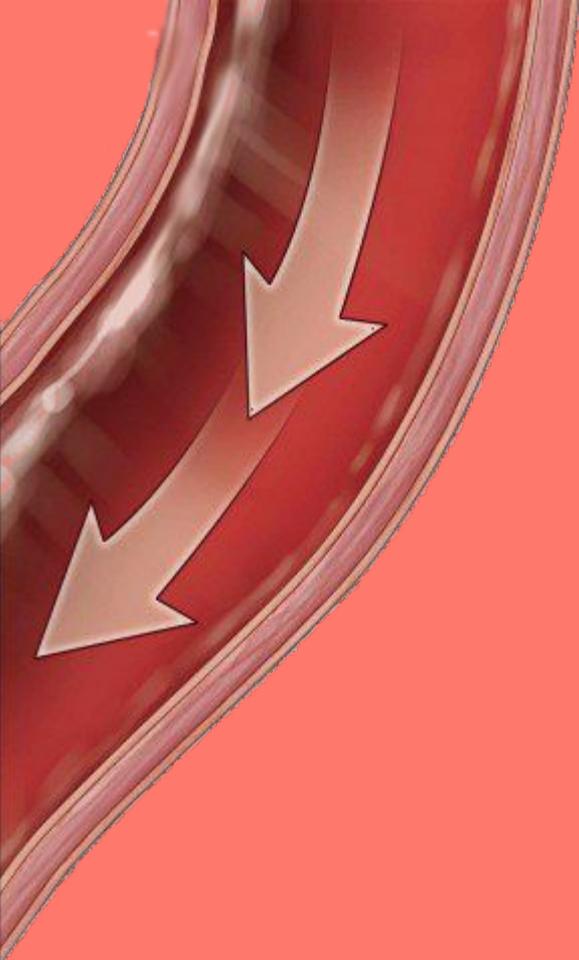


CLASE 6 - FISIOLÓGÍA CUANTITATIVA

Fisiología Arterial

Trabajo Práctico N°5



Contenidos

1

Impedancia Arterial

Ejemplo de reconstrucción de señales a partir de armónicos. Impedancia arterial y modelos de WindKessel.

2

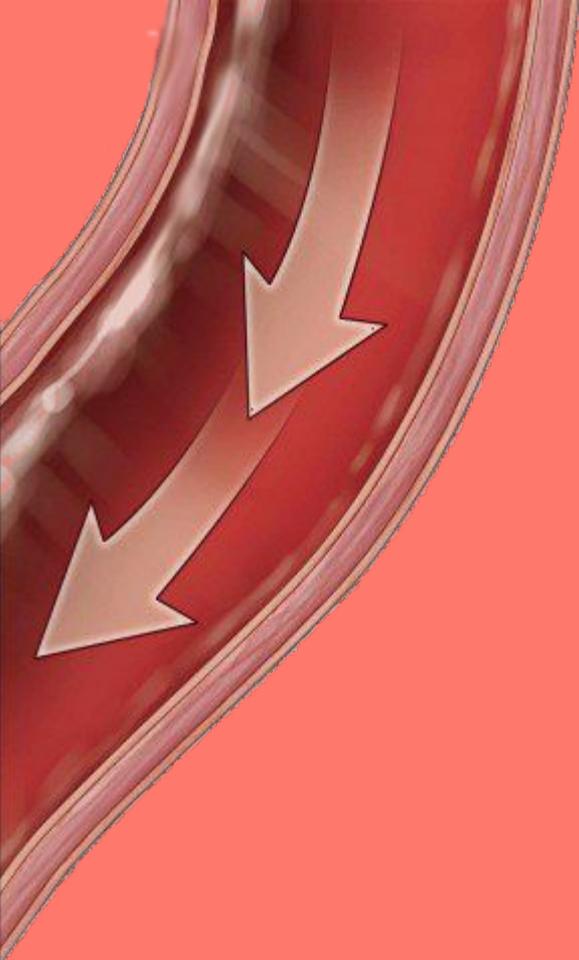
Simulink

Implementación y simulación de un modelo de WindKessel.

3

Estimación de parámetros

Estimación de parámetros de WK2 con Simulink



Contenidos

1

Impedancia Arterial

Ejemplo de reconstrucción de señales a partir de armónicos. Impedancia arterial y modelos de WindKessel.

