



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<b>1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA</b>			
<b>Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura</b>			<b>Clave de la UA</b>
Control II (Control Digital)			19902
<b>Modalidad de la UA</b>	<b>Tipo de UA</b>	<b>Área de formación</b>	<b>Valor en créditos</b>
Escolarizada	Curso	Básica particular	8
<b>UA de pre-requisito</b>		<b>UA simultaneo</b>	<b>UA posteriores</b>
Control I (Control Moderno), Seminario de Problemas de Control I		Ninguna	Ninguna
<b>Horas totales de teoría</b>		<b>Horas totales de práctica</b>	<b>Horas totales del curso</b>
48		32	80
<b>Licenciatura(s) en que se imparte</b>		<b>Módulo al que pertenece</b>	
Ingeniería Robótica		Sistemas de Control	
<b>Departamento</b>		<b>Academia a la que pertenece</b>	
Ciencias Computacionales		Control de Robots	
<b>Elaboró</b>		<b>Fecha de elaboración o revisión</b>	
Emmanuel Cruz Zavala		5/Julio/2018	



**2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA**

**Presentación**

En esta unidad de aprendizaje se aborda el estudio de los sistemas de control lineal del tipo digital y/o discreto. Por una parte, los sistemas más utilizados y más estudiados en ingeniería son los sistemas de control lineal. Por otra parte, en la actualidad el control de procesos físicos o industriales se lleva a cabo utilizando dispositivos digitales. De ahí la importancia de estudiar a los sistemas de control lineal con componentes digitales.

El presente curso está dividido en dos partes principales. La primera parte del curso establece los elementos básicos constitutivos de los sistemas de control de tipo digital y/ discreto y que función desempeñan, la descripción matemática en el tiempo y la frecuencia de los sistemas de control de tipo digital y/ discreto y el estudio de las diversas características y/o propiedades que tienen. Una vez que conoce como analizar dichos sistemas, se procede a diseñar distintos controladores de tipo digital. Se estudian las propiedades y funcionamiento de distintos controladores de tipo digital y diversas técnicas convencionales para llevar a cabo su diseño en los sistemas de control de tipo digital y/o discreto. La segunda parte del curso, se concentra en el estudio de los sistemas de control de tipo digital y/o discreto usando la representación de estados. Se muestran diversas técnicas para diseñar controladores de tipo digital utilizando esta representación. Al finalizar el curso, el estudiante de Ingeniería Robótica será capaz de diseñar sistema de control en tiempo discreto con técnicas convencionales y en el espacio de estados discreto.

**Relación con el perfil**

**Modular**

**De egreso**

Esta unidad de aprendizaje el alumno operará y desarrollará sistemas de control en tiempo discreto usando técnicas convencionales y sistemas de control en el espacio de estado discreto. La unidad de aprendizaje es parte fundamental de del modulo de Sistemas de Control y cubre la parte del diseño sistema de control en tiempo discreto de dicho modulo.

El egresado podrá entender procesos de control en los sistemas dinámicos cuando se tienen controladores tipo digitales. Comprende y tiene la habilidad de decidir, desarrollar e implementar el algoritmo de control tipo digital adecuado para determinado proceso industrial automatizado.

**Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura**

**Transversales**

**Genéricas**

**Profesionales**

T1) Modela y analiza procesos y sistemas de control con componentes digitales.

T2) Identifica y propone soluciones a problemas de sistemas de control de tipo digital y/o discreto utilizando metodologías y conceptos matemáticos del área de control.

T3) Opera, desarrolla e implementa sistemas de control en tiempo discreto utilizando.

T4) Opera, desarrolla e implementa sistemas de control en espacio de estados discreto.

T5) Aprende nuevo conocimiento sobre el área de control de sistemas de manera independiente y autogestiva.

G1) Analiza, sintetiza y procesa la información de diversas fuentes (de clases, artículos, libros, internet).

G2) Identifica, propone y desarrolla alternativas de solución a diversos problemas de ingeniería de control.

G3) Adquiere y adapta nuevos conocimientos en forma colaborativa (trabajo en equipo).

G4) Expresa correctamente opiniones, dudas e ideas de manera oral y escrita desde una perspectiva crítica y autocrítica.

G5) Realiza y redacta reportes y/o trabajos de investigación de calidad.

G6) Gestiona su propio aprendizaje.

P1) Entiende el funcionamiento de los diversos tipos de controladores de tipo digital y/o discreto.

P2) Decide que tipo de controlador es el adecuado para controlar cierto proceso físico o para automatizar cierto proceso industrial dadas ciertas especificaciones.

P3) Realiza el diseño e implementación de distintos controladores de tipo digital.



