

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:** Procesamiento digital de señales de audio  
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

<b>Modalidad:</b> (posgrado, educación permanente o ambas)	<b>Posgrado</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Educación permanente</b>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>: Dr. Pablo Cancela.**  
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>: No**  
(título, nombre, grado, instituto)

**Otros docentes de la Facultad: No**  
(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad: No**  
(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.  
(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado: Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica.-**

**Instituto o unidad: IIE**

**Departamento o área:** Procesamiento de Señales

**Horas Presenciales: 55**  
(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 8**  
[Exclusivamente para curso de posgrado]  
(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo: Estudiantes de ingeniería eléctrica o de posgrado con interés en el procesamiento de señales.**

**Cupos:** No tiene  
(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

**Objetivos:** Se introducirán los conceptos y aplicaciones principales del procesamiento digital de señales de audio. Al finalizar el curso el estudiante comprenderá los fundamentos del procesamiento digital de señales de audio, tendrá experiencia en diversas técnicas clásicas y en la programación de algoritmos para resolver problemas típicos, lo que le permitirá abordar proyectos de aplicación en esta área.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Muestreo y procesamiento digital. Programación básica. Matemáticas de la ingeniería.

**Conocimientos previos recomendados:** -

---

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología:  
[Obligatorio]

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico):36
- Horas de clase (práctico):14
- Horas de clase (laboratorio):-
- Horas de consulta:-
- Horas de evaluación:5
  - Subtotal de horas presenciales:55
- Horas de estudio:10
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos:25
- Horas proyecto final/monografía:30
  - Total de horas de dedicación del estudiante:120

---

**Forma de evaluación:**

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

Trabajo individual de resolución de ejercicios entregables y proyecto final.

---

**Temario:**

1. **Introducción al procesamiento de audio:** objetivos, aplicaciones, conceptos básicos de señales de audio (e.g. inventariado, densidad espectral de potencia, autocorrelación, etc)
2. **Señales de voz y audio:** aparato fonador, modelo de producción de voz, modelos para señales de audio en general
3. **Percepción auditiva:** fisiología del sistema auditivo, psicoacústica, sonoridad, bandas críticas, enmascaramiento, percepción de altura, modelos del sistema auditivo, análisis de panorama sonoro computacional (CASA)
4. **Análisis de tiempo corto de señales de audio:** Transformada de Fourier de tiempo corto, Espectrograma, variantes multiresolución: Constant-Q Transform, Multiresolution FFT
5. **Análisis Homomórfico:** cepstrum y cepstrum complejo, estimación de envolvente espectral, detección de pitch, deconvolución, coeficientes cepstrales de frecuencia mel (MFCC)
6. **Análisis por Predicción Lineal:** modelo todo polo, cálculo de LPC, orden, inestabilidad, estimación de formantes y otras aplicaciones
7. **Codificación de voz y audio:** cuantización, codificación con y sin pérdidas, codificación de audio, codificación de voz, CELP
8. **Procesamiento tiempo-frecuencia:** overlap-add, convolución rápida, phase vocoder, aplicaciones y transformaciones

9. **Análisis por modelado espectral:** modelado espectral, estimación de pitch, seguimiento de parciales, aplicaciones
10. **Filtros digitales con aplicaciones en audio:** resonadores, notch, peine, pasa-todo, interpoladores y aplicaciones en efectos de audio y síntesis de sonido
11. **Síntesis de sonido:** principales técnicas (aditiva, AM, FM, granular, modelado físico)
12. **Extracción de información musical (MIR):** problemas clave (separación de fuentes, transcripción automática de música, reconocimiento de instrumentos, etc)
- 

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

"Digital Processing of Speech Signals", Rabiner, L.R. & Schafer, R.W., Prentice Hall, ISBN 978-0132136037, 1978

"Discrete-Time Speech Signal Processing: Principles and Practice", Quatieri, T.F., Prentice Hall PTR, 0-13-242942-X, 2002

"DAFX: Digital Audio Effects", Zölzer, U., Wiley, ISBN 978-0-471-49078-4, 2002

"Digital Audio Signal Processing", Zölzer, U., Wiley, ISBN 978-0-470-99785-7, 2008

"Percepción auditiva", Basso G., Universidad Nacional de Quilmes, ISBN 987-558-082-1, 2006

"Computational Auditory Scene Analysis: Principles, Algorithms, and Applications", Wang D. & Brown G. (editors), IEEE Press – Wiley, ISBN 978-0-471-74109-1, 2006

"Digital Signal Processing Primer: With Applications to Digital Audio and Computer Music", Steiglitz K., Prentice Hall, 978-0805316841, 1996

"Audio Signal Processing and Coding", Spanias, A., Painter, T. & Atti, V., Wiley-Interscience, 978-0471791478, 2007

"Introduction to Digital Filters with Audio Applications", Smith, J. O., W3K Publishing, 978-0974560717, 2007

"Physical Audio Signal Processing: for Virtual Musical Instruments and Digital Audio Effects", Smith, J. O., W3K Publishing, 978-0974560724, 2010

"Spectral Audio Signal Processing", Smith, J. O., <http://ccrma.stanford.edu/~jos/sasp/>, online book, 2011

"Signal Processing Methods for Music Transcription", Klapuri, A. & Davy, M (editors), Springer, 978-387-30667-4, 2006

---



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

### Datos del curso

---

**Fecha de inicio y finalización:** Agosto a Noviembre 2024

**Horario y Salón:** A confirmar

**Arancel:**

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente: 5472 UI**

---