

Modelado matemático de sistemas

Biomecatrónica 2025-1



Objetivos de la clase

- Comprender el concepto de variables generalizadas de esfuerzo y flujo, junto con su aplicación en el modelado de sistemas físicos de distinta naturaleza
- Aplicar los elementos generalizados de resistencia, compliancia e inertancia en el modelado de sistemas dinámicos

“All models are wrong, but some are useful”

George Edward Pelham Box

Propiedades generalizadas

Son conceptos que unifican el modelado de diferentes sistemas físicos mediante el uso de variables de **esfuerzo** y **flujo**.

Se definen tres elementos fundamentales:

- Resistencia
- Compliancia
- Inertancia

Este enfoque permite describir sistemas eléctricos, mecánicos, térmicos y otros de forma análoga

Variables de flujo y esfuerzo

- Las **variables de esfuerzo y flujo** son pares de variables generalizadas que permiten describir sistemas físicos de distintas naturalezas de manera análoga
 - **Variable de esfuerzo:** Representa una diferencia de potencial o intensidad de una fuerza que impulsa el sistema. Se mide **entre dos puntos**
 - **Variable de flujo:** Representa una cantidad que atraviesa un sistema o componente. Se mide **a través de un punto o superficie**

Variables en diferentes dominios

Dominio	Esfuerzo (e)	Flujo (f)
Eléctrico	Voltaje (V)	Corriente (I)
Mecánico (traslacional)	Fuerza (F)	Velocidad (v)
Mecánico (rotacional)	Torque (τ)	Velocidad angular (ω)
Hidráulico	Presión (P)	Caudal volumétrico (Q)
Térmico	Temperatura (T)	Flujo de calor (Q)

Resistencia – R

La **resistencia** es una propiedad generalizada que representa la disipación de energía en un sistema, relacionando directamente la variable de **esfuerzo** con la de **flujo**.

En estos sistemas, la energía no se almacena, sino que se disipa en forma de calor u otras pérdidas

$$e = Rf$$

Compliancia – C

La **compliancia** es una propiedad generalizada que representa la capacidad de un sistema para **almacenar energía en función del esfuerzo aplicado**, es decir, indica **cómo una variación en el esfuerzo genera una acumulación del flujo**

