

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/125

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR:

NOMBRES: JHONATTAN ALEXIS APELLIDOS: RIVERA RONDÓN

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTORES:

NOMBRES: GEINER GIOVANNY APELLIDOS: BARBOSA CASANOVA

NOMBRES: VICTOR HUGO APELLIDOS: MURCIA CELIS

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PROTOTIPO PARA EL REACONDICIONAMIENTO ELECTRÓNICO DE UN AUTOCLAVE ODONTOLÓGICA PARA LA EMPRESA VHM INGENIERÍA S.A.S.

RESUMEN:

El trabajo de grado que se desarrolla en este documento abarca el diseño de un prototipo funcional para el reacondicionamiento electrónico de un equipo de autoclave odontológica para la empresa VHM Ingeniería S.A.S. de la ciudad de San José de Cúcuta. El desarrollo del proyecto se basó en la tarjeta de desarrollo microcontroladora Arduino Mega 2560; las variables procesadas se almacenan en una memoria SD al tiempo que se muestran en una pantalla digital táctil con interfaz HMI (*Human-Machine Interface*). Es así que se contempla el análisis del estado inicial del equipo, la selección de los dispositivos que hicieron parte del prototipo, la programación para la adquisición, visualización y transmisión de los datos y distintas pruebas de funcionamiento teniendo en cuenta métodos de control de temperatura PID y ON/OFF.

PALABRAS CLAVE: Autoclave, prototipo, reacondicionamiento, esterilización, HMI.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 125 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 32 CD ROOM: 1

PROTOTIPO PARA EL REACONDICIONAMIENTO ELECTRÓNICO DE UN AUTO-  
CLAVE ODONTOLÓGICA PARA LA EMPRESA VHM INGENIERÍA S.A.S.

JHONATTAN ALEXIS RIVERA RONDÓN

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

PROTOTIPO PARA EL REACONDICIONAMIENTO ELECTRÓNICO DE UN AUTO-  
CLAVE ODONTOLÓGICA PARA LA EMPRESA VHM INGENIERÍA S.A.S.

Trabajo de grado en modalidad de trabajo dirigido para optar por el título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO

Presentado por:

JHONATTAN ALEXIS RIVERA RONDÓN

Director

I.Eo. Esp. MSc. GEINER GIOVANNY BARBOSA CASANOVA

Codirector

I.Eo. VICTOR HUGO MURCIA CELIS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019


## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 08 DE ABRIL DE 2019  
Hora: 08:00  
Lugar: EDIFICIO CREAD SALA DE PROYECCIÓN 3  
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
Título de la Tesis: "PROTOTIPO PARA EL REACONDICIONAMIENTO ELECTRÓNICO DE UN AUTOCLAVE ODONTOLÓGICA PARA LA EMPRESA VHM INGENIERIA S.A.S"  
Jurados: IE Esp. MARCO AURELIO GARCÍA BERMUDEZ  
IE Esp. ARISTÓBULO SIERRA ROJAS  
Director: IE MSc. GEINER GIOVANNY BARBOSA CASANOVA  
Codirector: Ing. VICTOR HUGO MURCIA CELIS

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
JHONATTAN ALEXIS RIVERA RONDÓN	1160986	CUATRO, UNO (4,1)

**APROBADA**

  
MARCO AURELIO GARCÍA BERMÚDEZ

  
ARISTÓBULO SIERRA ROJAS

  
**DINAEL GUEVARA IBARRA, IE PhD**  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

**A**

*Carlos, Helena y Anyelis.*

*Por esto que soy, fui y seré gracias a ustedes. Los amo.*

## AGRADECIMIENTOS

Sentirnos agradecidos siempre implica reconocer un *afuera* de nosotros. Es decir, supone que la fuente de aquello que nos hace bien es algo más que nosotros mismos. Esta es una de las diferencias cruciales de la gratitud frente a otras emociones: podemos enojarnos, enorgullecernos, contentarnos o sentirnos culpables de nosotros, pero sería extraño decir que una persona se siente agradecida de sí misma. Las gracias siempre dirigen hacia afuera. Dar gracias es reconocer que es posible que fuerzas ajenas a nosotros actúen en nuestro beneficio y que no podríamos estar donde estamos sin lo que otros hacen.

