

**PROYECTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN  
TERMOGRAFÍA PARA EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE LA FAMILIA  
IPASOLINK MARCA NEC.**

**HEINER FERNANDO BUTRAGO**

**DAVID AREVALO BRAVO**

**ANDRES FELIPE ARIAS BAQUERO**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**DIRECCION DE POSGRADOS**

**ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BOGOTÁ D.C.**

**2016.**

**PROYECTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN  
TERMOGRAFÍA PARA EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE LA FAMILIA  
IPASOLINK MARCA NEC.**

**HEINER FERNANDO BUITRAGO**

**DAVID AREVALO BRAVO**

**ANDRES FELIPE ARIAS BAQUERO**

**Monografía como opción de grado para optar al título de Especialistas en Gerencia  
de Mantenimiento**

**DIRECTOR:**

**DRA. MARIA GABRIELA MAGO RAMOS**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**DIRECCION DE POSGRADOS**

**ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BOGOTÁ D.C.**

**2016.**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

**Bogotá, Octubre de 2016**

## **DEDICATORIAS**

Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios quien me ha dado la fuerza para cruzar este largo camino, a mi madre que siempre me ha impulsado a conseguir esta meta, a mis hijos y esposa que han estado presentes brindándome su apoyo incondicional.

A mis compañeros de especialización, ya que juntos logramos sacar abante este proyecto.

### **HEINER FERNANDO BUITRAGO**

Quiero dedicarle este trabajo a dios en primer lugar ya que gracias a sus bendiciones y múltiples bondades me permite día a día sortear y sacar adelante todos los objetivos propuestos en mi vida, entre ellos esta especialización y este trabajo puntualmente.

Este trabajo se lo quiero dedicar también a mi familia la cual desde un inicio creyó y apoyo todos mis sueños y día a día se preocuparon en ayudarme para cumplirlos, a mi esposa que me acompaña y me brinda su apoyo en cada paso que doy, compañera incondicional siempre brindándome una voz de aliento.

### **ANDRES FELIPE ARIAS BAQUERO**

Este trabajo está dedicado a mi familia quien me brinda el apoyo incondicional para poder dar un paso más en las metas conjuntas y para que esta etapa de conocimiento pudiera concluir.

### **DAVID AREVALO BRAVO**

## **AGRADECIMIENTOS**


Los autores manifiestan sus agradecimientos:

A los docentes María Gabriela Mago y Nelson Darío Rojas quienes apoyaron y dirigieron la monografía presente, sin dejar de lado a todos los docentes con los que compartimos a lo largo de la especialización, ya que cada uno de ellos contribuyó a este logro.

A nuestras familias, ya que recibimos siempre su apoyo incondicional en cada etapa.

A la empresa NEC de Colombia que nos permitió realizar el estudio sobre el proyecto.

# CARTA APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN

	<b>FORMATO ACTA DE OPCIÓN DE GRADO</b>		Código: FR-DO-033 Versión: 03
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 29-Ago-2008	Fecha de versión: 28-Oct-2010

## ACTA DE OPCIÓN DE GRADO

### ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Se notifica que el/la(s) estudiante(s) **ANDRES FELIPE ARIAS BAQUERO**. Identificado (a) con código estudiantil No. 13600, **DAVID AREVALO BRAVO** identificado (a) con código estudiantil No. 25343 y **HEINER FERNANDO BUITRAGO** identificado (a) con código estudiantil No. 25312, realizó (aron) como opción de grado el/la trabajo, titulado(a): **"PROYECTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN TERMOGRAFÍA PARA EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE LA FAMILIA IPASOLINK MARCA NEC"**, obteniendo una calificación de **4.4 (Cuatro cuatro)**.

Como asesor(es) le hicieron acompañamiento los docentes: **María Gabriela Mago Ramos** y como

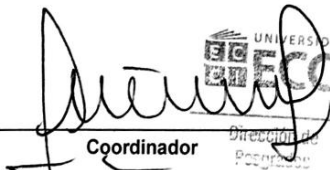

Jurado(s): **Miguel Ángel Urián Tinoco**

Lo anterior se expide en Bogotá D.C., a los once (11) días del mes de Noviembre de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Jurado 1

\_\_\_\_\_  
Jurado 2

  
\_\_\_\_\_  
Director

  
\_\_\_\_\_  
Coordinador  
  
Dirección de  
Programas

## **ACTA DE ACEPTACION**

# FORMATO DE CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES DE LA UNIVERSIDAD ECCI

	<b>CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES DE AUTOR A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD ECCI</b>		Código: FR-GME-032 Versión: 03	CERTIFICADA POR: 
	Proceso: Gestión de Medios Educativos	Fecha de emisión: 24-Oct-2014	Fecha de versión: 12-Feb-2015	




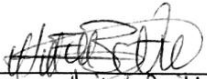

Yo/Nosotros, Andrés Felipe Arias Baquero, David Azevalo Bravo y Heiner Fernando Buitrago identificado con CC No. 1018415914 de Bogotá, identificado con CC No. 1030969908 de Bogotá e identificado con CC No. 1019028459 de Bogotá, manifiesto(amos) de forma voluntaria, libre, consiente en este documento que dando cumplimiento al Reglamento de Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de la Universidad ECCI cedo (hemos) de manera total y sin limitación alguna a la Universidad ECCI los derechos patrimoniales que me/nos corresponden como autor(es) del proyecto de grado, trabajo final de grado, tesis monografía, trabajo individual de investigación y cualquier otra obra, elemento, creación, desarrollo o máquina que hubiese sido generada en el marco de mi/nuestras actividades académicas para finalizar los créditos universitarios de conformidad con la decisión 351 de 1993 y la Ley 23 de 1982, esto es, el derecho de reproducción, modificación, mejora, extinción, publicación, divulgación, citación, compra, venta, arrendamiento, exposición, y en general todas las acciones que se puedan llevar a cabo con el trabajo final de grado, tesis, monografía, trabajo individual de investigación u obra de creación artística, tecnológica, científica, verbal u escrita, en todas sus modalidades, imagen, fotografía, presentación, libro, conferencia, herramientas y creaciones cedo el derecho de transformación, copia, comunicación, o adaptación, comunicación pública, distribución, reproducción, edición, extinción, mejora, publicación, venta, arriendo en todas sus modalidades, incluso para la producción audiovisual, magnética, científica técnica y, en general, cualquier tipo de explotación que se pueda realizar sobre la creación por cualquier medio conocido o por conocer, del trabajo final de grado denominado Proyecto de Montemillieito productivo basado en termografía para equipos de transmisión de la familia (poselink marca NEC) y de su productos y derechos conexos en Universidad ECCI, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los Derechos patrimoniales anteriormente mencionados cuyo uso ha sido autorizado, en su actividad ordinaria de investigación, docencia, innovación, exhibición de máquinas y publicación de obras. La autorización otorgada se ajusta a lo que establecen las decisiones 351 de 1993 y la ley 23 de 1982. Con todo, en mi/nuestra condición de Autor/es me/nos reservo/amos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo estos documentos en el momento mismo que hago/hacemos entrega del trabajo final a la Biblioteca de la Universidad.

Esta cesión se realiza a perpetuidad o por el tiempo máximo que permiten las leyes, sin perjuicio del respeto al derecho moral.

Manifiesto que es de mi interés contribuir a la política de la Universidad ECCI de promover la difusión, conocimiento, explotación, aprovechamiento y uso público de la producción intelectual y por esto la cesión se realiza a título gratuito. En consecuencia, no reservo en mi beneficio derecho ni acción legal que pudiese ejercitar por éste concepto en contra de la Institución ya que con la firma de este documento acredito mi pleno consentimiento y voluntad de ejercer la Cesión de Derechos de Autor. Garantizo que no hay ningún tipo de limitación sobre los Derechos Patrimoniales que se ceden en este documento, y si en el futuro se presentaren me comprometo a subsanarlos oportunamente siendo el único responsable por cualquier reclamo que en materia de derechos de autor se le pueda presentar a la Universidad ECCI sobre el producto, obra, máquina, elemento u objeto de esta cesión.

**PARÁGRAFO:** Esta autorización además de ser válida para las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, también lo es para formato digital, electrónico, virtual, para usos en: red, Internet, extranet, intranet, biblioteca digital y demás para cualquier formato conocido o por conocer.

Firma, huella y cédula.

Firma del Estudiante	Huella	Firma del Estudiante	Huella	Firma del Estudiante	Huella
					
Nombre: <u>Andrés Arias</u> C.C.: <u>1018415914</u>		Nombre: <u>David Azevalo</u> C.C.: <u>1030969908</u>		Nombre: <u>Heiner Buitrago</u> C.C.: <u>1019028459</u>	

El presente documento se firma a los 26 días del mes de Octubre en presencia de testigos.  
Nota: Todos los integrantes del grupo de trabajo deben firmar este documento sin excepción.



## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
PALABRAS CLAVES.....	16
KEY WORDS.....	17
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	19
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
4.1. JUSTIFICACION.....	22
4.2. DELIMITACIÓN.....	23
4.3. ESPACIAL.....	23
4.4. TIEMPO.....	23
4.5. CONTENIDO.....	23
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
5.1. MARCO TEORICO.....	24
5.2. ESTADO DEL ARTE.....	30
5.2.1. ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL.....	30
5.2.2. ESTADO DEL ARTE NACIONAL.....	33
6. TIPO DE INVESTIGACION.....	35
7. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	36
7.1. SOLUCIÓN ACTUAL PARA ALARMA DE FAN_FAIL.....	36
7.1.1. VALIDACIÓN.....	37
7.1.2. HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS.....	37
7.1.3. PRECAUCIONES Y CONSIDERACIONES:.....	38
7.1.4. ADVERTENCIAS.....	38
7.1.5. PRECAUCIONES.....	39

7.1.6.	TROUBLESHOOTING .....	41
7.1.7.	GRAFICA A NIVEL NACIONAL DE ALARMAS FAN FAILURE.....	42
7.2.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	42
7.2.1.	CÁMARAS TERMOGRÁFICAS .....	43
7.2.2.	REALIZACIÓN DE INSPECCIONES TÉRMICAS .....	43
8.	FUENTES DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.....	46
8.1.	FUENTES PRIMARIAS .....	46
8.2.	FUENTES SECUNDARIAS .....	46
9.	COSTOS.....	47
10.	TALENTO HUMANO.....	50
11.	CONCLUSIONES.....	51
12.	RECOMENDACIONES.....	52
13.	REFERENCIAS.....	53
13.1.	BIBLIOGRAFIA.....	53
13.2.	REFERENCIAS ELECTRÓNICAS .....	54

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. iPASOLINK 100 1+0.....	26
Figura 2. iPASOLINK 200 1+0/2+0 .....	26
Figura 3. iPASOLINK 400 .....	26
Figura 4. Equipo Ipasolink 1000 .....	26
Figura 5. Fluke Ti25 .....	28
Figura 6. Herramientas .....	37
Figura 7. Colocación de la muñquera anti-estática.....	40
Figura 8. GRAFICA A NIVEL NACIONAL DE ALARMAS FAN FAILURE.....	42

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Atributo de la Alarma.....	27
Tabla 2. Parámetros de Alarmas.....	27
Tabla 3. Tipo de investigación .....	35
Tabla 4. Tabla costos de implementación .....	47
Tabla 5. Cálculo del ROI (ROI-Simple).....	49

## INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación tiene como propósito ofrecer un nuevo procedimiento de mantenimiento basado en Termografía para los equipos IPASOLINK marca NEC distribuidos por todo el país, cuando los mismos se utilizan en las labores de repetidores y canalizadores de la señal microondas transportando el servicio fijo y móvil de la compañía CLARO Colombia. Estos equipos al encontrarse en estaciones funcionando, las cuales se encuentran aisladas en gabinetes, tienden a presentar fallas de temperatura y daños a causa del mal funcionamiento y recalentamiento del módulo FAN, esto se ve incrementado en zonas de clima cálido; estas fallas son detectadas solamente cuando afectan el servicio que pasa por el equipo que la presenta y son corregidas en ese momento. Con el presente trabajo de investigación se busca mostrar lo que el análisis termográfico puede hacer y cómo podría prevenir muchos de estos inconvenientes usando este método como parte del Plan de Mantenimiento Preventivo para estos equipos.

## RESUMEN

En este proyecto de investigación se describe el procedimiento preventivo basado en termografía, realizando la descripción de los beneficios, múltiples usos, descripción técnica del dispositivo medidor termografico, manual de uso y funcionamiento, etc.

En el mismo, se busca principalmente establecer cómo actualmente se está realizando el proceso para normalizar la alarma presentada por recalentamiento del módulo FAN en los equipos IPASOLINK marca NEC, ya que al estar ubicados por todo el país en gabinetes aislados y junto a otros equipos en constante funcionamiento, tienden a presentar dicha falla, siendo más frecuente en las zonas que presentan climas con alta temperatura. Por ejemplo: las regiones de la costa colombiana.

En base a lo anterior, se busca describir como el uso de los ensayos no destructivos de manera preventiva en este caso usando el análisis termográfico, sería una mejor opción para disminuir la cantidad de alarmas presentadas en los equipos para todas las regiones a nivel nacional.

## ABSTRACT

In this research project the preventive procedure described based on thermography, making the description of benefits, multiple applications, technical description of thermographic measuring device, manual use and operation, etc.

In it, it is primarily seeks to establish what is currently being done by the process to normalize the alarm by overheating FAN module in iPASOLINK equipment brand NEC, as being located throughout the country isolated cabinets and with other teams steady performance, tend to have such a failure, being more frequent in areas with high temperature climates. For example: the regions of the Colombian coast.

Based on the foregoing, it seeks to describe the use of non-destructive testing preventively in this case using the thermographic analysis, it would be a better option to reduce the number of alarms presented on computers for all regions nationwide.

## PALABRAS CLAVES

- Ventilador
- ANS (Acuerdos del nivel de servicio)
- Falla en el FAN
- Termografía
- Solution de problems
- Mantenimiento preventivo
- Equipos de transmisión Ipasolink



## KEY WORDS

- FAN or Cooler
- SLA (Service Level Agreements)
- FAN FAIL
- Thermography
- Troubleshooting
- Preventive maintenance
- Ipasolink Transmission equipment

# 1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Proyecto de Mantenimiento Predictivo basado en Termografía para Equipos de transmisión de la Familia Ipasolink marca NEC

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, la empresa en la cual se desarrolla la monografía NEC Colombia, posee una red de equipos de transmisión de microondas ubicados en todas las regiones del país, con el fin de prestar un servicio óptimo a todos sus clientes. Los equipos a los cuales se aplicará el proceso son de transmisión de datos de la familia Ipasolink serie 100, 200, 400, 1000 marca NEC. Estos activos por lo general se encuentran ubicados en gabinetes y cuartos cerrados carentes de ventilación exterior, lo cual en zonas con temperaturas bastante elevadas como lo es la Región Caribe Colombiana, genera un inconveniente en el módulo FAN (ventiladores) de los mismos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en el momento que el módulo FAN presente averías, el equipo de Transmisión empezará a sobrecalentarse generando fallas en sus procesos y en la mayoría de los casos, dañado elementos internos que no permitirán el correcto funcionamiento de este; así mismo, el servicio transportado por este elemento de red se verá afectado ya que el equipo dejará de funcionar, ocasionando posibles multas por incumplimientos de SLA (Acuerdos de Nivel de Servicio), teniendo que cambiar el equipo por completo, lo que conlleva a que los gastos de la compañía sean mayores.

### 2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿En qué consiste y qué ventajas tiene utilizar la termografía para detectar problemas de calentamiento del módulo de ventilación (FAN) en los equipos de transmisión microondas?

### **2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Cuál es el estándar de medición para concluir si el equipo está en óptimas condiciones?
- ¿Cada cuánto se ejecutarán los análisis, para determinar si el proceso disminuye la cantidad de equipos afectados?
- ¿El área de mantenimiento cuenta con el personal idóneo para ejecutar este tipo de mediciones y brindar un análisis preciso del estado de los módulos?

## 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar planes de Mantenimiento Predictivo basado en termografía para equipos de Transmisión de la familia IPASOLINK marca NEC con la finalidad de mostrar los beneficios de aplicación de esta técnica para el diagnóstico de fallas.

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los beneficios del uso de la termografía, utilizando las características técnicas del analizador térmico, delimitando los rangos en los cuales los equipos Ipasolink funcionan en óptimas condiciones a través de una ficha técnica de la familia de equipos.
- Evaluar por medio de un cuadro de alarmas activas, la criticidad actual del problema y cantidad de equipos en falla por región,
- Elaborar un plan de capacitación al personal del área de mantenimiento utilizando el equipo medidor a través del manual del fabricante con lo cual, se mejora el diagnóstico de fallas.