$$f = C \frac{de}{dt}$$

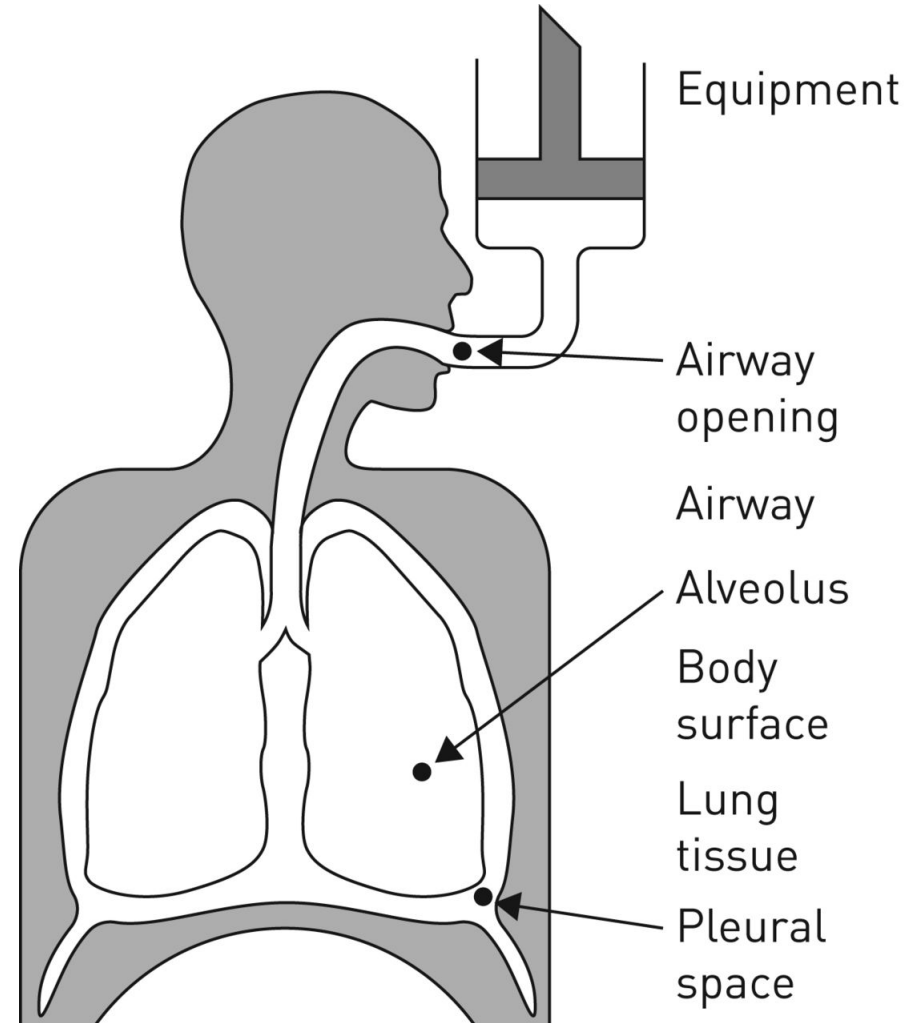
Inertancia – L

La **inertancia** es una propiedad generalizada que representa la capacidad de un sistema para **almacenar energía en función del flujo**, es decir, indica **cómo una variación en el flujo genera una acumulación del esfuerzo**

