

MODELADO DEL SISTEMA NERVIOSO: PARKINSON

Palabras clave: Sustancia Negra, pars compacta, *cuerpos de Lewy*, *Dendritas*, *Parkinson’s disease*

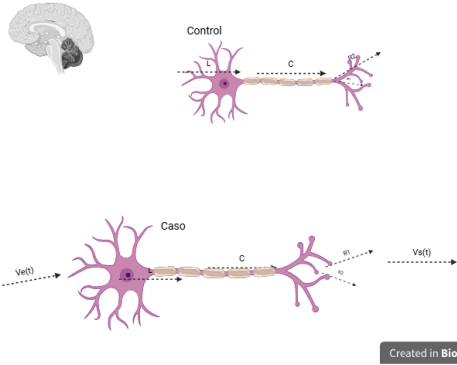
Parkinson

La enfermedad de Parkinson fue descrita por primera vez en 1817 por James Parkinson, quien, a los 62 años, publicó una monografía titulada *An Essay on the Shaking Palsy*. En ella describía detalladamente los síntomas característicos de la dolencia que más tarde llevaría su nombre. Originalmente se consideraba un trastorno meramente del movimiento, pero hoy se reconoce como una enfermedad multisistémica.

- Síntomas Motores (Cardinales):
1. Temblor en reposo
 - Clásicamente en las manos (“de contar monedas”).
 - Desaparece al mover voluntariamente la extremidad.
 2. Bradicinesia
 - Lentitud para iniciar y ejecutar movimientos.
 - Se observa en actividades cotidianas como vestirse o caminar.
 3. Rigidez
 - Aumento del tono muscular.
 - Puede ser en “rueda dentada” (sensación de resistencia intermitente al mover una extremidad).
 4. Inestabilidad postural
 - Problemas de equilibrio y coordinación.
 - Aumenta el riesgo de caídas.

Modelo Fisiológico

Desde una perspectiva biofísica, una neurona puede modelarse como un circuito eléctrico equivalente para representar la transmisión de señales. En este modelo, las dendritas, que reciben los potenciales sinápticos, se representan mediante elementos resistivos (R_1 y R_2), reflejando la disipación de energía asociada al flujo iónico. El axón, estructura especializada en la conducción del potencial de acción, se modela como un elemento inductivo (L), asociado a la inercia del cambio de corriente. Por su parte, la capa de mielina, gracias a su composición lipídica, actúa como un componente capacitivo (C), permitiendo el almacenamiento temporal de carga eléctrica y modulando la velocidad de conducción. El potencial de membrana en el soma se considera como la fuente de voltaje de entrada (V_e), mientras que el potencial registrado en el terminal axónico corresponde al voltaje de salida (V_s), es decir, la señal que será transmitida a la siguiente neurona a través de la sinapsis.



Tratamientos:

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1. Tratamientos Farmacológicos</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Levodopa (L-DOPA): Es el tratamiento más eficaz y común.◦ Se convierte en dopamina en el cerebro.◦ Suele combinarse con carbidopa para evitar su degradación periférica y reducir efectos secundarios. | <p>1. Tratamientos Quirúrgicos</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Estimulación cerebral profunda (DBS, Deep Brain Stimulation):<ul style="list-style-type: none">◦ Implante de electrodos en estructuras como el núcleo subtálámico (STN) o el globo pálido interno (GPI).◦ Indicado en pacientes con fluctuaciones motoras o discinesias severas no controladas farmacológicamente.◦ Mejora los síntomas motores y permite reducir la dosis de medicación. | <p>Terapias Complementarias</p> <ul style="list-style-type: none">• Rehabilitación física: fisioterapia, terapia ocupacional y del habla.• Estimulación cognitiva y neuropsicológica.• Nutrición adecuada: evitar interacciones alimentarias con levodopa.• Apoyo psicológico y psiquiátrico en casos de depresión, ansiedad o psicosis. |
|---|---|--|

Valores en componentes

| Caso | Control | UNIDADES |
|--------------------|-------------------|----------|
| $R_1 = 1 \Omega$ | $R_1 = 10 \Omega$ | mV |
| $R_2 = 0.5 \Omega$ | $R_2 = 15 \Omega$ | mV |
| $L = 0.1 H$ | $L = 0.1 H$ | mV |
| $C = 0.01 F$ | $C = 0.01 F$ | mV |

Parametros del controlador

Ki: 67265.6401452196

Funcion de Transferencia

$$\frac{V_s(s)}{V_e(s)} = \frac{C R_1 R_2}{s^2 C L (R_1 + R_2) + s R_1 R_2 C + R_1 + R_2}$$

