientos y prevenir fallos que podrían derivar en incendios o paros prolongados de producción.

Figura 20 diagrama unifilar incorporando sensores



Nota. Elaboración propia

En este diagrama eléctrico se muestra el sistema de potencia y control para un conjunto de resistencias eléctricas trifásicas, adaptado para la integración de sensores IoT con el fin de realizar monitoreo en tiempo real y detección predictiva de fallas. (Figura 21)

La alimentación proviene de una red trifásica (L1, L2, L3) que pasa primero por un fusible principal (1227-FU1) y un contactor de control (123K-KM4). En este punto se han colocado sensores IoT de voltaje, corriente y calidad de energía para registrar fluctuaciones, armónicos y caídas de tensión antes de que la energía llegue al sistema.

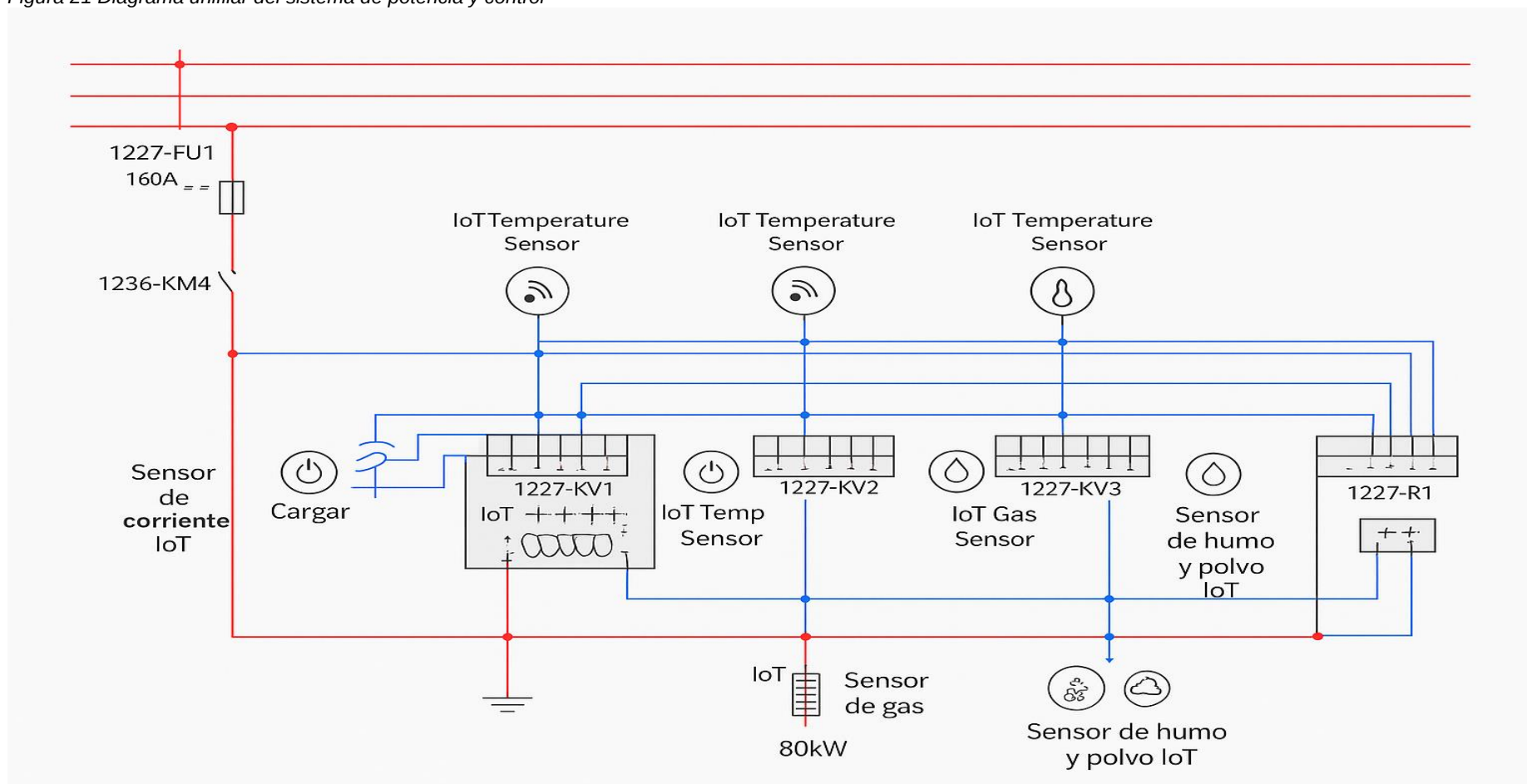
Cada rama de alimentación hacia los contactores (1227-KV1, KV2 y KV3) cuenta con sensores IoT de temperatura y corriente, instalados en la salida de las líneas, que permiten detectar sobrecalentamientos, sobrecargas o desbalances de fases.

En la sección de las resistencias eléctricas (1227-R1) se integran sensores IoT de temperatura superficial y ambiente, que miden el calor generado y alertan ante condiciones de riesgo por exceso de temperatura.

Adicionalmente, dentro del gabinete y en puntos cercanos a los bornes principales se incluyen sensores IoT de humedad y gases, destinados a prevenir condensación interna, acumulación de vapores inflamables o inicio de combustión por arcos eléctricos.

Todos los sensores están conectados de forma inalámbrica mediante protocolos como LoRaWAN o Wi-Fi industrial hacia una pasarela (Gateway) central, que recopila los datos, los procesa en la nube o en un servidor local, y envía alertas preventivas o comandos automáticos para desconectar el circuito o accionar ventilación y alarmas.

Figura 21 Diagrama unifilar del sistema de potencia y control



Nota. Elaboración propia

4.2. Análisis del Diseño del Sistema IoT

Este sistema posee cinco niveles en cual se encuentra se los sensores que las tecnologías del internet de las cosas, se encuentra la plataforma de conectividad, un servidor conectado a la nube y modulo lo que posee inteligencia artificial

4.2.1. SENSORES IOT (Smart Sensing)

La instalación propuesta tiene una serie de sensores que se encuentran en puntos críticos dentro de la red eléctrica. En componentes como lo es los distintos tableros, motores que se usen en el proceso industrial, y los transformadores que alimenten nuestro sistema.

Tipos de sensores:

- Sensor de temperatura: Tiene las funciones del monitoreo de la temperatura en sus conductores y conexiones.
- Sensor de corriente y voltaje: Realiza un constante análisis en fluctuaciones, picos, armónicos y desequilibrios de fase.
- Sensor de vibración: Localiza donde están los desgastes mecánicos dentro del motor que sean perjudiciales del sistema eléctrico.
- Sensor de humedad y gases: Encuentra las fluctuaciones a momento de existir cortocircuitos y arco eléctrico, mediante las condiciones atmosférica.
- Sensor de fuga a tierra: identifica las corrientes parasitarias y la protección de las mismas.

4.2.2. Plataforma De Conectividad

- Protocolos de conectividad avanzados: Tecnologías como LoRaWAN se utilizan para comunicaciones a larga distancia, mientras que ZigBee y Wi-Fi resultan más adecuados para entornos de alcance local.
- Conexión con gateways inteligentes que recopilan, comprimen y envían la información hacia el sistema central.
- Posibilidad de operación local o en la nube, según la infraestructura de la empresa

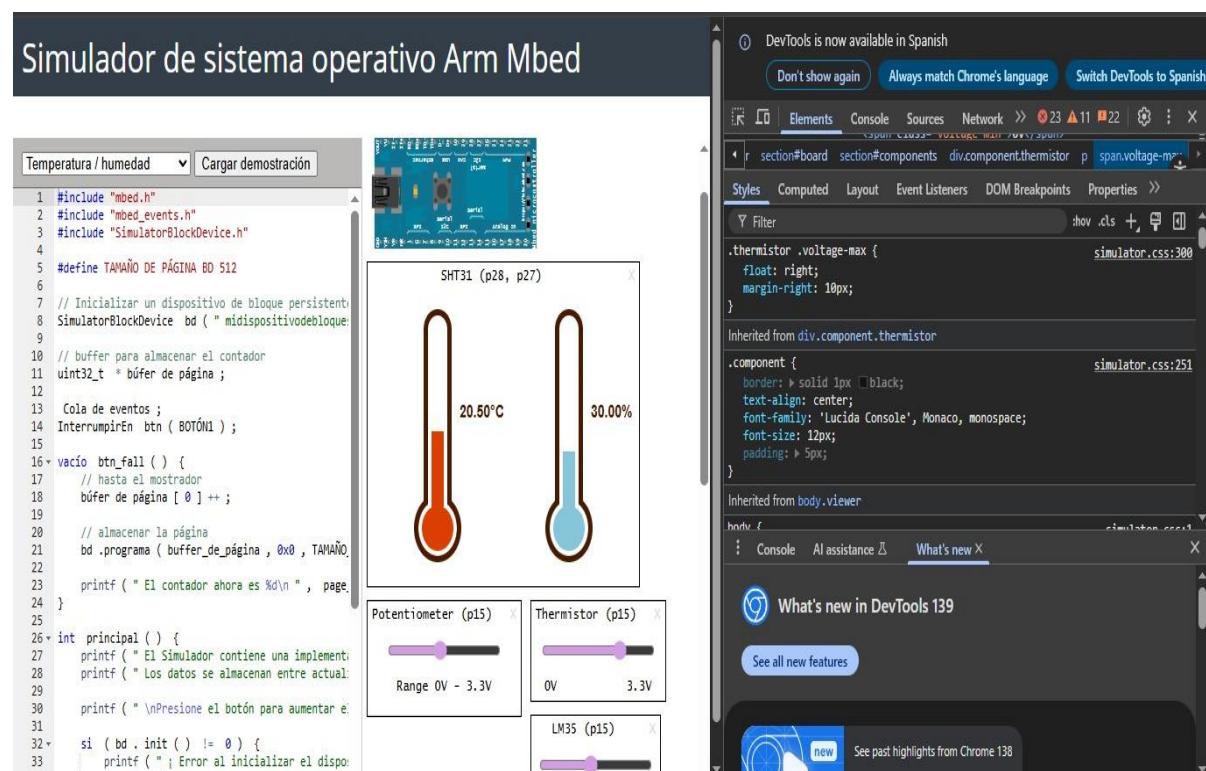
4.2.3. Servidor De Datos O Nube

- Servidores locales o plataformas cloud para registro continuo de datos eléctricos.
- Bases de datos estructuradas con almacenamiento histórico por fecha, ubicación, equipo, etc.
- Integración con sistemas de gestión energética (EMS) o SCADA industrial.

