# PRÁCTICA 1: SIMULACIÓN REALISTA DEL POTENCIAL DE MEMBRANA DE UNA NEURONA

## Introducción

Los modelos neuronales realistas describen el comportamiento de la neurona en función de una variable de estado medible experimentalmente que suele ser el potencial de membrana $V$. La evolución dinámica de este potencial se determina calculando las contribuciones de las corrientes iónicas que atraviesan la membrana de la neurona. Así, los modelos constan de un conjunto de ecuaciones diferenciales acopladas de primer orden que dan cuenta de la biofísica del transporte de iones. La mayor parte de estos modelos derivan del formalismo propuesto por Hodgkin y Huxley en 1952, en el que una porción de membrana queda descrita por:

$$
\begin{aligned}
C_m \frac{dV}{dt} &= I_{ext} - g_L(V - V_L) - g_{Na} m^3 h (V - V_{Na}) - g_K n^4 (V - V_K) && (1)\\
\frac{dm(V)}{dt} &= \alpha_m(V)(1-m) - \beta_m(V)m && (2)\\
\frac{dh(V)}{dt} &= \alpha_h(V)(1-h) - \beta_h(V)h && (3)\\
\frac{dn(V)}{dt} &= \alpha_n(V)(1-n) - \beta_n(V)n && (4)
\end{aligned}
$$

donde $V$ es el potencial de membrana; $h$,$m$,$n$ son las variables de conductancia voltaje–dependientes; $C_m$ es la capacidad de la membrana por unidad de área; $I_{ext}$ es la corriente externa aplicada; $g_L$, $g_{Na}$, $g_K$, $V_L$, $V_{Na}$, $V_K$ son las conductancias máximas por unidad de área y los potenciales de equilibrio, respectivamente, para las distintas contribuciones iónicas; $\alpha$ y $\beta$ son funciones de $V$ que se ajustan a datos fisiológicos mediante técnicas de fijación de voltaje. Las funciones originales que utilizaron Hodgkin y Huxley en sus experimentos tienen la forma:

$$
\begin{aligned}
\alpha_m(V) &= \frac{0{,}1(-V-40)}{exp(\frac{-V-40}{10}) - 1} && (5)\\
\beta_m(V) &= 4exp(\frac{-V-65}{18}) && (6)\\
\alpha_h(V) &= 0{,}07exp(\frac{-V-65}{20}) && (7)\\
\beta_h(V) &= \frac{1}{exp(\frac{-V-35}{10}) + 1} && (8)\\
\alpha_n(V) &= \frac{0{,}01(-V-55)}{exp(\frac{-V-55}{10}) - 1} && (9)\\
\beta_n(V) &= 0{,}125exp(\frac{-V-65}{80}) && (10)
\end{aligned}
$$

## Objetivos

El objetivo de esta práctica es el estudio de las ecuaciones $H - H$ y su respuesta frente a un pulso de corriente externa.

1. Escribir un programa para resolver numéricamente el sistema de ecuaciones acopladas (1-4) utilizando los siguientes datos:

   $C_m = 1\mu F/cm^2$, $V_{Na} = 50mV$, $V_K = -77mV$, $V_L = -54{,}387mV$
   $g_{Na} = 120mS/cm^2$, $g_K = 36mS/cm^2$, $g_L = 0{,}3mS/cm^2$. ($S = siemen = 1/\Omega$)
   $área\ del\ compartimento = 7{,}854 \cdot 10^{-3}cm^2$
   $Condiciones\ iniciales : V_0 = -65$, $m_0 = 0{,}053$, $h_0 = 0{,}6$, $n_0 = 0{,}318$

2. Correr dos simulaciones de $100ms$: una con $I_{ext} = 0$ y otra con $I_{ext} = 0{,}1\mu A$ (comenzando el estímulo en $t = 0ms$ y terminando en $t = 50ms$). El programa ha de almacenar en un fichero los valores de $t$, $V$, $m$, $h$ y $s$.

3. Representar en una gráfica $V$ frente a $t$ y en otra $m$, $h$, $n$ frente a t. Discutir el resultado.

Se entregarán las gráficas y la discusión.