



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Ingeniería de Calidad Aplicada
Clave de la asignatura:	MCM-24-01
SATCA¹:	2-4-6
Carrera:	Ingeniería Industrial

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
La ingeniería de calidad contribuye a la generación de procesos de calidad en las organizaciones. Consta de las actividades dirigidas a la reducción de la variabilidad y de las pérdidas en los procesos, aumentando la confiabilidad y reduciendo los costos. Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Industrial la capacidad de diseñar e implementar en las organizaciones, modelos de ingeniería de calidad y de diseño de experimentos, con base en sus necesidades, para la mejora de su productividad. Esta asignatura brinda al estudiante la capacidad de Interpretar e implementar estrategias del método de Taguchi con objeto de diseñar productos y procesos más robustos que generen la menor pérdida a la sociedad por la adquisición y uso de los mismos. Esta asignatura se vincula con el Control Estadístico de Calidad, mediante la identificación, análisis y evaluación de características de calidad (variables) y factores que intervienen en la variabilidad de sistemas, procesos y productos. Esta asignatura da origen a mejores propuestas de experimentación con la metodología Taguchi, que comparadas con el Diseño y Análisis de Experimentos tradicionales (Estadística Inferencial II) generan resultados más eficientes encaminados al establecimiento de condiciones óptimas de operación.
Intención didáctica

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



El programa se organiza en 5 temas: La ingeniería de la calidad y la función de pérdida; experimentos con arreglos ortogonales; métodos para modificar los arreglos ortogonales; el análisis de señal-ruido y por último la aplicación a un proceso de la vida real de un diseño experimental utilizando la filosofía Taguchi. Los cuales de manera global permitirán al estudiante el desarrollo de capacidades para el mejoramiento y diseño de procesos más robustos, mediante la aplicación de la metodología del Dr. Genichi Taguchi.

En el primer tema se recomienda sobre la base de una investigación bibliográfica reciente y la consulta de artículos científicos que el estudiante adquiera los conocimientos básicos sobre la Función de pérdida de Calidad, que es el concepto sobre el que se fundamenta la metodología del Dr. Taguchi para el diseño de procesos y productos.

En el segundo tema se sugiere una actividad didáctica a partir de la planeación y desarrollo de un experimento en el que le sea posible aplicar la metodología de diseños ortogonales, así como el análisis de resultados. Así mismo deberá explorar otros arreglos y gráficas lineales para k factores y n niveles, desarrollando todo el análisis a partir de ejercicios contenidos en la bibliografía y los recomendados por el maestro.

En el tema tres, control de calidad en la línea y fuera de la línea, deberán identificarse y en su caso documentar los problemas de pérdidas causados por variabilidad funcional en la línea, así como; introducirse en la temática del diseño de parámetros.

El cuarto tema análisis de señal/ruido, permitirá al estudiante la identificación de factores que al variar sus niveles causan que una característica funcional se desvíe de su valor objetivo que causan variación y pérdida de calidad y que se les conoce como factores de ruido, así como; enfoques para el tratamiento de los factores de ruido.

El quinto tema diseño de experimento aplicando estrategias de la filosofía de Genichi Taguchi, permitirá al estudiante crear un proyecto implementando la metodología, analizando los resultados y optar por el mejor diseño.

El docente deberá ser guía en el desarrollo de un proyecto de investigación experimental conducido por los propios estudiantes, con capacidad autocrítica y trabajando en equipo, en el que apliquen la metodología propuesta por el Dr. Taguchi para la identificación de los niveles óptimos para los factores identificados como críticos.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tepic, Nayarit. Del 07 al 11 de agosto de 2023.	Instituto Tecnológico de Tepic. Academia de Ingeniería Industrial.	Reunión de Academia de Ingeniería Industrial para la determinación y desarrollo de asignaturas del módulo de especialidad "Sistemas Productivos Agroindustriales" de la carrera de Ingeniería Industrial plan IIND-2010-227.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Implementa estrategias de la filosofía de Genichi Taguchi para el diseño de productos y procesos más robustos, que permitan una menor pérdida a la sociedad por el uso de los mismos.

