

## **BACHILLERATO EN INGENIERÍA MECÁNICA Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

### **PRUEBAS PARA GRADOS MODALIDAD TRADICIONAL**

**Residencia mínima de estudios:** 84 Unidades Académicas.

#### **PRIMERA PRUEBA**

Examen de idioma en lengua inglesa conforme a las reglas establecidas en las NORMAS COMUNES A LAS PRUEBAS DE GRADOS.

#### **SEGUNDA PRUEBA**

Examen escrito con duración no mayor de tres horas sobre **Mecánica de Cuerpos Rígidos: Estática y Dinámica:** Estática de partículas. Cuerpos rígidos: sistemas equivalentes de fuerzas, equilibrio. Análisis de estructuras. Fuerzas en vigas y cables. Fricción. Método del trabajo virtual. Cinemática de partículas. Cinética de partículas: segunda ley de Newton, métodos de energía y de cantidad de movimiento. Sistemas de partículas. Cinemática de los cuerpos rígidos. Movimiento plano de los cuerpos rígidos: fuerzas y aceleraciones, energía y cantidad de movimiento. Vibraciones mecánicas.

**Bibliografía:** F. Singer. **Mecánica para ingenieros.** Editorial Harla. Harry Narra. **Mecánica vectorial para ingenieros.** Beer, F.P. y Johnston, E. **Mecánica vectorial para ingenieros.** Quinta edición. Editorial McGraw Hill. Tomos I y II. Nash, V. **Resistencia de materiales.** Serie Schaum. McGraw Hill. Timoshenko, G. **Mecánica de materiales.** Grupo Editorial Iberoamérica.

#### **TERCERA PRUEBA**

Examen escrito con duración no mayor de tres horas sobre **Mecánica del Sólido:** Deformaciones y esfuerzos: carga axial y esfuerzo normal, deformación por carga axial, esfuerzos y deformaciones por torsión, flexión y fuerza cortante. Diagramas de cortante y de momento. Esfuerzo cortante horizontal. Cálculo de flechas en vigas estáticamente determinadas.

**Bibliografía:** Beer y Johnston. **Mecánica vectorial para ingenieros**. Quinta edición. Editorial McGraw Hill. Tomos I y II. Hibbeler, R.C. **Mecánica para ingenieros**. CECSA. Mc Rean, W.G. **Mecánica para ingenieros**. Serie Schaum. Mc Graw Hill. Singer, Ferdinal. **Dinámica**. Harper & Row Latinoamericana. Hibbeler, R.C. **Mecánica para ingenieros: dinámica**. Quinta edición. Editorial McGraw Hill. Housner, G.W. y Hudson, D.E. **Mecánica aplicada: dinámica**. Editorial CECSA. Merian, J. **Dinámica**. Editorial Wiley.

#### CUARTA PRUEBA

Examen oral con duración de hasta una hora. El Jurado en el momento de la Prueba presentará al candidato preguntas por contestar sobre **Investigación de Operaciones**. **Toma de decisiones:** Definición de toma de decisiones. Tipos de decisiones. Arbol de decisiones. **Desarrollo de la investigación de operaciones:** Definición. Naturaleza. Construcción de modelos. **Programación lineal:** Planeamiento de un modelo de programación. Construcción de modelos gráficos. Resolución de ejercicios. Resolución de problemas de programación lineal por el método simplex. Relación y explicación de cada tipo de variable. Modelos duales y su relación con los modelos primales. Método de la esquina noroeste y mínimo costo. Método del escalón. **Modelos matemáticos de toma de decisiones:** Planteamiento y resolución de modelos de transportes. Costos fijos y variables. **Formulación de redes:** Método PERT. Pert. costo. Identificación de la ruta crítica. CPM. Relación y diferencias entre CPM y PERT. Gráfica GANTT.

**Bibliografía:** Moskowitz, Herbert. Wright, Gordon. **Investigación de operaciones**. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. 1982. Bronson, Richard. **Investigación de operaciones**. Editorial McGraw Hill. 1993.

