



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIONES
CON TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN
DE MOVIMIENTO EN PROCESOS INDUSTRIALES.”**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de
Ingeniera Industrial**

Autora:

Carolina Isabel Ulloa Oleas

Tutor:

Ing. Luis Stalin López Telenchana

Riobamba – Ecuador.2022

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Carolina Isabel Ulloa Oleas, con cédula de ciudadanía 060579733-1, autor (a) del trabajo de investigación titulado: “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIONES CON TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO EN PROCESOS INDUSTRIALES”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 23 de Noviembre del 2022.



Carolina Isabel Ulloa Oleas

C.I: 0605797331

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIONES CON TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO EN PROCESOS INDUSTRIALES**”, presentado por Carolina Isabel Ulloa Oleas, con cédula de identidad número 060579733-1, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de noviembre del

2022

Ing. Patricio Villacrés
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Ángel Silva
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Luis López
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIONES CON TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO EN PROCESOS INDUSTRIALES”, presentado por Carolina Isabel Ulloa Oleas con cédula de identidad número 060579733-1, bajo la tutoría del Ing. Luis Stalin López Telenchana; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de

noviembre del 2022

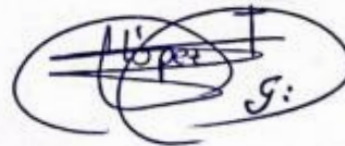
Ing. Patricio Villacrés
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Ángel Silva
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Luis López
TUTOR



CERTIFICADO ANTIPLAGIO



DIRECCIÓN ACADÉMICA
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20

CERTIFICACIÓN

Que, **Ulloa Oleas Carolina Isabel** con CC: **060579733-1**, estudiante de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIONES CON TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO EN PROCESOS INDUSTRIALES**", que corresponde al dominio científico **Desarrollo territorial productivo y habitad sustentable para mejorar la calidad de vida** y alineado a la línea de investigación **Ingeniería, Industria y Producción**, cumple con el 0%, reportado en el sistema Anti plagio nombre del sistema, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 24 de noviembre de 2022

Ing. Luis López
TUTOR

DEDICATORIA

Al culminar una de las etapas más importantes de mi vida, quiero dedicar este Trabajo de Grado a mis padres Edgar Ulloa y Rosa Oleas, quienes a lo largo de mi vida han velado por mí bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mis padrinos Roben y Rosita, por convertirse en mi ejemplo de superación, brindarme su confianza y demostrarme que si puedo lograr mis objetivos.

A mi prima Mónica por brindarme su apoyo todos los días y compartir conmigo este momento especial. A mis hermanos Edwin y Valentina porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

A todas las personas que vivieron junto a mí cada momento en estos cinco años. A ustedes con cariño

Carolina Isabel Ulloa Oleas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, ser mi guía incondicional y permanente, para hacer realidad este sueño anhelado.

A mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades

Al Ing. Luis López mi Tutor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada.

A todos mis docentes que han sido parte de mi camino universitario, quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían sólo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento”.

A todas mis amigas por el apoyo mutuo que nos hemos brindado con el único objetivo de hacer realidad el sueño de ser profesionales.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, por darme la oportunidad de iniciar mi vida universitaria en la Facultad de Ingeniería con su Carrera de Ingeniería Industrial, a todos quienes contribuyeron en la realización del trabajo que pongo a vuestra consideración.

Carolina Isabel Ulloa Oleas

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	14
2. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1. Problema	15
2.2. Justificación	16
2.3. Objetivos	17
2.3.1. Objetivo general	17
2.3.2. Objetivos específicos.....	17
3. Capitulo II: Marco teórico	18
3.1. Antecedentes de la investigación.....	18
3.2. Estudio del estado del arte	19
3.3. Fundamentación teórica	20
3.3.1. Termografía infrarroja	20
3.3.2. Cámara termográfica	21
3.3.3. Características de las cámaras termográficas	21
3.3.4. Termografía infrarroja activa.....	21
3.3.5. Termografía infrarroja pasiva.....	22
3.3.6. Termografía infrarroja cuantitativa comparativa.....	23
3.3.7. Espectro electromagnético.....	23
3.3.8. Radiación infrarroja.....	24
3.3.9. Cuerpos negros	24
3.3.10. Aplicación de termografía infrarroja en sistemas mecánicos	25
3.3.11. Sistemas de transmisión de movimiento	25
3.3.12. Transmisión de movimiento por bandas y poleas.	25
3.3.13. Manual de procedimientos.....	26
4. CAPITULO III: METODOLOGÍA	27
4.1. Diseño de la investigación	27
4.2. Tipo de investigación	27
4.3. Población de estudio	27
4.4. Tamaño de la muestra	27

4.5.	Técnicas de recolección de datos	28
4.6.	Técnicas de análisis e interpretación de la información	29
4.7.	Evaluación técnica del módulo de pruebas	29
4.7.1.	Consideraciones técnicas del sistema de transmisión de movimiento	30
4.7.2.	Consideraciones técnicas del sistema eléctrico del módulo de pruebas	33
4.8.	Diseño del manual de procedimientos	33
4.8.1.	Contenido del manual	34
4.9.	Toma y análisis de datos para el diagnóstico en mecanismos de transmisión de movimiento por banda y polea	37
4.9.1.	Análisis de datos en condiciones normales de trabajo	37
4.9.2.	Análisis de datos en condiciones adversas de trabajo	44
4.9.3.	Comparación de gráficas de condiciones normales y condiciones adversas ...	49
5.	Capítulo IV: Resultados	52
5.1.	Presentación del manual	52
6.	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
6.1.	Conclusiones	68
6.2.	Recomendaciones	69
	Bibliografía	70
	ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros para la calibración de la cámara termográfica.....	29
Tabla 2: Especificaciones técnicas del mecanismo reductor de velocidad por banda y polea .	32
Tabla 3: Especificaciones técnicas del sistema eléctrico	33
Tabla 4: Formato de identificación del manual de procedimientos	34
Tabla 5: Datos obtenidos de la polea conductora- condiciones normales de trabajo.....	37
Tabla 6: Nivel de alerta- polea conductora.....	38
Tabla 7: Datos obtenidos de la polea conducida	39
Tabla 8: Nivel de alerta- polea conducida.....	40
Tabla 9: Datos obtenidos de la banda en condiciones normales de trabajo	41
Tabla 10: Nivel de alerta de la banda	42
Tabla 11: Datos obtenidos de la polea conductora – condiciones adversas	44
Tabla 12: Datos obtenidos de la polea conducida en condiciones adversas.....	45
Tabla 13: Datos obtenidos de la banda en condiciones adversas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Termografía activa para la detección de defectos en materiales.....	22
Figura 2: Termografía infrarroja pasiva para detección de fallas en sistemas eléctricos.....	23
Figura 3: Módulo de simulación.....	30
Figura 4: Vista superior -Modulo de pruebas.....	31
Figura 5: Vista frontal y lateral izquierda.....	32
Figura 6: ΔT en función del tiempo- polea conductora en condiciones normales de trabajo .	39
Figura 7: ΔT en función del tiempo- polea conducida en condiciones normales de trabajo ..	41
Figura 8: Variación de temperatura en función del tiempo-Banda	43
Figura 9: Gráfica conjugada de variación de temperatura poleas y banda.....	43
Figura 10: ΔT en función del tiempo de polea conductora-condiciones adversas	45
Figura 11: ΔT en función del tiempo de la polea conducida en condiciones adversas	46
Figura 12: ΔT en función del tiempo de la banda en condiciones adversas.....	48
Figura 13: Gráfica conjugada de ΔT de la temperatura poleas y banda- condiciones adversas 48	
Figura 14: Polea conductora en condiciones normales y adversas.....	49
Figura 15: Polea conducida en condiciones normales y adversas.....	50
Figura 16: Banda en condiciones normales y adversas.....	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo diseñar un manual de procedimientos para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento de maquinaria industrial. Para ello se inició con una revisión del estado del arte referente a esta técnica aplicada a diversas áreas como: la eléctrica, mecánica, civil, entre otras. Luego se efectuó el diseño de la investigación a fin de establecer las respectivas características de esta, posterior a ello se determinó la población y el tamaño de la muestra para su consecuente estudio. Además, se efectuó una evaluación técnica del mecanismo de pruebas construido con el propósito de recolectar datos técnicos para el análisis, el módulo se compone de un dispositivo de transmisión por banda y polea con su pertinente sistema eléctrico, los termogramas se analizaron mediante estadística y en concordancia con la muestra de donde se obtuvo un nivel de alerta que se empleó posteriormente para el diagnóstico de este elemento, así también se desarrolló un manual conformado por 3 procedimientos con base en la norma ISO 18434-1 con sus correspondientes operaciones y diagramas de flujo que facilitan su comprensión a fin de advertir errores y optimizar tiempos en la aplicación de esta herramienta. El empleo de termografía en unidades de transmisión de movimiento por banda y correa es útil para monitoreo de maquinaria en pequeñas y medianas industrias, por otro lado, se debe continuar con la investigación y aplicar esta técnica a diferentes configuraciones y parámetros de estos dispositivos mecánicos a fin de verificar su comportamiento y las variaciones que surjan con respecto al desarrollado en el presente trabajo.

Palabras clave: Diagramas de flujo, Termografía infrarroja, Mecanismo de transmisión de movimiento, Diagnóstico, Manual de procedimientos,

ABSTRACT

This research aims to design procedures manual for inspections with industrial machinery's infrared thermographic in-motion transmission systems. For this, it began with a review of the state of the art regarding this technique applied to various areas such as electrical, mechanical, and civil. Then the investigation design was carried out to establish its respective characteristics, after which the population and the sample size were determined for its consequent study. In addition, a technical evaluation of the test mechanism built to collect technical data for analysis was carried out, the module consists of a belt and pulley transmission device with its pertinent electrical system, and the thermostats were analyzed through statistics and agreement with the sample from which an alert level was obtained that was later used for the diagnosis of this element, as well as a manual made up of 3 procedures based on the ISO 18434-1 standard with their corresponding operations and flow charts. That facilitates their understanding of detecting errors and optimizing time in the application of this tool.

The use of thermography in belt and motion transmission units helps monitor machinery in small and medium-sized industries. On the other hand, research should continue and apply this technique to different configurations and parameters of these mechanical devices to verify their behavior and the variations that arise concerning the one developed in the present work.

Keywords: Flow charts, Infrared thermographic, Motion transmission mechanism, Diagnosis, Procedure's manual.



ANNA ELIZABETH
MALDONADO LEÓN

Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.060197598

INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja es una herramienta de gran utilidad para las industrias puesto que se puede realizar inspecciones de equipos eléctricos y mecánicos permitiendo detectar modos de fallo con lo cual se puede evaluar su severidad y proponer acciones correctivas, los datos se obtienen mediante una cámara termografía capaz de medir emisiones naturales de radiación infrarroja de un elemento sin contacto con su superficie. La ventaja de esta técnica radica en poder obtener termogramas con equipos o sistemas en pleno funcionamiento, es decir sin paradas ni pérdidas de producción.

El monitoreo de equipos industriales es de gran importancia y se plantea con el propósito de evitar paros no programados de producción con las respectivas consecuencias económicas que esto representa, además y más importante aún se busca detectar modos de fallo potenciales que pudieren ocasionar accidentes laborales.

Mediante el presente trabajo de investigación se puede demostrar que, cuando los mecanismos de transmisión de movimiento por banda y polea no se encuentran en condiciones normales de trabajo es decir con un temple correcto de la banda y alineación correcta estos tienden a aumentar su temperatura de trabajo significativamente, sin embargo, hay que recordar que existe varios parámetros que se debe considerar para no emitir un falso positivo.

De igual forma se menciona la importancia que tiene para la termografía infrarroja contar con un manual que permita un correcto desenvolvimiento de sus usuarios al aplicar esta técnica, los procedimientos que se detallan sirven de guía para la calibración de parámetros del equipo termográfico y toma correcta de imágenes y en caso de no contar con un documento guía para el análisis y diagnóstico de los termogramas se hace uso de la termografía infrarroja cuantitativa comparativa.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Problema

De acuerdo con Jáuregui (2018), “Los métodos de inspección mediante termografía infrarroja realizados en los sistemas de transmisión de movimiento de procesos industriales no son confiables, ya que existe una falta de estandarización de dichos métodos, lo que provoca resultados y evaluaciones técnicas incorrectas” (p.123).

Los sistemas de transmisión de movimiento están presentes en cualquier tipo de proceso industrial, para realizar una inspección o valoración técnica se debe manipular de forma física los elementos del sistema y se puede utilizar técnicas de mantenimiento predictivo siendo la técnica más utilizada la termografía infrarroja.

La termografía es un método eficaz que se debe de tomar en cuenta como parte del mantenimiento predictivo. Su rama de estudio se refiere la ciencia de adquisición y análisis de la información térmica obtenida mediante los dispositivos de captura de imágenes térmicas a distancia, llamadas técnicamente termogramas.

Las inspecciones termográficas en sistemas de transmisión de movimiento empleadas en procesos industriales es una acción óptima tanto para el proceso como para la seguridad de los trabajadores; la termografía es una herramienta tecnológica que, mediante cámaras termográficas mide y toma imágenes de radiación infrarroja de los objetos físicos sin necesidad de que haya luz visible. Como esta radiación es en función de la temperatura de la superficie del cuerpo, la cámara permite el cálculo y visualización de dicha temperatura. En procesos industriales los trabajadores al realizar inspecciones o evaluaciones técnicas del estado de los sistemas de transmisión están expuestos a riesgos físicos como quemadura o contacto eléctrico, en algunos casos riesgos mecánicos; esto se da por la falta de manuales de procedimientos o a su vez, procedimientos estructurados erróneos, así como la falta de estandarización de estos.

2.2. Justificación

El manual de procedimiento para inspección con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en los procesos industriales estandariza de forma adecuada los pasos a seguir para poder realizar de una manera correcta el mantenimiento predictivo, para así poder evitar una falencia en el proceso y evitar paros de máquina o de producción. Hernández (2020) afirma que al detectar anomalías que suelen ser invisibles a simple vista, la termografía permite realizar correcciones antes de que se produzcan costosos fallos en el sistema (p.54)

Al momento de manipular de forma física los elementos de un proceso para realizar un mantenimiento sea predictivo, preventivo o correctivo, existe un paro de producción, lo que ocasiona pérdidas de tiempo; por lo que la termografía infrarroja, ayuda a que el mantenimiento sea de forma rápida y sin paros, es decir, se puede saber la futura falla sin que la maquinaria deje de producir.

En el ámbito de la seguridad industrial, para los trabajadores al aplicar la técnica de la termografía infrarroja para realizar mantenimiento, se reduce el riesgo de accidentes físicos y mecánicos, ya que no están al contacto directo con la maquinaria, por lo que en la presente investigación se desarrolla un manual estandarizado para evaluar de forma técnica los sistemas de transmisión de movimiento.

La elaboración del manual de procedimiento permitirá estandarizar los procesos de inspección mediante la utilización de un módulo, ayudará a la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo en los laboratorios de la escuela de Ingeniería Industrial a los docentes y estudiantes que evaluarán variables analógicas como la temperatura en sistemas de transmisión de movimiento en tiempo real.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Diseñar un manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales.

2.3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar el estudio de arte referente a inspecciones industriales con termografía infrarroja.
- Evaluar el estado técnico del sistema de transmisión de movimiento.
- Aplicar la norma ISO 18434-1 para establecer los procedimientos en la toma de termogramas que nos permita realizar inspecciones de manera adecuada.
- Elaborar un manual de procedimientos para evaluaciones de sistemas de transmisión de movimiento.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

El sector industrial a menudo se ve afectado por problemas asociados a fallos en su maquinaria debido a la inexistencia de mantenimiento preventivo, estos inconvenientes generan pérdidas económicas y en el peor de los casos accidentes laborales al personal, por esto y otras razones se plantean técnicas que ayuden a estimar el tiempo de funcionamiento del elemento previo a la ocurrencia de un evento de falla, la termografía infrarroja aplicada a sistemas eléctricos se viene estudiando y perfeccionando desde hace varios años atrás, sin embargo, en lo que se refiere a la adaptación de esta técnica en mecanismos de transmisión de movimiento la información disponible es limitada.

La termografía infrarroja es una de las técnicas del mantenimiento preventivo basado en la condición que tiene como propósito diagnosticar el estado de un elemento cuando esté presente un aumento de temperatura en su superficie, este diagnóstico temprano en sistemas eléctricos o mecánicos permite proponer acciones correctivas ayudando a incrementar la disponibilidad y reducir los tiempos de paros no programados.

Según (Guiracocha, 2017) En su tesis ingenieril da a conocer ventajas y desventajas en cuanto a la termografía infrarroja y su empleo en el diagnóstico técnico de modos de falla en sistemas de transmisión de movimiento en donde se puede apreciar las restricciones de esta herramienta para su utilización en estos mecanismos puesto que no es posible emitir un diagnóstico preciso como si lo realiza un análisis de vibraciones, sin embargo su empleo se justifica por ser una técnica más económica, versátil y simple que se dispone en la actualidad.

Según (Tapia, 2019) En su trabajo de titulación referente diagnóstico de fallas en maquinaria eléctrica concluye lo siguiente: cuando existe un aumento de temperatura mayor al 70 % de su temperatura nominal de trabajo es un indicativo que está próximo a suceder un modo de falla, esta aseveración es válida únicamente para motores con potencia superior a 10 HP.

Según (Sánchez, 2021) establece que el diagnóstico de equipos de sistemas eléctricos es relativamente sencillo, sin embargo, requiere un continuo aprendizaje acerca de las nuevas tecnologías que se emplean en el diagnóstico puesto que hoy en día las cámaras termográficas ofrecen mayor versatilidad, precisión y menor tiempo empleado en el diagnóstico de los modos de falla tanto en sistemas eléctricos como mecánicos.

3.2. Estudio del estado del arte

El empleo de técnicas que ayuden a determinar el estado de los elementos mecánicos y eléctricos se ha convertido en motivo de estudio desde varios años atrás, constantemente ha ido evolucionando la manera de ver el mantenimiento con sus respectivas técnicas o metodologías a tal punto que algunas industrias actualmente lo consideran como una inversión y no un gasto. Según Rocha & Galindo (2019) establece lo siguiente:

La termografía infrarroja tiene aplicabilidad en varias áreas como la infraestructura civil donde se destaca la investigación referente a la “Inspección de puentes de hormigón armado con termografía infrarroja: Estudio de caso”, en donde concluye que es posible descubrir anomalías, pero no se puede realizar la cuantificación del daño presente en el concreto (p.52)

Otro autor menciona lo siguiente:

Si bien es cierto la termografía infrarroja tiene varios campos de aplicación como se menciona anteriormente, sin embargo, tiene su fuerte en sistemas eléctricos donde se propone como una herramienta del mantenimiento preventivo basado en la condición, por tal razón vale la pena revisar el trabajo de titulación que responde al título de “termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AIE ENGINEERS S.A.C”.

En dicho trabajo asegura que el empleo de esta técnica (termografía infrarroja) ayuda a detectar modos de fallo en ciertos elementos de los tableros eléctricos provocando una mejora notable del rendimiento de estos sistemas de la empresa en cuestión, sin embargo, también recalca la importancia de los técnicos encargados de realizar las inspecciones ya que de ellos depende el emitir un diagnóstico acertado o errático por tal motivo aconseja una constante capacitación del personal encargado.(Carvallo & Nieto, 2020, pp 12-74)

Flores (2017) afirma lo siguiente:

En sistemas mecánicos la utilidad de esta herramienta centrada en el diagnóstico de fallas tales como: desgaste por falta de lubricación en elementos rodantes, mientras que en mecanismos de transmisión de movimiento por banda y polea se pueden detectar desalineaciones, deslizamiento y sobretensión de la correa.

A pesar de que en estos sistemas se puede emplear otras herramientas para realizar inspecciones o detectar modos de fallo la termografía infrarroja se presenta

como una propuesta atractiva para las industrias sobre todo por su bajo coste y simplicidad en comparación con otras técnicas. (p.74)

López (2018) destaca:

La termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento presente ciertas dificultades a raíz de las implicaciones que se tiene a la hora de emitir un diagnóstico preciso sobre todo en aquellos mecanismos compuestos por bandas y poleas en donde la técnica se limita a detectar fallas por sobretensiones o desalineación, además recalca la importancia del uso correcto del tipo de técnica a emplearse, señalando que la mejor alternativa en estos casos es la cuantitativa comparativa mediante la cual se puede hacer comparaciones numéricas en base a históricos o análisis estadístico.

Por otro lado, da a notar que las condiciones ambientales y los materiales influyen en gran parte en la fiabilidad de los datos, por este motivo se debe considerar parámetros tales como: velocidad del viento, humedad relativa, temperatura ambiente, temperatura absoluta, emisividad, entre otros aspectos. (p.36)

3.3. Fundamentación teórica

3.3.1. Termografía infrarroja

Según Royo y Cañada (2016) La termografía infrarroja tiene aplicaciones en diversas áreas como la salud, el deporte y en el ámbito industrial se presenta como una técnica del mantenimiento preventivo basado en la condición. Su aplicación es versátil y relativamente sencilla ya que solo se requiere de un equipo denominado cámara termográfica a través de la cual se obtiene termogramas de la superficie inspeccionada con una distribución de calor representada mediante un juego de colores. El principio físico en el que se basa esta técnica (termografía infrarroja) es la transferencia de calor por radiación puesto que para realizar las mediciones termográficas no es necesario el contacto físico entre el equipo de inspección y el elemento inspeccionado.

3.3.2. Cámara termográfica

Según Hernández (2020) Una cámara termográfica está compuesta por unos lentes de germanio que sirven para captar la radiación infrarroja que emiten la superficie de los cuerpos, además cuentan con unos microbolómetros que crean lo que usualmente se conoce como termograma y finalmente cuentan con una unidad de procesamiento de datos de donde se obtiene las imágenes para el diagnóstico

3.3.3. Características de las cámaras termográficas

Según Hernández (2020) Un equipo empleado para termografía infrarroja debe cumplir con ciertos parámetros y de ello depende la calidad de las imágenes para su posterior diagnóstico, en el mercado se puede encontrar un sin número de cámaras termográficas, pero se debe considerar el tipo de uso que va a tener dicho equipo, es decir si se va a emplear en sistemas eléctricos, sistemas mecánicos o en infraestructura civil, a continuación, se detalla los parámetros más relevantes al momento de elegir el equipo.

