



UNIVERSIDAD DE SONORA

Unidad Regional Centro

División Ingeniería

Departamento Ingeniería Industrial

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

Nombre de la Asignatura: Diseño de Experimentos

Clave: 7987

Créditos: 07

Horas totales:

64

Horas Teoría:

03

Horas Práctica:

01

Horas Semana:

04

Modalidad: Presencial

Eje de formación: Profesionalizante

Elaborado por: Dr. Ignacio Fonseca Chon, Dr. Juan José García Ochoa, Dr. Arturo Vega Robles, M.C. Rodolfo Guzmán Hernández

Antecedente: 7980 Análisis de datos en Ingeniería. Cursada

Consecuente: Ninguna

Carácter: Obligatoria

Departamento de Servicio: Ingeniería Industrial

Propósito:

Esta asignatura es obligatoria y forma parte del eje de formación Profesionalizante del egresado. Es la primera asignatura de un grupo disponible en el campo de la Ingeniería de la Calidad, donde se busca formar egresados para aplicar los conocimientos de diseño de experimentos, para planear y realizar experimentos, así como analizar los datos obtenidos para proponer soluciones a los problemas que quiera darle respuesta

I. Contextualización

Introducción:

La asignatura está orientada a que el alumno conozca y aplique los conceptos diseño de experimentos (DDE) para conocer mejor lo que afecta a la operación de un proceso o producto y con esto caracterice procesos y mejore el desempeño de los mismos. Se relaciona con los conceptos de control de la calidad en que este último trata la mejora de la calidad de una manera pasiva y el primero de una manera dinámica. Una breve descripción de lo que se cubre en cada unidad se describe a continuación.

1. Conceptos básicos. Se cubre la terminología, el proceso de diseño y análisis de experimentos y una breve evolución del DDE.
2. Experimentos con un factor. Se inicia repasando prueba de hipótesis para uno y dos medias y continua cubriendo la generalización para dos o más medias. Se cubren técnicas de análisis de datos subjetivas y objetivas. Se revisan los supuestos en que se fundamenta el análisis objetivo de los datos para posteriormente construir el modelo estadístico y hacer estimación puntual y por intervalos. Se termina cubriendo aspectos de bloqueo en la aleatorización: sencilla y doble.
3. Introducción de diseños factoriales completos. Se inicia identificando cuando se utiliza este modelo y compara con el anterior. Se continúa generalizando los conceptos del capítulo anterior para dos factores e introduce el concepto de interacción. Se explica cómo se diseña el experimento para levantar los datos, como se analiza los datos y presentan los resultados.
4. Diseños factoriales completos para k factores, 2 niveles: 2^k . Se inicia conociendo cuando se

utilizan estos modelos, se compara con el de la unidad anterior y prosigue generalizando los conceptos de análisis del capítulo anterior para restringirlo a dos niveles por factor, misma cantidad de réplicas. Se explica cómo se diseña el experimento para levantar los datos, como se analiza los datos y presentan los resultados.

5. Diseños factoriales fraccionados, 2^{k-p} . Se inicia conociendo cuando se utilizan estos modelos, sus ventajas, desventajas. Se continúa con el diseño del modelo que tenga la resolución y estructura de alias deseada para pasar al análisis de datos, interpretación y presentación de resultados.
6. Diseño de experimentos con la metodología de Taguchi. Se cubre el punto de vista de Taguchi en lo que es la calidad y diseño de experimentos. Se continúa considerando la función de pérdida de la calidad, como forma de evaluación. Se introduce posteriormente el concepto de robustez del producto y proceso para dar paso a lo que es ruido y terminar con el diseño de experimentos y el análisis de los datos

**Perfil del(los)
instructor(es):**

Estudios.

Poseer Licenciatura en algún tipo de carrera de Ingeniería Industrial como Ingeniería Industrial Administrativa, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería Administrativa o de Gestión y tener un grado académico mínimo de maestría o certificado en Ingeniería de Calidad o seis sigma cinta negra.

Experiencia

Profesional. Cuando menos cuatro años en áreas afines al campo de la Ingeniería de la Calidad o

- Académica. Al menos dos años a nivel superior en el área de diseño de experimentos o afín.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- Capacidad Comunicativa.
Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas
- Pensamiento crítico.
Analiza críticamente los factores que influyen en su toma de decisiones
- Competencia Digital.
Utiliza en forma eficiente los recursos y herramientas digitales
- Capacidad para la toma de decisiones.
Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes.
- Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.
Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.