Saberes involucrados en la UA o Asignatura		
Saber (conocimientos)	Saber hacer (habilidades)	Saber ser (actitudes y valores)
<p>C1) Elementos básicos que constituyen a los sistemas de control de tipo digital y/ discreto y funcionamiento.</p> <p>C2) Descripción matemática en el tiempo y la frecuencia de los sistemas de control de tipo digital y/ discreto.</p> <p>C3) Propiedades y funcionamiento de distintos controladores de tipo digital y diversas técnicas convencionales para llevar acabo su diseño en los sistemas de control de tipo digital y/o discreto.</p> <p>C4) Descripción matemática en el espacio estados de los sistemas de control de tipo digital y/o discreto y diseño de sistemas de control de tipo digital y/o discreto en el espacio de estados utilizando diversas técnicas (sin optimización y de optimización).</p>	<p>H1) Identifica los sistemas de control de tipo digital.</p> <p>H2) Recopila información de algún problema específico en los sistemas de control lineal de tipo digital y/o discreto.</p> <p>H3) Analiza el comportamiento dinámico de sistemas lineales de tipo digital a través de técnicas en el tiempo y en la frecuencia.</p> <p>H4) Reconoce las propiedades de los diversos tipos de controladores,</p> <p>H5) Distingue las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto.</p> <p>H6) Distingue y aplica las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto en el espacio de estados.</p> <p>H7) Diseña controladores de tipo digital dadas ciertas especificaciones.</p>	<p>V1) Participa y colabora de manera responsable y respetuosa en la clase y en equipos de trabajo.</p> <p>V2) Gestiona su propio aprendizaje.</p> <p>V3) Sabe escuchar, interpretar y emitir mensajes de manera clara.</p> <p>V4) Mantiene una actitud crítica y reflexiva sobre temas particulares y de interés general.</p> <p>V5) Asiste a clase y presenta las tareas asignadas con puntualidad.</p> <p>V6) Elabora y presenta trabajos orales y escritos de calidad.</p> <p>V7) Mantiene compromisos consigo mismo y sus compañeros para lograr sus metas en la asignatura.</p>
Producto Integrador Final de la UA o Asignatura		
<p><b>Título del Producto:</b> Portafolio de Evidencias</p> <p><b>Objetivo:</b> Recopilar tareas, reportes, exámenes, trabajos de investigación, elaborados por el estudiante con el fin de evaluar su desempeño académico a lo largo del ciclo escolar en curso.</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p>Portafolio de evidencias integrado por las diversas tareas, reportes, exámenes, y trabajos de investigación (rubros) elaborados por el estudiante a lo largo del ciclo escolar en curso. El portafolio estará dividido en cuatro rubros, cada uno contendrá los subproductos correspondientes.</p> <p>Las tareas tienen una ponderación total de 9 %, los reportes tienen una ponderación total de 8 %, los trabajos de investigación tienen una ponderación total de 8% y los exámenes tienen una ponderación total del 75 %. Las tareas se entregan de manera individual, los reportes y trabajos finales se realizan y entregan por equipos. Los exámenes se presentan individualmente. Se realizan 3 exámenes parciales a lo largo del curso, cada uno tiene una ponderación total de 25 %, tiene una duración de 2</p>		



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

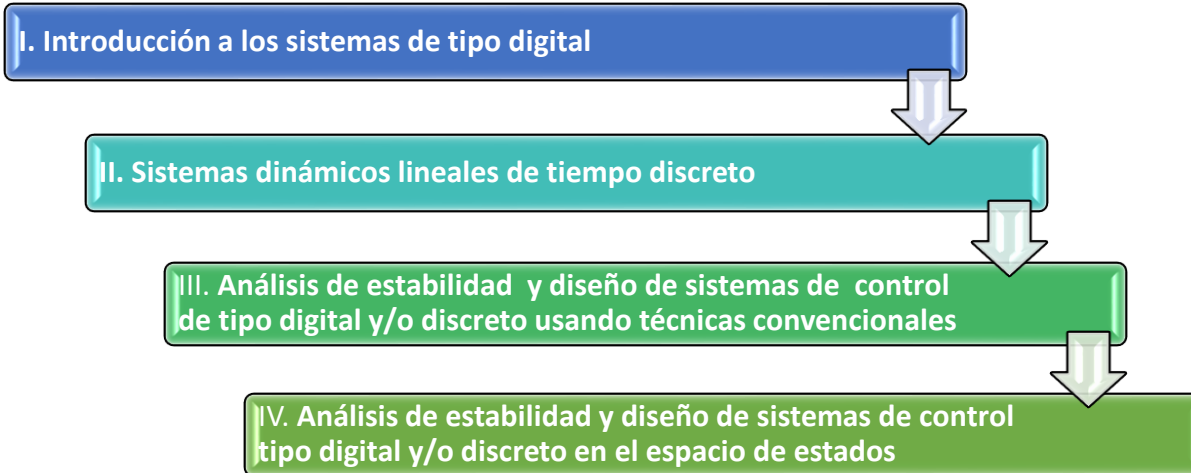
horas, maneja preguntas abiertas de conceptos teóricos y de ejercicios. Los ejercicios realizados en las tareas, en los reportes y en los exámenes, se califican considerando metodología utilizada, respuesta obtenida y la coherencia de la metodología utilizada con la respuesta obtenida. La evaluación final del alumno se obtendrá de la suma total de los puntos acumulados de cada rubro.

En conjunto los cuatro rubros cubren satisfactoriamente todos los puntos de las competencias del curso a excepción de la expresión oral que será evaluada diariamente con la participación de los estudiantes. La entrega del portafolio de evidencias es obligatorio.

--



**3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA**





**4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS**

**Unidad temática 1: Introducción a los sistemas de tipo digital**

**Objetivo de la unidad temática:** Identificar los elementos básicos y señales que componen un sistema de control de tipo digital y/o discreto con el fin de entender su funcionamiento en conjunto y representación esquemática.

