



Módulo 0

Procesamiento de Señales

Práctico - Fisiología Cuantitativa
2026

Contenido

01

**Introducción al
curso**

02

Marco teórico

03

**Presentación de
la tarea**

04

Calendario



01

Introducción al curso

A decorative graphic on the left side of the slide consisting of two blue squares. One is a medium blue square positioned higher and to the right, and the other is a darker blue square positioned lower and to the left, partially overlapping the first one.

Metodología

Inicialmente, las consignas detallarán los resultados que se esperan. Se incluirá de forma gradual cierto grado de incertidumbre y apertura en la consigna que el estudiante deberá resolver:

- ★ Uso de herramientas
- ★ Presentación de resultados
- ★ Temas a discutir

Evaluación

1

Teórica

- Videos de autoestudio (13)
- Defensa final (1)

2

Práctica

- Cuestionarios (4)
- Entregas de código (2)
- Defensas orales (2)
- Informes (1)

Aprobación del curso

- Otorga 10 créditos.
- Cálculo de nota final:
 - Promedio ponderado entre las evaluaciones del curso más la defensa final.
 - Se califica de acuerdo a la escala de notas conceptual.

Tarea	Detalle	Entrega tentativa	Peso para CENUR LN	Peso para FING
Videos de autoestudio	Responder preguntas de los videos de autoestudio.	según crono	-	12%
Entrega de código y análisis	Introducción al análisis y procesamiento de señales biomédicas	22/03	4%	3%
Defensa oral	Procesamiento adaptativo de señales	05/04	6%	4%
Defensa oral	Análisis de señales cardiológicas	19/04	9%	7%
Cuestionario	Introducción a las señales hemodinámicas	26/04	5%	4%
Informe	Análisis de señales hemodinámicas	10/05	10%	8%
Cuestionario	Variabilidad cardiovascular	17/05	5%	4%
Cuestionario	Biomecánica de tejidos blandos	31/05	7%	6%
Cuestionario	Caracterización del funcionamiento de una nefrona: concentración de orina	14/06	7%	6%
Entrega de código y análisis	Caracterización del potencial de acción	21/06	7%	6%

Corrección de tareas

Fechas de entrega

Fijas, con 12hs de prórroga en caso de informe (penaliza 20%)

Plazos de correcciones

Máximo 15 a 21 días pasada la fecha de entrega. Seis valoraciones conceptuales posibles.

Límite de reprobaciones

Se permite tener hasta el 10% de las entregas con calificación “muy insuficiente” y hasta un 25% de reprobaciones.

Corrección de informes

El estudiante sumará puntos al incluir los contenidos solicitados y los perderá al fallar en la escritura, incumplir plazos o plagiar.

Uso de IA generativa

“como asistente para la resolución de tareas rutinarias, así como para realizar análisis y apoyar en la resolución de problemas, siempre que este uso no afecte la incorporación de conocimientos”

Uso de IA generativa

*Es **obligación** del estudiante informar sobre cómo se aplicó IA generativa en cada tarea.*

*Presentar la producción dada por un modelo de IA como propia se considerará **plagio**.*