4.2.4. MODULO DE Inteligencia Artificial

El desarrollo de modelos predictivos se lo realiza mediante la aplicación de técnicas de machine learning basadas en registros históricos de fallas eléctricas para anticipar y mitigar futuros eventos. Identificación de patrones que preceden a fallas comunes como sobrecalentamiento, arcos eléctricos o disparos de protección. Emisión de alertas inteligentes con recomendaciones automáticas (reducir carga, activar ventilación, parar sistema)

Figura 22 Simulador de Sistema IOT



Nota. Elaboración propia

Figura 23 Monitoreo de los sensores y datos de la maquina



Nota. Elaboración propia

La figura 23 se muestra una interfaz industrial dedicada al control y al monitoreo de este proceso productivo, donde podemos contemplar una pantalla HMI (Human Machine Interfaz) junto a varios botones físicos que permiten operar la maquinaria industrial. El panel permite visualizar, en tiempo real, los parámetros más

críticos del sistema como la presión, la temperatura, el caudal de la bomba y el estado de esta, indispensable para poder continuar el proceso.

Esto combinado con la sensorización, donde se introyectan sensores IOT a un sistema o a un dispositivo, permitiría que cada una de las variables mostradas en la pantalla fueran enlazadas de un modo automático a una plataforma en la nube, permitiendo la realización de las siguientes acciones:

- Monitoreo del proceso desde un terminal móvil o un ordenador personal.
- Alertas automáticas por anomalías (picos térmicos, caídas en la presión, subidas en la carga).
- Análisis predictivo por fallos en la maquinaria e instrumentación para el mantenimiento.
- Control de datos de toma de decisiones estratégicas y auditorías técnicas.

4.3. Beneficios del Proyecto

Operativos

- Reducción de fallas eléctricas hasta en un 90% gracias al mantenimiento predictivo basado en datos.
- Optimización de procesos de mantenimiento, permitiendo programar intervenciones sin afectar la producción.
- Mayor disponibilidad y confiabilidad de maquinaria crítica.
- Mejora del flujo de producción al evitar paros inesperados.
- Monitoreo remoto desde cualquier ubicación.

Económicos

- Ahorro promedio por evento evitado: entre \$400 y \$1.500 por incidente (simulaciones reales).
- Reducción del gasto energético gracias a la operación más eficiente de motores y cargas.
- Menor inversión en reparaciones de emergencia.
- Reducción de costos por siniestros e interrupciones prolongadas.
- Retorno de la inversión (ROI) estimado en menos de 12 meses tras la implementación.

Seguridad

- Prevención de incendios eléctricos mediante detección temprana de anomalías.
- Cumplimiento con normativas de seguridad eléctrica (RETIE, NFPA 70, IEC 60364).
- Disminución del riesgo eléctrico para operarios y técnicos.
- Mejora en la cultura de seguridad industrial de la empresa.

Ambientales

- Reducción de emisiones de CO₂ indirectas al optimizar el uso de energía.
- Eliminación de contaminantes por sobrecalentamientos o fugas en transformadores.
- Contribución a una operación más limpia, segura y eficiente.

4.4. Impacto a Corto, Mediano y Largo Plazo

Tabla 2 Impacto a corto, mediano y largo plazo entre un lapso de 0 meses a 1 año

Plazo	Impacto Esperado
Corto (0-3 meses)	Instalación del sistema, capacitación del personal y reducción inmediata de incidentes.
Mediano (6-12 meses)	Ahorro económico tangible, integración con otras áreas y análisis de tendencias.
Largo (1 año +)	Transformación digital completa del sistema eléctrico y evolución hacia una planta inteligente.

Nota. Elaboración propia

4.5. Proyección de Pérdidas y Ahorros con Sensores IoT

Vamos a estimar el costo de inversión del sistema IoT y calcular en cuánto tiempo se recupera según los ahorros proyectados.

Tabla 3 Materia Prima de Sensores IoT

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
-------------	----------	----------------------	-------------------

Sensor de temperatura LM35/DHT22	10 unidades	15	\$ 150
Sensor de humo MQ-2	8 unidades	25	\$ 200
Sensor de vibración industrial	6 unidades	60	\$ 360
Módulos IoT (LoRa, WiFi industria)	6 unidades	80	\$ 480
Gateway IoT / Concentrador de datos	2 unidades	300	\$ 600
PLC / Controlador lógico programable	1 unidad	1.000	\$ 1.000
Tableros eléctricos (para integración)	2 unidades	400	\$ 800
Cableado, conectores y canalizaciones	Lote	200	\$ 200
Dispositivos de protección (fusibles, relés, etc.)	Lote	150	\$ 150
Rociadores automáticos / Sistema de alarma	Lote	500	\$ 500
Total, Materia Prima			\$ 4.440

Nota. Elaboración propia

Tabla 4 Mano de Obra Directa

Actividad	Cantidad de Horas	Costo por Hora (USD)	Costo Total (USD)
Diseño eléctrico y programación	40 h	20	\$ 800
Instalación de sensores y cableado	60 h	18	\$ 1.080
Configuración de red IoT y Gateway	20 h	20	\$ 400
Integración de PLC y alarmas	20 h	22	\$ 440
Pruebas y puesta en marcha	20 h	18	\$ 360
Capacitación de personal	10 h	18	\$ 180
Total, Mano de Obra Directa			\$ 3.260

Nota. Elaboración propia

Tabla 5 Costos Indirectos

Concepto	Detalle	Costo (USD)
Transporte y logística	Traslado de equipos y materiales	\$ 300

Licencias de software / Plataforma IoT	Anual	\$ 1.000
Energía eléctrica y pruebas	Consumo estimado en pruebas	\$ 150
Herramientas y equipos auxiliares	Alquiler o depreciación	\$ 250
Seguridad industrial y señalética	Cascos, guantes, extintores, etc.	\$ 200
Mantenimiento preventivo (primer año)	Revisión trimestral de sensores	\$ 600
Total, Costos Indirectos		\$ 2.500

Nota. Elaboración propia

Tabla 6 Total de Inversión Inicial del Proyecto

Concepto	Monto (USD)
Materia Prima	\$ 4.440
Mano de Obra Directa	\$ 3.260
Costos Indirectos	\$ 2.500
Total Inversión	\$ 10.200

Nota. Elaboración propia

Costos Anuales de Operación

Incluyen mantenimiento de sensores, licencias de software, energía y soporte técnico.

- **Estimación anual:** USD 17.500

Beneficios Financieros Anuales Estimados:

- Reducción de fallas eléctricas: Hasta 90% (evita pérdidas por paradas).
- Mayor seguridad y protección de activos: incendios y daños críticos.
- Optimización energética y mantenimiento predictivo.
- Cumplimiento de normativas internacionales (IEC, NFPA).

Tabla 7 Beneficios Económicos Estimados

Concepto	Beneficio Estimado (USD/Año)
Reducción de paradas de producción	\$ 30.000
Evitar daños a infraestructura y equipos	\$ 50.000

Ahorro en costos de reparación	\$ 12.000
Ahorro en seguros y auditorías	\$ 3.000
Optimización energética	\$ 7.000
Productividad y eficiencia operativa	\$ 15.000
Beneficio Total Anual Estimado	\$ 117.000

Nota. Elaboración propia

Ganancia Neta Anual Estimada:

Beneficio Total Anual–Costos Anuales de Operación =

117.000–17.500=99.500 USD

Análisis de Retorno de Inversión (ROI):

Ecuación 1 Análisis de Retorno de Inversión

$$ROI = \frac{99500}{10200} \times 100 \approx 975\%$$

Tiempo de Recuperación

Ecuación 2 Tiempo de Recuperación

$$Tiempo \approx \frac{10200}{99500} \approx 1,2 \text{ meses}$$

Tabla 8 Análisis General

Concepto	Valor (USD)
Inversión Inicial Total	\$ 10.200
Costos Anuales de Operación	\$ 17.500
Beneficios Anuales Estimados	\$ 117000
Ganancia Neta Anual	\$ 99.500
ROI Aproximado	975%
Tiempo de Recuperación	1,2 meses

Nota. Elaboración propia

Conclusión del análisis

- El proyecto es altamente rentable en poco más de 1 mes se recupera la inversión inicial.
- A partir del segundo mes, todo ahorro es ganancia neta.

- Se reducen riesgos de incendios y costos de reparaciones, a la vez que mejora el cumplimiento normativo.
- Se trata de un sistema escalable y sostenible, alineado con Industria

CONCLUSIONES

Lo primero que se realizó fue el análisis del sistema eléctrico y su situación actual, logrando identificar las deficiencias operativas y técnicas que tienen que ver con la seguridad contra incendio y perjudican la producción continua. Dándonos como resultado problemas como el sobrecalentamiento de motores, disparos intempestivos de protecciones térmicas, deficiencias en la ventilación de tableros y desequilibrios de fases. Dichas que causan pérdidas económicas y reducir la vida útil de los equipos eléctricos.

