

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

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): EMANUEL APELLIDOS: TRUJILLO CASTRO

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ANDRÉS EDUARDO APELLIDOS: PÁEZ PEÑA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS PARA LA MEDICIÓN DE LA PERMEABILIDAD EN ESPUMAS CERÁMICAS

### RESUMEN

Con el objetivo de mejorar la obtención de las propiedades físicas de las cerámicas porosas, se han desarrollado metodologías para la determinación de estas mismas. El material cerámico es analizado mediante una serie de pruebas de laboratorio que permiten determinar ciertas características, con las cuales se puede lograr determinar la tortuosidad del material y su coeficiente de permeabilidad. El propósito del presente trabajo es desarrollar una nueva metodología, basada en la medición de la resistividad eléctrica, para determinar el factor de forma del cerámico y por medio de un sistema de filtrado poder determinar con éxito lo permeable del material. Un modelo físico para cada propiedad fue construido y por medio de los mismos se realizó el estudio de tortuosidad y permeabilidad.

PALABRAS CLAVE: Tortuosidad, permeabilidad, resistividad eléctrica, cerámica porosa

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 153 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS PARA LA  
MEDICIÓN DE LA PERMEABILIDAD EN ESPUMAS CERÁMICAS

EMANUEL TRUJILLO CASTRO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS PARA LA  
MEDICIÓN DE LA PERMEABILIDAD EN ESPUMAS CERÁMICAS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Electrónico

DIRECTOR

ING. ANDRÉS EDUARDO PÁEZ PEÑA

CODIRECTOR

LIC. GABRIEL PEÑA RODRÍGUEZ, PHD.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 05 DE DICIEMBRE DE 2017

Hora: 18:00

Lugar: LABORATORIOS BÁSICOS DE FÍSICA, LBF5

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS PARA LA MEDICIÓN DE LA PERMEABILIDAD EN ESPUMAS CERÁMICAS."

Jurados: IE MSc. SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO  
IE MSc. JULIAN ORLANDO TARAZONA ANTELIZ

Director: IE ANDRES EDUARDO PAEZ PEÑA  
Codirector: Ph.D GABRIEL PEÑA RODRÍGUEZ

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
EMANUEL TRUJILLO CASTRO	1160274	CUATRO, OCHO (4,8)

## MERITORIA

  
SERGIO A. CASTRO CASADIEGO

  
JULIAN O. TARAZONA ANTELIZ

  
Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser ese pilar importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, por su confianza y apoyo en todas y cada una de las ocasiones cuando sentía desfallecer. A mis hermanos y demás familiares que siempre creyeron en mí. En general a todas aquellas personas que me apoyaron moral y económicamente.

*Emanuel T.C*

## **AGRADECIMIENTOS**

Son muchas las personas que me gustaría agradecerles por el apoyo que me dieron para cumplir este objetivo, les agradezco por sus consejos, amistad y ánimo que ofrecieron a lo largo de la carrera.

Principalmente me gustaría agradecer a mi familia por inculcarme valores que sirvieron como base para seguir estudiando, a mis padres porque me brindaron todo el apoyo que necesité para la culminación de esta etapa, a mis hermanos por la tolerancia y comprensión que tuvieron en los buenos y malos momentos.

A Gabriel Peña Rodríguez codirector del proyecto, por su colaboración, arduo trabajo y la prestación de las herramientas necesarias para la realización de este.

A Ricardo Alfonso Rincón, gran amigo que siempre me brindo la mayor de sus ayudas en el desarrollo del proyecto.

A José Molina por su colaboración en el desarrollo del proceso de simulación a todas y cada una de las piezas diseñadas para el sistema de medición de factor de forma.

A la Universidad Francisco de Paula Santander (Cúcuta), Facultad de Ingeniería, así como a los profesores por ofrecerme la formación suficiente para seguir adelante.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	15
1. Planteamiento del problema	16
2. Justificación	17
2.1 Beneficios tecnológicos	17
2.2 Beneficios económicos	17
2.3 Beneficios sociales	18
2.4 Beneficios empresariales	18
3. Tipo de proyecto y alcances	19
3.1 Tipo de proyecto	19
3.2 Alcances	19
4. Limitaciones y delimitaciones	20
4.1 Limitaciones	20
4.2 Delimitaciones	20
5. Objetivos	21
5.1 Objetivo general	21
5.2 Objetivos específicos	21
6. Marco referencial	22
6.1 Antecedentes	22
6.2 Referencias teóricas	23

6.2.1.	Conceptos Básicos	23
6.3	Marco teórico	39
6.3.1.	Espumas cerámicas	39
6.3.2.	Los fluidos y sus características	42
6.3.3.	Sensores y transductores	46
6.3.4.	Sistemas de adquisición de datos	71
6.3.5.	Arduino	78
6.3.6.	Matlab	87
6.3.7.	Android	99
6.4	Marco legal	104
7.	Diseño metodológico	108
7.1	Recopilar información sobre el comportamiento y las propiedades de las espumas cerámicas	108
7.2	Realizar un estudio del sistema de medición de la permeabilidad en fluidos compresibles y no compresibles	109
7.3	Seleccionar los sensores, elementos electrónicos y materiales a utilizar acorde a las necesidades del sistema	111
7.4	Establecer el sistema de comunicación a utilizar para lograr la interconexión entre los dispositivos de medición y el ordenador	116
7.5	Programar los dispositivos a utilizar y desarrollar la interfaz gráfica del sistema	116
7.6	Realizar el montaje del sistema digital de adquisición de variables en una estructura de elementos mecánicos para la realización de pruebas que permitan ratificar la correcta lectura de permeabilidad en las espumas cerámicas	120



8.	Resultados y discusión	121
8.1	Desarrollo del sistema para la medición de factor de forma	121
8.2	Desarrollo del sistema para la medición de permeabilidad al agua	123
8.3	Resultados obtenidos mediante sistema de permeabilidad al agua en cerámicas porosas	129
8.4	Resultados obtenidos de Factor de Forma y tortuosidad en cerámicas porosas	132
9.	Conclusiones	135
10.	Recomendaciones	136
11.	Trabajos futuros	137
	Referencias bibliográficas	138
	Apéndices	143
	Glosario	152