

## PROGRAMA DEL CURSO II-0906 GESTION DEL MANTENIMIENTO

I SEMESTRE DE 2017

Profesor:

Ing. Omar Zúñiga Mora, Sede Central e Intersede Universitaria de Alajuela (Coordinador)

### GENERALIDADES DEL CURSO

SIGLAS:	II-0906
GRUPO:	001
CRÉDITOS:	3
HORARIO:	Sede Central, Miércoles 16:00 p.m. – 18:50 p.m, Sede Interuniversitaria Alajuela, Sábado 13:00 p.m. – 15:50 p.m.
AULA:	Sede Central, Facultad de Ingeniería, Aula 111 y Sede Interuniversitaria Alajuela, Aula 02.
HORARIO DE CONSULTA:	Sede Central, Facultad de Ingeniería, Oficina de Maestría Ingeniería Industrial, Miércoles. 14:00 p.m. – 16:00 P.m., Sede Interuniversitaria Alajuela, Aula profesores, Alajuela. Sábado 16:00 p.m. – 18:00 p.m.

### DESCRIPCIÓN DEL CURSO

En este curso se estudiarán los diferentes tipos de instalación y mantenimiento de maquinaria industrial, las estrategias y métodos utilizados actualmente, criterios de selección, y procedimientos de implementación y gestión.

### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Conocer la importancia de las tareas de instalación y mantenimiento industrial, así como las diferentes estrategias y herramientas utilizadas hoy en día para llevar a cabo esas actividades.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso, los estudiantes podrán reconocer los diferentes tipos de maquinaria empleados en la industria, los principales motivos de fallo, los problemas más comunes de funcionamiento y las tareas relacionados con su instalación y mantenimiento.



Al finalizar el curso, los estudiantes comprenderán la gran importancia que tiene la correcta instalación, el mantenimiento de maquinaria industrial y su repercusión en el volumen de producción, la calidad de los productos, la imagen y las finanzas de las empresas.

Al finalizar el curso, los estudiantes conocerán las estrategias y procedimientos más actualizados para la instalación y la gestión del mantenimiento en la industria moderna.

Al finalizar el curso, los estudiantes contarán con el conocimiento necesario para la selección, implementación y seguimiento de la estrategia de instalación y mantenimiento idónea para cada empresa industrial en función de diferentes variables como tipo de maquinaria y equipo, estándares de instalación, calidad, volumen de producción, nivel de confiabilidad esperado, normas de seguridad e inversión requerida entre otros.

## ACTIVIDADES

### SEMANA 1

**08 al 12 de Agosto de 2016**

Introducción y Formación de grupos de trabajo

- Carta al estudiante y fundamentos.
- Historia y evolución del mantenimiento industrial.
- Formación grupos de proyecto.

### SEMANA 2

**16 al 20 de Agosto de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Equipos y maquinaria para generación de energía.
- Instalaciones eléctricas (IF, 3F, FP, TG, TMT), gases (LPG, LP, GN) sanitaria (H<sub>2</sub>O) y otras.
- Análisis de factura energética de empresa /industria.
- Calculo de consumos energéticos en equipos y maquinaria.
- Calculo para ahorro energético en Instalaciones Electromecánicas.

### SEMANA 3

**22 al 27 de Agosto de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Calculo e instalación de sistemas de refrigeración doméstica, comercial e Industrial.
- Calculo e instalación de aire acondicionado domestico, comercial, industrial y precisión.
- Calculo para ahorro energético Refrigeración y Aire acondicionado.

### SEMANA 4

**29 de Agosto al 03 de Setiembre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Calculo e Instalación plantas de vapor (calderas, marmitas y otras)



- Calculo e Instalación máquinas automáticas (aire comprimido y sistemas hidráulicos)
- Calculo para ahorro energético en Sistemas de Vapor y Automático

## **SEMANA 5**

**05 al 10 de Setiembre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Calculo e Instalación sistemas eléctricos y electrónicos.
- Diseño de sistemas de regulación y control
- Calculo de Iluminación.
- Calculo para ahorro energético en Sistemas Eléctricos y Electrónicos.

## **SEMANA 6**

**12 al 17 de Setiembre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Selección maquinaria y equipo refrigeración.
- Selección maquinaria y equipo aire acondicionado.
- Selección maquinaria y equipo vapor (calderas y Marmitas)
- Selección maquinaria y equipo manual y automático para inyección, termoformado, soplado, extruccion, maquinado, troquelado, doblado, soldadura y otros para plásticos y metales.

