

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Tópicos Avanzados de Ingeniería
Clave de la asignatura:	MFJ-2507
SATCA¹:	(4 – 2 – 6)
Carrera:	Ingeniería Industrial

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La materia de Tópicos Avanzados de Ingeniería aporta al perfil de egreso del Ingeniero Industrial las habilidades que requiere para solucionar problemas y optimizar procesos, mediante la aplicación de metodologías de manufactura esbelta, flexibles y de estadística avanzada.

Para su integración se ha realizado un análisis del sector industrial de las principales aplicaciones tecnológicas relacionadas con el tema; por lo cual, esta asignatura consiste en desarrollar paso a paso alguna metodología de solución de problemas para la mejora y optimización de procesos, servicios y productos, enfocada en la determinación de las causas dominantes de variación que provocan el incumplimiento de los requerimientos del cliente.

Esta materia se inserta al final de la trayectoria escolar, en el módulo de especialidad, después de cursar aquéllas que le dan soporte; como lo son las asignaturas: Probabilidad y Estadística, Estadística Inferencial I y II, Estadística y Control de Calidad e Ingeniería de Calidad, Sistemas de Manufactura y Estudio del Trabajo I; y con ello le permite al estudiante reafirmar, consolidar y englobar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera con un enfoque actual empleado en la industria.

Intención didáctica

El temario está organizado agrupando los contenidos de la asignatura en cuatro unidades. En la primera unidad se busca tener una visión general de la filosofía y mecanismos de operación en las empresas tradicionales y las de clase mundial, observando las diferentes formas de mejoramiento de los procesos. Se estudia el estado del arte del pensamiento esbelto incluyendo los pilares del sistema de producción Justo a tiempo, así como estrategias de eliminación del desperdicio, resolución de problemas, dirección y control de la organización orientada a objetivos y el factor humano en la implantación lean aunado a esto; se estudia el mapeo de la cadena de valor como herramienta que permite la representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de tener un mejor entendimiento de las fases de producción y del flujo de materiales, logrando identificar todas aquellas actividades que no agregan valor al proceso.

En la segunda unidad se consideran primeramente las características y funcionamiento de un FMS (Flexible Manufacturing System) con respecto a otros sistemas de manufactura tradicionales en los ambientes ATO (Assembly To Order), MTO (Make To Order) y MTM (Métodos y Tiempos). El cuarto aspecto está relacionado a los principios de diseño, de localización y de fijación de dispositivos modulares, programables del FMS y otros. Lo anterior se apoya con investigación en las empresas del entorno sobre los factores considerados por ellas en el diseño de Sistemas Flexibles de Manufactura. El diseño asistido por computadora en perspectiva de dos diferentes softwares le dará al alumno una perspectiva amplia al momento de diseñar modelos diseñando modelado y

simulación de ensambles mecánicos y dispositivos, llevando al alumno por la ingeniería inversa y genere fixtures y dispositivos dentro de los procesos haciendo un sistema más confiable, así como el prototipado en impresión 3D. Teniendo como ventaja la velocidad en el desarrollo de conceptos. Diseñando y convirtiendo conceptos en físicos en cuestión de horas, acelerar el ciclo de desarrollo de productos. En el último punto se ven conceptos básicos de funcionalidad, seguridad en celdas de manufactura y los beneficios de conocer los beneficios de los robots en la manufactura, sus aplicaciones simuladoras dando un amplio panorama para simular procesos con mayor precisión, continuidad y flexibilidad en los procesos.

En la tercera unidad se enfoca en la aplicación de las fases de Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control (DMAIC) de la Metodología. En la primera fase de Definir, se establece y describe el proyecto o problema a resolver, el alcance y los objetivos, se recolecta información relacionada con el cliente, sus necesidades, las características críticas de calidad, se forma el equipo de trabajo, el horizonte de planeación y los principales beneficios económicos que se esperan obtener al terminar el proyecto. En la fase de Medir, se identifican los parámetros y las características críticas del producto que afectan al proceso, declarando las entradas, salidas de éste. En esta fase se establece el sistema de medición, considerando las pruebas de repetitividad, reproducibilidad, linealidad, exactitud y estabilidad del proceso, se aplican técnicas de control del proceso. En Analizar, se abordan las cartas de control multivariable, se llevan a cabo análisis de regresión, ANOVA entre otros estudios estadísticos. En la etapa de Mejora, se estudia como optimizar el proceso reduciendo su variación mediante diseño de experimentos y validando la mejora con los estudios de capacidad respectivos.

Por último, en la fase de Controlar, se le da seguimiento al proceso y se continúa mejorándolo.

