

*Título del trabajo de grado*



Universidad  
**Mariana**

Título del trabajo de grado

Nombres y apellidos del autor uno

Nombres y apellidos del autor dos

Universidad Mariana

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Mecatrónica

San Juan de Pasto

2024

# Título del trabajo de grado

Nombres y apellidos del autor uno

Nombres y apellidos del autor dos

Informe de investigación para optar al título de:

Ingeniero Mecatrónico

Ph.D. Nombre de asesor

Asesor

Ph.D. Nombre de co-asesor

Co-asesor

Universidad Mariana

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Mecatrónica

San Juan de Pasto

2024

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de  
Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)  
Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007  
Universidad Mariana

# Agradecimientos

Los agradecimientos se realizan para las instituciones o personas que colaboraron en la investigación. El primer párrafo que se ubica después de un título de primer nivel no lleva sangría de 5 espaciados o el equivalente a 0,5. Este primer párrafo se separa del título por una interlínea.

El segundo párrafo y siguientes llevan sangría de primera línea de 5 espaciados o el equivalente a 0,5. Los párrafos se separan del texto por una interlínea. Mantener en todo el texto el interlineado de 1,5 y justificado.

Los agradecimientos se realizan al culminar la investigación como requisito para la entrega del trabajo de grado.

*Dedicado a  
mi familia*

# Dedicatoria

La dedicatoria se realiza de manera personal, no debe ser superior a una página. Si son varios autores, deben ir en hojas independientes. El primer párrafo que se ubica después de un título de primer nivel no lleva sangría de primera línea de 5 espaciados o el equivalente a 0,5. Este primer párrafo se separa del título por una interlínea. Mantener en todo el texto el interlineado de 1,5 y justificado.

El segundo párrafo y siguientes llevan sangría de primera línea de 5 espaciados o el equivalente a 0,5. Los párrafos se separan del texto por una interlínea. Mantener en todo el texto el interlineado de 1,5 y justificado.

La dedicatoria se realiza al culminar la investigación como requisito para la entrega del trabajo de grado.

*Dedicado a  
mi familia*

# Índice general

<b>1</b>	<b>Resumen de la propuesta</b>	<b>11</b>
1.1	Descripción del problema . . . . .	11
1.1.1	Formulación del problema . . . . .	12
1.2	Justificación . . . . .	13
1.3	Objetivos . . . . .	13
1.3.1	Objetivo general . . . . .	13
1.3.2	Objetivos específicos . . . . .	14
1.4	Marco de referencia . . . . .	14
1.4.1	Marco de antecedentes . . . . .	15
1.4.1.1	Criterios de búsqueda . . . . .	15
1.4.1.2	Descripción de artículos . . . . .	16
1.4.2	Fundamentos teóricos . . . . .	17
1.4.2.1	Tema 1 . . . . .	17
1.4.2.2	Tema 2 . . . . .	17
1.4.3	Marco ético . . . . .	18
1.5	Metodología . . . . .	18
1.5.1	Línea y áreas temáticas del grupo de investigación . . . . .	18
1.5.2	Tipo de Investigación . . . . .	18
1.5.3	Hipótesis de la investigación . . . . .	18
1.5.4	Descripción metodológica . . . . .	18
1.5.4.1	Fase inicial . . . . .	19
1.5.4.2	Fase de desarrollo . . . . .	19
1.5.4.3	Fase de evaluación . . . . .	19
1.5.5	Validez de la investigación . . . . .	19
1.5.5.1	Interna . . . . .	19

1.5.5.2	Externa . . . . .	19
<b>2</b>	<b>Presentación de resultados</b>	<b>20</b>
2.1	Resultados de acuerdo a los objetivos . . . . .	20
2.1.1	Resultado del objetivo 1 . . . . .	20
2.1.2	Resultado del objetivo 2 . . . . .	21
2.1.3	Resultado del objetivo 3 . . . . .	21
2.2	Análisis e interpretación de resultados . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Discusión y conclusiones</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Recomendaciones y trabajos futuros</b>	<b>23</b>
4.1	Mejoras propuestas . . . . .	23
4.2	Sugerencias para investigación futura . . . . .	23
	<b>Bibliografía</b>	<b>24</b>
<b>A</b>	<b>Anexos</b>	<b>25</b>
A.1	Documentación técnica adicional . . . . .	25
A.2	Esquemas y diagramas . . . . .	25
A.3	Códigos fuente y configuraciones . . . . .	25

