

Dispositivo Electrónico Para Medición de Temperatura, Peso y Presión Arterial

DANIEL CRUZ,
FEDERICO PARADA Y
MAURICIO POHL



Universidad Centroamericana
José Simeón Cañas

José Simeón Cañas

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA JOSÉ SIMÉON CAÑAS

Agradecimientos

- ▶ Dr. Lars Olson
Marquette University

Situación en El Salvador

- ▶ En las zonas rurales es muy común presentar problemas de salud relacionados con el exceso de trabajo y malas condiciones de vida.
- ▶ Por mencionar algunos de estos trastornos, tenemos: exceso de fatiga, esfuerzos musculares, malas posturas por movimientos repetitivos, radiación solar.
- ▶ Zona baja del Río Lempa se presentan muchos casos de deficiencia renal crónica → pesticidas

Sistema Nacional de Salud Pública

- ▶ 2010 – El Ministerio de Salud de El Salvador (MINSAL) hace la Reforma de Salud: Red Integral e integrada de servicios de Salud (RIIS)
 - ▶ Primer Nivel: Equipos Comunitarios de Salud Familiar (ECOSF) y Especializados .
 - ▶ Segundo y Tercer Nivel: Hospitales.



Equipos Comunitarios de Salud Familiar (ECOSF)

- ▶ ECOS Familiares: puerta de entrada al sistema de salud
 - ▶ Formados por: Un médico, enfermeras, auxiliares de enfermería, promotores de salud y colaboradores varios.
 - ▶ Responsabilidad Nominal **3000 personas área rural** (ca. 600 Familias) **7000 mil personas** (ca. 1800 familias)

Responsabilidad de los ECOSF

- ▶ Deben **realizar visitas a las familias** dentro del área de responsabilidad
- ▶ Tienen la **responsabilidad de llevar organizado el expediente clínico individual** por cada uno de los y las personas adscritas, en el cual se debe reflejar las atenciones brindadas, los expedientes clínicos individuales de una misma familia son agrupados dentro de una carpeta familiar con su respectivo código de identificación

Dificultades que se presentan a los ECOSF

- ▶ Mucha información es llevada en papel
 - ▶ Expedientes clínicos
- ▶ Muchos Lugares son de difícil Acceso
 - ▶ Horas caminando
 - ▶ Geografía de El Salvador irregular
- ▶ Las direcciones de residencia en zona rural no está sistematizado.
- ▶ ¿Cómo facilitar la labor?



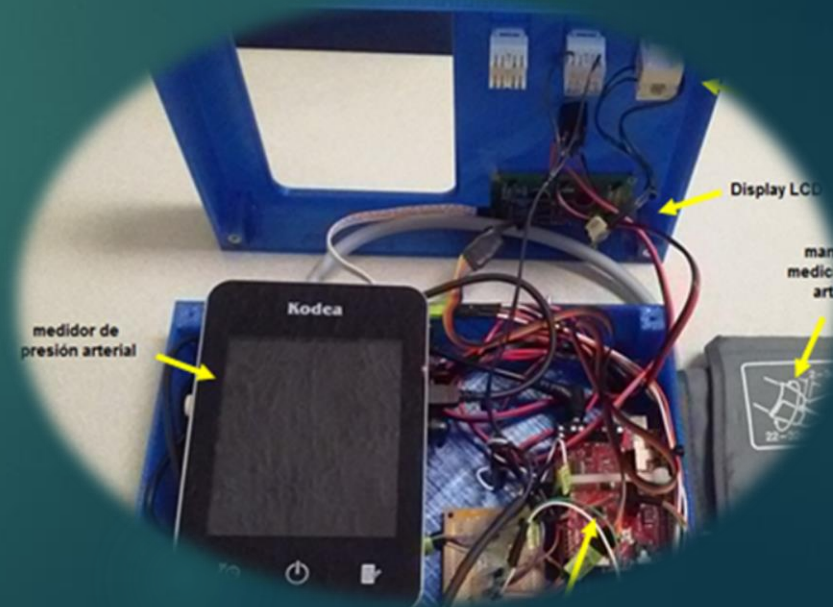
Solución parcial: Digitalización

- ▶ MINSAL → Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones DATIC
 - ▶ Se crea el EXPEDIENTE FAMILIAR, para estandarizar la información de los pacientes
 - ▶ Se traslada los expedientes de papel a digital – Expediente Familiar.
 - ▶ Se le proporciona a cada ECOSF un Dispositivo móvil para el control de los expedientes y visitas a los hogares