La cuarta unidad se enfoca en la introducción y en los conceptos básicos relacionados con una metodología avanzada en el ámbito de la manufactura.

Los contenidos anteriores propician que el alumno defina una problemática de ingeniería empleando herramientas para ello, así como la identificación de causas de variación, determinación de sistemas de medición efectivos, empleo de herramientas de análisis y control de procesos e interpretación de la información para el establecimiento o implementación de propuestas de mejora que impacten en los principales indicadores de desempeño.

Los contenidos se abordarán a través de investigación teórica, exposiciones y formación de grupos de trabajo para el desarrollo y la implementación de las metodologías Esbeltas, Flexibles y Seis Sigma.

El temario se llevará a cabo de forma práctica, desarrollando las fases de la metodología empleando un proyecto lúdico para ello, así como ejercicios y aplicaciones reales donde se comprende el impacto de la utilización de las herramientas.

El docente tomará el papel de mediador y facilitador del aprendizaje para favorecer el desarrollo de habilidades y adquisición de conocimientos por parte de los alumnos. Deberá retroalimentar al estudiante en el desarrollo de las estrategias didácticas para que éste se mantenga activo intelectualmente y reconozca las áreas de oportunidad de mejora y las resuelva efectivamente. Cabe mencionar que tanto el docente como el estudiante son corresponsables en el proceso de formación y desarrollo de competencias.

El estudiante deberá realizar actividades de consulta sobre los fundamentos teóricos de los temas, para de esta manera adentrarlo en el conocimiento previo de la metodología y de las herramientas heurísticas. Deberá identificar y comprender la problemática a resolver, alentándolo a aplicar la metodología y a emplear las nuevas tecnologías emergentes que le permitan cuestionarse sobre las experiencias derivadas de la actividad para que asuma un papel activo en el uso, análisis e interpretación de datos para la toma de decisiones en la solución de problemas.

A través de estas actividades el alumno deberá desarrollar las siguientes competencias genéricas:

Perspectiva sistemática e interdisciplinaria, pensamiento crítico y razonado sustentado en datos, fomento de la escucha empática y tolerante, desarrollo de discusiones con argumentos, trabajo de colaboración activa y uso de metodologías, herramientas y materiales para la aplicación de conocimientos y solución de problemas mediante proyectos aplicados que le fomenten su capacidad en el uso de terminología técnica e interpretación de datos de forma clara y precisa, valorando el error como área de aprendizaje y mejora de sus habilidades y conocimientos.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Saltillo del 16 de febrero de 2024 al 19 de mayo de 2024.	- M.I.I. Cecilia Guadalupe Mota Gutiérrez - M.I.I. Korina Lyliana Contreras Iñiguez - Dr. Alan Tijerina de la Rosa - M.E. Francisco Javier Torres Soto - Ing. Judith Fraga Monsivais - Ing. Carolina Isabel Córdova Ramos	Reunión de trabajo para la actualización del módulo de especialidad del programa de estudios de Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Saltillo, del 19 de marzo al 19 de mayo de 2020	- M.C. Irma Violeta García Pimentel. - M.I.I. Korina Lyliana Contreras Iñiguez - M.A. Eduardo Marroquín Espinoza - Dr. Sergio Manuel Ramírez Campos	Reunión de trabajo para la actualización del módulo de especialidad del programa de estudios de Ingeniería Industrial

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
- Conoce los fundamentos teóricos de una metodología de solución de problemas. - Aplica cada una de las fases de la Metodología de solución de problemas mediante un proyecto lúdico. - Analiza la información generada en el desarrollo de la Metodología para encontrar la causa raíz del problema. - Propone soluciones factibles que mejoren el desempeño del proceso atendiendo indicadores de calidad, costo y tiempo.

5. Competencias previas

- El alumno conoce y aplica los conceptos de Estadística Inferencial tales como: intervalos de confianza, regresión, correlación y prueba de hipótesis aprendidos en las materias de Estadística Inferencial I y II, así como las herramientas estadísticas de calidad, Gráficos de control, Capacidad de procesos de la materia de Estadística y Control de Calidad. - Conoce y aplica el diseño de experimentos, la estadística multivariada, diseño de superficie de respuesta estudiado en la materia de Ingeniería de Calidad. - Domina operaciones con vectores y matrices, uso eficiente de hojas de cálculo. Todos estos conocimientos previos le ayudarán al estudiante para integrarlos en cada una de las fases de la metodología de solución de problemas apoyándose en el manejo de un software estadístico.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Manufactura Esbelta	1.1 Principios de pensamiento esbelto 1.1.1 Los 5 pilares de JIT 1.1.2 TBP (Toyota Business Practice) 1.1.3 1.4 Hoshin Kanri 1.2 Kanban 1.2.1 Tipos de Kanban 1.2.2 Funciones y reglas del Kanban 1.2.3 Cálculo de Kanban 1.3 Kaizen 1.3.1 Kaizen rápido 1.3.2 Kaizen estándar 1.3.3 Kaizen mayor 1.3.4 Kaizen avanzado 1.4 SMED 1.4.1 Concepto 1.4.2 Actividades internas y externas 1.4.3 Pasos para la implementación 1.5 VSM 1.5.1 Definición, desarrollo y aplicación