ECUACIONES INTEGRO-DIFERENCIALES

$$V_e(t) = L \frac{dI_1(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int I_1(t) dt + R_1 [I_1(t) - I_2(t)]$$

$$I_1(t) = [V_e(t) - L \frac{dI_1(t)}{dt} - \frac{1}{C} \int (I_1(t) dt + R_1 I_2(t))] \frac{1}{R_1}$$

$$I_2(t) = \frac{R_1 I_1(t)}{(R_2 + R_1)}$$

ESTABILIDAD DEL SISTEMA EN LAZO ABIERTO

CASO

$$\lambda_1 = 31.6227766$$

$$\lambda_2 = 31.6227766 < -93.02115251$$

CONTROL

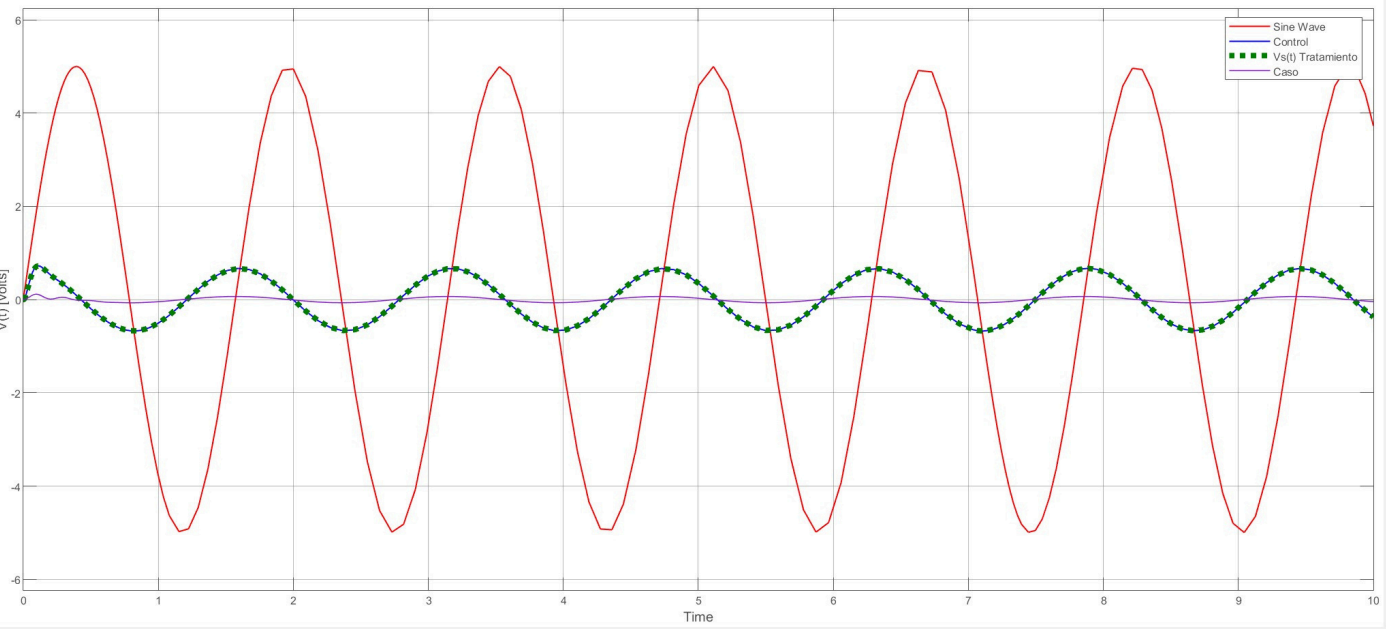
$$\lambda_1 = 31.6227766 < 161.56$$

$$\lambda_2 = 31.6227766 < -161.56$$

ERROR EN ESTADO ESTACIONARIO:

$$e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{A_\omega}{s^2 + \omega^2} [1 - 0] = 0.95$$

EXPERIMENTACION IN SILICO



Conclusion: La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurodegenerativo progresivo que afecta principalmente el control del movimiento. Su origen está relacionado con la pérdida de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra del cerebro, lo que altera el equilibrio neuroquímico en los circuitos motores. Esto se traduce en síntomas característicos como temblores en reposo, rigidez muscular, bradicinesia (lentitud en los movimientos) y alteraciones posturales.

Proyecto:

Referencias:

- Micheli, F. (2013). *Neurología* (3.ª ed.). Editorial Médica Panamericana
- .Hoehn, M., & Yahr, M. (2011). Parkinsonism: Onset, progression, and mortality. *Neurology*, 77(9), 874.
<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000405146.06300.91>

Elaborado por:



Martinez Camarena
Dario Antonio
21210684



INGENIERÍA BIOMÉDICA MODELADO DE SISTEMAS FISIOLÓGICOS
DR. PAUL ANTONIO VALLE TRUJILLO