Colaboración de MINSAL-UCA

- ▶ Colaboración de la UCA
 - ▶ 2016 - Visualización georreferenciada en dispositivos móviles de información de determinación social de la salud de la población atendida por los equipos comunitarios de salud familiar (ECOSF)
 - ▶ 2017 - Mapa de georreferencia offline en dispositivos móviles para la localización de familias atendidas por los equipos comunitarios de salud familiar (ECOSF)
 - ▶ 2017 - Módulo de reportes de la ficha familiar en dispositivos móviles de información para los equipos comunitarios de salud familiar (ECOSF) del ministerio de salud
 - ▶ 2018 – Dispositivo Electrónico de adquisición de bioseñales



Sistema integrado de información.

Inicio de Sesión

MINISTERIO DE SALUD
Viceministerio de Servicios de Salud
Dirección de Primer Nivel de Atención
Viceministerio de Políticas de Salud
Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones

Ministerio de Salud
EL SALVADOR
UNIMUNDO PARA CRECER

CuidFAMILIARES
TU SALUD PARA EL MAÑANA

Usuario

Password

Entrar

Autenticación de usuario

Jefes de Familias

MINISTERIO DE SALUD
Viceministerio de Servicios de Salud
Dirección de Primer Nivel de Atención
Viceministerio de Políticas de Salud
Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones

Ministerio de Salud
EL SALVADOR
UNIMUNDO PARA CRECER

JEFES DE FAMILIAS:
MAURICIO AMILCAR HERCULES SANTOS
ANTIGUO CUSCATLAN LL-Rural-EL ESPINO-6-56-2
ORDINE

MENU

Ficha Familiar: Asignado a un Jefe

Menu

MINISTERIO DE SALUD
Viceministerio de Servicios de Salud
Dirección de Primer Nivel de Atención
Viceministerio de Políticas de Salud
Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones

Ministerio de Salud
EL SALVADOR
UNIMUNDO PARA CRECER

Buscar por jefe de la familia:

Nombre del jefe de la familia:

Primer nombre Segundo nombre

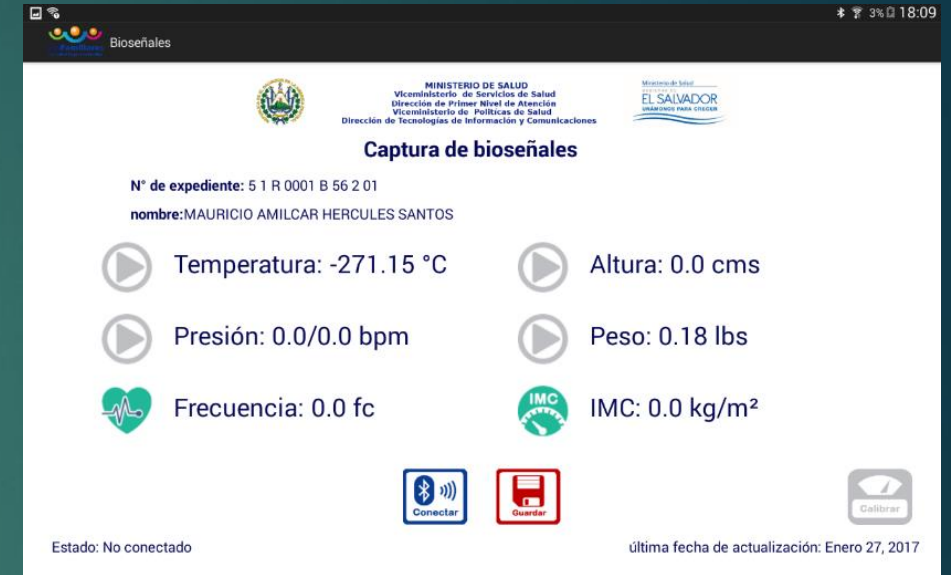
Primer apellido Segundo apellido

BIO

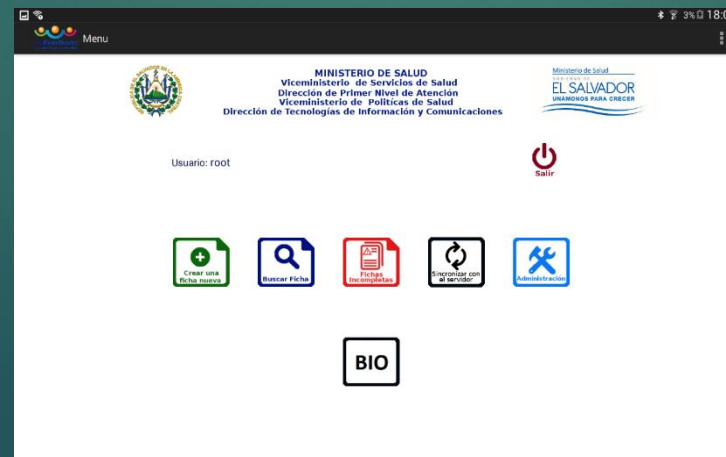
Sistema integrado de información



Información del grupo familiar



Módulos Bioseñales



Menú de la ficha familiar

Objetivo de dispositivo de captura de información

Diseñar y construir un dispositivo electrónico de bajo costo, para la adquisición de señales de temperatura, peso y presión arterial en seres humanos.

Con capacidad de realizar almacenamientos en una memoria interna a la cual se pueda acceder o descargar de manera sencilla a través de una computadora.

Objetivo secundario:

- ▶ Crear un dispositivo de fácil uso que proporcione un medio de control de pacientes visitados periódicamente.
- ▶ Estandarizar la información adquirida por los ECOSF, para futuras investigaciones con minería de datos.
- ▶ Alerta temprana a poblaciones afectadas por epidemiología de enfermedades vectoriales, por ejemplo: dengue, Zika y Chiconguya, incorporando Sistemas de Información Geográfica.

Construcción y Diseño

Para la construcción se utiliza como componente central un Arduino MEGA R3, el cual cumplirá como unidad de procesamiento y captura de datos para cada tipo de medida y sensor.

Los sensores utilizados:

- ▶ Sensor Ultrasónico HC-SR04 - altura
- ▶ Sensor Infrarrojo MLX90614 - temperatura
- ▶ Celdas de Carga - peso
- ▶ Sensor de Presión PSG010S – presión arterial

Presión Arterial

Se diseñó un circuito capaz de detectar en base a:

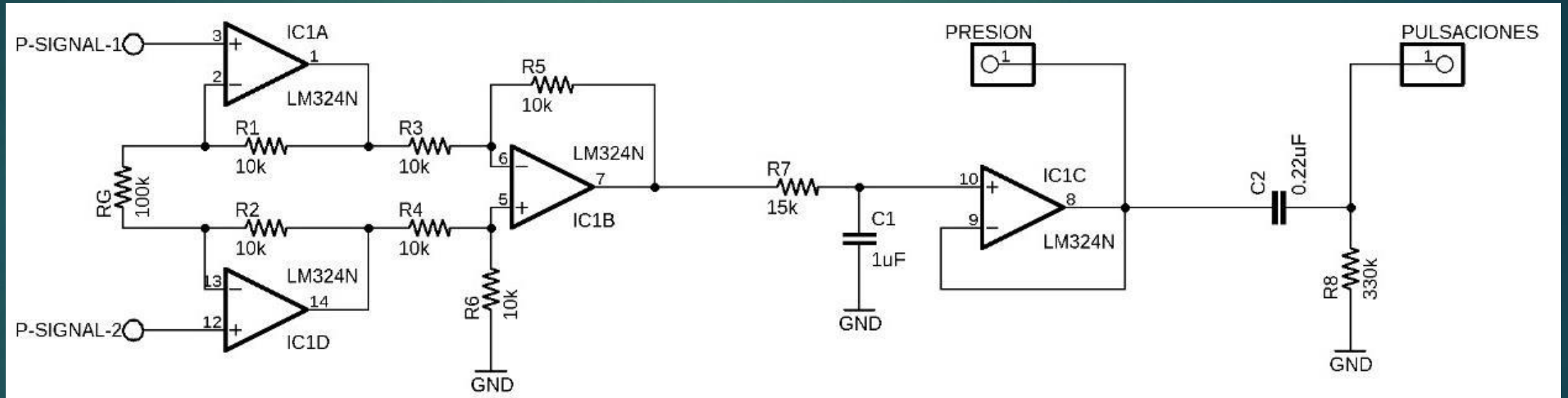
método oscilométrico: medición de las variaciones en la presión arterial causadas por las oscilaciones del flujo sanguíneo a través de la arteria braquial.

