

ÍNDICE GENERAL

Introducción	9
Capítulo 1	
Generalidades sobre redes neuronales artificiales	13
Introducción	13
Breve reseña histórica	14
De la neurona biológica a la neurona artificial.....	17
La neurona biológica	20
La neurona artificial	21
Procesamiento matemático en la neurona artificial.....	22
Red neuronal artificial	23
Arquitecturas de redes neuronales artificiales.....	25
Redes monocapa	25
Redes multicapa	26
Redes <i>feedforward</i>	27
Redes recurrentes	27
El aprendizaje en las redes neuronales artificiales.....	28
Aprendizaje supervisado	29
Aprendizaje no-supervisado	31
Ejemplo de procesamiento de la información en una red neuronal	31
Nivel de aplicación.....	32
Capítulo 2	
Redes neuronales perceptron y adaline.....	37
Introducción	37
Red neuronal perceptron	38

Arquitectura de un perceptron.....	38
Algoritmo de aprendizaje.....	40
Red neuronal adaline.....	43
Arquitectura.....	43
Algoritmo de aprendizaje.....	45
Limitaciones del perceptron.....	48
Aproximación práctica.....	50
Construcción de un perceptron usando MATLAB®.....	50
Solución de la función lógica AND con un perceptron.....	51
Exportando la red neuronal a simulink.....	56
Solución de la función lógica AND con UV-SRNA.....	56
Clasificador lineal con UV-SRNA.....	57
Reconocimiento de caracteres usando el Perceptron.....	58
Reconocimiento de caracteres con UV-SRNA.....	64
Filtro adaptativo usando una red adaline.....	66
Filtrado de señales biomédicas.....	69
Filtrado de señales de voz.....	71
Proyectos propuestos.....	72

Capítulo 3

Perceptron multicapa y algoritmo backpropagation.....	75
Introducción.....	75
Arquitectura general de un perceptron multicapa.....	76
Entrenamiento de un MLP.....	77
Nomenclatura del algoritmo backpropagation.....	78
Algoritmo backpropagation: regla delta generalizada.....	79
Pasos del algoritmo backpropagation.....	85
Algoritmo gradiente descendente con alfa variable.....	85
Pasos del algoritmo gradiente descendente con alfa variable.....	86
Algoritmos de alto desempeño para redes neuronales MLP.....	87
Algoritmo de aprendizaje del gradiente conjugado.....	88
Algoritmo de aprendizaje levenberg marquardt.....	93
Consideraciones de diseño.....	99
Conjuntos de aprendizaje y de validación.....	99
Dimensión de la red neuronal.....	100
Velocidad de convergencia del algoritmo.....	101
Funciones de activación.....	102
Pre y pos-procesamiento de datos.....	102
Regularización.....	103
Aproximación Práctica.....	107
Solución del problema de la función XOR con MATLAB®.....	107
Aprendizaje de una función seno con MATLAB®.....	110
Aprendizaje de la función silla de montar con MATLAB®.....	112

Solución del problema de la XOR con UV-SRNA.....	116
Identificación de sistemas usando redes neuronales MLP	119
Pronóstico de consumo de energía (demanda).....	126
Aplicación a la clasificación de patrones (el problema de IRIS)	131
Proyectos propuestos.....	135

Capítulo 4

Red neuronal de hopfield	137
Introducción	137
Memoria autoasociativa bidireccional (BAM)	138
Arquitectura de la BAM.....	138
Memoria autoasociativa	139
Procesamiento de información en la BAM	140
Modelo discreto de hopfield.....	141
Procesamiento de aprendizaje	141
Principio de funcionamiento	142
Concepto de energía en el modelo discreto de hopfield.....	143
Ejemplo de procesamiento	143
Modelo continuo de hopfield	147
Modelo continuo de hopfield de una neurona	148
Función de energía para el modelo continuo de hopfield.....	151
Aproximación práctica	152
Red tipo hopfield con MATLAB®	152
Proyectos propuestos.....	154

Capítulo 5

Mapas auto-organizados de kohonen	157
Introducción	157
El modelo bioinspirado de kohonen.....	159
Arquitectura de la red.....	160
Algoritmo de aprendizaje	163
Consideraciones iniciales	163
Modelo matemático.....	163
Ejemplo	165
Principio de funcionamiento	171
Aproximación práctica	172
Capacidad para reconocer grupos de patrones de un mapa de kohonen	172
Capacidad de autoorganización de los mapas de kohonen usando MATLAB®	174
Capacidad de autoorganización de los mapas de kohonen usando UV-SRNA.....	178
clasificación de patrones usando mapas de kohonen	182

Proyectos propuestos.....	185
Capítulo 6	
Red neuronal de base radial (RBF)	187
Introducción	187
El problema de interpolación	187
Redes de base radial	191
Arquitectura de una red de base radial	192
Entrenamiento de la red RBF	194
Diferencias entre las redes MLP y RBF	196
Aproximación práctica	201
Ejemplo de interpolación exacta con MATLAB®	201
Aprendizaje de la función XOR.....	203
Aprendizaje de una función de una variable	203
Identificación de la dinámica de un sistema con una red RBF.....	206
Proyectos propuestos	211
Bibliografía	213