

CLASE 2 - FISIOLÓGÍA CUANTITATIVA

# Procesamiento de señales

Trabajo Práctico N°2



# Contenidos

1

## Repaso

Características y desafíos asociados al procesamiento de las señales presentadas.

2

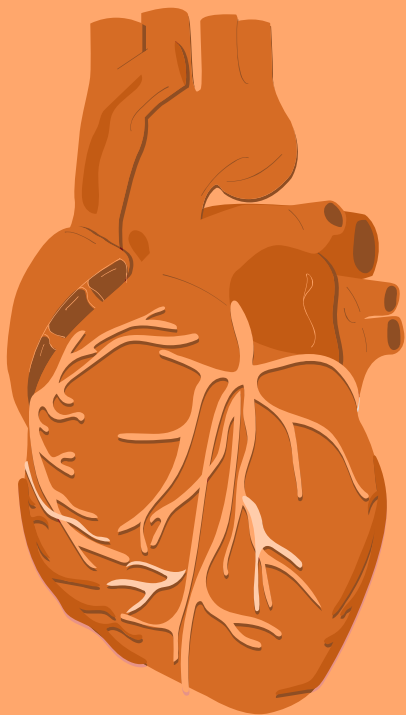
## Introducción del TP2

Detección adaptativa de ciclos, cálculo de parámetros cardíacos.

3

## Estrategias a futuro

Elementos y abordaje de las tareas 1 y 2.  
Un vistazo hacia el cronograma de la tarea 3.



# Contenidos

1

## Repaso

Características y desafíos asociados al procesamiento de las señales presentadas.

2

## Introducción del TP2

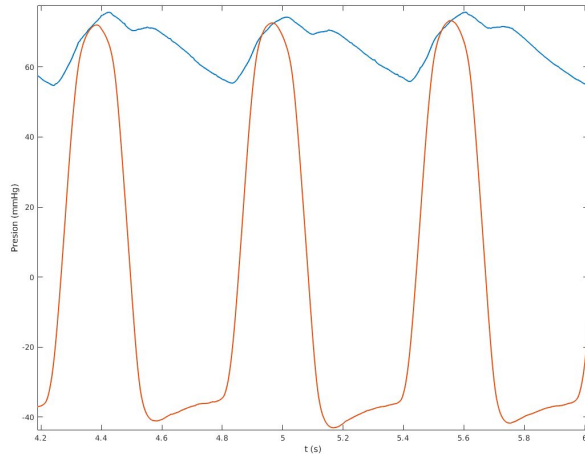
Detección adaptativa de ciclos, cálculo de parámetros cardíacos.

3

## Estrategias a futuro

Elementos y abordaje de las tareas 1 y 2.  
Un vistazo hacia el cronograma de la tarea 3.

# Presiones de aorta y ventrículo izquierdo



## Características de interés:

- Cuasiperiódica de acuerdo a una frecuencia cardíaca ( $f_c$ ).
- Muestreada a 250Hz.
- Filtrada con MM de largo 10 o 20.

## Desafíos y correcciones

- Tiene presiones negativas

# Procesamiento de señales

## Filtrado de señales

### Precauciones:

- Implementación no causal - evitar el uso de *filtfilt*
- Efectos de borde, creación o no de información falsa.