El equipo está compuesto por:

- ▶ Transductor diferencial de presión PSG010S que ofrece una relación lineal entre presión y voltaje, con un máximo de 40KPa en un rango de $\pm 15\text{mV}$;
- ▶ Bomba de aire y válvula solenoide DC 3V; banda inflable para muñeca
- ▶ Convertidor análogo digital 16-Bits ADS1115
- ▶ Circuito de filtros para señal.

El control de la válvula y la bomba de aire, se realiza a través de señales preprogramadas enviadas desde el microcontrolador Arduino.

Circuito de captura y filtrado de señal de presión



Transformación de Señal de Presión

Convertidor análogo digital ADS1115 con ganancia de 8 respecto a una lectura diferencial entre la señal de presión y la referencia del circuito, obteniendo así una resolución de 15.625 μV entre paso.

La transformación de la señal de voltaje referente a la presión se programa a través de la siguiente ecuación – experimental:

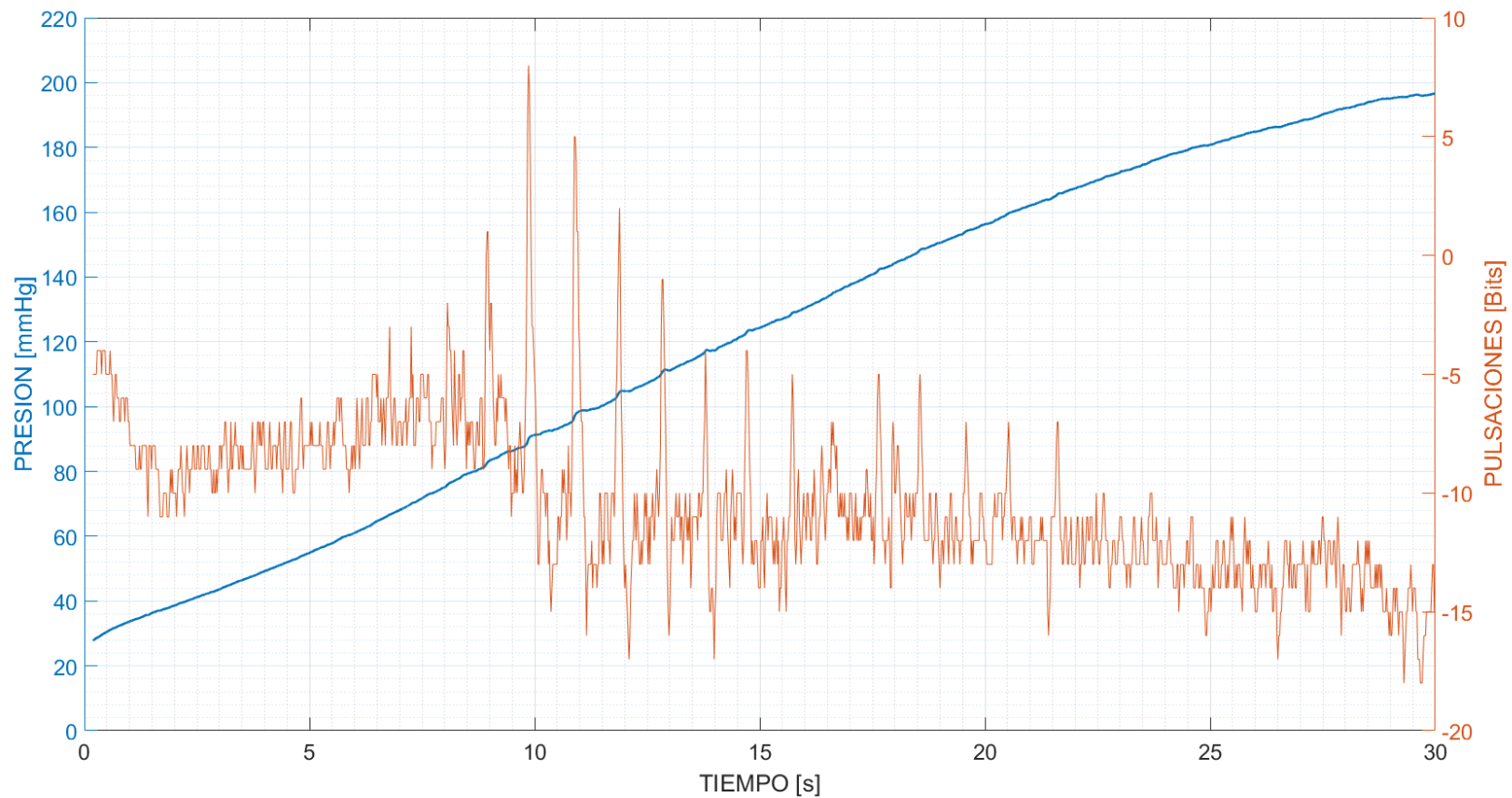
$$pres = V_p * \frac{0.015625^{mV/bit}}{8} * 20.002 \frac{mmHg}{mV}$$

