

PROGRAMA DEL CURSO II-0602 Diseño de Experimentos

SEMESTRE II - 2013

Profesores(as):
Inga. Patricia Ramírez Barrantes (Coordinadora)
Ing. Marco González Víquez
Ing. Ronny Pachecho Segura (Sede Interuniversitaria Alajuela)
Ing. Carlos Villalobos Araya (Sede Occidente)

GENERALIDADES DEL CURSO

GRUPO: 01
CRÉDITOS: 03
HORARIO: Martes, de 18h a 20:50h.
AULA: 0211
HORARIO DE CONSULTA: Martes, de 17h a 18h (ver procedimiento adelante).
REQUISITOS: Ingeniería De Calidad II (II0502).
CORREQUISITOS: N/A.

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Introduce al estudiante en la aplicación de métodos generales de diseño de experimentos como instrumentos en la solución de problemas de ingeniería.

Es el único curso obligatorio la malla curricular y pertenece al área de conocimiento de Calidad. Es de gran importancia puesto que el diseño de experimentos es ampliamente utilizado en empresas productoras de bienes y servicios como herramienta para la mejora de producto y de proceso.

Básicamente se tratan experimentos clásicos: a) *reducción del ruido*; b) *amplificación de la señal*.

Requisitos.

Los estudiantes tienen libertad de utilizar diferentes métodos de cálculo en el análisis de resultados, ya sean vistos en clase o no. En todo caso, deberán entender la base conceptual y procedimental de la aplicación, siendo que de requerirlo, deberán proceder al estudio individual de tales consideraciones.

Competencias específicas.

A continuación las cinco competencias¹ específicas que se procura desarrollar, sin que se entienda que son las únicas que interesan y potencializan².

¹ Las "competencias" se han definido de diversas maneras y en múltiples agregaciones. Es común describirlas como "la combinación de conocimientos, capacidades y comportamientos que se pueden utilizar e implementar directamente en un contexto de desempeño" (Le Boterf, *Cómo gestionar la calidad de la formación*, 1993)

² Adaptado de Martha Alles, Dirección estratégica de recursos humanos, *Gestión por competencias: El Diccionario*; Editorial Granica, 2002 Buenos Aires. Argentina.

- i. **Capacidad de planificación y de organización:** Es la facultad de determinar eficazmente las metas y prioridades del trabajo a realizar, estipulando las acciones, los plazos y los recursos requeridos.
- ii. **Trabajo en equipo centrado en objetivos:** Requerimiento de colaborar y cooperar activamente con los demás en la consecución de una meta común.
- iii. **Excelencia en el trabajo a realizar.** Implica tener amplios conocimientos del tema objeto de experimentación y exhibir la capacidad de comprender la esencia de los aspectos complejos y desarrollar soluciones prácticas y operables para el equipo de trabajo.
- iv. **Toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre:** Capacidad de manejar la incertidumbre ante las diferentes alternativas, mediante un proceso de análisis de posibilidades, definición de cursos de acción, evaluación para establecer la mejor forma de abordar una situación; escoger la alternativa apropiada y valorar las consecuencias de esas decisiones.
- v. **Habilidad analítica:** Se refiere a la facultad de realizar análisis lógico para estructurar la situación objeto de interés, reconocer la información significativa, buscar los datos relevantes y hacer las conexiones entre estos elementos.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Promover la aplicación de conocimientos adquiridos de estadística, probabilidad e ingeniería de calidad en la solución de problemas comunes en el ejercicio de la ingeniería, asegurando una apropiada planificación de los experimentos, recolección de datos, selección de modelos de optimización, análisis de datos, uso de herramientas informáticas comunes, y propuestas para la toma de decisiones robustas mediante un enfoque que prescinda, en lo posible, de formulaciones matemáticas complejas.

Objetivos Específicos.

- Aplicar principios fundamentales del diseño de experimentos, con el propósito de asegurar la robustez de los resultados y la coherencia en la interpretación de los mismos.
- Evaluar procesos de planeación, con el fin de asegurar la incorporación de los elementos predecibles para el logro de los objetivos del experimento.
- Ejecutar experimentos de diversos tipos para valorar el logro de los objetivos que dieron lugar al ensayo, y comparar los resultados con criterios y estándares específicos.

ACTIVIDADES

Semana 1: 12 al 17, agosto 2013.

