

ASIGNATURA DE SISTEMAS DE CONTROL

1. Competencias	Implementar Sistemas de Medición y Control bajo los estándares establecidos, para el correcto funcionamiento de los procesos industriales
2. Cuatrimestre	Quinto
3. Horas Teóricas	18
4. Horas Prácticas	42
5. Horas Totales	60
6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre	4
7. Objetivo de aprendizaje	El alumno implementará controladores PID en el desarrollo sistemas de control automático, considerando las características y condiciones de los diferentes procesos productivos, para su mejoramiento en la industria.

Unidades de Aprendizaje	Horas		
	Teóricas	Prácticas	Totales
I. Análisis de sistemas de control	5	10	15
II. Características y modos de control	5	10	15
III. Control aplicado a motores eléctricos de CD y CA	8	22	30
Totales	18	42	60

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	I. Análisis de sistemas de control
2. Horas Teóricas	5
3. Horas Prácticas	10
4. Horas Totales	15
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno demostrará el comportamiento de los sistemas físicos de primer y segundo orden en lazo abierto, mediante el modelado y la simulación en términos de una función de transferencia caracterizando al sistema en ese dominio.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Representación de sistemas físicos a través de ecuaciones diferenciales	Describir la relación de los sistemas físicos de primero y de segundo orden con su ecuación diferencial en los dominios del tiempo y de la frecuencia.	Transformar la ecuación diferencial en el dominio de la frecuencia que representan sistemas físicos de primero y segundo orden.	Responsable Ordenado Disciplinado Analítico
Función de transferencia	Definir el concepto de función de transferencia, (Polinomios, ceros y polos).	Localizar en los sistemas de primero y segundo orden, los elementos que conforman la función de transferencia tales como : - Orden del sistema - Ceros y polos	Responsable Ordenado Disciplinado Analítico
Diagramas de bloques	Explicar la función de los diagramas de bloques de un sistema, así como las reglas del álgebra de diagramas de bloques.	Representar en un diagrama de bloques, sistemas de control simplificados de primer y segundo orden. Simplificar diagramas de bloques con base en las reglas del álgebra de bloques.	Responsable Ordenado Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Manejo de software de simulación	Identificar el software de propósito específico para representar los sistemas en diagramas de bloque y su simulación (Simulink, Labview o Matlab).	Representar y simular sistemas de control utilizando el software de simulación.	Responsable Ordenado Disciplinado Analítico
Simulación de sistemas físicos de primer y segundo orden	Describir: - Las herramientas matemáticas para modelar sistemas físicos de primer y segundo orden (Modelado en Ecuaciones Diferenciales y Función de Transferencia) - La respuesta en el tiempo de sistemas físicos de primer y segundo orden	Obtener la respuesta en el tiempo de los sistemas de primero y segundo orden a través del uso de herramientas de simulación.	Responsable Ordenado Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir del planteamiento de un caso desarrollará un ejercicio y elaborará el reporte técnico correspondiente que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción del sistema físico - La ecuación diferencial correspondiente al sistema físico - La ecuación en el dominio de la frecuencia - Función de transferencia - Diagrama de bloques del sistema - Grafica de la respuesta del sistema en el dominio del tiempo ante la aplicación de diferentes señales de entrada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender los conceptos función de transferencia, orden del sistema, polos y ceros 2. Comprender los conceptos de diagrama de bloques de un sistema físicos 3. Analizar la simplificación de diagramas de bloques de un sistema físico por medio del algebra de bloques 4. Interpretar los modelos matemáticos de los sistemas físicos de primer y segundo orden 	<p>Resolución de problemas analíticos y numéricos empleando software</p> <p>Evaluación escrita</p> <p>Ejercicios Prácticos</p> <p>Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Prácticas en el Laboratorio Aprendizaje auxiliado por las tecnologías de la información Ejercicios prácticos	Pintarrón Equipo de cómputo Proyector digital de video Representaciones gráficas Equipo de laboratorio Software de simulación