2

Simulink

Implementación y simulación de un modelo de WindKessel.

3

Estimación de parámetros

Estimación de parámetros de WK2 con Simulink

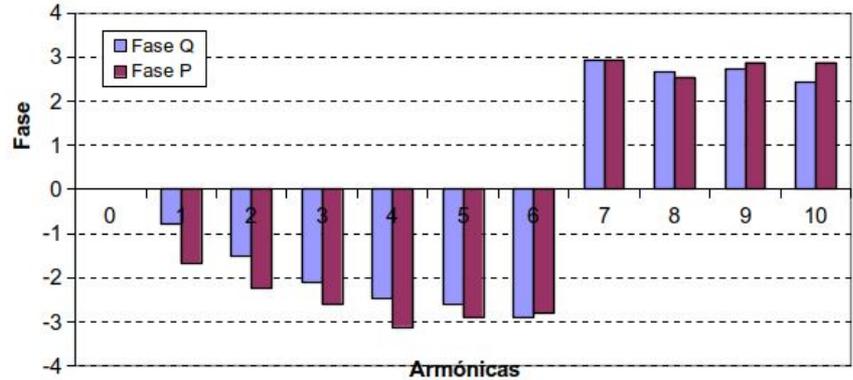
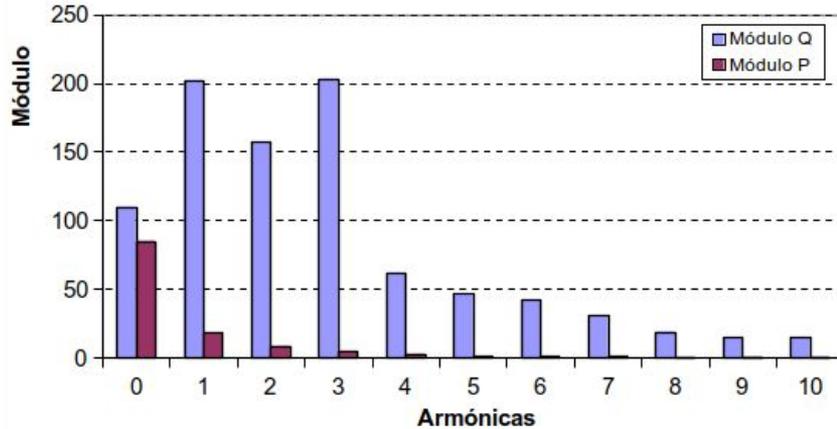
Impedancia arterial y modelo de WK: ejemplo

Sean dos señales de Presión (mmHg) y Flujo (ml/s) aórticas de un paciente humano gobernadas por las siguientes armónicas

Armónica	Módulo Q	Fase Q	Módulo P	Fase P
0	110	0	85	0
1	202	-0.78	18.6	-1.67
2	157	-1.50	8.6	-2.25
3	203	-2.11	5.1	-2.61
4	62	-2.46	2.9	-3.12
5	47	-2.59	1.3	-2.91
6	42	-2.91	1.4	-2.81
7	31	2.92	1.2	2.93
8	19	2.65	0.4	2.54
9	15	2.73	0.6	2.87
10	15	2.42	0.6	2.87

