



DIRECTORIO

Lic. Emilio Chuayffet Chemor
Secretario de Educación

Dr. Fernando Serrano Migallón
Subsecretario de Educación Superior

Mtro. Héctor Arreola Soria
Coordinador General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

Dr. Gustavo Flores Fernández
Coordinador de Universidades Politécnicas.



PÁGINA LEGAL

Participantes

Mtro. César Reyes Reyes - Universidad Politécnica del Valle de Toluca

Mtro. Humberto Rubí Juárez - Universidad Politécnica del Valle de Toluca

Dr. Luis Germán López Valdez- Universidad Politécnica del Valle de Toluca

Dra. María de Lourdes Fraire Cordero- Universidad Politécnica del Valle de Toluca

Dr. Salvador Chávez Salinas- Universidad Politécnica del Valle de Toluca

Dra. Edelmira Fernández Ramírez- Universidad Politécnica del Valle de Toluca

Primera Edición: 2013

DR © 2013 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.

ISBN-----



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PROGRAMA DE ESTUDIOS.....	2
FICHA TÉCNICA	3
DESARROLLO DE PRÁCTICAS	5
INSTRUMENTOS DE EVALUACION.....	10
GLOSARIO	20
BIBLIOGRAFÍA	27

INTRODUCCIÓN

En cualquiera de los campos de la industria se tiene que contar con diferentes técnicas de control que pueden ser aplicadas a cualquier tipo de proceso, sabiendo que para el desarrollo de una aplicación es necesario (1) Conocer las técnicas de control (2) Conocer el proceso (3) Observar el funcionamiento de la unidad y (4) Tener en cuenta la regla básica: «No complicar un sistema de control a menos que esté plenamente justificado». La complicación innecesaria llevaría a un mal entendimiento por parte de algún operador.

En un sistema de control sólo se incluyen aquellas variables de perturbación o cálculo que afecten significativamente a la variable controlada. En caso contrario, se tiene que llevar un análisis a través de un sistema feedback para realizar la corrección correspondiente. Cada nueva variable es una posibilidad más de fallo del sistema de control, además de que representa la implementación de un método de obtención de ese valor por medio de analizadores o instrumentos en línea.

Uno de los puntos principales en la instrumentación, es la terminología que se emplea para poder conocer las especificaciones con la que los fabricantes de equipo e instrumentos diseñan, desarrollan, prueban y los calibran. Aunado a esto, los ingenieros, por ejemplo Biotecnólogos, relacionados con el campo de control de procesos deberán de conocer esta terminología para poder comunicarse de manera adecuada y poder emplear lo mejor de la instrumentación para el control de los procesos.

En particular, la gran diversidad de procesos biotecnológicos ha proliferado a escala industrial por la rentabilidad que representan. Sin embargo, para garantizar una alta productividad es necesario monitorear y controlar cada uno de los procesos con el propósito de tener un funcionamiento óptimo.

Con base en lo anterior, el presente manual constituye una referencia para que el estudiante adquiera conocimiento básico de instrumentación para disponer de una medida y saber evaluar si esta medida tiene un comportamiento fiable para diseñar un sistema de control básico, avanzado o multivariable.

