

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA INDUSTRIAL



Programa de asignatura por competencias de educación superior

Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

Actualización:	Abril 08, 2022	bril 08, 2022					
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica			Asignatura:	Instrumentación industrial		
Academia:	Control / Control			Clave:	e: 19SME09		
Módulo formativo:	Control			Seriación:	-		
Tipo de curso:	Presencial		Prerrequisito:	-			
Semestre:	Cuarto Créditos: 4.50		Horas semestre:	72 horas			
Teoría:	2 horas	Práctica:	2 horas	Trabajo indpt.:	0 horas	Total x semana:	4 horas



Sección II. Objetivos educacionales

Tabla 2. Objetivos educacionales

	Objetivos educacionales	Criterios de desempeño	Indicadores
OE1	El egresado solucionará problemas del	El egresado aplicará las técnicas y metodologías para la	% de alumnos que implementan diversidad de técnicas y
	entorno laboral en el que se desempeñe,	identificación de problemas referentes a su entorno laboral,	metodologías para identificar problemas en su entorno laboral.
	mediante el uso de conocimientos técnicos	proponiendo soluciones creativas e innovadoras para los mismos.	
	adquiridos para la identificación, desarrollo		
	innovador, aplicación y control de las posibles		
	soluciones, utilizando sus habilidades en		
	mecánica, electrónica, control y		
	automatización para dar el resultado		
	adecuado según las condiciones del		
	problema.		
OE2	El egresado diseñará, mejorará o mantendrá	El egresado fundamentará documentalmente la solución a	% de egresados que diseñan, mejoran o dan mantenimiento a
	de forma eficiente y sustentable equipos que	problemas, desde la identificación hasta su resolución.	equipos.
	cubran adecuadamente las diferentes		
	necesidades del ámbito laboral, utilizando sus		
	competencias técnicas de diseño, con sus		
	conocimientos de materiales, control y		
	procesos para lograr la mejor solución		
	innovadora de la necesidad planteada.		
OE3	El egresado generará relaciones	El egresado desarrollará canales de comunicación y de gestión	% de egresados que participan en más de un departamento y/o
	interpersonales y profesionales de otras	con departamentos y áreas relacionadas con los proyectos que	área por proyecto con las que se relaciona.
	áreas, para desarrollar habilidades técnicas,	lidera y coordina.	
	administrativas y colaborativas en el		
	desarrollo de proyectos mecatrónicos.		



Atrib	utos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
AE1	Identificar y resolver problemas en el campo	- Analizará y evaluará los parámetros y características de los	1.1. Introducción.
	de la mecatrónica aplicando los principios de	instrumentos de medición industriales, para determinar cuál(es)	1.2. Definiciones en control.
	las ciencias básicas como las matemáticas y	cumple(n) con las características de medición adecuadas a las	1.2.1. Campo de medida.
	física, así como otras ciencias de la	variables y necesidades del proceso seleccionado.	1.2.2. Alcance.
	ingeniería.	- Determinará el tipo de transmisor de señal y el protocolo de	1.2.3. Error.
		comunicación, para la aplicación seleccionada.	1.2.4. Incertidumbre de la medida.
			1.2.5. Exactitud.
			1.2.6. Precisión.
			1.2.7. Repetibilidad.
			1.2.8. Reproducibilidad.
			1.2.9. Zona muerta.
			1.2.10. Sensibilidad.
			1.2.11. Histéresis.
			1.2.12. Otros términos.
			1.2.13. Ejemplos generales de características de instrumentos.
			1.3. Simbología y unidades estandarizadas.
			1.4. Clasificación de instrumentos.
			1.5. Características de los instrumentos.
			1.6. Operación de instrumentos.
			1.7. Escalas de instrumentos analógicos.
			2.1. Generalidades.
			2.2. Transmisores neumáticos.
			2.3. Transmisores electrónicos.
			2.4. Transmisores digitales.
			2.4.1. Transmisor inteligente capacitivo.



		Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación	
No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			2.4.2. Transmisor inteligente piezo resistivo.
			2.4.3. Ventajas e inconvenientes.
			2.5. Transmisión de señales por radio.
			2.6. Comunicaciones.
			2.6.1. Protocolos serie.
			2.6.2. Protocolos híbridos.
			2.6.3. Protocolos abiertos.
			2.7. Tabla comparativa de transmisores.
AE3	Desarrollar procesos y productos industriales	- Seleccionará el instrumento de medición y/o transmisión de	3.1. Unidades y clases de presión.
	desde un enfoque mecánico, electrónico,	señal para nivel, presión, flujo, temperatura, posición y presencia	3.2. Elementos mecánicos.
	robótico, automatización y control, utilizando	más adecuado a las características de la variable seleccionada	3.3. Elementos electromecánicos.
	el juicio ingenieril para establecer	del proceso y/o producto industrial.	3.4. Elementos electrónicos.
	conclusiones.		4.1. Medidores volumétricos.
			4.1.1. Instrumentos de presión diferencial.
			4.1.2. Área variable (rotámetros).
			4.1.3. Velocidad.
			4.1.4. Fuerza (medidor de placa).
			4.1.5. Tensión inducida (medidor magnético).
			4.1.6. Desplazamiento positivo.
			4.1.7. Remolino y vórtex.
			4.2. Medidores de caudal masa.
			4.2.1. Medidores volumétricos compensados
			4.2.2. Medidores térmicos de caudal.
			4.2.3. Anemómetro de hilo caliente.
			4.2.4. Medidor de Efecto Coriolis.
			4.3. Comparación de características de los medidores de caudal.
			5.1 Medidores de nivel de líquidos.
			5.1.1 Instrumentos de medida directa.



		Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación	
No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			5.1.2 Instrumentos basados en la presión hidrostática.
			5.1.3 Instrumento basado en el desplazamiento.
			5.1.4 Instrumentos basados en características eléctricas del
			líquido.
			5.1.5 Medidor de nivel de ultrasonidos.
			5.1.6 Medidor de nivel de radar o microondas.
			5.1.7 Medidor de nivel de radiación.
			5.1.8 Medidor de nivel láser.
			5.1.9 Otros fenómenos.
			5.1.10 Medidor másico de nivel.
			5.2. Medidores de nivel de sólidos.
			5.1.11 Detectores de nivel de punto fijo.
			5.1.12 Detectores de nivel continuos.
			6.1. Introducción.
			6.2. Termómetro de vidrio.
			6.3. Termómetro bimetálico.
			6.4. Termómetros de bulbo y capilar (sistemas de tipo lleno).
			6.5. Termómetros de resistencia RTD.
			6.8. Termopares.
			6.8.1 Tipos y características de termopares.
			6.8.1 Características y aplicaciones de los termopares en
			conexiones serie y paralelo.
			6.8.1 Calibración de termopares.
			6.8.1 Leyes, curvas y tablas características, tubos de protección y
			su selección.
			6.8.2 Compensación de la unión fría.
			6.8.3 Circuitos galvanométrico, potenciométrico y digital.
			6.8.4 Verificación de un instrumento y de un termopar.



		Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación	
No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			6.8.5 Normas técnicas.
			6.9. Pirómetros de radiación.
			6.9.1 Pirómetro de infrarrojos.
			6.9.2 Pirómetro fotoeléctrico.
			6.9.3 Pirómetro de dos colores.
			6.9.4 Pirómetro de radiación total.
			6.9.5 Otros fenómenos.
			6.10. Velocidad de respuesta de los instrumentos de temperatura
			Tabla comparativa de características.
			7.1. Características generales.
			7.1.1. Interfase eléctrica AC/DC.
			7.1.2. Conexión 2, 3 y 4 hilos.
			7.1.3. NPN y PNP.
			7.1.4. Encapsulados.
			7.1.5. Digitales y analógicos.
			7.1. Sensores inductivos.
			7.2. Sensores capacitivos.
			7.3. Sensores fotoeléctricos.
			7.3.1. Emisor/Reflector.
			7.3.2. Retro reflectivo.
			7.3.3. Retro reflectivo polarizado.
			7.3.4. Difuso.
			7.3.5. Difuso con fijación de enfoque.
			7.3.6. Difuso con supresión de frente
			7.3.7. Difuso con supresión de fondo.
			7.3.8. Detección de color verdadero.
			7.3.9. Tipos de luz emisora.
			7.4. Sensores magnéticos.
			7.4.1. Reed switch.



		Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación	1
No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			7.4.2. Efecto Hall (Magneto inductivo).
			7.5. Sensores electromecánicos.
			7.6. Transductor magneto resistivo.
AE7	Aportar soluciones creativas a problemas de	- Conocerá los tipos de variables de proceso, con el fin de	8.1. Variables de proceso.
	ingeniería mecatrónica de manera autónoma	seleccionar los métodos de medición y transmisión más	8.1.1. Peso.
	y en equipo.	adecuados para una aplicación determinada en el control de	8.1.2. Concentración de iones de hidrogeno - pH.
		procesos industriales.	8.1.3. Concentración de iones de hidróxido pOH.
		- Conocerá y comprenderá los conceptos generales, tipos y	8.1.4. Conductividad.
		características de las válvulas de control y variadores de	8.1.5. Cromatografía.
		velocidad.	8.1.6. Densidad.
			8.1.7 Concentración
			9.1. Conceptos generales.
			9.2. Válvulas de control, Generalidades Tipos de válvulas y
			características.
			9.3. Variadores de velocidad.



Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

Problema a resolver

- Conocer los diferentes tipos de instrumentos industriales para detectar y/o controlar distintas variables de proceso y seleccionará el tipo adecuado para solucionar de forma práctica y funcional el problema que se le presenta.

Atributos (competencia específica) de la asignatura

- Conocer y comprender las definiciones en control, simbología ISA, así como la clasificación, características y operación de instrumentos. Comprender el principio de funcionamiento de distintos tipos de instrumentos para medir y controlar la presión, el nivel, el flujo, la temperatura, la presencia y/o posición de materiales.

Aportación a la con	Aportación a las competencias transversales	
Saber	Saber hacer	Saber Ser
- Conocer y comprender los características y aplicaciones de	- Seleccionar el tipo de instrumento adecuado para su aplicación	- Trabajo colaborativo y comunicación interpersonal.
distintos instrumentos utilizados para la medición, transmisión y	en control o automatización de procesos.	- Puntualidad y responsabilidad.
control de variables de instrumentación industrial, para su	- Desarrollar una serie de prácticas con diferentes instrumentos	- Creatividad y resolución de problemas.
aplicación en medición, control o automatización de procesos.	industriales, para indicar, medir, transmitir o controlar variables	
	de proceso de la aplicación seleccionada.	

Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad

- Portafolio de evidencias donde se contemplan actividades: tareas, mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación y reportes.



Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción y definiciones de instrumentación industrial aplicadas en Control."

Número y nombre de la	unidad: 1. Introducción y definiciones	de instrumentación industrial aplicadas e	n Control.	
Tiempo y porcentaje para esta	unidad: Teoría: 2 h	noras Práctica:	2 horas	Porcentaje del programa: 5.56%
A		variables y simbología aplicable dentro c	le la instrumentación industria	al de procesos para seleccionar el
Aprendizajes espo	instrumento adecuado a las n	ecesidades.		
	24.1.1.2			Producto Integrador de la unidad
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluad	(Evidencia de aprendizaje de la unidad)
1.1. Introducción.	Saber:	Estrategia Pre-instruccionales.	Evaluación formativa:	Portafolio de evidencias:
1.2. Definiciones en control.	- Conocer las definiciones en control, así	- Exposición del docente con ayuda de	- Investigación.	- Reporte de investigación.
1.2.1. Campo de medida.	como su aplicación.	herramientas didácticas/electrónicas.	- Prácticas.	- Reporte de prácticas.
1.2.2. Alcance.	- Analizar las definiciones en control.		- Avances de proyecto.	- Reporte de proyecto.
1.2.3. Error.	- Conocer la clasificación,	Estrategia Co-instruccionales.		- Examen.
1.2.4. Incertidumbre de la medida.	características, operación y escalas de los	- Identificación de la información respecto	Evaluación sumativa:	
1.2.5. Exactitud.	instrumentos.	a los contenidos propuestos en la unidad.	- Examen.	
1.2.6. Precisión.		- Uso de herramientas electrónicas para	- Reporte de proyecto.	
1.2.7. Repetibilidad.	Saber hacer:	apoyo didáctico.		
1.2.8. Reproducibilidad.	- Comprender e interpretar la	- Elaboración de mapas mentales y/o		
1.2.9. Zona muerta.	simbología y unidades estandarizadas.	conceptuales.		
1.2.10. Sensibilidad.	- Comparar las características de dos o	- Resolución de dinámicas, tareas,		
1.2.11. Histéresis.	más instrumentos para determinar el	trabajos, proyectos y/o actividades.		
1.2.12. Otros términos.	adecuado a la aplicación requerida.			
1.2.13. Ejemplos generales de		Estrategia Post-instruccionales.		
características de instrumentos.		- Uso de software para simulación por		
1.3. Simbología y unidades estandarizadas.				
1.4. Clasificación de instrumentos.				



Continuación: Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción y definiciones de instrumentación industrial aplicadas en Control."					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad	
1.5. Características de los instrumentos.	Ser:	computadoras sobre los subtemas vistos			
1.6. Operación de instrumentos.	- Trabajo colaborativo, comunicación	y aprendidos en la unidad.			
1.7. Escalas de instrumentos analógicos.	efectiva y autonomía en el aprendizaje.	? Realización de prácticas de aplicación.			