## Detección de latidos

### Decisiones:

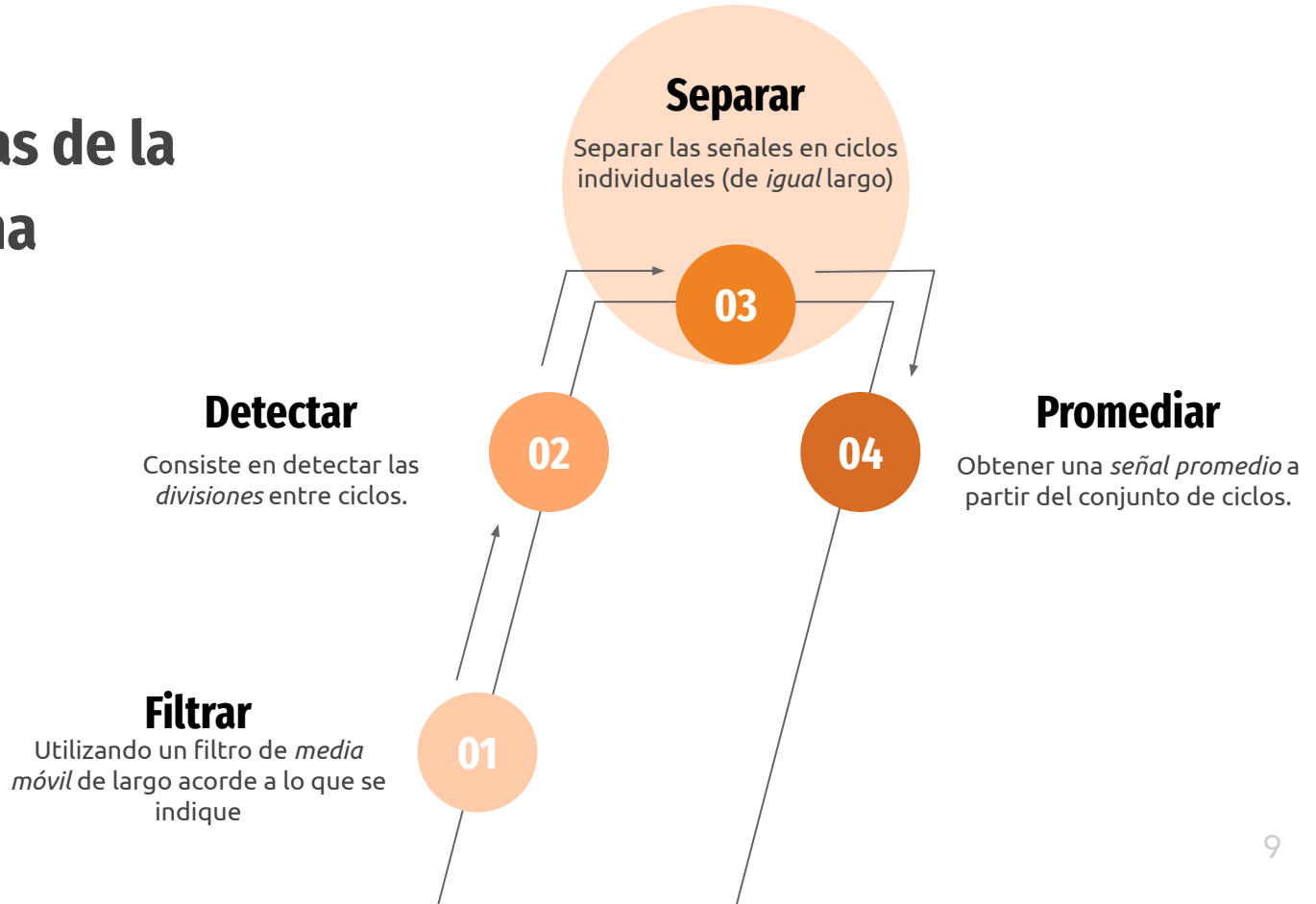
- Cálculo de derivada mediante *diff* o *gradient*. No hay necesidad de usar paso.
- Descartar las falsas detecciones

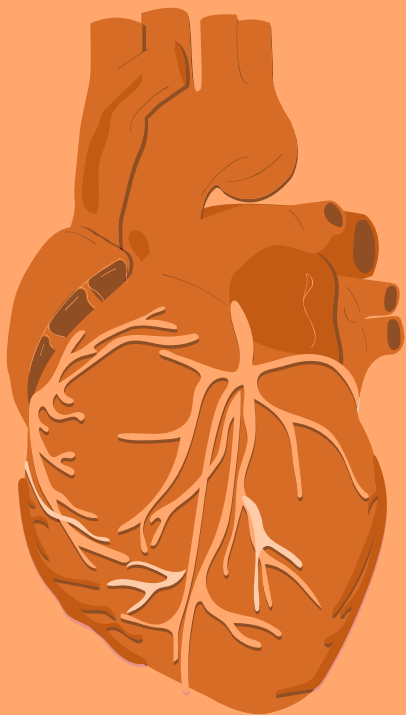
## Separación de ciclos

### Importante:

- Interpolar ciclos cortados a más o menos muestras.
- No alcanza con truncar los ciclos.

# Etapas y tareas de la primer semana





# Contenidos

1

## Repaso

Características y desafíos asociados al procesamiento de las señales presentadas.

2

## Introducción del TP2

Detección adaptativa de ciclos, cálculo de parámetros cardíacos.

3

## Estrategias a futuro

Elementos y abordaje de las tareas 1 y 2.  
Un vistazo hacia el cronograma de la tarea 3.

## Sobre el Trabajo Práctico Nº2

---

- Se centra en el estudio de algoritmos de detección de ciclos: uno simple y otro adaptativo.
- Se partirá del pipeline del TP1 y se implementará el algoritmo plantado por Valentinuzzi et. al. con filtrado adaptativo.
- La presentación de resultados es en formato oral video (7 minutos). Se pide mostrar:
  - El desempeño de ambos algoritmos ante las señales dadas. Se espera ver el desempeño de cada algoritmo ante ellas, y qué desafíos les presenta cada señal.
  - Parámetros cardíacos de presión y volumen ventricular. Se espera ver un brevísimo análisis de estos resultados.
- La fecha de entrega será el **sábado 06 de abril**. Deberán subir sus materiales a la plataforma EVA antes de las **23:59hs** del mismo día.