- Alta resolución en temperaturas: tan fina como 0.1°C.
- Extensa resolución espacial.
- Aplicable para un amplio rango de temperaturas: -20°C hasta 2500°C.
- Seguridad y rapidez en las inspecciones.
- Precisión para localizar inconvenientes.
- Software para el estudio de termogramas.
- Frecuencia de refresco de imágenes (no es recomendable frecuencia bajas en caso de inspecciones con constante movimiento u superficie a larga distancia)

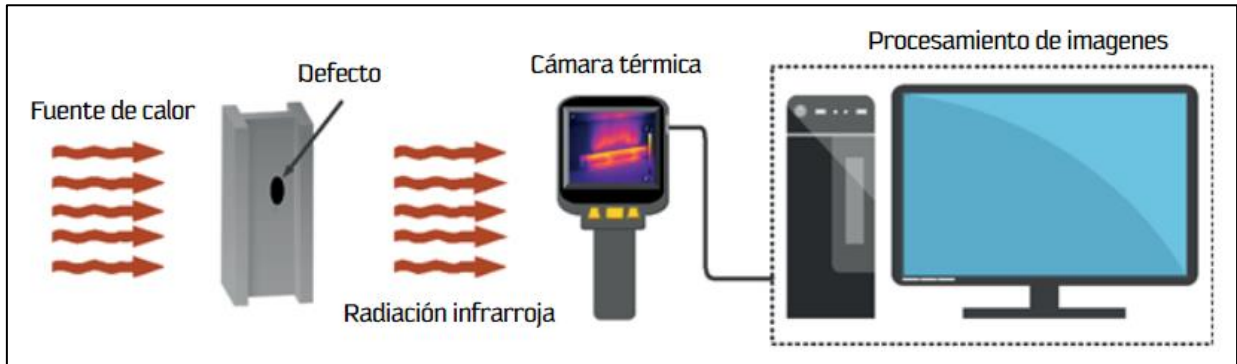
3.3.4. Termografía infrarroja activa

Según Espinoza y Femat (2021) La termografía activa a diferencia de la pasiva requiere de una aplicación de corrientes parasitas o vibraciones con la finalidad de estimular la generación de calor de un determinado objeto, puesto que la aplicación de esta técnica es de gran utilidad para identificar el grado de degradación que presentan ciertos materiales que no producen calor por si solos. A pesar de que este método demanda una etapa previa para la estimulación de calor el proceso de obtención de los termogramas es similar a la termografía

pasiva que consiste en la captura de termogramas de superficies que emiten radiación infrarroja captada mediante una cámara termográfica donde se almacena las imágenes para su posterior análisis y diagnóstico en un ordenador.

Figura 1

Termografía activa para la detección de defectos en materiales



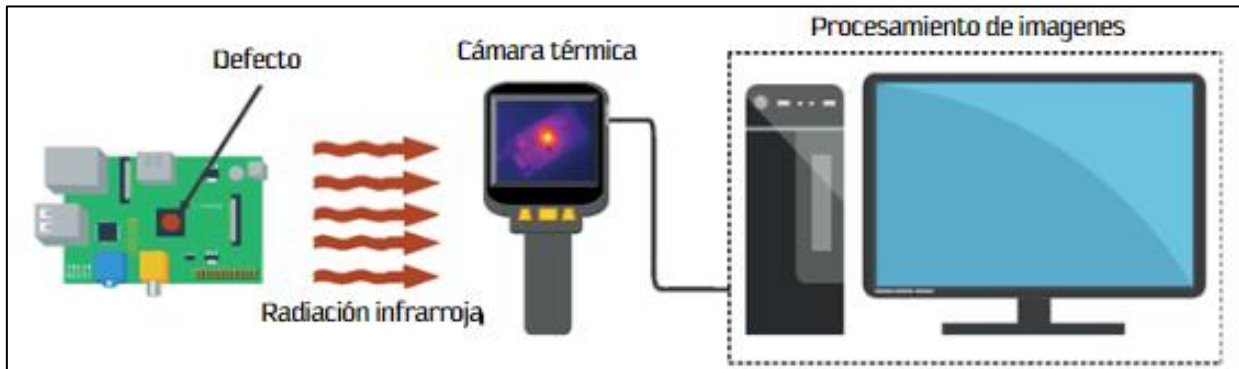
Nota: El gráfico representa la forma en cómo se toma un termograma en materiales que requieren estimulación para la creación de calor tomado de tomado de Revista de ciencia y tecnología (pág. 14) por Espinoza y Femat, (2021)

3.3.5. Termografía infrarroja pasiva

Según Espinoza y Femat (2021) Es la técnica tradicional que generalmente se suele emplear en las industrias, no requiere de estimulación para generar calor, puesto que las superficies lo producen de forma natural sobre todo aquellos dispositivos y sistemas eléctricos tales como: paneles solares fotovoltaicos, placas electrónicas, tableros de control e instrumentación, sistemas mecánicos, entre otros. Como se muestra en la siguiente imagen el procedimiento consiste en una radiación infrarroja que se emite desde un objeto que es captada por una cámara térmica para luego ser procesada en un ordenador en donde se realiza el diagnóstico.

Figura 2

Termografía infrarroja pasiva para detección de fallas en sistemas eléctricos



Nota: El gráfico representa la forma en cómo se toma un termograma en materiales que no requieren estimulación para la creación de calor tomado de tomado de Revista de ciencia y tecnología (pág. 14) por Espinoza y Femat, (2021)

3.3.6. Termografía infrarroja cuantitativa comparativa

Según la ISO 18434-1 (2008) Esta técnica se refiere a una comparación de valores numéricos correspondientes a temperatura de elementos con similares características que funcionan bajo las mismas condiciones de trabajo y contexto operacional, es útil cuando no se cuenta con valores referenciales para estimar la severidad en inspecciones con termografía infrarroja. Un ejemplo de esta técnica es cuando se tiene más de una máquina que funciona en condiciones similares de carga, trabajo y contexto operacional, si una de ellas presenta un aumento en la temperatura con respecto a las demás puede ser un indicativo claro que en tal dispositivo existe un modo de falla.

3.3.7. Espectro electromagnético

Según Royo Y Cañada (2019) El espectro electromagnético se refiere a una serie de ondas electromagnéticas clasificadas conforme a su frecuencia y longitud de onda. El físico Maxwell de nacionalidad escocesa fue el primero en postular la teoría de las ondas electromagnéticas que se propagaban por diversos medios materiales e incluso en el vacío. El espectro electromagnético está compuesto por ondas de radio, microondas, infrarrojo, visible, ultravioleta, rayos x y rayos gamma. Cabe señalar que la radiación infrarroja es objeto de estudio del presente proyecto de investigación puesto que las cámaras termográficas captan este tipo de

radiación, así mismo cabe indicar que la radiación gamma es la más dañina de todas generando graves inconvenientes de salud al ser humano.

3.3.8. Radiación infrarroja

Según Tapia (2019) La radiación infrarroja ocupa un área en el espectro electromagnético ubicándose entre la luz visible y las microondas, tomando en cuenta que su longitud de onda se encuentra en un rango de valores que va desde 0,78 μm hasta 1 mm, cabe mencionar que, conforme disminuye la longitud de onda y aumenta la frecuencia más dañina se vuelve para el ser humano la radiación. Esta radiación a su vez se divide en tres partes en función a su longitud de onda, es así como se tiene infrarrojos de onda corta, de onda media y onda larga; todas ellas utilizadas por equipos termográficos empleados en ensayos no destructivos con utilidad en sistemas eléctricos y mecánicos. En sistemas eléctricos la termografía infrarroja es útil para detectar conexiones flojas, sueltas o sobrecarga de un conductor eléctrico, mientras que en sistemas mecánicos son de gran utilidad para revelar problemas de lubricación en rodamientos o cojinetes, desalineación de poleas y en general deterioro de los elementos mecánicos.

3.3.9. Cuerpos negros

Según Espinoza y Femat (2021) Tomando como base el concepto referente a que cualquier objeto que tenga una temperatura superior a 0°K , es decir por encima del cero absoluto tiene la capacidad de emitir radiación en todas las direcciones posibles, entonces se puede aseverar que la superficie de los cuerpos, la temperatura y su rugosidad determinan la cantidad de energía emitida y es la razón por la cual los cuerpos emiten cantidades desiguales de radiación aun cuando se encuentran a la misma temperatura. Un cuerpo negro como tal no existe en la práctica ya que ningún objeto es capaz de absorber en su totalidad la radiación incidente sobre él, sin embargo, el físico Joseph Stefan determinó experimentalmente la energía de radiación que es capaz de emitir un cuerpo negro en unidades de tiempo y área superficial. Tomando en cuenta que un cuerpo negro tiene un valor de emisividad 1, se puede aseverar que los materiales tendrán un valor inferior.

3.3.10. Aplicación de termografía infrarroja en sistemas mecánicos

Según Tapia (2019) En sistemas mecánicos esta herramienta se aplica a una gran variedad de elementos tales como: rodamientos, cojinetes, sistemas de generación de vapor, aire comprimido y aire acondicionado. Los inconvenientes más comunes que se pueden encontrar son: problemas de refrigeración, alineación incorrecta en bandas y poleas, problemas de aislamiento en bobinados de motores eléctricos, desgaste por falta de lubricación en elementos rodantes, entre otros.

3.3.11. Sistemas de transmisión de movimiento

Según flores (2017) Un sistema de transmisión es considerado como un mecanismo capaz de transferir energía mecánica comúnmente desde un motor eléctrico o de combustión interna hacia los órganos de trabajo con un aumento o reducción de velocidad, para transmitir el movimiento existe varias configuraciones entre las más conocidas se destaca las siguientes:

- Transmisión por engranajes
- Transmisión por bandas y poleas

3.3.12. Transmisión de movimiento por bandas y poleas.

Según Flores (2017) Un sistema de transmisión por bandas y poleas simple está compuesto por: una banda o correa, una polea conductora, una polea conducida, un eje motriz y un motor eléctrico, se emplean cuando se tienen distancias considerablemente grandes entre ejes debido a su flexibilidad y capacidad de absorber choque y vibraciones. Este tipo de sistemas son de gran utilidad en condiciones de trabajo adversas y cuando se requiere bajo ruido en un ambiente laboral. Las bandas pueden ser de diversos tipos tales como: planas, trapezoidales o dentadas, además estos sistemas se pueden clasificar en función a la relación de transmisión:

- Sistema de Transmisión simple
- Sistema reductor de velocidad
- Sistema multiplicador de velocidad
- Sistema de transmisión con poleas escalonadas
- Sistemas de transmisión con poleas tenoras

3.3.13. Manual de procedimientos

Un manual de procedimientos es un documento de naturaleza técnica que contiene información detallada de una secuencia de pasos a seguir de forma ordenada y sistemática a fin de disminuir errores durante la ejecución de tareas. Benjamín (Benjamín, 2009),

Un manual de procedimientos está conformado por los siguientes apartados.

- Identificación
- Introducción
- Contenido
- Objetivo
- Alcance del procedimiento
- Normas de aplicación
- Glosario de términos
- Procedimientos
- Diagramas de flujo

CAPITULO III: METODOLOGÍA

4.1. Diseño de la investigación

Experimental: Los datos son obtenidos de forma directa mediante la cámara termográfica en los sistemas de transmisión de movimiento; esto ayuda a conocer el estado técnico de una máquina o equipo y la gravedad del problema en ese momento para proponer acciones correctivas que permita al equipo volver a un estado en el cual pueda cumplir la función requerida.

Se considera experimental ya que al desarrollar un análisis de los termogramas obtenidos mediante un equipo termográfico a partir de un módulo de simulación se puede comprobar si la metodología aplicada es adecuada, la finalidad que persigue la presente investigación es desarrollar un manual que permita a sus usuarios aplicar esta herramienta de manera correcta y definir las implicaciones que tiene un buen o mal manejo de la técnica.

4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva ya que se detallará el manual de procedimiento para realizar termografía infrarroja a nivel industrial, con un enfoque cuantitativo basado en la toma de datos, se considera cuantitativa ya que al usar la cámara termográfica se obtendrá datos exactos al medir la temperatura a un objeto.

4.3. Población de estudio

La población va enfocada en el número de pruebas que se realizó en el módulo de sistema de transmisión, dicha población está compuesta por distintas tomas que serán el referente termográfico para el diseño adecuado de un manual capaz de estandarizar el proceso termográfico que permita una evaluación industrial adecuada.

4.4. Tamaño de la muestra

La presente tesis cuenta con 40 pruebas que se realizó en el módulo las cuales 20 se realizaron con procedimiento planteado.

- N = Total de la población 40
- Z_{α} = Desviación estándar, 1,96 según el 95% del nivel de confianza

- p=Probabilidad de que un evento ocurra 50% (0,5)
- e=Margen máximo de error, 5% (0,05)
- n=Tamaño de la muestra

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5) \cdot (40)}{(40 - 1) \cdot (0,05)^2 + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)}$$

$$n = 36,3 \rightarrow 36 \text{ datos}$$

$$n = 36 \text{ datos}$$

El número de tomas a realizarse son 36 termogramas en el módulo de sistema de transmisión.

4.5. Técnicas de recolección de datos

La presente investigación se desarrollará acorde a las siguientes fases mismas que se describen a continuación para establecer los procedimientos en la toma de termogramas que van a permitir realizar inspecciones y diagnóstico de manera adecuada.

1. Revisión de normas que regulan los procesos de evaluación de sistemas de transmisión en sistemas industriales
2. Clasificar los datos a obtenerse para su respectivo análisis e interpretación
3. Evaluar técnicamente el sistema de transmisión de movimiento: revisión alineación de las poleas, el temple de la banda, debemos establecer los parámetros mecánicos para saber que se está midiendo.
4. Calibración de la cámara termográfica: se debe ajustar el coeficiente de emisividad, temperatura reflejada, distancia al objeto, humedad relativa y temperatura ambiente.
5. Establecer los parámetros de calibración de la cámara termográfica según las condiciones del experimento.

Tabla 1:

Parámetros para la calibración de la cámara termográfica

Emisividad	0,95
Temperatura reflejada	+20 °C
Distancia	1 metro
Humedad relativa	50%
Temperatura atmosférica	+20°C
Temperatura de ventana	+20°C

Elaborado por: Ulloa, C (2022) Parámetros de calibración

6. Realizar las tomas termográficas.
7. Evaluación termográfica para determinar las posibles fallas y anomalías encontradas en el sistema mediante el software DALI Infra red Repórter.
8. Análisis estadístico para determinar un nivel de alerta que sirva de base para emitir un diagnóstico.
9. Socializar el manual de procedimiento implementado para la inspección de sistemas de transmisión en procesos industriales con termografía infrarroja.

4.6. Técnicas de análisis e interpretación de la información

Para la investigación se empleará tabulaciones, gráficos, tablas, simulación 3D e histogramas en el software DALI Infrared Reporter, Microsoft Excel, facilitándonos la evaluación de los sistemas de transmisión mediante termogramas.

4.7. Evaluación técnica del módulo de pruebas

Para la toma de datos fue necesario la construcción de un módulo de pruebas que consta de un mecanismo de transmisión de movimiento por banda y polea impulsado por un motor eléctrico trifásico con su respectivo sistema eléctrico. A Continuación, se menciona las consideraciones técnicas del módulo de pruebas.

4.7.1. Consideraciones técnicas del sistema de transmisión de movimiento

El módulo de pruebas está conformado por un mecanismo reductor de velocidad por banda y polea, además cuenta con una polea tensora que sirve para templar la banda, en la figura 5 se muestra el elemento reductor con sus respectivos elementos.

Figura 3

Módulo de simulación

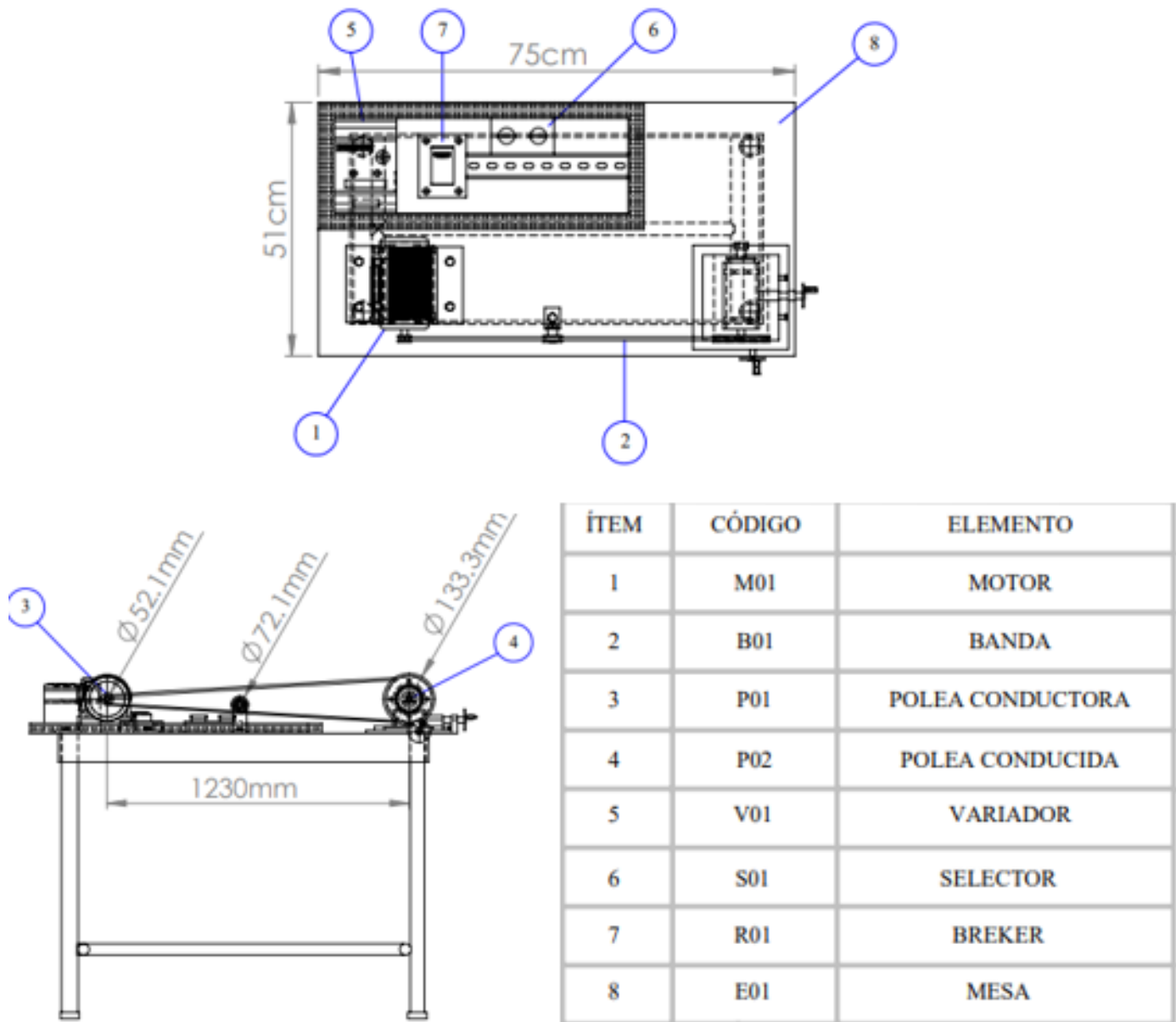


Elaborado por: Ulloa, C (2022) Parámetros de calibración

Como se observa en la figura 5 el módulo está montado sobre una mesa de base rectangular que sirve para anclar el sistema, en la tabla 2 se detalla las especificaciones técnicas de esta unidad mecánica.

Figura 4

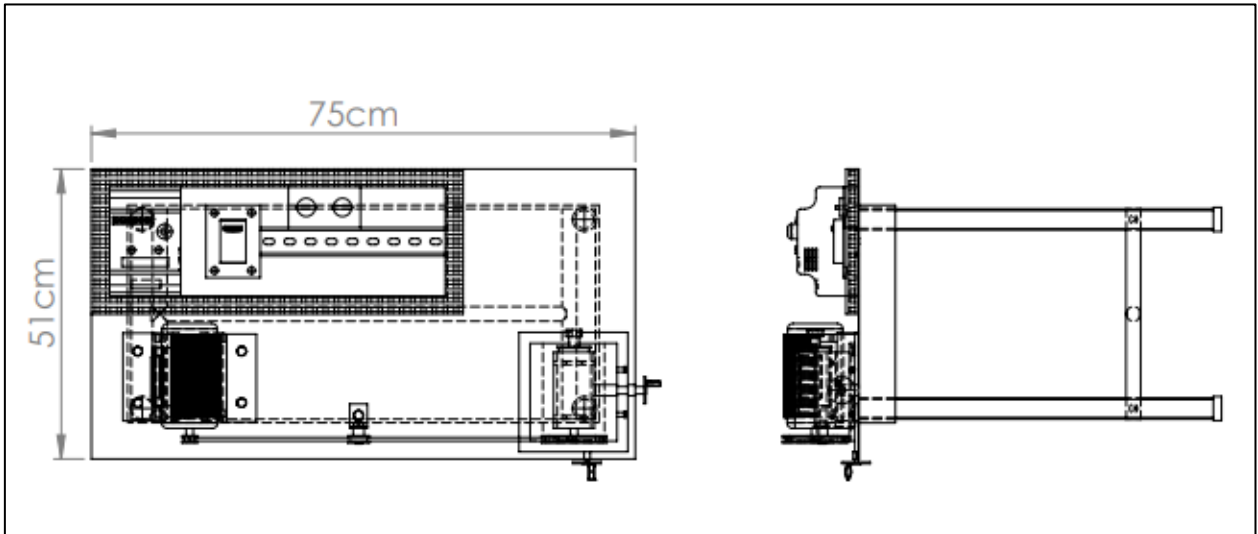
Vista superior -Modulo de pruebas



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 5:

Vista frontal y lateral izquierda



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Tabla 2:

Especificaciones técnicas del mecanismo reductor de velocidad por banda y polea

Ítem	Elementos	Especificación
1	Diámetro de la polea conductora	52,1 mm
2	Diámetro de la polea conducida	133,3 mm
3	Diámetro de la polea tensora	72,1 mm
4	Tipo de banda	Recta acanalada
5	Longitud de la banda	1230mm
6	Material de las poleas	Acero AISI 1040
7	Material de las bandas	Caucho
8	Dimensiones de la base de soporte	75 x 51 cm
9	Relación de transmisión	2,5

Elaborado por: Ulloa, C (2022) Parámetros de calibración

4.7.2. Consideraciones técnicas del sistema eléctrico del módulo de pruebas

El módulo de pruebas consta de un sistema eléctrico que se compone de un variador de frecuencia, mandos y protecciones del motor. Cada uno de estos elementos se instaló con las siguientes intenciones:

- Variar la velocidad del motor
- Evitar los picos de corriente al momento del arranque del motor eléctrico
- Proteger el equipo contra cortocircuitos
- Encender y apagar el equipo
- Desactivar de forma inmediata en caso de accidentes:

La tabla 3 contiene las especificaciones técnicas de los elementos del sistema eléctrico especialmente del variador de frecuencia

Tabla 3:

Especificaciones técnicas del sistema eléctrico

Ítem	Elementos	Especificación
1	Variador de frecuencia	P= 4Kw Input= 220V – 5,3 A – 50HZ/60HZ Output= 220V – 2,5 A - 0HZ/ 30HZ
2	Selectores ON – OFF	Dos posiciones
3	Protecciones del motor	6 A

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

4.8. Diseño del manual de procedimientos

Luego de revisar antecedentes y el estudio del estado del arte conforme a la información disponible se puede establecer que la termografía infrarroja aplicada a sistemas de transmisión de movimiento por banda y polea no cuenta con un manual de procedimientos que permita la aplicación correcta de esta técnica en el área industrial.