Objetivos de aprendizaje: a) Conocer el contenido temático y los procedimientos que se seguirán en el curso; b) adquirir vocabulario básico del diseño de experimentos.

- Presentación del programa, metodología y cursos de acción generales.
- Conformación de grupos de trabajo
- Introducción al diseño experimental y sus aplicaciones **Capítulo 1**
- Terminología básica
- Tipos de experimentos
- Principios básicos
- Modelos clásicos

- *Análisis de minicaso: ejercicio de identificación de los elementos estructurales básicos de un experimento y aspectos éticos.*
- *Exposición código de ética de la Escuela de Ingeniería Industrial*

Nota: los grupos que reciben clase el jueves, tendrán una sesión asincrónica.

Semana 2: 19 al 24, agosto 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Aplicar conocimientos básicos de probabilidad y modelado de comportamientos estadísticos robustos*

Repaso ANOVA
Regresión lineal y múltiple

Semana 3: 26 al 31, agosto 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos reductores de ruido*

Experimentos con un solo factor
Diseño de bloques, cuadrados latinos y grecolatinos

Los estudiantes deberán repasar individualmente conceptos abordados en el capítulo 2.

Nota: Si en razón de la feria vocacional no se dispone de aulas, esta clase será asincrónica.

Capítulo 3

Capítulo 4

Semana 4: 2 al 7, septiembre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos reductores de ruido*

Experimentos con un solo factor, continuación
Diseño de bloques, cuadrados latinos y grecolatinos, continuación

Los estudiantes deberán repasar individualmente conceptos abordados en el capítulo 2.

Capítulo 3

Capítulo 4

Semana 5: 9 al 14, septiembre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y planeamiento de actividades complejas.*

Planeación de ejemplo práctico No. 1.

Se adjunta la Guía para la elaboración de reportes de Diseños de Experimentos, la cual es parte integral del programa del curso.

Semana 6: 16 al 21, septiembre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas*

Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 1

Asignación de tarea

Semana 7: 23 al 28, septiembre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos amplificadores de señal.*

Diseños factoriales
Efectos fijos
Dos niveles

Análisis de minicaso en procura de seleccionar el tipo de diseño experimental aplicable y la planeación respectiva.

Capítulo 5

Semana 8: 30 septiembre al 5 octubre 2013.

Objetivos de aprendizaje: a) *Desarrollar habilidades de comunicación oral;* b) *comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal*

Presentación oral del experimento No. 1

Diseño factorial 2^k

Formación de bloques y confusión en el diseño factorial

Capítulo 6

Capítulo 7

Semana 9: 7 al 12, octubre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal*

Diseño factorial 2^k , continuación

Formación de bloques y confusión en el diseño factorial

Planeación de ejemplo práctico No. 2

Capítulo 6

Capítulo 7

Esta clase se realizará de manera asincrónica, con el propósito de facilitar a los estudiantes su participación en la Expo Ingeniería Industrial.

Semana 10: 14 al 19, octubre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas*

Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 2

Semana 11: 21 al 26, octubre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal*

Diseños factoriales fraccionados de dos niveles

Análisis con una sola réplica

*Prueba de respuesta corta (**Evaluación sumativa**)*

Análisis de minicaso en procura de seleccionar el tipo de diseño experimental aplicable y la planeación respectiva.

Capítulo 8

Semana 12: 28 octubre al 2 de noviembre 2013.

Objetivos de aprendizaje: a) *Desarrollar de habilidades de comunicación oral;* b) *planear actividades complejas.*

Presentación oral del experimento No. 2

*Prueba de respuesta corta (**evaluación sumativa**)*

Planeación de ejemplo práctico No. 3

Semana 13: 4 al 9, noviembre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas*

Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 3

Semana 14: 11 al 16, noviembre 2013.

Objetivo de aprendizaje: *identificar otras alternativas de experimentación con variables complejas*

Métodos y diseños de superficies de respuesta.

Otros diseños experimentales de alta complejidad.

Capítulo 9

Entrega de tarea

Semana 15: 18 al 23, noviembre 2013.

Presentación oral del experimento No. 3

Semana 16: 25 al 30, noviembre 2013.

Presentación oral del experimento realizado a modo de tarea.

Examen final martes 03 de diciembre 2013, de 10h a 13:00h. Considera toda la materia del curso.

Examen de ampliación el martes 10 de diciembre 2013, de 10h a 13:00h. Considera toda la materia del curso.

PROFESORES

Ing. Carlos Villalobos Araya.