## Señales disponibles y cuáles utilizar

---

### **DATOS VENTRICULARES**

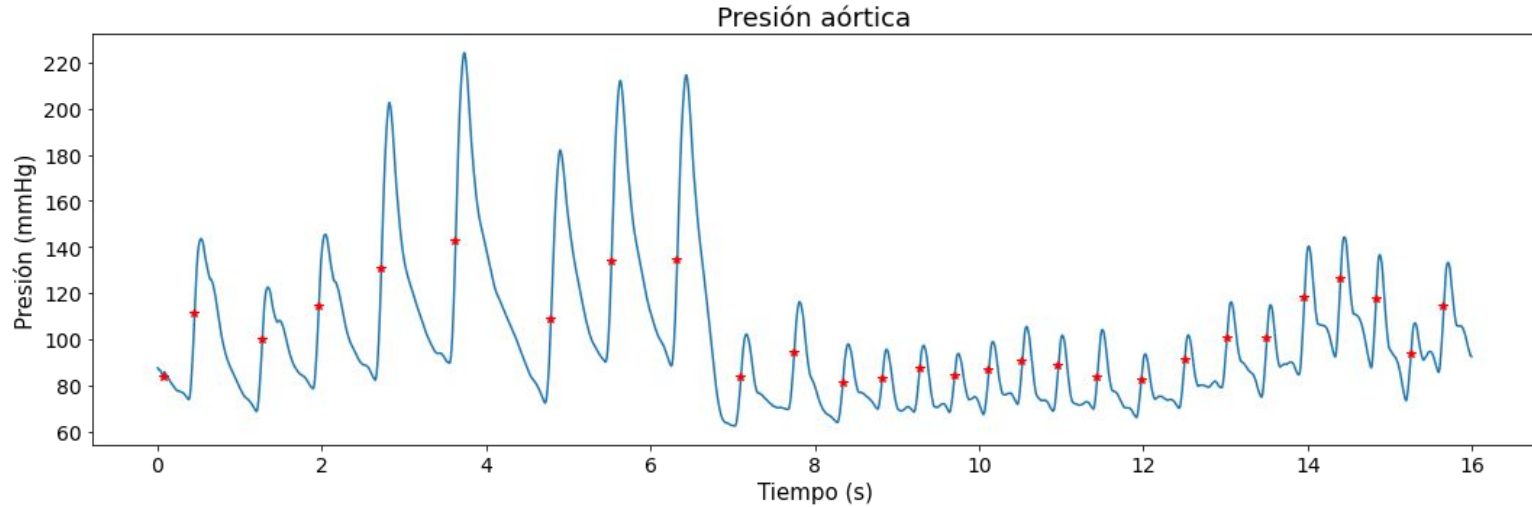
Se compone de dos sets de datos. Ambos contienen presión y volumen del ventrículo izquierdo y del derecho.

### **PRESIONES EN AORTA Y VENTRÍCULO IZQ.**

Incluye datos de Presión del ventrículo izquierdo y presión de la arteria aorta, relevados en oveja.

### **SEÑALES DE VERIFICACIÓN**

Señales de presión y diámetro arteriales con variación de la hemodinamia.



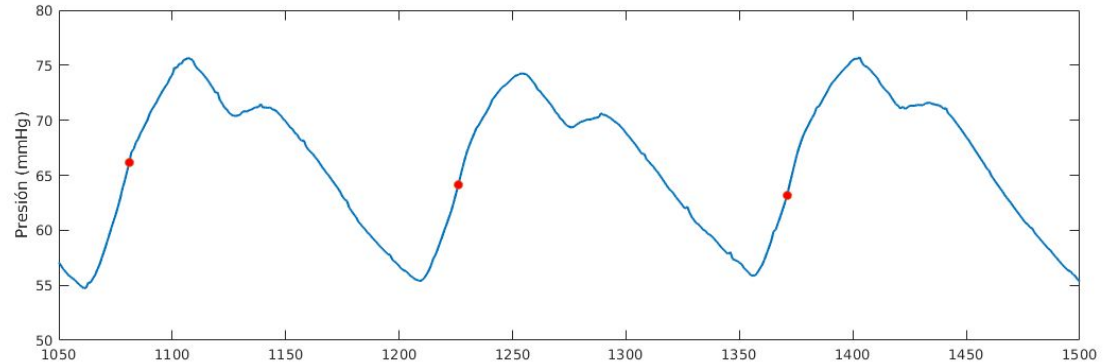
## Señales de verificación

---

- ¿Qué **características** presenta esta señal?
- ¿En qué se **asemejan** los ciclos?
- ¿En qué se **diferencian**?
- ¿Cómo funcionará la detección de latidos implementada para el TP1?

