

---

# Análisis del uso de la Potencia Óptica de Lentes Electrónicos Controlados por Señales EMG: Un Enfoque Cuantitativo de Fatiga Ocular

---

Autor  
William Andrés Gómez Roa

Director  
German Yamhure Kattah Ms.C

Presentado a  
Wilder Eduardo Castellanos Hernández, Ph.D.

Cliente  
Arturo Fajardo Jáimes, Ph.D.



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Colombia

**Pontificia Universidad Javeriana**  
Facultad de Ingeniería  
*Bioingeniería*

Bogotá - Colombia, Septiembre del 2023

# Índice

	Página
<b>1. Objetivos</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo General . . . . .	1
1.2. Objetivos Específicos . . . . .	1
<b>2. Solución propuesta</b>	<b>2</b>
<b>3. Planeación del Trabajo</b>	<b>5</b>
<b>4. Presupuesto</b>	<b>8</b>

## Índice de figuras

1.	Esquematico del montaje con los elementos necesarios. <i>1. Asistente que realiza la prueba, 2. Lente optoelectrónico Optutune, 3. Caja, 4. Computador con LABView, 5. Pantalla display, 6. Sistema profesional GTEC de adquisición de señales EMG, 7.Cámaras, 8. Luz IR, 9.Base de datos.</i> . . . . .	2
2.	Algunas ubicaciones posibles de la cámara; no todas permiten ver la pupila adecuadamente. . . . .	3
3.	Descomposición de las actividades planeadas. . . . .	5
4.	Planación cronológica para completar el proyecto. . . . .	6
5.	Planación de objetivos 1 y 2. . . . .	6
6.	Planación de objetivos 3 y 4. . . . .	7
7.	Presupuesto . . . . .	8

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo General

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal realizar una evaluación cuantitativa de la potencia óptica delegada por usuarios de lentes controlados electrónicamente, utilizando una señal EMG, mientras se dedican a actividades visuales en una pantalla digital. La investigación se llevará a cabo durante un período de tiempo suficiente para observar y medir la fatiga ocular generada en este contexto.

### 1.2. Objetivos Específicos

- Apropiar y modificar el sistema desarrollado en [1] y modificado en [2] de la siguiente manera:
  1. Integración del sistema GTEC como interfaz para la lectura de la señal EMG del usuario.
  2. Realización de las modificaciones necesarias para restablecer la operatividad del sistema.
  3. Incorporación de una cámara al sistema para la captura de los movimientos oculares del voluntario.
  4. Ajuste de la interfaz de LABVIEW para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
- Diseñar y realizar experimentos para medir cuantitativamente la potencia óptica (en función del tiempo) delega por el voluntario a los lentes externos en condiciones controladas (e.g., distancia de proyección, iluminación, temperatura de color de la pantalla), con un mínimo de 8 voluntarios sin presbicia ni astigmatismo.
- Crear una base de datos relacional, en la cual se consignen los datos experimentales de las mediciones.
- Analizar y validar los resultados obtenidos.

## 2. Solución propuesta

### · Apropiación del montaje experimental existente

Primero se requiere identificar los materiales que servirán para este trabajo de grado que ya existen, como lo puede ser el visor de ojos, la estructura de la caja e inclusive alguna cámara y un monitor display.

Además se deben identificar los algoritmos de LABView que estan disponibles, para conocer sus alcances.

### · Implementación de un nuevo montaje experimental

El nuevo montaje experimental debe incorporar una cámara que grabe la pupila del ojo del usuario durante los experimentos y también debe integrar el sistema GTEC como interfaz para leer la señal EMG. Además, se sugiere incluir una luz infrarroja (IR) para iluminar la pupila y facilitar su medición. La ubicación óptima de estos elementos se muestra en la Figura 1.