PROGRAMA DE ESTUDIO																		
DATOS GENERALES																		
NOMBRE DEL GRUPO RESPONSABLE:		Ingeniería en Biotecnología																
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Formar profesionistas líderes altamente competentes en la aplicación y gestión de procesos biotecnológicos que incluyan la propagación y escalamiento de organismos de interés industrial, así como el dominio de las técnicas analíticas para el control, evaluación y seguimiento de los procesos con una sólida formación en ingeniería y las ciencias de la vida, para apoyar la toma de decisiones en materia de Aplicación, control y diseño de procesos biotecnológicos industriales; además de ser profesionistas responsables con su ambiente y entorno productivo y social.																
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:		Física																
CLAVE DE LA ASIGNATURA:		FIS-CV																
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:		Desarrollar la capacidad en el alumno de comprender y aplicar los fundamentos de la física en distintas situaciones																
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:		90																
FECHA DE EMISIÓN:		12 Julio de 2010																
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:		Universidad Politécnica de Pachuca, Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Universidad Politécnica de Tlaxcala, Universidad Politécnica del Centro, Universidad Politécnica del Valle de Toluca.																
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN				ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE								EVALUACIÓN		OBSERVACIÓN				
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO		MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA	INSTRUMENTO		
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO			PRÁCTICA	TEÓRICA	PRÁCTICA				Presencial	NO Presencial
I. Introducción a la Física	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Realizar conversiones de unidades entre sistemas equivalentes utilizando prefijos de múltiplos y submúltiplos.	EP1: Resolución de ejercicios de conversión entre los diferentes sistemas de medición	Conferencia - Exposición y Lluvia de Ideas	Investigación documental														
	* Definir precisión y exactitud de las mediciones, cifras significativas y homogeneidad dimensional.	EP2: Reporte de Investigación de la clasificación de las fuentes de error. EP3: Resolución de ejercicios con cifras significativas y homogeneidad dimensional.	Ejercicios guiados. Lectura guiada	Resolver Situaciones Problemáticas, mapa conceptual, Resolución de ejercicios guiados	X	N/A	N/A	N/A	N/A		PC, Cañón, Rotafolio.	4	0	6	1	Documental	Lista de cotejo para la resolución de ejercicios de conversión entre los diferentes sistemas de medición Lista de cotejo para reporte de las fuentes de error en las mediciones Lista de cotejo para resolución de ejercicios con cifras significativas y homogeneidad dimensional.	
II. Fundamentos de Estática, Cinemática y Dinámica	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Calcular el desplazamiento, velocidad y aceleración sin considerar las causas que generan estos movimientos.	EP1: Solución de ejercicios sobre movimiento en una y dos dimensiones	Conferencia - Exposición, ejercicios guiados Taller y Práctica Mediante la Acción Estructurada	Lluvia de Ideas, Resolver Situaciones Problemáticas, Cuadro Sinóptico, Taller y Práctica Mediante la Acción	X	X	N/A	N/A	N/A		PC, Cañón, Reproductor de video, Dinamómetro, Cronómetro, Cinta Métrica, Masas, Bisculís.	4	0	6	1	Documental	Lista de cotejo de ejercicios sobre movimiento en una y dos dimensiones	
	* Describir el movimiento de cuerpos y partículas a través de las leyes de Newton de la mecánica clásica.	EC1: Cuestionario sobre causas del movimiento de los cuerpos aplicando las leyes de Newton	Conferencia-Exposición, ejercicios guiados.	Resolver situaciones problemáticas								4	0	6	2		Cuestionario sobre causas de movimiento y leyes de Newton	
III. Trabajo, energía y Potencia	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Definir trabajo y lo relaciona con la energía	EP1: Reporte de Investigación de los conceptos y ecuaciones sobre: trabajo, energía cinética, teorema trabajo-energía, energía potencial y potencia. EP2: Resolución de Ejercicios de trabajo efectuado por una fuerza constante y sobre trabajo mecánico	Exposición, Ejercicios guiados	Solución de situaciones problemáticas Investigación documental Exposición.	X	NA	NA	NA	NA		Pizarón Instrumentos de medición Equipo de laboratorio	2	0	3	2	Documental	Lista de cotejo reporte de investigación de trabajo y energía Lista de cotejo para la resolución de ejercicios prácticos de trabajo y energía	
	* Identificar el teorema trabajo-energía: energía cinética y lo aplica para resolver problemas	ED1: Foro de discusión sobre el teorema de trabajo-energía. EP3: Reporte de relación de foro de discusión sobre el teorema de trabajo-energía. EP4: Resolución de ejercicios de energía cinética en báscora.	Exposición, Ejercicios guiados	Comprensión de lectura, Solución de situaciones problemáticas, Investigación documental	X	NA	NA	NA	NA		Pizarón Instrumentos de medición Equipo de laboratorio	2	0	3	2	Documental y de campo	Guía de observación para foro de discusión sobre el teorema de trabajo y energía Rubrica de ensayo para foro de discusión sobre el teorema de trabajo y energía. Lista de cotejo para resolución de ejercicios de energía cinética.	
	* Definir Energía Potencial, potencia y describe la eficiencia mecánica.	EC1: Resolución de cuestionario sobre trabajo, tipos de energía, potencia y sus unidades.	Ejercicios guiados. Exposición. Video de apoyo.	Comprensión de lectura. Solución de situaciones problemáticas.	X	NA	NA	NA	NA		Pizarón Instrumentos de medición Equipo de laboratorio	4	0	6	2	Documental	Cuestionario de problemas sobre energía potencial y potencia.	
IV. Introducción a la Electricidad	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: * Identificar las especificaciones eléctricas de los equipos domésticos e industriales.	EP1: Cuadro sinóptico de equipos eléctricos domésticos e industriales comúnmente utilizados y sus requerimientos eléctricos de operación.	Conferencia - Exposición, video de apoyo y estudio de caso Sinóptico.	Investigación documental, Cuadro Sinóptico.	X	X	N/A	N/A		Elaborar Circuitos Resistivos para realizar mediciones de tensiones y corrientes en serie y paralelo. (20%)	Voltímetros, Amperímetros, de CA, Pintas corte, pintas de punta, desarmadores planos y Phillips.	3	0	4	1	Documental	Rúbrica para cuadro sinóptico sobre especificaciones eléctricas de equipos domésticos e industriales.	
	* Resolver circuitos eléctricos básicos en serie y paralelo.	EC1: Resolución de Cuestionario sobre la identificación de símbolos en un diagrama de circuitos. EP2 Reporte de práctica de circuitos eléctricos en serie y paralelo	Exposición, Ejercicios guiados	Solución de situaciones problemáticas, Taller y Práctica Mediante la Acción.								3	0	5	2	Documental	Cuestionario sobre solución de circuitos. Lista de Cotejo para reporte de práctica de circuitos eléctricos en serie y paralelo.	
V. Introducción a la Óptica	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Identificar los tipos de lentes y espejos con sus características respectivas.	ED1: Práctica. Realiza combinaciones con diferentes tipos de lentes y espejos de acuerdo a sus características y determina sus aplicaciones. EP1 Reporte de práctica diferentes tipos de lentes y espejos.	Conferencia - Exposición ejercicios guiados	Investigación documental	X	NA	N/A	N/A	NA		Lentes de diferentes características.	4	0	6	2	Documental De Campo	Guía de observación para buenas prácticas de laboratorio de los diferentes tipos de lentes y espejos. Lista de Cotejo para reporte de práctica de los diferentes tipos de lentes y espejos.	