**Introducción:** Para poder realizar tareas de control en algún proceso físico o industrial es necesario reconocer los elementos principales que conforman un sistema de control tipo digital y/o discreto así como las distintas configuraciones que pueden presentar. A diferencia de los sistemas de control en tiempo continuo, el proceso de muestreo y conversión (digitalización y/o discretización) de señales juega un papel central en los sistemas de control de tipo digital. Lo anterior hace imprescindible no sólo identificar los elementos que forman un sistema de control tipo digital sino también conocer el tipo de señales involucradas.

[Explicar el sentido de la unidad temática, dentro de la unidad de aprendizaje. Se expondrá la relevancia de los temas a trabajar y su relación con otras unidades temáticas]

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<b>1.1. Tipología típica de sistemas de control analógico.</b> 1.1.1. Elementos y señales. <b>1.2. Tipología típica de sistemas de control digital.</b> 1.1.2. Elementos básicos de sistemas de control digital. 1.1.3. Muestreo y conversión de señales. 1.1.4. Ejemplos de sistemas de control tipo digital. <b>1.3. Consideraciones para el diseño en los sistemas de control.</b>		1) Identifica los distintos componentes y señales que intervienen los sistemas de control de tipo digital.  2) Comprende el funcionamiento de cada uno de los componentes en los sistemas de control de tipo digital.  3) Reconoce las diferentes configuraciones de los sistemas de control de tipo digital.  4) Representa diversos sistemas de control usando diagramas de bloques.		1 Tarea	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la Actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
Presenta el curso donde, se dan a conocer los objetivos, contenidos, competencias a desarrollar y criterios de evaluación y la dinámica de la clase	Toma notas de los aspectos más importantes y de los criterios de evaluación.	Apuntes de notas	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico		30 minutos
Repaso de la tipología básica de sistemas de control continuo y presentación de la tipología básica de sistemas de control de tipo digital y/o discreto	Toma notas y participa en clase	Apuntes de notas	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico		1 hora y 30 minutos



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Explica la relevancia y características de proceso de muestreo y conversión de señales.	Toma notas, participa en clase y realiza la tarea correspondiente	Apuntes de notas. Tarea sobre proceso de muestreo.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	1 hora y 30 minutos
Explica las ventajas y desventajas de los sistemas de control tipo digital y da diversos ejemplos de dichos sistemas.	Toma notas y participa en clase.	Apuntes de notas.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	30 minutos

## Unidad temática 2: Sistemas dinámicos lineales de tiempo discreto

**Objetivo de la unidad temática:** Estudiar analíticamente los sistemas de control de tipo digital y/o discreto con el propósito de conocer sus características y tipos de comportamientos.

**Introducción:** En esta unidad temática el alumno aprenderá las herramientas y métodos matemáticos básicos que permiten deducir el comportamiento de los sistemas de control lineales de tipo digital y/o discreto usando diversas herramientas matemáticas. Se explicará la relevancia que tiene el polinomio característico en la determinación de comportamiento de los sistemas de control de tipo digital. Se introduce la transformada Z así como sus principales propiedades. La transformada Z es la herramienta matemática fundamental para el análisis y diseño de sistemas de control de tipo digital y/o discreto.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<p><b>2.1. Sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo (SDLIT)</b></p> <p>2.1.1. Ecuación en diferencias asociada a un SDLIT. Funciones elementales discretas. Solución de una ecuación en diferencias. Polinomio característico.</p> <p>2.1.2. Propiedades de la sumatoria de convolución.</p> <p><b>2.2. La transformada Z</b></p> <p>2.2.1. Transformada de funciones elementales, propiedades y teoremas importantes.</p> <p>2.2.2. Solución de una ecuación en diferencias utilizando la transformada Z. Obtención de las respuestas al impulso y al escalón discretos de un SDLIT.</p> <p>2.2.3. Representación entrada-salida de sistemas de control discreto: Función de transferencia pulso. Diagramas de bloques de sistemas de control discreto. Reglas para la Reducción de diagramas de bloques.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Reconoce a los sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo.</li> <li>2) Infiere y calcula las soluciones dado un sistema lineal e invariante en el tiempo en tiempo discreto.</li> <li>3) Conoce la Transformada Z y sus propiedades principales.</li> <li>4) Halla soluciones de sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo usando la Transformada Z.</li> <li>5) Predice el comportamiento del sistema discreto ante las señales impulso o escalón discretas.</li> <li>6) Representa sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo usando diagramas de bloques y obtiene descripciones entrada-salida del dichos sistemas</li> </ol>	<p>1 Examen 3 Tareas</p>

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Repasa el modelo matemático de sistemas lineales en tiempo continuo y expone el modelo	Toma notas, participa en clase, elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente	Apuntes de notas.		4 horas