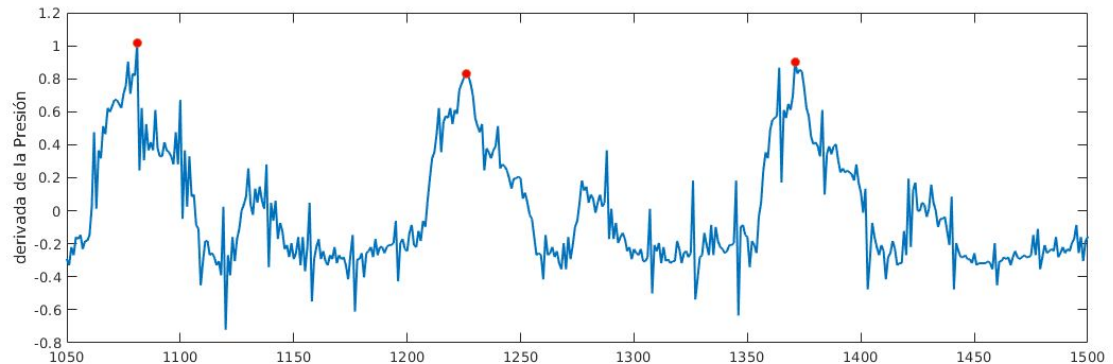
# Detección de ciclos

(sobre la señal de presión)



## Algoritmo 1:

Detección de máximos de derivada primera de la señal de presión

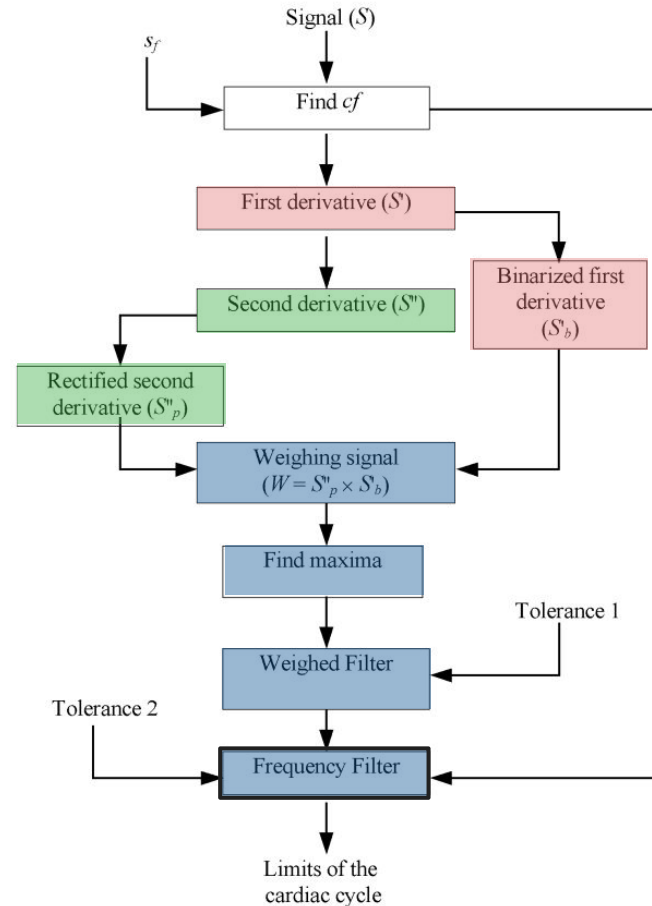


# Detección de ciclos

(sobre la señal de presión)

## Algoritmo 2:

Implementación del algoritmo de Valentinuzzi (con adaptación).