Oscilaciones en la Señal de Presión

En el caso de la señal de **oscilaciones**, se utiliza una **ganancia de 4, para el ADC**, el cual proporciona una amplitud máxima de 1.024 V, con una resolución de 31.25 μV . La lectura de la señal se ejecuta de manera diferencial con respecto a la referencia, dado que las oscilaciones pueden incurrir en tensiones negativas.

Una vez obtenidas las señales digitales de presión y oscilaciones, se procede a la aplicación del algoritmo computacional del método oscilométrico para el cálculo de la presión arterial.

Presión y Oscilaciones Obtenidas



Aplicación del Método Oscilométrico

1. Al obtener las oscilaciones, se calculan las diferencias entre los puntos máximos y mínimos de las mismas, ya que es por estas diferencias que se calcula la presión arterial.
2. Se encuentra la presión arterial media
3. Se calculan los valores de presión que corresponden a 0.55 y 0.65 veces la máxima oscilación para los valores de la presión sistólica y diastólica correspondientes.
4. Una vez obtenidos, se realiza la relación con respecto al tiempo en los cuales se producen. Al obtener los tiempos se buscan las presiones correspondientes obteniendo de esta manera la presión arterial del paciente.

Sensor de Temperatura

- ▶ Esta es tomada por un sensor infrarrojo MLX90614, no invasivo.
- ▶ La captura de datos, ocurre mientras se realiza con el sensor un recorrido delicado por la zona de la sien durante un periodo de 3 segundos, en el cual el sensor realizara una toma de 25 muestras por segundos.
- ▶ Cada muestra tomada se compara con las anteriores en busca del máximo valor obtenido que representa la temperatura corporal de la persona en estudio.

Peso, Altura y Memoria

- ▶ Para la medida de peso de las personas se utiliza un arreglo de celdas de carga en puente completo junto con un amplificador HX711.
- ▶ En el caso de la altura un sensor ultrasónico HC-SR04.
- ▶ Ambos sensores se encuentran montados en la estructura construida y toman datos instantáneos.

Los datos se almacenan dentro de una memoria EEPROM 24C16W que proporciona una capacidad de almacenamiento de 2kB.

