

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

**Asignatura: Principios de Simulación para Sistemas Ciber-Físicos y Gemelos Digitales**  
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

<b>Modalidad:</b> (posgrado, educación permanente o ambas)	<b>Posgrado</b>	<b>X</b>
	<b>Educación permanente</b>	<b>X</b>

**Profesor de la asignatura**<sup>1</sup>: Dr. Renzo Efraín Navas, Profesor Asociado, IMT Atlantique, Rennes, Francia.

**Profesor Responsable Local**<sup>1</sup>: Dr. Javier Baliosian, G4, INCO

**Otros docentes de la Facultad:** Mag. Ewelina Bakala, G2, INCO, Dr. Matias Richart, G3, INCO, Ing. Javier Román, G3, IIE

**Docentes fuera de Facultad:**

**Programa(s) de posgrado:** PEDECIBA Informática

**Instituto o unidad:** Instituto de Computación

**Departamento o área:** Arquitectura de Sistemas

**Horas Presenciales:** 20

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

**Nº de Créditos:** 4

[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:** Graduados en Ingeniería en Computación, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, y otras licenciaturas e ingenierías afines.

**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, hasta completar el cupo asignado)

**Objetivos:**

Brindar una visión general de los conceptos, métodos y herramientas e introducir al participante en el arte y la ciencia de la modelización de la simulación de Sistemas Ciber-Físicos (SCF) en una variedad de industrias y aplicaciones. Al finalizar el curso el participante tendrá la capacidad de comprender los conceptos básicos de la Simulación para SCF y los Gemelos Digitales, las tecnologías que le dan soporte, sus ventajas y desventajas, y los desafíos que implican. Asimismo, pasará por la experiencia de uso de herramientas concretas para materializar los conceptos introducidos en el curso.

**Conocimientos previos exigidos:**

---

**Conocimientos previos recomendados:** Arquitectura de Computadoras, Sistemas Operativos, Robótica, Redes de Computadoras, Programación, Control.

---

**Metodología de enseñanza:**

Descripción de la metodología:

El curso se compone de cinco clases teóricas y cinco clases prácticas de dos horas cada una a dictarse a lo largo de una semana. Durante las clases prácticas se presentará una tarea de laboratorio que los estudiantes deberán llevar a cabo individualmente y entregar junto a un trabajo monográfico descriptivo para aprobar el curso.

Detalle de horas:

- Horas clase (teórico-práctico): 20
  - Subtotal horas presenciales: 20
- Horas proyecto final/monografía: 40
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 60

---

**Forma de evaluación:**

Tarea de laboratorio que los estudiantes deberán llevar a cabo individualmente y entregar junto a un trabajo monográfico descriptivo.

---

**Temario:**

1. Introducción a los Sistemas Ciber-Físicos
  - a. Complejidad de los Sistemas Ciber-Físicos
  - b. Ingeniería basada en modelos
  - c. Integración de modelos
  - d. Internet de las Cosas como ejemplo de Sistema Ciber-Físico
2. Principios de Simulación y Co-Simulación de Sistemas Ciber-Físicos
  - a. Simulación y co-simulación de tiempo continuo
  - b. Simulación y co-simulación de eventos discretos
  - c. Co-simulación híbrida
3. Gemelos Digitales
  - a. Concepto y arquitectura
  - b. Casos de estudio y modelos de ejemplo en diversas industrias

---

**Bibliografía:**

E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems -- A Cyber-Physical Systems Approach, MIT Press, Second Edition, 2017

Zeigler, Bernard P., Alexandre Muzy, and Ernesto Kofman. Theory of modeling and simulation: discrete event & iterative system computational foundations. Academic press, 2018.

Claudius Ptolemaeus, editor, System Design, Modeling, and Simulation using Ptolemy II, Ptolemy.org, 2014

---

Farsi, Maryam, Alireza Daneshkhah, Amin Hosseinian-Far, and Hamid Jahankhani, eds. *Digital twin technologies and smart cities*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2020.

Edward A Lee. 'Cyber physical systems: Design challenges'. In: Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 2008 11th IEEE International Symposium on. IEEE. 2008, pp. 363–369

Modelisar. FMI for Model Exchange and Co-Simulation. July 2014. url: <https://fmi-standard.org/downloads%5C#version2>

#### **Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** 7 a 11 de noviembre 2022

**Horario y Salón:** a definir

**Arancel:**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado: No corresponde**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente: No corresponde**

---