02

**Marco
teórico**

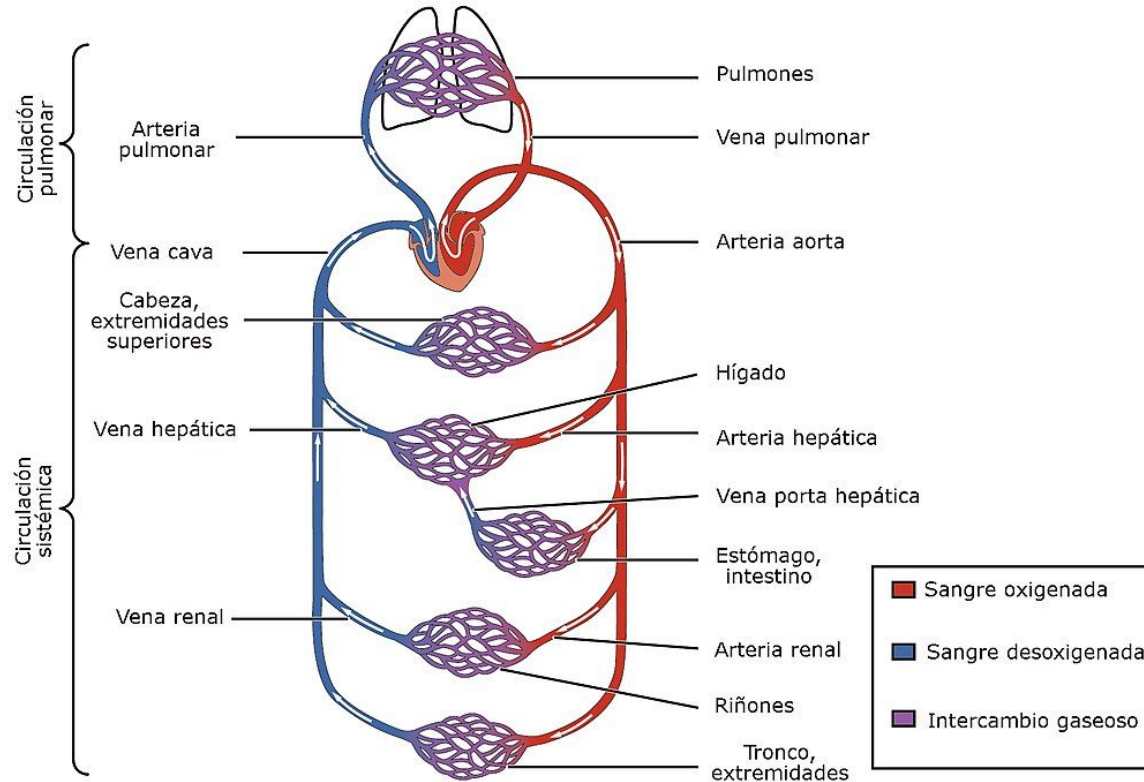
Señales fisiológicas

Son necesarias para el estudio de organismos biológicos. De especial interés para investigación, diagnóstico, supervisión de tratamiento, o como medio de control de otros sistemas.

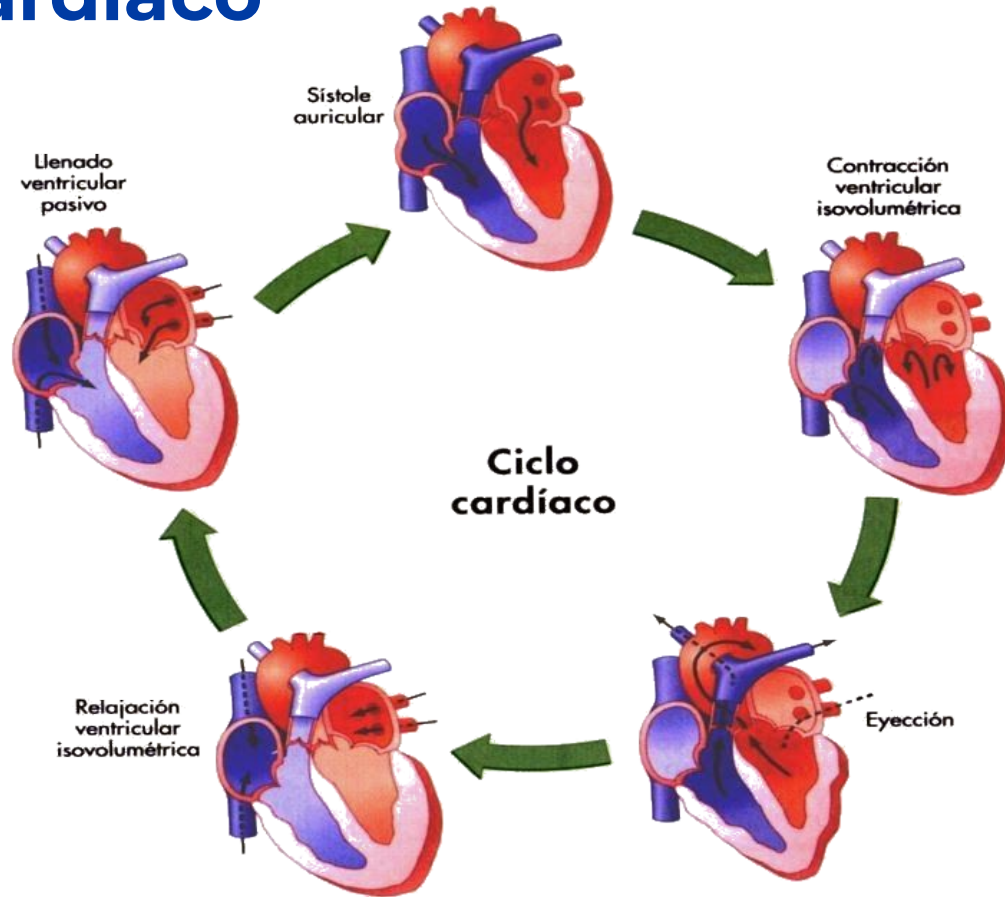
El análisis de estas señales trae implícito un **entendimiento de los mecanismos fisiológicos que intervienen en su generación.**