Nombre:	CONTROL PARA BIOPROCESOS
Clave:	COB-ES
Justificación:	La industria biotecnológica requiere el cómo se puede medir, monitorear y controlar las variables críticas de los procesos biotecnológicos manteniéndolos en correcto funcionamiento.
Objetivo:	Proporcionar un conocimiento básico del control de procesos que incluya la secuencia de pasos previos para el arranque, el suministro correcto de la concentración de nutrientes, remoción de metabolitos tóxicos y el control de parámetros celulares internos del proceso, así como la propuesta de operaciones que logren mejora.
Habilidades:	Honestidad, respeto a los demás, responsabilidad, igualdad, solidaridad
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidades para análisis y síntesis Para aprender a resolver problemas Para aplicar los conocimientos en la práctica Para trabajar en forma autónoma y en equipo.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y entender conceptos de control, especificaciones para mediciones básicas y avanzadas, diagramas de instrumentación, de proceso y aplicaciones típicas del control. • Conocer y entender el principio de funcionamiento de los medidores de presión, ventajas y desventajas, límites de aplicación, tablas de selección. • Distinguir entre medidores de presión y transductores de presión, escenarios de aplicación con rangos de operación y categorías. • Conocer y entender la relación entre la medición de presión con la de densidad, volumen y nivel con base la ecuación de la presión hidrostática, así como los medidores que operan bajo este principio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar material de referencia • Generar ideas y predicciones acerca de los instrumentos de medición. • Analizar y relacionar diagramas de instrumentación de distintos procesos. • Realizar elecciones racionales • Exponer ideas y representaciones de alternativas con carácter oral • Esquematizar un problema • Exponer ideas referentes al trabajo al interior de un equipo. • Determinar capacidades propias

<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y entender el principio de funcionamiento de los medidores de temperatura, flujo y válvulas de control, ventajas y desventajas, límites de aplicación, tablas de selección. • Conocer los tipos de medidores de pH y viscosidad. • Comprender y distinguir los métodos de control más utilizados: de dos posiciones, proporcional, proporcional con acción integral y proporcional integral derivativo. 	
---	--

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	I. Introducción	6	0	0	0
	II. Medición de la presión	6	0	4	0
	III. Medición de nivel	6	0	2	0
	IV. Medición de la temperatura	6	0	2	0
	V. Medición de flujo	6	0	4	0
	VI. Válvulas de control	6	0	0	0
	VII. Otras mediciones: viscosidad, pH	8	0	3	0
	VII. Métodos de control	16	0	0	0
Total de horas por cuatrimestre:	75				
Total de horas por semana:	5				
Créditos:	5				



DESARROLLO DE LA PRÁCTICA DE MEDICIÓN DE PRESIÓN

Nombre de la asignatura:	Control para bioprocesos		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Medición de la presión		
Nombre de la práctica o proyecto:	Relación entre presión y profundidad.		
Número:	1/1	Duración (horas) :	2 horas
Resultado de aprendizaje:	Establecer una la ecuación que relacione a la presión con el nivel o profundidad de un líquido.		
Requerimientos (Material o equipo):	Recipiente de plástico o algún otro material, graduado, al que se pueda acoplar un manómetro de Bourdon		

Actividades a desarrollar en la práctica:

- Acoplar un medidor de Bourdon a un tanque o recipiente de plástico
- Solicitar la revisión del montaje al facilitador
- Registrar la presión que indica el manómetro de Bourdon a diferentes niveles de agua contenida en el recipiente o tanque

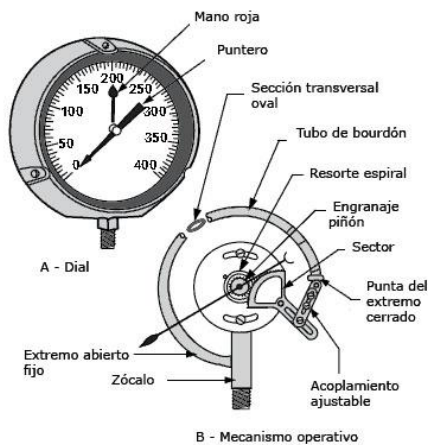


Figura 1. Diagrama del manómetro de Bourdon

Tabla de los resultados obtenidos

Alturas											
Presiones											

NOTA: las mediciones de altura se pueden realizar en centímetros. Asegurarse de que la unidad de las alturas sea compatible con la de las presiones obtenidas con el manómetro de Bourdon

Con los datos obtenidos.

1. Realizar una gráfica de las alturas (eje vertical) contra las presiones (eje horizontal).
2. ¿Cuál es la relación que presentan estas dos variables cuando se grafican?
3. ¿Qué se podría esperar si el líquido que se usa se reemplaza con uno de:
 - a) Mayor densidad que la del agua?
 - b) Menor densidad que la del agua?
4. Si se realiza un ajuste por el método de mínimos cuadrados de los datos ¿Qué representa la pendiente de la gráfica?

Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:

EC1. Construcción de un gráfico que le permita conocer como se relacionan las variables de presión y altura.

EC2. Análisis de datos mediante un ajuste por mínimos cuadrados.

DESARROLLO DE MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD

Nombre de la asignatura:	Control para bioprocesos		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Medición de la viscosidad		
Nombre de la práctica o proyecto:	Determinación de la viscosidad con un viscosímetro de caída de bola.		
Número:	1/1	Duración (horas) :	2 horas
Resultado de aprendizaje:	Al término de la práctica el alumno aplicará el principio del viscosímetro de caída de bola para conocer la viscosidad de diversos líquidos		
Requerimientos (Material o equipo):	Canicas o balines, líquidos de distintos tipos, probetas de diferentes capacidades, vasos de precipitado, densímetro, cronómetro, regla.		
Actividades a desarrollar en la práctica:			
<ul style="list-style-type: none"> • Llenar la probeta con el líquido del que se quiera determinar la viscosidad. • Verificar si la capacidad de la probeta es suficiente para poder medir una distancia razonable de recorrido vertical de la bola en un tiempo también razonable. En caso contrario, cambiar la probeta por una de mayor capacidad • Con los datos de distancia y el tiempo de caída de la bola, determinar la velocidad. • Determinar la densidad de la bola en caso de que no se conozca a través del incremento de volumen de un líquido de densidad conocida. • Determinar la densidad de cada uno de los líquidos con un densímetro. • Con la siguiente ecuación calcular la viscosidad de cada uno de los líquidos: $\mu = \frac{(\gamma_s - \gamma_l)}{18v}$ <p>Donde:</p> <p>γ_s =Peso específico del sólido v = velocidad γ_l =Peso específico del líquido μ = viscosidad</p>			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica: ED1: Emplea materiales de capacidades que le permitan obtener datos valubles con base en la experimentación.			



