UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

PROYECTO:

**“DISPOSITIVO PARA MONITOREO AMBULATORIO DE PRESIÓN ARTERIAL (MAPA)”**

Alumnos:

Costamagna, Leonardo Dino   
DNI: 40026068

Carrera: Ingeniería Biomédica

Mugni, Juan Mauricio   
DNI: 42853522

Carrera: Ingeniería en Computación

Profesor:

Ing. Cáceres, Óscar

Comienzo:

Mayo / 2022

**ÍNDICE**

[INTRODUCCIÓN:](#_gjdgxs) **3**

[IMPACTOS DEL PROYECTO:](#_30j0zll) **4**

[MARCO TEÓRICO:](#_tyjcwt) **5**

[Hipertensión arterial (HTA):](#_3dy6vkm) 5

[Diagnóstico de la hipertensión arterial:](#_1t3h5sf) 6

[Medición de la presión arterial (PA):](#_4d34og8) 6

[Inconvenientes en la medición de presión arterial:](#_2s8eyo1) 6

[Monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA):](#_17dp8vu) 7

[DESARROLLO:](#_3rdcrjn) **8**

[Descripción del problema:](#_26in1rg) 8

[BIBLIOGRAFÍA / FUENTES:](#_lnxbz9) **9**

# INTRODUCCIÓN:

La oportunidad de llevar a cabo un proyecto en el laboratorio de la facultad, el objetivo seguir aprendiendo y aplicar conocimientos ya adquiridos en materias cursadas, fueron las causas que nos motivaron a iniciar una búsqueda de una problemática o situación con potencial para intervenir con un desarrollo desde la electrónica para dar una solución o mejora, creando un dispositivo o reversionando alguno ya existente. Esta búsqueda se encuadró y limitó de acuerdo a nuestros alcances de herramientas e insumos, como también a disciplinas y áreas de incumbencia para nuestras carreras, ingeniería en computación e ingeniería biomédica. Fue así que, orientamos nuestras ideas hacia el sector de salud, precisamente en herramientas para el diagnóstico de patologías.

Comenzamos por investigar cual es la patología con mayor presencia en nuestra zona, y con ello encontramos que se trata de la hipertensión arterial (HTA). Esta patología lleva consigo un alto porcentaje de morbilidad en Argentina y la mayoría del mundo, como también dificultades en su diagnóstico. Es por ello que decidimos trabajar en base a esta enfermedad.

Seguidamente, determinamos cuales son las diferentes tecnologías que se utilizan para el diagnóstico y tratamiento de la HTA, y cuáles son sus desventajas con potencial para aplicar mejoras. Entre ellas, nos enfocamos en los dispositivos para monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA), que se encargan de medir el ritmo circadiano de la presión arterial (PA) durante 24 horas (En algunos casos hasta 48 horas) en el paciente, para luego proporcionarle una mayor cantidad de datos al médico, lo cual ayuda en el diagnóstico y tratamiento. Estos dispositivos presentan una serie de problemas e incomodidades para su utilización, debido a su ergonomía y el método a través del cual toma lectura de la presión arterial.

Nuestra idea se enfocará en intentar desarrollar un dispositivo que realice el MAPA y no presente o minimice las desventajas ya existentes. Buscando brindarle al profesional médico una mayor cantidad de información confiable del paciente.

Presentaremos en la sección de marco teórico los conceptos que creemos necesarios para que se puedan interpretar las ideas de nuestro proyecto. Entre ellos se encontrará información referida a la patología HTA y métodos de medición de presión arterial.

Para el desarrollo del dispositivo pensamos diseñar un sistema de hardware, uno mecánico y otro de software que trabajaran en conjunto para tomar lectura de la presión arterial y también de algunos otros parámetros relevantes, almacenando la información en una memoria que a través de una aplicación podamos visualizarla en un teléfono inteligente.

