



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño Estadístico de Experimentos
Clave de la asignatura:	CSD-2205 FALTA ACTUALIZARLA
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Industrial

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Fundamentación.

La materia de Ingeniería de Calidad:

En cuanto a la necesidad de formar a los egresados con un perfil profesional que les permita medir, desarrollar e implementar la calidad de los productos, esta asignatura debe partir del diseño del experimento, de su experimentación del objeto de estudio, de la implementación y análisis de los resultados con un software estadístico para tomar decisiones y mejorar la calidad del proceso y su fabricación, hasta llegar a las manos del cliente.

Trabajar en la calidad de la manufactura y del producto, conocer los controles para que cumpla con sus especificaciones, responder a las necesidades del cliente dentro de una cadena

productiva. De esta forma se obtendrá un diseño que requiera un proceso simple y con los mínimos controles de calidad.

Una vez establecido el concepto comienza la etapa de ingeniería de detalle, en la que se definen los parámetros del producto: dimensiones, especificaciones, materiales, etc.

En esta etapa un análisis permite establecer parámetros que minimicen los efectos de la variabilidad en el proceso, medio ambiente y manipulación en la performance final del producto. En esta etapa se pueden realizar una serie de experimentos estadísticos que ayudan a medir la sensibilidad de los parámetros objetivos a variaciones en el proceso o en lo que se denominan ruidos.

• Se plantea como una asignatura optativa de las especialidades de las carreras de Ingeniería Logística e Ingeniería Industrial.

Proporciona:

- Bases para el análisis del diseño de experimentos.
- Minimizar la pérdida a la sociedad desarrollando productos robustos.
- Disminuir la variación entre productos y procesos.
- Elementos para la calidad total.

- Bases para seleccionar la estrategia experimental que permita obtener la información requerida para la disminución de los fallos.
- La evaluación de los resultados experimentales, en la selección de la mejor alternativa que ofrece mayor confiabilidad.
- Se plantea como una asignatura básica de la Carrera de Ingeniería Industrial.
- Proporciona los elementos básicos para hacer análisis a partir de mediciones estadísticas y mejorar la respuesta de calidad que se requiere en la industria manufacturera y de servicios.
- Permite establecer inferencias a factores involucrados en la mejora de la calidad a partir de la información que arrojan las pruebas de hipótesis.
- Permite tener productos robustos a las condiciones ambientales

Intención didáctica

Se organiza la materia de Ingeniería de la Calidad, para la carrera de Ingeniería Industrial.

- La unidad I, Introduce al estudiante en los conceptos del diseño de experimentos de los modelos factoriales, y la aplicación de los modelos 2^2 , 2^3 , y en general los modelos 2^k y a entender cuando aplicar cada modelo que ayude a la toma de decisiones, analizando las ventajas y desventajas de aplicar el diseño factorial, en cada situación de aplicación, y diferenciar entre diseños factoriales 2^k , y 3^k para poder determinar en qué situación es apropiado cada uno de ellos. Así como identificar los factores más significativos en el problema y seleccionar la mejor combinación de niveles de cada factor, haciendo un análisis del modelo, dando respuesta a la hipótesis planteada.
- En la unidad II, se estudia y analiza el Diseño factorial 3^k , se analiza la confusión del diseño factorial 3^k en el diseño de tres, nueve y 3^k en 3^p bloques. A su vez se analizan replicas fraccionadas del diseño factorial 3^k y 3^{k-p} . También se estudian los diseños factoriales con niveles mixtos con factores de dos y tres niveles, así como con factores con dos y cuatro niveles.
- En la unidad III, se analizará la filosofía Taguchi enfocada a cómo mejorar en forma rápida el diseño de los productos y de los procesos, proporcionando una metodología para la disminución de la variabilidad entre productos y procesos, con el objeto de minimizar la pérdida a la sociedad, analizando las características de calidad en base a la función de pérdida, así como la media y la variancia.