DESARROLLO DE LA PRÁCTICA DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Nombre de la asignatura:	Control para bioprocesos		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Medición de la temperatura		
Nombre de la práctica o proyecto:	Medición de la temperatura.		
Número:	1/1	Duración (horas) :	2 horas
Resultado de aprendizaje:	El alumno comprobará que la medición de la temperatura es independiente del principio físico de funcionamiento del termómetro.		
Requerimientos (Material o equipo):	Vaso de precipitado, termómetro de mercurio, termómetro bimetálico, perlas de ebullición, parrilla de calentamiento o mechero bunsen, soporte universal, anillo metálico, rejilla, pinzas 3 dedos y pinzas de nuez. Agua		

Actividades a desarrollar en la práctica:

- Verter agua al vaso de precipitado hasta que contenga $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad.
- Tomar la temperatura del agua en estas condiciones con el termómetro de mercurio y el termómetro bimetálico.
- Armar con el mechero bunsen, soporte universal, anillo metálico, rejilla de asbesto, pinzas 3 dedos y las pinzas de nuez un dispositivo para calentamiento.
- En caso de contar con parrilla de calentamiento conectarla a la fuente de corriente eléctrica y encenderla, colocando la perrilla para calentamiento moderado.
- Calentar el agua poco a poco y tomar la temperatura con ambos termómetros.
- Registrar los valores de la temperatura en °C.

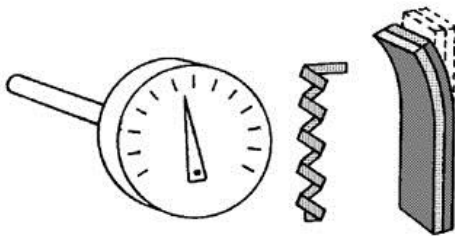


Figura 1. Diagrama del termómetro bimetálico

Tabla de los resultados obtenidos

Temperatura con termómetro bimetálico										
Temperatura con termómetro de mercurio										

Con los datos obtenidos.

1. Realizar una gráfica de las temperaturas obtenidas con el termómetro bimetálico (eje vertical) contra las temperaturas del termómetro de mercurio (eje horizontal).
2. ¿Cuál es la relación que presentan estas dos variables cuando se grafican?
3. Realizar un ajuste por el método de mínimos cuadrados de los datos
4. Calcular la repetibilidad considerando:
 - a) Las temperaturas del termómetro bimetálico como medidas exactas
 - b) Las temperaturas del termómetro de mercurio como medidas exactas
5. En la pregunta anterior, ¿cuál es la variación en la repetibilidad entre ambos instrumentos?

Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:

EC1. Construcción de un gráfico que le permita analizar la variación en las mediciones de la temperatura con el termómetro bimetálico y el termómetro de mercurio.

EC2. Análisis de datos mediante un ajuste por mínimos cuadrados.



Instrumentos de Evaluación



Lista de cotejo para la identificación y distinción de los diagramas de instrumentación y proceso (EP1)

Logotipo de la Universidad

ASIGNATURA: CONTROL PARA BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: I. Introducción a la Física

MATRICULA : _____

CUATRIMESTRE: _____

ALUMNO: _____

GRUPO: _____

INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
10%	Dibujo correcto de la diferente simbología de las operaciones			
10%	Identificación correcta de la simbología con las diferentes operaciones			
10%	Dibujo correcto de las líneas de transporte entre las operaciones			
10%	Identificación correcta de las líneas de transporte entre las operaciones			
15%	Representación de procesos con dos operaciones			
15%	Representación de procesos con más operaciones			
15%	Propuestas de procesos modificados u optimizados			
15%	Representación de procesos modificados u optimizados			
100%	CALIFICACIÓN:			

Nombre y firma del Docente

CUESTIONARIO SOBRE LA ECUACIÓN DE LA HIDROSTÁTICA Y MEDICIÓN DE PRESIÓN



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

ASIGNATURA: CONTROL PARA
BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: II. Medición de la presión. EC1

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

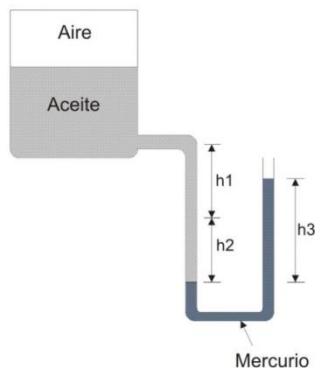
ALUMNO: _____

CUATRIMESTRE : _____

Logotipo de
la
Universidad

Instrucciones: Lee cuidadosamente y contesta lo que se te pide

- Describe el principio de funcionamiento de los siguientes medidores de presión:
 - Barómetro de cubeta
 - Manómetro de tubo en U
 - Transmisores electrónicos de equilibrio de fuerzas
 - Tubo Bourdon
 - Transductor piezoeléctrico
 - Transductor de ionización
 - Transductor bimetálico
- Determinar la presión del aire en un tanque cerrado como se muestra en la figura. Un manómetro en U está conectado al tanque. Las alturas de las columnas indicadas son: $h_1 = 36 \text{ in}$, $h_2 = 6 \text{ in}$, $h_3 = 9 \text{ in}$. Las gravedades específicas son 0.9 y 13.6 para el aceite y el mercurio, respectivamente.