A consecuencia de lo antes expuesto se hace la siguiente propuesta. El manual de procedimientos para la presente investigación se conformará por diversos apartados empezando por su identificación que es de vital importancia.


- *Identificación del manual*

Este apartado debe servir como base para determinar datos básicos que permitan su reconocimiento fácil y rápido por los usuarios, la identificación del manual contendrá la siguiente información: nombre de la institución, tipo de manual, fecha de elaboración, procedimiento, versión, número de página y número de procedimiento como se menciona en la tabla 4.

El propósito de la identificación del manual es establecer datos que sirva de referencia para su utilización a fin de facilitar el reconocimiento rápido por parte de los usuarios del documento.

Tabla 4:

Formato de identificación del manual de procedimientos

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización			
		Versión:			
		Página		de	
		Procedimiento			
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por			

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

4.8.1. Contenido del manual

Como se menciona en el apartado del capítulo 2 un manual de procedimientos está compuesto por: introducción, normativas de consulta, objetivo del manual, alcance, glosario de términos, procedimientos compilados en un formato con su respectiva identificación y diagramas de flujo. A continuación, se detalla cada uno de estos campos.

- *Introducción*

La introducción se basa en hacer una exposición del manual detallando información como: el porqué de su aplicación, estructura de los procedimientos, entre otros aspectos relevantes.

- *Normativas de consulta*

Describir las normativas que sirvieron de base tanto para la elaboración del manual, así como para los procedimientos detallados en el mismo.

- *Objetivo*

Consiste en describir de forma clara y precisa la intención o propósito del manual

- *Alcance del manual de procedimiento*

Se debe detallar los campos de aplicación del presente manual y limitar los sistemas a los cuales es favorable su empleo.

- *Glosario de términos*

Este apartado está destinado a contener diferentes terminologías técnicas a fin de facilitar la comprensión y correcta aplicación de la operación en curso en cualquiera de los procedimientos en cuestión, tales definiciones están de acuerdo con la normativa antes mencionada y real academia de la lengua.

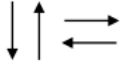


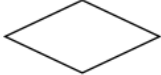





- *Procedimientos*

Los procedimientos se describen de forma secuencial para la aplicación de termografía infrarroja en estos mecanismos. Cada procedimiento está compuesto por varias operaciones con sus respectivas observaciones, además se debe detallar equipos necesarios, materiales o herramientas, documentos a emplearse o generados en un procedimiento específico.

- *Diagramas de flujo*

Tabla 5:

Simbología de diagramas de flujo

Nombre	Símbolo	Descripción
Líneas de flujo		Muestra la dirección y el sentido del flujo
Inicio/Final		Final o inicio del procedimiento
Procedimiento		Representa cualquier tipo de operación
Decisión		Punto en el cual se debe tomar una decisión
Conector fuera de página		Conexión del diagrama de flujo con otra parte de sí mismo lejana
Entrada manual		Instrucción de entrada de datos por teclado
Almacenamiento de datos		Acción relacionada a guardar archivo en una memoria
Datos		Elementos que se alimentan y generan en el procedimiento
Documento		Documento resultante del procedimiento respectivo

Elaborado por: Ulloa, C (2022) simbología diagramas de flujo

Cada procedimiento debe ir acompañado de un diagrama de flujo que permita identificar la secuencia de las operaciones a realizar. La simbología que se va a emplear se obtiene de la normativa internacional ISO 9001.

4.9. Toma y análisis de datos para el diagnóstico en mecanismos de transmisión de movimiento por banda y polea

Los datos están clasificados en dos grupos, el primero corresponde aquellos termogramas que fueron tomados en condiciones normales de trabajo y el segundo corresponden a condiciones adversas de funcionamiento, se realizó tal división a fin establecer las variaciones de temperatura que presente los elementos de la unidad motriz en una u otra situación

4.9.1. Análisis de datos en condiciones normales de trabajo

Las condiciones normales de trabajo son aquellas en donde el mecanismo tiene un temple correcto de la banda y las poleas están alineadas, bajo estos parámetros se hará el análisis de 18 termogramas verificando la variación de temperatura en función del tiempo. A continuación, se muestra los datos obtenidos de la polea conductora con su respectiva gráfica y cálculos del nivel de alerta.

Tabla 5:

Datos obtenidos de la polea conductora- condiciones normales de trabajo

Polea Conductora						
N°	TIEMPO	Distancia	Tem. MAX	Tem. Ambie	$\Delta T =$	Max -
Termograma	[minutos]	[m]	[°C]	[°C]	Ambie [°C]	
1	30,00	1,00	40,00	23,00	17,00	
2	60,00	1,00	42,30	23,00	19,30	
3	90,00	1,00	43,30	23,00	20,30	
4	120,00	1,00	41,10	22,00	19,10	
5	150,00	1,00	43,60	24,00	19,60	
6	180,00	1,00	46,00	21,00	25,00	
7	210,00	1,00	47,30	20,00	27,30	

8	240,00	1,00	38,70	16,00	22,70
9	270,00	1,00	41,80	16,00	25,80
10	300,00	1,00	44,90	17,00	27,90
11	330,00	1,00	45,40	19,00	26,40
12	360,00	1,00	45,30	20,00	25,30
13	390,00	1,00	49,40	22,00	27,40
14	420,00	1,00	45,20	24,00	21,20
15	450,00	1,00	49,40	23,00	26,40
16	480,00	1,00	53,00	24,00	29,00
17	510,00	1,00	52,70	24,00	28,70
18	540,00	1,00	50,70	22,00	28,70

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Los datos están clasificados en dos grupos, el primero corresponde aquellos termogramas que fueron tomados en condiciones normales de trabajo y el segundo corresponden a condiciones adversas de funcionamiento, se realizó tal división a fin establecer las variaciones de temperatura que presente los elementos de la unidad motriz en una u otra situación

Tabla 6:

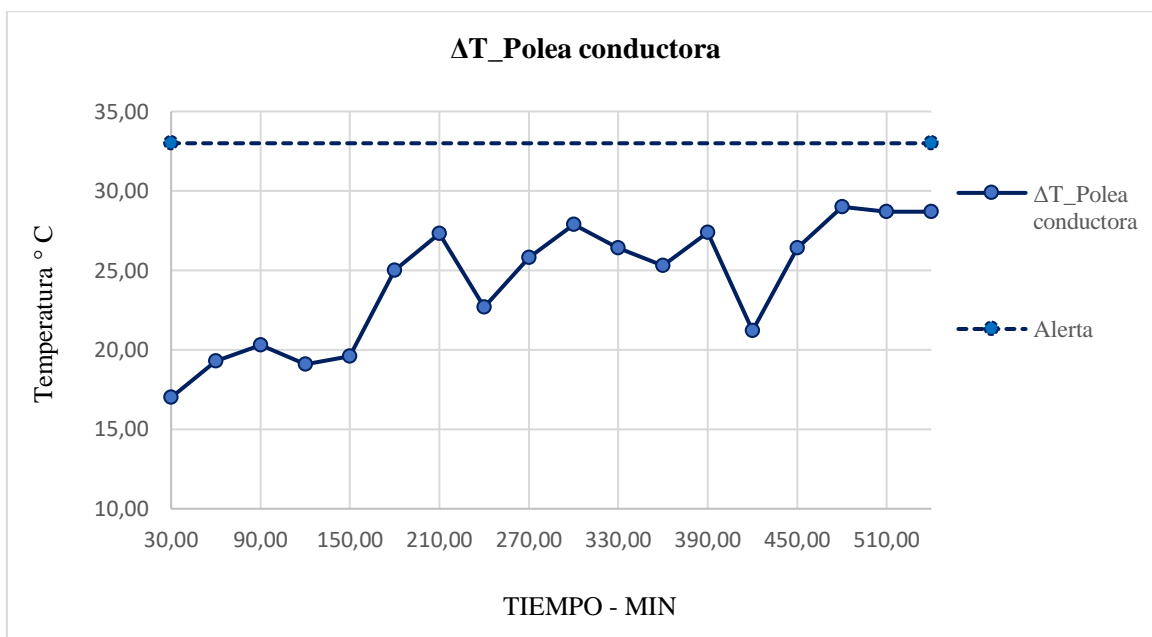
Nivel de alerta- polea conductora

Nivel de alerta	
P(x)=Probabilidad	0,99
$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	24,28 °C
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	3,91
Z= Distribución normal	2,33
Alerta= Media +(Z*S)	33,39 °C

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 6

ΔT en función del tiempo- polea conductora en condiciones normales de trabajo



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

En la tabla 7 se indica los datos obtenidos de la polea conducida que posee un diámetro mayor al de la conductora, además se señala datos relevantes como: tiempo, distancia de toma de termogramas y temperatura ambiente.

Tabla 7:

Datos obtenidos de la polea conducida

Polea Conducida							
N°	TIEMPO	Distancia	Tem. MAX	Tem. Ambie	$\Delta T =$	Max	-
Termograma	[minutos]	[m]	[°C]	[°C]	Ambie [°C]		
1	30,00	1,00	37,50	23,00	14,50		
2	60,00	1,00	38,70	23,00	15,70		
3	90,00	1,00	40,40	23,00	17,40		
4	120,00	1,00	37,80	22,00	15,80		

5	150,00	1,00	40,80	24,00	16,80
6	180,00	1,00	43,30	21,00	22,30
7	210,00	1,00	42,80	20,00	22,80
8	240,00	1,00	36,10	16,00	20,10
9	270,00	1,00	38,90	16,00	22,90
10	300,00	1,00	40,00	17,00	23,00
11	330,00	1,00	41,50	19,00	22,50
12	360,00	1,00	42,10	20,00	22,10
13	390,00	1,00	45,90	22,00	23,90
14	420,00	1,00	42,60	24,00	18,60
15	450,00	1,00	46,60	23,00	23,60
16	480,00	1,00	49,20	24,00	25,20
17	510,00	1,00	49,70	24,00	25,70
18	540,00	1,00	47,10	22,00	25,10

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Tabla 8:

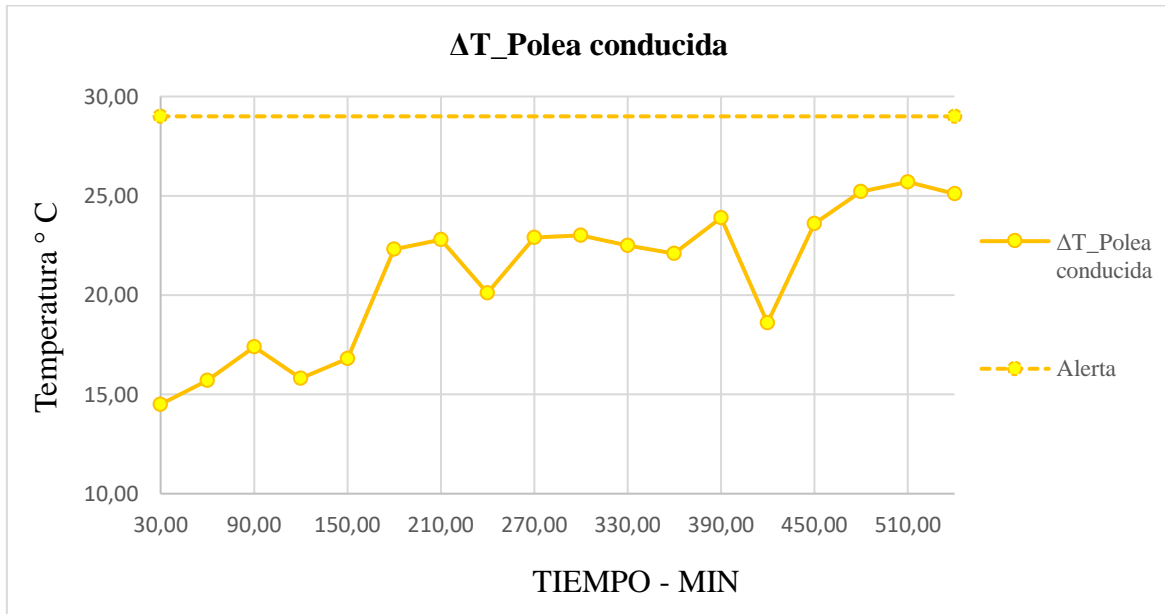
Nivel de alerta- polea conducida

Nivel de alerta	
P(x)= Probabilidad	0,99
$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	21,00 °C
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	3,62
Z= distribución normal	2,33
Alerta= Media +(Z*S)	29,41 °C

Nota: Elaborado por el autor

Figura 7

ΔT en función del tiempo- polea conducida en condiciones normales de trabajo



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

A continuación, se especifican los datos obtenidos de la banda del mecanismo de transmisión con su respectiva gráfica de variación de la temperatura en función del tiempo.

Tabla 9:

Datos obtenidos de la banda en condiciones normales de trabajo

Banda								
N°	TIEMPO	Distancia	Tem. MAX	Tem. Ambie	$\Delta T =$	Max	-	-
Termograma	[minutos]	[m]	[°C]	[°C]	Ambie [°C]			
1	30,00	1,00	37,90	23,00	14,90			
2	60,00	1,00	39,20	23,00	16,20			
3	90,00	1,00	40,50	23,00	17,50			
4	120,00	1,00	39,10	22,00	17,10			
5	150,00	1,00	42,30	24,00	18,30			
6	180,00	1,00	46,10	21,00	25,10			
7	210,00	1,00	45,90	20,00	25,90			

8	240,00	1,00	38,00	16,00	22,00
9	270,00	1,00	40,10	16,00	24,10
10	300,00	1,00	42,20	17,00	25,20
11	330,00	1,00	43,50	19,00	24,50
12	360,00	1,00	43,60	20,00	23,60
13	390,00	1,00	48,80	22,00	26,80
14	420,00	1,00	44,10	24,00	20,10
15	450,00	1,00	49,60	23,00	26,60
16	480,00	1,00	51,90	24,00	27,90
17	510,00	1,00	51,50	24,00	27,50
18	540,00	1,00	48,70	22,00	26,70

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Tabla 10:

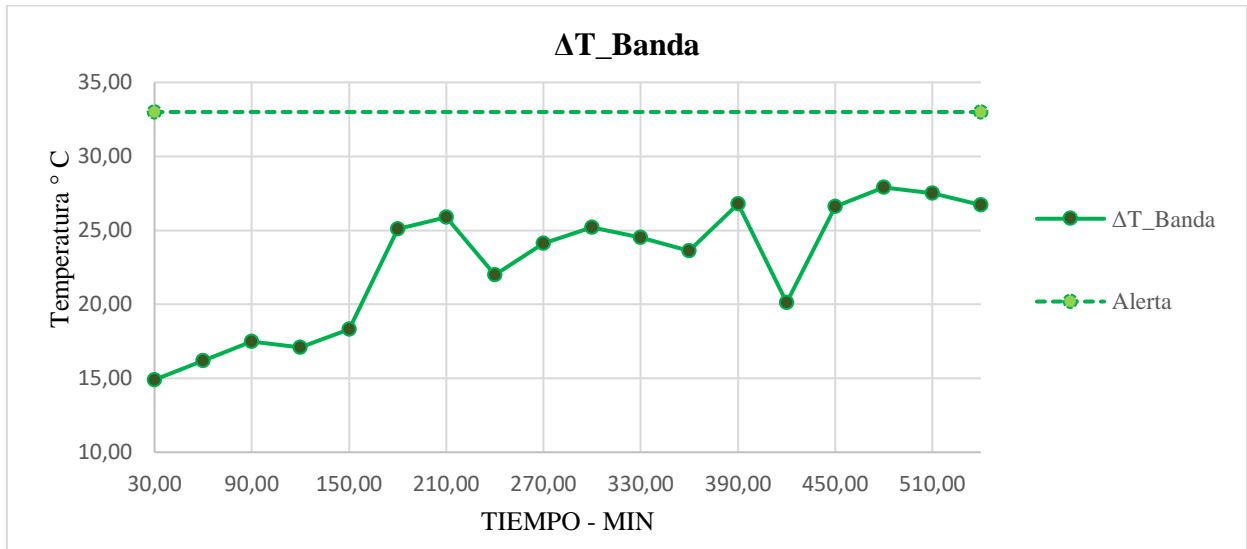
Nivel de alerta de la banda

Nivel de alerta	
P(x)= Probabilidad	0,99
$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	22,78 °C
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	4,30
Z= Distribución normal	2,33
Alerta= Media +(Z*S)	32,78 °C

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 8

Variación de temperatura en función del tiempo-Banda



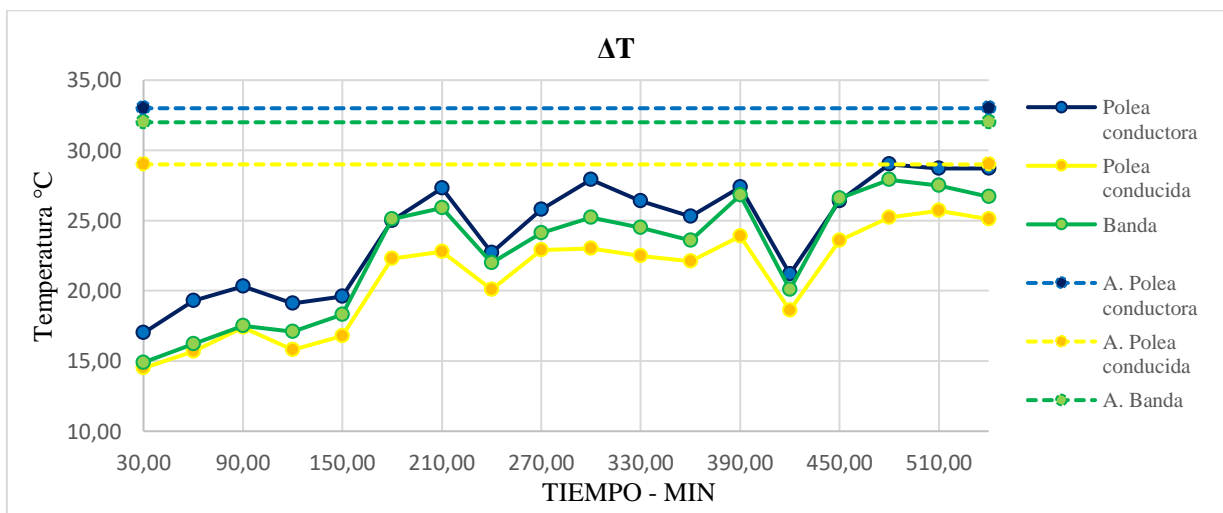
Elaborado por: Ulloa, C (2022)

• *Análisis e interpretación*

Para el presente análisis e interpretación se va a relacionar los datos de variaciones de temperatura de los tres elementos constitutivos de la unidad motriz (poleas y banda) en una sola grafica con sus respectivos niveles de alerta a fin de facilitar su comprensión.

Figura 9

Gráfica conjugada de variación de temperatura poleas y banda



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Como se aprecia en la gráfica 4 la variación de temperatura de los tres elementos presenta valores similares, además los niveles de alerta están en torno a los 29 y 33 ° C en los tres casos. Estos valores van a servir de referencia para realizar el diagnóstico en sistemas de transmisión por banda y polea. Los reportes termográficos se muestran a detalle en el ANEXO 1.

4.9.2. Análisis de datos en condiciones adversas de trabajo

En esta ocasión la banda esta sobre templada y las poleas desalineadas a fin de analizar las variaciones de temperatura con estos parámetros, al igual que las anteriores condiciones de trabajo se va a analizar 18 termogramas a intervalos fijos de tiempo. En la tabla 11 se muestra los datos obtenidos de la polea conductora que se halla acoplada al eje del motor y tiene un diámetro menor que la polea conducida.

