



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TITULO DEL PROYECTO

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA TÉRMICA PARA EL ANÁLISIS
PREDICTIVO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero
Electromecánico

AUTORES:

Bermello Suárez Stiven Adonis
Ortiz Salinas William Alexander

TUTOR:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo

LA MANÁ-ECUADOR

FEBRERO-2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA


Yo: Bermello Suárez Stiven Adonis y Ortiz Salinas William Alexander, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA TÉRMICA PARA EL ANÁLISIS PREDICTIVO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS”, siendo el PhD. Yoandrys Morales Tamayo, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Bermello Suárez Stiven Adonis

C.I: 1205368192



Ortiz Salinas William Alexander

C.I: 1600951444

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA TÉRMICA PARA EL ANÁLISIS PREDICTIVO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS” de Bermello Suarez Stiven Adonis y Ortiz Salinas William Alexander de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero del 2023



PhD. Yoandrys Morales Tamayo

C.I: 1756958797


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulantes Bermello Suarez Stiven Adonis y Ortiz Salinas William Alexander con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA TÉRMICA PARA EL ANÁLISIS PREDICTIVO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2023

Para constancia firman:


M.Sc. Vasquez Carrera Paco Jovani
Cdl: 050175876-7
LECTOR 1

M.Sc. Hidalgo Osorio William Armando
Cdl:050265788-5
LECTOR 2



M.Sc. Alcocer Salazar Francisco Saul
Cdl: 050306679-7
LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por darnos la sabiduría para conllevar nuestros aprendizajes concebidos en esta carrera Universitaria llena de enseñanzas teóricas y prácticas, también nuestros padres por darnos el apoyo emocional y moral para no desertar en el proceso de igual manera a nuestro tutor por guiarnos por un buen camino educativo para poder completar este sueño anhelado desde que iniciamos los estudios profesiones de tercer nivel.

Adonis & William

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi bisabuelita Piedad que me cuida desde el cielo, a mis queridos padres de crianza Rosa&José, por estar presentes en todo momento, demostrándome el apoyo y la comprensión para terminar con éxito este objetivo.

Adonis

A Dios por no abandonarme nunca, especialmente cuando más he necesitado de él, por haberme, guiado para así poder culminar mi tan anhelada carrera universitaria.

A mis padres William Ortiz, Miriam Salinas son mis pilares fundamentales en este paso de mi vida haberme brindado todo su apoyo tanto económico como moral, por inculcarme buenos valores, por mostrarme el camino del bien, por darme buenos consejos y por estar ahí apoyándome y motivándome siempre; y sobre todo por darme ese amor incondicional.

William

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA TÉRMICA PARA EL ANÁLISIS PREDICTIVO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS”

Autores:

Bermello Suárez Stiven Adonis

Ortiz Salinas William Alexander

RESUMEN

Este proyecto de investigación se basa en un estudio por medio de la técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos en diferentes equipos del laboratorio electromecánico perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. Estos circuitos y sistemas como todo elemento que desarrolla una función, están expuestos a sufrir deterioros, fallas y cualquier otro tipo de anomalías, que puedan ocasionar un daño transitorio o definitivo de alguno de sus componentes. Esto indica que es de vital relevancia contar con esta herramienta como plan de mantenimiento e inspección, con el propósito de garantizar la vida útil y el óptimo desempeño de los distintos equipamientos de la Universidad.

Es evidente la importancia de proponer la termografía como instrumento de inspección mediante un documento que facilite a un técnico capacitado realizar una verificación termográfica de manera correcta y además poder generar un informe que permita comprender y transmitir de la manera más conveniente y eficaz la información que se obtenga.

A través de la implementación de esta técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos, los alumnos de la carrera de electromecánica adquirirán nuevos aprendizajes y efectuarán sus respectivas prácticas para evaluar los puntos de calor en distintos dispositivos de un equipo.

Palabras clave: Termografía, puntos calientes, mantenimiento predictivo.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THE MANNA EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES - CIYA

TITLE:"IMPLEMENTATION OF A THERMAL CAMERA FOR PREDICTIVE ANALYSIS IN ELECTRICAL CIRCUITS"

Author:

Bermello Suárez Stiven Adonis

Ortiz Salina William Alexander

ABSTRACT

This research project is based on a study which pretends incorporating the infrared thermography technique in electrical circuits in the different equipment of the electromechanical laboratory, which belongs to the Technical University of Cotopaxi Extension La Maná. These circuits and systems as any element that performs a function, are exposed to deterioration, failure, and any other type of anomaly that may cause temporary or permanent damage to any of its components. Therefore, this shows that it is vitally important to have this tool as a maintenance and inspection plan, with the purpose of guaranteeing the useful life and optimal performance of the University equipment.

It is evident the importance of proposing thermography as an inspection instrument through a document that facilitates a trained technician to carry out a thermographic verification correctly and also generate a report for understanding and transmitting the obtained information in the most convenient and efficient way.

Through the implementation of this infrared thermography technique in electrical circuits, the students of the electromechanical career will acquire updated learning and carry out their respective practices to evaluate the heat points in different equipment devices.

Keywords: Thermography, heat spots, predictive maintenance.

AVAL DE TRADUCCIÓN

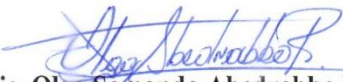
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA TÉRMICA PARA EL ANÁLISIS PREDICTIVO EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS”** presentado por: **Adonis Stiven Bermello Suárez y William Alexander Ortiz Salinas**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería en Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, febrero 2023

Atentamente,


Lic. Olga Samanda Abedrabbo Ramos Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI:050351007-5

INDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| AVAL DE TRADUCCIÓN | ix |
| INDICE GENERAL..... | x |
| INDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xvi |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | xx |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xxi |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 3. RESUMEN DEL PROYECTO | 3 |
| 4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 4 |
| 4.1. Justificación del proyecto | 4 |
| 5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 4 |
| 5.1. Beneficiarios Directos | 4 |
| 5.2. Beneficiarios Indirectos..... | 5 |
| 6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 5 |
| 6.1. Planteamiento del problema | 5 |
| 6.2. Delimitación del problema | 5 |
| 7. OBJETIVOS | 6 |
| 7.1. Objetivo General | 6 |
| 7.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS. | 6 |
| 9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA | 7 |
| 9.1. Termodinámica..... | 7 |
| 9.2. Temperatura y calor..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 9.2.1. Historia de la temperatura..... | 8 |
| 9.2.2. Temperatura | 8 |
| 9.2.3. Escalas de la temperatura | 9 |
| 9.3. Calor..... | 10 |
| 9.3.1. Unidades de calor | 10 |
| 9.3.2. Tipos de calor | 11 |
| 9.3.3. Transferencia de calor | 11 |
| 9.4. Diferencia entre calor y temperatura | 11 |
| 9.5. Concepto de conservación de la energía..... | 12 |
| 9.6. Radiación térmica..... | 12 |
| 9.6.1. Características de la radiación térmica..... | 13 |
| 9.6.2. Usos o aplicaciones de la radiación térmica | 13 |
| 9.7. Radiación de cuerpo negro (cuerpo ideal) | 13 |
| 9.8. Ley stefan-boltzmann | 14 |
| 9.9. Ley de Kirchhoff de radiación térmica | 15 |
| 9.10. Radiación de un cuerpo no negro (cuerpo real) | 16 |
| 9.11. Termografía..... | 16 |
| 9.11.1. Aplicaciones de la termografía | 17 |
| 9.12. Termografía infrarroja | 17 |
| 9.13. Cámaras termográficas | 17 |
| 9.13.1. Historia de la cámara termográfica. | 18 |
| 9.13.2. Ventajas del uso de cámaras termográficas | 19 |
| 9.14. Resolución espacial y resolución óptica. | 20 |
| 9.15. Sistemas eléctricos | 20 |
| 9.15.1. Instalaciones de alta tensión | 21 |
| 9.15.2. Instalaciones de baja tensión | 21 |
| 9.16. Aplicación de la termografía en redes eléctricas..... | 22 |
| 9.17. Imagen térmica | 24 |
| 9.18. Mantenimiento Industrial | 24 |
| 9.18.1. Tipos de mantenimiento industrial..... | 25 |
| 9.19. Uso de cámaras termográficas para mantenimiento predictivo | 25 |
| 9.20. Cámara termográfica HT-H8 (384*288) | 26 |
| 9.20.1. Especificaciones generales | 27 |
| 9.21. Distancia que puede medir una cámara termográfica | 29 |

| | |
|---|-----|
| 9.21.1. Calculando la relación de tamaño de punto de una cámara termográfica..... | 29 |
| 9.22. Termo grama | 30 |
| 9.23. Marco legal..... | 30 |
| 9.23.1. Norma ISO 18434, Parte 1..... | 30 |
| 9.23.2. Norma ISO 18434, Parte 2..... | 32 |
| 9.24. Criterios de aceptación eléctricos ISO 18434-1..... | 33 |
| 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 34 |
| 10.1. Investigación bibliográfica | 35 |
| 10.2. Investigación experimental..... | 35 |
| 10.3. Localización | 35 |
| 10.4. Tipos de investigación..... | 36 |
| 10.4.1. Investigación bibliográfica | 36 |
| 10.4.2. Investigación aplicada tecnológica | 36 |
| 10.4.3. Investigación descriptiva | 37 |
| 10.5. Técnicas e instrumentos | 37 |
| 10.6. Cámara termográfica Ht-H8 | 37 |
| 10.6.1. Funcionamiento de la cámara termográfica ht-h8..... | 37 |
| 10.6.2. Esquema simplificado de una cámara termográfica..... | 37 |
| 10.7. Pregunta científica o hipótesis | 39 |
| 11. ANÁLISIS Y RESULTADOS | 39 |
| 1. Análisis termográfico en módulo de control de dos variables caudal y presión..... | 40 |
| 2. Análisis termográfico en el módulo didáctico de instalaciones eléctricas residenciales | 56 |
| 3. Análisis termográfico en módulo Electro Hidráulica..... | 79 |
| 4. Análisis termográfico en módulo de arranques y paros con PLC | 98 |
| 5. Análisis termográfico del transformador general del bloque “B” de la UTC-Extensión La Maná | 120 |
| 11.1 Resumen general de análisis y resultados | 122 |
| 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO..... | 125 |
| 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 125 |
| 13.1. Conclusiones | 125 |
| 13.2. Recomendaciones..... | 126 |
| 14. BIBLIOGRAFÍA..... | 126 |
| 15. ANEXOS | 131 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. La termodinámica estudia sistemas en estado de equilibrio | 7 |
| Figura 2. En la escala Celsius el punto de congelación del agua equivale a 0° C. | 9 |
| Figura 3. Unidad de medida de calor | 10 |
| Figura 4. Reflexión, transmisión, absorción y emisión | 12 |
| Figura 5. Radiación de cuerpo negro (cuerpo ideal)..... | 14 |
| Figura 6. Visión termografía | 16 |
| Figura 7. Cámara termográfica..... | 18 |
| Figura 8. Cálculo del IFOV..... | 20 |
| Figura 9. Instalación eléctrica de alta tensión | 21 |
| Figura 10. Conexión recalentada | 22 |
| Figura 11. Imágenes de luz visible y térmica..... | 24 |
| Figura 12. Tipos de mantenimiento | 25 |
| Figura 13. Cámara termográfica HT-H8 | 27 |
| Figura 14. Termo grama de dispositivo de protección sobrecargado | 30 |
| Figura 15. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. | 36 |
| Figura 16. Ubicación..... | 36 |
| Figura 17. Esquema simplificado de una cámara termográfica | 38 |
| Figura 18. diagrama de proceso..... | 38 |
| Figura 19. Módulo de control de dos variables caudal y presión..... | 40 |
| Figura 20. Análisis de todos los elementos del módulo de control de dos variables..... | 40 |
| Figura 21. Análisis realizados en tiempos distintos al braker 1 | 41 |
| Figura 22. Análisis realizados en tiempos distintos al Breaker 2;3;4..... | 43 |
| Figura 23. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor KM..... | 44 |
| Figura 24. Análisis realizados en tiempos distintos al elemento SWG | 46 |
| Figura 25. Análisis realizados en tiempos distintos al variador de frecuencia..... | 47 |
| Figura 26. Análisis realizados en tiempos distintos a la fuente de 24 V | 49 |
| Figura 27. Análisis realizados en tiempos distintos al convertidor F-V | 50 |
| Figura 28. Análisis realizados en tiempos distintos al PLC..... | 52 |
| Figura 29. Análisis realizados en tiempos distintos al HMI | 53 |
| Figura 30. Análisis realizados en tiempos distintos a la bomba Centrifuga | 55 |
| Figura 31. Módulo de control de dos variables caudal y presión | 56 |

| | |
|---|----|
| Figura 32. <i>Análisis de todos los elementos del módulo didáctico de instalaciones eléctricas residenciales</i> | 56 |
| Figura 33. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Interruptor 1</i> | 57 |
| Figura 34. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Interruptor 2</i> | 59 |
| Figura 35. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Interruptor 3</i> | 60 |
| Figura 36. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Conmutador 1</i> | 62 |
| Figura 37. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Conmutador 2</i> | 63 |
| Figura 38. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Toma corriente 1</i> | 65 |
| Figura 39. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Toma corriente 2</i> | 66 |
| Figura 40. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Toma corriente 3</i> | 68 |
| Figura 41. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 1</i> | 69 |
| Figura 42. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 2</i> | 71 |
| Figura 43. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 3</i> | 72 |
| Figura 44. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 4 incandescente</i> | 74 |
| Figura 45. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 5</i> | 75 |
| Figura 46. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Tubo led</i> | 77 |
| Figura 47. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Breker 1</i> | 78 |
| Figura 48. <i>Módulo Electro Hidráulica</i> | 79 |
| Figura 49. <i>Análisis de todos los elementos del en módulo Electro Hidráulica</i> | 80 |
| Figura 50. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Cilindro de doble efecto hidráulico A</i> | 81 |
| Figura 51. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Cilindro de doble efecto hidráulico B</i> | 82 |
| Figura 52. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Cilindro de doble efecto hidráulico C</i> | 84 |
| Figura 53. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Logo</i> | 85 |
| Figura 54. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al contactor</i> | 87 |
| Figura 55. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Electroválvula Hidráulica 1</i> | 88 |
| Figura 56. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Electroválvula Hidráulica 2</i> | 90 |
| Figura 57. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Válvula Manual Hidráulica</i> | 91 |
| Figura 58. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a los Brekers</i> | 93 |
| Figura 59. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Motor Eléctrico</i> | 94 |
| Figura 60. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Bomba hidráulica</i> | 96 |
| Figura 61. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Tanque Reservorio</i> | 97 |
| Figura 62. <i>módulo de arranques y paros con PLC</i> | 98 |
| Figura 63. <i>Análisis de todos los elementos del en módulo arranques y paros con PLC</i> | 99 |

| | |
|---|-----|
| Figura 64. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 1</i> | 100 |
| Figura 65. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 2</i> | 101 |
| Figura 66. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 3</i> | 103 |
| Figura 67. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 4</i> | 104 |
| Figura 68. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 5</i> | 106 |
| Figura 69. <i>Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 6</i> | 107 |
| Figura 70. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 1</i> | 109 |
| Figura 71. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 2</i> | 110 |
| Figura 72. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 3</i> | 112 |
| Figura 73. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 4</i> | 113 |
| Figura 74. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 5</i> | 115 |
| Figura 75. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 6</i> | 116 |
| Figura 76. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al PLC y Fuente de alimentación PWR</i> | 118 |
| Figura 77. <i>Análisis realizados en tiempos distintos al braker</i> | 119 |
| Figura 78. <i>Transformador general del bloque B</i> | 120 |
| Figura 79. <i>Análisis del transformador general</i> | 121 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 1. Beneficiarios estudiantes de la carrera electromecánica.....</i> | 4 |
| <i>Tabla 2. Beneficiarios docentes de la carrera electromecánica.....</i> | 5 |
| <i>Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....</i> | 6 |
| <i>Tabla 4. Especificaciones generales cámara termográfica HT-H8.....</i> | 27 |
| <i>Tabla 5. Criterios de aceptación eléctricos.....</i> | 33 |
| <i>Tabla 6. Criterios de aceptación para el tiempo de ejecución del mantenimiento</i> | 34 |
| <i>Tabla 7. Emisividad de los materiales comunes.....</i> | 34 |
| <i>Tabla 8. Técnicas e Instrumentos.....</i> | 37 |
| <i>Tabla 9. Elemento Breaker 1</i> | 41 |
| <i>Tabla 10. Análisis térmico en el breaker 1.....</i> | 42 |
| <i>Tabla 11. Elemento Breaker 2;3;4.....</i> | 42 |
| <i>Tabla 12. Análisis térmico en el breaker 2,3,4.....</i> | 43 |
| <i>Tabla 13. Elemento Contactor KM</i> | 44 |
| <i>Tabla 14. Análisis térmico en el Contactor KM.....</i> | 45 |
| <i>Tabla 15. Elemento SWG.....</i> | 45 |
| <i>Tabla 16. Análisis térmico en el elemento SWG.....</i> | 46 |
| <i>Tabla 17. Elemento Variador de Frecuencia</i> | 47 |
| <i>Tabla 18. Análisis térmico en el variador de frecuencia.....</i> | 48 |
| <i>Tabla 19. Elemento Fuente 24 V.....</i> | 48 |
| <i>Tabla 20. Análisis térmico a la fuente de 24 V.....</i> | 49 |
| <i>Tabla 21. Elemento Convertidor F-V.....</i> | 50 |
| <i>Tabla 22. Análisis térmico al convertidor F-V.....</i> | 51 |
| <i>Tabla 23. Elemento PLC.....</i> | 51 |
| <i>Tabla 24. Análisis térmico al PLC.....</i> | 52 |
| <i>Tabla 25. Elemento HMI.....</i> | 53 |
| <i>Tabla 26. Análisis térmico al HMI.....</i> | 54 |
| <i>Tabla 27. Elemento Bomba Centrífuga.....</i> | 54 |
| <i>Tabla 28. Análisis térmico a la bomba Centrífuga.....</i> | 55 |
| <i>Tabla 29. Elemento Interruptor 1</i> | 57 |
| <i>Tabla 30. Análisis térmico al Interruptor 1.....</i> | 57 |
| <i>Tabla 31. Elemento Interruptor 2</i> | 58 |
| <i>Tabla 32. Análisis térmico al Interruptor 2.....</i> | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabla 33. Elemento Interruptor 3 | 60 |
| Tabla 34. Análisis térmico al Interruptor 3..... | 61 |
| Tabla 35. Elemento Conmutador 1 | 61 |
| Tabla 36. Análisis térmico al Conmutador 1 | 62 |
| Tabla 37. Elemento Conmutador 2 | 63 |
| Tabla 38. Análisis térmico al Conmutador 2 | 64 |
| Tabla 39. Elemento Toma corriente 1 | 64 |
| Tabla 40. Análisis térmico al Toma corriente 1 | 65 |
| Tabla 41. Elemento Toma corriente 2..... | 66 |
| Tabla 42. Análisis térmico al Toma corriente 2..... | 67 |
| Tabla 43. Elemento Toma corriente..... | 67 |
| Tabla 44. Análisis térmico al Toma corriente 3 | 68 |
| Tabla 45. Elemento Luminaria 1..... | 69 |
| Tabla 46. Análisis térmico a la luminaria 1..... | 70 |
| Tabla 47. Elemento Luminaria 2..... | 70 |
| Tabla 48. Análisis térmico a la luminaria 2..... | 71 |
| Tabla 49. Elemento Luminaria 3..... | 72 |
| Tabla 50. Análisis térmico a la luminaria 3..... | 73 |
| Tabla 51. Elemento Luminaria 4 incandescente | 73 |
| Tabla 52. Análisis térmico a la luminaria 4 incandescente..... | 74 |
| Tabla 53. Elemento Luminaria 5..... | 75 |
| Tabla 54. Análisis térmico a la luminaria 5..... | 76 |
| Tabla 55. Elemento Tubo led | 76 |
| Tabla 56. Análisis térmico al Tubo led | 77 |
| Tabla 57. Elemento Breker 1 | 78 |
| Tabla 58. Análisis térmico al Breker 1..... | 79 |
| Tabla 59. Elemento Cilindro de doble efecto hidráulico A | 80 |
| Tabla 60. Análisis térmico al Cilindro de doble efecto hidráulico A | 81 |
| Tabla 61. Elemento Cilindro de doble efecto hidráulico B | 82 |
| Tabla 62. Análisis térmico al Cilindro de doble efecto hidráulico B | 83 |
| Tabla 63. Elemento Cilindro de doble efecto hidráulico C | 83 |
| Tabla 64. Análisis térmico al Cilindro de doble efecto hidráulico C | 84 |
| Tabla 65. Elemento Logo..... | 85 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 66. <i>Análisis térmico al Logo</i> | 86 |
| Tabla 67. <i>Elemento contactor</i> | 86 |
| Tabla 68. <i>Análisis térmico al contactor</i> | 87 |
| Tabla 69. <i>Elemento Electroválvula Hidráulica 1</i> | 88 |
| Tabla 70. <i>Análisis térmico al contactor</i> | 89 |
| Tabla 71. <i>Elemento Electroválvula Hidráulica 2</i> | 89 |
| Tabla 72. <i>Análisis térmico a la Electroválvula Hidráulica 2</i> | 90 |
| Tabla 73. <i>Elemento Válvula Manual Hidráulica</i> | 91 |
| Tabla 74. <i>Análisis térmico a la Válvula Manual Hidráulica</i> | 92 |
| Tabla 75. <i>Elemento Brekers</i> | 92 |
| Tabla 76. <i>Análisis térmico a los Brekers</i> | 93 |
| Tabla 77. <i>Elemento Motor Eléctrico</i> | 94 |
| Tabla 78. <i>Análisis térmico al Motor Eléctrico</i> | 95 |
| Tabla 79. <i>Elemento Bomba hidráulica</i> | 95 |
| Tabla 80. <i>Análisis térmico a la Bomba hidráulica</i> | 96 |
| Tabla 81. <i>Elemento Tanque Reservorio</i> | 97 |
| Tabla 82. <i>Análisis térmico al Tanque Reservorio</i> | 98 |
| Tabla 83. <i>Elemento Luminaria 1</i> | 99 |
| Tabla 84. <i>Análisis térmico a la Luminaria 1</i> | 100 |
| Tabla 85. <i>Elemento Luminaria 2</i> | 101 |
| Tabla 86. <i>Análisis térmico a la Luminaria 2</i> | 102 |
| Tabla 87. <i>Elemento Luminaria 3</i> | 102 |
| Tabla 88. <i>Análisis térmico a la Luminaria 3</i> | 103 |
| Tabla 89. <i>Elemento Luminaria 4</i> | 104 |
| Tabla 90. <i>Análisis térmico a la Luminaria 4</i> | 105 |
| Tabla 91. <i>Elemento Luminaria 5</i> | 105 |
| Tabla 92. <i>Análisis térmico a la Luminaria 5</i> | 106 |
| Tabla 93. <i>Elemento Luminaria 6</i> | 107 |
| Tabla 94. <i>Análisis térmico a la Luminaria 6</i> | 108 |
| Tabla 95. <i>Elemento Contactor 1</i> | 108 |
| Tabla 96. <i>Análisis térmico al Contactor 1</i> | 109 |
| Tabla 97. <i>Elemento Contactor 2</i> | 110 |
| Tabla 98. <i>Análisis térmico al Contactor 2</i> | 111 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 99. <i>Elemento Contactor 3</i> | 111 |
| Tabla 100. <i>Análisis térmico al Contactor 3</i> | 112 |
| Tabla 101. <i>Elemento Contactor 4</i> | 113 |
| Tabla 102. <i>Análisis térmico al Contactor 4</i> | 114 |
| Tabla 103. <i>Elemento Contactor 5</i> | 114 |
| Tabla 104. <i>Análisis térmico al Contactor 5</i> | 115 |
| Tabla 105. <i>Elemento Contactor 6</i> | 116 |
| Tabla 106. <i>Análisis térmico al Contactor 6</i> | 117 |
| Tabla 107. <i>Elemento PLC y Fuente de alimentación PWR</i> | 117 |
| Tabla 108. <i>Análisis térmico al PLC y Fuente de alimentación PWR</i> | 118 |
| Tabla 109. <i>Elemento Breaker</i> | 119 |
| Tabla 110. <i>Análisis térmico al braker</i> | 120 |
| Tabla 111. <i>Trasformador</i> | 121 |
| Tabla 112. <i>Análisis térmico del transformador general</i> | 121 |
| Tabla 113. <i>Resumen general del módulo de control de dos variables caudal y presión</i> | 122 |
| Tabla 114. <i>Resumen general del módulo didáctico de instalaciones eléctricas</i> | 123 |
| Tabla 115. <i>Resumen general del módulo electro hidráulica</i> | 123 |
| Tabla 116. <i>Resumen general del módulo de arranques y paros con PLC</i> | 124 |
| Tabla 117. <i>Resumen general del transformador</i> | 124 |
| Tabla 118. <i>Presupuesto del Proyecto</i> | 125 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--------------------------|----|
| <i>Ecuación 1.</i> | 14 |
| <i>Ecuación 2.</i> | 15 |
| <i>Ecuación 3.</i> | 15 |
| <i>Ecuación 4.</i> | 16 |
| <i>Ecuación 5.</i> | 16 |
| <i>Ecuación 6.</i> | 22 |
| <i>Ecuación 7.</i> | 29 |
| <i>Ecuación 8.</i> | 29 |
| <i>Ecuación 9.</i> | 29 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|------------|
| <i>Anexo 1. Datos del estudiante</i> | <i>131</i> |
| <i>Anexo 2. Datos del estudiante</i> | <i>132</i> |
| <i>Anexo 3. Hoja de vida del docente tutor.....</i> | <i>133</i> |
| <i>Anexo 4. Descripción de la cámara.....</i> | <i>139</i> |
| <i>Anexo 5. El valor de emisividad de los materiales comunes</i> | <i>146</i> |
| <i>Anexo 6. Análisis de resultados obtenidos por medio de la cámara termográfica a los módulos de laboratorio de Electromecánica.....</i> | <i>148</i> |
| <i>Anexo 7. Evidencias fotográficas sobre los análisis térmicos a los módulos del laboratorio.....</i> | <i>152</i> |
| <i>Anexo 8. Guía para las prácticas de laboratorio, taller o campo.</i> | <i>153</i> |
| <i>Anexo 9. Análisis anti plagio.....</i> | <i>157</i> |

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

“Implementación de una cámara térmica para el análisis predictivo en circuitos eléctricos”

| | |
|---|--|
| Fecha de inicio: | Octubre del 2022 |
| Fecha de finalización: | Febrero del 2023 |
| Lugar de ejecución: | Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná |
| Unidad académica que auspicia: | Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA |
| Carrera que auspicia: | Ingeniería Electromecánica |
| Proyecto de investigación vinculado: | La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social |
| Equipo de trabajo: | |
| Área de conocimiento: | Ingeniería, Industria y Construcción |
| Línea de investigación: | Procesos Industriales |
| Sub líneas de investigación de la Carrera: | Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos |

2. INTRODUCCIÓN

Debido a que la termografía infrarroja no es una técnica nueva, no se ha tenido en cuenta la importante evolución que esta tecnología ha tenido en cuanto a avances técnicos, miniaturización y facilidad de manipulación por cualquier tipo de operario. En los últimos años se ha popularizado el uso de termografía infrarroja para el diagnóstico y monitoreo sin contacto, ya sea de materiales, componentes o equipos; lo que permite observar la distribución de temperatura con el objetivo de identificar áreas en donde existen problemas potenciales. (Espinoza, 2021)

La termografía infrarroja al no ser una técnica innovadora, no se ha considerado la gran evolución que ha sufrido esta tecnología en cuanto a avances técnicos, miniaturización y sencillez de manejo por partes de cualquier tipo de operario. En los últimos tiempos, el empleo de la termografía infrarroja se ha generalizado para el control y diagnóstico sin contacto, ya sea de materiales, componentes o equipos; lo que posibilita visualizar la distribución de la temperatura con el fin de detectar las zonas en las que existen posibles problemas (Espinoza, 2021).

La Termografía Infrarroja (IRT, del inglés: infrared thermography) es una nueva técnica de prueba no destructora que, basada en su capacidad de captar la radiación infrarroja de una situación, se utiliza como método de verificación para evaluar una pieza, material o sistema sin influir ni alterar sus características, así como para comprobar su estado actual y futuro la técnica de prueba no destructiva por termografía infrarroja se caracteriza también por ser rápida, segura, no invasiva y sin contacto (Erazo, 2022).

En el mantenimiento predictivo, la termografía infrarroja es la herramienta más indicada para el diagnóstico de sistemas eléctricos, ya que los componentes eléctricos nuevos comienzan a deteriorarse desde el mismo momento en que se instalan. Independientemente de la carga de un circuito, la vibración, la fatiga y el paso del tiempo hacen que las conexiones eléctricas se aflojen, a la vez que las condiciones ambientales pueden acelerar su proceso de corrosión, y por esto los sistemas eléctricos se deterioran con el paso del tiempo y si no se localizan estos deterioros ni se reparan podrían causar serias averías. (Erazo, 2022)

Las fallas en sistemas eléctricos son a menudo precedidas por una anomalía térmica del componente eléctrico, por lo cual la medición de la temperatura es uno de los principales parámetros para el análisis y diagnóstico, entre las alternativas para la medición de temperatura sin

contacto son las cámaras termográficas, que se han convertido en herramientas de diagnóstico y detección esenciales en la resolución de problemas relacionados con el mantenimiento predictivo.(Chincheró, 2018a)

Debido a todas las implementaciones que se han realizado en el ámbito de las cámaras termográficas, la utilización de las mismas y sus diferentes tipos de aplicabilidad también han experimentado un gran crecimiento. Esto hace que sea de suma relevancia identificar cómo realizar correctamente una revisión termográfica y además generar un reporte que permita tomar una determinación acerca de la medición alcanzada. Este proyecto de investigación se basa en la implementación de una cámara termográfica para el estudio predictivo de circuitos eléctricos en diferentes equipos del laboratorio electromecánico perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. La relevancia de desarrollar pruebas no destructivas mediante la aplicación de termografía infrarroja con la cámara térmica en los elementos de calor, permitirá ayudar en la localización de anomalías o posibles daños a los elementos del circuito y contribuir a la vida útil de los equipos. Mediante la aplicación de esta técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos, los estudiantes de la carrera de electromecánica desarrollarán nuevos conocimientos y realizarán sus respectivas prácticas para analizar los puntos de calor en diferentes elementos de un equipo.

3. RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto de investigación se basa en un estudio por medio de la técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos en diferentes equipos del laboratorio electromecánico perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. Estos circuitos y sistemas como todo elemento que desarrolla una función, están expuestos a sufrir deterioros, fallas y cualquier otro tipo de anomalías, que puedan ocasionar un daño transitorio o definitivo de alguno de sus componentes. Esto indica que es de vital relevancia contar con esta herramienta como plan de mantenimiento e inspección, con el propósito de garantizar la vida útil y el óptimo desempeño de los distintos equipamientos de la Universidad.

Es evidente la importancia de proponer la termografía como instrumento de inspección mediante un documento que facilite a un técnico capacitado realizar una verificación termográfica de manera correcta y además poder generar un informe que permita comprender y transmitir de la manera más conveniente y eficaz la información que se obtenga.

A través de la implementación de esta técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos, los alumnos de la carrera de electromecánica adquirirán nuevos aprendizajes y efectuarán sus respectivas prácticas para evaluar los puntos de calor en distintos dispositivos de un equipo.

4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Justificación del proyecto

La termografía infrarroja emplea una cámara térmica para detectar la radiación que emite un objeto. El espectro puede clasificarse en tres zonas de infrarrojos: infrarrojo cercano, medio y lejano. Se emplea principalmente en dispositivos en los que el coeficiente térmico es determinante para su rendimiento y fiabilidad, tales como los componentes electrónicos, los motores o los transformadores. La razón es que el calor generado por cada dispositivo es proporcional a la energía que consumen y, si se genera en exceso, avisa de la existencia de problemas. Al desarrollar el diagnóstico predictivo en los circuitos eléctricos de los equipos del laboratorio electromecánico de la Universidad Técnica Cotopaxi Extensión La Maná, se pretende identificar los puntos de calor a través de la cámara térmica, lo que permitirá identificar desperfectos o posibles fallas futuras de los elementos analizados en las tomas infrarrojas, para obtener las lecturas correspondientes en los diagnósticos para la corrección de los mismos y el mejoramiento de la condición de vida de los equipos. Este trabajo de investigación será de gran utilidad para que los alumnos de la carrera de electromecánica realicen sus respectivas prácticas utilizando la termografía infrarroja en los diferentes circuitos eléctricos de los equipos del laboratorio.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

5.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto que fortalecerán los conocimientos prácticos en termografía serán los estudiantes de la Carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Tabla 1. Beneficiarios estudiantes de la carrera electromecánica

| Hombres | Mujeres | Total |
|---------|---------|-------|
| 192 | 15 | 207 |

Fuente: Tomado de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Fuente:(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

5.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto que utilizaran la cámara termográfica para compartir sus enseñanzas son los docentes de la Carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Tabla 2. Beneficiarios docentes de la carrera electromecánica

| Hombres | Mujeres | Total |
|---------|---------|-------|
| 9 | X | 9 |

Fuente: Tomado de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Fuente:(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

6.1. Planteamiento del problema

En el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, no existen estudios para el diagnóstico o análisis termográfico para determinar puntos calientes en donde se puede predecir pérdidas por calentamiento y cortocircuitos en diferentes equipos en sus circuitos, lo cual nos sugiere que es de vital importancia contar con este tipo de herramienta para el mantenimiento e inspección, con el fin de asegurar la vida útil y el funcionamiento óptimo de los diferentes equipos de la universidad.

6.2. Delimitación del problema

A pesar de que la tecnología infrarroja existe hace décadas, actualmente en la universidad no se cuenta con esta herramienta para el análisis termográfico, ya que se podría utilizar en una infinidad de espacios. La cámara térmica infrarroja combina las funciones de la temperatura de la superficie y la imagen térmica en tiempo real. Es profesional, precisa y eficiente, proporciona imágenes térmico infrarrojo que puede mezclar imágenes visibles e infrarrojas. La cámara de imagen térmica es ampliamente utilizada en medicina, arqueología, transporte, agricultura, etc. Esta cámara IR cuenta con una pantalla TFT de visión completa de 3.5 pulgadas que proporciona claridad de color de alta definición con rangos de temperatura máximos y mínimos, emisividad actual y otros datos térmicos vitales y medibles. Por esto el propósito de nuestro proyecto se encuentra basado en la implementación de una cámara térmica y realizar un estudio mediante la técnica de termografía infrarroja que nos ayudará a determinar los posibles y futuros daños en los elementos de los

circuitos para así mejorar la vida útil de los equipos examinados en el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo General

- Implementar una cámara térmica para el análisis predictivo en los circuitos eléctricos para el laboratorio de Electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, para realizar estudios mediante técnicas de termografía infrarroja en las superficies en los elementos de los equipos.

7.2. Objetivos específicos

- Aplicar termografía infrarroja en superficies de circuitos eléctricos.
- Ejecutar un diagnóstico a través de una guía de laboratorio predictivo mediante la norma 18434-1
- Diagnosticar los resultados de la cámara térmica en los circuitos eléctricos.

8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 3 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

| Objetivos | Actividades | Resultados de las actividades | Descripción (técnicas e instrumentos) |
|--|--|--|---|
| Aplicar termografía infrarroja en superficies de circuitos eléctricos. | Utilización de la cámara térmica para examinar los puntos calientes en los circuitos eléctricos. | Obtención de las imágenes infrarrojas para los respectivos ensayos. | Se realizó la técnica de termografía infrarroja utilizando una cámara térmica (Hti-Xintai). |
| Realizar un diagnóstico a través de una guía de laboratorio predictivo mediante la norma 18434-1 | Identificación en los puntos calientes para realizar los análisis correspondientes. | Uso de las normas establecidos en termografía infrarroja para el desarrollo de los diagnósticos. | Se realizó un análisis documental para la apropiada recopilación de datos y desarrollar los diagnósticos. |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Diagnosticar los resultados de la cámara térmica en los circuitos eléctricos. | Realización de informes, interpretando las imágenes infrarrojas obtenidas de la cámara térmica. | Detección de los puntos calientes, donde se observa el espectro en las regiones cercano, medio y lejano en los circuitos analizados. | Se utilizó una metodología descriptiva en donde se observó las imágenes infrarrojas de los circuitos electricos para su diagnóstico |
|---|---|--|---|

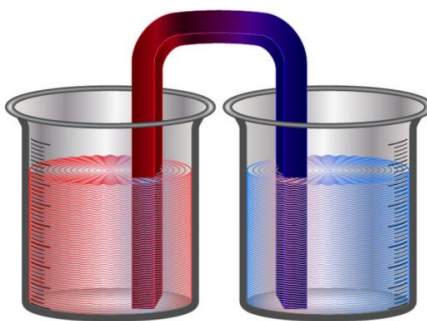
Fuente:(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

9.1. Termodinámica

La termodinámica se concentra en las condiciones de armonía de los entramados reales en el nivel naturalmente visible, es decir, aquellos cuyas cualidades no están totalmente determinadas por componentes interiores y no por potencias exteriores que medien en ellos. De este modo, piensa que la energía debe intercambiarse empezando por un marco y pasando después al siguiente como intensidad o trabajo.

