



Guía para el profesor

Robótica
LSMR18o6



Índice

Información general del curso	1
Metodología	2
Evaluación.....	4
Bibliografía.....	5
Tips importantes.....	6
Temario	7
Notas de enseñanza	9
Evidencia.....	10

Información general del curso

Modalidades

- Clave banner: LSMR18o6
- Modalidad: Presencial y Flex

Competencia del curso

Utilizar los modelos cinemáticos y dinámicos para determinar la función de un robot industrial.





Metodología

1. Características del curso
 - a. El curso se imparte con la técnica didáctica de Aula Invertida.
 - b. Tiene una competencia y tres evidencias (una para cada módulo).
 - c. Está conformado por tres módulos distribuidos en 15 temas que integran su contenido.
 - d. Se desarrollan actividades dentro del aula (individuales o en equipo) y actividades previas que tiene que realizar el alumno para acudir preparado a clase (con excepción de la primera sesión).

El modelo educativo de la Universidad Tecmilenio, cuya visión es "Formar personas con propósito de vida y las competencias para alcanzarlo", está enfocado en el desarrollo de competencias que distingan a sus estudiantes y los capaciten para actuar ante diversos contextos, sean previstos o impredecibles, dado que vivimos en constante cambio, empoderándolos para ser autoaprendices y para aprender a aprender. Todo esto para su florecimiento humano, tomando en cuenta los elementos del Ecosistema de Bienestar y Felicidad de la Universidad.

Nuestra meta más importante en el aula es lograr un aprendizaje centrado en el estudiante, por lo cual, el modelo que seguimos para el diseño e impartición de cursos es también constructivista, al presentar un cambio en los roles:

- Los estudiantes obtienen las bases para hacer una interpretación de la realidad y construir su propio conocimiento, al aprender haciendo (no solamente viendo, escuchando y leyendo).
- Los docentes, al ser expertos en su disciplina y trabajar en la industria, aportan su experiencia laboral para guiar a los estudiantes y construir ambientes de aprendizaje en contextos reales que los motiven a aprender, enriqueciendo así, su experiencia de aprendizaje.

Con esta visión constructivista se ha incorporado la técnica didáctica de Aula Invertida para apoyar el aprendizaje activo. En seguida se explica la modalidad de este curso.

Modalidad: Aula Invertida con ciclo semanal

Los estudiantes, comprometiéndose con su aprendizaje, realizan actividades o requerimientos antes de la clase para introducirlos a los conceptos que aplicarán en el aula. De esta manera, cuando los estudiantes acudan al aula estarán más preparados para aclarar dudas, explorar, practicar, comprender la experiencia de sus docentes y ser guiados por ellos en la realización de actividades que buscan crear valiosas experiencias y oportunidades para el aprendizaje personal, al involucrar, estimular y retar a los estudiantes en el descubrimiento de respuestas.

El docente debe revisar a fondo las actividades antes de que las realicen los estudiantes y conocer todos los aspectos teóricos involucrados (capítulos de libros de texto o de apoyo y recursos), para brindar una respuesta o ayuda oportuna a los estudiantes dentro del modelo constructivista. Asimismo, debe indicar a los estudiantes la información que requieren estudiar y buscar en Internet para que puedan llevarla a las sesiones de clase, en el caso de que así se requiera.

A partir del tema 1, los estudiantes se prepararán antes de la clase estudiando los temas a tratar incluyendo sus recursos, además, en algunas ocasiones, tendrán que realizar algún ejercicio como parte de la actividad previa o del apartado de requerimientos.

El docente debe desarrollar y aplicar comprobaciones de lo que los estudiantes debieron realizar previamente y luego iniciar su clase con una breve explicación de la actividad y una visión general de los conceptos más importantes en los que los estudiantes deben enfocar su atención. Considerando esta explicación, los estudiantes inician su trabajo y el docente monitorea su avance (no al frente del grupo, sino caminando entre las mesas y en ocasiones sentándose al lado de los estudiantes para observar su trabajo), tratando de no interrumpir los procesos de aprendizaje, pero guiando la actividad para que los estudiantes se enfoquen en lo que están haciendo.

