



INGENIERÍA
BIOLÓGICA

Teoría de Circuitos 2022

Proyecto final

Analog Front-End de un Fotopletismógrafo

Licenciatura en Ingeniería Biológica
Universidad de la República





Contenido

- Introducción
- Principio de funcionamiento
- Onda de pulso
- Aplicaciones
- Proyecto



Introducción

Pletismografía

- Etimología:
 - Plethós: Gran cantidad, multitud, plenitud, abundancia
 - Grapho: Escrito
- La Pletismografía es un método de medición de cambios de volumen o tamaño de alguna parte u órgano del cuerpo humano

Fotopletismografía

- Técnica de pletismografía que utiliza un haz de luz para determinar los cambios de volumen o tamaño



Introducción

Fotopletismógrafo

- Es un instrumento que utiliza fotopletismografía para obtener información del cuerpo humano
- No invasivo
- Utilizado para observar cambios en el volumen de un cierto vaso, cavidad, ventrículo, etc...

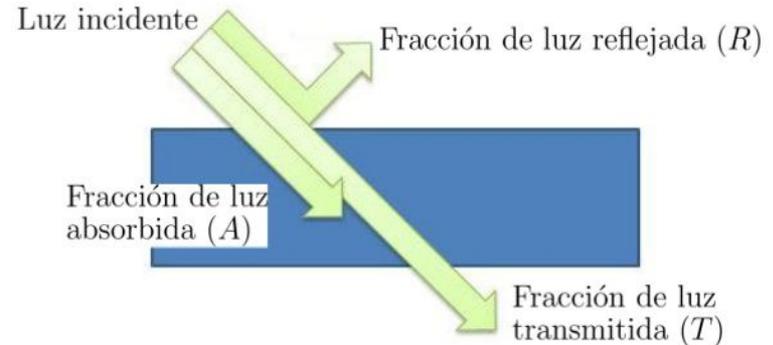
Fotopletismograma

- Es la señal obtenida por el fotopletismógrafo
- Se abrevia PPG (del inglés photoplethysmogram)

Principio de funcionamiento

Emisión y recepción de luz infrarroja

- Un haz de luz infrarroja emitido por un fotodiodo (led infrarrojo) incide sobre la zona cutánea
- Al incidir, el haz se divide en:
 - Haz reflejado
 - Haz transmitido
 - Luz absorbida por el tejido
- La absorbancia está directamente relacionada con la variación de volumen de sangre a nivel de pequeños vasos y capilares
- Los haces restantes están directamente relacionados con la cantidad de luz absorbida

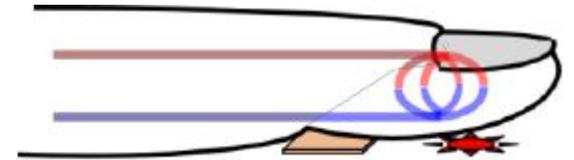


Principio de funcionamiento

Métodos de detección de absorbancia

- A través de un fototransistor
 - Traductor de intensidad luminosa a corriente eléctrica
- Método por reflectancia
 - Capta la luz reflejada
 - El sensor se coloca del mismo lado del fotodiodo
 - La sensibilidad depende de la profundidad a la que se encuentran los vasos sanguíneos de la superficie
- Método por transmitancia
 - Capta la luz que atraviesa el tejido
 - El sensor se coloca del lado opuesto al fotodiodo
 - La sensibilidad depende del grosor de la zona del cuerpo que se desea sensor