MSc. Ingeniería Industrial (in fíeri). Universidad De Costa Rica.

Lic. Banca Y Finanzas (in fíeri). Universidad Estatal A Distancia.

CQE By ASQ (Cert. No. 57144).

CCT By ASQ (Cert. No. 1737).

Teléfonos: 8708 8304

Correo electrónico: Carlos.avillalobos.araya@gmail.com

Imparte los cursos: Probabilidad y Estadística, Ingeniería de Calidad I, Ingeniería de Calidad II y Diseño Experimental para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica. Ha colaborado con los programas de extensión docente de la Sede de Occidente de la Escuela: Técnico en Producción y Técnico en Calidad. Diferentes roles en proyectos de graduación (Tutor, Lector, Asesor).

Actualmente se desempeña como Quality Transfer Engineer para la organización St. Jude Medical. Cuenta con experiencia en procesos, equipos y calidad en la industria electrónica (componentes plásticos – moldeo por inyección) y en manufactura de dispositivos médicos. Desempeño y experiencia en gestión como Supervisor e Ingeniero de Calidad coordinando sostenimiento, mejora continua, desarrollo de producto / equipos y actividades de introducción de nuevos productos. Como parte de sus roles ha trabajado en arranques de industria en Costa Rica y actividades de transferencia de tecnología trabajando en asignaciones de corto y largo periodo en Chicago y Minnesota (USA).

Cuenta con la certificación de Lean Manufacturing Level II, desarrollo de proyectos de mejora continua, proyectos Green Belt – Black Belt; dirección de eventos Kaizen. Amplio uso de las herramientas Seis Sigma. Certificado como CQE (Certified Quality Engineer - Cert No. 57144) y CCT (Certified Calibration Technician – Cert. No. 1737) por la ASQ (American Society For Quality).

Ronny Pacheco Segura.

Master en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica, imparte los cursos de Distribución y Localización de Instalaciones y Administración Industrial en la Sede de Occidente y Caracterización de procesos I en la Sede Rodrigo Facio. Ingeniero Consultor en diferentes áreas de la Ingeniería Industrial. CPIM. (Certified in Production and Inventory Management by the Association for Operations Management, USA) y CQE (Certified Quality Engineer, por la American Society for Quality).

Patricia Ramírez Barrantes

Ingeniera Industrial de la Universidad de Costa Rica, profesora tutora, imparte además los cursos de Distribución y Localización de Instalaciones, así como Diseño de Experimentos Avanzado. Trabaja además como consultora independiente.

Marco González Víquez

Teléfonos: **2511 4294** / 2511 5378

Correo electrónico: marcos.gonzalezviquez@ucr.ac.cr

Licenciado en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica. Candidato a la Maestría Académica en Antropología Social de la misma universidad. Es profesor de la Escuela de Ingeniería Industrial. Trabaja como coordinador de proyectos de Trabajo Comunal Universitario y consultor independiente en temas de planificación estratégica, desarrollo organizacional, diseño de procesos y planificación territorial. Ha trabajado en consultorías relacionadas al tema de la salud y urbanismo. Es profesor del curso de Probabilidad y Estadística I, Investigación de Operaciones y Diseño del Trabajo e Ingeniería de Factores Humanos, además es profesor tutor de proyectos de graduación. Actualmente su investigación se enfoca en las relaciones entre cultura, espacio y producción económica.

Asistente:

Mariana Jiménez

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

Para el logro de los objetivos se requiere de la participación presencial de los estudiantes, con actitud de autonomía (independencia, iniciativa, capacidad de actuar por sí mismo); responsabilidad y compromiso personal, trabajo en equipo y orientación al conocimiento, entendida como la intención y actuación orientada hacia el *saber* y no solamente al *aprobar* el curso.

Por ello se espera que los aprendices se desenvuelvan como sujetos activos en la creación de experiencias en la investigación empírica con trabajos dirigidos por los profesores, los cuales se realizarán en las clases ordinarias, y otro elegido y desarrollado por ellos mismos.

Se desarrollarán:

Exposiciones magistrales.

Discusión de casos teóricos y prácticos.

Pruebas de respuesta corta y larga.

Tareas.

Informes de documentación y presentación de resultados.

EVALUACIÓN

Pruebas de respuesta corta: uniformemente distribuidas, para un total de 10%.

Experimentos 1; 2 y 3: 15% cada uno, para un total de 45% (distribuidos de la siguiente manera: 10% informe y 5% exposición oral).

