

Capítulo 1: Introducción y Objetivos.

1. Introducción.	3
1.1. Etapas de los sistemas de lengua electrónica.	4
1.1.1 Sensores.	4
1.1.2. Sistemas de acondicionamiento de la señal.	5
1.1.3. Sistemas de adquisición de datos.	6
1.1.4. Análisis multivariante de los datos.	6
2. Procesado de datos.	6
2.1. Selección de datos	8
2.2. Matriz de datos.	8
3. Análisis de o de datos.	9
3.1. Términos utilizados en el análisis de datos.	9
4. Validación	10
5. Redes neuronales artificiales (RNA).	12
5.1. Introducción.	12
5.2. Aplicaciones de las Redes neuronales artificiales	14
5.3. Historia de las Redes Neuronales.	15
5.4. Funcionamiento de una neurona biológica.	19
5.5. Aspectos clave de las neuronas biológicas.	21
5.6. Características de una red neuronal artificial.	22
5.7. Arquitecturas típicas.	25
5.8. Aprendizaje.	28
5.9. Funciones de Base y Activación.	31
5.9.1. Función de Base (Función de Red).	32
5.9.2. Función de Activación (Función de neurona).	33
6. Red neuronal Perceptrón.	33
6.1. El Perceptrón multicapa	36
6.1.1. Conexión entre neuronas	39
6.2. Algoritmo de retropropagación.	40
6.3. Características del algoritmo de retropropagación.	43
7. Redes Neuronales de Resonancia Adaptativa.	48
7.1. Teoría de la Resonancia Adaptativa (ART).	49
7.2. Arquitectura de la Red ART.	49
7.3. Fuzzy ART.	50
7.4. ARTMAP.	51

7.5. Fuzzy Artmap.	51
8. Redes Fuzzy ART.	53
8.1. Introducción.	53
8.2. Descripción del algoritmo.	55
9. Redes Fuzzy Artmap.	57
9.1. Introducción.	57
9.2. Algoritmo de la Red Fuzzy Artmap.	59
9.3. Fuzzy Artmap Simplificada. (“ <i>Simplified Fuzzy ArtMap</i> ” SFAM).	61
10. Análisis Característica Operativa del Receptor (ROC).	69
10.1. El análisis ROC en las redes neuronales artificiales.	71
10.2. Espacio ROC.	73
10.3. Área bajo la curva ROC (AUC).	74
11. Implementaciones hardware de redes neuronales.	75

Objetivos de la Tesis

1. Objetivos de la Tesis.	81
1.1. Introducción.	81
1.2. Precedentes.	81
1.3. Definición de Objetivos.	82
1.4. Aplicaciones.	83

Capítulo 2: Algoritmos de redes Neuronales Artificiales para Implementarlos en Microcontroladores de 8 Bits

1. Introducción.	89
1.1. Entrenamiento de redes neuronales.	89
1.2. Implementación de redes neuronales en microprocesador.	90
2. GUI_Fuzzy_ARTMAP.	90
2.1. Entrenamiento.	95
2.1.1. ARTMAP_PARAMETROS.	96
2.1.2. ARTMAP_FICHEROS.	98
2.1.3. ARTMAP_DOBLE_ROYBETA.	98
2.2. Validación Cruzada.	102
2.2.1. ARTMAP_CRUZADA.	103
2.2.2. ARTMAP_VALIDACION.	105
2.2.3. ARTMAP_MUESTRAS.	106
3. Selección de Variables.	107

3.1. SV_FORWARD.	108
3.2. SV_BACKWARD	109
3.3. SV_FORWARD_PNN.	110
3.4. SV_BACKWARD_PNN.	111
3.5. SV_STEPWISE_PNN.	112
4. Implementación de una Red Perceptrón Multicapa en Microcontrolador.	113
4.1. Predicción con red Perceptrón Multicapa.	113
4.2. Clasificación con red Perceptrón Multicapa.	116
5. Implementación de una red Fuzzy Artmap Simplificada (SFAM) en un μ C.	117
6. Implementación en el microcontrolador	118
7. Producción científica.	121

Capítulo 3: Aplicación del FF-MLP en Microcontroladores de 8 Bits para Calcular la Profundidad de Secchi.

