

# MODELO DE FITZHUGH-NAGUMO

## ELIÚ MORENO RAMÍREZ

### Introducción

El cerebro es un sistema complejo y algo que se ha estudiado con excesivo detalle son las células nerviosas o neuronas que están constituidas fundamentalmente de tres partes: el cuerpo neuronal o soma donde se procesa toda la información, una prolongación con pocas ramificaciones llamada axón como hilo conductor, y por último unas zonas muy ramificadas conocidas como dendritas, encargadas de ponerse en contacto con otras células nerviosas. En un principio las neuronas están inactivas hasta el momento en el que alcanzan un nivel crítico debido a las entradas a través de las dendritas y en ese momento reaccionan amplificando este potencial. Para entender esta complejidad no es posible prescindir de los modelos matemáticos en el estudio de las unidades funcionales que lo componen. Un buen ejemplo de este tipo de modelos es el estudio de la sinápsis neuronal a través del modelo de Fitzhugh-Nagumo.

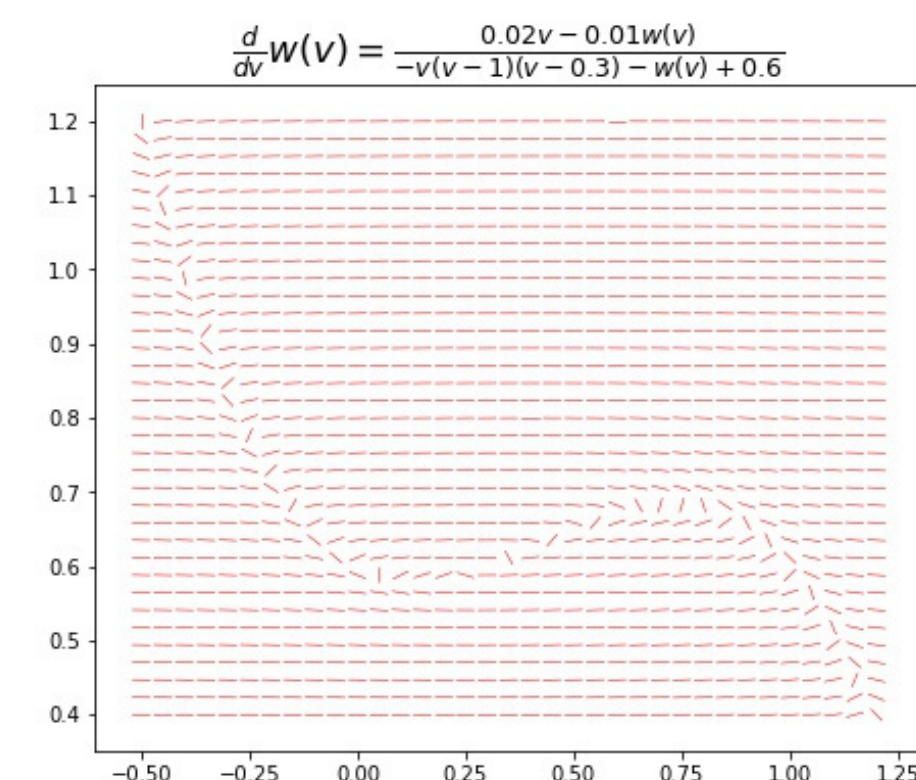
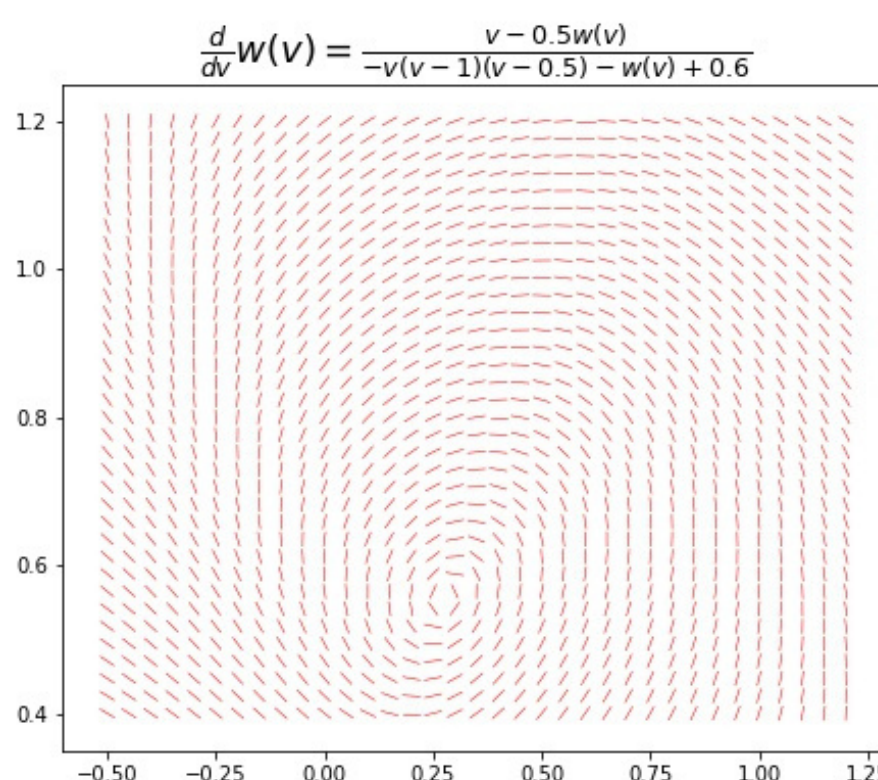
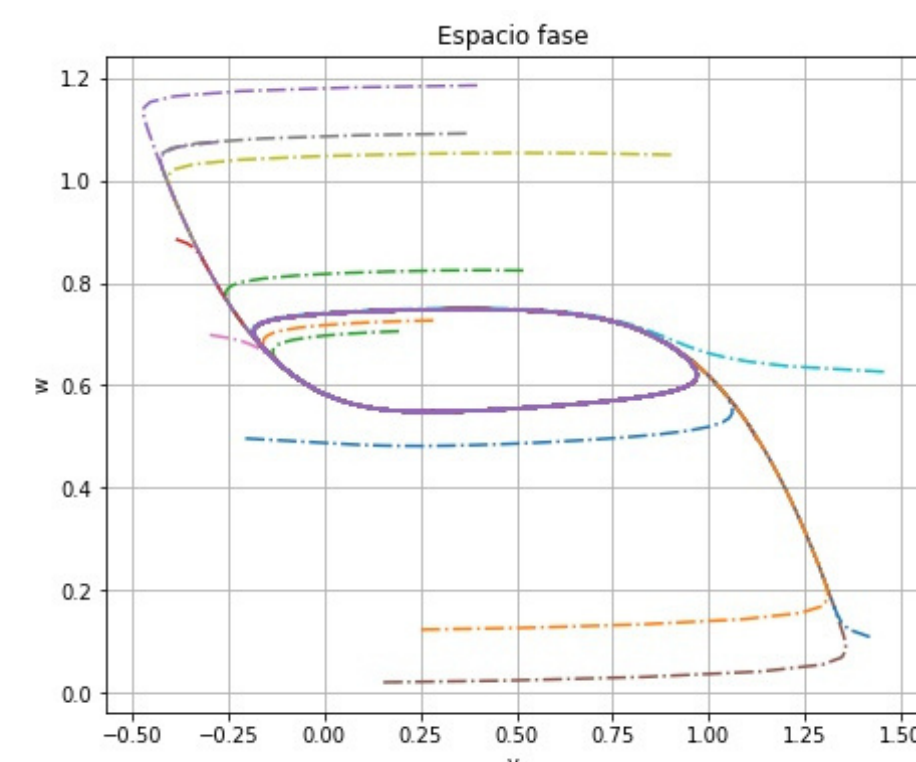
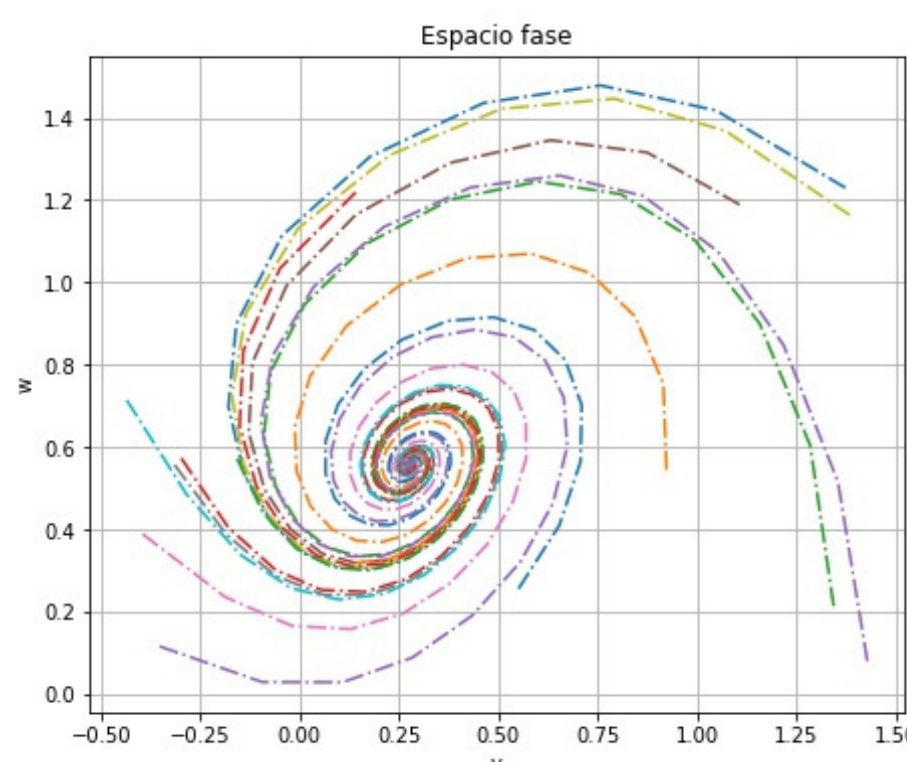
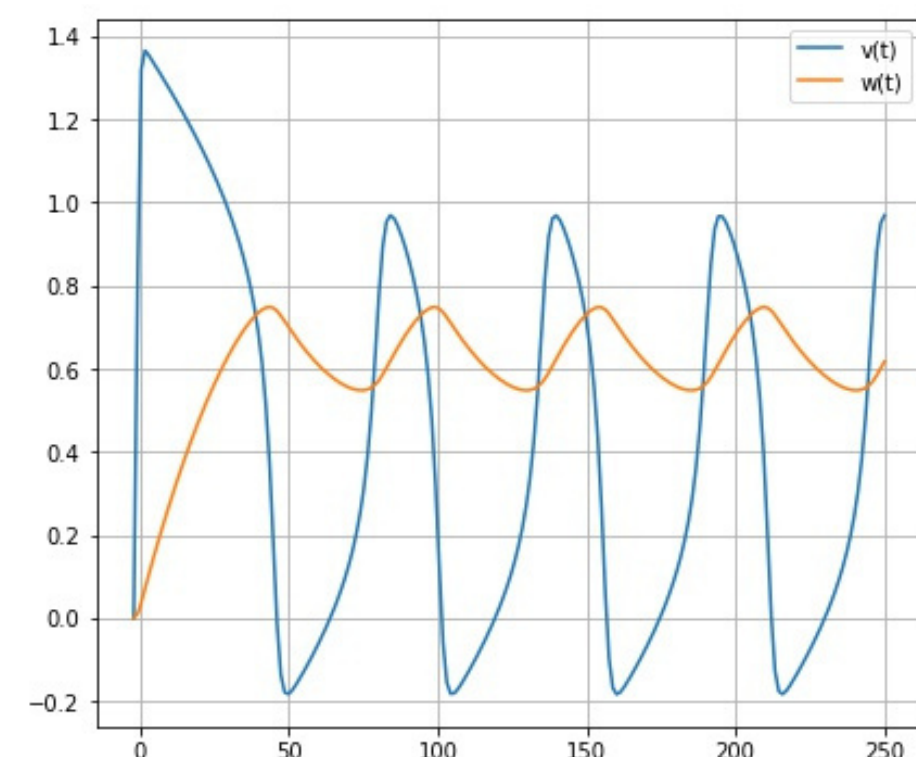
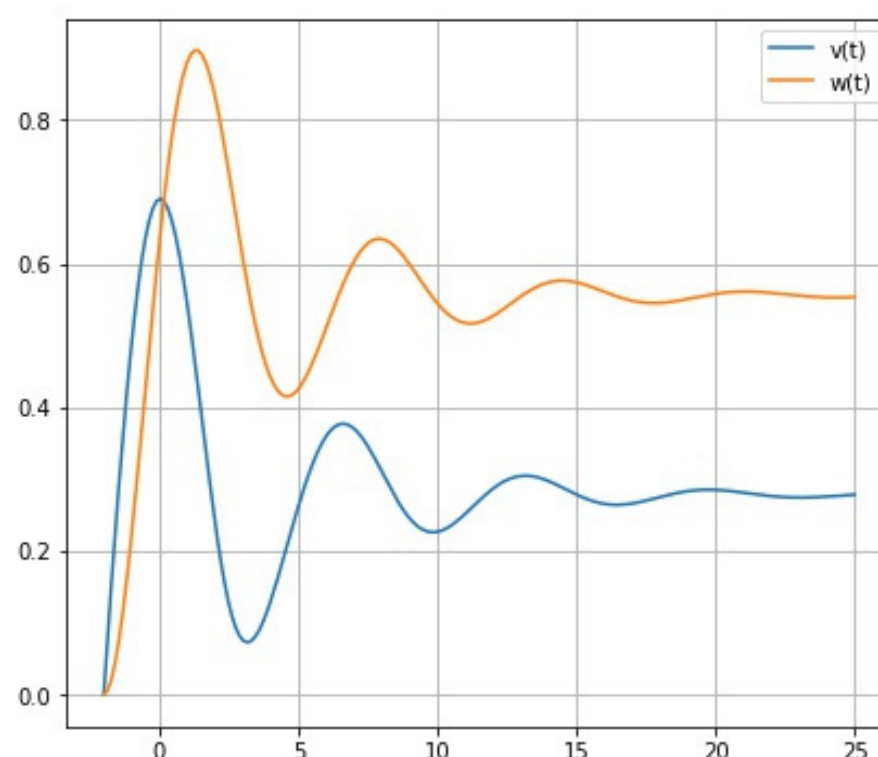
### Modelación del impulso nervioso