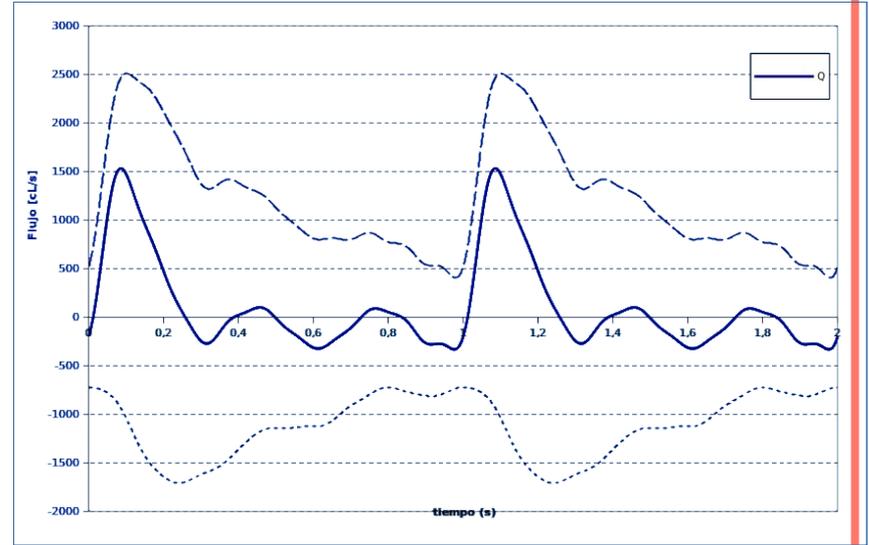
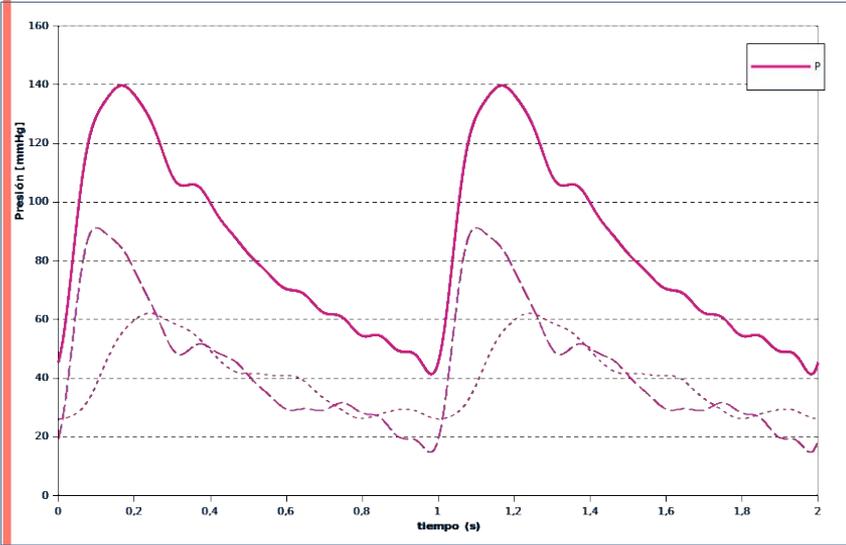
Impedancia arterial y modelo de WK: ejemplo

1. Graficar en frecuencia las componentes armónicas de $P(t)$ y $Q(t)$.



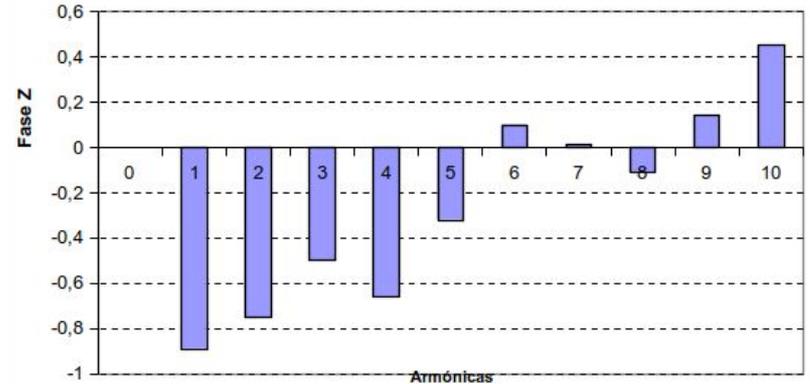
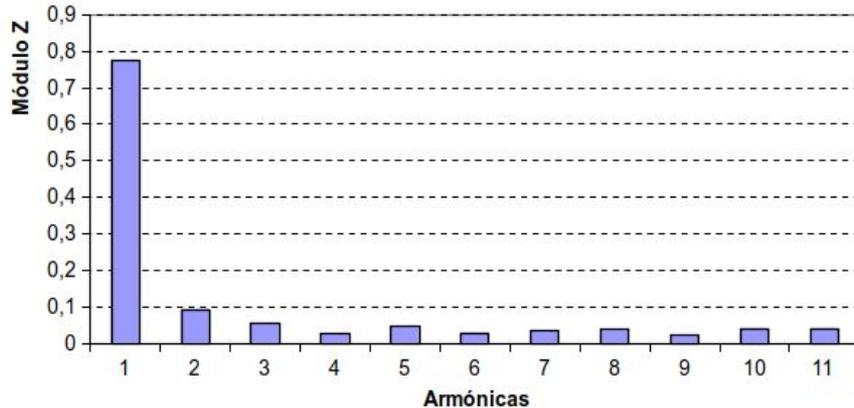
Impedancia arterial y modelo de WK: ejemplo

