

Carrera: Maestría en Ingeniería Biomédica y Doctorado en Ingeniería

Curso de Posgrado: *Instrumentación, registro y procesamiento de señales electrofisiológicas*

Carga Horaria¹: 90 horas

Docente/s a cargo: Dr. Bioing. Rubén Acevedo

Semestre: 2º

Año: 2020

Modalidad²: Curso teórico-práctico

Carácter³: Básico

Contenidos Mínimos: Señales electrofisiológicas: generación, sensado, acondicionamiento y técnicas de registro. Introducción al procesamiento digital de señales.

Programa Analítico de foja: 1 a foja: 2

Bibliografía de foja: 2 a foja: 3

PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I: Señales discretas

Concepto de señal y ruido. Clasificación de las señales. Digitalización de señales. Espacio de señales. Independencia lineal, bases y transformaciones. Transformaciones lineales. Producto interno en las transformaciones.

Unidad II: Transformada discreta de Fourier

Transformada de Fourier: series de Fourier, transformada continua de Fourier, transformada discreta de Fourier y su inversa. Aliasing en el dominio de la frecuencia, propiedades, algoritmos de cálculo.

Unidad III: Sistemas LTI discretos

Concepto y clasificación de los sistemas. Ecuaciones diferenciales y en diferencias. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI). Convolución: definición, propiedades, métodos de cálculo. Deconvolución: definición, aplicación al control y la identificación de sistemas, métodos de cálculo.

Unidad IV: Funciones de transferencia

Transformada Z: definición, relación con la transformada de Laplace y la transformada de Fourier. Análisis de sistemas de tiempo discreto: función de transferencia. Transformaciones conformes. Identificación de sistemas lineales: concepto y clasificación, predicción lineal mediante sistemas auto-regresivos, ecuaciones de Wiener-Hopf, algoritmo de Levinson-Durbin, estimación del orden, método adaptativo de Widrow.

Unidad V: Generación e instrumentación de biopotenciales

Generación de actividad eléctrica por nervios y músculos. Potencial eléctrico. Teoría del dipolo. Conductor de volumen: registro de campo cercano y campo lejano. Electrodo polarizable y no polarizable. Funcionamiento de los electrodos y circuitos equivalentes. Interfase electrodo-piel. Electrodo superficiales. Electrodo internos. Consideraciones prácticas en el uso de electrodos. Amplificadores para

señales bioeléctricas. Técnicas de reducción de interferencias.

Unidad VI: Electrocardiograma (ECG)

Introducción. Origen. Instrumentación y registro. Descripción de la señal. Análisis de la señal. Variabilidad de la frecuencia cardiaca: tacograma. Aplicaciones clínicas y en investigación.

Unidad VII: Electromiograma (EMG)

Introducción. Origen. Instrumentación y registro. Descripción de la señal. EMG de aguja y de superficie. Análisis de la señal. EMG estático, dinámico y evocado. Aplicaciones clínicas y en investigación.

Unidad VIII: Electroencefalograma (EEG)

Introducción. Origen. Instrumentación y registro. Descripción de la señal. Análisis de la señal. EEG cuantitativo (QEEG). Aplicaciones clínicas y en investigación.

Unidad IX: Potenciales Evocados (PE)

Introducción. Origen. Instrumentación y registro. Descripción de la señal: potenciales evocados auditivos, visuales y somatosensoriales. Análisis de la señal. Aplicaciones clínicas y en investigación.

BIBLIOGRAFIA

- "Teoría de la Señal", L. E. Franks, Editorial Reverté, 1975.
- "The Fast Fourier Transform and its Applications"; Brigham; Prentice Hall, 1988.
- "Digital Signal Processing"; A. Oppenheim, R. Schafer, Prentice Hall, 1975.
- "Tratamiento Digital de Señales: principios y fundamentos"; Proakis, Manolakis; Prentice Hall; 1998.
- "Introducción a las señales y sistemas discretos", Milone D., Rufiner L., Acevedo R., Di Persia L., Torres H, EDUNER, 2006.
- "Señales y sistemas: Análisis mediante métodos de transformada y Matlab", M. Roberts, McGraw Hill, 2004.
- "Principles of Applied Biomedical Instrumentation" 3ra edición; Geddes & Baker, J. Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A., 1989.
- "Current Practice of Clinical Electroencephalography". D. Daly, T. Pedley. Lippincott-Raven, 1990.
- "Event-Related Brain Potentials: Basic Issues and Applications". J. Rohrbaugh, R. Parasuraman, R. Johnson Jr. Oxford University Press, 1990.
- "Spehlmann's Evoked Potentials: Primer Visual, Auditory and Somatosensory Evoked Potentials in Clinical Diagnosis". K. Misulis. Butterworth-Heinemann, 1994.
- "Detection and Estimation Methods for Biomedical Signal". M. Akay. Academic Press, 1996.
- "Evoked Potentials in Clinical Medicine". K. Chiappa. 3ª ed., Lippincott-Raven, 1997.
- "Laboratory Exercises in Auditory Evoked Potentials (Singular Audiology Text)". J. Ferraro. Singular Pub Group, 1997.
- "Electrofisiología Humana: Un Enfoque para Ingenieros". P. Castellanos Abrego, R. Godínez Fernández, J. Jiménez Cruz, V. Medina Bañuelos. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana, 1997.
- "Evoked Potentials Audiometry: Fundamentals and Applications". R. Goldstein, W. Aldrich. Prentice Hall Press, 1998.
- "Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback". J. Evans (Editor), A. Abarbanel (Editor). Academic Press, 1999.
- "Analog Signal Processing" R. Pallás-Areny & J.G. Webster; J. Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A., 1999.