Tabla 11:

Datos obtenidos de la polea conductora – condiciones adversas

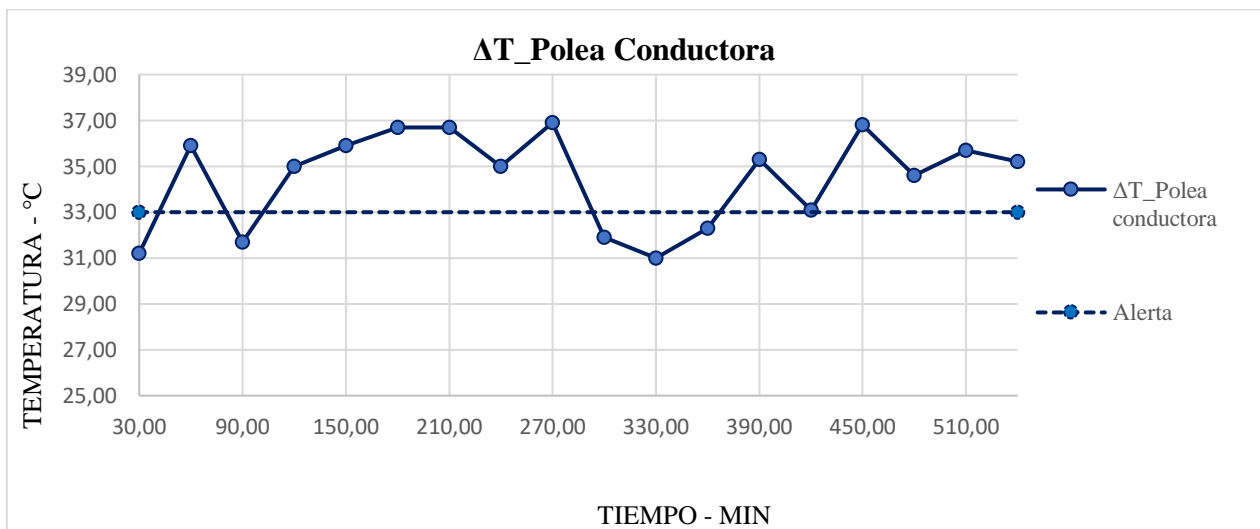
Polea Conductor						
N°	TIEMPO	Distancia	Tem. MAX	Tem. Ambie	$\Delta T =$	Max -
Termograma	[minutos]	[m]	[°C]	[°C]	Ambie [°C]	
1	30,00	1,00	49,20	18,00	31,20	
2	60,00	1,00	51,90	16,00	35,90	
3	90,00	1,00	53,70	22,00	31,70	
4	120,00	1,00	55,00	20,00	35,00	
5	150,00	1,00	56,90	21,00	35,90	
6	180,00	1,00	60,70	24,00	36,70	
7	210,00	1,00	60,70	24,00	36,70	
8	240,00	1,00	60,00	25,00	35,00	
9	270,00	1,00	61,90	25,00	36,90	
10	300,00	1,00	55,90	24,00	31,90	
11	330,00	1,00	55,00	24,00	31,00	
12	360,00	1,00	53,30	21,00	32,30	

13	390,00	1,00	55,30	20,00	35,30
14	420,00	1,00	53,10	20,00	33,10
15	450,00	1,00	53,80	17,00	36,80
16	480,00	1,00	52,60	18,00	34,60
17	510,00	1,00	53,70	18,00	35,70
18	540,00	1,00	52,20	17,00	35,20

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 10

ΔT en función del tiempo de polea conductora-condiciones adversas



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Tabla 12:

Datos obtenidos de la polea conducida en condiciones adversas

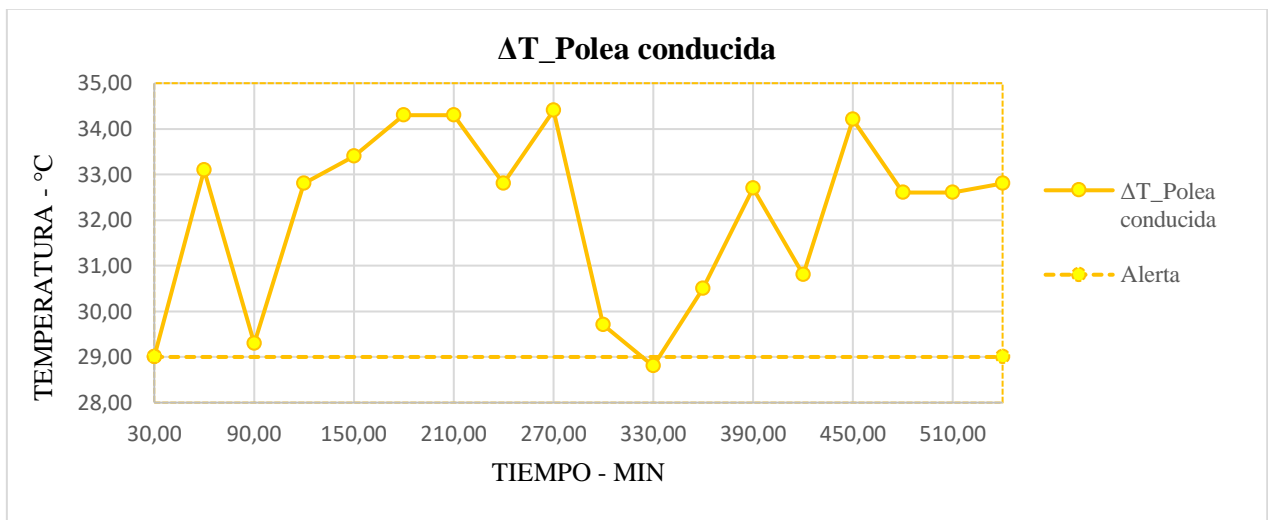
Polea Conducida							
N°	TIEMPO	Distancia	Tem. MAX	Tem. Ambie	ΔT= Max – Ambie		
Termograma	[minutos]	[m]	[°C]	[°C]	[°C]		
1	30	1	47	18	29		
2	60	1	49,1	16	33,1		
3	90	1	51,3	22	29,3		
4	120	1	52,8	20	32,8		
5	150	1	54,4	21	33,4		

6	180	1	58,3	24	34,3
7	210	1	58,3	24	34,3
8	240	1	57,8	25	32,8
9	270	1	59,4	25	34,4
10	300	1	53,7	24	29,7
11	330	1	52,8	24	28,8
12	360	1	51,5	21	30,5
13	390	1	52,7	20	32,7
14	420	1	50,8	20	30,8
15	450	1	51,2	17	34,2
16	480	1	50,6	18	32,6
17	510	1	50,6	18	32,6
18	540	1	49,8	17	32,8

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 11

ΔT en función del tiempo de la polea conducida en condiciones adversas



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

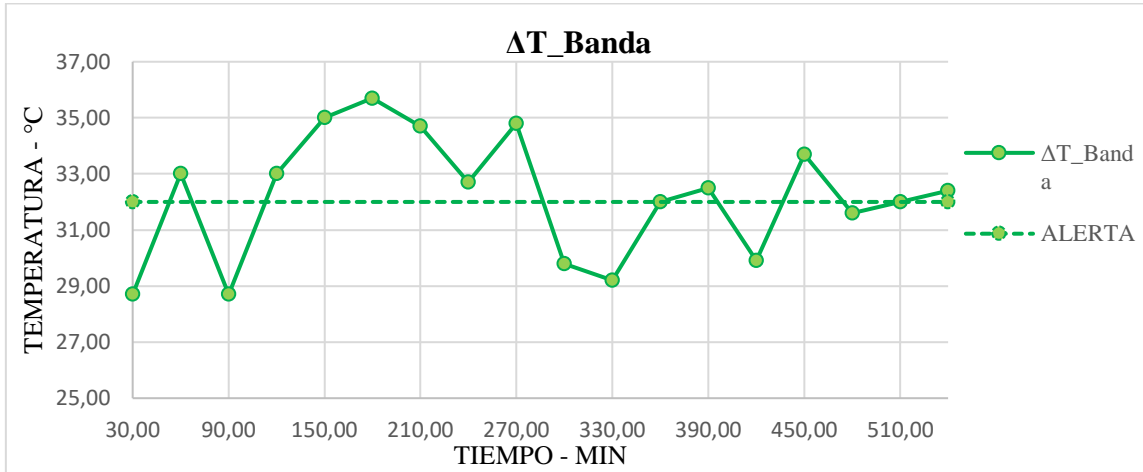
Tabla 13:*Datos obtenidos de la banda en condiciones adversas*

Banda							
N°	TIEMPO	Distancia	Tem.	MAX	Tem.	Ambie	$\Delta T = \text{Max} - \text{Ambie}$
Termograma	[minutos]	[m]	[°C]		[°C]		[°C]
1	30,00	1,00	46,70		18,00		28,70
2	60,00	1,00	49,00		16,00		33,00
3	90,00	1,00	50,70		22,00		28,70
4	120,00	1,00	53,00		20,00		33,00
5	150,00	1,00	56,00		21,00		35,00
6	180,00	1,00	59,70		24,00		35,70
7	210,00	1,00	58,70		24,00		34,70
8	240,00	1,00	57,70		25,00		32,70
9	270,00	1,00	59,80		25,00		34,80
10	300,00	1,00	53,80		24,00		29,80
11	330,00	1,00	53,20		24,00		29,20
12	360,00	1,00	53,00		21,00		32,00
13	390,00	1,00	52,50		20,00		32,50
14	420,00	1,00	49,90		20,00		29,90
15	450,00	1,00	50,70		17,00		33,70
16	480,00	1,00	49,60		18,00		31,60
17	510,00	1,00	50,00		18,00		32,00
18	540,00	1,00	49,40		17,00		32,40

Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 12

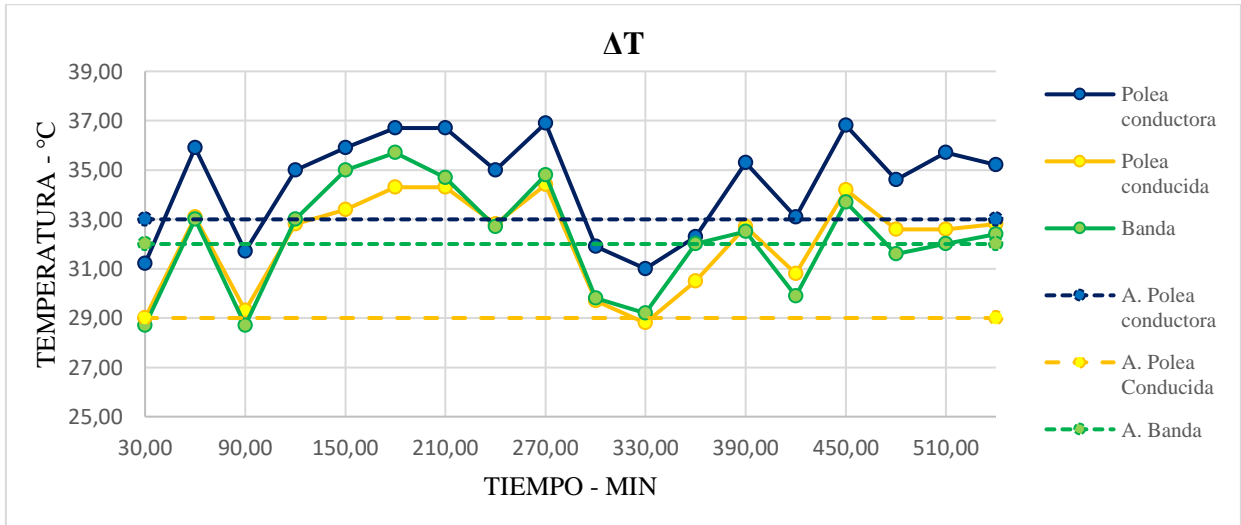
ΔT en función del tiempo de la banda en condiciones adversas



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Figura 13

Gráfica conjugada de ΔT de la temperatura poleas y banda- condiciones adversas



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Como se observa en la gráfica 8 las variaciones de temperatura en condiciones de trabajo adversas la mayoría de los puntos sobrepasan los niveles de alerta establecidos con los datos examinados en un contexto normal. Los reportes termográficos se muestran a detalle en el

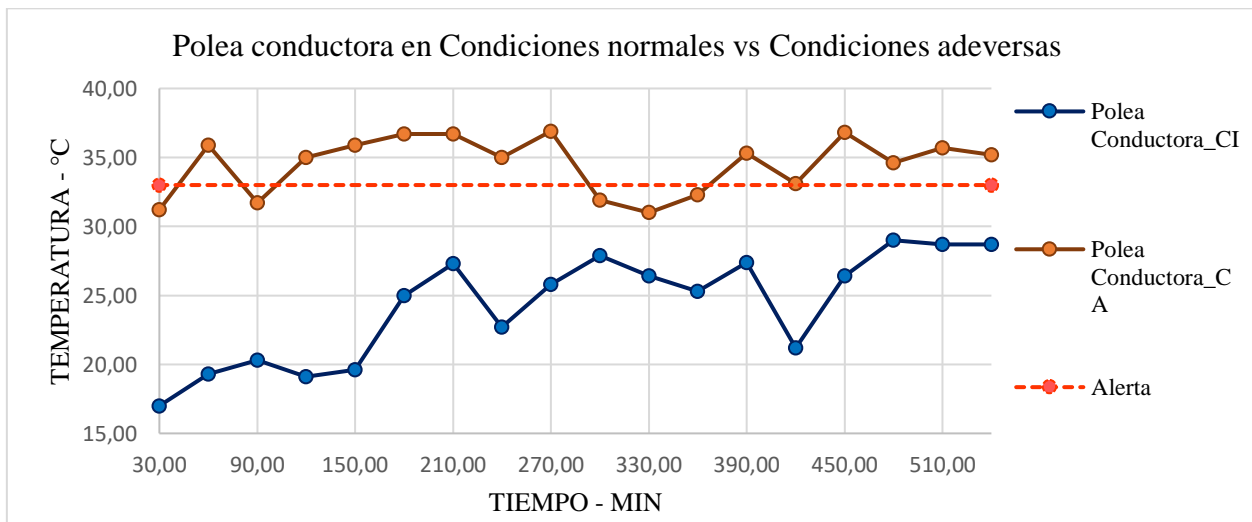
ANEXO 2.

4.9.3. Comparación de gráficas de condiciones normales y condiciones adversas

A continuación, se realiza una comparación de las gráficas de las poleas y la banda bajo condiciones normales y adversas de funcionamiento a fin de conocer las variaciones de temperatura en función del tiempo que se producen. Las gráficas que se presentan a continuación corresponden a los elementos del mecanismo reductor de velocidad sometido a condiciones ideales y adversas con su respectivo nivel de alerta reunidas entre sí para un mejor análisis e interpretación.

Figura 14

Polea conductora en condiciones normales y adversas

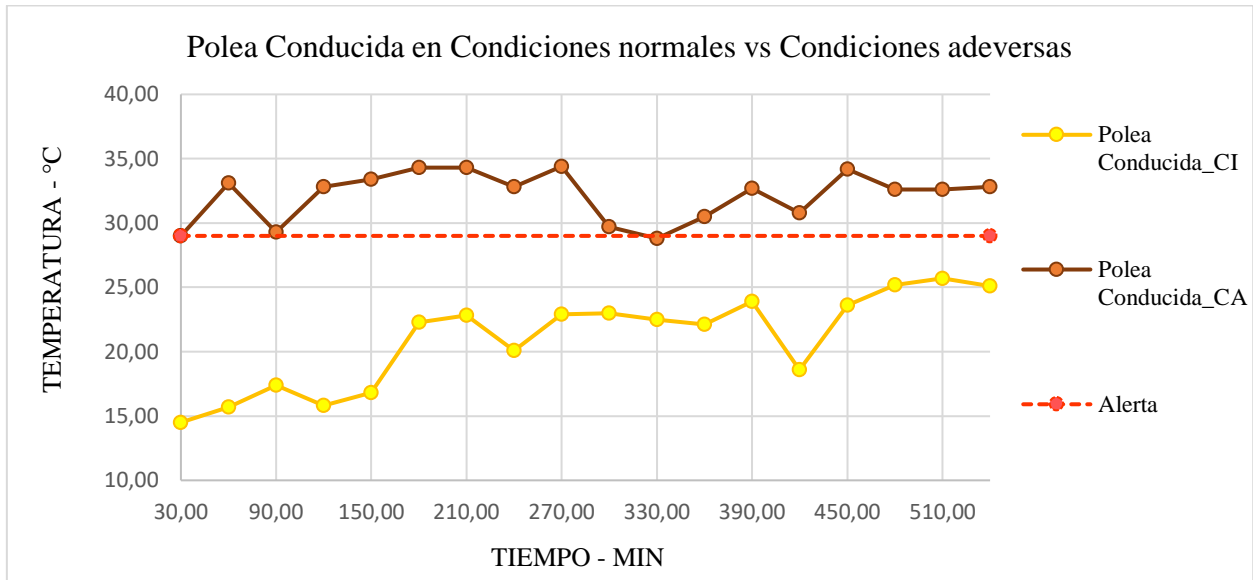


Elaborado por: Ulloa, C (2022)

- *Análisis e interpretación Polea conductora en condiciones normales y adversas*

Figura 15

Polea conducida en condiciones normales y adversas



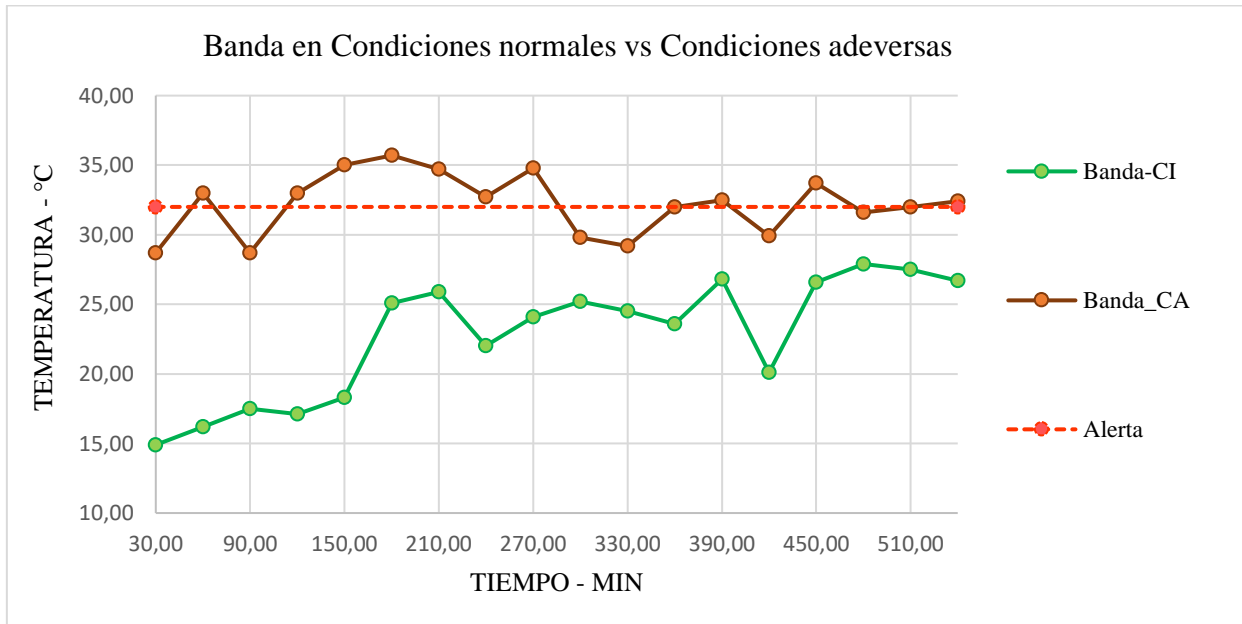
Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Las variaciones de temperatura de la polea conductora en condiciones normales en ningún punto sobrepasan los 30 °C, mientras que en situaciones adversas todos los valores están por encima de los 30 °C y varios de ellos exceden el nivel de alerta calculado de acuerdo con un análisis estadístico mencionado anteriormente.

- *Análisis e interpretación Polea conducida en condiciones normales y adversas*

Figura 16

Banda en condiciones normales y adversas



Elaborado por: Ulloa, C (2022)

Las variaciones de temperatura que presenta la polea conducida en condiciones normales se encuentran por debajo de los 26°C, en tanto que en circunstancias adversas la mayoría de los puntos sobrepasan el nivel de alerta, en consecuencia, se puede aseverar que al obtener valores superiores a los 29°C es un indicativo que existe un evento de falla en el mecanismo

- *Análisis e interpretación Banda en condiciones normales y adversas*

La banda en situaciones normales presenta variaciones de temperatura cercanas a los 15 y 28 °C, por otro lado, en condiciones adversas la mayor parte de los puntos sobrepasan los 30 °C y varios de ellos se encuentran en torno al nivel de alerta calculado, lo cual es un indicativo que está ocurriendo un modo de falla.

Capítulo IV: Resultados


5.1. Presentación del manual

En el capítulo 3 se describe cada uno de los apartados que contiene el manual, ahora se representan cada uno de ellos conforme a las indicaciones dictadas anteriormente. Enseguida, se presenta el contenido del manual.

La termografía infrarroja consta de 3 procedimientos principales y cada uno de ellos se compone de varias operaciones con sus respectivos detalles que se deben seguir a fin de ejecutarlas de forma correcta y obtener resultados positivos al final de la inspección del mecanismo de transmisión de movimiento.

Contenido del manual

- Introducción
- Objetivo
- Alcance
- Normativas de consulta
- Procedimientos
- Diagramas de flujo
- Glosario de términos
- Anexos


	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	1	de	15	
		Procedimiento				
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Introducción						

El desarrollo del presente manual referente a termografía infrarroja aplicada a sistemas de transmisión de movimiento por banda y polea tiene el propósito de brindar los procedimientos necesarios para la aplicación de esta técnica en el área industrial de forma correcta, puesto que de ello depende el éxito o fracaso del diagnóstico temprano de fallas en estos mecanismos.


El manual consta de diversos apartados descritos a fin de que los usuarios puedan hacer uso correcto de él. Cada procedimiento está compuesto por varias operaciones descritas de forma secuencial y sistemática, además cada uno de ellos cuenta con un diagrama de flujo con el propósito de facilitar su comprensión.

Los procedimientos descritos en el presente manual están basados en las recomendaciones de la norma ISO 18434-1, si bien es cierto tal normativa no se especifica su uso en este tipo de mecanismos (transmisión de movimiento por banda y polea) es de utilidad en procedimientos como: calibración del equipo termográfico, toma de imágenes, diagnóstico y pronóstico.


La correcta aplicación del presente manual será de gran utilidad para las industrias que cuenten con este tipo de sistemas, sin embargo, el diagnóstico y pronóstico depende del tipo de profesionales encargados de realizar esta tarea.

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	2	De	15	
		Procedimiento				
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Objetivo						

Brindar facilidades de uso de esta herramienta al momento de realizar inspecciones mediante termografía infrarroja aplicada a sistemas de transmisión de movimiento por banda y polea a fin de prevenir errores y tiempos innecesarios durante la ejecución de esta técnica.

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	3	De	15	
		Procedimiento				
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Alcance						

El presente manual se especifica para su uso exclusivo en la inspección de sistemas de transmisión de movimiento a través de bandas y poleas, sin embargo, no se descarta que ciertos procedimientos del manual puedan ser de utilidad para calibración del equipo de termografía o la forma correcta de obtener los termogramas, entre otros aspectos.


	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	4	de	15	
		Procedimiento				
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Normas Aplicables						

Para el desarrollo del manual de procedimientos se tomó en cuenta las recomendaciones de la norma ISO 18434-1 que refiere al monitoreo de la condición y diagnóstico de máquinas con termografía infrarroja.


Si bien es cierto esta normativa no especifica el empleo de esta técnica para el diagnóstico en sistemas de transmisión por banda y polea, más bien se centra en la explicación de diversos parámetros que se deben tener en cuenta al momento de realizar termografía infrarroja en sistemas eléctricos y mecánicos.

Una de las consideraciones más importantes que ofrece la norma son las técnicas de termografía infrarroja, en donde sobresale la cuantitativa comparativa que se emplea cuando no exista datos numéricos referenciales para emitir un diagnóstico, a más de ello preexiste la cualitativa comparativa que permite conocer el estado de un elemento mediante el perfil térmico de un objeto, los dos métodos se basan en una comparación de elementos que trabajen bajo parámetros similares en cuanto a contexto operacional.


Por otro lado, la norma especifica la forma correcta para la recopilación de datos, donde se debe considerar las condiciones ambientales, emisividad, resolución espacial, conocimientos del termógrafo, acciones correctivas a recomendar, entre otros aspectos.

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	5	de	15	
		Procedimiento	1	de	3	
Realizado por:	Carolina Ulloa	Revisado por:	Luis López			
Procedimiento						
Ajuste de parámetros de la cámara termográfica						
Materiales	Equipos o herramientas	Documentos generados	Documentos empleados			
NA	Cámara termográfica	NA	Norma ISO 18434-1 Iconos del software			
N° operación	Descripción		Detalle			
1	Encender la cámara termográfica mediante el botón de encendido.		Tener pulsado del botón de encendido un intervalo de 5 a 10 segundos.			
2	Elegir la opción DSIE para la Captura de termogramas.		En el menú de inicio seleccionar la opción mode y escoger la opción DSIE.			
3	Configurar la cámara en el punto de máxima temperatura.		Dirigirse al menú de inicio y elegir la opción measure y presionar el cursor enter en High point.			
4	Configurar la cámara en iron red		En el menú de inicio escoger la opción color y seleccionar la opción iron red.			
5	Configurar la emisividad		Ingresar al menú de opciones (options), elegir el ítem temp set y seleccionar radiate y establecer un valor de 0,95.			

6	Configurar las unidades de medida de temperatura	Ingresar al menú de opciones (options), seleccionar el ítem temp set y elegir temperatura unit, establecerla en grados Celsius.
7	Configurar las unidades de medida de longitud	Ingresar al menú de opciones, seleccionar el ítem temp set y elegir temperatura unit y establecer en unidades de sistema internacional.
8	Configurar la distancia de enfoque	Ingresar al menú de opciones y seleccionar el ítem image set y elegir focus distance y establecerla en 1 m.

