

## ESTADO DE AVANCE DE TESIS (MIB Plan 2007) 20 de Marzo del 2024

---

### NOMBRES Y APELLIDOS DEL MAESTRANDO.

***Jeremías Adrián García Cabrera***

Ingeniero en Electrónica – Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura –  
Universidad Nacional del Nordeste – Corrientes Capital – Argentina

### DIRECTOR PROPUESTO E INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE.

***Eduardo Filomena***

Magíster en Ingeniería Biomédica

Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y  
Sensoriales – CIRINS

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER)

### CO-DIRECTOR PROPUESTO E INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE.

***Jorge Emilio Monzón***

Doctor en Ingeniería

Profesor Titular y Director del Grupo de Ingeniería Biomédica del Dpto. de  
Ingeniería

Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura – Universidad Nacional del  
Nordeste

### TÍTULO DEL TEMA DE TESIS.

Diseño de sistema háptico para realimentación táctil no invasiva en  
prótesis de miembro superior (*Anteproyecto aprobado por Res. 11243/21 D*).

### SINTESIS DEL DOCUMENTO.

A continuación se presentará sintéticamente el estado de avance del  
proyecto de tesis durante la prórroga de seis meses otorgada en 2023 y finalizada  
a inicios del mes de marzo actual. Siguiendo el mismo criterio que el último  
Informe de Avance, primeramente se detallan las actividades realizadas en  
proceso y pendientes. Finalmente se presentará el cronograma que se propuso  
oportunamente para la última prórroga (septiembre el 2023), en el cual se  
individualizan con distintos colores las actividades cumplimentadas totalmente  
(en verde), en proceso (amarillo) y las pendientes (color original) y una propuesta  
de cronograma para la concreción de las tareas pendientes para la finalización  
del proyecto de Tesis con una extensión de tres meses, a su consideración.

## SINTESIS DE ACTIVIDADES REALIZADAS.

Las actividades llevadas adelante durante el plazo otorgado en la última prórroga se detallan a continuación:

- **Finalizados** los ensayos de la fuente de alimentación partida de alta tensión ( $\sim +160\text{V}$ ), implementada con un SG3525 en topología Full-Bridge. La misma se encuentra funcional con un transformador de baja frecuencia con núcleo de hierro.

- **Finalizado** el diseño, fabricación, montaje y prueba de la fuente de alimentación, implementada con SG3525 en topología Full-Bridge y transformador de núcleo de hierro a 500Hz.

- **Finalizado** el diseño, fabricación, montaje y prueba del bloque del electroestimulador por corriente, implementada con un PSoC4 como núcleo de control y una fuente de corriente basada en transistores BJT de alta tensión (BF421/2) con la interfaz de usuario.

- **Se creó** el repositorio del Proyecto en GitHub, el cual se encuentra accesible en la siguiente dirección:

[https://github.com/jeremiasadrian/MIB\\_sistema\\_p\\_realimentacion\\_haptica.git](https://github.com/jeremiasadrian/MIB_sistema_p_realimentacion_haptica.git)

- Con los dos bloques funcionales y montados en un gabinete, se **está realizando** la calibración de la interfaz gráfica en corriente, corrigiendo fallas de la misma y se relevando la curva de respuesta del electroestimulador con cargas de prueba en el rango de  $50\text{k}\Omega$  a  $120\text{k}\Omega$ .

- Se **están realizando** pruebas para la incorporación al programa del núcleo de control, la función de señal disparo de la electroestimulación a partir del FSR.

## SINTESIS DE ACTIVIDADES PENDIENTES

- Con el prototipo calibrado, se abordará la etapa de determinación de umbrales de sensibilidad para la región correspondiente a amputación transradial y transhumeral en un grupo de control (no amputados) y un grupo experimental (amputados), para el cual se deberán conformar los mismos, previa autorización de protocolo de pruebas por parte de Comité de Ética de la institución.

- Con los datos relevados se llevará adelante el procesamiento adecuado para la determinación de los umbrales promedio en las regiones de piel evaluadas.

- Incorporar un README.md dentro de cada carpeta principal del repositorio con la descripción del contenido.

- Con los resultados del trabajo, se finalizará el documento de Tesis para ser presentado ante las autoridades de la Facultad, según lo establezcan las reglamentaciones vigentes y las instrucciones de las autoridades de la carrera.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PENDIENTES.

A continuación, en el Cuadro 1 se presenta el cronograma propuesto en la última prórroga, en el cual las tareas resaltadas con color verde son las que ya se has realizado, amarillas las que se encuentran en proceso y las que conservan el color original son las pendientes:

Actividades	2023			2024		
	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Estudio y caracterización de la densidad superficial de mecanorreceptores en la piel.						
Fabricación y montaje de PCB para el prototipo funcional de electroestimulador (control y fuente).						
Relevamiento de respuesta y calibración del electroestimulador con cargas de prueba.						
Pruebas con grupo de control para determinación de características de estimulación en mecanorreceptores del antebrazo.						
Generación y organización de Repositorio del proyecto.						
Redacción del documento de tesis.						

Cuadro 1: Grado de avance según el cronograma de la última prórroga.

En función de lo detallado precedentemente, y luego de haber transitado una parte del desarrollo del proyecto, en el Cuadro 2 se presenta la propuesta de cronograma, con una extensión de 3 meses para la finalización de la tesis. Las actividades aquí planteadas, difieren de las del cronograma original dado que fueron redactadas en relación a las tareas que quedan pendientes:

Actividades	2024		
	ABRIL	MAYO	JUNIO
Estudio y caracterización de la densidad superficial de mecanorreceptores en la piel.			
Relevamiento de respuesta y calibración del electroestimulador con cargas de prueba.			
Pruebas con grupo de control para determinación de características de estimulación en mecanorreceptores del antebrazo.			
Organización de Repositorio del proyecto.			
Redacción del documento de tesis.			

Cuadro 2: Cronograma propuesto para la finalización de la tesis.



Ing. Jeremías Adrián GARCIA CABRERA

DNI: 32.313.431

Maestrando de la MIB – FI-UNER

Anteproyecto 11.243/21 D