		1.5.2 Mapa del estado actual y futuro
2	Sistemas Flexibles de Manufactura	2.1 Diseño de dispositivos 2.1.1 Conceptos básicos de diseño 2.1.2 Dispositivos de localización y de fijación 2.1.3 Diseño asistido por computadora 2.1.4 Aplicación con Programa Asistido por computadora (CAD) 2.1.5 Ingeniería aditiva 2.1.6 Impresión y aplicación 3d 2.2 Robótica 2.2.1 Seguridad en celdas de manufactura 2.2.2 Descripción de componentes 2.2.3 Movimientos y Simulación
3.	Metodología 6 Sigma	2.1 Introducción y mapa al 6 Sigma 2.2 Etapa de Definición 2.2.1 Voz del cliente 2.2.2 Métricos de desempeño y costo de la Pobre Calidad 2.2.3 Pareto 2.2.4 Diagrama y/o Matriz Causa-efecto 2.2.4 Diagrama Entrada-Proceso-Salida 2.2.5 Mapa de Proceso. 2.2.6 Construcción de un formato de apertura de proyectos. 2.3 Etapa de Medición 2.3.1 Determinación de la respuesta medible 2.3.2 Análisis del sistema de Medición (Gage R&R) 2.3.3 Gráficos de control 2.3.4 Análisis de capacidad de proceso 2.4 Etapa de Análisis 2.4.1 Verificación de causas (Intervalos de confianza, Prueba de Hipótesis, Correlación y Regresión) 2.5 Etapa de Implementación 2.5.1 Medidas contrarrestantes 2.5.1.1 Poka Yoke (concepto, funciones, tipos y aplicaciones) 2.5.1.2 Diseño de experimentos 2.6 Etapa de control 2.6.1 Verificación de soluciones 2.6.2 Mapa de proceso actualizado 2.6.3 Hoja de instrucciones de operaciones estándar 2.6.4 Análisis de capacidad de proceso 2.6.5 Gráficos de control 2.6.6 Administración visual 2.6.7 Validación costo-beneficio
4.	Introducción a la Ingeniería Estadística	4.1 Fundamento de ingeniería estadística: • Origen • Objetivo • Aplicaciones

		4.2 Conceptos básicos: Causas dominantes, de segundo y tercer orden.
		4.3 Desarrollo de la ingeniería estadística

7. Actividades de aprendizaje de los temas

UNIDAD 1. Manufactura Esbelta	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Identifica los principios de la(s) herramienta(s) de la manufactura esbelta para implementar en la mejora de los procesos con base en los principios del pensamiento esbelto. Genéricas: Instrumentales • Capacidad de organizar y planificar • Comunicación oral y escrita en su propia lengua • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) Interpersonales: • Trabajo en equipo Sistémicas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación	• Realiza una investigación en artículos científicos de los principios del pensamiento esbelto • Entrevista a ingenieros del sector productivo. • Analizar videos para identificar los desperdicios de la manufactura • Visita industrial • Analizar videos sobre aplicación de herramientas de manufactura esbelta. • Debatir sobre el uso de las herramientas de manufactura esbelta. • Realizar prácticas de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta. • Realizar una investigación en artículos científicos del uso de las herramientas de la manufactura esbelta.
UNIDAD 2. Sistemas Flexibles de Manufactura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce los principios de los sistemas flexibles de manufactura para seleccionar la mejor forma de procesamiento basado en las tendencias tecnológicas. Genéricas: Instrumentales • Capacidad de organizar y planificar • Comunicación oral y escrita en su propia lengua • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información)	• Investigar en artículos científicos sobre las tendencias tecnológicas de producción. • Analizar las diferentes tendencias para identificar ventajas y desventajas de cada una de ellas. • Analizar videos de sistemas de manufactura flexibles. • Realiza prácticas de diseño en software CAD • Diseño de componentes mecánicos. • Desarrollo e impresión de un modelo en 3D

