REDES NEURONALES 2022

Práctico 1

Nota:

- Entreguen el práctico **solo** en formato pdf. Si desean pueden enviar las notebook pero por separado.
- El práctico no puede tener más de cuatro (4) páginas.

Considere el modelo Integrate-and-Fire para la evolución temporal del potencial de membrana $V(t)$ entre el interior y el exterior de una neurona genérica, tal cual lo vimos en las clases teóricas.

Primera parte

Considere solo la ecuación diferencial del modelo, **sin activar el mecanismo de disparo**:

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{1}{\tau}(E - V(t) + R\, I_e(t)), \tag{1}$$

donde

- $\tau = 10\, ms$ es el tiempo característico de la membrana,
- $E = -65\, mV$ es el potencial en reposo,
- $R = 10\, M\Omega$ es la resistencia
- $I_e(t)$ es una corriente eléctrica externa, y se especifica en nA.

A) Considere el caso en que $I_e(t) = 0\, nA$ para todo t. Haga un estudio geométrico de la dinámica de la ecuación (1) indicando la dinámica para tiempos largos ($t \to \infty$).

B) Considere el caso en que $I_e(t) = 2\, nA$. Haga un estudio geométrico de la dinámica de la ecuación 1 indicando la dinámica para tiempos largos ($t \to \infty$).

Segunda parte

C) Resuelva analíticamente la ecuación diferencial (1) (sin incorporar el mecanismo de disparo) para una función genérica $I_e(t)$.

D) Grafique la solución exacta para $0\, ms \leq t \leq 200\, ms$ con los valores de los parámetros indicados arriba y $I_e(t) = 2\, nA$ para todo t y $V(0\, ms) = E = -65\, mV$.

E) Use el método de Runge-Kutta de cuarto orden para resolver el problema de valor inicial

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{1}{\tau}(E - V(t) + R\, I_e(t)), \qquad V(t=0) = E \qquad 0\, ms \leq t \leq 200\, ms \tag{2}$$

con paso $h = 0.05ms$ y grafique en un mismo gráfico la solución exacta que ya calculó y la aproximación numérica. Use los valores de los parámetros definidos arriba e $I_e(t) = 2\, nA$ para todo t.

Tercera parte

F) Considere el problema de valor inicial

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{1}{\tau}(E - V(t) + R\, I_e(t)), \qquad 0\, ms \leq t \leq 200\, ms \quad h = 0.05\, ms. \tag{3}$$

donde h es el paso de integración, $V(t=0) = -65\, mV$, $I_e(t) = 2\, nA$ para todo t y los restantes parámetros toman los valores ya definidos. Incorpore ahora el mecanismo de disparo. Para ello, si $V(t)$ ultrapasa cierto valor umbral V_u, se debe restituir el valor de $V(t)$ a E ($V(t) \to E$). Grafique la aproximación numérica de $V(t)$ para $0\, ms \leq t \leq 200\, ms$ y un potencial umbral de $V_u = -50\, mV$.

G) Repita el punto F) con

$$I_e(t) = I_0 \cos\left(\frac{t}{30\, ms}\right)$$

para $I_0 = 2.5\, nA$ y $0\, ms \leq t \leq 200\, ms$.

H) Manteniendo el mecanismo de disparo, calcule analíticamente la frecuencia de disparo para los valores del punto anterior en función de la corriente externa $I_e(t)$ (constante). Compare este resultado con el obtenido mediante simulaciones numéricas.

I) Repita el punto F) pero ahora con una corriente externa dependiente del tiempo t de la forma:

$$I_e(t) = 0.35 \left(\cos\left(\frac{t}{3\, ms}\right) + \sin\left(\frac{t}{5\, ms}\right) + \cos\left(\frac{t}{7\, ms}\right) + \sin\left(\frac{t}{11\, ms}\right) + \cos\left(\frac{t}{13\, ms}\right)\right)^2 nA \tag{4}$$