Competencias específicas:

- MATEMÁTICAS Y CIENCIAS
 - Comprende las ciencias físicas, matemáticas, estadísticas, sociales y computacionales en que se sustenta diseño de experimentos.
- DISEÑO
 - Habilidad para planear y diseñar los experimentos.
- MODELACIÓN
 - Habilidad para construir el modelo estadístico adecuado a la situación.
 - Habilidad para analizar datos.
- PROFESIONALISMO
 - Es responsable de las acciones que realiza.

Objetivo General:

El principal objetivo de esta asignatura es que el estudiante comprenda y aplique los principios básicos de diseño y análisis de experimentos aplicados a empresas de bienes y servicios.

Objetivos Específicos:

1. Planear la realización de un experimento
2. Diseñar y analizar experimentos con un factor.
3. Diseñar y analizar experimentos con dos factores.
4. Diseñar y analizar experimentos con k factores, dos niveles.
5. Diseñar y analizar experimentos fraccionados de la familia k factores, dos niveles.
6. Diseñar y analizar experimentos usando principios de Taguchi, para la familia de k factores dos niveles, k factores con tres o más niveles.

Unidades Didácticas:

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y PLANEACIÓN DE EXPERIMENTOS.
2. EXPERIMENTOS CON UN FACTOR
3. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO FACTORIAL COMPLETO.
4. DISEÑOS FACTORIALES COMPLETOS. CASO K FACTORES, DOS NIVELES. 2^k
5. DISEÑOS FACTORIALES FRACCIONALES. CASO K FACTORES, DOS NIVELES. 2^{k-p}
6. DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON LA METODOLOGÍA DE TAGUCHI.

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y PLANEACIÓN DE EXPERIMENTOS

Se considera las precauciones a considerar al experimentar. Con un ejemplo de un proceso y definiendo un objetivo a lograr, se identifica que factores influyen en el proceso y de esos cuales son los que impactan en el objetivo. Se introduce el vocabulario. Los pasos seguidos para diseñar y analizar experimentos. Se compara la forma de análisis subjetiva y objetiva. Forma de presentación de resultados y se realiza un mapa conceptual del capítulo o mapa del camino para diseñar y analizar experimentos

- 1.1 Conceptos básicos en diseño de experimentos (DDE)
- 1.2 Aplicaciones del DDE en distintos campos del saber.
- 1.3 Procesos seguidos en la experimentación: intuitiva (o basada en la experiencia) y científica.
- 1.4 Proceso seguido en DDE. Planeación y diseño del experimento (factores controlables, no controlables, bloqueadores, tratamientos, replicas, aleatorización), análisis en DDE (prueba de hipótesis, estimación, supuestos, etc.), prueba confirmatoria. Reporte ejecutivo y memoria de cálculos y experimentación.

2. EXPERIMENTOS CON UN FACTOR

Caso Un factor. Partiendo de escenarios, se explica el proceso de planeación, diseño de experimentos, así como el análisis de datos y presentación de resultados.

- 2.1 El modelo de un factor, efecto fijo y modelo prototipo
- 2.2 El diseño de un factor
- 2.3 Análisis subjetivo de datos: Métodos gráficos y análisis de medias
- 2.4 Análisis objetivo de datos. Análisis de variancia (ANOVA)
- 2.5 Estimación puntual y por intervalos de los parámetros del modelo. Coeficiente de determinación.
- 2.6 Revisión de los supuestos del modelo
- 2.7 Prueba de hipótesis antes y después de levantamiento de datos
- 2.8 Uso de software para análisis de experimentos de un factor.
- 2.9 Determinación del tamaño de muestra.
- 2.10 Ejemplos complementarios
- 2.11 El modelo de un factor con una restricción en la aleatorización.
- 2.12 El modelo de un factor con dos restricciones en la aleatorización.

3. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO FACTORIAL COMPLETO.

Partiendo de escenarios, se explica el proceso de planeación, diseño de experimentos, así como el análisis de datos y presentación de resultados. Posteriormente se generaliza para k factores usando un software estadístico.

- 3.1 Conceptos generales: Ventajas de la experimentación factorial comparado con la experimentación de un factor a la vez, el concepto de interacción.
- 3.2 El diseño de experimento de 2 factores. El modelo general.
- 3.3 Representación estadística del modelo general con dos factores e hipótesis posibles
- 3.4 Análisis subjetivo de los datos: Procedimientos gráficos.
- 3.5 Análisis objetivo de los datos: Análisis de varianza.
- 3.6 Representación estadística del modelo resultante después del análisis objetivo

- 3.7 Estimación puntual y por intervalos de los parámetros del modelo. Coeficiente de determinación.
- 3.8 Revisión de los supuestos del modelo.
- 3.9 El diseño de experimentos con k factores. Caso tres factores usando software estadístico.