- Un instrumento indica 1038 libras por pie cuadrado. Si el instrumento fue calibrado en kilopascales, ¿cuál sería la lectura?

CUESTIONARIO SOBRE ECUACIONES PARA NIVEL Y MEDICIÓN DE NIVEL



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

ASIGNATURA: CONTROL PARA
BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: III. Medición de nivel EC1

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

CUATRIMESTRE : _____

Logotipo de
la
Universidad

Instrucciones: Lee cuidadosamente y contesta lo que se te pide

- Describe el principio de funcionamiento de los siguientes medidores de nivel:
 - Medidor de sonda
 - Medidor de cristal
 - Medidor de membrana
 - Medidor ultrasónico
 - Medidor de radiación
 - Medidor de láser
 - Medidor de tipo burbujeo
- Un desplazador con diámetro de 8 in se usa para medir cambios en el nivel de agua. Si el nivel del agua cambia por 1 ft, ¿cuál es el cambio en la fuerza detectada por el sensor.
- Una sonda capacitiva de 30 in de longitud tiene una capacitancia de 22 pF en aire. Cuando se sumerge parcialmente en agua con una constante dieléctrica de 80, la capacitancia es 1.1 nF. ¿cuál es la longitud de la sonda sumergida en agua?
- Un medidor de presión localizado en la base de un tanque abierto contiene un líquido con gravedad específica de 54.5 lb/ft³ y registra 11.7 lb/in². ¿cuál es la profundidad del fluido en el tanque?

CUESTIONARIO SOBRE ECUACIONES PARA TERMOCOPLES Y MEDICIÓN DE TEMPERATURA



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

ASIGNATURA: CONTROL PARA
BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: IV. Medición de la temperatura. EC1

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

CUATRIMESTRE : _____

Logotipo de
la
Universidad

Instrucciones: Lee cuidadosamente y contesta lo que se te pide

1. Describe 3 fenómenos físicos que utilicen los medidores de temperatura:
2. Describe el principio de funcionamiento de los siguientes medidores
 - a) Termómetro bimetalico
 - b) Termopar
 - c) Pirómetro de radiación
 - d) Termómetro ultrasónico
 - e) Termómetro de resistencia
 - f) Termómetro de cristal de cuarzo
 - g) Termopares
3. Un bloque de cobre de 4.3 lb se calienta haciéndolo pasar a través de una corriente directa. Si el voltaje a través del cobre es de 50 V y la corriente es de 13.5 A, ¿cuál será el incremento de la temperatura del cobre después de 17 min? Asumir que no existe pérdida de calor.
4. Un termocople de cromo aluminio se sitúa en un horno a 1773°F. Su referencia es 67°F ¿cuál es el voltaje de salida del termocople?
5. ¿Cuál es el cambio de longitud de un rodillo de estaño de 5 m si la temperatura cambia de 11 a 245°C?

CUESTIONARIO SOBRE LAS ECUACIONES DE FLUJO Y MEDICIÓN DE FLUJO



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

ASIGNATURA: CONTROL PARA
BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: V. Medición de flujo. EC1

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

CUATRIMESTRE : _____

Logotipo de
la
Universidad

Instrucciones: Lee cuidadosamente y contesta lo que se te pide

- Describe el principio de funcionamiento de los siguientes medidores de flujo
 - Medidores de flujo magnético
 - Medidores de placa
 - Medidores de turbina
 - Medidores ultrasónicos
- ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones de los medidores magnéticos?
- Desarrolla la ecuación que se utiliza para la medición de flujo en un medidor magnético.
- Describe el principio de funcionamiento de un medidor acústico de efecto Doppler
- Los sensores de un medidor de flujo electromagnético registran un aumento desde 2v hasta 8v. Si la densidad de flujo magnético de los imanes se mantiene constante, ¿Cuál será el nuevo valor del flujo volumétrico?
- Si se desea medir con la mayor precisión posible un flujo totalmente desarrollado bidimensional a través de un tubo Pitot, ¿Qué procedimiento se debe seguir?
- En qué consisten los medidores de llaves de codo
- Un medidor Venturi tiene un diámetro de tubería de 100 mm y un diámetro de garganta de 50 mm. Al interior del medidor fluye agua que produce una diferencia de presión entre la tubería principal y la garganta de 55 kPa. Calcular el flujo volumétrico.
- Se encuentra fluyendo aire con un peso específico de 12.1 N/m^3 y una viscosidad cinética de $1.1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ a través de una boquilla de flujo. Un manómetro que utiliza agua marca 81 mm de deflexión. Calcular el flujo volumétrico si el diámetro de la boquilla es de 50 mm. La tubería tiene un diámetro interior de 100 mm



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

**Lista de cotejo de la construcción de un medidor de flujo
(EP1)**

Logotipo de
la
Universidad

ASIGNATURA: CONTROL
PARA BI PROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: V. Medición de flujo