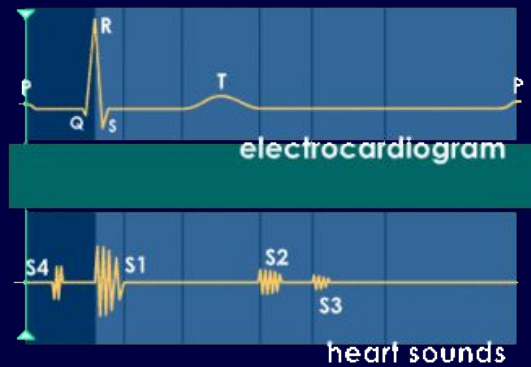
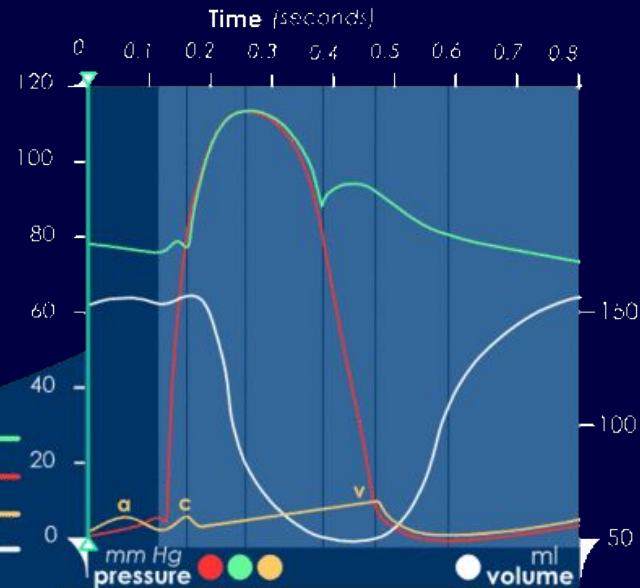
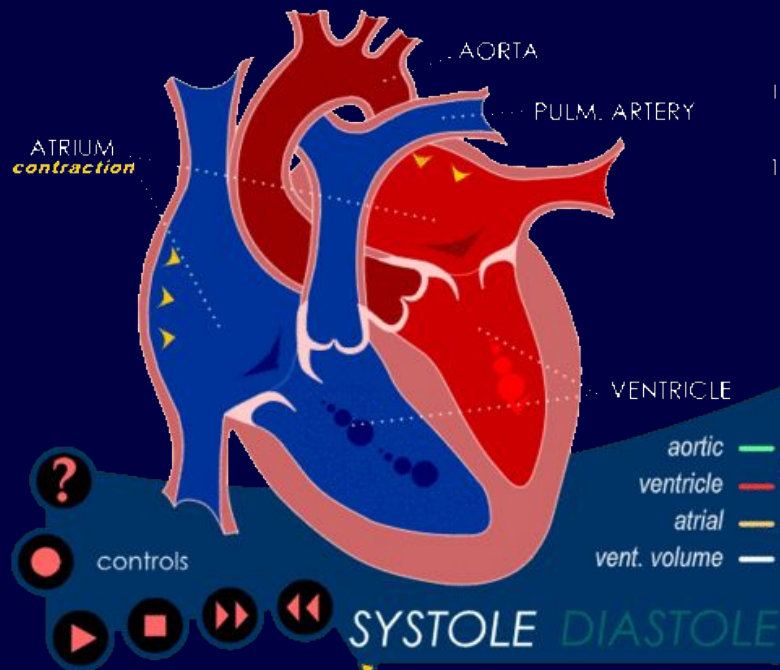
Aún si un modelo no es postulado, los procedimientos analíticos implican el uso de cierto modelado del proceso fisiológico.

Circulación



Ciclo cardíaco



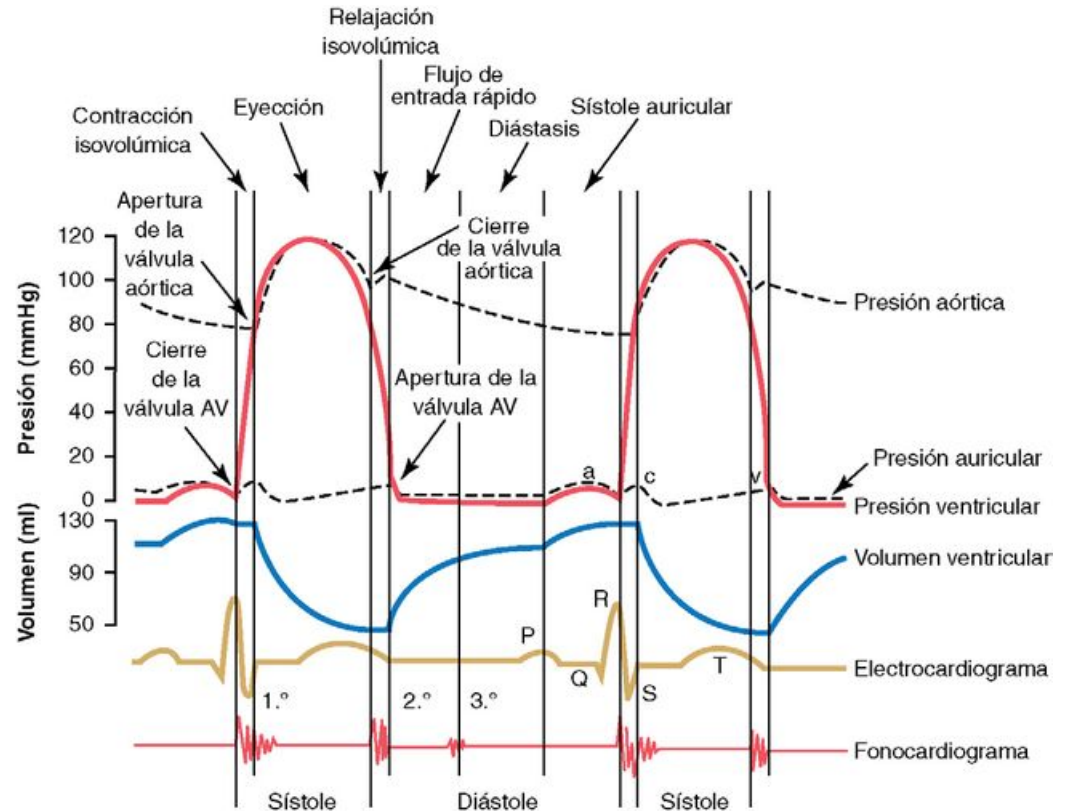


diastasis
rapid ventricular
filling
isovolumetric
relaxation
reduced ejection
rapid ejection
isovolumetric
contraction
atrial systole