zar información proveniente de fuentes diversas Interpersonales: • Trabajo en equipo Sistémicas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación	
UNIDAD 3. Metodología 6 sigma: Fase de Análisis, Mejora y Control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Emplea las herramientas administrativas y estadísticas adecuadas para definir adecuadamente un problema y medir correctamente el desempeño de la variable de respuesta basándose en la voz del cliente. • Utiliza las herramientas estadísticas adecuadas para identificar las variables de entrada de un proceso. • Comprende la relación causa-efecto de las variables de un proceso para identificar aquella(s) variable(s) que más contribuya(n) a la optimización del proceso. • Comprende las herramientas de control de procesos para mantener las mejoras realizadas a través del tiempo. Genéricas: Instrumentales: • Capacidad de organizar y planificar • Comunicación oral y escrita en su propia lengua • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Solución de problemas • Toma de decisiones.	• Investigar las características principales que sobresalen en la etapa de Definición y establecer en equipos de trabajo la definición del problema basado en el proyecto lúdico, empleando la (s) herramienta(s) para ello. • Estructurar en equipos colaborativos la fase de definición, utilizando las herramientas adecuadas para establecer la voz del cliente, los costos de pobre calidad y los indicadores de desempeño del proyecto de aplicación. • Realizar el mapa de proceso, diagramas del flujo correspondientes al proyecto de aplicación. • Construir el formato de apertura de proyectos en donde se incluya: la definición del problema, el objetivo, el equipo de trabajo y exponerlo ante plenaria. • Identificar la variable de respuesta del proyecto y realizar un Gage R&R para el sistema de medición empleado. • Realizar las gráficas correspondientes y el análisis del proceso, empleando herramientas de calidad (histograma, hojas de verificación, gráficas de control entre

Interpersonales: - Trabajo en equipo - Capacidad crítica y autocrítica - Trabajo en equipo - Habilidades interpersonales Sistémicas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica - Capacidad para diseñar y gestionar proyectos - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	otras) para el proyecto lúdico. - Emplear software estadístico para el desarrollo de las gráficas y estudios estadísticos correspondientes. - Presentar avances al docente para recibir retroalimentación, basándose en la rúbrica de evaluación correspondiente.
UNIDAD 4. Introducción a la Ingeniería Estadística	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Comprende los conceptos básicos relacionados con la estrategia avanzada en manufactura para la solución de problemas de calidad con base en las especificaciones del cliente Genéricas: Instrumentales - Capacidad de análisis y síntesis - Capacidad de organizar y planificar Interpersonales: - Trabajo en equipo	- Elaborar un glosario con los principales conceptos de la Metodología - Localizar en un caso de aplicación de la metodología. - Realizar un mapa de la metodología, y listar las herramientas que se emplean en cada etapa o fase.

8. Práctica(s)

No aplica

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Fundamentación:** 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.
- Planeación:** 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.

- **Ejecución:** 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 las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **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”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Exposiciones mediante guía de observación
- Glosario mediante lista de cotejo
- Esquema de Mapa y caso de aplicación mediante lista de cotejo
- Avances del proyecto durante su desarrollo mediante rúbrica.
- Proyecto final mediante rúbrica de evaluación

11. Fuentes de información

- Taiichi Ohno (1991). El Sistema de Producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala. Productivity.
- Shingo, S. (1993). El Sistema de Producción Toyota "Desde el Punto de vista de la Ingeniería Industrial". Productivity.
- Luis Cuatrecasas (2015). Lean Management: La gestión competitiva por excelencia. PROFIT.
- David Mann (2014). Creating a Lean Culture. Productivity Press.
- Juan Carlos Hernández, Antonio Vizán (2013). Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Fundación EOI.
- Association, J. M. (1983). A Revolution in Manufacturing. The SMED System. Productivity Press.
- Association, J. M. (1985). Zero Quality Control. Source Inspection and the Poka Yoke System. Productivity Press.
- H. K. Shivanand, M.M. Benal, V. Koti (2006). Flexible Manufacturing System. New Age International Pvt Ltd Publishers.
- Groover, M. P. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. Prectice May/Hispanoamericana S.A.
- T.E.Berry, W. (1992). Manufacturing Planning and Control System. Irwin
- Herrera Acosta, Roberto José. (2006). Seis sigma, métodos estadísticos y sus aplicaciones.

- https://elibro.net/es/lc/tecnmmx/colecciones/ELC004?col_q= 6 sigma&prev=col: B- Eumed.
- Argüelles Ojeda, José Luis. (2018). Proyectos seis sigma: el camino a la excelencia operacional.
- https://elibro.net/es/lc/tecnmmx/colecciones/ELC004?col_q= 6 sigma&col_page=2 &prev=col: Reverté.
- Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar. (2013). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. México, D.F: Mc.Graw Hill.
- Lean Six Sigma [LSS] Recuperado de <https://leansixsigmainstitute.org>