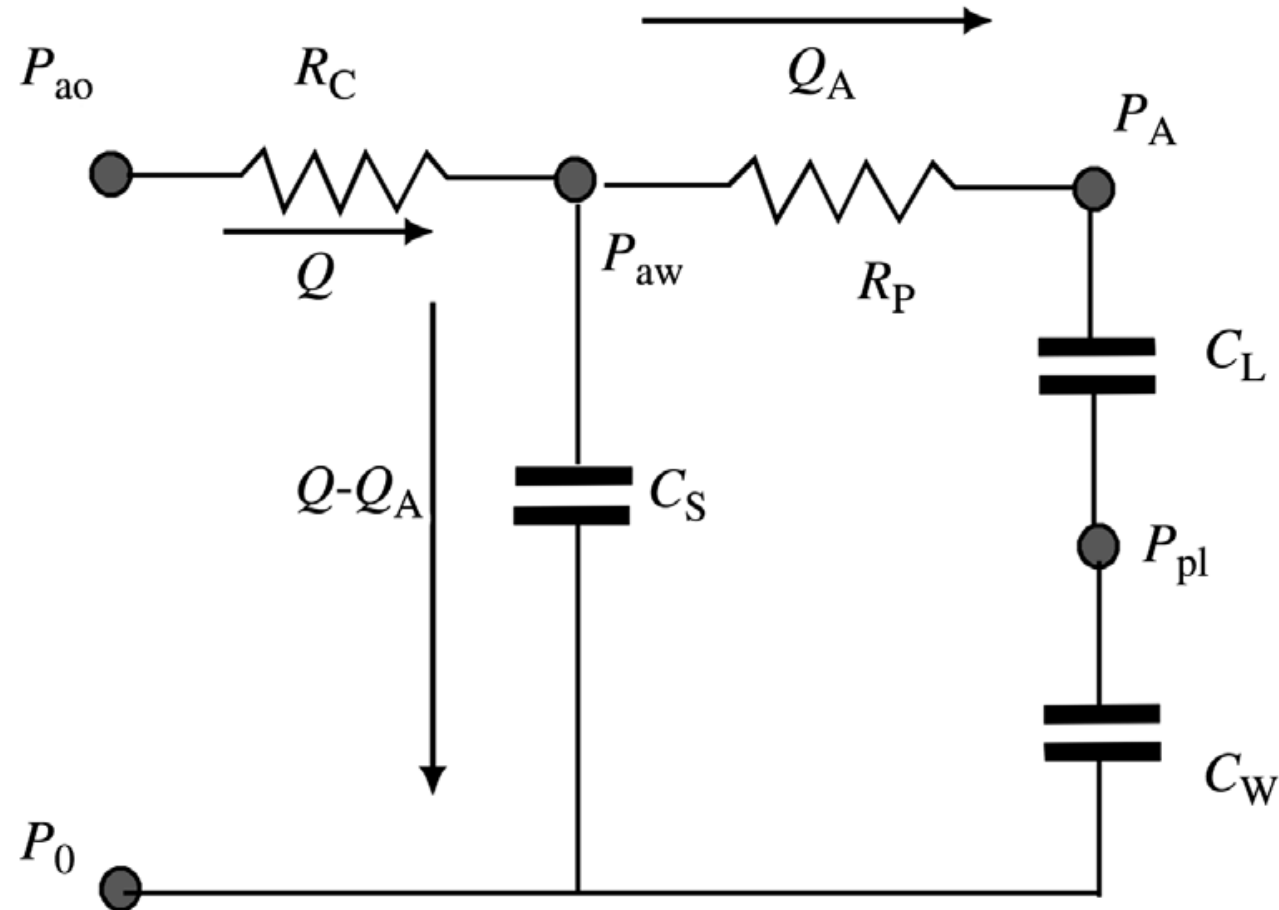
$$e = L \frac{df}{dt}$$

La inertancia solo se presenta en sistemas eléctricos, mecánicos y fluídicos. No hay elementos de inertancia en sistemas térmicos ni químicos

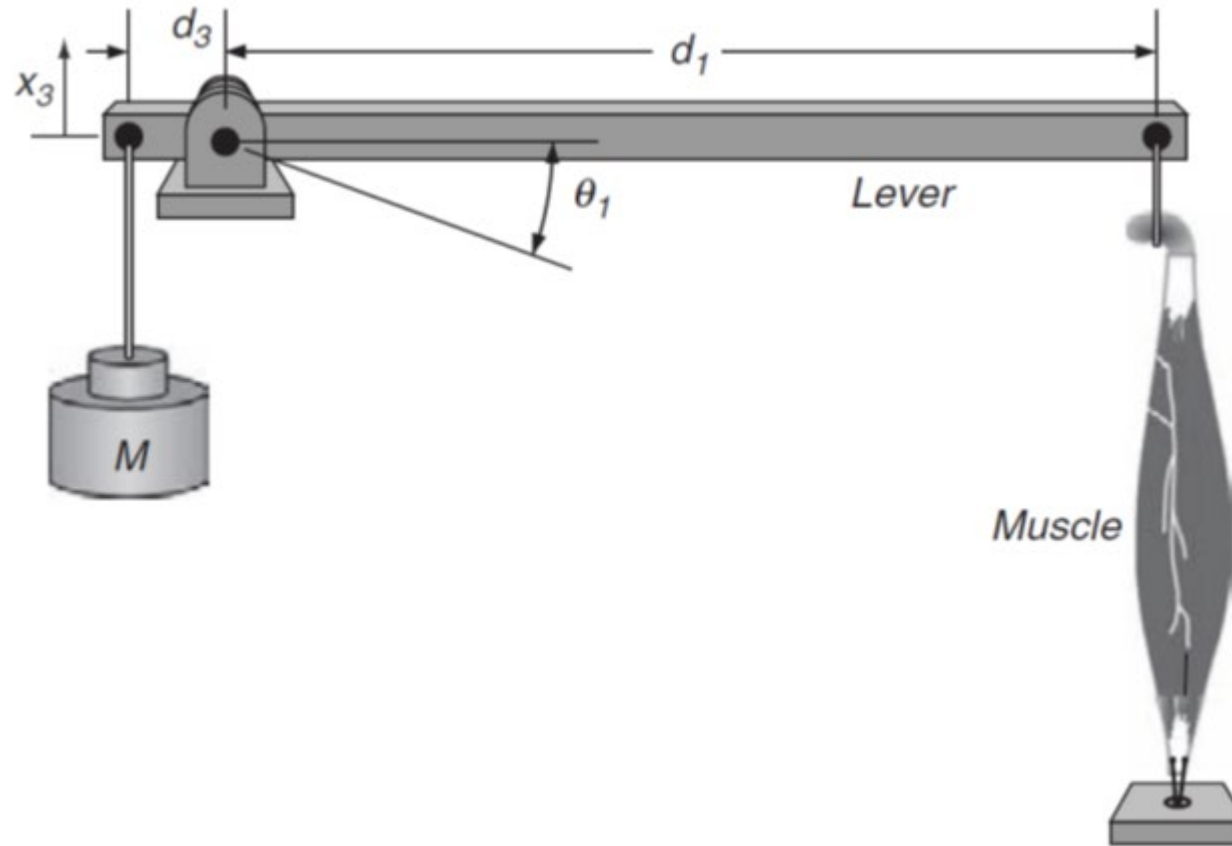
Ejemplo



Modelo lineal del pulmón



Modelo lineal del músculo



Modelo lineal del músculo