Fases del ciclo cardíaco

y cómo se ven las señales en cada una de ellas

Para apreciarlo mejor, utilizamos el **Diagrama de Wiggers**.





03

Presentación de la tarea

Sobre el Trabajo Práctico N°1

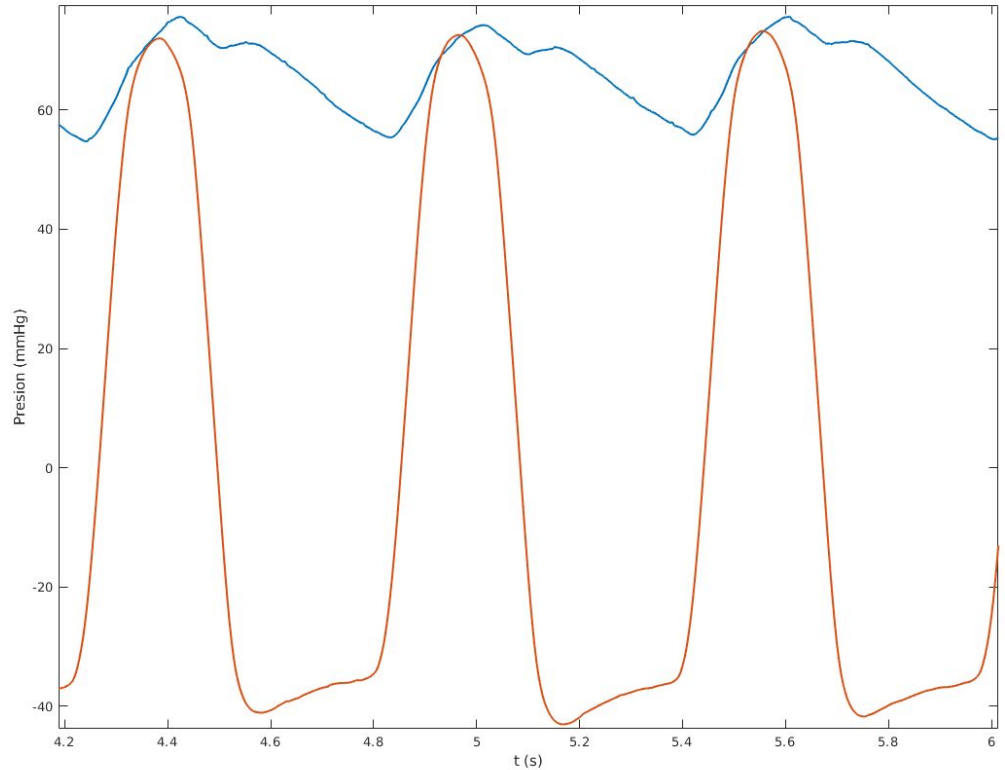
- Es una introducción a las señales biológicas.
- Se deberá entregar al menos tres archivos, utilizando MatLab o Python, que contengan:
 - Cuatro funciones: filtrado, detección de latidos, separación de ciclos y promediado de ciclos.
 - Un programa principal (main) que muestre el rendimiento de cada función sobre la señal "Ao_V_ECG.xls".
 - Un documento de texto, sin estructura de informe, que utilice las salidas e imágenes del main y conteste las preguntas planteadas en EVA.
- **La fecha de entrega será el domingo 29 de marzo, a las 23:59hs.**

Señales a procesar

PRESIONES EN AORTA Y VENTRÍCULO IZQ.

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

- Muestreados a 250Hz
- Se recomienda filtrar con MM de largo 10 o 20.



Etapas del procesamiento

Detectar

Consiste en detectar las divisiones entre ciclos.

Filtrar

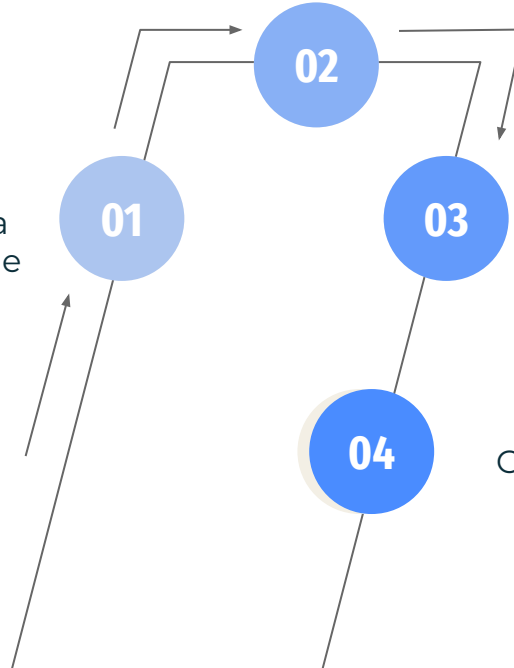
Utilizando un filtro de media móvil de largo acorde a lo que se indique

Separar

Separar las señales en ciclos individuales (de igual largo)

Promediar

Obtener una señal promedio a partir del conjunto de ciclos.



