



Doctorado en Ingeniería

Facultades de Cs. Agropecuarias; Cs. de la Alimentación e Ingeniería

Carrera: **Doctorado en Ingeniería**

Mención: **Común a las tres menciones**

Curso de Posgrado: **Monitoreo y Control Estadístico de Procesos**

Carga Horaria: **90 hs.**

Docente/s a cargo: **Dr. José Luis Godoy, Dr. Alejandro H. González** Semestre: **1° - 2015**

Características del curso

1. **Carga horaria:** la cantidad de horas reloj: **90hs.**
2. **Curso teórico:** curso donde se desarrolla en forma expositiva una temática propia de la disciplina:
3. **Curso teórico-práctico:** curso que articula la modalidad del curso teórico con una actividad de la práctica con relación a la temática de estudio. Lo teórico y lo práctico se dan simultáneamente en forma interrelacionada: **Teórico Práctico**
4. **Carácter:** si son del ciclo común o del ciclo electivo: **Ciclo electivo**

Programa **Analítico de foja: 2 a foja: 3**

Bibliografía de foja: **4 a foja: 4**

Aprobado Resoluciones de Consejos Directivos:

Fecha:

Modificado/Anulado/ Res. Cs. Ds.:

Fecha:

Carece de validez sin la certificación del Director/a del Doctorado:



**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina**

PROGRAMA ANALÍTICO

Introducción y motivación

El control estadístico de procesos es un conjunto de técnicas estadísticas destinadas a hacer un seguimiento, en tiempo real, de la calidad de un proceso productivo. El resultado de dicho proceso productivo puede ser un artículo o un servicio. El proceso que se controla puede conducir a obtener el producto final o simplemente un producto intermedio, que será la 'materia prima' del proceso siguiente. En cualquier caso, el control estadístico se realiza sobre una o varias variables cuantitativas que estén relacionadas con la calidad del artículo o servicio de interés: longitudes, tiempos, proporción de defectos o índices numéricos que resuman varias variables. De esta forma, un sistema productivo puede realizar controles de varios procesos y varias variables de forma simultánea e independiente.

En primer lugar se motivará el tratamiento estadístico de la variable a controlar como variable aleatoria. Posteriormente se hará un análisis de las causas de variabilidad de dicha variable y su relación con el control del proceso. Con todo, el objetivo de estos los métodos de control estadístico de procesos es proveer la posibilidad de acciones preventivas y correctivas a fin de evitar o reducir la generación de productos fuera de especificación.

Contenidos y Programa:

Parte I: Introducción al control estadístico.

- 1) Concepto y definición de calidad. Calidad de diseño y de conformidad. Variables y atributos. Estrategias del Control de Calidad: prevención vs. detección. Monitoreo estadístico de un proceso. Estaciones de Muestreo de Aceptación. Concepto de variabilidad. Causas comunes y especiales. Concepto de proceso bajo control estadístico. Especificaciones del mercado. Aptitud (desempeño) de un proceso. Tecnologías disponibles. Rol en las regulaciones sanitarias. Practica 1: Precisión de las mediciones. Estimaciones con tamaños de muestra pequeños. Ejercicios con combinación lineal de variables aleatorias

Parte II: Control estadístico univariado.

- 2) Gráficos de Shewhart. Gráficos de control por variables. Diseño del gráfico de media y rango. Sensibilidad del gráfico. Función característica de operación. Longitud media de corrida. Diseño del gráfico de media y desviación estándar. Gráficas de control por atributos. Diagramas de control modificado por los límites de especificación. Práctica 2: Ejercicios de diseño de cartas de control de media y rango. Identificación de mediciones extrañas. Ejercicios de determinación de gráficos de media y desviación estándar. Ejercicios de diseño de gráficas np , c y u .
- 3) Definición de índice de aptitud. Influencia del error de medición en la estimación del índice de aptitud o desempeño de un proceso de producción: introducción al análisis R&R (repetitividad y reproducibilidad). Práctica 3: Determinación de la aptitud de un proceso. Ejercitación del Análisis R&R

para diferentes escenarios prácticos.

