

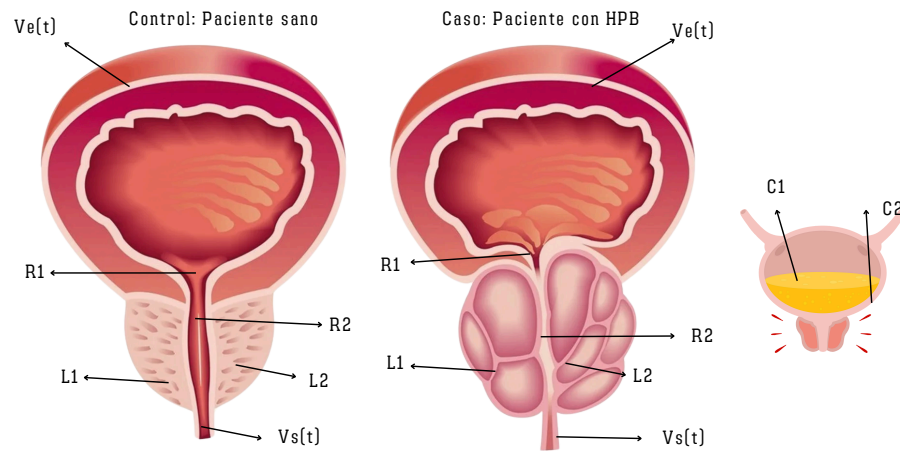


# Modelado de sistema urinario

## Hiperplasia prostática benigna

Con proyecto busco diseñar y analizar un modelo eléctrico que simule el comportamiento del sistema urinario inferior ante una obstrucción uretral causada por la Hipertrofia Prostática Benigna (HPB).

### Diagrama FISIOLÓGICO



### Desarrollo matematico

FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

$$\frac{Vs(s)}{Ve(s)} = \frac{L_2 C_1 S^2 + \frac{C_1}{C_2}}{(L_1 C_1 L_2 C_2) S^4 + (R_1 C_1 L_2 (C_2 + R_2) C_2 L_1 C_1) S^3 + L_1 (C_1 + L_2) (C_2 + R_1) C_1 R_2 C_2 S^2 + (R_1 C_1 + R_2 C_2) S + 1}$$

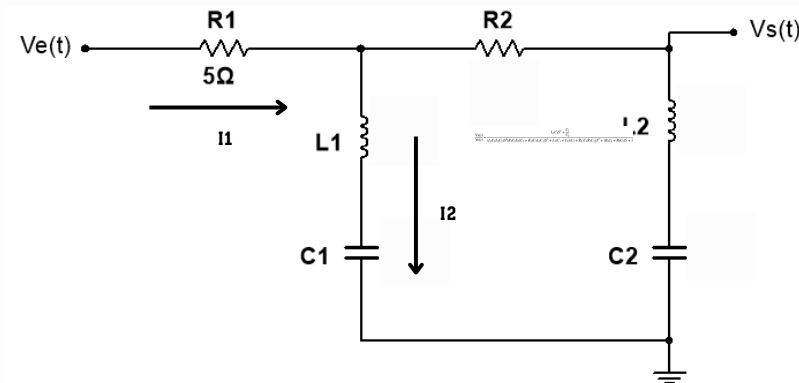
La función de transferencia presentada modela matemáticamente el comportamiento del sistema urinario afectado por hiperplasia prostática benigna (HPB), estableciendo una relación cuantitativa entre la presión vesical (entrada) y el flujo urinario (salida). Esta ecuación diferencial de cuarto orden incorpora términos que representan: la inercia del flujo (componentes con  $S^2$  y  $S^4$ ), la resistencia al paso causada por la obstrucción prostática (términos con  $R_1$  y  $R_2$ ), y la elasticidad del sistema (términos constantes). El modelo explica clínicamente los síntomas característicos de la HPB, como el aumento del esfuerzo miccional, la disminución del calibre del chorro y la intermitencia, mediante parámetros físicos medibles.

El sistema urinario se representa mediante un circuito eléctrico, donde:

- La presión vesical equivale a una fuente de voltaje.
- La resistencia uretral se asemeja a una resistencia eléctrica (mayor en HPB).
- La capacidad de almacenamiento de la vejiga actúa como un capacitor.
- La inercia del flujo urinario se modela con inductores.