Es muy importante que el docente transmita a los estudiantes sus experiencias relacionadas con los temas y aclare dudas.



Evaluación

Unidades	Instrumento evaluador	Porcentaje
15	Actividades	45
3	Evidencias	33
1	Primer examen parcial	11
1	Segundo examen parcial	11
<i>Total</i>		<i>100 puntos</i>

Actividad	Tema	Porcentaje
Actividad 1	Tema 1	3
Actividad 2	Tema 2	3
Actividad 3	Tema 3	3
Actividad 4	Tema 4	3
Actividad 5	Tema 5	3
Evidencia 1		11
Primer examen parcial		11
Actividad 6	Tema 6	3
Actividad 7	Tema 7	3
Actividad 8	Tema 8	3
Actividad 9	Tema 9	3
Actividad 10	Tema 10	3
Evidencia 2		11
Segundo examen parcial		11
Actividad 11	Tema 11	3
Actividad 12	Tema 12	3
Actividad 13	Tema 13	3
Actividad 14	Tema 14	3
Actividad 15	Tema 15	3
Evidencia 3		11
Total	Tema Total	100



Bibliografía

Libros de texto

➔ Reyes, F. (2016). *Robótica - control de robots manipuladores* (Spanish Edition). España: Alfaomega Grupo Editor. ISBN: 978-607-707-190-7

Libros de apoyo

➔ Craig, J. (2006). *Robótica* (3ª ed.). México: Prentice Hall. ISBN: 9789702607724

➔ Kumar, S. (2010). *Introducción a la Robótica*. España: McGraw Hill. ISBN: 9786071503138

➔ Spong, M., Hutchinson, S. and Vidyasagar, M. (2020). *Robot Modeling and Control* (2nd ed.). UK: John WILEY Editor. ISBN: 978-1119523994

Recursos especiales

Para la impartición de este curso, se requiere software especializado:

- Siemens Process Simulate
- Siemens NX





Tips importantes

Antes de impartir el curso, por favor revisa de manera general los datos y conceptos proporcionados en el mismo, con el fin de detectar y, en su caso, poder actualizar y/o enriquecer previamente la información específica al tiempo en que se está impartiendo el curso.

Un aspecto de gran importancia en el desarrollo de los temas es el involucramiento del facilitador para propiciar que la competencia del curso se cumpla, pero también ir preparando a los participantes para que vayan desarrollando propuestas de soluciones innovadoras a problemas actuales.

Las notas de enseñanza aquí mostradas son referencia para la versión presencial y en línea, a menos que se indique lo contrario en cada tema.



Temario

Tema 1.	Panorámica de la robótica
1.1	Antecedentes históricos
1.2	Origen y desarrollo de la robótica
1.3	Definición y clasificación de los robots
Tema 2.	Morfología del robot
2.1	Estructura mecánica del robot
2.2	Transmisores y reductores
Tema 3.	Actuadores y sensores
3.1	Actuadores
3.2	Sensores internos y externos
3.3	Efectores finales
Tema 4.	Representación de la posición de un cuerpo en el espacio
4.1	Representación de la posición
Tema 5.	Análisis cinemático directo
5.1	Matriz de transformación homogénea
5.2	Análisis cinemático directo
Tema 6.	Análisis cinemático inverso
6.1	Análisis cinemático inverso
Tema 7.	El jacobiano
7.1	Matriz jacobiana
Tema 8.	Modelo dinámico de un robot industrial
8.1	Modelo dinámico de un robot industrial