#### QUINTA PRUEBA

Examen oral con duración de hasta una hora sobre **Termodinámica**. El Jurado entregará al candidato el tema de la lección por impartir con al menos tres días naturales de antelación al de la Prueba, de entre los siguientes: **Utilidad de la termodinámica**. Determinación de sistemas. Reconocimiento de problemas. Conceptos. Definiciones. **Propiedades de una sustancia pura:** definiciones, equilibrio de fases, propiedades independientes de una sustancia pura. **Tablas de propiedades termodinámicas:** diagramas de temperatura, presión, volumen, calidad, superficies termodinámicas. **Ecuaciones de estado para la fase de vapor de una sustancia pura:** los gases ideales, los gases reales, carta generalizada de compresibilidad. **Trabajo y calor:** definiciones y unidades. Trabajo de un sistema simple

compresible en un proceso de cuasiequilibrio. Conversión entre calor y trabajo. **La primera ley de termodinámica. La segunda ley de termodinámica. La entropía. Ciclos termodinámicos.** Ciclos de vapor. Ciclos de refrigeración. Ciclos de motores de combustión interna y turbinas de gas. **Relaciones termodinámicas:** relaciones de Maxwell, ecuación de Clayperon, relaciones termodinámicas para entalpía, energía interna, entropía, calor específico y coeficientes de expansión, diagramas generalizados. **Mezclas:** mezclas de gases ideales, modelo simplificado para mezclas de gases y un vapor, psicrometría, diagramas psicrométricos. **Procesos de combustión:** combustibles, proceso de combustión, entalpía, deformación, vapor calórico, análisis de combustión según la primera ley, análisis según la segunda ley, procesos de combustión reales. **Equilibrio:** generalidades sobre equilibrio entre fases y equilibrio químico.

**Bibliografía:** Van, Wayley. **Fundamentos de Termodinámica.**

## BACHILLERATO EN INGENIERÍA MECÁNICA Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

### PRUEBAS PARA GRADO MODALIDAD ALTERNATIVA

#### PRUEBA DE IDIOMA

Examen de idioma en lengua inglesa conforme a las reglas establecidas en las NORMAS COMUNES A LAS PRUEBAS DE GRADOS.

#### PRUEBA ESCRITA

Examen escrito con duración no mayor de tres horas sobre **Mecánica de Cuerpos Rígidos y Mecánica de los Sólidos**. El Candidato deberá mostrar dominio de los siguientes temas: **1)** Equilibrio de una partícula en el plano y en el espacio **2)** Momento de una fuerza alrededor de un punto y alrededor de un eje. **3)** Ecuaciones de equilibrio. **4)** Diagrama de cuerpo libre. **5)** Cálculo de las reacciones. **6)** Cálculo de las reacciones en los apoyos en armaduras. **7)** Cálculo de las fuerzas en los miembros de una armadura usando los métodos analíticos de secciones y nudos. **8)** Carga axial y esfuerzo normal. **9)** Deformación por carga axial. **10)** Esfuerzo por flexión. **11)** Esfuerzos combinados. **12)** Círculo de Mohr. **13)** Diagramas de cortante de momentos para vigas estáticamente determinadas. **14)** Esfuerzo cortante horizontal en vigas de sección rectangular, trapezoidal y circular. **15)** Esfuerzo cortante horizontal máximo. **16)** Cálculo de flechas de vigas para vigas estáticamente determinadas por el método de doble integración. **17)** Cálculo de flechas de vigas para vigas estáticamente determinadas por los teoremas del área-momento. **18)** Problema de Euler. **19)** Comportamiento inelástico. **20)** Fuerzas internas en vigas. **21)** Torsión elástica **22)** Torsión plástica. **23)** Elementos sólidos no circulares en torsión. **24)** Cálculo de flechas de vigas conjugadas. **25)** Elementos pared delgada en torsión.

El Jurado podrá plantearles a los candidatos al Grado un conjunto de preguntas (no más de diez) o el desarrollo de un tema.

**Bibliografía:** F. Singer. *Mecánica para ingenieros*. Editorial Harla. 1982. Beer, F.P. y Johnston, E. *Mecánica vectorial para ingenieros*. Editorial McGraw Hill. 2004. Nash, V. *Resistencia de materiales*. Serie Schaum. McGraw Hill. 1991. Timoshenko, G. *Mecánica de materiales*. Tomson Editores. 1998. Hibbeler, R.C. *Mecánica para ingenieros*. CECSA. 1994. Mc Lean, W.G. *Mecánica para ingenieros*. Serie Schaum. Mc Graw Hill. 1986. Singer, Ferdinand. *Dinámica*. CECSA. 1992. Housner, G.W. y Hudson, D.E. *Mecánica aplicada: dinámica*. Editorial CECSA. 1989. Merian, J. *Dinámica*. Editorial Reverté. 1997. Nelson. *Ingeniería mecánica, estática y dinámica*. Mc Graw Hill. 2004.