1. Graficar en frecuencia las componentes armónicas de $P(t)$ y $Q(t)$.
2. Sintetizar las formas de onda temporales

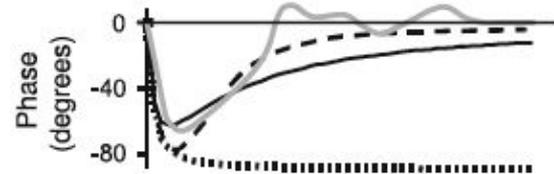
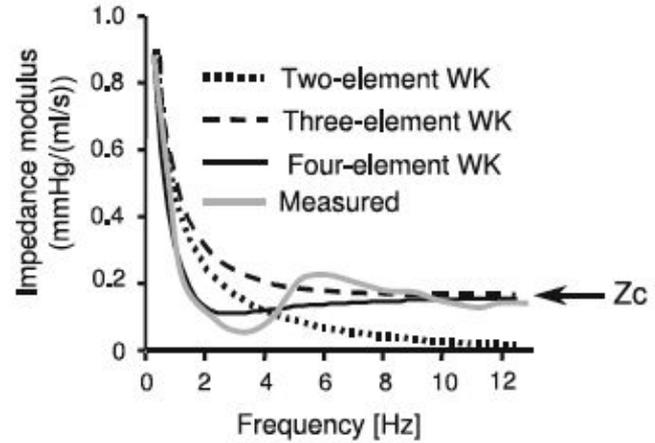
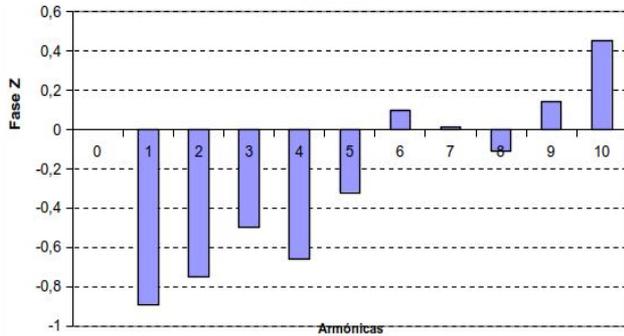
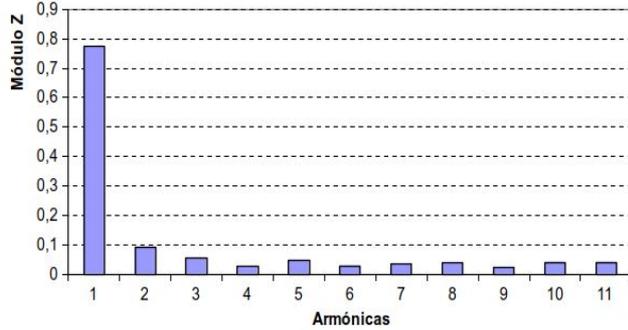


Impedancia arterial y modelo de WK: ejemplo

1. Graficarlas en frecuencia
2. Sintetizar las formas de onda temporales
3. Calcular Ze identificando los componentes eléctricos representativos