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

matemático de los sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo (SDLIT) y el tipo funciones elementales discretas. Obtiene la solución de una ecuación en diferencias y deduce su polinomio característico.		Tarea sobre solución de SDLIT usando polinomio característico.	Pintarrón, cañón y lap top y material bibliográfico	
Repasa las propiedades de la integral de convolución en sistemas de lineales de tiempo continuo y expone las propiedades de la sumatoria de convolución en sistemas de lineales discretos.	Toma notas, participa en clase y elabora de ejercicios relativos al tema	Apuntes de notas.	Pintarrón, cañón y lap top y material bibliográfico	1 hora
Expone la Transformada Z, obtiene la transformada Z de funciones elementales y establece propiedades y teoremas importantes de la transformada. Obtiene la solución de una ecuación en diferencias utilizando la transformada Z y deduce las respuestas al impulso y al escalón discretos de un SDLIT	Toma notas, participa en clase, elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente	Apuntes de notas. Tarea sobre la aplicación de la transformada Z.	Pintarrón, cañón y lap top y material bibliográfico	4 horas
Expone la relación sumatoria de convolución y la función de transferencia pulso. Expone distintas configuraciones de SDLIT usando diagramas de bloques así como reglas de reducción de los diagramas de bloques.	Toma notas, participa en clase, elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente	Apuntes de notas. Tarea sobre reducción de bloques	Pintarrón, cañón y lap top y material bibliográfico	3 horas
Aplica examen de la unidad temática 1 y 2	Resuelve el examen de la unidad temática 1 y 2	Hoja de respuestas del examen	Pintarrón, hojas, calculadora	2 horas

## Unidad temática 3: Análisis de estabilidad y diseño de sistemas de control de tipo digital y/o discreto usando técnicas convencionales

**Objetivo de la unidad temática:** Conocer las principales técnicas convencionales de análisis de los sistemas de control de tipo digital y/o discreto con el fin de realizar el diseño de controladores de tipo digital

**Introducción:** En esta unidad temática se centra en el estudio de los principales tipos de controladores digitales existentes. Conocer los diferentes tipos de controladores permite saber como la respuesta transitoria y en estado de permanente del control se verá modificada. Se dan dos métodos para el diseño de controladores tipo digital y/o discreto: el diseño basado en el lugar geométrico de las raíces y el diseño basado en respuesta en frecuencia. Además, se estudian los conceptos de estabilidad para sistemas de control de tipo digital y/o discreto.

<b>Contenido temático</b>	<b>Saberes involucrados</b>	<b>Producto de la unidad temática</b>
---------------------------	-----------------------------	---------------------------------------





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p><b>3.1. Análisis de estabilidad de sistemas en tiempo discreto en el plano z.</b></p> <p>3.1.1. Conceptos de estabilidad interna y de estabilidad entrada-acotada-salida- acotada.</p> <p>3.1.2. Correspondencia de los lugares geométricos del plano s al plano z.</p> <p><b>3.2. Análisis de respuesta transitoria y en estado permanente.</b></p> <p>3.2.1. Respuesta transitoria de Sistema de segundo orden. Respuesta transitoria de sistemas de orden superior.</p> <p>3.2.2. Clasificación de los sistemas dependiendo de su capacidad para seguir ciertas entradas. Constantes de error estáticas.</p> <p><b>3.3. Principales tipos de controladores digitales.</b></p> <p>3.3.1. Controlador proporcional-derivativo, Controlador proporcional-integral. Controlador proporcional-integral-derivativo.</p> <p><b>3.4. Diseño basado en el Lugar geométrico de las raíces.</b></p> <p><b>3.5. Análisis y diseño basado en el método de repuesta en frecuencia.</b></p> <p>3.5.1. Gráfica polar. Diagrama de Nyquist.</p> <p>3.5.2. Diagramas de bode.</p> <p>3.4.2.1 Diseño de compensadores: de adelanto, de atraso, de adelanto-atraso.</p> <p><b>3.6. Realización discreta de filtros y compensadores.</b></p>	<p>1) Reconoce la diferencia entre estabilidad interna y estabilidad externa.</p> <p>2) Ubica diversos lugares geométricos de las raíces en el plano s y en el plano z.</p> <p>3) Caracteriza y modifica la respuesta transitoria y en estado permanente de un sistema de control tipo digital y/o discreto.</p> <p>4) Conoce los principales tipos de controladores digitales.</p> <p>5) Diseña controladores de tipo digital utilizando los métodos del lugar geométrico de las raíces.</p> <p>6) Diseña compensadores (y filtros) de tipo digital utilizando los métodos del respuesta en frecuencia.</p>	<p>1 Examen</p> <p>4 tareas</p> <p>2 reportes</p>
---	--	---

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Expone los conceptos estabilidad de sistemas en tiempo discreto en el plano z y muestra la correspondencia lugares geométricos del plano s al plano z.	Toma notas.	Apuntes de notas.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	3 horas
Expone la caracterización de la respuesta transitoria y en estado permanente.	Toma notas, participa en clase, elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente.	Apuntes de notas. Tarea sobre repuesta transitoria y respuesta en estado permanente.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	2 horas
Expone los principales tipos de controladores	Toma notas, participa en clase y elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente.	Apuntes de notas. Tarea sobre tipos de controladores de tipo digital.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	3 horas



