


**UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	HAMMER EDUARDO	
Apellido (s):	PACHECO ROJAS	
Código:	20141375068	
E-mail:	hepachecor@correo.udistrital.edu.co	
Teléfono fijo:	7034785	
Celular:	3144805754	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Diseño de un sistema de detección y diagnóstico de fallas para una planta de control de nivel y flujo utilizando técnicas de inteligencia artificial	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	x
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de procesos industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Educación y comunicación en ciencia y tecnología	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Control y Automatización industrial	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	LUINI LEONARDO HURTADO CORTES
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y DIAGNOSTICO DE FALLAS PARA UNA
PLANTA DE CONTROL DE NIVEL Y FLUJO UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

HAMMER EDUARDO PACHECO ROJAS

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ
2018**

RESUMEN

En la presente propuesta de investigación se pretende desarrollar un sistema de detección y diagnóstico de fallas para una planta de control de nivel y flujo mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial

En este proyecto se documentará toda la información y los antecedentes académicos necesarios sobre el concepto de fallo, además de la detección y diagnóstico de fallas y algunas técnicas de inteligencia artificial, y su relación con la seguridad en sistemas de ingeniería.

El interés de este documento es implementar una metodología que permita definir las primeras impresiones y los alcances del proyecto final que tiene como propósito desarrollar mediante el monitoreo de variables, y a partir de comportamientos anormales, la identificación de síntomas que puedan conllevar a situaciones de riesgo, esto se puede realizar con diversas técnicas, en este caso se va a centrar en técnicas de inteligencia artificial debido a su capacidad de comprensión y aplicación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todos los procesos que se llevan a cabo en la industria tienen como prioridad la automatización, debido a que es importante en la operación diversos tipos de sistemas, para la supervisión, y la detección y diagnóstico de fallas. La supervisión de un proceso permite obtener un dominio si no total, en gran porcentaje de todas las variables que pueden intervenir en el funcionamiento de un equipo, para conseguir resultados deseables, en productos, o procesos.

El control de procesos se puede describir como un sistema que identifica magnitudes como temperatura, presión, entre otras, y las compara como una variable a controlar con el valor deseado de dicha magnitud. Con el fin de efectuar acciones en caso de desviaciones, sin que exista la intervención humana (HARPER, 2013). Como la detección y el diagnóstico de una falla.

Una forma de controlar las variables que intervienen en un proceso es generar un modelo que pueda representar el proceso basado en la recolección de datos del mismo. Con esta metodología se pretende que por medio de técnicas de inteligencia artificial, definir el comportamiento dinámico del proceso con el fin conocer sus variaciones, para poder intervenir en caso de una desviación con respecto a los parámetros establecidos.

En el presente trabajo se busca generar un sistema de detección y diagnóstico de fallas (SDDF) que permita por medio de la recolección de datos de la planta de nivel y flujo AMATROL T5552, generar un modelo basado en técnicas de inteligencia artificial, con el fin de analizar las desviaciones en el comportamiento del equipo y así poder identificar que fallos se presentan en el mismo.

Los sistemas de detección y diagnóstico de fallas son parte fundamental de los sistemas de supervisión de procesos, debido que con el modelo planteado en este trabajo se va poder asegurar el correcto funcionamiento del equipo, ya que por medio de técnicas de inteligencia artificial se pretende determinar los diversos estados de operación dentro de un proceso, identificar los tipos de fallas, en que parte del equipo se presenta la falla, y el riesgo potencial de la misma.

CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.1	ESTADO DEL ARTE.....	7
1.1.1	Detección y diagnostico de fallas	8
1.1.2	Detección y diagnostico de fallas utilizando técnicas de inteligencia artificial8	
1.2	JUSTIFICACION..... ¡Error! Marcador no definido.	
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo general	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	MARCO TEÓRICO	14
3.1	Falla.....	14
3.1.1	Tipos de fallas.....	14
3.2	Técnicas de inteligencia artificial	14
3.2.1	Redes neuronales artificiales	14
3.2.2	Logica difusa	16
4	MÉTODOLOGIA.....	17
5	CRONOGRAMA	19
6	PESUPUESTO	20
7	BIBLIOGRAFÍA.....	21

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 estructura de vinculo.....	9
Ilustración 2 editor de reglas matlab	10
Ilustración 3 esquema de un sistema generador de residuos con un modelo de RNA	11
Ilustración 4 esquema de una red neuronal.....	15
Ilustración 5 descripción de conjuntos clásicos (arriba) y difusos (abajo).....	17

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de activades.....	19
Tabla 2 Gastos por mano de obra	19
Tabla 3 Gastos por servicios.....	20
Tabla 4 Gastos totales	20

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas de detección y diagnóstico de fallas juegan un papel muy importante en diversas áreas industriales en donde interviene la ingeniería, como: la petrolera, la generación de energía, la alimentaria, la automovilística entre otras. En estos sectores de la industria se encuentran equipos de diversos tipos, donde básicamente se usa la energía, en forma de, calor, electricidad, movimiento, radiación electromagnética, con el fin de obtener un producto o realizar una acción. Por lo tanto, se hace necesario la implementación de sistemas de supervisión de procesos, que puedan intervenir en el proceso e identificar las magnitudes como variables de los mismos, para establecer un dominio sobre todos los factores que intervienen el desarrollo de una actividad industrial, encaminados a identificar y definir cualquier tipo de anomalía en un proceso.

Una de las etapas más importantes de los sistemas de supervisión de procesos es la detección y el diagnóstico de las fallas, debido a que muchos de los procesos que se llevan a cabo actualmente en la industria exigen niveles altos de confiabilidad. Ya que una falla puede representar afectaciones económicas, peligro para las personas que intervienen en los procesos industriales, y daños que comprometan el patrimonio de las organizaciones.

El contexto industrial de nuestro país, tiene como necesidad un crecimiento en la implementación de tecnologías de vanguardia, para lograr que sea más competitivo como sector de la economía, por lo tanto la reconversión tecnológica implica en gran medida el desarrollo de sistemas de detección diagnóstico de fallas en la fase de diseño de las industrias y la actualización de las mismas, por que actualmente se usa mucho los sistemas pasivos, dichos sistemas simplemente hacen la función de detección. Alertan sobre una posible anomalía, pero no se puede identificar su naturaleza, ni el riesgo potencial de la misma, de esta forma no es posible la intervención para restablecer las condiciones de funcionamiento

1.1 Estado del arte

Para el desarrollo de este proyecto se indagó sobre algunas investigaciones que se han hecho sobre el tema de detección y diagnóstico de fallas, de esta forma se obtuvieron documentos como: artículos, tesis y demás documentos académicos donde se pudo evidenciar experiencias con técnicas de inteligencia artificial, y detección de fallas en sistemas como: mecánicos, eléctricos, térmicos y de flujo.

1.1.1 Detección y diagnóstico de fallas

Dos de las etapas en la supervisión de los procesos, son la detección y el diagnóstico de las fallas, estas tareas permiten no solo la alerta ante una anomalía, sino también, su localización, su naturaleza y los riesgos de la misma. Para llevar a cabo dichas tareas se han desarrollado diferentes métodos, tanto para la detección, como para el diagnóstico, entre los cuales se encuentran:

- Métodos estadísticos para la detección de fallas SPC: el control estadístico de procesos de calidad, es un método que tiene como propósito el seguimiento de variables, con el objetivo de diferenciar variaciones incontrolables, de las controlables, (PALMA, y otros, 2015)
- Métodos de diagnóstico basados en el modelo del proceso: estos métodos pueden ser cualitativos o cuantitativos, dentro de los cuantitativos están los basados en residuos y los de espacios de paridad, dentro de los cualitativos están los modelos causales. (Lameda, 2015)
- Métodos de diagnóstico basados en la historia del proceso: dentro de estos métodos se encuentran, las estadísticas, el análisis cualitativo de tendencias, razonamiento basado en casos, sistemas expertos, y redes neuronales. (Lameda, 2015)