# IMPACTOS DEL PROYECTO:

Además de nuestro interés por aprender llevando a cabo este proyecto, creemos que lo realizado aquí, también debe aportar para mejorar la sociedad actual. Es por esto que analizamos los diferentes impactos que nuestro proyecto podría presentar.

* 1. **Impacto social:** La HTA es una patología que le impone muchas trabas a las personas en la realización de una vida saludable en lo mental y físico.

Creemos que, si este proyecto logra mejoras durante el diagnóstico y tratamiento, podría contribuir a modificar las limitaciones del paciente, que en muchos casos son impuestas de “manera sobredimensionada” debido al intento del profesional de salud de preservarse ante diferentes incertidumbres que generan las herramientas de diagnóstico actuales.

De esta manera, el paciente quizás podría tener una vida un poco menos dependiente de esta patología y no lidiar con tanta preocupación.

También, pensamos que, si en un futuro existe el espacio de exposición de este proyecto, sería muy útil a modo de concientizar, mencionar y/o dar una breve charla para los presentes sobre los diferentes factores que aportan negativamente a esta patología y que se pueden evitar generando buenos hábitos de dieta, actividad física, etc. Como también enseñar a medir la presión, lo que es algo sencillo, está al alcance de la mayoría y puede aportar al control de la salud que realiza una familia en su domicilio.

* 1. **Impacto económico:** Actualmente el costo de los equipos para MAPA es relativamente alto y no hay mucha disponibilidad de ellos en los centros sanitarios. En ocasiones, algunos pacientes son quienes compran el dispositivo para continuar su tratamiento ya que los alcances económicos de muchos centros de salud no logran aportarlos.

Creemos que nuestro desarrollo puede mejorar el precio de esta herramienta, logrando que su adquisición sea más fácil tanto para los centros sanitarios, como para los médicos que desean sumar herramientas personales o para los mismos pacientes que necesitan utilizar un MAPA muy a menudo, pero sin significar un gasto tan elevado.

Así, en cada caso de HTA su diagnóstico puede ser ayudado por un dispositivo MAPA, mejorando los tiempos y eliminando incertidumbres que conlleva este proceso.

* 1. **Impacto ambiental / sanitario:** Como mencionamos, la HTA es muy común en nuestra sociedad actual, por lo que muchos habitantes concurren seguidamente a consultas médicas para realizar controles de presión. Pero si se logra mayor disposición de equipos MAPA, se podría realizar gran parte del diagnóstico sin necesidad de que el paciente concurra tantas veces al consultorio, lo que daría lugar a una mejor disponibilidad del espacio de salud y de los profesionales para atender las diferentes demandas sanitarias. Como también, los pacientes no se deberían exponer tanto al ambiente hospitalario que en algunos casos es potencial de contagios.

De esta manera, creemos que el proyecto tendría un buen impacto en el sector sanitario y con ello en lo ambiental.

# MARCO TEÓRICO:

## Hipertensión arterial (HTA):

La hipertensión arterial se define como una elevación continuada de la presión en las arterias. A menudo no es posible identificar la causa de la hipertensión, pero algunas veces se produce a consecuencia de una enfermedad renal subyacente o de un trastorno hormonal.

La hipertensión arterial (HTA) es el factor de riesgo cardiovascular más frecuente y afecta a 1 de cada 3 personas adultas. Es una enfermedad multifactorial porque está determinada e influenciada por muchos factores distintos y generalmente no da síntomas. Si no se diagnostica y no se trata, provoca frecuentemente complicaciones graves como el infarto de corazón, el accidente cerebrovascular o la necesidad de diálisis por daño renal.

El proceso de diagnóstico de esta patología muchas veces resulta complicado para el profesional médico. Esto se debe a que los métodos de medición de la presión arterial a menudo son interferidos por diversos factores, y este parámetro es el más importante en la evaluación.

