



1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura			Clave de la UA
SISTEMAS ROBÓTICOS I			I9911
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Mixta	Curso	Básica particular	8
UA de pre-requisito		UA simultaneo	UA posteriores
NA		Sistemas Inteligentes IV	Sistemas Robóticos II
Horas totales de teoría		Horas totales de práctica	Horas totales del curso
48		32	80
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Ingeniería Robótica		Sistemas inteligentes	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Ciencias Computacionales		Robótica	
Elaboró		Fecha de elaboración o revisión	
Javier Enrique Gómez Avila		01/12/2020	



## 2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA

### Presentación

El curso versa sobre el modelado cinemático de los sistemas robóticos. Al inicio del curso se comprenden conceptos básicos de la cinemática, posteriormente se emplean métodos para obtener la cinemática directa y finalmente se estudia la cinemática diferencial. El modelado cinemático permite al alumno diseñar robots con las características óptimas, al igual que aplicar técnicas de control para dotar al robot de autonomía.

### Relación con el perfil

#### Modular

Existe un acuerdo general en que los robots deben percibir y manipular su entorno, y mostrar un comportamiento inteligente. Para ello, es necesario que los robots puedan entender lo que perciben y aprender a partir de ese entendimiento.

#### De egreso

El egresado de la ingeniería robótica es un profesionista capacitado para desempeñarse en el control de procesos industriales automatizados, la implementación de sistemas robóticos de propósitos específicos, sistemas de manufactura flexibles y el desarrollo de nuevas tecnologías.

### Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

#### Transversales

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis  
Identifica y resuelve problemas  
Capacidad de investigación  
Capacidad de aprender y actualizarse  
Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica  
Trabajo autónomo

#### Genéricas

Diseña y analiza sistemas robóticos a partir del estudio cinemático de los mismos.

#### Profesionales

Habilidad para el diseño de sistemas robóticos en procesos de automatización industrial, aplicando metodologías para el análisis cinemático del sistema.

### Saberes involucrados en la UA o Asignatura

#### Saber (conocimientos)

- Identifica los sistemas robóticos por su estructura cinemática, espacio de trabajo y ámbito de desarrollo.
- Comprende el movimiento del robot como resultado de sus componentes.
- Capacidad para el análisis cinemático de un robot.

#### Saber hacer (habilidades)

- Selecciona la representación adecuada para la pose de un robot.
- Capacidad para el diseño de sistemas robóticos.
- Emplea algoritmos de control para la resolución de problemas.
- Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la práctica.

#### Saber ser (actitudes y valores)

- Hábil para el trabajo en equipo y practicar competencias de trabajo colaborativo.
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad para resolver problemas con iniciativa, autonomía y creatividad.