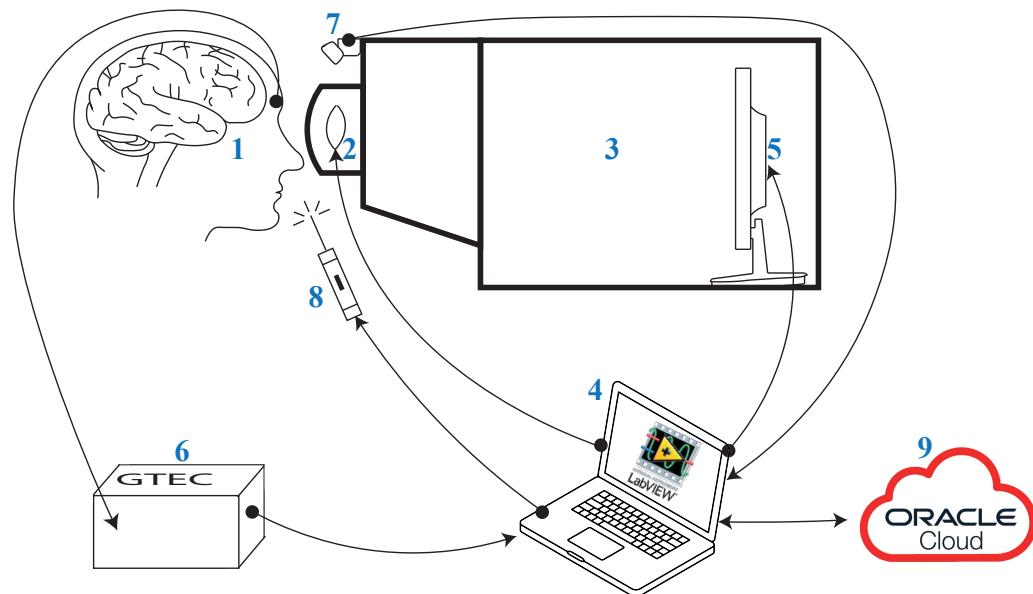


Figura 1: Esquemático del montaje con los elementos necesarios. 1. Asistente que realiza la prueba, 2. Lente optoelectrónico Optutune, 3. Caja, 4. Computador con LABView, 5. Pantalla display, 6. Sistema profesional GTEC de adquisición de señales EMG, 7.Cámaras, 8. Luz IR, 9.Base de datos.

Se debe establecer cuidadosamente la ubicación de la cámara que grabará la pupila; se seleccionará una ubicación externa a la caja y se evaluarán diferentes ubicaciones optimas, como se muestra en la Figura 7, con el fin de capturar adecuadamente la pupila. Así mismo se deberá ubicar la luz infrarroja de tal forma que favorezca la medición de la pupila.



Figura 2: Algunas ubicaciones posibles de la cámara; no todas permiten ver la pupila adecuadamente.

#### **· Diseño de experimentos**

Para medir la potencia óptica delegada por un usuario a los lentes Optotune mediante señales EMG en función del tiempo, se proponen los siguientes experimentos:

#### **Experimento 1: Fatiga ocular causada en 10 minutos.**

En este experimento, el usuario se colocará cómodamente y observará la pantalla digital a través de los lentes Optotune mientras realiza una tarea exigente, como leer o analizar problemas visuales, durante aproximadamente 10 minutos. Se registrarán los datos de enfoque en función del tiempo para analizar cualquier variación en la potencia óptica delegada.

Una variante de este experimento implicaría que el usuario realice una tarea que cause fatiga ocular antes de usar el montaje, por ejemplo, leer en una pantalla digital durante más de 1 hora, con el objetivo de aumentar la fatiga ocular durante la prueba.

#### **Experimento 2: Diferencias en el enfoque dependiendo de la hora del día.**

En este experimento, el usuario simplemente enfocará claramente la imagen a través de los lentes Optotune y se registrara esta información. Se registrarán los datos de enfoque por la mañana y por la noche, o durante varias veces del día, para determinar si existe alguna variación en la potencia óptica delegada según la hora del día o si la fatiga ocular afecta el enfoque a lo largo del día.

#### **Experimento 3: Realizar tareas demandantes de forma alternada.**

Este experimento compara los efectos de realizar tareas demandantes de forma alternada durante 1 hora. El usuario realizará tareas en una pantalla digital durante 10 minutos, luego se colocará en el montaje y mirará a través de los lentes para realizar otra tarea demandante durante otros 10 minutos. Este ciclo se repetirá tres veces para evaluar los efectos de la fatiga ocular.

El fin de este proceso es promover la fatiga ocular para evaluar su efecto.

#### **· Implementación de una base de datos relacional**

Los datos clave que se almacenarán incluyen videos de los ojos durante el experimento, señales EMG del equipo GTEC y señales de sintonización de los lentes Optotune. Además,

se registrarán datos de usuarios como nombre, apellidos, edad, género e información visual relevante, como resultados subjetivos de una prueba de Snellen.

También se registrarán detalles específicos de cada experimento, como hora, fecha, usuario, iluminación de la caja, potencia de la luz IR y distancia de enfoque.

Los videos se almacenarán en un servidor en la nube, como GitHub, y se almacenarán en la base de datos en forma de enlaces debido a las limitaciones de tamaño de archivo.

Se propone utilizar la base de datos Oracle de la Pontificia Universidad Javeriana para garantizar la persistencia y confiabilidad de la información a largo plazo. Esta opción es más conveniente que utilizar un servidor personal y asegurará la integridad de los datos para futuros análisis y proyectos relacionados.