Las neuronas están cubiertas por una membrana compuesta de complejos protéinicos y lípidos orientados que forman estructuras encargadas del transporte de solutos y electrolitos, entre el interior y el exterior de la célula nerviosa. Entre estas están los llamados canales iónicos, que sirven para regular las corrientes iónicas transmembranales responsables de originar la formación de los trenes de espigas de voltaje llamado también impulso nervioso o potencial de acción; que son señales nerviosas. Los primeros estudios experimentales (por Hodgkin y Huxley) que se llevaron a cabo, fueron facilitados por el axón gigante (diámetro de medio mm) de una de las células que controlan la acción neuromotora del calamar. Las características más sobresalientes del potencial de acción y su dinámica, fueron modeladas satisfactoriamente por Hodgkin y Huxley, con su sistema de cuatro ecuaciones diferenciales no lineales. A pesar de que todos los elementos allí involucrados, tienen un claro significado biofísico, sin embargo, la complejidad matemática dificulta enormemente su análisis. Con el afán de comprender la esencia de la dinámica del fenómeno de excitabilidad, FitzHugh construyó un sistema más simple (dos ecuaciones diferenciales). El sistema se represeta generalmente de la forma:

$$\begin{aligned} dv/dt &= E - v(v - v_1)(v - v_2) - w \\ dw/dt &= \epsilon(v - cw) \end{aligned}$$

Donde **v** es el potencial de membrana, **w** es la conductancia de iones dependiendo del voltaje, **ε** es una constante, los parámetros **v<sub>1</sub>** y **v<sub>2</sub>** representan la influencia del potencial sobre la tasa de cambio de este potencial, el parámetro **E** representa el estímulo externo que recibe una neurona, ya sea de la sinapsis de otras células o de una excitación artificial impuesta por el experimentador o de otra naturaleza y el parámetro **c** representa, la capacidad de recuperación del sistema (neurona) ante perturbaciones, es decir, su capacidad para regresar al estado de equilibrio o base.

El sistema de ecuaciones diferenciales se resolvió numéricamente con el software Phyton, con las constantes para las gráficas de la izquierda de  $v_1=0.5$ ,  $v_2=1$ ,  $E=0.6$ ,  $c=0.5$ ,  $\epsilon=1$  y para las de la derecha  $v_1=0.3$ ,  $v_2=1$ ,  $E=0.6$ ,  $c=1$   $\epsilon=0.02$ , además las soluciones del sistema para ambas gráficas se tomo como condiciones iniciales  $v=0$  y  $w=0$ .



Bibliografía:

[1]Jasmidt Vera C., Yineth Medina A. "Modelo Fitzhugh-Nagumo y las redes neuronales" (2007)

[2]Gregorio Castillo Q. "Análisis cualitativo del modelo de FitzHugh-Nagumo" (2006)

[3]Marco Vásquez W., Salzar Rojas N., Castillo Pereda E., Saenz Tolay M. "ANALISIS CUALITATIVO Y SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DEL PLANO FASE DEL MODELO NEURONAL DE FITZHUGH-NAGUMO" (s.f)