Figura 1. La termodinámica estudia sistemas en estado de equilibrio.



Fuente: (Máxima Uriarte, 2021).

Existen cuatro leyes de la termodinámica, solicitadas de cero a tres. Describen la actividad de las estructuras en diferentes condiciones y entornos, y deciden la prohibición de ciertas peculiaridades, como el movimiento interminable (Máxima Uriarte, 2021).

9.2. Temperatura y calor

9.2.1. Historia de la temperatura

El cálculo de la temperatura es una interacción moderadamente creativa. Los primeros investigadores comprendieron la relación entre "frío" e "intensidad", pero no dispusieron de una técnica adecuada para estimar los distintos niveles de intensidad hasta el siglo XVII. En 1597, el especialista italiano Galileo Galilei imaginó un termoscopio de agua básico, un artilugio compuesto por un largo tubo de vidrio invertido en una jarra herméticamente cerrada que contenía agua y aire. En el momento en que el frasco se calentaba, el aire se extendía y hacía subir el fluido al cilindro. El volumen de agua en el cilindro podía evaluarse a distintas temperaturas para mostrar los cambios globales que se producían al presentar o sacar intensidad, sin embargo, el termoscopio no funcionaba con la medición de temperatura. (Day & Carpi, 2019)

Un par de años después, el físico e innovador italiano Santorio culminó el plan de Galileo integrando una escala matemática en el termoscopio. Los primeros termoscopios impulsaron el surgimiento de los termómetros de fluidos que se utilizan hoy en día. Los termómetros actuales dependen de la capacidad de ciertos fluidos para crecer cuando se calientan. Al retener el calor, el líquido del interior del termómetro se extiende, adquiriendo un enorme volumen y haciendo subir el nivel del fluido dentro del cilindro. Al enfriarse, el líquido se acuerda, implicando un volumen más modesto y haciendo descender el nivel del líquido (Day & Carpi, 2019)

La temperatura es el grado de centralización de la energía en un cuerpo determinado. Dado que la temperatura es una medida relativa, para medirla con precisión es importante utilizar escalas en función de focos de referencia específicos. Actualmente se utilizan tres escalas para medir la temperatura: la escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), la escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y la escala Kelvin (K). Cada una de estas escalas utiliza distintas divisiones en función de distintos puntos de referencia, como se muestra a continuación (Day & Carpi, 2019)).

9.2.2. Temperatura

La temperatura es una cantidad escalar que se caracteriza por ser la energía motriz de las partículas de una masa vaporosa, fluida o fuerte. Cuanto mayor sea la velocidad de las partículas, mayor será la temperatura, así como a la inversa (Coluccio Leskow, 2022).

La estimación de la temperatura está relacionada con la impresión instintiva de los pensamientos de frío (temperatura más baja) e intensidad (temperatura más alta). La temperatura también funciona como un valor de correlación para establecer el calor estándar del cuerpo humano, un dato que puede utilizarse para calcular el estado de bienestar. El calor se utiliza además en ciclos compuestos, modernos y metalúrgicos (Coluccio Leskow, 2022).

9.2.3. Escalas de la temperatura

Para la medición de la temperatura existen diferentes tipos de escalas. Las más habituales son:

1. **La escala Celsius.** Denominada también "escala centígrada", es la más empleada junto con la escala Fahrenheit. En esta escala, el límite de congelación del agua es $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (cero grados centígrados) y su límite de ebullición es $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($322\text{ }^{\circ}\text{F}$) (Coluccio Leskow, 2022).
2. **La escala Fahrenheit.** Es la medida empleada en la mayoría de los países de lengua inglesa. En esta magnitud, el punto de congelación del agua se sitúa en $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ (treinta y dos grados Fahrenheit) y su punto de ebullición en $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($212\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Coluccio Leskow, 2022).
3. **La escala Kelvin.** Es la medida comúnmente utilizada en ciencia y fija como punto cero el "cero absolutos", que implica que el objeto no desprende calor y equivale a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (grados Celsius) (Coluccio Leskow, 2022).
4. **La escala de Rankine.** Es la medida comúnmente utilizada en Estados Unidos para medir la temperatura termodinámica y se establece por la medición de grados Fahrenheit por sobre el cero absoluto, por lo que no tiene valores negativos o bajo cero (Morin, 2018) (Coluccio Leskow, 2022).

Figura 2. En la escala Celsius el punto de congelación del agua equivale a 0°C .



Fuente: (Morin, 2018).

9.3. Calor

El término calor se caracteriza por ser la forma en que la energía (o un marco y su circunstancia actual) se desplaza debido a un movimiento de temperatura. Un intercambio de energía es posiblemente calor en la posibilidad de que sea creado por una variedad de temperatura. De ello se deduce que no hay movimiento de intensidad entre dos marcos que están a una temperatura similar. (Chávez & Malaver, 2017)

En termodinámica, "calor" es comparable a "movimiento de energía". Por lo general, este movimiento no está determinado por la variedad de temperaturas entre los objetos. El calor fluye de lo más sensual a lo más frío para llegar a una temperatura de punto de armonía (Coluccio Leskow, 2021a).

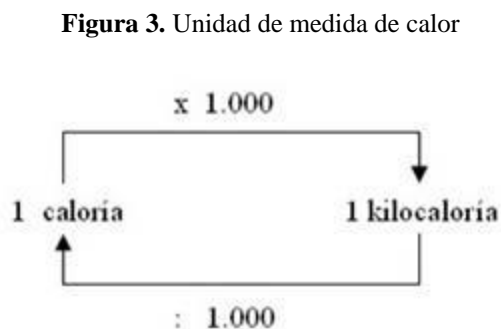
9.3.1. Unidades de calor

Dado que el calor es un movimiento de energía, puede estimarse como un incremento o disminución de energía. Por consiguiente, puede estimarse con una unidad similar a la de otro tipo de energía: el juole (que, además del calor, se utiliza para cuantificar el trabajo y la energía) (Coluccio Leskow, 2021a).

No obstante, se utilizan dos unidades diferentes para medir el calor:

- La caloría. Su truncamiento es cal y es idéntica a la cantidad de energía esperada para que 1 gramo de agua aumente 1°C .

La kilocaloría. Su forma abreviada es kcal y se refiere a la energía esperada para que 1 kilogramo de agua aumente 1°C (Coluccio Leskow, 2021a).



Fuente: (Coluccio Leskow, 2021a).

9.3.2. Tipos de calor

Existen varios tipos de intensidad. A continuación, se describen algunos de ellos:

1. Latente. Es la energía esperada para cambiar el periodo de un determinado volumen de emisión, por ejemplo, su estado (fuerte, fluido o gas). Durante el tiempo de cambio de fuerte a fluido, la intensidad inerte se denomina intensidad de combinación. En la progresión de fluido a vapor expreso, la intensidad ociosa se conoce como intensidad de vaporización. Estos intercambios se producen sin ajuste de temperatura (Coluccio Leskow, 2021a).
2. Sensible. La intensidad provoca un ajuste de la temperatura del medio que la encuentra, pero no modifica su estructura subatómica ni produce cambios de fase.
3. Seco. Método de higienización en caliente que ofrece un resultado como de cocción sobre los microorganismos que lo componen.
4. Especifico. Cuánta intensidad se espera para aumentar un grado la temperatura de un gramo de masa de un compuesto.
5. Específico molar. Es la intensidad esperada para aumentar un grado la temperatura de un mol de masa de un compuesto (Coluccio Leskow, 2021a).

9.3.3. Transferencia de calor

El movimiento de calor, intercambio de calor o movimiento de intensidad es la regla real de mover la energía nuclear empezando por un componente y pasando después al siguiente. Dependiendo de ellos, este movimiento puede producirse de tres formas: conducción, convección y radiación (Coluccio Leskow, 2021b).

9.4. Diferencia entre calor y temperatura

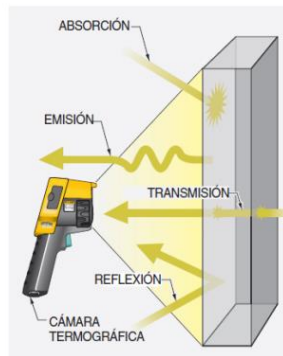
Calor y temperatura son conceptos distintos, a pesar de que están estrechamente relacionados. El calor es el intercambio de energía térmica que comienza con un artículo a alta temperatura y pasa al siguiente a baja temperatura. La temperatura, por su parte, es la cantidad real que muestra la condición caliente de una materia y la energía dinámica de sus partículas. La temperatura, en el sistema de unidades de medida, puede estimarse a lo largo de tres escalas distintas: Kelvin (K), Celsius (C) y Fahrenheit (F) (Coluccio Leskow, 2021a).

9.5. Concepto de conservación de la energía

La luz y la radiación infrarroja muestran un comportamiento indistinguible al interactuar con diversos materiales. Con las cámaras de infrarrojos, las impresiones de cuerpos fríos y calientes deben ser visibles en determinadas superficies, como ocurre, por ejemplo, con los metales brillantes, llamados "espejos cálidos". De vez en cuando, la radiación infrarroja puede engendrar a lo largo de un punto de conexión, al igual que con las cámaras de imágenes cálidas (Camacho Bedoya et al., 2017).

La transmisión es la sección de energía brillante de un medio o componente. La radiación infrarroja también puede ser captada por un punto de conexión, lo que provoca un aumento de la temperatura y una mayor progresión de la energía a través de la convergencia de la capa exterior del material y el cuerpo. La ingestión es la captación de energía brillante. La descarga se percibe como la llegada de energía brillante. Aunque un marco de termografía infrarroja puede medir la radiación descargada, consumida, enviada y reflejada, sólo la energía ingerida y la emisiva afectan a la temperatura de la superficie (Camacho Bedoya et al., 2017).

Figura 4. Reflexión, transmisión, absorción y emisión



Fuente: (Camacho Bedoya et al., 2017).

9.6. Radiación térmica

La radiación térmica es la conducción de calor por ondas electromagnéticas. La característica más distintiva de las ondas es la su longitud de onda. Si bien existe radiación electromagnética perceptible para el ojo humano (luz visible), el calor emitido sólo es perceptible a lo largo de los sistemas termográficos. A medida que un elemento se calienta, irradia mayor energía, que la cámara termográfica "ve" y transforma en una foto o termograma. Este tipo de ondas, que resultan invisibles al ojo humano, tienen una temperatura determinada que en termografía se capta y procesa con equipos termográficos para registrar la temperatura de determinados cuerpos (Kapter, 2019).

9.6.1. Características de la radiación térmica

A diferencia de la conducción o la convección, este tipo de transmisión no requiere ninguna fase intermedia para ser eficaz. Sólo con la existencia de un cuerpo a una determinada temperatura, ya sea sólido o líquido, irradiará temperatura a otro cuerpo a una temperatura inferior (Sanchez, 2020).

9.6.2. Usos o aplicaciones de la radiación térmica

Existen varias aplicaciones de la radiación, entre las cuales las más destacadas son:

- **Energía solar:** La fabricación de paneles y colectores solares ha transformado la radiación solar en una importante fuente de energía para transformarla de energía solar a energía eléctrica.
- **Cámaras de infrarrojos:** Son cámaras que funcionan en la franja infrarroja, en la luz no visual. El funcionamiento se fundamenta en el conocimiento de que la totalidad de los cuerpos son emisores de radiación térmica, por lo que se detectan figuras, animales y cuerpos en función del espectro térmico observado en la cámara.
- **Pirometría:** Este termómetro sustituye al termómetro de mercurio en la medición de altas temperaturas, detectando la temperatura de los objetos mediante el conocimiento de la emisividad de la radiación térmica (Sanchez, 2020).

Se ha comprobado que las radiaciones que dan origen a efectos térmicos en su combinación con la materia se encuentran en la banda de $10^{-7} < \lambda < 10^{-4}$ m (ultravioleta e infrarrojo).

Conociendo esto se explican las teorías básicas acerca de la radiación:

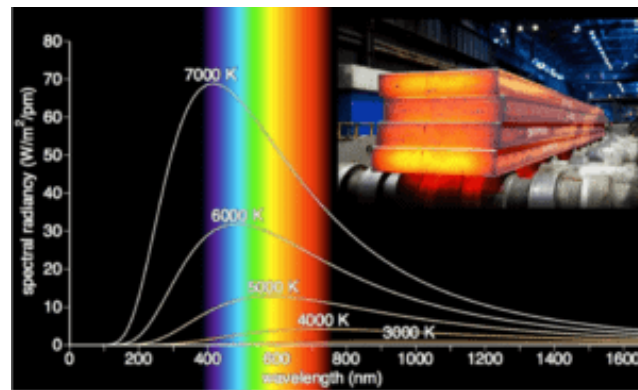
- Radiación de cuerpo negro (cuerpo ideal).
- Radiación de un cuerpo no negro (cuerpo real).

9.7. Radiación de cuerpo negro (cuerpo ideal)

Se ha comprobado que la concentración de energía radiante procedente de una superficie a una longitud de onda determinada está en función de los materiales del cuerpo y del aspecto de su interfaz, así como de la temperatura de la zona. Por consiguiente, diversos materiales emanan distintas cantidades de energía radiante pese a encontrarse a la idéntica temperatura. Un cuerpo que difunde la mayor cantidad de calor para su temperatura absoluta se denomina cuerpo negro (Connor, 2019a).

Un cuerpo negro es un ente físico idealizado, que posee características especiales. Por tanto, un cuerpo negro en continuo equilibrio térmico tiene una emisividad de $\varepsilon = 1,0$. Los objetos reales no irradian tanto calor como un cuerpo negro. Los objetos reales no irradian tanto calor como un cuerpo negro perfecto. Emiten menos calor que un cuerpo negro, por lo que se denominan cuerpos grises (Connor, 2019b).

Figura 5. Radiación de cuerpo negro (cuerpo ideal)



Fuente: (Connor, 2019b).

La ecuación de Stefan-Boltzmann establece las condiciones que posibilitan la transmisión del calor en modo de radiación. Los objetos emanan calor. Al igual que en el proceso de conducción y convección, la producción neta de energía radiada está relacionada con la superficie y las variaciones de temperatura. Mientras más caliente está un elemento, mayor es la cantidad de energía que irradia. La velocidad a la que un cuerpo negro irradia energía viene dada por la ley de Stefan-Boltzmann (TELEDYNE FLIR, 2021).

9.8. Ley stefan-boltzmann

La rapidez de transferencia de calor por radiación, q [W/m^2], de una masa (por ejemplo, un cuerpo negro) a su alrededor es correlativa a la cuarta potencia de la temperatura absoluta y viene representada por la siguiente ecuación:

Ecuación 1.

$$q = \varepsilon\sigma T^4$$

siendo σ una constante física elemental denominada constante de Stefan-Boltzmann, igual a $5,6697 \times 10^{-8} W / m^2 K^4$. La constante de Stefan-Boltzmann debe su nombre a Josef Stefan (que descubrió de forma experimental la ley de Stefa-Boltzman en 1879) y Ludwig Boltzmann (que la dedujo de forma teórica al poco tiempo). La transferencia de calor por radiación es fundamental a

temperaturas muy elevadas y en el medio vacío. Tal como está escrita, la ley de Stefan-Boltzmann indica la intensidad radiante de un único objeto. Sin embargo, utilizando la ley de Stefan-Boltzmann, se determina también la transferencia de calor por radiación que se da entre dos elementos. Dos cuerpos que se irradian mutuamente tienen un flujo de calor neto mutuo. El flujo de calor neto entre ambos viene dado mediante:

Ecuación 2.
$$Q = \varepsilon\sigma A_{1-2} (T_1^4 - T_2^4) \text{ [J / s]}$$

La emisividad desempeña un factor fundamental en los procesos de transferencia de calor. Por citar un ejemplo, los captadores solares de calor integran superficies selectivas que emiten muy poco. Estos colectores malgastan una cantidad muy reducida de energía solar a causa de la difusión de radiación térmica. Puesto que la absorción y la emisividad están interrelacionadas por la ley de Kirchhoff de la radiación térmica, un cuerpo negro constituye también un absorbente por excelencia de la radiación electromagnética (Connor, 2019b).

9.9. Ley de Kirchhoff de radiación térmica

La emisividad es igual a la capacidad de absorción de un cuerpo arbitrario que produce y emite radiación térmica en equilibrio termodinámico.

Ecuación 3.
$$\text{emisividad } \varepsilon = \text{capacidad de absorción } \alpha$$

Un cuerpo negro es capaz de absorber cualquier radiación electromagnética que le llegue, con independencia de su frecuencia o ángulo de entrada. Por lo tanto, la capacidad de absorción es idéntica a la unidad, que es además el valor más elevado que se puede alcanzar. Esto significa que un cuerpo negro es un amortiguador perfecto (y un emisor perfecto) (Bedoya et al., 2017).

Hay que tener en consideración que la radiación visible abarca una gama muy limitada del espectro, de 0,4 a 0,76 nm, por lo que no es posible juzgar la negrura de una superficie a partir de mediciones visuales. Por ejemplo, pensemos en un papel blanco que refleja la luz visible y, por consiguiente, se ve blanco. En cambio, es básicamente negro para la radiación infrarroja (absorción $\alpha = 0,94$) porque absorbe intensamente la radiación de longitud de onda ancha (Bedoya et al., 2017).

9.10. Radiación de un cuerpo no negro (cuerpo real)

Los cuerpos no negros no irradian como los cuerpos negros. La relación entre la energía radiada por un cuerpo y la emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura se denomina emisividad (ϵ), un número inferior a 1 (TELEDYNE FLIR, 2021). Si el cuerpo es de material mate, la divisividad está relacionada con la reflectividad (ρ) del cuerpo:

Ecuación 4.
$$\epsilon + \rho = 1$$

Si el cuerpo es transparente, como ciertos materiales plásticos o el cristal, una parte de la energía incidente se transmite a lo largo del cuerpo. Por consiguiente, en general, la transmitancia y:

Ecuación 5.
$$\epsilon + \rho + T = 1$$

Para la mayoría de los materiales ϵ , ρ y T son función de la longitud de onda (TELEDYNE FLIR, 2021).

9.11. Termografía

La termografía es una tecnología que permite, a partir de una foto, establecer la temperatura de todo tipo de elementos o seres vivos. Para ello, la radiación infrarroja captada por esta clase de cámaras es expedida y captada en más o menos cantidad por todos los objetos. Mientras que hay determinados animales, por ejemplo, algunas serpientes de cascabel o ciertos peces, que pueden visualizar la longitud de onda infrarroja, el ser humano, en cambio, sólo es capaz de observar en el intervalo visible. Por ello, para ver las imágenes obtenidas en la longitud de onda infrarroja es indispensable utilizar cámaras termográficas, que capturan y grafican en una escala de colores visibles (Innovation, 2020).

Figura 6. Visión termografía



Fuente: (Innovation, 2020).

9.11.1. Aplicaciones de la termografía

- **Determinación de altas temperaturas:** para artículos que se encuentran a una temperatura tan alta que no es factible emplear un sensor de temperatura convencional. La medición a distancia de cámaras termográficas es idónea.
- **Detección de fugas:** Las fugas, especialmente las de aire, son imperceptibles para el ojo humano, pero como el fluido está a una temperatura diferente de la del conducto, se reconocen perfectamente en la gama de longitudes de onda infrarrojas.
- **Detección de puntos calientes:** en determinadas instalaciones, como las eléctricas, es fácil detectar si una conexión se está precalentando y adoptar posibles medidas correctoras antes de que la instalación se degrade.
- **Detección de intrusos:** en una línea de fabricación, por medio de las distintas percepciones de absorción y transmisión de radiación infrarroja de cada elemento, es posible determinar si hay componentes que no conviene que se muestren.
- **Deterioro de aislantes:** tanto los aislantes eléctricos utilizados para cubrir cables como los aislantes térmicos utilizados para aislar las superficies de las paredes de calderas u hornos, en el momento en que padecen algún daño en su aislamiento, dejan escapar el calor al exterior, lo que puede ser detectado utilizando esta técnica (Innovation, 2020).

9.12. Termografía infrarroja

La termografía infrarroja es una disciplina que posibilita la medición de temperaturas a cierta distancia y sin contacto físico con el elemento a estudiar, a través de la detección de la magnitud de la radiación infrarroja producida por los cuerpos. Mediante las cámaras termográficas se puede transformar la energía radiada, invisible para el ojo humano, en una imagen observable constituida por la temperatura de la superficie de los elementos captados por la cámara (Álvarez, 2018).

9.13. Cámaras termográficas

Una cámara termográfica es un instrumento de control de la temperatura sin contacto. Las cámaras termográficas registran la energía infrarroja producida, transmitida o que se refleja en cualquier material a temperaturas por encima del cero absoluto (0° Kelvin) y transforman el factor energético en una medición de la temperatura o termograma. Un termograma es la termografía del cuerpo que emite, transmite o refleja energía infrarroja, presentada por la cámara (Omega, 2021).

Figura 7. Cámara termográfica



Fuente: (Omega, 2021).

9.13.1. Historia de la cámara termográfica.

Tras el descubrimiento de la radiación infrarroja por Herschel en el siglo XIX, los principales avances técnicos en torno a 1920 permitieron medir la radiación infrarroja, aunque no sería hasta más tarde cuando ésta se convirtiera automáticamente en temperatura. Inicialmente, la tecnología INFRARROJA (IR) se utilizó para la guerra; más concretamente, en la Segunda Guerra Mundial. Las cualidades de la radiación infrarroja se utilizaron sobre todo con fines militares con la creación de los misiles dirigidos por infrarrojos. Aproximadamente en la década de 1930, comenzaron en Alemania las actividades de investigación para el diseño de un sistema de visión nocturna (Nachtsichtgeraten). Los prototipos, manufacturados por la compañía AEG, se probaron en 1939 para su empleo en unidades antitanque. Las primeras cámaras resultaban voluminosas, pesadas y poco maniobrables, y se montaban en los tanques o las transportaban a la espalda ciertos soldados; en aquella época, la potencia de las cámaras era ínfima. Después de la guerra, el desarrollo progresó con rapidez; la compañía sueca AGA presentó la primera cámara termográfica para fines civiles y comerciales en 1960; pero no fue hasta la década de 1980 que surgieron las primeras cámaras termográficas confortables y maniobrables. Desde aquel momento, la tecnología termográfica ha experimentado una gran evolución. Los equipos han evolucionado hasta transformarse en sistemas tan compactos como una videocámara o una cámara de fotos digital. Son sencillos de manipular y ofrecen imágenes de gran nitidez y definición en tiempo real, con la alternativa de vídeo y conexión Wi-Fi, lo que los hace una de las más valiosas herramientas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo. En general, los termómetros de infrarrojos (IR) son de confianza y muy eficaces para medir la temperatura en un solo punto; no obstante, cuando se evalúan componentes o zonas de

gran tamaño, es sencillo que no se detecten los componentes importantes que pueden averiarse pronto y que deben repararse (Bedoya et al., 2017).

9.13.2. Ventajas del uso de cámaras termográficas

Dentro de las diversas ventajas del uso de cámaras termográficas, se destacan las señaladas a continuación:

- **Mantenimiento y prevención industrial**

Las cámaras termográficas posibilitan la adquisición de imágenes de la evolución de la temperatura en elementos eléctricos y mecánicos. Dichas cámaras termográficas infrarrojas convierten, mediante complicados algoritmos, una imagen infrarroja en una imagen radiométrica que facilita la comprensión de los valores de temperatura. De este modo, pueden detectarse, por ejemplo, las temperaturas altas anómalas (sobrecalentamiento del sistema), que suelen ser el prelude de costosas fallas en las instalaciones eléctricas y mecánicas. Esto permite un mantenimiento preventivo más eficaz.

- **Eficiencia en el consumo de energía**

Las cámaras termográficas se aplican para valorar el consumo de energía en instalaciones o líneas de fabricación. Con ellas se pueden identificar los puntos donde se producen deficiencias en los sistemas de refrigeración, fugas de calor o anomalías en el aislamiento de las cámaras frigoríficas, y otros.

- **Medición sin contacto**

La toma de temperatura a través de cámaras termográficas posibilita la monitorización de temperaturas de cuerpos, materiales y sustancias que no pueden contaminarse por simple contacto físico.

- **Detección de fugas de gas**

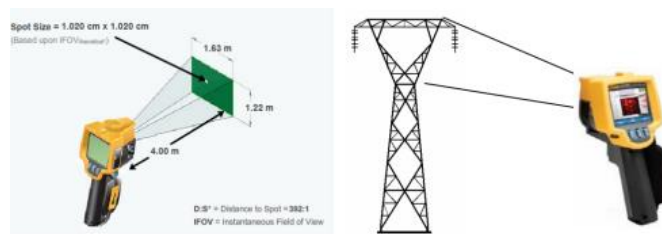
Las pérdidas de componentes químicos y sustancias inflamables originan escapes de gases tóxicos, incendios o explosiones que provocan accidentes graves en las instalaciones y sus inmediaciones. Las cámaras termográficas posibilitan la rápida localización por medición de temperatura, así como la detección muy detallada de pequeñas fugas, lo que agiliza la intervención y reduce al mínimo el volumen desprendido (Álvarez, 2018).

9.14. Resolución espacial y resolución óptica.

Las cámaras termográficas, similares a una cámara visual típica, incorporan una disposición de puntos focales cuya misión es focalizar la radiación en el sensor de la cámara. En función de la longitud central y el objetivo del sensor, podemos caracterizar dos límites que afectarán a las imágenes termográficas. Desde una perspectiva, podemos caracterizar el objetivo espacial o IFOVt como el punto de vista cubierto por cada píxel del sensor, un ángulo que a un nivel razonable caracterizará el elemento más pequeño que la cámara puede distinguir a una distancia específica. Habitualmente, este límite se comunica como un punto en mili-radianes, por ejemplo, 2,5 mrad, lo que facilita enormemente la estimación, ya que, comunicado de este modo, obtenemos rápidamente la anchura del artículo más pequeño perceptible a una distancia de 1 metro, que en el modelo anterior sería de 2,5 mm, y para otra distancia bastaría con duplicar 2,5 por la distancia en metros (por ejemplo, a una distancia de 10 m: $10 \times 2,5 = 25$ mm) (Poyato, 2020).

Por otra parte, podemos caracterizar el objetivo óptico o IFOVm como el elemento más pequeño sobre el que se puede hacer una estimación precisa a una distancia determinada. Claramente, los dos ángulos son significativos al realizar termografía en marcos de circulación eléctrica y deben ser considerados por la separación del objetivo (Poyato, 2020).

Figura 8. Cálculo del IFOV



Cálculo del IFOV, o Resolución Óptica para la cámara termográfica Fluke T106

Fuente: (Poyato, 2020)

9.15. Sistemas eléctricos

Las cámaras de imagen en caliente se utilizan generalmente para examinar componentes y estructuras eléctricas de todos los tamaños y formas. El amplio abanico de aplicaciones potenciales de las cámaras de imagen térmica en el ámbito de los cuadros eléctricos puede dividirse en dos categorías: sistemas de alta tensión y sistemas de baja tensión (Danahe, 2019).

9.15.1. Instalaciones de alta tensión

El calor es una figura significativa establecimientos de alta tensión. Cuando el flujo eléctrico atraviesa un componente resistivo, se produce calor. Una mayor oposición provoca un incremento del calor. A largo plazo, la oposición de las asociaciones eléctricas aumenta, debido, por ejemplo, al desprendimiento y la erosión. El aumento de la temperatura puede hacer que las piezas se fundan, lo que puede provocar apagones sorprendentes e incluso lesiones. Además, la energía utilizada para crear calor provoca desgracias energéticas inútiles. Suponiendo que se deja sin control, la intensidad podría moverse hacia el propósito en las asociaciones de ablandamiento y causar averías e incluso llamas (TELEDYNE FLIR, 2021). Casos de decepciones en establecimientos de alta tensión que pueden distinguirse con la termografía:

- Oxidación de conmutadores de alta tensión
- Aplicaciones sobrecalentadas
- Acoplamientos mal reparados
- Ausencias de protección

Estos y otros problemas pueden detectarse en una fase inicial utilizando una cámara de imagen térmica. Una cámara de imagen en caliente le ayudará a localizar el problema, decidir su gravedad y calcular el tiempo necesario para reparar el equipo (TELEDYNE FLIR, 2021).

Figura 9. Instalación eléctrica de alta tensión



Fuente: (TELEDYNE FLIR, 2021).

9.15.2. Instalaciones de baja tensión

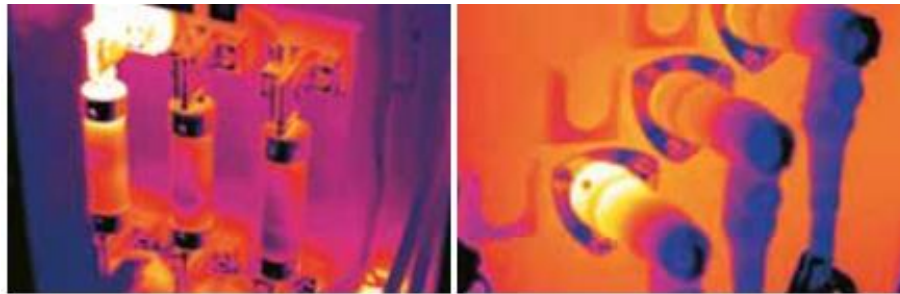
Las cámaras de imagen cálida se utilizan para evaluar piezas y estructuras eléctricas de todos los tamaños y formas, y su uso no se limita a aplicaciones de alta tensión. Permiten analizar sistemáticamente cuadros eléctricos y focos de control de motores. Si no lo hace, la intensidad puede avanzar hacia el objetivo licuando asociaciones y provocando averías e incluso llamas. A

pesar de las asociaciones libres, los cuadros eléctricos experimentan los efectos nocivos de las características de carga desequilibrada, el consumo y las expansiones en la impedancia de flujo. Las evaluaciones en caliente permiten encontrar rápidamente las áreas problemáticas, decidir la gravedad del problema y calcular el momento en que debe repararse el equipo (TELEDYNE FLIR, 2021). Casos de averías en equipos de baja tensión que pueden detectarse mediante termografía:

- Conexiones muy obstruidas
- Conexiones erosionadas
- Daños internos en los cables
- Problemas internos en los disyuntores
- Uniones defectuosas y daños internos

Estos y otros problemas pueden detectarse en una fase inicial utilizando una cámara de imagen térmica. De este modo, pueden evitarse daños exorbitantes y circunstancias peligrosas (TELEDYNE FLIR, 2021).

Figura 10. Conexión recalentada



Fuente: (TELEDYNE FLIR, 2021).

9.16. Aplicación de la termografía en redes eléctricas

A nivel especializado, la utilización de la termografía permitirá obtener imágenes de los ejemplos de temperatura de las instalaciones y los sistemas eléctricos. En este sentido, hay que tener en cuenta que un motivo de decepción en los marcos eléctricos es el exceso de temperatura provocado por diversas razones:

Oposición ampliada en los focos de acoplamiento. Como indica la Normativa de Joule

Ecuación 6.

$$P = I^2 \times R$$

Es decir, un aumento de la oposición del contacto provoca un aumento de la potencia diseminada en el contacto, lo que se traduce, en circunstancias normales, en un aumento de su temperatura en una "zona problemática", que puede identificarse con precisión con una cámara termográfica. Esta expansión en la oposición de los contactos puede deberse a oxidación o consumo, aflojamiento de tornillos o tensión deficiente en los contactos móviles (Poyato, 2020).

Decaimiento de los sistemas de refrigeración. La intensidad producida, por ejemplo, en los transformadores de potencia, debe eliminarse al exterior a través de los marcos de refrigeración de los intercambiadores de intensidad. En el caso de que esta expulsión de la intensidad disminuya o se pierda, por ejemplo, debido a una obstrucción en los tubos del intercambiador de intensidad o a una avería de los ventiladores debido a una ventilación limitada, el transformador se sobrecalentará, lo que puede provocar la avería del transformador (Poyato, 2020).

Flujos de derrame en sistema aisladores. La disminución de la obstrucción de la protección debido a la suciedad o impurezas puede provocar flujos de derrame y la formación de arcos, lo que puede hacer que el hardware se caliente y, en consecuencia, se desmorone. Con su cámara de imagen cálida, el profesional de soporte realmente querrá mirar cada uno de los componentes que conforman el marco de transporte eléctrico para ejemplos de calentamiento, lo que le permitirá distinguir y abordar un problema probable antes de que provoque una decepción o rotura en la línea (Poyato, 2020).

Temperatura de fondo.

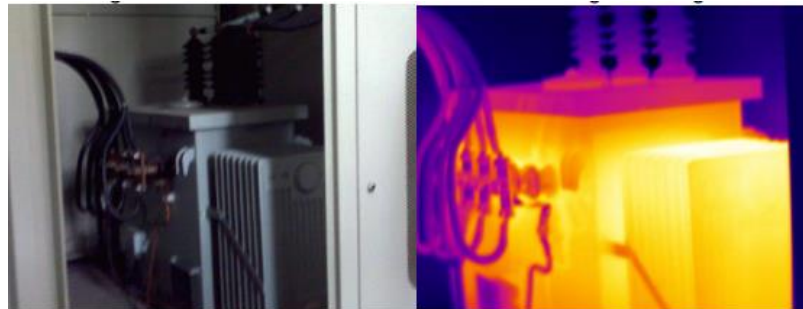
Las cámaras de imagen cálida miden la radiación procedente de un artículo para determinar su temperatura, en cualquier caso, es la radiación producida por la capa exterior del artículo y no la radiación reflejada por el artículo desde los elementos ambientales la que decide su temperatura. En consecuencia, las cámaras de imagen cálida compensan el impacto de la radiación transmitida por el clima y reflejada desde la capa exterior del artículo modificando el límite de la "temperatura de base". Las técnicas de trabajo deben tener en cuenta la diferencia de temperatura entre el área problemática identificada y la temperatura de los componentes idénticos o con la temperatura circundante para decidir el grado de actividad en vista de una agrupación que decide la importancia, así como la desesperación de la cuestión reconocida teniendo en cuenta las perspectivas, por ejemplo, el nivel de carga, las circunstancias ecológicas, y así sucesivamente. En este sentido, se pueden encontrar referencias, por ejemplo, las dadas por NETA (Global Electrical Testing

Affiliation), de esta manera los contrastes de temperatura entre componentes comparables en circunstancias de trabajo similares (carga, etc.) superiores a 15 °C podrían sugerir realizar movimientos rápidos para el mantenimiento de dichos equipos. Del mismo modo, se sugiere un tipo de actividad similar cuando el contraste de temperatura entre el componente objeto de estudio y la temperatura circundante es superior a 40 °C (Poyato, 2020).

9.17. Imagen térmica

La imagen cálida, en contraste con la imagen auténtica, es una imagen de la fuerza de radiación cálida, no de la dispersión de temperatura captada por la cámara. Los contrastes en las fuerzas de radiación no se convierten en distintas temperaturas. Es decir, un objeto similar puede estar a una temperatura similar, pero con distintas emisividades. De esta manera, la imagen cálida se mostrará con una diferencia reflejada en el rango de variedad que podría hacer que tenga varias temperaturas (Bedoya et al., 2017).

Figura 11. Imágenes de luz visible y térmica



Fuente: (Bedoya et al., 2017).

La imagen de la izquierda es una foto típica que muestra las imágenes de los artículos, es una imagen obtenida con luz perceptible. La imagen de la derecha muestra las temperaturas de los artículos, es una imagen termográfica (Bedoya et al., 2017).

9.18. Mantenimiento Industrial

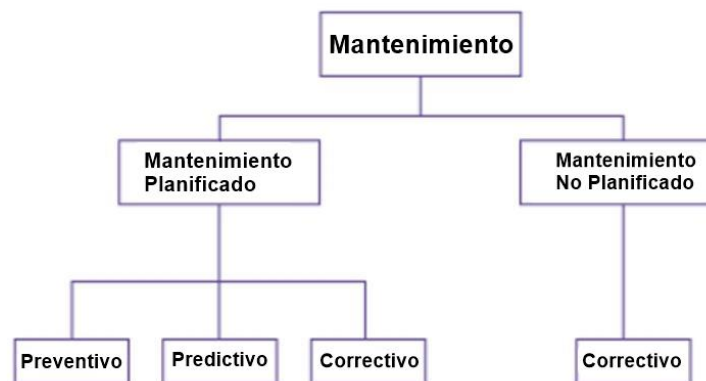
Por regla general, el mantenimiento moderno puede caracterizarse como una mezcla de movimientos de todo tipo y procedimientos importantes para proteger el estado de funcionamiento ideal del engranaje de creación. La idea de mantenimiento moderno garantiza que todos los recursos se encuentren en condiciones de funcionamiento ideales. Por lo tanto, a menudo se utiliza recíprocamente con el término mantenimiento de planta (Digital, 2020).