- En la unidad IV, se aplicarán los conceptos de robustez, identificando los diferentes arreglos ortogonales y en qué tipo de situaciones se aplican. Se realizarán ejercicios con los factores de control, de ruido y señal, los alumnos serán capaces de realizar un diseño con arreglo interno y externo, identificando la respuesta con la característica de calidad adecuada a cada situación.

La materia de Ingeniería de la Calidad, permite al estudiante:

- Identificar el papel fundamental que juega el diseño de experimentos en la industria, en el mejoramiento de la calidad y en la investigación.
- Proponer una nueva manera de operar el proceso, variar sus condiciones y hacer cambios con el objetivo de reducir el número de defectos.
- Determinar los factores o fuentes de variabilidad que tienen impacto en la capacidad del proceso para cumplir con sus requerimientos más importantes.
- Apoyar en el diseño o rediseño del producto o proceso para mejorar su desempeño y hacer el proceso insensible o robusto a oscilaciones de variables ambientales.
- Permite estudiar las condiciones de operación de un sistema o proceso, que se hace con el objeto de medir el efecto del cambio en una o varias propiedades del producto.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Iguala. Departamento de Ingeniería Industrial. marzo del 2024.	Integrantes de la academia de Ingeniería Industrial.	Para fortalecer y formar parte del módulo de especialidad de la carrera de Ingeniería Industrial.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Analizar, identificar, y aplicar herramientas de calidad y manufactura como el diseño de experimentos, diseños robustos, como estrategia de mejora continua del negocio enfocada al cliente que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos.</p> <p>Utiliza tecnologías de información y comunicación disponibles en el proceso de toma de decisiones para la operación eficiente de los procesos.</p>

5. Competencias previas

- Concepto y manejo de límites y continuidad.
- Estadística básica.
- Medidas descriptivas.
- Técnicas de muestreo y análisis de regresión.
- Herramientas básicas de control de calidad.
- Manejo de Software
- Matemáticas básicas.
- Conceptuar la variable aleatoria: Discreta y Continua
- Utilizar las tablas de las distribuciones: normal y F.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.-	Diseño factorial 2^k	1.1. Introducción 1.2. El diseño factorial 2^2 . 2.1 Representación gráfica. 2.2 Representación geométrica. 1.3. El diseño factorial 2^3 . 1.3.1 Representación gráfica. 1.3.2 Representación geométrica. 1.4. El diseño general 2^k . 1.5. Una sola réplica del diseño 2^k . 1.6. Adición de puntos centrales en el diseño 2^k . 1.7. Formación de bloques y confusión en el diseño factorial 2^k , con replicas. 1.7.1 Introducción. 1.7.1 Confusión del diseño factorial 2^k 7.1.1.1 en dos bloques. 7. 1.1.2 en cuatro bloques 7.1.1.3 en 2^p bloques. 1.8. Diseños factoriales fraccionados de dos niveles. 1.8. 1 Introducción. 1.8. 2 La fracción un medio del diseño 2^k . 1.8. 3 La fracción un cuarto del diseño 2^k . 1.8.4 El diseño factorial fraccionado 2^{k-p} . 1.9. Planeación, análisis del experimento, verificación, gráficos de efecto, ANOVA y conclusiones. 1.10. Ejercicios y aplicación con uso de software y análisis de resultados.

2.-	Diseño factorial 3^k	<p>2.1. Introducción al diseño factorial 3^k.</p> <p>2.1. 1. El diseño 3^2.</p> <p>2.1. 2. El diseño 3^3.</p> <p>2.1. 3. El diseño general 3^k.</p> <p>2.2. Confusión del diseño factorial 3^k.</p> <p>2.2.1 El diseño factorial 3^k en tres bloques.</p> <p>2.2.2 El diseño factorial 3^k en nueve bloques.</p> <p>2.2.3 El diseño factorial 3^k en 3^p.</p> <p>2.3. Replicas fraccionadas del diseño factorial.</p> <p>2.3.1 La fracción un tercio del diseño factorial 3^k.</p> <p>2.3.2 Diseños factoriales fraccionados 3^{k-p}.</p> <p>2.4. Diseños factoriales con niveles mixtos.</p> <p>2.4.1 Factores con dos y tres niveles.</p> <p>2.4.2 Factores con dos y cuatro niveles.</p> <p>2.5. Ejercicios y aplicación con uso de software y análisis de resultados.</p>
-----	------------------------	--

