



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2015

**Asignatura: "Modelos de espacio de estado con aplicaciones a series de tiempo"**

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** Dr. Marco Scavino, gr.4, Departamento de Métodos Matemático Cuantitativos, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, UdelaR.  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:** Dra. Paola Bermolen, Coordinador de la SCAPA de Ingeniería Matemática gr.3 DT, IMERL.  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Instituto ó Unidad:** Instituto de Matemática y Estadística "Prof. Ing. Rafael Laguardia".

<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)

**Fecha de inicio y finalización:** lunes 10 de agosto de 2015 al martes 18 de agosto de 2015.  
**Horario y Salón:** Clase inicial: lunes 10 de agosto de 2015, de 17 a 19 horas, Instituto de Estadística, Eduardo Acevedo 1139. Las siguientes cuatro clases, de 17 a 20 horas, se realizarán en el periodo indicado arriba.

**Horas Presenciales: 18**

**Nº de Créditos: 4**  
(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:**

Estudiantes de la Maestría en Ingeniería Matemática, Ingenieros, Economistas, estudiantes avanzados de la Licenciatura en Estadística, y otros estudiantes y profesionales interesados.  
Sin cupo.

**Objetivos:**

Introducir a los estudiantes en los modelos de espacio de estado como una formulación adecuada para el estudio de un amplio conjunto de problemas en el análisis de las series de tiempo. Estudiar los principales resultados metodológicos que caracterizan dicho enfoque, tales como el filtro de Kalman y sus variantes, en modelos lineales Gaussianos y en modelos no lineales y no Gaussianos. Estimar los parámetros de interés mediante métodos clásicos basados en funciones de verosimilitud y técnicas computacionales para la inferencia Bayesiana. Aplicar las técnicas de filtrado, suavizado, predicción y estimación de parámetros a conjuntos de datos reales.

**Conocimientos previos exigidos:** introducción a la probabilidad y estadística, álgebra matricial.

**Conocimientos previos recomendados:** introducción al análisis de series de tiempo, habilidades de programación en lenguajes tales como R, Matlab.

**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)

El curso se desarrollará durante cinco días, y constará de clase teórico-prácticas de tres horas cada día, excepto la clase del primer día, que tendrá una duración de dos horas.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

- 
- Horas clase (teórico): 8
  - Horas clase (práctico): 4
  - Horas clase (laboratorio): 2
  - Horas consulta: 2
  - Horas evaluación: 2
  - Subtotal horas presenciales: 18
  - Horas estudio: 20
  - Horas resolución ejercicios/prácticos: 10
  - Horas proyecto final/monografía: 12
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 60

---

**Forma de evaluación:** resolución de ejercicios propuestos durante el curso y trabajo final.

---

**Temario:**

- Introducción a los modelos de espacio de estado y al filtro de Kalman mediante el modelo de nivel local: filtrado, una perspectiva Bayesiana del filtro de Kalman, errores de predicción, suavizado del estado, suavizado del ruido de observación y del ruido de estado, técnicas de simulación, filtrado y suavizado en presencia de observaciones faltantes, predicción, inicialización difusa, estimación de parámetros, convergencia del filtro de Kalman a un estado estacionario, diagnósticos.
- El modelo de espacio de estado lineal general y su aplicación a problemas en el análisis de series de tiempo: modelos estructurales multivariados de series de tiempo, modelos ARMA y ARIMA, modelos de regresión, modelos con errores correlacionados.
- Filtrado, suavizado y predicción para el modelo de espacio de estado lineal Gaussiano. Métodos de inicialización para filtrado y suavizado. Filtro de Kalman inicial exacto, ejemplos de condiciones iniciales. Estimación de los parámetros del modelo de espacio de estado lineal Gaussiano mediante el método de máxima verosimilitud. Algoritmos de optimización numérica. El algoritmo EM. Modificaciones para datos faltantes. Simulación suavizada. Un algoritmo bootstrap para modelos de espacio de estado.
- Modelos de espacio de estado no lineales y no Gaussiano. Ejemplos: modelos de la familia exponencial, modelos de volatilidad estocástica. Filtrado aproximado (filtro de Kalman extendido (EKF), y unscented (UKF)) y suavizado. Muestreo según importancia. Filtrado de partículas (Monte Carlo secuencial). Inferencia Bayesiana: estimación de funciones del vector de estado. Aspectos computacionales del análisis Bayesiano: el algoritmo FFBS (forward-filtering backward-sampling), métodos de cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC), muestreo de Gibbs.

---

**Bibliografía:**

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

- Time Series Analysis by State Space Methods, 2<sup>nd</sup> edition, James Durbin y Siem Jan Koopman, Oxford University Press, ISBN: 978-0-19-964117-8, 2012.
- Time Series Analysis and Its Applications, 3<sup>rd</sup> edition, Robert H. Shumway y David S. Stoffer, Springer, ISBN: 978-1-4419-7864-6, 2011, capítulo 6.
- Dynamic Linear Models with R, Giovanni Petris, Sonia Petrone y Patrizia Campagnoli, Springer, ISBN: 978-0-387-77237-0, 2009.
- Otras referencias bibliográficas serán indicadas durante el curso.