## 4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. JUSTIFICACION

El tema abordado en esta monografía permite desarrollar en los integrantes del grupo de investigación la capacidad de aplicar las herramientas y conocimientos que se han adquirido a lo largo de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, logrando ponerlas en práctica a través de los equipos de Transmisión tipo Ipasolink serie 100, 200, 400, 1000, ubicados en la Región Caribe Colombiana, con el cual se busca incrementar la vida útil de estos activos reduciendo los gastos de la compañía realizando un adecuado seguimiento e interpretación de los resultados obtenidos para el área de mantenimiento, estructurando un plan idóneo en el que se mitigue el daño de los módulos FAN. El diseño de este proyecto comprende a su vez la utilización de un Software (U2000) en el cual se podrán monitorear todos los equipos de Transmisión instalados por NEC Colombia a lo largo del territorio nacional, sin embargo, como ya se ha mencionado anteriormente, al revisar los equipos instalados en la Región Caribe Colombiana; de acuerdo a la función del Módulo FAN se podrán identificar los equipos que presenten sobrecalentamiento, generando la alarma adecuada que active de forma preventiva antes que sea reactiva o presente falla.

Por último, el desarrollo de la monografía permitirá a la empresa NEC Colombia, contar con un proceso definido para solventar los incidentes que se presenten a futuro, evitando daños que originen cambios de activos e indisponibilidad de servicio frente a sus clientes.

## **4.2. DELIMITACIÓN**

## **4.3. ESPACIAL**

Basados en la comparación de cantidad de fallas debido a la temperatura de la zona se diseñó el proyecto para ser analizado principalmente en la Región Caribe Colombiana, puntual mente en los centros urbanas tales como Barranquilla, Cartagena de Indias, Santa Marta, Valledupar, Montería, Sincelejo y Riohacha.

## **4.4. TIEMPO**

Para el desarrollo de este proyecto se plantea dar inicio en Julio de 2016 hasta el mes de Noviembre de 2016 ya que está centrado en necesidades específicas.

## **4.5. CONTENIDO**

El objeto de estudio para este proyecto son los equipos de Transmisión de la familia Ipasolink serie 100, 200, 400, 1000 marca NEC de Colombia.

Un limitante debido al uso poco común de esta técnica en Colombia, es ubicar una empresa certificada que provea la capacitación y total manejo de la técnica de Termografía con el debido análisis de sus datos.

Adicional a lo mencionado en el párrafo previo, el tiempo en desplazamiento del personal a cada estación en donde se encuentre ubicado dependerá de la ubicación geográfica, lo cual dificulta la atención requerida, por lo tanto, con esta investigación se espera mejorar el tiempo de respuesta.

Este proyecto de investigación está dirigido hacia la línea basada en gestión de activos y gerencia de mantenimiento preventivo y predictivo.

## 5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. MARCO TEORICO

#### FAMILIA DE RADIOS IPASOLINK.

La serie Ipasolink es una línea nueva de producto microondas digital que permite una transición suave a la nueva generación de transporte móvil. Son productos de Acceso Radio que pueden ser usados para transporte de tráfico, nodos de agregación y en redes IP de tipo metropolitano. Una plataforma flexible que permite una adaptación progresiva desde 2G a 3G y LTE/ WiMAX cumpliendo requisitos variados como alta capacidad de transmisión, arquitectura IP, etc.

Las características principales de la serie Ipasolink son las mencionadas a continuación:

- Pueden soportar dos o más redes del tipo 2G/3G/LTE/WiMAX simultáneamente. Transmisión de paquetes con funcionalidad de conmutador Nivel 2, con VLAN/QoS. (IP Nativo).
- TDM (E1 y STM-1) con conmutador de cross-conexión (TDM Nativo).
- Modulación Adaptativa Hitless. (AMR)
- Emulación Pseudo Wire extremo a extremo (PWE3)
- Varios mecanismos de sincronización como Ethernet Síncrono (Sync Ethernet), TDM, etc.

La Serie Ipasolink proporciona funcionalidad nodal avanzada a nivel de radioenlace microondas, que incluye soporte para redes en anillo Ethernet y TDM. Aparte de su aplicación en redes de acceso, la serie también se utiliza en redes de transporte móvil extremo-a-extremo, incluyendo su aplicación en los niveles de agregación y metropolitano. Las funcionalidades de AMR (Modulación Radio Adaptativa) y XPIC (Cancelador de Interferencia Cros polarizada) también están disponibles.



Un diseño fiable de la red y la implementación de funciones de Administración Ethernet (OAM) permiten una transmisión de datos segura. Los esquemas de protección en Ethernet y de conmutación a nivel Radio hacen posible una implementación extremo-a-extrema de redes de alta velocidad de alta fiabilidad.

Características:

- Concepto de Diseño
- Radio IP (Sistema híbrido IP Nativo y TDM Nativo)
- Especificaciones Principales
- Modulación adaptativa hitless
- Conmutador de nivel 2 de elevadas prestaciones.
- Interfaz TDM: STM-1, E1 con función de cross-conexión.
- Sincronización de Reloj flexible
- Emulación Pseudo wire
- Configuración Anillo Ethernet y Anillo TDM, Redes de anillo doble.
- Cualidades Técnicas
- Solución de Radio Nodal
- Arquitectura de Protección de Anillo
- Alta eficiencia en transmisión
- Implementación de características VLAN/ QoS avanzadas.
- Cualidades Operativas
- Flexibilidad en Configuración de Red
- Reducción de Componentes
- Mantenimiento eficiente con los Sistemas de Gestión de Elementos MS5000 y PNMSj (PASOLINK Network Management System Java Version)
- Ahorro en CAPEX and OPEX
- Diseño Flexible de Red Radio
- Temperatura óptima de funcionamiento es de 37 ° C o 98,6° F.

*Figura 1. iPASOLINK 100 1+0*



*Figura 2. iPASOLINK 200 1+0/2+0*



*Figura 3. iPASOLINK 400*



*Figura 4. Equipo Ipasolink 1000*



(NEC, n.d.-a)

## **Alarma FAN\_FAIL**

### Descripción

La alarma de FAN\_FAIL indica que el modulo fan presenta un fallo y dejó de funcionar. Esta alarma está relacionada directamente a incrementos significativos de temperatura.

*Tabla 1. Atributo de la Alarma*

<b>Severidad de la alarma</b>	<b>Tipo de la Alarma</b>
Mayor	Alarma de equipo

#### Parámetros

Al ver una alarma en el sistema de gestión de red, seleccione la alarma. En el campo de alarma mostrará los parámetros relacionados de la alarma

*Tabla 2. Parámetros de Alarmas*

<b>Name</b>	<b>Meaning</b>
Parameter 1	Indicates the number of the fan.

Impacto en el Sistema.

Cuando el FAN\_FAIL ocurre, la disipación del calor sobre el Sistema y el radio en general se ve afectada.

Luego que la alarma es reportada en el gestor, se recomienda normalizarla lo antes posible, ya que puede generar afectación, degradación o interrupciones del servicio, adicionalmente el equipo puede presentar daños.

Cuando más de un sistema FAN presenta falla, se recomienda reemplazarlos de inmediato.

(NEC, n.d.-b)

## TERMOGRAFÍA

Las Cámaras Termográficas por infrarrojos son la primera línea de defensa en un Programa de Mantenimiento Predictivo. Los cambios de temperatura son un parámetro clave en el control de equipos y, dado que la termografía no necesita contacto, los técnicos pueden medir rápidamente la temperatura de los equipos sin interrumpir su funcionamiento. La termografía destaca en la medida de unidades frente a la medida de puntos.



(“Termografía fluke Ti25 ,” n.d.)

A diferencia de un termómetro por infrarrojos que solamente captura la temperatura en un solo punto, una cámara termográfica captura el perfil de temperatura de un objeto completo como una imagen bidimensional. Los técnicos pueden revisar la temperatura tanto de los componentes fundamentales como de toda la superficie de la unidad, o bien, comparar una unidad en buen estado con un problemática, y determinar así rápidamente en qué lugar se debe investigar. Las cámaras termo gráficas también pueden almacenar imágenes anteriores y actuales para compararlas, así como cargar imágenes en una base de datos centralizada.

Usos comunes:

- Supervisión y medida de temperaturas de rodamientos en motores grandes u otros equipos giratorios.
- Identificación de ""puntos calientes"" en equipos electrónicos.
- Identificación de fugas en recipientes herméticos.
- Búsqueda de aislamientos defectuosos en tuberías u otros procesos aislados.
- Búsqueda de conexiones defectuosas en circuitos eléctricos de alta potencia.
- Localización de interruptores automáticos sobrecargados en un cuadro eléctrico.
- Identificación de fusibles en el límite de su capacidad nominal de corriente, o próximos al mismo.
- Identificación de problemas en el cuadro de distribución eléctrica.
- Captura de lecturas de temperatura de procesos.
- Aplicación de referencia: temperatura de funcionamiento del motor

Cuando una planta de procesamiento de papel tuvo un problema con una unidad de control de bombeo, la termografía mostró que uno de los ramales de la alimentación trifásica estaba funcionando a una temperatura elevada, lo cual indicaba que la unidad estaba consumiendo demasiada corriente a través de dicho ramal. El personal de mantenimiento ejecutó una orden de trabajo e intentó reparar el controlador de la bomba; no obstante, la comprobación termográfica efectuada posteriormente para evaluar la reparación mostró que ahora dos ramales estaban funcionando a una temperatura elevada.