Filtro de Media Móvil

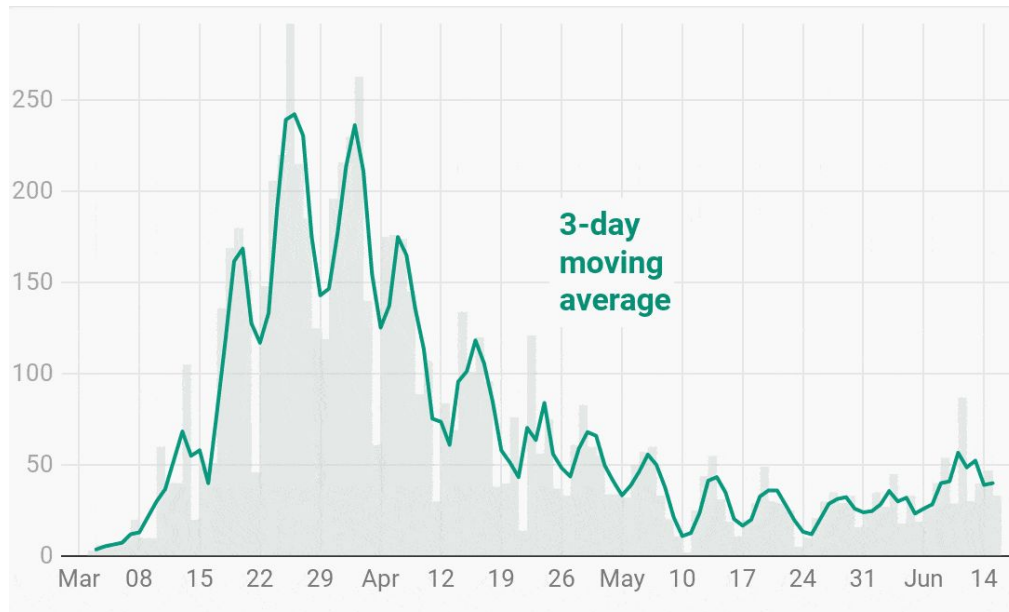
Forma general:

La forma general del filtro de media móvil es:

$$y[n] = \frac{1}{M_1 + M_2 + 1} \sum_{k=-M_1}^{M_2} x[n - k]$$

Si $M_1 = 0$, el filtro es causal.

Puede implementarse mediante las funciones *filter* (Matlab) y *scipy.signal.lfilter* (Python).



Filtro de Media Móvil

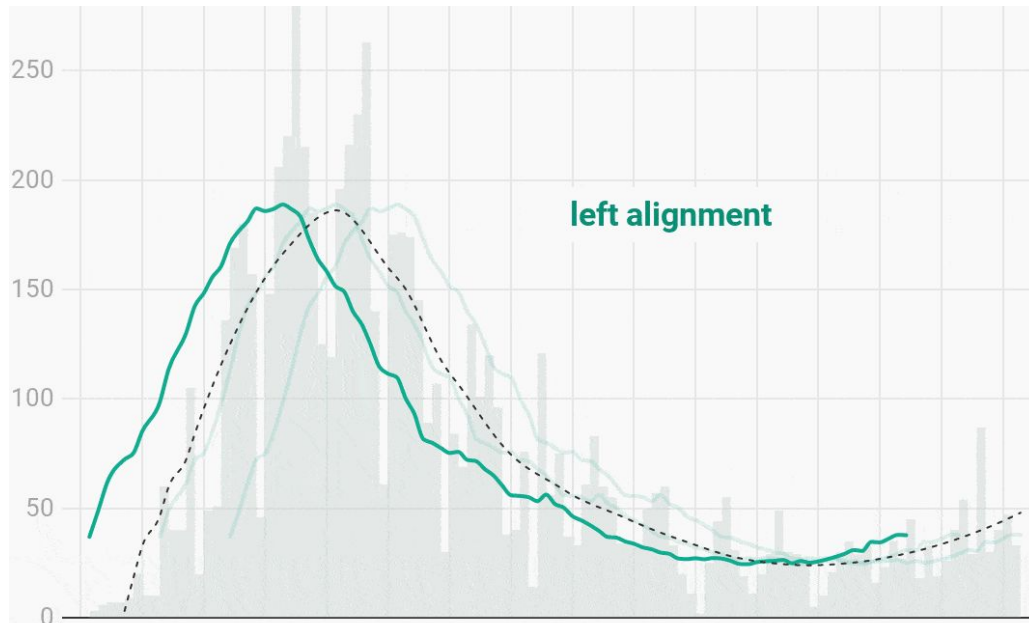
Forma general:

La forma general del filtro de media móvil es:

$$y[n] = \frac{1}{M_1 + M_2 + 1} \sum_{k=-M_1}^{M_2} x[n - k]$$

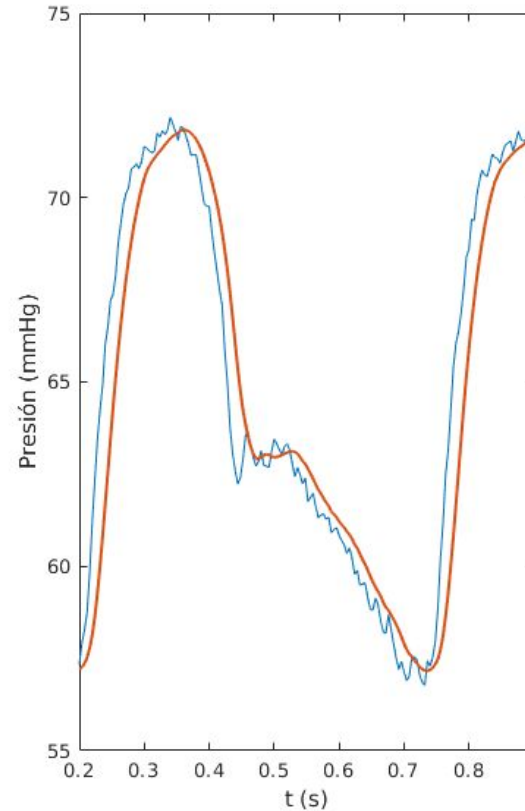
Si $M_1 = 0$, el filtro es causal.

Puede implementarse mediante las funciones *filter* (Matlab) y *scipy.signal.lfilter* (Python).



Filtro de Media Móvil

Se recomienda utilizar una implementación causal, de largo genérico.



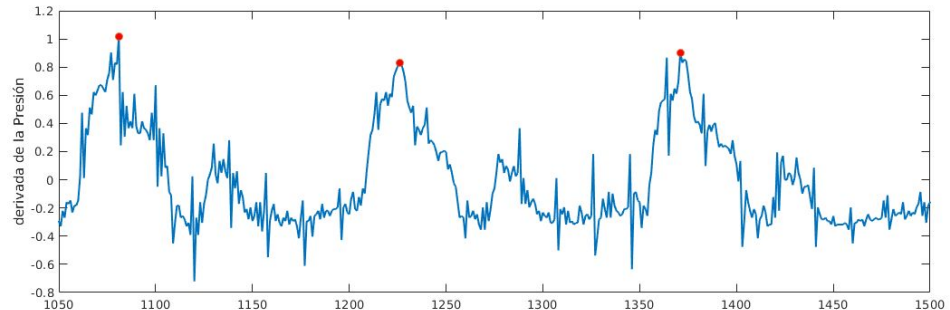
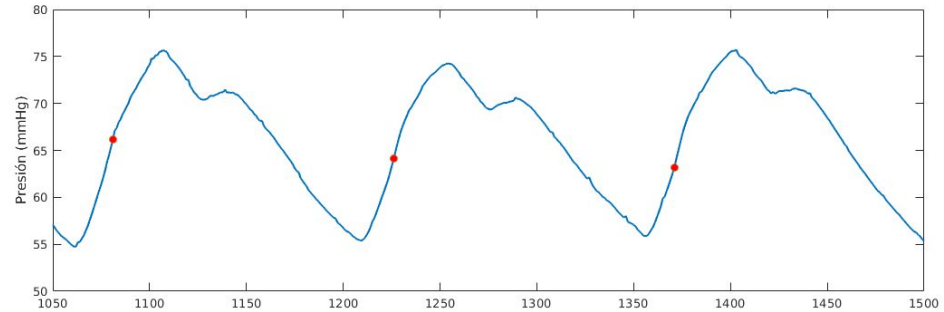
Detección de ciclos

Sobre la señal de presión

Algoritmo 1

Detección de máximos de derivada primera de la señal de **presión**.

El ciclo se detecta a nivel **global**, no sobre cada señal particular.