## Índice de Tablas

Tabla1	Criterios de búsqueda 2019 - 2023 . . . . .	16
Tabla2	Artículos relevantes para la investigación . . . . .	16
Tabla1	Ejemplo de Título de Tabla en Formato APA [2] . . . . .	21



## Índice de Figuras

Figura1	<i>Taxonomía de la investigación</i> . . . . .	15
Figura1	<i>Ejemplo de una figura en Formato Apa [4].</i> . . . .	20
Figura2	<i>Ejemplo de Figura en Formato APA</i> . . . . .	21

# Introducción

En la introducción, el autor presenta y señala la importancia, el origen, los objetivos, los alcances, las limitaciones; hace alusión a la metodología empleada, el significado que el estudio tiene en el avance del campo respectivo y su aplicación en el área investigada. Se recomienda que la introducción tenga una extensión máximo de 2 páginas. El primer párrafo que se ubica después de un título de primer nivel no lleva sangría de 5 espaciados o el equivalente a 0,5. Este primer párrafo se separa del título por una interlínea.

Por lo general, la introducción se escribe cuando se ha realizado un avance significativo o total del trabajo de investigación.

# Resumen de la propuesta

Presenta de forma breve la idea central del estudio, la relación con un problema, el marco teórico, los objetivos, la metodología y los resultados esperados. Extensión máxima 300 palabras.

Palabras clave: Palabras separadas por comas, no frases, que indiquen lo fundamental del texto para búsqueda de información. No debe ingresar más de cinco palabras clave.

## 1.1. Descripción del problema

Descripción de manera precisa y completa sobre la naturaleza e importancia del problema, bajo una relación de análisis contextual y teórica. Delimitación clara y precisa del objeto de la investigación, desarrollo e innovación tecnológica, con precisión de una pregunta a resolver. La descripción del problema debe estar redactada en una página y dividida en 4 párrafos.

### **Ejemplo:**

En el caso de Enfermedad Cerebro-Vascular (ECV) no fatal, (Jokinen et al., 2015) afirman que entre el 45 % y el 83 % de los sujetos presentan secuelas neurológicas que en el 50 % de los casos , notarlas puede tomar hasta seis meses. Entre las consecuencias más comunes del deterioro, (Schaapsmeeders et al., 2013) y (Barker-Collo Suzanne et al., 2012) establecen que se puede presentar: reducción en la velocidad de procesamiento mental, carencia en la habilidad para establecer, planear y llevar a cabo objetivos, alteración de la atención, pérdida de la memoria, entre otros.”

El 50 % de las admisiones en hospitales por afectaciones neurológicas se debe a infartos cerebrales (IC), la forma más común de ECV. Esta no es esencialmente mor-

tal, sin embargo, consume muchos recursos post hospitalarios y afecta al individuo en los niveles social, económico y emocional (Muñoz, M., 2010). En Colombia, el observatorio nacional de salud y (Orjuela, 2015), reportan que en el año 2014, los departamentos con mayor prevalencia de accidentes cerebrovasculares (ACV) en las mujeres fueron: Boyacá, Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Choco, oscilando entre el 0,09 % y el 0,06 %. Para el caso de los hombres las cifras son similares.

De acuerdo con (Michael & Chen, 2005), los principales inconvenientes de los métodos actuales de rehabilitación cognitiva es que no consideran la diversidad de habilidades propias de cada paciente, ni tampoco las capacidades físicas y cognitivas afectadas por el ECV. Adicionalmente, estos autores señalan que el nivel de dificultad de la terapia no se adapta a la evolución del paciente, por lo que esta puede ser abandonada debido a frustración, si los ejercicios son muy complejos, o a aburrimiento, si estos son demasiado simples. Otra dificultad de los actuales procesos de rehabilitación cognitiva, resaltada en (Clare et al., 2019), es que estos no toman en consideración las actividades de la vida diaria que son importantes para cada paciente, lo que constituye otra causa de abandono de la terapia.

El principal impedimento para la masificación de procesos de rehabilitación cognitiva con nivel de dificultad adaptativo y acorde a las necesidades específicas de cada usuario, es el desmedido incremento en los requerimientos de personal especializado; lo que tiene implicaciones económicas que los actuales sistemas contributivos de salud no podrían costear. Sin embargo, si la terapia se realiza con base en un aplicativo software, la adaptabilidad y la individualización de los ejercicios se puede llevar a cabo sin requerir el acompañamiento permanente de terapeutas. En concordancia a lo expuesto anteriormente, este proyecto busca proponer una herramienta para rehabilitación cognitiva basada en realidad virtual y con nivel de dificultad adaptativo, en el contexto de actividades de la vida diaria de población vulnerable.