El equipo de mantenimiento intentó efectuar una segunda reparación, pero los tres ramales comenzaron a funcionar a una temperatura elevada. Finalmente, quitaron la unidad completa y la sustituyeron por otra. Todas las medidas y los intentos de reparación ocurrieron antes de que se produjera un fallo catastrófico. No se perdió tiempo de producción, ni se dañó o perdió ningún material de ningún trabajo en curso. Un buen programa de mantenimiento predictivo que incluya técnicas de termografía pone a su disposición pasos para corregir pequeños problemas antes de que sean más grandes.

(FLUKE, 2016)

## 5.2. ESTADO DEL ARTE.

### 5.2.1. ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL

- La investigación realizada por CÉSAR AUGUSTO TIPÁN CHINCHERO (ECUADOR) en el año 2011, sobre el *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL EQUIPO DE SUBESTACIONES MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE TEMPERATURA OBTENIDOS DE UN ESTUDIO TERMOGRÁFICO* presenta un aporte sobre la técnica de termografía e interpretación de los resultados sobre mediciones de alta temperatura, debido a que en un equipo no implica esta condición anomalía térmica, depende del gradiente de temperatura que se obtenga entre los equipos de similares características, para clasificarla como una anomalía térmica intervienen varios factores de los cuales, el más importante es la corriente que conduce el equipo. Los equipos que operan a mayor carga tienden a tener una mayor posibilidad de aparición de una anomalía térmica.
- De la investigación realizada por ELENA GAYO MONCÓ (ESPAÑA) en el año 2002 acerca de *LA HUMEDAD COMO CAUSA DE PATOLOGIAS EN MONUMENTOS: DESARROLLO DE NUEVAS TÉCNICAS ANALISIS NO DESTRUCTIVO BASADAS EN DE TERMOGRAFIA INFRARROJA*, presenta un aporte sobre los estudios que se realizan utilizando la Termografía Infrarroja, puede ser una herramienta grandiosa en cuanto a análisis no destructivos, no obstante con algunas limitaciones externas que pueden interferir en la veracidad de sus resultados.
- De la investigación realizada por DANIEL L BALAGEAS (ARGENTINA) en el año 2007 sobre *TERMOGRAFÍA INFRARROJA: UNA TÉCNICA MULTIFACÉTICA PARA LA EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA (END)*, presenta un aporte acerca de la importancia de aplicar la técnica de Termografía en las aplicaciones de Ensayos No Destructivos haciendo énfasis en que esta medición puede ser relativa y ayuda a simplificar la medición. A parte a esto,

también brinda importancia al NETD de las siglas en inglés (Noise Equivalent Temperature Difference) o en español Diferencia de Temperatura de Ruido Equivalente.

- De la investigación realizada por JUAN CARLOS SANTOS MORENO (ESPAÑA) en el año 2013 acerca de *DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA DENSIDAD DE LA MADERA MEDIANTE TERMOGRAFÍA INFRARROJA*, genera un aporte sobre el análisis del comportamiento térmico de la madera en donde se intenta identificar las variables que interfieren en el proceso de transmisión de calor, las cuales son densidad, la temperatura y el tiempo. El autor intenta encontrar un formula que vincule estas variables.
  - De la investigación realizada por PEDRO SAAVEDRA GONZÁLEZ; CARLOS ROMÁN LEDERMANN (CHILE) en el año 2000 sobre *MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN PALAS ELECTROMECHANICAS DE LA MINERIA*, presenta un aporte acerca de las fallas que se presentan en equipos a causa del incremento de temperatura sin una causa aparente. Estas pueden ser gracias a la fricción, exceso o falta de lubricante, chispas eléctricas, etc. Con lo cual concluye que la termografía en las palas es de gran ayuda para que el activo posea una mayor disponibilidad.
- 
- De la investigación realizada por RAFAEL TUR AHUIR (ESPAÑA) en el año 2014 sobre *TERMOGRAFIA APLICADA AL MANTENIMIENTO DE UN YATE DE TRECE METROS*, presenta un aporte acerca de la importancia de la publicación de los patrones térmicos en las fichas de mantenimiento de los activos, con el fin de tener claridad en las mediciones que se van a realizar, sin embargo no descarta la implementación de otras técnicas de mantenimiento, aduciendo que puede llevar a conclusiones erróneas y pérdida de tiempo.
  - De la investigación realizada por WALTER XAVIER VÁSQUEZ ROLDAN (ECUADOR) en el año 2015 acerca de *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO A UNA PLANTA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE*, brinda un

aporte en donde promueve la termografía como una herramienta precisa con la cual se puede ubicar la mayor radiación térmica dando la posibilidad de detectar fallas que no son visibles al ojo humano. De esta forma se puede desarrollar un plan de mantenimiento predictivo usando esta técnica

- De la investigación realizada por JUAN ANTONIO RAJA VALVERDE (ESPAÑA) en el año 2013 sobre *NUEVOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS UTILIZANDO CÁMARAS TERMOGRÁFICAS*, presenta un aporte acerca de la utilización de cámaras termográficas como medida de seguridad, con las cuales es viable detectar zonas de peligro para las personas que desarrollen sus actividades laborales cerca de máquinas con alta emisión de calor, nos obstante es un proyecto que necesita un estudio más exhaustivo, teniendo en cuenta que el autor busca la disminución de accidentes o riesgos para los operadores de las máquinas con un apagado automático de estas.
- De la investigación realizada por TERESA CARREÑO VICENTE (ESPAÑA) en el año 2014 acerca de *TERMOGRAFÍA INFRARROJA CREATIVA*, genera un aporte sobre los factores externos que afectan a los objetos o máquinas de estudio, estos factores inciden en la medición que se puede hacer a través de las cámaras infrarrojas y así mismo influye en las características de la imagen obtenida.
- De la investigación realizada por MARÍA JOSÉ PICAZO RÓDENAS (ESPAÑA) en el año 2016 acerca de *DIAGNÓSTICO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS MEDIANTE TÉCNICAS DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA*, realiza un aporte de la combinación de técnicas no invasivas en el monitoreo de fallas sobre motores de inducción, en la cual el autor manifiesta que para casos específicos sólo profesionales con gran experiencia en termografía acierten en la lectura de las imágenes y así mismo se logre resolver los incidentes presentados; adicional sugiere que se logre implementar un sistema automatiza que elimine la intervención del hombre.



### 5.2.2. ESTADO DEL ARTE NACIONAL

- De la investigación realizada por EDWIN FERNANDO CLAVIJO MARQUEZ y RUBÉN DARÍO PULIDO CASTELLANOS en el año 2012 acerca de PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS DE EMPALME Y DE MEDICION DE FIBRA OPTICA EN LA COMPAÑÍA FIBERTEC TELECOMUNICACIONES LTDA, realiza un aporte en el cual resalta la importancia de tener un plan de mantenimiento bastante estructurado y basado en la actividad de cada compañía, para el caso una empresa de telecomunicaciones. Sugiere que de forma obligatoria todo activo de la compañía posea una hoja de vida con el fin de optimizar tiempos en el momento de ejecutar cualquier tipo de mantenimiento.
- De la investigación realizada por CARMEN LIGIA GONZALEZ VALDERRAMA y YUDY NATAY ORJUELA BUITRAGO en el año 2013 acerca del ESTUDIO PARA LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE GESTION DE INCIDENTES DEL NOC CENTRAL DE LA EMPRESA ARCOM COLOMBIA, presenta un aporte mediante el cual sugiere la capacitación constante al personal encargado de detectar fallas y alarmas del cliente al cual se presta el servicio, apoyado de constante actualización de manuales y demás herramientas que contribuyan con el buen desempeño del NOC. De esta forma se puede generar una estadística de las fallas más recurrentes, cómo atacarlas y así mismo poder brindar una solución óptima; lo cual tendrá como resultado la optimización de tiempos.
- De la investigación realizada por LLAMOSA RINCÓN, L.E; CANO URIBE, J.A; PÉREZ CAMACHO, M.I. en el año 2015 acerca de *TELEFONÍA CELULAR – ANÁLISIS TERMOGRÁFICO Y EFECTOS TÉRMICOS EN SUS USUARIOS*, presenta un aporte sobre el incremento y diferencia de temperatura, respecto a las regiones de la cabeza, a la que se expone un ser humano en el momento de entrar en contacto con su teléfono celular.