### 3. Planeación del Trabajo

Para cumplir con los objetivos específicos se planearon tareas y subtareas que se ilustran a continuación.

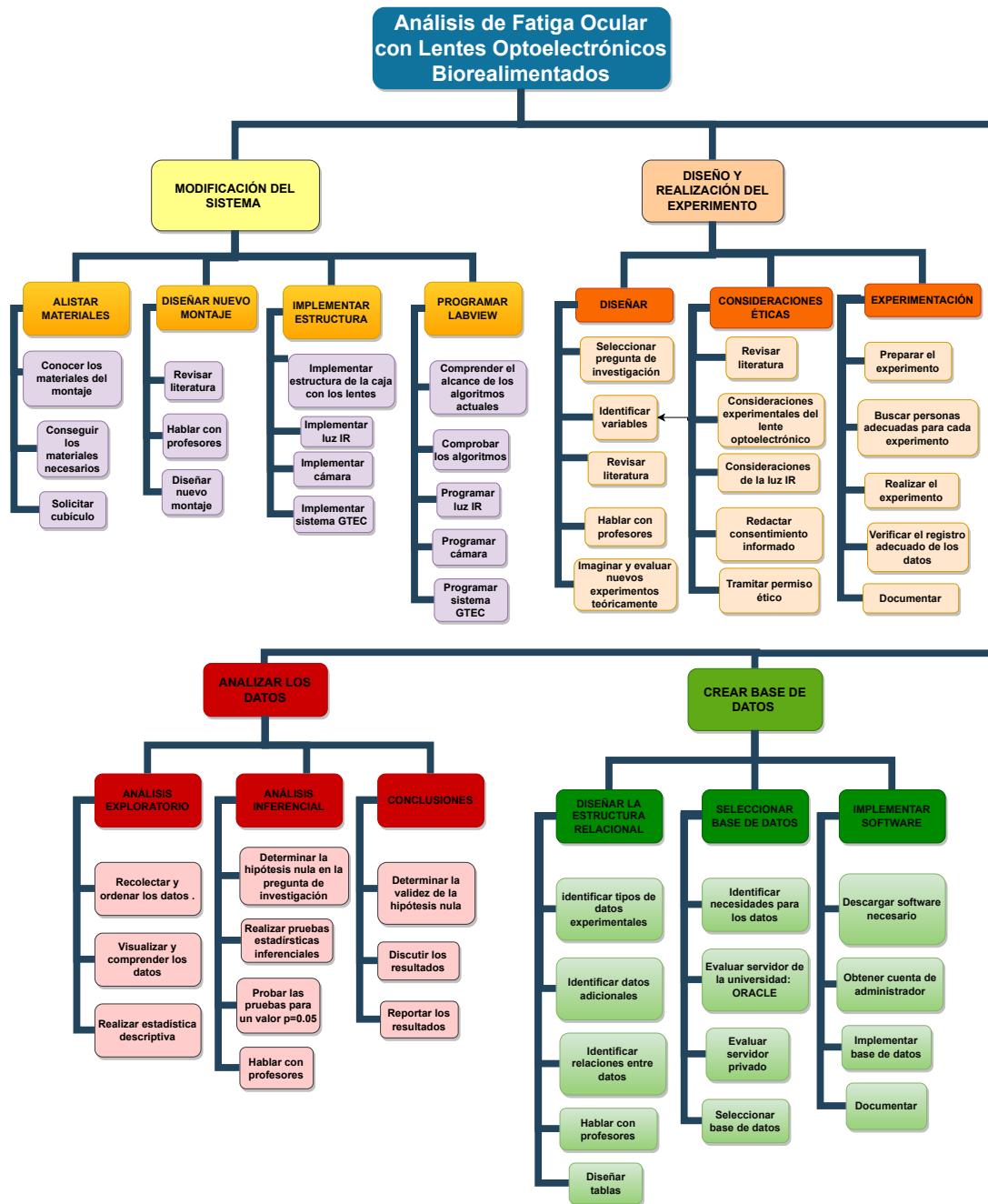


Figura 3: Descomposición de las actividades planeadas.

## Análisis del uso de la potencia óptica de lentes electrónicos controlados por señales EMG: un enfoque cuantitativo de Fatiga Ocular

A continuación se muestra la planeación de actividades planeadas requeridas para completar el proyecto de grado utilizando un diagrama de Gantt.