## PRUEBA ORAL

Examen oral con duración máxima de media hora sobre **Aplicación de la Ingeniería Mecánica**. El tema será elegido a la suerte por el candidato, con cuarenta y ocho horas de anticipación al día de la Prueba, en el Departamento de Registro. El día de la Prueba el Jurado le hará preguntas sobre el tema y la temática afín del área respectiva. El Jurado debe realizar cuidadosamente las preguntas, en forma clara, de tal manera, que el estudiante pueda mostrar su conocimiento de la materia. Los temas de la Prueba distribuidos por áreas son los siguientes:

**Termodinámica:** 1) Determinación de sistemas, Conceptos, Definiciones, Propiedades de una sustancia pura: definiciones, equilibrio de fases, propiedades independientes de una sustancia pura. 2) Tablas de propiedades termodinámicas: diagramas de temperatura, presión, volumen, calidad, superficies termodinámicas. 3) Ecuaciones de estado para la fase de vapor de una sustancia pura: los gases ideales, los gases reales, carta generalizada de compresibilidad. 4) Trabajo y calor: definiciones y unidades. Trabajo de un sistema simple compresible en un proceso de cuasi-equilibrio. Conversión entre calor y trabajo. 5) La primera ley de termodinámica. La segunda ley de termodinámica. La entropía. 6) Ciclos termodinámicos. Ciclos de vapor. Ciclos de refrigeración. Ciclos de motores de combustión interna y turbinas de gas. 7) Relaciones termodinámicas: relaciones de Maxwell, ecuación de Clayperon, relaciones termodinámicas para entalpía, energía interna, entropía, calor específico y coeficientes de expansión, diagramas generalizados. 8) Mezclas: mezclas de gases ideales, modelo simplificado para mezclas de gases y un vapor, psicrometría, diagramas psicrométricos. 9) Procesos de combustión: combustibles, proceso de combustión, entalpía, deformación, vapor calórico, análisis de combustión según la primera ley, análisis según la segunda ley, procesos de combustión reales.

**Bibliografía:** Van, Wylen. *Fundamentos de Termodinámica*. Limusa. 1999. Potter, Merle C. & Somerton, Craig W. *Termodinámica para Ingenieros*. Editorial McGraw-Hill. 2004. Moran, Michael J. Shapiro, Howard N. *Fundamentos de termodinámica técnica*. Reverté. 2004.

**Diseño de Máquinas:** 10) Uniones con tornillos: Tipo de tornillos y roscas. Ajustes. Tracción inicial y par de arieta. Materiales y resistencia. Cargas estáticas y dinámicas. Fatiga. Juntas con enquetaduras. Cargas cortantes. 11) Uniones con remaches: Usos industriales. Remachadoras. Resistencia de los remaches. Modos de falla de una unión remachada. Cálculo de esfuerzos. Diseño. Uso de códigos. 12) Uniones de elementos a árboles: Uniones usadas para fijar engranajes, poleas, a árboles y ejes. Ajustes forzados. Chavetas. Clavijas y pasadores. Ejes ranurados o fresados. 13) Acoplamiento de árboles y ejes: Tipos principales de acoplamientos usados para unir árboles o ejes. Acoplamientos rígidos. Acoplamientos flexibles. Uniones universales. Juntas por fricción o embragues. 14) Uniones soldadas: Ventajas y desventajas. Tipos de uniones y costuras. Soldaduras a tope y de filete. Resistencia y dimensionado. Cargas variables y combinadas. Resistencia a la fatiga. 15) Resortes mecánicos: Cálculo de resortes helicoidales. Criterios de diseño. Diseño para cargas de fatiga. Resortes de compresión helicoidales. Material de alambre para resortes. Resortes de torsión helicoidales.

**Bibliografía:** Norton Robert L. *Diseño de Máquinas*. Prentice Hall. 1999. Shigley J.E. *Diseño en ingeniería mecánica*. Mc Graw-Hill. 1998. Juvinall R.C. *Fundamentos de Diseño en ingeniería mecánica*. Ed. Limusa. 1991.

**Máquinas Eléctricas:** **16)** Circuitos: Circuitos magnéticos y materiales magnéticos. Transformadores de dos devanados. Autotransformadores. Transformadores de instrumentos. Conexión trifásica en transformadores. Principios de conversión de energía electromecánica. **17)** Máquinas de corriente directa: Conceptos básicos. Máquinas de cd elementales. Generadores de estado estable. Generador compuesto. Conmutación, eficiencia y pérdidas. Par motor. Motores c.o. **18)** Máquinas sincrónicas: Conceptos básicos. Generadores sincrónicos. Estado estable. Comportamiento en estado transitorio. **19)** Motores de inducción: Conceptos básicos. Motor de inducción polifásico. Motor de inducción de jaula de ardilla polifásico. Motores de inducción monofásicos. Motor capacitor.

