

## Formulario de Aprobación Curso de Posgrado

**Asignatura: Seguridad de funcionamiento.**  
**Versión moderna de la teoría de la confiabilidad de sistemas**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>: Dr Gerardo RUBINO, Senior Researcher, Inria, France**  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>: Dr. Héctor Cancela, Grado 5, Instituto de Computación**  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Instituto ó Unidad: InCo**  
**Departamento ó Area:** Departamento de Investigación Operativa

<sup>1</sup> 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: 22**  
(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 5**  
(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: -**  
El curso está orientado a estudiantes de posgrado y profesionales interesados en el análisis cuantitativo de la seguridad de funcionamiento, y en general en el área de modelado del comportamiento de sistemas estocásticos.  
El curso no tiene cupo.

---

**Objetivos:** El análisis de la seguridad de funcionamiento de sistemas es hoy parte integrante de casi todos los procesos industriales, con importancia creciente en muchas ramas de la ingeniería. En efecto, en muchas áreas, los contratos entre industrial y cliente empiezan a incluir cláusulas de penalidad ante fallos, que exigen modelar y proyectar varios años en el futuro el comportamiento de los sistemas producidos. El desarrollo del área vivió un proceso de expansión fuerte en el siglo pasado, con el surgimiento de la informática, la automatización, el desarrollo de sistemas auto-reparables, el mantenimiento de sistemas como disciplina independiente, etc.

El objetivo del curso es el de introducir al estudiante a los principales capítulos del análisis de la seguridad de funcionamiento, es decir, de la evaluación de las numerosas métricas que sirven para cuantificarla (confiabilidad, tiempo medio hasta el fallo, disponibilidad puntual, en un intervalo, etc.). Esto supone también la inclusión de las características de los principales tipos de modelos que se usan en función de los objetivos del analista, así como de elementos relacionados con el difícil proceso de construcción de modelos apropiados para alcanzar dichos objetivos. El caso particular de los sistemas críticos (sistemas que fallan rara vez, pero cuyos fallos pueden provocar pérdidas en vidas humanas) y los problemas que ellos plantean será considerado explícitamente.

---

**Conocimientos previos exigidos:** bases en probabilidades y en el uso de grafos en modelización  
**Conocimientos previos recomendados:** bases en análisis de modelos Markovianos

---

**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)

- Horas clase (teórico): 16h

- Horas clase (práctico): -
- Horas clase (laboratorio): -
- Horas consulta: 6h
- Horas evaluación: -
  - o Subtotal horas presenciales: 22h
- Horas estudio: 16
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 10h
- Horas proyecto final/monografía: 30h
  - o Total de horas de dedicación del estudiante: 78h

---

### Forma de evaluación:

La evaluación consistirá en la realización de un proyecto en el cual el estudiante analizará determinados aspectos de la seguridad de funcionamiento de un sistema particular.

---

### Temario:

1. **Introducción a la seguridad de funcionamiento**
  - (a) servicio; trilogía defecto / error / fallo;
  - (b) seguridad de funcionamiento; métodos y atributos
  - (c) métricas de la seguridad de funcionamiento
  - (d) sistemas críticos
2. **Vista global del curso**
  - (a) modelos estáticos
  - (b) modelos dinámicos, sistemas no reparables
  - (c) modelos dinámicos, sistemas reparables
  - (d) elementos necesarios de matemáticas generales
  - (e) elementos necesarios de probabilidad y estadística
3. **Modelos estáticos**
  - (a) funciones de estructura
  - (b) confiabilidad en sistemas con componentes independientes
  - (c) diagramas de confiabilidad y extensiones
  - (d) cálculo de métricas por factorización
  - (e) cálculo de métricas con Diagramas de Decision Binarios (*Binary Decision Diagrams*)
  - (f) árboles de fallos
  - (g) modelos con componentes dependientes
4. **Modelos dinámicos de sistemas no reparables**
  - (a) duración de vida, MTTF (*Mean Time To Failure*), confiabilidad en un intervalo
  - (b) tasa de fallos
  - (c) sistemas multi-componentes con componentes independientes
  - (d) duraciones de vida de tipos IFR y DFR, y variantes
  - (e) modelos con componentes dependientes
5. **Modelos Markovianos en seguridad de funcionamiento**
  - (a) cadenas de Markov finitas en tiempo discreto
  - (b) cadenas de Markov finitas en tiempo continuo
  - (c) ejemplos en análisis de sistemas simples no reparables
  - (d) ejemplos en análisis de sistemas simples reparables
  - (e) ejemplos con componentes dependientes
  - (f) ejemplos con duraciones de vida no exponenciales

- (g) ejemplos de utilización de cadenas de Markov infinitas
- (h) redes de Petri estocásticas
- 6. Modelos dinámicos de sistemas reparables
  - (a) un componente único, totalmente reparable
  - (b) un componente único, parcialmente reparable
  - (c) sistemas multi-componentes, componentes independientes
  - (d) sistemas multi-componentes, ejemplos complejos con métricas de tipo acumulativo
- 7. Análisis por simulación
  - (a) generalidades sobre la simulación
  - (b) simulación de modelos estáticos
  - (c) simulación de modelos dinámicos
- 8. Eficiencia en la simulación
  - (a) el caso de los eventos raros
  - (b) técnicas de aceleración de la simulación
- 9. FMEA y FMEAC
  - (a) el problema de la modelización
  - (b) el enfoque tipo *check-list*
  - (c) FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)
  - (d) FMEAC (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*)

---

#### Bibliografía:

1. Charles J. Colbourn, "*The Combinatorics of Network Reliability*", Oxford University Press, 1987.
  2. Ilya B. Gertsbakh, "*Statistical reliability theory*", Marcel Dekker, 1989.
  3. Alain Villemeur, "*Reliability, Availability, Maintainability, and Safety Assessment*", Wiley, 1992
  4. Kishor Trivedi, "*Probability & Statistics With Reliability, Queuing And Computer Science Applications*", 2nd Ed., Wiley, 2001.
  5. Ilya B. Gertsbakh, Yoseph Shpungin, "*Models of Network Reliability: Analysis, Combinatorics, and Monte Carlo*", CRC Press, 2016.
-

### Datos del curso

---

#### Fecha de inicio y finalización: marzo 2017

--- semana I  
jue 9/3: 17h30 - 20h - salon 701  
vi 10/3: 18 - 20h - salon 701  
--- semana II  
mar 14/3: 17h30 - 20h - salon 701  
jue 16/3: 17h30 - 20h - salon 701  
vi 17/3: 17h30 - 20h - salon 703 (rojo)  
--- semana III  
jue 23/3: 17h30 - 19:30h - salon 701  
vie 24/3: 17h30 - 19:30h - salon 703 (rojo)  
---buffer (eventuales clases perdidas)  
mar 28/3: 17h30 - 19:30h - salon 701

#### Horario y Salón: a definir

---