### Producto Integrador Final de la UA o Asignatura

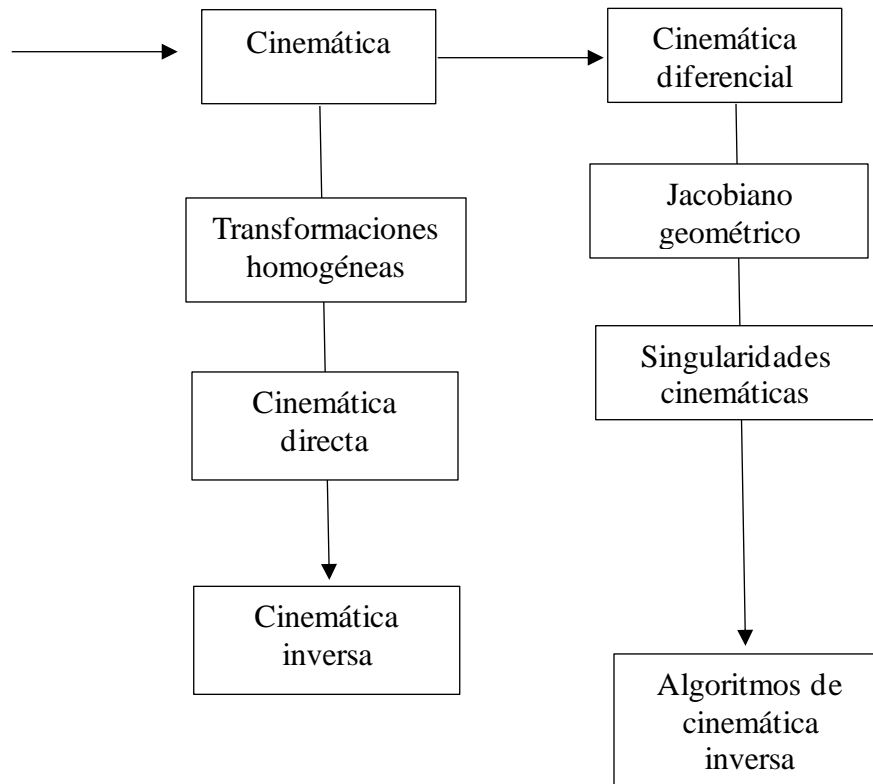
**Título del Producto:** Propuesta de manipulador industrial.

**Objetivo:** Diseñar, modelar, simular y aplicar un sistema robótico para la solución de una problemática dada.

**Descripción:** Presentar en reporte, el diseño de un manipulador industrial. Se especificará el tipo de articulaciones a utilizar y si análisis cinemático. El estudiante presentará sus resultados frente a grupo haciendo una simulación de su propuesta en donde llevará el efector final a diferentes coordenadas.



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





UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



#### 4. DISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

##### Unidad temática 2: Cinemática

**Objetivo de la unidad temática:** Aplicar algoritmos de cinemática para resolver problemas de posición y orientación descritas en el curso.

**Introducción:** Esta unidad temática permite al estudiante hacer un análisis cinemático de un manipulador, conocerá los tipos de articulaciones y sabrá calcular la posición del efector final a partir del valor de sus articulaciones.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
2. Cinemática 2.1 Transformaciones homogéneas 2.2 Cinemática directa 2.3 Cinemática inversa	Identifica la problemática de la cinemática ocupando procesos de ingeniería, cómputo y matemáticas. Usa técnicas de procesamiento de imágenes. Utiliza lenguajes de programación para el uso de técnicas de cinemática Fortalece la abstracción en la solución de problemas. Usa transformaciones homogéneas para resolver un problema de cinemática.	Reporte de resultados de implementación de la cinemática directa e inversa a un robot.

##### Actividad de aprendizaje 2.1: Transformaciones homogéneas (T.H.)

###### Introducción a la actividad

En esta actividad se abordará la representación de la posición del efector final con respecto a un marco de referencia usando transformaciones homogéneas.

###### Objetivo de la actividad

1. Conocer las transformadas homogéneas y sus propiedades.
2. Reconocer la orientación y la posición de un robot a partir de una transformada homogénea.
3. Encontrar la pose final de un robot como una composición de transformadas homogéneas.

###### Instrucciones

- a. Realiza ejercicios propuestos por el profesor de multiplicación matricial
- b. De dichos ejercicios, Identifica la matriz de rotación dentro de una transformada homogénea.
- c. Verifica que la matriz de rotación cumpla con las características de una matriz de rotación.
- d. Calcula la transformada inversa y verifica que la multiplicación de una T.H. por su inversa es la matriz identidad.
- e. Componer transformadas homogéneas utilizando multiplicación matricial.



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

f. Escanear y subir sus resultados a classroom en formato pdf con el formato T2\_1\_NombreApellido.pdf

### Recomendaciones

Desarrollar un programa en Matlab para comprobar resultados y hacer las verificaciones correspondientes de las matrices de rotación. Anexar la función de Matlab que programaron para apoyo.

### Herramientas para realizar la actividad

Video de la clase.  
Programa de Matlab.  
Escanear y enviar los resultados de los ejercicios a la plataforma classroom.

