



**Universidad Veracruzana**

**FACULTAD DE INSTRUMENTACIÓN  
ELECTRÓNICA XALAPA**

**ANÁLISIS DE SEÑALES Y SISTEMAS**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
PROCESAMIENTO DE SEÑALES  
PARA LA MEJORA DE LA VOZ EN  
PACIENTES POST-CORDECTOMÍA**

Profesora: Silvia Hernández Oliva

**Integrantes del equipo:**

Alfonso Gamboa Rubén

Juncal Rojas Leobardo

Flores Montero Edsel Yetlanezi

Gómez López Rafael

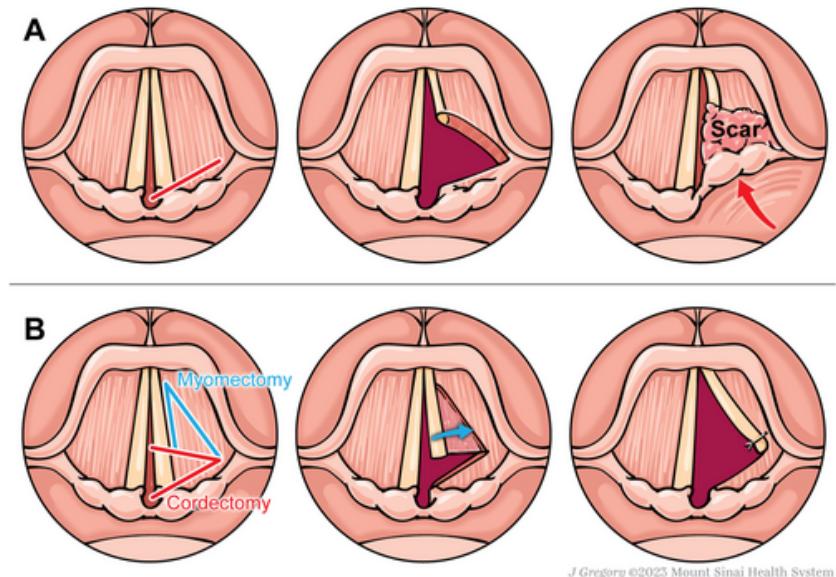
## **1. Keywords**

Procesamiento Digital de Señales, Cordectomía, Filtros Digitales, Formantes Vocales, Python.

## **2. Introducción**

La cordectomía es un proceso quirúrgico que implica la extirpación parcial o total de las cuerdas vocales como se aprecia en la figura 1; esto por cuestiones médicas, como la extirpación de tumores.

La voz es una herramienta fundamental de la persona. Define la identidad y permite a las personas interactuar con su entorno, por lo tanto, este proyecto propone no solo abordar un desafío técnico sino ofrecer una solución que pueda tener un impacto benéfico psicológico, social, laboral, etc. Por lo tanto, el desarrollo de este proyecto aborda la mejoría del paciente desde varios ángulos aparte del clínico; atacando la raíz del problema: la comunicación, por lo que el trabajo busca responder: *¿Se puede mejorar el volumen, timbre y tono de voz en pacientes post-cordectomía con ayuda del análisis de señales y sistemas?*



J Gregory ©2023 Mount Sinai Health System

Figura 1: Ilustración de una cordectomía. Tomado de [1].

La rehabilitación vocal tras procedimientos como la cordectomía es un desafío clínico complejo, abordado a través de diversas técnicas quirúrgicas como la cordotomía transversa o la aritenoidectomía medial [1, 2]. Sin embargo, como señalan varios estudios, estas intervenciones quirúrgicas a menudo conllevan compromisos significativos. Procedimientos como la cordotomía tradicional pueden provocar cicatrización y un deterioro de la voz, mientras que otros tratamientos que buscan ampliar la vía aérea afectada a menudo conllevan disfonía y riesgo de aspiración [3, 4]. Esto revela una brecha crítica en el tratamiento actual: la necesidad de soluciones de apoyo no invasivas que puedan mejorar la calidad y la inteligibilidad de la voz sin los riesgos inherentes de una intervención quirúrgica adicional. Es precisamente en esta brecha donde nuestro proyecto, *un sistema de procesamiento de señales en tiempo real*, propone una solución innovadora, buscando restaurar características vocales a través de medios digitales.

