

# Contenidos

<b>1. Introducción General</b>	<b>1</b>
1.1. Conceptos Básicos . . . . .	2
1.1.1. Neuronas . . . . .	2
1.1.2. Potencial de Acción . . . . .	3
1.2. Dinámica Neuronal . . . . .	5
1.2.1. Neuronas Tipo I y Tipo II . . . . .	6
1.3. Modelos de Neuronas Basados en Conductancia . . . . .	9
1.3.1. Modelo de Hodgkin-Huxley . . . . .	9
1.3.2. Modelo de Wang-Buzsáki . . . . .	10
1.4. Modelos Reducidos de dinámica Neuronal . . . . .	11
1.4.1. Modelo Cuadrático de Integración y Disparo (QIF) . . . . .	11
1.4.2. Modelo Reducido de Hodgkin Huxley . . . . .	13
1.5. Modelo de Tasa de disparo . . . . .	14
1.6. Curvas de Selectividad . . . . .	16
1.7. Modelos de Sinapsis . . . . .	17
1.8. Variabilidad en la Evolución Neuronal . . . . .	18
1.9. Plasticidad . . . . .	20
1.10. Conceptos Moleculares de Plasticidad . . . . .	20
1.11. Modelos de Plasticidad . . . . .	22
1.11.1. Plasticidad dependiente del Tiempo (STDP) . . . . .	22
1.11.2. Reglas de Covarianza . . . . .	25
1.11.3. Reglas de Homeostasis . . . . .	27
1.12. Modelado de STDP en Redes . . . . .	28
1.13. Arquitectura de Redes . . . . .	30
1.13.1. Redes de gran tamaño balanceadas . . . . .	31
1.13.2. Redes feedforward y Redes Recurrentes o feedback . . . . .	32
1.14. Motivación y Objetivos . . . . .	34
<b>2. STDP y Optimización de la fiabilidad</b>	<b>35</b>
2.1. Introducción . . . . .	36
2.2. Modelos de dinámica . . . . .	38
2.2.1. Neuronas Tipo I . . . . .	38
2.2.2. Neuronas Tipo II . . . . .	39
2.2.3. Dinámica Sináptica . . . . .	41
2.3. Método de Optimización . . . . .	42
2.3.1. Minimización de la Entropía Condicional . . . . .	42

2.3.2.	Metodología de Simulación . . . . .	43
2.4.	Resultados Numéricos . . . . .	45
2.4.1.	STDP en Neuronas Tipo I . . . . .	45
2.4.2.	STDP en Neuronas Tipo II . . . . .	52
2.4.3.	Depresión Máxima Normalizada . . . . .	56
2.5.	Discusión y Conclusiones . . . . .	57
<b>3.</b>	<b>STDP en neuronas con ruido externo</b>	<b>61</b>
3.1.	Introducción . . . . .	62
3.2.	Dinámica Cuadrática con Ruido . . . . .	63
3.3.	Modelos de Ruido . . . . .	65
3.3.1.	Evolución QIF con ruido y sin corrientes sinápticas . . . . .	67
3.4.	Minimización de la Entropía Condicional . . . . .	69
3.5.	Metodología de Simulación . . . . .	70
3.6.	Evoluciones con Ruido y Distribuciones de Probabilidad . . . . .	72
3.7.	STDP con Ruidos Simétricos . . . . .	77
3.7.1.	STDP con Ruido Gaussiano . . . . .	77
3.7.2.	STDP con Ruido de Poisson Balanceado . . . . .	80
3.8.	STDP con Ruidos Asimétricos . . . . .	81
3.8.1.	Ruido Poissoniano Positivo . . . . .	81
3.8.2.	Ruido de Poisson Positivo Exponencial . . . . .	83
3.9.	Simetría del ruido en distribuciones y STDP . . . . .	84
3.10.	Constante Temporal de LTD . . . . .	86
3.11.	Efecto de Conductancias en STDP . . . . .	87
3.12.	Discusión y Conclusiones . . . . .	89
<b>4.</b>	<b>Estadística en Redes Neuronales Balanceadas</b>	<b>91</b>
4.1.	Introducción . . . . .	92
4.2.	Redes Balanceadas . . . . .	94
4.2.1.	Modelo de Red de Gran Tamaño . . . . .	94
4.2.2.	Estado Balanceado . . . . .	96
4.3.	Métodos Estadísticos . . . . .	97
4.3.1.	Extracción de las características relevantes de los estímulos en una Red Balanceada . . . . .	97
4.3.2.	Caracterización del estado dinámico . . . . .	99
4.3.3.	Neuronas Individuales excitadas con ruido Gaussiano Exponencial . . . . .	100
4.4.	Metodología de Simulación . . . . .	101
4.5.	Resultados de Caracterización Dinámica . . . . .	101
4.6.	Resultados del Análisis Estadístico . . . . .	113
4.6.1.	STA en Red Mixta . . . . .	113
4.6.2.	STA y Análisis de Covarianza en Red Tipo I . . . . .	115
4.6.3.	STA y Análisis de Covarianza en Red Tipo II . . . . .	117
4.6.4.	Análisis de Covarianza en Redes HH-WB y WB-HH . . . . .	118
4.7.	Discusión y Conclusiones . . . . .	120

<b>5. Plasticidad Hebbiana y Homeostasis en una Red Recurrente</b>	<b>125</b>
5.1. Introducción . . . . .	126
5.2. Modelo de Anillo Recurrente . . . . .	128
5.3. Plasticidad Hebbiana . . . . .	132
5.4. Reescaleo Homeostático . . . . .	134
5.5. Sistema Dinámico de Tres Dimensiones . . . . .	139
5.6. Simulaciones Numéricas . . . . .	146
5.7. Discusión y Conclusiones . . . . .	152
<b>6. Conclusiones</b>	<b>155</b>
<b>Apéndices</b>	<b>165</b>
<b>A. Solución Analítica para evolución de neuronas Tipo I</b>	<b>167</b>
<b>B. Redes Balanceadas: Modelos y Parámetros de la Dinámica</b>	<b>169</b>
B.1. Modelo de Wang Buzsáki (WB) . . . . .	169
B.2. Modelo de Hodgkin-Huxley (HH) . . . . .	170
B.3. Parámetros de los diferentes tipos de Redes . . . . .	170
<b>C. Deducción del Sistema Dinámico de Tres Dimensiones</b>	<b>173</b>
<b>Lista de Publicaciones</b>	<b>175</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>177</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>189</b>