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Transmisores."

Número y nombre de la	unidad: 2. Transmisores.				
Tiempo y porcentaje para esta	unidad: Teoría: 2	horas Práctica:	2 horas	Porcentaje del programa:	5.56%
Aprendizajes espo	erados:	neralidades, ventajas e inconvenientes d industrial para seleccionar el tipo de tran	•	·	
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evalu	ación	ador de la unidad ndizaje de la unidad)
2.1. Generalidades.	Saber:	Estrategia Pre-instruccionales.	Evaluación formativa:	Portafolio de evidenci	as:
2.2. Transmisores neumáticos.	- Conocer los distintos tipos de	- Exposición del docente con ayuda de	- Investigación.	- Reporte de investiga	ación.
2.3. Transmisores electrónicos.	transmisores, sus características y	herramientas didácticas/electrónicas.	- Prácticas.	- Reporte de prácticas	S.
2.4. Transmisores digitales.	aplicaciones.		- Avances de proyecto.	- Reporte de proyecto).
2.4.1. Transmisor inteligente capacitivo.		Estrategia Co-instruccionales.		- Examen.	
 2.4.2. Transmisor inteligente piezo resistivo. 2.4.3. Ventajas e inconvenientes. 2.5. Transmisión de señales por radio. 2.6. Comunicaciones. 2.6.1. Protocolos serie. 2.6.2. Protocolos híbridos. 2.6.3. Protocolos abiertos. 2.7. Tabla comparativa de transmisores. 	Saber hacer: - Analizar y comprender las generalidades de los transmisores y los protocolos de comunicación, con fines de control en los procesos industriales. Ser: - Trabajo colaborativo, comunicación efectiva y autonomía en el aprendizaje.	 Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales. Resolución de dinámicas, tareas, trabajos, proyectos y/o actividades. 	Evaluación sumativa: - Examen Reporte de proyecto.		

Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Transmisores."						
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad		
		Estrategia Post-instruccionales.				
		- Uso de software para simulación por				
		computadoras sobre los subtemas vistos				
		y aprendidos en la unidad.				
		- Realización de prácticas de aplicación.				

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Medición de presión."

Número y nombre de la	unidad:	3. Medición de presión.					
Tiempo y porcentaje para esta	unidad:	Teoría:	6 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	13.89%
Aprendizajes esp	erados:	Seleccionar el método d	e medición y transmisi	ón de presión más ade	cuado para una aplicaciór	n determinada.	
Temas y subtemas (secuencia)		Criterios de desempeño	Estrato	egias didácticas	Estrategias de ev	aluación	tegrador de la unidad
3.1. Unidades y clases de presión.3.2. Elementos mecánicos.3.3. Elementos electromecánicos.		er los distintos tipos de sores de presión, sus		struccionales. docente con ayuda de ácticas/electrónicas.	Evaluación formativa: - Investigación Prácticas.	Portafolio de evidura - Reporte de inversaria de prá	estigación.
3.4. Elementos electrónicos.	Saber ha - Analiza funciona tipos y a medición	ar y comprender el amiento y características de l aplicaciones de los elementos n y transmisión de presión, c control en los procesos	a los contenidos - Uso de herrami apoyo didáctico. - Elaboración de conceptuales. - Resolución de de	struccionales. e la información respecto propuestos en la unidad. entas electrónicas para mapas mentales y/o dinámicas, tareas, os y/o actividades.	Avances de proyecto.Evaluación sumativa:Examen.Reporte de proyecto.	- Reporte de pro - Examen.	/ecto.
		o colaborativo, comunicación y autonomía en el aprendiza	- Uso de softward	nstruccionales. e para simulación por obre los subtemas vistos			



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Medición de presión."					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad	
		y aprendidos en la unidad.			
		- Realización de prácticas de aplicación.			

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Medición de caudal."