Este proyecto ofrece la oportunidad de poner escalar la solución a ser incorporada a un dispositivo portátil, haciendo esta tecnología como una solución para el uso diario. Mediante el diseño de un sistema de filtrado y amplificación que nos permita poder captar las señales de baja intensidad.

Desde el campo de la ingeniería biomédica, y específicamente desde el estudio del análisis de señales y sistemas, este proyecto se apoya en conceptos fundamentales en la disciplina como; el filtrado digital, transformadas de Fourier, análisis espectral, procesamiento en tiempo real y diseño de sistemas entre otros.

Se busca el desarrollar un sistema que nos permite poder analizar y filtrar una señal de una voz de pacientes post-cordectomía recibiendo una señal, donde primeramente se filtrará y después se amplificará para poder escucharla con un buen volumen y que sea entendible.

## Objetivos

**Objetivo General:** Desarrollar un sistema de procesamiento de señales que mejore la inteligibilidad y calidad de la voz en pacientes post-cordectomía.

### Objetivos Específicos:

- Implementar técnicas de filtrado digital para reducir el ruido y analizar los componentes armónicos de la señal de voz.
- Comparar de manera subjetiva, a criterio del paciente, la mejoría de la voz.
- Validar el desempeño del sistema mediante pruebas simuladas.

## 3. Metodología (propuesta)

Desarrollar un sistema de procesamiento digital de señales en tiempo real que permita restaurar parcialmente las características vocales perdidas, mejorando significativamente la calidad de vida y comunicación de estos pacientes.

El proceso propuesto consiste en una captura de la señal proveniente de un micrófono externo, convertir esta señal a un dato digital, realizar el análisis inicial y limpiar la señal a partir de segmentaciones, definición de frecuencias, reducción de ruido, y amplificación.

El mejoramiento de la calidad de la voz aumentando las frecuencias más comunes del paciente y la conversión de esta señal para ser utilizada como una señal de salida.

De forma ordenada, la propuesta tentativa seguiría los siguientes pasos:

1. Captura de la señal
2. Dividir las secciones por tiempo\*\*.
3. Analizar las frecuencias (FFT).
4. Analizar las frecuencias en silencio.
5. Reducir/eliminar el ruido.
6. Aumentar la amplitud (subir el volumen).
7. enviar al dispositivo de salida.

Propuesta para la siguiente etapa:

- Obtener los datos originales y los datos de un paciente con cordectomía.
- Amplificar frecuencias de acuerdo a los armónicos originales.
- Capturar los datos con ayuda de un software programado en Python.
- Desarrollo de algoritmos en Python de:
  - Segmentación.
  - Reducción de ruido.
  - Amplificación.
  - Exportación a un dispositivo de salida.

## Referencias

- [1] M. N. D'Agostino, F. Missale, L. I. G. I. S. S. A. Gissa, P. B. Boscolo, M. Moccetti, M. R. Romani, C. Piazza, and A. Schreiber, "Transoral laser microsurgery and adjuvant radiotherapy for advanced laryngeal cancer," *The Laryngoscope*, vol. 134, no. 1, pp. 386–394, 2024.
- [2] B. M. Laitman, G. R. Rivera, and P. Woo, "Transverse cordotomy with thyroarytenoid myectomy for bilateral vocal fold immobility.,," *Laryngoscope*, vol. 134, no. 6, 2024.
- [3] B. Bosley, C. A. Rosen, C. B. Simpson, B. T. McMullin, and J. L. Gartner-Schmidt, "Medial arytenoidectomy versus transverse cordotomy as a treatment for bilateral vocal fold paralysis," *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, vol. 114, no. 12, pp. 922–926, 2005.
- [4] Y. Li, E. C. Pearce, R. Mainthia, S. M. Athavale, J. Dang, D. H. Ashmead, C. G. Garrett, B. Rousseau, C. R. Billante, and D. L. Zealair, "Comparison of ventilation and voice outcomes between unilateral laryngeal pacing and unilateral cordotomy for the treatment of bilateral vocal fold paralysis," *ORL*, vol. 75, no. 2, pp. 68–73, 2013.