5. Competencias previas

• Aplica metodología de diseño de experimentos, análisis factoriales, pruebas de hipótesis y análisis de varianza • Conoce sobre el control estadístico de calidad de los procesos • Tiene habilidad en el manejo de software.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
I	La Ingeniería de calidad y la función de pérdida	1.1 Introducción a la Ingeniería de calidad 1.1.1 El enfoque de Taguchi 1.1.2 Problemas de Calidad 1.2 Variabilidad Funcional 1.3 Ingeniería de Calidad en el Diseño de: 1.3.1 Producto 1.3.2 Proceso de producción 1.3.3 Servicio al cliente 1.4 La Función de pérdida 1.4.1 Lo nominal es lo mejor



		1.4.2 Lo Menor es lo mejor 1.4.3 Lo Mayor es lo mejor 1.5 Tolerancias 1.5.1 Tipos de tolerancias 1.5.2 Diseño de tolerancias
II	Experimentos con arreglos ortogonales	2.1 Planeación y conducción de experimentos 2.2 El diseño (2 ³) 2.3 Definición de ortogonalidad 2.4 Arreglos ortogonales L8 (27) 2.5 Razones para usar arreglos ortogonales 2.6 ANOVA en los diseños ortogonales 2.7 Otros arreglos para factores en dos niveles 2.8 Gráficas Lineales 2.9 Arreglos ortogonales para K factores de tres niveles 3k
III	Métodos para modificar los arreglos ortogonales.	3.1 Experimentos de múltiple nivel (4 niveles, descomposición polinomial, tratamiento falso). 3.2 Diseños especiales (experimentos anidados, combinación de factores, columna ociosa). 3.3 Datos por atributos (tamaño de muestra, análisis para dos clases, análisis para múltiples clases). 3.4 Análisis del Control de calidad en la línea y fuera de la línea. 3.4.1. Variabilidad debida a factores de error y contramedidas.
IV	Análisis Señal- Ruido. (S/N)	4.1 Introducción al diseño de parámetros 4.2 Factores de ruido 4.3 Enfoques para el tratamiento de los factores de ruido 4.4 Relación Señal-Ruido (S/N)



		4.5 Análisis de varianza y la Señal- Ruido.
V	Diseño de experimento aplicando estrategias de la filosofía de Genichi Taguchi	5.1 Análisis preliminar de resultados (observación, clasificación, efectos y toma de decisiones). 5.2 Estudio de casos y aplicaciones 5.3 Interpretación de resultados con la utilización del software

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Nombre de tema I: La Ingeniería de calidad y la función de pérdida	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Comprende y explica la importancia y el desarrollo histórico de la Ingeniería de la Calidad. - Combina métodos estadísticos y de ingeniería para conseguir rápidas mejoras en costos y calidad mediante la optimización del diseño del producto y/o servicio y sus procesos de manufactura buscando la robustez de los mismos. - Comprende cómo medir la calidad (definición adecuada de las características de calidad), a través de la función de pérdida y la repercusión de ésta para el fabricante, cliente, consumidor y sociedad. - Evalúa los niveles de calidad de los productos usando el enfoque de la función de pérdida para los tres tipos de tolerancias, así como su diseño. Genéricas: - Demuestra capacidad de trabajo en equipo. - Demuestra habilidad para trabajar en forma autónoma. - Utiliza su capacidad para actuar en nuevas situaciones.	- Investiga, realiza una discusión grupal y entrega un resumen: sobre los puntos de vista de la calidad según los gurús del tema, la importancia de la satisfacción del cliente, la importancia de disminuir la variabilidad funcional y porque es mejor evitar que corregir el incumplimiento de especificaciones. - Investiga y entrega un resumen sobre cuáles son las pérdidas ocasionadas por el mal diseño de un producto y/o proceso, como se pueden contrarrestar los efectos de los factores de ruido. - Investiga las diferencias del control de calidad en línea y fuera de ella, para optimizar el desempeño y el diseño de tolerancias. - Resuelve ejercicios para calcular la función de pérdida de e interpretar resultados para la toma de decisiones.



