REDES NEURONALES PRÁCTICA 1 - 2019

Dinámica Neuronal I

1. Usando la ecuación de Nernst, determinar los potenciales de equilibrio para los siguiente iones: K, Na y Cl. Las concentraciones son:

	Interior (mM)	Exterior (mM)
K^+	430	20
Na^+	50	440
Cl^-	65	550

La temperatura es de 20 grados centígrados. Ayuda: el valor de la constante de Boltzmann es $k_B \approx 8.6\ 10^{-5}$ eV/K.

2. Utilizando la ecuación de Goldman graficar la corrientes de los iones de potasio, sodio y calcio como función del potencial de membrana. ¿En que casos una aproximiacón lineal está mejor justificada?

3. Considerar una neurona esférica con un radio de 15 micrones y una capacitancia de $1\mu F/cm^2$. ¿Qué cantidad de iones de sodio deben ingresar a la neurona para cambiar el potencial de membrana en 100 mV? Comparar el cambio de concentración con la concentración de iones de sodio del problema anterior. Ayuda: usar como valor de la constante de Faraday: $F = 10^5$ coulombs/mol.

4. Simular la dinámica de una neurona de Hogdkin-Huxley Calcular la curva $f - I$.
   Repetir usando la aproximaciones:
   $m(t) = m_\infty(V)$ y
   $m(t) = m_\infty(V)$, $h + n = cte.$
   Las ecuaciones del modelo son:

$$
\begin{aligned}
C\frac{dV}{dt} &= I - g_{Na}m^3h(V - V_{Na}) - g_K n^4(V - V_K) - g_l(V - V_l) && (1)\\
\frac{dm}{dt} &= (m_\infty(V) - m)/\tau_m(V) && (2)\\
\frac{dh}{dt} &= (h_\infty(V) - h)/\tau_h(V) && (3)\\
\frac{dn}{dt} &= (n_\infty(V) - n)/\tau_n(V) && (4)
\end{aligned}
$$

con $x_\infty(V) = a_x/(a_x + b_x)$, $\tau_x(V) = 1/(a_x + b_x)$ (en milisegundos), para $x = m, h, n$ y
$a_m = 0.1(V+40)/(1-\exp((-V-40)/10))$, $b_m = 4\exp((-V-65)/18)$
$a_h = 0.07\exp((-V-65)/20)$, $b_h = 1/(1+\exp((-V-35)/10))$
$a_n = 0.01(V+55)/(1-\exp((-V-55)/10))$, $b_n = 0.125\exp((-V-65)/80)$
(donde el potencial esta expresado en milivolts).
Los potenciales de inversión y las conductancias máximas están dados por: $V_{Na} = 50mV$, $V_K = -77mV$, $V_l = -54.4mV$
$g_{Na} = 120mS/cm^2$, $g_K = 36mS/cm^2$, $g_l = 0.3mS/cm^2$.
La capacitancia de la membrana es $C = 1\mu F/cm^2$.

5. Tomar $I = 0$ y esperar que el sistema converja a un punto fijo. Luego inyectar una corriente negativa de 4 μA/cm^2 durante 100 msecs. ¿Qué sucede cuando la corriente termina?

6. Simular la dinámica de una neurona Integrate-and-Fire con adaptación:

$$\begin{aligned} \tau\frac{dV}{dt} &= -V + I - A(t) && (5) \\ \tau_A\frac{dA}{dt} &= -A + A_0\delta(t - t_{spike}) && (6) \end{aligned}$$

donde t_{spike} es el tiempo donde V alcanza el valor umbral $V_t = 1$.
Calcular analiticamente la curva $f - I$.

7. Las ecuaciones del modelo de FitzHugh-Nagumo son

$$\begin{aligned} \tau\frac{dV}{dt} &= f(V) + I - w && (7) \\ \tau_w\frac{dw}{dt} &= -\gamma w + bV && (8) \end{aligned}$$

con $f(V) = V(a - V)(V - 1)$, $0 < a < 1$, $b > 0, \gamma > 0$.
Calcular las nullclinas. ¿Cuales son las diferentes configuraciones de puntos fijos y ciclos límites a medida que cambia I?