Siento así que en la falla no sólo necesita Realizar su respectiva corrección, cual también es necesario hacer un análisis de los riesgos eléctricos que existen dentro de la planta e implementar un sistema de monitoreo continuo y análisis predictivo. Este sistema posee tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) y de Inteligencia Artificial (IA) las cuales logran mediante sensores obtener una base de datos para detectar anomalías de distintos parámetros, para posteriormente activar los protocolos respectivos de manera automática, ya sean estos en las pagar equipos o enviar alertas a los usuarios para la evacuación del edificio.

Dicha implementación está respaldada por las normativas internacionales NFPA 70 y IEC 60364. Finalmente, logrando que este proyecto adquiera soluciones tecnológicas Con el objetivo de prevenir y detectar las distintas fallas y realizando una inversión el cual es amortiguaba en un año calendario.

RECOMENDACIONES

Dentro del Sistema existen tecnologías como IA y IoT, mismas que ayudan a detectar las fallas eléctricas y lograr la correcta prevención contra incendios. Al momento de instalar los sensores se deben detectar los correctos puntos estratégicos en las zonas críticas de la empresa, luego dicha ubicación debe realizarse un levantamiento técnico según el nivel de riesgo que exista, la importancia que posee este equipo y la falla que podría tener el mismo. Luego esta información debe ser monitoreada y guardada preferentemente en la nube, es recomendable que las alertas se emitan a través de paneles SCADA, aplicaciones móviles o correo electrónico, para facilitar una respuesta inmediata del personal de mantenimiento y seguridad.

La implementación debe realizarse junto a un plan de capacitación continua logrando que el personal tanto técnico como de mantenimiento. Siendo así, al ejecutar planes de emergencia o realizar simulacros especializados en emergencias eléctricas y cómo actuar contra ellos. Todo esto es recomendable que sea ejecutado mediante las normas NFPA 70 y 60364. Evidenciando la importancia de la seguridad del personal, cómo el realizar auditorías eléctricas disminuye la probabilidad de problemas y realizar una correcta ejecución en el momento de evacuar el edificio.

Adaptar un plan de mantenimiento predictivo, apoyado en la información histórica generada por el sistema. Plan que lograr detectar patrones de desgaste, priorizar la intervención en equipos de alto riesgo y realizar reemplazos o ajustes antes de que se produzcan fallas graves. Con esta estrategia se reducirá el tiempo de inactividad no planificada, se optimizarán los recursos de mantenimiento y se aumentará la vida útil de la maquinaria.

Anexos

Anexo 1 Ficha técnica del sensor de temperatura



DATA SHEET

EXPLOSION PROOF THERMAL DETECTORS

THERMOTECH®

DESCRIPTION

The Thermotech thermal detectors are normally open devices designed especially for fire detection and alarm systems. The detectors are a rate anticipation type that operate immediately whenever the ambient area temperature reaches the preset temperature setting of the detector, regardless of how fast or slow the temperature rises. When the temperature drops back down below the set-point, the detector will reset itself.

Under rapid heat increase situations, the rate anticipation feature allows the detector to respond one to three degrees ahead of the set-point. However, the detector does not respond to momentary fluctuations of temperatures below that of the alarm setting, thus eliminating false alarms.

APPLICATION

The Thermotech explosion-proof thermal detectors are used to detect the presence of heat beyond the detector's temperature set-point for the purpose of activating a fire alarm and/or automatic suppression system. The detectors are explosion rated for Class I and Class II hazardous environments. The maximum area coverage for each detector is rated at 40 ft. x 40 ft. in accordance with the manufacturer's specified limitations.

SPECIFICATIONS

Part Numbers:	60-008 135°F Ex-Proof Thermal 60-009 194°F Ex-Proof Thermal
Electric Rating:	6-125 VAC 5 amps 6-25 VDC 1 amp 125 VDC 0.5 amp
Area Coverage:	40 ft. x 40 ft. max.



APPROVALS:

- UL Listed
- FM Approved
- CSFM
- City of New York



DETECT-A-FIRE®

DESCRIPTION

The Detect-A-Fire thermal detectors are normally open devices designed especially for fire detection and alarm systems. The detectors come in a range of temperature settings from 190°F to 450°F. Each is color coded to visually indicate its temperature setting. (Refer to the table below)

The detectors are rate compensation type that operate immediately whenever the ambient area temperature reaches the preset temperature setting of the detector, regardless of how fast or slow the temperature rises. When the temperature drops back down below the set-point, the detector will reset itself. However, the detector does not respond to momentary fluctuations of temperatures below that of the alarm setting, thus eliminating false alarms.



APPLICATION

The Detect-A-Fire explosion-proof thermal detectors are used to detect the presence of heat beyond the detector's set-point for the purpose of activating a fire alarm and/or automatic suppression system. The detectors are explosion rated for Class I, Groups B, C and D and Class II, Groups E, F and G hazardous environments. The maximum spacing for each detector is shown in the table below.



APPROVALS:

- UL Listed
- FM Approved
- ULC Listed

SPECIFICATION

Part Numbers: 60-021 190°F Ex-Proof Thermal
60-018 225°F Ex-Proof Thermal
60-038 275°F Ex-Proof Thermal
60-022 325°F Ex-Proof Thermal
C60-007 450°F Ex-Proof Thermal

Electric Rating: 125 VAC 5 amps
125 VDC 0.5 amp

°F Setting and Tolerance	Color Coating	Spacing (feet)		
		UL	FM	ULC
190 + 7/-8	White	50	50	25
225 + 7/-8	White	25	50	25
275 ±10	Blue	25	50	25
325 ±10	Red	50	50	25
450 ±15	Green	25	50	25

www.fike.com

Form No. E.1.15.01-2, December, 2016

This document is only intended to be a guideline and is not applicable to all situations. Information subject to full disclaimer at <http://www.fike.com/disclaimer>

2 of 2



VIEW High Sensitivity Smoke Sensor

NFXI-VIEW



High Sensitivity Smoke Sensor

General

The VIEW™ high sensitivity, high gain amplifier based intelligent smoke sensor is a unique offering from NOTIFIER that provides extremely high sensitivity to fire conditions, by detecting the earliest particles of combustion.

This is achieved by combining a patented optical chamber with advanced high power output IR LED diode and precision optics technology, which is matched with a unique superior high gain IR receiver amplifier, enhancing the sensitivity of the device. The chamber is supported by sophisticated processing circuitry and microprocessors that feature smoothing-filter algorithms to help eliminate transient environmental noise conditions, and reduce nuisance alarms.

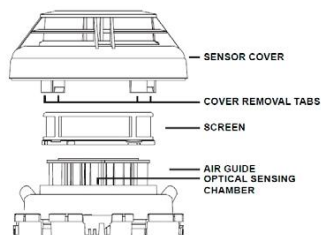
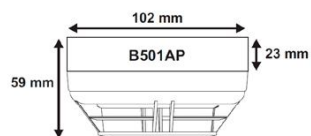
The advanced detection capabilities are combined with enhanced AWACST™ algorithms in the NOTIFIER fire control panel. The result is a very sensitive but stable system that can achieve 0.06 to 6.41% / m obscuration sensitivity, providing up to 100 times more sensitivity than a standard photoelectric smoke sensor.

In addition, the light beam and algorithms, allow the system to differentiate between dust and smoke particles. Using these algorithms, the VIEW™ system provides drift compensation, three levels of maintenance alert, selection of nine alarm levels and nine pre-alarm levels. The system includes a self-learn sensitivity adjustment to set the pre-alarm level just above the peak levels sensed over extended periods for each sensor's actual environment. Multiple sensor algorithms permit the control equipment to consider readings from up to six sensors in an area to provide faster detection of incipient fires.

Using a point type intelligent sensor, the VIEW™ system inherently does not have transit times from sensing points to a detector, (a factor inherent in aspiration systems) delaying the sensing of a fire condition and since it does not rely on a single sensor for the room, no dilution can occur. A point sensor also enables the control panel to provide the operator with a pinpoint description of where the fire is located rather than a room alarm.

Features

- › Extremely high sensitivity, high power output IR LED and high gain IR receiver amplifier based smoke sensor
- › Improved signal stability using the latest LED technology for professional applications
- › Redesigned smoke chamber to further reduce the risk of false alarms
- › 3-colour LED's to locate alarms and speed up diagnostics and fault finding
- › Integrated and controlled isolators
- › Support for the latest OPAL protocol which offers superior performance and diagnostics capabilities
- › Full backward compatibility with existing systems
- › Rotary decade address switches