1. Introducción.	125
2. Descripción del sistema LUZEX.	127
2.1. La sonda.	128
2.2. Registrador de datos y unidad de control.	129
2.3. Medidas.	130
3. Análisis de datos.	131
3.1. Entrenamiento de la red FF-MLP en MATLAB®	132
3.2. Implementación en el microcontrolador.	135
4. Resultados y discusión.	136
5. Conclusión.	140
6. Producción científica.	141

Capítulo 4: Aplicación de la Red FF-MLP en Microcontroladores de 8 Bits para la Medida de Humedad Utilizando un Sensor de Humedad Capacitivo en Etiquetas Flexibles de RFID.

1. Introducción.	145
2. Descripción del sistema.	147
2.1. Diseño fabricación y calibración del sensor.	147
2.2. Sistema electrónico de medición.	151
2.2.1. Circuitos de interface para sensores capacitivos.	151
3. Análisis de datos.	154

3.1. Entrenamiento de la red FF-MLP en MATLAB ®	155
3.2. Implementación en el microcontrolador.	157
4. Resultados y discusión,	158
4.1. Linealidad.	160
5. Conclusión.	162
6. Producción científica	162

Capítulo 5: Aplicación de las Redes Neuronales en Microcontroladores de 8 bits para la Clasificación de Aguas Embotelladas

1. Introducción.	165
2. Descripción del sistema.	166
2.1. Electroodos.	166
2.2. Sistema Electrónico.	168
2.3. Medidas.	169
3. Análisis de datos.	174
3.1. Red Fuzzy Artmap Simplificada (SFAM).	175
3.1.1. Entrenamiento de la red SFAM.	175
3.1.2. Implementación en el microcontrolador de la red SFAM.	184
3.1.3. Resultados y discusión con la red SFAM.	185
3.2. Red FF-MLP.	193
3.2.1. Entrenamiento de la red FF-MLP.	193
3.2.2. Implementación en el microcontrolador de la red FF-MLP.	200
3.2.3. Resultados y discusión con la red FF-MLP.	201
3.3. Comparación entre redes.	203
4. Selección de variables.	205
5. Conclusiones.	209
6. Producción científica.	209

Capítulo 6: Aplicación de las Redes Neuronales en Microcontroladores de 8 Bits para la Clasificación de Mieles

1. Introducción.	213
2. Descripción del sistema.	216
2.1. Las muestras.	216
2.2. Sistema Electrónico.	216
2.3. Sensores..	217
2.4. Acondicionamiento de la señal.	217

2.5. Medidas.	220
3. Análisis de datos.	223
3.1. Entrenamiento de la red SFAM para clasificación según el origen floral de la miel.	223
3.1.1. Validación cruzada de la Red SFAM.	226
3.1.2. Selección de variables.	229
3.2. Validación cruzada de los tratamientos térmicos de la miel.	233
4. Implementación en el microcontrolador.de la red SFAM.	236
4.1. Introducción.	236
4.2. Realización de las redes SFAM	236
4.3. Comparación entre las dos redes.	240
5. Conclusión.	240
6. Producción científica.	240

Capítulo 7: Aplicación de las Redes Neuronales en Microcontroladores de 8 Bits para la Determinación de Glifosato Mediante la Técnica de Voltamperometría de Pulsos.

1. Introducción.	243
2. Descripción del sistema.	245
2.1. Voltametría	245
2.2. Sistema electrónico.	248
2.3. Medidas.	252
3. Análisis de datos.	255
3.1. Entrenamiento de la red FF-MLP.	256
3.1.1. Resultados y discusión. Electrodo de cobre.	257
3.1.2. Resultados y discusión. Electrodo de cobalto.	260
3.2. Entrenamiento de la red SFAM.	264
3.2.1. Electrodo de cobre.	265
3.2.2. Electrodo de cobalto.	267
3.3. Entrenamiento de las tres redes FF-MLP. Electrodo de cobre.	270
3.3.1. Concentración Baja.	270
3.3.2. Concentración Media.	273
3.3.3. Concentración Alta.	275
3.4. Entrenamiento de las tres redes FF-MLP. Electrodo de cobalto.	278
3.4.1. Concentración baja.	278
3.4.2. Concentración media.	281

3.4.3. Concentración alta.	284
3.5. Comparación ente las dos redes.	286
4. Conclusión.	287
6. Producción científica.	288

Capítulo 8: Conclusiones Finales y Futuras Líneas de Investigación.

1. Resumen de Resultados y Conclusiones.	291
2. Conclusiones.	293
3. Futuras Líneas de Investigación	293

Producción científica	295
------------------------------	-----

Referencias	297
--------------------	-----