## **SEMANA 7**

**19 al 24 setiembre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Planos Electromecánicos.
- Simbología Electromecánica.

## **SEMANA 8**

**26 Setiembre al 1 de Octubre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial

- Presentación Tarea Instalación de Equipos.
- Primer avance Proyecto.

## **SEMANA 9**

**03 al 08 Octubre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Basado en la Confiabilidad<sup>R</sup> (MBC). Descripción de la Estrategia de MBC.
- Interrelación entre el Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo en MBC
- Implementación de un programa de MBC
- Mantenimiento Productivo Total



### **10 al 15 de Octubre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Mantenimiento Predictivo. Análisis de Vibraciones Mecánicas. Análisis de Termografías Infrarrojas. Análisis de Aceites. Análisis Ultrasónicos. Análisis no Intrusivos.
- Análisis de Ondas en el Tiempo
- Análisis de Espectros
- Detección y diagnóstico de causas de problemas en maquinaria
- Mantenimiento Proactivo

### **SEMANA 11**

#### **17 al 22 Octubre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Mantenimiento Predictivo: Organización de las bases de datos.
- Rutas de monitoreo, clasificación de la maquinaria
- Determinación del uso de tecnología para cada grupo de maquinaria

### **SEMANA 12**

#### **24 al 29 de Octubre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Mantenimiento Preventivo
- Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo

### **SEMANA 13**

#### **31 de Octubre al 05 Noviembre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)
- Implementación de MCC. Árbol de decisión y pasos

### **SEMANA 14**

#### **06 al 12 de Noviembre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Índices en el Mantenimiento. Generación y aplicación de índices en Mantenimiento.
- Cálculo de costos de mantenimiento: Presupuesto y Control
- Repuestos
- Pedidos
- 

### **SEMANA 15**

#### **13 al 19 Noviembre de 2016**

Técnicas y estrategias de mantenimiento Técnicas y estrategias de mantenimiento

- 5 Eses
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Implementación de TPM
- Ética en la Gestión del Mantenimiento.

## SEMANA 16

**20 al 26 de Noviembre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Examen Final

## SEMANA 17

**28 de Noviembre al 3 Diciembre de 2016**

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial y Técnicas y estrategias de mantenimiento

- Exposición Proyectos.

## PROFESORES

Nombre: Omar Fco Zúñiga Mora  
Teléfonos: 88160119  
Correo electrónico: [ozunigamora@gmail.com](mailto:ozunigamora@gmail.com), omar.zuniga@ucr.ac.cr

### Perfil profesional y académico del profesor.

- Ingeniero Mecánico, MSc. (Universidad de Costa Rica, UNED)
- Experiencia de 28 años como Profesional y 16 como Docente Universitario.
- Gerente de Mantenimiento, Operaciones y Proyectos de HZM.
- Asesor, Capacitador y Consultor de La Cámara de Industrias de Costa Rica en Evaluación, Diseño, Proyectos, Mantenimiento y Manufactura Industrial.

Nombre: Carlos A. Acosta Nassar  
Teléfonos: 8381-0840  
correo electrónico: [carlosacostanassar@gmail.com](mailto:carlosacostanassar@gmail.com)

### Perfil profesional y académico del profesor.

- Bachiller en Física (Universidad de Costa Rica)
- Master of Science en Vibraciones y Sonido (University of Southampton, England)
- Experiencia de 35 años como docente universitario.
- Fundador de la primera compañía especialista en balanceo dinámico y Mantenimiento Predictivo.
- Director General de la empresa Corporación SkyTwister S. A.
- Consultoría, diseño, mantenimiento y fabricación de maquinaria.

## METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE



El curso se impartirá por el sistema “bimodal”, que consiste en una mezcla de clases magistrales, búsqueda en web o clases virtuales dirigidas por el profesor en el campus virtual de la Universidad de Costa Rica <http://mediacionvirtual.ucr.ac.cr>.

Se asignarán tareas. La entrega de las tareas será digital. Los temas de tarea podrán ser evaluados el día de su entrega, en clases por medio de exposiciones, exámenes cortos y en exámenes parciales.