4. DISEÑOS FACTORIALES COMPLETOS. CASO K FACTORES, DOS NIVELES. 2^k

Se inicia cubriendo la importancia de este tipo de modelos, posteriormente, partiendo de escenarios, se explica el proceso de planeación, diseño de experimentos, así como el análisis de datos y presentación de resultados, para el caso: no replicado y una o más replicas. Se termina cubriendo casos especiales.

- 4.1 Diseño general 2^k . Motivación y justificación de su estudio. Construcción de la matriz diseño y codificada.
- 4.2 Análisis de datos. Análisis de medias y gráfico. Interpretación de resultados.
- 4.3 Análisis de datos. Análisis de varianza. Interpretación de resultados.
- 4.4 Estimación: puntual, por intervalos, coeficiente de correlación.
- 4.5 Revisión de los supuestos del modelo
- 4.6 Aplicaciones. Uso de software.
- 4.7 El caso especial no replicado.
 - 4.7.1 Caso general.
 - 4.7.2 Casos especiales: Transformación de datos, localización y dispersión de efectos, mediciones duplicadas.
- 4.9 El modelo 2^k con puntos centrales.

5. DISEÑOS FACTORIALES FRACCIONALES. CASO K FACTORES, DOS NIVELES. 2^{k-p}

Se inicia cubriendo la importancia de este tipo de modelos, vocabulario, notación. Posteriormente, partiendo de escenarios, se explica el proceso de diseño de los modelos 2^{k-p} , para terminar con el análisis de los datos experimentales.

- 5.1 Motivo del estudio de experimentos factoriales fraccionados 2^{k-p}
- 5.2 Procedimiento general para construir diseños factoriales fraccionados
- 5.3 Modelo 2^{k-1} .
 - 5.3.1 Diseño del modelo: Conceptos generales, generador del diseño, construcción de la matriz diseño, relación definidora,
 - 5.3.2 Análisis de los datos. Subjetivo y objetivo. Diseños desplegados. Proyección del diseño
- 5.4 Modelo 2^{k-2} .
 - 5.4.1 Diseño del modelo: Conceptos generales, generador del diseño, construcción de la matriz diseño, relación definidora.
 - 5.4.2 Análisis de los datos. Subjetivo y objetivo. Diseños desplegados. Proyección del diseño
- 5.5 Caso general diseño factorial fraccionado 2^{k-p} .
- 5.6 Análisis de variancia. Interpretación de resultados
- 5.7 Diseños de resolución III.

5.8 Diseños Plackett Burman.

6. DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON LA METODOLOGÍA DE TAGUCHI

Se inicia cubriendo la contribución de Taguchi. Se cubre el modelo de función de pérdida y la razón señal ruido. Se estudian los arreglos ortogonales propuestos por Taguchi para DDE. Se introduce el concepto de ruido externo para terminar con el análisis de datos de este tipo de modelos, vocabulario, notación. Posteriormente, partiendo de escenarios, se explica el proceso de diseño de los modelos 2^{k-p} , para terminar con el análisis de los datos experimentales.

6.1 Taguchi. Una semblanza. Su contribución en el campo de la calidad, y diseños de experimentos.

6.2 La función de pérdida de la calidad.

6.3 El concepto de diseños robustos y su relación con el ruido. Arreglo externo.

6.4 Selección de arreglos ortogonales (interno) para la asignación de causas de variación.

6.5 La razón señal ruido para transformar los datos experimentales

6.6 Análisis de datos

6.6.1 Análisis subjetivo: Pareto, efectos.

6.6.2 Análisis objetivo: Análisis de varianza

6.7 Uso de software.

Criterios de desempeño:

1. Elabora una síntesis de una página de las lecturas asignadas
2. Elabora un mapa conceptual de la unidad didáctica
3. Entrega oportuna de al menos el 70% de las tareas asignadas.
4. Entrega de tareas hechas con calculadora, hoja de cálculo y software estadístico.
5. Presentar los exámenes, tener calificación aprobatoria y haber aprobado cuando menos el 50% de ellos.
6. Proyecto final. Elaborado por equipos. Se aplica los conceptos del curso en un problema donde mediante la experimentación obtienen datos, los analizan y emiten conclusiones.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos

1. Exposición del maestro
2. Participación del alumno asociando los conocimientos con su aplicación.
3. Lectura de temas afines
4. Interacción en clase
5. Asesoría individual y grupal
6. Trabajo final

Experiencias de aprendizaje.

