



## PROGRAMA DEL CURSO II-0905 INGENIERÍA DE MANUFACTURA

### I SEMESTRE DEL 2018

Docentes:

Ing. Edwin Quirós Villalobos- Sede Rodrigo Facio (Coordinador)  
Inga. Angela Cristina Garcia. Sede Occidente  
Ing. David Alfaro. Sede Interuniversitaria de Alajuela

### GENERALIDADES DEL CURSO

CRÉDITOS:3

Sede Rodrigo Facio

GRUPO: 001

HORARIO: Jueves de 16:00 p.m. a 19:00 p.m.

AULA: 404

HORARIO DE CONSULTA: jueves 19:00 p.m. a 20:00 p.m.

Sede Interuniversitaria de Alajuela

GRUPO: 001

HORARIO: Martes de 16:00 p.m. a 19:00 p.m.

AULA: 13

HORARIO DE CONSULTA: Martes 14:00 p.m. a 16:00 p.m.

Sede de Occidente

GRUPO: 001

HORARIO: Miércoles de 12: 00 m.d. a 15:00 p.m.

AULA: Laboratorio de robótica de la Sede interuniversitaria de Alajuela.

HORARIO DE CONSULTA: Miércoles de 10:00 a.m. a 12:00 m.d.

REQUISITOS: II0703 Ingeniería de Operaciones; II0803 Diseño de Producto; II0805 Distribución y Localización de Instalaciones.

CORREQUISITOS: NA

### DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso Ingeniería de Manufactura es un curso del noveno semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, en el cual se estudia la innovación en los procesos de manufactura, el diseño de productos, el desarrollo del sistema metrológico de un proceso de manufactura, el cálculo de tolerancias, la programación con Plcs.

Este curso no forma parte de un área específica de conocimiento, ya que integra de manera práctica los conocimientos adquiridos en cursos previos de la carrera.

Para el correcto aprendizaje de los conocimientos y habilidades esperados al finalizar este curso se requiere que el estudiante posea de previo, conocimientos en caracterización de procesos, diseño de producto, programación básica de sistemas automatizados, estadística, diseño experimental, metrología, modelos de regresión lineal.





## OBJETIVOS

### Objetivo general

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de solucionar los retos cotidianos que la ingeniería de manufactura ofrece al ingeniero, para agregar valor a la organización en que se desempeña.

### Objetivos específicos

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

- Reconocer la metodología de innovación aplicable a los sistemas de manufactura para agregar valor a la organización.
- Explicar las bases para el diseño robusto de productos y aplicarlo en su trabajo cotidiano.
- Explicar el desarrollo de un sistema metrológico integrado de un proceso de manufactura para aplicarlo en su trabajo cotidiano.
- Reconocer las metodologías fundamentales para el cálculo de tolerancias y aplicarlas en los procesos en que intervenga cuando sea necesario.
- Recordar las bases de la programación con Plcs e interactuar en grupos interdisciplinarios.
- Reconocer como están constituidos los típicos procesos de manufactura del país para desempeñarse con propiedad en estos, prestando especial atención en la identificación de los elementos críticos.
- Mejorar o crear productos que satisfagan un cliente, que generen riqueza y que estén acorde con el medio ambiente para fortalecer la conciencia de emprendedurismo en el estudiante.

## ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRUADO

La acreditación es un proceso de evaluación voluntario, que busca determinar si un programa formativo cumple los estándares de calidad establecidos. A nivel internacional existe el Acuerdo de Washington, el cual regula a las agencias de acreditación de programas de ingeniería a nivel internacional, definiendo aspectos comunes a lograr en todos los programas de esta rama.

El acuerdo de Washington tiene adheridos más de 20 agencias de diferentes países, incluyendo la Canadian Accreditation Board (CEAB) y más recientemente de forma interina, la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería (AAPIA) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

El programa de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica es reconocido como sustancialmente equivalente desde el año 2000 por la CEAB. Desde el año 2000 se cuenta con la acreditación del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) y a partir de 2017 por la AAPIA.