Se realizará un trabajo final en grupos. Los detalles sobre la elaboración y presentación de este trabajo están contenidos en documento para la realización de proyectos.

## EVALUACIÓN

I Examen Final	20%
Tareas y Exámenes Cortos	20% (10% tareas y 10% exámenes cortos)
Tarea de Investigación en Instalaciones	15%
Trabajo de Investigación	45%

## OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

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 la 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).



- **Los trabajos se entregarán en la página digital en cualquier momento a partir de la fecha en que se programen, con fecha y hora límite, el día programado para su entrega, 5 minutos antes de iniciar la 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 el plazo de tiempo establecido].
- 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.
- Cualquier trabajo sin referencias, o mal realizados según los estándares del formato APA (ver referencia de como realizar las Normas APA, también en la sección Información de Referencia Importante sobre Plagios en los links se muestra como realizar correctamente las referencias), 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.
  - Para mayor detalle ver la sección "Información de Referencia Importante sobre Plagios"
- 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.
- Los tareas, reportes de giras y trabajos de investigación serán entregados en la página de Mediación Virtual a más tardar en la fecha y hora límite que se defina en la misma, 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.

### **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.**



Se presentan una serie de links que son importantes que lean para evitar problemas por plagio. [sobre las cosas explicadas ahí, se puede consultar al profesor en clases antes y durante la realización de los trabajos]

- ¿Por qué ocurre el plagio en las Universidades y cómo evitarlo?  
<http://prof.usb.ve/eklein/plagio/>
- El Plagio: Qué es y Como se evita <http://www.eduteka.org/PlagioIndiana.php3>
- ¿Cómo evitar el plagio?  
[http://librisql.us.es/ximdex/guias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla\\_05.htm](http://librisql.us.es/ximdex/guias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla_05.htm)
- Plagio: Qué es y cómo evitar caer en la trampa
- Formato APA ([http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas\\_APA.pdf](http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf))

## BIBLIOGRAFÍA

### Material de lectura recomendado para evaluación

- Del Toro, V. (2005). Fundamento de Ingeniería Eléctrica. México. Prentice-Hall-Hispanoamérica.
- Golden, F.M (2000). Termodinámica, Turbomaquinaria y Maquinas Térmicas. México. CECSA.
- Groover, M.P (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. México. Prentice-Hall-Hispanoamérica.

### Material de Apoyo

#### Principios de mantenimiento

1. Clifton, R. (1974). Principles of Planned Maintenance. Londres: Edward Arnold Ltd.
2. Mobley, R. K. (2004). Maintenance Fundamentals (Vol. Segunda Edición). United States of America: Elsevier Butterworth Heinemann.

#### Mantenimiento Preventivo y mantenimiento predictivo

3. Gertsbakh, I. (1977). Models of Preventive Maintenance. Amsterdam, Holanda: North-Holland Publishing Company.
4. Gross, J. M. (2002). Fundamentals of Preventive Maintenance. New York: AMACON.
5. Levitt, J. (2003). Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance. New York: Industrial Press.



6. Löfsten, H. (2000). Measuring maintenance performance- in search for a maintenance productivity index. International Journal of Production Economics (Volume 63).

#### **TPM**

7. Nakajima, S., & Shirose, K. (1991). Programa de desarrollo del TPM. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A.
8. Cuatrecasas Luis. TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Gestión 2000 Primera Edición. Año 2000.

#### **Gestión del Mantenimiento**

9. Prando, R. R. (1996). Manual de la Gestión del Mantenimiento a la Medida. Guatemala: Piedra Santa S.A. de C.V.
10. Tavares Lourival. Administración Moderna del Mantenimiento. Data stream 1era Edición. 2003

#### **Cinco Eses**

11. Tsuchiya, K. (1997). SEMINARIO 5S, Un Centro de Capacitación para el Mejoramiento de la Productividad. (CEFOF, Ed.) Alajuela, Costa Rica.
12. Hirano, H. (1996). 5S for Operators 5 Pillars of the visual workplace. Portland, Oregon, United States of America: SHOPFLOOR SERIES.

#### **Gestión de mantenimiento asistido por computadoras (CMMS)**

13. Kishan Bagadia. Computerized Maintenance Management Systems Made Easy. How to Evaluate, Select and Manage CMMS. McGraw-Hill 2006

