



### 1. Datos Generales de la asignatura

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Nombre de la asignatura:</b> | Diseño de Experimentos                                    |
| <b>Clave de la asignatura:</b>  | DMF-2303  |
| <b>SATCA<sup>1</sup>:</b>       | 3-2-5   |
| <b>Carrera:</b>                 | Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Materiales y afines |

### 2. Presentación

|   |
|---|
| <b>Caracterización de la asignatura</b>   |
| <p>Esta asignatura contribuye con la formación disciplinaria del Ingeniero ya que proporciona las herramientas metodológicas, para el análisis, caracterización, interpolación y predicción de los distintos fenómenos involucrados en las diferentes áreas dentro del proceso de producción e investigación con la interpretación de los resultados haciendo uso de sus conocimientos para la toma de decisiones.</p> <p>En esta asignatura se analizan las diferentes variables y modelos analíticos de fenómenos aleatorios, discretos y continuos, análisis de datos para el manejo de la estadística, la estimación puntual, estimación por intervalos, la metodología de la prueba de hipótesis y la interpretación de los gráficos de control de un proceso.</p> |
| <b>Intención didáctica</b>  |
| <p>Analizar los distintos tipos de estadísticos, análisis de varianza y mínimos cuadrados para probar interferencias y tomar decisiones sobre datos experimentales. Lo anterior para permitirá obtener un modelo matemático que describa y controle un proceso determinado</p>  |

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión                        | Participantes   | Observaciones |
|--|---|---------------|
| <p>Tecnológico Nacional de México</p> <p>Marzo – mayo 2023</p> | <p>Ana Laura Martínez Hernández<br/>Instituto Tecnológico de Querétaro</p> <p>Gabriela Pineda Chacón<br/>Instituto Tecnológico de Querétaro</p> <p>Mónica Balvanera Ortuño López<br/>Instituto Tecnológico de Querétaro</p> <p>Yolanda Jiménez Flores</p> |               |

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>Instituto Tecnológico de Querétaro</p> <p>Carlos Velasco Santos<br/>Instituto Tecnológico de Querétaro</p> <p>Eduardo Enrique Pérez Ramírez<br/>Instituto Tecnológico de Querétaro</p> |  |
|--|---|--|

#### 4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

##### **Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura**

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis; habilidades para buscar, procesar y analizar información; Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas; conocimientos sobre el área de estudio y la profesión; capacidad de trabajo en equipo, habilidades interpersonales; compromiso con la calidad y ética.

#### 5. Saberes, habilidades y destrezas previas

El alumno deberá tener los conocimientos fundamentales de operaciones de álgebra básica, uso de graficadores Excel, asimismo, deberá ser capaz de resolver problemas matemáticos empleando los conceptos aprendidos en las asignaturas de Probabilidad y Estadística.



## 6. Temario

| No. | Temas   | Subtemas  |
|-----|---|---|
| 1   | Introducción al Diseño de Experimentos  | 1.1 Definición y objetivo del diseño de experimentos<br>1.2 Aplicaciones del diseño de experimentos<br>1.3 Definiciones básicas en el diseño de experimentos<br>1.3.1 Experimento y unidad experimental<br>1.3.2 Variables, factores y niveles<br>1.3.3 Error aleatorio y error experimental<br>1.4 Etapas en el diseño de experimentos<br>1.5 Principios básicos<br>1.5.1 Aleatorización<br>1.5.2 Repetición<br>1.5.3 Bloqueo<br>1.6 Clasificación y selección de los diseños de experimentos  |
| 2   | Elementos de Inferencia Estadística: Experimentos con uno y dos Tratamientos. | 2.1 Conceptos estadísticos básicos<br>2.1.1 Población y muestra<br>2.1.2 Parámetros y estadísticos<br>2.1.3 Distribución de probabilidad e inferencia estadística<br>2.2 Estimación puntual y por intervalo<br>2.3 Pruebas de hipótesis<br>2.3.1 Hipótesis estadística y estadístico de prueba<br>2.3.2 Criterio de rechazo y errores tipo I y II<br>2.3.3 Prueba para la media<br>2.3.4 Prueba para la varianza<br>2.4 Hipótesis para dos medias: comparación de dos tratamientos<br>2.5 Prueba para la igualdad de varianzas<br>2.6 Poblaciones pareadas<br>2.7 Uso de software estadístico (Minitab) |
| 3   | Experimentos con un solo Factor: Análisis de Varianza (ANOVA)                 | 3.1 El análisis de varianza<br>3.2 Diseño completamente al azar y modelo de efectos fijos<br>3.2.1 Descomposición de la suma de cuadrados totales<br>3.2.2 Análisis estadístico<br>3.2.3 Estimación de los parámetros del modelo<br>3.2.4 Datos no balanceados<br>3.2.5 Diagrama de cajas   |



