



¿QUÉ ES EL ASMA?

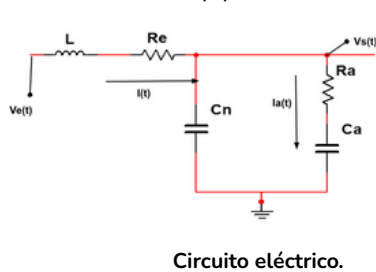
El asma es una enfermedad crónica que afecta las vías respiratorias en los pulmones. Se caracteriza por una inflamación y estrechamiento de estas vías, lo que dificulta la respiración.

OBJETIVO

Modelar y analizar el comportamiento del sistema respiratorio en condiciones normales y asmáticas mediante una analogía eléctrica, para comprender los efectos del asma en la mecánica pulmonar.

DIAGRAMA ELÉCTRICO

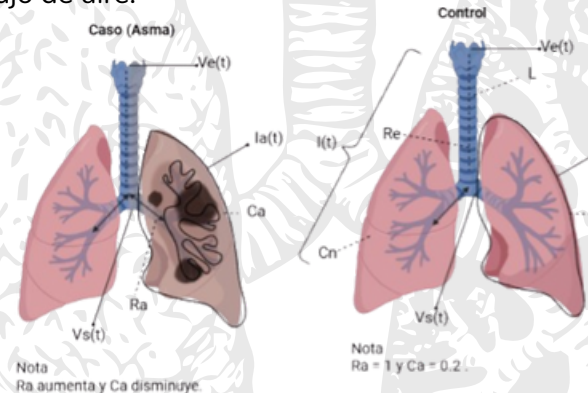
Los componentes representan: resistencia de las vías aéreas (R), capacidad de los pulmones para expandirse (C), inercia del aire en movimiento (L).



La entrada $V_e(t)$ simula un esfuerzo respiratorio puntual, útil para observar la respuesta transitoria del sistema, siendo una señal de impulso.

DIAGRAMA FISIOLÓGICO

El modelo muestra el sistema respiratorio normal y con asma usando una analogía eléctrica. En el asma, la resistencia (R_a) aumenta y la capacidad de los pulmones para expandirse (C_a) disminuye, afectando el flujo de aire.



PARÁMETROS

| Elemento | Control | Caso | Descripción |
|----------|------------|-------------|--|
| Re | 2 Ω | 2 Ω | Resistencia de las vías respiratorias superiores. |
| L | 0.4 H | 0.4 H | Inercia del flujo de aire en las vías respiratorias. |
| Ra | 1 Ω | 20 Ω | Resistencia de las vías respiratorias pequeñas (alvéolos). |
| Ca | 0.2 F | 0.07 F | Distensibilidad de los alvéolos. |
| Cn | 0.2 F | 0.2 F | Distensibilidad del tejido pulmonar central. |

Tabla de parámetros.

CONCLUSIÓN

El análisis ha permitido ver los efectos del asma, particularmente cómo la resistencia de las vías aéreas y la capacidad de expansión pulmonar se ven alteradas, ofrece un marco útil para la experimentación in silico de terapias basadas en control automático, promoviendo así soluciones más personalizadas y eficaces para el manejo del asma.

ANÁLISIS MATEMÁTICO

$$I(t) = [-L \frac{dI(t)}{dt} - \frac{1}{C_n} \int I(t) - I_a(t) dt + V_e(t)] [\frac{1}{R_e}]$$

$$I_a(t) = [\frac{1}{C_a} \int I_a(t) dt - \frac{1}{C_n} \int (I(t) - I_a(t) dt)] [\frac{1}{R_a}]$$

$$V_s(t) = R_a I_a(t) + \frac{1}{C_a} \int I_a(t) dt$$

Modelo de ecuaciones integro-diferenciales.

$$\frac{V_s(s)}{V_e(s)} = \frac{R_a C_a s + 1}{(L C_n C_a R_a) s^3 + C_a (C_n R_e R_a + L) s^2 + (C_n R_e + R_e C_a + R_a C_a) s + (1 + L C_n)}$$

Función de transferencia.

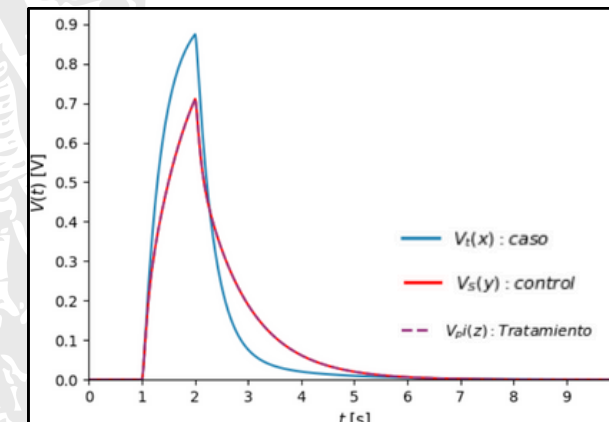
$$\lim_{s \rightarrow 0} [1 - \frac{1}{1 + L C_n}] = 0.0740 V$$

Error estacionario.

| Sistema | Raíz 1 | Raíz 2 | Raíz 3 | Estado |
|---------|--------|--------|--------|------------------|
| Control | -49.7 | -4.44 | -1.04 | Sobreamortiguado |
| Caso | -0.583 | -2.44 | -61.1 | Sobreamortiguado |

Respuesta del sistema.

EXPERIMENTACIÓN IN SILICO



CONTROLADOR

Como tratamiento se ejemplifica un broncodilatador para abrir las vías respiratorias reduciendo la resistencia y aumentando la capacidad pulmonar.

| Parámetros | Tiempo de subida | 0.0515 s |
|------------|------------------|---------------------------|
| Kp | 19.3686 | Tiempo de establecimiento |
| Ki | 16.389 | Voltaje pico |
| | | Sobreimpulso |
| | | 0 % |

Tabla de parámetros del controlador.

INTEGRANTES:



VILLASEÑOR LOPEZ DIEGO DAVID 22210431

TORRES VELEZ DIEGO RAUL 22210429

ARCHIVOS



Docente:

Dr. Paul Antonio Valle Trujillo
Modelado de Sistemas Fisiológicos.