- 4) Algoritmos de monitoreo que usan información previa. Diseño del gráfico de suma acumulada (CUSUM). Diseño del gráfico de promedio móvil aritmético. Diseño del gráfico de promedio móvil pesado exponencialmente (EWMA). Control estadístico de señales auto-correlacionadas. Práctica 4: Ejercicios de diseño de cartas de promedios móviles. Ejercicios de suma acumulada unilateral. Uso del nomograma. Estimación de la curva de operación y del número esperado de muestras para detectar un cambio. Programas de aplicación de promedios móviles aritmético y exponencial. Comparación de sensibilidad.
- 5) Muestreo de aceptación por atributos. Ventajas y desventajas. Planes de muestreo simple, doble, múltiple, y secuencial. Curva de operación. Nivel de Calidad Aceptable (NCA). Porcentaje Defectuoso Tolerable por Lote (PDTL). Inspección Rectificadora. Práctica 5: Ejercicios de diseño de planes de aceptación de muestreo simple. Uso del nomograma binomial en el cálculo de la curva de operación. Ejercitación relacionada a problemas de muestro de aceptación simple con inspección rectificadora. Ejercitación relacionada con planes de muestreo doble y uso de las tablas de Dodge-Romig.

Parte III: Monitoreo y Control estadístico multivariado.

- 6) Descripción de datos multivariados. Diagrama de dispersión normal bi-variada. Distancia de Mahalanobis, Test χ^2 (chi-cuadrado) y T^2 de Hotelling. Diseño del gráfico de promedio móvil multivariado pesado exponencialmente (EWMA multivariado). Práctica 6: Ejercitación para el uso de los estadísticos multivariados. Ejercicios de diseño de cartas de EWMA multivariado.
- 7) Análisis de componentes principales (PCA). Interpretación geométrica. Gráfico de contribución (biplot) y comprensión de datos. Modelización de procesos continuos y batch. Interpretación de estructuras de correlación. Ejemplos y aplicaciones. Práctica 7: Ejercitación en el uso de los conceptos de Componentes Principales. Ejercicios de modelización de los diferentes tipos de procesos usando las estructuras de datos presentadas.
- 8) Sensores virtuales (soft-sensors). Métodos multivariados de calibración. Diseño y análisis de experimentos. Método de los cuadrados mínimos parciales (PLS). Método Kernel-PLS para procesos fuertemente no-lineales. Evaluación de bondad de ajuste (validación). Práctica 8: Ejercicios de calibración de modelos PLS y Kernel-PLS. Comparación de bondades de ajuste. Supervisión de procesos típicos.
- 9) Detección y diagnóstico de fallas. Uso de modelos de variables latentes (PCA y PLS) para monitoreo de procesos. Relaciones entre PCA y PLS. Índices de detección de fallas. Análisis de contribuciones. Diagnóstico de causa raíz. Aplicaciones. Práctica 9: Ejercicios de diseño de índices para detección y diagnóstico de fallas. Simulación de procesos de estudio frente diferentes tipos de anomalías.

Contenidos y Programa:

- Conocimientos básicos de probabilidad y estadística
- Conocimientos básicos de procesos industriales, desde una perspectiva de las variables de calidad
- Conocimientos mínimos de geometría euclídea, para la parte III, sobre todo.
- Conocimientos mínimos de inglés técnico para la comprensión de parte de la bibliografía



Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía (en caso de no estar disponible en la biblioteca de la unidad académica, toda la bibliografía será provista por los docentes)

1. D.C. Montgomery. *Introduction to statistical quality control*, 6º Ed., John Wiley & Sons, 2009.
2. A. Remcher. *Methods of Multivariate Analysis*. 2º Ed., John Wiley & Sons, 2002.
3. H. Martens, T. Naes. *Multivariate calibration*. John Wiley & Sons, 1989.
4. D.C. Montgomery. *Design and Analysis of Experiments*, 6º Ed., Wiley, 2004.
5. A. Cinar, A. Palazoglu, F. Kayihan. *Chemical Process performance evaluation*. CRC Press, 2007.
6. R.A. Johnson, D.W. Wichern. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 4º Ed., Prentice Hall, 1998.
7. M. Otto. *Chemometrics*. Wiley-VCH, 1999.
8. D. Meyer. *Matrix analysis and applied linear algebra*. SIAM, USA, 2000.
9. W.L. Luyben. *Chemical reactor design and control*. John Wiley & Sons, 2007.
10. J.S. Taylor, N. Cristianini. [Kernel Methods for Pattern Analysis](#). CambridgeUniversity Press, 2004.
11. Artículos científicos y de divulgación seleccionados.