Además de garantizar que el hardware está a punto, el mantenimiento moderno tiene otra función importante: el control de costes. Sin duda, mantener los recursos en buen estado es importante para cumplir los plazos de fabricación y garantizar la calidad de los artículos. Sin embargo, el mantenimiento de los equipos y aparatos modernos no debería costarle más de lo que obtendría vendiéndolos (Digital, 2020).

9.18.1. Tipos de mantenimiento industrial

Es muy importante entender cómo se divide el mantenimiento, para que el gestor no se equivoque y sepa cuál es el mejor para aplicar, en el momento y en el equipo correcto. Aquí en la imagen debajo, tenemos la siguiente estructura:

Figura 12. Tipos de mantenimiento



Fuente: (Rodríguez, 2021).

A continuación, analizaremos los principales tipos de mantenimiento que más utilizan las industrias:

1. Mantenimiento correctivo.
2. Mantenimiento preventivo.
3. Mantenimiento predictivo (Digital, 2020).

9.19. Uso de cámaras termográficas para mantenimiento predictivo

Las cámaras de imagen en caliente para investigaciones de asistencia previsoras son aparatos resistentes e inofensivos para comprobar y diagnosticar el estado de piezas y establecimientos eléctricos y mecánicos. Con una cámara de imagen cálida, puede distinguir los problemas en una

fase inicial, por lo que se pueden notificar y rectificar antes de que se vuelvan más graves y costosos de solucionar. Cámaras de imagen en caliente FLIR:

- Son tan fáciles de usar como una videocámara o cámara digital
- Proporcionan una imagen completa de la situación
- Permiten llevar a cabo inspecciones mientras los sistemas están cargados
- Identifican y encuentran el problema
- Miden temperaturas
- Guardan información
- Indican exactamente qué se necesita corregir
- Ayudan a encontrar fallos antes de que se produzcan problemas reales
- Permiten ahorrar valioso tiempo y dinero

FLIR systems ofrece una amplia variedad de cámaras termográficas. Tanto si utiliza la termografía para la revisión de grandes oficinas modernas como para el examen de un interruptor en una casa, FLIR puede proporcionarle la cámara termográfica adecuada para sus necesidades. Las imágenes en caliente con información precisa sobre la temperatura proporcionan al jefe de mantenimiento datos significativos sobre el estado del hardware evaluado. Estos exámenes pueden realizarse mientras el ciclo de creación está en plena actividad y, en términos generales, la utilización de una cámara termográfica podría ayudar a mejorar la propia interacción de creación. Las cámaras de imagen en caliente son un dispositivo tan importante y flexible que resulta inconcebible contabilizar todas sus aplicaciones potenciales. Constantemente se están fomentando enfoques nuevos e imaginativos para utilizar la innovación (TELEDYNE FLIR, 2021).

9.20. Cámara termográfica HT-H8 (384*288)

Hti-Xintai 384 X 288 High goal cámara caliente con 3,5 pulgadas TFT mostrar, cámara de imágenes IR con WiFi, trabajó en 8 GB de capacidad avanzada y el centro flexible cámara caliente con 25 Hz. Esta cámara de infrarrojos incluye una pantalla TFT de 3,5 pulgadas de vista completa que proporciona una calidad superior variedad lucidez con mayores y menores rangos de temperatura, emisividad actual y otra información indispensable, cuantificable caliente (HTI, 2021).

Tecla de selección de acceso rápido: el plano general incluye un sencillo mando y un marco de actividades clave justo debajo de la pantalla para ayudar a capturar imágenes, seleccionar rangos de variedades, medir el cambio de rango de temperatura y supervisar las imágenes capturadas.

Uso privado y moderno: con una precisión de estimación de $\pm 3\%$, esta arma de imágenes cálidas se puede utilizar en diferentes aplicaciones, incluyendo calefacción y aire central, trabajos de expertos en electricidad general, sensores, ciencia y agroindustria, y eso es sólo la punta del problema.

Claridad y exactitud de la variedad predominante: el generador de imágenes cálidas Hti de la serie HT le permite cambiar rápidamente entre arco iris, rojo óxido de hierro, tono frío, intensidad blanca e intensidad oscura para obtener información y datos cálidos más precisos (HTI, 2021).

Figura 13. Cámara termográfica HT-H8



Fuente: (HTI, 2021).

9.20.1. Especificaciones generales

Tabla 4. Especificaciones generales cámara termográfica HT-H8

| | | | |
|--|-------------------------------|---|---|
| Resolución de imagen infrarroja | 384×288 | Opción de visualización | La integración de la imagen térmica con un 25% de longitud de paso e imagen visible |
| Conectividad wifi | imagen en vivo en el teléfono | Medio de almacenamiento automático | 3G incorporado (por encima de 20 mil imágenes ocultas) |

| | | | |
|--|--|--|---|
| Ángulo de campo / longitud de enfoque más corta | 28,4° × 21,4° / 0,19 m °C | Formato de archivo | JPG |
| Rango de medición de temperatura | -20 °C a 550 °C (-4 °F a 1022 °F) | USB | Micro USB 2.0 |
| Precisión de medición | ±2% digital/±2 °C | Fuente de alimentación | Batería recargable 26650 |
| Emisividad | ajustable de 0.01 a 1.0 | Tiempo incorporado de apagado automático | seleccionable: 5 minutos / 20 minutos / no se apaga |
| Velocidad de fotogramas de imágenes térmicas | 25Hz | Tamaño del producto (longitud × ancho × alto) | 97mm×129mm×256mm |
| Cobertura de longitud de onda | 8-14um | Temperatura de trabajo | 0 °C a 45 °C |
| Modo de enfoque | ajuste de distancia focal Paleta de colores: arco iris, óxido de hierro rojo, color frío, blanco y negro, blanco y negro | Temperatura de almacenamiento | -20 °C a 60 °C (Hti, 2022) |

Fuente: (HTI, 2021).

Para calibrar objetos a corta distancia y para cuantificar objetos a gran distancia, debe utilizar diferentes longitudes focales, girar el punto focal gradualmente, no mucho en un curso similar (HTI, 2021).

9.21. Distancia que puede medir una cámara termográfica

La respuesta a “a qué distancia puede medir” depende de factores como la resolución, el campo de visión instantáneo (IFOV por sus siglas en inglés), las lentes, el tamaño del objeto, etc. Puede compararse con un examen visual en la consulta del médico. Al mirar la tabla optométrica desde la silla de la consulta, puede ver que hay letras en la línea más pequeña, pero ¿a qué distancia sigue siendo capaz de leer las letras (es decir, de “medirlas”)? Si tiene una visión de 20/20, puede definir las letras más pequeñas a más distancia. En este caso, una visión de 20/20 será el equivalente a un termógrafo de alta definición. Si su visión no es perfecta, puede mejorarla con gafas (es decir, añadiendo una lente de aumento a la cámara) o acercándose a la tabla optométrica (es decir, reduciendo la distancia al objetivo).

9.21.1. Calculando la relación de tamaño de punto de una cámara termográfica

Primero debe calcular el IFOV en miliradianes (mrad) con esta fórmula:

Ecuación 7.
$$\text{IFOV} = (\text{FOV}/\text{número de píxeles}^*) \times [(3,14/180) (1000)]$$

***Utilice el número de píxeles que coincida con la dirección (horizontal/vertical) de su FOV.**

Como su lente tiene un FOV horizontal de 24 grados, dividirá 24 por la resolución en píxeles horizontal de la cámara (en este caso, 320). Entonces, multiplicará ese número por 17,44, que es el resultado de $(3,14/180) (1000)$ de la ecuación mostrada.

Ecuación 8.
$$(24/320) \times 17,44 = \mathbf{1,308 \text{ mrad}}$$

Sabiendo que el IFOV es de 1,308 mrad, debe encontrar el IFOV en milímetros con esta fórmula:

Ecuación 9.
$$\text{IFOV (mm): } (1.308/1000) \times 15\,000^* \text{ mm} = \mathbf{19,62 \text{ mm}}$$
 ***La distancia al objetivo.**

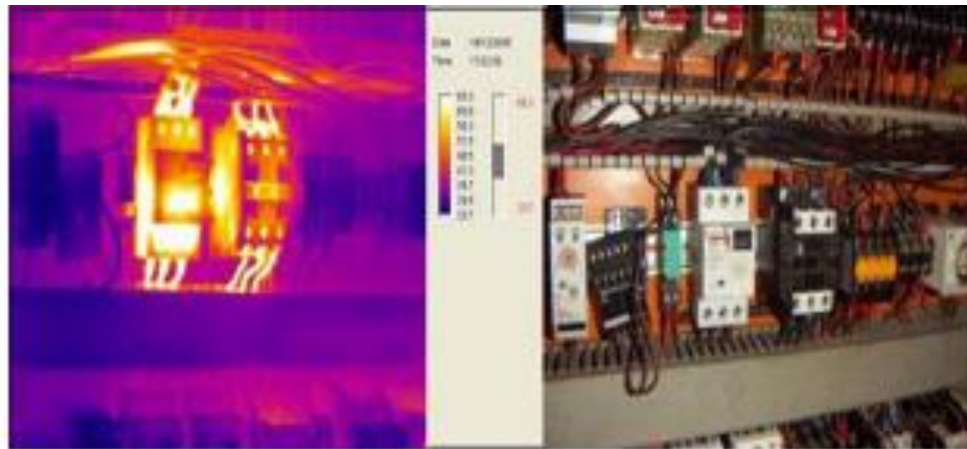
¿Qué significa este número entonces?

La relación de tamaño de punto es 19,62:15 000. Este número es el tamaño medible de un solo píxel (1 x 1). Dicho de forma más sencilla: este cálculo le indica que la cámara puede medir un punto de 19,62 mm a 15 metros de distancia.(Onate, 2018)

9.22. Termo grama

Es una imagen cálida, resultado de la captación de flujos regulares de radiación, a través de hardware que coordina una mezcla de marcos de vídeo, termómetros ópticos por radiación infrarroja y cálculos complejos; en esta imagen cálida se puede notar la separación de sombras del cuerpo concentrado, para decidir y examinar de manera exacta las temperaturas de la imagen (De Jesús & Silva, 2017).

Figura 14. Termo grama de dispositivo de protección sobrecargado



Fuente: (De Jesús & Silva, 2017).

La norma ISO 18434-1 caracteriza un termo grama como: guía o imagen cálida de un objetivo en la que los tonos oscuros o los tonos variados abordan el transporte de energía nuclear brillante infrarroja sobre la capa externa del objetivo (Quiñónez & Alarcón, 2022).

9.23. Marco legal

La estructura legítima de este estudio depende de la norma ISO 18434, trabajada en la observación del estado y la conclusión de las máquinas termográficas, que se separa en dos secciones, la primera, que data de 2008, alude a los sistemas generales, mientras que la segunda, que se creó en 2019, alude a la traducción de imágenes y a la determinación termográfica propiamente dicha (Quiñónez & Alarcón, 2022).

9.23.1. Norma ISO 18434, Parte 1.

El numeral 4 de ISO 18434, alude a los métodos utilizados para la estimación de los límites termográficos de las máquinas, para esta situación, según este bloque de la norma en referencia, la termografía relativa es extremadamente útil, a la luz del hecho de que garantiza estimaciones más

sólidas, dadas las circunstancias cambiantes en la actividad diaria de algunos aparatos. La calidad inquebrantable de las estimaciones tomadas, utilizando termografía cercana, dependerá generalmente del equipo utilizado por el evaluador, donde norma similar, en su parte subsiguiente, alude a la necesidad de disponer de máquinas de infrarrojos calientes, para garantizar una confianza más notable en la información a obtener durante la comprobación termográfica.

El área 5 de la norma ISO 18434 alude a los tipos de termografía cercana, haciendo referencia a la termografía subjetiva y cuantitativa. Para el presente examen, la evaluación se realizará a través de la evaluación cuantitativa, determinando las estimaciones de temperatura que permitan reconocer el estado de las partes de las máquinas a evaluar en la instalación de investigación de Diseño Electromecánico ubicada en el bloque escolar "B" del Colegio Especializado de Cotopaxi, ampliación La Maná, y de esta manera establecer correlaciones entre la temperatura tomada y la temperatura de referencia del hardware.

Según la sección 5.2 de ISO 18434, la técnica de termografía relativa es excepcionalmente complicada, debido a que la temperatura de las partes de las máquinas es variable y dependen generalmente de las circunstancias de trabajo, en todo caso, es importante considerar en estas estimaciones, la emisividad, reflectividad y transmisividad, para adquirir calidades confiables en la estimación termográfica comparativa.

En este momento, la directriz a la que se hace referencia da un modelo, demostrando que, suponiendo que al menos dos máquinas estén trabajando en condiciones de carga similares y en circunstancias ecológicas comparables, no debería alistar variedades de temperatura altas, ya que esto será característico de la desintegración que una de estas máquinas está soportando, en alguna parte interna.

Las distinciones entre temperaturas no deben fundarse en la presencia de 1°C de temperatura o de variedades mínimas, sino en variedades llamativas de los límites registrados, según la norma anteriormente mencionada y con la información de los proveedores particulares, de acuerdo con estos límites especializados de termografía.

El punto 6 de la norma ISO 18434 establece la técnica para realizar termometría sin contacto, utilizando cámaras termográficas de infrarrojos, por lo que la misma norma recoge en el punto 7,

el concepto de estimaciones de referencia, así como expresa las condiciones de seguridad en las que se debe realizar dicho trabajo, en el punto 8.

Siguiendo con las sutilezas de la norma ISO 18434, se exponen las sugerencias a seguir para el surtido de información de estimación termográfica:

- a) Las revisiones por infrarrojos deben realizarse posiblemente en el caso de que los estados naturales y de ser totalmente positivos para recopilar información precisa.
- b) Las circunstancias de trabajo y ecológicas deben ser totalmente viables con las circunstancias ordinarias.
- c) El termógrafo garantizará las circunstancias más fiables para garantizar una emisividad satisfactoria.
- d) El termógrafo garantizará que el tamaño del objetivo está dentro de la meta de estimación espacial de la cámara individual.
- e) El termógrafo también conocerá el plan, la producción, el establecimiento, la actividad y los atributos de soporte de la máquina que se está evaluando, así como sus anomalías de sobrecalentamiento.
- f) El termógrafo debe utilizar cámaras de infrarrojos suficientes y alineadas que cumplan los requisitos previos de la evaluación.
- g) El termógrafo debe superar el problema para realizar la estimación termográfica particular en la máquina separada (Quiñónez & Alarcón, 2022).

9.23.2. Norma ISO 18434, Parte 2.

La ISO 18434, sección 2, fue creada en 2019, por ejemplo, más de 10 años después de la sección 1 y alude a la traducción de imágenes y hallazgos termográficos, rigurosamente hablando, teniendo en cuenta que es un suplemento de la sección 1 y no puede sustituirla bajo ninguna condición.

El numeral 4 de la segunda pieza de la ISO 18434, alude a la comprobación de circunstancias cálidas, que se ordena en tres agrupaciones:

1. El uso de imágenes de calor que son importantes para los proyectos de comprobación de las condiciones de calor y que constituyen una marca fiable de las decepciones y el desmoronamiento de la ejecución;
2. Correlación con diferentes innovaciones, cuya técnica se utiliza para distinguir las decepciones, según lo indicado por los atributos especializados del equipo evaluado, cuando se contrasta con otra innovación comparable.
3. Observación de la ejecución, en la que la utilización de la estimación termográfica es igualmente muy valiosa.

En la sección 5 de la norma ISO 18434, se presentan las directrices que supervisan la decisión del hardware, incluidos los puntos focales y canales razonables, así como las cámaras de infrarrojos adecuadas, razón por la cual se hace referencia a los atributos generales y explícitos de estos aparatos, que son de importancia fundamental para recopilar información sólida, mostrando una estimación ideal. Los números 6 y 8 de la norma ISO 18434 indican el tratamiento de los resultados obtenidos, según el área de la cámara de infrarrojos, los niveles de emisividad, el alcance y la distancia del punto focal, los estados de funcionamiento del equipo que se va a evaluar, así como las circunstancias naturales de comparación, incluido el ajuste de los dispositivos que se van a utilizar en la estimación termográfica, cuya información básica debe buscarse en la guía del fabricante y del proveedor (Quiñónez & Alarcón, 2022).

9.24. Criterios de aceptación eléctricos ISO 18434-1

La norma ISO 18434-1 establece criterios de aceptación y rechazo en sistemas eléctricos. La tabla 5 es usada para establecer la escala de prioridad de la situación de riesgo basada en el delta o variación de temperatura (ΔT) encontrado en un sistema. Véase en la siguiente tabla aquellos rangos de temperatura (diferencial) y su clasificación/condición.

Tabla 5. Criterios de aceptación eléctricos

| Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la NETA, * O/S: Temperatura Over Similar – O/A: Temperatura Over/Ambient | | |
|--|----------------------|-----------------|
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
| 1°C – 10°C O/A ó < 3°C O/S | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C O/A y 3°C a 15°C O/S | Probable deficiencia | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C O/A y >15°C O/S | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C O/A y >15°C O/S | Deficiencia mayor | PELIGROSA |

Fuente:(Montero & Francisco, 2018)

En la tabla 6 se encuentran los criterios de aceptación eléctricos para el tiempo de ejecución del mantenimiento, Guiado por la norma ISO18434-1 la cual establece tener criterios de aceptación y rechazo según temperaturas encontradas en sistemas eléctricos y es usada para establecer la escala de prioridad de la situación de riesgo basada en el delta de temperatura (ΔT) encontrado. (Rodríguez & Rodríguez, 2017)

Tabla 6. Criterios de aceptación para el tiempo de ejecución del mantenimiento

| TEMPERATURA (°C) | ESTADO | TIEMPO DE EJECUCION PARA EL MANTENIMIENTO |
|------------------|------------------|---|
| MAYOR DE 40 | PELIGROSO | INMEDIATO |
| 21 - 40 | INSASTISFACTORIO | ANTES DE UN MES |
| 11- 20 | TOLERABLE | 4-6 MESES OTRO ANÁLISIS |
| 1- 10 | PERMISIBLE | OBSERVACION |

Fuente: (Rodríguez & Rodríguez, 2017)

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de tesis se realizó un estudio mediante la técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos que permitirá determinar el diagnóstico y monitoreo sin contacto utilizando la cámara térmica para un mantenimiento predictivo. Se obtuvo información para conocer los parámetros de emisividad de los materiales más comunes que se pueden analizar mediante esta técnica.

Tabla 7. Emisividad de los materiales comunes

| SUSTANCIA | RADIACIÓN TERMAL | SUSTANCIA | RADIACIÓN TERMAL |
|-----------------|------------------|------------------------|------------------|
| Betún | 0,90~0,98 | Ropa negra | 0.98 |
| Concreto | 0,94 | Piel humana | 0.98 |
| Cemento | 0,96 | Espuma | 0,75~0,80 |
| Arena | 0.90 | polvo de carbón | 0,96 |

| | | | |
|-----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| Tierra | 0,92~0,96 | Pintar | 0,80~0,95 |
| Agua | 0,92~0,96 | pintura mate | 0.97 |
| Hielo | 0,96~0,98 | Caucho negro | 0,94 |
| Nieve | 0.83 | El plástico | 0,85~0,95 |
| Vidrio | 0,90~0,95 | Madera | 0.90 |
| Cerámica | 0,90~0,94 | Papel | 0,70~0,94 |
| Mármol | 0,94 | Cromo hemitróxido | 0.81 |
| Yeso | 0,80~0,90 | Óxido de cobre | 0.78 |
| Mortero | 0,89~0,91 | óxido férrico | 0,78~0,82 |
| Ladrillo | 0,93~0,96 | Textil | 0.90 |

Fuente: (HTI, 2021).

10.1. Investigación bibliográfica

Esta investigación permitió ampliar los conocimientos y conceptos básicos de las tecnologías utilizadas para desarrollar una solución para determinar el diagnóstico y monitoreo sin contacto empleando la cámara térmica para un mantenimiento predictivo.

10.2. Investigación experimental

Se evaluó la funcionalidad de la cámara térmica pudiendo calibrar diferentes variables a identificar, el almacenamiento de fotografías que proporciona claridad de color de alta definición con rangos de temperatura máximos y mínimos, emisividad actual y otros datos térmicos vitales y medibles.

10.3. Localización

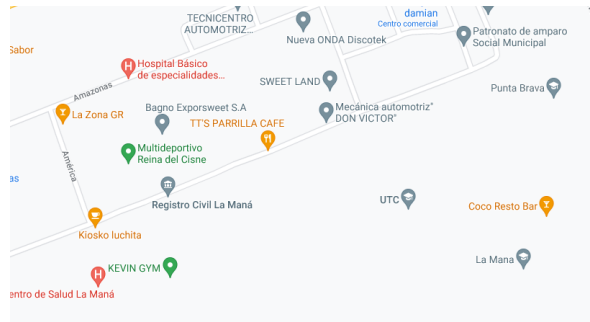
El laboratorio de Ingeniería Electromecánica está ubicado en el bloque académico "B" de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, permite el aprendizaje teórico y práctico de los estudiantes. Cuenta con los recursos necesarios para los cuales promueven los procesos de enseñanza, aprendizaje y los diferentes dominios de los conocimientos y experiencias.

Figura 15. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.



Fuente: (La gaceta, 2020).

Figura 16. Ubicación



Fuente:(Google Maps, 2021)

10.4. Tipos de investigación

En el presente trabajo de investigación es necesario conocer el funcionamiento de una cámara térmica, las variables a identificar y los componentes que se involucran en ella, así como el diseño. Usando diferentes fuentes documentales y bibliográficas como parte esencial dentro del proceso de desarrollo, para la posterior selección del equipo.

10.4.1. Investigación bibliográfica

Se aplicó este tipo de investigación bibliográfica para obtener, analizar, interpretar y comparar información sobre un objeto de estudio que se basa en la recopilación de fuentes documentales (registros audiovisuales, libros o documentos de archivo).

10.4.2. Investigación aplicada tecnológica

Al realizar este tipo de proyectos generamos conocimientos que se puedan poner en práctica en el sector productivo, con el fin de impulsar un impacto positivo en la vida cotidiana.

10.4.3. Investigación descriptiva

Se empleó este tipo de investigación para describir los resultados obtenidos en las distintas etapas de diagnóstico y monitoreo sin contacto con una cámara térmica, así mismo se describe sus componentes, características y uso.

10.5. Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas para obtener la información y resultados son: la observación, medición, registro y experimentación. Los instrumentos utilizados para recoger y almacenar la información se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8. Técnicas e Instrumentos

| No. | TÉCNICAS | INSTRUMENTOS |
|-----|------------------------|---|
| 1 | Observación | Fotografías de las pruebas de medición en los equipos y gráficos de la configuración del dispositivo. |
| 2 | Medición | Temperatura máxima, media y mínima, emisividad actual y otros datos térmicos vitales y medibles. |
| 3 | Registro | Cuaderno de notas. |
| 4 | Experimentación | Determinar el diagnóstico y monitoreo sin contacto utilizando la cámara térmica para un mantenimiento predictivo. |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

10.6. Cámara termográfica Ht-H8

10.6.1. Funcionamiento de la cámara termográfica ht-h8

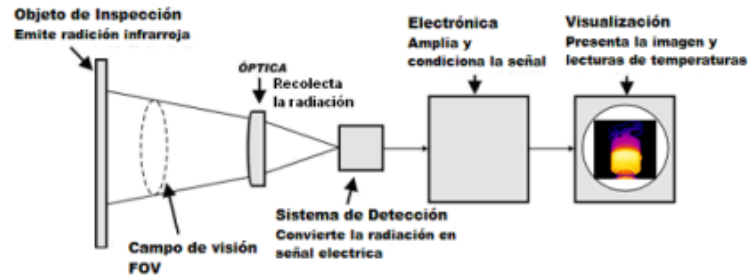
La cámara de calor HT-H8 reúne los elementos de temperatura de superficie e imagen de calor constante. Es un instrumento de prueba que permite la investigación, el apoyo, la revisión de los marcos eléctricos y mecánicos, reconociendo posibles decepciones durante el mantenimiento intermitente y arreglar el trabajo, de esta manera el ahorro de gastos o, en cualquier caso, la producción de ingresos. La motivación de una cámara termográfica es identificar la radiación infrarroja producida por el objetivo (Bedoya et al., 2017).

10.6.2. Esquema simplificado de una cámara termográfica

En el momento en que la cámara termográfica calcula la temperatura, la radiación infrarroja producida por el objeto se fusiona con la óptica de la cámara, el identificador emite una mejora de la tensión u oposición eléctrica, que es analizada por el hardware de la cámara termográfica. La

señal creada por la cámara de imagen cálida se transforma en una imagen electrónica (termograma) en la pantalla (Chincheró, 2018b).

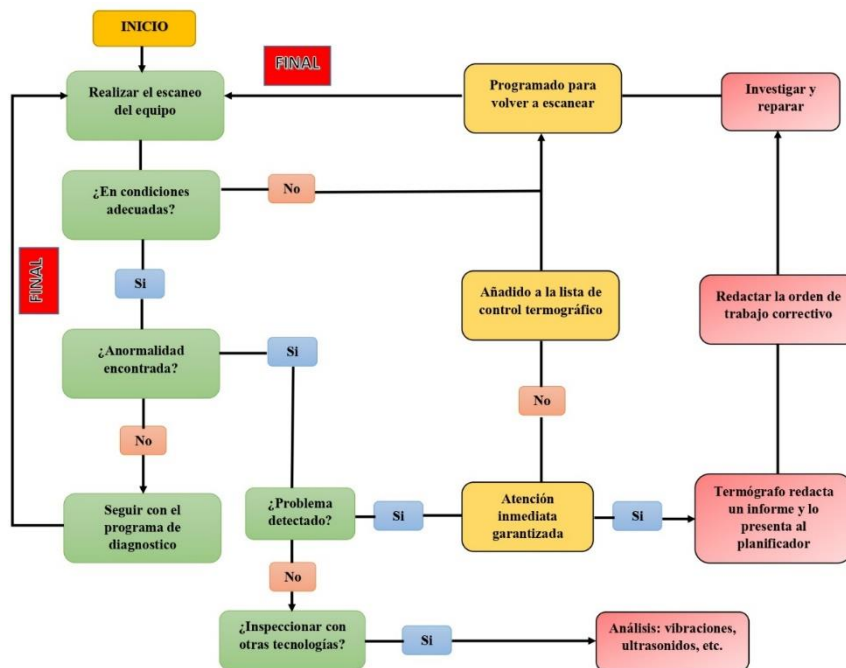
Figura 17. Esquema simplificado de una cámara termográfica



Fuente: (Chincheró, 2018b).

Para la elaboración del estudio mediante la técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos, se procedió a diseñar el diagrama de proceso, su ideología se basa en medir temperaturas, definir tendencias y predecir problemas.

Figura 18. diagrama de proceso



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

10.7. Pregunta científica o hipótesis

¿Se puede realizar un estudio mediante la técnica de termografía infrarroja en circuitos eléctricos lo que permitirá determinar el diagnóstico y monitoreo sin contacto para un mantenimiento predictivo?

11. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para realizar un análisis del funcionamiento de la cámara termográfica se realizan las pruebas necesarias, esto es, un diagnóstico predictivo en los circuitos eléctricos de los diferentes módulos y equipos del laboratorio electromecánico de la Universidad Técnica Cotopaxi Extensión La Maná, se pretende identificar los puntos de calor a través de la cámara térmica, lo que permitirá identificar desperfectos o posibles fallas futuras de los elementos analizados en las tomas infrarrojas, para obtener las lecturas correspondientes en los diagnósticos para la corrección de los mismos y el mejoramiento de la condición de vida de los equipos. Se utilizó la tabla 5 de la normativa ISO 18434-1 para establecer la escala de prioridad de la situación de riesgo basada en el delta o variación de temperatura (ΔT) encontrado en un sistema, aquellos rangos de temperatura (diferencial) y su clasificación/condición, por el cual en los análisis se realizó por tres tiempos 30 minutos, 60 minutos y 120 minutos y para aplicar la norma se escogió las temperaturas altas de cada tiempo.

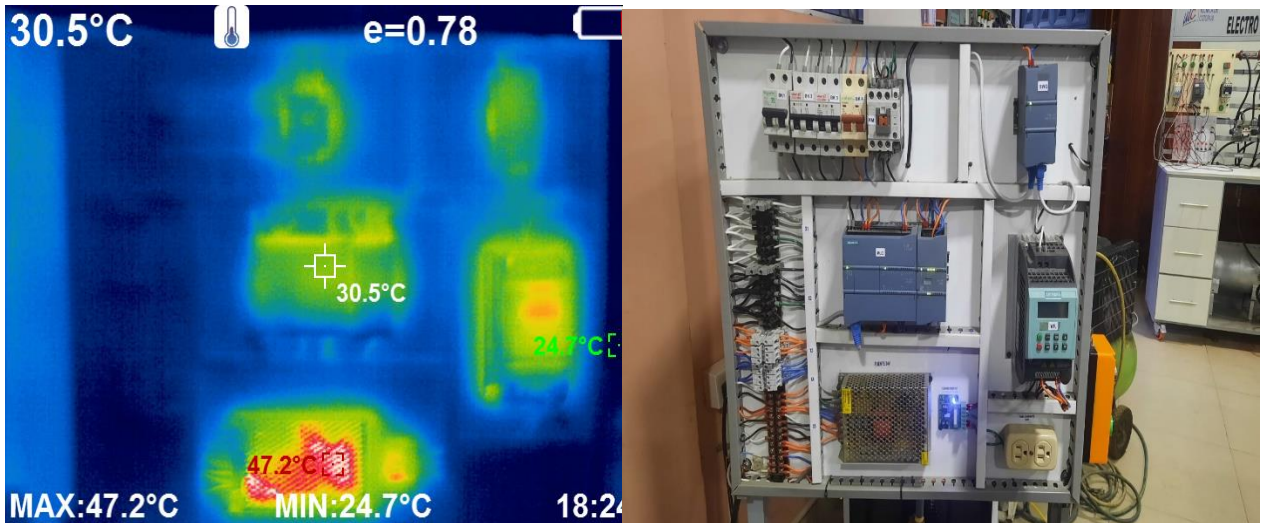
Tabla 9. Criterios de aceptación eléctricos

| Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la NETA, * O/S: Temperatura Over Similar – O/A: Temperatura Over/Ambient | | |
|--|----------------------|-----------------|
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
| 1°C – 10°C O/A ó < 3°C O/S | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C O/A y 3°C a 15°C O/S | Probable deficiencia | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C O/A y >15°C O/S | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C O/A y >15°C O/S | Deficiencia mayor | PELIGROSA |

Fuente:(Montero & Francisco, 2018)

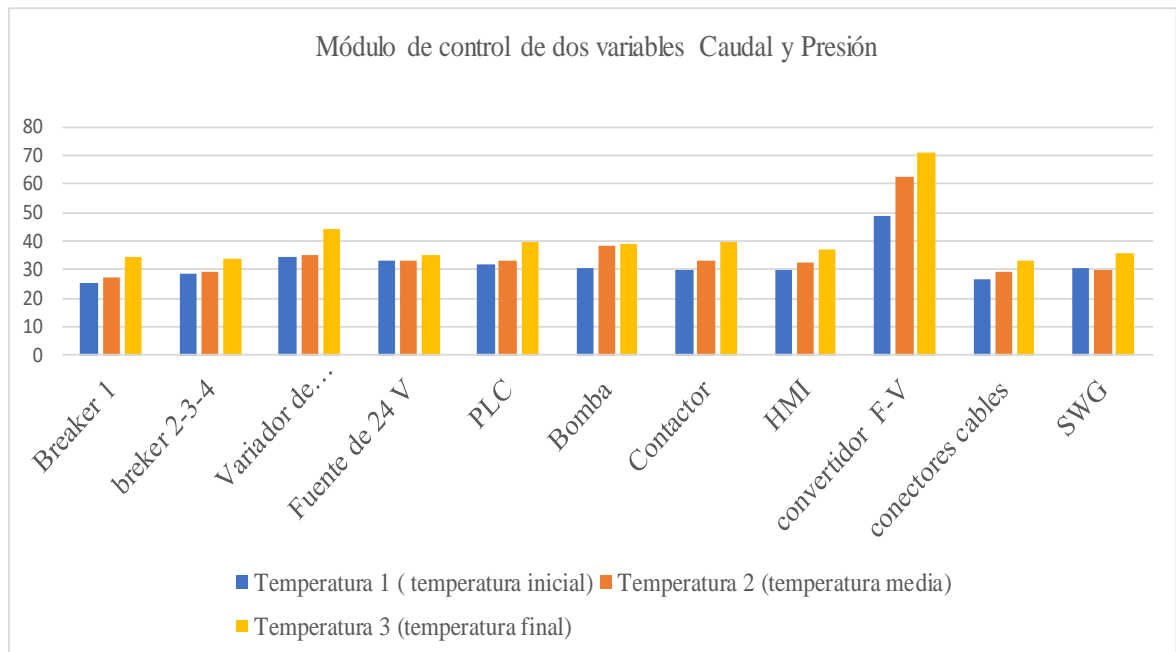
1. Análisis termográfico en módulo de control de dos variables caudal y presión

Figura 19. Módulo de control de dos variables caudal y presión




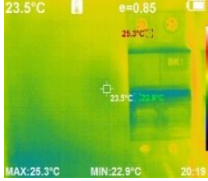
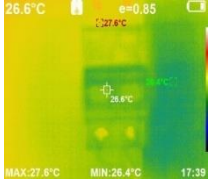
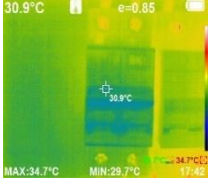
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 20. Análisis de todos los elementos del módulo de control de dos variables



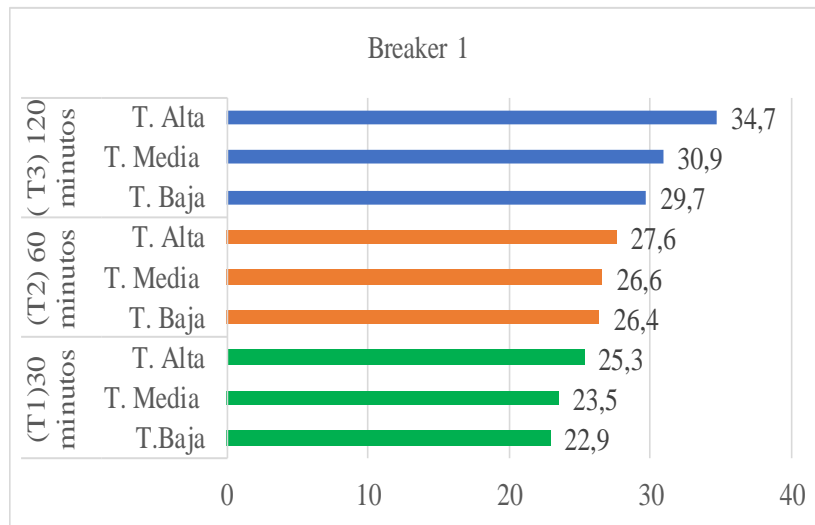
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 9. Elemento Breaker 1

| Elemento: Breaker 1 | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Schneider Voltaje: 240 V Corriente: 32 A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 21. Análisis realizados en tiempos distintos al braker 1



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Breaker 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 22,9°C; media de 23,5°C; y alta de 25,3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,4 °C; media 26,6°C; y alta de 27,6°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,7°C; media 30,9°C; y alta 34,7°C.

Tabla 10. Análisis térmico en el breaker 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 9,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 25,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 27,6°C |
| | | T. máxima | 34,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


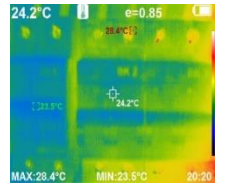
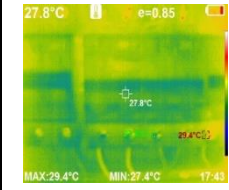
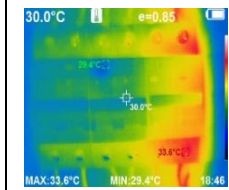
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

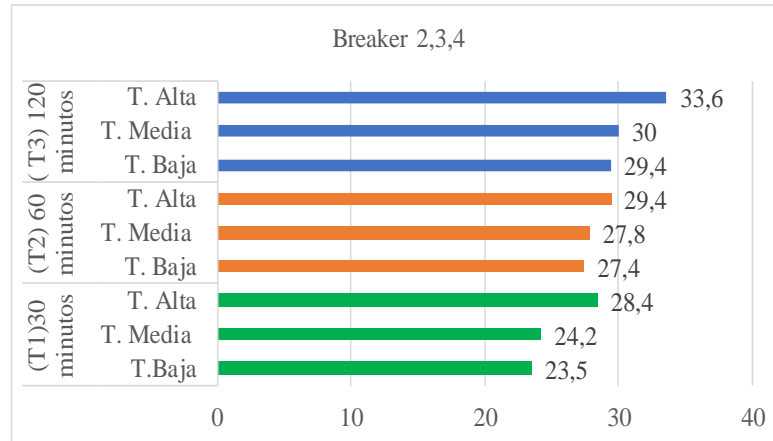
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 9,4°C en el breaker 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 11. Elemento Breaker 2;3;4

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Elemento: Breaker 2;3;4 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Maviju Voltaje: 240 V Corriente: 10 A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 22. Análisis realizados en tiempos distintos al Breaker 2;3;4

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Breaker 2,3,4 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,5°C; media de 24,2°C; y alta de 28,4°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 27,4 °C; media 27,8°C; y alta de 29,4°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 29,4°C; media 30°C; y alta 33,6°C.