Número y nombre de la u	unidad: 4. Medición de caudal.						
Tiempo y porcentaje para esta u	unidad: Teoría: 6	horas	Práctica:	4 horas	Porcentajo	e del programa:	13.89%
Aprendizajes espe	erados: Seleccionar el método de me	dición y transmisión	de caudal, más adeci	uado para una aplicaciór	n determinada.		
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategia	as didácticas	Estrategias de ev	aluación		ador de la unidad ndizaje de la unidad)
4.1. Medidores volumétricos.	Saber:	Estrategia Pre-instru	uccionales.	Evaluación formativa:		Portafolio de evidenc	as:
4.1.1. Instrumentos de presión diferencial.	- Conocer los distintos tipos de	- Exposición del doc	ente con ayuda de	- Investigación.		- Reporte de investiga	ación.
4.1.2. Área variable (rotámetros).	transmisores de caudal, sus característica	herramientas didácti	icas/electrónicas.	- Prácticas.		- Reporte de práctica:	S.
4.1.3. Velocidad.	y aplicaciones.			- Avances de proyecto.		- Reporte de proyecto).
4.1.4. Fuerza (medidor de placa).		Estrategia Co-instru	ccionales.			- Examen.	
4.1.5. Tensión inducida (medidor	Saber hacer:	- Identificación de la	información respecto	Evaluación sumativa:			
magnético). 4.1.6. Desplazamiento positivo.	- Analizar y comprender el	•	puestos en la unidad. as electrónicas para	- Examen Reporte de proyecto.			
4.1.7. Remolino y vórtex. 4.2. Medidores de caudal masa.	funcionamiento y características de los tipos y aplicaciones de los elementos de	apoyo didáctico Elaboración de ma	·	Tropono de projection			
4.2.1. Medidores volumétricos	medición y transmisión de caudal, con fines de control en los procesos	conceptuales.					
compensados. 4.2.2. Medidores térmicos de caudal.	industriales.	- Resolución de diná trabajos, proyectos y					
4.2.3. Anemómetro de hilo caliente.4.2.4. Medidor de Efecto Coriolis.4.3. Comparación de características de los	Ser: - Trabajo colaborativo, comunicación efectiva y autonomía en el aprendizaje.	Estrategia Post-instr					
medidores de caudal.		computadoras sobre	e los subtemas vistos				

Continuación: Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Medición de caudal."					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad	
		y aprendidos en la unidad.			
		- Realización de prácticas de			
		aplicación.			

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Medición de nivel."

Número y nombre de la u	unidad: 5. Medición de nivel.			
Tiempo y porcentaje para esta u	unidad: Teoría: 6 h	oras Práctica:	4 horas Porce	ntaje del programa: 13.89%
Aprendizajes espe	erados: Seleccionar el método de med	lición y transmisión de nivel, más adecua	ado para una aplicación determinada.	
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
E 4 Madidarea do nivel de líquidos	Saber:	Estratorio Pro instrussionales	Evaluación formativa:	(Evidencia de aprendizaje de la unidad)
5.1 Medidores de nivel de líquidos.		Estrategia Pre-instruccionales.		Portafolio de evidencias:
5.1.1 Instrumentos de medida directa.	- Conocer los distintos tipos de	- Exposición del docente con ayuda de	- Investigación.	- Reporte de investigación.
5.1.2 Instrumentos basados en la presión	transmisores de nivel, sus características y	herramientas didácticas/electrónicas.	- Prácticas.	- Reporte de prácticas.
hidrostática.	aplicaciones.		- Avances de proyecto.	- Reporte de proyecto.
5.1.3 Instrumento basado en el		Estrategia Co-instruccionales.		- Examen.
desplazamiento.	Saber hacer:	- Identificación de la información respecto	Evaluación sumativa:	
5.1.4 Instrumentos basados en	- Analizar y comprender el	a los contenidos propuestos en la unidad.	- Examen.	
características eléctricas del líquido.	funcionamiento y características de los	- Uso de herramientas electrónicas para	- Reporte de proyecto.	
5.1.5 Medidor de nivel de ultrasonidos.	tipos y aplicaciones de los elementos de	apoyo didáctico.		
5.1.6 Medidor de nivel de radar o	medición y transmisión de nivel, con fines	- Elaboración de mapas mentales y/o		
microondas.	de control en los procesos industriales.	conceptuales.		
5.1.7 Medidor de nivel de radiación.		- Resolución de dinámicas, tareas,		
5.1.8 Medidor de nivel láser.	Ser:	trabajos, proyectos y/o actividades.		
5.1.9 Otros fenómenos.	- Trabajo colaborativo, comunicación			
5.1.10 Medidor másico de nivel.	efectiva y autonomía en el aprendizaje.	Estrategia Post-instruccionales.		
5.2. Medidores de nivel de sólidos.		- Uso de software para simulación por		
5.1.11 Detectores de nivel de punto fijo.		computadoras sobre los subtemas vistos		
5.1.12 Detectores de nivel continuos.				

Continuación: Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Medición de nivel."					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad	
		y aprendidos en la unidad.			
		- Realización de prácticas de			
		aplicación.			