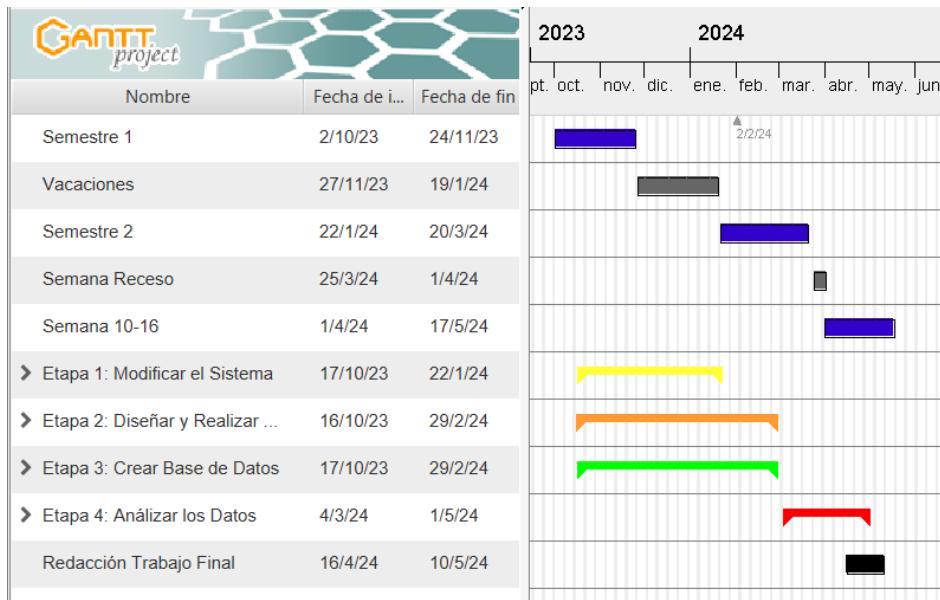


Figura 4: Planación cronológica para completar el proyecto.

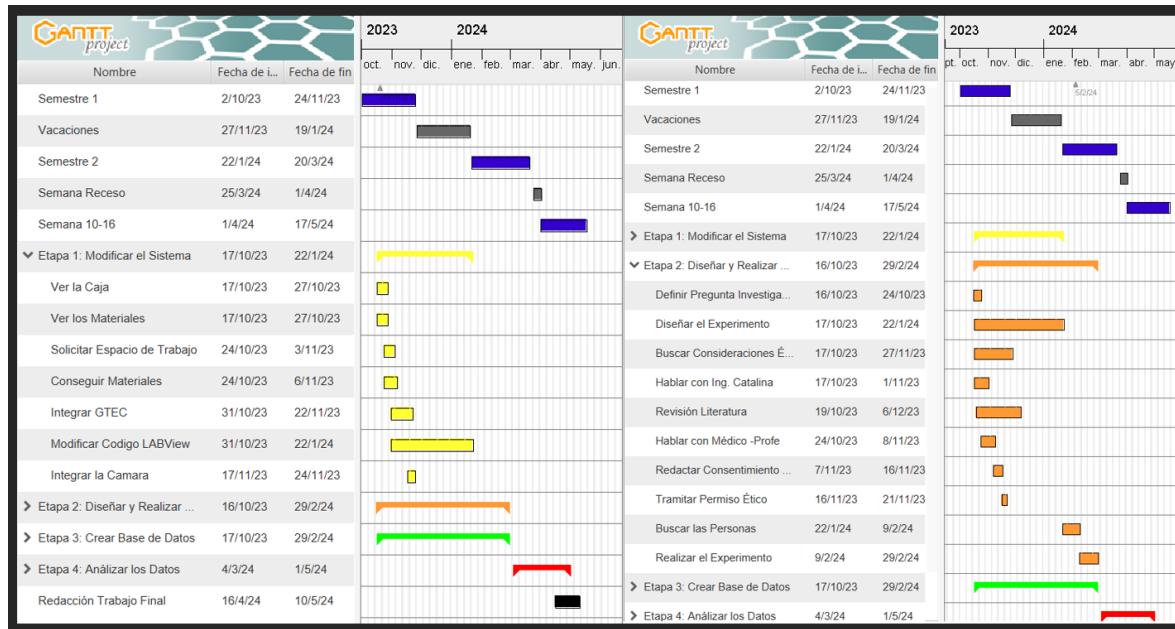


Figura 5: Planación de objetivos 1 y 2.

