

## PROGRAMA DEL CURSO II-0602 Diseño de Experimentos

### SEMESTRE I - 2016

Profesores(as):

**Ing. Carlos Villalobos Araya (Sede Occidente)**

Inga. Patricia Ramírez, M.Sc. (Sede Rodrigo Facio)

Ing. Marco González Víquez, M.Sc. (Sede Interuniversitaria de Alajuela)

### GENERALIDADES DEL CURSO

Grupo: 01

Créditos: 03

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

Aula: 309

Horario de Consulta:

Martes, de 2050h a 2150h (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 de 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.

### 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 prescindiera, 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: 07 al 12 de marzo, 2016.

#### Objetivos de aprendizaje:

- Conocer el contenido temático y los procedimientos que se seguirán en el curso.
- Adquirir vocabulario básico del diseño de experimentos.

#### Temas:

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.

*Los estudiantes deberán repasar individualmente los conceptos y aplicaciones de ANOVA.*

**Capítulo 1**

### Semana 2: 14 al 19 de marzo, 2016.

#### Objetivo de aprendizaje:

- Aplicar conocimientos básicos de probabilidad y modelado de comportamientos estadísticos robustos.

#### Temas:

Regresión lineal y múltiple.  
Repaso ANOVA.

### Semana 3: 21 al 26 de marzo, 2016.

#### Semana Santa, no hay lecciones.

### Semana 4: 28 de marzo al 02 abril, 2016.

#### Objetivo de aprendizaje:

- Comprender los aspectos conceptuales básicos de experimentos reductores de ruido.

#### Temas:

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

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

**Capítulo 3**  
**Capítulo 4**



**Semana 5: 04 al 09 de abril, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Comprender los aspectos conceptuales básico de experimentos reductores de ruido.*

**Temas:**

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 6: 11 al 16 de abril, 2016.**

**Objetivos de aprendizaje:**

- *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y planeamiento de actividades complejas.*

**Temas:**

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 7: 18 al 23 de abril, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

Ejecución del experimento No. 1

**Asignación de tarea**

**Semana 8: 25 al 30 de abril, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Comprender los aspectos conceptuales básicos de experimentos amplificadores de señal.*

**Temas:**

Diseños factoriales.

Efectos fijos.

Dos niveles.

Diseño factorial  $2^k$ .

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

**Capítulo 5**

**Semana 9: 02 al 07 de mayo, 2016.**

**Objetivos de aprendizaje:**

- *Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal.*

**Temas:**

Diseño factorial  $2^k$ .

Formación de bloques y confusión en el diseño factorial.

*Prueba de respuesta corta (evaluación sumativa).*

**Entrega del reporte del Experimento 1**

**Capítulo 6**

**Capítulo 7**



**Semana 10: 09 al 14 de mayo, 2016.**

**Objetivos de aprendizaje:**

- *Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal.*

**Temas:**

*Presentación oral del Experimento No. 1.*

Diseño factorial  $2^k$ , continuación.

Formación de bloques y confusión en el diseño factorial.

*Planeación de ejemplo práctico No. 2.*

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

**Capítulo 6**

**Capítulo 7**

**Semana 11: 16 al 21 de mayo, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas.*

**Temas:**

*Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 2.*

**Semana 12: 23 al 28 de mayo, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Comprender los aspectos procedimentales básicos de experimentos amplificadores de señal.*

**Temas:**

Diseños factoriales fraccionados de dos niveles.

Análisis con una sola réplica.

**Entrega del reporte del Experimento 2**

**Capítulo 8**

**Semana 13: 30 de mayo al 04 de junio, 2016.**

**Objetivos de aprendizaje:**

- *Desarrollar de habilidades de comunicación oral.*
- *Planear actividades complejas.*

**Temas:**

*Presentación oral del experimento No. 2.*

Diseño de Factoriales Fraccionados, análisis de un minicaso.

*Planeación de ejemplo práctico No. 3.*

**Capítulo 8**

**Semana 14: 06 al 11 de junio, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y ejecución de actividades complejas.*

**Temas:**

*Ejecución y valoración de ejemplo práctico No. 3.*

**Entrega de tarea**

**Entrega del reporte de planeación del Experimento No. 3**



**Semana 15: 13 al 18 de junio, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Identificar otras alternativas de experimentación con variables complejas.*

**Temas:**

Otros diseños experimentales de alta complejidad.

**Capítulo 9**  
**Entrega del reporte del Experimento 3**

**Semana 16: 20 al 25 de junio, 2016.**

**Objetivo de aprendizaje:**

- *Desarrollar de habilidades de comunicación oral.*

**Temas:**

*Presentación oral del experimento No. 3.*

*Presentación oral del experimento realizado como tarea.*

**Semana 17: 27 de junio al 02 de julio, 2016.**

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

**Semana 18: 04 al 09 de julio, 2016.**

**Examen de ampliación, jueves 14 de julio de 2016, de 17:00h a 20:50h. Considera toda la materia del curso.**

## PROFESOR

**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](mailto: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).

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 /



tecnologías. 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 plazo 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), 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.

### **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.*

*Tarea.*

*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: 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 larga, 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 extraclasses. 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.

### 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](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](http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf)

## BIBLIOGRAFÍA

### Libro de texto.

Montgomery, D. (2008). *Diseño Y Análisis De Experimentos* (2ª 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* (8<sup>th</sup> ed.). USA: Author.

Walpole, R. E.; Myers, R. H.; Myers, S. L. & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadísticas para ingeniería y ciencias* (9ª ed.). México: Pearson.