



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TESIS DE GRADO

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** SILVIA XIMENA

**APELLIDOS:** NAVARRO AMADO

**NOMBRE (S):** OSCAR DANIEL

**APELLIDOS:** RAMÍREZ HERNÁNDEZ

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** JOSÉ ARMANDO

**APELLIDOS:** BECERRA VARGAS

**TÍTULO DE LA TESIS:** ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL CAMILO DAZA DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN:

Se adquirió destreza en el manejo de los equipos tecnológicos que permitieron realizar la medición y posterior análisis del comportamiento de los parámetros que influyen en la cuantificación de la calidad de la energía en los diferentes puntos estratégicos, previamente seleccionados para dicha medición. Igualmente, se realizaron mediciones eléctricas y de luminosidad, para comprobar que la energía suministrada y distribuida, y el servicio prestado al lado aire y oficinas de apoyo a la navegación aérea (áreas no concesionadas) cumple con los rangos mínimos aceptables en los parámetros eléctricos según la normativa respectiva (RETIE, IEEE, Anexo 14 OACI, etc.), estableciendo formatos y procedimientos para realizar las mediciones designadas, analizando las mediciones eléctricas de las diferentes zonas de objeto de evaluación (no concesionadas), identificando las posibles fuentes de fallas y establecer criterios técnicos que recomienden como minimizar los efectos indeseables. Por ultimo, se formularon soluciones a los posibles problemas encontrados en el estudio de la calidad de la energía basados en la concepción de registros de evaluación y control que permiten la detección y ajuste de las fallas.

Palabras clave: estudio, análisis de calidad, energía, sistemas eléctricos, Aeropuerto Internacional Camilo Daza.

### CARACTERÍSTICAS:

**PAGINAS:** 147

**PLANOS:**

**ILUSTRACIONES:**

**CD-ROM:** 1

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN LOS SISTEMAS  
ELÉCTRICOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL CAMILO DAZA DE  
CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

SILVIA XIMENA NAVARRO AMADO  
OSCAR DANIEL RAMÍREZ HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2014

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN LOS SISTEMAS  
ELÉCTRICOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL CAMILO DAZA DE  
CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

SILVIA XIMENA NAVARRO AMADO  
OSCAR DANIEL RAMÍREZ HERNÁNDEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electromecánico

Director  
JOSÉ ARMANDO BECERRA VARGAS  
Ingeniero Electromecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2014



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

## **ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 18 DE DICIEMBRE DE 2013

**HORA:** 4:00 PM

**LUGAR:** SALA DE JUNTAS DEPARTAMENTO ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA ELECTROMECHANICA

**TITULO DE LA TESIS:** ESTUDIO Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIA EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL CAMILO DAZA DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER.

**JURADOS:** JOHNNY OMAR MEDINA DURAN  
FRANCISCO MORENO GARCÍA

**DIRECTOR:** JOSÉ ARMANDO BECERRA VARGAS


<b>NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CALIFICACION</b>	
		<b>NUMERO</b>	<b>LETRA</b>
SILVIA XIMENA NAVARRO AMADO	1090383	4,4	CUATRO, CUATRO
OSCAR DANIEL RAMIREZ HERNANDEZ	1090302	4,4	CUATRO, CUATRO

## **APROBADA**

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
JOHNNY OMAR MEDINA DURAN

  
FRANCISCO MORENO GARCÍA

Vo. Bo.   
IE. PhD. FRANCISCO ERNESTO MORENO G.  
Coordinador Comité Curricular



*Jessica L.*

Al supremo creador por sus bendiciones y permitir cumplir unas de nuestras metas, porque nos ha dado la fortaleza necesaria para vencer los obstáculos que se han presentado, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar y no desfallecer

A nuestros padres, por su gran comprensión, confianza y apoyo brindado, ahora les dedicamos este triunfo, el fruto de sus esfuerzos, velando por nuestro bienestar y educación siendo nuestro mayor apoyo en todo momento, depositándonos su confianza entera en cada paso de nuestras vidas.

A nuestros hermanos que nos han acompañado durante esta etapa de nuestras vidas apoyándonos incondicionalmente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ingeniero José Armando Becerra Vargas, director de tesis, gran baluarte de este trabajo.

A los ingenieros Martín Alberto Trujol y Darley Gustavo Soto, por su colaboración y apoyo incondicional durante la realización de este proyecto.

A nuestros amigos de estudio, porque siempre estuvieron con nosotros en las buenas y en las malas.

A la empresa Aeronáutica Civil regional Norte de Santander, por brindarnos la oportunidad de realizar las pasantías en sus instalaciones.

A los docentes del departamento de Electricidad y Electrónica, por todos los conocimientos brindados durante toda nuestra formación.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 JUSTIFICACIÓN	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES	20
2. REFERENTES TEÓRICOS	22
2.1 ANTECEDENTES	22
2.2 MARCO TEÓRICO	24
2.2.1 Fundamentos de la calidad de energía	24
2.2.2 Evolución de la carga	25
2.2.3 Principio de la calidad de energía	26
2.2.4 Concepto	28
2.2.5 La calidad del producto	28
2.2.6 La calidad de energía en los diferentes sistemas eléctricos	29
2.2.7 Tipos de carga	30
2.2.8 Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia	34
2.2.9 De perturbaciones: localización y origen	49
2.2.10 Ayudas visuales luces papi y luces borde de pista	50
2.2.11 PAPI y APAPI	55

2.3 MARCO LEGAL	60
3. METODOLOGÍA	66
3.1 TIPO DE PROYECTO	66
3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	66
4. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ANALIZADORES DE REDES	67
4.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UN ANALIZADOR DE REDES	67
4.1.1 Partes del equipo analizador fluke 435	68
4.1.2 Programación básica	69
4.1.3 Diagramas de conexiones principales	69
4.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA PINZA AMPERIMÉTRICA	71
4.2.1 Funciones de medida	71
4.2.2 Características	71
4.3 CARACTERÍSTICAS DEL LUXÓMETRO	72
4.3.1 Conceptos generales para mediciones con luxómetro	73
4.3.2 Características del luxómetro	74
4.4 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	75
5. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES	78
5.1 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS	79
5.1.1 Medición en el tablero principal de la subestación de la Aeronáutica Civil	79
5.1.2 Medición en el VOR	82
5.1.3 Medición en cabecera pista 1-6	84
5.2 MEDICIÓN EN EL SERVICIO	86



6. CONCLUSIONES	95
7. RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	102