### **1.1.1. Formulación del problema**

¿Cuáles serán las características de una aplicación software basada en realidad virtual inmersiva para la estimulación de la memoria espacial, en un contexto de

juego serio multijugador?

## **1.2. Justificación**

Redactar en una página considerando los siguientes aspectos:

- Describir la importancia, conveniencia y relevancia – institucional, social, económica, ambiental, tecnología- del trabajo de grado. Es importante describir como el proyecto aporta al programa de ingeniería mecatrónica.
- Argumentar las razones por las cuales el trabajo de grado tiene relación con una o más de las tipologías correspondientes de I+D y I+D+I y además expresar el vínculo con las líneas de investigación del grupo de investigación.
- Resaltar los factores que hacen pertinente la realización del proyecto, su alcance y coherencia de los resultados
- Describir el valor agregado del proyecto en la institución o empresa, como proceso, obtención productos y servicios y innovación tecnológica.
- Resaltar el recurso humano involucrado para el éxito de la propuesta y los aliados potenciales internos a la universidad y externos

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Son los mismos objetivos presentados en el anteproyecto. En el caso de presentarse cambios durante el desarrollo del proyecto, es necesario solicitar oportunamente su aprobación. El trabajo se evalúa a partir del cumplimiento de los objetivos, por eso es importante verificar si el objetivo está bien redactado y si en el informe se demuestra su cumplimiento o su negación.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Narrativa de la formulación del objetivo uno.
- Narrativa de la formulación del objetivo dos.
- Narrativa de la formulación del objetivo tres.

## **1.4. Marco de referencia**

De 6 a 10 páginas, incluir marco de antecedentes, taxonomía y es un glosario de términos sobre el concepto funcional o representación de modelo matemático, que representa el sistema.

Dependiendo de la tipología de investigación y TRL se deben precisar los marcos teóricos y conceptuales que sustentan y guían la aplicación de la propuesta de investigación, desarrollo e innovación. Precisar las ideas o conceptos específicos que guiaran el análisis del tema, búsqueda del avance científico y tecnológico y el alcanzar los objetivos propuestos. Nuevas ideas de que deben contribuir a consolidar un proceso, un modelo de desarrollo y/o de innovación.

Precisar las categorías de análisis y/o variables que hacen operativas las teorías e ideas de la investigación, desarrollo e innovación tecnológica. En este primer apartado se debe incluir la taxonomía del marco teórico.

Las gráficas y figuras deben ir consecutivamente y contienen a) Etiqueta y número de la figura en negrita b) Título en cursiva y justificado hacia la izquierda. Nombrar fuente de la extracción, si es resultado de la investigación no lleva fuente.

Figura 1: *Taxonomía de la investigación*



#### **1.4.1. Marco de antecedentes**

Entre 3 a 5 páginas con 20 referencias mínimo (artículos, patentes, manuales), incluyendo la subsección de criterios de búsqueda. Describir los antecedentes en la subsección análisis de desarrollos previos. Tener en cuenta que en todo el recorrido del texto se debe hacer un uso correcto de los distintos tipos de citas, con el fin de reconocer los derechos de autor y evitar vulneraciones al derecho de autor (plagio/autoplagio), que puede obstaculizar el proceso de aprobación del trabajo de grado y, además, generar sanciones disciplinarias. [1].

##### **1.4.1.1. Criterios de búsqueda**

Descripción de bases de datos empleadas (*Google Scholar, Google Patents, IEEE-Xplorer, ScienceDirect, Scopus u otra*), criterios de búsqueda (*Año, área temática, idioma, citaciones*). La búsqueda debe comprender los últimos cinco años hasta la fecha de la búsqueda, y en la *Tabla 1*, se relacionan los criterios de búsqueda empleados.

Tabla 1: Criterios de búsqueda 2019 - 2023

Tipos de violencia	año
Criterios de búsqueda	ECG E IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN Y DETECCIÓN Y ARRITMIAS Y ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO
Período de búsqueda	2016 - 2021
Número de documentos encontrados sin filtros	24
Idioma	Artículos solo en inglés.
Filtro por área temática	computación Ingeniería Medicina
Tipos de documentos	Artículos
Número de documentos encontrados sin filtros	12

Nota. Esta es una nota de ejemplo para la tabla que proporciona información adicional relevante.

#### 1.4.1.2. Descripción de artículos

Para el análisis de los estudios se realiza la segmentación en dos periodos específicos. Periodo histórico desde el primer estudio encontrado hasta el año vigente anterior, y el periodo de los últimos 5 años del estudio. Se inicia con una tabla resumida de las citas y con un texto descriptivo de cada uno de ellos *Tabla 2*.