Por reflectancia



Fototransistor Fotodiodo

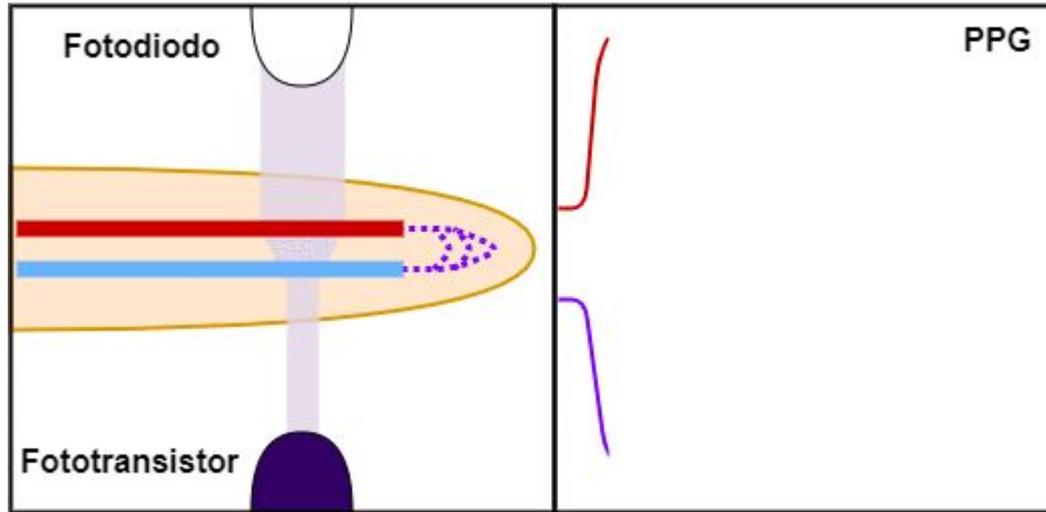
Fototransistor



Fotodiodo

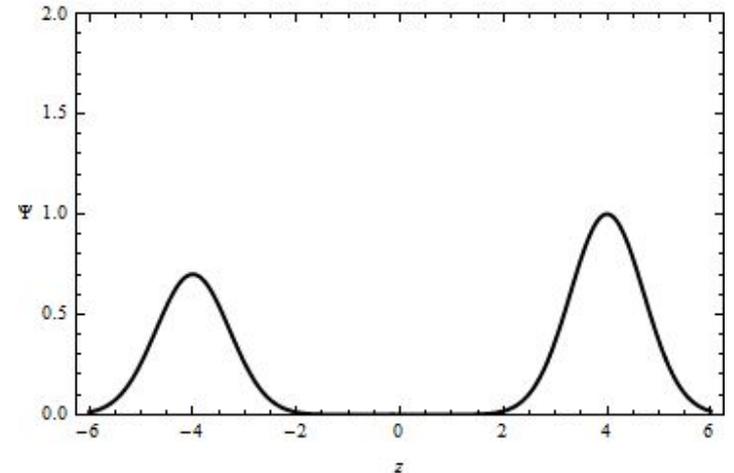
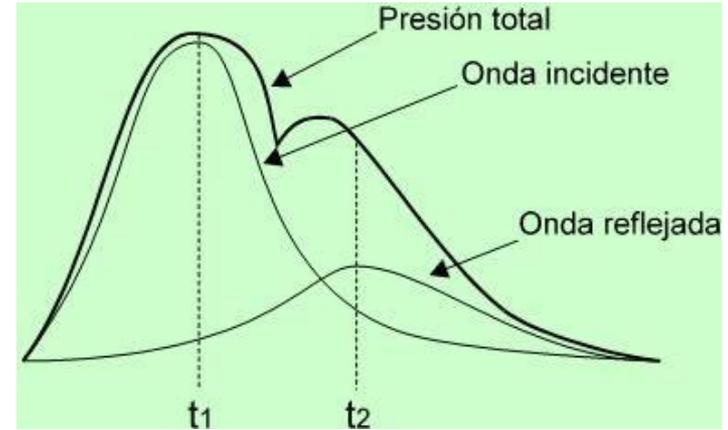
Por transmitancia