- De la investigación realizada por JESSICA VARGAS CRUZ en el año 2015 acerca de IMPLEMENTACIÓN DE IMÁGENES TERMOGRÁFICAS PARA LA DETECCIÓN DE ESTRÉS HÍDRICO EN HIERBABUENA (MENTHA SPICATA) BAJO INVERNADERO EN LA SABANA DE BOGOTÁ, presenta un aporte destacando la afinidad y asertividad que se puede obtener en las imágenes tomadas a través de una cámara termográfica, las cuales utilizando la técnica de sistematización son una buena herramienta de detección, para este caso en particular, el estado hídrico de la planta.
- De la investigación realizada por JAIME GIOVANNY SUAREZ CARRILLO en el año 2012 acerca de IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO CON TERMIGRAFIA INFRARROJA EN EQUIPOS DE LA PLANTA BAVARIA S.A. CERVECERIA DE BUCARAMANGA, realiza un aporte afirmando que para implementar la técnica de termografía es esencial conocer específicamente todas y cada una de las características de los equipos a los cuales va dirigida, lo cual permitirá tener una mejor visual de las acciones a tomar de acuerdo al resultado o análisis obtenido.
- De la investigación realizada por ADRIANA MARÍA RUIZ ACEVEDO en el año 2012 acerca de MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LAS FACILIDADES DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO, presenta un aporte y afinidad en los instrumentos electrónicos utilizados para la termografía infrarroja ya que estos usan un sistema de lentes para enfocar la energía irradiada desde la superficie del objeto a evaluar, así como lo hacen en nuestro caso los equipos FLIR.
- De la investigación realizada por BENJAMÍN RICARDO ÁLVAREZ NASRALLAH en el año 2014 acerca de CARACTERIZACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN AISLADORES DE ALTA TENSIÓN MEDIANTE RECEPCIÓN DE EMISIONES ACÚSTICAS, el indica que “A pesar de los numerosos métodos de detección de contaminación en aisladores, siguen sucediendo fallas, por lo que se puede inferir que estas técnicas no son

efectivas para detectar la contaminación, esto se debe a algunos métodos carecen de la posibilidad de utilizar eficazmente un monitoreo en línea” es un punto a favor donde indica que la termografía se aplica en muchos campos y ayuda a detectar errores que a simple vista no se ven.

## 6. TIPO DE INVESTIGACION.

Existen diversos tipos de investigación, se nombraran a continuación para conocer las características y así definir cuál investigación es la que más apropiada para el proyecto que se ha desarrollado como opción de grado en la especialización en Gerencia de Mantenimiento.

*Tabla 3. Tipo de investigación*

<b>TIPOS DE INVESTIGACION</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
HISTORICA	Analiza eventos del pasado y busca involucrarlos con otros del presente
DOCUMENTAL	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
DESCRIPTIVA	Reseña rasgos , cualidades o atributos de la población objeto de estudio
CORRELACIONAL	Mide el grado de relación entre variables de la población estudiada
EXPLICATIVA	Explica las razones del por qué los fenómenos , analiza una unidad específica del universo
ESTUDIOS DE CASO	información del objeto de estudio en oportunidad única , compara los datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios
EXPERIMENTAL	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o as variables que son independiente sobre otras que son independientes

De acuerdo a lo indicado en la tabla 3 la investigación realizada es del tipo documental-descriptiva, ya que la misma permite obtener información acerca de las alarmas y como poder minimizar su frecuencia para que sea explicativa a todo el personal que la intervenga: ingenieros, supervisores y técnicos especializados.

Durante el desarrollo de la investigación cuando se realiza la intervención de equipos, se muestra un panel de alarmas obtenidas a nivel nacional, se obtuvo que este tipo de alarmas en especial las que presentaron fallas debido a la temperatura ambiente y climas

cálidos de las diferentes regiones donde se utilizan estos equipos de transmisión, por lo que siempre se aplicaba mantenimiento correctivo para dar una solución temporal, agregando un costo adicional generado por la mala intervención. Se realizó la investigación con los ingenieros a cargo y se llegó a la conclusión de que la termografía es la mejor opción para evacuar las alarmas en su mayoría con esto se complementa que la investigación también es correlacional y aplica al estudio de casos.

## 7. DESARROLLO METODOLÓGICO

El presente trabajo se perfila como una investigación sobre los beneficios y ventajas que puede traer el uso de la termografía basados en la guía informativa del uso de cámaras termográficas FLIR System y con en estrecha colaboración con el Centro de Formación de Infrarrojos (ITC), siguiendo unos lineamientos industriales, aplicaciones termográficas en el sector del mantenimiento predictivo, funcionamiento de la cámara termográfica, consideraciones al comprar una cámara y consideraciones al tomar imágenes.

Para este caso se debe seguir claramente las especificaciones del proveedor, se adjuntaran como ANEXO 1 y es base fundamental para el uso y manejo de la cámara termográfica y su software.

### **7.1. SOLUCIÓN ACTUAL PARA ALARMA DE FAN\_FAIL**

A continuación se muestra como se le da solución actualmente a la alarma de FAN\_FAIL relacionada con la temperatura en los equipos Ipasolink.

La alarma “FAN\_FAIL” se presenta cuando la temperatura del módulo FAN se encuentra fuera del rango nominal, para un óptimo funcionamiento el módulo debe permanecer dentro de sus rangos de temperatura, un funcionamiento prolongado puede llevar al deterioro y/o avería de la unidad.

(Boiler & Code, 1983)

### 7.1.1. VALIDACIÓN

Las posibles causas de esta alarma son:

- Sistema de ventilación forzada averiado (FAN units)
- Mala ventilación del sistema.

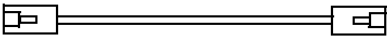

### 7.1.2. HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS

Para la ejecución del presente mantenimiento se hará uso de las siguientes herramientas y/o accesorios:

*Figura 6. Herramientas*

Equipo de Medición/Accesorio	Características Requeridas	
Multímetro Digital	Rango de Voltaje	: 0 a 100 VDC
	Precisión	: Mejor que +/-0.5%
Laptop	Rango de Frecuencia	: Según el plan de RF
	Rango de Medición	: -10 a +10 dBm
	Impedancia de entrada	: 50 ohms, desbalanceado

*Figura 7. Accesorios*

Accesorios	Aplicación
<b>Cable Coaxial/Fibra Óptica</b> LAN Cable (Cross): 3m 	Conecta la interfaz LAN de la LMS con la interfaz LAN de la laptop para enviar las señales del PNMTj.
<b>Conectores</b> MUÑEQUERA 	Para protección ante descargas eléctricas.

### **7.1.3. PRECAUCIONES Y CONSIDERACIONES:**

Antes del mantenimiento correctivo:

- Antes de verificar el estado de operación o antes de realizar una medición de las características del equipo, notificar al personal encargado de la red de transmisión que el mantenimiento está próximo a realizarse.

(Radiofrecuencia, 2011)

### **7.1.4. ADVERTENCIAS**

La energía eléctrica de -48 VDC está superpuesta en el centro del conductor del cable coaxial que une los conectores IF OUT (MODEM) y TX IF IN (TRP), también el cable que une los conectores IF IN (MODEM y RX IF OUT (TRP/SD) y MAIN IN (SD). Conectar un instrumento de medición directamente a estos terminales podría dañarlo además, al tocar el núcleo del cable coaxial podría causar un shock eléctrico.

No tocar el núcleo del cable coaxial de IF conectado a IF OUT, IF IN (MODEM), TX IF IN (TRP), RX IF OUT (TRP/SD) sin antes bajar la llave de protección del sistema correspondiente, tocar el núcleo del cable coaxial podría causar un shock eléctrico.

En un sistema el cual usa la unidad OPT INTFC, no debe mantenerse directamente, es necesario utilizar instrumentos ópticos para observar directamente el haz de láser, hacerlo podría ocasionar daño irreversible al ojo (Laser Clase 1).

Este es un equipo Clase A. En un ambiente doméstico este equipo puede causar radio interferencia, por lo tanto el usuario, debe tomar las medidas adecuadas para evitarlo.