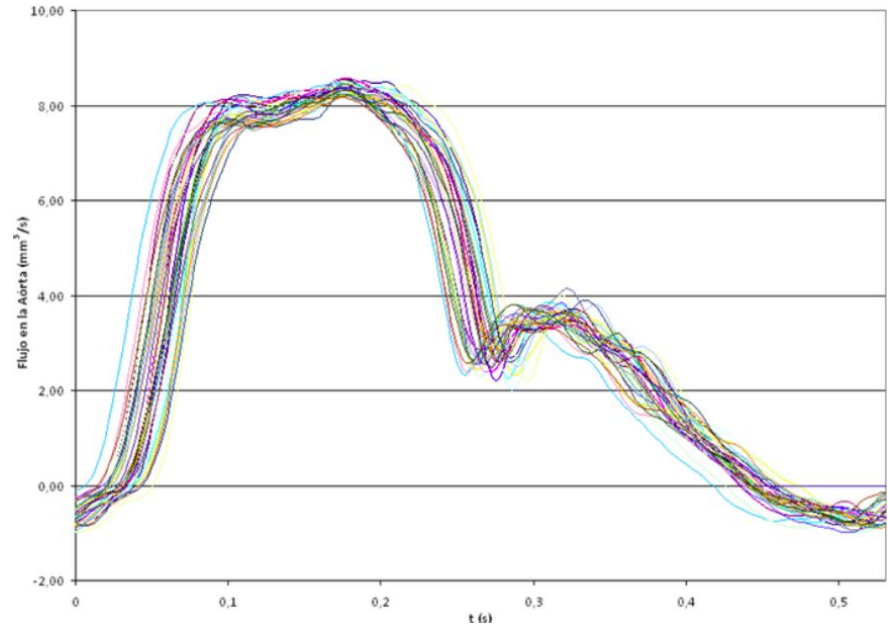


Separación de ciclos

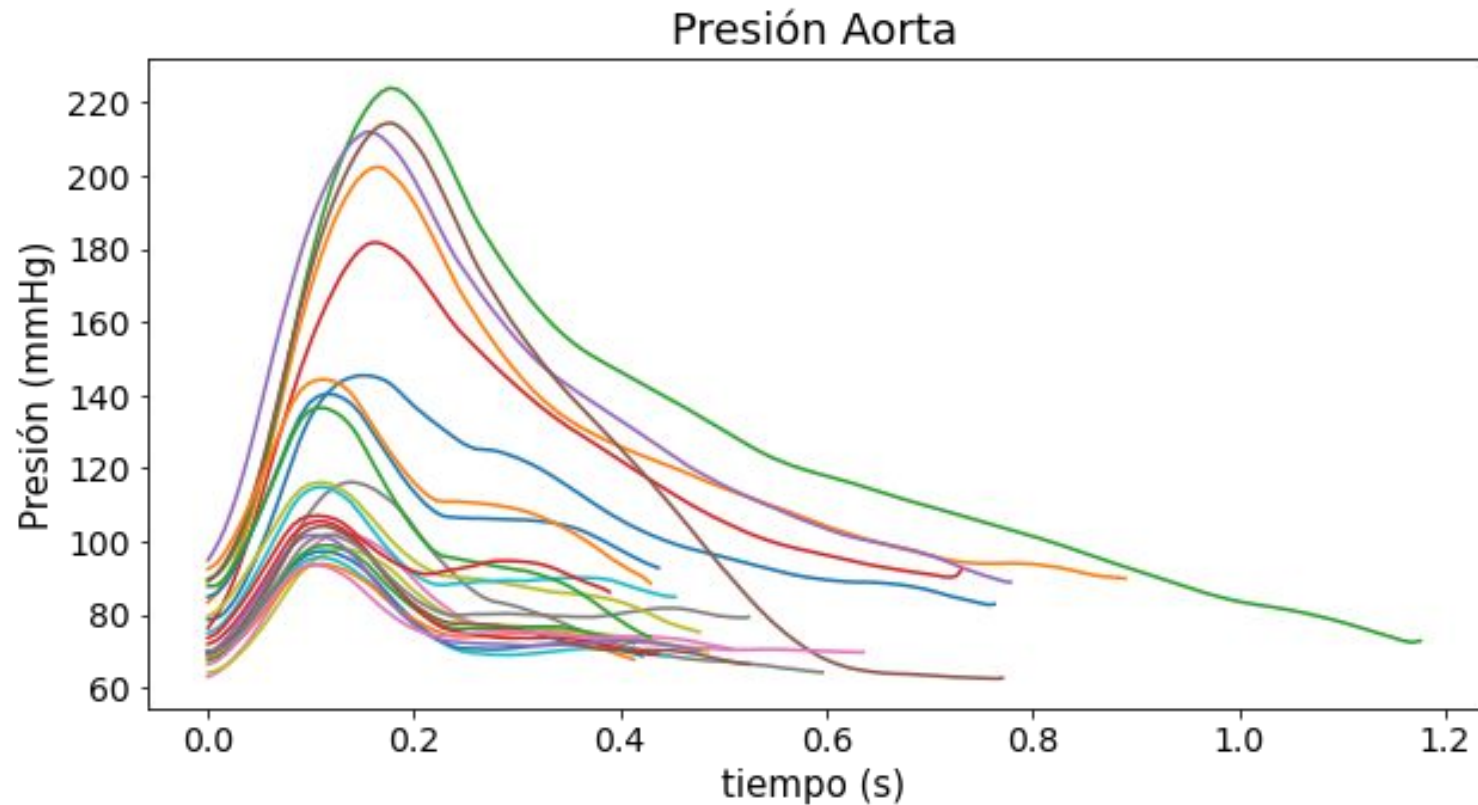
A partir de los puntos detectados, se divide en forma matricial el vector de datos de cada señal.