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	II. Características y modos de control
2. Horas Teóricas	5
3. Horas Prácticas	10
4. Horas Totales	15
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno validará el funcionamiento de los Modos de Control: On-Off, Proporcional, Proporcional-Derivativo, Proporcional-Integral y Proporcional-Integral-Derivativo mediante la modificación de sus ganancias identificando su efecto en el control del proceso.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Modo de Control on - off simple y diferencial.	Identificar las características de los controladores On-Off, así como sus aplicaciones y criterios de selección.	Comprobar el funcionamiento de un lazo cerrado en un proceso, configurando un modo de control On-Off utilizando un controlador industrial monolazo y/o PLC.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Modo de control proporcional (P)	Describir: - Las características del Modo de control Proporcional, así como sus aplicaciones y criterios de selección -El apartado sobre protección, instalación y puesta a tierra de equipos de control de acuerdo a las especificaciones del fabricante	Comprobar los parámetros de funcionamiento de un proceso, configurando un modo de control proporcional y utilizando un controlador industrial monolazo y/o PLC. Verificar la protección, la instalación eléctrica y puesta a tierra del controlador.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Modo de control proporcional-derivativo (PD)	<p>Describir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las características del Modo de control Proporcional, así como sus aplicaciones y criterios de selección -El apartado sobre protección, instalación y puesta a tierra de equipos de control de acuerdo a las especificaciones del fabricante 	<p>Comprobar los parámetros de funcionamiento de un proceso, configurando un modo de control proporcional-derivativo y utilizando un controlador industrial monolazo y/o PLC.</p> <p>Verificar la protección, la instalación eléctrica y puesta a tierra del controlador.</p>	<p>Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico</p>
Combinación de los modos de control: Proporcional e Integral (PI)	Identificar las características de la combinación de los modos Proporcional-Integral, así como sus aplicaciones y criterios de selección.	Comprobar los parámetros de funcionamiento de un proceso, configurando la combinación de los modos de control Proporcional-Integral, utilizando un controlador industrial monolazo y/o PLC.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Combinación de los Modos de Control: Proporcional, Integral y Derivativo (PID)	Identificar las características de la combinación de los Modos de control Proporcional-Integral-Derivativo, así como sus aplicaciones y criterios de selección.	Comprobar los parámetros de funcionamiento de un proceso, configurando la combinación de los modos de Control Proporcional-Integral-Derivativo utilizando un controlador industrial monolazo y/o PLC.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Sintonización de los parámetros de un control PID para mantener al proceso dentro de las especificaciones de control	Identificar los puntos de sintonía y configuración de un control PID: - On-Off o Modulante - Punto de Ajuste (Set Point) - Gain o PB (Proporcional) - Reset (Integral), -Rate (Diferencial). Categorizar como cada punto influye en la dinámica y control del proceso	Sintonizar un Proceso en lazo cerrado modificando las ganancias: - Gain o PB (Proporcional) - Reset (Integral) - Rate (Diferencial) mediante un método de sintonía (Lazo abierto, Ziegler-Nichols, basado en la experiencia), utilizando un controlador industrial monolazo y/o PLC, con fines de estabilizar el proceso a controlar.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir de una práctica de laboratorio elaborará un reporte que describa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gráficas del comportamiento del sistema con una entrada escalón (un punto de ajuste fijo) en respuesta de la aplicación de los diferentes modos de control y sus combinaciones - Tabla de valoración de la entrada escalón (Un punto de ajuste fijo) a diferentes respuestas de las ganancias de control y sus combinaciones: - Gain o PB(Proporcional) - Reset (Integral) - Rate (Diferencial) - Descripción de la influencia que ejerce cada una de sus ganancias en la estabilidad del sistema 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el manejo de software de simulación 2. Analizar el funcionamiento de los Modos de Control y sus combinaciones: On – Off Proporcional (P) Proporcional-Derivativo (PD) Proporcional-Integral (PI) Proporcional-Integral-Derivativo (PID) 3. Comprender los efectos de modificar los parámetros de las ganancias de control fijando un Punto de Ajuste y moviendo: Gain o PB (Proporcional) Reset (Integral) Rate (Diferencial) para un lazo cerrado de control 4. Sintonizar un Controlador Universal y/o PLC siguiendo un método (Lazo abierto, Ziegler-Nichols, Basado en la experiencia) con fines de estabilizar el proceso a controlar. 	<p>Reporte Técnico Ejercicio práctico Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Prácticas en el laboratorio Resolución de problemas Estudio de casos	Pintarrón Proyector digital de video Equipo de computo Equipo de laboratorio (controlador universal y PLC) Software de simulación