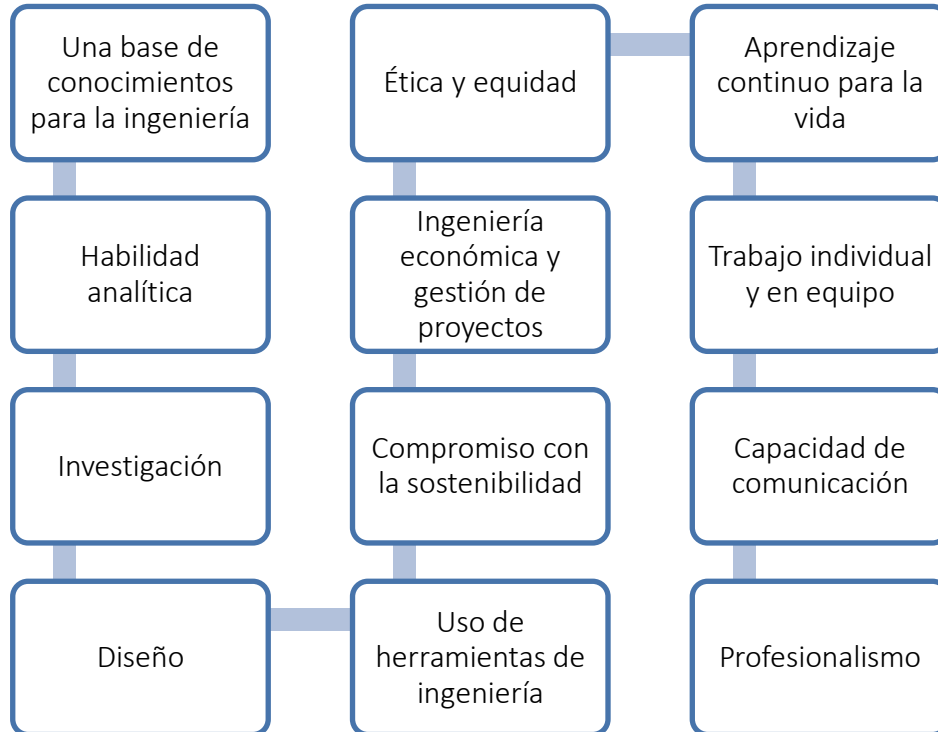
Entre los aspectos comunes definidos por el Acuerdo de Washington, se encuentra el enfoque de formación de atributos y por tanto la definición de los atributos que todo graduado de un programa de ingeniería debe cumplir.

Los atributos de los graduados se definen como: "(...) conjunto de resultados individuales evaluables, que son los componentes indicativos del potencial del graduado para adquirir la competencia para la práctica profesional" (WA, 2015).





Nuestro programa ha definido, a saber, 12 atributos; los cuales han sido desglosados cada uno, en un conjunto de indicadores medibles para demostrar que los estudiantes poseen este atributo.



Como parte del curso de Ingeniería de Manufactura, se aporta en la formación de los atributos anteriores; sin embargo no se realiza la medición específica de ninguno.

## ACTIVIDADES

### SEMANA 1: 12 al 17 de marzo

Presentación de los contenidos del curso. Presentación de los estudiantes. Asignación de grupos. Conceptos de Ética. ¿Cuál es el ámbito de acción de la ingeniería de manufactura?

### SEMANA 2: 19 al 24 de marzo

La creatividad e innovación en la Ingeniería de manufactura. Explicación de los requisitos que se deben cumplir en la fabricación del producto en el laboratorio del curso. Desarrollo industrial de Costa Rica. Lean start up.

### SEMANA 3: 26 al 31 de marzo

Semana Santa

### SEMANA 4: 2 de abril al 7 de abril

La Metodología de DFSS y las herramientas utilizadas. Estudios de capacidad de proceso (potencial, capacidad, estabilidad del proceso), sistema de elementos críticos.





- a. Metales: fundición de metales, forjado, laminado y extrusión. Aleaciones, tratamiento térmico, endurecimientos superficiales.

#### **SEMANA 5: 9 al 14 de abril**

Diseño de experimentos. Gráficos multivariados, Análisis de componentes, Comparación pareada, Análisis de variables.