Tarea: 25% (distribuidos de la siguiente manera: 15% informe y 10% exposición oral).

Estudio individual de caso (Examen): 20%.

Los estudiantes deberán exhibir todas las competencias específicas desglosadas en el apartado correspondiente, al planear, ejecutar y valorar resultados de los experimentos que se realizan en clase y en la tarea; labores que se realizan en equipo.

En el análisis de minicasos (actividad grupal), y en las pruebas de respuesta corta y el examen final, que son de ejecución individual, se enfatiza en la comprensión cognitiva, donde se valoran, entre otras, las capacidades analíticas y de toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

En las exposiciones escrita y oral, actividades que se desarrollan a lo largo de toda la formación del estudiante de ingeniería industrial, se valoran además habilidades de comunicar con claridad y precisión: técnicas, resultados y circunstancias de interés en el logro de los objetivos objeto de experimentación.

OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

Reposición de evaluaciones.

Solamente se permitirá reposición por fuerza mayor o caso fortuito, conforme el procedimiento establecido por la Universidad de Costa Rica.

Los experimentos desarrollados en clase no son sujeto de reposición, pues es materialmente imposible repetir la experiencia. De aplicar, se asignará la planeación, ejecución y análisis de un experimento a realizar de manera extraclase. Se entregará un informe final que cumpla con las características de los experimentos realizados en clase y la exposición oral que debe incluir además un video (de 6 a 8 minutos de duración) que demuestre todas las acciones de la ejecución.

Disposición de materiales.

Esta asignatura ha sido inscrita en el campus virtual, donde los estudiantes disponen de una copia del programa del curso, el enunciado de tareas y parte del material de apoyo que se facilitará periódicamente.

Código de acceso: II602

Atención de consultas.

Con el propósito de ofrecer un servicio equitativo y accesible a todos los estudiantes, los interesados en ser atendidos por los profesores, de manera **presencial**, deberán solicitarlo, con al menos 3 días de anticipación. Para llevar un registro de estas peticiones, los escritos deben enviarse mediante el campus virtual de este curso, indicando el objetivo de la consulta y el tiempo estimado para lograrlo. Se asegura el respeto al orden de ingreso de las peticiones, y se atenderán tantas como el tiempo disponible y la demanda lo permitan.

En caso de consultas a distancia, en atención a las estipulaciones de la Universidad, solamente se considerarán las que se presenten mediante el campus virtual; en lo posible, en los siguientes 2 días hábiles contados a partir de su recepción.

Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta tal como, copia, plagio, ayudas no permitidas a otros, utilización de material no autorizado, comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las entregas, **perderá automáticamente el curso con nota 5.0 y será sujeto del debido proceso ante las instancias respectivas.**

Si se usa material textual dentro del documento, este debe ser claramente identificado y referenciado.

- Para mayor detalle ver la sección "[Información de Referencia Importante sobre Plagios](#)"

INFORMACIÓN DE REFERENCIA IMPORTANTE SOBRE PLAGIOS.

Se presentan una serie de vínculos importantes que los estudiantes analicen para evitar problemas por plagio. [puede consultar al profesor(a) en clases antes y durante la realización de los trabajos].

- ¿Por qué ocurre el plagio en las Universidades y cómo evitarlo?
<http://prof.usb.ve/eklein/plagio/>
- El Plagio: Qué es y como se evita.
<http://www.eduteka.org/PlagioIndiana.php3>
- ¿Cómo evitar el plagio?
http://librisql.us.es/ximdex/guias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla_05.htm
- Formato APA.
http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf

BIBLIOGRAFÍA

Libro de texto.

Montgomery, D. (2008). *Diseño Y Análisis De Experimentos* (2.^a ed.). México: Limusa Wiley.

Bibliografía.

De La Garza, J., Morales, B. N., & González, B. A. (2013). *Análisis Estadístico Multivariante* (1.^a ed.). México: McGraw-Hill.

Gutiérrez, H., & De La Vara, R. (2012). *Análisis Y Diseño De Experimentos* (3.^a ed.). México: McGraw-Hill.

Quality Council Of Indiana. (2006). *CQE Primer* (8th ed.). USA: Author.

Walpole, R. E.; Myers, R. H.; Myers, S. L. & Ye, K. (2012). *Probability & Statistics For Engineering & Scientists* (9th ed.). México: Pearson.