(Idu et al., 2011)

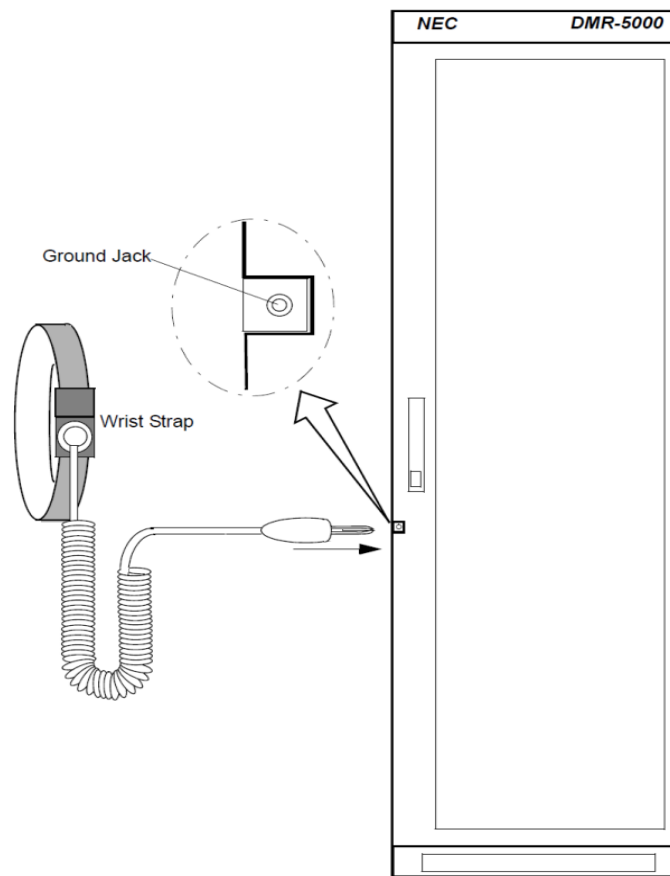
### **7.1.5. PRECAUCIONES**

Si observa algún fenómeno o síntoma anormal tal como humo, olor a quemado, o algún sonido extraño en el equipo, inmediatamente baje la llave de protección. La operación continua en estas condiciones puede ocasionar un incendio.

Con la finalidad de evitar daños en las unidades y módulos del equipo y/o evitar algún efecto electrostático que afecté el performance del sistema, colóquese una muñequera para evitar este tipo de descargas electrostáticas y conéctela al punto de tierra del bastidor como se observa en la Figura 7.

- Colocar el modo MANTENIMIENTO al equipo en medición.
  
- Nunca retirar ningún cable, modulo o unidad sin llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento.
  
- Nunca tocar las partes metálicas internas del equipo aún si se encuentra el interruptor en suministro de energía en “OFF” pues los circuitos comunes están alimentados en paralelo.
  
- Use solo la herramienta adecuada para aflojar los conectores de cable coaxial de RF.
  
- Al realizar un registro fotográfico del equipamiento recuerde guardar las capturas de pantalla antes de realizar el mantenimiento.

*Figura 7. Colocación de la muñequera anti-estática.*



Después del mantenimiento correctivo:

- Si durante el mantenimiento se encuentra alguna anomalía y es necesario el reemplazo de alguna tarjeta, verificar que la configuración de los switches del módulo o tarjeta de repuesto coincida con las del módulo o tarjeta a ser reemplazada.
- Verificar que todas las unidades y módulos están correctamente insertados en el bastidor, asegurarse además que todos los cables estén correctamente insertados.
- Colocar el modo Mantenimiento al modo Normal en el equipo.



- Verificar que no exista alarmas en el equipo, solo los LED verde deben estar encendidos.
- Verificar que todos los estados de los módulos o tarjetas mostrados en el PNMTj se encuentren dentro de los rangos normales.
- Reportar la finalización del mantenimiento al área encargada de la red de transmisión.
- El modulo o tarjeta a reemplazar, si es el caso, debe ser empacado dentro de un material antiestático (polietileno o contenedor antiestático)
- Realizar un registro fotográfico del equipamiento además guardar las capturas de pantalla después de realizar el mantenimiento.

(Garantia, 2011)

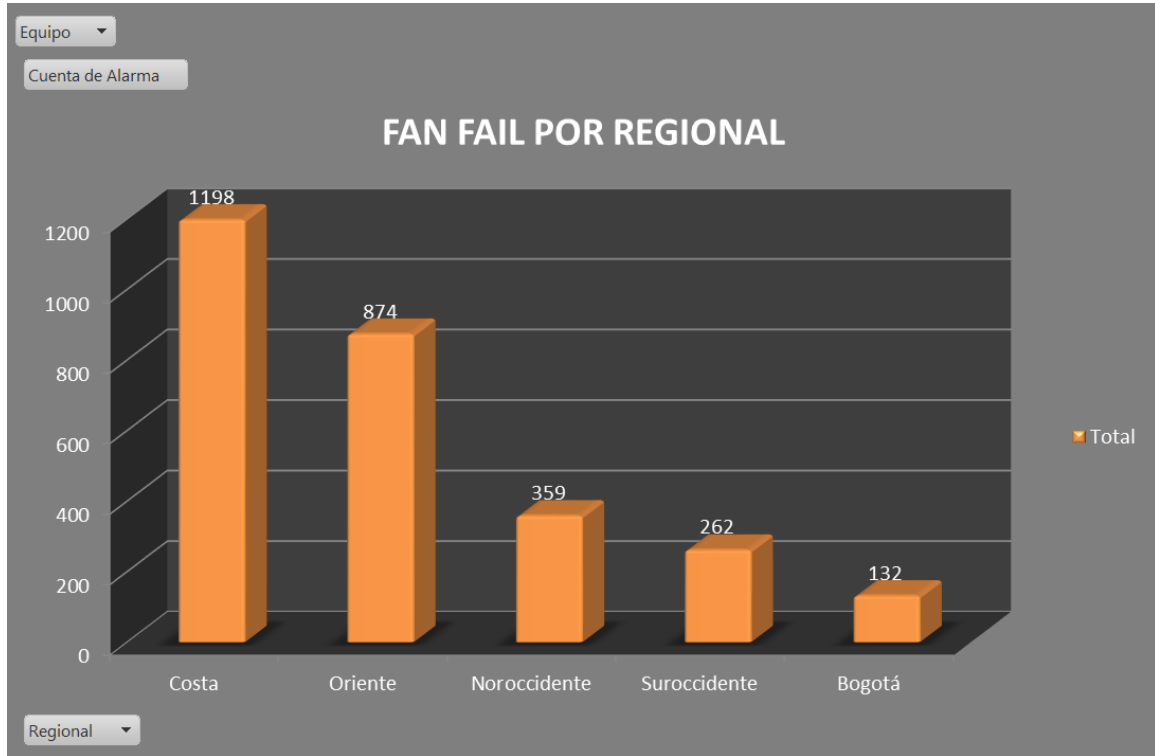
### **7.1.6. TROUBLESHOOTING**

- Comprobar el estado físico del módulo FAN.
- Verifique si el LED de ALM se encuentra encendido, si no lo está verifique el cableado de energía.
- Con un multímetro compruebe el nivel de tensión en los bornes del conector, este debe estar alrededor de los -48VDC.
- Si la tensión que alimenta a la unidad es correcta verifique físicamente la unidad FAN, si no detecta ninguna anomalía vuelva a colocarla en el bastidor.
- Si el problema persiste reemplace la unidad.

(“ANALISIS DE FALLA TRP TEMPERATURE FAMILIA IPASOLINK,” n.d.)

### 7.1.7. GRAFICA A NIVEL NACIONAL DE ALARMAS FAN FAILURE

Figura 8. GRAFICA A NIVEL NACIONAL DE ALARMAS FAN FAILURE



En el ANEXO 2 se evidencia a detalle la cantidad de alarmas que actualmente se presentan a nivel nacional

### 7.2. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Las cámaras de termografía para inspecciones de mantenimiento predictivo son buenas herramientas no invasivas para la supervisión y el análisis del estado de componentes en instalaciones eléctricas (telecomunicaciones para este caso) y mecánicas. Con una cámara termográfica se puede identificar dificultades en una fase temprana, de forma que se puede llevar una documentación y corregir antes de que sea demasiado tarde y resulten muchos más costosos de reparar.

### **7.2.1. CÁMARAS TERMOGRÁFICAS**

Las cámaras termográficas:

- Son aparatos electrónicos fáciles de usar, tanto así como una cámara digital
- Suministran una imagen total de la situación
- Permiten llevar a cabo inspecciones mientras los sistemas están en operación, sin necesidad de apagarlos
- Gracias a su pantalla es fácil identificar y encontrar el problema
- Miden temperaturas
- Tienen memoria interna para guardar información
- Indican exactamente qué se debería corregir
- Ayudan a encontrar posibles fallos antes de que causen problemas a futuro
- Permiten ahorrar tiempo y dinero

Las cámaras termográficas son ese tipo de herramientas tan valiosas y versátiles que para el caso dado, un leve aumento de la temperatura en cualquier tipo de elemento a analizar suele preceder a los problemas de verdad. Resulta difícil enumerar todas sus posibles aplicaciones ya que cada día se desarrollan nuevas e innovadoras formas de emplear la tecnología.