• Tiene capacidad crítica y autocrítica. • Desarrolla la capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.	
Nombre de tema II: Experimentos con arreglos ortogonales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Planea y diseña experimentos con la introducción de arreglos ortogonales y gráficas lineales, para la evaluación de diseños de productos y procesos con respecto a su robustez y costo. Genéricas: • Demuestra capacidad de trabajo en equipo. • Demuestra habilidad para trabajar en forma autónoma. • Utiliza su capacidad para actuar en nuevas situaciones. • Tiene capacidad crítica y autocrítica. • Desarrolla la capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.	• Estudia las etapas y actividades para una buena planeación de experimentos • Resalta las diferencias de los métodos clásicos de diseño de experimentos, respecto a la metodología Taguchi. • Estudia las diferentes consideraciones y condiciones en el diseño experimental de factoriales completos. • Estudia ejemplos básicos de análisis de datos para experimentos con arreglos ortogonales. • Analiza ejemplos básicos de análisis de datos para experimentos con gráficas lineales. • Estudia las consideraciones pertinentes para la modificación de gráficas lineales estándar para el diseño de experimentos específicos.
Nombre del tema III: Métodos para modificar los arreglos ortogonales.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Determina condiciones de operación robustas a uno o varios factores de ruido, probando todas las combinaciones de estos factores en cada combinación de los factores de control. • Analiza problemas en los que una respuesta de interés es influenciada por varios factores de carácter cuantitativo, logrando las condiciones óptimas de operación	• Selecciona un producto y/o proceso, para clasificar y analizar el cumplimiento de especificaciones desde los diferentes puntos de vista de la ingeniería de calidad. • Calcula la función de pérdida, identificando factores de ruido internos y externos que lo afecten. • Aplica métodos de control de calidad en la línea y conocerá el diseño con arreglos internos y



del sistema y mejorar su resultado en cuanto a costo tiempo, eficiencia, productividad, cumplimiento de especificaciones y garantía de mejor calidad del producto asociado al proceso de la organización. Genéricas: • Demuestra capacidad de trabajo en equipo. • Demuestra habilidad para trabajar en forma autónoma. • Utiliza su capacidad para actuar en nuevas situaciones. • Tiene capacidad crítica y autocrítica. • Desarrolla la capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.	externos y modificación de estos para el diseño de parámetros.
Nombre del tema IV: Análisis Señal- Ruido (S/N)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: • Identifica los tipos de factores de ruido (externos, internos y entre productos) que afectan a la característica funcional de un producto. • Recomienda los factores de control y de ruido más favorables para casos reales de aplicación de la metodología del Dr. Taguchi, a través de ejemplos de la Razón de Señal a Ruido (S/N) sobre cada tipo de característica de calidad (lo más pequeño es lo mejor, lo más grande es lo mejor y lo nominal es lo mejor). Genéricas: • Demuestra capacidad de trabajo en equipo.	• Realiza los cálculos de la razón de Señal a Ruido y análisis de varianza para experimentos con características de calidad cuyo valor objetivo es lo nominal es lo mejor. • Realiza los cálculos de la razón de Señal a Ruido y análisis de varianza para experimentos con características de calidad cuyo valor objetivo es lo más pequeño es lo mejor. • Realiza los cálculos de la razón de Señal a Ruido y análisis de varianza para experimentos con características de calidad cuyo valor objetivo es lo más grande es lo mejor. • Realiza el cálculo de la Razón de Señal a Ruido (S/N) y análisis de varianza (MSD) para experimentos con características de calidad cuyo



• Demuestra habilidad para trabajar en forma autónoma. • Utiliza su capacidad para actuar en nuevas situaciones. • Tiene capacidad crítica y autocrítica. • Desarrolla la capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.	valor objetivo es “lo nominal es lo mejor”. • Realiza el cálculo de la Razón de Señal a Ruido (S/N) y análisis de varianza (MSD) para experimentos con características de calidad cuyo valor objetivo es “lo más pequeño es lo mejor”. • Realiza el cálculo de la Razón de Señal a Ruido (S/N) y análisis de varianza (MSD) para experimentos con características de calidad cuyo valor objetivo es “lo más grande es lo mejor”. • Utiliza software e interpreta resultados para cada experimento.
Nombre de tema V: Diseño de experimento aplicando estrategias de la filosofía de Genichi Taguchi	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: • Diagnóstica, planea y diseña un experimento aplicado a un proceso de la vida real utilizando la metodología del Dr. Genichi Taguchi. • Analiza y evalúa los resultados para identificar las fuentes de variación y sugerir estrategias de mejora. Genéricas: • Utiliza su capacidad para actuar en nuevas situaciones. • Demuestra capacidad de trabajo en equipo. • Tiene capacidad crítica y autocrítica. • Desarrolla la capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.	• Utiliza la metodología para la planeación y diseño del experimento. • Elabora la programación e indicadores de ejecución del proyecto. • Utiliza el software estadístico para la resolución del proyecto y analiza sus resultados. • Exponer y justificar los resultados.