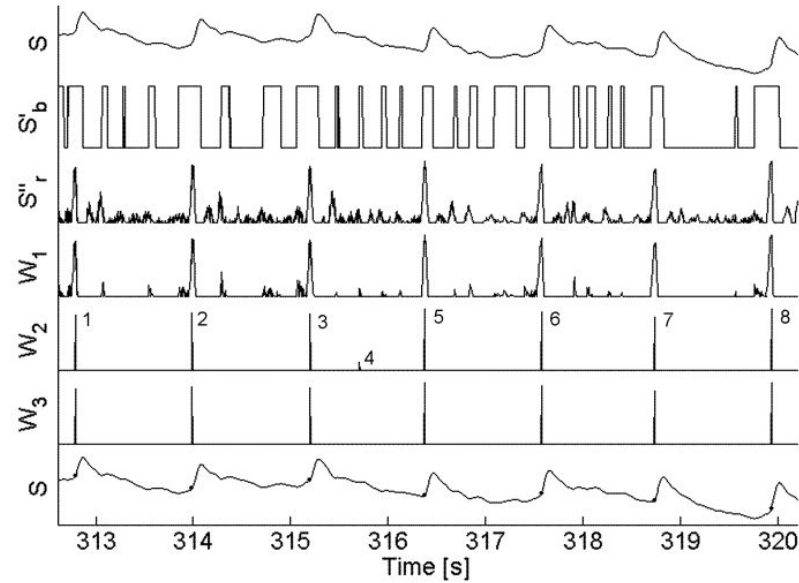
**Figure 2**  
Flow Diagram of the Algorithm.

# Detección de ciclos

(sobre la señal de presión)

## Algoritmo 2:

Implementación del algoritmo de Valentinuzzi (con adaptación).



**Figure 3**

Different stages while processing a typical signal.  $S$  is the original signal;  $S'_b$  is the binarized first derivative;  $S''_r$  is the rectified second derivative;  $W_1$  is the weighing signal showing all spikes detected by marks;  $W_2$  is the same weighing signal, with only those spikes preserved by the weighed filter.  $W_3$  is the same weighing signal with only those spikes preserved by the frequency filter. The bottom trace represents again  $S$ , with all onsets and ends well identified. Tolerance values were  $Tol_1 = 0.4$  and  $Tol_2 = 0.2$ .

## Señales disponibles y cuáles utilizar

---

### **DATOS VENTRICULARES**

Se compone de dos sets de datos. Ambos contienen presión y volumen del ventrículo izquierdo y del derecho.

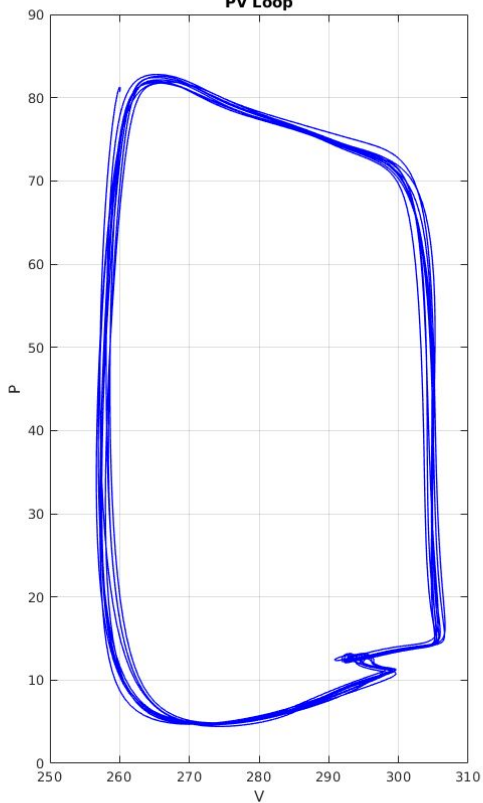
### **PRESIONES EN AORTA Y VENTRÍCULO IZQ.**

Incluye datos de Presión del ventrículo izquierdo y presión de la arteria aorta, relevados en oveja.

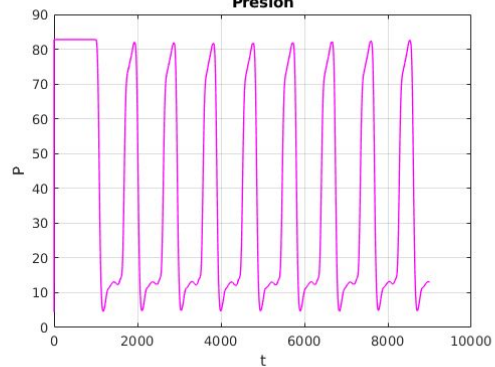
### **SEÑALES DE VERIFICACIÓN**

Señales de presión y diámetro arteriales con variación de la hemodinamia.