Principio de funcionamiento



Onda de pulso de presión

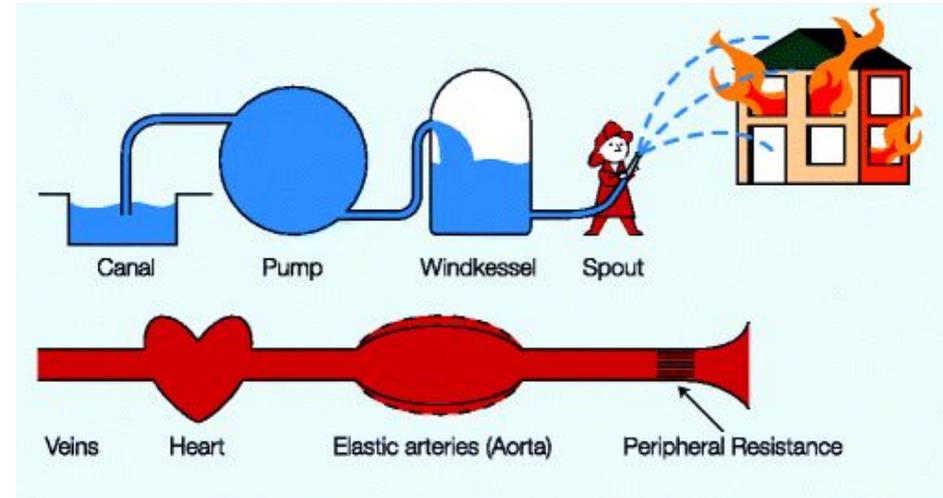
- La señal de PPG está directamente relacionada con la onda de pulso de presión
- La onda de presión se compone de:
 - Onda incidente: Producida por la eyección de sangre por el ventrículo izquierdo en sístole ventricular
 - Onda reflejada: Onda resultante de la reflexión de la onda incidente a nivel arteriolar



Onda de pulso de presión

Efecto Windkessel

El circuito arterial transforma “aplana” la onda de presión con el fin de disminuir la pulsatilidad para disminuir el estrés arterial y de los tejidos irrigados