8. Práctica(s)

- Desarrolla el experimento del helicóptero.
- Diseña y elabora la mejor catapulta.
- Usa software estadístico, Statgraphics, Qualitek-4, Minitab y/o Excel
- Visita industrial

9. Proyecto de asignatura

Integración de un proyecto cuyo objetivo es demostrar el desarrollo y alcance de la competencia de la asignatura, considerando:

- **Formulación del área de oportunidad o problema:** en esta parte se plantea el problema y se indica el objetivo para la mejora del producto/proceso y se identifica la variable de respuesta del producto/proceso.
 - o Enumera los factores del diseño que afectan la respuesta y los clasifica como actores de diseño o de ruido.
 - o Definición del número de niveles para cada factor
- **Planeación del experimento:**
 - o Diseño de la matriz del experimento usando arreglos ortogonales
 - o Conducción del experimento y recolección de datos.
- **Análisis de Resultados:**
 - o Análisis de datos de la matriz experimental por medio de Análisis de medias (ANOM)
 - o Estimación de la varianza del error y determinación de la importancia relativa de factores usando la descomposición de la varianza (ANOVA).
- **Mejoramiento del experimento:** en esta parte se verifica mediante la confirmación experimental
- **Adopción del diseño mejorado:** (esta parte no forma parte del proyecto escolar ya que solo se aplica en la línea de producto y/o proceso).

Este proyecto final del caso real de aplicación, contempla la fundamentación, planeación, ejecución y evaluación; y avanzará a lo largo del curso mediante la aplicación de las etapas que contempla la Metodología Taguchi, en cada tema del programa.

10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Participación activa en las actividades de desarrollo dentro del aula.



- o Realiza talleres para el análisis de casos y resolución de problemas.
 - o Expone temas para su discusión y análisis en clase.
- Participación activa en las actividades de investigación, interpretación y socialización de los resultados obtenidos.
 - o Realiza un proyecto de investigación de campo por equipo, donde identifica las características y factores a considerar para el diseño de experimentos de un problema real de su entorno.
 - o Realiza investigación documental de manera individual y en equipo.
- Entrega periódica de trabajos extra clase y prácticas.
 - o Manejo de software en la solución de problemas.
 - o Asigna ejercicios extraclase para la formación y entrega de un portafolio por unidad temática.
 - o Realiza y elabora reportes de visitas industriales.
- Evaluaciones periódicas.
 - o Aplica exámenes escritos, considerando que no sea el factor decisivo para la acreditación de la asignatura.

11. Fuentes de información

- Ishikawa, K., Nicolau Medina, J., & Gozalbes Ballester, M. (1994). *Introducción al control de calidad*. Madrid: Diaz de Santos.
- American Supplier Institute, (1992). *Introduction to Quality Engineering: Implementation Manual*. Dearborn, Mich: American Supplier Institute.
- Gutiérrez Pulido, H. & Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGraw-Hill.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México (D.F.): Limusa.
- Ryan, N. & Jolly, J. (1995). *Los métodos Taguchi y el DFC*. México: Panorama.
- Taguchi, G. & Asian Productivity Organization (1986) *Introduction to quality engineering: designing quality into products and processes*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Taguchi, G., Elsayad, E., & Hsiang, T. (1989). *Quality engineering in production systems*. New York: McGraw-Hill.
- Ross, P.J. (2005). *Taguchi Techniques for Quality Engineering*. Mc Graw Hill.
- Lawson, J., Madrigal, J., & Erjavec, J. (1992). *Estrategias experimentales para el mejoramiento de la calidad en la industria*. México: Iberoamerica.
- Park, S. (1996). *Robust design and analysis for quality engineering*. London: Chapman & Hall.



- Prat Bartés, A., Tort-Martorell Llabrés, X., Grima Cintas, P., Pozueta Fernández, L., & Solé Vidal, I. (2004). *Métodos estadísticos*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Roy, R. (1990). *A primer on the Taguchi method*. Dearborn, Mich.: Society of Manufacturing Engineers Publications Development Department.
- Roy, R. (2001). *Design of experiments using the Taguchi approach*. New York: Wiley.
- Lochner, R. & Matar, J. (1990). *Designing for quality*. New York: Quality Resources.