

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y Formulación del Problema	1
1.2. Hipótesis y Objetivos	3
1.2.1. Hipótesis	3
1.2.2. Objetivo general	3
1.2.3. Objetivos específicos	3
1.3. Estructura de la Memoria	4
2. Marco Teórico y Estado del Arte	5
2.1. Modelo Fenomenológico de Estanque Cónico	5
2.1.1. Simulación de Fallas	6
2.2. Control PID	7
2.3. Modelos basados en Redes Neuronales artificiales (NNs)	8
2.3.1. Perceptrón Multicapa	9
2.3.2. El Problema de Regresión	10
2.3.3. Error Cuadrático Medio (MSE)	11
2.3.4. Predicción <i>Naive</i>	11
2.4. Test de Hipótesis	12
2.5. Información Mutua	12
2.6. Detección y Diagnóstico de Fallas Basado en Modelo	13
2.7. Estimación de la Información Mutua	13
2.8. Obsolescencia de Modelos (<i>mismodeling</i>) Basado en la Información Mutua	14
2.8.1. Experimentos Previos (M. Videla, 2022)	14
2.8.2. Análisis teórico del problema (C. Ramírez, 2022)	16
3. Metodología	18
3.1. Flujo de Trabajo	18
3.1.1. Generación de Datos	18
3.1.2. Ajuste de Modelos	19
3.1.3. Operación del Modelo, Generación del Residuo y Aplicación del Test de Información Mutua	20
3.1.4. Análisis de Validez	22
3.1.5. Observación Relevante: Obsolescencia \neq Falla	23
3.1.6. Análisis de resultados y conclusiones	23
3.2. Datos y Modelos Generados	24
3.2.1. Nivel de Ruido	24
3.2.2. Tiempos de Muestreo	24

3.2.3.	Parámetros PID	24
3.2.4.	Fallas	25
4.	Resultados Experimentales y análisis	26
4.1.	Muestreo cada 25 segundos	26
4.1.1.	Filtrado	27
4.1.2.	Parámetro <code>lambda</code>	27
4.1.3.	Tamaño de la ventana deslizante	27
4.1.4.	Resultados	27
4.1.4.1.	Ventana de 720 muestras (5 horas), <code>lambda</code> = $7.5 \cdot 10^{-5}$	28
4.1.4.2.	Ventana de 720 muestras, <code>lambda</code> = $7.5 \cdot 10^{-6}$	30
4.1.4.3.	Ventana de 720 muestras, <code>lambda</code> = $7.5 \cdot 10^{-4}$	31
4.1.4.4.	Ventana de 1440 muestras (10 horas).	32
4.1.4.5.	Ventana de 2160 muestras (15 horas).	33
4.1.5.	Análisis y comentarios para los próximos experimentos	34
4.2.	Muestreo cada 10 segundos	35
4.3.	Muestreo cada 5 segundos	39
5.	Discusión de Resultados	43
5.1.	Funcionamiento del Test	43
5.1.1.	Detección	43
5.1.2.	Sensibilidad a los tipos de falla simulados	43
5.1.3.	Aislamiento de falla detectada	45
5.2.	Influencia del Ruido	45
5.3.	Influencia del Tiempo de Muestreo	46
5.4.	Influencia del Lazo de Control del sistema	46
6.	Conclusiones y Trabajo Futuro	48
6.1.	Conclusiones Principales	48
6.2.	Trabajo Futuro	49
	Bibliografía	50
	Anexos	53
A.	Resultados para modelos de desempeño regular	53
B.	Resultados con distintas semillas de generación de ruido	55
C.	Resultados de aplicar el test con mayor cantidad de autorregresores de f y h	56
D.	Herramientas Computacionales	59
D.1.	Generación de Datos: Matlab y Simulink	59
D.2.	Generación de Referencias: Microsoft Excel	60
D.3.	Ordenamiento y Limpieza de Datos: Pandas y NumPy	61
D.4.	Generación y Análisis de Modelos: PyTorch y SciKitLearn	61
D.5.	Almacenamiento de Datos: Google Drive	64
D.6.	Realización del Test y Automatización del proceso: Python en Google Colaboratory	65