- b. Proceso y tipos de soldadura para materiales metálicos y termoplásticos, incluir entre otras arco, electro escoria, laser, robotizada, en agua, etc. Precauciones.

#### **SEMANA 6: 16 al 21 de abril**

Superficies de respuesta. Modelos de regresión lineal múltiple y su aplicación en la determinación de los estándares de producción o servicio. Modelo central compuesto y modelo de ascenso empinado para la optimización de superficies en estudio.

- c. Tecnologías limpias para ser utilizadas en la producción de bienes y servicios. Reglamentación existente en el país. Ventajas y desventajas.

#### **SEMANA 7: 23 al 28 de abril**

Curva de confiabilidad del producto. Construcción de la curva con base en probabilidades y con base en el comportamiento del bien en el campo. Cálculo de la garantía del producto o servicio.

- d. Polímeros: estructura, propiedades generales y aplicaciones Procesos: Mezclado. Inyección, soplado, termo formado, extrusión.

#### **SEMANA 8: 30 de abril al 5 de mayo**

Establecimiento de tolerancias: Método empírico, método gráfico, método analítico. Aplicación de estos conceptos en elaboración del producto en el laboratorio.

Presentación del prototipo a escala, voz del cliente y borrador de planos del proyecto que se está realizando en el laboratorio y presupuesto.

- e. Procesos de la industria alimentaria. Granos, embutidos, bebidas. Inocuidad alimentaria y leyes aplicables.





### **SEMANA 9: 7 al 12 de mayo**

Conceptos fundamentales de metrología. ISO 17025-2005. Vocabulario. Tipos de errores. Condiciones de almacenamiento y utilización de patrones y equipos de medición en la planta.

- f. La industria 4.0. Estado del arte, aplicaciones en la industria y en servicios. Avances en el país.

### **SEMANA 10: 14 al 19 de mayo**

Cálculo de incertidumbres. Interpretación de certificados y toma de decisiones en el proceso.

Presentación del prototipo a escala, voz del cliente y borrador de planos del proyecto que se está realizando en el laboratorio. El proyecto se puede realizar parte en un lugar diferente al Taller de la Universidad, siempre y cuando los estudiantes aporten pruebas de que ellos lo están realizando sin ayuda de terceros y no se están subcontratando partes. Se considera una falta grave que se subcontrate o terceros no autorizados participen en la realización de alguna parte del proyecto.

- g. Materiales y equipos utilizados en nano tecnología y biotrónica, aplicaciones en el país.

### **SEMANA 11: 21 al 26 de mayo**

*Conceptos básicos para la programación de PLCs.*

- h. Impresión 3D. Avances y estado de desarrollo en el país.

### **SEMANA 12: 28 mayo al 2 de junio**

*Conceptos básicos para la programación de PLCs.*

- i. Máquinas CNC. Aplicaciones, programación e interconexión con software de diseño.

### **SEMANA 13: 4 de junio al 9 de junio**

Relación CAD, CAM, CNC y CIM. Maquinado de metales: corte de materiales (sierras), torno, fresa, rectificado, erosión penetración.

- j. Automatización. ¿Qué es la automatización? La pirámide de la automatización. ¿Cuándo, qué automatizar y por qué? ¿Cuáles son los pasos esenciales que se deben considerar para realizar una automatización efectiva en la empresa? Estado del arte en automatización. Casos exitosos en Costa Rica.





### **SEMANA 14: 11 al 16 de junio**

Visita al laboratorio de robótica y automatización de la sede de Alajuela para que los estudiantes desarrollen un ejercicio de programación básica de PLC y aplicación de software.

### **SEMANA 15: 18 al 23 de junio**

Visita al laboratorio de robótica y automatización de la sede de Alajuela para que los estudiantes observen como funciona un sistema automatizado, los brazos robóticos y teach box y realizar un ejercicio de diseño experimental en uno de los módulos.