3.-	Variabilidad Funcional y característica de calidad	<p>3.1 Introducción a la ingeniería de calidad y variedad funcional.</p> <p>3.2 Problemas de calidad y su variedad.</p> <p>3.3 Tolerancia y su pérdida de calidad por variabilidad en los intervalos.</p> <p>3.4 Función de pérdida.</p> <p>3.5 Índice Taguchi.</p> <p>3.6 Determinación del intervalo y tolerancia.</p> <p>3.7 Función de pérdida y característica de calidad (nominal es mejor; mayor es mejor y menor es mejor).</p> <p>3.8 Reducción de la variabilidad funcional.</p> <p>3.9 ejercicios de aplicación y análisis de resultados, uso de software.</p>
4.-	Diseño robusto (Taguchi)	<p>1. Introducción al Diseño robusto (Taguchi).</p> <p>2. Concepto de robustez y tipos de estudio de robustez.</p> <p>3. Los Arreglos Ortogonales. Gráficos requeridos y ajustados de los AO (uso de tablas)</p> <p>4. Factores de control de ruido y señal.</p> <p>5. Diseño con arreglo interno y externo.</p> <p>6. El cociente Señal /Ruido (Nominal es mejor; mayor es mejor; y menor es mejor).</p> <p>7. Experimento robusto ejemplo integrador.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Unidad I: Diseño factorial 2 ^k	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>• Comprender la teoría del diseño de experimentos, así como analizar, identificar y aplicar, las etapas que conforman un diseño de experimentos. Y la toma de decisiones en la solución e interpretación de los problemas. Así como identificar los factores y niveles que intervienen en un modelo general de Diseño de experimentos 2^k y 3^k así como valorar la variable de respuesta requerida.</p>	<p>1.1 Conocer los pasos para hacer un DOE. 1.2 Investigación bibliográfica de la disminución de la variabilidad en productos y procesos. 1.3 Identificar los factores y niveles que intervienen en un modelo general de Diseño de experimentos 2^k y 3^k así como valorar la variable de respuesta requerida. 1.4 Investigar y discutir la representación geométrica de los modelos 2^k 1.5 Discutir sobre los datos adecuados que puedan analizarse estadísticamente en un modelo 2^k y con base a esta discusión elegir el modelo adecuado, niveles y factores. 1.6 Seleccionar los niveles adecuados de cada factor y presentar trabajo de aplicación con las técnicas presentas e Interpretar los, resultados obtenidos. Así como el uso de software, hacer un análisis estadístico. 1.7 Resolver problemas relacionados al área de la ingeniería, señalando los factores más significativos con ANOVA gráfico y realizar un análisis estadístico de los Gráficos de efectos en papel normal. 1.8 Analizar casos de efectos de estudio relacionados al área de ingeniería. 1.9 Investigar y discutir el concepto de Colapción y proyección de un diseño DOE 1.10 Desarrollar la aplicación práctica del modelo DOE usando Software Minitab 18</p>

Unidad 2: Diseño factorial 3^k

Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none">• Comprender la teoría del diseño de experimentos, así como analizar, identificar y aplicar, las etapas que conforman un diseño de experimentos. Y la toma de decisiones en la solución e interpretación de los problemas.• Identificar los factores y niveles que intervienen en un modelo general de Diseño de experimentos 3^k así como valorar la variable de respuesta requerida.	<p>2.1 Aplicar los pasos de un DOE para un diseño de experimentos 3^k.</p> <p>2.2 Identificar los factores y niveles que intervienen en un modelo general de Diseño de experimentos 3^k, así como valorar la variable de respuesta requerida.</p> <p>2.3 Investigar y discutir la representación geométrica de los modelos 3^k</p> <p>2.4 Discutir sobre los datos adecuados que puedan analizarse estadísticamente en un modelo 3^k, con base a esta discusión elegir el modelo adecuado, niveles y factores.</p> <p>2.5 Seleccionar los niveles adecuados de cada factor y presentar trabajo de aplicación con las técnicas presentas e Interpretar los, resultados obtenidos. Así como el uso de software, hacer un análisis estadístico.</p> <p>2.6 Desarrollar la aplicación práctica del modelo DOE usando Software Minitab 18.</p>