1.1.2 Detección y diagnóstico de fallas utilizando técnicas de inteligencia artificial

La detección y el diagnóstico de fallas juega un papel predominante en las actividades industriales relacionadas con el diseño y el mantenimiento de equipos industriales, el avance tecnológico en esta área representa una sensación de confiabilidad en los procesos industriales. Aun así, la intervención del hombre es necesaria para hacer cosas que las computadoras aun no pueden hacer, es ahí donde las técnicas de inteligencia artificial han intervenido como respuesta a problemas que no necesariamente tienen antecedentes precisos y relevantes, emulando el comportamiento y el pensamiento humano

Muchos dispositivos que usamos diariamente usan técnicas de inteligencia artificial, como los teléfonos inteligentes, las neveras, los sensores de reconocimiento, los equipos de asistencia que están presentes en vehículos. Las técnicas de inteligencia artificial más representativas son: la lógica difusa, las redes neuronales, los sistemas neuro-difusos y los algoritmos genéticos. (Garavito, 2017)

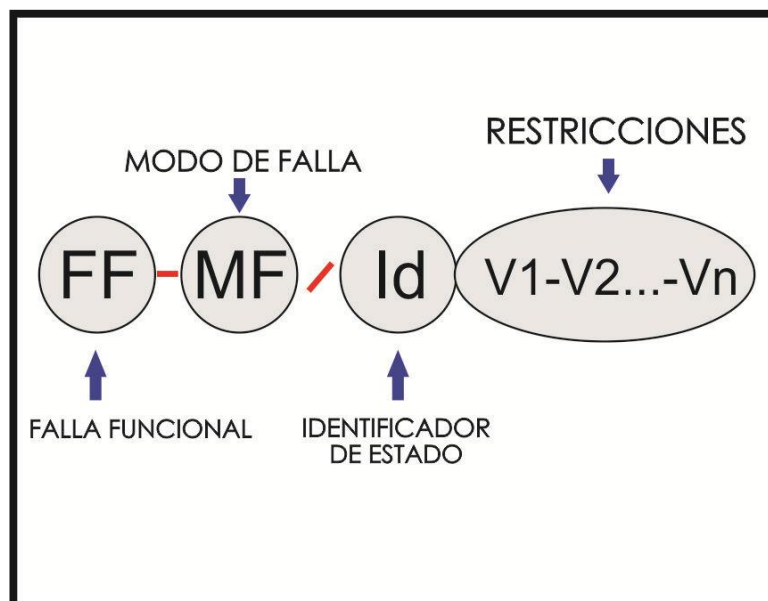
La inteligencia artificial ha tenido un gran auge y muchos investigadores se han dedicado al estudio de alternativas para la aplicación de técnicas de inteligencia artificial. Una de las técnicas estudiadas más relevantes es la Lógica difusa como se puede evidenciar en el siguiente ejemplo:

- **Sistemas difusos**

En este caso se tomo como ejemplo el documento de (HERNANDEZ, y otros, 2015) “*Sistema difuso para la detección y diagnóstico de falla en la generación a vapor*”, donde se describe de manera general el proceso de generación de vapor donde especifican que se selecciono un sistema de generación acuatubular usando como combustible el carbón,

En la propuesta de sistema de detección y diagnóstico de fallas, realizan un modelo de falla para la rotura de un tubo donde establecen las posibles causas del fallo, de esta forma se establecen estados condicionales difusos.

Ilustración 1 estructura de vinculo



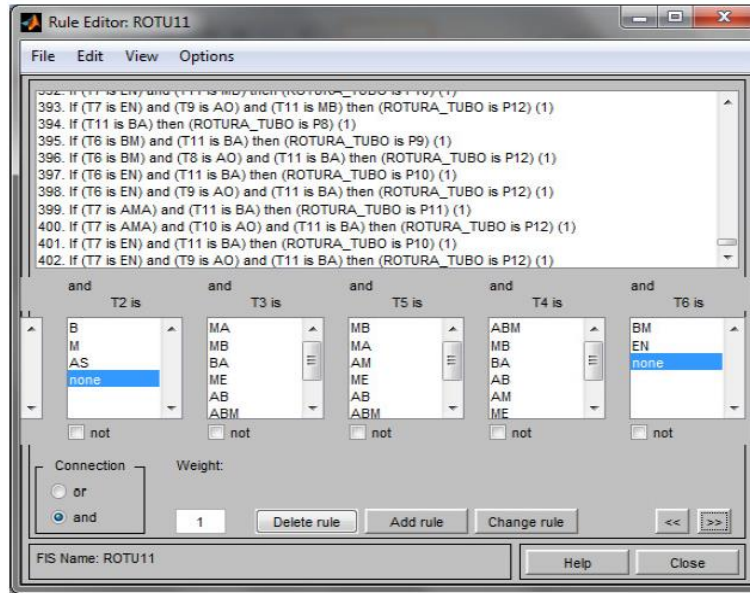
Fuente (HERNANDEZ, y otros,2015)

Las entradas del sistema de diagnóstico y detección de fallas son las variables que supervisan la presión del domo, el sobrecalentador y la temperatura del tubo. Valores que provienen de los instrumentos de la planta. Tomaron los datos en operación normal, y posteriormente asignaron valores lingüísticos según un rango a los valores de entrada.

Para las salidas asignaron variables lingüísticas resultantes del proceso de inferencia. Estas variables indican los estado anormales para la ruptura de un

tuvo. Luego usan el software Matlab para generar leyes dando como respuesta el estado de ruptura del tubo en una escala de 0 a 5 .

Ilustración 2 editor de reglas matlab



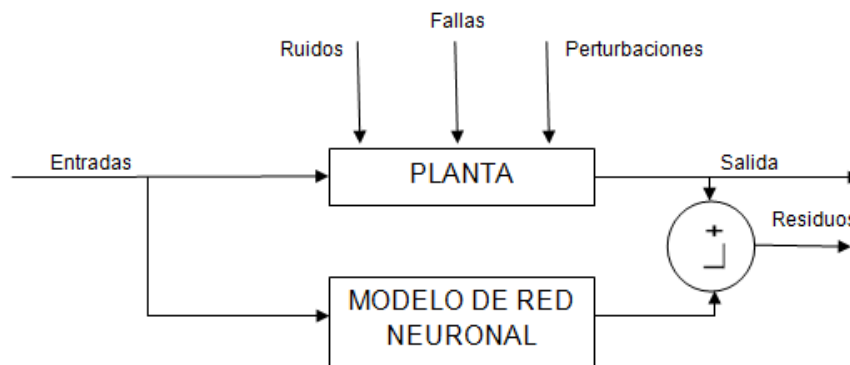
fuente:(HERNANDEZ, y otros ,2015)

Luego realizan una simulación con el simulink de Matlab en el paquete toolbox de lógica difusa para validar el sistema tomando datos aleatorios reales para diagnosticar fallos.

- **Redes neuronales artificiales**

Las redes neuronales artificiales han sido utilizadas ampliamente en los sistemas de detección y diagnóstico de fallas, es aplicada cuando se tienen definidos patrones con fallas, de las variables del proceso (Lameda, 2015) Básicamente estos patrones se pueden comparar con el proceso real, para obtener un residuo. Un modelo basado en redes neuronales sustentado en datos históricos es comparado con los datos reales suministrado por los instrumentos del equipo, de tal forma que el residuo se convierte en la información que determina la existencia de la falla y su magnitud.

Ilustración 3 esquema de un sistema generador de residuos con un modelo de RNA



Fuente: el autor

El residuo se conoce como la diferencia entre el valor medido y el valor del modelo, si el valor del residuo es diferente a 0, hay un evento anormal, que se puede considerar como falla. (Lameda, 2015), después del proceso de generación de residuos, se realiza el proceso de evaluación donde se va caracterizar el residuo con el fin de definir el tipo de falla. Para la clasificación de las fallas también se puede usar redes neuronales teniendo parámetros previamente establecidos.

1.2 Justificación

La ejecución del Diseño de un sistema de detección y diagnóstico de fallas para una planta de control de nivel y flujo, genera de manera proactiva la necesidad como ingeniero Mecánico de profundizar en el estudio de la supervisión de procesos e introducir nuevas tecnologías en procesos productivos de la industrial, teniendo en cuenta las aptitudes como profesionales encaminadas, a dar solución a una problemática planteada, en este caso haciendo énfasis en un sistema de control de nivel y flujo particularmente la planta AMATROL T5552

También es importante resaltar el uso de técnicas de inteligencia artificial en este trabajo, ya que se pueden usar en procesos de alta complejidad, y cuando no hay modelos matemáticos precisos que puedan definir un proceso, más precisamente cuando se habla de procesos no lineales donde se relacionan definiciones subjetivas, lo que nos lleva a la optimización de procesos industriales donde la intervención del hombre se hace necesaria para la generación de conceptos. Por lo tanto, este proyecto encaminado a la detección y diagnóstico de fallas va ser importante en la medida que pueda ser usado como modelo para proyectos a mayor escala en aplicaciones

relacionadas con muchos sectores industriales donde se tengan elementos de control de nivel y flujo.

La justificación principal de este proyecto es la consecución de un modelo de detección y diagnóstico de fallas basado en técnicas de inteligencia artificial, que pueda desde la concentración de variables de un proceso identificar los fallos en un equipo y posteriormente pueda asociar todos los parámetros lingüísticos para describir la falla. Aplicado a la industria tiene como beneficios: permitir la implementación de sistemas reactivos que logren corregir fallos y una supervisión de procesos eficaz y eficiente, un aumento en la seguridad, ya que el diagnóstico de las fallas permite conocer los riesgos potenciales para los operadores y demás actores de la industria, un sistema de detección y diagnóstico de fallas, también permitirá identificar fallas en procesos que puedan afectar el medio ambiente, como evitar un derrame de algún agente contaminante. y puede evitar fallas catastróficas que puedan terminar en detrimentos patrimoniales para las empresas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de detección y diagnóstico de fallas para una planta de nivel y flujo utilizando técnicas de inteligencia artificial.

2.2 Objetivos específicos

- Describir el funcionamiento y las partes de la planta de nivel y flujo AMATROL T5552
- Realizar un diagrama de causa efecto de las fallas en los elementos seleccionados en el equipo
- Realizar el tratamiento de los datos con las herramientas de inteligencia artificial.
- Desarrollar un sistema de supervisión con la implementación de un modelo de detección y diagnóstico de fallas.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Falla

La falla es un estado característico en un proceso que es capaz de ocasionar en este una interrupción permanente, total o parcial (PALMA, y otros, 2015)

3.1.1 Tipos de fallas

Existen cuatro tipos de fallas lo cuales se clasifican de la siguiente forma según (PALMA, y otros, 2015):

- **Falla parcial:** es una falla que se puede interpretar de dos formas, una falla parcial puede ser aquella que disminuye la capacidad de producción de una maquina, pero no la detiene, o puede ser aquella que no disminuya su capacidad de producción pero si su confiabilidad, en cualquier caso nos conduce a una falla total
- **Falla intermitente:** es una falla parcial que suele presentarse bajo unas condiciones específicas, más comúnmente cuando se está en estado de sobrecarga, estas fallas desaparecen después de que desaparezca la situación irregular, toda falla intermitente conduce a falla total si no se corrigen las condiciones irregulares.
- **Falla total:** son las que interrumpen en su totalidad la función del equipo o artefacto y obligan necesariamente a la reparación
- **Falla catastrófica:** es aquella que al igual que la falla total interrumpe en su totalidad la producción o función del equipo, su diferencia consiste en que la falla total puede repararse en un tiempo razonable, y tanto el riesgo como el dinero están dentro de los rangos presupuestados de la compañía, caso contrario la falla catastrófica tarda un mayor tiempo en ser corregida, y el costo de la reparación no está presupuestado y algunas veces no está al alcance de la compañía.
- **Falla de apariencia:** con las que no tienen relación con el funcionamiento del equipo, pero si se evalúan desde el aspecto estético de los mismo según factores externos.

3.2 Tecnicas de inteligencia artificial

3.2.1 Redes neuronales artificiales

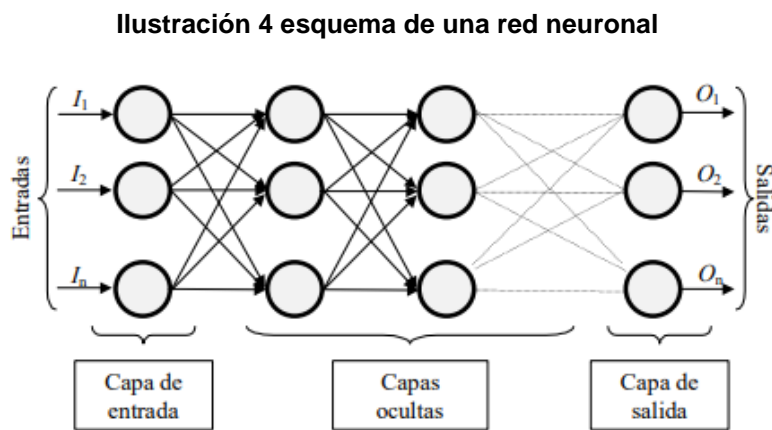
Las redes neuronales artificiales son un modelo computacional basado en un conjunto de neuronas artificiales que simulan el comportamiento observado en los axones de las neuronas en los cerebros biológicos.

“Redes neuronales artificiales son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico” (MATICH, 2001)

Las redes neuronales artificiales tienen como características semejantes al cerebro: la capacidad de aprender de la experiencia, de generalizar de casos anteriores a nuevos casos, además de la capacidad de abstraer características esenciales partiendo de entradas que representan información irrelevante. (Morales, y otros, 2017)

Elementos que componen una red neuronal

Las redes neuronales están compuestas de tres unidades o capas: las capas de entrada, la capa o capas ocultas y la capa de salida



Fuente: (MATICH, 2001)

La capa de entrada recibe las señales por medio de sensores, la capa o capas ocultas, reciben estímulos y se encargan de procesar la información para posteriormente emitir una salida, y finalmente la capa de salida emite una señal externa, después de que se ha procesado la información

Estructuras de redes neuronales

Se pueden distinguir los tipos de redes neuronales según la estructura, más específicamente en número de capas que la componen como lo indica (Palmer, y otros, 1999)

Redes mono capa: como su nombre indica, solamente tiene una capa de neuronas es decir que cada neurona está conectada con todas las neuronas que conforman la arquitectura , se utilizan en tareas relacionadas con la auto asociación.

Rede multicapa: es una red donde las neuronas están agrupadas en dos o mas capas, generalmente estas redes están formadas por una capa de entrada, una de salida, y una o más capas intermedias o ocultas

3.2.2 Logica difusa

La lógica difusa como técnica de inteligencia artificial se basa en la idea de simular procesos de sensación e interferencia humana, es una lógica aplicada a conceptos, pueden tener un valor relativo de veracidad dependiendo de los valores que oscilan en un rango definido entre dos extremos, la lógica difusa permite el tratamiento de información imprecisa como, la estatura baja, una asignación lingüística que puede representar un valor en un conjunto difuso establecido.

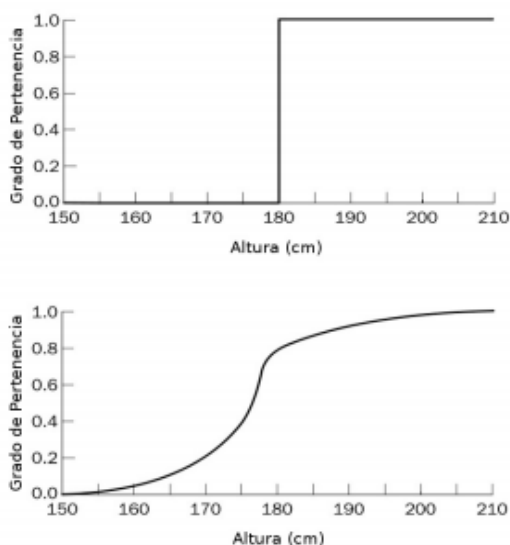
Conjunto difuso

El concepto de conjunto se define como una conexión de elementos que existen dentro de un universo, los elementos pueden pertenecer o no a un conjunto "0" o "1", Un conjunto difuso tiene una definición similar, con la diferencia de que los elementos pueden pertenecer parcialmente a un conjunto.

En los conjuntos difusos la pertenencia se considera con un número infinito de grados de pertenencia, es decir que un elemento puede pertenecer en un porcentaje a un conjunto, como ejemplo Lofti Zaget expuso el conjunto "los hombres altos", donde según la teoría de lógica clásica, pertenecen los que tienen una determina estatura, esa estatura limite es 1.80 metros , de esta forma un hombre es alto cuando mide 1.81 metros y bajo cuando mide 1.79 metros, afirmación poco razonable para definir si un hombre es alto o bajo (Tamara, 2008).

De esta forma la lógica difusa define al conjunto hombres alto como un conjunto que no tiene una frontera clara que indique pertenencia, por lo tanto para evaluar si un hombre es alto o bajo se asignan un valor entre 0 y 1 a las diferentes alturas, de tal forma que un hombre que por ejemplo mida 1.75 puede pertenecer en un grado de 0.5 al conjunto de hombres Altos.

Ilustración 5 descripción de conjuntos clásicos (arriba) y difusos (abajo)



Fuente (Garcia, 2018)

4 MÉTODOLÓGIA

La metodología para llevar a cabo este proyecto tendrá facetas para consecución del mismo, teniendo en cuenta que se pueden presentar modificaciones con el fin de mejorar el resultado del mismo

- Documentación y antecedentes de la planta AMATROL T5552, información como manuales de usuario, y tesis de grado, que permitan contextualizar el equipo que se va a usar para esta investigación
- Reconocimiento de la planta AMATROL T5552: se observará la máquina sus partes, el funcionamiento y todos los elementos necesarios para la transferencia de datos.
- Seleccionar los elementos del equipo: selección de los elementos para realizar modelo de detección y diagnóstico de fallas
- Describir los elementos del equipo: una descripción de los elementos seleccionados donde se puedan evidenciar sus características y especificaciones
- Realizar el diagrama causa efecto: realizar un diagrama causa efecto para definir parámetros de falla
- Recopilación de datos: Se van a realizar prácticas que permitan la recopilación de los datos necesarios en diferentes pruebas con el fin de

tener información idónea para poder realizar el proceso de detección y diagnóstico de fallas

- Seleccionar software para tratamiento de datos: Los datos se van a analizar por medio de software como Matlab que permitan el uso de herramientas de inteligencia artificial, para realizar un modelo que permita definir parámetros de detección y diagnóstico de fallas
- Identificar los componentes necesarios para supervisar la planta: elementos como tarjetas e instrumentos, que permitan la captura de datos y el monitoreo en tiempo real
- Definir el software para diseñar el sistema de supervisión: software que permita el diseño de la interface
- Diseñar sistema de supervisión: desarrollar un sistema que permita identificar fallos
- Realización de prueba: pruebas que permitirán validar el modelo, tomando valores de entrada para obtener información de la falla
- Análisis final y Conclusiones: Se plantearán conclusiones acerca del análisis del desarrollo del proyecto en general y en las fases para lograr los objetivos

5 CRONOGRAMA

Tabla 1 Cronograma de actividades

actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Documentación y antecedentes de la planta AMATROL T5552	■	■	■																	
Reconocimiento de la planta AMATROL T5552			■	■																
Seleccionar los elementos del equipo				■	■															
Describir los elementos del equipo					■	■														
Realizar el diagrama causa efecto						■	■	■												
Recopilación y selección de datos								■	■	■										
Seleccionar software para tratamiento de datos										■										
Identificar los componentes necesarios para supervisar la planta											■									
Definir el software para diseñar el sistema de supervisión												■								
diseñar sistema de supervisión													■	■	■	■				
Realización de pruebas																■	■	■		
Análisis, redacción de documento final y Conclusiones																		■	■	■

6 PESUPUESTO

A continuación se observan los gastos por mano de obra (tabla 2), los gastos por servicios (tabla 2) y los gastos totales que hacen parte del presupuesto del proyecto (tabla 3).

Tabla 2 Gastos por mano de obra

Ítem	Unidad	No de unidades	Valor unidad	Subtotal	Financiación
Investigador 1	Horas	100	\$ 50.000,00	\$ 5.000.000,00	Recursos Propios
Asesor	Horas	50	\$ 80.000,00	\$ 4.000.000,00	U. Distrital F.J.D.C.
				Subtotal	\$ 14.000.000,00

Tabla 3 Gastos por servicios

Ítem	Unidad	No de unidades	Valor unidad	Subtotal	Financiación
Internet	Horas	20	\$ 1.500	\$ 30.000,00	Recursos Propios
Costos por préstamo de equipos de software	Un	1	\$ 0	\$ 0	U. Distrital F.J.D.C.-
Transporte	Un	10	\$ 10000	\$ 100.000,00	Recursos propios
Impresiones	unidad	300	\$ 100,00	\$ 30.000,00	Recursos Propios
				Subtotal	\$ 160.000,00

Tabla 4 Gastos totales

Subtotal 1	\$ 14'000.000.00
Subtotal 2	\$ 160.000.00
Total sin imprevistos	\$ 14'160.000.00
10% de imprevistos	\$ 1'416.000.00
Total	\$ 15'576.000.00

7 BIBLIOGRAFÍA

Garavito, Fredy A. 2017. *inteligencia artificial como herramienta en la dectección de fallas en los equipos de levantamiento mecanico en la industria petrolera.* Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2017.

Garcia, Carlos. 2018. *Lógica Difusa, una introducción a la pratica .* s.l. : Escuela superior de informatica , 2018.

HARPER, ENRIQUEZ. 2013. *EL ABC DE LA INSTRUMENTACIÓN EN EL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES.* Mexico : Limusa, 2013. pág. 11.

HERNANDEZ, MARLON, SANDOVAL, ALEXANDER y VALENCIA, FABIAN. 2015. *Sistema difuso para la detección y diagnóstico de fallas en la generación a vapor.* Cucuta : Scientia et Technica, 2015. Vol. 20.

Lameda, Carlos. 2015. *MÉTODOS RELACIONADOS CON DIAGNÓSTICOS DE FALLAS CON SÍNTOMAS.* s.l. : Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, 2015.

MATICH, Damian. 2001. *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y aplicaciones .* s.l. : Universidad Tecnológica Nacional , 2001.

Morales, Camilo A y Moreno, Jennifer L. 2017. *identificación de un sistema de control de nivel y flujo utilizando redes neuronales artificiales.* Bogotá : Universidad Distrital F,J,C, 2017.

PALMA, YDDANY y ROJAS, ROSANGI. 2015. *La deteccion de fallas en los procesos industriales.* Maturin : s.n., 2015. pág. 4.5

Palmer, A y Montaña, JJ. 1999. *Qué son las redes neuronales artificiales? Aplicaciones realizadas en el ámbito de las adicciones.* s.l. : Adicciones, 1999. Vol. 11.

Tamara, Benito. 2008. *Lógica Borrosa .* s.l. : Universidad Carlos III, 2008.