

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/150

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JUAN ANDRÉS APELLIDOS: ROJAS SERRANO

NOMBRE(S): DARÍO ALEJANDRO APELLIDOS: VÁSQUEZ VEGA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): FAUSTINO APELLIDOS: MORENO GAMBOA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PROTOTIPO DE SISTEMA REMOTO PARA EL ANÁLISIS DEL RECURSO EÓLICO EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA

RESUMEN

Se diseña y construye el prototipo de un sistema remoto para el sensado, análisis y caracterización del recurso eólico en zonas rurales de Colombia. Mediante una herramienta desarrollada bajo un entorno de desarrollo integrado (IDE) se determina la viabilidad y características de un futuro emplazamiento eólico in situ a partir de las mediciones de dirección del viento, velocidad a dos diferentes alturas y condiciones meteorológicas influyentes como humedad, temperatura y presión barométrica. El sistema se muestra de manera prospectiva como una herramienta que ayude a mejorar el modelamiento espacial del viento en superficie y que permita ajustar los perfiles verticales ya existentes, debido a que actualmente en el país se cuenta con una baja densidad de estaciones de referencia.

PALABRAS CLAVE: Energía eólica, zonas rurales, sensado remoto, Weibull, SCADA.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 150 PLANOS: ILUSTRACIONES: 50 CD ROOM: 1

PROTOTIPO DE SISTEMA REMOTO PARA EL ANÁLISIS DEL RECURSO EÓLICO EN
ZONAS RURALES DE COLOMBIA

DARIO ALEJANDRO VASQUEZ VEGA

JUAN ANDRES ROJAS SERRANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2015

PROTOTIPO DE SISTEMA REMOTO PARA EL ANÁLISIS DEL RECURSO EÓLICO EN
ZONAS RURALES DE COLOMBIA

DARIO ALEJANDRO VASQUEZ VEGA

JUAN ANDRES ROJAS SERRANO

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

Director

FAUSTINO MORENO GAMBOA

Magíster en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaicos

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2015



**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD INVESTIGACIÓN**

FECHA: VIERNES 06 DE NOVIEMBRE DE 2015

HORA: 03:00 P.M

LUGAR: SALA DE JUNTAS DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y
ELECTRÓNICA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO: "PROTOTIPO DE SISTEMA REMOTO
PARA EL ANÁLISIS DEL RECURSO EÓLICO EN ZONAS RURALES DE
COLOMBIA".

JURADOS: Esp. GIOVANNY RAMÍREZ AYALA
M.Sc. SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

DIRECTOR: M.Sc. FAUSTINO MORENO GAMBOA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
DARÍO ALEJANDRO VÁSQUEZ VEGA	1090583	5.0
JUAN ANDRÉS ROJAS SERRANO	1090567	5.0

OBSERVACIONES:

LAUREADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

Giovanny Ramirez Ayala

Sergio Basilio Sepúlveda Mora

VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Yesenia Restrepo

CLAUDIA M.

Dedicatoria

Ana María y Valentina, por ellas y para ellas.

Darío Alejandro

Dedicatoria

A mis padres que afrontaron la responsabilidad de darme la formación académica que en su momento no pudieron tener.

A la academia en donde aprendí el valorar la diversidad del pensamiento, y además la importancia de divulgar los conocimientos.

A los ‘‘ingenieros’’ de los cuales aprendí sobre la persona que no debo llegar a ser.

JUAN ANDRÉS ROJAS SERRANO

Agradecimientos

Este trabajo se ejecutó gracias a la colaboración conjunta de las siguientes personas e instituciones:

El Instituto De Hidrología Y Meteorología (IDEAM) en su división de Meteorología Aeronáutica a cargo del director Alexander Melgarejo Arzuza quien nos brindó la oportuna capacitación sobre globos sonda, importancia de las respectivas mediciones, formas de adquirir los datos, características de los vientos Colombianos y además aportó los globos meteorológicos para las pruebas.

TecnoParque SENA Nodo Ocaña quien contribuyó con el diseño mecánico de los anemómetros y estructura de montaje del prototipo, además del préstamo de dispositivos electrónicos para la dotación del mismo.

