

LABORATORIO TEORÍA DE MODELOS Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

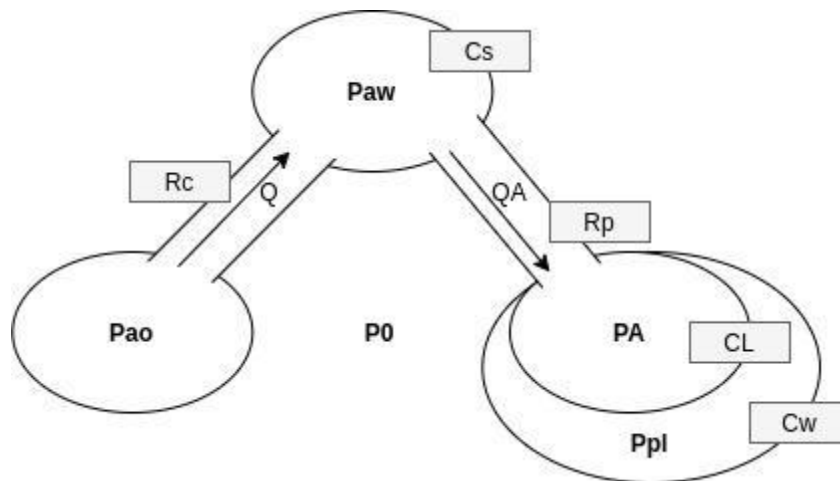
<b>Docentes</b>	Alher Mauricio Hernández Valdivieso	alher.hernandez@udea.edu.co
	Susana Mejía Echeverry	susana.mejiae@udea.edu.co

**Análisis en el dominio del tiempo y la frecuencia de un sistema fisiológico**

**TEMA B: Mecánica respiratoria**

En la Figura 1 se presenta el mecanismo análogo a la mecánica pulmonar. Las vías respiratorias se dividen en dos categorías: las vías centrales y las periféricas, denominadas como  $R_c$  y  $R_p$  respectivamente. Cuando el aire ingresa a los alvéolos, se produce una expansión de los pulmones (representado por  $CL$ ) y de la caja torácica (representada por  $Cw$ ). Además, una fracción de este volumen se desvía de los alvéolos dando como resultado una distensibilidad en las vías respiratorias ( $Cs$ ). Los valores de estos parámetros, para un sujeto sano, se detallan en la Tabla 1.

Las presiones desarrolladas en diferentes puntos son:  $P_{ao}$  en la entrada de la vía aérea,  $P_{aw}$  en el centro de la vía aérea,  $P_A$  en los alvéolos y  $P_{pl}$  en el espacio pleural. Todas referenciadas a  $P_0$ , considerada como la presión atmosférica.  $Q$  y  $Q_A$  representan el flujo de aire que ingresa al sistema respiratorio y el flujo que llega a los alvéolos, respectivamente.



**Figura 1.** Sistema fluido equivalente a la mecánica respiratoria.

**Tabla 1.** Parámetros involucrados en el modelo para un sujeto sano.

Parámetro	Unidades	Valor
Rc	cmH <sub>2</sub> O/L/s	1
Rp	cmH <sub>2</sub> O/L/s	0.5
CL	L/cmH <sub>2</sub> O	0.2
Cs	L/cmH <sub>2</sub> O	0.005
Cw	L/cmH <sub>2</sub> O	0.2

### Consideraciones

- Debido a que se quiere estudiar el flujo alveolar ( $QA$ ), el objetivo de simulación será encontrar su forma de onda ante cambios en la presión en boca ( $Pao$ ).
- Se simulará un sujeto que se encuentra en UCI bajo ventilación mecánica. En este caso, la presión  $Pao$  configurada por el médico es de 2.5 cmH<sub>2</sub>O; es decir, 5 cmH<sub>2</sub>O pico-pico con una forma senoidal.  
Aunque el sujeto esté bajo ventilación mecánica puede tener los parámetros de la mecánica respiratoria de un sujeto sano. Este caso se da, por ejemplo, en situaciones postoperatorias no relacionadas con el sistema respiratorio.
- El periodo de muestreo y el tiempo de simulación lo determinará cada equipo de trabajo según lo considere apropiado.

### Actividades:

1. Realice el modelo eléctrico análogo correspondiente y justifique detalladamente la elección de cada analogía de acuerdo con las propiedades de los elementos.
2. Calcule la función de transferencia que describe el modelo.
3. Realizar cambios en los parámetros del modelo para simular 2 patologías. La selección de los parámetros debe estar bien justificada de acuerdo con la literatura.
4. Encontrar la forma de onda del flujo alveolar haciendo una simulación en python. Use el conjunto de parámetros de la Tabla 1 (sujeto en condiciones sanas) y los encontrados en el numeral 3 (sujetos patológicos). Realice un análisis en el dominio temporal, tanto del estado transitorio como del estado permanente, de la respuesta del modelo antes los tres conjuntos de parámetros. Comparar y analizar los resultados.

5. Realizar un análisis en el dominio frecuencial del modelo con los valores de los parámetros que simulan un sujeto sano y con los parámetros que simulan dos sujetos patológicos. Comparar y analizar los resultados.

**Entregable:**

Subir a Teams:

1. Artículo científico considerando la información recopilada en las actividades realizadas. Para esto, utilice únicamente el formato disponible en la carpeta de la sesión.
2. Código en Python debidamente documentado.