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Expone el diseño basado en el Lugar geométrico de las raíces y diseña varios controladores.	Toma notas, participa en clase, elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente.	Apuntes de notas. Tarea sobre el diseño de controladores basados en el método del lugar geométrico de las raíces.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	6 horas
Expone la práctica referente al diseño de compensadores utilizando los métodos de respuesta en frecuencia.	Toma notas de los aspectos más importantes. Se reúnen en equipos de trabajo para discutir y desarrollar la práctica correspondiente.	Reporte de la práctica.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	2 horas
Expone el análisis y diseño basado en el método de respuesta en frecuencia y diseña compensadores.	Toma notas, participa en clase, elabora de ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente.	Apuntes de notas. Tarea sobre el diseño de controladores y/o compensadores basados en el método de respuesta en frecuencia.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	6 horas
Expone la práctica referente al diseño de compensadores utilizando los métodos de respuesta en frecuencia.	Tomar notas de los aspectos más importantes. Se reúnen en equipos de trabajo para discutir y desarrollar la práctica correspondiente.	Reporte de la práctica.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico	2 horas
Aplica examen de la correspondiente unidad temática.	Resuelve el examen de la correspondiente unidad temática.	Hoja de respuestas del examen.	Pintarron, hojas, calculadora	2 horas

## Unidad temática 4: Análisis de estabilidad y diseño de los sistemas de control tipo digital y/o discreto en el espacio de estados

**Objetivo de la unidad temática:** Conocer las principales técnicas de análisis de los sistemas de control de tipo digital y/o discreto representados en el espacio de estados con el fin de realizar el diseño de controladores y observadores de tipo digital.

**Introducción:** La representación de sistemas dinámicos en el espacio de estados es la base de la teoría del control moderno. En esta unidad temática se estudian los sistemas de control de tipo digital utilizando la representación de estados discreta, se obtiene la solución a ecuación de estados discreta y presentan las formas de discretizar las ecuaciones en el espacio de estados continuo. Se aborda el diseño de controladores por retroalimentación de estados y el diseño de observadores utilizando diversas técnicas. Una técnica de suma relevancia en el diseño de controladores y observadores es la basada en técnicas de optimización.

<b>Contenido temático</b>	<b>Saberes involucrados</b>	<b>Producto de la unidad temática</b>
---------------------------	-----------------------------	---------------------------------------



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p><b>4.1. Representación en el espacio de estados de un sistema en de control en tiempo discreto.</b></p> <p><b>4.1.1. Solución a las ecuaciones de estado en tiempo discreto. Matriz de transferencia pulso. Discretización de las ecuaciones en el espacio de Estados en tiempo continuo.</b></p> <p><b>4.2. Diseño de controladores por retroalimentación de Estados y diseño de observadores.</b></p> <p><b>4.2.1. Definición y criterio de Controlabilidad. Diseño mediante ubicación de polos (distintas técnicas).</b></p> <p><b>4.2.2. Definición y criterio de Observabilidad. Diseño de Observadores (distintas técnicas).</b></p> <p><b>4.2.3. Principio de separación. Control por retroalimentación de salida.</b></p> <p><b>4.4. Análisis y diseño de controladores y observadores por optimización</b></p> <p><b>4.4.1. (Opcional: análisis de estabilidad en el sentido de Lyapunov)</b></p> <p><b>4.4.2. Criterio de optimización</b></p> <p><b>4.4.3. Diseño del regulador optimo lineal (LQR)</b></p> <p><b>4.4.4. Observador óptimo (Filtro del Kalman)</b></p> <p><b>4.4.5. Control optimo con retroalimentación de salida (LQG)</b></p>		<p>1) Conoce la representación de estados en tiempo discreto.</p> <p>2) Calcula las soluciones de las ecuaciones de estado en tiempo discreto.</p> <p>3) Reconoce la relación de las ecuaciones de estado en tiempo discreto con la función de transferencia pulso.</p> <p>4) Conoce distintas formas de discretizar las ecuaciones de estado en tiempo continuo.</p> <p>5) Diseña controladores por retroalimentación de estados utilizando diversas técnicas.</p> <p>5) Diseña observadores de estados utilizando diversas técnicas.</p> <p>6) Diseña controladores por retroalimentación de salida.</p> <p>7) Diseña controladores y observadores utilizando técnicas de optimización.</p>	<p>1 Examen 1 Tarea 2 Reporte</p>	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<p>Expone la representación en el espacio de estados de un sistema en de control en tiempo discreto.</p> <p>Obtiene la solución a las ecuaciones de estado en tiempo discreto y relaciona la representación estados de un sistema en de control en tiempo discreto con la matriz de transferencia.</p>	<p>Toma notas, participa en clase y elabora ejercicios relativos al tema.</p>	<p>Apuntes de notas.</p>	<p>Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.</p>	<p>3 horas</p>
<p>Expone la discretización aproximada y exacta de las ecuaciones en el espacio de Estados en tiempo continuo.</p>	<p>Toma notas, participa en clase y elabora ejercicios relativos al tema.</p>	<p>Apuntes de notas.</p>	<p>Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.</p>	<p>1 hora</p>
<p>Define el concepto de controlabilidad y expone los criterios para determinarla.</p> <p>Expone el diseño de controladores por retroalimentación de estados utilizando diversas técnicas.</p>	<p>Toma notas, participa en clase y elabora ejercicios relativos al tema.</p>	<p>Apuntes de notas.</p>	<p>Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.</p>	<p>4 horas</p>