MATRICULA : _____ **CUATRIMESTRE:** _____

ALUMNO: _____ **GRUPO:** _____

INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
20%	Propuesta y justificación del medidor de flujo que se selecciono para construcción			
15%	Representación esquemática del medidor de flujo elegido			
10%	Identificación de componentes del medidor mínimos requeridos			
5%	Justificación de la elección de los materiales para su construcción			
25%	Ensamblado de los materiales del medidor			
10%	Sujeción de los materiales ya ensamblados			
5%	a) Elección de las soldaduras, juntas, uniones, etc			
5%	b) Aplicación y distribución de soldaduras, juntas, uniones, etc			
10%	Acabado de las superficies, uniones o partes visibles			
5%	Establecimiento del rango de operación (SPAN) del medidor construido			
100%	CALIFICACIÓN:			

Nombre y firma del Docente

CUESTIONARIO SOBRE LAS VALVULAS DE CONTROL



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

ASIGNATURA: CONTROL PARA
BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: VI. Válvulas de control. EC1

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

CUATRIMESTRE : _____

Logotipo de
la
Universidad

Instrucciones: Lee cuidadosamente y contesta lo que se te pide

1. Que es un servomotor
2. Escribe 5 materiales resistentes a la corrosión indicando las características propias de cada uno.
3. Describe el principio de funcionamiento de los siguientes tipos de válvulas:
 - a) Válvulas de movimiento lineal
 - b) Válvulas de flujo axial
 - c) Válvulas de ángulo
 - d) Válvulas de orificio ajustable
4. ¿Cuáles son los accesorios básicos que debe incluir una válvula de control acoplada a un sistema?
5. Un cople de 53 N•m produce una fuerza que es dos veces igual a 15 N, ¿Cuánta distancia existe entre sus extremos?
6. Una fuerza de 10 N se aplica a un pistón de 150 cm de diámetro en un cilindro cerrado ¿cuál es la presión en el cilindro?
10. Desarrolla la ecuación de un obturador con característica isoporcentual.

CUESTIONARIO SOBRE OTRAS MEDICIONES: VISCOSIDAD, pH



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

ASIGNATURA: CONTROL PARA
BIOPROCESOS

FECHA: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: VII. Otras mediciones: Viscosidad, pH. EC1

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

CUATRIMESTRE : _____

Logotipo de
la
Universidad

Instrucciones: Lee cuidadosamente y contesta lo que se te pide

1. Que es la viscosidad
2. Describe el funcionamiento de los siguientes viscosímetros:
 - a) Viscosímetro de Saybolt
 - b) Viscosímetro de bola
 - c) Viscosímetro de tubo capilar
3. Que es el pH
4. Una placa cuadrada de 1.2 ft de lado se centra en un canal de 0.23 in de ancho que está lleno de líquido con viscosidad de $7.3 \text{ lb}\cdot\text{s}/\text{ft}^2$. Si la placa tiene un espesor de 0.01 in ¿Cuál es la fuerza requerida para empujar la placa a lo largo del canal a una velocidad 14.7 ft/s?
5. En un viscosímetro de caída de bola se permite que una bola de acero de 1.6 mm de diámetro caiga libremente en aceite combustible pesado que tiene una gravedad específica de 0.94. el acero tiene peso específico de $77 \text{ kN}/\text{m}^3$. Si se observa que la bola cae 250 mm en 10.4 s, calcular la viscosidad del aceite.
6. ¿Cuál es el pH de una solución, si tiene una concentración de 0.0006 g/L de iones hidrógeno?
7. ¿Cuál es el cambio en la concentración de hidrógeno si el pH de una solución cambia de 3.5 a 0.56?

GLOSARIO

A

Acción derivativa. Acción de control en la cual la velocidad de cambio del error determina la velocidad con que se aplica la acción correctiva. Anticipa el efecto de la acción proporcional para estabilizar más rápidamente la variable controlada después de cualquier variación de carga.

Acción integral. Acción por la cual la señal de salida del controlador es proporcional a la integral de la señal de error en la entrada a lo largo del tiempo.

Acción proporcional. Acción de control en la cual existe una ganancia constante o relación lineal entre las señales de entrada y salida del controlador. La salida hacia la variable manipulada es proporcional a la señal de error.

Actuador. Elemento del lazo de control que traduce la señal recibida del controlador en la acción del dispositivo de control final sobre el proceso.

Alcance (span). Diferencia algebraica entre los valores de calibración superior e inferior del campo de medida de un instrumento. Por ejemplo, en un rango de 50 a 150 °C el span tiene un valor de 100 °C.

Amplificación. Relación adimensional entre las señales de salida y entrada en un dispositivo diseñado para aumentar la salida. El dispositivo se conoce como amplificador.

Automatización. Acción por la cual se ejecuta un proceso de producción sin la intervención del operador de forma permanente.

B

Banda proporcional. Cambio porcentual requerido en la entrada de un controlador proporcional para que se produzca un cambio de 100 % en la salida. Dicho de otra forma, es el porcentaje del rango de medida de un controlador en el cual se lleva a cabo el recorrido total del elemento final de control. Es el valor inverso a la ganancia proporcional.

C

Campo de medida (range) Espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento; viene expresado estableciendo los dos valores extremos. Por ejemplo: campo de medida entre 100 – 300 °C

Cero en calibración. Límite inferior de escala de un instrumento. El cero de la escala y el cero de medición no necesariamente han de coincidir.

Control digital directo (ddc). Sistema de control que establece directamente la señal que se envía al elemento final de control.

Control en cascada. Sistema de control en el que la salida de un controlador (primario) constituye el punto de consigna de otro controlador (secundario).

Control en adelanto (feedforward). Sistema de control en el que, midiendo una o varias variables de entrada que pueden perturbar a la variable controlada, se toma una acción de corrección en la variable manipulada. Compensa el efecto de las perturbaciones sobre la variable manipulada, antes que tengan efecto sobre la variable controlada.

