

## Fisiología avanzada 2022-1

### Laboratorio 2: Modelo GHK simplificado

A partir del modelo GHK simplificado visto en clase, podemos generar la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{1}{C_m} [\bar{g}_{Na} p(V)(V - E_{Na}) + \bar{g}_l(V - E_l) + I_0]$$

Donde

$$p(V) = \frac{1}{1 + e^{(V_{1/2} - V)/k}}$$

Usando el siguiente set de parámetros:

Parámetro	Valor
$\bar{g}_{Na}$	74 mS
$\bar{g}_l$	19 mS
$E_{Na}$	60 mV
$E_l$	-67 mV
$C_m$	0.01 mF
$V_{1/2}$	1.5 mV
$k$	16 mV

1. Grafique la función  $p(V)$  y discuta su comportamiento: ¿Que pasa a voltajes altos? ¿Tiene saturación o crece indefinidamente? ¿Entre que valores está definido el rango de esta función?
2. Usando el comando `fsolve` de la librería de Python `scipy.optimize`, encuentre los tres puntos de equilibrio del sistema cuando la corriente externa es 0 mA. Discuta que representa cada equilibrio.
3. Haga una gráfica de la ecuación diferencial respecto al voltaje usando el mismo valor para la corriente externa y describa que significan los cortes con el eje x.
4. Aumentando gradualmente la corriente externa hasta 70 mA, conteste que valor de esta corriente hace que solo exista un punto de equilibrio. Además, analice a que estado celular de polarización corresponde este valor.

5. Simule la ecuación diferencial usando el comando `odeint` de la librería `scipy.integrate` para un valor de la corriente externa de 0 mA. Use distintas condiciones iniciales (Desde -100 mV hasta 0 mV) y describa como cambia la estabilidad de sus puntos de equilibrios. Además, describa que significa en términos de reposo, excitado y umbral cada uno de estos.
6. Discuta por que la célula queda en un estado de depolarización según las suposiciones del modelo al hacer una simulación con un valor de corriente externa que sobrepase el umbral encontrado en el punto 4.

**Bono (+0.3 sobre este lab)**

Cree una función de corriente de entrada que varíe entre un valor de excitación y cero. Varíe la frecuencia de esta función y muestre como el potencial de membrana cambia respecto a esta. ¿Qué efecto tiene la frecuencia de la corriente de entrada sobre la frecuencia de disparo del potencial de acción? Justifique con varias gráficas variando frecuencia y amplitud de su corriente de entrada.