### Recursos informativos

Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica* (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.

### Lineamientos de evaluación

1. Verificación de la matriz de rotación
2. Cálculo de la transformada inversa
3. Multiplicación de Transformadas homogéneas.

### Duración de la actividad

12 días

### Puntaje de la actividad

10%

### Actividad de aprendizaje 2.2: Cinemática directa

#### Introducción a la actividad

En esta unidad temática, el estudiante conocerá la metodología para el cálculo de la pose de un manipulador. La representación final está dada por una transformada homogénea.

#### Objetivo de la actividad

1. Calcular la cinemática directa de un manipulador.

#### Instrucciones

- a. Utilizar la metodología D.H.
- b. Colocar marcos de referencia para cada eslabón siguiendo la metodología D.H.
- c. Encontrar los parámetros D.H.
- d. A partir de los parámetros D.H. encontrar las transformaciones entre eslabones consecutivos



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ul style="list-style-type: none"><li>e. Encontrar la Transformada final usando composición de T.H.</li><li>f. Realizar un programa en Matlab que grafique todas las posiciones posibles de un manipulador.</li><li>g. Escanear y subir sus resultados a classroom en formato pdf con el formato T2_2_NombreApellido.pdf</li><li>Anexar imagen de Matlab con los resultados de su programa</li><li>h. Anexar su programa.</li></ul>	
<b>Recomendaciones</b>	
Verificar en cada eslabón que la T.H. encontrada cumple con las características de una T.H. Utilizar la toolbox de robotics para comprobar resultados.	
<b>Herramientas para realizar la actividad</b>	
Video de la clase. Matlab. Classroom	
<b>Recursos informativos</b>	
Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). <i>Fundamentos de robótica</i> (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.	
Corke, P. I. (1996). A robotics toolbox for MATLAB. <i>IEEE Robotics &amp; Automation Magazine</i> , 3(1), 24-32.	
<b>Lineamientos de evaluación</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>1. Los marcos de referencia cumplen con la metodología D.H.</li><li>2. Las T.H. cumplen con las características de las T.H.</li></ul>	
<b>Duración de la actividad</b>	<b>Puntaje de la actividad</b>
16 días	10%

<b>Actividad de aprendizaje 2.3: Cinemática inversa</b>
<b>Introducción a la actividad</b>
En esta actividad, se aborda la cinemática inversa. En esta ocasión, partimos de una pose deseada para el efector final y se calcularán los valores de las articulaciones para alcanzar dicha pose.
<b>Objetivo de la actividad</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>1. Calcular los valores de las articulaciones para alcanzar una pose deseada</li></ul>
<b>Instrucciones</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>a. Calcular la cinemática inversa utilizando el método geométrico, desacoplamiento cinemático o despejando de la cinemática directa conocida en la unidad temática anterior.</li><li>b. Especificar si existen múltiples soluciones para una pose deseada.</li><li>c. Escanear y subir sus resultados a classroom en formato pdf con el formato T2_3_NombreApellido.pdf</li></ul>
<b>Recomendaciones</b>
Utilizar la toolbox de robotics para comprobar resultados.
<b>Herramientas para realizar la actividad</b>



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Video de la clase.

Programa de Matlab.

Escanear y enviar los resultados de los ejercicios a la plataforma. Anexar la función de Matlab que programaron para apoyo.

### Recursos informativos

Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica* (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.

Corke, P. I. (1996). A robotics toolbox for MATLAB. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 3(1), 24-32.

### Lineamientos de evaluación

1. Se llegan a ecuaciones para el cálculo de cada articulación.
2. Las ecuaciones están en función de valores conocidos.

### Duración de la actividad

16 días

### Puntaje de la actividad

10%

## Actividad de aprendizaje integradora de la unidad 2: Cinemática directa del manipulador propuesto

### Introducción a la actividad

Como continuación de la actividad integradora 1. Se hará el análisis de la cinemática directa e inversa del manipulador propuesto por el estudiante. Esta actividad forma parte del proyecto integrador final de la unidad de aprendizaje.