SPECIFICATIONS

MECHANICAL SPECIFICATION	
HEIGHT	59mm installed in B501AP base
DIAMETER	102mm
WEIGHT	110g
MAX WIRE GAUGE FOR TERMINALS	2.5mm ²
COLOUR	Pure White (RAL9010)
MATERIAL	PC/ABS FR
ELECTRICAL SPECIFICATION	
OPERATING VOLTAGE RANGE	15 to 32V DC
MAXIMUM STANDBY CURRENT	250µA at 24VDC (no communications) 300µA at 24VDC (Red blink enabled, once every 5s)
LED CURRENT	Red: 1.0mA at 24V DC Green: 3.0mA at 24V DC Yellow: 4.0mA at 24V DC
ISOLATION CURRENT	12mA at 24VDC
MAXIMUM CONTINUOUS CURRENT	1A (Switch Closed), Voltage at 24VDC
ADDITIONAL LOOP RESISTANCE	Typical 80 mohm @24V (max 170mohm @ 15V)
REMOTE OUTPUT VOLTAGE	22.5VDC
ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS	
APPLICATION TEMPERATURE RANGE	-10°C to +55°C
HUMIDITY	10 to 93% relative humidity (non-condensing)
AIR SPEED	0-20 m/s
SENSITIVITY SETTINGS	
ALARM LEVEL NO.1	0.06%/m smoke obs. (0.02%/ft)
ALARM LEVEL NO.2	0.10%/m smoke obs. (0.03%/ft)
ALARM LEVEL NO.3	0.16%/m smoke obs. (0.05%/ft)
ALARM LEVEL NO.4	0.33%/m smoke obs. (0.10%/ft)
ALARM LEVEL NO.5	0.66%/m smoke obs. (0.20%/ft)
ALARM LEVEL NO.6	1.65%/m smoke obs. (0.50%/ft)
ALARM LEVEL NO.7	3.24%/m smoke obs. (1.00%/ft)
ALARM LEVEL NO.8	4.85%/m smoke obs. (1.50%/ft)
ALARM LEVEL NO.9	6.41%/m smoke obs. (2.00%/ft)
ORDERING INFORMATION	
NFXI-VIEW	VIEW™ high sensitivity analogue addressable IR smoke detector, built-in isolator.
B501AP	Analogue Sensor Base

NOTIFIER by Honeywell

140 Waterside Road
Hamilton Industrial Park
Leicester
LE5 1TN

T: +44 (0) 203 409 1779
www.notifierfiresystems.co.uk

This document is not intended to be used for installation purposes.
We try to keep our product information up-to-date and accurate.
We cannot cover all specific applications or anticipate all requirements.
All specifications are subject to change without notice.

©2019 NOTIFIER by Honeywell. All rights reserved.
Unauthorized use of this document is strictly prohibited.
N-VIEW_EN | Rev01 | 03-2019

 **NOTIFIER**[®]
by Honeywell

I. ABOUT ALTA WIRELESS SENSORS

GENERAL DESCRIPTION

Monnit ALTA® Sensors are global game changers for nearly any industry application like food services, manufacturing, facility management, agriculture, petrochemical, logistics, pharmaceutical, and health care. There are 80+ types of ALTA Wireless Sensors, allowing for remote monitoring of many different conditions.

They have a long wireless range of 1,200+ feet through 12+ walls when connected to an ALTA Gateway, or 2,000+ feet through 18+ walls when connected to an ALTA XL® Gateway. Each sensor uses a novel scheme to encrypt data, so privacy and authenticity are guaranteed without direct provisioning.

Features of Monnit ALTA Sensors

- Wireless range of 2,000+ feet through 18+ walls¹
- Frequency-Hopping Spread Spectrum (FHSS)
- Best-in-class interference immunity
- Best-in-class power management for longer battery life²
- Encrypt-RF® Security (Diffie-Hellman Key Exchange + Advanced Encryption Standard (AES)-128 Cipher Block Chaining (CBC) for sensor data messages)
- Sensor logs 2000 to 4000 readings if the gateway connection is lost (non-volatile flash, persists through power cycling):
 - 10-minute Heartbeats = ~ 22 days
 - 2-hour Heartbeats = ~ 266 days
- Automatic over-the-air updates to sensor firmware (future-proof)
- Free iMonnit Basic Online Wireless Sensor Monitoring and Notification System to configure sensors, view data, and set alerts to be sent via SMS text and email



1 Actual range may vary depending on the environment and gateway.

2 Battery life is determined by the sensor reporting frequency and other variables. Other power options are also available.



II. GENERAL SETUP PROCEDURES

It is important to understand the setup procedure for activating your ALTA Sensor. If performed out of sequence, your sensor may have trouble communicating with its gateway. Please perform the steps below in the order indicated to ensure best results.

1. Set up the Monnit Software of choice. (Create an account if this is the first time.)
 - a. iMonnit Premiere
 - b. iMonnit Enterprise
 - c. iMonnit Express
 - d. Monnit Mine
2. Add the gateway to iMonnit or other software, then power it up.
3. Add and power up each sensor and verify they check into a gateway and software.
4. Install each sensor in a final location.

Note: ALTA Sensors will perform a handshake when the sensor will send 10 transmissions 30 seconds apart before engaging the configured interval or Heartbeat.

Please refer to the gateway's user guide for more information relating to gateway setup procedures.

III. BATTERIES AND INSTALLATION

ALTA Wireless Sensors contain various battery types. The type of battery you use will depend on the class of sensor and can come preinstalled or have a required installation.

- ALTA Commercial Sensors are powered by removable CR2032 coin-cell batteries.
- ALTA Enterprise Sensors are powered by two removable AA (1.5V) batteries.
- ALTA Industrial Sensors are powered by a unique single AA (3.6V) battery.

You can purchase additional sensor batteries from Monnit directly. We encourage customers to recycle all old batteries.

Note: ALTA Sensors retain their configurations in non-volatile memory (without power). When batteries are replaced, the sensor will continue to function and provide data as previously configured.



INSTALLING/REPLACING BATTERIES

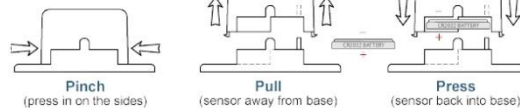
Commercial Batteries

One replaceable, non-rechargeable, 3.0V button cell battery (included with purchase) powers ALTA Commercial Sensors. The typical battery life is up to two years for most sensor types.

To replace the battery in a commercial sensor, make sure that removing power will not interfere with any upcoming data message. Also, if your sensor is attached to any other systems or voltages, we recommend disconnecting this sensor or powering off the other system.



WARNING: CR2032 batteries must be oriented correctly to avoid irreparable damage to the sensor.



Pinch the enclosure and pull the lid away from the base to install batteries, which power on the sensor. Then, insert the new button cell battery in the carriage with its smooth positive side down toward the sensor base, and the negative (textured) side up toward the sensor label. Press the lid back into the base to close.

Note: If the battery is inserted upside down, it will likely immediately discharge and need to be replaced.

Enterprise Batteries

Two replaceable, non-rechargeable, 1.5V AA-sized batteries (included with purchase) power ALTA Enterprise Sensors. The typical battery life is up to 10 years for most sensor types.

Some enterprise sensors are also available with a line-power option. The line-powered version has a barrel power connector, allowing it to be powered by a standard 4.5–12.0V power supply. The line-powered version also uses two standard 1.5V AA batteries as backup for uninterrupted operation during a line-power outage. Power options must be selected at the time of purchase, as the internal hardware of the sensor must be changed to support the selected power requirements.

To install batteries, open the sensor lid by removing the four screws on the enclosure. Then insert the new AA batteries in the carriage and close the lid by reinserting the four lid screws.

To replace the batteries in an enterprise sensor, make sure that removing power will not interfere with any upcoming data message. Also, if your sensor is attached to any other systems or voltages, we recommend disconnecting this sensor or powering off the other system.



WARNING: ONLY install new batteries from the same manufacturer when replacing batteries in enterprise sensors.



Industrial Batteries

The ALTA Industrial Sensor comes with a unique, non-rechargeable, single AA (3.6V) battery preinstalled (Do not disassemble sensor power on the device). The typical battery life is up to 10 years for most sensor types.

This sensor has an On / Off / Status button with red and green LED indicators. To activate the sensor or to confirm the sensor is on, simply press and release the button. The indicator will turn green as long as the button is pressed. When the button is released, the indicator will turn off for two seconds and report the following status:

Power On — If the sensor was off, the indicator turns green for two seconds.

Talk Now — If the sensor is on, the indicator flashes green twice in one second after the gateway acknowledges the latest data from the sensor. No additional flashing will occur if the sensor isn't connected to a gateway.

Power Off—To deactivate the sensor, press and hold the button for more than three seconds before releasing it. The indicator is green when pressed, then turns red to indicate the sensor is off.

For more about how to use this sensor's power button, see [this article in the Monnit Knowledgebase](#).



WARNING: The new replacement battery **MUST** be a single ER14505M, 3.6 Volt, LiSO₂ AA battery.

This ER14505M can only be manufactured by RAMWAY, TITUS, or GMB POWER.

Note: Holding the button for a long time will result in the sensor turning off.

Special Note: tighten the screws to 1 Newton-meter (8 pound-inch) in a criss-cross or X pattern. Do not over tighten.

Monnit recommends purchasing replacement batteries from Monnit directly. To replace the batteries in an industrial sensor, make sure that removing power will not interfere with any upcoming data message. Also, if your sensor is attached to any other systems or voltages, we recommend disconnecting this sensor or powering off the other system. Then open the lid and disconnect the old battery. Connect the new industrial battery and close the lid.



SENSOR PLACEMENT

Place each ALTA Sensor or Meter within 1,200+ feet of an ALTA Gateway and 2,000+ feet of an ALTA XL Gateway. Sensors should be installed to avoid transmissions through a lot of metal or concrete and repositioned to avoid such obstacles if radio communication is spotty. A sensor should also be placed at least one foot from the gateway and other sensors.

Except for ALTA-ISX® Sensors under the specific conditions they are approved, ALTA Sensors should NOT be placed where they can be exposed to volatile or flammable gas. An ALTA Sensor should be deployed where it will be protected from operating temperatures outside those disclosed in the data sheet. ALTA Commercial and Enterprise Sensors aren't recommended for use in fridges and freezers. Although a leaded sensor is preferred, an ALTA Industrial Sensor may be deployed in a refrigerator or freezer. However, the wireless range of the sensor will be significantly reduced.

Since the electronics of an Industrial Sensor are sealed within the sensor housing, the On/Off/Status button is there for your convenience. If you aren't using the sensor, leave the button in the Off position to preserve battery life. If the sensor needs to be reset, you can cycle the power by turning it off and waiting 30 seconds before powering it back on.