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.6. Desglose específico de la unidad "Medición de temperatura."

Número y nombre de la u	unidad: 6. Medición de temperatura.			
Tiempo y porcentaje para esta u	unidad: Teoría: 6 h	noras Práctica:	4 horas Po	orcentaje del programa: 13.89%
Aprendizajes espe	erados: Seleccionar el método de med	dición y transmisión de temperatura, más	adecuado para una aplicación de	eterminada.
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)
6.1. Introducción.	Saber:	Estrategia Pre-instruccionales.	Evaluación formativa:	Portafolio de evidencias:
6.2. Termómetro de vidrio.	- Conocer los distintos tipos de	- Exposición del docente con ayuda de	- Investigación.	- Reporte de investigación.
6.3. Termómetro bimetálico.	transmisores de temperatura, sus	herramientas didácticas/electrónicas.	- Prácticas.	- Reporte de prácticas.
6.4. Termómetros de bulbo y capilar	características y aplicaciones.		- Avances de proyecto.	- Reporte de proyecto.
(sistemas de tipo lleno).		Estrategia Co-instruccionales.		- Examen.
6.5. Termómetros de resistencia RTD.	Saber hacer:	- Identificación de la información respecto	Evaluación sumativa:	
6.8. Termopares.	- Analizar y comprender el	a los contenidos propuestos en la unidad.	- Examen.	
6.8.1 Tipos y características de	funcionamiento y características de los	- Uso de herramientas electrónicas para	- Reporte de proyecto.	
termopares.	tipos y aplicaciones de los elementos de	apoyo didáctico.		
6.8.1 Características y aplicaciones de los	medición y transmisión de temperatura,	- Elaboración de mapas mentales y/o		
termopares en conexiones serie y paralelo.	con fines de control en los procesos	conceptuales.		
6.8.1 Calibración de termopares.	industriales.	- Resolución de dinámicas, tareas,		
6.8.1 Leyes, curvas y tablas características		trabajos, proyectos y/o actividades.		
tubos de protección y su selección.	Ser:			
6.8.2 Compensación de la unión fría.	- Trabajo colaborativo, comunicación	Estrategia Post-instruccionales.		
6.8.3 Circuitos galvanométrico,	efectiva y autonomía en el aprendizaje.	- Uso de software para simulación por		
potenciométrico y digital.		computadoras sobre los subtemas vistos		
6.8.4 Verificación de un instrumento y de				
un termopar.				

|--|

Continuación: Tabla 4.6. Desglose específico de la unidad "Medición de temperatura."					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad	
6.8.5 Normas técnicas.		y aprendidos en la unidad.			
6.9. Pirómetros de radiación.		- Realización de prácticas de			
6.9.1 Pirómetro de infrarrojos.		aplicación.			
6.9.2 Pirómetro fotoeléctrico.					
6.9.3 Pirómetro de dos colores.					
6.9.4 Pirómetro de radiación total.					
6.9.5 Otros fenómenos.					
6.10. Velocidad de respuesta de los					
instrumentos de temperatura.					
6.11. Tabla comparativa de características.					

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).
- Instituto Nacional de Metrología de Colombia. (2018). Guía para calibración de termopares. Colombia: Instituto Nacional de Metrología de Colombia.
- Fluke Calibration, Nociones Básicas de los termopares. United States Of America.
- Fluke Calibration, Cómo calibrar un termopar. United States Of America.
- Fluke Calibration, Cálculo de incertidumbres en un sistema de calibración de termopares. United States Of America.
- Fluke Calibration, Cómo elegir un equipo de calibración de termopares. United States Of America.
- https://www.analogictips.com/making-sense-thermocouples-interfaces-part-1/. United States Of America.
- https://www.analogictips.com/making-sense-thermocouples-interfaces-part-2/. United States Of America.
- https://www.analogictips.com/using-and-interfacing-to-thermocouples/. United States Of America.
- https://www.analogictips.com/solid-state-temperature-sensing-part-1-principles/. United States Of America.
- https://www.analogictips.com/solid-state-temperature-sensing-part-2-application/. United States Of America.
- https://www.analogictips.com/temperature-sensors-thermocouple-vs-rtd-vs-thermistor-vs-semiconductor-ic/. United States Of America.



Tabla 4.7. Desglose específico de la unidad "Medición de posición y presencia."