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Define el concepto de observabilidad y expone los criterios para determinarla. Expone el diseño de observadores de estados utilizando diversas técnicas.	Toma nota, participa en clase, elabora ejercicios relativos al tema y realiza la tarea correspondiente.	Apuntes de notas. Tarea sobre el diseño de controladores y observadores por retroalimentación de estados.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	3 horas
Expone el principio de separación y el control por retroalimentación de salida.	Toma notas y participa en clase.	Apuntes de notas.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	1 hora
Expone la práctica referente al diseño de controladores y observadores.	Toma notas de los aspectos más importantes. Se reúnen en equipos de trabajo para discutir y desarrollar la práctica correspondiente.	Reporte de la práctica.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	2 horas
Expone la relevancia del diseño de controladores y observadores por retroalimentación y los diferentes criterios de optimización.	Toma notas, participa en clase y elabora ejercicios relativos al tema	Apuntes de notas.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	1 hora
Expone el diseño del regulador óptimo lineal (LQR) y el diseño de observador óptimo.	Toma notas, participa en clase y elabora ejercicios relativos al tema.	Apuntes de notas.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	4 horas
Expone el diseño de control óptimo por retroalimentación de salida.	Toma notas y participa en clase.	Apuntes de notas.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	1 hora
Expone la práctica referente al diseño de control óptimo por retroalimentación de salida.	Tomar notas de los aspectos más importantes. Se reúnen en equipos de trabajo para discutir y desarrollar la práctica correspondiente.	Reporte de la práctica.	Pintarron, cañón y lap top y material bibliográfico.	2 horas
Aplica examen de la correspondiente unidad temática.	Resuelve el examen de la correspondiente unidad temática.	Hoja de respuestas del examen.	Pintarron, hojas, calculadora.	2 horas



### 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

#### Requerimientos de acreditación:

El alumno tendrá derecho al registro del resultado final de la evaluación en el período ordinario si tiene un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso. Además, debe entregar el Producto final. Para aprobar la Unidad de Aprendizaje el estudiante requiere una calificación mínima de 60.

#### Criterios generales de evaluación:

[Hacer referencia a los lineamientos básicos de fondo (contenido) y de forma (presentación y formato) de las evidencias o productos que se construirán durante el curso]

Las tareas a entregar deben seguir los siguientes lineamientos básicos (más los específicos de cada trabajo):

- Entrega en tiempo
- Deben tener los datos de la Unidad de Aprendizaje, tema de reporte, alumno, profesor y fecha de entrega.
- Se entregan de manera individual.

Los reportes y trabajos de investigación deben seguir los siguientes lineamientos básicos (más los específicos de cada trabajo):

- Entrega en tiempo
- Se entregan en equipos
- Diseño de portada con datos de la Unidad de Aprendizaje, tema de reporte, alumno, profesor y fecha de entrega.
- Deben tener siempre una introducción, un breve planteamiento del problema, un desarrollo y/o métodos utilizados, una presentación de resultados, una conclusión y referencias.
- La conclusión (según sea el caso debe rescatar) los principales aprendizajes. Todas las conclusiones de los reportes deben sustentarse en datos observados y/o argumentos sólidos.
- Todas las referencias se citarán adecuadamente conforme al criterio APA
- Queda estrictamente prohibido el plagio

Los exámenes deben seguir los siguientes lineamientos básicos

- Presentado en tiempo
- Se realiza de manera individual
- Debe desarrollarse a lápiz

Todos los trabajos deben entregarse en hojas blancas y se deben utilizar ambos lados de las hojas.

De haber presentaciones orales se evaluarán conforme a los siguientes rubros: Contenido suficiente, comprensión del contenido, dicción, volumen, apoyo visual y tiempo utilizado. Cuando se pida una presentación oral se entregará a los estudiantes una lista de elementos básicos que debe incluir.

#### Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Entrega de 9 tareas individuales	Competencias involucradas: T1) Modela y analiza procesos y sistemas de control con componentes digitales.	Tarea 1-Elementos básicos de sistemas de control digital.	9 %



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>T2) Identifica y propone soluciones a problemas de sistemas de control de tipo digital y/o discreto utilizando metodologías y conceptos matemáticos del área de control.</p> <p>G1) Analiza, sintetiza y procesa la información de diversas fuentes (de clases, artículos, libros, internet).</p> <p>G2) Identifica, propone y desarrolla alternativas de solución a diversos problemas de ingeniería de control.</p> <p>G4) Expresa correctamente opiniones, dudas e ideas de manera oral y escrita desde una perspectiva crítica y autocrítica.</p> <p>G5) Realiza y redacta reportes y/o trabajos de investigación de calidad.</p> <p>G6) Gestiona su propio aprendizaje.</p> <p>Saberes involucrados:</p> <p>H1) Identifica los sistemas de tipo digital</p> <p>H2) Recopila información de algún problema específico en los sistemas de control lineal de tipo digital y/o discreto</p> <p>H3) Analiza el comportamiento dinámico de sistemas lineales de tipo digital a través de técnicas en el tiempo y en la frecuencia.</p> <p>H4) Reconoce las propiedades de los diversos tipos de controladores,</p> <p>H5) Distingue las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto</p> <p>H6) Examina las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto en el espacio de estados.</p> <p>H7) Diseña controladores de tipo digital dadas ciertas especificaciones</p>	<p>Tarea 2- Sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo.</p> <p>Tarea 3-La transformada Z.</p> <p>Tarea 4-Función de transferencia pulso.</p> <p>Tarea 5- Análisis de respuesta transitoria y de estado permanente.</p> <p>Tarea 6-Principales tipos de controladores digitales.</p> <p>Tarea 7- Diseño basado en el Lugar geométrico de las raíces.</p> <p>Tarea 8- Análisis y diseño basado en el método de repuesta en frecuencia.</p> <p>Tarea 9- Diseño de controladores por retroalimentación de Estados y diseño de observadores</p>	
--	---	--	--