### **7.2.2. REALIZACIÓN DE INSPECCIONES TÉRMICAS**

A continuación resaltamos unos pasos básicos para iniciar varios métodos termográficas y que se deberían aplicar en los servicios de mantenimiento para las alarmas de FAN a nivel nacional.

- **Definir la tarea a realizar.**

Se recomienda enumerar todos los equipos que estén provistos a supervisar, luego lo único que se debe hacer es eliminar aquellas entradas de la lista que no son apropiadas para inspecciones termográficas.

El siguiente paso consta en asignar prioridades en la lista. Por lo general en las empresas conservan registros de mantenimiento y producción, estos registros mostrarán qué el componente tiene una mayor frecuencia a fallar y por tanto, debe ser inspeccionado más cuidadosamente. Además, se deben tener en cuenta las consecuencias directas del fallo. Los componentes esenciales se deben supervisar con más frecuencia y atención que otros que pueden permanecer temporalmente fuera de servicio sin afectar la funcionalidad del proceso completo. Teniendo en cuenta esta información, se puede comenzar a programar las inspecciones térmicas pero aún existe otro paso de vital importancia que debe completarse.

- **Realizar inspección inicial**

Antes de poder iniciar y determinar los problemas de los componentes o activos, es necesario contar con material de referencia, por lo cual es recomendable realizar termografías de todo el equipo que se desea inspeccionar. Esto se debe hacer durante el funcionamiento normal, también hay que tener en cuenta que para ciertos casos es posible que se deban realizar varias termografías de una sola pieza del activo, especialmente si tiene componentes principales o subsistemas con tendencia a fallar.

Cuando se disponga de una base de datos de imágenes de referencia, se puede concluir qué temperaturas son aceptables para cada pieza del equipo y definir un umbral de alarma de temperatura. Esto permite a la cámara generar y activar una alarma si alguna parte de la termografía se calienta excesivamente, lo que ayuda a agilizar las inspecciones futuras.

- **Iniciar la inspección**

Si se han realizado y documentado adecuadamente todas las mediciones de temperatura de referencia, se puede dar inicio a inspeccionar el equipo. Inicialmente debe

disponer de una completa lista con las piezas del equipo a evaluar y una programación de las inspecciones que tenga en cuenta la tendencia del activo a fallar y el impacto del posible fallo en el proceso completo.

Si una pieza del activo está lista para la inspección térmica, solo se debe establecer la alarma de temperatura correcta e iniciar la inspección. Si la alarma se activa, esta pieza del equipo deberá ser analizada en mayor énfasis. También es importante tener en cuenta que la alarma de temperatura no implica que no sea necesario analizar con atención las termografías ya que se debe indagar el por qué llegó a esa alarma. El ingeniero encargado de la cámara termográfica necesita comprender a cabalidad la física de la tecnología termográfica y el funcionamiento del activo inspeccionado. Para ilustrar esto, debe observar los fusibles fundidos a causa del problema que sea (corto circuito o picos de corriente) y los sistemas de refrigeración con un flujo de refrigerante limitado.

- **Análisis y creación de informes**

Cuando se haya inspeccionado todo el equipo, es indispensable volver a la oficina para realizar el análisis de las imágenes tomadas y resumir las conclusiones en un informe.

## **8. FUENTES DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

### **8.1. FUENTES PRIMARIAS**

Como fuente principal se consultaron manuales, documentos con información técnica y configuración de los equipos, guías de mantenimiento y configuración de los equipos de transmisión para los equipos de transmisión microondas marca NEC de la familia IPASOLINK., adicionalmente se realizaron consultas por medio de las páginas oficiales de los proveedores de cada tecnología.

### **8.2. FUENTES SECUNDARIAS**

Personal de campo dedicado a la operación y mantenimiento el cual realiza las visitas técnicas y corrección de las fallas en sitio.

También cabe resaltar a la Universidad ECCI en su guía y erutación correcta de ideas para gestionar el documento.

## 9. COSTOS

Los costos estimados están actualmente basados en el mercado Europeo por la especificación de los equipos y certificación necesaria del proveedor, teniendo en cuenta lo siguiente:

Estos costos se enfocaron al sector de cámaras infrarrojas certificadas y bajo el estándar sujeto al clima nacional y cultural, están realizados respecto a la evaluación del estado actual de la maquina los cuales serán beneficios económicos a un futuro de la operación y mantenimiento de la misma.

*Tabla 4. Tabla costos de implementación*

1	PERSONAL			
	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR FINAL
1.1	Estudio de la manipulación y funcionamiento del equipo, manejo de software y aplicaciones: 4 horas a la semana por 2 semanas, a un costo de \$80.000 por hora de ingeniero. Total de 40 horas con un valor de \$3.200.000 por Ingeniero	4	\$3.200.000	\$12.800.000
1.2	Consultoría externa ingenieros expertos en el tema de cámaras termográficas	1	\$2.500.000	\$2.500.000
1.3	Cámara Termográfica FLIR E4	2	\$4.000.000	\$8.000.000
2	SERVICIOS			
2.1	Fotocopias	4	\$30.000	\$120.000
2.2	Impresiones de manuales	4	\$30.000	\$120.000
2.3	Internet	4	\$50.000	\$200.000
2.4	Imprevistos	1	\$500.000	\$500.000
2.5	Transporte	1	\$400.000	\$400.000
3	BIENES			
3.1	Computador	4	\$1.000.000	\$4.000.000
3.2	Impresora	1	\$300.000	\$300.000
3.3	Papelería	1	\$40.000	\$40.000
3.4	USB	4	\$20.000	\$80.000
				\$29.060.000

## **Beneficios económicos**

Los beneficios económicos se podrán reflejar al momento de cambiar la cantidad de alarmas del módulo FAN en un periodo estimado de 3 meses.

Disponibilidad e ingreso = tiempo funcionando x costo de servicio

Se debe calcular el ahorro anual y la diferencia en costo beneficio, dando como resultado la ganancia de nuestro proyecto

## **CALCULO DEL ROI**

Costo fuera de servicio = 3.000/ hora (Valor promedio)

Tiempo de espera arreglo de falla = 168 horas (7 días – Sujeto a la disponibilidad de ingresar al sitio, es un promedio)

$168 \text{ horas} \times \$3.000 = \$ 2.016.000 / \text{mes}$

Falla presentada una vez al mes

$\$2.016.000 \times 12 = \$24.192.000$  costo falla por año por cada módulo FAN

Aplicando mantenimiento con cámara termográfica para mejoramiento planteado:

El tiempo de espera en arreglar la falla será de 24 horas esto es igual a un 86% de ahorro en el tiempo de mantenimiento.

$24 \text{ horas} \times \$3.000 = \$ 72.000 / \text{mes}$

Falla presentada una vez al mes

$\$72.000 \times 12 = \$864.000$  costo falla por año

Ahorro anual = op y mtto sin implementación de mantenimiento con cámara termografica = op y mtto con implementación de mantenimiento con cámara termografica



Ahorro anual = \$24.192.000 - \$864.000 = \$23.328.000

### ROI

$$ROI = \frac{\text{costo de implementación}}{\text{ahorro anual}} = \frac{29.060.000}{23.328.000} = 1,24 \text{ año}$$

$$ROI = 1,24 \text{ año} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 14,88 \text{ meses} = 446,5 \text{ días}$$

Tabla 5. Cálculo del ROI (ROI-Simple)

<b>Cálculo del ROI (ROI-Simple)</b>	
<b>Ingresos netos</b> producidos por la inversión	<b>23.328.000</b>
<b>Gastos netos</b> (y-o importes invertidos)	<b>29.060.000</b>
<b>ROI en %</b>	<b>80%</b>
<b>ROI en \$</b>	<b>0,80</b>

El retorno de inversión cuando el ingreso anual es \$23.328.000 y la inversión anual es de \$29.060.000 es igual a 80%

Por cada peso invertido se obtienen \$803 pesos de retorno

## 10. TALENTO HUMANO

Para esta investigación se han descrito una serie de procedimientos que tienen como fin mostrar una oportunidad de mejorar el manejo actual para realizar la detección y tratamiento de la falla que presenta el modulo o ventilador que mantiene baja la temperatura (FAN) en los equipos IPASOLINK marca NEC, esta investigación se ha realizado con la colaboración de tres ingenieros electrónicos, con el fin de disminuir el número de fallas y mejorar el funcionamiento de los equipos de transmisión.