|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.6 Diagrama de medias</li> <li>3.3 Verificación de los supuestos del modelo               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1 Normalidad</li> <li>3.3.2 Varianza constante</li> <li>3.3.3 Independencia</li> </ul> </li> <li>3.4 Comparación o pruebas de rangos múltiples               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.4.1 Método de diferencia mínima significativa (LSD)</li> <li>3.4.2 Método de Tukey</li> <li>3.4.3 Método de Duncan</li> <li>3.4.4 Comparación por contrastes</li> </ul> </li> <li>3.5 Uso de software estadístico (Minitab)</li> </ul>  |
| 4 | Diseño de Bloques                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Diseño de bloques completos al azar</li> <li>4.2 Diseño en cuadro latino</li> <li>4.3 Diseño en cuadro grecolatino</li> <li>4.4 Uso de software estadístico (Minitab)</li> </ul>  |
| 5 | Introducción al Diseño Factorial             | <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Conceptos básicos en diseños factorial</li> <li>5.2 Ventajas de los diseños factoriales</li> <li>5.3 Diseño factorial con dos factores               <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1 Análisis estadístico del modelo de efectos fijos</li> <li>5.3.2 Verificación de los supuestos del modelo</li> <li>5.3.3 Estimación de los parámetros del modelo</li> <li>5.3.4 El supuesto de no interacción en un modelo de dos factores</li> <li>5.3.5 Una observación por celda</li> </ul> </li> <li>5.4 Diseños factoriales con tres factores</li> <li>5.5 Transformaciones para estabilizar varianza</li> <li>5.6 Diseño factorial general</li> <li>5.7 Uso de software estadístico (Minitab)</li> </ul> |
| 6 | Introducción a los Diseños Factoriales $2^k$ | <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Diseño factorial <math>2^2</math></li> <li>6.2 Diseño factorial <math>2^3</math></li> <li>6.3 Diseño factorial general <math>2^k</math></li> <li>6.4 Diseño factorial <math>2^k</math> no replicado</li> <li>6.5 Uso de software estadístico (Minitab)</li> </ul>   |



## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

| Introducción al Diseño de Experimentos   |  |
|--|--|
| Saberes, habilidades y destrezas   | Actividades de aprendizaje   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconoce el papel fundamental que juega el diseño de experimentos en el mejoramiento de procesos y en la investigación.</li> <li>Identificar los principios básicos y la terminología adecuada en el diseño de experimentos.</li> <li>Describir las etapas más importantes en la investigación experimental</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investiga dos casos en los cuales el diseño de experimentos haya contribuido al mejoramiento de procesos.</li> <li>Interpreta conceptos básicos en el diseño de experimentos realizando un mapa conceptual</li> <li>Realiza el diseño de un experimento donde se consideren las diferentes etapas a seguir y define la importancia de cada una de ellas.</li> </ul>   |
| Elementos de Inferencia Estadística: Experimentos con uno y dos Tratamientos.  |  |
| Saberes, habilidades y destrezas   | Actividades de aprendizaje   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los elementos de la inferencia estadística y su importancia en los diseños experimentales.</li> <li>Explicar el papel de las distribuciones de probabilidad en la inferencia estadística, así como la estimación puntual y por intervalo.</li> <li>Describir las pruebas para la media y la varianza, así como los conceptos básicos de prueba de hipótesis.</li> <li>Identificar las pruebas para la igualdad de varianzas.</li> <li>Distinguir las pruebas para comparar medias con muestras independientes y muestras pareadas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investiga y elabora un resumen sobre la inferencia estadística y sus principales elementos.</li> <li>Determina mediante el análisis de casos el tipo de estimación (puntual o de intervalo) en función de los objetivos experimentales.</li> <li>Resuelve ejercicios y problemas de prueba de hipótesis mediante el análisis y cálculo de media y varianza, estableciendo criterios de aceptación t rechazo.</li> <li>Utilizando software estadístico realiza resuelve e interpreta los resultados problemas con muestras independientes y muestras apareadas.</li> </ul> |
| Experimentos con un solo Factor: Análisis de Varianza (ANOVA)  |  |
| Saberes, habilidades y destrezas   | Actividades de aprendizaje   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar los elementos de los diseños completamente al azar y el análisis de varianza; asimismo, conocer la importancia del tamaño de la muestra.</li> <li>Describir las diversas pruebas de rangos múltiples y la comparación por contrastes.</li> <li>Realizar la verificación de los supuestos del modelo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante una lluvia de ideas, construye los conceptos básicos del análisis de varianza.</li> <li>Investiga en la bibliografía cuáles son los factores que afectan el tamaño de muestra y elabora un cuadro sinóptico.</li> <li>Resuelve ejercicios utilizando TIC ´S para ANOVA con comparaciones por rangos múltiples y por contrastes, incluyendo la verificación de los supuestos del modelo.</li> </ul>   |