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>V5) Asiste a clase y presenta las tareas asignadas con puntualidad.</p> <p>V6) Elabora y presenta trabajos orales y escrito de calidad.</p>		
<p><b>Entrega de 4 reportes</b></p>	<p>Competencias involucradas:</p> <p>T3) Opera, desarrolla e implementa sistemas de control en tiempo discreto utilizando.</p> <p>T4) Opera, desarrolla e implementa sistemas de control en espacio de estados discreto.</p> <p>T5) Aprende nuevo conocimiento sobre el área de control de sistemas de manera independiente y autogestiva.</p> <p>G1) Analiza, sintetiza y procesa la información de diversas fuentes (de clases, artículos, libros, internet).</p> <p>G2) Identifica, propone y desarrolla alternativas de solución a diversos problemas de ingeniería de control</p> <p>G3) Adquiere y adapta nuevos conocimientos en forma colaborativa (trabajo en equipo)</p> <p>G4) Expresa correctamente opiniones, dudas e ideas de manera oral y escrita desde una perspectiva crítica y autocrítica.</p> <p>G5) Realiza y redacta reportes y/o trabajos de investigación de calidad.</p> <p>G6) Gestiona su propio aprendizaje.</p> <p>Saberes involucrados:</p> <p>H4) Reconoce las propiedades de los diversos tipos de controladores,</p> <p>H5) Distingue las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto</p>	<p>Reporte 1- Diseño basado en el Lugar geométrico de las raíces.</p> <p>Reporte 2- Análisis y diseño basado en el método de repuesta en frecuencia.</p> <p>Reporte 3- Diseño de controladores por retroalimentación de Estados y diseño de observadores.</p> <p>Reporte 4- Análisis y diseño de controladores y observadores por optimización</p>	<p><b>8 %</b></p>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>H6) Examina las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto en el espacio de estados.</p> <p>H7) Diseña controladores de tipo digital dadas ciertas especificaciones</p> <p>V1) Participa y colabora de manera responsable y respetuosa en equipos de trabajo</p> <p>V4) Mantiene una actitud crítica y reflexiva sobre temas particulares y de interés general.</p> <p>V5) Asiste a clase y presenta las tareas asignadas con puntualidad.</p> <p>V6) Elabora y presenta trabajos orales y escritos de calidad.</p> <p>V7) Mantiene compromisos consigo mismo y sus compañeros para lograr sus metas en la asignatura.</p>		
<b>3 exámenes parciales</b>	<p>Competencias involucradas:</p> <p>T1) Modela y analiza procesos y sistemas de control con componentes digitales.</p> <p>T2) Identifica y propone soluciones a problemas de sistemas de control de tipo digital y/o discreto utilizando metodologías y conceptos matemáticos del área de control.</p> <p>G2) Identifica, propone y desarrolla alternativas de solución a diversos problemas de ingeniería de control</p> <p>G4) Expresa correctamente opiniones, dudas e ideas de manera oral y escrita desde una perspectiva crítica y autocrítica.</p> <p>G6) Gestiona su propio aprendizaje.</p> <p>Saberes involucrados:</p> <p>H1) Identifica los sistemas de control de tipo digital.</p>	<p>Primer examen parcial-Unidades temáticas 1 y 2</p> <p>Segundo examen Parcial- Unidad Temática 3</p> <p>Tercer examen parcial-Unidad Temática 4</p>	<b>75 %</b>





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>H2) Recopila información de algún problema específico en los sistemas de control lineal de tipo digital y/o discreto.</p> <p>H3) Analiza el comportamiento dinámico de sistemas lineales de tipo digital a través de técnicas en el tiempo y en la frecuencia.</p> <p>H4) Reconoce las propiedades de los diversos tipos de controladores,</p> <p>H5) Distingue las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto.</p> <p>H6) Distingue y aplica las diversas técnicas para analizar y diseñar los sistemas de control de tipo digital y/o discreto en el espacio de estados.</p> <p>H7) Diseña controladores de tipo digital dadas ciertas especificaciones.</p> <p>V3) Sabe escuchar, interpretar y emitir mensajes de manera clara.</p> <p>V4) Mantiene una actitud crítica y reflexiva sobre temas particulares y de interés general.</p> <p>V5) Asiste a clase y presenta las tareas asignadas con puntualidad.</p> <p>V6) Elabora y presenta trabajos orales y escritos de calidad.</p> <p>V7) Mantiene compromisos consigo mismo y sus compañeros para lograr sus metas en la asignatura.</p>		
--	--	--	--

## Producto final

Descripción	Evaluación	
<b>Título:</b> Portafolio de Evidencias	<b>Criterios de fondo:</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Objetivo:</b> Recopilar tareas, reportes, exámenes, trabajos de investigación, elaborados por el estudiante con el fin de evaluar su desempeño académico a lo largo del ciclo escolar en curso.	El portafolio de evidencias debe cumplir con los siguientes lineamientos de fondo	<b>0%</b>
<b>Caracterización:</b> Portafolio de evidencias integrado por las diversas tareas, reportes, exámenes, y trabajos de investigación (rubros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada rubro del portafolio contendrá las tareas, reportes, trabajos de Investigación y exámenes realizados y/o entregados por el estudiante y deberán estar ordenados de manera cronológica.</li> </ul>	



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

elaborados por el estudiante a lo largo del ciclo escolar en curso. El portafolio estará dividido en cuatro rubros, cada uno contendrá los subproductos correspondientes.