Tema 9.	Modelo dinámico mediante la formulación de Lagrange-Euler
9.1	Modelo dinámico mediante la formulación de Lagrange-Euler
9.2	Modelo dinámico de los actuadores
Tema 10.	Control cinemático de robots
10.1	Control monoarticular
10.2	Control multiarticular
10.3	Control adaptativo
Tema 11.	Control dinámico de los robots
11.1	Control de fuerza
Tema 12.	Aspectos prácticos de un controlador
12.1	Aspectos prácticos de un controlador
Tema 13.	Aplicaciones industriales
13.1	Manejo de materiales
13.2	Ensamblajes
13.3	Soldadura
13.4	Pintura
Tema 14.	Programación de los robots industriales
14.1	Programación textual
14.2	Programación en línea
14.3	Programación fuera de línea (<i>offline</i>)
Tema 15.	Introducción a los nanorrobots
15.1	¿Qué son los nanorrobots?
15.2	Su situación actual y su impresionante potencial
15.3	Tipos de nanorrobots



Notas de enseñanza

Tema 1

En el tema de Panorámica de la robótica, el estudiante comprenderá los conceptos subyacentes en el diseño y construcción de un robot y su funcionamiento. Además de entender cuál es la importancia de conocer la posición y la orientación de un cuerpo rígido en el espacio y cómo se aplica en la robótica industrial.

Actividad 1.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 2

En el tema Morfología del robot, se estudiarán las configuraciones básicas de los robots, lo cual permite entender la estructura mecánica del robot. Conocer la morfología de los robots es muy importante para estudiar el curso de robótica industrial, debido a que, en la industria, los robots son utilizados para tareas muy distintas y conocer los diferentes tipos de estructuras les permitirá a los alumnos aplicar el robot adecuado según la situación.

Actividad 2.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 3

El tema de Actuadores y sensores es de gran importancia para un robot industrial, ya que la elección de los actuadores incidirá directamente en el tipo de controlador que se diseñará. Además, el tipo de sensor interno que se use dará la retroalimentación necesaria al control. En algunos robots se han utilizado actuadores hidráulicos o neumáticos, sobre todo en los primeros robots; el invento de los actuadores eléctricos permitió un mejor control sobre el movimiento de los robots.

Actividad 3.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 4

En el tema de Representación de la posición de un cuerpo rígido en el espacio, se debe prestar singular atención debido a que es la introducción al modelado cinemático. Para muchos estudiantes es complicado representar la posición de un cuerpo en el espacio, por las convenciones geométricas que esto lleva. Para que el concepto quede más claro, te recomendamos hacer ejercicios en los que se pueda graficar un punto en 3D.

Actividad 4.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 5

En el tema de Representación de la orientación de un cuerpo en el espacio, es fundamental que el estudiante entienda cuál es la relación de la representación de la orientación con la robótica, ya que una vez que comprenda este concepto podrá fácilmente ubicar la pose del efector final en la mesa de trabajo donde el robot desempeñará sus tareas.

Actividad 5.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 6

En este módulo, el estudiante aprenderá a desarrollar los modelos cinemático y dinámico de un robot serial. Antes de iniciar la clase sobre el análisis cinemático directo, en el tema 6, puedes compartir con los alumnos ejemplos de los siguientes conceptos claves:

- Definir qué es la cinemática inversa.
- En qué momento se aplica la cinemática inversa.
- Cómo se calcula la cinemática inversa.

Actividad 6.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 7

Con respecto al tema del jacobiano, revisa los siguientes conceptos clave:

- Describir la velocidad lineal.
- Describir la velocidad rotacional.
- Establecer una matriz jacobiana.

Actividad 7.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 8

En el tema de Modelo dinámico de un robot industrial, se podrán obtener las ecuaciones de tensores de inercia y aceleraciones de los cuerpos rígidos. Revisa los siguientes conceptos clave:

- Identificar cómo se calculan las velocidades lineales.
- Identificar cómo se calculan las velocidades angulares.
- Entender la distribución de la masa.

Actividad 8.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 9

En el tema de Modelo dinámico mediante Lagrange-Euler, se podrán obtener las ecuaciones de torque de los actuadores del manipulador. Revisa los siguientes conceptos claves:

- Determinar el modelo dinámico de un robot.
- Calcular la dinámica de los actuadores de un robot industrial.
- Determinar la importancia de realizar un modelo dinámico de un robot.