Número y nombre de la	unidad: 7. Medición de posición y p	resencia.				
Tiempo y porcentaje para esta	unidad: Teoría:	10 horas Práctica:	6 horas	Porcentaje del programa: 22.22%		
Aprendizajes esp	perados: Seleccionar el método de n	nedición y transmisión de posición y presen	ncia, más adecuado para una aplicación determinada.			
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evalua	Producto Integrador de la unidad ición (Evidencia de aprendizaje de la unidad)		
7.1. Características generales.	Saber:	Estrategia Pre-instruccionales.	Evaluación formativa:	Portafolio de evidencias:		
7.1.1. Interfase eléctrica AC/DC.	- Conocer los distintos tipos de de	- Exposición del docente con ayuda de	- Investigación.	- Reporte de investigación.		
7.1.2. Conexión 2, 3 y 4 hilos.	medición y transmisión de posición y	herramientas didácticas/electrónicas.	- Prácticas.	- Reporte de prácticas.		
7.1.3. NPN y PNP.	presencia, sus características y		- Avances de proyecto.	- Reporte de proyecto.		
7.1.4. Encapsulados.	aplicaciones en el control de procesos	Estrategia Co-instruccionales.		- Examen.		
7.1.5. Digitales y analógicos.	industriales.	- Identificación de la información respecto	Evaluación sumativa:			
7.1. Sensores inductivos.		a los contenidos propuestos en la unidad.	- Examen.			
7.2. Sensores capacitivos.	Saber hacer:	- Uso de herramientas electrónicas para	- Reporte de proyecto.			
7.3. Sensores fotoeléctricos.	- Analizar y comprender las	apoyo didáctico.				
7.3.1. Emisor/Reflector.	características y aplicaciones de los de	- Elaboración de mapas mentales y/o				
7.3.2. Retro reflectivo.	medición y transmisión de posición y	conceptuales.				
7.3.3. Retro reflectivo polarizado.	presencia, para su correcto uso en el	- Resolución de dinámicas, tareas,				
7.3.4. Difuso.	control de procesos industriales.	trabajos, proyectos y/o actividades.				
7.3.5. Difuso con fijación de enfoque.						
7.3.6. Difuso con supresión de frente.	Ser:	Estrategia Post-instruccionales.				
7.3.7. Difuso con supresión de fondo.	- Trabajo colaborativo, comunicación	- Uso de software para simulación por				
7.3.8. Detección de color verdadero.	efectiva y autonomía en el aprendizaje.	computadoras sobre los subtemas vistos				
7.3.9. Tipos de luz emisora.						
7.4. Sensores magnéticos.						
7.4.1. Reed switch.						

Continuación: Tabla 4.7. Desglose específico de la unidad "Medición de posición y presencia."								
Temas y subtemas (secuencia) Criterios de desempeño Estrategias didácticas Estrategias de evaluación Producto Integrador de la unid								
7.4.2. Efecto Hall (Magneto inductivo).		y aprendidos en la unidad.						
7.5. Sensores electromecánicos.		- Realización de prácticas de						
7.6. Transductor magneto resistivo.		aplicación.						

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.8. Desglose específico de la unidad "Medición de Variables Analíticas."

Número y nombre de la u	unidad: 8	3. Medición de \	/ariables Analí	ticas.					
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría: 2 horas		oras	Práctica:	2 horas	Porcentaj	e del programa:	5.56%
Aprendizajes esperados:		Conocer los tipos de variables de proceso, con el fin de seleccionar los métodos de medición y transmisión más adecuados para una aplicación							
		determinada en el control de procesos industriales.							
					ata a Mariana		.1	Producto Integra	ador de la unidad
Temas y subtemas (secuencia)		Criterios de dese	mpeno	Estrate	gias didácticas	Estrategias de evaluación		(Evidencia de aprendizaje de la unidad	
8.1. Variables de proceso.	Saber:			Estrategia Pre-ins	truccionales.	Evaluación formativa:		Portafolio de evidenci	as:
8.1.1. Peso.	- Conocer	- Conocer los distintos tipos de variables		- Exposición del d	ocente con ayuda de	- Investigación.		- Reporte de investiga	ación.
8.1.2. Concentración de iones de hidrogeno	de proces	de proceso, sus características y		herramientas didá	cticas/electrónicas.	- Prácticas.		- Reporte de prácticas.	
- pH.	aplicacion	licaciones				- Avances de proyecto.		- Reporte de proyecto.	
8.1.3. Concentración de iones de hidróxido	en el conti	n el control de procesos industriales.		Estrategia Co-inst	ruccionales.			- Examen.	
? pOH.				- Identificación de	la información respecto	Evaluación sumativa:			
8.1.4. Conductividad.	Saber had	aber hacer:		a los contenidos p	ropuestos en la unidad.	- Examen.			
8.1.5. Cromatografía.	- Analizar	- Analizar y comprender las		- Uso de herramie	ntas electrónicas para	- Reporte de proyecto.			
8.1.6. Densidad.	caracterís	ticas y aplicacione	es de las	apoyo didáctico.					
8.1.7 Concentración	variables of	variables de proceso, para su correcto		- Elaboración de r	napas mentales y/o				
	uso en el d	so en el control de procesos industriales.		conceptuales.					
				- Resolución de d	námicas, tareas,				
	Ser:			trabajos, proyecto	s y/o actividades.				
	- Trabajo	colaborativo, com	unicación						
	efectiva y	tiva y autonomía en el aprendizaje.		Estrategia Post-in	struccionales.				
				- Uso de software	para simulación por				