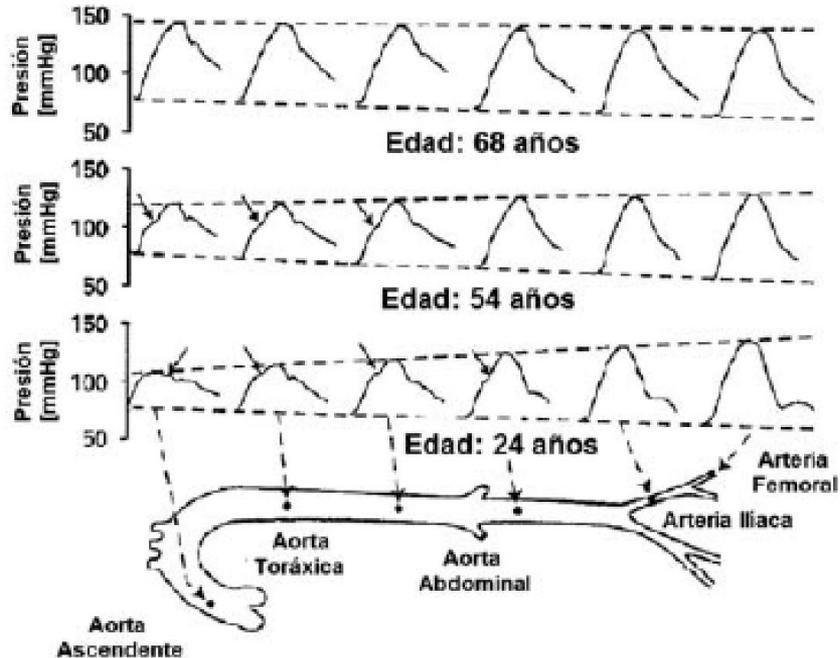
Aplicaciones

Hay muchas aplicaciones que se pueden realizar a través de PPG

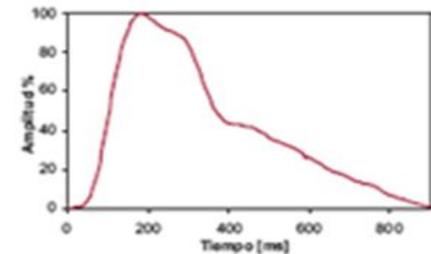
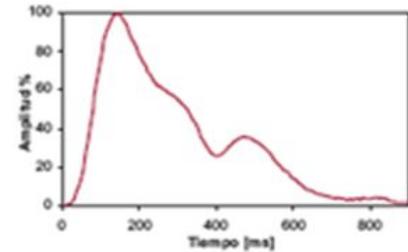
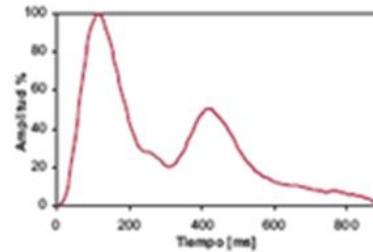
- Estimación del envejecimiento arterial
- Estimación no invasiva de la Presión Arterial

La principal ventaja de estos métodos es que son no invasivos!!!

Envejecimiento arterial



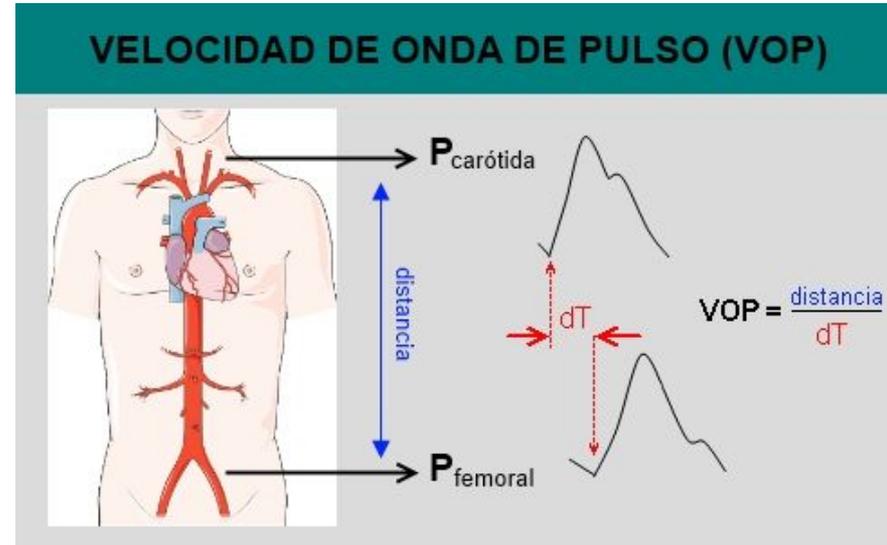
Con el envejecimiento, las arterias pierden elastina



C. Anciano

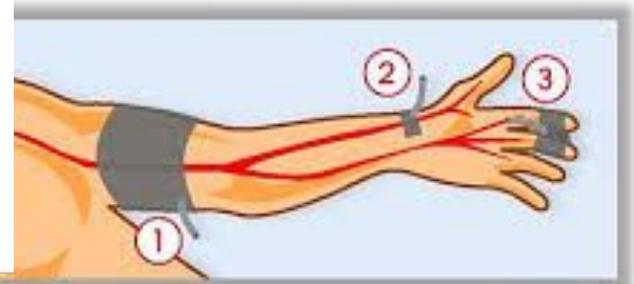
Envejecimiento arterial

- Velocidad de onda de pulso
 - Utilizada para determinar la rigidez arterial
 - Onda rápida implica mayor rigidez
 - También conlleva a mayor pulsatilidad
 - Valor pronóstico de alerta temprana de enfermedades cardiovasculares