Control en lazo cerrado (feedback). La variable controlada se mide constantemente y se compara con el valor de referencia. Si se produce desviación entre ambos valores se aplica una acción correctora al elemento final de control para retornar la variable controlada al valor deseado. Equivale a mantener el controlador en modo automático.

Control manual. El operador mantiene la variable controlada en su valor de referencia modificando directamente el valor de la variable manipulada.

Control on-off. La salida del controlador se conmuta de abierta a cerrada cuando la señal de error pasa por cero. Es la forma más simple de control, donde el elemento final de control sólo puede ocupar una de las dos posiciones posibles.

Control selectivo. Se presenta en procesos donde un controlador puede tener diferentes variables de proceso. El sistema debe seleccionar la entrada más alta (o más baja), y utilizarla como medida del controlador.

Controlador automático. Elemento del lazo de control que evalúa el error entre medida y punto de consigna e inicia la acción correctiva sobre el elemento final de control.

Convertidor. Instrumento que recibe una señal estándar y la envía modificada en forma de otro tipo de señal estándar. Por ejemplo, convertidor de 4 a 20 mA a 3 a 15 PSI.

D

Deriva. Desviación permanente de una señal que se produce de forma muy lenta a lo largo de un cierto periodo de tiempo.

Desviación permanente. Es la desviación que existe cuando cesa un fenómeno transitorio o cambio de carga en un lazo de control. Se conoce como Offset.

Dinámica de medida o rangeabilidad El cociente entre el valor de medida superior e inferior de un instrumento. Por ejemplo: $300^{\circ}\text{C}/100^{\circ}\text{C} = 3$.

E

Elemento final de control. Elemento del sistema de control que regula directamente el flujo de materia o energía del proceso. Normalmente lo constituye una válvula automática.

Error: Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida.

- a) Error estático: el proceso está en condiciones de régimen permanente.
- b) Error dinámico: Diferencia entre el valor instantáneo de la variable y el indicado por el instrumento. *Nota:* Se debe al retardo de la transmisión de la información.
- c) Error medio: Media aritmética de los errores en varios puntos de la medida.
- d) Error total de la medición: Valor final de la medición asociado a cada uno de los instrumentos.

Estado estacionario. Estado de una variable cuando los cambios experimentados durante un cierto periodo de tiempo están comprendidos dentro de unos límites muy pequeños.

Exactitud. Conformidad o acercamiento de un valor medido al valor verdadero. Define los límites de error cuando el instrumento se utiliza en condiciones normales de operación

F

Función de transferencia. Expresión matemática de la relación dinámica existente entre las señales de entrada y salida de un sistema.

G

Ganancia estática. Relación entre amplitudes de entrada y salida en un sistema cuando la frecuencia se acerca a cero. En otras palabras, es la relación entre el cambio en la variable controlada con respecto al cambio en la variable manipulada cuando se llega al estado estacionario.

Grados de libertad. Es el número de variables que pueden ser manipuladas en un proceso unitario.

H

Histéresis: La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente.

I

Incertidumbre de la medida (uncertainty): La incertidumbre es la dispersión de los valores que pueden ser atribuidos al verdadero valor de la magnitud medida. Se relaciona con los errores que se generan al realizar la medida. Nota: los errores a los que puede dar lugar el instrumento

L

Lazo abierto. Se lleva a cabo sin la realimentación del proceso, se refiere al control manual.

Lazo cerrado Se lleva a cabo la realimentación del proceso para mantener controlada la variable deseada, se refiere al control feedback.

Límite. Barrera impuesta a los valores superior o inferior de una variable.

Linealidad. Aproximación a la línea recta de la curva de calibración de una medida o variable determinada.

M

Matriz dinámica. Representa las relaciones e interacciones entre las variables manipuladas (independientes) y las variables controladas (dependientes).

Medición (elemento de). Elemento que convierte el valor de la variable de proceso a una forma o lenguaje comprensible por el indicador o controlador

O

Oscilación. Cambio periódico en la variable controlada en forma senoidal, con iguales excursiones arriba y abajo del punto de control.

P

Precisión (accuracy) Intervalo donde es admisible que se sitúe la magnitud de la medida. Define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio durante un período de tiempo determinado.

Proceso. Desde el punto de vista de operación es un lugar donde materia, y muy a menudo energía, son tratadas para dar como resultado un producto deseado o establecido. Desde el punto de vista de control es un bloque con una o varias variables de salida que han de ser controladas actuando sobre las variables de entrada (manipuladas).

Proceso autorregulado. Es aquel en el que, partiendo del estado estacionario, se consigue un nuevo estacionario cuando se produce una perturbación. Típico del proceso de intercambio de calor. Véase autorregulación.

Proceso no autorregulado. Es aquel en el que, partiendo del estado estacionario, cuando se produce una perturbación no llega a estabilizarse en un nuevo valor. Típico del proceso de nivel en un recipiente.

Punto de consigna. En un lazo de control, es el valor deseado, o de referencia, de la variable controlada.

Punto de control. Valor en el que se estabiliza el proceso o sistema. Puede coincidir o no con el punto de consigna.

R

Rango de medida. Conjunto de valores de la variable medida comprendidos dentro de los límites superior e inferior del campo de medición de un instrumento.

Rango en oposición. La salida de un controlador actúa sobre dos elementos finales de control con acciones opuestas, de forma que uno de ellos va abriendo al mismo tiempo que otra va cerrando en la misma proporción.

Rango partido. La salida de un controlador debe actuar en secuencia sobre dos o más actuadores, de forma que hasta que no abre (o cierra) uno de ellos no empieza a actuar el siguiente.