Actividad 9.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 10

Con respecto al tema de Control cinemático de robots, revisa los siguientes conceptos clave:

- Describir el control monoarticular.
- Describir el control multiarticular.
- Describir el control adaptativo.
- Definir las diferencias entre estos tres controladores.

Actividad 10.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 11

Sobre el tema Control dinámico de robots, revisa los siguientes conceptos con los aprendedores:

- Describir un controlador de fuerza.
- Definir en qué ocasiones es más conveniente utilizar un controlador de fuerza.

Actividad 11.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 12

En el tema Aspectos prácticos de un controlador es de suma importancia realizar una correcta sintonización del controlador, así como de la saturación del amplificador. Revisa los siguientes conceptos:

- Describir cuáles son los aspectos prácticos para la implementación de un controlador.
- Describir la solución para el problema de especificaciones del diseño.
- Describir la solución para el problema de flexión y oscilaciones estructurales.

Actividad 12.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 13

En el tema Aplicaciones industriales, revisa los siguientes conceptos clave con los aprendedores:

- Identificar cómo se calculan las velocidades lineales.
- Identificar cómo se calculan las velocidades angulares.
- Entender la distribución de la masa.

Actividad 13.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 14

El tema Programación de robots es muy importante, ya que involucra todos los conocimientos adquiridos. Existen diversas maneras de programar un manipulador industrial y, generalmente, cada fabricante posee su propio lenguaje de programación. Revisa los puntos clave del tema con los aprendedores:

- Determinar las metodologías para programar un manipulador industrial.
- Definir las ventajas y desventajas de la programación lineal y fuera de línea.
- Identificar la diferencia entre la programación en línea y la programación fuera de línea.

Actividad 14.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.

Tema 15

En este tema es muy importante enfatizar en los siguientes conceptos clave:

- Definir el concepto de los nanorrobots.
- Identificar los tipos de nanorrobots.

Actividad 15.

Realiza la actividad del tema siguiendo las instrucciones de cada software propuesto en el curso, esto con el objetivo de dar ejemplos de apoyo a los aprendedores.



Evidencia

El alumno deberá elaborar tres evidencias, una por módulo, por medio de las cuales demuestre el dominio de la competencia del curso, como elemento indispensable para conseguir la acreditación de este. Es decir, lo plasmado en las evidencias es aquello que buscamos que los estudiantes sean capaces de hacer bien. Las instrucciones para la realización de las evidencias son las siguientes:

Evidencia 1

La evidencia 1 refleja la aplicación de los conceptos del módulo 1. El estudiante creará la simulación del movimiento articular de un robot SCARA, tomando como referencia la siguiente página web:

https://xpert.kuka.com/service-express/portal/project1_p/document/kuka-project1_p-basic_CAD519_en?context=%7B%22filter%22%3A%7B%22ProductCategory%22%3A%5B%22PC531%5Cu001fPC4618%5Cu001fPC104%5Cu001fPC349%5Cu001fAR5742%22%5D%7D,%22useExpertQuery%22%3A0%7D

- Manufacturer KUKA
- Description KR 5 SCARA
- Part number R350 Z200

Evidencia 2

La evidencia 2 es la aplicación de los conceptos del módulo 2. El alumno diseñará una celda de manufactura en Process Simulate y realizar una secuencia de movimientos para un robot SCARA y define los movimientos que podría tener el robot bajo una simulación en "Sequense Editor", tomando como referencia la siguiente página web:

https://xpert.kuka.com/service-express/portal/project1_p/document/kuka-project1_p-basic_CAD519_en?context=%7B%22filter%22%3A%7B%22ProductCategory%22%3A%5B%22PC531%5Cu001fPC4618%5Cu001fPC104%5Cu001fPC349%5Cu001fAR5742%22%5D%7D,%22useExpertQuery%22%3A0%7D

Evidencia 3

La evidencia 3 es la aplicación de los conceptos del módulo 3. En esta evidencia el alumno realizará el diseño de una ruta de pintado utilizando un robot en Process Simulate, definiendo una secuencia de movimientos para que un robot pinte una superficie.