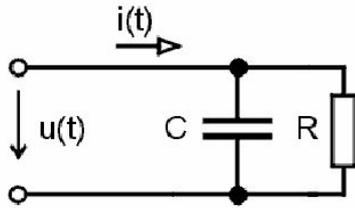


Impedancia arterial y modelo de WK: ejemplo



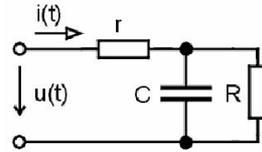
Modelos de Windkessel

2 elementos

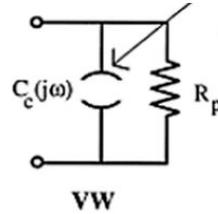


a) 2WM

3 elementos

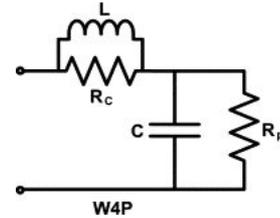


b) 3WM

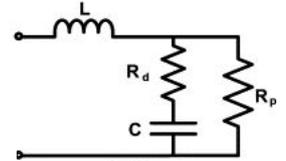


VW

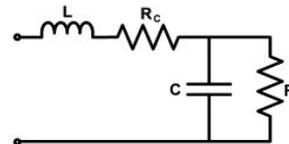
4 elementos



W4P

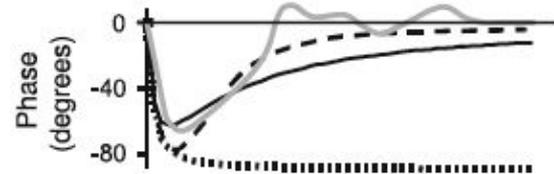
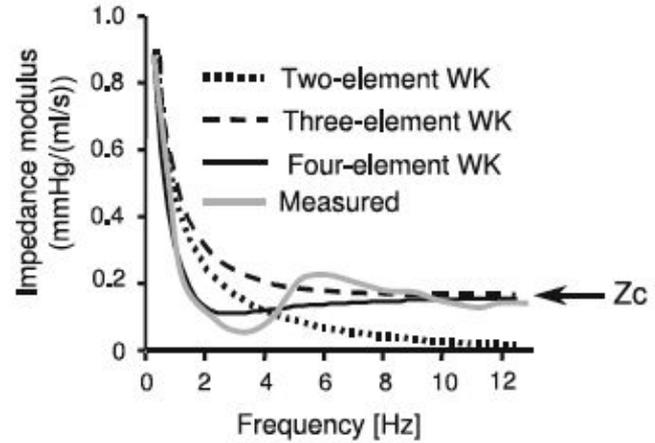
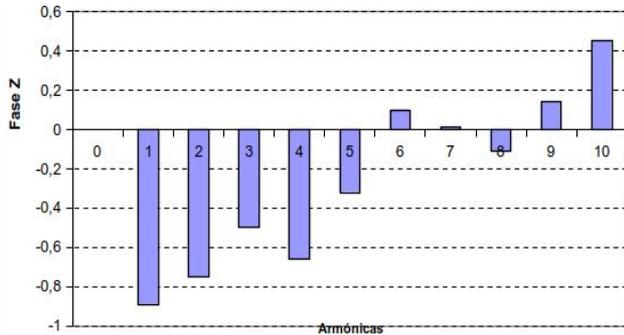
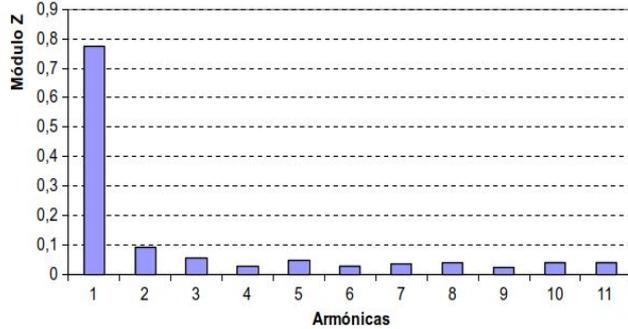