Tabla 12. Análisis térmico en el breaker 2,3,4

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,2°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 28,4°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 29,4°C |
| | | T. máxima | 33,6°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


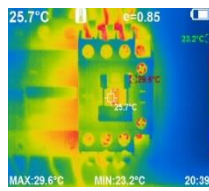
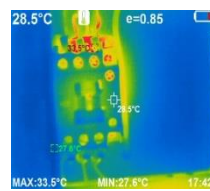
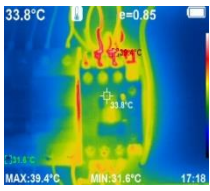
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 5,2°C en el breaker 2,3,4. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

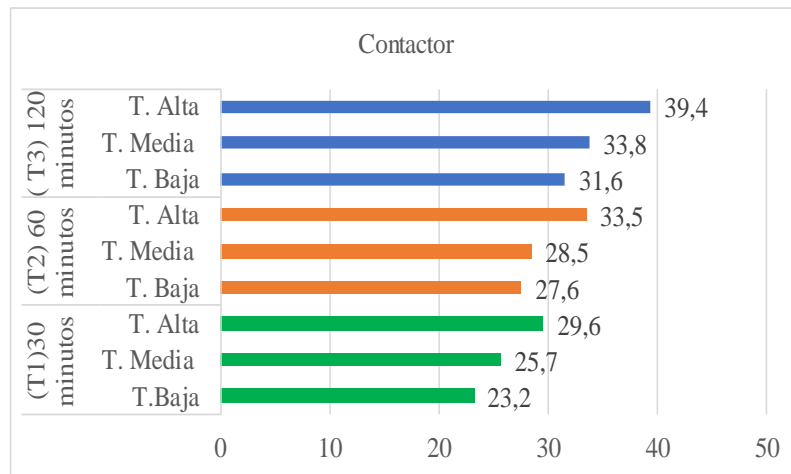
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 13. Elemento Contactor KM

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Elemento: Contactor KM | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Maviju Voltaje: 240 V Corriente: 18 A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 23. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor KM



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Contactor KM luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,2°C; media de 25,7°C; y alta de 29,6°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 27,8 °C; media 28,5°C; y alta de 33,5°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 31,6°C; media 33,8°C; y alta 39,4°C.

Tabla 14. Análisis térmico en el Contactor KM

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 9,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 29,6°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 33,5°C |
| | | T. máxima | 39,4°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


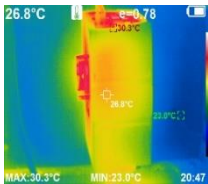
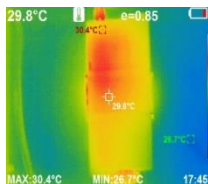
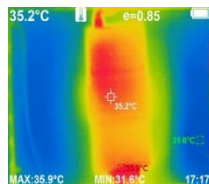
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

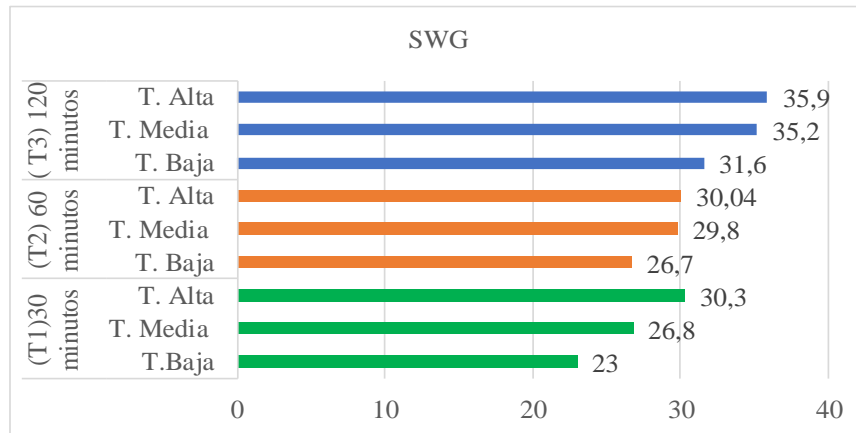
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 9,8°C en el Contactor. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 15. Elemento SWG

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Elemento: SWG | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Siemens Voltaje: 240 V Corriente: 10 A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 24. Análisis realizados en tiempos distintos al elemento SWG

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del SWG luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23°C; media de 26,8°C; y alta de 30,3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,7 °C; media 29,8°C; y alta de 30,04°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 31,6°C; media 35,2°C; y alta 35,9°C.

Tabla 16. Análisis térmico en el elemento SWG

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,6°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 30,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 30,4°C |
| | | T. máxima | 35,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


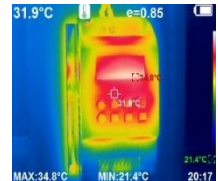
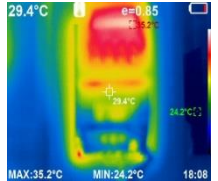
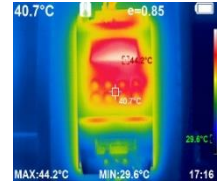
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 5,6°C en el SWG. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

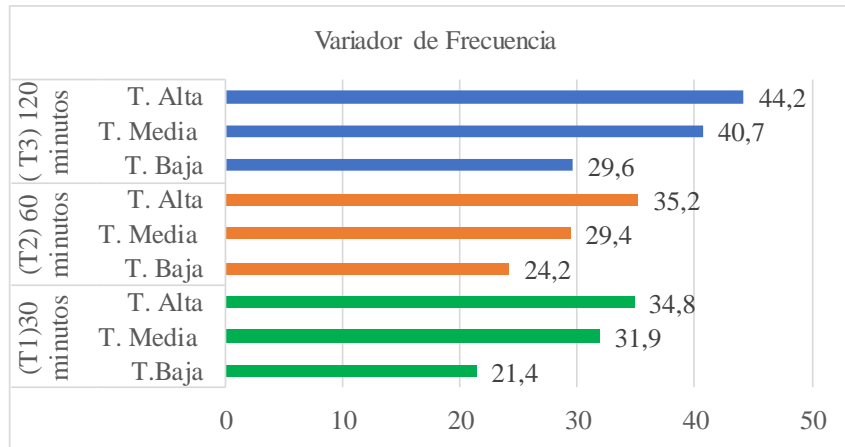
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 17. Elemento Variador de Frecuencia

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Variador de Frecuencia | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Siemens Voltaje: 240 V Corriente: 7,74 A Frecuencia: 50 -63 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 25. Análisis realizados en tiempos distintos al variador de frecuencia



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Variador de Frecuencia luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 21,4°C; media de 31,9°C; y alta de 34,8°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 24,2 °C; media 29,4°C; y alta de 35,2°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,6°C; media 40,7°C; y alta 44,2°C.

Tabla 18. Análisis térmico en el variador de frecuencia

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 9,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 34,8°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 35,2°C |
| | | T. máxima | 44,2°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


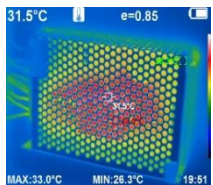
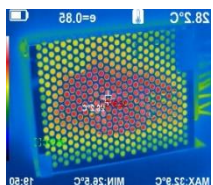
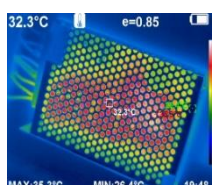
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

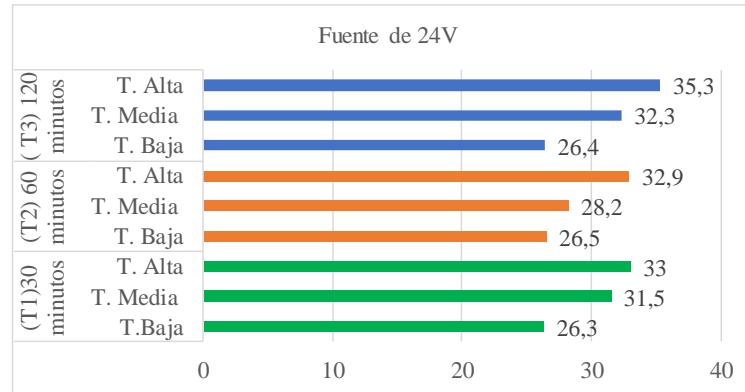
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 9,4°C en el Variador de Frecuencia. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 19. Elemento Fuente 24 V

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Elemento: Fuente 24 V | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Modelo: 5-120-24 Voltaje de entrada: 110 -220V Potencia: 120 W |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 26. Análisis realizados en tiempos distintos a la fuente de 24 V

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la fuente de voltaje luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,3°C; media de 31,5°C; y alta de 33°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,5 °C; media 28,2°C; y alta de 32,9°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 26,4°C; media 32,3°C; y alta 35,3°C.

Tabla 20. Análisis térmico a la fuente de 24 V

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 2,3°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 33,°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 32,9°C |
| | | T. máxima | 35,3°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1S


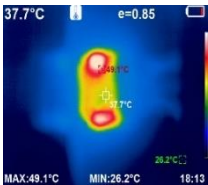
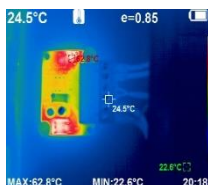
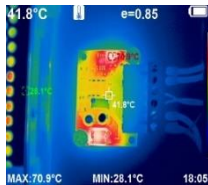
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 2,3°C en la Fuente de voltaje. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

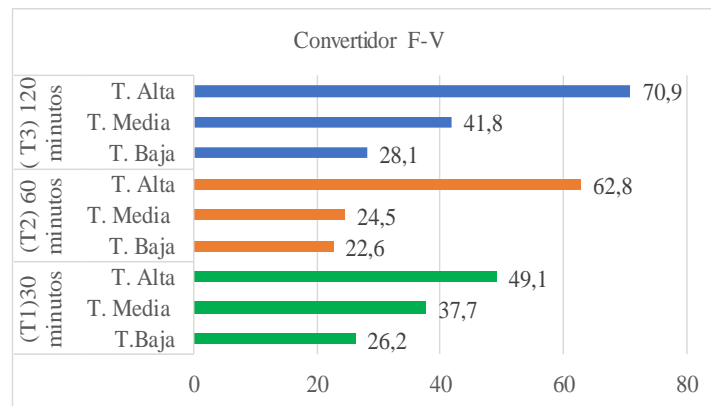
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 21. Elemento Convertidor F-V

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Convertidor F-V | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Yanmis Corriente de salida: 5 mA Voltaje de entrada: 12-30V |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 27. Análisis realizados en tiempos distintos al convertidor F-V



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del convertidor F-V luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,2°C; media de 37,7°C; y alta de 49,1°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 22,6 °C; media 24,5°C; y alta de 62,8°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 28,1°C; media 41,8°C; y alta 70,9°C.

Tabla 22. Análisis térmico al convertidor F-V

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 21,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | INSATISFACTORIA | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 49,1°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 62,8°C |
| | | T. máxima | 70,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


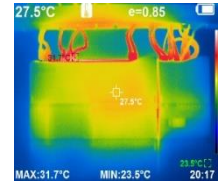

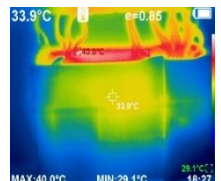
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

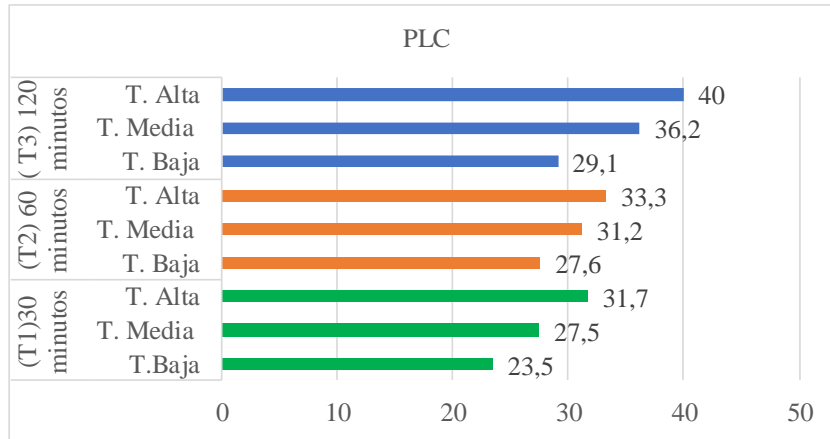
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 21,8°C en el convertidor. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas INSATISFACTORIA en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1, se debería realizar un mantenimiento predictivo no mayor a un mes.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 23. Elemento PLC

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: PLC | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Siemens Serie: s7-1200 Input: 10VCD Input: 20mA |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 28. Análisis realizados en tiempos distintos al PLC

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del PLC luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,5°C; media de 27,5°C; y alta de 31,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 27,6 °C; media 31,2°C; y alta de 33,3°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 29,1°C; media 36,2°C; y alta 40°C.

Tabla 24. Análisis térmico al PLC

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 8,3°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 31,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 33,3°C |
| | | T. máxima | 40°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


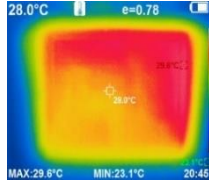
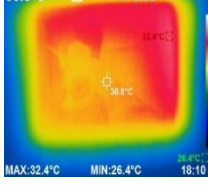
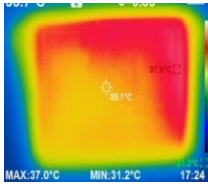
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 8,3°C en el PLC. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

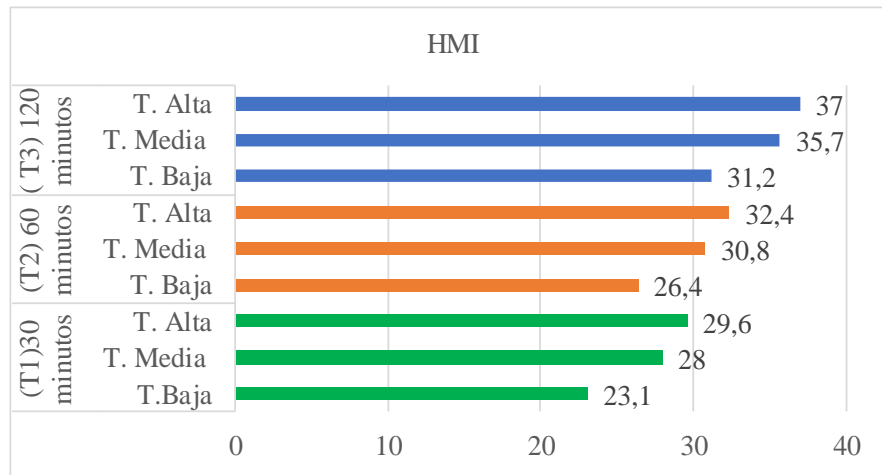
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 25. Elemento HMI

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: HMI | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Siemens Input: 24 V Input: 0,35A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 29. Análisis realizados en tiempos distintos al HMI



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del HMI luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,1°C; media de 28°C; y alta de 29.6°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,4 °C; media 30,8°C; y alta de 32,4°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 31,2°C; media 35,7°C; y alta 37°C.

Tabla 26. Análisis térmico al HMI

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 7,4°C | Emisividad | 0,78 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 29,6°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 32,4°C |
| | | T. máxima | 37°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


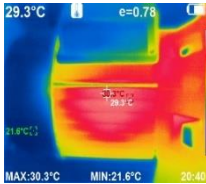
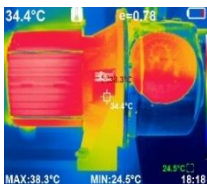
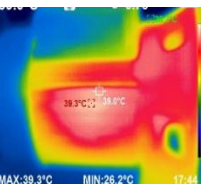
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 7,4°C en el HMI. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1

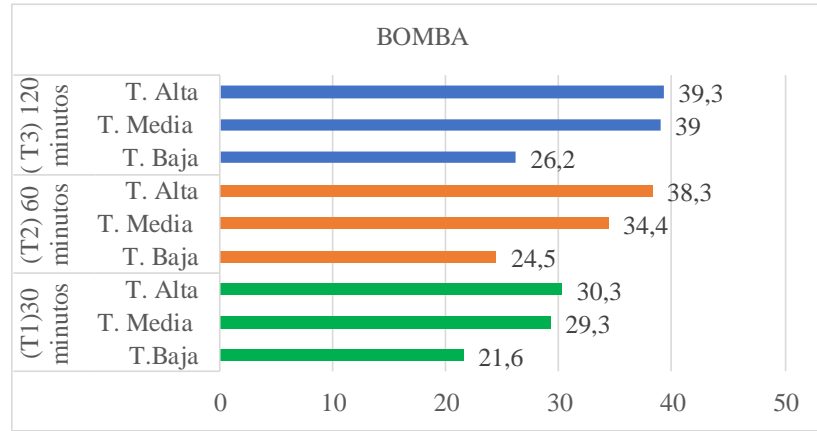
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 27. Elemento Bomba Centrífuga

| Módulo de control de dos variables Caudal y Presión | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Bomba Centrífuga | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Pedrollo Voltaje: 230/400V Corriente: 2/4,3A Potencia: 0,75kW N: 75,0 |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 30. Análisis realizados en tiempos distintos a la bomba Centrífuga



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la bomba centrífuga luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 21,6°C; media de 29,3°C; y alta de 30.3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 24,5 °C; media 34,4°C; y alta de 38,3°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 26,2°C; media 39°C; y alta 39,3°C.

Tabla 28. Análisis térmico a la bomba Centrífuga

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 9°C | Emisividad | 0,78 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384x288 | T. mínima | 30,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 38,3°C |
| | | T. máxima | 39,3°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

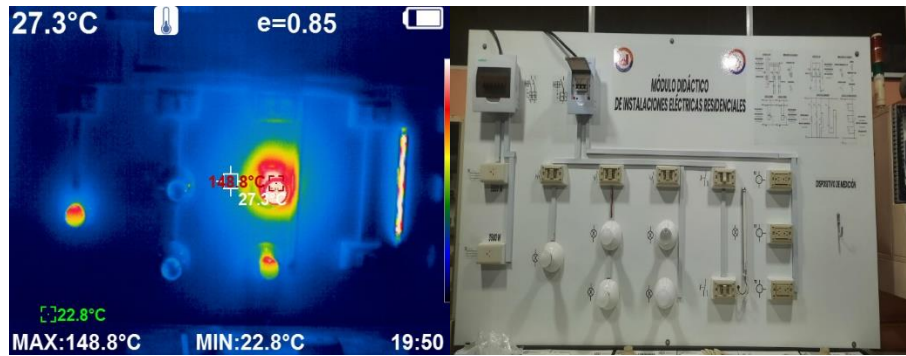
DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 7,4°C en la bomba centrífuga. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

2. Análisis termográfico en el módulo didáctico de instalaciones eléctricas residenciales

Figura 31. Módulo de control de dos variables caudal y presión



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 32. Análisis de todos los elementos del módulo didáctico de instalaciones eléctricas residenciales

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

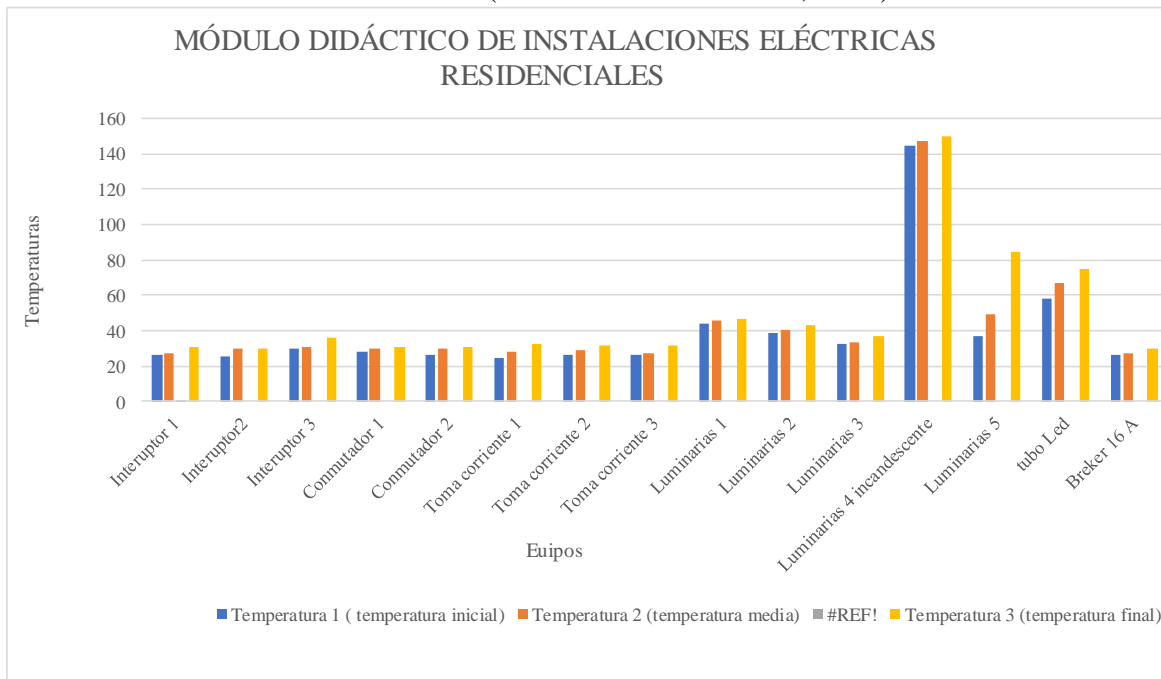

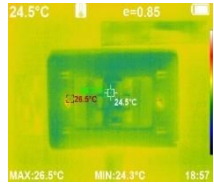
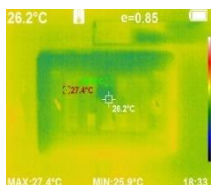
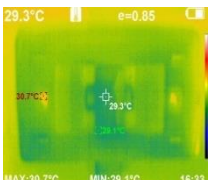
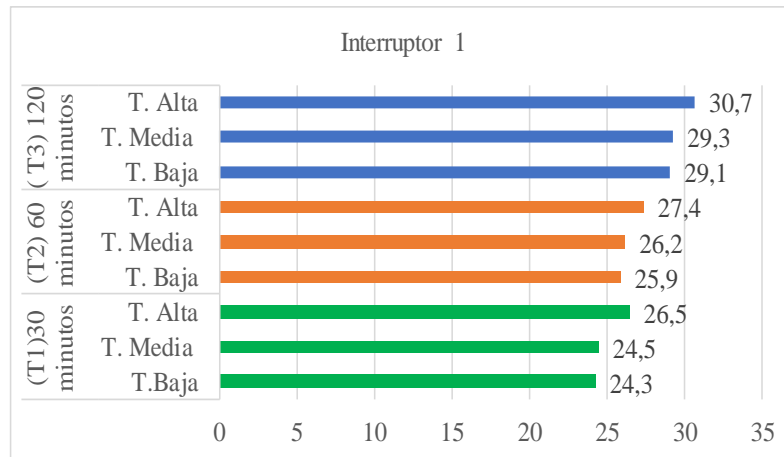


Tabla 29. Elemento Interruptor 1

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Interruptor 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 10 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 33. Análisis realizados en tiempos distintos al Interruptor 1



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del interruptor 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,3°C; media de 24,5°C; y alta de 26,5°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,9 °C; media 26,2°C; y alta de 27,4°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 29,1°C; media 29,3°C; y alta 30,7°C.

Tabla 30. Análisis térmico al Interruptor 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------|-------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,7°C | Emisividad | 0,85 |

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|---------|
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 26,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 27,4,°C |
| | | T. máxima | 30,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


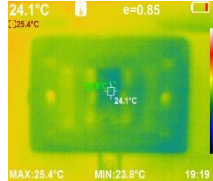
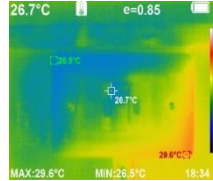
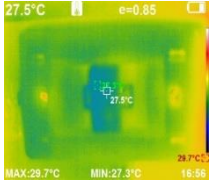
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

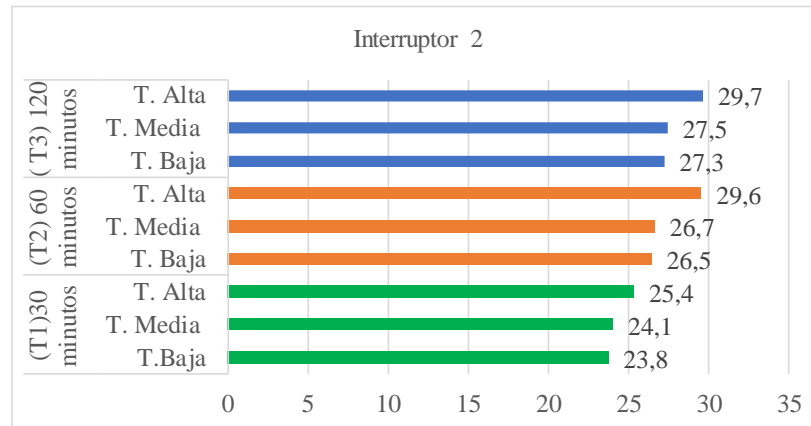
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,7°C en el Interruptor 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 31. Elemento Interruptor 2

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Interruptor 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 10 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 34. Análisis realizados en tiempos distintos al Interruptor 2

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del interruptor 2 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,8°C; media de 24,1°C; y alta de 25,4°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,5°C; media 26,7°C; y alta de 29,6°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 27,3°C; media 27,5°C; y alta 29,7°C.

Tabla 32. Análisis térmico al Interruptor 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,3°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 25,4°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 29,6°C |
| | | T. máxima | 29,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


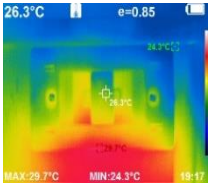
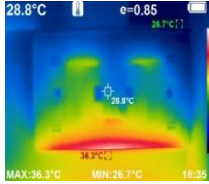
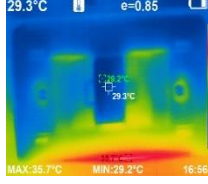
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,3°C en el Interruptor 2. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

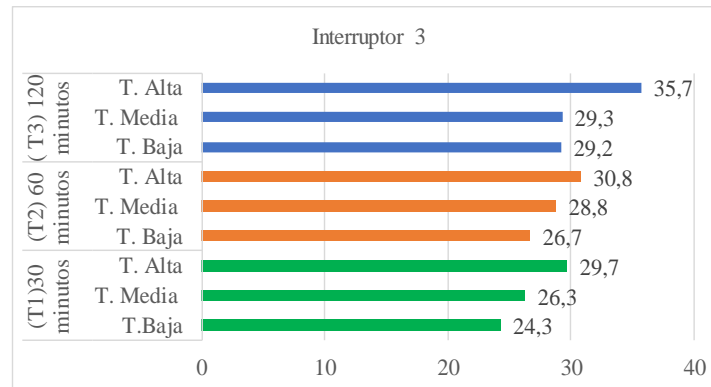
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 33. Elemento Interruptor 3

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Elemento: Interruptor 3 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 10 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 35. Análisis realizados en tiempos distintos al Interruptor 3



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del interruptor 3 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,3°C; media de 26,3°C; y alta de 29,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,7°C; media 28,8°C; y alta de 30,8°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,2°C; media 29,3°C; y alta 35,7°C.

Tabla 34. Análisis térmico al Interruptor 3

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 6°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 29,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 30,8°C |
| | | T. máxima | 35,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1.


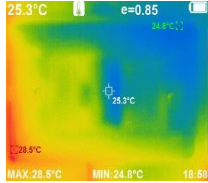
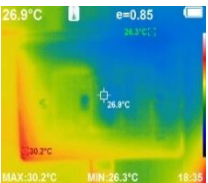
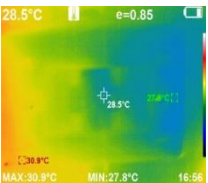
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 6°C en el Interruptor 3. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 35. Elemento Conmutador 1

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Conmutador 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 10 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 36. Análisis realizados en tiempos distintos al Conmutador 1

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del conmutador 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,8°C; media de 25,3°C; y alta de 28,5°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,3°C; media 26,9°C; y alta de 30,2°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 27,8°C; media 28,5°C; y alta 30,9°C.

Tabla 36. Análisis térmico al Conmutador 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 2,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 28,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 30,2°C |
| | | T. máxima | 30,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


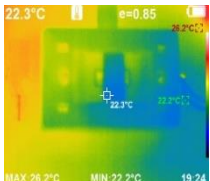
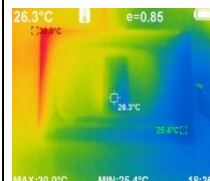
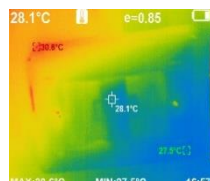
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 2,4 °C en el Conmutador 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

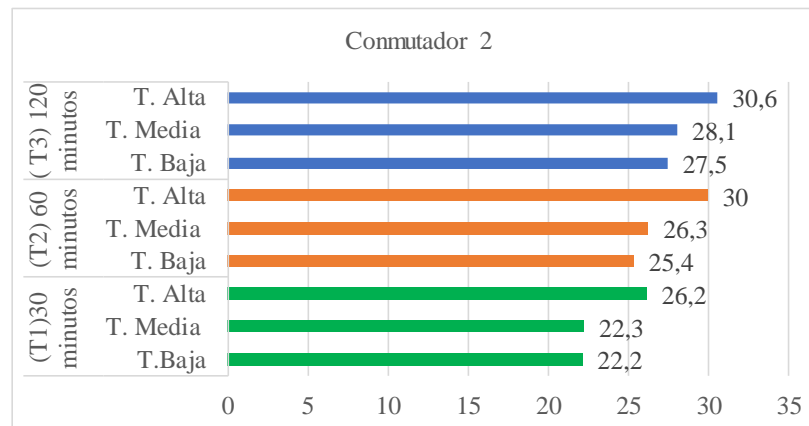
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 37. Elemento Conmutador 2

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Elemento: Conmutador 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inical (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 10 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 37. Análisis realizados en tiempos distintos al Conmutador 2



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del conmutador 2 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 22,2°C; media de 22,3°C; y alta de 26,2°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,4°C; media 26,3°C; y alta de 30°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 27,5°C; media 28,1°C; y alta 30,6°C.

Tabla 38. Análisis térmico al Conmutador 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 26,2°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 30°C |
| | | T. máxima | 30,6°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


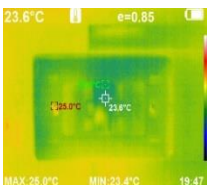
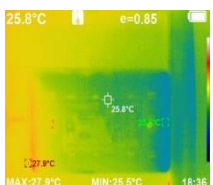
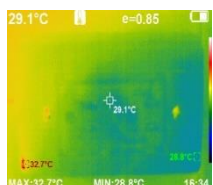
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

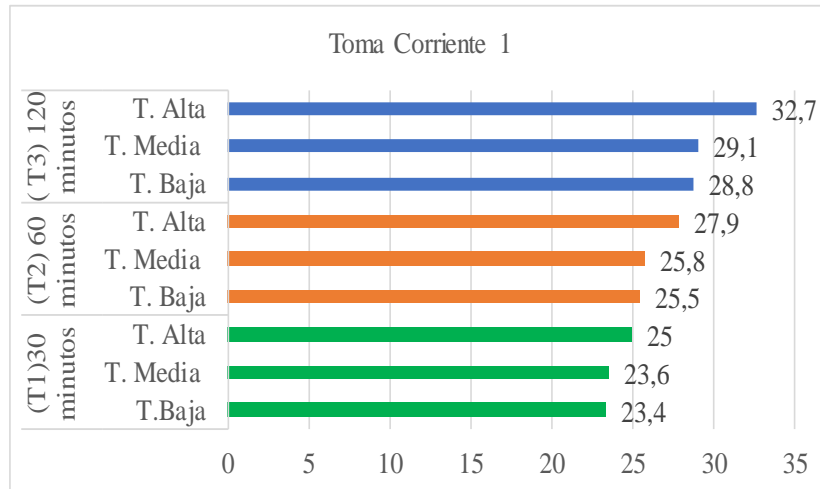
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,4 °C en el Conmutador 2. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 39. Elemento Toma corriente 1

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Toma corriente 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 38. Análisis realizados en tiempos distintos al Toma corriente 1

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Toma Corriente 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,4°C; media de 23,6°C; y alta de 25°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,5°C; media 25,8°C; y alta de 27,9°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 28,8°C; media 29,1°C; y alta 32,7°C.

Tabla 40. Análisis térmico al Toma corriente 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 7,7°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 25°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 27,9°C |
| | | T. máxima | 32,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


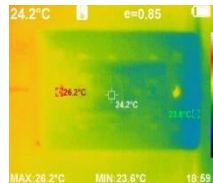
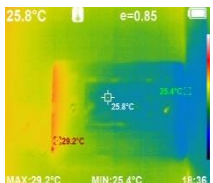
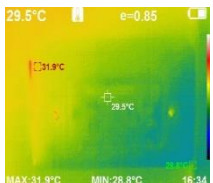
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 7,7°C en el Toma Corriente 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

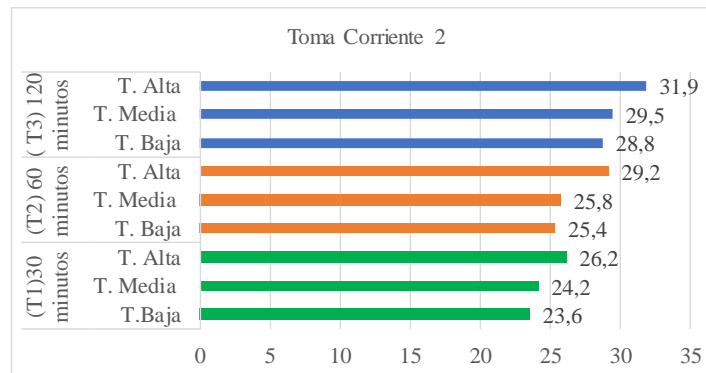
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 41. Elemento Toma corriente 2

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Toma corriente 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 39. Análisis realizados en tiempos distintos al Toma corriente 2



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Toma Corriente 2 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,6°C; media de 24,2°C; y alta de 26,2°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,4°C; media 25,8°C; y alta de 29,2°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 28,8°C; media 29,5°C; y alta 31,9°C.

Tabla 42. Análisis térmico al Toma corriente 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,7°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 26,2°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 29,2°C |
| | | T. máxima | 31,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


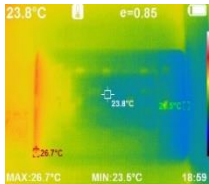
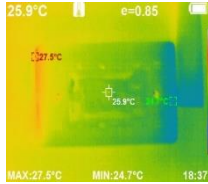
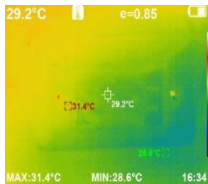
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

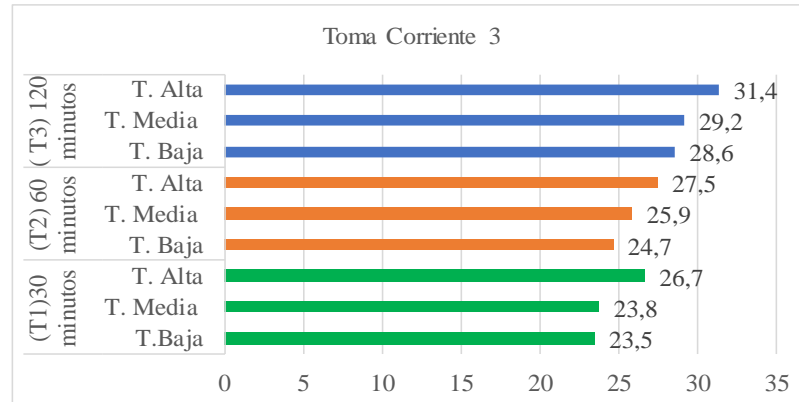
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 5,7°C en el Toma Corriente 2. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 43. Elemento Toma corriente

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Toma corriente 3 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Veto Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 40. Análisis realizados en tiempos distintos al Toma corriente 3

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma del Toma Corriente 3 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,5°C; media de 23,8°C; y alta de 26,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 24,7°C; media 25,9°C; y alta de 27,5°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 28,6°C; media 29,2°C; y alta 31,4°C.