| Diseño de Bloques  |   |
|--|---|
| Saberes, habilidades y destrezas   | Actividades de aprendizaje  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las características generales y los usos que se le dan a los diseños en bloques.</li> <li>• Explicar la definición del diseño en bloques completo o al azar, así como su hipótesis, modelo estadístico y análisis de varianza.</li> <li>• Describir la selección y la aleatorización del diseño en cuadro latino y su diferencia con el diseño en cuadro grecolatino</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En una mesa redonda discute casos en los cuales se emplee el uso de bloques y sus características.</li> <li>• En equipos de trabajo, explica a través de un ejemplo el diseño de bloques completos al azar incluyendo hipótesis, modelo estadístico y análisis de varianza.</li> <li>• Comenta en clase los criterios del bloqueo e importancia del mismo.</li> <li>• Mediante el uso de Excel realiza un análisis de ANOVA de un diseño completamente al azar y otro controlando factores de bloque y tratamientos para comparar el diseño en cuadro latino con el cuadro grecolatino.</li> </ul>                       |
| Introducción al Diseño Factorial   |   |
| Saberes, habilidades y destrezas   | Actividades de aprendizaje  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir los conceptos básicos en diseños factoriales y explicar los detalles de cómo se hace la experimentación factorial.</li> <li>• Estudiar los diseños factoriales de dos y tres factores, y la manera en que se estabiliza la varianza.</li> <li>• Explicar el diseño factorial general, el modelo de efectos fijos y su diferencia con el modelo de efectos aleatorios</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simula el establecimiento de un arreglo factorial mediante un ejemplo.</li> <li>• Expone, discute y analiza los resultados en grupo.</li> <li>• Analiza ventajas y desventajas de los Experimentos Factoriales mediante un cuadro sinóptico.</li> <li>• En equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los experimentos, obteniendo y organizando datos de diferentes variables.</li> <li>• Realiza el ANOVA correspondiente y su interpretación, mediante software estadístico utilizando el diseño factorial incluyendo el análisis de efectos con y sin interacción de los factores.</li> </ul> |
| Introducción a los Diseños Factoriales 2 <sup>k</sup>  |   |
| Saberes, habilidades y destrezas   | Actividades de aprendizaje  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar los aspectos fundamentales de los diseños factoriales 2<sup>k</sup> y tomar decisiones acerca de cuándo se debe aplicar cada diseño.</li> <li>• Saber diseñar un experimento factorial 2<sup>5</sup> no replicado para aplicarlo a diversos casos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora un ensayo sobre la estructura, ventajas y desventajas de los diseños factoriales completos y diseños factoriales fraccionados y discutirlo en clase.</li> <li>• Desarrolla un diseño experimental factorial 2<sup>k</sup> hipotético o real y determina los efectos principales y análisis de varianza explicando</li> </ul>   |



|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar cuándo y por qué aplicar el diseño factorial <math>2^k</math> en bloques o con punto al centro</li> </ul> | <p>claramente sus resultados en exposición plenaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera con precisión los resultados del manejo de los datos obtenidos en un diseño experimental aplicado en el área de ingeniería, utilizando un paquete computacional e interpreta con claridad el análisis de varianza.</li> </ul> |
|--|--|

## 8. Práctica(s)

|   |
|---|
| <p>Realizará una práctica en laboratorio de cómputo para introducir el estudiante al software estadístico en la opción de ANOVA e interpretará la salida del software en cada uno de los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de diseño de experimentos con un factor.</li> <li>• Práctica para cada caso de diseños factoriales.</li> <li>• Práctica para cada caso de bloques.</li> </ul> <p>Un proyecto de investigación que utilice los conceptos de diseño de experimentos a la situación del caso del área ingenieril que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de diseño de factoriales al proyecto, análisis y comparación de resultados.</li> <li>• Utilización de diseño de experimentos con cuadro latino y grecolatino al proyecto.</li> </ul> <p>TIC's propuestos a utilizar: Microsoft Excel Statgraphics (<a href="http://www.statgraphics.com">www.statgraphics.com</a>) Minitab SPSS Statistic Softwares Matemáticos: Mathcad, Maple, Scientific Workplace, Mathematica, Matlab.</p> |
|---|

## 9. Proyecto de asignatura

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</li> <li>• <b>Fundamentación:</b> marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.</li> <li>• <b>Planeación:</b> con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.</li> <li>• <b>Ejecución:</b> consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de los saberes, habilidades y destrezas a desarrollar.</li> </ul> |
|--|



- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación de saberes, habilidades y destrezas

Las evidencias de los aprendizajes que contribuyen al desarrollo de competencias son:

**De comportamiento:** Dinámica de grupos y participaciones individuales o grupales.

**De desempeño:** Reportes de investigación, grupales o individuales y problemas desarrollados en forma independiente.

**De producto:** AOP aprendizaje orientado a proyectos, ABP aprendizaje basado en problemas, método de casos, métodos de creatividad, métodos de simulación, resolución de problemas, interacción con software, portafolio de evidencias y rubricas de evaluación.

**De conocimiento:** Pruebas objetivas de lo visto en clase, método de casos, análisis de situaciones, experimentos y rubricas.

## 11. Referencias

1. Gutiérrez-Pulido, H., (2008). Análisis y Diseño de Experimentos, (2da. Ed.). Mc Graw-Hill Interamericana.
2. Montgomery, D. C., (2001). Design and analisis of experiments, (5ta. Ed). Jhon Wiley & Sons.