ALTA Commercial and Enterprise Sensors are not designed for wet environments, environments with fluctuating or excessive humidity, or where they will be exposed to corrosive or deoxidizing gas or vapor (e.g., chlorine gas, hydrogen sulfide gas, ammonia gas, sulfuric acid gas, nitric oxide gas, etc.). Commercial sensors also should not be placed in: excessively dusty locations; places with salt water, oils, chemical liquids, or organic solvents; low- or high-pressure environments; areas with powerful vibrations; or in other places where similar hazardous locations exist.

Industrial sensors, which are weather-tight, may be deployed both outdoors and indoors. The enclosure of the industrial sensor protects against falling dirt, wind-blown dust, rain, sleet, snow, splashing water, and hose-directed water. The industrial sensor also provides increased corrosion resistance and remains undamaged by ice formation.



WARNING: In placing the sensor, be aware that it has a mechanical impact rating of IK06, meaning that the housing protects the sensor from a mechanical impact of one Joule. This is roughly equivalent to dropping a solid metal sphere weighing 500 grams from 20 centimeters onto the respective housing.

ALTA Sensors aren't rated for greater mechanical impact based on a documented Risk Analysis performed by Monnit. Therefore, the IK06 rating is justified because the sensors should be:

- Installed in locations that unauthorized persons or the general public cannot easily access
- Accessed during normal use for occasional operations such as adjustment, programming, or maintenance

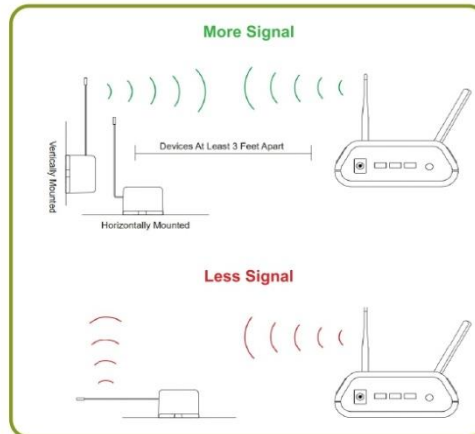
We recommend adhering to these stipulations because using the sensors in a manner inconsistent with the above may impair their IK06 protection.



ANTENNA ORIENTATION

Get the best performance out of ALTA Wireless Sensors by properly positioning antennas—point sensor and gateway antennas in the same direction, pointing vertically from the device. If the sensor is mounted flat on a horizontal surface, bend the antenna as close to the sensor housing as possible, with most of the antenna pointing vertically. If the sensor has a permanent antenna, make the antenna wire as straight as possible, avoiding any kinks and curving of the wire. Sensors must be at least three feet away from other sensors and the wireless gateway to function.

If your sensor doesn't have a permanent antenna, for the sensor to function properly, attach the included antenna. Simply screw the antenna onto the barrel connector on the top side of the device. Ensure the antenna connection is snug, but do not over tighten. When placing the sensor, mount the sensor with the antenna straight up (vertical) to ensure the best signal.



MOUNTING A SENSOR

ALTA Sensors feature mounting flanges that can be attached to most surfaces, including a wooden or metallic surface, or drywall, using the included screws or double-sided tape (use two pieces).

For masonry, use the double-sided tape. If the screws aren't available, use two #7, 7/16" (0.4375") screws. If the included double-sided tape is not available, use one or more pre-cut, double-sided foam squares of dimensions 1/32" x 3/4" x 3/4", available from ULINE as model number S-11695, or the like.

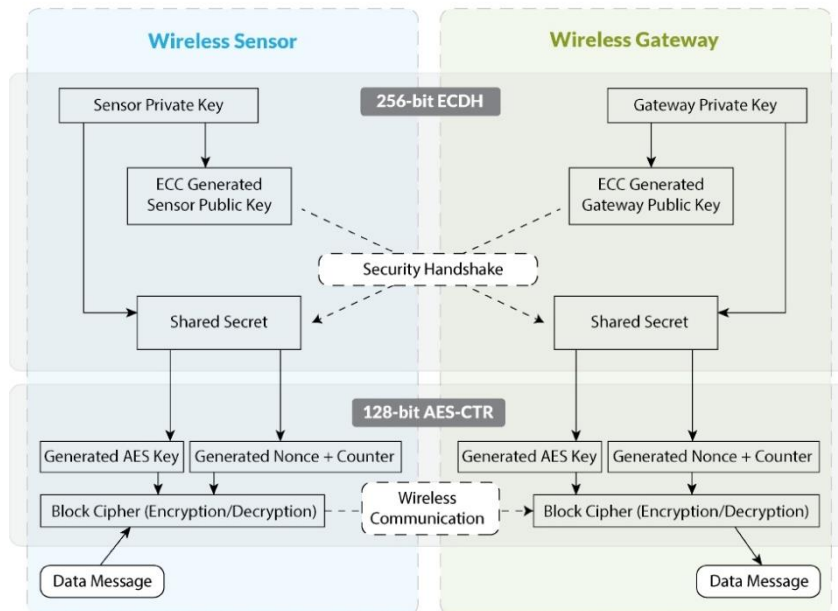
CLEANING

When needed, clean the sensor with a damp, but not dripping-wet, cloth where it's installed. Do not use cleaners or chemicals.



IV. MONNIT DATA SECURITY

How Monnit Encrypt-RF™ Works



Your data security is a top priority at Monnit. We use the same data transmission methods in our security infrastructure that financial institutions do. Security features from sensors to gateways include tamper-proof network interfaces, data encryption, and bank-grade security.

Monnit's proprietary sensor protocol uses low-power and specialized radio equipment to transmit application data. Wireless devices listening on open communication protocols can't eavesdrop on sensors. Packet-level encryption and verification ensure data traffic isn't altered between sensors and gateways. We pair data with a best-in-class wireless range and power consumption protocol so it is transmitted securely from your devices, ensuring a smooth, worry-free experience.



SENSOR COMMUNICATION SECURITY

Monnit's sensor-to-gateway, secure wireless tunnel, **Encrypt-RF™**, is generated using ECDH-256 (Elliptic Curve Diffie-Hellman) public key exchange to generate a unique symmetric key between each pair of devices. Sensors and gateways use this link-specific key to process packet-level data with hardware-accelerated 128-bit AES encryption, minimizing power consumption to provide better battery life. Monnit proudly offers robust bank-grade security at every level, thanks to this combination.

iMONNIT SECURITY

The iMonnit system is the cloud software and central hub for configuring device settings. All data is secured on dedicated servers operating Microsoft SQL Server. Access is granted through the iMonnit user interface that requires Two-Factor Authentication (2FA) or an Application Programming Interface (API) safeguarded by 256-bit Transport Layer Security (TLS 1.2) encryption. TLS is a blanket of protection to encrypt all data exchanged between iMonnit and you. The same encryption is available to you whether you are an iMonnit Basic or Premiere user. You can rest assured that your data is safe in iMonnit.

DATA SECURITY ON THE GATEWAY

ALTA Gateways are designed to prevent prying eyes from accessing the data stored on the sensors. Gateways don't run on an off-the-shelf, multi-function operating system. Instead, they run on a purpose-specific, real-time, and embedded state machine that can't be hacked to run malicious processes. There are also no active interface listeners that can be used to gain access to the device over the network. The fortified gateway secures your data from attackers and can't become a relay for malicious programs.

For more information on Ethernet Gateway Security, visit

<https://monnit.blob.core.windows.net/site/documents/other/ethernet-gateway-security-brief.pdf>

OPTIONAL DATA AUTHENTICATION

SensorPrints™ is the industry's only end-to-end Internet of Things (IoT) data authentication platform for low-power wireless sensors. SensorPrints authenticates data by issuing a unique fingerprint for each device within the IoT. Data is secured from the point of generation to the point of consumption. Easy to install and use, SensorPrints is the definitive IoT security solution for any enterprise.

SensorPrints authenticates data at both the point of generation and consumption, creating trust between the sensor and server levels. Implementing 256-bit SHA 3 authentication, SensorPrints creates a fingerprint for a Monnit Wireless Sensor that contains an authenticated sensor message. When data is transmitted from the sensor, it is accompanied by a generated authentication token. Upon receipt by the application, the token is evaluated via a cryptographic hash function against a unique per-sensor secret key. This step provides unprecedented full-coverage security for any Monnit user wishing to secure their IoT devices and data.

[Click here](#) for more information on SensorPrints.



V. TROUBLESHOOTING

Symptoms	Detailed Problem Description	Solution
Not Checking into iMonnit	The sensor lost the radio link to the gateway or never connected to the gateway.	Power cycle the sensor by turning the switch off for 60 seconds then toggling it on. 1. Ensure the network is set up correctly in iMonnit (the sensor and gateway are on the same network). Press the utility button on the gateway. 2. If the network is set up correctly, reform the gateway. 3. Move the sensor ~10 feet from the gateway. 4. Move the sensor progressively further from the gateway ensuring at least two signal bars are showing. Keep in mind the signal bars represent the signal from the previous message, not the current message. We recommend taking two readings to verify signal strength. 5. Check the antenna position on the gateway.
Low Signal	The radio signal strength in iMonnit is lower than expected.	1. Ensure the gateway antenna is properly connected. 2. Ensure the gateway antenna is optimally oriented with respect to the position of the sensor. (See Antenna Orientation section of this guide).

VI. SUPPORT

For technical support and troubleshooting tips, please visit our support library at monnit.com/support/. If you are unable to solve your issue using our online support, email Monnit Support at support@monnit.com with your contact information and a description of the problem. A support representative will call you within one business day.

For error reporting, please email a full description of the error to support@monnit.com.