### **SEMANA 16: 25 al 30 de junio**

**Presentación de los proyectos del curso.** Debe incluir al menos la voz del cliente, sistema de elementos críticos, tolerancias del proceso de fabricación, curva de confiabilidad del producto, garantía, planos del producto, manual de uso y mantenimiento básico, prototipo funcionando según especificación y mostrar que funciona cuando se integra con los demás subsistemas de los otros grupos del curso. Definir como ese producto puede ser adecuado para que se pueda utilizar por una asociación de desarrollo, organización de bien social en el país. La presentación debe realizarse para vender el producto a la audiencia.

### **SEMANA 17: 2 al 7 de julio**

EXÁMEN FINAL.

### **SEMANA 18: 9 al 14 de julio**

EXÁMENES AMPLIACION.

## **DOCENTES**

### **Sede Rodrigo Facio**

PROFESOR: Ing. Edwin Quiros Villalobos. M.A.E.

Teléfonos: 22899327 / 22899387

Correo electrónico: edwin.quiros@ucr.ac.cr.

Graduado de Ingeniero Industrial en la Universidad de Costa Rica, Máster en Administración de empresas con énfasis en Finanzas de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Ex Gerente Técnico Firestone de Costa Rica. En la actualidad Gerente General de la empresa DE CONSULTORES, S.A. y DMI METROLOGIA, S.A. Profesor en propiedad de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica.

### **Sede de Occidente**

PROFESORA: Lic. Angela Garcia León

Teléfono: 7060-9389

Correo electrónico: angela.garcia@hotmail.es

Perfil Académico: Ingeniera Industrial de la Universidad de Costa Rica

Ingeniera Electrónica de la Universidad Interamericana

Licenciada en Administración Industrial de la UACA

Perfil Profesional: Ex Gerente Control de Calidad, Ingeniería y Servicios Técnicos de Trimpot Electrónicas.

Directora Honoraria Junta Directiva de la Cámara de Industrias





Gerente General y presidenta de Desarrollos AKA Precisión

### Sede interuniversitaria de Alajuela

PROFESOR: David Alfaro Víquez  
Teléfonos: 8847-4106 / 25117973  
Perfil Académico:

Bachillerato en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica.  
Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura del Tecnológico de Costa Rica.

Perfil profesional: Cinco años de experiencia en diseño y manufactura de equipo mecánico, e imparte clases de manufactura y operaciones en la Universidad de Costa Rica. Ha desarrollado proyectos en diseño mecánico, robótica, maquinado en CNC y software especializado. Sus intereses y especialización están en el desarrollo de sistemas de manufactura con alta tecnología, "Lean, Smart and Cognitive Manufacturing", la ingeniería mecánica y la programación.

## METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

En el curso se utilizan las siguientes técnicas de enseñanza-aprendizaje que facilitan la Incorporación de habilidades y competencias críticas:

- Conocer y aplicar los principios que sustenta la manufactura moderna, motivando al aporte del estudiante en el desarrollo empresarial del país.
- Analizar los elementos que componen un sistema de innovación eficiente en la empresa
- Elabora de manera integrada y practica el diseño de un producto y sus especificaciones de proceso.
- Implementar las metodologías efectivas de desarrollo y cálculo de tolerancias en un proceso productivo.
- Establecer un sistema integrado de metrología en un proceso productivo.
- Comprender la programación de PLCs.

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje abarcan una mezcla de:

- Charla Magistral.
- Reforzamiento positivo con lecturas realizadas con anticipación.
- Análisis de casos.
- Dinámicas de aprendizaje en equipo

## EVALUACIÓN

EXAMENES CORTOS	25%
PROYECTO TALLER	30%
REPORTE DE INVESTIGACIÓN	20%
Examen final	25%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Los exámenes cortos se realizan sin aviso previo, cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (Artículo 15), cubriendo la materia de forma acumulativa.





Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave tal como, copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso, con las consecuencias posteriores que establece la Universidad de Costa Rica.**

**La no entrega del proyecto también representa la pérdida del curso automáticamente.**

### **NORMAS DE TRABAJO PARA EL CURSO (para ser aplicado a todos los trabajos)**

- Todos los trabajos deben de llevar el nombre completo del (los) autor(es) del mismo. Así como la fecha de entrega.
  - Cada uno de los participantes es responsable de verificar que su nombre aparezca en el trabajo, luego no se aceptan reclamos porque no aparecían en la lista.
  - EL NOMBRE DEBE APARECER EN FORMA EXPLICITA Y CLARA. Aquellos trabajos donde aparezcan solo iniciales, alias, apodos, etc. y no el nombre completo, no serán calificados.
- Todos los trabajos deben ser entregados en forma digital a menos que se indique lo contrario.
  - Deben venir con la numeración en cada página (no incluye portadas, tablas de contenido, índices).
- ***El profesor recibe los trabajos en digital durante los primeros 15 minutos de clase,*** (el límite puede variar si así lo dispone el profesor). Los trabajos fuera de este límite queda a criterio del profesor si son aceptados o no. [*El profesor no tiene la obligación de pedir los trabajos, deben ser entregados por los estudiantes en este rango de tiempo*].
  - Si por algún motivo considera que no podrá entregar a tiempo, se puede enviar digitalmente el trabajo por correo electrónico al asistente antes de la hora límite y POSTERIORMENTE DEBE PRESENTAR EL TRABAJO EN PAPEL SI ASÍ FUE SOLICITADO.
- Los trabajos donde participe más de un estudiante, deben llevar un desglose de participación en el trabajo [ver sección referente a este punto más adelante].
- En los trabajos grupales, el profesor tiene la potestad de escoger la(s) persona(s) que va(n) a explicar o exponer una parte o la totalidad del trabajo. El desempeño de la(s) persona(s) en la exposición afecta directamente la nota grupal, hasta en un 75% del total del valor del trabajo.
- Para el proyecto del laboratorio las presentaciones orales deben ser en idioma inglés, no se evaluará el dominio de dicho idioma por parte de los estudiantes al asignar la nota del proyecto.
- Cualquier trabajo sin referencias, o mal realizados según los estándares del formato APA serán calificados en forma automática con un CERO (0).
  - Si no toman partes textuales, sino solo las ideas, igual tienen que identificarlas explícitamente en el documento.
- Si se usa material textual dentro del documento, este debe ser claramente identificado y referenciado, no se permite que los trabajos sean más de un 10% de material textual o parafraseado.
- Si durante las presentaciones de los trabajos, algún compañero realiza actos de falta de respecto como interrumpir, silbar, hacer comentarios burlescos, hacer trabajos, leer material, chatear, navegar durante el acto, entre otros, podrá ser sancionado con puntos en su trabajo, hasta por un valor de un 50%.
  - Si durante la presentación de trabajos (papers, proyectos, investigaciones, etc.) se dura más de una sesión, y los que ya expusieron faltan a la otra sesión, se considerará como falta de respeto e intereses hacia los compañeros.







- Al inicio de curso se les indicará el correo oficial para el envío de trabajos, si se envían a otro correo no serán considerados, sin reclamos.
  - Los estudiantes son responsables de guardar una copia de los trabajos enviados, estos van a ser utilizados como prueba que los enviaron y sin ellos no se admiten reclamos.

## ÉTICA

### **Criterios sobre la copia, plagio o la ayuda no permitida en evaluaciones**

Cualquier alumno que incurra en actos de copia, plagio o ayudas no permitidas a otros en cualquier evaluación o trabajo, automáticamente perderá el curso y se expone a las sanciones reglamentarias que exige la Universidad. Igualmente, la no entrega del proyecto implica la pérdida automática del curso.

### **Información de Referencia Importante sobre Plagios**

Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave tal como, copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso. La no entrega del proyecto también representa la pérdida del curso automáticamente.**

## BIBLIOGRAFÍA

### **Libros de texto o Referencia principal de consulta**

K. Bothe (1991). World Class Quality. Using design of experiments to make it happen. AMACOM.

Mikell P. Groover (2014). Introducción a los Procesos de Manufactura. México D.F. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

### **Referencias adicionales de consulta**

C.M. Creveling, J.L. Slutsky, & D. Antis, Jr. (2003). Design for Six Sigma in technology and product development. Upper saddle river, New Jersey 07458. Publishing as Prentice Hall PTR. Pearson Education Inc.