### Circuito

RLC



### Valores

DE LOS COMPONENTES

Parametro	Control	Caso	Unidades
R	5	20	[cmH <sub>2</sub> O·s/mL]
L	0.1	0.15	[cmH <sub>2</sub> O·s <sup>2</sup> /mL]
C	0.02	0.01	[mL/cmH <sub>2</sub> O]

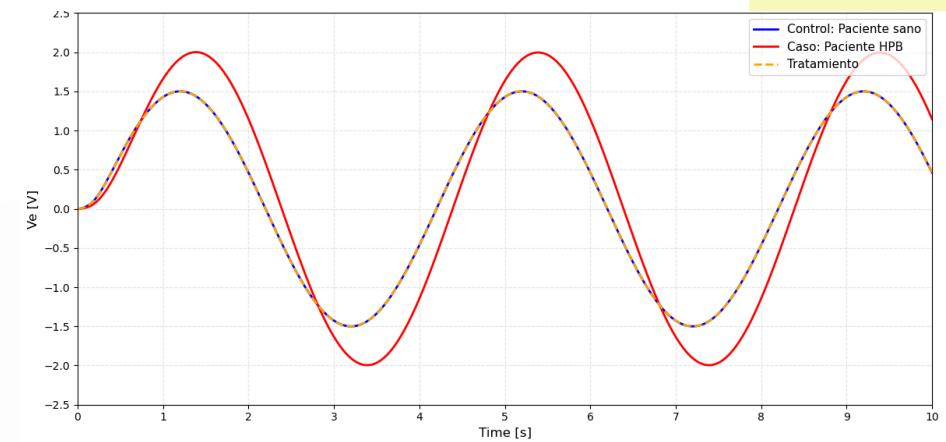
### Tratamiento

Un urólogo puede mejorar el flujo urinario y reducir la obstrucción en pacientes con HPB mediante uno de los siguientes tratamientos:

- **Fármacos** : Relajan la musculatura prostática, reduciendo la resistencia uretral (R en el modelo).
- **Inhibidores**: Disminuyen el tamaño de la próstata, mejorando la distensibilidad vesical (C).
- **Cirugía** (RTU prostática): Elimina el tejido obstructivo, normalizando R y L (inercia del flujo).

### Controlador

SINTONIZACION DE GANANCIAS(TRATAMIENTO)



Parametros del controlador	Valores
kP	37.5678
kD	1936.8002
kI	1936.8002

Por medio de Simulink se sintonizaron las ganancias del controlador con la herramienta tune para que nos diera un tiempo de establecimiento de 0.0536 segundos. De modo que para el modelo se obtuvo un controlador PID.

### Rsultados

El análisis gráfico demostró cómo las curvas patológicas de presión (picos elevados) y flujo (intermitente) se transforman tras el tratamiento, aproximándose a las curvas suaves del control sano. Estas simulaciones validan el modelo eléctrico como herramienta para predecir la eficacia de diferentes intervenciones terapéuticas en la HPB, proporcionando una base cuantitativa para la toma de decisiones clínicas.

### Conclusion

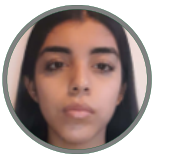
El modelado matemático del sistema urinario con Hiperplasia Prostática Benigna (HPB) mediante funciones de transferencia permitió analizar su dinámica, identificando cómo los parámetros físicos (inercia del flujo, resistencia prostática y elasticidad vesical) afectan síntomas como el chorro urinario débil. La implementación en Simulink de diagramas en lazo abierto/cerrado con controladores, junto con simulaciones en Python usando las ganancias obtenidas, demostró que estrategias de control automático pueden optimizar la respuesta del sistema, reduciendo el error estacionario y mejorando su comportamiento temporal. Este enfoque multidisciplinar (ingeniería-medicina) no solo explica cuantitativamente los efectos de la HPB, sino que abre posibilidades para desarrollar herramientas diagnósticas y terapéuticas basadas en modelado computacional, destacando la utilidad de estas técnicas para abordar problemas fisiológicos complejos.

### Integrantes

ACOSTA BERRELLEZA KENIA CELESTE  
NO.CONTROL: 22210407



PEREZ CASTILLO NATALIE JAQUELINE  
NO.CONTROL: 22210425



Para mas informacion



SCAN ME