### Objetivo de la actividad

1. Aplicar la metodología aprendida en esta unidad temática a su propuesta de manipulador

### Instrucciones

- a. Aplicar metodología D.H.
- b. Utiliza los parámetros D.H. encontrados para hacer simulación en Matlab con la toolbox robotics.
- c. Con ayuda de la toolbox, hacer un programa que grafique el espacio de trabajo
- d. Calcular cinemática inversa utilizando cualquier método de la unidad temática.
- e. Escanear y subir sus resultados a classroom en formato pdf con el formato AI\_2\_NombreApellido.pdf

### Recomendaciones

Comprobar que el diseño es el mismo que el que arroja como resultado la toolbox. Si no es el mismo, significa que los parámetros D.H. no han sido seleccionados correctamente.

### Herramientas para realizar la actividad

Video de la clase.

Programa de Matlab.

Subir a la plataforma un reporte con la cinemática directa e inversa del manipulador.

### Recursos informativos

Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica* (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.





## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Corke, P. I. (1996). A robotics toolbox for MATLAB. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 3(1), 24-32.

### Lineamientos de evaluación

1. El reporte incluye la metodología D.H.
2. Sigue correctamente la metodología.
3. El diseño propuesto coincide con la simulación de Matlab.

### Duración de la actividad

4 días

### Puntaje de la actividad

5%

## Unidad temática 3: Cinemática diferencial

**Objetivo de la unidad temática:** Calcular el Jacobiano de un manipulador

**Introducción:** La cinemática diferencial se basa en el cálculo de una matriz Jacobiana. Dicha matriz es un mapeo entre las velocidades en el espacio articular y las velocidades en el espacio cartesiano.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
3. Cinemática diferencial 3.1 Jacobiano 3.2 Singularidades cinemáticas 3.3 Algoritmos de cinemática inversa	Conceptos básicos de representación gráfica y programación	Reporte de resultados de implementación de la cinemática diferencial inversa a un robot.

### Actividad de aprendizaje 3.1: Jacobiano

#### Introducción a la actividad

Esta actividad aborda el Jacobiano. El jacobiano es una matriz que funciona como mapeo entre las velocidades de las articulaciones y la velocidad del efector final.

#### Objetivo de la actividad

1. Calcular el Jacobiano

#### Instrucciones

- a. A partir de la cinemática directa, encontrar el jacobiano de los manipuladores propuestos por el profesor. El jacobiano debe estar compuesto por el jacobiano de posición y el jacobiano de orientación.

#### Recomendaciones

Verifique que el número de columnas de la matriz jacobiana sea el mismo que el número de articulaciones en el manipulador. Verificar que cada columna del jacobiano sea consistente con el tipo de articulación (ya sea de revolución o prismática).

#### Herramientas para realizar la actividad

Video de la clase.

Resolución de ejercicios propuestos por el profesor. La solución deberá ser escaneada y subida a la plataforma.

#### Recursos informativos



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica* (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.

### Lineamientos de evaluación

1. Cumple con el jacobiano de posición
2. Cumple con el jacobiano de orientación
3. Los jacobianos son consistentes con el tipo de articulación

### Duración de la actividad

14 días

### Puntaje de la actividad

10 %

### Actividad de aprendizaje 3.2: Singularidades cinemáticas

#### Introducción a la actividad

Existen ciertas configuraciones para los manipuladores, en las cuales perdemos un grado de libertad. Dichas configuraciones pueden suponer un problema durante el cálculo de las velocidades durante el movimiento del manipulador y se conocen como singularidades cinemáticas.