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	6	de	15	
		Procedimiento	2	de	3	
Realizado por:		Carolina Ulloa		Revisado por: Luis López		
Procedimiento						
Realizar la captura de los termogramas del sistema de transmisión de movimiento por banda y polea.						
Equipos	Materiales o herramientas	Documentos generados	Documentos empleados			
<ul style="list-style-type: none"> • Cámara termográfica • Anemómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta negra o Taípe • Guaipe 	NA	NORMA ISO 18434-1:2008			
N° operación	Descripción		Detalle			

1	Verificar que el elemento a inspeccionar esté en funcionamiento.	El elemento debe estar a pleno trabajo caso contrario no se puede continuar.
2	Asegurar que las condiciones del medio ambiente sean óptimas para la toma de datos.	Tomar datos de referencia de humedad relativa y temperatura ambiente, conforme a las recomendaciones de la norma establecido en el punto 10 literal a y b.
3	Ubicar de forma perpendicular al elemento a inspeccionar.	La distancia entre el objeto y la persona especializada debe ser aproximadamente de 1 m.
4	Enfocar la cámara termográfica al elemento a realizar el termograma	En la pantalla de la cámara se debe observar en su totalidad y debe estar centrado el elemento inspeccionado, de acuerdo con el punto 10 literal d de la norma.
5	Capturar el termograma	Mediante el pulsador ubicado en el mango de la cámara capturar la imagen. Realizar un mínimo de 3 termogramas para tener mayor confiabilidad.
6	Guardar el termograma en la memoria de la cámara termográfica	En la pantalla aparece una notificación que permite guardar o eliminar el termograma efectuado.

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	7	de	15	
		Procedimiento	3	de	3	
Realizado por:		Carolina Ulloa		Revisado por:		
				Luis López		
Procedimiento						

Análisis y diagnóstico de los termogramas mediante software Infra Report Dalí			
Equipos	Materiales o herramientas	Documentos generados	Documentos empleados
Computadora	Cable USB	Reporte Termográfico	Simbología de iconos del software
N° operación	Descripción	Detalle	
1	Importar el termograma hacia el software.	Mediante la opción IR IMAGE TOOL.	
2	Importar la imagen real del elemento al software.	A través la opción PHOTO OBJECT.	
3	Seleccionar las áreas de análisis	En la barra de herramientas se selecciona la opción circle y marcar las áreas de interés	
4	Generar una tabla con la información del termograma y sus respectivos valores.	En la barra de herramientas se selecciona la opción result table y se elige los siguientes parámetros: emisividad, temperatura ambiente, temperatura máxima, temperatura mínima, Humedad relativa.	
5	Calcular la variación de temperatura del ambiente con respecto a la absoluta.	Para este apartado se emplea la siguiente fórmula: $\Delta T = (\text{Temperatura Máxima} - \text{Temperatura ambiente})$	
6	Identificar si la variación de temperatura de las poleas y la banda sobrepasa el nivel de alerta.	Se debe realizar un análisis próximo al elaborado en el capítulo 3 de la presenta investigación	
7	Ordenar monitoreo	Esta operación se debe realizar únicamente en el caso que la temperatura de bandas o poleas sobrepase el nivel de alerta calculado mediante análisis estadístico que se detalla en el capítulo 3.	
8	Generar el reporte termográfico del análisis realizado.	El modelo del reporte termográfico se especifica en el Anexo (1) el cual contiene el diagnóstico	

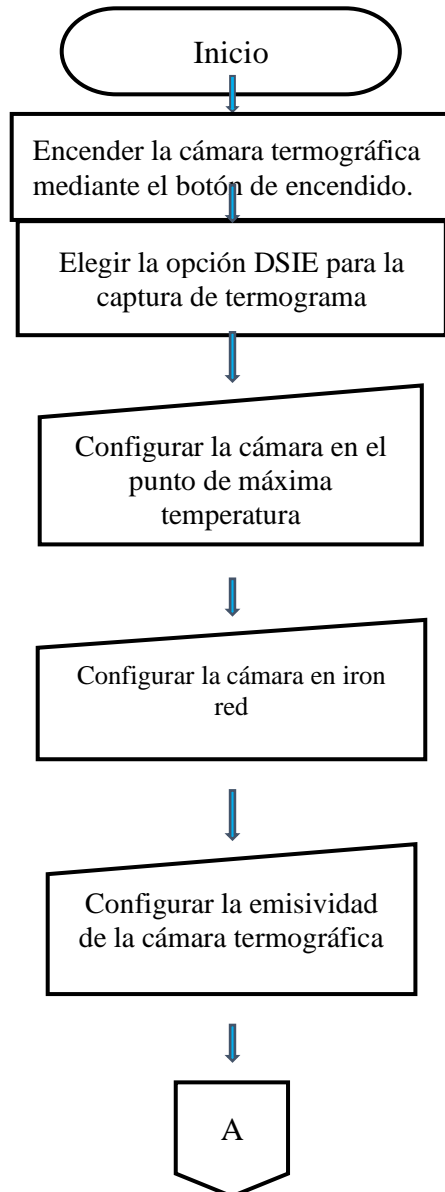



Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29	
	Versión:		01	
	Página	8	de	15
	Procedimiento	1	de	3

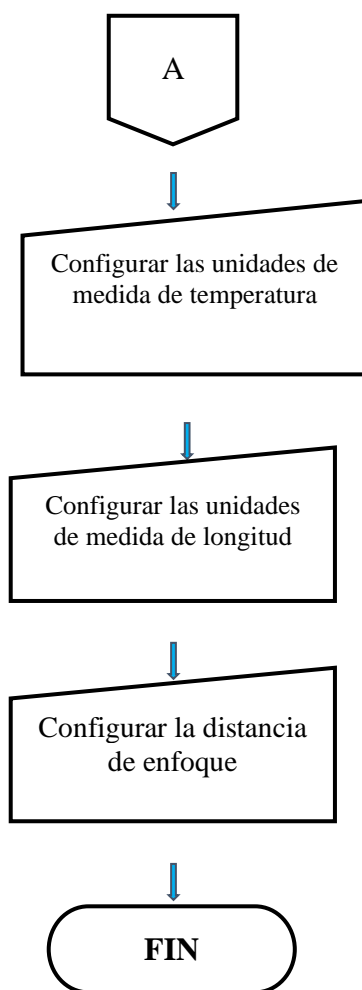
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López
----------------------	----------------	---------------------	------------


Diagramas de flujo

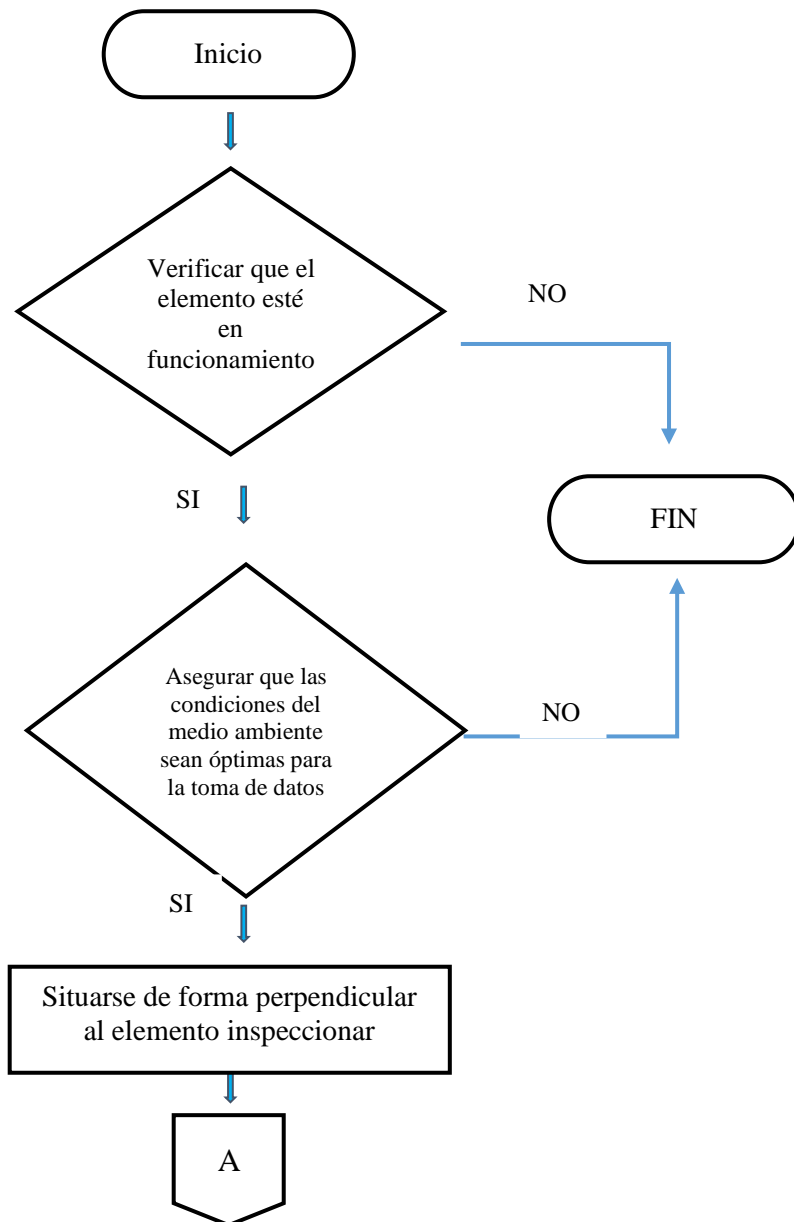
Ajuste de parámetros de la cámara termográfica




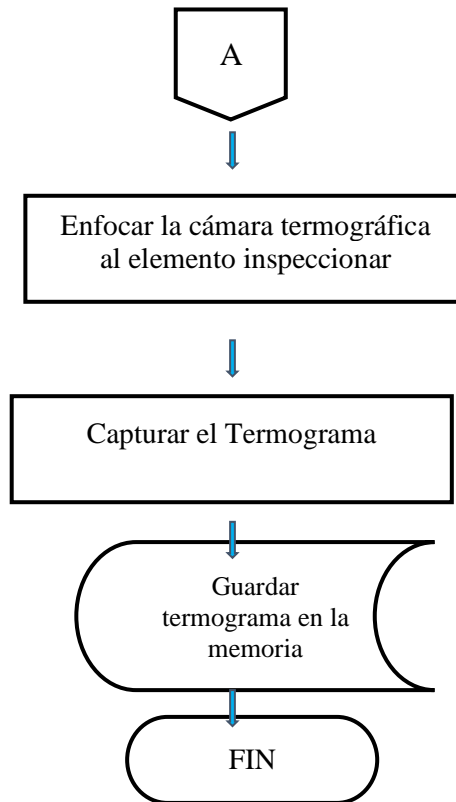
	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	9	de	15	
		Procedimiento	1	de	3	
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Diagrama de flujo						
Ajuste de parámetros de la cámara termográfica						




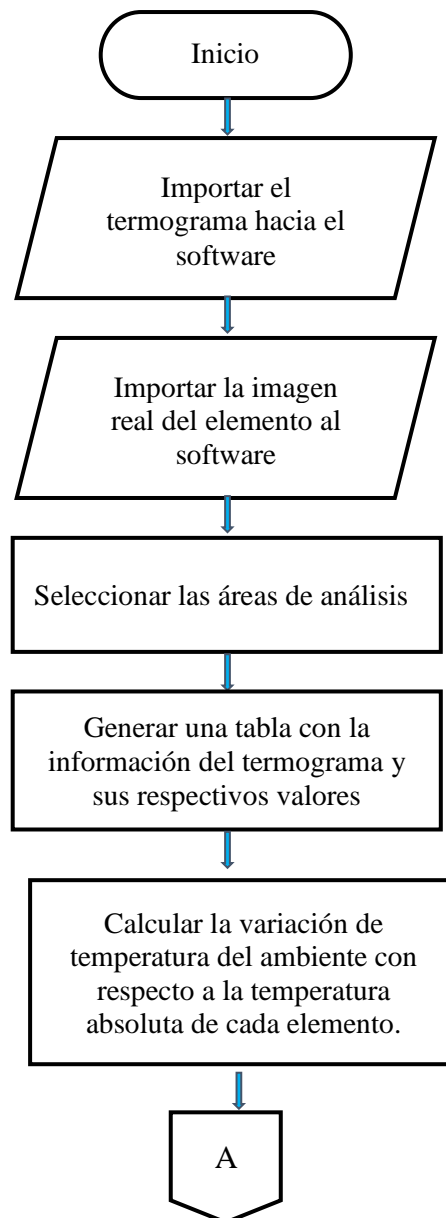
	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29	
		Versión:		01	
		Página	10	de	15
		Procedimiento	2	de	3
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López		
Diagrama de flujo					
Realizar la captura de los termogramas del sistema de transmisión de movimiento por banda y polea					




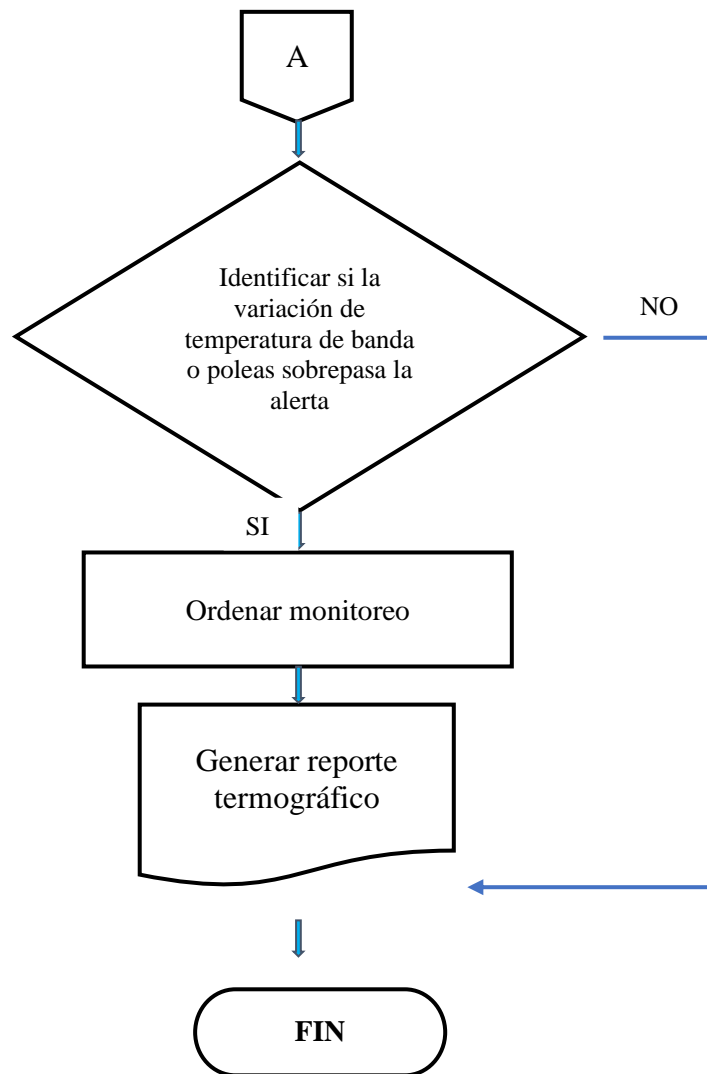
	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	11	de	15	
		Procedimiento	2	de	3	
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Diagrama de flujo						
Realizar la captura de los termogramas del sistema de transmisión de movimiento por banda y polea						




	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	12	de	15	
		Procedimiento	3	de	3	
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Diagrama de flujo						
Análisis y diagnóstico de los termogramas mediante software Infra Report Dalí						



	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	13	de	15	
		Procedimiento	3	de	3	
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Diagrama de flujo						
Análisis y diagnóstico de los termogramas mediante software Infra Report Dalí						



	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	14	de	15	
		Procedimiento				
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Glosario de términos						

Emisividad: La ISO 18434-1 establece a la emisividad como la relación entre la radiación de una superficie objeto y la de un cuerpo negro a la misma temperatura en el mismo intervalo espectral

Termografía Infrarroja (IRT): La Norma ISO 18434-1 deduce a la termografía infrarroja como la adquisición y análisis de información térmica de dispositivos de imágenes térmicas sin contacto


Termograma: Según la norma ISO 18434-1 define al termograma como un mapa térmico o imagen de un objeto donde los tonos grises o los matices de color representan la distribución de la energía radiante térmica infrarroja sobre la superficie de un cuerpo.

Procedimiento: La ISO 9000, define a un procedimiento como la forma concreta para realizar una actividad o un proceso.

Modo de fallo: La norma UNE EN 13036 (2018) limita manera en que se produce la inaptitud de un elemento para realizar una función requerida.

Temperatura Ambiente: Según el diccionario OSMAN define como el estado del ambiente que se manifiesta en el aire y en los cuerpos en forma de calor.

Temperatura Absoluta: Es la temperatura medida con respecto a una escala indicada en el cero absoluto.

	Manual de procedimiento para inspecciones con termografía infrarroja en sistemas de transmisión de movimiento en procesos industriales	Fecha de realización		2022/11/29		
		Versión:		01		
		Página	15	de	15	
		Procedimiento				
Realizado por	Carolina Ulloa	Revisado por	Luis López			
Glosario de términos						

Reporte termográfico: De acuerdo con el diccionario de la real academia de la lengua Es la recolección de información sobre la temperatura de un elemento o equipo inspeccionado.

Enfoque: Es el punto de vista que se toma al analizar un elemento.

Variación de temperatura: Es la diferencia entre la temperatura de un elemento y la temperatura ambiente.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se desarrolló un estudio del estado del arte referente a inspecciones industriales con termografía infrarroja donde se pudo notar la escasa aplicación de esta técnica en sistemas de transmisión de movimiento por banda y polea, además la información disponible referente a esta herramienta aplicada a estos mecanismos es finita, donde se denota la poca precisión que se tiene al momento de emitir un diagnóstico en comparación con otras técnicas más sofisticadas como el análisis de vibraciones, sin embargo, se presenta como una alternativa más económica y versátil para el monitoreo de maquinaria con este tipo de mecanismos en pequeñas y medianas industrias. Por otro lado, en el área eléctrica es una herramienta prometedora puesto que se puede obtener un diagnóstico fiable, seguro y rápido de los elementos.

Se evaluó técnicamente el módulo de pruebas construido a propósito del presente trabajo de investigación el cual está compuesto por un mecanismo de transmisión por banda y polea impulsado por un motor eléctrico de $\frac{1}{4}$ Hp con sus respectivos elementos de protección, mandos y controles eléctricos, la unidad mecánica sirvió de base para la toma de datos en condiciones normales (poleas alineadas y banda templada correctamente) y adversas (poleas desalineadas y banda sobre templada) que fueron analizadas mediante estadística cuya información se tomó como referencia para emitir un diagnóstico dentro del manual de procedimientos.

Se aplicó las recomendaciones de la norma ISO 18434-1 en lo que refiere a configuración de parámetros en cámaras termográficas, consideraciones para tener en cuenta al momento de la toma de datos o termogramas, análisis de termogramas y conceptos relacionados con esta técnica, para el diagnóstico se tomó como referencia la información recabada del análisis estadístico desarrollado en el capítulo 3 de acuerdo con la población y la muestra previamente calculada.

Se elaboró un manual compuesto por 3 procedimientos básicos con sus respectivas operaciones que refieren al manejo y configuración de parámetros de la cámara termográfica, captura de termogramas y finalmente el análisis y diagnóstico, cada procedimiento cuenta con un diagrama de flujo, documentos de referencia, documentos generados y el detalle de cada

operación con el propósito de facilitar la comprensión a fin de reducir errores y tiempos innecesarios.

6.2. Recomendaciones

Continuar con la investigación referente a esta herramienta (termografía infrarroja) aplicada a diferentes sistemas y mecanismos a fin de recabar información que permita ampliar el campo de aplicación de la termografía infrarroja en el área industrial.

Al momento de realizar la evaluación técnica se debe considerar las condiciones reales de trabajo del mecanismo de transmisión de movimiento por banda y polea, con base en ello se puede realizar el monitoreo del elemento.

Se recomienda recurrir a la norma ISO 18434-1, puesto que los procedimientos descritos se detallan con base en la misma.