Tabla 44. Análisis térmico al Toma corriente 3

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,7°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 26,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 27,5°C |
| | | T. máxima | 31,4°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


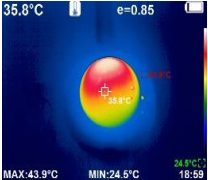
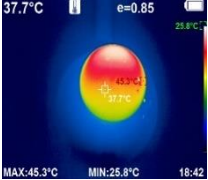
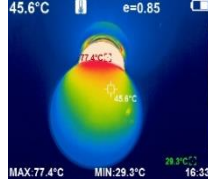
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,7°C en el Toma Corriente 3. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

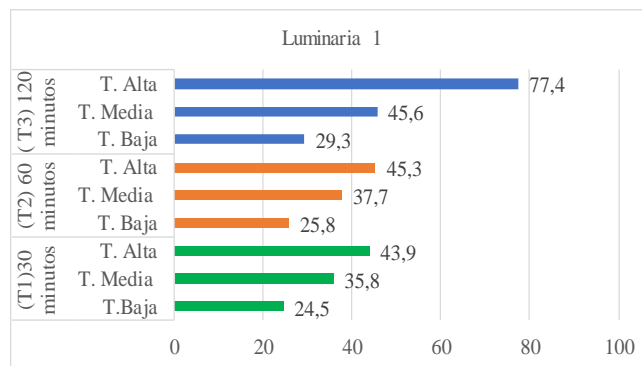
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 45. Elemento Luminaria 1

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Symbania Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 41. Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 1



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la luminaria 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,5°C; media de 35,8°C; y alta de 43,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,8°C; media 37,7°C; y alta de 45,3°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,3°C; media 45,6°C; y alta 77,4°C.

Tabla 46. Análisis térmico a la luminaria 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 35,5°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | INSATISFACTORIA | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 43,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 45,3°C |
| | | T. máxima | 77,4°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1S


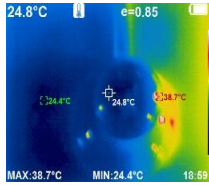
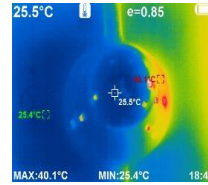
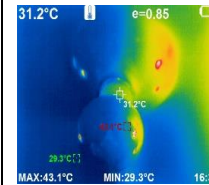
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

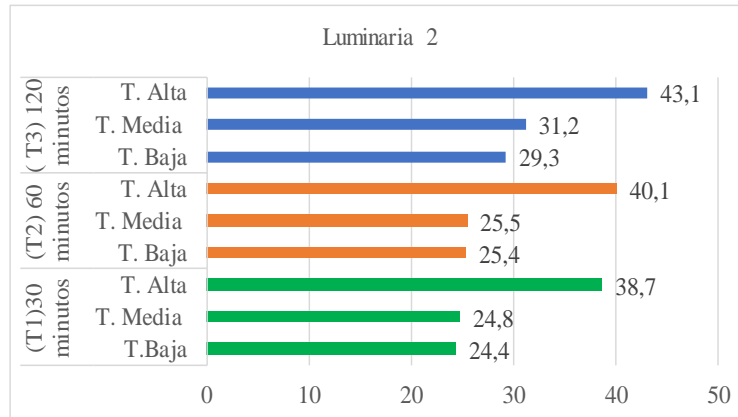
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,7°C en la Luminaria 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas INSATISFACTORIA en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1 se debería realizar un mantenimiento predictivo en un tiempo no mayor a un mes.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 47. Elemento Luminaria 2

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luminaria 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 42. Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 2

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la luminaria 2 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,4°C; media de 24,8°C; y alta de 38,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,4°C; media 25,5°C; y alta de 40,1°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,3°C; media 31,2°C; y alta 43,1°C.

Tabla 48. Análisis térmico a la luminaria 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 38,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 40,1°C |
| | | T. máxima | 43,1°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


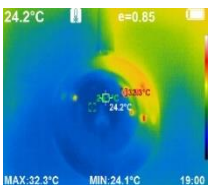
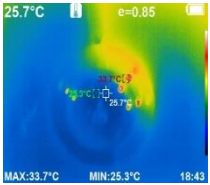
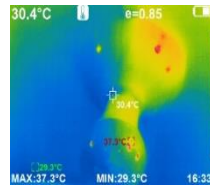
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,4°C en la Luminaria 2. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

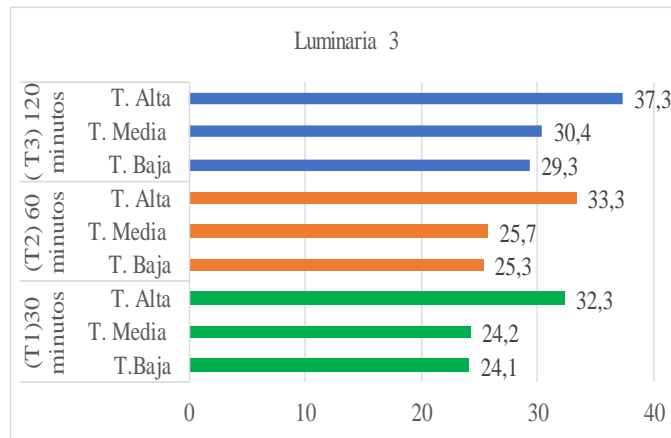
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 49. Elemento Luminaria 3

| Modulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 3 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Maviju Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 43. Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 3



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la luminaria 3 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,1°C; media de 24,2°C; y alta de 32,3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,3°C; media 25,7°C; y alta de 33,3°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,3°C; media 30,4°C; y alta 37,3°C.

Tabla 50. Análisis térmico a la luminaria 3

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 32,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 33,3°C |
| | | T. máxima | 37,3°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


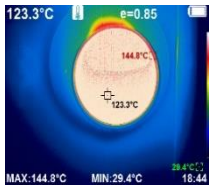
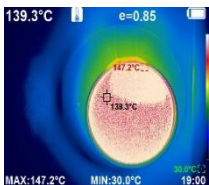
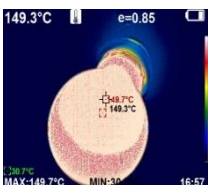
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

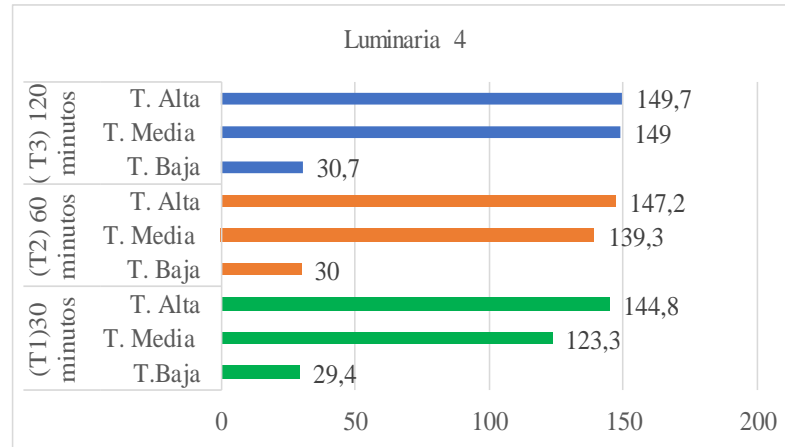
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 5°C en la Luminaria 3. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **BUEN ESTADO** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 51. Elemento Luminaria 4 incandescente

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 4 Incandescente | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: BriLLux Potencia: 11W Corriente: 0,96 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 44. Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 4 incandescente

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la luminaria 4 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 29,4°C; media de 123,3°C; y alta de 144,8°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 30°C; media 139,3°C; y alta de 147,2°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 30,7°C; media 149°C; y alta 149,7°C.

Tabla 52. Análisis térmico a la luminaria 4 incandescente

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 144,8°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 147,2°C |
| | | T. máxima | 149,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


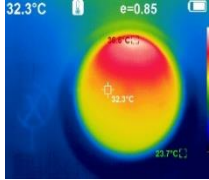
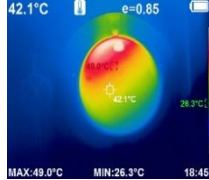
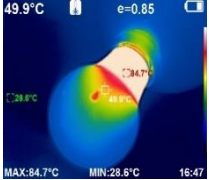
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,9°C en la Luminaria 4. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

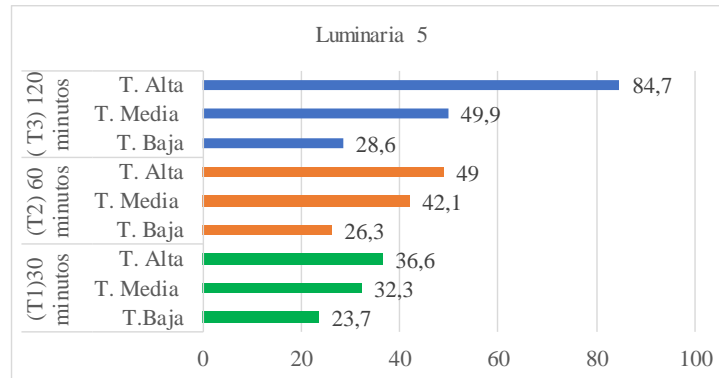
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 53. Elemento Luminaria 5

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luminaria 5 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Frecuencia: 60 Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 45. Análisis realizados en tiempos distintos a la luminaria 5



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de la luminaria 5 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,7°C; media de 32,3°C; y alta de 36,6°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,3°C; media 42,1°C; y alta de 49°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 28,6°C; media 49,9°C; y alta 84,7°C.

Tabla 54. Análisis térmico a la luminaria 5

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 47,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | PELIGROSA | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 36,6°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 49°C |
| | | T. máxima | 84,4°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


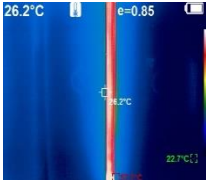
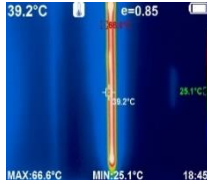
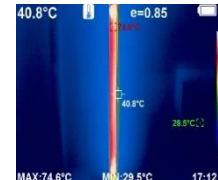
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

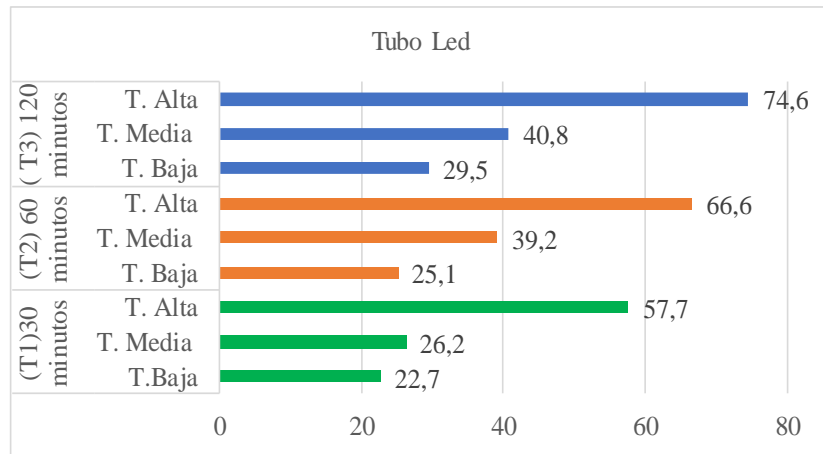
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 47,8°C en la Luminaria 5. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas PELIGROSA en el elemento, lo cual se debería realizar un mantenimiento inmediato según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 55. Elemento Tubo led

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Tubo led | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110 V Corriente: 15 A Potencia: 9 W |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 46. Análisis realizados en tiempos distintos al Tubo led

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma de Tubo Led luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 22,7°C; media de 26,2°C; y alta de 57,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,1,3°C; media 39,2°C; y alta de 66,6°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,5°C; media 40,8°C; y alta 74,6°C.

Tabla 56. Análisis térmico al Tubo led

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 16,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | ACEPTABLE | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 57,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 66,6°C |
| | | T. máxima | 74,6°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


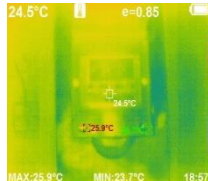
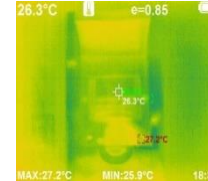
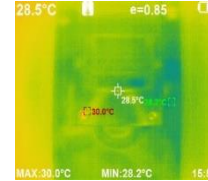
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 16,9°C en el Tubo Led. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas ACEPTABLE en el elemento, lo cual se debería realizar otro análisis después de un tiempo 4-6 meses según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

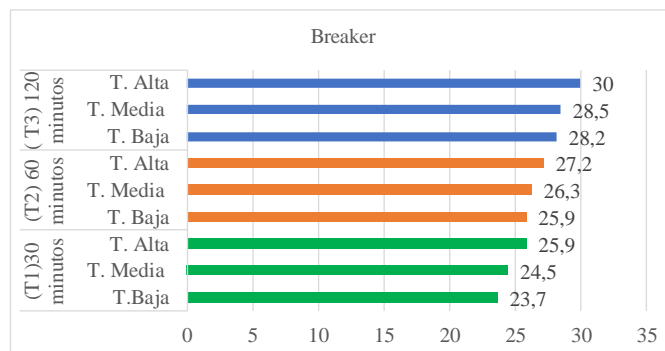
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 57. Elemento Breker 1

| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Breker 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110 V Corriente: 16 A Potencia: 9 W |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 47. Análisis realizados en tiempos distintos al Breker 1



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del primer termograma el elemento Breker, luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 23,7°C; media de 24,5°C; y alta de 25,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,9°C; media 26,3°C; y alta de 27,2°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 28,2°C; media 28,5°C; y alta 30°C.

Tabla 58. Análisis térmico al Breker 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,1°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 25,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 27,2°C |
| | | T. máxima | 30°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

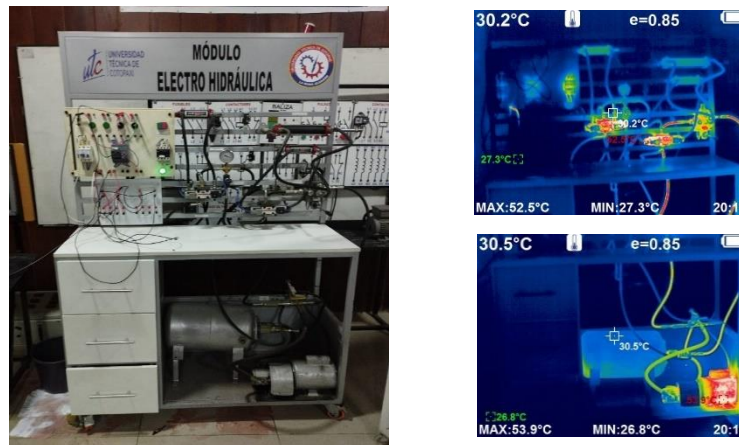
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura de 4,1°C en el Breaker. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas en BUEN ESTADO en el elemento, según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

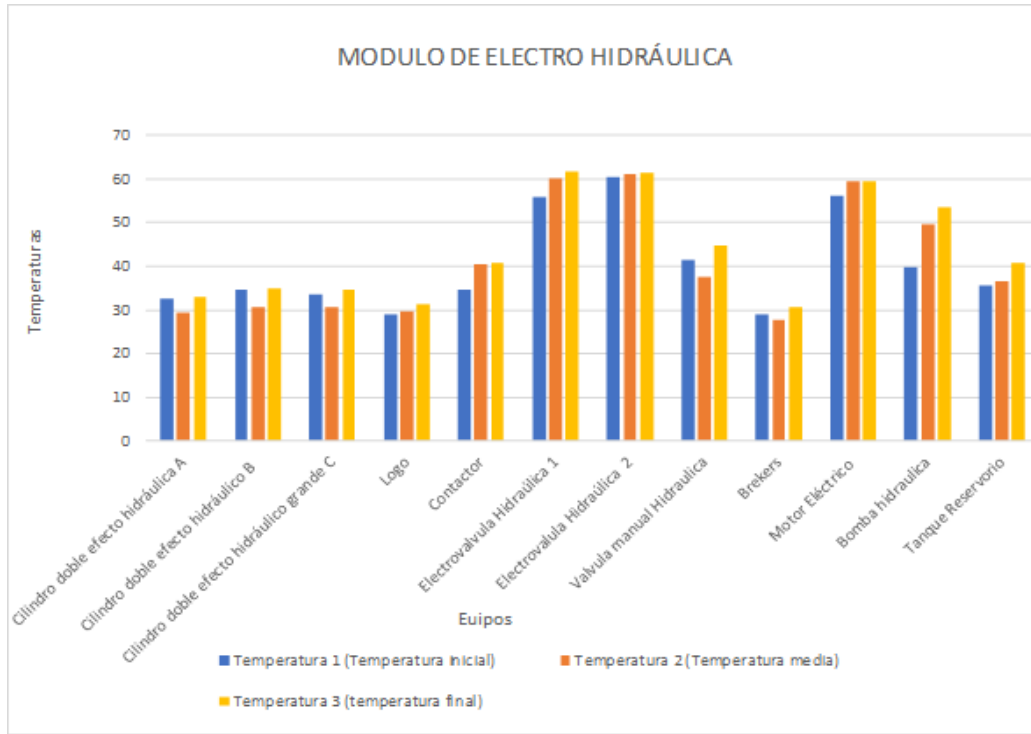
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

3. Análisis termográfico en módulo Electro Hidráulica

Figura 48. Módulo Electro Hidráulica


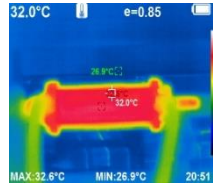
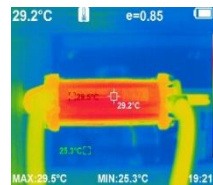
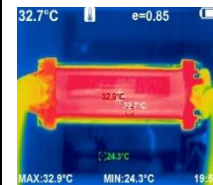
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 49. Análisis de todos los elementos del en módulo Electro Hidráulica

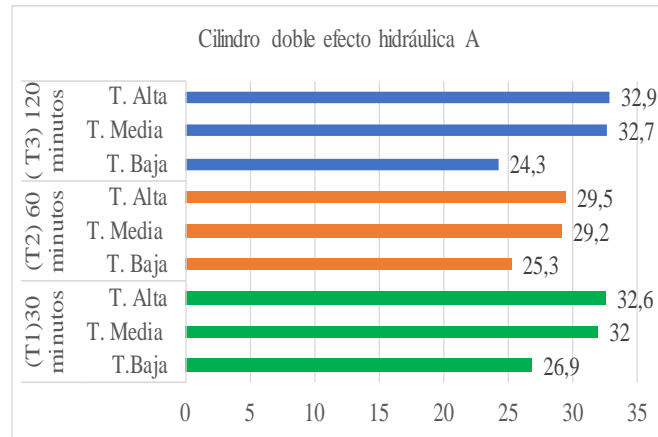


Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 59. Elemento Cilindro de doble efecto hidráulico A

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Cilindro de doble efecto hidráulico A | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Kerman U.S.A Brand |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 50. Análisis realizados en tiempos distintos al Cilindro de doble efecto hidráulico A

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento cilindro de doble efecto hidráulica A luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,9°C; media de 32°C; y alta de 32.6°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,3 °C; media 29,2°C; y alta de 29,5°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 24,3°C; media 32,7°C; y alta 32,9°C.

Tabla 60. Análisis térmico al Cilindro de doble efecto hidráulico A

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 0.3°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 32,6°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 29,5°C |
| | | T. máxima | 32.9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


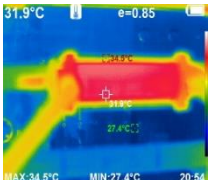
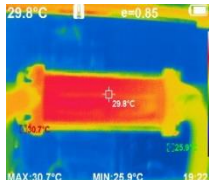
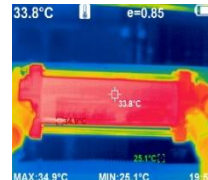
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 0,3°C en el cilindro de doble efecto hidráulica A. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

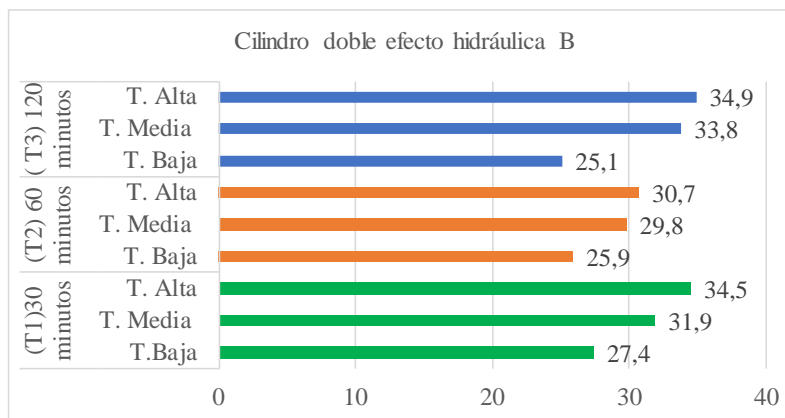
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 61. Elemento Cilindro de doble efecto hidráulico B

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Cilindro de doble efecto hidráulico B | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Kerman U.S.A Brand |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 51. Análisis realizados en tiempos distintos al Cilindro de doble efecto hidráulico B



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento cilindro de doble efecto hidráulica B luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 27,4°C; media de 31,9°C; y alta de 34,5°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,9 °C; media 29,8°C; y alta de 30,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 25,1°C; media 33,8°C; y alta 34,9°C.

Tabla 62. Análisis térmico al Cilindro de doble efecto hidráulico B

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 0.4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 34,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 30,7°C |
| | | T. máxima | 34,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


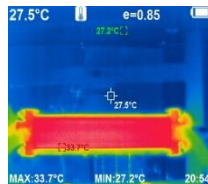
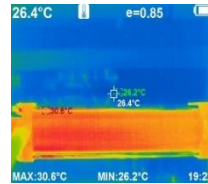
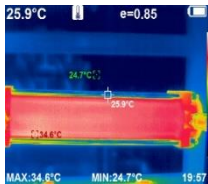
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

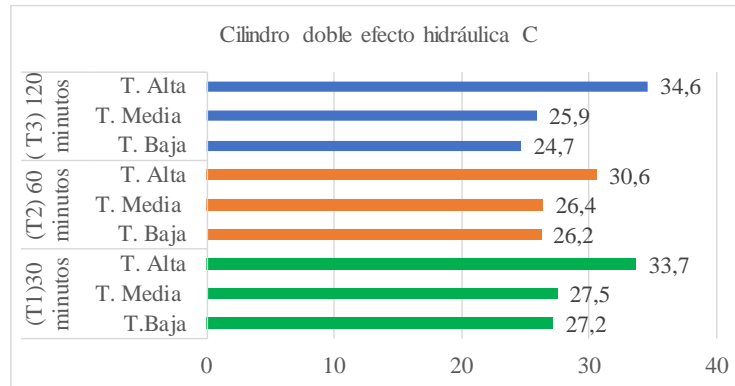
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 0,4°C en el cilindro de doble efecto hidráulica B. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 63. Elemento Cilindro de doble efecto hidráulico C

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Cilindro de doble efecto hidráulico C | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Kerman U.S.A Brand |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 52. Análisis realizados en tiempos distintos al Cilindro de doble efecto hidráulico C

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento cilindro de doble efecto hidráulica C luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 27,2°C; media de 27,5°C; y alta de 33,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,2 °C; media 26,4°C; y alta de 30,6°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 24,7°C; media 25,9°C; y alta 34,6°C.

Tabla 64. Análisis térmico al Cilindro de doble efecto hidráulico C

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 0,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 33,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 30,6°C |
| | | T. máxima | 34,6°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |


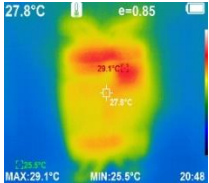
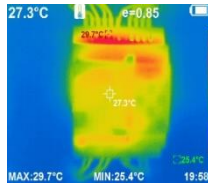

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 0,9°C en el cilindro de doble efecto hidráulica C. Se evidencia distribuciones y

condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

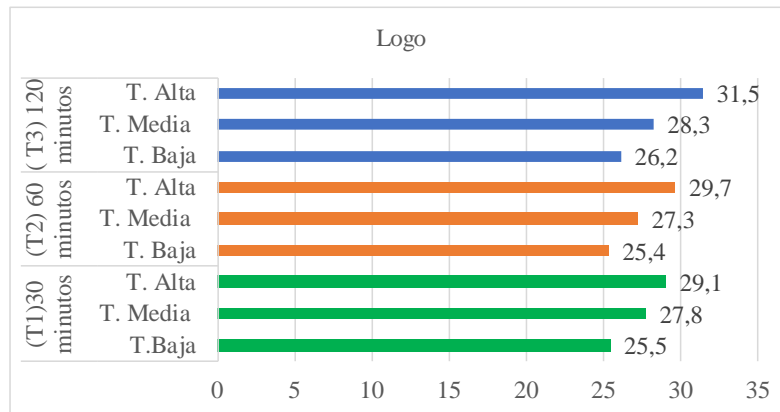
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 65. Elemento Logo

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Logo | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Logo 8 Siemens Voltaje: AC/DC 115-240v Entradas: Input 8xAC/DC Salidas: Ouput 4xRelay/10A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 53. Análisis realizados en tiempos distintos al Logo



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Logo 8, luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 25,5°C; media de 27,8°C; y alta de 29,1°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,4 °C; media 27,3°C; y alta de 29,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 26,2°C; media 28,3°C; y alta 31,5°C.

Tabla 66. Análisis térmico al Logo

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 2.4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 29,1°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 29,7°C |
| | | T. máxima | 31.5°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


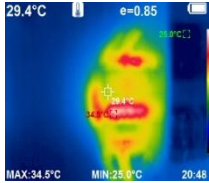
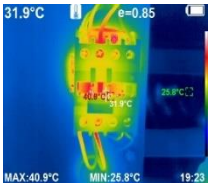
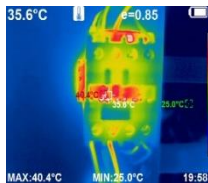
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

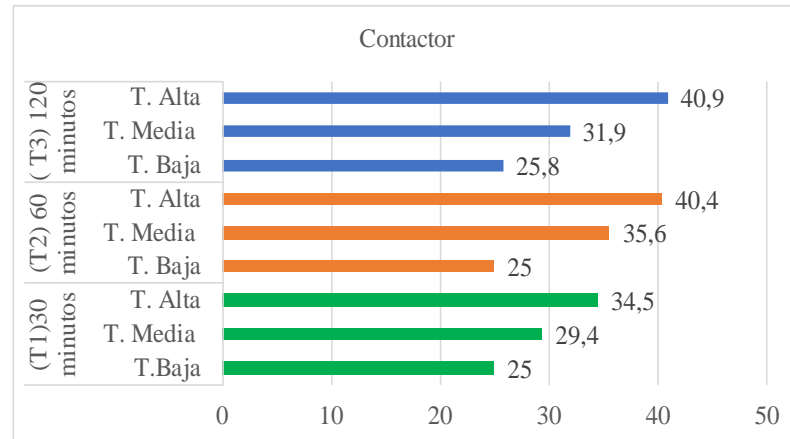
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 2,4°C en el logo. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 67. Elemento contactor

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Camsco C1-D28510 Corriente: 40A Voltaje: 120V Frecuencia: 60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 54. Análisis realizados en tiempos distintos al contactor

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor, luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 25°C; media de 29,4°C; y alta de 34,5°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25°C; media 35,6°C; y alta de 40,4°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 25,8°C; media 31,9°C; y alta 40,9°C.

Tabla 68. Análisis térmico al contactor

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 6,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 34,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 40,04°C |
| | | T. máxima | 40,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


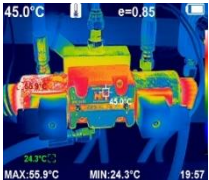

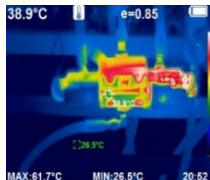
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 6,4°C en el contactor. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

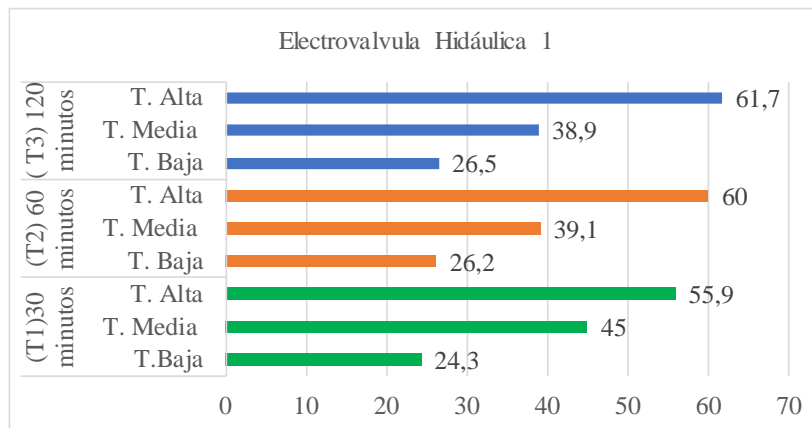
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 69. Elemento Electroválvula Hidráulica 1

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Electroválvula Hidráulica 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Directional Valvule HN P A&B 315 bar (4567 PSI) T 100 bar (1450 PSI) |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 55. Análisis realizados en tiempos distintos a la Electroválvula Hidráulica 1



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento electroválvula hidráulica 1, luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,3°C; media de 45°C; y alta de 55,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,2 °C; media 39,1°C; y alta de 60°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 26,5°C; media 38,9°C; y alta 61,7°C.

Tabla 70. Análisis térmico al contactor

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 55,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 60°C |
| | | T. máxima | 61,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


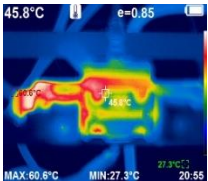

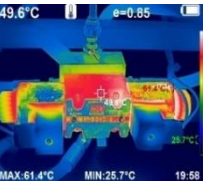
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 5,8°C en la electroválvula hidráulica 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

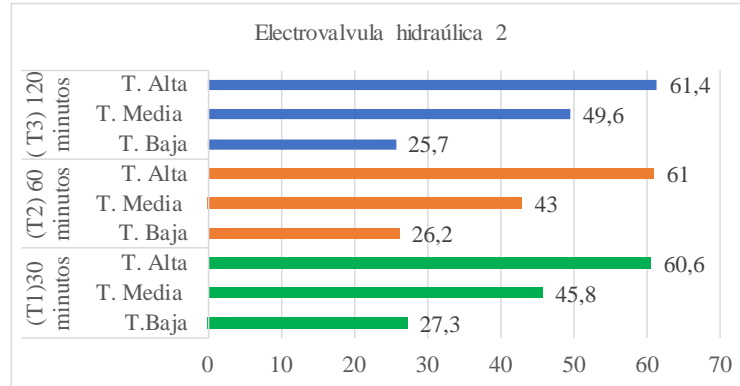
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 71. Elemento Electroválvula Hidráulica 2

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Electroválvula Hidráulica 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Directional Valvule HN P A&B 315 bar (4567 PSI) T 100 bar (1450 PSI) |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 56. Análisis realizados en tiempos distintos a la Electroválvula Hidráulica 2



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento electroválvula hidráulica 2, luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 27,3°C; media de 45,8°C; y alta de 60,6°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,2 °C; media 43°C; y alta de 61°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 25,7°C; media 49,6°C; y alta 61,4°C.

Tabla 72. Análisis térmico a la Electroválvula Hidráulica 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 0,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 60,6°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 61°C |
| | | T. máxima | 61,4°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |


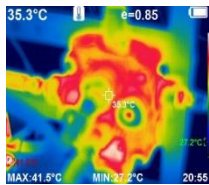
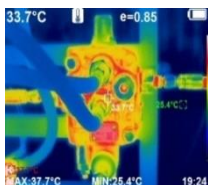
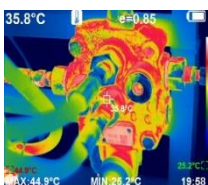
DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 0,8°C en la electroválvula hidráulica 2. Se evidencia distribuciones y condiciones

térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

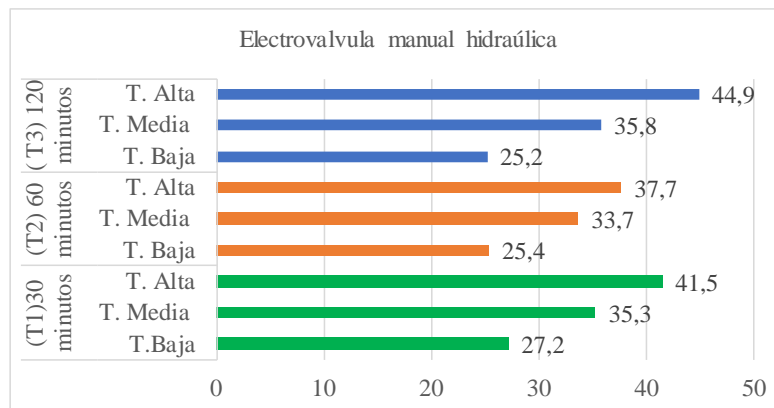
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 73. Elemento Válvula Manual Hidráulica

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Válvula Manual Hidráulica | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: GMS Hydraulic 45101 PSI 140 PSI |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 57. Análisis realizados en tiempos distintos a la Válvula Manual Hidráulica



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento: electroválvula manual hidráulica, luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 27,2°C; media de 35,3°C; y alta de 41,5,6°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,4 °C; media 33,3°C; y alta de 37,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 25,2°C; media 35,8°C; y alta 44,9°C.

Tabla 74. Análisis térmico a la Válvula Manual Hidráulica

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 3,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 41,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 37,7°C |
| | | T. máxima | 44,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


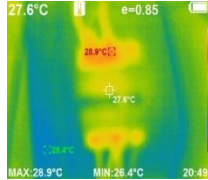
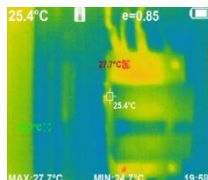
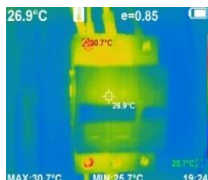
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

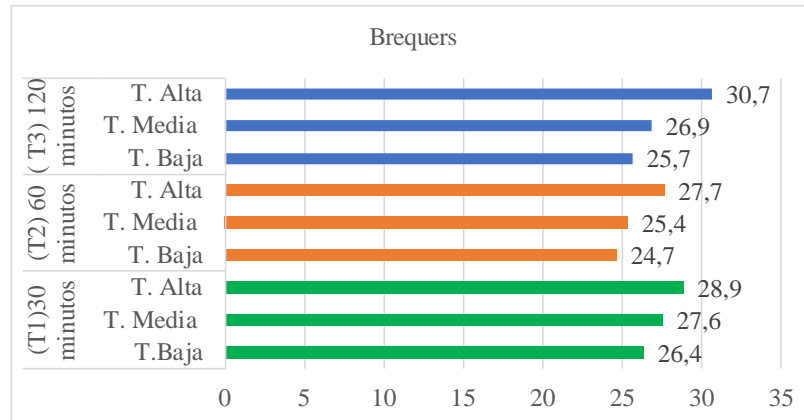
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 3,4°C en la electroválvula manual hidráulica. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 75. Elemento Brekers

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Brekers | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: CHNT Corriente: 20/10VA Voltaje: 120/220V |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 58. Análisis realizados en tiempos distintos a los Brekers

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Brekers luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,4°C; media de 27,6°C; y alta de 28,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 24,7 °C; media 25,4°C; y alta de 27,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 25,7°C; media 26,9°C; y alta 30,7°C.

Tabla 76. Análisis térmico a los Brekers

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 1,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 28,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 27,7°C |
| | | T. máxima | 30,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


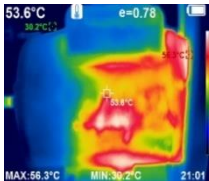
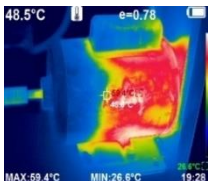
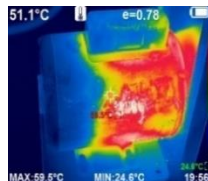
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 1,8°C en los breakers. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

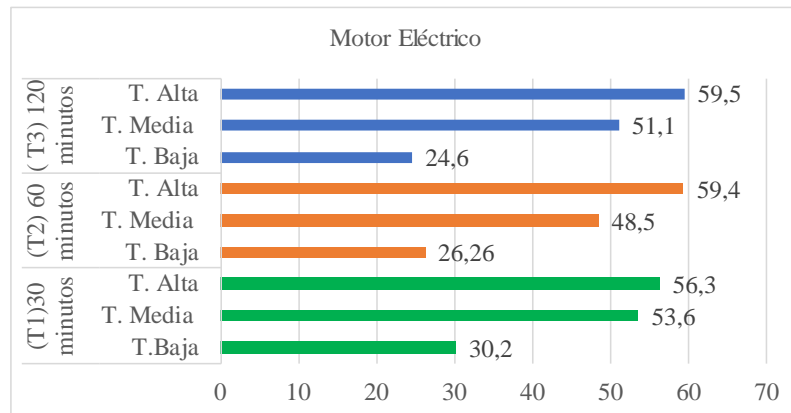
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 77. Elemento Motor Eléctrico

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Motor Eléctrico | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: CHR YRT802-4 Fuerza: 1HP Potencia: 0,75Kw Corriente: 2,03A Eficiencia: 73% Eff Volteje: 220V/380V Frecuencia: 60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 59. Análisis realizados en tiempos distintos al Motor Eléctrico



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Motor Eléctrico luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 30,2°C; media de 53,6°C; y alta de 56,3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,26 °C; media 48,5°C; y alta de 59,4°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 24,6°C; media 51,1°C; y alta 59,45°C.

