



PROGRAMA DEL CURSO II-0602 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

I SEMESTRE DEL 2017

Profesores(as):

Carlos Villalobos – Sede de Occidente
Patricia Ramírez - Sede Rodrigo Facio (Coordinadora)

GENERALIDADES DEL CURSO

Grupo: 001 Sede de Occidente.

Créditos: 3.

Horario: Jueves, de 18:00h a 20:50h.

Aula: 208.

Horario de Consulta: Lunes de 18h a 20h. Aula a convenir.

Requisitos: II0601 Gestión de Calidad.

Correquisitos: N/A.

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Es un curso del séptimo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, introduce al estudiante en la aplicación de métodos generales de Diseño de Experimentos (DOE, acrónimo inglés para *Design of Experiment*) como instrumentos en la solución de problemas de ingeniería.

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, igualmente para las etapas de Investigación y Desarrollo.

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

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.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de analizar situaciones y generar aplicaciones prácticas 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.

ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRADUADO

Como parte del curso Diseño de Experimentos, se aporta en la formación de cuatro de los atributos del perfil del graduado.

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Identificar información conocida y desconocida, incertidumbres y desviaciones ingeniería (HA-1- Habilidad analítica).
- Seleccionar y aplicar modelos cuantitativos apropiados para el análisis y la solución de problemas (HA-1- Habilidad analítica).
- Diseñar investigaciones y/o experimentos. (I-2 - Investigación).
- Crear y probar algoritmos, simulaciones, modelos y prototipos (D-4 - Diseño).





ACTIVIDADES

Semana 01: del 13 al 17 de marzo de 2017	
<p>Objetivos de aprendizaje: a) <i>Conocer el contenido temático y los procedimientos que se seguirán en el curso;</i> b) <i>adquirir vocabulario básico del diseño de experimentos.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación del programa, metodología y cursos de acción generales. • Conformación de grupos de trabajo. • Introducción al diseño experimental y sus aplicaciones. • Terminología básica. • Tipos de experimentos. • Principios básicos. • Modelos clásicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 1 • Los estudiantes deberán repasar individualmente los conceptos y aplicaciones de ANOVA. • Análisis de minicaso introductorio.
Semana 02: del 20 al 24 de marzo, 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Aplicar conocimientos básicos de probabilidad y modelado de comportamientos estadísticos robustos</i> Regresión lineal múltiple.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Práctica de ejecución de un experimento básico para modelar una regresión lineal múltiple.
Semana 03: del 27 al 31 de marzo de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos reductores de ruido.</i> Experimentos con un solo factor. Diseño de bloques, cuadrados latinos y grecolatinos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 3. • Capítulo 4. • Los estudiantes deberán repasar individualmente conceptos abordados en el capítulo 2. <p>Entrega para valoración no sumativa de reporte de la regresión lineal.</p>
Semana 04: del 03 al 07 de abril de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos reductores de ruido.</i> Experimentos con un solo factor, continuación. Diseño de bloques, cuadrados latinos y grecolatinos, continuación.</p>	<p>Análisis de minicaso.</p>
Semana de 09 al 16 de abril de 2017, Semana Santa. No hay lecciones.	





Semana 05: del 17 al 21 de abril de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y planeamiento de actividades complejas.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 06: del 24 al 28 de abril de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos amplificadores de señal.</i> Diseños factoriales. Efectos fijos. Dos niveles. Diseño factorial 2^k.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Semana Universitaria, lecciones dependiendo de la disponibilidad de aulas. • Capítulo 5. • Análisis de mini caso en procura de seleccionar el tipo de diseño experimental aplicable y la planeación respectiva. • Asignación tema de tarea. <p>NOTA: Si el 100% de los estudiantes están de acuerdo en ejecutar el experimento No. 1 en esta semana (actividad sujeta de evaluación), se cambia el contenido temático de la semana 6 con el de la 7. En cualquier caso debe entenderse que la entrega del reporte escrito sucede a lo más en la semana siguiente de ejecutada la práctica, y la exposición oral en la sesión que sigue a la entrega del escrito.</p>
Semana 07: del 01 al 05 de mayo de 2017	
Ejecución del experimento No. 1.	
Semana 08: del 08 al 12 de mayo de 2017	
<p>Objetivos de aprendizaje: <i>Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal.</i> Diseño factorial 2^k. Formación de bloques y confusión en el diseño factorial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 6. • Capítulo 7. • Entrega del reporte del experimento 1.
Semana 09: del 15 al 19 de mayo de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>a) Desarrollar habilidades de comunicación oral; b) Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal</i> Diseño factorial 2^k , continuación Formación de bloques y confusión en el diseño factorial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 6 • Capítulo 7 • Planeación de ejemplo práctico No. 2 • Exposición oral resultados experimento No. 1
Semana 10: del 22 al 26 de mayo de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 2.