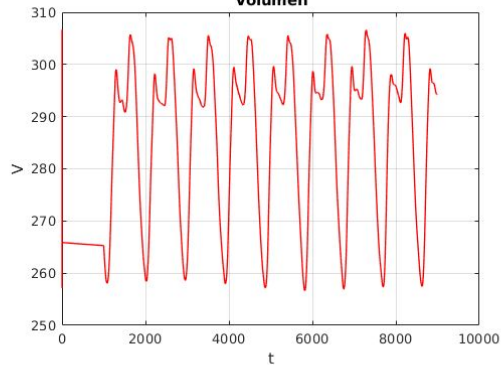
PV Loop



Presion



Volumen



## DATOS VENTRICULARES Set 1 - Empresa Edwards

PRESIÓN EN EL VENTRÍCULO IZQUIERDO

VOLUMEN EN EL VENTRÍCULO IZQUIERDO

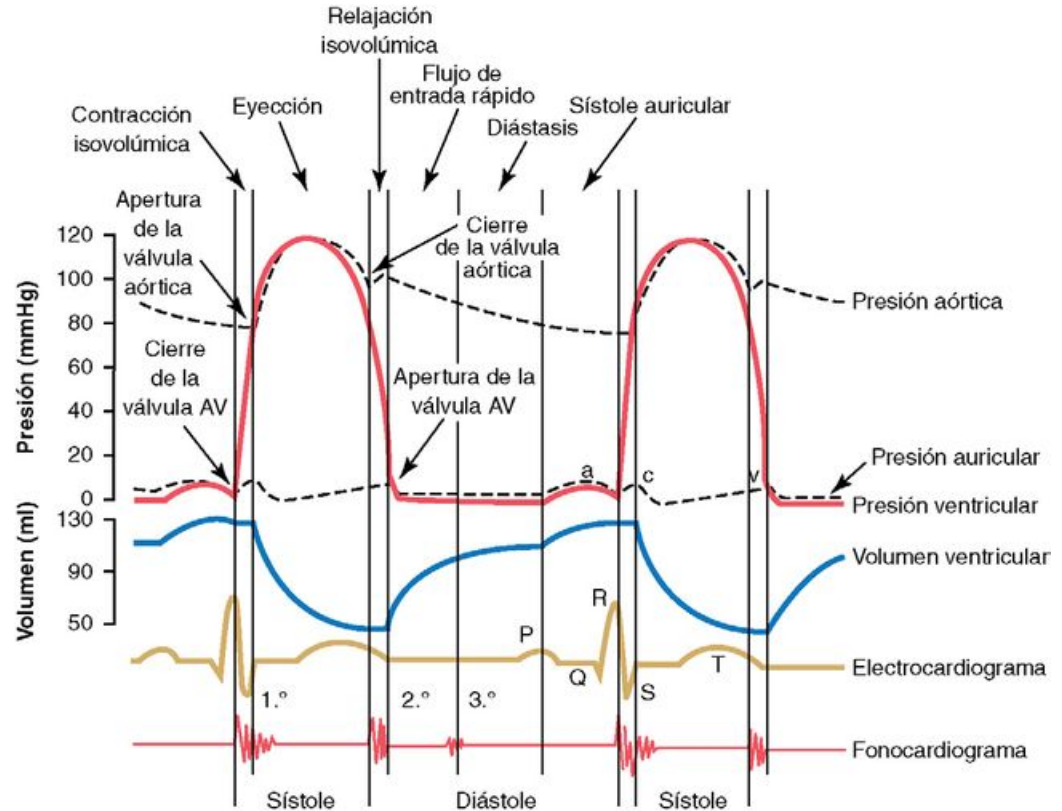
PRESIÓN EN EL VENTRÍCULO DERECHO

VOLUMEN EN EL VENTRÍCULO DERECHO

Muestreado a 250Hz

# Fases del Ciclo Cardíaco

y cómo se ven las señales en cada una de ellas





# Cálculo de parámetros

(sobre señales ventriculares)

## Período y frecuencia cardíaca

El periodo es la duración de un ciclo y la frecuencia cardíaca la cantidad de ciclos en 1 minuto.

## Presión sistólica y volumen diastólico

El cálculo es trivial, una vez que se tienen los ciclos separados: se busca el valor **máximo**

## Presión diastólica y volumen sistólico

El cálculo es trivial, una vez que se tienen los ciclos separados: se busca el valor **mínimo**

## Valores de fin de sístole

Valor de presión en el punto de fin de sístole (ocurre en el máximo de elastancia ventricular)

$$e(t) = \frac{P(t)}{V(t) - V_0}$$

## Volumen eyectado sistólico

El valor de volumen eyectado por el corazón en cada latido. Es, para cada ciclo, la diferencia entre  $V_{\max}$  y  $V_{\min}$ .

## Volumen minuto

El volumen eyectado por minuto:  $V_{es} \cdot FC$ . Su unidad más usada es litros por minuto.



# Contenidos

1

## Repaso

Características y desafíos asociados al procesamiento de las señales presentadas.