Para aplicar la técnica en estas unidades mecánicas de transmisión de movimiento por correa y polea es necesario aplicar de forma correcta y secuencial los 3 procedimientos descritos en el manual que permita obtener un diagnóstico confiable del mecanismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Carvalho, R., & Nieto, E. (2020). *Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI ENGINEERS S.A.C.* (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte). Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26027/Carvalho%20Cumpa%20c%20Ruben%20Ivan%20-%20Nieto%20Narciso%2c%20Ernesto%20Ronald%20-%20Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinoza, C., & Femat, A. (2021). Termografía infrarroja pasiva aplicada a sistemas de detección de fallas: *Termografía infrarroja*. 14(2). [1-13]. Recuperado de <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/536/597>
- Fabrycky, W., & Torgersen, P. (1966). Operations Economy industrial applications of operational research. Englewood: *Prentice-hall*. 15(3). [1-33]. Recuperado de http://www.prothius.com/docencia/L_CN-LC-13-2010-web.pdf
- Flores, J. (2017). *SISTEMAS DE TRANSMISIÓN MECÁNICA*. (Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS). Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15454/EG-1080-%20Flores%20Garc%C3%ADa%2C%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, J. C. (2017). *Sistemas de Transmisión Mecánica*. (Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS). Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15454/EG-1080-%20Flores%20Garc%c3%ada%2c%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guiracocha, R. (2017). *Establecimiento de una base de datos de señales de vibraciones acústicas e imágenes termográficas infrarrojas para un sistema mecánico rotativo con la combinación de diferentes tipos de fallos y elaboración de guías de prácticas para detección de fallos en engranajes* (Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7587>
- López Nayla. (2018). *Mantenimiento preventivo y correctivo aservidores a través de manuales de procedimientos en una organización gubernamental* (Tesis de pregrado,

- Universidad Autónoma del estado de México). Recuperado de:
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/99314>
- Hernández, E. (2020). *Cámaras termográficas (IR térmico)*.
<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21422>
- ISO. (2008). *Condition monitoring and diagnostics of machines — Thermography —*
http://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2015/09/ISO_18434-1.pdf
- ISO. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad*
- Jáuregui, A. (2018). *Mundo Hvacr*. Recuperado de:
<https://www.mundohvacr.com.mx/2015/01/ventajas-de-la-termografia/>
- Rocha, J. H. A., & GALINDO-AÑEZ, G. (2019). Inspección De Puentes De Hormigón Armado Con Termografía Infrarroja: Estudio De Caso. *MEMORIAS CONPAT*. [12-40].
<https://doi.org/10.21041/CONPAT2019/V2PAT16>
- Royo, R., & Cañada, M. (2016). *Termografía Infrarroja Nivel II*. Recuperado de:
<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/114218>
- Quintana, E. A. (2020). *Diseño de un sistema de transmisión polea-banda*. Recuperado de:
<https://www.monografias.com/trabajos82/disenosistema-trasmision-polea-banda/disenosistema-trasmision-polea-banda2.shtml>
- Sánchez, C. (2021). *Técnica e interpretación adecuadas para mediciones infrarrojas en el mantenimiento predictivo de equipos eléctricos*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Centro Del Perú). Recuperado de:
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7320>
- Tapia, G. (2019). *Diagnóstico de Fallas en Máquinas Eléctricas de la Planta BALMISA por análisis de Termografía*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil). Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12743>
- UNE EN 13306. (2018). *Terminología del mantenimiento*

ANEXOS

Anexo 1: Reportes termográficos condiciones Ideales

REPORTE TERMOGRAMA N°.01

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	19/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	14:32

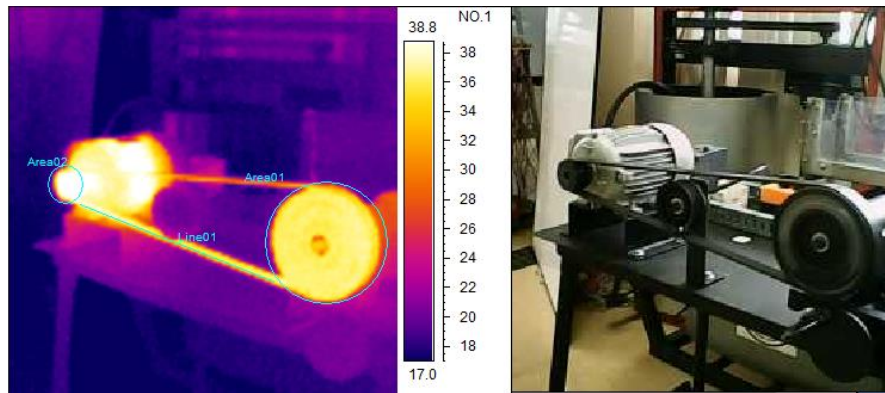


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	23 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	37,5 °C
AREA 02: MAX TEMP	40 °C
LINE 01: MAX TEMP	37,9 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	14,5 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	17 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	14,9 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.02

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	19/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	15:03

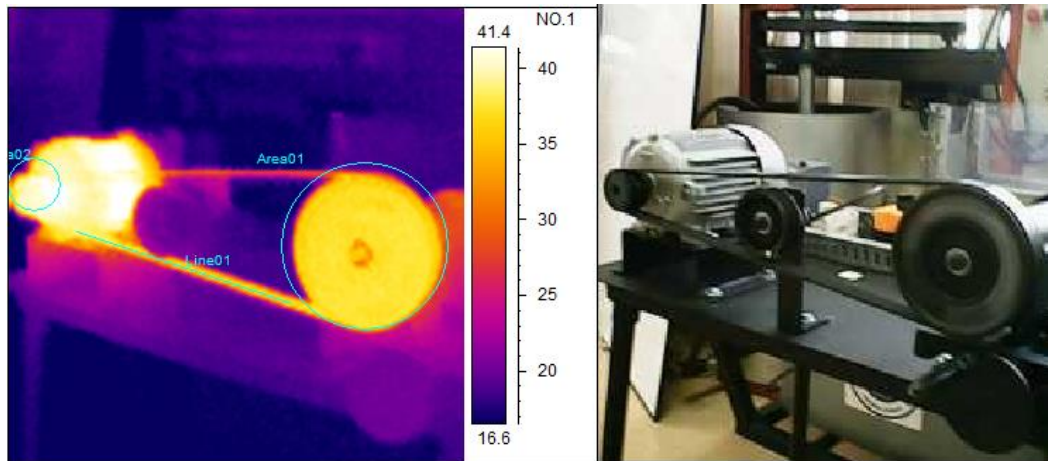


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	23 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	38,7 °C
AREA 02: MAX TEMP	42,3 °C
LINE 01: MAX TEMP	39,2 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	15,7 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	19,3 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	16,2 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.03

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	19/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	15:34

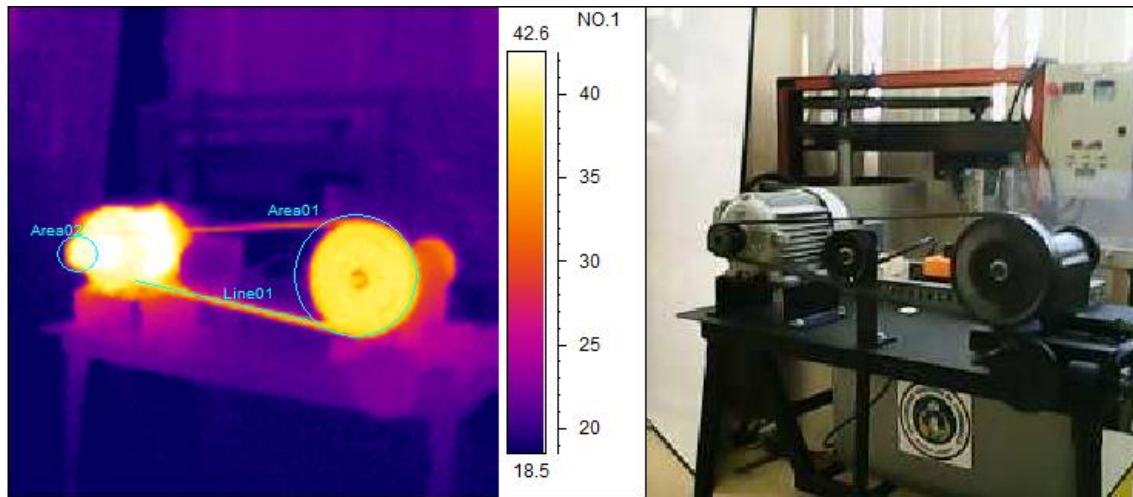


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	23 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	40,4
AREA 02: MAX TEMP	43,3
LINE 01: MAX TEMP	40,5
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	17,4
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	20,3
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	17,5

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.04

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	20/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	16:04

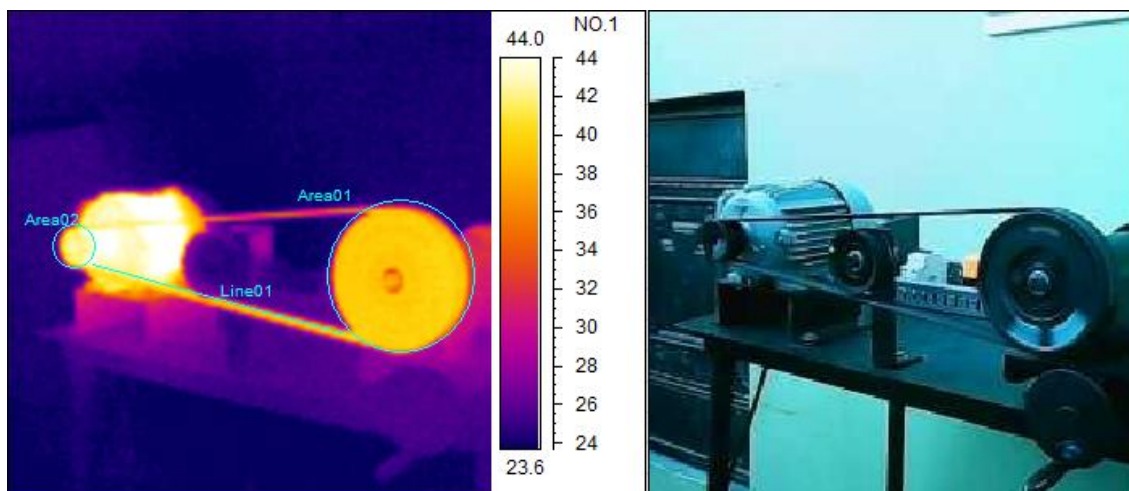


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	24 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	40,8
AREA 02: MAX TEMP	43,6
LINE 01: MAX TEMP	42,3
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	16,8
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	19,6
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	18,3

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.05

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	19/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	16:45

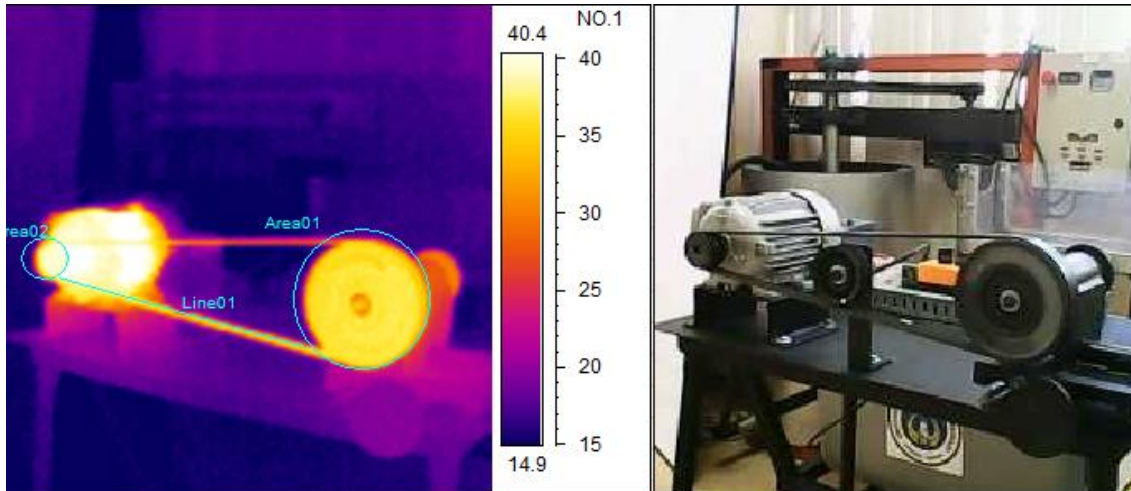


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	22 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	37,8
AREA 02: MAX TEMP	41,1
LINE 01: MAX TEMP	39,1
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	15,8
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	19,1
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	17,1

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.06

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	20/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	17:18

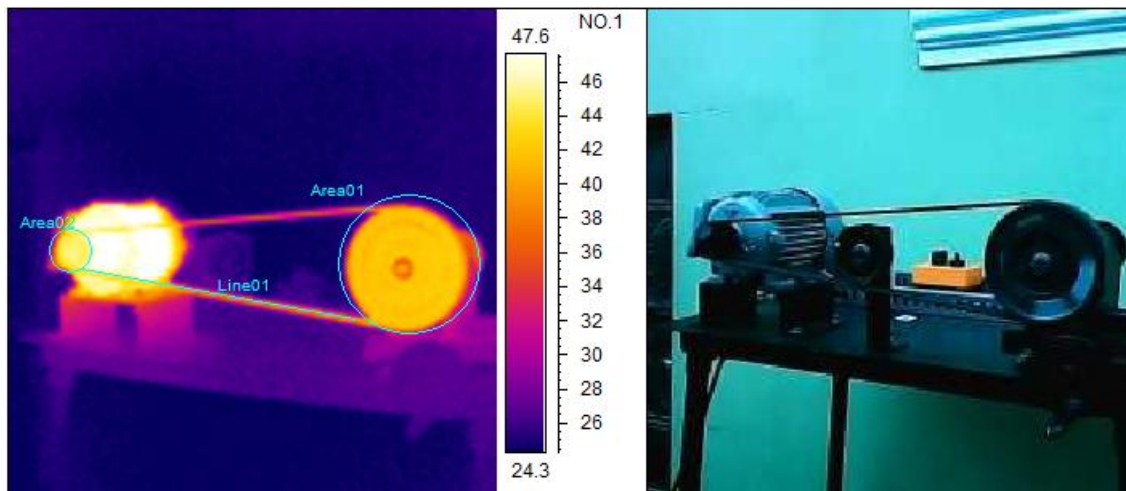


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	21 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	43,3
AREA 02: MAX TEMP	46
LINE 01: MAX TEMP	46,1
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	22,3
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	25
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	25,1

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.07

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	20/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	17:48

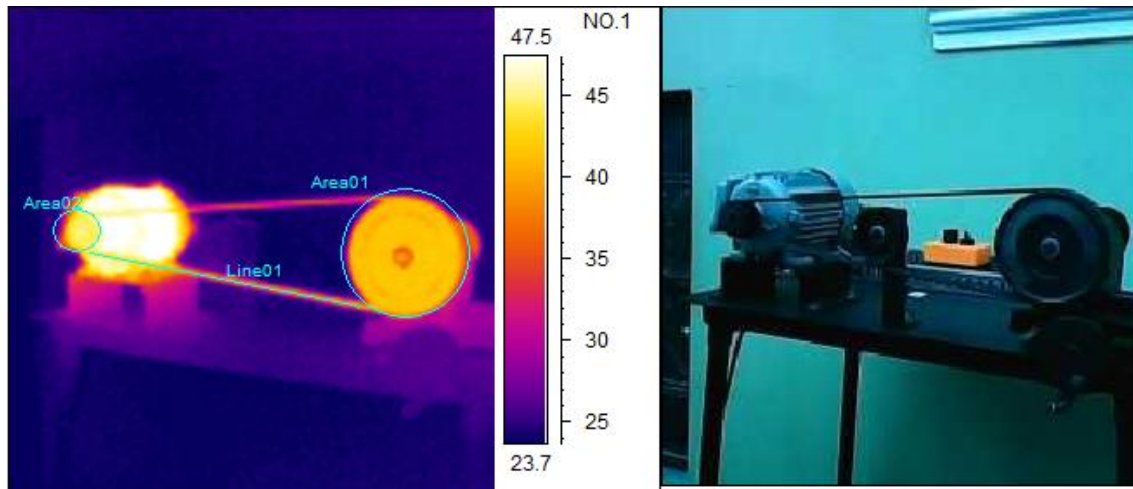


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	20 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	42,8
AREA 02: MAX TEMP	47,3
LINE 01: MAX TEMP	45,9
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	22,8
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	27,3
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	25,9

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.08

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	09:51

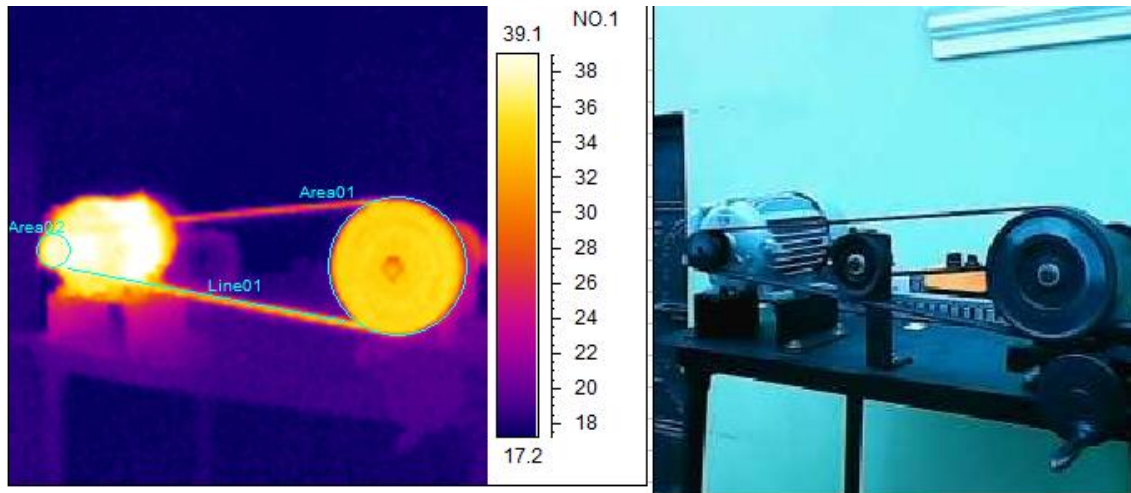


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	16 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	36,1
AREA 02: MAX TEMP	38,7
LINE 01: MAX TEMP	38
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	20,1
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	22,7
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	22

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.09

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	10:22

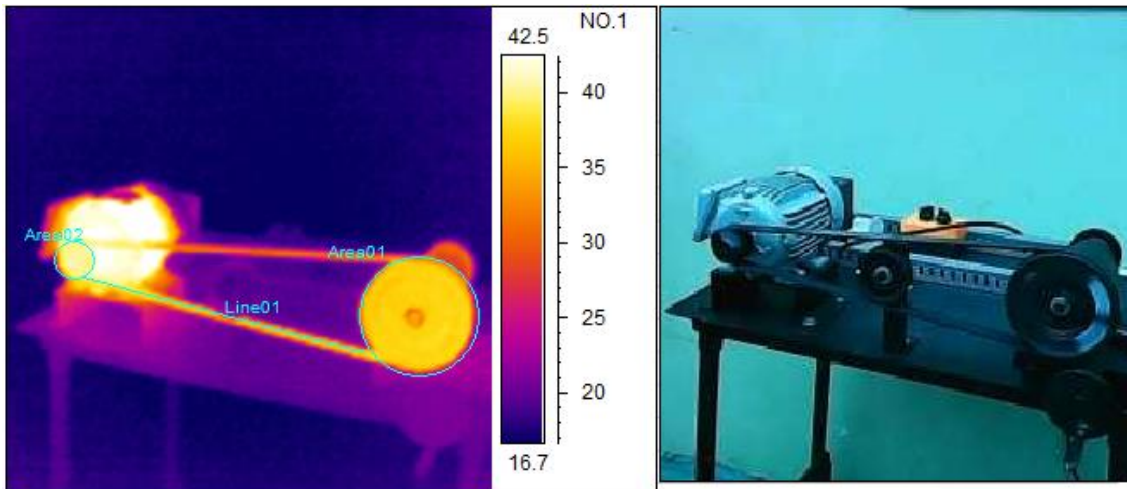


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	16 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	38,9
AREA 02: MAX TEMP	41,8
LINE 01: MAX TEMP	40,1
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	22,9
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	25,8
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	24,1

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.10

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	10:52

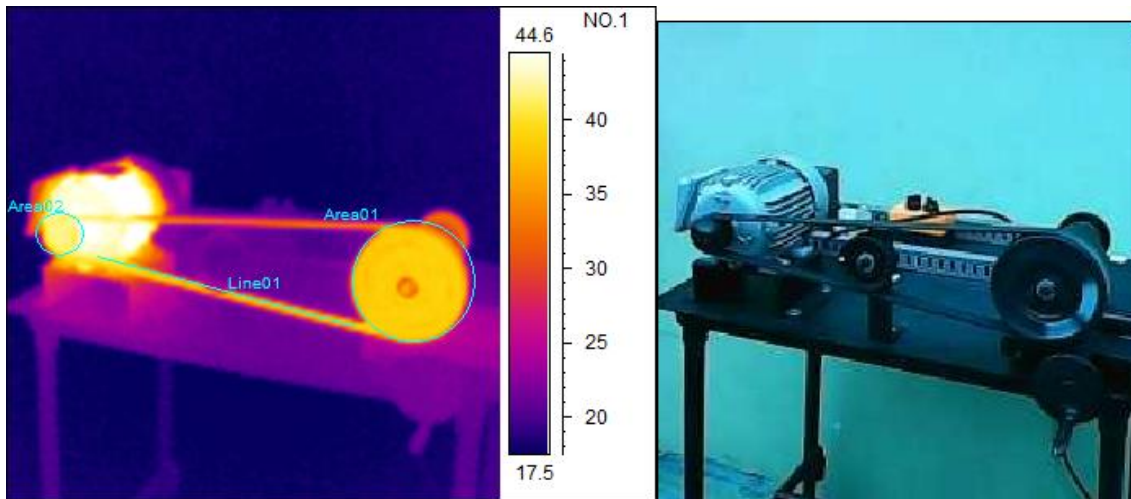


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	17 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	40
AREA 02: MAX TEMP	44,9
LINE 01: MAX TEMP	42,2
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	23
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	27,9
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	25,2

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.11

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	11:22

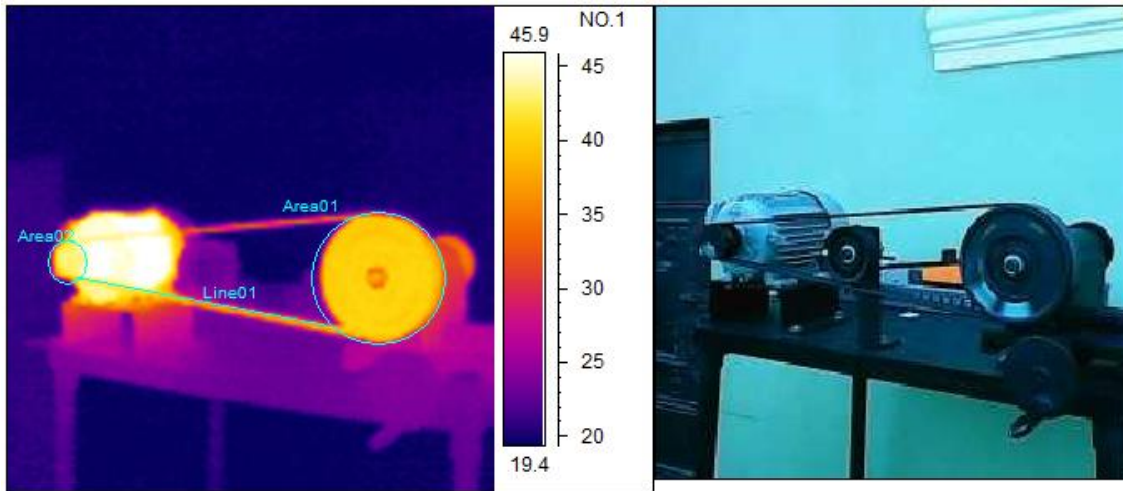


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	19 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	41,5
AREA 02: MAX TEMP	45,4
LINE 01: MAX TEMP	43,5
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	22,5
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	26,4
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	24,5

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.12

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	12:30

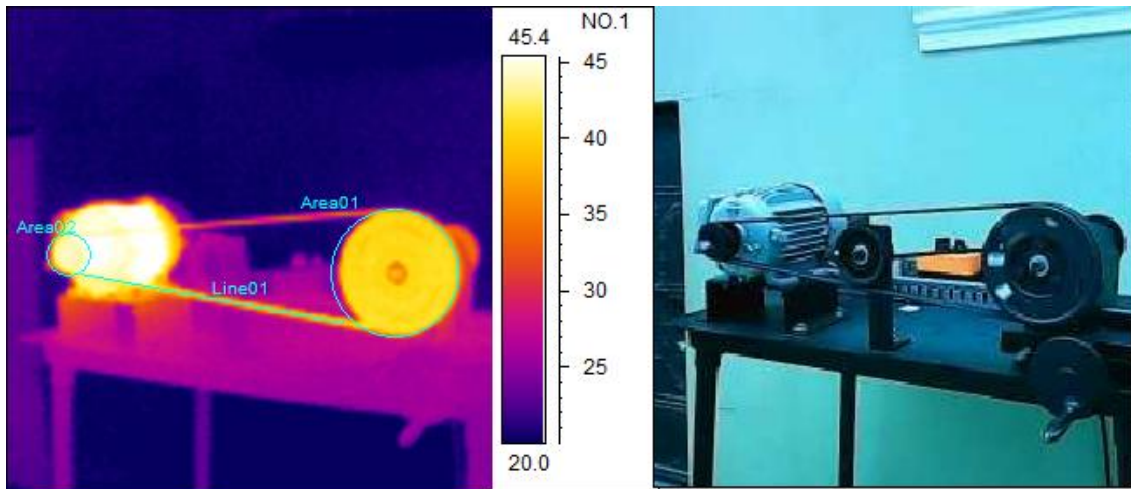


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	20 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	42,1
AREA 02: MAX TEMP	45,3
LINE 01: MAX TEMP	43,6
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	22,1
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	25,3
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	23,6