Tabla 2: Artículos relevantes para la investigación

N°	Autores y año	Número de citaciones	Área temática
1	Asl et al.(2008)	239	Support vector machine
2	Ghorbani Afkhami et al. (2016)	114	Decision Tree
3	Castillo et al.(2012)	86	K-Nearest Neighbors

Nota. Esta es una nota de ejemplo para la tabla que proporciona información adicional relevante.

Una vez se muestra la tabla se procede a describir cada uno de los artículos en este se debe incluir una descripción corta, los métodos fueron usados, los resultados y su importancia.

*Ejemplo de un texto para un artículo:*



De acuerdo con el estudio de Mohamed et al. (2021) la inclusión de técnicas de análisis no lineal para señales electrocardiográficas (ECG) mejora considerablemente los resultados de clasificación a los métodos lineales. Para el desarrollo del clasificador se contempla una base de datos de 1200 muestras, 5 categorías: ritmo normal (NR), pareado ventricular (VC), taquicardia, ventricular (VT), bigeminismo ventricular (VB) y fibrilación ventricular (FV). Los métodos utilizados fueron SVM, KNN, FP-Tree y redes neuronales, y la fiabilidad fue determinada a través de las métricas matriz de confusión y precisión. Los resultados obtenidos muestran una precisión del 99,5 %, por encima de estudios similares, y la importancia del estudio radica en su aplicabilidad en la resolución de problemas que tienen un comportamiento no lineal.

### **1.4.2. Fundamentos teóricos**

#### **¿En quién se fundamenta?**

Entre 3 y 5 hojas, proporcionar los conceptos que intervienen en los objetivos, el problema, y la sustentación de los modelos utilizados para la obtención de los resultados. Aquí también se pueden explicar términos básicos del trabajo, sin convertirse en un glosario. Es muy importante que la información que aparezca aquí sea suficientemente concreta y corta, y con las referencias bibliográficas completas, de manera que este no sea en ningún caso el capítulo más largo o importante pues en los siguientes, especialmente a partir del capítulo 2 y las conclusiones, es donde se presenta el mayor aporte del trabajo realizado.

#### **1.4.2.1. Tema 1**

$$SD = \sum_{k \notin C} [\hat{x}_q]_k / \sum_k [\hat{x}_q]_k \quad (1)$$

#### **1.4.2.2. Tema 2**

$$RNG = \frac{\left( \sum_{k \notin C \& [\hat{x}_q]_k < 0} [\hat{x}_q]_k \right)}{\left( \sum_{k \in C} [\hat{x}_q]_k \right)} \quad (2)$$

### **1.4.3. Marco ético**

Solo aplica en caso de que el proyecto este relacionado con políticas médicas y tratamiento de bases de datos.

## **1.5. Metodología**

En una página describir los siguientes items

### **1.5.1. Línea y áreas temáticas del grupo de investigación**

En un párrafo justificar porque el trabajo de grado se enmarca en la línea de investigación Desarrollo Mecatrónico y áreas temáticas:

- Electrónica, automatización y control
- Desarrollo de procesos y productos
- Bioingeniería
- Ingeniería computacional

### **1.5.2. Tipo de Investigación**

### **1.5.3. Hipótesis de la investigación**

### **1.5.4. Descripción metodológica**

En un máximo de 10 páginas, realizar la descripción de la metodología utilizada para resolver el problema y alcanzar los objetivos planteados. La metodología debe ser congruente con los objetivos específicos planteados así como la validez de la investigación (interna y externa). Se deben describir las etapas operativas del estudio realizadas teniendo en cuenta los elementos:

- Incluir un diagrama de fases donde se muestren las etapas para el desarrollo del proyecto, que deben estar relacionadas con los objetivos del proyecto.

- Se recomienda redactar la metodología por objetivo específico y definir para cada uno de ellos, el procedimiento, técnica o herramienta a utilizar, por ejemplo, simulaciones, validaciones, ensayos, entre otros, las variables a analizar cuando aplique y la información o datos que aspira a obtener y los resultados.
- Se debe desglosar las etapas en actividades del proyecto. Estas se deben describir únicamente en texto.

#### **1.5.4.1. Fase inicial**

#### **1.5.4.2. Fase de desarrollo**

#### **1.5.4.3. Fase de evaluación**

### **1.5.5. Validez de la investigación**

Descripción de los instrumentos de referencia, Métricas, rúbricas u experimentos que empelados para la evaluación de desempeño del prototipo, sistema (*Hardware/-Software*) desarrollado.