**Bibliografía:** Chapman, Stephen J. *Maquinas eléctricas*, Mc Graw-Hill / Interamericana. México. 2005. Liwshitz-Garik-Whipple. *Máquinas de corriente continua*, Grupo Editorial CEAC, 1994. Barcelona, España. Mc Pherson, G. *Introducción a Máquinas Eléctricas y Transformadores*. Limusa.1987. J. Pichoir. *Máquinas eléctricas síncronas*. Editorial Marcombo. 1970. J. Pichoir. *Máquinas eléctricas asíncronas*. Editorial Marcombo. 1972. Dawes Ch. L. *Electricidad Industrial*. Reverté S.A. 2002. Kosow. *Maquinas eléctricas. Transformadores*. Prentice Hall. 1993. Ras, Enrique. Transformadores de potencia, de medida y de protección. Marcombo 7a edición, 2000. Richardson y Caisse. *Máquinas eléctricas rotativas y transformadores*. 4º Edición . Prentice Hall S.A. Thalen, Wilcox. *Maquinas eléctricas*. Limusa. 1979. Fitzgerald. *Maquinas eléctricas*. Mc Graw Hill. 2004.

**Investigación de Operaciones:** **20)** Toma de decisiones: Definición de toma de decisiones. Tipos de decisiones. Árbol de decisiones. **21)** Desarrollo de la investigación de operaciones: Definición. Naturaleza. Construcción de modelos. **22)** Programación lineal: Planeamiento de un modelo de programación. Construcción de modelos gráficos. Modelos duales y su relación con los modelos primales. Método de la esquina noroeste y mínimo costo. Método del escalón. **23)** Modelos matemáticos de toma de decisiones: Planteamiento y resolución de modelos de transportes. Costos fijos y variables. **24)** Formulación de redes: Método PERT. Pert. costo. Identificación de la ruta crítica. CPM. Relación y diferencias entre CPM y PERT. Gráfica GANTT.

**Bibliografía:** Moskowitz, Herbert. Wright, Gordon. *Investigación de operaciones*. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. 1993. Bronson, Richard. *Investigación de operaciones*. Editorial McGraw Hill. 2001. Kamlesh Mathur - Daniel Solow. *Investigación de operaciones*. Prentice Hall. 2004.

## LICENCIATURA INGENIERIA MECANICA Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

### PRUEBAS PARA GRADO MODALIDAD TRADICIONAL

#### PRIMERA PRUEBA

Examen de idioma en una de las lengua autorizadas, conforme a las reglas establecidas en la ORDENANZA R-91-75

#### SEGUNDA PRUEBA

Examen escrito con duración no mayor de tres horas sobre **Procesos Industriales**. **Las normas:** ISO9000, TLC, Mejoramiento continuo. Marco Legal en materia de seguridad y salud ocupacional: desarrollo histórico de la salud laboral en Costa Rica, Código de Trabajo, Reglamentos sobre seguridad e higiene-ruídos y vibraciones-radiaciones ionizantes. **Estudio de los accidentes:** definición de conceptos, costos de los accidentes y enfermedades, técnicas estadísticas para la evaluación, control y registro de accidentes, seguridad industrial, vigilancia y diferencias de cada área. **Administración de los servicios de salud ocupacional:** servicio médico de la empresa, seguridad y vigilancia de la empresa, comités de seguridad-prevención y preparación para desastres, modelos para el diseño de programas preventivos con la filosofía de la fuente-medio-receptor y causa-efecto. Riesgos específicos: ruido, iluminación y ventilación, contaminación ambiental, incendios. **Mantenimiento preventivo y correctivo:** características principales de cada uno, ventajas y desventajas, importancia. **Administración del mantenimiento:** áreas que involucra (programación y control), necesidades y selección de recursos humanos, herramientas, equipos, instalaciones adecuadas, problemas comunes y técnicas de solución. **Fuentes** energéticas, máquinas, equipos y procesos sujetos del mantenimiento, compresores, calderas, muelas abrasivas, cortadoras, tornos, vehículos. **Medición de la productividad.**

**Bibliografía:** Muther, Richard. Distribución de planta, ordenación nacional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Muther, Richard. Planificación y proyección de la empresa industrial. Redd, R. Jr. Localización layout y mantenimiento de planta. El Ateneo. Hacket y Robbins. Manual Técnico de Seguridad. Representaciones y servicios de ingeniería. Céspedes, Arturo. Principios del mantenimiento. EUNED. Código de Trabajo de Costa Rica. Rosales, José. Elementos de Macroeconomía. EUNED. Samuelson, Paul. Economía. McGraw Hill.