2

## Introducción del TP2

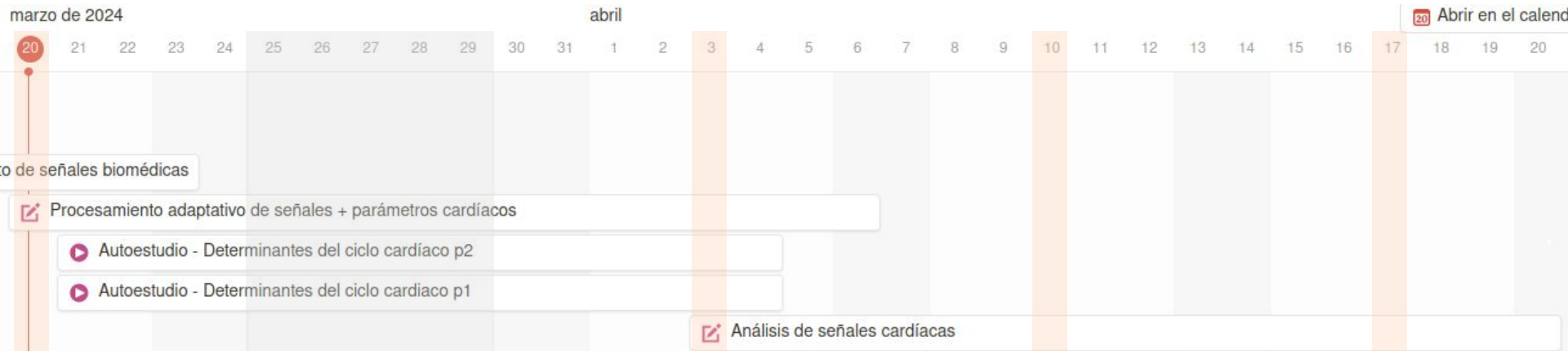
Detección adaptativa de ciclos, cálculo de parámetros cardíacos.

3

## Estrategias a futuro

Elementos y abordaje de las tareas 1 y 2.  
Un vistazo hacia el cronograma de la tarea 3.

# Cronograma de entregas



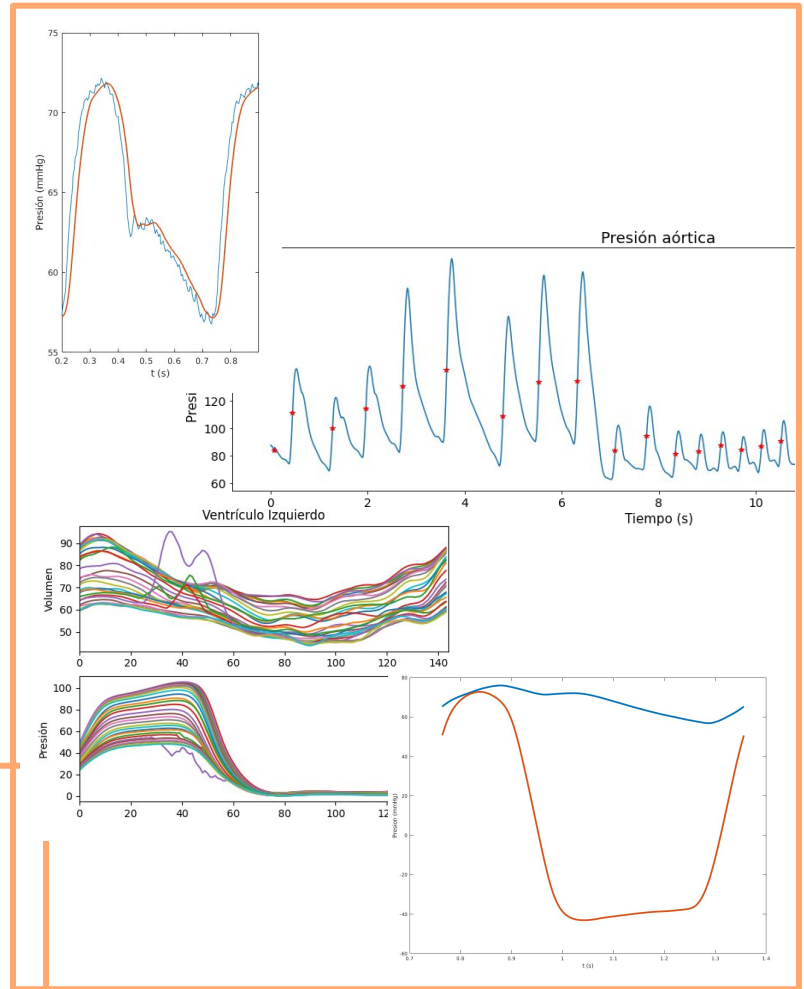
# Tareas futuras

## TP2 - Presentación

- Presentación 7 minutos (recomendación <6 diapos).
- Introducción **breve**.
- Explicar **particularidades** de cada implementación
- Gráficas comparativas. Se pueden incluir métricas (explicar cuáles).
- **Conclusiones**