Otro material de estudio, desarrollado y provisto por los docentes del curso



UNER

**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación**

Oro Verde-Concordia, E. R.

República Argentina

PLANIFICACIÓN DEL CURSO

Objetivos Generales:

- Afianzar e incorporar conceptos teóricos y aplicaciones prácticas del Análisis Matemático y el Álgebra Lineal, con un enfoque direccionado a la interpretación, análisis, modelación y evaluación de variables agronómicas.

Objetivos Específicos:

- Introducir los elementos del análisis matemático diferencial e integral, básicos para fundamentar, analizar
- y desarrollar modelos matemáticos.
- Adquirir los conceptos y técnicas propias del álgebra matricial, sistemas de ecuaciones lineales y espacios vectoriales indispensables para aplicaciones estadísticas.
- Desarrollar destrezas, habilidades y actitudes necesarias para la aplicación de modelos a datos propios de las ciencias agropecuarias y su evaluación crítica
- Contribuir a mejorar las competencias de verbalización y comunicación en lenguaje científico, así como la notación y escritura con el mismo.

Metodología de Trabajo:

El curso se dictará en 12 clases teórica-prácticas de 5 horas de duración. Se prevén 2 encuentros semanales a lo largo de 6 semanas, totalizando 60 horas de clases presenciales, complementadas con 30 hs. nominales de trabajo no presencial para la resolución de las guías de trabajos prácticos y la realización del trabajo final.

En general, en cada clase se prevé primero dictar los contenidos teóricos complementados con ejemplos de aplicación; para que luego los alumnos puedan resolver una guía de trabajos prácticos en forma escrita y utilizando software MatLab. La última de clase se reserva para la exposición pública de los trabajos finales.

Profesores

Docente responsable: Dr. José Luis Godoy, Dr. Alejandro H. Gonzalez

Docente(s) colaborador(es): no corresponde.

Cronograma

Se dictarán 12 clases, 2 por semana, en forma consecutiva desde la semana del 8 de mayo de 2015 hasta la del 12 de junio del mismo año, en días y horario a convenir según la disponibilidad de aulas. El objetivo de este cronograma es facilitar el traslado y la asistencia de alumnos de otras ciudades.

Un cronograma tentativo sería el siguiente:

1er. Clase: 8/5 de 15 a 20 hs.

2da. Clase: 9/5 de 8 a 13 hs.

3er. Clase: 15/5 de 15 a 20 hs.

4ta. Clase: 16/5 de 8 a 13 hs.

5ta. Clase: 22/5 de 15 a 20 hs.

6ta. Clase: 23/5 de 8 a 13 hs.

7ma. Clase: 29/5 de 15 a 20 hs.

8va. Clase: 30/5 de 8 a 13 hs.

9na. Clase: 5/6 de 15 a 20 hs.

10ma. Clase: 6/6 de 8 a 13 hs.

11era. Clase: 12/6 de 15 a 20 hs.

12da. Clase: 13/6 de 8 a 13 hs.

Los horarios de las clases son a confirmar ya que pueden sufrir algunas modificaciones

En caso de ser necesario se fijará una fecha para un examen recuperatorio con los alumnos.

Condiciones de Regularidad y Promoción:

Para la aprobación del curso se requiere un mínimo de 70% de asistencia a las clases y será necesaria la resolución y entrega de los trabajos prácticos, un examen escrito no presencial y la presentación de un trabajo final en la clase establecida a tal efecto. Cada una de estas tres instancias de evaluación se aprobará con un mínimo de 60/100.

El trabajo final consistirá en la implementación de un trabajo elaborado a partir de una publicación seleccionada por los docentes. Deberá entregarse un informe escrito y el código en MatLab con la implementación, y defenderse oralmente en una exposición pública de 20 minutos, más 10 minutos para preguntas, en la clase final del curso.

Las guías de trabajos prácticos y el examen escrito (teórico-práctico) no presencial serán instancias de

evaluación individuales, mientras que el trabajo final podrá realizarse en grupos de dos personas.

Infraestructura necesaria:

- Aula, pizarra y marcadores para pizarra
- Cañón proyector
- Computadoras con Matlab instalado, para cada alumno del curso