#### Objetivo de la actividad

1. Encontrar configuraciones singulares para un manipulador

#### Instrucciones

- a. Calcular la matriz jacobiana para un manipulador
- b. Calcular el determinante del jacobiano
- c. Encontrar, a partir del jacobiano, las configuraciones singulares del manipulador. Estas configuraciones serán aquellas que hagan que el determinante del Jacobiano igual a cero.

#### Recomendaciones

Colocar, en la simulación de Matlab, el manipulador en la configuración singular encontrada por el método del determinante del jacobiano y verificar que se ha perdido un grado de libertad.

#### Herramientas para realizar la actividad

Video de la clase.

Programa de Matlab.

Hacer un programa en Matlab para el cálculo del Jacobiano y comprobar los resultados. Escanear los resultados obtenidos en la plataforma y anexar el programa.

#### Recursos informativos

Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica* (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.

Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2006). *Robot modeling and control*.

Corke, P. I. (1996). A robotics toolbox for MATLAB. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 3(1), 24-32.

### Lineamientos de evaluación

1. Se calcula el determinante
2. Se iguala a cero y despeja para encontrar configuraciones singulares
3. Se incluye el programa para el cálculo del determinante



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Duración de la actividad	Puntaje de la actividad
14 días	5%

Actividad de aprendizaje 3.3: Algoritmos de cinemática inversa	
Introducción a la actividad	
En esta actividad se utiliza la cinemática diferencial inversa como alternativa al cálculo de la cinemática inversa.	
Objetivo de la actividad	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Posicionar un manipulador en una pose deseada utilizando cinemática diferencial inversa</li><li>2. Conocer la diferencia entre este método y los métodos de la unidad temática 2</li></ol>	
Instrucciones	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Calcule el Jacobiano del manipulador propuesto por el profesor.</li><li>2. Hacer un programa en Matlab que posicione el efector final del manipulador propuesto por el profesor. Dicho programa será enviado al profesor por medio de classroom y se verificará que el manipulador alcance las diferentes posiciones deseadas.</li><li>3. Explicar en el reporte, las ventajas de calcular la cinemática inversa utilizando este método</li></ol>	
Recomendaciones	
Modificar la ganancia "lambda" para cambiar la velocidad del manipulador. Si esta es muy alta, podría hacer que el manipulador de desestabilice.	
Herramientas para realizar la actividad	
Anexar en la plataforma el programa que hicieron para el cálculo de la cinemática inversa utilizando el Jacobiano. El profesor validará el resultado, llevando el manipulador a diferentes posiciones deseadas.	
Recursos informativos	
Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). <i>Fundamentos de robótica</i> (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.	
Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2006). <i>Robot modeling and control</i> .	
Corke, P. I. (1996). A robotics toolbox for MATLAB. <i>IEEE Robotics &amp; Automation Magazine</i> , 3(1), 24-32.	
Lineamientos de evaluación	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. El reporte explica la ventaja del uso de la cinemática diferencial inversa</li><li>2. El manipulador en la animación alcanza la posición deseada.</li></ol>	
Duración de la actividad	Puntaje de la actividad
14 días	5%



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### Actividad de aprendizaje integradora de la unidad 3: Cinemática diferencial del manipulador propuesto

#### Introducción a la actividad

Como continuación de la actividad integradora 2. Se hará el análisis de la cinemática diferencial directa e inversa del manipulador propuesto. Esta actividad forma parte del proyecto integrador final de la unidad de aprendizaje.

#### Objetivo de la actividad

1. Aplicar la metodología aprendida en esta unidad en el proyecto integrador.
2. Calcular el jacobiano de un manipulador propuesto por el estudiante.

#### Instrucciones

- a. Calcular el Jacobiano del manipulador propuesto por el estudiante y que ha sido diseñado en la actividad integradora 1.
- b. Verificar que el procedimiento y el jacobiano calculado, coincida con el jacobiano calculado con el programa de Matlab desarrollado en esta unidad temática.
- c. Realizar simulaciones y anexar imágenes de los resultados al reporte.