Tabla 78. Análisis térmico al Motor Eléctrico

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 3,2°C | Emisividad | 0,78 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384x288 | T. mínima | 56,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 59,4°C |
| | | T. máxima | 59,5°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


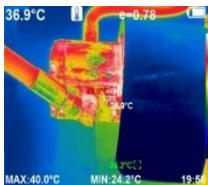
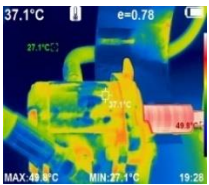
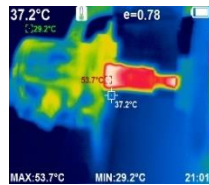
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 3,2°C en el motor eléctrico. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

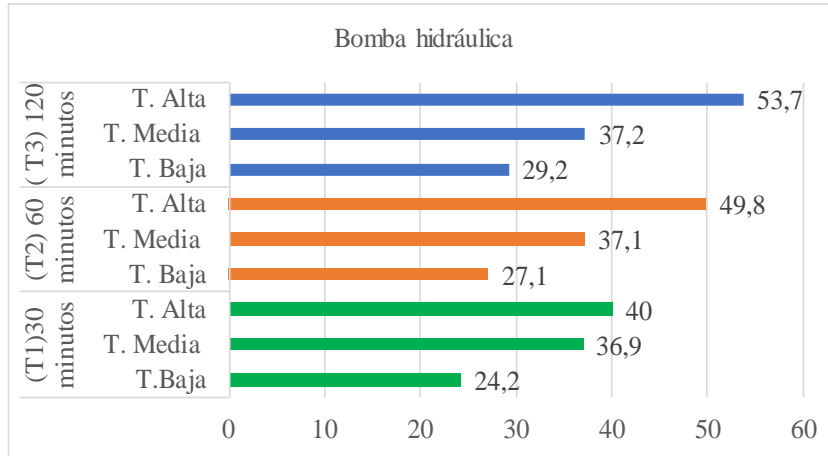
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 79. Elemento Bomba hidráulica

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Bomba hidráulica | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Festo Potencia:0,37 Kw Fuerza: 0.5HP Voltaje: 110/220V Frecuencia: 60Hz Corriente: 2A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 60. Análisis realizados en tiempos distintos a la Bomba hidráulica



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Bomba hidráulica luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,2°C; media de 36,9°C; y alta de 40°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 27,1°C; media 37,1°C; y alta de 49,8°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 29,2°C; media 37,2°C; y alta 40°C.

Tabla 80. Análisis térmico a la Bomba hidráulica

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 13,7°C | Emisividad | 0,78 |
| Condición | ACEPTABLE | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 40°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 49,8°C |
| | | T. máxima | 53,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


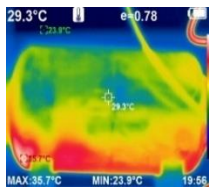
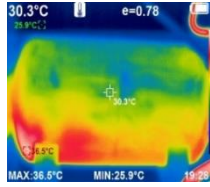
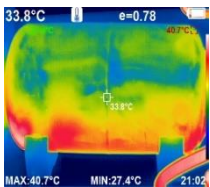
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 13,7°C en la bomba hidráulica. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas ACEPTABLES lo cual se debería realizar otro análisis después de un tiempo 4-6 meses según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

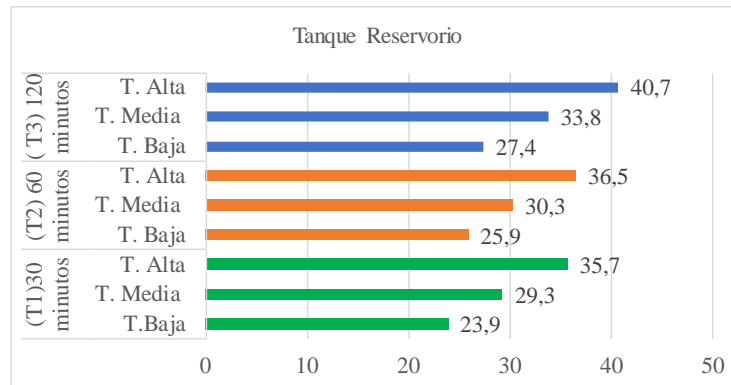
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 81. Elemento Tanque Reservorio

| Módulo de Electro Hidráulica | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Tanque Reservorio | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: VEVOR 31,2 Lb 12,5 Gal 14,5 x 11 x 8,5 Pulg |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 61. Análisis realizados en tiempos distintos al Tanque Reservorio



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Tanque Reservorio luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 27,4°C; media de 33,8°C; y alta de 40,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,9°C; media 30,3°C; y alta de 36,5°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 23,9°C; media 29,3°C; y alta 35,7°C.

Tabla 82. Análisis térmico al Tanque Reservorio

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 10°C | Emisividad | 0,78 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 35,7°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 36,5°C |
| | | T. máxima | 40,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

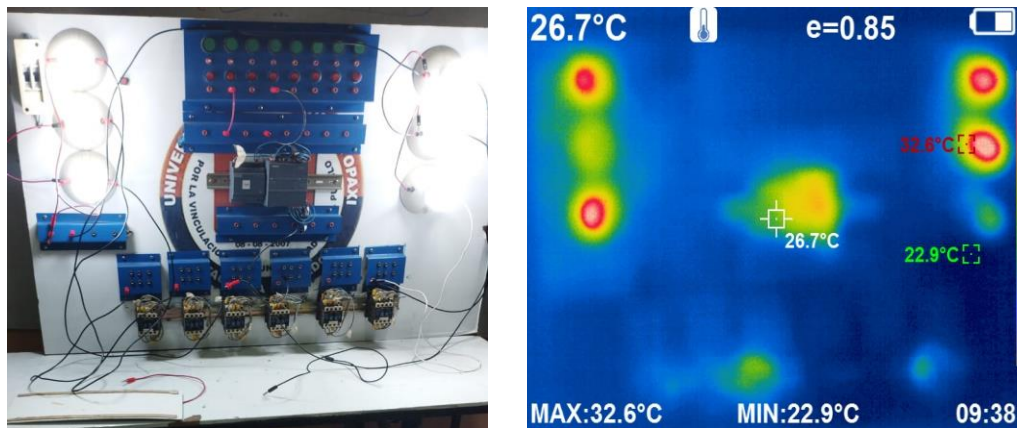
DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 10°C en el tanque reservorio. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **ACEPTABLES** en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

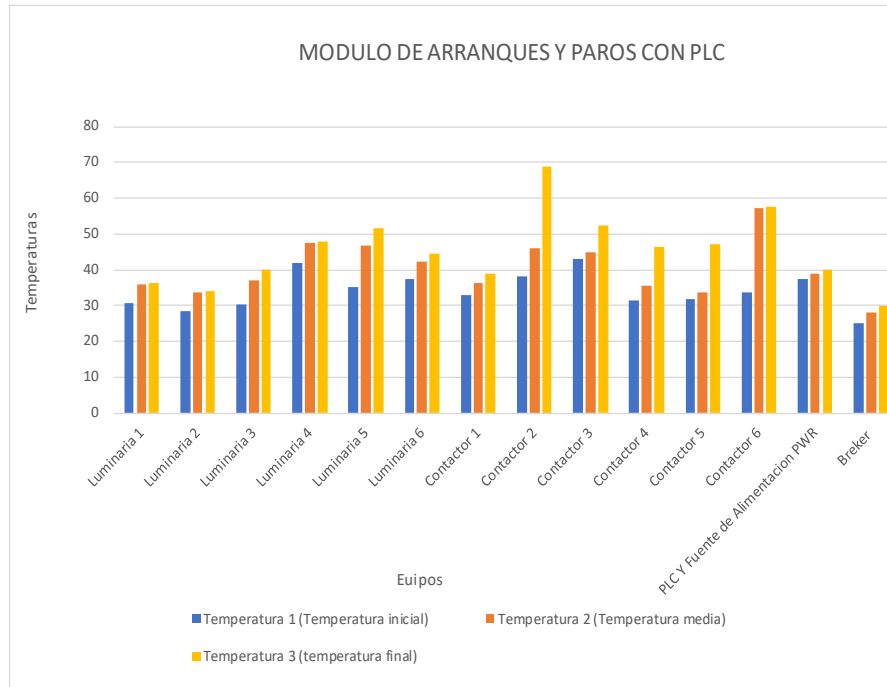
4. Análisis termográfico en módulo de arranques y paros con PLC

Figura 62. módulo de arranques y paros con PLC




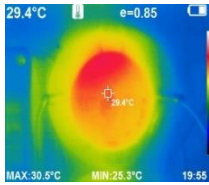
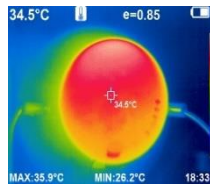
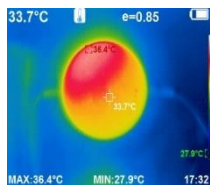
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 63. Análisis de todos los elementos del en módulo arranques y paros con PLC

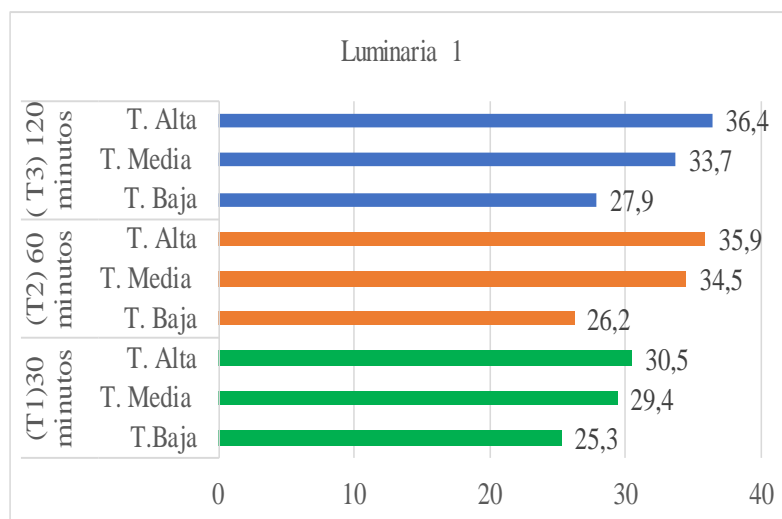


Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 83. Elemento Luminaria 1

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110-240V Potencia:9W Frecuencia: 50-60Hz Corriente: 0,08A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 64. Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 1

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Luminaria 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 27,9°C; media de 33,7°C; y alta de 36,4°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,3 °C; media 29,4°C; y alta de 30,5°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 26,2°C; media 34,5°C; y alta 35,9°C.

Tabla 84. Análisis térmico a la Luminaria 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 30,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 35,9°C |
| | | T. máxima | 36,4°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


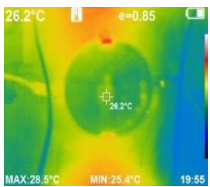
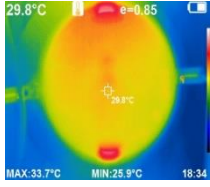
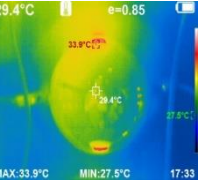
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 1°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de $5,9^{\circ}\text{C}$ luminaria 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

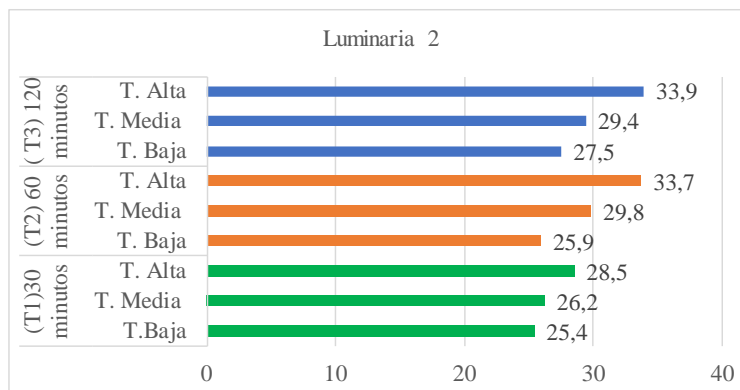
Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 85. Elemento Luminaria 2

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Maviju Voltaje: 110-240V Potencia: 9W Frecuencia: 50-60Hz Corriente: 0,08A |  |  |  |  |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 65. Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 2



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Luminaria 2 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de $25,4^{\circ}\text{C}$; media de $26,2^{\circ}\text{C}$; y alta de $28,5^{\circ}\text{C}$. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja $25,9^{\circ}\text{C}$; media $29,8^{\circ}\text{C}$; y alta de $33,7^{\circ}\text{C}$. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de $27,5^{\circ}\text{C}$; media $29,4^{\circ}\text{C}$; y alta $33,9^{\circ}\text{C}$.

Tabla 86. Análisis térmico a la Luminaria 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,4°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 28,5°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 33,7°C |
| | | T. máxima | 33,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


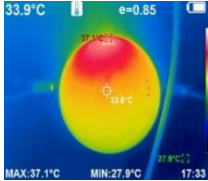
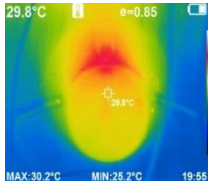
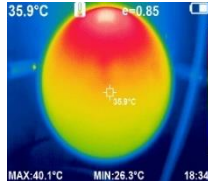
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

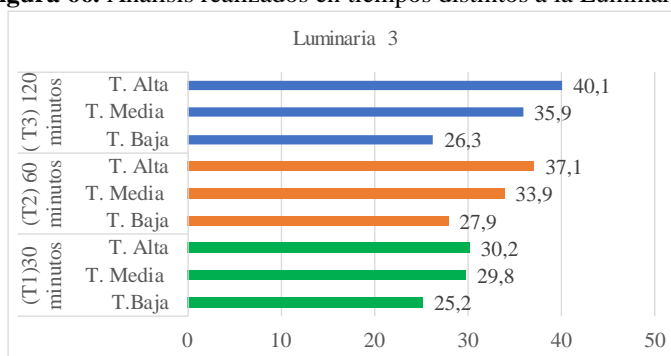
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 5,4°C luminaria 2. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 87. Elemento Luminaria 3

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 3 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110-240V Potencia: 9W Frecuencia: 50-60Hz Corriente: 0,08A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 66. Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 3

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Luminaria 3 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 25,2°C; media de 29,8°C; y alta de 30,2°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 27,9 °C; media 33,9°C; y alta de 37,1°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arroja una temperatura baja de 26,3°C; media 35,9°C; y alta 40,1°C.

Tabla 88. Análisis térmico a la Luminaria 3

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 9,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 30,2°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 37,1°C |
| | | T. máxima | 40,1°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

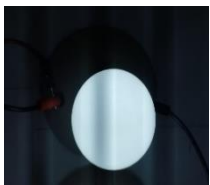
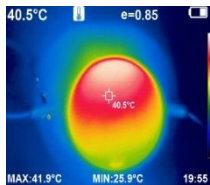
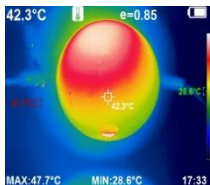
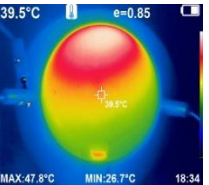
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

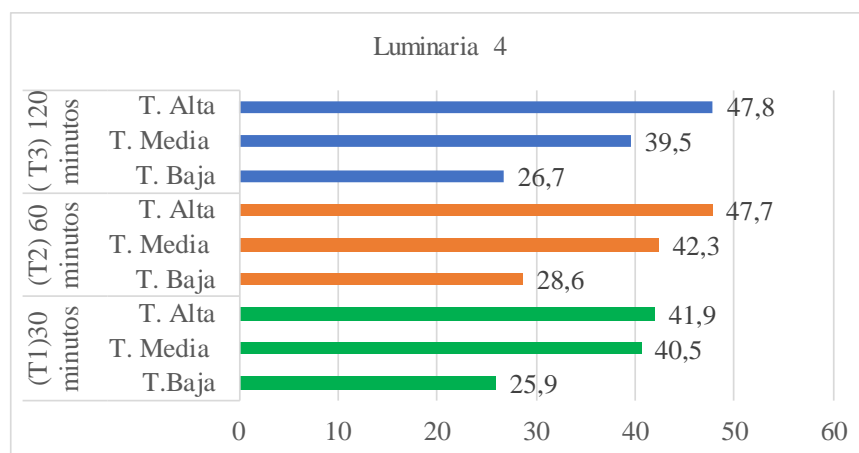
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 9,9°C luminaria 3. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 89. Elemento Luminaria 4

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 4 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110-240V Potencia: 9W Frecuencia: 50-60Hz Corriente: 0,08A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 67. Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 4

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Luminaria 4 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 25,9°C; media de 40,5°C; y alta de 41,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 28,6 °C; media 42,3°C; y alta de 47,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 26,7°C; media 39,5°C; y alta 47,8°C.

Tabla 90. Análisis térmico a la Luminaria 4

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 41,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 47,7°C |
| | | T. máxima | 47,8°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


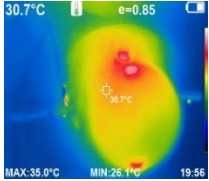
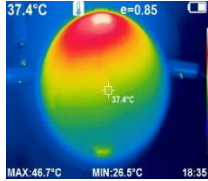
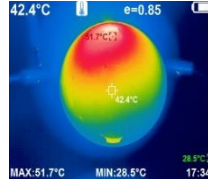
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 1°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

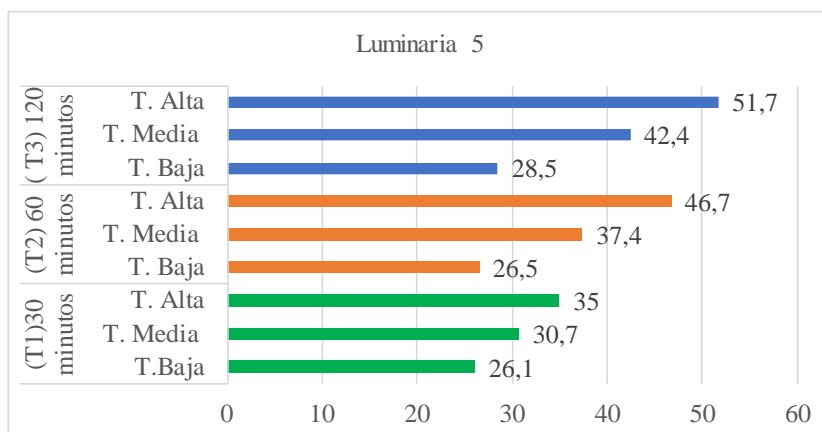
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 5,9°C luminaria 4. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 91. Elemento Luminaria 5

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 5 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Sylvania Voltaje: 110-240V Potencia: 9W Frecuencia: 50-60Hz Corriente: 0,08A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 68. Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 5

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Luminaria 5 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,1°C; media de 30,7°C; y alta de 35°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,5 °C; media 37,4°C; y alta de 46,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 28,5°C; media 42,4°C; y alta 51,7°C.

Tabla 92. Análisis térmico a la Luminaria 5

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 16,7°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | ACEPTABLE | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 35°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 46,7°C |
| | | T. máxima | 51,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

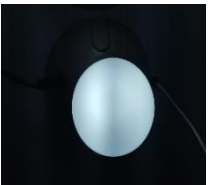
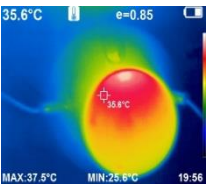
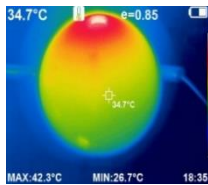
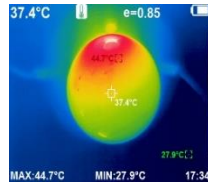
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 16,7°C luminaria 5. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas ACEPTABLE lo cual se debería realizar otro análisis después de un tiempo 4-6 meses en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

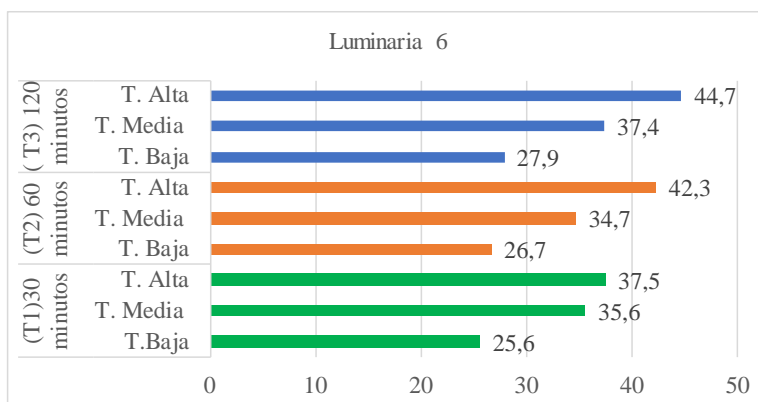
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 93. Elemento Luminaria 6

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Luminaria 6 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Osram Voltaje: 110-240V Potencia: 8,5W Frecuencia: 50-60Hz Corriente: 0,07A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 69. Análisis realizados en tiempos distintos a la Luminaria 6



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Luminaria 6 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 25,6°C; media de 35,6°C; y alta de 37,5°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,7 °C; media 34,7°C; y alta de 42,3°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 27,9°C; media 37,4°C; y alta 44,7°C.

Tabla 94. Análisis térmico a la Luminaria 6

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 7,2°C | | Emisividad |
| Condición | BUEN ESTADO | | Distancia |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | | T. mínima |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | | T. media |
| | | | T. máxima |
| | | | 44,7°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

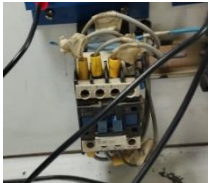
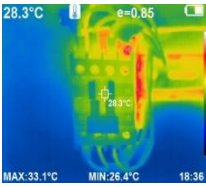
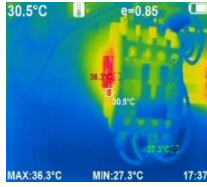
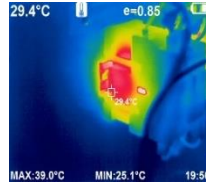
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|-----------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

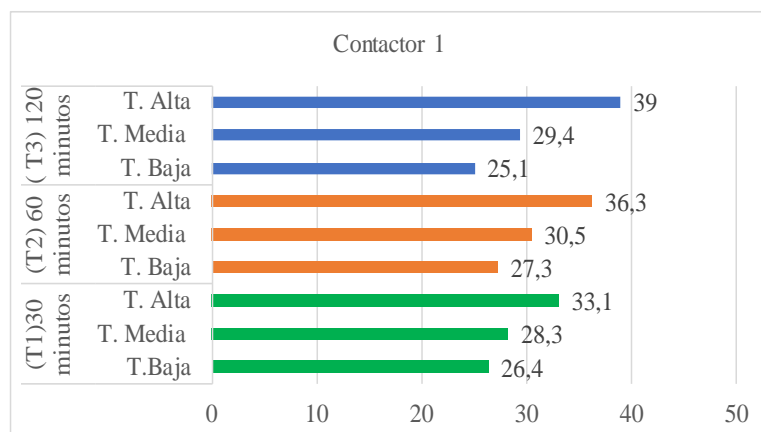
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 7,2°C luminaria 6. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 95. Elemento Contactor 1

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor 1 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca:C1 D1210 Voltaje:120V Corriente:25A Frecuencia:50-60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 70. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 1

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor 1 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,4°C; media de 28,3°C; y alta de 33,1°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 27,3 °C; media 30,5°C; y alta de 36,3°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 25,1°C; media 29,4°C; y alta 39°C.

Tabla 96. Análisis térmico al Contactor 1

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 5,9°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 33,1°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 36,3°C |
| | | T. máxima | 39°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


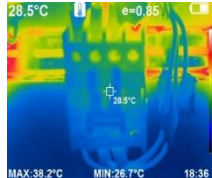

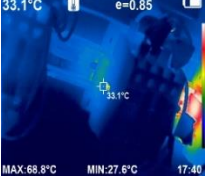
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 5,9° contactor 1. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

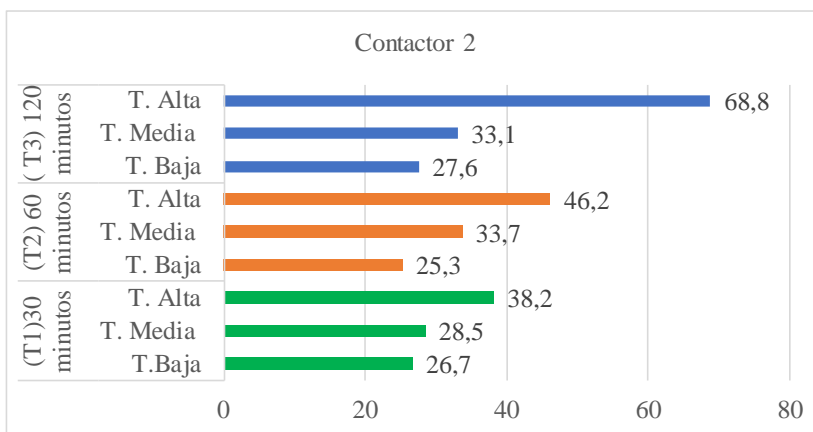
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 97. Elemento Contactor 2

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor 2 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca:C1 D1210 Voltaje:120V Corriente:25A Frecuencia:50-60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 71. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 2



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor 2 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,7°C; media de 28,5°C; y alta de 38,2°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,3°C; media 33,7°C; y alta de 46,2°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 27,6°C; media 33,1°C; y alta 68,8°C.

Tabla 98. Análisis térmico al Contactor 2

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 30,6°C | | Emisividad |
| Condición | INSATISFACTORIA | | Distancia |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | | T. mínima |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | | T. media |
| | | | T. máxima |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

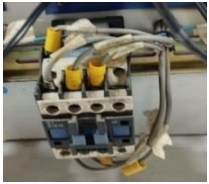
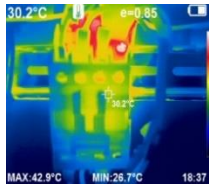
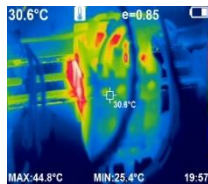
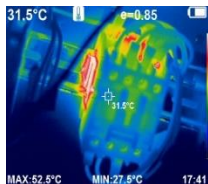
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|-----------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

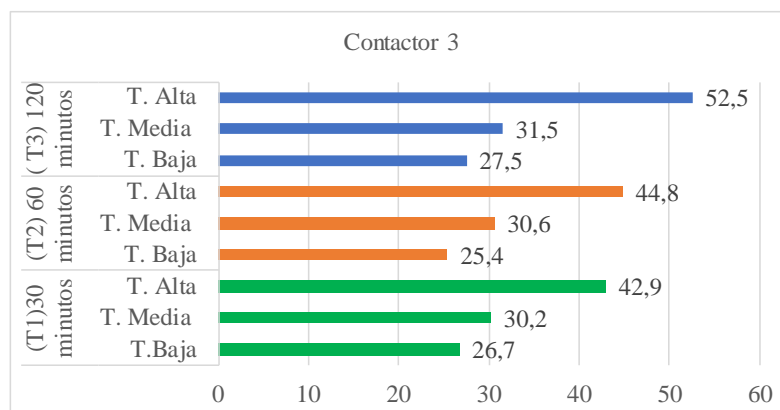
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 30,6° contactor 2. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas INSATISFACTORIA en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1, se debería realizar un mantenimiento predictivo en un tiempo no mayor a un mes.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 99. Elemento Contactor 3

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor 3 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca:C1 D1210 Voltaje:120V Corriente:25A Frecuencia:50-60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 72. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 3

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor 3 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,7°C; media de 30,2°C; y alta de 42,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,4°C; media 30,6°C; y alta de 44,8°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 27,5°C; media 31,5°C; y alta 52,5°C.

Tabla 100. Análisis térmico al Contactor 3

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 9,6°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 42,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 44,8°C |
| | | T. máxima | 52,5°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


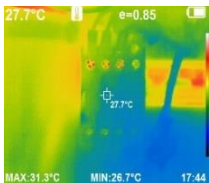
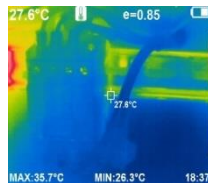

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 9,6° contactor 3. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

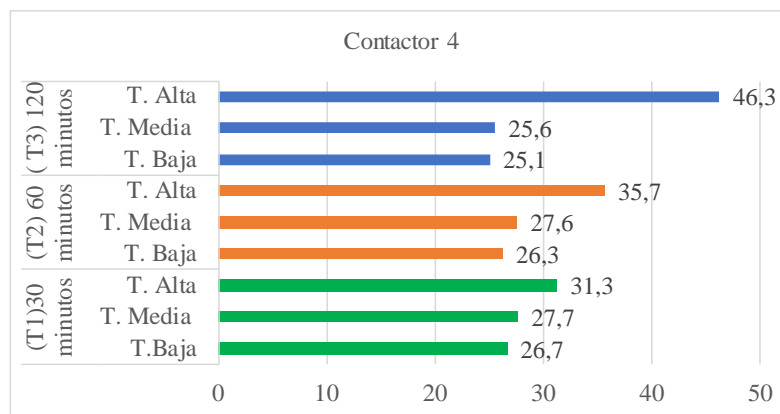
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 101. Elemento Contactor 4

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor 4 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca:C1 D1210 Voltaje:120V Corriente;25A Frecuencia:50-60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 73. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 4



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor 4 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,7°C; media de 27,7°C; y alta de 31,3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,3°C; media 27,6°C; y alta de 35,7°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 25,1°C; media 25,6°C; y alta 46,3°C.

Tabla 102. Análisis térmico al Contactor 4

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 15°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | ACEPTABLE | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 31,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 35,7°C |
| | | T. máxima | 46,3°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

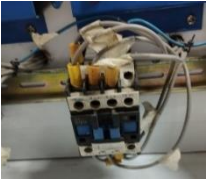
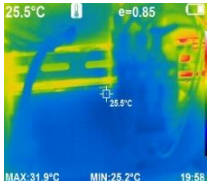
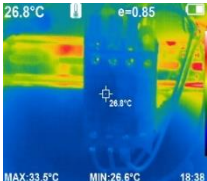
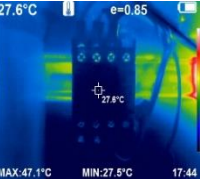
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

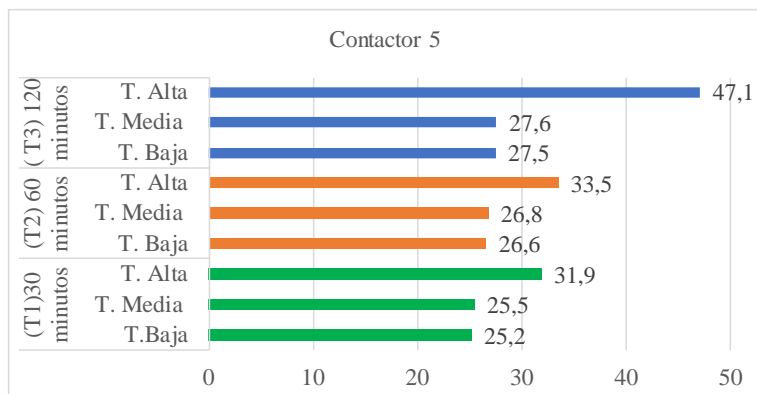
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 15° contactor 4. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **ACEPTABLE** lo cual se debería realizar otro análisis después de un tiempo 4-6 meses en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 103. Elemento Contactor 5

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor 5 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca:C1 D1210 Voltaje:120V Corriente:25A Frecuencia:50-60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 74. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 5

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor 5 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 25,2°C; media de 25,5°C; y alta de 31,9°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 26,6°C; media 26,8°C; y alta de 33,5°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojo una temperatura baja de 27,5°C; media 27,6°C; y alta 47,1°C.

Tabla 104. Análisis térmico al Contactor 5

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 15,2°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | ACEPTABLE | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 31,9°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 33,5°C |
| | | T. máxima | 47,1°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |


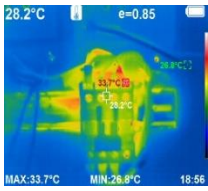
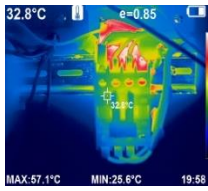
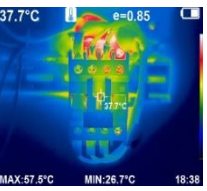
DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 15,2° contactor 5. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **ACEPTABLE** lo

cual se debería realizar otro análisis después de un tiempo 4-6 meses en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

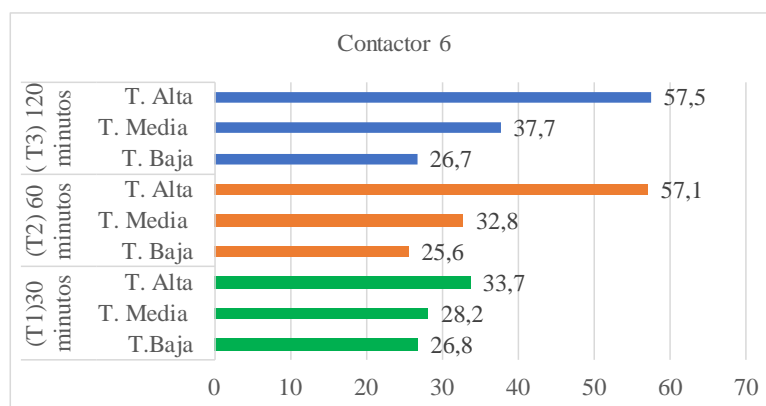
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 105. Elemento Contactor 6

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Elemento: Contactor 6 | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca:C1 D1210 Voltaje:120V Corriente:25A Frecuencia:50-60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 75. Análisis realizados en tiempos distintos al Contactor 6



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Contactor 6 luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 26,8°C; media de 28,2°C; y alta de 33,7°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,6°C; media 32,8°C; y alta de 57,1°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 26,5°C; media 37,7°C; y alta 57,5°C.

Tabla 106. Análisis térmico al Contactor 6

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 23,8°C | | Emisividad |
| Condición | INSATISFACTORIA | | Distancia |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | | T. mínima |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | | T. media |
| | | | T. máxima |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1


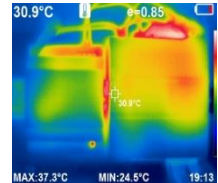
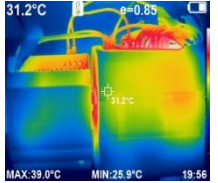
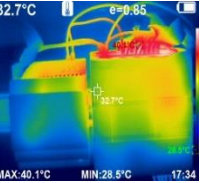
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|-----------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

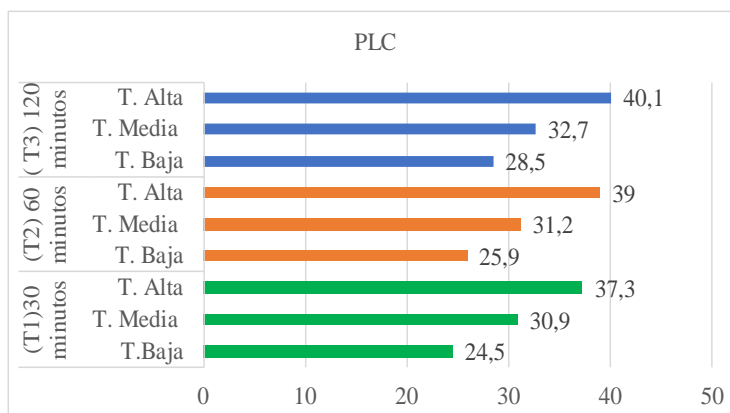
Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 23,8°C Contactor 6. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas INSASTISFACTORIA en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1 se debería realizar un mantenimiento predictivo en un tiempo no mayor a un mes.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 107. Elemento PLC y Fuente de alimentación PWR

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: PLC y Fuente de alimentación PWR | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Siemens Simatic S7-1200 Input AC: 100-240V Output DC: 24V/2,5A |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 76. Análisis realizados en tiempos distintos al PLC y Fuente de alimentación PWR

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento PLC luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 24,5°C; media de 30,9°C; y alta de 37,3°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,9°C; media 31,2°C; y alta de 39°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 28,5°C; media 32,7°C; y alta 40,1°C.


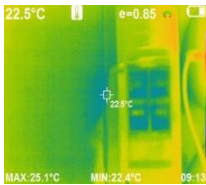
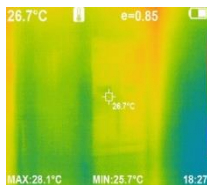
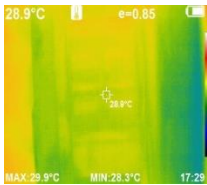
Tabla 108. Análisis térmico al PLC y Fuente de alimentación PWR

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|---|--------------------------|------------------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 2,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 37,3°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 39°C |
| | | T. máxima | 40,1°C |
| Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1 | | | |
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN | |
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO | |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE | |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA | |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA | |
| DIAGNOSTICO | | | |

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 2,8°C PLC. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.

