

A continuación encontrará cuatro preguntas, respóndalas en los espacios provistos para tal fin. En caso de requerir espacio adicional, puede adjuntar páginas adicionales marcadas adecuadamente. Puede tener a disposición libro, notas de clase y calculadora. Recuerde que el examen es de carácter personal, por lo que cualquier interacción con algún compañero será considerada intento de fraude y la nota del examen será de cero (0.0).

Tiempo disponible para el desarrollo del examen: 2 horas

Nombre: _____

Question:	1	2	3	4	Total
Points:	10	15	20	5	50
Score:					

Pregunta 1 (10 puntos)

The lumped parameter model of the cardiovascular system allows the representation of a set of blood vessels and cavities through an analogous electric circuit, representative of its properties. The most common model is based on the so called Windkessel effect.

Figure 1 shows an electrical circuit representing the five-element Windkessel model that has been used to approximate the hemodynamic properties of the arterial tree.

The model consists of a distensible aorta and a lumped representation of the rest of the arterial vasculature. The latter is modeled as a simple combination of peripheral resistance R_p and peripheral compliance C_p . The mechanical parameters pertinent to the aortic portion are the compliance of the aortic wall C_{sa} , the viscous resistance of the aortic wall R_{sa} , and the inductance to flow through the aorta L_{sa} .

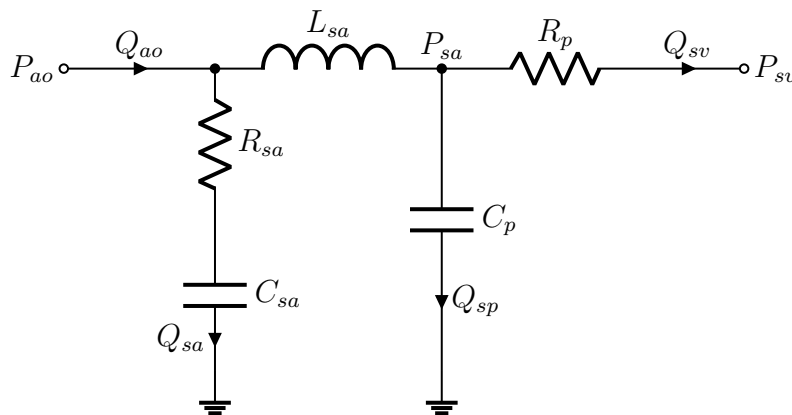


Fig. 1: Schematic representation of the five-element Windkessel model of aortic and arterial hemodynamics.

Derive the SSR for the five-element Windkessel model in Fig. 1, given the state vector

$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} P_{ao} \\ P_{sa} \\ Q_{sa} \end{pmatrix},$$

the input

$$\mathbf{u} = \begin{pmatrix} Q_{ao} \\ \dot{Q}_{ao} \\ P_{sv} \end{pmatrix},$$

and the output

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} P_{ao} \\ Q_{sv} \end{pmatrix}.$$

Pregunta 2 (15 puntos)

En la Figura 2 se muestra la respuesta del esfínter pupilar, con dilatación inicial de 0 mm, ante un estímulo lumínico constante de 0.75 cd de intensidad aplicado en $t = 1$ ms

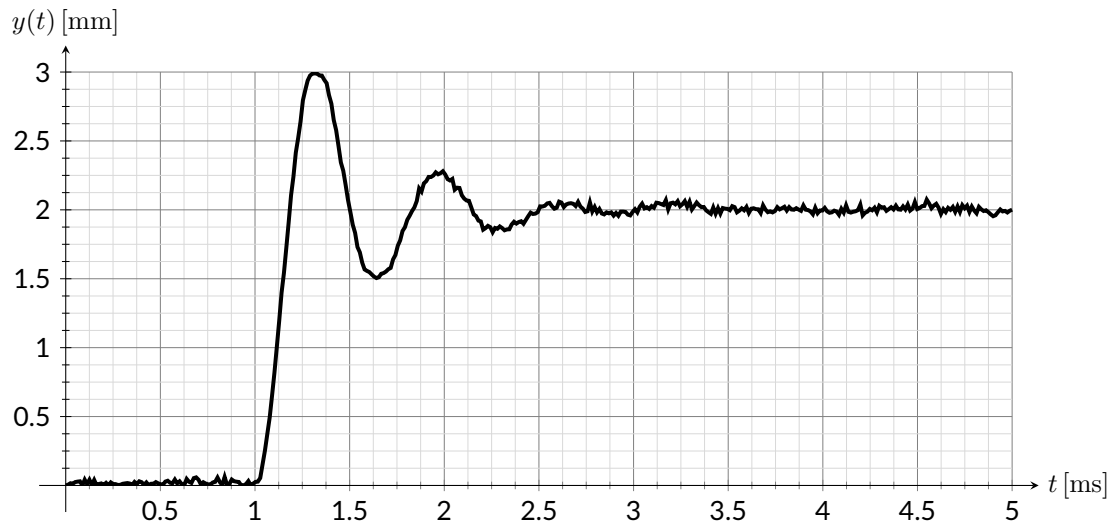


Fig. 2: Curva de respuesta al escalón del nervio mediano.

(a) (5 puntos) Identifique los parámetros dinámicos y halle la función de transferencia asociada

(b) (5 puntos) Convierta la función de transferencia a SSR canónica controlable

(c) (5 puntos) Dibuje el diagrama de simulación respectivo

Pregunta 3 (20 puntos)

Considere el sistema de control mostrado en la Figura 3 en el que K y a son los parámetros del controlador.

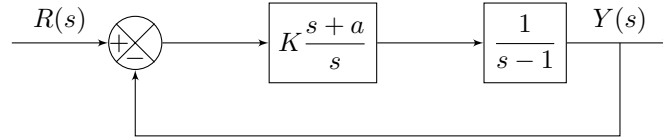


Fig. 3: Sistema para la pregunta 3.

Si la entrada de referencia es un escalón unitario, determine valores para K y a tales que se cumplan simultáneamente las siguientes especificaciones:

- La función de transferencia de lazo cerrado es BIBO estable
- El error de seguimiento $e(t) = r(t) - y(t)$ tiende asintóticamente a cero
- La señal $y(t)$ tiene tiempo de estabilización de 2% menor a 0.1 s
- Cualquier cero en la función de transferencia de lazo cerrado no invalida la fórmula de tiempo de estabilización

Justifique adecuadamente la escogencia de los parámetros, no se asignarán puntos por parámetros correctos escogidos sin justificación.

Pregunta 4 (5 puntos)

Considere un sistema LTI cuyo modelo es desconocido. Se realizan pruebas para identificación y cuando se aplica a la entrada del sistema inicialmente en reposo una entrada $u(t) = \sin(t)$, se obtiene una salida

$$y(t) = \frac{1}{2}(\sin(t) - \cos(t) + e^{-t})$$

¿El sistema es BIBO estable? Justifique su respuesta.

$f(t)$	$F(s)$
$\sin(\omega t)$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
$\cos(\omega t)$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
e^{at}	$\frac{1}{s - a}$