Unidad 3: Variabilidad Funcional y característica de calidad.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identificar y aplicar los conceptos básicos de la variabilidad funcional de la característica de calidad en problemas de calidad. Identificar y analizar cuáles son las características de calidad considerando la función de pérdida de Calidad. 	<p>3.1 Investigar y discutir cómo influyen la variabilidad de los eventos naturales en la vida diaria.</p> <p>3.2 Formular y resolver ejercicios aplicando la metodología de Taguchi en la variación de tolerancias. En productos y procesos.</p> <p>3.3 Formar equipos de trabajo para calcular el impacto del índice Taguchi en un problema de variación en específico.</p> <p>3.4 Aplicar los procedimientos de cálculo en la función de pérdida en situaciones de variación para una pieza y n piezas las tres características de calidad, nominal es mejor, mayor es mejor, y menor es mejor graficar y discutir la solución.</p> <p>3.5 Calcular en problemas prácticos los efectos de los factores más significativos de acuerdo a la función de pérdida especificado en el modelo haciendo uso de software Minitab 18.</p>
Unidad 4 : Diseño Robusto (Taguchi)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identificar y aplicar los conceptos de los arreglos ortogonales de Taguchi. Establecer cuál es la metodología aplicable a las características de calidad usando el estadístico S/R. Identificar y aplicar los conceptos del diseño experimental de Taguchi. 	<p>4.1 Investigar y discutir cómo influye el diseño robusto en una economía competitiva.</p> <p>4.2 Investigar y discutir en equipos los tipos de estudio de un proceso, o producto robusto al medio ambiente y a las características de calidad, de ruido interno y externo, para empresas de clase mundial.</p> <p>4.3 Investigar la aportación de Taguchi con respecto al el tipo de arreglos ortogonales (AO) llevar tablas y seleccionar para diferentes tipos de problemas y discutir algunos ejemplos. ¿Cuál es el mejor?</p> <p>4.4 Investigar los tipos de S/R en problemas de ingeniería analizando la respuesta de calidad de acuerdo a su característica particular. Nominal es mejor, mayor es mejor y menor es mejor</p> <p>4.5 Analizar un AO para diseño de experimentos Interno y Externo, analizando niveles y factores del AO.</p> <p>4.6 Calcular el cociente S/R en problemas de ingeniería analizando la respuesta de calidad de acuerdo a la característica especificada en el problema.</p> <p>4.7 Analizar los gráficos de los factores de S/R y hacer conclusiones al respecto de un diseño</p>

	<p>de experimentos.</p> <p>4.8 Desarrollar el uso de software en un proyecto práctico aplicando el Diseño de experimentos identificando factores de estudio y niveles de cada factor para un proceso o producto robusto, discutir resultados.</p>
--	---

8. Práctica(s)

- **AOP Aprendizaje Orientado a Proyectos:** Desarrollo por equipos de trabajo bajo la guía del profesor con los estudiantes la colección de una muestra, para su análisis, aplicar las técnicas y métodos desarrollados a lo largo del curso y su presentación por avances para cada parcial.

- Un proyecto de investigación que utilice los conceptos de Diseño de experimentos.
- Determinación de los factores que involucra la prueba de hipótesis.
- Determinar los niveles de cada factor.
- Determinar el arreglo para los tratamientos.
- Determinar el ANOVA Minitab 18 con un nivel de significancia dado.
- Determinar el ruido interno y externo del problema.
- Hacer la tabla respuesta y graficar los factores.