- "The Measurement, Instrumentation and Sensor Handbook", J.G. Webster, CRC Press & IEEE Press, USA, 1999.
- "Functional Neuroscience: Evoked Potentials and Magnetic Fields, The 6th International Evoked Potentials Symposium", Elsevier, 1999.
- "Principios de Neurociencia", E. Kandel, J. Schwartz, T. Jessell. 4º ed., McGraw-Hill Interamericana, 2001.
- "Electromyography: physiology, engineering and noninvasive applications". R. Merletti, P. Parker. IEEE EMBS, Wiley & Sons Pub., 2004.
- "Electroencefalography: basic principles, clinical applications and related fields". E. Niedermeyer, F. Lopes da Silva. 5ta. ed., Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- "Electric Fields of the Brain". P. Nunez, R. Srinivasan. 2º ed., Oxford University Press, 2006.

PLANIFICACIÓN DEL CURSO

Objetivos Generales:

- Entender los conceptos básicos relacionados con el procesamiento digital de señales
- Conocer los principios de diseño de la instrumentación necesaria para el registro de estas señales electrofisiológicas, el procesamiento necesario, las técnicas de registro y análisis utilizadas, sus aplicaciones clínicas y en investigación.
- Conocer el origen de los potenciales bioeléctricos, en particular del electrocardiograma (ECG), electromiograma (EMG), electroencefalograma (EEG) y potenciales evocados (PE).

Objetivos Particulares:

- Profundizar los conceptos relacionados con en el proceso de muestreo de señales analógicas y sus implicancias teóricas de forma de aplicar correctamente esta técnica.
- Conocer la teoría de los espacios de señales para obtener una perspectiva simple y unificada del procesamiento de señales.
- Familiarizarse con la realización de registros de señales electrofisiológicas.
- Realizar trabajos experimentales que permitan desarrollar la capacidad de análisis del alumno.

Metodología de Trabajo:

El dictado del curso se organizará en encuentros sincrónicos de 2hs de duración en modalidad virtual utilizando la herramienta Google Meet, donde se desarrollarán conceptos teórico-prácticos, y además el desarrollo de parte de los contenidos en forma asincrónica mediante lecturas, videos, y actividades breves. Las clases sincrónicas se grabarán para que los alumnos que no puedan asistir a alguna de ellas puedan disponer de las

mismas en cualquier momento. Los alumnos deberán presentar informes de los trabajos prácticos, para su resolución podrán consultar al cuerpo docente en las horas de tutoría destinadas para eso.

Equipo docente:

Dr. Bioing. Rubén Acevedo (LIRINS-FIUNER)
 Mg. Bioing. Eduardo Filomena (LIRINS-FIUNER)
 Mg. Bioing. Carla Mántaras (LEyCEM-FIUNER)
 Bioing. Esteban Rossi (LEyCEM-FIUNER)
 Mg. Bioing. Carolina Carrere (LIRINS-FIUNER)
 Mg. Bioing. Carolina Tabernig (LIRINS-FIUNER)
 Dr. Bioing. José Biurrun Manresa (LIRINS-FIUNER)
 Mg. Bioing. Yanina Atum (LIRINS-FIUNER)

Cronograma del Curso:

Días de encuentros virtuales: viernes de 09:00 a 13:00hs (puede variar en algunas clases).

Semana	Tema	Profesores responsables
28/08	Señales discretas	R. Acevedo
04/09	Espacios de señales	R. Acevedo
11/09	Transformada Discreta de Fourier	R. Acevedo
18/09	Sistemas LTI discretos - Convolucion	R. Acevedo
25/09	Funciones de transferencia de sistemas discretos	R. Acevedo
02/10	Generación e instrumentación de biopotenciales	E. Filomena
09/10	Generación e instrumentación de biopotenciales	E. Filomena
16/10	Origen, registro de electrocardiograma (ECG)	C. Mántaras – E. Rossi
23/10	Procesamiento digital del ECG: variabilidad de la frecuencia cardíaca	C. Mántaras – E. Rossi
30/10	Origen, registro y procesamiento digital de electromiograma (EMG)	C. Tabernig
06/11	Origen y registro de electroencefalograma (EEG) y potenciales evocados (PE)	R. Acevedo
13/11	Procesamiento digital de potenciales evocados (PE)	J. Biurrun – Y. Atum

20/11	Procesamiento digital de EEG: Interfaces cerebro computadoras	C. Carrere – C. Tabernig
A definir	EVALUACION FINAL	

Condiciones de aprobación del curso:

Aprobación de los informes de los trabajos prácticos.

Infraestructura necesaria:

- Conexión a internet por parte de alumnos y docentes.
- Software Matlab instalado en las computadoras de los alumnos.