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.13

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	13:00

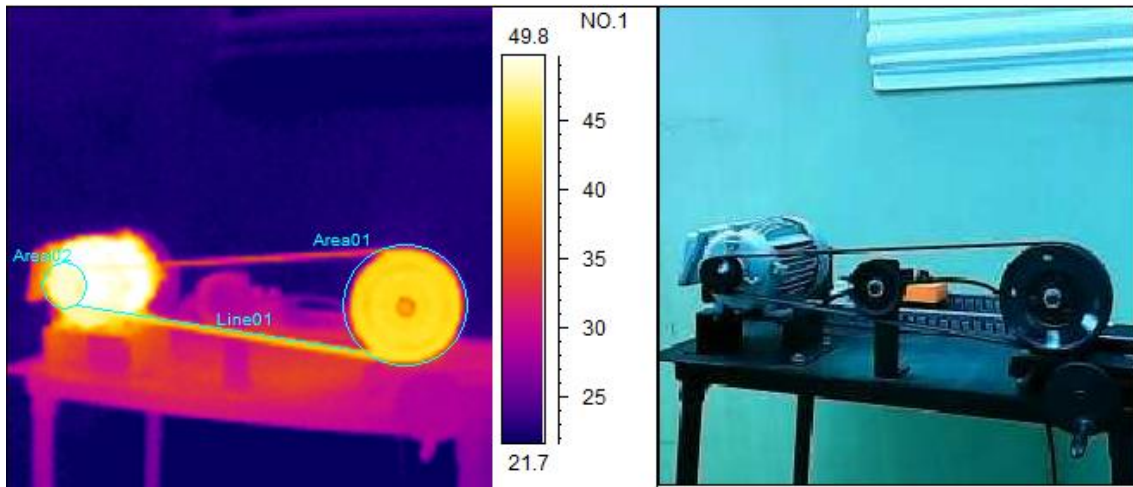


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	22 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	45,9
AREA 02: MAX TEMP	49,4
LINE 01: MAX TEMP	48,8
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	23,9
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	27,4
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	26,8

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.14

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	14:20

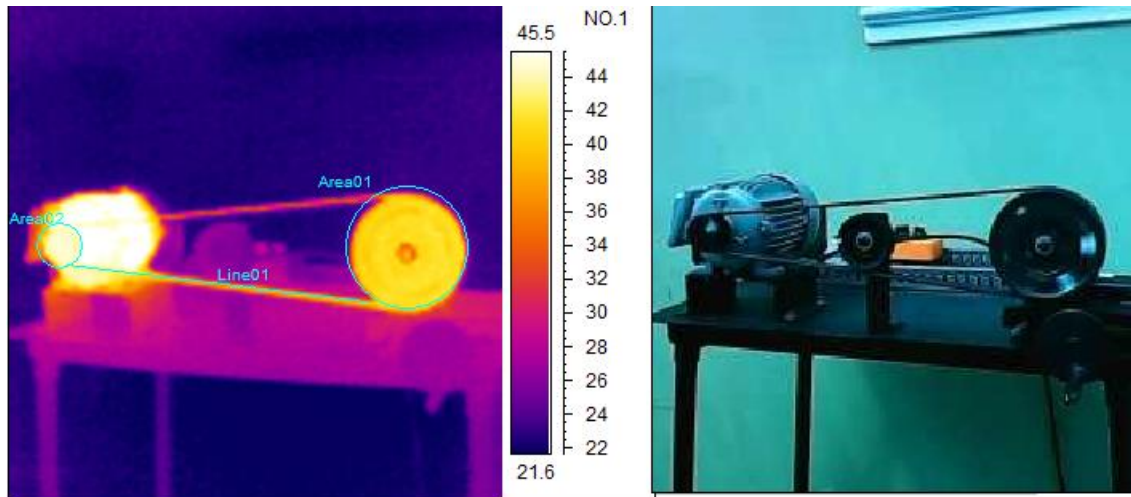


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	24 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	42,6
AREA 02: MAX TEMP	45,2
LINE 01: MAX TEMP	44,1
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	18,6
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	21,2
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	20,1

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.15

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	14:50

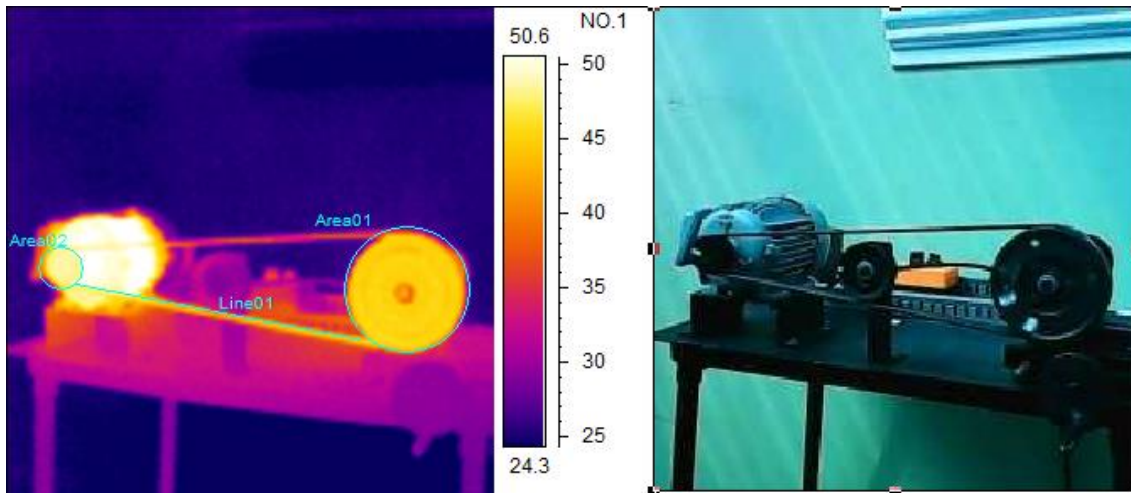


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	23 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	46,6
AREA 02: MAX TEMP	49,4
LINE 01: MAX TEMP	49,6
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	23,6
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	26,4
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	26,6

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.16

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	15:21

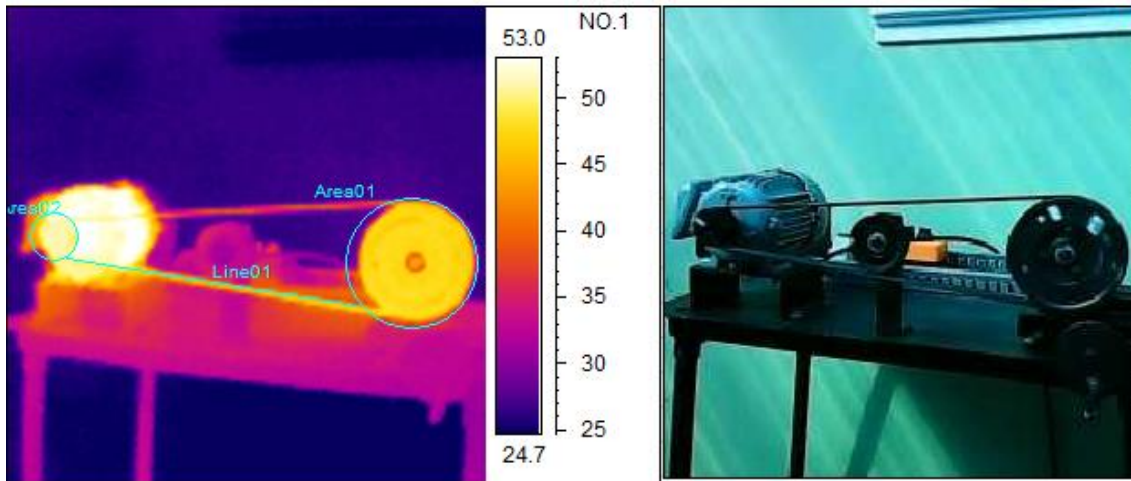


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	25 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	49,2
AREA 02: MAX TEMP	53
LINE 01: MAX TEMP	51,9
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	25,2
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	29
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	27,9

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.17

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	15:51

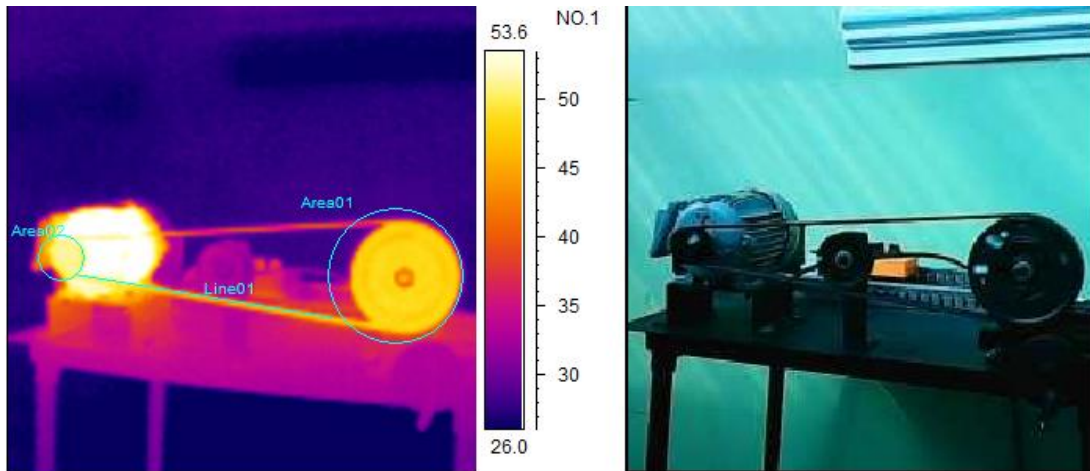


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	25 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	49,7
AREA 02: MAX TEMP	52,7
LINE 01: MAX TEMP	51,5
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	25,7
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	28,7
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	27,5

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

REPORTE TERMOGRAMA N°.18

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	21/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	16:22

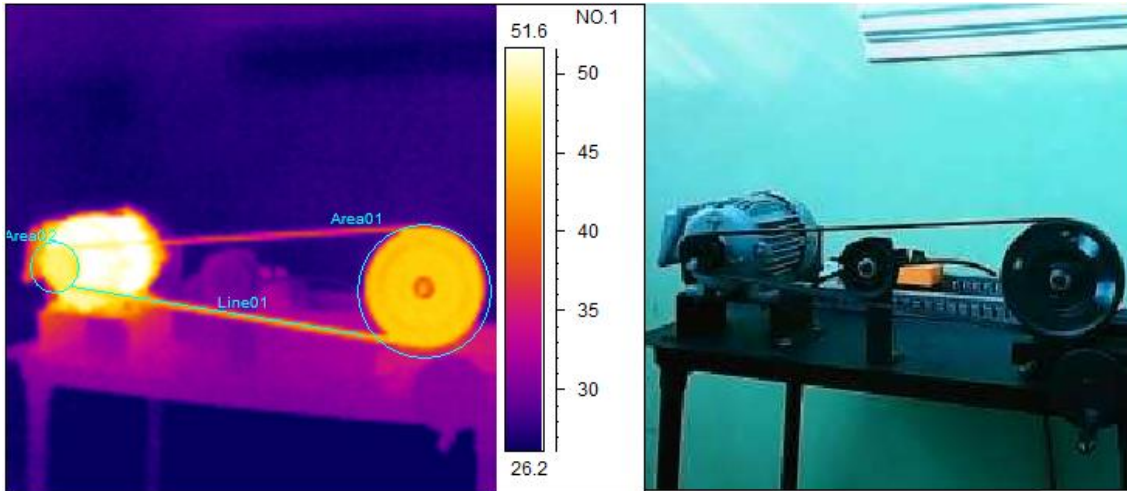


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	26 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	47,1
AREA 02: MAX TEMP	50,7
LINE 01: MAX TEMP	48,7
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	25,1
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	28,7
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	26,7

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	N/A
SOLUCIÓN	N/A

Anexo 2: Reportes termográficos en condiciones adversas

REPORTE TERMOGRAMA N°.01

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	10:33

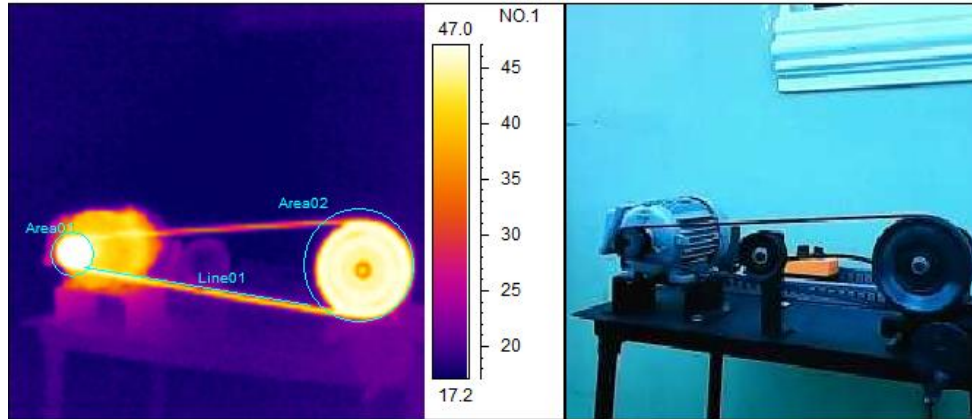


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	18 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	49,2 °C
AREA 02: MAX TEMP	47,0 °C
LINE 01: MAX TEMP	46,7 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	32,2 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	29 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	28,7 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.02

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	11:04

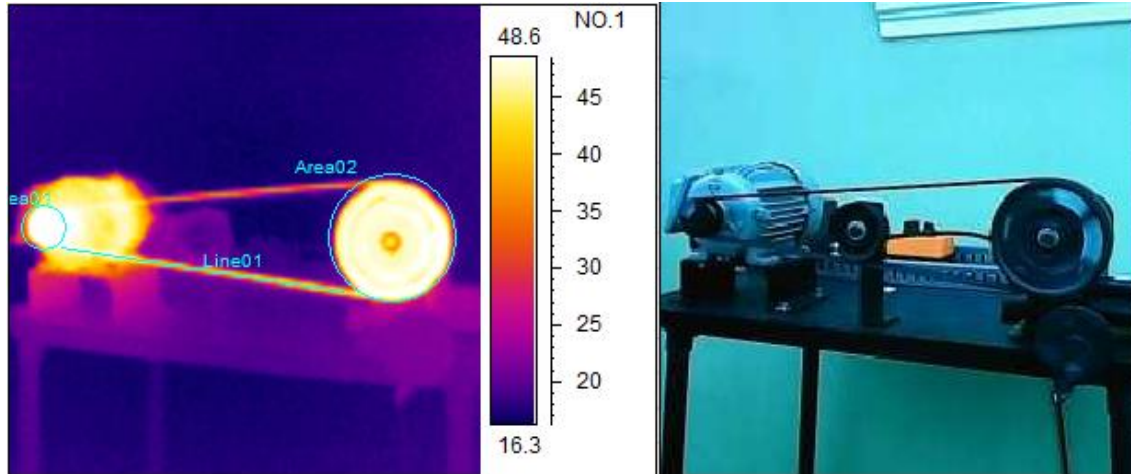


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	16 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	51,9 °C
AREA 02: MAX TEMP	49,1 °C
LINE 01: MAX TEMP	49,0 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	35,9 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	33,1 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	33 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.03

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	11:35

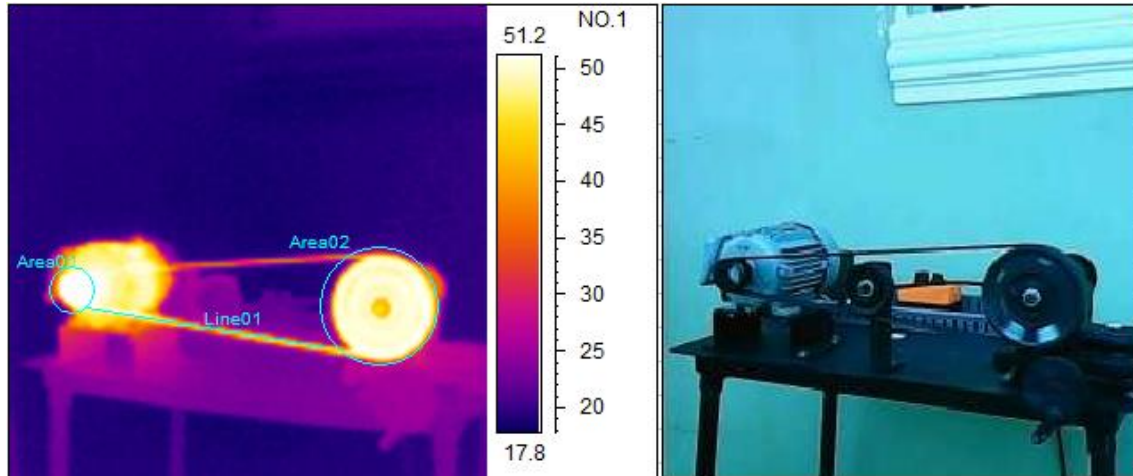


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	22 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	53,7 °C
AREA 02: MAX TEMP	51,3 °C
LINE 01: MAX TEMP	50,7 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	31,7 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	29,3 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	28,7 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.04

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	12:05

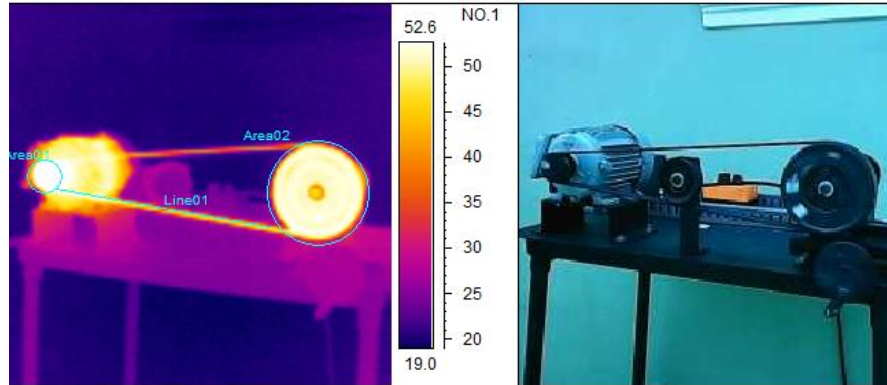


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	20 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	55,0 °C
AREA 02: MAX TEMP	52,8 °C
LINE 01: MAX TEMP	53,0 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	35 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	32,8 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	33°C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.05

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	12:35

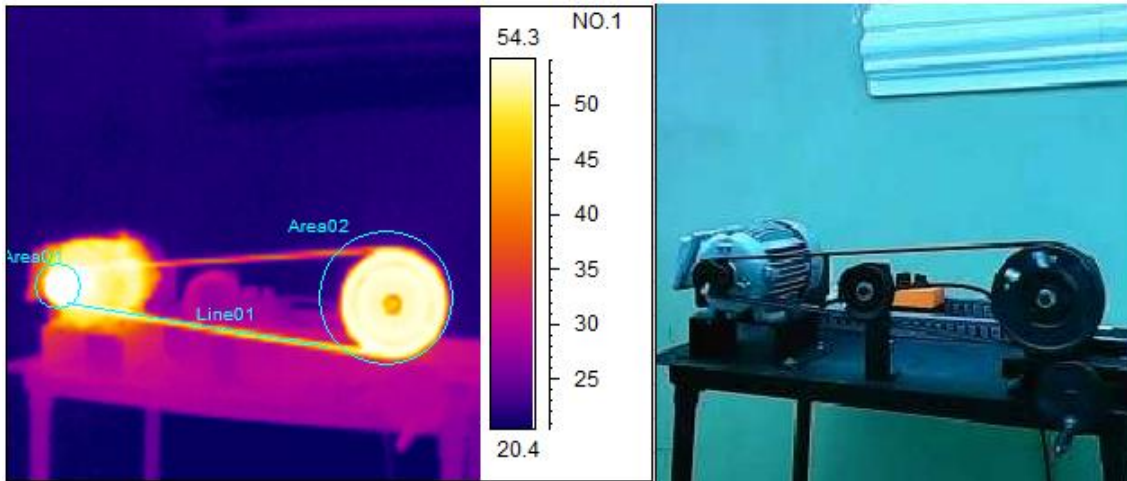


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	21 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	56,9 °C
AREA 02: MAX TEMP	54,4 °C
LINE 01: MAX TEMP	56,0°C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	35,9 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	33,4 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	35°C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.06

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	13:05

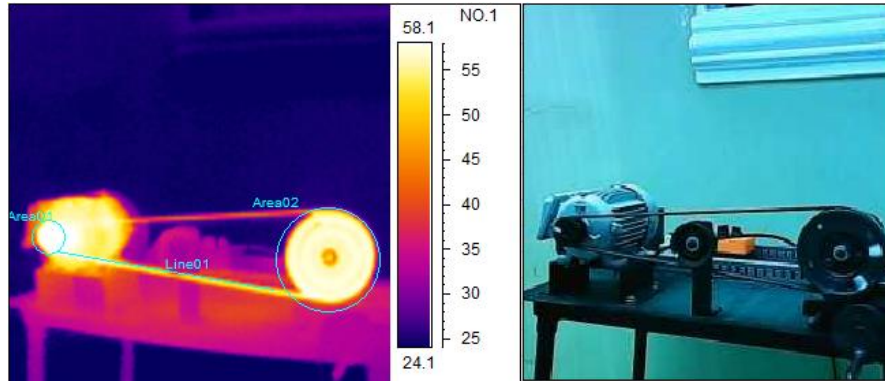


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	24 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	60,7 °C
AREA 02: MAX TEMP	58,3 °C
LINE 01: MAX TEMP	59,7 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	36,7 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	34,3 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	35,7 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.07