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1.- Unidad de aprendizaje	III. Control aplicado a motores eléctricos de CD y CA
2.- Horas Teóricas	8
3.- Horas Prácticas	22
4.- Horas Totales	30
5.- Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno implementará un sistema de control automático y sus componentes periféricos (dispositivo electrónico inteligente IED'S) incluyendo la construcción de circuitos, diagramas y ajuste de parámetros para el control de las variables de velocidad y posición en motores de CD y CA.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Control de un servomotor de CD	Identificar las características y parámetros de un servomotor de CD, así como sus aplicaciones.	Ajustar los parámetros P, PD, PI, PID de un controlador para un servomotor de CD.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Control automático de un motor de CA mediante un Inversor	Identificar el principio y las características de operación de los inversores como equipo de control en motores de CA.	Implementar un control de velocidad en un motor de CA, utilizando un inversor y un autómata programable.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Redes con IED's, equipos de control y visualización	Identificar las características de la estructura de la red y protocolo de comunicación sea ETHERNET, puerto-puerto, etc	Configurar redes Ethernet mediante la comunicación de sensores inteligentes con autómatas programables, interfaces hombre-máquina, y/o SCADA.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Manipulación de datos	Seleccionar y configurar DAQ's <ul style="list-style-type: none"> • Selección del intervalo de muestreo. • Escalado de las variables medidas y su presentación a la aplicación. • Cyber security. 	Integrar soluciones tecnológicas en la adquisición de variables eléctricas y mecánicas.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Interfaces de visualización en dispositivos móviles	Programar las interfaces de visualización Habilitar puertos de comunicación Configuración de los puertos de comunicación	Implementar aplicaciones móviles en el monitoreo de variables eléctricas y mecánicas. Integrar sistemas de medición y control con aplicaciones móviles a través de servicios web.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Registro dinámicos de variables para Big Data y aplicaciones	Manejo de redes <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de los niveles OSI • Topologías • Estructura • Protocolos Seleccionar servicios en la nube.	Acceder a infraestructura, hardware y software utilizados en el almacenamiento de variables eléctricas y mecánicas en la nube desde ordenadores y/o dispositivos móviles.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico
Servicios en la web para análisis de datos.	Manejo de la base de datos del servicio en la nube. Conocer las herramientas de análisis que ofrece el servicio web. Implementar aplicaciones tales como análisis en la predicción de fallos y mediciones de eficiencia	Analizar los datos adquiridos utilizados en la predicción de fallos y medición de eficiencia en los componentes que conforman un sistema de control de movimiento.	Responsable Ordenado Trabajo en equipo Disciplinado Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir de un sistema de movimientos de recolección y colocación (Pick & Place) sobre una banda transportadora, implementará el sistema de control automático y elaborará un reporte técnico que contenga:</p> <p>- Planteamiento de un sistema de control automático, análisis y formulación del modelo de control, descripción de la selección de los elementos que conforman el sistema de control, desarrollo, ajustes y pruebas en físico, resultados y deducciones.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar los principios del funcionamiento de motores de CD y CA 2. Identificar los parámetros de funcionamiento de los servomotores 3. Comprender el funcionamiento de los inversores de frecuencia y su conexión 4. Diferenciar las características propias de los sistemas de control y su aplicación 	<p>Reporte Técnico Estudio de casos Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Estudio de casos Ejercicios prácticos Tareas de investigación	Pintarrón Proyector digital de video Equipo de computo Equipo de laboratorio Servomecanismos con motores de pasos y servomotores Sistemas de control de motores de CA con inversor