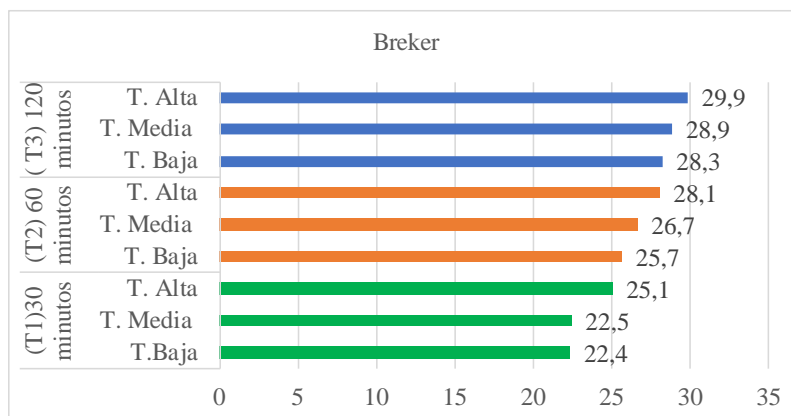
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 109. Elemento Breaker

| Módulo de arranques y paros con PLC | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Elemento: Breaker | | | | |
| Características | Foto Digital | Termograma 1 Temperatura Inicial (30 minutos) | Termograma 2 Temperatura Media (60 minutos) | Termograma 3 Temperatura Final (120 minutos) |
| Marca: Siemens 5SX11 Corriente: 16A Voltaje: 220/440V Frecuencia:50/60Hz |  |  |  |  |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 77. Análisis realizados en tiempos distintos al breaker



Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: El termograma del elemento Breaker luego de haber transcurrido 30 minutos refleja que existe una temperatura baja de 22,4°C; media de 22,5°C; y alta de 25,1°C. El segundo termograma luego de haber transcurrido 60 minutos nos indica una temperatura baja 25,7°C; media 26,7°C; y alta de 28,1°C. El tercer termograma luego de haber transcurrido 120 minutos arrojó una temperatura baja de 28,3°C; media 28,9°C; y alta 29,9°C.

Tabla 110. Análisis térmico al braker

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Clasificación de Falla | | Parámetro | Valor medio |
| ΔT | 4,8°C | Emisividad | 0,85 |
| Condición | BUEN ESTADO | Distancia | 0,5 m |
| Resolución de la imagen infrarroja | 384×288 | T. mínima | 25,1°C |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 28,1°C |
| | | T. máxima | 29,9°C |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

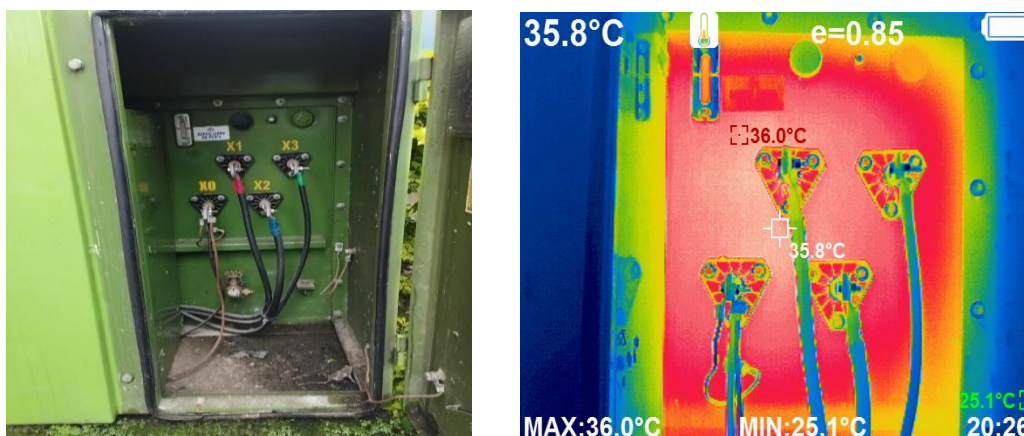
| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUENO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIA |
| >40°C | Eficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía pasiva de calor, se observa un delta de temperatura es de 4,8°C Breker. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas BUEN ESTADO en el elemento según los criterios de aceptación en la normativa ISO 18434-1.


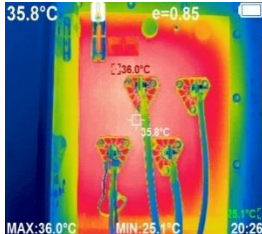
Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

5. Análisis termográfico del transformador general del bloque “B” de la UTC-Extensión La Maná

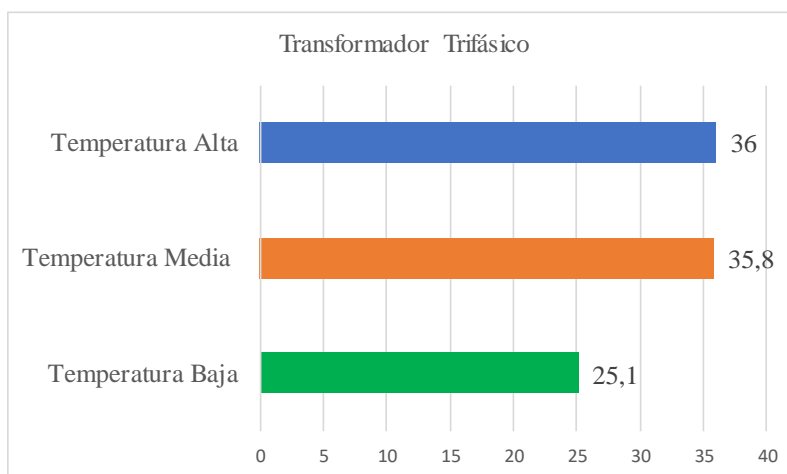
Figura 78. Transformador general del bloque B

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 111. Transformador

| Transformador General Bloque B | | |
|--|---|---|
| Características | Foto Digital | Termograma 1 |
| Marca: Ecuatran Tipo: Trifásico Potencia: 50 KVA |  |  |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 79. Análisis del transformador general

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Descripción: La toma del termograma del Transformador General trifásico ubicado en el Bloque B refleja que existe una temperatura baja de 25,1°C; media de 35,8°C; y alta de 36°C. Solo se procedió a tomar un solo termograma debido que el Transformador se mantiene conectado a red eléctrica las 24 horas.

Tabla 112. Análisis térmico del transformador general

| ANÁLISIS TÉRMICO | | | |
|---------------------------|--------|------------|-------------|
| CLASIFICACION DE LA FALLA | | PARÁMETRO | VALOR MEDIO |
| ΔT | 10,9°C | Emisividad | 0,85 |

| | | | |
|-----------------|--------------------------|------------|-------|
| Condición | ACEPTABLE | Distancia | 0,5 m |
| Resolución | 384 x 288 | T. inicial | 25,1 |
| Modo de enfoque | Ajuste de enfoque manual | T. media | 35,8 |
| | | T. final | 36 |

Para efectos de clasificación de fallas se manejan los siguientes criterios, teniendo en cuenta los criterios de la Norma ISO 18434-1

| DIFERENCIAL DE TEMPERATURA | CLASIFICACIÓN | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1°C – 10°C | En buen estado | BUEN ESTADO |
| 11°C–20°C | Probable | ACEPTABLE |
| 21°C–40°C | Deficiencia | INSATISFACTORIO |
| >40° | Deficiencia | PELIGROSA |

DIAGNOSTICO

Una vez realizada la inspección por el método de termografía, se observa un delta de temperatura de 9,4°C que posee el Transformador general del Bloque B. Se evidencia distribuciones y condiciones térmicas **ACEPTABLES** lo cual se debería realizar otro análisis después de un tiempo 4-6 meses en el elemento según los criterios de aceptación de la normativa ISO 18434-1.

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

11.1 Resumen general de análisis y resultados

Tabla 113. Resumen general del módulo de control de dos variables caudal y presión

| Módulo de control de dos variables caudal y presión | |
|--|--------------------|
| Elementos | Condiciones |
| Breker 1 | Buen Estado |
| Breker 1,2,3 | Buen Estado |
| Contactador KM | Buen Estado |
| SWG | Buen Estado |
| Variador de frecuencia | Buen Estado |
| Fuente de 24 V | Buen Estado |
| Convertidor F-V | Insatisfactorio |
| PLC | Buen Estado |
| HMI | Buen Estado |
| Bomba Centrífuga | Buen Estado |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 114. Resumen general del módulo didáctico de instalaciones eléctricas

| Módulo didáctico de instalaciones eléctricas | |
|--|-----------------|
| Elementos | Condiciones |
| Interruptor 1 | Buen Estado |
| Interruptor 2 | Buen Estado |
| Interruptor 3 | Buen Estado |
| Conmutador 1 | Buen Estado |
| Conmutador 2 | Buen Estado |
| Tomacorriente 1 | Buen Estado |
| Tomacorriente 2 | Buen Estado |
| Tomacorriente 3 | Buen Estado |
| Luminaria 1 | Insatisfactoria |
| Luminaria 2 | Buen Estado |
| Luminaria 3 | Buen Estado |
| Luminaria 4 incandescente | Buen Estado |
| Luminaria 5 | Peligrosa |
| Tubo Led | Aceptable |
| Breker 1 | Buen Estado |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 115. Resumen general del módulo electro hidráulica

| Módulo electro hidráulica | |
|---------------------------------------|-------------|
| Elementos | Condiciones |
| Cilindro de doble efecto hidráulico A | Buen Estado |
| Cilindro de doble efecto hidráulico B | Buen Estado |
| Cilindro de doble efecto hidráulico C | Buen Estado |
| Logo | Buen Estado |
| Contactador | Buen Estado |
| Electroválvula hidráulica 1 | Buen Estado |
| Electroválvula hidráulica 2 | Buen Estado |

| | |
|---------------------------|-------------|
| Válvula hidráulica manual | Buen Estado |
| Brekers | Buen Estado |
| Motor eléctrico | Buen Estado |
| Bomba hidráulica | Aceptable |
| Tanque Reservorio | Buen Estado |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Tabla 116. Resumen general del módulo de arranques y paros con PLC

| Módulo de arranques y paros con PLC | |
|-------------------------------------|-----------------|
| Elementos | Condiciones |
| Luminaria 1 | Buen Estado |
| Luminaria 2 | Buen Estado |
| Luminaria 3 | Buen Estado |
| Luminaria 4 | Buen Estado |
| Luminaria 5 | Aceptable |
| Luminaria 6 | Buen Estado |
| Contactador 1 | Buen Estado |
| Contactador 2 | Insatisfactoria |
| Contactador 3 | Buen Estado |
| Contactador 4 | Aceptable |
| Contactador 5 | Aceptable |
| Contactador 6 | Insatisfactoria |
| PLC y fuente de alimentación PWR | Buen Estado |
| Breker | Buen Estado |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A.,

2022)

Tabla 117. Resumen general del transformador

| Transformador general del bloque “b” | |
|--------------------------------------|-----------|
| Elemento | Condición |
| Transformador | Aceptable |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 118. Presupuesto del Proyecto

| Cantidad | Descripción | Valor Unitario | Valor Total |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | Cámara Termográfica HT-H8 | \$1600 | \$1,500 |
| 1 | Gastos Varios | \$300 | \$300 |
| Sub Total | | | 1,800 |
| IVA 12% | | | 216 |
| TOTAL | | | \$ 2,016 |

Fuente: :(Bermello A. & Ortiz A., 2022)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Se desarrolló un informe mediante tablas con análisis y diagnóstico en cada elemento eléctrico de algunos equipos del laboratorio por tres diferentes tiempos 30 minutos, 60 minutos y 120 minutos, por el cual para la recolección de datos se escogió la temperatura alta de cada uno de los tiempos.
- Se logró obtener excelentes resultados en donde existen elementos de los quipos analizados que se encuentran en las siguientes condiciones: 41 elementos eléctricos en buen estado, 6 elementos eléctricos en aceptables que se debería realizar otro análisis después de un tiempo de 4-6 meses, 3 elementos eléctricos insatisfactorios que se debería realizar un mantenimiento predictivo en un tiempo no mayor de un mes, 1 elemento eléctrico en condición peligrosa que se procedió a realizar un mantenimiento de inmediato.
- Los diagnósticos obtenidos a partir de los análisis de los datos y termogramas tomados en los equipos se basó según en los criterios de la normativa ISO 18434-1 la cual establece criterios de aceptación y rechazo en elementos eléctricos.

13.2. Recomendaciones

- Es de gran importancia tener conocimientos básicos sobre termografía infrarroja, antes de manipular la cámara termográfica ya que de lo contrario se podría causar algún daño o accidente al momento de realizar los análisis térmicos.
- Se recomienda elaborar un plan de monitoreo y evaluación permanente a los módulos y transformadores que se encuentran en el laboratorio de la carrera Electromecánica, para pronosticar cualquier comportamiento anómalo de las magnitudes eléctricas en condiciones nominales de operación en estos equipos, de manera que, se pueda evidenciar diferencias de temperatura que permitan predecir daños técnicos.
- Se recomienda acudir a la norma ISO 18434-1, puesto que los procedimientos descritos se detallan con base en la misma para así fortalecer las investigaciones sobre este tema y fomentar soluciones a los problemas que ocurren en los módulos del laboratorio, con el fin de predecir algún daño y realizar un mantenimiento técnico.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, B. (2018, noviembre 12). Termografía infrarroja | Que es y como se aplica en la industria. *VisionTIR*. <https://visiontir.com/es/termografia-infrarroja-camaras-termografias-y-termometros-infrarrojos/>
- Apliter. (2020, junio 12). *Qué es la termografía y para qué sirve | Apliter Termografía*. <https://www.apliter.com/blog/que-es-la-termografia-infrarroja/>
- Bedoya, C. C., Sierra, D. F. F., & Diaz, H. A. S. (2017). *LA TERMOGRAFIA COMO HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO PREDICTIVO PARA LOS ELEMENTOS ELECTRICOS CONECTADOS A LA RED ENERGIA*.
- Camacho Bedoya, C., Forero Sierra, D. F., & Sarmiento Díaz, H. A. (2017). *La termografía como herramienta de diagnóstico predictivo para los elementos eléctricos conectados a la red energía*. <https://hdl.handle.net/11059/7467>
- Chincheró, C. A. T. (2018a). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL EQUIPO DE SUBESTACIONES MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO*

*DE LOS DATOS DE TEMPERATURA OBTENIDOS DE UN ESTUDIO
TERMOGRÁFICO.*

Chincheró, C. A. T. (2018b). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL EQUIPO DE SUBESTACIONES MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE TEMPERATURA OBTENIDOS DE UN ESTUDIO TERMOGRÁFICO.*

Coluccio Leskow, E. (2021a, julio 15). Calor—Concepto, tipos, ejemplos y unidades de calor.

Calor. <https://concepto.de/calor/>

Coluccio Leskow, E. (2021b, julio 16). Transferencia de Calor—Concepto, tipos, aislantes y

medidas. *Concepto.* <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>

Coluccio Leskow, E. (2022, junio 13). Temperatura—Concepto, tipos, escalas y medición.

Temperatura. <https://concepto.de/temperatura/>

Connor, N. (2019a, septiembre 16). *¿Qué es la Ley Stefan-Boltzmann? Constante Stefan-*

Boltzmann - Definición. Thermal Engineering. [https://www.thermal-](https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-ley-stefan-boltzmann-constante-stefan-boltzmann-definicion/)

[engineering.org/es/que-es-la-ley-stefan-boltzmann-constante-stefan-boltzmann-definicion/](https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-ley-stefan-boltzmann-constante-stefan-boltzmann-definicion/)

Connor, N. (2019b, septiembre 16). *¿Qué es la Ley Stefan-Boltzmann? Constante Stefan-*

Boltzmann - Definición. Thermal Engineering. [https://www.thermal-](https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-ley-stefan-boltzmann-constante-stefan-boltzmann-definicion/)

[engineering.org/es/que-es-la-ley-stefan-boltzmann-constante-stefan-boltzmann-definicion/](https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-ley-stefan-boltzmann-constante-stefan-boltzmann-definicion/)

Danahe. (2019, diciembre 2). Termografía, aplicación en la prevención de fallas. *Revista Energy*

Management. [https://e-management.mx/2014/12/02/termografia-aplicacion-en-la-](https://e-management.mx/2014/12/02/termografia-aplicacion-en-la-prevencion-de-fallas/)

[prevencion-de-fallas/](https://e-management.mx/2014/12/02/termografia-aplicacion-en-la-prevencion-de-fallas/)

Day, M. M., & Carpi, A. (2003). *Temperatura*. Visionlearning.

<https://www.visionlearning.com/es/library/Ciencias-Generales/3/Temperatura/48>

Day, M. M., & Carpi, A. (2019). *Temperatura*. Visionlearning.

<https://www.visionlearning.com/es/library/Ciencias-Generales/3/Temperatura/48>

De Jesús, M., & Silva, A. (2017). *Procedimiento para inspección de tableros eléctricos con termografía infrarroja* (N.º 2017). 2017, Art. 2017.

Digital, A. K. (2020, julio 15). *Tipos de cámaras termográficas, todo lo que debes saber*.

<https://blog.ak.com.ni/blog/tipos-de-cameras-termograficas>

Google Maps. (2021, diciembre 21). *Google Maps*. Google Maps.

[https://www.google.com/maps/place/UTC/@-0.9471353,-](https://www.google.com/maps/place/UTC/@-0.9471353,-79.238883,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d4b722dc3d567b:0x766d7c3beb53ae1d!8m2!3d-0.9471353!4d-79.2366943?hl=es-419)

[79.238883,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d4b722dc3d567b:0x766d7c3beb53ae1d!](https://www.google.com/maps/place/UTC/@-0.9471353,-79.238883,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d4b722dc3d567b:0x766d7c3beb53ae1d!8m2!3d-0.9471353!4d-79.2366943?hl=es-419)

[8m2!3d-0.9471353!4d-79.2366943?hl=es-419](https://www.google.com/maps/place/UTC/@-0.9471353,-79.238883,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d4b722dc3d567b:0x766d7c3beb53ae1d!8m2!3d-0.9471353!4d-79.2366943?hl=es-419)

Holguín, A. (2022, agosto 16). *Unidades de medida: ¿Cómo se mide la temperatura?*

GCFGGlobal.org. <https://edu.gcfglobal.org/es/unidades-de-medida/como-se-mide-la-temperatura/1/>

HTI. (2021). *HT H8 Thermal Imager with WIFI (384×288)*. Hti. [https://hti-](https://hti-instrument.com/products/ht-h8-thermal-imager)

[instrument.com/products/ht-h8-thermal-imager](https://hti-instrument.com/products/ht-h8-thermal-imager)

Hti. (2022, febrero 2). *HT H8 Thermal Imager with WIFI (384×288)*. Hti. [https://hti-](https://hti-instrument.com/products/ht-h8-thermal-imager)

[instrument.com/products/ht-h8-thermal-imager](https://hti-instrument.com/products/ht-h8-thermal-imager)

Innovation, A. (2020, junio 17). *Termografía, qué es y para qué se usa*. *ATRIA Innovation*.

<https://www.atriainnovation.com/termografia-que-es-para-que-se-usa/>

Isasi, A. (2020, marzo 27). *La termografía y el análisis de imágenes aportan grandes avances a la visión artificial en el sector industrial*. Interempresas.

<https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/121123-termografia-analisis-imagenes-aportan-grandes-avances-vision-artificial-sector-industrial.html>

Kapter. (2019, junio 25). ¿Qué es la radiación infrarroja? *Kapter*.

<https://www.kapter.mx/2019/06/25/la-radiacion-infrarroja/>

Kleiner, L. (2019, marzo 20). *Glosario: Espectro electromagnético*. Scientific Committees.

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/lamparas-bajo-consumo/glosario/def/espectro-electromagnetico.htm

La gaceta, R. (2020, enero 29). La Maná también es UTC. *La Gaceta*. <https://lagaceta.com.ec/la-mana-tambien-es-utc/>

Máxima Uriarte, J. (2021, septiembre 30). *Leyes de la Termodinámica: Características y ejemplos*. Enciclopedia Humanidades. <https://humanidades.com/leyes-de-la-termodinamica/>

Montero, M., & Francisco, J. (2018). *TEMA: Metodología para el análisis de fallas en los motores eléctricos por medio del estudio termográfico*.

Morin, J. (2018, agosto 20). Temperatura—Concepto, tipos, escalas y medición. *Concepto*. <https://concepto.de/temperatura/>

Omega. (2021). *Cámara termográfica*. <https://es.omega.com/prodinfo/camara-termografica.html>

Onate, I. (2018, diciembre 5). ¿A qué distancia puede medir con una cámara termográfica? - *Instrumentacionhoy.com*. <https://www.instrumentacionhoy.com/a-que-distancia-puede-medir-con-una-camara-termografica/>

Poyato, R. (2020, noviembre 5). *Termografía en sistemas de distribución eléctrica*.


Interempresas. <https://www.interempresas.net/Electricidad/Articulos/34456-Termografia-en-sistemas-de-distribucion-electrica.html>

- Promax. (2019, julio 9). *Cámaras Termográficas: Cómo funcionan y por qué pueden ser necesarias*. <https://www.promax.es/esp/noticias/400/camara-termografica-como-funcionan-y-por-que-pueden-ser-necesarias/>
- Quiñónez, L., & Alarcón, A. (2022). *Aplicación de la normativa ISO 18434 para evaluar el comportamiento de la Subestación Durán Sur en sus condiciones actuales de operación*.
- Rodrigues, G. (2021, abril 30). *Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo: ¡Entienda sus diferencias!* 2Workers. <https://www.2workers.com/post/mantenimiento-predictivo-preventivo-y-correctivo-entienda-sus-diferencias>
- Rodríguez, D. A., & Rodríguez, C. J. M. (2017). *APLICACIÓN DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA COMO MÉTODO DE INSPECCIÓN NO DESTRUCTIVO DE UN TÚNEL DE VIENTO DE BAJA VELOCIDAD*.
- Sanchez, vickie. (2020, agosto 30). *RADIACIÓN TÉRMICA | Qué es, características y ejemplos. ¿como funciona?* <https://como-funciona.co/radiacion-termica/>
- TELEDYNE FLIR. (2021). *Guía de termografía para mantenimiento predictivo*.
- Tobar, A. (2017, junio 15). *Cámara infrarroja—EcuRed*. https://www.ecured.cu/C%C3%A1mara_infrarroja
- Vidal, F. (2021, mayo 18). *Mantenimiento Preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente*. <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>

15. ANEXOS

Anexo 1. Datos del estudiante

DATOS INFORMATIVOS

| | | |
|---------------------|----------------------------------|---|
| APELLIDOS | : Bermello Suárez |  |
| NOMBRES | : Stiven Adonis | |
| FECHA DE NACIMIENTO | : 10 de abril de 1999 | |
| EDAD | : 23 años | |
| CÉDULA DE IDENTIDAD | : 1205368192 | |
| NACIONALIDAD | : Ecuatoriana | |
| ESTADO CIVIL | : Soltero | |
| DOMICILIO | : La Esperanza | |
| TELÉFONO | : 0988532094 | |
| E-MAIL | : stiven.bermello8192@utc.edu.ec | |

ESTUDIOS REALIZADOS

| | |
|--------------|--|
| PRIMARIA | : Escuela “Jacinto Martin Azpiazu Peralta” |
| SECUNDARIA | : Unidad Educativa LCD “Manuel Viteri Camacho” |
| BACHILLER EN | : Administración de Sistemas |
| TERCER NIVEL | : Cursando 8vo semestre de Ingeniería en electromecánica |
| | UNIVERSIDAD “TÉCNICA DE COTOPAXI” EXT. LA MANÁ |

REFERENCIAS PERSONALES

| | |
|-------------------|-----------------|
| Sr. Raúl Vera | Cel. 0990053182 |
| MSc. Byron Chevéz | Cel. 0996690234 |

CERTICADOS OBTENIDOS

I congreso internacional de investigación científica UTC - La Maná 2018.

Curso de auxiliar en domótica 2019.

IV congreso internacional de investigación científica UTC - La Maná 2019.

VII congreso internacional de investigación científica UTC - La Maná 2023.

Anexo 2. Datos del estudiante**DATOS INFORMATIVOS**

APELLIDOS : Ortiz Salinas
 NOMBRES : William Alexander
 FECHA DE NACIMIENTO : 27 de abril de 1999
 EDAD : 23 años
 CÉDULA DE IDENTIDAD : 1600951444
 NACIONALIDAD : Ecuatoriana
 ESTADO CIVIL : Soltero
 DOMICILIO : El Puyo
 TELÉFONO : 0998918073
 E-MAIL : william.ortiz1444@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS**

PRIMARIA : Escuela José Garcés Pérez
 SECUNDARIA : Unidad Educativa Francisco de Orellana
 BACHILLER EN : Mecánica Automotriz
 TERCER NIVEL : Cursando 8vo semestre de Ingeniería en electromecánica
 UNIVERSIDAD “TÉCNICA DE COTOPAXI” EXT. LA MANÁ

REFERENCIAS PERSONALES

Sr. Diego Salinas Cel. 0992976984

Sr. Efraín Escobar Cel. 0996845688

CERTICADOS OBTENIDOS

I congreso internacional de investigación científica UTC - La Maná 2018.

Curso de auxiliar en domótica 2019.

IV congreso internacional de investigación científica UTC - La Maná 2019.

VII congreso internacional de investigación científica UTC - La Maná 2023.

Anexo 3. Hoja de vida del docente tutor**DATOS PERSONALES**

NOMBRE COMPLETO : Yoandrys Morales Tamayo

CEDULA DE IDENTIDAD : 1756958797

PASAPORTE : L012977

FECHA DE NACIMIENTO : 10 de agosto de 1983

EDAD : 38 años

NÚM. CELULAR : 0998493006

E-mail : ymoralesta83@gmail.com

**TÍTULOS****CUARTO NIVEL**

Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid, PhD

Máster en Diseño y Fabricación Asistida por Computadora.

Ingeniero Mecánico

EXPERIENCIA LABORAL

Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Ecuador. (2015-Actualidad)

Universidad Internacional SEK. Ecuador. 2015

Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Técnicas. Cuba (2007-2015)

Empresa de Servicios Técnicos (Zeti). Cuba (2010-2014)

CARGOS DESEMPEÑADOS

Coordinador de Investigación Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. 2019-Actualidad.

Universidad Técnica de Cotopaxi- Director de Carrera. 2017-2019

Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Miembro del Consejo Científico, marzo 2011 – marzo 2015.

Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Tribunal de Cambio de Categorías Docentes. 2012 – Mayo 2015.

Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Director Línea de Investigación: Soluciones Ingenieriles Asistidas por Computadora. 2011- Mayo 2015.

Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Docente-Investigador – Septiembre 2007 –Mayo 2015.

DOCENCIA DE POSTGRADO:

- **Universidad Internacional SEK, Quito (2015)**
Maestría en Diseño Mecánico (Mención Automotriz)
- **Universidad de Granma, Cuba (2013 – 2015)**
Maestría en Maquinaria Agrícola
- **Universidad de Granma, Cuba (2011 – 2013)**
Maestría en Maquinaria Agrícola

DOCENCIA DE PREGRADO:

- **Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador**
Docente-Investigador a Tiempo Completo
- **Universidad de Granma, Cuba**
Docente-Investigador a Tiempo Completo

PONENCIAS:

- ✓ Fluido de corte obtenido a base de aceite de Piñón (*Jatropha curcas*). Investigación experimental durante el torneado del AISI 1045. III Congreso Internacional de Electromecánica y Eléctrica. CIDE. Ecuador 2020.
- ✓ Universidad Técnica de Cotopaxi, Biofluido de corte en el mecanizado de metales. 12mo. Congreso Internacional de Educación Superior Universidad-. Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba. 2020.
- ✓ Implicación Transdisciplinaria de la Ergonomía. I Congreso Internacional de Tecnología e Innovación Industrial. Instituto Tecnológico Superior Siete de Octubre. Ecuador. 2019
- ✓ Torneado en seco de alta velocidad del acero AISI 316L: Análisis de Rugosidad superficial. Primer Congreso Internacional Santo Domingo Investiga. Instituto Superior Tecnológico Tsáchilas. Ecuador 2018.
- ✓ I Jornada Científico Empresarial de Ingeniería Electromecánica. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. 2018.
- ✓ III Congreso Internacional de Investigación Científica. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. 2018.

- ✓ II Congreso Internacional de Tendencias y Aplicaciones de la Mecatrónica. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). Ecuador. 2017
- ✓ II Congreso Internacional de Investigación Científica. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. 2017.
- ✓ Segunda Conferencia Científica Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. 2016.
- ✓ Primera Conferencia Científica Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. 2016.
- ✓ Avances Tecnológicos en Ingenierías. Universidad Internacional SEK. Ecuador. 2016.

PROYECTOS REALIZADOS:

- ✓ Cut-Fluids. Desarrollo y producción de un fluido de corte para el mecanizado de metales obtenido mediante la utilización del aceite de piñón (*Jatropha curcas*). Financiado por la Universidad Técnica de Cotopaxi. Cotopaxi. Ecuador. 2018.
- ✓ Proyecto M-H. Desarrollo de máquinas herramientas con fines docentes en la carrera de ingeniería mecánica. Financiado por la Universidad de Granma Cuba y Empresa de Servicios Mecánicos “26 de julio”. Bayamo. Cuba. 2014.
- ✓ Proyecto Mecaniz-AISI. “Estudio experimental del desgaste del flanco y la rugosidad superficial en el torneado en seco de alta velocidad del acero inoxidable AISI 316L” Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 2014.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS A LA DOCENCIA

DIRECTOR DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS) PARA DOCTORADO

Universidad de Las Fuerzas Armadas (ESPE), Ecuador.

DIRECTOR DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS) PARA MAESTRÍAS

Universidad de la Universidad de Granma, Cuba.

DIRECTOR DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS) PARA PREGRADO

Universidad de la Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Técnicas, Cuba.

ARTÍCULOS PUBLICADOS

- ✓ Análisis numérico del estado tensional en punzones de corte de chapas metálicas ante la variación de sus factores geométricos. Revista Cubana de Ingeniería. Vol. 13 Núm. 2 (2022): abril- junio.

- ✓ Aceptado en la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Cuba. "Energy management in the Base Business Unit Agricultural Workshops in Granma Province", Vol. 31(3): (julio-agosto-septiembre), 2022.
- ✓ Artículo Aceptado en la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Cuba. "Evaluation of Aggregates Formed with Tractor YTO x1204, Harrows and Land Plane" Vol. 31(2): (abril-mayo-junio), 2022.
- ✓ Mantenimiento basado en indicadores de clase mundial en la fábrica de productos lácteos de Bayamo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 30. No. 3.
- ✓ Análisis numérico del estado tensional en punzones de corte de chapas metálicas ante la variación de sus factores geométricos. Revista Cubana de Ingeniería. Vol. 13 Núm. 2 (2022): abril- junio.
- ✓ Aceptado en la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Cuba. "Energy management in the Base Business Unit Agricultural Workshops in Granma Province", Vol. 31(3): (julio-agosto-septiembre), 2022.
- ✓ Artículo Aceptado en la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Cuba. "Evaluation of Aggregates Formed with Tractor YTO x1204, Harrows and Land Plane" Vol. 31(2): (abril-mayo-junio), 2022.
- ✓ Mantenimiento basado en indicadores de clase mundial en la fábrica de productos lácteos de Bayamo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 30. No. 3. ISSN (versión impresa) 1010-2760 y Versión en soporte electrónico: ISSN 2071-0054. 2021.
- ✓ Propuesta de red de abastecimiento de biogás en la comunidad rural "El Almirante. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 30. No. 3. ISSN (versión impresa) 1010-2760 y Versión en soporte electrónico: ISSN 2071-0054. 2021.
- ✓ Rendimiento de la Bomba Centrífuga de Doble Succión mediante el Método de Dinámica de Fluidos Computacional. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 30. No. 2. ISSN (versión impresa) 1010-2760 y Versión en soporte electrónico: ISSN 2071-0054. 2021.
- ✓ Fluido de corte biodegradable a base de aceite de piñón (*jatropha curcas*). Revista Ecuatoriana de Ciencias. Vol. 5. No. 1. e-ISSN 2737-601X. 2021.
- ✓ Diseño de una máquina prototipo para la separación y remoción de partículas ferromagnéticas de neumáticos triturados. InGenio Journal. Volumen 4. Número 1. Pp. 38-49. 2021. e-ISSN: 2697-3642.

- ✓ Análisis mediante el método de elementos finitos de un molino de paletas para triturar granos. Revista Cubana de Ingeniería. Vol. 12, N. 1. 2021. ISSN 2223-1781.
- ✓ Fluido de corte obtenido a base de aceite de piñón (*Jatropha curcas*). Investigación experimental durante el torneado del AISI 1045. Revista Cubana de Ingeniería. Vol. 11, N. 3. 2020. ISSN 2223-1781.
- ✓ Proposal for Redesign of a Winch for Pulling Loads. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol 29, N 3. 2020 ISSN 1010-2760.
- ✓ Desechos orgánicos que generan gas a través de un biodigestor diseño experimental en la parroquia Guasaganda de la ciudad de La Maná. Ciencia Digital. Vol. 2 N 2. 2019. ISSN: 2602-8085.
- ✓ Comparison of two methods for predicting surface roughness in turning stainless steel AISI 316L. Revista Chilena de Ingeniería. Vol. 26. N 1. 2018. ISSN: 0718-3305.
- ✓ Analisis térmico y de frecuencia del separador de aceite en un motor eléctrico ATH-10-1-8T3 por método de los elementos finitos. Revista Uteciencia. Vol. 5. N 2. 2018. ISSN: 2602-8263.
- ✓ Comparación entre redes neuronales artificiales y regresión múltiple para la predicción de la rugosidad superficial en el torneado en seco. Revista Ingenius. N 19. ISSN 1390 - 860X. 2018
- ✓ Análisis numérico a un invernadero tipo túnel bajo cargas de vientos fuertes en Cuba. Revista Uteciencia. Vol. 4. N 2. 2017. ISSN: 2602-8263.
- ✓ Análisis del rendimiento del torneado utilizando coeficiente de vida útil en relación al volumen de metal cortado. Revista Chilena de Ingeniería. Vol. 25. N 3. 2017. ISSN: 0718-3305.
- ✓ Desgaste de la herramienta de corte en el torneado en seco del acero AISI 316L. Revista Ingenius. N 17. ISSN 1390 - 860X. 2017.
- ✓ Análisis comparativo de los indicadores técnicos explotativos en las cosechadoras de caña ktp -2m y ktp - 3000 s. Revista Ingenius. N 16. ISSN 1390 - 860X. 2016.
- ✓ Investigaçãõ da influênciã dos parâmetros de corte na rugosidade superficial usando Regressãõ Múltipla. Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica. Vol. 20. N 2. ISSN: 1137-2729. 2016.

- ✓ Análisis por el método de los elementos finitos de las cargas actuantes en los rodillos y engranes de un prototipo de laminador. Revista Infociencia. Vol. 9. pp 59-66. ISSN: 1390-339X. 2015.
- ✓ Procesamiento de imágenes topográficas de un femur humano para obtener los modelos CAD 3D de las superficies cortical y trabecular. Revista Infociencia. Vol. 9. pp 72-77. ISSN: 1390-339X. 2015.
- ✓ Prediction of flank wear of the cutting tool during dry high-speed turning for steel parts AISI 316L in the mining industry. Revista Minería y Geología. Vol. 31. No. 2. 2015. ISSN: 1993-8012. 2015.
- ✓ Influencia de los parámetros de corte en el desgaste del flanco de insertos recubiertos durante el torneado del acero AISI 316L. Revista Enfoque de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Vol. 6, No 1. ISSN: 1390?6542. 2015.
- ✓ Estudio experimental del desgaste del flanco en el torneado en seco de alta velocidad del acero AISI 316L. Revista Técnica de Ingeniería de la Universidad de Zulia. Vol. 37, No 3. ISSN: 0254-0770. 2014.
- ✓ Estudio experimental de la rugosidad superficial en el torneado en seco de alta velocidad del acero AISI 316L destinado a la agroindustria alimenticia. Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 23, No 3. ISSN (versión impresa) 1010-2760 y Versión en soporte electrónico: ISSN 2071-0054. 2014.
- ✓ Comportamiento del desgaste del flanco en el torneado en seco de alta velocidad del acero AISI 316L. Revista de Ingeniería Mecánica. Vol. 16, No 3. ISSN: 1815-5944. 2013.

RECONOCIMIENTOS

Premio: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. 2014. Bayamo. Cuba.

Propuesta de Premio: Rector Universidad de Granma. 2014. Bayamo. Granma. Cuba.