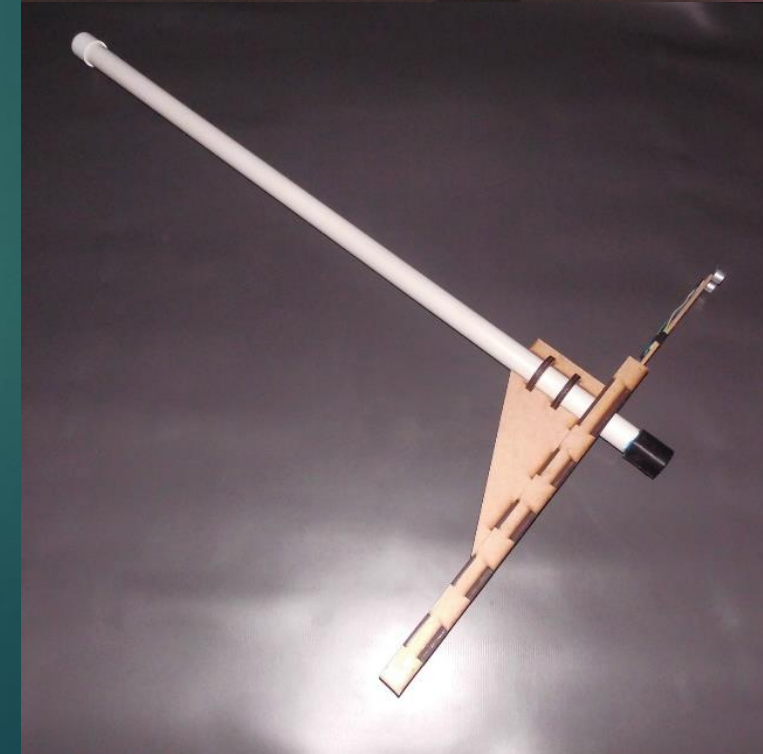
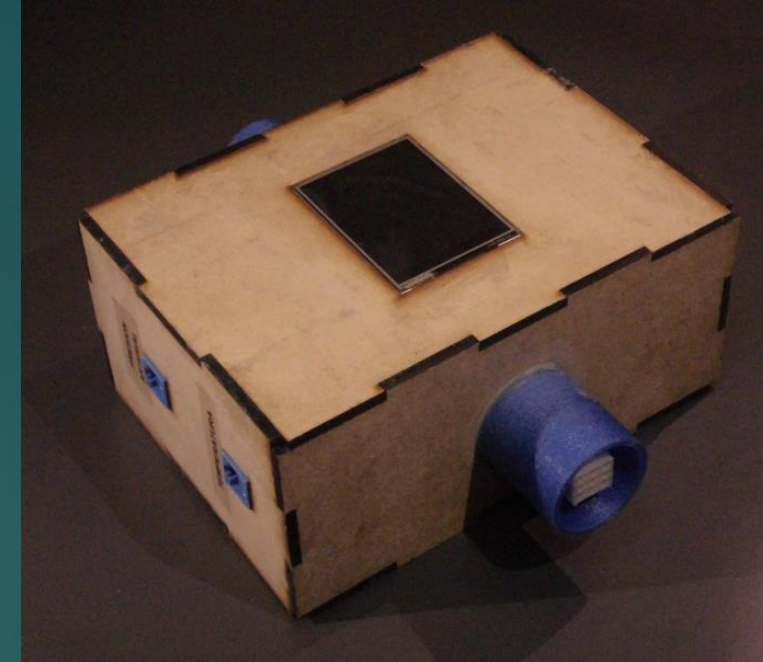
Estructura

- ▶ Sistema modular, de fácil uso, transporte e instalación.
- ▶ Los principales materiales seleccionados son el PVC y MDF.
- ▶ Los cables de conexión se encuentran internamente en tubos de PVC que conforman un pilar modular en donde se conecta la unidad de procesamiento central.