IWV



W4S

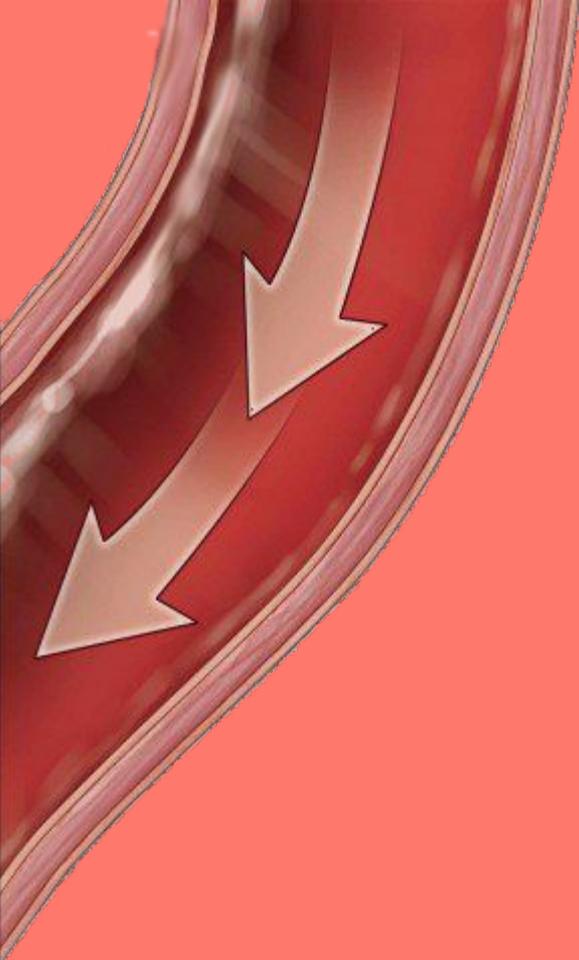
Impedancia arterial y modelo de WK: ejemplo



Enlaces de interés

[1] Westerhof, N., Lankhaar, J.-W., y Westerhof, B. E. (2008) *The arterial Windkessel*. Medical & Biological Engineering & Computing, 47(2), 131–141. doi: 10.1007/s11517-008-0359-2

[2] Kerner, D. *Solving Windkessel Models with MLAB*. Extraído de:
<http://www.civilized.com/mlabexamples/windkesmodel.html>



Contenidos

1

Impedancia Arterial

Ejemplo de reconstrucción de señales a partir de armónicos. Impedancia arterial y modelos de WindKessel.

2

Simulink

Implementación y simulación de un modelo de WindKessel.