En la gran mayoría de los casos, la HTA no puede curarse, pero sí controlarse con medicamentos para lograr mantener la presión arterial dentro de los valores recomendados (menos de 140/90 mmHg). El tratamiento indicado debe continuarse sin interrupciones durante toda la vida.

## Diagnóstico de la hipertensión arterial:

La medición de presión arterial es una de las herramientas que se utilizan para establecer el diagnóstico de hipertensión arterial. Esto debe hacerse siguiendo un procedimiento específico en la consulta médica. Una lectura de 130/80 mmHg o más se considera alta, pero **el diagnóstico no se puede basar en una sola medición**. A veces, ni varias lecturas elevadas son suficientes para establecer el diagnóstico, debido a que, por ejemplo, las lecturas pueden variar demasiado entre ellas. Cuando se registra una lectura inicial elevada, la presión arterial debe determinarse de nuevo en la misma consulta y luego dos veces al día por lo menos durante dos días más, para **asegurarse de que persiste la hipertensión**.

## Medición de la presión arterial (PA):

Habitualmente la toma de la presión arterial puede realizarse mediante dos métodos:

* El método auscultatorio o tradicional, utiliza un manguito de goma que se coloca alrededor del brazo, unido a un medidor de mercurio o aneroide donde se mide la presión arterial, y mediante un fonendoscopio, colocado a nivel de la arteria del brazo, podemos escuchar los sonidos que origina la sangre a medida que se desinfla el manguito, lo que permite establecer los valores de la presión arterial sistólica y diastólica.
* El método oscilométrico, en vez de usar el fonendoscopio y el oído del experto, posee en su interior un sensor de presión electrónico calibrado que analiza las oscilaciones de la arteria del brazo al colapsarla con el manguito. Este último método es el empleado por la mayoría de los aparatos automáticos o semiautomáticos que podemos encontrar en farmacias y tiendas especializadas y en el que el brazalete es inflado y desinflado por un compresor. Sin embargo, existen unos modelos automáticos con el doble sistema de medición, es decir, que incluyen la medición auscultatoria que suele ser más precisa.

Varios instrumentos pueden medir la presión arterial rápidamente y con pocas molestias. Por regla general se utiliza un tensiómetro (o esfigmomanómetro) de método tradicional. Todos los dispositivos de medición de presión arterial se comparan con éste para su aprobación, ya que es considerado el más preciso por los profesionales de la salud.

## Inconvenientes en la medición de presión arterial:

Se presentan diferentes factores que influyen en la lectura de la medición de presión arterial y dificultan el proceso de diagnóstico de la HTA. A continuación, se mencionan algunos de ellos.

La **seudohipertensión**, la presión arterial que se mide como elevada cuando en realidad no lo es, ocurre en personas con arterias muy rígidas (más comúnmente, en personas mayores). Se produce cuando la arteria del brazo es demasiado rígida para que la comprima el manguito y, por consiguiente, no puede medirse con precisión la presión arterial.

La **hipertensión latente** se produce cuando la medida de la presión arterial da un valor normal cuando en realidad es elevada. La hipertensión latente afecta hasta el 10% de las personas con hipertensión arterial. Detectar este tipo de hipertensión puede ser imposible a menos que se mida la presión arterial en el propio domicilio o si se sospecha que la causa de una complicación (por ejemplo, la insuficiencia cardíaca) ha sido la hipertensión arterial.

La **hipertensión de bata blanca** (HTABB), es aquella en que la presión arterial en el consultorio o en el hospital, es mayor que fuera de ellos. Tiene el riesgo de que se catalogue a una persona normal como hipertensa. El efecto de bata blanca (EBB) es aquel en que la presión arterial en la consulta, es más alta que el promedio de presiones registradas fuera del medio hospitalario. El EBB puede magnificar o sobrevalorar la hipertensión. Este efecto es debido a una respuesta adrenérgica causada por alarma y son más frecuentes de lo que se supone.