Las tareas tienen una ponderación total de 9 %, los reportes tienen una ponderación total de 8 %, los trabajos de investigación tienen una ponderación total de 8% y los exámenes tienen una ponderación total del 75 %. Las tareas se entregan de manera individual, los reportes y trabajos finales se realizan y entregan por equipos. Los exámenes se presentan individualmente. Se realizan 3 exámenes parciales a lo largo del curso, cada uno tiene una ponderación total de 25 %, tiene una duración de 2 horas, maneja preguntas abiertas de conceptos teóricos y de ejercicios. Los ejercicios realizados en las tareas, en los reportes y en los exámenes, se califican considerando metodología utilizada, respuesta obtenida y la coherencia de la metodología utilizada con la respuesta obtenida. La evaluación final del alumno se obtendrá de la suma total de los puntos acumulados de cada rubro.

En conjunto los cuatro rubros cubren satisfactoriamente todos los puntos de las competencias del curso a excepción de la expresión oral que será evaluada diariamente con la participación de los estudiantes. La entrega del portafolio de evidencias es obligatorio.

- Trabajos no entregados en tiempo no formarán parte del portafolio y tendrán calificación asignada de cero.
- Cada uno de los trabajos debe satisfacer los lineamientos de los **criterios generales de la evaluación** establecidos arriba.
- La evaluación final del alumno se obtendrá de la suma total de los puntos acumulados en cada rubro.

**Criterios de forma:**

El portafolio de evidencias debe cumplir con los siguientes lineamientos de forma

- Entrega en tiempo: Se entregará un día después del tercer examen parcial.
- Debe tener una portada con datos de la Unidad de Aprendizaje, tema de reporte: portafolio de evidencias, alumno, profesor y fecha de entrega.
- Debe tener un índice con los rubros correspondientes: Tareas, Reportes, trabajos de Investigación y exámenes.
- Debe entregarse en un folder o carpeta sin engargolar.

**Otros criterios**

Criterio	Descripción	Ponderación
Participación	Participación activa en clase e interés de las intervenciones.	0%
Trabajos de Investigación	Asignación de temas selectos de interés para el alumno asignados por el profesor	8 %
Asistencia	Asistencia regular a clases	0 %



**6. REFERENCIAS Y APOYOS**

**Referencias bibliográficas**

**Referencias básicas**

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
Fernández del Busto y Ezeta, R.	2013	Análisis y diseño de sistemas de control digital.	McGraw Hill/interamericana.	
Ogata, K.	2000	Sistemas de control en tiempo discreto.	Prentice Hall. 2da edición.	
Kuo, B.	1997	Sistemas de Control digital.	CECSA	

**Referencias complementarias**

Franklin., G.F.,	1999	Digital control of dynamics systems.	Addison-Wesley.	
Lewis, F.L.	1992	Applied optimal Control and estimation: digital design and implementation	Prentice hall	
Houpis, C.	1992	Digital control systems: Theory, hadware, software.	Mac Graw- Hill. 2da Edición.	

**Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)**

Unidad temática 1:

Unidad temática 2:

Unidad temática 3:

Unidad temática 4:

Unidad temática 5:



## Reflexión sobre como contribuye el taller en mi formación y práctica docente

El taller *diseño de programas por competencias* me mostró como hacer un diseño muy sistemático del plan de estudios de mi materia y así poder estructurarla con base en los modelos de enseñanzas basados en competencias. Por supuesto que dicho curso va a mejorar mi práctica docente, desde impartirla de una mejor manera, hasta tomar en cuenta, para el buen desarrollo profesional del estudiante, no sólo el conocimiento adquirido sino las habilidades que desarrollo con base en ese conocimiento.

Desde punto de mi vista los modelos basados en competencia buscan sistematizar la enseñanza. Recordemos que cuando un proceso se sistematiza, es mucho más fácil encontrar donde aparecen los errores y donde es posible hacer ajustes para mejorar el proceso en general. Esta sistematización tiene como finalidad brindar una enseñanza de alta calidad a los estudiantes y forjarlos como *profesionales competentes* en el ámbito laboral y social en el que se desarrollen. Claro que en el proceso de la enseñanza siempre aparecen dos personajes principales el profesor y el alumno, no todas las responsabilidades de enseñanza recaen sobre el profesor ni todas recaen sobre el estudiante. Ambos deben tener y aprender y/o adquirir actitudes *competentes* en el proceso de enseñanza. Me queda claro que, bajo el modelo de competencias, la tarea principal del profesor es desarrollar las habilidades del estudiante para hacerlo una *profesional competente*, pero también me queda claro que el estudiante debe mostrar una actitud recíproca, su tarea es también desarrollarse así mismo como persona competente.

“¿Qué es lo que hace hombre al hombre, sus orígenes, la forma en la que llega al mundo? Yo creo que no, son las decisiones que toma, no es como empieza algo sino como decide acabarlo.” De la película Hellboy