Reacción (curva de). Respuesta de un proceso cuando se realiza un cambio en escalón en la carga o en el punto de consigna. En ordenadas se representa la respuesta de la variable controlada respecto al tiempo representado en abscisas.

Reajuste (acción de). Acción de control que tiende a eliminar la desviación permanente. Se conoce habitualmente como acción integral.

Reajuste (tiempo de). Tiempo que transcurre hasta que el controlador, en circuito abierto, repite la acción correctiva de la acción proporcional. También se conoce como tiempo integral.

Reajuste manual. Valor constante o bías que se suma a la acción proporcional. Cuando el error es cero, la salida de un controlador toma el valor del reajuste manual.

Realimentación. Información sobre el estado de la variable controlada que puede compararse con el valor de referencia para llevar a cabo la acción correctiva en lazo cerrado.

Repetibilidad: Es la capacidad de reproducción de las posiciones señal de salida, del instrumento al medir repetidamente valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicio y recorriendo todo el campo.

Respuesta. Reacción que se obtiene en la variable controlada cuando se aplica a la entrada una señal de perturbación.

Respuesta inversa. La respuesta inicial de la variable controlada, al provocar un cambio en la variable manipulada, tiene la dirección opuesta a la que corresponde al llegar al estado estacionario.

Ruido. Componentes indeseables de la señal que oscurecen la información que se busca.

S

Salto en escalón. Cambio instantáneo de un valor a otro de una variable de proceso.

Sensibilidad (sensitivity) Es la razón entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que lo ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de equilibrio. Nota: una sensibilidad del 100% significa que el dispositivo traduce la señal original correctamente en el intervalo de tiempo en el que se produjo el cambio.

Sensor. Convierte una variable física (presión, temperatura, caudal, etc), en otra señal compatible con el sistema de medida o control.

Sistema. Se refiere a todos los componentes que intervienen en el control, como son proceso, medición, controlador y válvula automática.

Sobreoscilación. Es el valor máximo de una señal de salida dividido entre el valor final de esa señal, expresado en tanto por ciento. También se conoce como sobrepasamiento.

T

Tiempo de asentamiento. Tiempo que transcurre desde que se produce una perturbación hasta que la salida permanece dentro de una banda de $\pm 5\%$ alrededor de su valor final. Entonces, es el tiempo que transcurre desde que se produce una perturbación hasta que se obtiene un nuevo estado estacionario.

Tiempo derivativo. Es el tiempo requerido para que la acción proporcional contribuya a la salida del controlador con una cantidad igual a la que produce el adelanto debido a la acción derivativa.

Tiempo integral. Tiempo requerido para que la acción integral contribuya a la salida del controlador con una cantidad igual a la que suministra la acción proporcional.

Tiempo muerto (retardo). Intervalo de tiempo transcurrido entre un cambio en alguna variable de entrada al proceso y su identificación por el dispositivo de medición.

Transitorio. Comportamiento de una variable durante la transición entre dos estados estacionarios.

Transmisor. Dispositivo que convierte la señal del sensor (milivoltios, presión diferencial, etc) en una señal estándar de control, por ejemplo, 4 a 20 miliamperios.

V

Valor medio (average). Media aritmética de una serie de medidas realizadas sobre la misma o diferentes variables.

Variable controlada. La variable regulada por el lazo de control de proceso que se desea mantener en un valor de referencia o punto de consigna.

Variable manipulada. Señal generada por el controlador para mantener la variable controlada en su punto de consigna.

Variable de perturbación. Variable que no puede ser manipulada pero afecta al comportamiento de la variable controlada.

Z

Zona muerta (dead zone o dead band) Es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce su respuesta. Nota: La zona muerta puede depender de la velocidad de cambio de la variable (regresa rápidamente al punto en el que no produce cambios) y el retardo del instrumento para generar el resultado medidas que no son en tiempo real.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

Practical instrumentation and automatization for process control for engineers and technicians

Lira, Rômulo

1ª

IDC Technologies

Perth, Australia 2009

ISBN: 978-0-7506-6400-4

Measurement and Instrumentation Principles

Alan S. Morris

3ª

Butterworth-Heinemann

2001, USA

ISBN: 978-0750650816

New directions in bioprocess modeling and control: Maximizing process analytical technology benefits

Michael A. Boudreau, Gregory K. McMillan

1ª

Isa

2006, USA

ISBN: 978-1556179051

Control automático de procesos Teoría y práctica

Carlos A. Smith, Armando B. Corripio

1ª

Editorial Limusa

1991, México

ISBN 968-18-3791-6

Process dynamics and control

Dale E. Seborg, Thomas F. Edgar, Duncan A. Mellichamp

2ª

Wiley

2003, USA

ISBN: 978-0471000778

Process control systems Application Design Adjustment

F. Greg Shinskey, F. G. Shinskey

3^a

Mcgraw-Hill (Tx)

1988, USA

ISBN: 978-0070569034

Instrumentación industrial

Antonio Creus Solé

6^a

Alfaomega

1999, México

ISBN: 958-682-135-8

Control avanzado de procesos

José Acedo Sánchez

Díaz de Santos

2003, España

ISBN: 84-7978-545-4

Complementaria

Applied technology and instrumentation for process control.

Douglas O.J.deSá

1^a

Taylor and Francis

2005, Nueva York e Inglaterra

ISBN 1-59169-021-8

Fundamentals of industrial instrumentation and process control

William C. Dunn

1^a

Mc Graw Hill Professional

2005, USA

ISBN: 0-07-145735-6

Introduction to instrumentation sensors and process control

William C. Dunn

Artech House

2006, Londres Inglaterra

ISBN: 1-58053-011-7