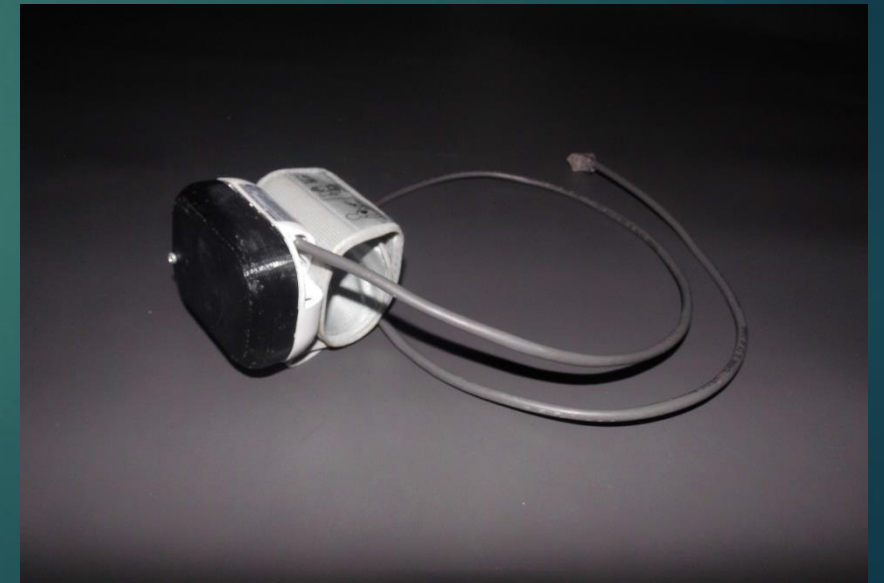
Estructura

- ▶ La unidad de procesamiento central contiene todos los circuitos conectados a Arduino conteniendo 2 puertos RJ45 para su interconexión con el tensiómetro y termómetro.
- ▶ Esta estructura se desliza hasta reposar sobre la cabeza del paciente.
- ▶ Todo fue construido en nuestro Laboratorio de Modelado – impresora 3D y cortadora láser, financiado por un proyecto anterior.



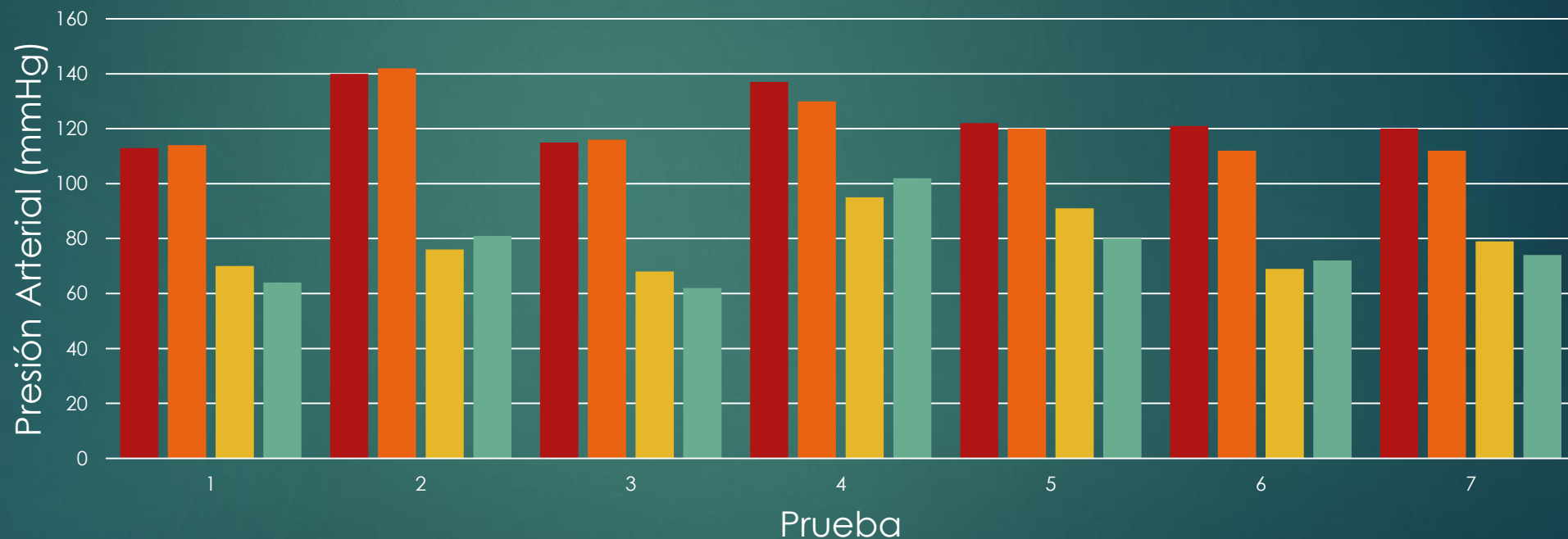
Dispositivo

El tensiómetro es construido para poder ajustarse en la muñeca de los pacientes y en el caso del sensor de temperatura, este posee una cobertura de agarre ergonómico que también ayuda a eliminar las influencias externas sobre la medición.



