



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

### Formulario de Aprobación Curso de Posgrado

#### Asignatura: Comunicaciones Inalámbricas

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** Dr. Ing. Pablo Belzarena (gr. 5), Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE).  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

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

**Otros docentes de la Facultad:** Dr. Ing. Federico Larroca (gr. 4), IIE.  
(título, nombre, grado, Instituto)

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

**Programa(s):** Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica., DET (Diploma de Especialización en Telecomunicaciones)

**Instituto ó Unidad:** Instituto de Ingeniería Eléctrica  
**Departamento ó Area:** Telecomunicaciones

<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)

---

#### Horas Presenciales: 67

(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

#### Nº de Créditos: 8

(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 la enseñanza)

#### Público objetivo y Cupos:

(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 en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

Estudiantes de posgrado interesados en temas de comunicación, sobre todo en implementaciones funcionales. El cupo será de 20 estudiantes.

---

#### Objetivos:

El objetivo de este curso es brindarle a los estudiantes, mediante un análisis teórico-práctico, una visión global de la arquitectura y el diseño de un sistema de comunicación inalámbrico. En particular, se pretende que el estudiante adquiera experiencia de primera en mano de este tipo de sistemas, por lo que se le brindará especial importancia a la faceta experimental de la asignatura.

---

#### Conocimientos previos exigidos:

Aunque muchos de estos temas se revisarán durante el curso, es necesario una cierta familiaridad con conceptos básicos de la Teoría de Comunicación: filtro analógico y digital, ruido, representación en frecuencia, etc.

#### Conocimientos previos recomendados:

Antenas y Propagación.

### Metodología de enseñanza:

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

La visión que pretende brindar la asignatura se irá generando constructivamente viendo los elementos que son necesarios integrar en un sistema de comunicación inalámbrica y las diferentes opciones que son más utilizadas hoy en las diferentes tecnologías. Esto se desarrollará tanto en el teórico como en el laboratorio. Siguiendo la nomenclatura de capas de red de la OSI, el curso se centrará principalmente en la capa 1 (física) y se estudiarán también algunas funcionalidades de la capa 2 (enlace).

En el teórico se detallarán las características del canal inalámbrico y las dificultades que representan para un sistema comunicación. Con el fin de ser lo más didáctico posible, se tratará de aislar cada problema, presentando las posibles soluciones a cada uno de ellos por separado. En paralelo, el estudiante implementará y probará estas posibilidades. En una última etapa, y basado en lo anterior, se diseñará, implementará y pondrá a prueba la capa física de un sistema de comunicación inalámbrico completo.

Es importante destacar que dado que uno de los objetivos de la asignatura es que el estudiante tome contacto directo con estos sistemas, las implementaciones serán lo más "reales" posibles. Un buen equilibrio entre didáctica y realismo, y que se usarán en el curso, son las denominadas Radios Definidas por Software (SDR, por su sigla en inglés). Estos son equipos que se encargan de la (de)modulación a banda base y de la conversión analógico-digital (y viceversa), siendo un software corriendo en un PC el encargado de todo el resto del procesamiento necesario (e.g. conversión de bits a símbolos, codificación de canal, etc.).

El objetivo es que el estudiante adquiera un conocimiento lo más práctico e intuitivo de cómo se pueden transmitir bits y tramas a través de un medio inalámbrico. Sobre esta base, se irán agregando funcionalidades para entender cómo funciona una red inalámbrica.

- Horas clase (teórico): 60
- Horas clase (práctico): 0
- Horas clase (laboratorio): 0\*
- Horas consulta: 5
- Horas evaluación: 2
- Subtotal horas presenciales: 67
- Horas estudio: 15
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 15
- Horas proyecto final/monografía: 25
- Total de horas de dedicación del estudiante: 122

\*Las horas dedicadas a laboratorio están incluidas en las horas de ejercicios/prácticos por tratarse de modalidad no presencial.

### Forma de evaluación:

La asignatura se evaluará mediante entregas de laboratorio durante el semestre y la elaboración de un trabajo final. Este trabajo constará del estudio de alguna temática en particular que sea de interés del estudiante y deberá incluir una implementación en los equipos utilizados durante el curso.

### Temario:

1. Repaso de algunos conceptos:
  - 1a. Ecuaciones de Maxwell.
  - 1b. Antenas. El dipolo como ejemplo.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

- 1c. Generación y recepción de señales en RF.
2. Introducción a los canales de propagación inalámbricos. Modelos de propagación y modelos de canal.
3. Modulación y Demodulación digital. En este tema se repasarán conceptos ya vistos previamente y se profundizará en los aspectos más relevantes de la modulación digital para sistemas inalámbricos.
4. Problemas generados por el canal inalámbrico y su solución. En esta parte central del curso se abordarán al menos los siguientes temas:
  - 4a. Recuperación de la portadora
  - 4b. Pulso de transmisión
  - 4c. Filtrado
  - 4d. Sincronización en tiempo y fase
  - 4e. Ecuación
  - 4f. Codificación para corrección de errores
5. Acceso múltiple. En esta parte se repasarán los mecanismos de acceso múltiple a un medio de comunicaciones inalámbrico haciendo énfasis en sistemas OFDMA y división del canal por separación espacial utilizando múltiples antenas.
6. Funcionalidades principales en capa 2 de una red inalámbrica.

---

### **Bibliografía:**

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

Paul J. Nahin. The Science of Radio (2nd edition). 2001. Springer. ISBN 0387951504.

Robert Gallager. Principles of Digital Communications. Cambridge University Press. Second Edition. 2012. ISBN: 978-0-521-87907-1.

David Tse, Pramod Viswanath. Fundamentals of Wireless Communications. Cambridge University Press. 2005. ISBN: 978-0521-845274.

Michael Rice. Digital Communications - A Discrete-Time Approach. Prentice-Hall. 2009. ISBN 978-0-1303-04971.

Andrea Goldsmith, Wireless Communications. Cambridge University Press. 2005. ISBN: 978-0521837163

Umberto Mengali, Aldo N. D'Andrea. Synchronization Techniques for Digital Receivers. Plenum Press. 1997. ISBN: 978-0306457258.

John Proakis, Masoud Salehi. Digital Communications (5th edition). McGraw-Hill, 2008. ISBN: 978-0-07-295716-7.

Shu Lin, Daniel J. Costello. Error Control Coding (2nd Edition). Prentice-Hall. 2004. ISBN: 0130426725.

---