VII. WARRANTY

(a) Monnit warrants that Monnit-branded products (Products) will be free from defects in materials and workmanship for a period of one (1) year from the date the Products arrive at the Customer's shipping address with respect to hardware and will materially conform to their published specifications for a period of one (1) year with respect to software. Monnit may resell sensors manufactured by other entities and are subject to their individual Warranties; Monnit will not enhance or extend those Warranties. Monnit does not warrant that the software or any portion thereof is error-free. Monnit will have no Warranty obligation with respect to Products subjected to abuse, misuse, negligence, or accident. If any software or firmware incorporated in any Product fails to conform to the Warranty set forth in this Section, Monnit shall provide a bug fix or software patch correcting such non-conformance within a reasonable period. Monnit shall provide the fix or patch after Monnit receives from the Customer (i) notice of such non-conformance, and (ii) sufficient information regarding such non-conformance so as to permit Monnit to create such bug fix or software patch. If any hardware component of any Product fails to conform to the Warranty in this Section, Monnit shall, at its option, refund the purchase price less any discounts, or repair or replace nonconforming Products with conforming Products or Products having substantially identical form, fit, and function. Monnit will then deliver the repaired or replacement Product to a carrier for land shipment to the Customer within a reasonable period after Monnit receives from the Customer (i) notice of such non-conformance, and (ii) the non-conforming Product provided; however, if, in its opinion, Monnit cannot repair or replace on commercially reasonable terms, it may choose to refund the purchase price. Repair parts and replacement Products may be reconditioned or new. All replacement Products and parts become the property of Monnit. Repaired or replacement Products shall be subject to the Warranty, if any remains, originally applicable to the Product repaired or replaced. The Customer must obtain from Monnit a Return Material Authorization (RMA) number prior to returning any Products to Monnit. Products returned under this Warranty must be unmodified.

The Customer may return all Products for repair or replacement due to defects in original materials and workmanship, if Monnit is notified within one year of the Customer's receipt of the Product. Monnit reserves the right to repair or replace Products at its own and complete discretion. Products returned under this Warranty must be unmodified and in original packaging. Monnit reserves the right to refuse Warranty repairs or replacements for any Products that are damaged or not in original form. For Products outside the one-year Warranty period, repair services are available at Monnit at standard labor rates for a period of one year from the Customer's original date of receipt.

(b) As a condition to Monnit's obligations under the immediately preceding paragraphs, Customer shall return Products to be examined and replaced to Monnit's facilities, in shipping cartons which clearly display a valid RMA number provided by Monnit. The Customer acknowledges that replacement Products may be repaired, refurbished or tested, and found to be complying. The Customer shall bear the risk of loss for such return shipment and shall bear all shipping costs. Monnit shall deliver replacements for Products determined by Monnit to be properly returned, shall bear the risk of loss and such costs of shipment of repaired Products or replacements, and shall credit a Customer's reasonable costs of shipping such returned Products against future purchases.

(c) Monnit's sole obligation under the Warranty described or set forth here shall be to repair or replace non-conforming products as set forth in the immediately preceding paragraph, or to refund the documented purchase price for non-conforming Products to the Customer. Monnit's Warranty obligations shall run solely to a Customer, and Monnit shall have no obligation to the customers of a Customer or other users of the Products.



Limitation of Warranty and Remedies

THE WARRANTY SET FORTH HEREIN IS THE ONLY WARRANTY APPLICABLE TO PRODUCTS PURCHASED BY THE CUSTOMER. ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY DISCLAIMED. MONNIT'S LIABILITY WHETHER IN CONTRACT, IN TORT, UNDER ANY WARRANTY, IN NEGLIGENCE, OR OTHERWISE SHALL NOT EXCEED THE PURCHASE PRICE PAID BY A CUSTOMER FOR THE PRODUCT. UNDER NO CIRCUMSTANCES SHALL MONNIT BE LIABLE FOR SPECIAL, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES. THE PRICE STATED FOR THE PRODUCTS IS A CONSIDERATION IN LIMITING MONNIT'S LIABILITY. NO ACTION, REGARDLESS OF FORM, ARISING OUT OF THIS AGREEMENT MAY BE BROUGHT BY A CUSTOMER MORE THAN ONE YEAR AFTER THE CAUSE OF ACTION HAS ACCRUED.

IN ADDITION TO THE WARRANTIES DISCLAIMED ABOVE, MONNIT SPECIFICALLY DISCLAIMS ANY AND ALL LIABILITY AND WARRANTIES, IMPLIED OR EXPRESSED, FOR USES REQUIRING FAIL-SAFE PERFORMANCE IN WHICH FAILURE OF A PRODUCT COULD LEAD TO DEATH, SERIOUS PERSONAL INJURY, OR SEVERE PHYSICAL OR ENVIRONMENTAL DAMAGE SUCH AS, BUT NOT LIMITED TO, LIFE SUPPORT OR MEDICAL DEVICES, OR NUCLEAR APPLICATIONS. PRODUCTS ARE NOT DESIGNED FOR AND SHOULD NOT BE USED IN ANY OF THESE APPLICATIONS.

VIII. CERTIFICATIONS

United States FCC

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital devices, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one of more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.



WARNING: Changes or modifications not expressly approved by Monnit could void the user's authority to operate the equipment.

RF Exposure



WARNING: To satisfy FCC RF exposure requirements for mobile transmitting devices, the antenna used for this transmitter must not be co-located in conjunction with any antenna or transmitter.



Monnit and ALTA Wireless Sensors

This equipment complies with the radiation exposure limits prescribed for an uncontrolled environment for fixed and mobile use conditions. This equipment should be installed and operated with a minimum distance of 23 cm between the radiator and the body of the user or nearby persons.

All ALTA Wireless Sensors Contain FCC ID: ZTL-G2SC1. Approved Antennas

ALTA devices have been designed to operate with an approved antenna listed below, and having a maximum gain of 14 dBi. Antennas having a gain greater than 14 dBi are strictly prohibited for use with this device. The required antenna impedance is 50 ohms.

- Xianzi XQZ-900E (5 dBi Dipole Omnidirectional)
- HyperLink HG908U-PRO (8 dBi Fiberglass Omnidirectional)
- HyperLink HG8909P (9 dBd Flat Panel Antenna)
- HyperLink HG914YE-NF (14 dBd Yagi)
- Specialized Manufacturing MC-ANT-20/4.0C (1 dBi 4" whip)

Canada (IC)

English

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the Equivalent Isotropically Radiated Power (E.I.R.P.) is not more than that necessary for successful communication.

The radio transmitters (IC: 9794A-RFSC1, IC: 9794A-G2SC1, IC: 4160a-CNN0301, IC: 5131A-CE910DUAL, IC: 5131A-HE910NA, IC: 5131A-GE910 and IC: 8595A2AGQN4NNN) have been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed on previous page with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

This device complies with Industry Canada licence-exempt RSS standard(s). Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

French

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la Puissance Isotrope Rayonnée Équivalente (P.I.R.É) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante.

Le présent émetteurs radio (IC: 9794A-RFSC1, IC: 9794A-G2SC1, IC: 4160a-CNN0301, IC: 5131A-CE910DUAL, IC: 5131A-HE910NA, IC: 5131A-GE910 et IC: 8595A2AGQN4NNN) a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne figurant sur la page précédente et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes : (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.



UK / CE

There is no restriction for the commercialization of Monnit ALTA 868MHz and 433MHz wireless products in all the countries of the European Union. The European Community provides specific directives for the electronic equipment introduced on the market. All the relevant information is available on the European Community websites.

ALTA wireless products comply with the specific harmonized standards, regulations, instruments, and directives listed in the table below. For more information on product compliance, please contact Monnit Sales or Support and request a copy of the manufacturer's Declaration of Conformity (DoC) for the relevant product(s).

Directive / Instrument / Regulation	Part	Harmonized Standard(s) / Standard(s)
Low Voltage Directive (LVD) (2014/35/EC) Electrical Equipment (Safety) Regulations 2016 (S.I. 2016/1101)	All parts	EN 61010-1:2010 IEC 61010-1:2010/ AMD1:2016
ElectroMagnetic Compatibility Directive (EMCD) (2014/30/EU) Electromagnetic Compatibility Regulations 2016 (S.I. 2016/1091)	Emissions Requirement	EN 55032:2015/ A11:2020
	Immunity Requirement	EN 55035:2017/ A11:2020
Radio Equipment Directive (RED) (2014/53/EU) Radio Equipment Regulations 2017 (S.I. 2017/1206)	Electrical Safety Article 3.1(a)	EN 61010-1:2010 IEC 61010-1:2010/ AMD1:2016
	EMC Article 3.1(b)	ETSI EN 301 489-3 V2.2.0 (2021-11)
	RF Spectrum Efficiency Article	ETSI EN 300 220 V3.2.1 (2018-06)
	Internet of Things Cybersecurity Article 3.3(d)-(f)	EU 2022/30 ETSI EN 303 645 V2.1.1 (2020-06)
Restriction of Hazardous Substances (2011/65/EU) Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations 2012 (S.I. 2012/3032)	RoHS II and RoHS III	IEC 63000:2016/ AMD1:2022
Registration, Evaluation, and Authorization of Chemicals (REACH) Regulation 1907/2006	Article 33	SVHC 224 (June 10, 2022)





EVD-1 ELECTRONIC VIBRATION DETECTOR SYSTEM



Ordering Information

Description	Stock No.
EVD-1 Detector	2020290
EVD-1C Safe Pak	2020230
Includes: EVD-1 Detector	
HSC-High Security Safe Contact	

Optional Equipment:

RTA Remote Test Annunciator	2000073
High Security Cable ("B" Cable)	5210408

Optional equipment required for UL safe complete installation.