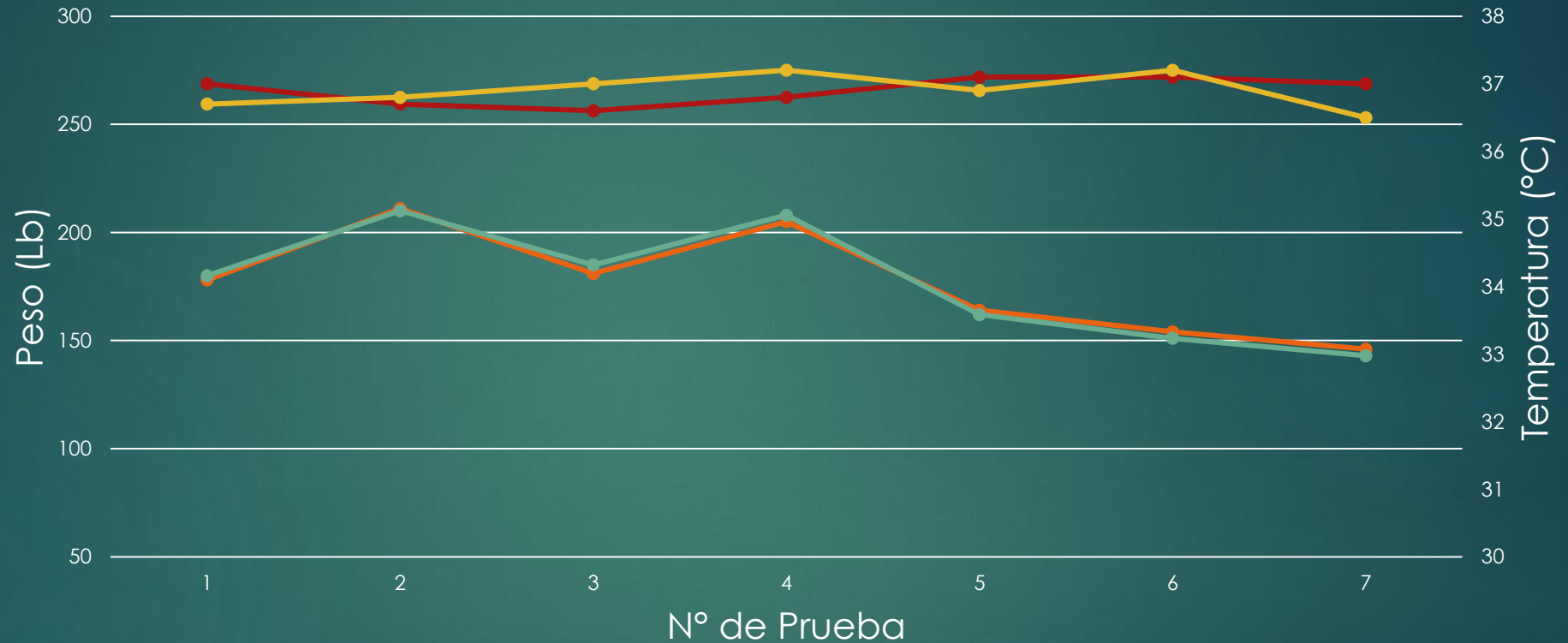
Resultados

Gráfica Pruebas de Presión Sistólica y Diastólica



■ Sistema Sistólica ■ Referencia Sistólica ■ Sistema Diastólica ■ Referencia Diastólica

Gráfica Pruebas de Peso y Temperatura



— Sistema Peso — Referencia Peso — Sistema Temp. — Referencia Temp.



Conclusión:

Satisfacción ya que el dispositivo se está utilizando en el sistema de salud nacional, es decir, funciona!!!

contacto

- ▶ Mauricio Pohl
 - ▶ Director del Aula UCA-CIMNE
 - ▶ Departamento de Electrónica e Informática
 - ▶ Final Autopista Sur, San Salvador, El Salvador, C.A.
 - ▶ mapohl@uca.edu.sv