Análisis del uso de la potencia óptica de lentes electrónicos controlados por señales EMG: un enfoque cuantitativo de Fatiga Ocular

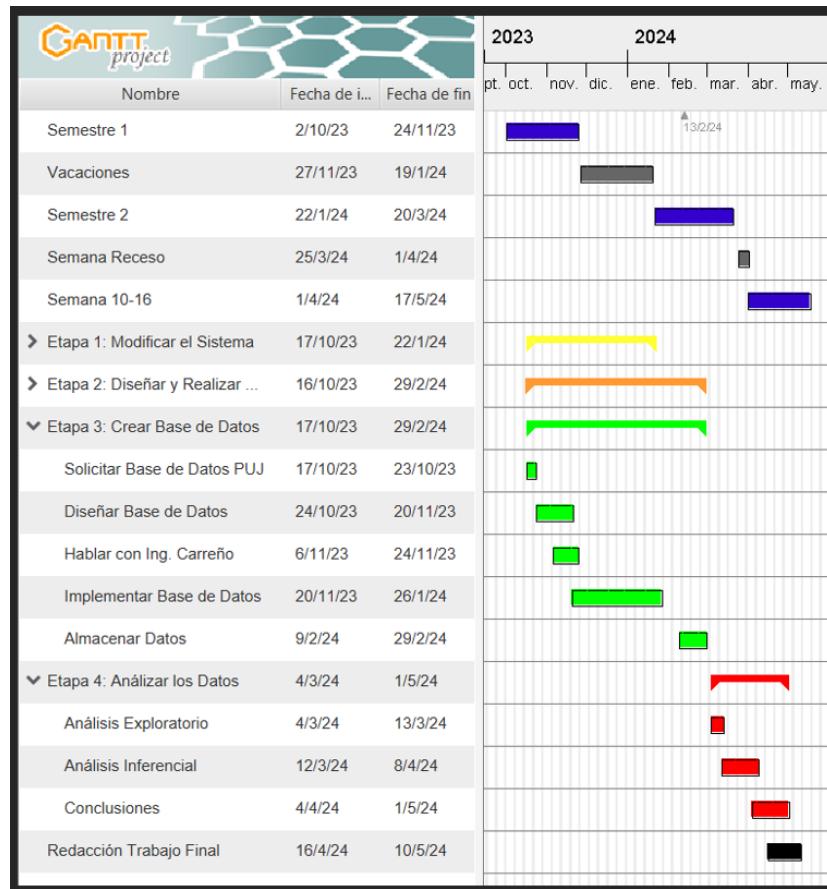


Figura 6: Planación de objetivos 3 y 4.

#### 4. Presupuesto

Recursos	Cantidad	Precio Unitario Completo	Prorrateo Unitario 1 año	Fuente Financiación	TOTAL
<b>Recursos Técnicos</b>					
Computador	1	\$ 4.000.000,00	\$ 1.000.000,00	Cliente	\$ 1.000.000,00
LabVIEW - Licencia	1	\$ 2.500.000,00	-	Cliente	\$ 2.500.000,00
Camara IF	1	\$ 157.000,00	-	Cliente	\$ 157.000,00
Luz IF segura	1	\$ 100.000,00	-	Cliente	\$ 100.000,00
GTECH-EMG	1	\$ 15.000.000,00	\$ 3.750.000,00	Cliente	\$ 3.750.000,00
Pantallas	1	\$ 350.000,00	-	Cliente	\$ 350.000,00
Sensores EMG	5	\$ 100.000,00	-	Cliente	\$ 100.000,00
Camara Enfocable	1	\$ 150.000,00	-	Cliente	\$ 150.000,00
Lentes Optotune	2	\$ 10.000.000,00	\$ 2.500.000,00	Cliente	\$ 2.500.000,00
Caja Negra Madera	1	\$ 200.000,00	-	Cliente	\$ 200.000,00
Papel Blanco Ilumincacion	1	\$ 100.000,00	-	Cliente	\$ 100.000,00
Luz iluminacion (300 lux)	1	\$ 100.000,00	-	Cliente	\$ 100.000,00
Costo Proyecto Cliente					\$ 11.007.000,00
<b>Recursos Físico</b>					
Cubículo de trabajo	1	\$ 20.000.000,00	-	Matricula	\$ 20.000.000,00
<b>Recurso Humano</b>					
Persona	Semanas	Horas / Semana	Precio Hora (COP)	Fuente Financiación	TOTAL
Horas de trabajo del Director Semanales	34	5	160.000	Matricula	\$ 27.200.000,00
Horas de trabajo del Cliente	34	4	160.000	Matricula	\$ 21.760.000,00
Horas de trabajo del Asesor de concepción	34	2	160.000	Matricula	\$ 10.880.000,00
Horas de trabajo del estudiante	34	15	60.000	Matricula	\$ 30.600.000,00
Costo Proyecto Matricula					\$ 88.680.000,00
Costo total Poyecto					\$ 99.687.000,00

Figura 7: Presupuesto