Note: The EVD-1 is a stand-alone detector. For applications requiring more than one detector, the EVD-2 may be more appropriate. For more information on the EVD-2 system, see bulletin no. 8870015.

UL and ULC Listed

Dimensions: 5.10"H x 3.26"W x 1.20"D
(13.0cm H x 8.3cm W x 3.0cm D)

Weight: EVD-1 0.64 lbs. (0.29 kg)

Enclosure: Base: Die-cast aluminum
Cover: Stamped Steel, 22 Gauge

Power Input: 9.0 VDC to 16.0 VDC, 12 VDC Nominal
Maximum 0.1 V ripple

Note: If the EVD is going to be powered by the auxiliary power of a burglar panel, and the burglar panel has ground fault detection, it may be necessary to power the EVD from a separate UL listed 12 VDC power supply. Alternately, the safe may be insulated from ground.

Typical Current: (Supply Voltage 12.0 VDC)

Normal Standby Condition: 26 mA
Alarm Condition: 24 mA
Tamper Condition: 34 mA
With model RTA connected, add 10 mA in Tamper Condition and 10 mA in Alarm Condition.

Maximum Current: (Supply Voltage 16.0 VDC)

Normal Standby Condition: 26 mA
Alarm Condition: 24 mA
Tamper Condition: 34 mA
With model RTA connected, add 14 mA in Tamper Condition and 14 mA in Alarm Condition.

Contact Data:

Alarm Relay: Form C, 2.0 Amps at 30 VDC
Tamper Contact: Form A, 2.0 Amps at 30 VDC

General Information

The EVD-1, Electronic Vibration Detector, is listed by Underwriters Laboratories, Inc. for primary protection of Mercantile or Bank, safe or vault, ATM machines and supplementary protection of interior units such as file cabinets, display cases, walls and ceilings. The detector must be used with an appropriate UL listed control unit.

Features

- Detects all common threats to safes and vaults
- Sophisticated signal processing provides unprecedented sensitivity without false alarms
- Low cost, stand alone system
- Reliable, sensitive piezo sensor technology
- Integral, multi-color status LED
- Built in test circuit
- Remote test and annunciator capabilities
- Supervised microprocessor
- Independent tamper output
- On board test point facilitates installation and service
- Built in accumulator

EVD-1 Controller

The EVD-1 controller detects short duration, large amplitude signals like those produced in attacks from explosions, hammering or chiseling. It also detects long duration, small amplitude signals like those produced in attacks from torches, thermic lances, drills, grinders or cutting discs. As soon as the EVD-1 detects a large amplitude alarm source it signals an alarm.

Safe Construction Requirements

Table 1. Maximum Linear Distances from Detector to Any Point on the Protected Surface

Safe Construction	Maximum Linear Distance From Detector to Any Point	Local Pickup Minimum Sensitivity Setting, RV1
Steel Safes Body: Minimum 1/4" Door: Minimum 1/2"	96 inches	Fully
Composite Safes Body: Minimum 16 gauge steel over 3" composite material Door: minimum 1/4" steel over 3" composite material	110 inches	Fully

Determining The Number Of Detectors For A Safe Application

Refer to column one in Table 1 for the type of the safe in the application. In column two find the maximum linear distance from a detector to any point on the protected surface. This distance is the **detector range**. Next, refer to column one, (for steel safes), or column two, (for composite safes), in Table 2. Find the range of distances based upon the detector

range that corresponds to the safe in the application. Using the row of this range of distances, determine the number of detectors from column three, (if safe has a single door), or from column four, (if safe has double doors). For applications with a larger distance than that shown in Table 2, consult Potter's technical support for assistance.

Table 2

Maximum Linear Distance from Detector to Any Point on Protected Surfaces of Steel Safes*	Maximum Linear Distance from Detector to Any Point on Protected Surfaces of Composite Safes**	Number of Detectors Required for Complete Coverage of Single Door Safes	Number of Detectors Required for Complete Coverage of Double Door Safes
D≤96"	D≤110"	1	2
96"<D≤192"	110"<D≤220"	2	2
192"<D≤288"	220"<D≤330"	3	3
288"<D≤384"	330"<D≤440"	4	4
384"<D≤480"	440"<D≤550"	5	5

Note: D=Maximum Linear Distance

**Steel Safe Construction:*

Body: Minimum 1/4" Steel

Door: Minimum 1/2" Steel

***Composite Safe Construction:*

Body: Minimum 16 Gauge Steel over 3"

Composite Material

Door: Minimum 1/4" Steel over 3"

Composite Material

Determining the Maximum Linear Distance on a Safe

A rule of thumb for estimating the maximum linear distance from the recommended detector location to any point on the protected surface is:

Example: $h = 62"$ $w = 55"$ $d = 29"$

1. $X1 = 62" + 55"$ ($X1 = 117"$)

2. $X2 = (2 \times 29") + 55"$ ($X2 = 113"$)

3. $X = 113"$

4. $J = 55" + 29"$ ($J = 84"$)

5. $D = 113"$

1. Compute $X1 = h + w$

2. Compute $X2 = 2d + w$

3. Find $X = \text{minimum} (X1, X2)$

4. Compute $J = w + d$

5. Find $D = \text{maximum} (X, J)$

Where: h = Safe Height

w = Safe Width

d = Safe Depth

D = Maximum Linear Distance

This rule of thumb is valid for most available safe sizes. However, if any one dimension is very large or very small when compared to the other two dimensions, the safe may not follow this rule. In those cases, contact Potter's technical support for assistance. Table 3 lists some common safe dimensions and their maximum linear distances when detectors are installed in recommended locations.

Table 3

Typical Safe Exterior Dimensions and Maximum Linear Distances

Height (inches)	Width (inches)	Depth (inches)	Volume (cu. ft.)	Maximum Linear Distance (inches)
25	21	21	6.38	46
32	25	25	11.57	57
42	31	29	21.85	73
52	31	29	27.05	83
62	31	29	32.26	89
62	55	29	57.23	113
64	31	29	33.30	89
72	35	29	42.29	93
79	43	33	64.87	109

Table 4 EVD-2 Mounting Detector on Safe Door

Height (inches)	Depth (inches)	Width (inches)
12	12	12
12	18	18
12	24	18
12	24	24
18	12	12
18	18	18
18	24	18
18	24	24
24	12	12
24	18	18
24	24	18
24	24	24
24	12	12
24	18	18
24	24	18
24	24	24
30	30	30
30	24	30
30	30	24
30	36	24
30	24	36
36	12	12
36	18	18
36	24	18
36	24	24
36	24	24
36	24	28
36	28	24

EVD-1 Mounting Detector on Safe Door

The EVD-1 can be mounted on the safe door (single door safes only). When the detector is mounted on the safe door, the maximum linear distance decreases to 73.5" from the sensor location, through the hinges, to all points on the safe body.

Typical UL Complete Safe Installations

1. Install in accordance with Underwriter Laboratories' standard UL 681.
2. Install EVD-1 detectors in recommended locations at recommended spacings.
3. Install UL listed, high security contacts on the exterior of the safe or UL listed, ordinary use contacts on the inside of the safe.
4. Wire detectors and safe door contacts as shown in installation instructions using high security cable.
5. Listed power supply or control unit must provide at least 4 hours of standby power for mercantile alarms and 72 hours of standby power for bank vault alarms.

Typical UL Complete Vault Installations

1. Install in accordance with Underwriter Laboratories' standard UL 681.
2. Install EVD-1 detectors on interior walls, ceilings, and floors, spaced as shown in Figure 1. Refer to Table 4 for maximum spacing on various materials.
3. A detector must be installed on the vault door if the net steel thickness is less than 1½ inches.
4. Wire detectors and door contacts as shown in installation instructions.
5. Listed power supply or control unit must provide at least 4 hours of standby power for mercantile alarms and 72 hours of standby power for bank vault alarms.

EVD-1 Wall Protection

Figure 1 shows the rectangular areas of 100% coverage when detectors are installed adjacent to one another. The detector spacing is the sensor center point distance between adjacent detectors. The detector spacing is the same as the width of the rectangular area of 100% coverage. Table 4 lists the dimensions of the rectangular areas of 100% coverage.

on continuous surfaces for several materials and sensitivity settings. When a surface extends around a corner via a solid connection, detector coverage extends into that surface, but the coverage is reduced to 3/4 of the remaining detector range. All joints, cracks, and corners dampen structure borne vibrations. Vibration transfer across these imperfections must be tested to ensure complete coverage within the detector's range. Modular constructions require one detector per panel and must be constructed of the materials listed in Tables 1 and 4.