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	14:35

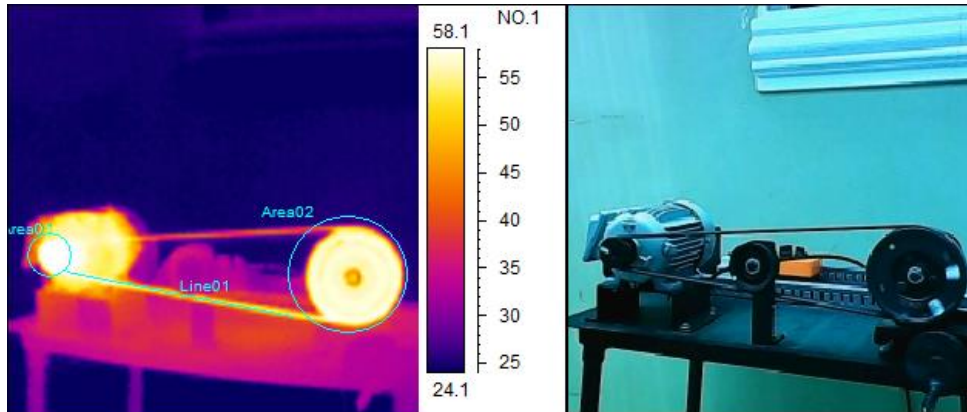


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	24 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	60,7 °C
AREA 02: MAX TEMP	58,3 °C
LINE 01: MAX TEMP	58,7 °C
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	36,7 °C
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	34,3 °C
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	34,7 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.08

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	15:05

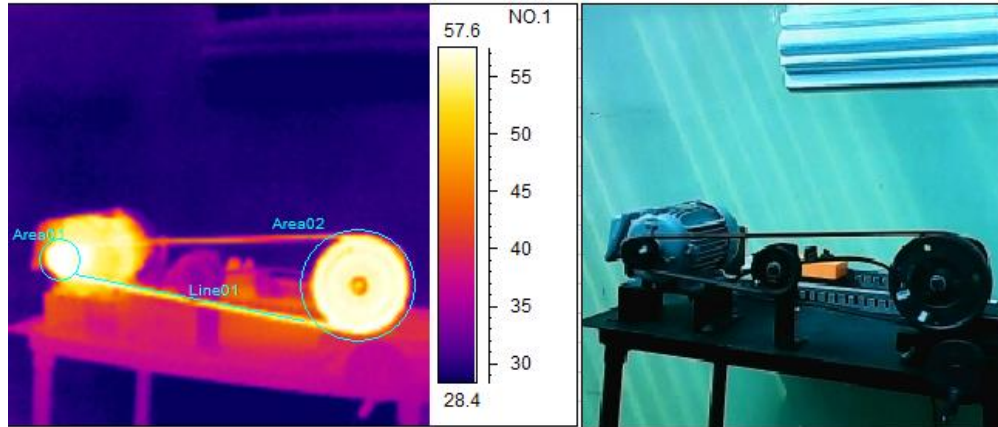


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	25 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	60 °C
AREA 02: MAX TEMP	57,8 °C
LINE 01: MAX TEMP	57,7 °C
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	35 °C
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	32,8 °C
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	32,7 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.9

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	15:35

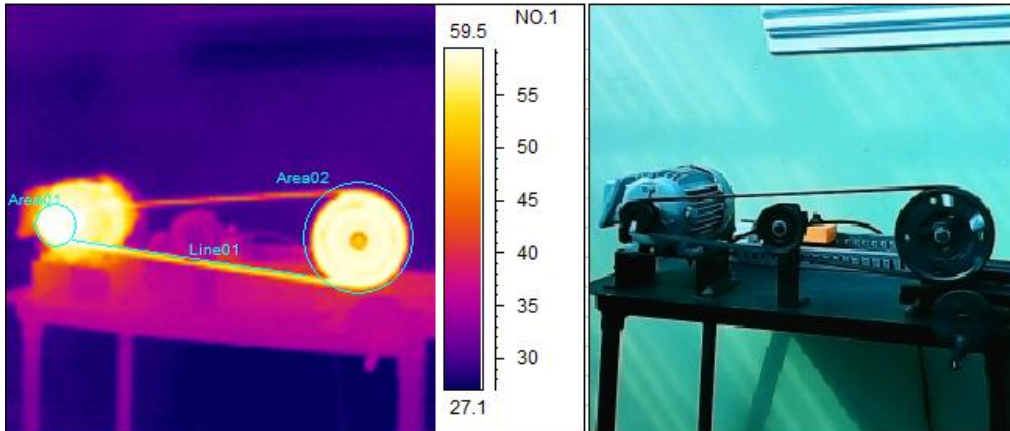


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	25 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	61,9 °C
AREA 02: MAX TEMP	59,4 °C
LINE 01: MAX TEMP	59,8 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	36,9 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	34,4 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	34,8 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.10

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	16:05

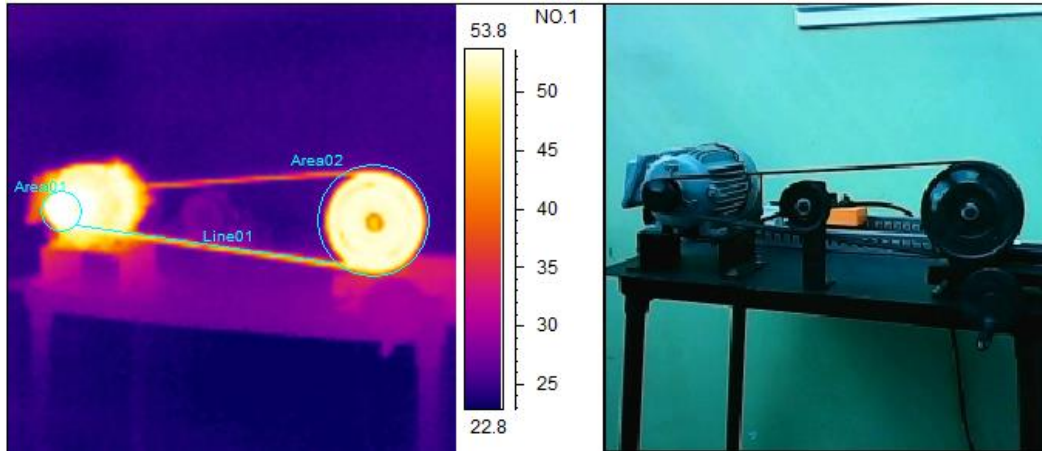


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	24 °C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	55,9 °C
AREA 02: MAX TEMP	53,7°C
LINE 01: MAX TEMP	53,8
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	31,9°C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	29,7°C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	29,8 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.11

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	16:35

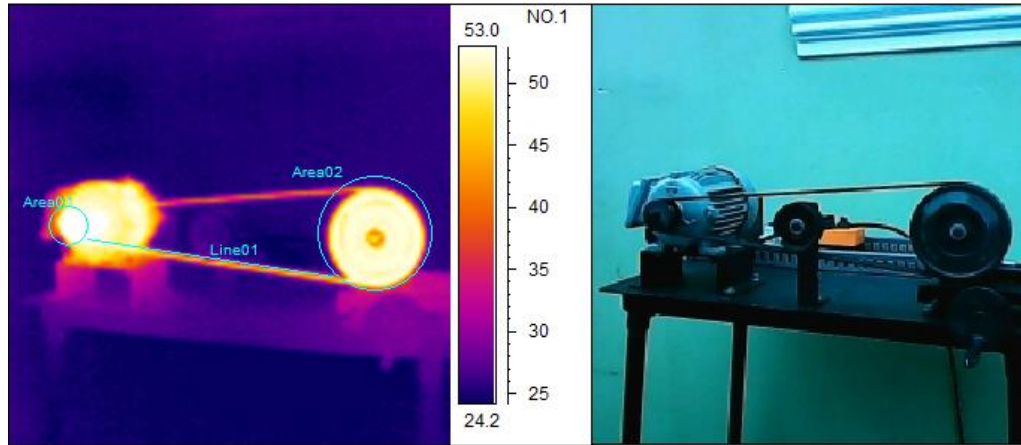


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	24°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	55 °C
AREA 02: MAX TEMP	52,8 °C
LINE 01: MAX TEMP	53,2 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	31°C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	28,8 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	29,2 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.12

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	17:05

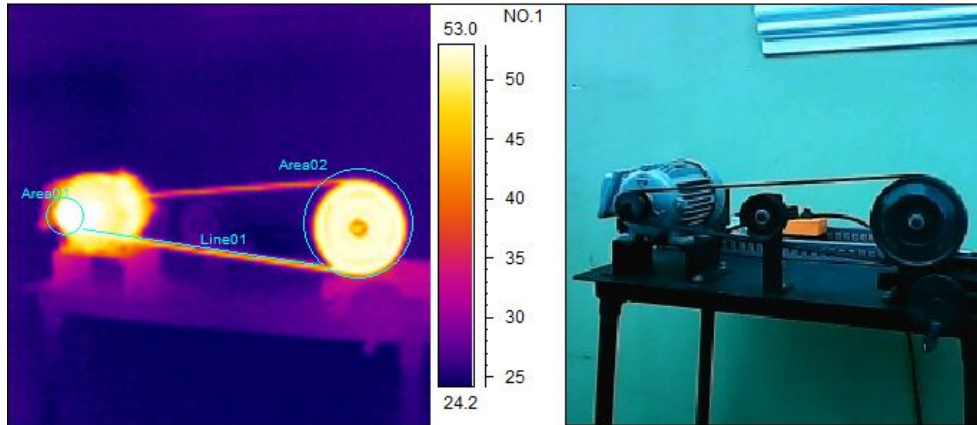


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	21°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	53,3°C
AREA 02: MAX TEMP	51,5 °C
LINE 01: MAX TEMP	53 °C
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	32,3 °C
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	30,5 °C
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	32 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.13

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	17:35

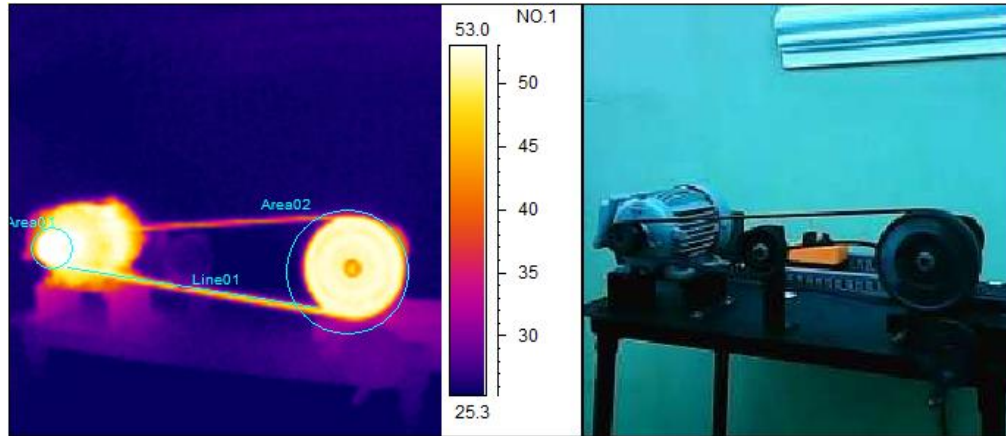


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	20°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	55,3 °C
AREA 02: MAX TEMP	52,7 °C
LINE 01: MAX TEMP	52,5 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	35,3 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	32,7 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	32,5 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.14

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	18:05

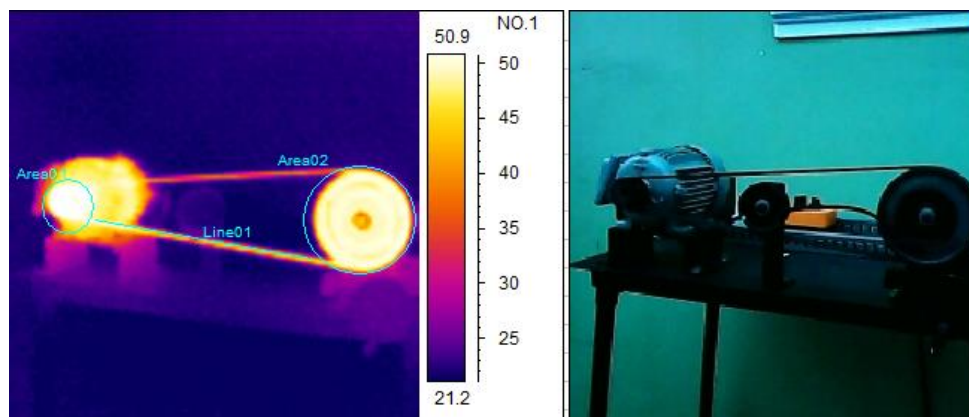


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	20°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	53,1 °C
AREA 02: MAX TEMP	50,8 °C
LINE 01: MAX TEMP	49,9 °C
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	33,1 °C
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	30,8 °C
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	29,9 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.15

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	18:35

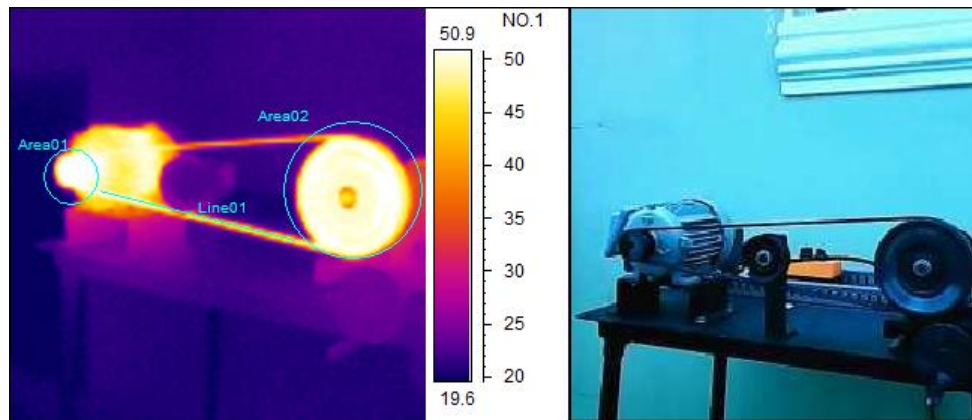


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	17°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	53,8°C
AREA 02: MAX TEMP	51,2 °C
LINE 01: MAX TEMP	50,7 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	36,8 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	34,2 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	33,7 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.16

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	19:05

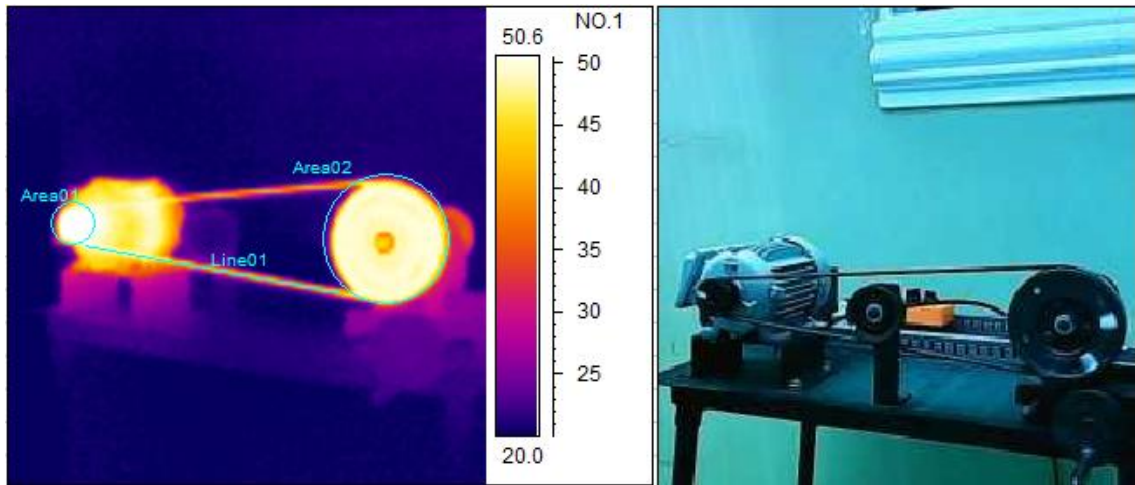


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	18°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	52,6 °C
AREA 02: MAX TEMP	50,6 °C
LINE 01: MAX TEMP	49,6 °C
$\Delta T_{AREA\ 01} = (T_0 - T_1)$	34,6 °C
$\Delta T_{AREA\ 02} = (T_0 - T_1)$	32,6 °C
$\Delta T_{LINE\ 01} = (T_0 - T_1)$	31,6 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.17

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	19:35

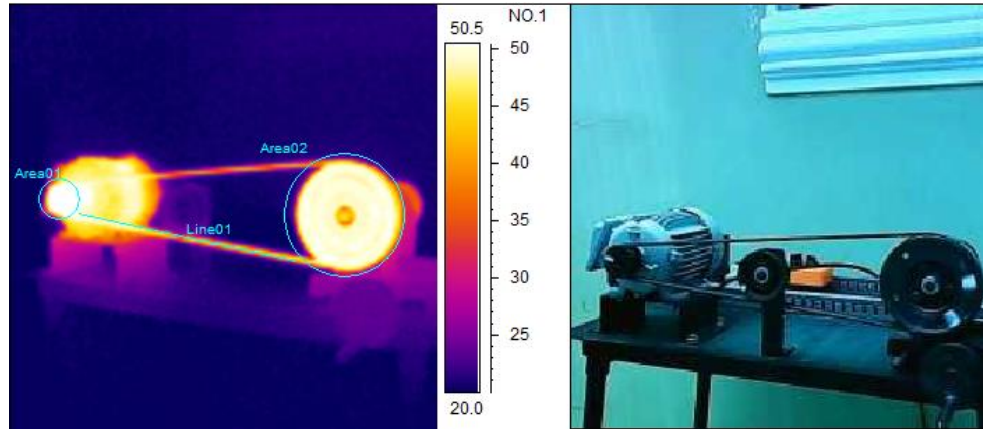


IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	18°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	53,7 °C
AREA 02: MAX TEMP	50,6 °C
LINE 01: MAX TEMP	50 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	35,7 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	32,6 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	32 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

REPORTE TERMOGRAMA N°.18

INSTITUCIÓN:	Universidad Nacional de Chimborazo
ÁREA/ SECCIÓN:	Laboratorio de Ingeniería Industrial
EQUIPO INSPECCIONADO:	Modula de sistema de transmisión
FECHA DE INSPECCIÓN:	22/09/2022
HORA DE INSPECCIÓN:	20:05

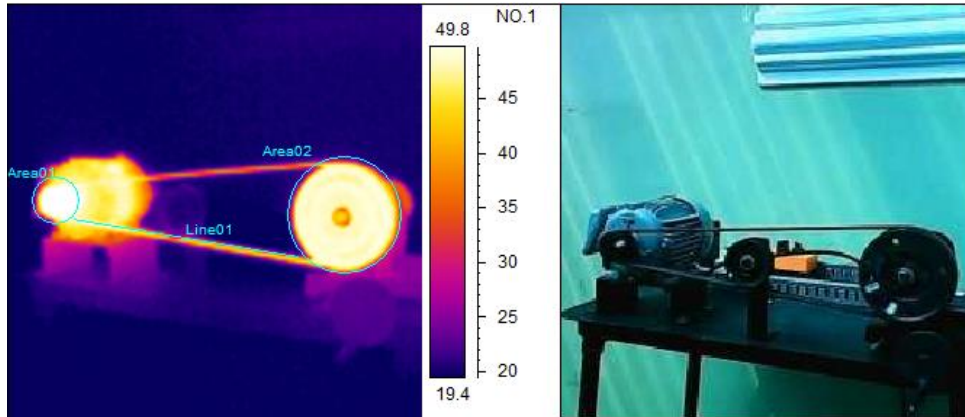















































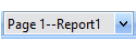








IMAGE INFO	VALUE
AMBIENT TEMP	17°C
EMISSIVITY	0,95
DISTANCE	1 m
AREA 01: MAX TEMP	52,2 °C
AREA 02: MAX TEMP	49,8 °C
LINE 01: MAX TEMP	49,4 °C
$\Delta T_{AREA 01} = (T_0 - T_1)$	35,2 °C
$\Delta T_{AREA 02} = (T_0 - T_1)$	32,8 °C
$\Delta T_{LINE 01} = (T_0 - T_1)$	32,4 °C

ELEMENTO ANALIZADO	Polea conductora, polea conducida y banda
MODO DE FALLA	Polea conducida desalineada Banda con la tensión inapropiada
SOLUCIÓN	Alinear las poleas y tensar la banda apropiadamente.

Anexo 3: Iconos

Icono	Nombre		Icono	Nombre	
	NEW	Nuevo		OPEN	Abrir
	SAVE	Guardar		CUT	Cortar
	COPY	Copiar		PASTE	Pegar
	PRINT	Imprimir		PRINT PREVIEW	Vista previa de impresión
	UNDO	Deshacer		REDO	Rehacer
	SELECTION TOOL	Herramientas de selección		IR IMAGE TOOL	Ir a herramienta de imagen
	PHOTO OBJECT	Objeto fotográfico		TEXT TOOL	Herramienta de texto
	TABLE TOOL	Tabla de herramientas		RESULT TABLE	Tabla de resultados
	FIELD TOOL	Herramienta de campo		RECTANGLE TOOL	Herramienta rectangular
	PROFILE TOOL	Herramienta de distribución		HISTOGRAM TOOL	Herramienta de histograma
	LOGO TOOL	Herramienta de logotipo		3D MAP OBJECT	Objeto de mapa 3D
	FILL COLOR	Color relleno		LINE COLOR	Color de línea
	TEXT COLOR	Color de texto		LINE HEIGHT	Altura de línea

	TREIND LINE	Línea de tendencia		ARROW	Flecha
	POINT TO	Apunta a		STOP	PUNTO
	FLYING SPOTMETE R	Pantómetro volador		LINE	Línea
	RECT	Rectángulo		CIRCLE	Circulo
	ISOTHERM	Isotermo		REMOVE	Retirar
	IR SETUP	Ir a configuracione s		TEMPERATUR E RANGE	Rango de temperatura
	VOICE	Voz		C CD PICTURE	Imagen del CD
	REMARK	Observación		BEFORE COLOR	Antes de color
	NEXT COLOR	Siguiente color		ADD PAGE	Añadir página
	FIRST PAGE	Primera página		PRE PAGE	Pre página
	LAST PAGE	Ultima página		PAGE 1 REPORT 1	Página 1 Reporte 1
	ZOOM IN	Acercarse		ZOOM OUT	Disminuir el zoom
	ZOOM FIT	Ajuste de zoom		DELETE CURRENT PAGE	Eliminar página actual
	LEFT	Izquierda		RAIGHT	Derecha

	BOTTOM	Abajo		TOP	Parte superior
	FONT SIZE	Tipo de letra		LETTER SIZE	Tamaño de letra
	BOLD	Negrita		ITALICS	Cursiva
	UNDERLINE	Subrayar		ALIGNED LEFT	Alineada ala izquierda
	CENTER	Centrado		ALIGNED RIGHT	Alineada ala derecha
	FIRST	Primero		PRIOR	Previo
	PAUSE	Pausar		PLAY	Reproducir
	NEXT	Siguiente		LAST	Ultima
	ADD	Agregar		DELETE	Eliminar

Anexo 4: Planos e Isometría del modulo de pruebas