Se comercializan instrumentos para que las personas con hipertensión arterial, o personas en proceso de diagnóstico puedan controlarse en el propio domicilio. **Algunos estudios y opiniones de médicos indican que esta herramienta tiene una precisión inaceptable.** Esto en gran parte puede deberse a que quien toma la lectura es el mismo paciente y quizás en muchos casos no cuente con el conocimiento correcto para hacerlo.

## Monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA):

De las páginas anteriores se puede comprender que existe cierta complejidad y condicionamientos para medir la presión arterial que pueden generar incertidumbres para el proceso de diagnóstico. Buscando solución a esto, se puede utilizar un monitor de la presión arterial durante 24 horas. Este dispositivo se conoce como **MAPA (Monitoreo ambulatorio de presión arterial)**, se trata de un dispositivo portátil que funciona con pilas y se lleva sobre la cadera, conectado a un manguito para el control de presión arterial, que se coloca en el brazo. Este monitor registra la presión arterial a lo largo del día y la noche, cada 20 a 40 minutos aproximadamente. Las lecturas no solo indican la presencia de hipertensión arterial, sino también su gravedad.

Veamos a las principales **desventajas del método MAPA:**

* Brazos con dificultad de ajuste adecuado del manguito. Esto ocurre con cierta frecuencia en pacientes obesos en los que el diámetro del brazo va disminuyendo distalmente lo que hace que el manguito con frecuencia quede desplazado de la posición adecuada.
* Valores muy altos de PA. Imagine un paciente con PA de (200/100) mmHg en el consultorio y que relata medidas similares en casa. Utilizar el MAPA en estos casos no es una buena idea. El aparato tendrá que insuflarse bastante para alcanzar presiones superiores a las del paciente, lo que puede causar incomodidad y dolor. Imagínese esto ocurriendo cada 20, 30 minutos durante 24h. Definitivamente el paciente no quedará con una buena experiencia.
* Situaciones clínicas asociadas a trastornos del movimiento como el Parkinson. Dificulta la lectura por parte del aparato además de aumentar la posibilidad de desplazamiento del brazalete.
* Ciertas arritmias cardíacas como la fibrilación auricular. La forma mediante la cual los aparatos electrónicos miden la PA es el método oscilométrico. La presencia de ritmo cardíaco irregular dificulta este método.
* Incomodidad del método, principalmente en el período nocturno. Algunos pacientes no pueden dormir normalmente debido a las insuflaciones frecuentes del aparato.
* Costo relativamente elevado y disponibilidad limitada en los servicios de salud. Los británicos recomiendan que todo diagnóstico de HTA sea confirmado por la MAPA. Es fácil entender que en nuestro escenario esto es completamente inviable. El método está disponible en pocos servicios públicos y termina siendo reservado, en estos casos, para situaciones más dudosas.

Vemos que el MAPA es una importante herramienta para el diagnóstico, sin embargo, los dispositivos existentes en el mercado presentan muchas desventajas que podrían ser resueltas desde la ingeniería.

# DESARROLLO:

## Descripción del problema:

# BIBLIOGRAFÍA / FUENTES:

* <https://www.argentina.gob.ar/salud/glosario/hipertension>
* <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/92539>
* <https://www.sac.org.ar/>
* <https://www.msdmanuals.com/es-ar/hogar/trastornos-del-coraz%C3%B3n-y-los-vasos-sangu%C3%ADneos/hipertensi%C3%B3n-arterial/hipertensi%C3%B3n-arterial>
* <https://cardiopapers.com.br/cuales-son-las-principales-desventajas-de-la-mapa/?lang=es#:~:text=La%20presencia%20de%20ritmo%20card%C3%ADaco,en%20los%20servicios%20de%20salud>.
* <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/136#:~:text=Resumen,una%20persona%20normal%20como%20hipertensa>.
* Fisiología medica - Guyton y Hall; 14° Edición
* Química - Raymond Chang; 12° Edición
* Anatomía Humana – Latarjet – Ruiz Liard; 5° Edición