Semana 11: del 29 de mayo al 02 de junio de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal.</i></p> <p>Diseños factoriales fraccionados de dos niveles. Análisis con una sola réplica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 8. • Prueba de respuesta corta (Evaluación sumativa). • Entrega de reporte de experimento No. 2.
Semana 12: del 05 al 09 de junio de 2017	
<p>Objetivos de aprendizaje: <i>comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal.</i></p> <p>Diseño de Factoriales Fraccionados. Análisis con una sola réplica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de mini caso en procura de seleccionar el tipo de diseño experimental aplicable y la planeación respectiva.
Semana 13: Del 12 al 16 de junio de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: a) <i>Desarrollar de habilidades de comunicación oral;</i> b) <i>planear actividades complejas.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación oral del experimento No. 2. • Planeación de ejemplo práctico No. 3.
Semana 14: del 19 al 23 de junio de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 3. • Entrega de reporte de tarea. • Entrega del reporte de <u>planeación</u> del Experimento 3.
Semana 15: 26 al 30 de junio de 2017	
<p>Objetivo de aprendizaje: <i>Identificar otras alternativas de experimentación con variables complejas.</i></p> <p>Otros diseños experimentales de alta complejidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 9. • Entrega del <u>reporte final</u> del Experimento No. 3.
Semana 16: 03 al 07 de julio de 2017	
<p>Presentación oral del experimento No. 3. Presentación oral del experimento realizado a modo de tarea.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • N/A.





Examen final, martes 11 de julio de 2017, 16:00h a 19:00h. Considera toda la materia del curso.

Examen de ampliación el martes 18 de julio de 2017, de 10h a 13h. Considera toda la materia del curso.

PROFESORES(AS)

Sede de Occidente.

Ing. Carlos Villalobos.

B.S. Ingeniería Industrial. Universidad De Costa Rica.

Lic. Banca Y Finanzas. Universidad Estatal A Distancia.

M.Sc. Ingeniería Industrial (in fieri). Universidad De Costa Rica.

CQE por ASQ (Cert. No. 57144).

CSSBB por ASQ (Cert. No. 15941).

CCT por ASQ (Cert. No. 1737).

Teléfonos: 8708-8304

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

Perfil profesional y académico del profesor

Experiencia en los cursos de Probabilidad y Estadística, Ingeniería de Calidad I, Ingeniería de Calidad II, Diseño Experimental y Diseño Experimental Avanzado de 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 (Director, Lector, Asesor Técnico), más de 9 años de experiencia como docente universitario.

Actualmente se desempeña como *Senior Quality Engineer* para la organización Resonetics.

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 / tecnologías. Como parte de sus roles ha tabajado en arranques de industria en Costa Rica y actividades de transferencia de tecnología trabajando en asignaciones de corto y largo plazo en Chicago, Minnesota y New Hampshire (USA).

Cuenta con la certificación de Lean Manufacturing Level II, desarrollo de proyectos de mejora continua, proyectos Green Belt – Black Belt; dirección de eventos Kaisen. Amplio uso de las herramientas Seis Sigma. Certificado como CQE (Certified Quality Engineer - Cert No. 57144), CSSBB (Certified Six Sigma Black Belt – Cert No. 15941) y CCT (Certified Calibration Technician – Cert. No. 1737) por la ASQ (American Society For Quality).

Asistente: por definir, se comunicará durante el curso.

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 actividades bajo las premisas de variedad y complejidad creciente, que persiguen diferentes objetivos de aprendizaje como son: síntesis de conceptos, interpretación de la información, asociación de elementos, modelado, etc.

Para ello se dispondrá de:

- Exposiciones magistrales.
- Discusión de casos teóricos y prácticos.
- Pruebas de análisis de casos.
- Informes de documentación y presentación de resultados de proyecto en empresa.

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).

Examen final: **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 mini casos (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.

INFORMACIÓN ADICIONAL DEL CURSO

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 extra clase. 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. El lugar para esta atención lo definirá la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial.

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/quias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla_05.htm
- Formato APA.
http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf





BIBLIOGRAFÍA

Libros de texto o Referencia principal de consulta

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

Referencias adicionales de consulta

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.