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

CAPACIDADES DERIVADAS DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Capacidad	Criterios de Desempeño
Instalar componentes de automatización realizando la conexión.	<p>Genera una hoja de datos técnicos (características) que especifique:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción de entradas y salidas, • Variables y sus características, • Características de suministro de energía (eléctrica, neumática, etc.) • Protocolo de comunicación a utilizar <p>Elabora planos y/o diagramas, en función de la hoja de datos técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eléctricos • Electrónicos • Neumáticos y/o Hidráulicos • De distribución de planta • Control <p>Realiza la simulación de los subsistemas conforme a los planos y diagramas, y valida su funcionamiento.</p>
Instalar componentes de automatización realizando la conexión, configuración y programación necesaria, para cumplir con los requerimientos del sistema.	<p>Realiza la instalación de componentes de automatización, en función de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los diagramas - Hoja de técnica de los equipos a instalar y - Condiciones de seguridad <p>Configura los elementos que así lo requieran de acuerdo a las especificaciones del fabricante.</p> <p>Programa los elementos de control considerando los componentes y su configuración, generando, según corresponda:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tablas de asignación - Diagrama de escalera, lista de comandos, entre otros - Tablas de registros - Asignación de tiempos - Comunicación de datos a otros sistemas de acuerdo a los protocolos de comunicación

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Capacidad	Criterios de Desempeño
<p>Verificar la operación de los sistemas mediante pruebas técnicas, para su puesta en marcha.</p>	<p>Define y ejecuta un procedimiento de arranque, operación y paro del proceso.</p> <p>Realiza mediciones de desempeño para compararlas con los requerimientos del proyecto y registrarlos en un reporte.</p>
<p>Diagnosticar la operación de sistemas automatizados y de control mediante instrumentos de medición e información técnica.</p>	<p>Elabora un manual del usuario del proyecto realizado, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción general del proceso - Principales componentes - Suministro de energía - Recomendaciones de seguridad - Intervalos de operación - Procedimiento de arranque, operación y paro - recomendaciones de mantenimiento <p>Elabora un reporte del proyecto que integre los documentos previos generados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas • Listado de partes • Programas • Reporte de necesidades del cliente • Lista de entradas y salidas • Procedimientos • Manual del usuario
<p>Ejecutar acciones de mantenimiento de acuerdo al programa establecido</p>	<p>Aplica el procedimiento estandarizado de detección de fallas (ejemplo AMF, árbol de toma de decisiones, entre otras).</p> <p>Generar un informe de diagnóstico de la falla</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre del equipo - Tipo de falla - Localización de la falla - Posibles causas - Resultados de las mediciones realizadas - Propuesta de soluciones (acciones de mantenimiento para corrección de falla)

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Capacidad	Criterios de Desempeño
Ejecutar acciones de mantenimiento de acuerdo al programa establecido, para minimizar los paros en los procesos productivos.	Realiza acciones de mantenimiento de acuerdo al programa establecido y siguiendo las condiciones de seguridad Registra los resultados en una lista de verificación.

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

SISTEMAS DE CONTROL

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Autor	Año	Título del Documento	Ciudad	País	Editorial
Richard C. Dorf and Robert H. Bishop	(2017) Edición 12	Modern Control System	New Jersey	USA	Prentice Hall ISBN-13:978-0-13-602458-3
Battika, N.	(2006)	<i>The Condensed Handbook of Measurement and Control</i>	North Carolina	USA	Instrument Society of America.
José Roldán Vilorio	(2014)	<i>Motores de Corriente Continua</i>	Madrid	España	PARANINFO S.A. EDICIONES ISBN: 9788428399012
OGATA.	(2010)	<i>Ingeniería de Control Moderna</i>	Estado de México	México	Pearson ISBN: 9788483226605
Kuo, Benjamin.	(1996)	<i>Sistemas de Control Automático</i>	Estado de México	México	Prentice Hall
Katsuhiko, Ogata	(2003)	<i>Ingeniería de Control Moderna</i>	Madrid	España	Prentice Hall
Maloney, T.	(2006)	<i>Electrónica Industrial Moderna</i>	Estado de México	México	Pearson
Muhammad, Rashid.	(2004)	<i>Electrónica de Potencia</i>	Estado de México	México	Pearson ISBN: 9789702605324

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	