Continuación: Tabla 4.8. Desglose específico de la unidad "Medición de Variables Analíticas."								
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas Estrategias de evaluación Producto Integrador de la						
		computadoras sobre los subtemas vistos						
		y aprendidos en la unidad.						
		- Realización de prácticas de						
		aplicación.						

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega. Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



Tabla 4.9. Desglose específico de la unidad "Elementos finales de control."

Número y nombre de la u	unidad: 9. Element	9. Elementos finales de control.								
Tiempo y porcentaje para esta u	unidad: Teo	Teoría: 2 horas		Práctica:	2 horas	Porcentaje del programa:		5.56%		
	Conocer y	Conocer y comprender los conceptos generales, tipos y características de las válvulas de control y variadores de velocidad o inversores de								
Aprendizajes espe		recuencia, para seleccionar las válvulas de control y/o variadores de velocidad, más adecuados para la aplicación deseada.								
	2 11 1 1					,	Producto Integra	ador de la unidad		
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de	desempeno	Estrate	gias didácticas	Estrategias de evaluación		(Evidencia de aprendizaje de la unidad			
9.1. Conceptos generales.	Saber:		Estrategia Pre-ins	truccionales.	Evaluación formativa:		Portafolio de evidenci	as:		
9.2. Válvulas de control, Generalidades	- Conocer los distintos	s tipos de elementos	- Exposición del d	ocente con ayuda de	- Investigación.		- Reporte de investiga	ación.		
Tipos de válvulas y características.	finales de control, su	finales de control, sus características y		cticas/electrónicas.	- Prácticas.		- Reporte de prácticas.			
9.3. Variadores de velocidad.	aplicaciones en el co	aplicaciones en el control de procesos			- Avances de proyecto.		- Reporte de proyecto).		
	industriales.	industriales.		ruccionales.			- Examen.			
				la información respecto	Evaluación sumativa:					
	Saber hacer:	Saber hacer:		ropuestos en la unidad.	- Examen.					
	- Analizar y comprend	- Analizar y comprender las		ntas electrónicas para	- Reporte de proyecto.					
	características y aplic	aciones de los	apoyo didáctico.							
	elementos finales de d	ementos finales de control, para su		napas mentales y/o						
	correcto uso en el cor	rrecto uso en el control de procesos								
	industriales.	ustriales.		námicas, tareas,						
				s y/o actividades.						
	Ser:									
	- Trabajo colaborativo	abajo colaborativo, comunicación		struccionales.						
			- Uso de software	para simulación por						



Continuación: Tabla 4.9. Desglose específico de la unidad "Elementos finales de control."								
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Producto Integrador de la unidad						
	efectiva y autonomía en el aprendizaje.	computadoras sobre los subtemas vistos						
		y aprendidos en la unidad.						
		? Realización de prácticas de						
		aplicación.						

- Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. México; Alfaomega?Marcombo
- Dunn, W. (2005). Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control. India: McGraw-Hill Education
- Areny, R. (2001). Sensores y Acondicionadores de Señal. España: Alfaomega.
- Soisson, H. (2002). Instrumentación industrial. México: Limusa.
- ISA-S5.1. Normas ISA de Instrumentación Industrial. (2009). United States Of America. ISA (Instrument Society of America).



V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

Perfil deseable docente para impartir la asignatura

Carrera(s): - Ingeniería Mecatrónica.

- Ingeniería Mecánica Electricista.
- Ingeniería en instrumentación.
- Ingeniería Electrónica o carrera afín. o carrera afín
 - Deseable que tenga experiencia en instrumentación y/o control automático o en mantenimiento industrial.
 - Experiencia mínima de dos años
 - Deseable Maestría o Doctorado en Instrumentación y control Automático o en Electricidad.