#### **1.5.5.1. Interna**

#### **1.5.5.2. Externa**

# Presentación de resultados

## 2.1. Resultados de acuerdo a los objetivos

### 2.1.1. Resultado del objetivo 1

Figura 1: *Ejemplo de una figura en Formato Apa [4].*



2.1.2. Resultado del objetivo 2

Ejemplo de una (Tabla 1), extraída de [3].

Tabla 1: Ejemplo de Título de Tabla en Formato APA [2]

Encabezado 1	Encabezado 2	Encabezado 3
Dato 1A	Dato 1B	Dato 1C
Dato 2A	Dato 2B	Dato 2C
Dato 3A	Dato 3B	Dato 3C

Nota. Esta es una nota de ejemplo para la tabla que proporciona información adicional relevante.

2.1.3. Resultado del objetivo 3

2.2. Análisis e interpretación de resultados

Figura 2: *Ejemplo de Figura en Formato APA*



## Discusión y conclusiones

Reflexiones fruto del trabajo y sugerencias para posteriores proyectos. Indique lo positivo de su trabajo con la empresa y también las acciones de mejora que se deben tener en cuenta para futuros estudiantes

# Recomendaciones y trabajos futuros

Las recomendaciones deben ser reflexiones fruto del trabajo y sugerencias para posteriores proyectos. Indique lo positivo de su trabajo y también las acciones de mejora que se deben tener en cuenta para futuros estudiantes.

- En las recomendaciones se describen aquellos puntos que pudieran mejorar el trabajo y que no fueron tenidos en cuenta durante la realización o que fueron descubiertos en el desarrollo de la misma.
- En el trabajo futuro se esclarece la proyección del trabajo realizado, en el sentido de otras aplicaciones, mayores desarrollos, otras consideraciones, etc. Es dejar en evidencia otras oportunidades en el área estudiada.

## 4.1. Mejoras propuestas

## 4.2. Sugerencias para investigación futura

# Bibliografía

- [1] Andy Adler, John Arnold, Richard Bayford, Andrea Borsic, Brian Brown, Paul Dixon, Theo Faes, Inéz Frerichs, Hervé Gagnon, Yvo Garber, et al. Greit: towards a consensus eit algorithm for lung images. 2008.
- [2] Myles Capstick Kuster Niels. Dielectric Properties » ITÍS Foundation. 2020. URL <https://itis.swiss/virtual-population/tissue-properties/database/dielectric-properties/>.
- [3] Steffen Leonhardt, Axel Cordes, Harry Plewa, Robert Pikkemaat, Irina Soljanik, Klaus Moehring, Hans J. Gerner, y Rüdiger Rupp. Electric impedance tomography for monitoring volume and size of the urinary bladder. *Biomedizinische Technik*, 56(6):301–307, 2011. ISSN 00135585. doi:10.1515/BMT.2011.022. URL <https://www.degruyter.com/view/j/bmte.2011.56.issue-6/bmt.2011.022/bmt.2011.022.xml>.
- [4] Guizhi Xu, Qing Wu, Qingxin Yang, Ying Li, y Weili Yan. A reconstruction algorithm based on wavelet network in electrical impedance tomography. En *The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, tomo 1, págs. 1435–1438. IEEE, 2004.



# Anexos

## A.1. Documentación técnica adicional

## A.2. Esquemas y diagramas

## A.3. Códigos fuente y configuraciones

La compilación de los scripts, se realiza en el entorno PSoC creator 4.2, a continuación se anexa el código correspondiente de las funciones y librerías usadas en la fuente de corriente (VCCS).

**main.c:**

```
//1) Primero compilar y descargar este sketch a la tarjeta Arduino.  
//2) Para graficar en Matlab usar el script cap8_graficar.m  
  
#include <math.h>  
  
float y;  
float t=0;  
  
void envia_datos(float x, float y){  
    Serial.print(y);  
    Serial.print(" ");  
    Serial.println(x);  
}  
  
void setup(){
```

```
Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  //y=cos(t);  
  //y=sin(t);  
  //y=1-pow(2.37,-t);  
  //y=t/sqrt(1+t*t);  
  //y=tanh(t);  
  //y=t/(1+abs(t));  
  y=2*t/(1+t*t);  
  //y=sinh(t)/(1+cosh(t));  
  //y=(1-pow(2.27,-t*t))*t;  
  //y=t*t*t*t*sin(t);  
  envia_datos(t,y);  
  t=t+0.01;  
  delay(10);  
}
```