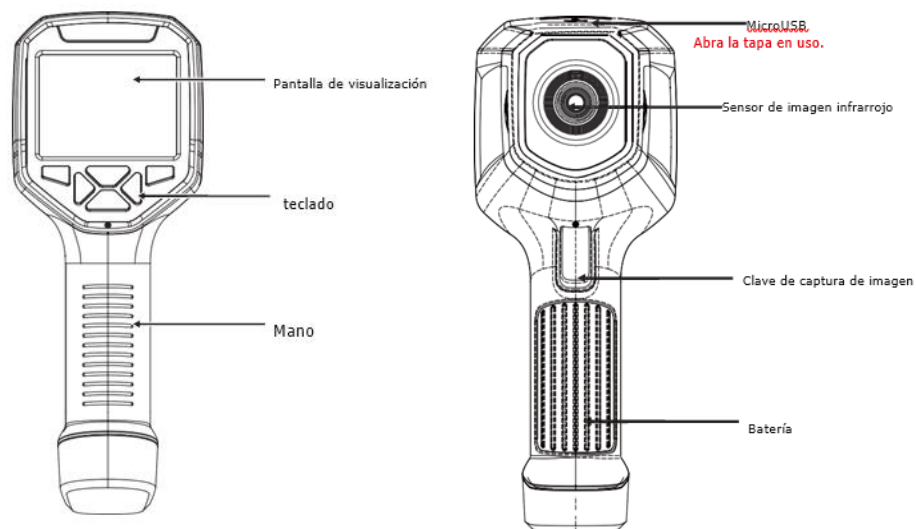


Ph.D Yoandrys Morales Tamayo
CI: 1756958797

Anexo 4. Descripción de la cámara

1. Instrucción a la Estructura

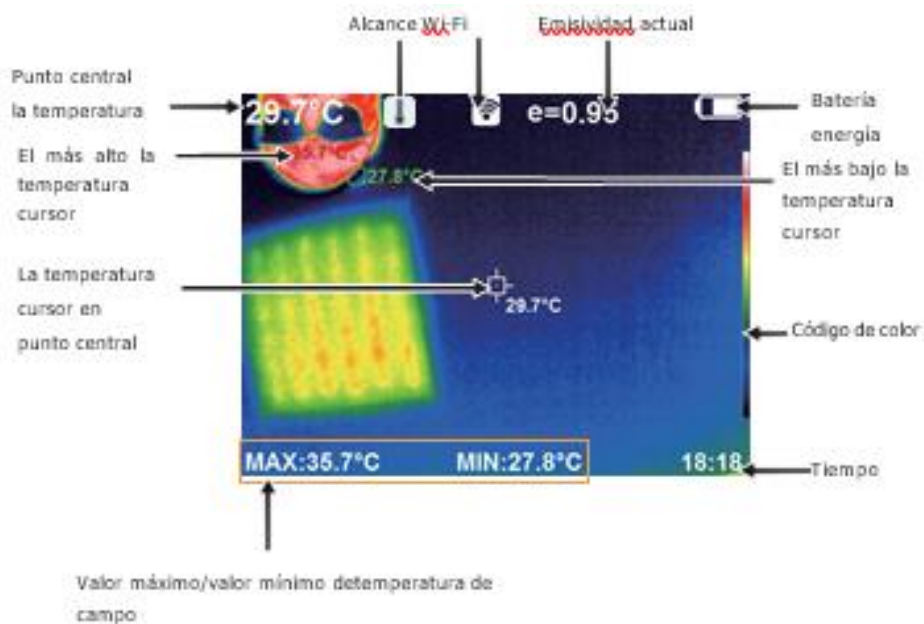
Figura 87. Estructura de la de la cámara termográfica ht-h8



Fuente: (HTI, 2021).

2. Descripción de la pantalla

Figura 88. Descripción de la pantalla



Fuente: (HTI, 2021).

Rango: El rango de las mediciones de temperatura.

Código de color: se utiliza para estampar la variedad en comparación con la temperatura relativa de más reducida a más notable en el campo de formulario.

El cursor de temperatura del punto central: se utiliza para mostrar la situación central en la región de la pantalla. La variedad del cursor se muestra en blanco. La estimación de la temperatura se muestra en la esquina superior izquierda de la presentación.

El cursor de temperatura más alta: se utiliza para mostrar la posición de temperatura más notable en la región de presentación. Se moverá con el desarrollo de la mayor temperatura. El cursor se muestra en rojo. La estimación de la temperatura se muestra en la esquina inferior izquierda de la presentación.

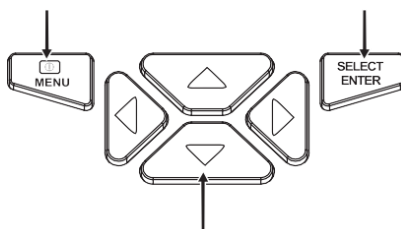
El cursor de temperatura más baja: se utiliza para demostrar la posición de temperatura mínima en la región del escaparate. Se moverá con el desarrollo de la temperatura más mínima. El cursor se muestra en rojo. La estimación de la temperatura se muestra en el centro del escaparate.

3. Descripción clave

Figura 89. Descripción clave

Tecla de menú/tecla de encendido/apagado

Tecla de selección/Tecla de entrada



Tecla de navegación: arriba, abajo, izquierda y derecha

Fuente: (HTI, 2021).

Operación inicial

- **Arranque/apagado del producto**

Mantenga presionado el botón “  / MENU” durante más de 3 segundos para activar o desactivar la imagen térmica.

- **pantalla LCD**

Después de encender la alimentación, la pantalla muestra el estado de la imagen térmica.

Nota:

Es posible que sea necesario ajustar la hora cuando mueva la cámara entre entornos con temperaturas ambientales muy variables.

- **Captura de imagen**

Pulse la tecla de captura de imagen. Cuando la captura sea exitosa, la pantalla mostrará "¿Guardar foto?" inmediato. Seleccione "Sí" o "No" para eliminar la imagen, presione el botón " ◀ " " ▶ " botón para cambiar la selección, luego presione el botón "SELECT/ENTER" para confirmar. Sí, puede presionar el botón de captura nuevamente si está seguro de guardar la imagen.

- **La función para ocultar la columna de temperatura más alta/más**

Baja en la parte inferior de la pantalla bajo la operación después de la puesta en marcha normal, presione “tecla ▲” y la parte inferior de la pantalla mostrará la columna de temperatura más alta/más baja. Presione “▲” también puede ocultarlo.

- **Salida de imagen**

Las imágenes guardadas a través de la captura pueden verificarse y enviarse conectándose con una computadora a través de Micro USB.

- **Leer imágenes**

Abra la tapa defensiva USB como se muestra. Utilice la línea USB para asociar el puerto USB y después el PC para examinar las imágenes o guardarlas en el PC. imágenes o guardarlas en el PC.

El marco de trabajo a través de cheque incorpora: winxp, win7, win 8, win10, marco de Apple. Se propone utilizar la línea USB unida o una línea USB mayor.

Nota: Cuando se conecte a un PC, desconecte la línea de información después de elegir "eliminar dispositivo de forma segura" para evitar dañar el marco de grabación y otros problemas. Si "no se puede guardar" y otros problemas ocurren, puede localizar el disco duro en el PC y solucionarlo.

- **Conversión del rango de temperatura de medición**


Presione el botón "▲" durante 2 segundos, el rango de medición de temperatura es de -20 °C a 550 °C, y el ícono " " se mostrará en la interfaz.

Presione el botón "▼" durante 2 segundos, el rango de medición de temperatura es de -20 °C a 120 °C, y el icono " " se mostrará en la interfaz.

- **Calibración de temperatura manual**

En el estado de encendido, cada pulsación larga de "▲" tecla una vez (alrededor de 3 segundos) aumenta en 0,5°C; cada pulsación prolongada de la tecla " una ▼" vez se reduce en 0,5 °C, el valor predeterminado es 0 °C. Cuando hay una desviación entre la temperatura medida y la temperatura real, esta función se puede utilizar para la calibración forzada.

Introducción al Menú

Pulse a la izquierda de “  /MENU” y aparece la barra de menú. Están Submenús “Imágenes”, “Paleta de colores”, “Emisividad” y “Configuración”.

1. Introducción al submenú "Imagen"

1.1.Ver imagen



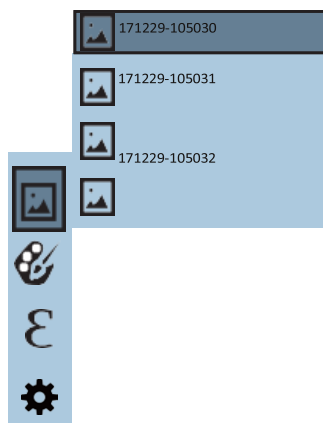





Presione el "  / MENU" para entrar en el menú principal y seleccione "  " (imágenes) en el menú principal.


Figura 90. Menú principal







Fuente: (HTI, 2021).

Como se muestra en la figura, luego presione tecla "  " para entrar en la lista de imágenes. Presione "  " o "  " en la navegación para seleccionar la imagen. Después presione la tecla "SELECT/ENTER" para ver la imagen.

Al ver las imágenes, presione la tecla "  " para ver la preciosa imagen, presione "  " para ver la siguiente imagen.

Pulse la tecla "SELECCIONAR/ENTRAR" para volver. Pulse  /MENU" para salir en el menú.

1.2. Eliminar imágenes

Mientras ve la imagen, presione el botón "  ", la pantalla mostrará "¿Borrar foto?" Seleccione "Sí" o "No" para eliminar la imagen, presione el botón "  " "  " para cambiar la selección, luego presione el botón "SELECT/ENTER" para confirmar. Cuando se elimina la imagen, "No Imagen" se mostrará. Pulse "SELECCIONAR/ENTRAR" para volver al menú y presione  /MENU" para salir del menú.

2. Introducción al submenú "Paleta de colores"

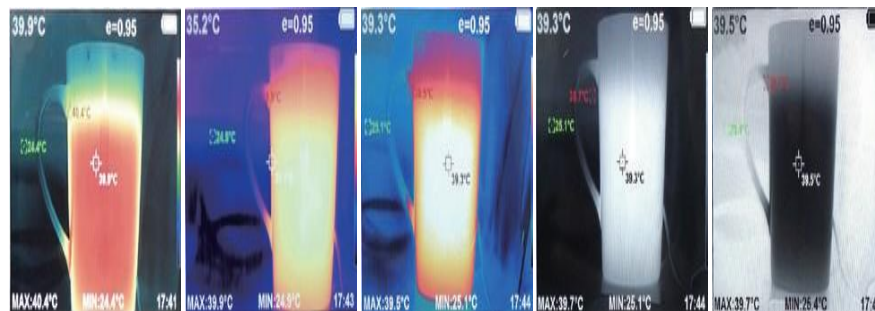
2.1.Descripción de la paleta de colores

La gama se puede utilizar para cambiar el espectáculo pseudovariedad de la imagen infrarroja en la pantalla. alguna canción

Las pruebas son las más idóneas para aplicaciones explícitas y pueden diseñarse caso por caso. La gama se divide en: spextra, hierro, frío, blanco, oscuro, cinco gamas.

La determinación legítima de la gama de variedades muestra mejor las sutilezas del objetivo. las gamas espectro, iron y cool se centran en el espectáculo de variedades. Estos rangos de variedad son apropiados para diferenciales de alta intensidad y se utilizan para mejorar el contraste de variedad entre temperaturas altas y bajas. Sea como fuere, los rangos de variedad de alto contraste proporcionan una variedad directa uniforme. La siguiente es la figura del mismo objeto con la selección de diferentes paletas de colores.

Figura 91. paletas de colores.










Fuente: (HTI, 2021)

2.2.Aplicación de Paleta de Color

Figura 92. Aplicación de Paleta de Colores



Fuente: (HTI, 2021).

Como se muestra en la figura, presione  /MENU” para entrar en el menú principal “ y seleccione “  opción ” (paleta de colores) y presione “  ” para entrar a la lista de la paleta de colores. Presione las teclas “  ” y “  ” en la navegación para seleccionar la paleta de colores. Luego presione la tecla “SELECT/ENTER” para seleccionar la paleta de colores. Pulse “  ” para volver. Presione la tecla “  /MENU” para salir del menú.

3. Introducción al submenú "Emisividad"

3.1.Emisividad Descripción

La emisividad del elemento puede cambiarse de 0,01 a 1,00, con un valor por defecto de 0,95. Numerosos artículos y materiales normales (como la madera, el agua, la piel de becerro y las texturas) pueden reflejar realmente la energía nuclear. De este modo, no es difícil obtener una estimación moderadamente correcta. La emisividad se fija en su mayor parte en 0,95 cuando se trata de artículos gruesos que no son difíciles de irradiar energía. Para los artículos mates que transmiten menos energía, la emisividad suele rondar el 0,85 y la emisividad de los artículos semi brillantes es de 0,6. Los artículos brillantes se dividen en materiales con bajo coeficiente de radiación. La emisividad suele fijarse en 0,3 a la hora de la estimación.

El ajuste correcto de la estimación de la emisividad es vital para la estimación más correcta de la temperatura. La emisividad de la superficie afectará enormemente a la temperatura superficial estimada por el elemento. Comprender la emisividad de la superficie le permitirá obtener un resultado correcto de la estimación de la temperatura.

3.2.Configuración de emisividad

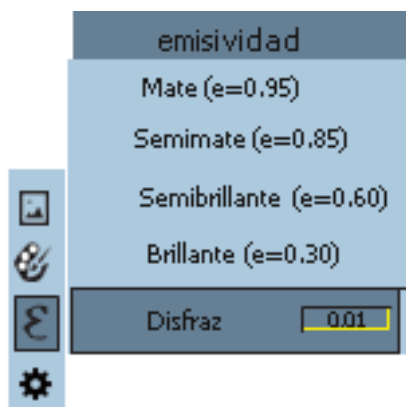
El producto cuenta con cuatro tipos de modos de medición de objetos:

- Mate (0.95)
- Semi mate (0.85)
- Semi brillante (0.60)
- Brillante (0.30)




De acuerdo con las características de los objetos medidos, los usuarios pueden establecer el valor de emisividad a través de la opción "Personalizado" (consulte la tabla de "emisividad de materiales comunes").




El paso operativo es el siguiente:







Figura 93. Paso operativo.



Fuente: (HTI, 2021).

Como se muestra en la figura, presione “ /MENU” para entrar en el menú principal y seleccione la opción “” (emisividad) y presione la tecla “” para entrar a la lista de emisividad.

Presiona “” y “” en la tecla de navegación para seleccionar la emisividad. Luego presione la tecla “SELECT/ENTER” para determinar la selección de la emisividad. Presiona la tecla “” de nuevo para volver.

Si selecciona emisividad "autodefinida", presione el botón "SELECCIONAR/ENTRAR" para ingresar al estado de edición. Presione las teclas “” / “” para seleccionar el número para ser cambiado, presione las teclas “” / “” para cambiar el valor. Después de que la modificación está completa, presione “SELECT/ENTER” para confirmar, luego presione “” para regresar. El botón “ /MENU” sale del menú.

Anexo 5. El valor de emisividad de los materiales comunes

Tabla 199. Emisividad de los materiales comunes

| SUSTANCIA | RADIACIÓN TERMAL | SUSTANCIA | RADIACIÓN TERMAL |
|------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Betún | 0,90~0,98 | Ropa negra | 0.98 |
| Concreto | 0,94 | Piel humana | 0.98 |
| Cemento | 0,96 | Espuma | 0,75~0,80 |
| Arena | 0.90 | polvo de carbón | 0,96 |
| Tierra | 0,92~0,96 | Pintar | 0,80~0,95 |
| Agua | 0,92~0,96 | pintura mate | 0.97 |
| Hielo | 0,96~0,98 | Caucho negro | 0,94 |
| Nieve | 0.83 | El plástico | 0,85~0,95 |
| Vidrio | 0,90~0,95 | Madera | 0.90 |
| Cerámica | 0,90~0,94 | Papel | 0,70~0,94 |
| Mármol | 0,94 | Cromo hemitróxido | 0.81 |
| Yeso | 0,80~0,90 | Óxido de cobre | 0.78 |
| Mortero | 0,89~0,91 | óxido férrico | 0,78~0,82 |
| Ladrillo | 0,93~0,96 | Textil | 0.90 |

Fuente: (HTI, 2021).

Anexo 6. Análisis de resultados obtenidos por medio de la cámara termográfica a los módulos de laboratorio de Electromecánica

Tabla 120. Temperaturas obtenidas a partir de los análisis térmograficos

| Módulos : | Elementos | Temperatura 1 (temperatura inicial) | | | Temperatura 2 (temperatura media) | | | Temperatura 3 (temperatura final) | | | Coeficiente de emisividad |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | Tiempo de operación de los equipos | 30 minutos | | | 60 minutos | | | 120 minutos | | | |
| | | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | |
| Módulo Didáctico de Instalaciones Eléctricas Residenciales | Interruptor 1 | 24,3 | 24,5 | 26,5 | 25,9 | 26,2 | 27,4 | 29,1 | 29,3 | 30,7 | 0,85 |
| | Interruptor2 | 23,8 | 24,1 | 25,4 | 26,5 | 26,7 | 29,6 | 27,3 | 27,5 | 29,7 | 0,85 |
| | Interruptor 3 | 24,3 | 26,3 | 29,7 | 26,7 | 28,8 | 30,8 | 29,2 | 29,3 | 35,7 | 0,85 |
| | Conmutador 1 | 24,8 | 25,3 | 28,5 | 26,3 | 26,9 | 30,2 | 27,8 | 28,5 | 30,9 | 0,85 |
| | Conmutador 2 | 22,2 | 22,3 | 26,2 | 25,4 | 26,3 | 30 | 27,5 | 28,1 | 30,6 | 0,85 |
| | Toma corriente 1 | 23,4 | 23,6 | 25 | 25,5 | 25,8 | 27,9 | 28,8 | 29,1 | 32,7 | 0,85 |
| | Toma corriente 2 | 23,6 | 24,2 | 26,2 | 25,4 | 25,8 | 29,2 | 28,8 | 29,5 | 31,9 | 0,85 |
| | Toma corriente 3 | 23,5 | 23,8 | 26,7 | 24,7 | 25,9 | 27,5 | 28,6 | 29,2 | 31,4 | 0,85 |
| | Luminarias 1 | 24,5 | 35,8 | 43,9 | 25,8 | 37,7 | 45,3 | 29,3 | 45,6 | 77,4 | 0,85 |
| | Elementos | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Coeficiente de emisividad |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|------|
| | Luminarias 2 | 24,4 | 24,8 | 38,7 | 25,4 | 25,5 | 40,1 | 29,3 | 31,2 | 43,1 | 0,85 |
| | Luminarias 3 | 24,1 | 24,2 | 32,3 | 25,3 | 25,7 | 33,3 | 29,3 | 30,4 | 37,3 | 0,85 |
| | Luminarias 4 | 29,4 | 123,3 | 144,8 | 30 | 139,3 | 147,2 | 30,7 | 149 | 149,7 | 0,85 |
| | Luminarias 5 | 23,7 | 32,3 | 36,6 | 26,3 | 42,1 | 49 | 28,6 | 49,9 | 84,7 | 0,85 |
| | Tubo Led | 22,7 | 26,2 | 57,7 | 25,1 | 39,2 | 66,6 | 29,5 | 40,8 | 74,6 | 0,85 |
| | Breaker 16 | 23,7 | 24,5 | 25,9 | 25,9 | 26,3 | 27,2 | 28,2 | 28,5 | 30 | 0,85 |
| Módulo de control de dos variables de procesos Caudal y Presión | Breaker 1 | 22,9 | 23,5 | 25,3 | 26,4 | 26,6 | 27,6 | 29,7 | 30,9 | 34,7 | 0,85 |
| | breaker 2-3-4 | 23,5 | 24,2 | 28,4 | 27,4 | 27,8 | 29,4 | 29,4 | 30 | 33,6 | 0,85 |
| | Variador de Frecuencia | 21,4 | 31,9 | 34,8 | 24,2 | 29,4 | 35,2 | 29,6 | 40,7 | 44,2 | 0,85 |
| | Fuente de 24 V | 22,8 | 31,1 | 94,7 | 26,7 | 40,9 | 100,7 | 27,1 | 36,9 | 113,1 | 0,85 |
| | PLC | 23,5 | 27,5 | 31,7 | 27,6 | 31,2 | 33,3 | 29,1 | 36,2 | 40 | 0,85 |
| | Bomba | 21,6 | 29,3 | 30,3 | 24,5 | 34,4 | 38,3 | 26,2 | 39 | 39,3 | 0,78 |
| | Contactador | 23,2 | 25,7 | 29,6 | 27,6 | 28,5 | 33,5 | 31,6 | 33,8 | 39,4 | 0,85 |
| | HMI | 23,1 | 28 | 29,6 | 26,4 | 30,8 | 32,4 | 31,2 | 35,7 | 37 | 0,75 |
| | convertidor F-V | 26,2 | 37,7 | 49,1 | 22,6 | 24,5 | 62,8 | 28,1 | 41,8 | 70,9 | 0,85 |
| | SWG | 23 | 26,8 | 30,3 | 26,7 | 29,8 | 30,04 | 31,6 | 35,2 | 35,9 | 0,85 |

| | | Temperatura 1 (temperatura inicial) | | | Temperatura 2 (temperatura media) | | | Temperatura 3 (temperatura final) | | | Coeficiente de emisividad |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Módulos | Tiempo de operación | 30 minutos | | | 60 minutos | | | 120 minutos | | | |
| | Elementos | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | |
| Módulo Electro Hidráulica | Cilindro doble efecto hidráulica A | 26,9 | 32 | 32,6 | 25,3 | 29,2 | 29,5 | 24,3 | 32,7 | 32,9 | 0,85 |
| | Cilindro doble efecto hidráulico B | 27,4 | 31,9 | 34,5 | 25,9 | 29,8 | 30,7 | 25,1 | 33,8 | 34,9 | 0,85 |
| | Cilindro doble efecto hidráulico grande C | 27,2 | 27,5 | 33,7 | 26,2 | 26,4 | 30,6 | 24,7 | 25,9 | 34,6 | 0,85 |
| | Logo | 25,5 | 27,8 | 29,1 | 26,2 | 28,3 | 31,5 | 26,2 | 28,3 | 31,5 | 0,85 |
| | Contactador | 25 | 29,4 | 34,5 | 25 | 35,6 | 40,4 | 25,8 | 31,9 | 40,9 | 0,85 |
| | Electroválvula Hidráulica 1 | 24,3 | 45 | 55,9 | 26,2 | 39,1 | 60 | 26,5 | 38,9 | 61,7 | 0,85 |
| | Electroválvula Hidráulica 2 | 27,3 | 45,8 | 60,6 | 26,2 | 43 | 61 | 25,7 | 49,6 | 61,4 | 0,85 |
| | Válvula manual Hidráulica | 27,2 | 35,3 | 41,5 | 25,4 | 33,7 | 37,7 | 25,2 | 35,8 | 44,9 | 0,85 |
| | Brekers | 26,4 | 27,6 | 28,9 | 24,7 | 25,4 | 27,7 | 25,7 | 26,9 | 30,7 | 0,85 |
| | Motor Eléctrico | 30,2 | 53,6 | 56,3 | 26,26 | 48,5 | 59,4 | 24,6 | 51,1 | 59,5 | 0,78 |
| | Bomba hidráulica | 24,2 | 36,9 | 40 | 27,1 | 37,1 | 49,8 | 29,2 | 37,2 | 53,7 | 0,78 |
| | Tanque Reservoirio | 23,9 | 29,3 | 35,7 | 25,9 | 30,3 | 36,5 | 27,4 | 33,8 | 40,7 | 0,78 |

| | | Temperatura 1 (temperatura inicial) | | | Temperatura 2 (temperatura media) | | | Temperatura 3 (temperatura final) | | | Coeficiente de emisividad |
|---|---------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | Tiempo de operación | 30 minutos | | | 60 minutos | | | 120 minutos | | | |
| | Elementos: | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | Temperatura (°C) Baja | Temperatura (°C) Media | Temperatura (°C) Alta | |
| Módulos de arranque y paro con PLC | Luminaria 1 | 25,3 | 29,4 | 30,5 | 26,2 | 34,5 | 35,9 | 27,9 | 33,7 | 36,4 | 0,85 |
| | Luminaria 2 | 25,4 | 26,2 | 28,5 | 25,9 | 29,8 | 33,7 | 27,8 | 29,4 | 33,9 | 0,85 |
| | Luminaria 3 | 25,2 | 29,8 | 30,2 | 27,9 | 33,9 | 37,1 | 26,3 | 35,9 | 40,1 | 0,85 |
| | Luminaria 4 | 25,9 | 40,5 | 41,9 | 28,6 | 42,3 | 47,7 | 26,7 | 39,5 | 47,8 | 0,85 |
| | Luminaria 5 | 26,1 | 30,7 | 35 | 26,5 | 37,4 | 46,7 | 27,9 | 37,4 | 51,7 | 0,85 |
| | Luminaria 6 | 25,6 | 35,6 | 37,5 | 26,7 | 34,7 | 42,3 | 27,9 | 37,4 | 44,7 | 0,85 |
| | Contactador 1 | 26,4 | 28,3 | 33,1 | 27,3 | 30,5 | 36,3 | 25,1 | 29,4 | 39 | 0,85 |
| | Contactador 2 | 26,7 | 28,5 | 38,2 | 25,3 | 33,7 | 46,2 | 27,6 | 33,1 | 68,8 | 0,85 |
| | Contactador 3 | 26,7 | 30,2 | 42,9 | 25,4 | 30,6 | 44,8 | 27,5 | 31,5 | 52,5 | 0,85 |
| | Contactador 4 | 26,7 | 27,7 | 31,3 | 26,3 | 27,6 | 35,7 | 25,6 | 25,1 | 46,3 | 0,85 |
| | Contactador 5 | 25,2 | 25,5 | 31,9 | 26,6 | 26,8 | 33,5 | 27,5 | 27,6 | 47,1 | 0,85 |
| | Contactador 6 | 26,8 | 28,2 | 33,7 | 25,6 | 32,8 | 57,1 | 26,7 | 37,7 | 57,5 | 0,85 |
| | PLC | 24,5 | 30,9 | 37,3 | 25,9 | 31,2 | 39 | 28,5 | 32,7 | 40,1 | 0,85 |
| | Breker | 22,4 | 22,5 | 25,1 | 25,7 | 26,7 | 28,1 | 28,3 | 28,9 | 29,9 | 0,85 |
| Transformador General Bloque B | Salidas X1,X2,X3 | 25,1 | 38,8 | 36 | | | | | | | |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Anexo 7. Evidencias fotográficas sobre los análisis térmicos a los módulos del laboratorio

Figura 95. Análisis termografico



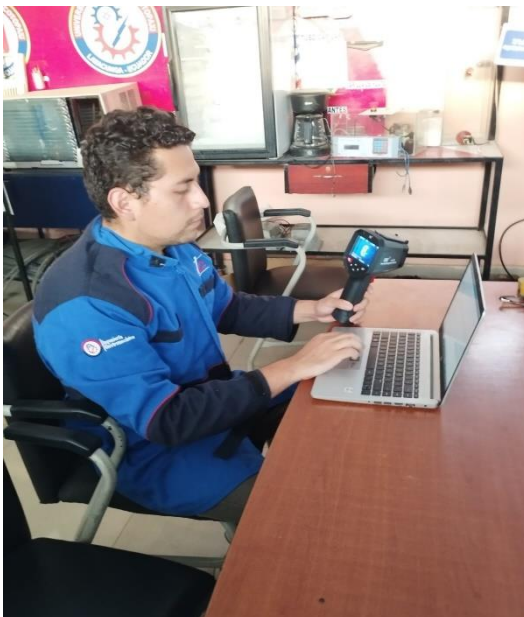
Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 96. Análisis termografico



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 97. Recopilación de termogramas



Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

Figura 96. Análisis termografico



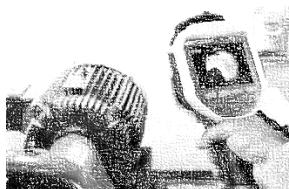
Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)

| | | | | | |
|---|--|---|----------------------------|---------------|------------|
|  Universidad Técnica de Cotopaxi | | Anexo 8. Guía para las prácticas de laboratorio, taller o campo. | | | |
| FACULTAD: | Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas | CARRERA: | Electromecánica | | |
| ASIGNATURA: | Tecnologías de la construcción mecánica | PERIODO LECTIVO: | OCTUBRE- FEBRERO | CICLO: | 3 |
| DOCENTE: | Ing. José Williams Morales | PRÁCTICA N°: | 1 | FECHA: | 06/01/2023 |
| LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA | | Laboratorio de la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná | | | |
| TEMA DE LA PRÁCTICA: | Determinar la temperatura mínima y máxima que existe en la bomba centrífuga del módulo de control de dos variables Caudal y Presión, al final de 20 minutos de utilización del elemento. | | | | |
| INTRODUCCIÓN: | | | | | |
| Una cámara termográfica (o cámara térmica) es un dispositivo que mide la temperatura y ofrece una imagen térmica de los objetos, sin necesidad de contacto, a partir de las emisiones de radiación infrarroja de estos. Los objetos emiten una cantidad de radiación infrarroja en función de su temperatura esto nos ayuda a realizar ensayos no destructivos tanto a equipos eléctricos, mecánicos y electrónicos. | | | | | |
| OBJETIVOS: | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Familiarizarse con la manipulación de una cámara termografica comprendiendo el fenómeno de radiación térmica que emite la bomba centrífuga a evaluar • Analizar e interpretar las diferentes temperaturas que aparecen en los termogramas con miras a elaborar un informe técnico sobre un estudio de mantenimiento predictivo, dando soluciones a los problemas determinados • Evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes. | | | | | |
| MATERIALES: | | | | | |
| REACTIVOS: Ninguna | | | INSUMOS: Ninguna | | |
| EQUIPOS: | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cámara termográfica HT-H8 • Cronometro • Cinta métrica • Módulo control de dos variables Caudal y Presión | | | | | |
| MUESTRA: Ninguna | | | | | |
| INSTRUCCIONES: | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar las medidas de seguridad dentro del laboratorio. 2. Encender el módulo de control de dos variables 3. Encender la cámara termográfica 4. Determinar la temperatura mínima y máxima que existe en la bomba centrífuga | | | | | |
| ACTIVIDADES POR DESARROLLAR: | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Para la realización de esta actividad se procede a manipular y ver las partes que conforman la cámara termográfica | | | | | |

2. Verificamos que el módulo control de dos variables Caudal y Presión estén todas sus conexiones correctas
3. Encendemos el módulo de control de dos variables Caudal y Presión
4. Encendemos la cámara termografía
5. Realizamos la calibración de la cámara termográfica
6. Ajustamos el rango de temperatura que va desde -20 °C a 550° C
7. Ajustamos el coeficiente de emisividad para poder ajustarlo presionamos el botón menú y nos dirigimos a la sección de emisividad donde colocamos el valor 0.75 ya que pertenece al tipo de material que conforma la bomba centrífuga, procedemos a dale enter.



8. Esperar aproximadamente 20 minutos de funcionamiento del módulo para realizar las tomas de temperaturas
9. Realizar la toma de las diferentes temperaturas tanto mínima y máxima que existen en la bomba centrífuga apuntando la cámara hacia la bomba donde disparamos la cámara para que capture el termograma.



10. Interpretar los termogramas obtenida por medio de la cámara térmica
11. Enviar los termogramas por medio del cable usb a la computadora para así realizar un informe técnico y detalle de la condición que se encuentra la bomba centrífuga trabajando.



RESULTADOS OBTENIDOS:

- Toma de las diferentes temperaturas que produce la bomba centrífuga
- Correcta calibración de la cámara termográfica.

CONCLUSIONES:

- Después de realizar la practica correspondiente se podrá determinar cuánto el estudiante ha aprendido en la parte práctica para poder realizar correcciones oportunas en el aprendizaje.

RECOMENDACIONES:

- Para iniciar los procesos de practica se debe contar que la bateria de la cámara termográfica este cargada superior al 50% para su rendimineto sea optimo y respetando las normas de seguridad y manejo de los equipos dentro del laboratorio.

FIRMAS

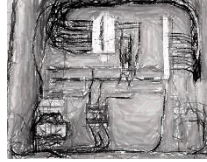
F:

F:

Nombre: **PhD. Yoandrys Morales Tamayo**

| | | | | | |
|---|--|---|-----------------|---------------|------------|
| Nombre: José Williams Morales ENCARGADO DE LABORATORIO | | DIRECTOR DE CARRERA | | | |
|  Universidad Técnica de Cotopaxi | | GUIA PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO, TALLER O CAMPO. | | | |
| FACULTAD: | Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas | CARRERA: | Electromecánica | | |
| ASIGNATURA: | Tecnologías de la construcción mecánica | PERIODO LECTIVO: | OCTUBRE-FEBRERO | CICLO: | 3 |
| DOCENTE: | Ing. José Williams Morales | PRÁCTICA N°: | 2 | FECHA: | 10/01/2023 |
| LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA | | Laboratorio de la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná | | | |
| TEMA DE LA PRÁCTICA: | Se tiene una caja de distribución eléctrica situado en la planta baja del bloque B, determinar cuál entre los elementos breakes, contactores y conductores tiene mayor temperatura en una distancia de 0,50 m. | | | | |
| INTRODUCCIÓN: | | | | | |
| Una cámara termográfica (o cámara térmica) es un dispositivo que mide la temperatura y ofrece una imagen térmica de los objetos, sin necesidad de contacto, a partir de las emisiones de radiación infrarroja de estos. Los objetos emiten una cantidad de radiación infrarroja en función de su temperatura esto nos ayuda a realizar ensayos no destructivos tanto a equipos eléctricos, mecánicos y electrónicos. | | | | | |
| OBJETIVOS: | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el coeficiente de emisividad en la cámara termográfica de acuerdo al material de los elementos a medir • Analizar e interpretar las diferentes temperaturas que aparecen en los termogramas con miras a elaborar un informe técnico sobre un estudio de mantenimiento predictivo, dando soluciones a los problemas si así lo necesita. • Evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes. | | | | | |
| MATERIALES: | | | | | |
| REACTIVOS: Ninguna | | INSUMOS: Ninguna | | | |
| EQUIPOS: | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cámara termográfica HT-H8 • Caja de distribución eléctrica • Cinta métrica • Mandil de laboratorio | | | | | |
| MUESTRA: Ninguna | | | | | |
| INSTRUCCIONES: | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 5. Tomar las medidas de seguridad dentro del laboratorio. 6. Encender el módulo de control de dos variables 7. Encender la cámara termográfica 8. Determinar la temperatura mínima y máxima que existe en la bomba centrifuga | | | | | |
| ACTIVIDADES POR DESARROLLAR: | | | | | |

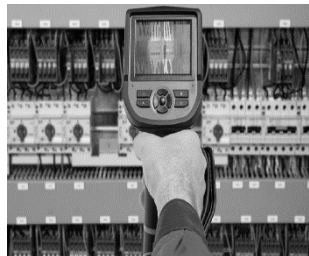
12. Para la realización de esta actividad se procede a manipular y ver las partes que conforman la cámara termográfica
13. Procedemos a abrir el tablero eléctrico situado en el bloque B revisamos que todo el circuito del tablero eléctrico esté libre de cualquier protección, esto es para mejorar la toma de lecturas con la cámara termográfica



14. Encendemos la cámara termográfica
15. Realizamos la calibración de la cámara termográfica, ajustamos el rango de temperatura que va desde -20 °C a 550° C luego ajustamos el coeficiente de emisividad para poder ajustarlo presionamos el botón menú y nos dirigimos a la sección de emisividad donde colocamos el valor 0.85 ya que pertenece al tipo de material que conforma a los elementos del tablero eléctrico, procedemos a dale enter.



16. Realizar la toma de las diferentes temperaturas tanto mínima y máxima que existen en los elementos que conforman el tablero eléctrico, apuntando la cámara termográfica hacia los elementos disparamos para que capture el termograma.



17. Interpretar los termogramas obtenida por medio de la cámara térmica
18. Enviar los termogramas por medio del cable usb a la computadora para así realizar un informe técnico y detalle de que elemento posee más temperatura



RESULTADOS OBTENIDOS:

- Toma de las diferentes temperaturas que produce caja de distribución eléctrica
- Determinar que elemento necesita un mantenimiento correctivo .

CONCLUSIONES:

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Después de realizar la práctica correspondiente se podrá determinar cuánto el estudiante ha aprendido en la parte práctica para poder realizar correcciones oportunas en el aprendizaje. | |
| RECOMENDACIONES: | |
| <ul style="list-style-type: none"> Para iniciar los procesos de practica se debe contar que la batería de la cámara termográfica este cargada superior al 50% para su rendimiento sea óptimo y respetando las normas de seguridad y manejo de los equipos dentro del laboratorio. | |
| FIRMAS | |
| F: Nombre: José Williams Morales ENCARGADO DE LABORATORIO | F: Nombre: PhD. Yoandrys Morales Tamayo DIRECTOR DE CARRERA |

Anexo 9. Análisis anti plagio

Document Information

| | |
|--------------------------|--|
| Analyzed document | proyecto Bermello-Ortiz_Urkund.docx (D158843094) |
| Submitted | 2/17/2023 12:42:00 AM |
| Submitted by | |
| Submitter email | yoandrys.morales@utc.edu.ec |
| Similarity | 2% |
| Analysis address | yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com |

Fuente: (Bermello A. & Ortiz A., 2022)