- **ABP Aprendizaje Basado en Problemas:** Realizar en forma individual o por equipos, los problemas propuestos en el curso, con análisis de resultados obtenidos en cada unidad del temario, utilizando Software, hoja de cálculo etc., u otro software disponible.

Software propuesto a utilizar:

- Excel
- Statgraphics.
- Minitab 18
- Software disponible

9. Proyecto de asignatura

Desarrollo de proyectos que contribuyan al conocimiento de la ingeniería de calidad y a propiciar productos y procesos robustos, usando herramientas estadísticas.

Mediante las competencias adquiridas en la materia se desarrollarán estrategias didácticas que consisten en realizar una serie de actividades sistémicas con el fin de que el alumno identifique, interprete y proponga soluciones a problemas de su especialidad.

Contextualización y diagnóstico

El alumno deberá identificar problemas o situaciones de interés a fin de conocerlos e implementar las técnicas de diseño de experimentos que representan una forma eficaz de hacer pruebas en los procesos ya que proporcionan la técnica y estrategia necesarias para llevar de manera eficiente y eficaz los procesos a condiciones de operación óptimas bajo el esquema de Modelos Robustos.

Fundamentación

Tanto para llevar a cabo la detección de los problemas como para realizar las propuestas de mejora, deberán fundamentarse el papel que juega el diseño de experimentos en el mejoramiento de la calidad y en la investigación seleccionando los factores significativos e identificando el ruido interno y externo en la solución de problemas.

Planeación

Para realizar esta actividad los alumnos deberán haber cubierto al menos el 70% de los temas de la materia, deberán integrarse por equipos y formular una estrategia para la realización de la actividad.

Ejecución

Esta actividad será explicada a los alumnos al principio del curso y la podrán desarrollar a lo largo del semestre y contarán con la asesoría del docente en cualquier momento de la actividad, al finalizar, deberán integrar un reporte final con la siguiente estructura:

- Portada
- Índice
- Introducción
- Definición del problema
- Formulación del modelo
- Desarrollo del modelo
- Verificación y validación
- Experimentación
- Análisis e interpretación de resultados
- Conclusiones y recomendaciones
- Bibliografía

10. Evaluación por competencias

Mapas conceptuales, reportes de prácticas, estudios de casos, exposiciones en clase, ensayos, problemarios, reportes de visitas, portafolio de evidencias y cuestionarios.

Listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, guías de observación, coevaluación y autoevaluación.

11. Fuentes de información

1. Box, G.E.P. y N. R. Draper, Empirical model-building and response surfaces, Wiley, Nueva York.
2. Box, G. E. P., Hunter, William G. Statistics for experiments, editorial Wiley.
3. BOX, G.E.P., HUNTER, W.G. y HUNTER, J.S. (1989): Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos. Reverte.
4. Charbonneau, H.C. y Webster, G. L., Control de Calidad, Editorial Interamericana, México.
5. Cochran, W. G. Y G. M. Cox, Diseños Experimentales, Editorial Trillas, México.
6. COX D. R. Planning of Experiments, John Wiley and Sons, Inc. New York,
7. Escalante Vázquez Edgardo, Metodología y Técnicas Seis Sigma, Limusa
8. Gutiérrez Pulido, H. Control de Calidad y Seis Sigma, McGraw-Hill, México.
9. Gutiérrez Pulido, H. Y De la Vara Salazar Román, Análisis y Diseño de Experimentos, McGraw- Hill, México, 2003
10. Hicks, C. R., Fundamental concepts in the design of experiments. Tercera edición, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York.
11. Mason, R. L., Gunst, R. F. Y J. L. Hess., Statistical desing and analysis of experiments with applications to engineering and science, Editorial Wiley.
12. Montgomery, D.C., Diseño y análisis de experimentos. Tercera Edición, Grupo Editorial Iberoamericano
13. Taguchi G, Elsayed A.E., Thomas, C. Quality Engineering in Production Systems, Bell Communications Research.