#### Recomendaciones

Modificar la ganancia "lambda" para cambiar la velocidad del manipulador. Si esta es muy alta, podría hacer que el manipulador de desestabilice. Realizar simulaciones para verificar que la cinemática diferencial inversa lleve el manipulador a una pose deseada.

#### Herramientas para realizar la actividad

Reportar el procedimiento utilizado para el cálculo del jacobiano y subir dicho reporte a la plataforma.

#### Recursos informativos

Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica* (Vol. 2, pp. 108-122). Madrid: McGraw-Hill.

Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2006). *Robot modeling and control*.

Corke, P. I. (1996). A robotics toolbox for MATLAB. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 3(1), 24-32.

#### Lineamientos de evaluación

1. El reporte incluye el jacobiano de posición
2. El reporte incluye el jacobiano de orientación
3. El reporte incluye imágenes como resultado de las simulaciones.

#### Duración de la actividad

4 días

#### Puntaje de la actividad

5%



5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN					
Requerimientos de acreditación:					
Tener por lo menos el 80% de asistencia a clases para obtener calificación aprobatoria en la unidad de aprendizaje. Tener por lo menos 65% de asistencia a clases para obtener calificación aprobatoria en el examen extraordinario.					
Criterios generales de evaluación:					
Entrega de reportes de actividades y prácticas 40%					
Entrega de reporte de proyecto 40%					
Calificación de la exposición 20%					
Actividad	Competencia	Descripción de la actividad	Producto de aprendizaje	Número de días (naturales)	Valor en puntos
Actividad 1.1: Robots manipuladores	Conoce los conceptos básicos de robots manipuladores	Describir los robots manipuladores	Reporte clasificación de robots manipuladores	2	1%
Actividad 1.2: Robots móviles	Conoce los conceptos básicos de robots móviles	Describir los robots móviles	Reporte clasificación de robots móviles	2	1%
Actividad 1.3: Robots industriales	Identifica las estructuras mecánicas de los diferentes tipos de robots.	Identificar los tipos de robots utilizados en la industria.	Reporte ejemplos de robots industriales	2	3%
Actividad 2.1: Pose de un robot	Identifica y expresa la posición de un robot con respecto a un marco de referencia	Exposición del tema por parte del docente y solución de ejemplos propuestos.	Ejercicios que reporten la posición de un efector final con respecto a su base.	4	3%
Actividad 2.2: Orientación de un robot	Identifica y expresa la orientación de un robot con diferentes representaciones de rotaciones	Exposición del tema. Resolver ejercicios de conversión entre representaciones de rotaciones.	Formulario de conversiones entre representaciones de rotaciones.	8	3%
Actividad 2.3: Transformaciones homogéneas	Usa transformaciones homogéneas para resolver un problema de cinemática	Exposición del tema. Resolver ejercicios de multiplicación matricial. Resolver ejemplos de representaciones de poses con Transformadas homogéneas.	Ejercicios de composición de transformaciones homogéneas	10	4%



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Actividad 2.4: Cinemática directa	Calcula la pose del efector final	Exposición de la metodología Denavit-Hartenberg. Resolver ejemplos utilizando la metodología DH y llegar a una representación con una Transformada homogénea	Ejercicios. Resolución de ejemplos de cálculo de cinemática directa utilizando la metodología DH y usando T.H. para su representación	16	5%
Actividad 2.5: Cinemática inversa	Calcula la cinemática inversa para posicionar un robot.	Investigar diferentes métodos para el cálculo de la cinemática inversa: 1. Geométrico 2. Desacoplamiento cinemático 3. A partir de la cinemática directa	Reporte con los diferentes métodos.  Ejercicios de resolución de la cinemática inversa	16	5%
Actividad 2.6: Examen	Resuelve la cinemática de un manipulador	Resolución de examen de ejercicios de cálculo de cinemática directa e inversa.	Examen	2	25%
Producto integrador de la unidad 2	Diseña un manipulador como solución a un problema industrial	Construir un manipulador. El estudiante seleccionará las articulaciones y eslabones necesarios para resolver un problema industrial. Se deberán calcular los grados de libertad, implementar la metodología DH y calcular su cinemática directa.	Reporte con el diseño del manipulador. El reporte incluye el cálculo de grados de libertad y los pasos para llegar a su cinemática directa	4	5%
Actividad 3.1: Jacobiano geométrico	Entiende el mapeo que existe entre velocidades del espacio articular y velocidades en el espacio cartesiano.	Exposición del tema. El estudiante resuelve problemas de calcular el Jacobiano.	Formulario para el cálculo de: 1. Jacobiano de posición en articulaciones prismáticas y de revolución 2. Jacobiano de orientación para	14	5%