1. Lectura previa de los materiales
2. Elaboración de mapas conceptuales, esquemas y síntesis
3. Elaboración de reporte de visitas a empresas
4. Exposición de trabajos finales

5. Defensa de tareas entregadas.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop
2. Cañón
3. Pintarrón
4. Conexión a internet
5. Software PowerPoint, Excel, Estadístico (Minitab)
6. Web con material

Bibliografía Básica

1. Montgomery, D.C., (2013). *Design and analysis of experiments 8th Ed.* New York: John Wiley and Sons.
2. Fowlkes Y. W. (1995). *Engineering methods for robust design 2nd Ed.* Engelwood: Addison Wesley.
3. Gutiérrez H. (2013). *Diseño y análisis de experimentos, 3rd Ed.* México: McGraw-Hill.
4. Box, G. E. P., Hunter, W.G., Hunter, J. (2008). *Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento, 2^a Ed.* Madrid: Reverté

Bibliografía Complementaria

1. Wu, Jeff & Hamada, M.S. (2009). *Statistical Analysis of Designed Experiments 2nd Ed.* New York. John Wiley and Sons.
2. Myers, R. H. Montgomery, D. C. & Anderson-Cook, CM. (2016). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments, 4th Ed.* New York. John Wiley and Sons.
3. Hinkelmann, K. & Kempthorne, O. (2007). *Design and Analysis of Experiments, Volume 1, Introduction to Experimental Design. 2nd Ed.* New York. John Wiley and Sons.
4. Tamhane, A.C. (2009). *Statistical Analysis of Designed Experiments: Theory and Applications 1st Ed.* New York. John Wiley and Sons.

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
---	------------------	-------------------------	-------------------------	--	------------------

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos de las unidades 1 y 2	Primera parte de examen parcial escrito, objetivo tipo opción múltiple o falsa y verdadera.	05 %
	C, H	Habilidad para seleccionar y utilizar la herramienta adecuada	Planteamiento de escenarios para evaluar (1) el grado de comprensión de los conceptos y (2) la habilidad para extraer conclusiones de los datos obtenidos experimentalmente	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	15%
	C, H	Síntesis de lecturas Mapas conceptuales Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar los datos experimentales y extraer las conclusiones pertinentes.	Tareas y trabajos asignados	06%
2	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos en las unidades 3 y 4.	Primera parte de examen parcial escrito, objetivo tipo opción múltiple o falsa y verdadera.	05 %
	C, H	Habilidad para seleccionar y utilizar la herramienta adecuada	Planteamiento de escenarios para evaluar (1) el grado de comprensión de los conceptos y (2) la habilidad para extraer conclusiones de los datos obtenidos experimentalmente.	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	20%
	C,H	Síntesis de lecturas Mapas conceptuales Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar los datos experimentales y extraer las conclusiones pertinentes.	Tareas y trabajos asignados	07%

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
3	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos en las unidades 5 y 6.	Primera parte de examen parcial escrito, objetivo tipo opción múltiple o falsa y verdadera.	05 %
	C, H	Habilidad para seleccionar y utilizar la herramienta adecuada	Planteamiento de escenarios para evaluar (1) el grado de comprensión de los conceptos y (2) la habilidad para extraer conclusiones de los datos obtenidos experimentalmente.	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	20%
	C,H	Síntesis de lecturas Mapas conceptuales Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar los datos experimentales y extraer las conclusiones pertinentes.	Tareas y trabajos asignados	07%
4	C,H, A	Proyecto final	Evaluar los, conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas definiendo un problema real, levantar datos relevantes, los analice y concluya presentando soluciones y forma de implementarlo	Entrega del trabajo realizado y defensa ante el grupo de su trabajo realizado	10 %
Total					100 %

* C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes

Notas adicionales:

Tareas. Ejercicios, preguntas de conceptos, trabajos de síntesis (como mapas conceptuales o mapas del camino a seguir), lectura y comprensión de artículos serán utilizados para evaluar la **habilidad** del estudiante en el manejo de los **conocimientos** para analizar los datos y extraer conclusiones.

Exámenes. Comprensión y de aplicación. Serán utilizados para evaluar del alumno (1) el grado de **comprensión** de los conceptos y (2) la **habilidad** para extraer conclusiones de los datos analizados estadísticamente.

El proyecto final será utilizado para evaluar sus, **conocimientos, habilidades y actitudes** adquiridas. Consiste en que un equipo de estudiantes encuentre un problema que requiera la aplicación de uno o más conocimientos adquiridos, experimenten para obtener datos, los analice y extraiga conclusiones y recomendaciones para implementar la propuesta.