Es por esto que quisiera agradecer a mis padres, Carlos y Helena, y a mi queridísima hermana Anyelis por, en resumidas cuentas, serlo todo para mí. Por el apoyo absoluto en esta hermosa etapa de mi vida; por creer en mí, por los buenos días con café, por las buenas noches y un beso, por ser el perfecto ejemplo de que todo se puede.

También quisiera agradecer al ingeniero Víctor Murcia y la ingeniera Lina Grisales por confiar en mis capacidades, por abrirme las puertas de su empresa y darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de grado allí. Toda la gratitud a VHM Ingeniería S.A.S.

Me gustaría agradecer al MSc Giovanni Barbosa por todo el acompañamiento y enseñanza a lo largo de este proceso, ya que su buen criterio y disposición fueron fundamentales para darle forma a las ideas con las que nació este proyecto. Así mismo, quiero agradecerle al profesor Ángel Soto; a usted le debo mi simpatía y mis capacidades en el desarrollo con microcontroladores, y su diligente asesoría fue crucial en todo el proceso. También, quisiera hacer una mención especial al decano Byron Medina por su entrega y amor incondicional a la academia y al pro-

grama de Ingeniería Electrónica; mil gracias a usted y todo el equipo que hizo posible la acreditación en alta calidad de nuestro programa académico.

Finalmente, agradezco de forma muy especial a mis amigos German y Edward por siempre estar ahí, por el soporte en momentos difíciles y por la sincera compañía en momentos de júbilo; este logro también es de ustedes. De igual manera a Harold, Gustavo, Dúmar, Natalia, Javier, y al resto de colegas y amigos con los que compartí grandes momentos.

A todos ustedes, gracias.

## **TABLA DE CONTENIDO**

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1. Título	16
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Formulación del problema	17
1.4. Justificación	17
1.5. Alcances	19
1.6. Tipo de proyecto	20
1.7. Limitaciones y delimitaciones	20
1.7.1. Limitaciones	20
1.7.2. Delimitaciones	21
1.8. Objetivos	21
1.8.1. Objetivo general	21
1.8.2. Objetivos específicos	21
2. MARCO REFERENCIAL	22
2.1. Antecedentes	22
2.2. Marco teórico	25
2.2.1 Autoclave odontológica	25
2.2.2. Clasificación de Spaulding	26
2.2.3. Esterilización	27
2.2.4. Sistema embebido	28



2.2.5. Medidas de temperatura	29
2.2.6. Medidas de presión	30
2.2.7. HMI ( <i>Human-Machine Interface</i> )	32
2.2.8. Protocolos de comunicación	32
2.2.9. Sistema de control de lazo cerrado	33
2.3. Marco legal	34
3. DISEÑO METODOLÓGICO	36
3.1. Analizar el estado inicial del autoclave	36
3.2. Seleccionar los dispositivos electrónicos que harán parte del reacondicionamiento	36
3.3. Realizar la programación de la adquisición, visualización y transmisión de la información	37
3.4. Realizar pruebas de funcionamiento del sistema	37
4. RESULTADOS	38
4.1. Reconocimiento de los componentes actuales	38
4.2. Búsqueda y revisión de manuales	45
4.3. Caracterización de los componentes	47
4.4. Identificación de los posibles sistemas embebidos de placa reducida	50
4.5. Revisión de la disponibilidad y el costo en el mercado de los equipos	55
4.6. Búsqueda y revisión del material bibliográfico	56
4.7. Selección de equipos usando una matriz de decisión	56
4.8. Realización de un diagrama de bloques general	59
4.9. Programación de la lectura de los sensores	61
4.10. Programación de la pantalla digital con interfaz HMI	68

4.11. Integración de todos los códigos	74
4.12. Contraste de las lecturas de datos analógicos/digitales y realización de pruebas de uso	78
4.13. Divulgación de resultados en la comunidad académica	.84
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	95