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

			articulaciones prismáticas y de revolución Ejercicios.		
Actividad 3.2: Singularidades cinemáticas	Analiza las configuraciones del robot en busca de posiciones singulares.	A partir del conocimiento del Jacobiano, encontrar configuraciones singulares para un manipulador propuesto	Reporte donde expliquen las singularidades cinemáticas y su relación con el jacobiano. El reporte debe incluir la problemática que existe en estas configuraciones y su relación con las velocidades tanto en espacio articular como cartesiano.	14	5%
Actividad 3.3: Algoritmos de cinemática inversa	Posiciona un manipulador en una pose deseada	A partir del uso del Jacobiano, utilizar la cinemática diferencial inversa para posicionar el efector final en una posición y orientación deseada.	Simulación de manipulador propuesto alcanzando una posición deseada.	14	5%
Actividad 3.4: Examen	Calcula el Jacobiano de un manipulador	Resolver examen presencial sobre cálculo de la cinemática diferencial	Examen	1	15%
Producto integrador de la unidad 3	Posiciona un manipulador en una pose deseada	Continuación del producto integrador de la unidad 2.  Calcular la cinemática diferencial (Jacobiano geométrico) del manipulador propuesto en la unidad anterior.  Utilizar cinemática diferencial inversa para	Reporte con el cálculo del Jacobiano del manipulador diseñado en la unidad 2.	4	5%



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

		simular el movimiento del manipulador			
Producto Integrador Final de la Unidad de Aprendizaje	El estudiante es capaz de proponer una solución robótica a un problema industrial.	<p>Integrar productos integradores de unidad 2 y 3.</p> <p>Construir un robot en software CAD. Calcular sus grados de libertad e implementar la metodología DH para el cálculo de la cinemática directa y espacio de trabajo.</p> <p>Calcular la cinemática diferencial y utilizar la cinemática diferencial inversa para simular el posicionamiento del manipulador propuesto en una pose deseada.</p> <p>Presentación de los resultados y de la simulación frente a grupo.</p>	<p>Reporte que incluya los puntos de los productos integradores de las unidades 2 y 3.</p> <p>Presentación frente a grupo donde muestren la simulación del manipulador propuesto y su posicionamiento en una pose deseada.</p>	4	10%

## 6. REFERENCIAS Y APOYOS

### Referencias bibliográficas

#### Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o biblioteca virtual donde esté disponible (en su caso)
Antonio Barrientos, Luis Felipe, Carlos Balaguer, Rafael Aracil	2007	Fundamentos de robótica	McGraw-Hill	





## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Fernando Torres	2002	Robots y sistemas sensoriales	Pearson Educación	
Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar	2006	Robot Modeling and Control	John Wiley & sons, inc	
Referencias complementarias				
Kevin M. Lynch, Frank C. Park	2017	Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control	Cambridge University Press	
Apoyos (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)				
<b>Unidad temática 1:</b> <b>Diapositivas y bibliografía recomendada</b>				
<b>Unidad temática 2:</b> <b>Diapositivas y bibliografía recomendada</b>				
<b>Unidad temática 3:</b> <b>Diapositivas y bibliografía recomendada</b>				