Al departamento de Fluidos y Térmicas el cual nos permitió realizar la caracterización de los anemómetros construidos en el túnel de vientos localizado en las instalaciones de la UFPS.

Agradecimientos especiales al ingeniero Faustino Moreno quien nos dirigió en el desarrollo de este proyecto y al ingeniero Emilio Vera Duarte el cual ha recopilado desde el año 1998 datos concernientes al clima dentro del campus de la UFPS, además de estar presente en las fases de ejecución de este proyecto.

A la mancomunidad del Centro de Estudios (y de Investigación) de Ingeniería Electromecánica, espacio de generación y divulgación del conocimiento.

Contenido

Introducción	18
1. Título	20
2. Problema	21
2.1 Planteamiento del problema	21
2.2 Formulación del problema	23
3. Justificación	24
3.1 Beneficios tecnológicos	27
3.2 Beneficios institucionales	28
3.3 Beneficios Sociales	28
4. Objetivos	29
4.1 Objetivo general.	29
4.2 Objetivos específicos	29
5. Alcances	30
6. Limitaciones y delimitaciones	31
6.1 Limitaciones	31
6.2 Delimitaciones	31
7. Marco referencial	32
7.1 Antecedentes	32
7.2 Marco teórico	34

7.2.1	Recurso eólico.	34
7.2.1.1	Velocidad y dirección.	35
7.2.1.2	Densidad.	35
7.2.1.3	Humedad relativa.	36
7.2.2	Sistema Implementado.	36
7.2.2.1	Sistema de medición.	36
7.2.2.1.1	Anemómetro.	36
7.2.2.1.2	Veleta.	37
7.2.2.1.3	Sensor de temperatura.	38
7.2.2.1.4	Sensor de Presión Atmosférica.	38
7.2.2.1.5	Sensor de humedad.	39
7.2.3	Sistemas Embebidos.	39
7.2.4	Sistema de Comunicación.	41
7.2.4.1	Protocolo GPRS.	41
7.2.5	Servidor Web.	43
7.2.6	Interfaz de entorno gráfico.	44
7.2.6.1	Entorno de desarrollo integrado.	44
7.3	Marco legal	44
8.	Diseño metodológico	47
8.1	Diseño social	48

8.2	Diseño electrónico	49
8.2.1	Sensor de velocidad.	49
8.2.2	Sensor de dirección.	51
8.2.3	Sensor de humedad relativa.	52
8.2.4	Sensor de presión barométrica	53
8.2.5	Sensor de temperatura.	54
8.2.6	Módulo de reloj en tiempo real (RTC)	54
8.2.7	Módulo de almacenamiento SD	55
8.2.8	Módulo de comunicación GPRS y transmisión de datos.	56
8.2.9	Sistema embebido y estructura de la programación.	57
8.3	Diseño eléctrico	60
8.4	Diseño mecánico	60
8.4.1	Anemómetro Sobre Veleta y Anemómetro de Línea.	62
8.4.2	Veleta	67
8.4.3	Rótula	68
8.4.4	Caja de Sensores	69
8.4.5	Globo meteorológico tipo sonda cautiva	70
8.4.6	Malla para anclaje y sistema de amarre	72
8.4.7	Generador de hidrógeno	73
8.5	Diseño de la interfaz de entorno gráfico y selección del lugar de pruebas.	75

8.5.1	Análisis preliminar de los datos.	76
8.5.2	Rosa de vientos	77
8.5.3	Promedios horarios y mensuales	79
8.5.4	Distribución de Weibull.	82
8.5.5	Rugosidad del terreno y perfil vertical de velocidades.	85
8.5.6	Parámetros Meteorológicos influyentes.	87
8.5.7	Índice de turbulencia.	88
9.	Montaje y resultados	89
9.1	Montaje en zona rural de estudio	89
9.2	Montaje en las instalaciones de la UFPS Cúcuta	93
10.	Conclusiones y recomendaciones	95
11.	Costos	98
12.	Referencias	104
	Anexos	107