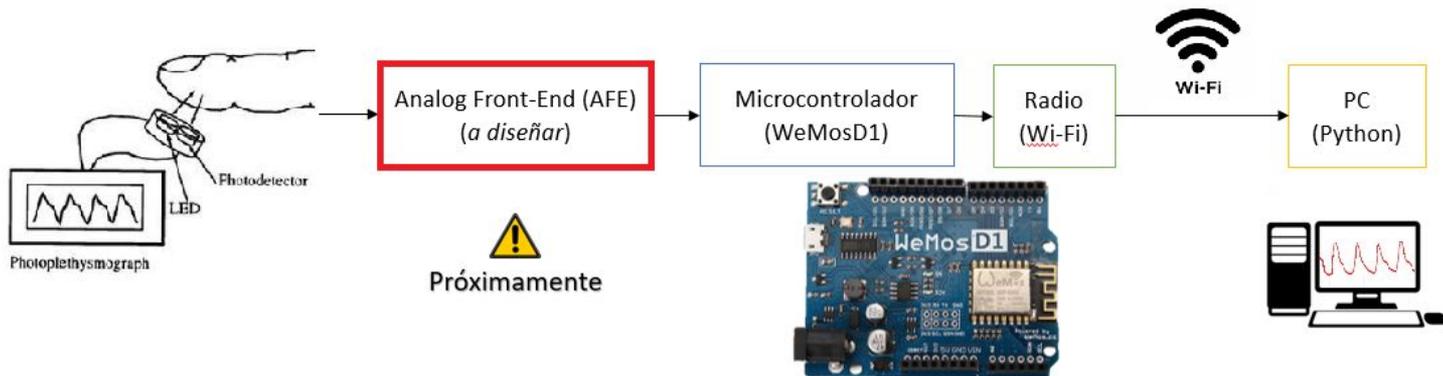
Estimación no invasiva de la presión arterial

- A nivel comercial
 - Finapress
 - app iCare
- A través de algoritmos



Proyecto

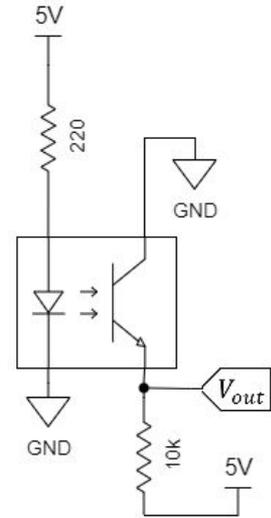
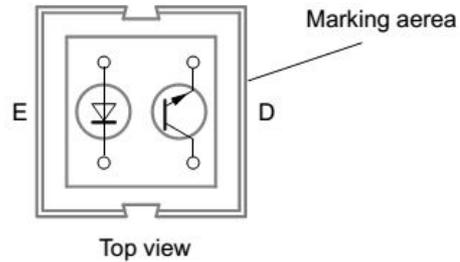
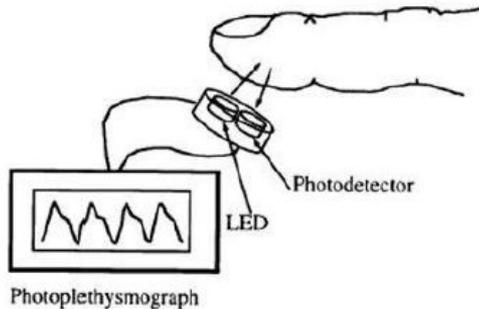
- La señal que se obtiene de fototransistor es de baja corriente
- Es necesario diseñar un circuito capaz de acondicionar la señal de PPG para que sea registrada correctamente por el resto del sistema