### TERCERA PRUEBA

Examen escrito con duración no mayor de tres horas sobre *Diseño de Tuberías*. **Flujo de fluidos:** propiedades de los fluidos, diámetro económico, flujo crítico y válvulas, tuberías en serie y paralelo, golpe de ariete. **Materiales y procesos de fabricación:** soldadura continua, ERW, tubería sin costura, acabados y recubrimientos, tuberías expandidas y trabajo en frío, materiales, normas, medidas y calibres. **Valvulería y accesorios. Soportería. Espesores de pared y análisis de esfuerzos. Aislamiento y recubrimiento externo. Aplicaciones:** sistemas hidroneumáticos, sistemas de aire comprimido, sistemas de protección contra incendio.

**Bibliografía:** Manas, Vincent. National Plumbing Code Handbook. New York, McGraw Hill.

### CUARTA PRUEBA

Examen oral con duración de hasta una hora. El Jurado en el momento de la Prueba presentará al candidato preguntas por contestar sobre *Diseño de sistemas de Aire Acondicionado*. Conceptos básicos. Inspección local: almacenaje de calor por radiación, carga solar. Transmisión de calor: a través de la estructura, infiltración, ventilación, cargas internas. La psicrometría: selección de la unidad ventiladora, selección de la unidad condensadora, consideraciones prácticas. Cálculo de la carga térmica: ejemplos prácticos, aspectos del diseño de sistemas.

**Bibliografía:** Dossat, Roy. Principios de refrigeración. Editorial CECSA. ARI. Refrigeración y aire acondicionado. Instituto del Aire Acondicionado y Refrigeración. Prentice-Hall.

### QUINTA PRUEBA

Examen oral con duración de hasta una hora sobre *Localización y Distribución de Planta*. El Jurado entregará al candidato el tema de la lección por impartir con al menos tres días naturales de antelación al de la prueba, de entre los siguientes: Definición, objetivo e importancia de la distribución de planta. Tipos de problemas de la distribución. Marcas de una buena distribución. **Tipos de distribución de planta.** Diseño del proceso. Distribución fija. Distribución por proceso. Distribución en cadena. Ventajas y desventajas de cada distribución. Distribución por proceso vrs. Distribución en cadena. Qué tipo de distribución debe adoptarse. Economías por tipo de distribución. **Ingeniería de la distribución (método slp).** Análisis de volumen variedad. Análisis de p-q. Construcción de gráfico p-q. Tipos de distribución sugeridos por el análisis de p-q. **Movimiento y recorrido de los productos.** Manejo de materiales. Definición. Principios de manejo de materiales. Diseño del manejo de materiales. Factores que afectan el recorrido de los productos. Tipos de flujos. Método de análisis de recorrido. Diagrama de recorrido sencillo. Diagrama de recorrido multiproducto. **Relación entre las actividades.** Tabla relacional. Construcción y evaluación de tabla relacional. Relación entre actividades vrs. Recorrido de los productos. Diagrama relacional de recorridos y actividades. Procedimiento para el trazado del diagrama de recorrido y actividades. **Determinación de los espacios.** Las necesidades de espacio.



Inventario de máquinas e instalaciones. Determinación de los espacios por cálculo. Dimensiones y características de las superficies. **Maquinaria-material-servicios.** Materiales componentes y secuencia de operaciones. Características físicas y químicas. Utilización de la maquinaria por tipo de distribución. Requerimientos relativos a la maquinaria. Servicios relativos al personal. Servicios relativos a los materiales. Relación del tipo de distribución con la calidad. Servicios relativos a la maquinaria. **Evaluación y comprobación de la distribución.** Evaluación horas-hombre. Evaluación de espacio. Balance de pérdidas y ganancias. Clasificación por jerarquización. Valoración por puntuación. Análisis por factores. **Edificio-expansión-flexibilidad de la distribución.** Edificio especial. Edificio de uno o varios pisos. Ventanas. Suelos. Techos. Paredes y columnas. Tipos de expansión. Expansión de edificios nuevos. Expansión en áreas existentes. Flexibilidad (¿cuándo hay?). Factores por considerar en el diseño de los pasillos.

**Bibliografía:** Muther, Richard. Distribución de planta, ordenación nacional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona. España. Muther, Richard. Planificación y proyección de la empresa industrial. Redd, R. Jr. Localización layout y mantenimiento de planta. Argentina. El Ateneo.