Para ejecutar esta labor, se sugiere la contratación de personal Profesional en Ingeniería (Telecomunicaciones, Electrónica y afines.) con experiencia en manejo de radios de comunicaciones. Debe contar con certificación de Termógrafo Nivel I y certificación de trabajo en alturas vigentes.

El personal que se designe para realizar esta labor debe ser proactivo y analítico, con el fin de que pueda brindar análisis más profundos a los que se puedan evidenciar a simple vista en la cámara.

## 11. CONCLUSIONES

La técnica termográfica consultada aplicada al mantenimiento preventivo nos deja claro los altos resultados que se pueden esperar de la implementación de la misma al ser una de las técnicas más usadas, muestra su eficacia a la hora de brindar un diagnóstico acertado el cual aumentara la vida útil y el tiempo de producción del equipo en el cual sea usada.

Luego de realizar esta investigación se evidencia la importancia de tener un plan de mantenimiento apropiado para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos microondas los cuales están expuestos a condiciones extremas y siempre bajo una exigencia máxima en cuanto a operatividad.

Desarrollar el plan de capacitación para el personal que desarrolla la actividad contribuye a que los análisis realizados por cada una de estas personas sean más exactos, con lo cual se optimizan tiempos y gastos a la compañía.

## 12. RECOMENDACIONES.

- Mostrar a los jefes del área de operación y mantenimiento la importancia de mantener los equipos en constante y óptimo funcionamiento.
- Desarrollar el planteamiento de un plan de mantenimiento que incluya la técnica de análisis termografico.
- Continuar monitoreando la red en busca de fallas presentadas por recalentamiento.
- En esta investigación se brinda la información necesaria y deja claro el estado y operatividad de la técnica termografica, siendo que el mercado en cuanto a equipos es muy amplio se dejó en claro las características principales y relevantes para tener en cuenta a la hora de contemplar la posible implementación y uso de esta técnica.

## 13. REFERENCIAS.

### 13.1. BIBLIOGRAFIA

Boiler, a, & Code, P. (1983). section III. Retrieved from  
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Section+iii#0>

FLUKE. (2016). CENTRO DE SOLUCIONES. Retrieved from  
<http://www.fluke.com/fluke/eses/soluciones/mantenimiento-de-planta/mantenimiento-predictivo/termograf%C3%ADa>

ANALISIS DE FALLA TRP TEMPERATURE FAMILIA IPASOLINK. (n.d.).

Garantia, D. D. E. L. A. (2011). Seccion ii operacion.

Idu, D. D. E. L. A., Odu, L. A., Idu, M. D. E. L. A., Ventilador, U., Directo, M.,  
Atenuador, C., ... Agua, I. D. E. (2011). Sección i instalación.

International, F., General, L., & Licenciataro, E. (n.d.). Licencia de software, 1–2.

NEC. (n.d.-a). IPASOLINK. Retrieved from  
[http://es.nec.com/es\\_ES/global/prod/nw/pasolink/products/ipaso.html](http://es.nec.com/es_ES/global/prod/nw/pasolink/products/ipaso.html)

NEC. (n.d.-b). NEC Product Documentation. Retrieved from [http://192.168.173.65/hedex/hdx.do?fe=2000&lib=OMC&p=h&id=help\\_alarmreference\\_rtnalarm\\_alarm\\_hard\\_bad](http://192.168.173.65/hedex/hdx.do?fe=2000&lib=OMC&p=h&id=help_alarmreference_rtnalarm_alarm_hard_bad)

Radiofrecuencia, P. De. (2011). Plan de Radiofrecuencia.

Termografia fluke Ti25 . (n.d.).

## 13.2. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://www.flir.es/corporate/display/?id=41523>
- <http://www.flir.es/corporate/display/?id=41536>
- <http://www.fluke.com/fluke/es/products/camaras-termograficas>
- <http://www.fluke.com/fluke/coes/products/Termografia.htm>
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4317/1/CD-3935.pdf>
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4317>
- <http://eprints.ucm.es/1936/1/T20526.pdf>
- [https://www.researchgate.net/profile/Daniel\\_BALAGEAS/publication/234037813\\_Termografa\\_Infrarroja\\_una\\_tcnica\\_multifactica\\_para\\_la\\_Evaluacin\\_No\\_Destructiva\\_\(END\)/links/02bfe50e7392f7efc7000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel_BALAGEAS/publication/234037813_Termografa_Infrarroja_una_tcnica_multifactica_para_la_Evaluacin_No_Destructiva_(END)/links/02bfe50e7392f7efc7000000.pdf)
- <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/4419/1/TFM-L88.pdf>
- <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/4419>
- [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33952868/redminera1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472359281&Signature=LSP0GYin47kb8WFm1DtTILhsNqw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANTENIMIENTO\\_PREDICTIVO\\_EN\\_PALAS\\_ELECTR.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33952868/redminera1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472359281&Signature=LSP0GYin47kb8WFm1DtTILhsNqw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANTENIMIENTO_PREDICTIVO_EN_PALAS_ELECTR.pdf)
- [http://www.academia.edu/7352749/MANTENIMIENTO\\_PREDICTIVO\\_EN\\_PALAS\\_ELECTROMECHANICAS\\_DE\\_LA\\_MINERIA](http://www.academia.edu/7352749/MANTENIMIENTO_PREDICTIVO_EN_PALAS_ELECTROMECHANICAS_DE_LA_MINERIA)

- <http://hdl.handle.net/2099.1/21224>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30422/D-79991.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30422>
- <http://hdl.handle.net/10317/3177>
- <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3177/tfm220.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <http://hdl.handle.net/10251/48528>
- <http://hdl.handle.net/10251/62317>
- [http://www.rivanet.com.ar/clientes/irpa/fullpaper\\_IRPA2015\\_640164.pdf](http://www.rivanet.com.ar/clientes/irpa/fullpaper_IRPA2015_640164.pdf)
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4317/1/CD-3935.pdf>
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4317>
- <http://eprints.ucm.es/1936/1/T20526.pdf>
- [https://www.researchgate.net/profile/Daniel\\_BALAGEAS/publication/234037813\\_Termografa\\_Infrarroja\\_una\\_tcnica\\_multifactica\\_para\\_la\\_Evaluacin\\_No\\_Destructiva\\_\(END\)/links/02bfe50e7392f7efc7000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel_BALAGEAS/publication/234037813_Termografa_Infrarroja_una_tcnica_multifactica_para_la_Evaluacin_No_Destructiva_(END)/links/02bfe50e7392f7efc7000000.pdf)
- <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/4419/1/TFM-L88.pdf>
- <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/4419>
- [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33952868/redminera1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472359281&Signature=LSP0GYin47kb8WFm1DtTILhsNqw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANTENIMIENTO\\_PREDICTIVO\\_EN\\_PALAS\\_ELECTR.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33952868/redminera1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472359281&Signature=LSP0GYin47kb8WFm1DtTILhsNqw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANTENIMIENTO_PREDICTIVO_EN_PALAS_ELECTR.pdf)
- [http://www.academia.edu/7352749/MANTENIMIENTO\\_PREDICTIVO\\_EN\\_PALAS\\_ELECTROMECHANICAS\\_DE\\_LA\\_MINERIA](http://www.academia.edu/7352749/MANTENIMIENTO_PREDICTIVO_EN_PALAS_ELECTROMECHANICAS_DE_LA_MINERIA)
- <http://hdl.handle.net/2099.1/21224>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30422/D-79991.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30422>
- <http://hdl.handle.net/10317/3177>
- <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3177/tfm220.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <http://hdl.handle.net/10251/48528>

- <http://hdl.handle.net/10251/62317>
- [http://www.rivanet.com.ar/clientes/irpa/fullpaper\\_IRPA2015\\_640164.pdf](http://www.rivanet.com.ar/clientes/irpa/fullpaper_IRPA2015_640164.pdf)
- <http://www.bdigital.unal.edu.co/50151/1/Tesis%20Maestr%C3%ADa-%20Jessica%20Vargas%20Cruz%20Unal.pdf>
- <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6101/2/145410.pdf>
- <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/143006.pdf>
- [http://ciruelo.uninorte.edu.co/exlibris/aleph/a21\\_1/apache\\_media/4A1NSKJMH A747VHLYYUJ834EKVFP9B.pdf](http://ciruelo.uninorte.edu.co/exlibris/aleph/a21_1/apache_media/4A1NSKJMH A747VHLYYUJ834EKVFP9B.pdf)