# Resultados

- Presentar los resultados en un orden lógico (e igual al de métodos).
- Puede incluir gráficas de:
  - Señales (pre y post filtrado, detección, ciclos cortados, ciclo promedio). En caso de que sea necesario mostrar señales superpuestas.
  - Comparación en detección.
- Tablas con valores (de ser necesario)
- Elegir estratégicamente qué señales graficar en cada sección.



# Tareas futuras

## TP2 - Presentación

- Presentación 7 minutos (recomendación <6 diapos).
- Introducción **breve**.
- Explicar **particularidades** de cada implementación
- Gráficas comparativas. Se pueden incluir métricas (explicar cuáles).
- **Conclusiones**

## TP3 - Informes

- Ver guía de informes - EVA
- Ver rúbrica de modalidad del curso
- Comprende 2 semanas y 3 clases de práctico.

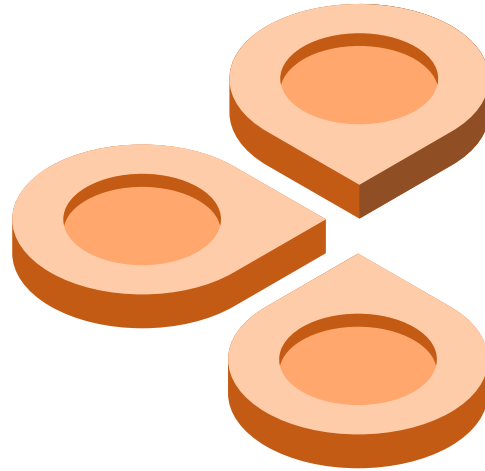
## Discusión

- **Cada** resultado debe ser comentado (a considerar para presentación, obligatorio para informe).
- Cuando algo se resuelve de más de una forma, se comparan los resultados.
- En lo posible, comparar los resultados obtenidos con los esperados. Por ejemplo, ¿sucedió lo predicho respecto al desempeño de los algoritmos de detección?
- Comentar sobre el sentido de cada paso del procesamiento.

# Conclusión

---

DUDAS Y CERTEZAS



¿SE CUMPLIERON  
LOS OBJETIVOS?

MEJORAS A FUTURO



# Gracias!


**Preguntas?**

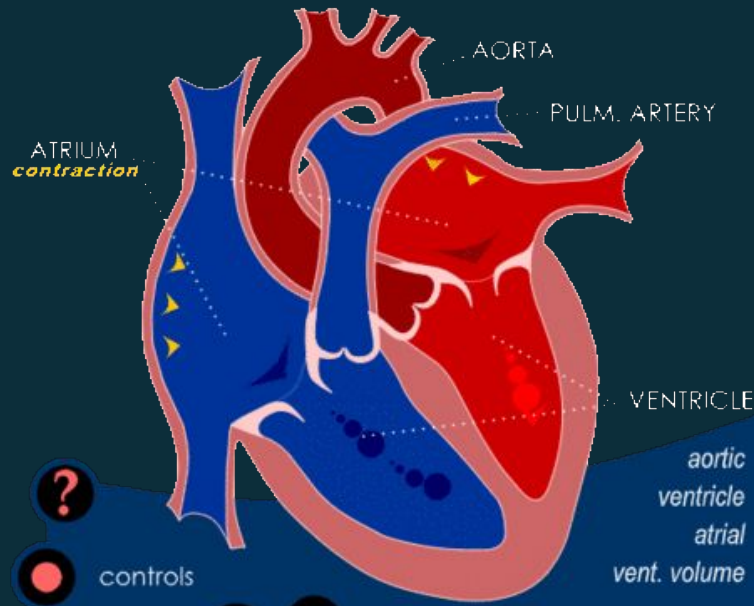
---

Lucía Lemes

 [llemes@cup.edu.uy](mailto:llemes@cup.edu.uy)

Ricardo Armentano

 [rarmetano@cup.edu.uy](mailto:rarmetano@cup.edu.uy)



?

controls

▶ ◻ ▶▶ ◀◀

SYSTOLE DIASTOLE

- atrial systole
- isovolumetric contraction
- rapid ejection
- reduced ejection
- isovolumetric relaxation
- rapid ventricular filling
- diastasis

Tutorials ▼