3

Estimación de parámetros

Estimación de parámetros de WK2 con Simulink

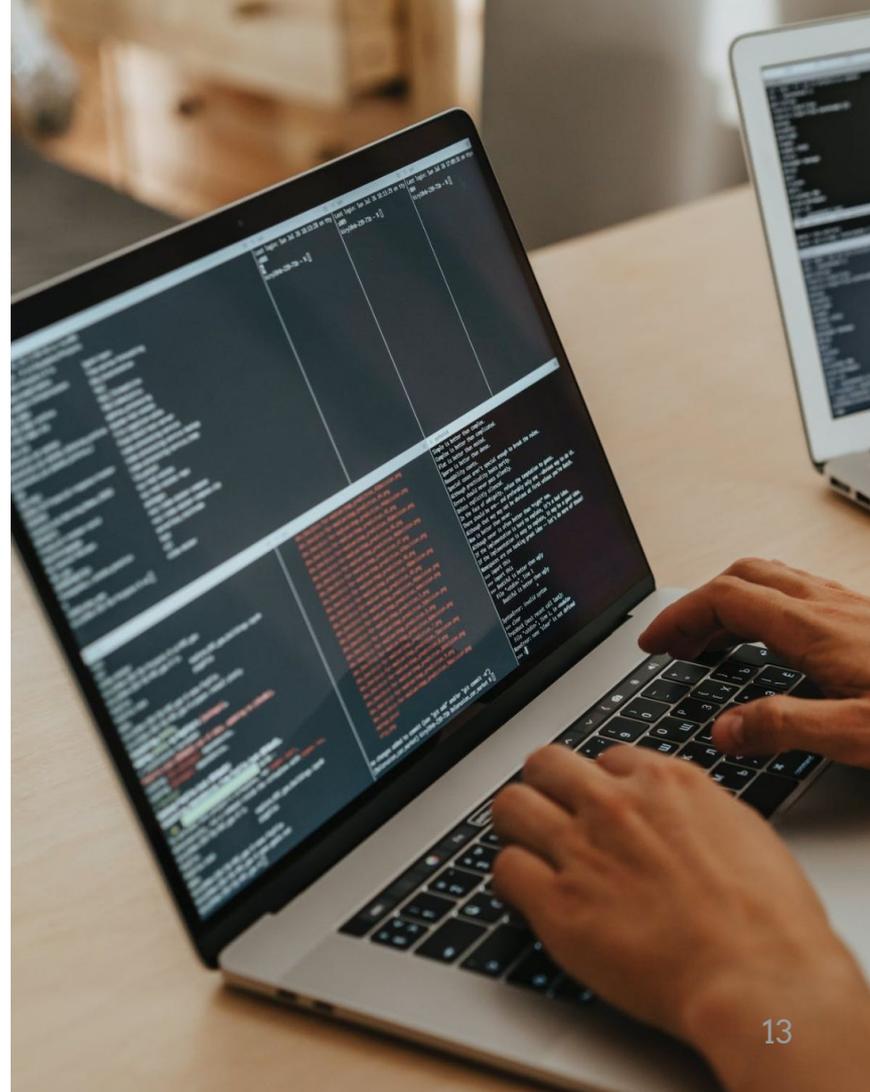
Aplicación

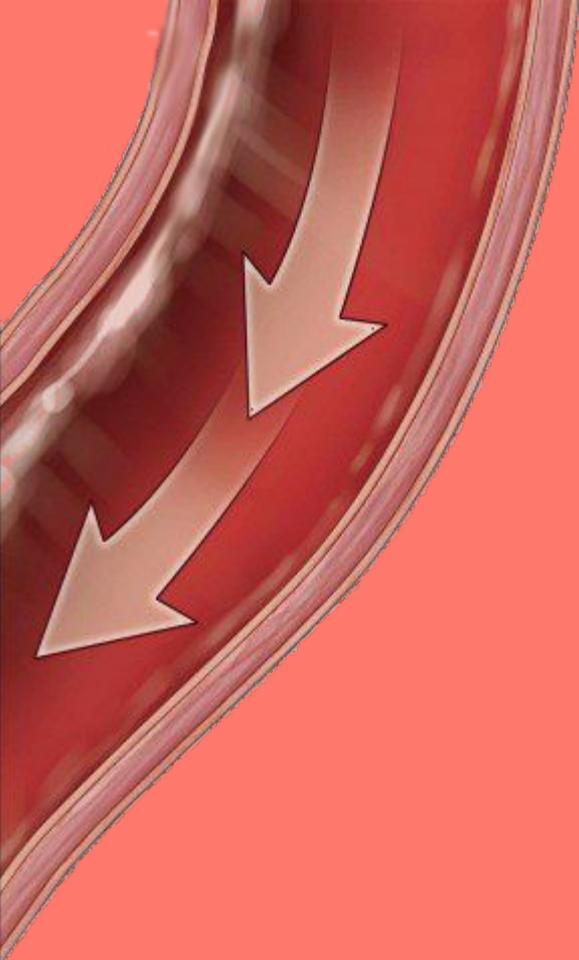
Modelo Windkessel de 2 elementos:

$$Q(t) = C \frac{dP(t)}{dt} + \frac{P(t)}{R_p}$$

Modelo Windkessel de 3 elementos:

$$Q(t) = C \frac{d(P(t) - Q(t)R_a)}{dt} + \frac{P(t) - Q(t)R_a}{R_p}$$





Contenidos

1

Impedancia Arterial

Ejemplo de reconstrucción de señales a partir de armónicos. Impedancia arterial y modelos de WindKessel.

2

Simulink

Implementación y simulación de un modelo de WindKessel.

3

Estimación de parámetros

Estimación de parámetros de WK2 con Simulink

Estimación de parámetros en Simulink

Parameter estimation

Bondad del ajuste

El **índice de correlación** (o coeficiente de determinación) R^2 (en mayúsculas por referirse a un ajuste no lineal) se define como :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (ymed_i - yest_i)^2}{\sum_i (ymed_i - \overline{ymed})^2}$$

Donde $ymed_i$ constituye el dato medido e $yest_i$ el dato estimado a partir de la **curva de aproximación al comportamiento a modelar**.

En el numerador se observa la **varianza residual** (variabilidad no explicada) mientras que en el denominador la **varianza total** de los datos evaluados respecto a su media muestral.

Gracias!

¿Preguntas?

Ricardo Armentano

 rarmetano@cup.edu.uy

Lucía Lemes

 llemes@cup.edu.uy