**ES IMPORTANTE QUE PRESIÓN
Y VOLUMEN SE CORTEN EN EL
MISMO ÍNDICE**

Dado que entre ciclos no se mantiene la cantidad de datos, quizá se deba interpolar cada uno para uniformizar el número de muestras por ciclo (!)



Consecuencias de no interpolar

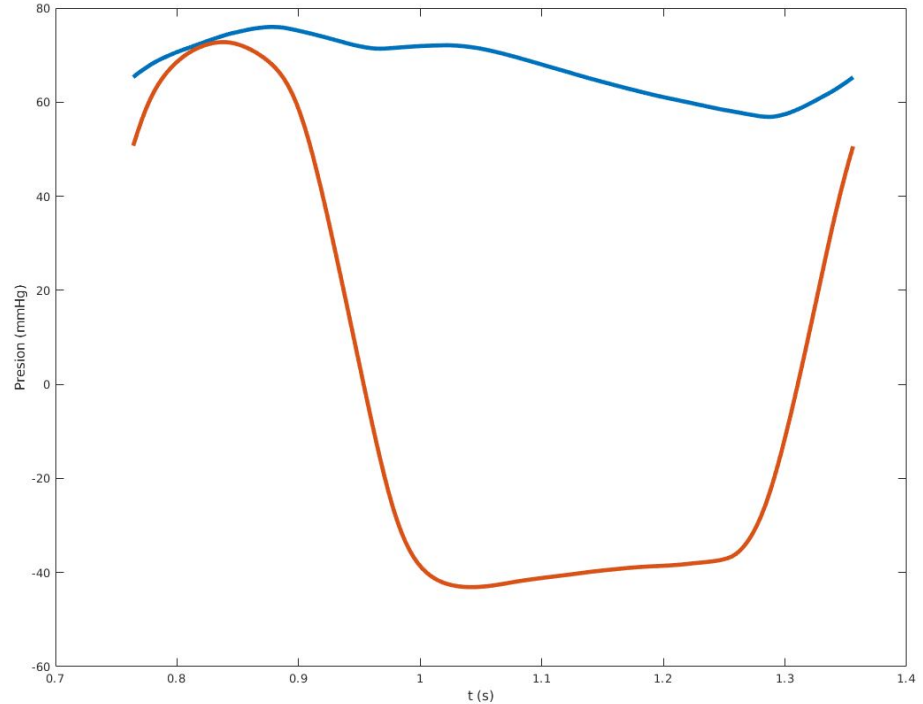


Promediado

Considerando que se tienen ***N*** ciclos ***p_n*** separados, con igual cantidad de muestras cada uno.

Cada muestra ***i*** del ciclo promedio ***P_p*** se calcula como en la ecuación:

$$P_p[i] = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} p_n[i]$$





04

Calendario

Aa Nombre	📅 Entrega	📌 Tipo	📌 Dificultad	☰ Características
🎧 Autoestudio - Anatomía del corazón	16/03/2026 → 19/03/2026	H5P	Baja	video
🎧 Autoestudio - Ciclo cardíaco	16/03/2026 → 19/03/2026	H5P	Baja	video
📄 Introducción al análisis y procesamiento de señales biomédicas	16/03/2026 10:00 → 22/03/2026 23:59	Código + análi...	Baja	datos experimentales Python Matlab
📄 Procesamiento adaptativo de señales + parámetros cardíacos	23/03/2026 10:00 → 05/04/2026 23:59	Defensa oral	Media	datos experimentales Python Matlab uso de artículo
🎧 Autoestudio - Determinantes del ciclo cardíaco p1	24/03/2026 → 09/04/2026	H5P	Baja	video
🎧 Autoestudio - Determinantes del ciclo cardíaco p2	24/03/2026 → 09/04/2026	H5P	Baja	video
🎧 Autoestudio - Fisiopatología cardíaca	06/04/2026 → 16/04/2026	H5P	Baja	video
🎧 Autoestudio - Generalidades e histología del sistema circulatorio	06/04/2026 → 16/04/2026	H5P	Baja	video
🎧 Autoestudio - Fisiología gral del sistema circulatorio	06/04/2026 → 16/04/2026	H5P	Baja	video
📄 Análisis de señales cardíacas	06/04/2026 10:00 → 19/04/2026 23:59	Defensa oral	Alta	datos experimentales Python Matlab

marzo de 2026

abril

 Gestionar en el Calendario

Mes  <

16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

 Autoestudio - Ciclo cardíaco

 Autoestudio - Anatomía del corazón

 Introducción al análisis y procesamiento de señales biomédicas

 Procesamiento adaptativo de señales + parámetros cardíacos

 Autoestudio - Determinantes del ciclo cardíaco p1

 Autoestudio - Determinantes del ciclo cardíaco p2

 Autoestudio - Fisiología gral del sistema circulatorio

 Autoestudio - Fisiopatología cardíaca

 Autoestudio - Generalidades e histología del sistema circulatorio

 Análisis de señales cardíacas

 Autoestudio - Fisiopatología arterial

 Introducción a las señales hemodinámicas

Gracias!

Lucía Lemes

llemes@cup.edu.uy

Paula Soria

paula.soria@litoralnorte.udelar.edu.uy

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution