



GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS
BIBLIOTECARIOS

Código

FO-SB-
12/v0

ESQUEMA HOJA DE RESUMEN

Página

1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): FRANKLIN MEER **APELLIDOS:** GARCÍA ACEVEDO

NOMBRE(S): _____ **APELLIDOS:** _____

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JUAN JOSÉ **APELLIDOS:** GARCÍA PABÓN

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTIMACIÓN DE VALORES DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN RÉGIMEN BIFÁSICO PARA EL FLUIDO R407C EN TUBOS HORIZONTALES MEDIANTE EL USO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

RESUMEN

El siguiente trabajo tiene como propósito Implementar una red neuronal artificial para la estimación de valores de pérdidas de presión en régimen bifásico para el fluido R407C en tubos horizontales. A partir de datos suministrados de un banco de pruebas de refrigeración de la Universidad Federal de Minas Gerais de Brasil, se entrenó una red neuronal por medio de una herramienta computacional basada en Matlab. Se realizó una interfaz gráfica de la red neuronal predictora para facilitar la importación de nuevos datos y exportación de los resultados, desarrollando así un programa que permitiera ser más factible el uso de esta nueva técnica de predicción. La correcta cantidad de capas y neuronas ocultas en el diseño de la red permitió obtener bajos errores con los datos de prueba y validación, obteniendo una precisión de estimación mayor al 95% de los datos y también se obtuvo que el 95% y el 100% de todos los datos se encontraron dentro de las bandas de error del $\pm 10\%$ y el $\pm 15\%$ respectivamente. Se compararon los resultados de la red neuronal con dos modelos de correlación evaluando índices de desempeño como el MAPE, MSE y R regresión lineal. En comparación con métodos tradicionales de correlaciones de pérdidas de presión, el método presentado en este trabajo permite estimar con gran facilidad la totalidad de los datos de modo más preciso y con menos procesos de cálculo.

PALABRAS CLAVE: Bifásico, refrigeración, compresión, redes Neuronales Artificiales

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 114 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:** **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 |

COPIA NO CONTROLADA

ESTIMACIÓN DE VALORES DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN RÉGIMEN BIFÁSICO
PARA EL FLUIDO R407C EN TUBOS HORIZONTALES MEDIANTE EL USO DE REDES
NEURONALES ARTIFICIALES

FRANKLIN MEER GARCÍA ACEVEDO

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

2017

ESTIMACIÓN DE VALORES DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN RÉGIMEN BIFÁSICO
PARA EL FLUIDO r407C EN TUBOS HORIZONTALES MEDIANTE EL USO DE REDES
NEURONALES ARTIFICIALES.

FRANKLIN MEER GARCÍA ACEVEDO

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero Electromecánico

Director

Msc. JUAN JOSÉ GARCÍA PABÓN

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO
MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACION**

FECHA: 7 DE DICIEMBRE DE 2016

HORA: 10:00 AM

LUGAR: LE- 201

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TITULO DEL TRABAJO DE GRADO: "ESTIMACION DE VALORES DE PERDIDAS DE PRESION EN REGIMEN BIFÁSICO PARA EL FLUIDO r407C EN TUBOS HORIZONTALES MEDIANTE EL USO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES".

JURADOS: Msc. JOHNNY OMAR MEDINA DURAN
Msc. JULIAN FERREIRA JAIMES
Esp. JUAN CARLOS RAMIREZ B.

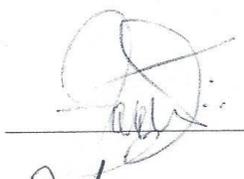
DIRECTOR: Msc. JUAN JOSE GARCIA PABON
Co-director: Msc. JOSE RICARDO BERMUDEZ SANTAELLA

| NOMBRE DEL ESTUDIANTE: | CÓDIGO | CALIFICACION |
|-------------------------------|---------------|---------------------|
| FRANKLIN MEER GARCIA ACEVEDO | 1090558 | 4.4 |

APROBADO

FIRMA DE LOS JURADOS:




VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR 

Mery L.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente aquel por el cual todas las cosas fueron creadas, al rey de reyes y señor de señores, al alfa y el omega, el primero y el último, el principio y el fin, al que me formo desde el vientre de mi madre y del cual nunca me avergonzaré de haberlo conocido, a nuestro señor YASHUAH. Este triunfo es para ti con todo mi corazón porque de ti procedieron mis fuerzas, el sacrificio y la voluntad para alcanzar esta meta.

De igual forma dedico esta tesis a mis padres Pedro García y María Acevedo por estar conmigo en todos los momentos difíciles que tuvimos que soportar para alcázar este enorme logro en mi vida. A ellos les debo lo que soy y lo que tengo porque han sido mi pilar de sustento y apoyo incondicional.

De la misma manera dedico este trabajo a mi querido y único hermano Jefferson García quien estuvo conmigo y soporto las largas noches de estudio y de tener que soportar muchas veces la luz de mi cuarto y del ordenador encendida hasta altas horas de la madrugada. A él le dedico este triunfo por ser mi gran amigo y hermano en todo este tiempo de formación.

De igual modo terminare mi dedicatoria con gran broche de oro dedicándole este trabajo al creador de todas las cosas y dador de la vida, al Elohim, al padre de nuestro MASHIAJ a mi único Adonáí a YHVH.

Franklin Meer García Acevedo.

Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al PhD. (c) y director de mi tesis Juan José García Pabón por su colaboración, compromiso, paciencia y confianza durante este arduo proceso que duro el desarrollo de esta tesis.

Mis agradecimientos también los dirijo al PhD. (c) y codirector de tesis José Ricardo Bermúdez Santaella por sus palabras de motivación y por permitirme un espacio en su grupo de investigación GIDPI para el desarrollo de este trabajo. Por su apoyo incondicional brindado, por sus asesorías y tiempo brindado también están mis más profundos agradecimientos.

Y en definitiva no me cansare de agradecer a mis padres y a mí querido hermano que me apoyaron todo el tiempo y depositaron su amor en mí sin importar las circunstancias y vicisitudes que se presentaron durante este largo camino de mi formación profesional. A ellos les agradezco este gran logro alcanzado.

Contenido

| | pág. |
|---|-------------|
| Introducción | 17 |
| 1. Problema | 19 |
| 1.1 Título | 19 |
| 1.2 Planteamiento del Problema | 19 |
| 1.3 Formulación del Problema | 21 |
| 1.4 Objetivos | 21 |
| 1.4.1 Objetivo general | 21 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 21 |
| 1.5 Justificación | 22 |
| 1.5.1 Beneficios tecnológicos | 22 |
| 1.5.2 Beneficios institucionales | 22 |
| 1.5.3 Beneficios científicos | 23 |
| 1.6 Alcances y Limitaciones | 24 |
| 2. Marco de Referencia | 25 |
| 2.1 Antecedentes | 25 |
| 2.2 Marco Teórico | 27 |
| 2.2.1 Termodinámica y energía | 27 |
| 2.2.2 Introducción al flujo bifásico | 28 |
| 2.2.3 Fenómeno de condensación | 28 |
| 2.2.4 Principio de refrigeración | 29 |
| 2.2.5 Ciclos de refrigeración más común | 30 |
| 2.2.6 Ciclos comunes de refrigeración | 30 |

| | |
|--|----|
| 2.2.7 Ciclo por compresión de gas | 31 |
| 2.2.8 Ciclo de refrigeración por gas | 32 |
| 2.2.9 Ciclo de refrigeración por absorción | 33 |
| 2.2.10 Definición de refrigerante | 34 |
| 2.2.11 Refrigerante R407C | 35 |
| 2.2.12 Pérdidas de presión en sistemas de refrigeración | 35 |
| 2.2.13 Mediciones de caídas de presión y transferencia de calor | 37 |
| 2.2.14 redes neuronales conceptos básicos | 38 |
| 2.2.15 Redes neuronales de tipo biológico | 39 |
| 2.2.16 Redes neuronales artificiales | 41 |
| 2.2.17 Redes neuronales supervisadas y no supervisadas | 43 |
| 2.2.18 Tipos de funciones de activación | 44 |
| 2.2.19 Software MATLAB | 45 |
| 2.3 Conceptual | 47 |
| 3. Diseño Metodológico | 49 |
| 3.1 Tipo De Proyecto | 49 |
| 4. Actividades y Metodología | 50 |
| 5. Análisis del Modelo de Correlación | 52 |
| 5.1 Descripción del Banco | 52 |
| 5.2 Resultados Obtenidos de las Correlaciones Evaluadas | 55 |
| 6. Diseño de la Red Neuronal Artificial | 61 |
| 6.1 Análisis de las Variables de Entrada y Salida a la Red Neuronal Artificial | 61 |
| 6.1.1 Comando DATASET | 63 |
| 6.1.2 Comando load | 64 |

| | |
|--|-----|
| 6.2 Algoritmo de Entrenamiento y Optimización | 66 |
| 6.3 Funciones de Activación | 69 |
| 6.4 Número de Capas y Neuronas Ocultas | 71 |
| 6.5 Parámetros de Entrenamiento | 72 |
| 6.6 Resultados de la Implementación de la red Neuronal | 74 |
| 6.7 Comparación de los Resultados | 82 |
| 7. Diseño de la Interfaz Grafica | 89 |
| 7.1 Ventana Principal | 90 |
| 7.2 Ventana de Entrenamiento de la Red Neuronal | 91 |
| 7.2.1 Datos | 93 |
| 7.2.2 Tabla de datos | 94 |
| 7.2.3 Entrenar red | 95 |
| 7.2.4 Barra de menús | 98 |
| 7.3 Ventana de Simular Red | 99 |
| 7.4 Ventana de Opciones | 101 |
| 7.4.1 Selección de los parámetros de entrenamiento | 101 |
| 8. Conclusiones | 104 |
| Referencias Bibliográficas | 106 |
| Anexos | 110 |