Figure 1 Wall Protection Diagram

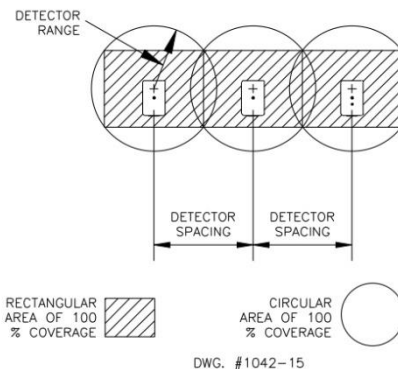


Table 5

Recommended Maximum EVD-1 Spacing for Wall Protection

Material	Sensitivity Setting	Detector Range	Rectangular Area of 100% Coverage				
Steel Plate at Least 1/4" Thick	Minimum	8'	11.3' x 11.3'	8' x 13.9'	10' x 12.5'	15' x 5.6'	-
	Half	15'	21.2' x 21.2'	8' x 28.9'	10' x 28.3'	15' x 2.6'	20' x 22.4'
	Maximum	20'	28.3' x 28.3'	8' x 39.2'	10' x 38.7'	15' x 37.1'	20' x 34.6'
Monolithic Concrete at Least 6" Thick	Minimum	16'	22.6' x 22.6'	8' x 31'	10' x 30.4'	15' x 28.3'	20' x 25'
Concrete Block at Least 6" Thick	Minimum	16'	22.6' x 22.6'	8' x 31'	10' x 30.4'	15' x 28.3'	20' x 25'

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, L. J. (2021). *Internet de las cosas: Un futuro hiperconectado: 5G, inteligencia artificial, Big Data, Cloud, Blockchain, Ciberseguridad*. Alpha Editorial.
- Aimacaña Jami, A. D. (2025). *Evaluación de la seguridad de los sistemas de comunicación en la industria 4.0*. Master's thesis.
- Alarcón, L. J., & Verdezoto, J. A. (2024). *Análisis de las principales causas de accidentes eléctricos con relación al entorno industrial del país*.
- Alvear Puertas, V. E. (2024). *Arquitectura Inteligente para el Procesamiento Acelerado de Datos de los Dispositivos IoT en la Computación de Borde*.
- ANONIMO. (2018). *¿Qué es un sensor? Tipos y diferencias*.
- ANÓNIMO. (14 de Junio de 2020). *DHT22: el sensor de temperatura y humedad de precisión*. Obtenido de Hardwarelibre: <https://www.hwlibre.com/dht22>
- ANÓNIMO. (14 de Junio de 2020). *Sensores*. Obtenido de Dualtronica: <https://dualtronica.com/14-sensores>
- Anzola, J. D. (s.f.). *Desarrollo de un modelo de estimación para la prevención de incendios forestales en Colombia*.
- Armijos Goercke, J. D., & Guerrero Abad, C. M. (2024). *Desarrollo de un prototipo IoT para la detección temprana de incendios forestales*. Bachelor's thesis.
- Boroujeni, N. S. (2019). *Monocular Vision System for Unmanned Aerial Vehicles*.
- Castelló Mendoza, X. (2024). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en la construcción*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Castro Escudero, A. (2021). *Contribución a los procesos de gobierno del dato para Big Data basado en un modelado y razonamiento formal sobre un plano de conocimiento compartido*. Doctoral Dissertation Telecommunication.
- Chertó Sancho, J. (2023). *Impacto del IoT en el Sector Asegurador*.

- Collantes Alcívar, J. J. (2023). *Evaluación de la transmisión de datos con tecnología IOT de un prototipo de sistema de seguridad en cocinas a gas para la prevención de incendios domésticos.*
- Espitia Escobar, C. I. (2023). *Desarrollo de plataforma robótica, controlada de forma remota que permita el apoyo a situaciones de rescate.*
- Guerras Pastor, E. (2024). *La cadena de suministro. Influencia de la Industria 4.0.*
- Hidalgo Molina, G. M. (2023). *Plan de negocios para conformación de empresa de mantenimiento predictivo de maquinaria industrial basada en Machine Learning.* Machine Learning.
- Jerez Pinzón, A. D. (2024). *Exploración de las perspectivas emergentes en ciberseguridad: Un análisis de las tendencias actuales en Ransomware, Inteligencia Artificial e Internet de las cosas (IoT).*
- Lazo Avilez, C. N. (2023). *Análisis de la tecnología de IA orientadas a imágenes reconocimiento de patrones para determinar patología en los sub centros de salud de Babahoyo.* UTB-FAFI.
- Llerena, J. A. (2025). *Estudio de técnicas y tecnologías para implementar mantenimiento predictivo en sistemas eléctricos industriales.* Polo del Conocimiento.
- López Pretel, D. (2024). *Algoritmos de detección de anomalías y mitigación de falsos positivos en entornos Big Data.* Universidad de Granada.
- Marinelli, M. V., & Bustos Revol, S. (2019). *Elaboración de la base de datos de incendios 1987-2018 para las Sierras de Córdoba mediante imágenes Landsat.* Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental.
- Mario Cruz, V., & Pablo Oliete, V. (2015). *Las tecnologías IOT dentro de la industria conectada: Internet of things.* Madrid: Fundación EOI.
- Martinez, A. C. (2024). *La Automatización y el potencial Análisis Big Data del Diseño Arquitectónico en BIM. Su aplicación en los Sistemas de Detección de Incendios.* Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo.

- Merlo, M. (2024). *La tecnología y su impacto en el futuro de los profesionales de las Ciencias Económicas*. Universidad de Belgrano.
- Moreno Chuqui, W. R. (2023). *Implementación de un sistema domótico de seguridad y control mediante IOT aplicado a un laboratorio*.
- National Fire Protection, A. (2007). *NFPA 70: National Electrical Code*. National Fire Protección Assoc.
- Pons Villanueva, S. (2021). *Sistema de captura y monitorización de variables fisiológicas basado en tecnologías IoT y plataformas de bajo coste*.
- Quispe Fernandez, F. (2025). *Diseño e implementación del sistema de alarma y detección de incendios en planta de plásticos*. San Juan de Lurigancho.
- Raza Ibarra, L. N. (2009). *Repositorio Digital EPN*.
- Resabala Sornoza, J. S. (2021). *ESTUDIO DE UNA RED DOMÓTICA CON SENSORES INALÁMBRICOS PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS EN LA CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN*. Jipijapa: Unesum.
- Reyes Perez, K. J. (2024). *EL FUTURO DE LAS COMUNICACIONES EN LA SOCIEDAD: TENDECIAS Y AVANCES TECNOLÓGICOS QUE IMPACTARÁN EN LA COMUNICACIÓN*. Bachelor's thesis, Babahoyo.
- Romero Caparrós, J. (2023). *Predicción de consumo de energía en viviendas mediante IoT e Inteligencia Artificial*.
- Romero Ibarra, J. L. (2025). *Análisis integral de algoritmos de clasificación en aprendizaje automático: perspectivas, comparaciones y aplicaciones*. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Sandoval Tapia, V. A. (2023). *Construcción de un sistema automático para una alarma de evacuación en una institución de educación superior*.
- Saona Saona, M. F. (2023). *Propuesta de modernización de gestión de riesgo contra incendio para la unidad educativa Gloria Gorelik año 2023*. Bachelor's thesis.

- Soriano Monserrate, D. X. (2024). *Modelo de gestión para sistemas de vigilancia por amenazas de incendios forestales del cantón Guayaquil basado en Inteligencia Artificial e IoT*. Bachelor's thesis.
- SYSCOM. (2025). *Todo en Sistemas de Emergencia, Seguridad y Comunicación*. Fire-Lite.
- Usuga, I. (2023). *Preparación de Datos Para Aprendizaje Automático*.
- Valero López, C. I. (2024). *Arquitectura de IoT para la implementación de servicios cognitivos*. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Valencia.
- Vega, G. M. (2024). *Desarrollo de un sistema de monitoreo meteorológico de bajo costo basado en tecnología IoT*.
- Vinicio Ramos, V., & Ruth Barba, V. (2019). *Propuesta de un sistema de estacionamiento Inteligente con sensores IoT*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 060106.
- Yungán Pintag, G. A. (2016). *Diseño de un sistema de detección y alarma contra incendios basado en el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios para la empresa AXXIS HOSPITAL SA*. Quito: Bachelor's thesis.
- Zhunio Medina, O. E. (2024). *Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de Cuenca*. Bachelor's thesis.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Coronel Salazar, Kevin Moises**, con **C.C: 092482263-8** autor del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema inteligente para la prevención de incendios en redes eléctricas industrial mediante detección predictiva de fallas usando IOT e inteligencia artificial**, previo a la obtención del título de Licenciada en Nutrición y Dietética en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 03 de septiembre del 2025

EL AUTOR

f. 

Coronel Salazar, Kevin Moises

C.C: 092482263-8



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



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

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un sistema inteligente para la prevención de incendios en redes eléctricas industrial mediante detección predictiva de fallas usando IOT e inteligencia artificial.		
AUTOR(ES)	Coronel Salazar, Kevin Moises		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny Ms.C.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	03 de septiembre del 2025	No. DE PÁGINAS:	82
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sensores IOT y Prevención Anti-Incendios		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	IoT, inteligencia artificial, incendios eléctricos, mantenimiento predictivo, industria 4.0.		

RESUMEN/ABSTRACT: Este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema inteligente que ayude a prevenir incendios en redes eléctricas industriales, utilizando la detección predictiva de fallas y combinando tecnologías de Internet de las Cosas (IOT) e Inteligencia Artificial (IA). El estudio se lleva a cabo en la empresa COHECO S.A., donde se han identificado problemas recurrentes como el sobrecalentamiento de motores, el disparo de protecciones y la falta de ventilación en los tableros eléctricos. La propuesta incluye la instalación de sensores IOT en lugares clave de la planta para medir variables críticas como temperatura, corriente, vibración, humedad y calidad de energía. Estos dispositivos enviarán datos en tiempo real a una plataforma central, donde algoritmos de IA se encargarán de analizar patrones, detectar anomalías y generar alertas automáticas. Además, el sistema podrá tomar medidas preventivas, como apagar equipos, encender ventiladores o activar alarmas, lo que ayudará a reducir los riesgos operativos. Este proyecto se alinea con los principios de la Industria, promoviendo el mantenimiento predictivo, la reducción de costos, la optimización de recursos y el cumplimiento de normativas internacionales como IEC 60364 y NFPA 70. Se espera una reducción significativa en las fallas eléctricas, mayor seguridad para el personal y un aumento en la vida útil de los equipos.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-968458951	E-mail: kevin.coronel@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ing. Ubilla González, Ricardo Xavier, MS.c	
	Teléfono: +593-999528515	
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	