Proyecto

Etapa 1: Caracterización

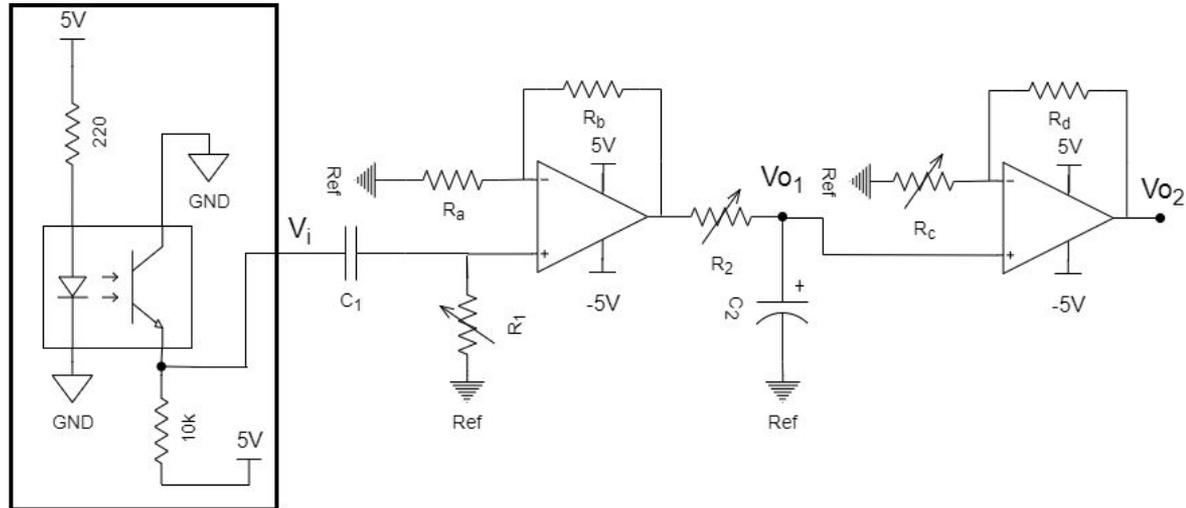
- ¿Qué características tiene la señal PPG proveniente del fototransistor?



Proyecto

Etapa 2: Diseño del Analog Front End (AFE)

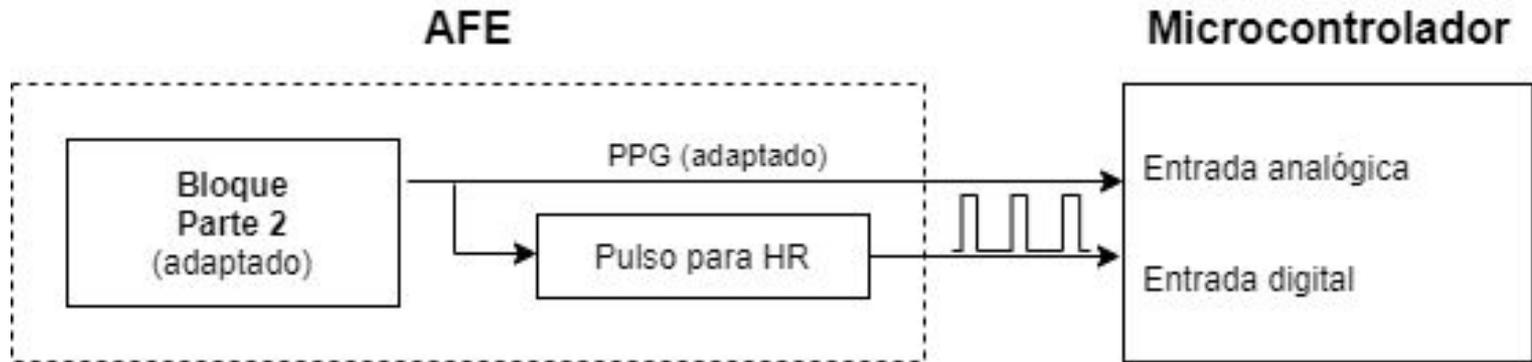
- Determinar los componentes para obtener una señal adecuada



Proyecto

Etapa 3: Integración con el resto del sistema

- Determinar los componentes para obtener una señal adecuada





Proyecto

Instancias de evaluación

- Hito 1: Resolución teórica
 - Individual
 - Resolución teórica del circuito y cálculo de componentes
- Hito 2: Parte 2 completa
 - Grupos de hasta 2 personas
 - Demo de avance
 - Cada estudiante debe de implementar su circuito inicial

- Producción:
 - Grupos de hasta 2 personas
 - Entrega de informe final
 - Demo circuito completo (de cada estudiante)
- Evaluación final
 - Exposición oral en conjunto
 - Demo circuito completo (un circuito representativo)