

Tabla de Contenido

Índice de Tablas	v
Índice de Ilustraciones	vii
Introducción	1
1. Motivación y objetivos	3
1.1. Motivación	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Alcances	4
2. Antecedentes	6
2.1. Aprendizaje de máquinas	6
2.1.1. Tipos de aprendizajes según las etiquetas de la base de datos	6
2.1.2. Tipos de tareas que pueden realizarse con aprendizaje de máquinas	7
2.2. Redes Neuronales Artificiales	7
2.2.1. Capa <i>fully connected</i>	8
2.2.2. Capa de <i>Batch Normalization</i>	8
2.2.3. Capa de <i>Dropout</i>	8
2.3. Red neuronal convolucional	9
2.4. Redes Neuronales Recurrentes	10
2.4.1. <i>Long Short Term Memory</i>	10
2.4.2. <i>Gated Recurrent Unit</i>	11
2.5. <i>Random Forest</i>	11
2.6. <i>Gradient Boosting</i>	12
2.7. Métricas de evaluación	12
2.7.1. Métricas de clasificación	12
2.8. Métricas de regresión	13
3. Metodología	15
3.1. Exploración y preparación de datos	16
3.2. Desarrollo y ajuste de modelos de predicción	16
3.3. Análisis de resultados	17
4. Preprocesamiento de datos	18
4.1. Metodología de trabajo de la base de datos	18
4.2. Características generales de la base de datos	19

4.2.1.	Bases de datos y variables medidas	19
4.2.2.	Estados de operación de la aeronave	20
4.2.3.	Análisis de las bases de datos	21
4.3.	Expansión de base de datos	22
4.3.1.	Operaciones matemáticas entre variables	23
4.3.2.	Derivada e integral de la señal	23
4.3.3.	Características relevantes	23
4.3.4.	Transformada de Fourier por bandas	24
4.4.	Selección de características relevantes	24
4.5.	Separación de set de entrenamiento y de pruebas	25
5.	Experimentos realizados y manejo de etiquetas	26
5.1.	Tipos de predicción modelada	27
5.2.	Modelos de aprendizaje de máquinas utilizados	27
5.3.	Etiquetado de la base de datos	28
5.4.	Post procesamiento: Análisis por vuelo	30
5.5.	Validación de modelos con datos sanos	30
5.6.	Resumen de experimentos	30
6.	Presentación resultados obtenidos	32
6.1.	Modelos de Clasificación	33
6.2.	Modelos de regresión	39
7.	Análisis de resultados	45
7.1.	Resultados entre etiquetas E_T y E_V	45
7.2.	Resultados entre modelos	46
7.3.	Análisis de resultados por vuelo	46
7.4.	Revisión de potenciales cluster en la regresión	47
7.5.	Validación de datos sanos	47
8.	Conclusión	49
8.1.	Trabajo futuro	50
A.	Resultados adicionales	51
A.1.	Arquitecturas de redes neuronales de clasificación	51
A.2.	Resultados de clasificación por modelo RF	53
A.3.	Resultados de clasificación por modelo XGB	56
A.4.	Resultados de clasificación por modelo $Conv1D$	57
A.5.	Resultados de clasificación por modelo neuronal GRU	60
A.6.	Resultados de clasificación por modelo $LSTM$	63
A.7.	Arquitecturas de redes neuronales de regresión	64
A.8.	Resultados de regresión por modelo RF	66
A.9.	Resultados de regresión por modelo neuronal XGB	68
A.10.	Resultados de regresión por modelo neuronal $Conv1D$	71
A.11.	Resultados de regresión por modelo neuronal GRU	74
A.12.	Resultados de regresión por modelo neuronal $LSTM$	76
B.	Bibliografía	79